



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Denní osvětlení v odborných učebnách na základní škole

Daylighting in special classrooms on a primary school

Diplomová práce

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

Vedoucí práce: Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.

Jiří Petráš

Praha 2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Petráš Jméno: Jiří Osobní číslo: 458 765
Zadávací katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb (K124)
Studijní program: Budovy a prostředí (N3649)
Studijní obor: Budovy a prostředí (3608T006)

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Denní osvětlení v odborných učebnách na základní škole
Název diplomové práce anglicky: Daylighting in special classrooms on a primary school

Pokyny pro vypracování:

Požadavky kladené na školní učebny z hlediska denního osvětlení. Závislost požadavků na tom, zda v učebně je či není trvalý pobyt žáků. Zdůvodnění potřeby denního světla. Výběr vhodných odborných učeben na konkrétní základní škole. Popis měření denního osvětlení. Určení vybraných vstupních světelně technických parametrů (činitel odrazu světla, případně i propustnost světla zasklením) na základě normových hodnot, pomocí vzorníku a na základě vlastního měření. Výpočet množství denního světla v těchto učebnách pomocí odborného softwaru. Zjištění názorů žáků a učitelů na úroveň a kvalitu osvětlení v dané učebně pomocí dotazníků. Ověření platnosti subjektivního hodnocení podáním dotazníků v různých časových úsecích. Porovnání výsledků výpočtů s názory žáků zjištěnými v dotazníkovém šetření. Soupis doporučení vedoucí k zajištění vyhovujícího denního osvětlení.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 36 0011-1 Měření osvětlení prostorů – Část 1: Základní ustanovení. Praha : ÚNMZ, 2014, 16 s.
ČSN 36 0011-2 Měření osvětlení prostorů – Část 2: Měření denního osvětlení. Praha : ÚNMZ, 2014, 12 s.
ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky, ČNI Praha, červen 2007.
ČSN 73 0580-3 Denní osvětlení budov – Část 3: Denní osvětlení škol, ČNI Praha, červen 2007.
ČSN EN 17037 Denní osvětlení budov. ČAS Praha, červen 2019.
GAVORA, Peter. Úvod do pedagogického výzkumu. 2., rozšířené české vydání. Překlad Vladimír Jůva a Vendula Hlavatá. Brno : Paido, 2010, 262 s. ISBN 978-80-7315-185-0.
HABEL, Jiří., DVOŘÁČEK, Karel., DVOŘÁČEK, Vladimír., ŽÁK, Petr. Světlo a osvětlování. Praha : FCC Public s. r. o., 2013. ISBN 978-80-86534-21-3.
VYCHYTIL, Jaroslav., KAŇKA, Jan. Stavební světelná technika - přednášky. Praha : Nakladatelství ČVUT v Praze, 176 s. 2016. ISBN 978-80-01-06060-5.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 23. 9. 2020 Termín odevzdání diplomové práce: 3. 1. 2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

24. 9. 2020

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Jiří Petráš

Název diplomové práce: Denní osvětlení v odborných učebnách na základní škole

Základní část: Konstrukce pozemních staveb podíl: 100 %

Formulace úkolů: Světelně-technické požadavky kladené na školní učebny. Zdůvodnění potřeby denního světla. Výběr vhodných odborných učeben. Měření vybraných světelně technických parametrů. Výpočet denního osvětlení v daných učebnách a následné vyhodnocení výsledků. Zjištění názorů žáků a učitelů na úroveň a kvalitu osvětlení pomocí dotazníků. Soupis doporučení vedoucí k zajištění vyhovujícího denního osvětlení.

Podpis vedoucího DP:

Datum: 24.9.2020

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1. stranou zadání již ve 2. týdnu semestru)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V dne

.....

Podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Bc. Jaroslavu Vychytilovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu tvorby diplomové práce věnoval. Dále patří velké poděkování paní Mgr. Monice Hynčíkové a Mgr. Jitce Korelusové za veškeré informace získané k hodnocené škole a za vlídný přístup. A v neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině a kamarádům za trpělivost a podporu při mém studiu na vysoké škole.

Anotace

Tématem diplomové práce je vyhodnocení odborných učeben základní školy z hlediska požadavků na denní osvětlení. V každé z nich je provedeno měření činitele odrazu světla s využitím jasoměru a luxmetru. Orientačně jsou tyto hodnoty stanoveny také za pomoci vzorníků barev a na základě tabulkových hodnot. Skutečně naměřené parametry jsou dále zpracovány a za pomoci výpočetního softwaru je stanoveno rozložení denního světla v učebnách. Cílem je ověření legislativních požadavků.

Po objektivním posouzení učeben je prostřednictvím dotazníků určených pro žáky a učitele zjištěno subjektivní hodnocení denního osvětlení. Výsledky vyhodnocených dotazníků jsou porovnány s výsledky stanovenými výpočetním softwarem. Při nevyhovujícím stavu místností jsou navržena doporučená opatření sloužící k zajištění požadovaného denního osvětlení.

Klíčová slova

Denní osvětlení, základní škola, měření, odborná učebna, dotazník, činitel odrazu světla

Annotation

The master's thesis topic is the evaluation of daylight requirements for special purpose classrooms at elementary school. The illuminance is measured by a photometer and luminance meter in every classroom and the daylight factor is calculated based on these measurements. For guide purposes, a color swatch is used to estimate approximate values according to the standard table. The measured values by instruments are further processed by computer software to simulate daylight factor and daylight availability in the classrooms. The study aims to compare the observed results with legal requirements.

After the measuring, the questionnaires are distributed to students and teachers to collect subjective evaluation of daylight in the classrooms. Simulated light conditions by software and results from the questionnaire are compared to each other and analyzed. The recommendations to improve the current state have been given in case of unsatisfactory conditions in the classroom.

Keywords

Daylight, elementary school, measurement, special purpose classroom, questionnaire, daylight factor

Obsah

Úvod	- 14 -
1. Úvod do denního osvětlení	- 15 -
1.1 Činitel denní osvětlenosti	- 15 -
1.2 Kontrolní body v místnosti	- 15 -
1.3 Poměrná pozorovací vzdálenost	- 16 -
1.4 Rovnoměrnost denního osvětlení	- 16 -
1.5 Převládající směr světla	- 16 -
1.6. Omezení oslnění	- 17 -
1.7 Barevné řešení interiéru	- 17 -
2. Denní světlo ve školách	- 18 -
2.1 Konstrukční požadavky na učebny	- 18 -
2.2 Požadavky na denní osvětlení	- 19 -
2.2.1 Rozdělení školních učeben	- 20 -
2.2.2 Požadavky a doporučení v učebnách	- 20 -
2.2.3 Údržba ploch	- 21 -
3. Hodnocená základní škola	- 22 -
3.1 Popis budovy	- 22 -
3.1.1 Historie objektu	- 22 -
3.1.2 Stavební úpravy a současná podoba	- 23 -
3.1.3. Konstrukční a materiálové řešení	- 24 -
3.3 Okolí budovy	- 25 -
3.4. Dispoziční uspořádání	- 25 -
3.5. Volba učeben	- 26 -
3.5.1 Učebna dílen	- 32 -
3.5.2 Učebna chemie	- 36 -

3.5.3	Učebna fyziky	- 39 -
3.5.4	Učebna výtvarné výchovy	- 43 -
3.5.5	Učebna cizích jazyků	- 46 -
3.5.6	Učebna přírodopisu.....	- 49 -
4.	Měření na základní škole.....	- 52 -
4.1	Použité přístroje a pomůcky.....	- 52 -
4.2	Výplně otvorů	- 54 -
4.3	Měření činitele odrazu světla	- 54 -
4.4.	Měření činitele prostupu světla výplní otvoru	- 55 -
4.5	Měření v jednotlivých učebnách	- 55 -
4.5.1	Měření v učebně dílen	- 56 -
4.5.2	Měření v učebně chemie.....	- 61 -
4.5.3	Měření v učebně fyziky	- 66 -
4.5.4	Měření v učebně výtvarné výchovy	- 72 -
4.5.5	Měření v učebně cizích jazyků	- 77 -
4.5.6	Měření v učebně přírodopisu.....	- 82 -
5.	Výpočet denního osvětlení.....	- 87 -
5.1	Popis výpočetního modelu	- 87 -
5.1.1	Čistá plocha zasklení	- 89 -
5.1.2	Činitel znečištění osvětlovacího otvoru	- 89 -
5.1.3	Stínící překážky.....	- 90 -
5.2	Vyhodnocení jednotlivých učeben	- 90 -
5.2.1	Učebna dílen	- 91 -
5.2.1.1	Rozložení denního světla v učebně dílen.....	- 91 -
5.2.1.2	Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně dílen	- 94 -
5.2.1.3	Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně dílen	- 94 -

5.2.1.4	Vyhodnocení učebny dílen.....	- 95 -
5.2.2	Učebna chemie.....	- 96 -
5.2.2.1	Rozložení denního světla v učebně chemie.....	- 96 -
5.2.2.2	Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně chemie	- 99 -
5.2.2.3	Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně chemie	- 99 -
5.2.2.4	Vyhodnocení učebny chemie.....	- 101 -
5.2.3	Učebna fyziky	- 102 -
5.2.3.1	Rozložení denního světla v učebně fyziky.....	- 102 -
5.2.3.2	Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně fyziky.....	- 105 -
5.2.3.3	Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně fyziky	- 105 -
5.2.3.4	Vyhodnocení učebny fyziky	- 107 -
5.2.4	Učebna výtvarné výchovy	- 109 -
5.2.4.1	Rozložení denního světla v učebně výtvarné výchovy.....	- 109 -
5.2.4.2	Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně výtvarné výchovy	- 112 -
5.2.4.3	Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně výtvarné výchovy	- 112 -
5.2.4.4	Vyhodnocení učebny výtvarné výchovy	- 114 -
5.2.5	Učebna cizích jazyků	- 115 -
5.2.5.1	Rozložení denního světla v učebně cizích jazyků.....	- 116 -
5.2.5.2	Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně cizích jazyků	- 118 -
5.2.5.3	Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně cizích jazyků	- 118 -
5.2.5.4	Vyhodnocení učebny cizích jazyků.....	- 120 -
5.2.6	Učebna přírodopisu.....	- 121 -
5.2.6.1	Rozložení denního světla v učebně přírodopisu	- 121 -
5.2.6.2	Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně přírodopisu	- 124 -
5.2.6.3	Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně přírodopisu	- 124 -
5.2.6.4	Vyhodnocení učebny přírodopisu.....	- 125 -

6. Dotazníkový průzkum	- 127 -
6.1 Dotazníky a způsob jejich vyhodnocení	- 128 -
6.1.1 Předvýzkum	- 128 -
6.1.2 Tvorba dotazníků.....	- 129 -
6.1.3 Způsob vyhodnocení	- 129 -
6.2 Zvolené hypotézy.....	- 130 -
6.3 Všeobecné vyhodnocení dotazníků pro jednotlivé učebny	- 131 -
6.3.1 Učebna dílen	- 131 -
6.3.1.1 Dotazníky pro žáky učebny dílen	- 131 -
6.3.1.2 Dotazníky pro učitele učebny dílen	- 135 -
6.3.2 Učebna chemie.....	- 136 -
6.3.2.1 Dotazníky pro žáky učebny chemie	- 136 -
6.3.2.2 Dotazníky pro učitele učebny chemie.....	- 139 -
6.3.3 Učebna fyziky	- 140 -
6.3.3.1 Dotazníky pro žáky učebny fyziky	- 140 -
6.3.3.2 Dotazníky pro učitele učebny fyziky	- 144 -
6.3.4 Učebna výtvarné výchovy	- 145 -
6.3.4.1 Dotazníky pro žáky učebny výtvarné výchovy	- 145 -
6.3.4.2 Dotazníky pro učitele učebny výtvarné výchovy	- 149 -
6.3.5 Učebna cizích jazyků	- 150 -
6.3.5.1 Dotazníky pro žáky učebny cizích jazyků	- 150 -
6.3.5.2 Dotazníky pro učitele učebny cizích jazyků	- 154 -
6.3.6 Učebna přírodopisu.....	- 155 -
6.3.6.1 Dotazníky pro žáky učebny přírodopisu	- 155 -
6.3.6.2 Dotazníky pro učitele učebny přírodopisu.....	- 159 -
6.4 Vyhodnocení I. hypotézy	- 160 -

6.4.1	Vyhodnocení I. hypotézy v učebně dílen	- 161 -
6.4.2	Vyhodnocení hypotézy I. v učebně chemie	- 162 -
6.4.3	Vyhodnocení I. hypotézy v učebně fyziky	- 163 -
6.4.4	Vyhodnocení I. hypotézy v učebně výtvarné výchovy	- 164 -
6.4.5	Vyhodnocení I. hypotézy v učebně cizích jazyků	- 165 -
6.4.6	Vyhodnocení I. hypotézy v učebně přírodopisu	- 166 -
6.4.7	Závěr k I. hypotéze	- 167 -
6.5	Vyhodnocení II. hypotézy	- 167 -
6.5.1	Vyhodnocení II. hypotézy v učebně dílen	- 168 -
6.5.2	Vyhodnocení II. hypotézy v učebně chemie	- 169 -
6.5.3	Vyhodnocení II. hypotézy v učebně fyziky	- 170 -
6.5.4	Vyhodnocení II. hypotézy v učebně výtvarné výchovy	- 171 -
6.5.5	Vyhodnocení II. hypotézy v učebně cizích jazyků	- 172 -
6.5.6	Vyhodnocení II. hypotézy v učebně přírodopisu	- 173 -
6.5.7	Závěr k II. hypotéze	- 174 -
6.6	Vyhodnocení III. hypotézy	- 174 -
6.6.1	Vyhodnocení III. hypotézy v učebně dílen	- 175 -
6.6.2	Vyhodnocení III. hypotézy v učebně chemie	- 176 -
6.6.3	Vyhodnocení III. hypotézy v učebně fyziky	- 177 -
6.6.4	Vyhodnocení III. hypotézy v učebně výtvarné výchovy	- 178 -
6.6.5	Vyhodnocení III. hypotézy v učebně cizích jazyků	- 179 -
6.6.6	Vyhodnocení III. hypotézy v učebně přírodopisu	- 180 -
6.6.7	Závěr k III. hypotéze	- 181 -
6.7	Vyhodnocení IV. hypotézy	- 181 -
6.7.1	Závěr k IV. hypotéze	- 184 -

7. Celkové vyhodnocení učeben	- 185 -
7.1 Vyhodnocení učebny dílen	- 186 -
7.2 Vyhodnocení učebny chemie	- 188 -
7.3 Vyhodnocení učebny fyziky	- 190 -
7.4 Vyhodnocení učebny výtvarné výchovy	- 192 -
7.5 Vyhodnocení učebny cizích jazyků	- 194 -
7.6 Vyhodnocení učebny přírodopisu	- 197 -
8. Návrh doporučených opatření.....	- 199 -
8.1 Údržba povrchů	- 199 -
8.2 Výměna oken.....	- 199 -
8.3. Regulační zařízení	- 200 -
8.3.1 Stínící technika v učebnách.....	- 200 -
Závěr	- 202 -
Zdroje.....	- 204 -

Seznam příloh:

Příloha A – Výpočet denního osvětlení v programu Světlo+

Příloha B – Dotazníkový průzkum pro žáky hodnocené základní školy

Příloha C – Dotazníkový průzkum pro učitele hodnocené základní školy

Úvod

Pracující lidé i děti školou povinné tráví většinu svého času ve vnitřním prostředí budov. Z tohoto hlediska je potřebné, aby bylo v budově zajištěno komfortní prostředí. Jednou ze složek vnitřního prostředí je světelná technika.

Pro děti ve školách je denní světlo jednou z důležitých součástí jejich každodenního života, i když si to obvykle většina z nich ani neuvědomuje. Téměř celý den se po nich vyžaduje aktivní účast při vyučování a ta souvisí především se čtením či psáním, ať už do sešitu nebo na tabuli. Při správných světelných podmínkách je možné tuto aktivitu podpořit a snížit tak míru únavy a riziko vyčerpání způsobené například nevhodným osvětlením učebny.

Většina školských budov byla postavena již dávno předtím, než se vůbec o stavební světelné technice, jakožto oboru zabývající se denním osvětlením a prosluněním budov, začalo uvažovat. Mnoho škol i jiných veřejných budov se potýká s problémy nesprávného návrhu místností s ohledem na zajištění vyhovujícího denního osvětlení. Velká část těchto prostorů naráží na problémy týkající se především velké hloubky místností a příliš vysokých nadpraží okenních otvorů.

Z tohoto důvodu, a také kvůli absenci praktického měření ve výuce stavební fyziky na fakultě stavební ČVUT v Praze, jsem si vybral pro téma mé diplomové práce základní školu, která se nachází v Plzeňském kraji a kterou jsem ještě před 10 lety navštěvoval. Měření a následným vyhodnocením se ověří, zda hodnocená škola splňuje legislativní požadavky na denní osvětlení a subjektivním názorem zjištěným od žáků a učitelů se tato informace potvrdí nebo také vyvrátí.

1. Úvod do denního osvětlení

Denním osvětlením místnosti rozumíme průnik přímých slunečních paprsků a světla rozptýleného v atmosféře přes výplně otvorů do místnosti. Vliv denního světla má významný vliv na naše zdraví a při jeho nedostatečném působení můžeme pociťovat zvýšenou únavu, bolest očí či jiné zdravotní komplikace. Z tohoto důvodu klademe při tvorbě kvality vnitřního prostředí důraz na zrakovou pohodu. Tu můžeme jednoduše definovat jako příjemný a přirozený stav organismu, který je odezvou na působící denní světlo v místnosti a prostředek pro efektivnější pracovní úkon a odpočinek.

Při výpočtech a posuzování denního osvětlení uvažujeme s modely rovnoměrně zatažené oblohy v zimě buď při tmavém nebo zasněženém terénu. Ty jsou bez účinků přímých slunečních paprsků méně příznivé. Model tmavého terénu CIE 1:3 uvažuje 3x větší jas v zenitu než jas v horizontu. Při použití modelu zasněženého terénu CIE 1:2 počítáme s jasnem v zenitu 2x větším než s jasnem v horizontu. Požadavky pro dosažení dostatečného denního osvětlení jsou dány normou ČSN EN 17037 [1] a normou ČSN 73 0580-1 [2].

1.1 Činitel denní osvětlenosti

Pro stanovení množství denního světla v místnosti slouží činitel denní osvětlenosti D [%], který je určen ze vztahu:

$$D = \frac{E}{E_h} \cdot 100, \quad (1.1)$$

kde E [lx] je hodnota osvětlenosti v kontrolním bodě a E_h [lx] současná horizontální exteriérová osvětlenost na nezastíněné rovině.

1.2 Kontrolní body v místnosti

Poloha kontrolních bodů je určena v pravidelné síti se začátkem vzdáleným 0,5 m od svislých konstrukcí dle [1] nebo 1 m dle [2]. Výška srovnávací roviny, na které se stanovuje denní osvětlení, se odvíjí od převládající pracovní činnosti v dané místnosti. Všeobecně u škol a kanceláří tuto plochu reprezentuje deska stolu, na které probíhá zrakový úkon související s psaním a čtením. Obvykle se předpokládá ve výšce

0,85 m od podlahy. V závislosti na přesnosti rozložení denního světla určujeme vnitřní kontrolní body sítě ve vzdálenostech od 0,5 až do 2,0 m.

1.3 Poměrná pozorovací vzdálenost

Pro zařazení do jednotlivých tříd zrakové činnosti je dle ČSN 73 0580-1 [2] stanovena poměrná pozorovací vzdálenost p_v [-]. Tu můžeme vypočítat ze vztahu:

$$p_v = \frac{P}{d}, \quad (1.2)$$

kde P [m] je pozorovací vzdálenost od oka ke kritickému detailu a d [m] je rozměr kritického detailu. Tradičně uvažujeme pozorovací vzdálenost pro čtení textu rovnou hodnotě 0,25 m. Hodnotu kritického detailu volíme v závislosti na požadovaném zrakovém úkonu. Po provedení výpočtu lze zařadit zrakový úkon do jednotlivých tříd zrakových činností od I. do VII. a zjistit tak požadované hodnoty minimálního činitele denní osvětlenosti D_{min} [%] a maximálního činitele denní osvětlenosti D_{max} [%].

1.4 Rovnoměrnost denního osvětlení

Dalším z požadavků ke zajištění požadované zrakové pohody je kritérium rovnoměrnosti osvětlení U^1 [-] určené ve funkčně vymezeném prostoru v kontrolních bodech pro boční osvětlovací systém ze vztahu:

$$U = \frac{D_{min}}{D_{max}}, \quad (1.3)$$

kde D_{min} [%] je minimální a D_{max} [%] maximální hodnotou činitele denní osvětlenosti.

V případě horního a kombinovaného osvětlovacího systému je maximální hodnota činitele denní osvětlenosti D_{max} [%] nahrazena průměrnou hodnotou činitele denní osvětlenosti D_m [%].

1.5 Převládající směr světla

Pro zajištění komfortního uživatelského světelného prostředí určujeme pro každou zrakovou činnost převládající směr světla. Příkladem může být psaní textu, při kterém musíme zajistit, aby převažující směr světla nebyl stíněn uživatelem ani žádným zařízením.

¹ Označení rovnoměrnosti osvětlení „U“ je převzato ze skript [4].

1.6. Omezení oslnění

Při návrhu interiéru je potřebné zajistit, aby se přímé sluneční světlo neodráželo od lesklých povrchů (např. lesklého povrchu nábytku nebo povrchu bílé tabule na fixy) a nezpůsobovalo tak uživatelům zrakový diskomfort. Vliv na oslnění mají i venkovní povrchy (např. dlažba či průčelí objektů), které je doporučeno navrhovat ve světlejších odstínech.

1.7 Barevné řešení interiéru

Barevné řešení se navrhuje s ohledem na využití daného prostoru. Působí na vnímání jeho velikosti a citový pocit osob v něm. Nevhodně navržená úprava interiéru může způsobit snížení efektivity práce, vyšší zrakovou námahu a do jisté míry může ovlivnit i náladu jednotlivců.

Při hodnocení hledíme na množství a kvalitu osvětlení v místnosti, dále na účinek na naši psychickou a fyzickou aktivitu v daném prostředí a na celkovou estetiku místnosti.

2. Denní světlo ve školách

Ve školských zařízeních tráví nejen žáci, ale i učitelé velké množství času. Při výuce či různých vzdělávacích aktivitách jsou vykonávány rozdílné zrakově náročné činnosti, které při nezajištění dostatečného množství denního světla a bez vytvoření optimální zrakové pohody mohou vést ke sníženému pracovnímu výkonu, zvýšené únavě a při dlouhodobějším trvání až k vážným zdravotním potížím.

Legislativní požadavky na denní osvětlení škol a školských zařízení jsou uvedeny v zákoně č. 258/2000 Sb. [5], kde je popsána povinnost škol zajistit splnění hygienických požadavků, které se vztahují mimo jiné i na prostorové podmínky a osvětlení. Prováděcími dokumenty tohoto zákona jsou vyhlášky č. 410/2005 Sb. [6] a č. 343/2009 Sb. [7]. Jako hlavní požadavek na osvětlení vyhláška č. 410/2005 Sb. [6], uvádí, že: *„Ve vnitřních prostorech budov zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozovných pro výchovu a vzdělávání, určených k dlouhodobému pobytu žáků, musí být vyhovující denní osvětlení odpovídající normovým požadavkům.“* Dalšími dokumenty, které specifikují všeobecné nároky na denní osvětlení, jsou normy ČSN EN 17037 [1] a ČSN 73 0580-1 [2]. Pro určení konkrétních požadavků pro jednotlivé prostory ve školách slouží norma ČSN 73 0580-3 [3].

2.1 Konstrukční požadavky na učebny

Při návrhu školních učeben je nutné dodržení minimálních světlých výšek 3,3 m stanovených vyhláškou č. 268/2009 Sb. [8]. V místnostech šaten je tato hodnota snížena na 2,5 m.

Pro zajištění dostatečného kontaktu s exteriérem je základem vhodně navržený osvětlovací systém. Pro klasické učebny je nejčastěji využit boční osvětlovací systém a pro učebny s náročnějšími zrakovými činnostmi se doporučuje kombinovaný osvětlovací systém (tzn. boční a horní osvětlovací systém).

Výška vnitřních parapetů oken se navrhuje dle normy [3] tak, aby byl zajištěn dostatečný výhled. Pro děti ve věku 6 až 14 let je výška stanovena maximálně 1,05 m a u dětí nad 14 let maximálně 1,2 m, což jsou odpovídající výšky pro věkové rozmezí žáků základních škol. Jedním z dalších doporučení vedoucích ke snížení zvýšené únavy

či bolesti očí vlivem akomodace² je vhodný návrh oken nejlépe bez přerušení meziokenními sloupky a pilíři, s minimálním nadpražím a s co největší hodnotou čisté plochy zasklení, kterou tvoří čiré sklo.

2.2 Požadavky na denní osvětlení

Z důvodu absence požadavků na denní osvětlení škol v ČSN EN 17037 [1] jsou třídy zrakových činností a hodnoty minimálního a průměrného činitele denní osvětlenosti D [%] (viz kapitola 1.1) stanoveny normou ČSN 73 0580-3 [3].

Pro kmenové a odborné učebny je dle zmíněné normy [3] stanovena třída zrakové činnosti IV s minimálním činitelem denní osvětlenosti D_{min} rovným hodnotě 1,5 % a průměrným činitelem denní osvětlenosti D_m o hodnotě 5 %. Pro laboratoře a dílny norma [3] stanovuje třídu zrakové činnosti dle obtížnosti práce, která se v nich vykonává. S ohledem na výuku na základní škole je pro běžné práce určena třída zrakové činnosti IV s minimálním činitelem denní osvětlenosti $D_{min} = 1,5$ % a průměrným činitelem denní osvětlenosti hodnoty $D_m = 5$ %.

Ke stanovení minimálních činitelů denní osvětlenosti lze dojít i přes výpočet poměrné pozorovací vzdálenosti p_v [-] (viz kapitola 1.3), kterou lze stanovit například u žáků sedících v lavici, kteří čtou ze sešitu nebo z tabule. Pozorovací vzdáleností je délka spojnice od oka pozorovatele až ke kritickému detailu, kterým je často nejmenší podrobnost písmene v sešitě nebo na tabuli. Pro třídu zrakové činnosti IV je poměrná pozorovací vzdálenost rovna hodnotám v rozmezí 500 až 1000.

S ohledem na požadavky normy ČSN EN 17037 [1] je ve vzdálenosti 0,5 m nebo alternativně dle normy ČSN 73 0580-1 [2] ve vzdálenosti 1 m od svislých konstrukcí stanovena síť kontrolních bodů v pravidelném rastru (viz kapitola 1.2), která je rozdělena v závislosti na přesnosti rozložení denního světla v místnosti. Srovnávací rovinu představuje ve školních zařízeních lavice či učitelský stůl, který má obvykle horní desku ve výšce 0,85 m nad podlahou.

Rovnoměrnost denního osvětlení U [-] má být v místnostech zařazených do třídy zrakové činnosti III a IV rovna minimálně 0,2. Pro třídu zrakové činnosti V by

² „Akomodace je schopnost oka vidět ostře předměty na rozdílnou vzdálenost“ [9].

měla hodnota být alespoň 0,15 a pro třídu zrakové činnosti VI se rovnoměrnost nepožaduje. Výpočet rovnoměrnosti denního osvětlení je uveden v kapitole 1.4.

2.2.1 Rozdělení školních učeben

Ve školách jsou z hlediska denního osvětlení kladeny požadavky na učebny s trvalým pobytem osob (tzv. kmenové učebny) a krátkodobým pobytem osob, kde dochází k pravidelnému střídání jednotlivých tříd, které je trvalého charakteru. Trvalý pobyt osob je definován pobytem lidí v místnosti déle než 4 hodiny přes den a současně častěji než 1x týdně.

V této diplomové práci byly v konkrétní základní škole vybrány odborné učebny, ve kterých dochází k pravidelnému střídání jednotlivých tříd dle určených rozvrhů. Specifická je učebna dílen, která slouží pro praktickou výuku a z tohoto důvodu je zařazena dle ČSN 73 0580-3 [3] jako laboratoř a dílna pro běžné práce.

2.2.2 Požadavky a doporučení v učebnách

Venkovní povrchy v okolí školy značně ovlivňují vnější a vnitřní odraženou složku činitele denní osvětlenosti v místnosti. Z tohoto důvodu je definován činitel odrazu světla ρ [-], který udává míru pohlcení světelného záření povrchem. Tato hodnota by měla být v rozmezí 0,3 až 0,6. V případech, kdy by zvýšeným odrazem slunečního záření mohlo dojít k přehřívání místnosti nebo ke zhoršení zrakové pohody uživatelů je $\rho \leq 0,4$.

Na vnitřní povrch pracovních ploch je dán požadavek rozptylné a nelesklé povrchové úpravy s činiteli odrazu světla následujících povrchů uvedených v tabulce č. 1.

Tab. 1 Činitele odrazu světla ploch ve školních učebnách

Plocha v učebně	Činitel odrazu světla ρ [-]	Legislativa
stěna s okny	0,75 - 0,80	JV – SST [4]
ostatní stěny – horní část	0,50 - 0,70	
ostatní stěny – spodní část	0,40 - 0,60	
strop	0,80 - 0,90	
podlaha	0,30 - 0,50	
pracovní plocha	0,35 - 0,45	ČSN 73 0580-3 [3]
tabule	> 0,10, max. 0,25	Vyhláška č. 410/2005 Sb. [6]

Při barevném řešení povrchů je dle [3] doporučeno využívat chladnějších a klidných barevných odstínů. Vhodný návrh barevnosti může eliminovat pocit únavy a zvýšit efektivitu při vyučování.

2.2.3 Údržba ploch

Pro dlouhodobé zajištění vyhovujícího denního osvětlení místnosti je nutné v pravidelných intervalech provádět úklid, který spočívá v čištění odrazných ploch, mytí oken a světelných ploch svítidel. Dle vyhlášky č. 410/2005 Sb. [6] je stanoveno, že se tato údržba má provádět minimálně 2x ročně a alespoň 1x za 3 roky má být doplněna výmalbou vnitřních prostorů.

3. Hodnocená základní škola

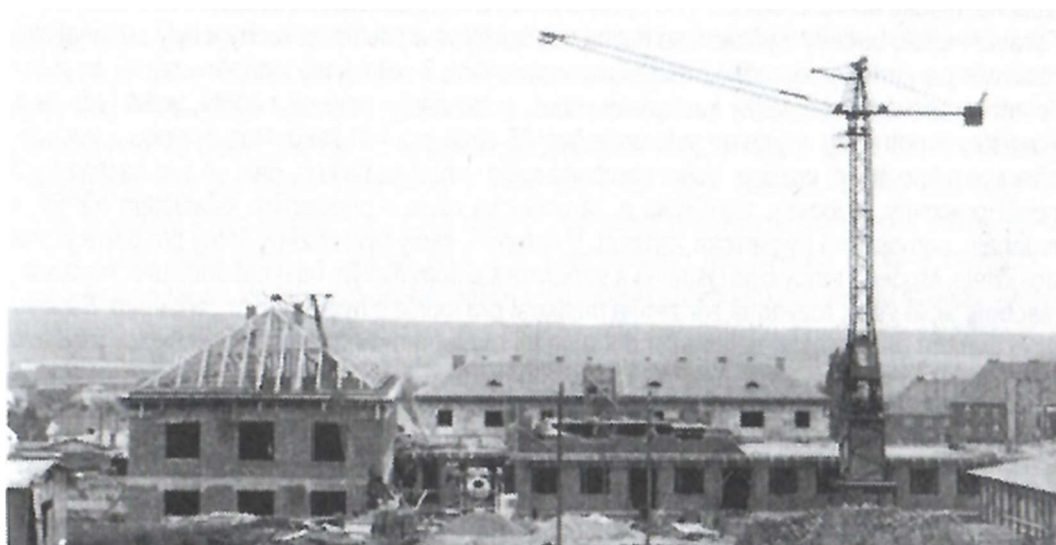
Za účelem zpracování své diplomové práce jsem si zvolil základní školu, která je mi nejbližší, jelikož jsem sám až do roku 2011 sedával v jejích lavicích. Škola se nachází v západních Čechách v Plzeňském kraji.

3.1 Popis budovy

V následujících podkapitolách je ve stručnosti popsána historie objektu, důležité stavební úpravy a jeho současná podoba, konstrukční a materiálové řešení a dispoziční uspořádání.

3.1.1 Historie objektu

Projektovou dokumentaci na objekt základní školy zpracoval v roce 1955 Vojenský projektový ústav v Plzni. Přípravné práce na staveništi začaly listopadu téhož roku a stavba objektu byla zahájena v lednu 1956. Při výstavbě, která probíhala necelé dva roky, se vystřídaly dvě stavební společnosti.



Obr. 1 – Dobová fotografie z výstavby základní školy, převzato z [10]

Slavnostní otevření nové osmileté základní školy proběhlo 21. září 1958. Vlastní hlavní budova obsahuje podzemní podlaží, přízemí a dvě nadzemní podlaží. V podzemním podlaží jsou umístěny šatny a odborná učebna a kabinet dílen. V přízemí se nachází mimo učeben nižšího stupně také ředitelna, sborovna, místnost pro školníka a kanceláře zástupců ředitele. Ve vyšších patrech můžeme nalézt

učebny, kabinety a sociální zázemí. Na hlavní budovu navazují z levé a pravé strany dvě symetrická křídla. V levém křídle jsou umístěny tělocvičny, v pravém jídelna a prostory školní družiny.

3.1.2 Stavební úpravy a současná podoba

Od otevření objektu prošla budova nespočetným množstvím změn a stavebních úprav. Jednou z větších stavebních úprav bylo vybudování nového sportovního hřiště a přesun učebny dílen z prostorů školní družiny do bývalých chlapeckých šaten pod tělocvičnou. V letech 1995 proběhla výstavba nové plynové kotelny, která je využívána dodnes.

V roce 2008 se započalo se stavebními úpravami budovy školy, které byly spojeny s rekonstrukcí střechy, výměnou oken a topení. Následně byl celý objekt zateplen.

Dalších velkých změn se následně dočkala i školní zahrada, kde byla vybudována venkovní učebna a nové zpevněné plochy pro sportovní aktivity. Poslední větší stavbou je nové sportovní a atletické hřiště, které bylo slavnostně otevřeno v roce 2016.

Škola prochází i v dnešní době velkým množstvím rekonstrukcí, jakými jsou například výměna nášlapných vrstev podlah nebo výmalba a modernizace vybavení učeben.



Obr. 2 – Současná podoba hodnoceného objektu (pohled ze severní strany)



Obr. 3 – Pohled na budovu z jižní strany (ze zahrady)

3.1.3. Konstrukční a materiálové řešení

Konstrukční systém objektu je podélný, stěnový. Nosné stěny jsou vyzděny z plných cihel. V podzemním podlaží je konstrukční systém kombinovaný s železobetonovými sloupy a pilíři. Stropní konstrukce jsou železobetonové s využitím průvlaků a desek. Stropy v nadzemních podlažích jsou rovné, opatřeny omítnutým pletivem, které je ukotveno k nosné výztuži.

Přístup do jednotlivých podlaží je zajištěn pomocí dvouramenného železobetonového monolitického schodiště s mezipodestou. Stupně jsou opatřeny povrchovou úpravou z terrazzo.

Objekt je zastřešen dřevěným krovem (nad hlavním křídlem je stojatá stolice a nad vedlejšími křídly je ležatá stolice). Povrchovou úpravu zastřešení tvoří betonové tašky s rozdílnými vzory a barevnostmi na jednotlivých částech budovy. Spojovací části mezi hlavním budovou a vedlejšími křídly jsou zastřešeny jednoplášťovou plochou střechou.

Zateplení nadzemní části svislých konstrukcí je provedeno pomocí fasádních desek z expandovaného polystyrenu o tloušťce 140 mm. Spodní stavba je zateplena extrudovaným polystyrenem stejné tloušťky (140 mm). Zdobné prvky na fasádě jsou vytvořeny pomocí dalších vrstev polystyrenu. Z protipožárních důvodů je ve vstupním prostoru z ulice využito zateplení z desek z minerálních vláken o tloušťce 120 mm.

3.3 Okolí budovy



Obr. 4 – Situační pohled na okolí základní školy, červeně vyznačena hodnocená budova, obrázek převzat z [11]

Severním směrem od budovy školy se přibližně ve vzdálenosti 25 m nacházejí čtyři bytové objekty.

Z jižní strany budovy je umístěna zahrada se zpevněnými plochami určenými pro sportovní aktivity, dřevěná bouda určená pro skladování náčiní a dřevěný altán s venkovní učebnou. Pro sportovní využití je umístěn v těsné blízkosti školy atletický ovál, dále dvě sportoviště s tartanovým povrchem a venkovní skákací trampolína. Za sportovními prostory se nachází kulturní dům a kino.

Východní strana objektu sousedí s ubytovnou tělovýchovné jednoty a sportovní halou. Na západní straně se rozléhá část školní zahrady.

3.4. Dispoziční uspořádání

Objekt základní školy se skládá z hlavní budovy a dvou křídel. V hlavní budově je umístěna většina učeben s kabinety a administrativním zázemím pro zaměstnance školy. V levém křídle budovy se nachází velká a malá tělocvična, v jeho suterénu je učebna a kabinet dílen a šatny na tělesnou výchovu. V podzemním podlaží pravého křídla je umístěno především technické zázemí školy se skladovacími prostory.

V přízemí se nad technickým zázemím nachází školní jídelna s kuchyní a školní byt. V prvním patře je stejný prostor využit pro účely školní družiny. Hlavní budova má dvě patra, vedlejší křídla o patro méně. V suterénu hlavní budovy se nacházejí šatny a skladovací plochy. Po schodišťovém rameni se vyjde do prostoru hlavního vestibulu v přízemí. Zde jsou umístěny učebny a kanceláře ředitele a dvou zástupců ředitele, sborovna, sekretariát, kancelář ekonoma a pracovní místnost školníka. Na levé straně se dále nachází sociální zázemí pro dívky a invalidy a na pravé straně se nachází sociální zázemí pro chlapce a učitele. V přízemí je mimo učebny nižšího stupně umístěna odborná učebna a kabinet chemie a studovna. Do vyššího patra se vyjde po dvou schodišťových ramenech umístěných na pravém i levém konci hlavní budovy.

V druhém nadzemním podlaží jsou umístěny učebny nižšího stupně a odborné učebny informatiky, fyziky a dějepisu. Učebna dějepisu byla z kapacitních důvodů předělána na učebnu pro nižší stupeň. Po pravé i levé straně nalezneme kabiny k příslušným učebnám a sociální zázemí.

V třetím nadzemním podlaží se nachází odborné učebny přírodopisu, zeměpisu, cizích jazyků, hudební výchovy, matematiky, geometrie a výtvarné výchovy. Dále jsou zde univerzální učebny, kabinet výchovného poradce a sociální zázemí. Na každém z obou konců hlavní budovy se nachází buď kabinet přírodopisu nebo výtvarné výchovy.

3.5. Volba učeben

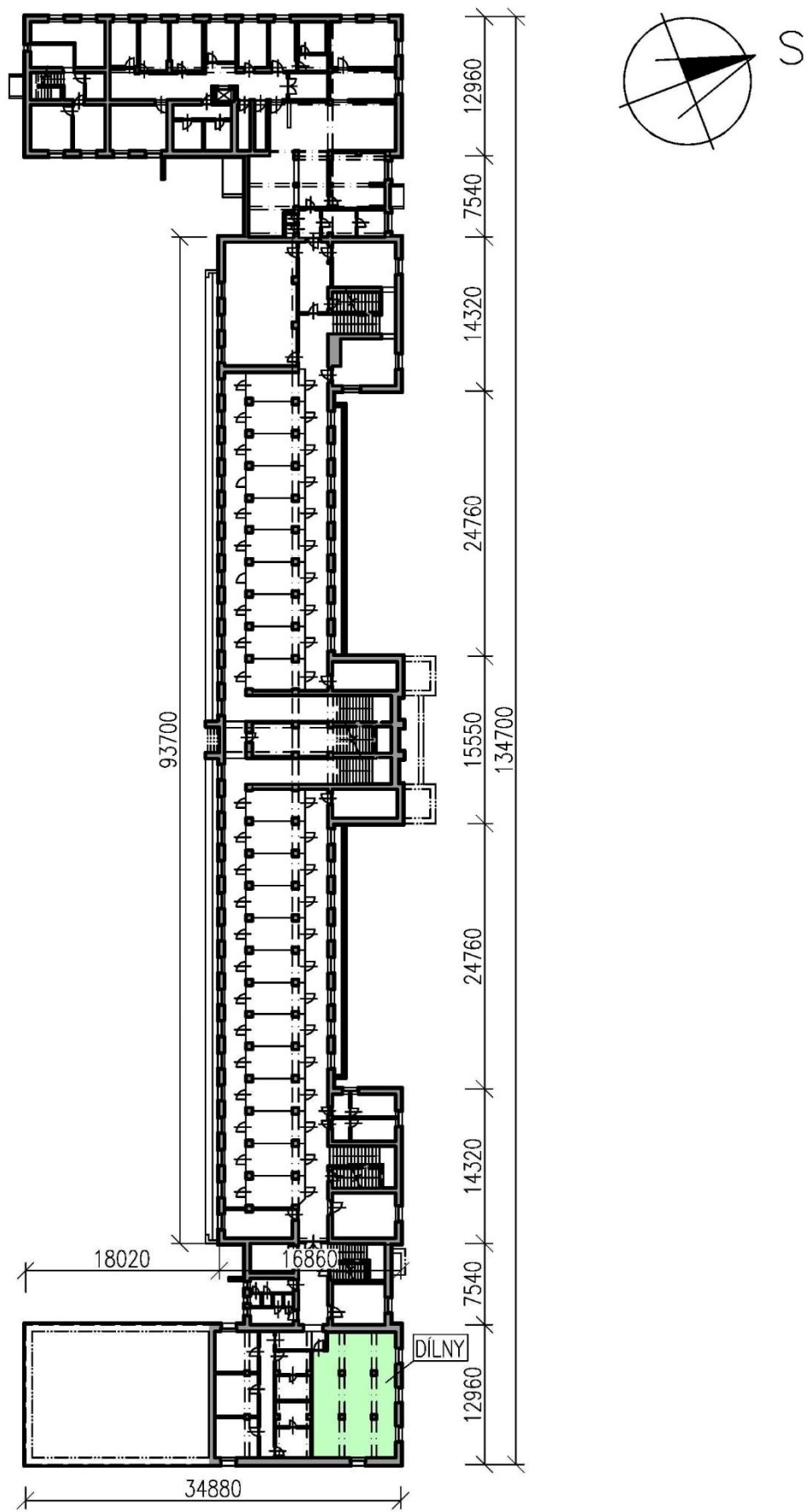
Na základní škole bylo vybráno celkem 6 učeben. První z nich se nachází v podzemním podlaží a jedná se o učebnu dílen. Druhou je odborná učebna chemie umístěna v přízemí na pravém konci chodby. Třetí je učebna fyziky v druhém nadzemním podlaží nad učebnou chemie. Všechny ostatní učebny jsou ve třetím patře. Nad učebnou fyziky se nachází učebna výtvarné výchovy. V blízkosti středu hlavní budovy je umístěna učebna cizích jazyků a na levém konci chodby nalezneme učebnu přírodopisu.



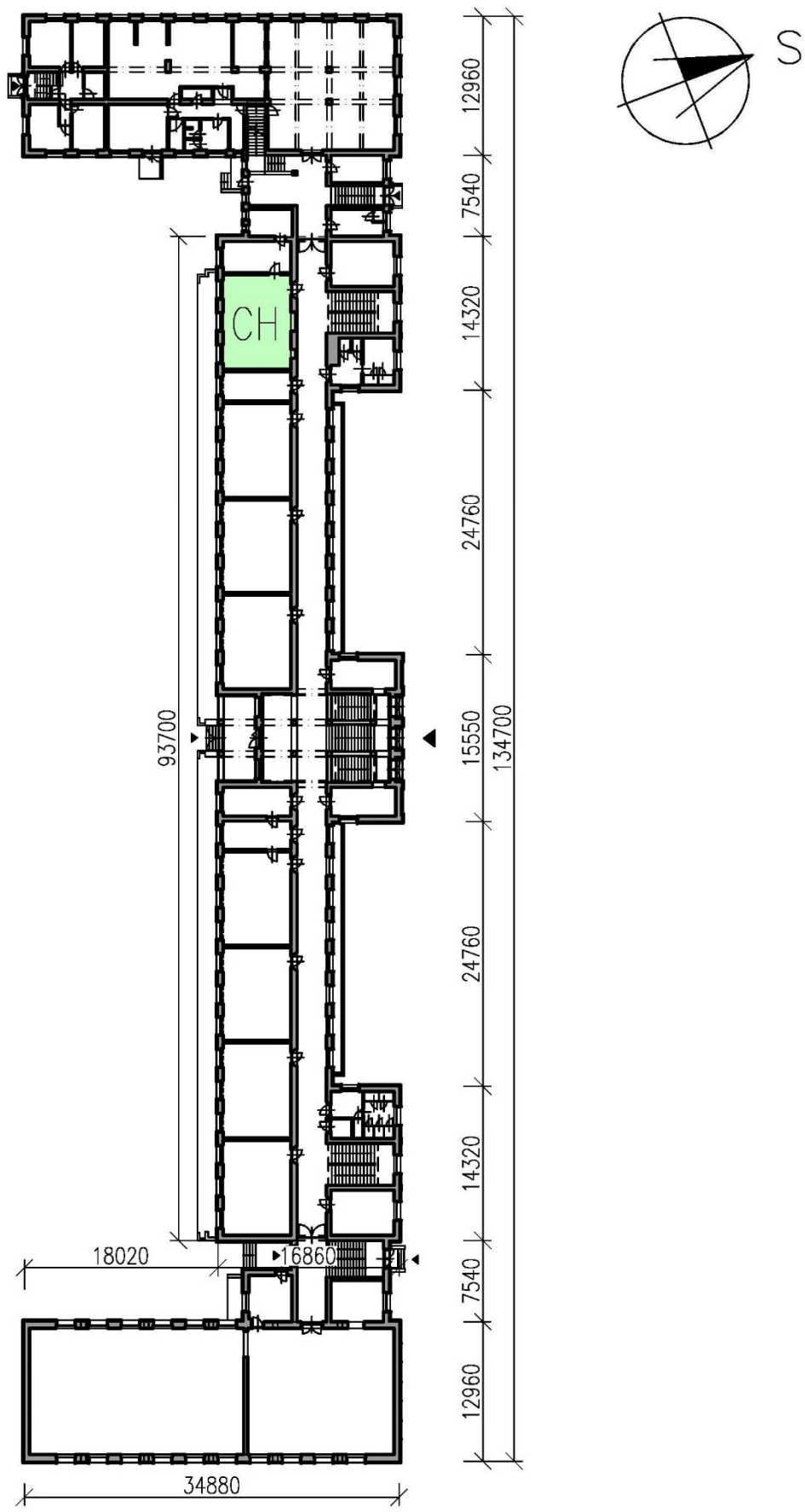
Obr. 5 – Pohled na budovu základní školy z jižní strany; modře vyznačena učebna výtvarné výchovy, žlutě vyznačena učebna cizích jazyků, červeně vyznačena učebna přírodopisu, fialově vyznačena učebna fyziky a zeleně vyznačena učebna chemie



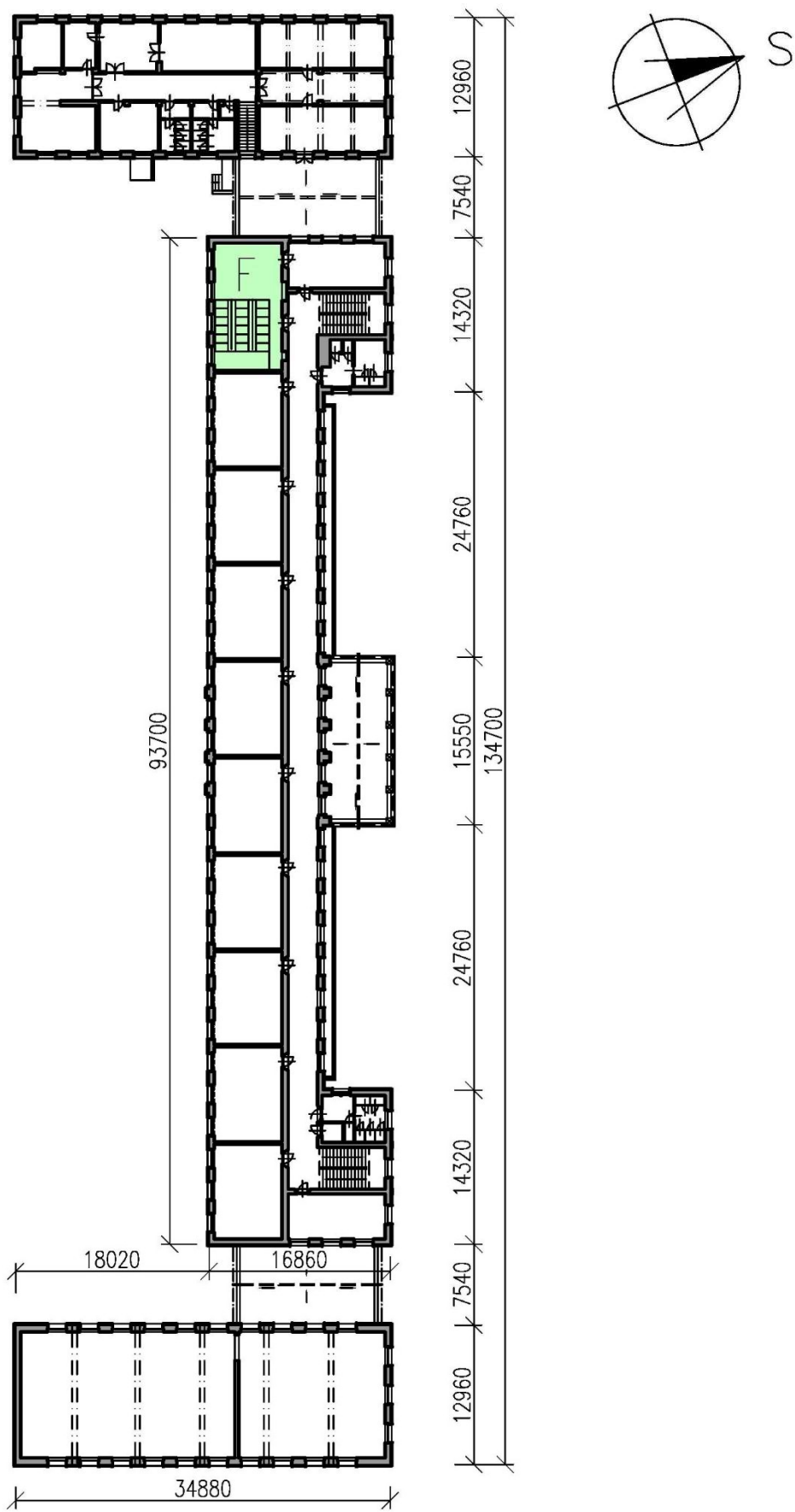
Obr. 6 – Pohled na budovu základní školy ze severní strany; oranžově vyznačena učebna dílen



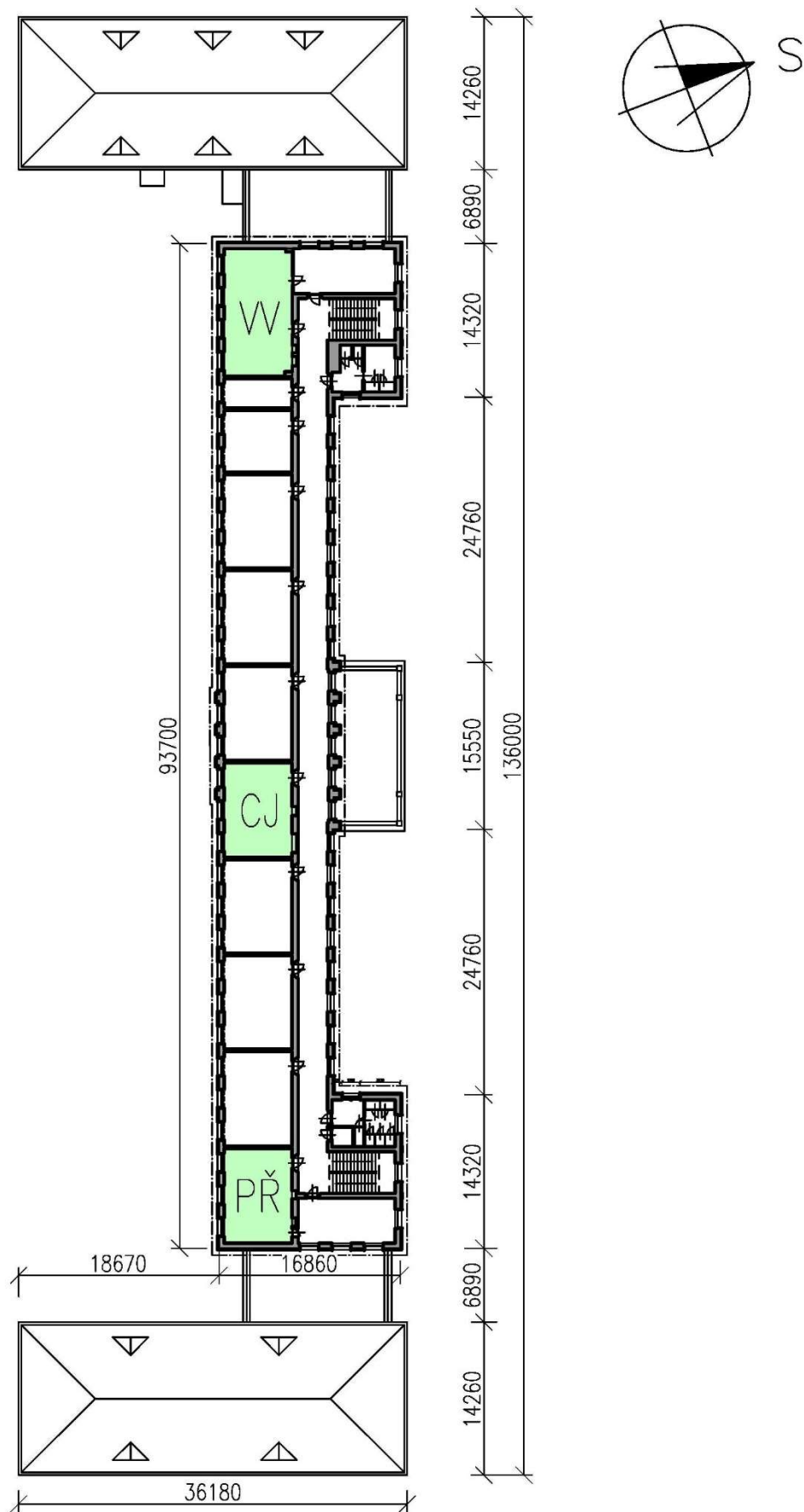
Obr. 7 – Půdorysné schéma 1. PP hodnocené základní školy s vyznačenou učebnou dílnou (M 1:600)



Obr. 8 – Půdorysné schéma 1. NP hodnocené základní školy s vyznačenou učebnou chemie (M 1:600)



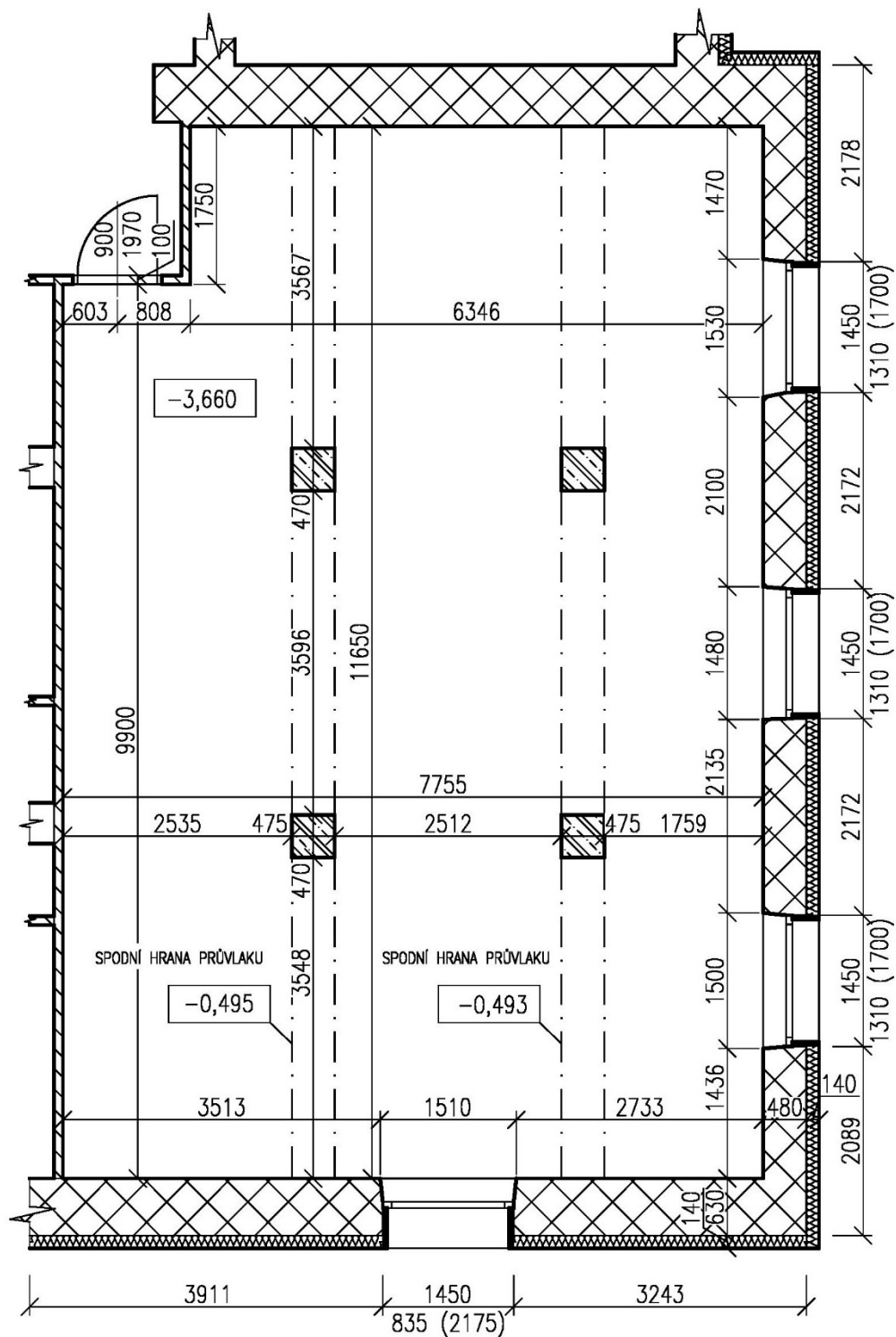
Obr. 9 – Půdorysné schéma 2. NP hodnocené základní školy s vyznačenou učebnou fyziky (M 1:600)



Obr. 10 – Půdorysné schéma 3. NP hodnocené základní školy s vyznačenými učebnami výtvarné výchovy, cizích jazyků a přírodopisu (M 1:600)

3.5.1 Učebna dílen

Zvolená odborná učebna sloužící k praktické výuce je umístěná v rohu levého křídla objektu v podzemním podlaží.



Obr. 11 – Půdorysné schéma učebny dílen (M 1:75)

Vybavení prostoru obsahuje 1 učitelský stůl (0,8 x 1,5 m) a celkem 22 lavic o rozměru 0,9 x 0,49 m, které jsou rozděleny na pracovní a psací část. Pracovní část obsahuje svěrák a je tvořena z plechu. Psací část je dřevěná, opatřena modrým nátěrem. Lavice jsou umístěny ve 4 řadách, z toho řada nejbližší u okna obsahuje o dvě lavice méně než řady ostatní. Celková kapacita učebny je 22 míst.

V místnosti probíhá poměrně nepravidelná výuka a většina tříd se z kapacitních důvodů dělí na menší skupiny.

Učebna je téměř obdélníkového půdorysu o rozměrech 11,65 x 7,8 m a světlé výšky necelých 3,4 m. Uprostřed místnosti jsou umístěny čtyři sloupy, které podpírají částečně viditelné průvlaky nesoucí stropní konstrukci. Povrchová úprava podlahy v učebně je z terrazzo. Celá učebna je opatřena bílou omítkou, která je na několika místech zašpiněna.

Do učebny se vstupuje modrými dveřmi umístěnými naproti zadní stěně. Po pravé straně při vstupu je od výšky 2,5 m část stěny tvořená skleněnými tvárnicemi. V jejím rohu sousedícím se zadní stěnou jsou umístěny šedé kovové skříně (1 x 2,25 x 0,39 m) na uchovávání výrobků vytvořených při vyučovacích hodinách.

Vedle skříní u zadní stěny je pod oknem ve výšce 1,04 m umístěna dřevěná polička (1,18 x 0,58 x 0,36 m) s vystavenými výrobky.

U stěny s převažujícím počtem oken je umístěn v místě meziokenního pilíře odkládací stolek (1,2 x 0,65 m) a blíže k tabuli polička (1,2 x 1,35 x 0,3 m) s dřevěnými výrobky.

Na přední stěně je zavěšena bílá tabule na fixy, po její pravé straně se nachází magnetická tmavě zelená tabule a vedle té stojí v rohu polička (1,2 x 1,08 x 0,425 m) s dalšími výtvy. Po levé straně bílé tabule je otvor (0,4 x 0,4 m) sloužící pro podávání nářadí z kabinetu dílen.

Po celém obvodu jsou nepravidelně rozmístěné plakáty s výrobními postupy a nářadím, které jsou z důvodu možné proměnlivosti ve výpočtu (viz kapitola 5) zanedbány. Dále není uvažováno s článkovými radiátory pod okny ani s nástěnkami, které svou výplní odpovídají barevnému řešení stěn v místnosti.

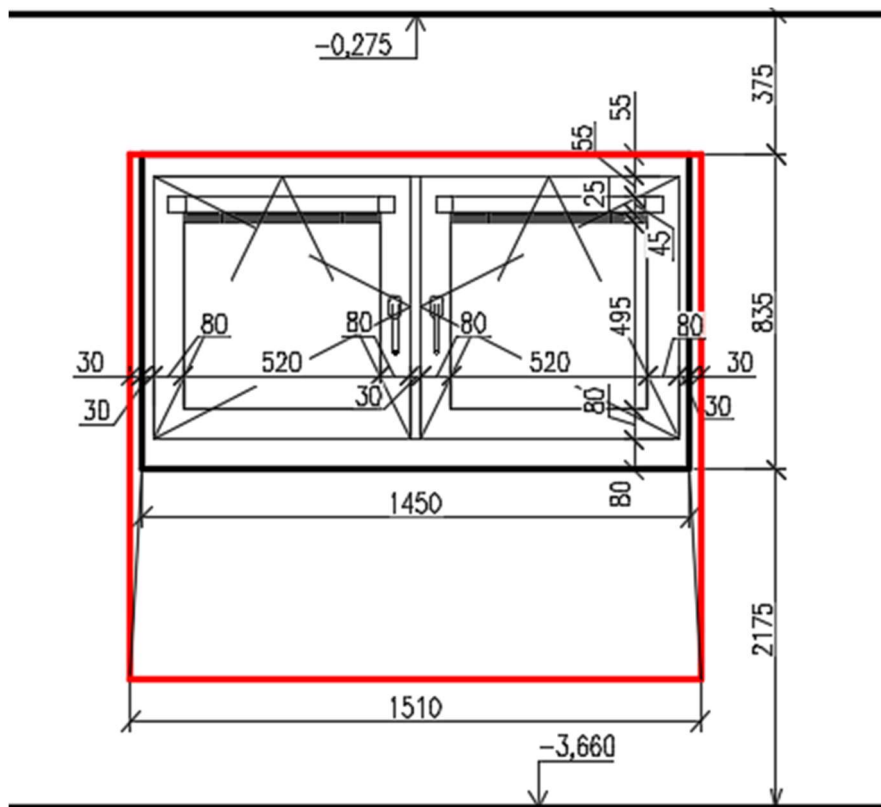


Obr. 12 – Pohled na přední stěnu učebny dílen

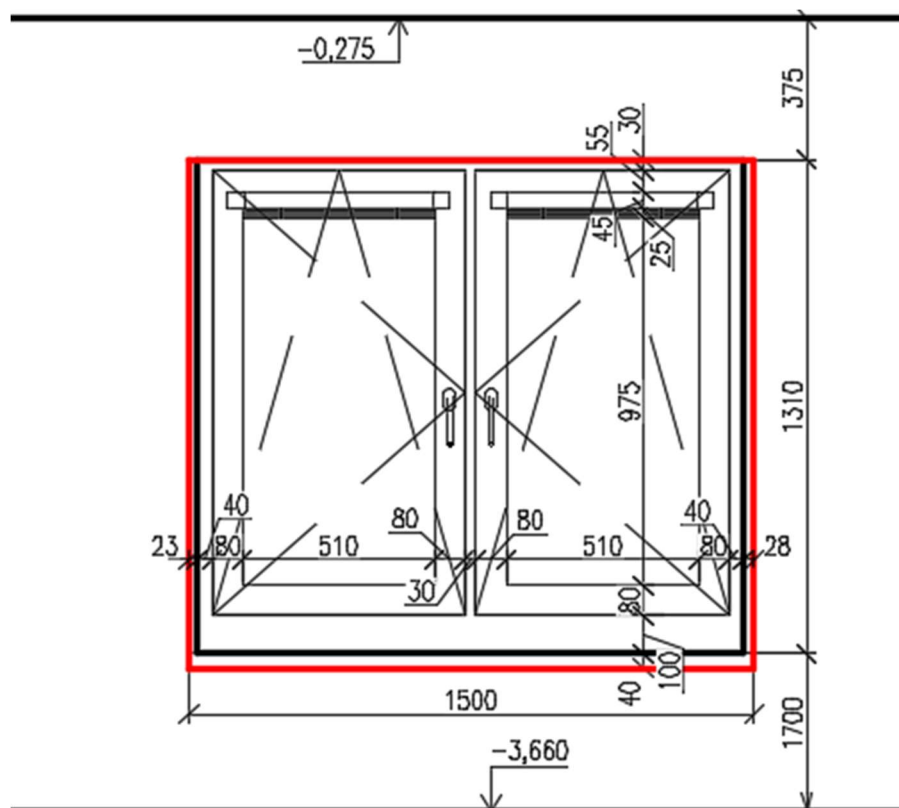


Obr. 13 – Pohled směrem k zadní stěně učebny dílen

Převažující část oken je situována na sever až severovýchod. Okno na zadní stěně je rozměrově menší a je orientované směrem na východ. Všechny otvory jsou dvoukřídlé, otevíravé z obou částí. Materiál rámu je bílý plast a zasklení je řešeno izolačním dvojsklem. Parapety oken jsou tvořeny z desek z terrazza. Podrobné rozměry okenních otvorů jsou na obrázcích č. 14 a 15.



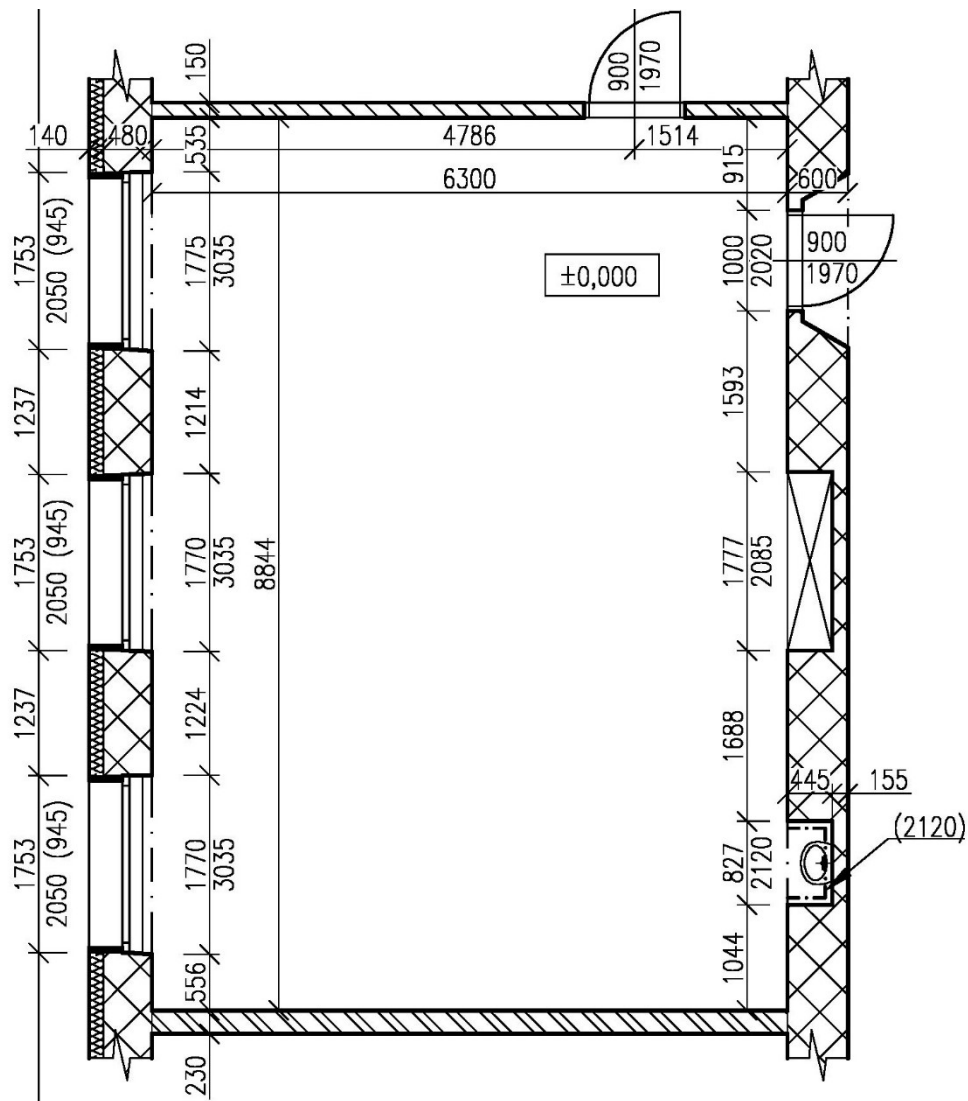
Obr. 14 – Pohled na okno v učebně dílen (osazené v zadní stěně), červeně vyznačen otvor (M 1:20)



Obr. 15 – Pohled na okno v učebně dílen, červeně vyznačen otvor (M 1:20)

3.5.2 Učebna chemie

Další z učeben se nachází v přízemí na pravém konci hlavní budovy. Učebna má půdorysný tvar obdélníka o rozměrech 8,84 x 6,3 m a světlé výšky 3,295 m.



Obr. 16 – Půdorysné schéma učebny chemie (M 1:75)

V místnosti je celkem ve třech řadách rozmístěno 15 lavic o rozměru 1,3 x 0,5 m. Před nimi učitelský stůl (1,7 x 0,7 m) s přídatným stolkem (1 x 0,7 m) po pravé straně a se zapuštěným umyvadlem (0,5 x 0,8 m) na levé straně. Celková kapacita v učebně je 30 míst.

Speciálním vybavením učebny je prosklená vitrína sloužící k ukázkám chemických pokusů, do které je v horní části napojeno vzduchotechnické potrubí, které odvádí vzniklé nežádoucí látky přes obvodovou stěnu ven z místnosti.

Kolem celého obvodu učebny je na stěnách do výšky 1,43 m proveden pruh tmavě béžové barvy s nátěrem odolným vůči vodě. Strop a zbylé části stěn jsou natřeny bílou barvou. Nášlapnou vrstvu podlahy tvoří tmavě žluté linoleum.

Naproti stěně s okny je umístěn blíže k tabuli vstup do učebny. Při pohledu na vstupní dveře z načervenalého dřeva je po jejich levé straně umístěna dřevěná polička (0,6 x 0,3 x 0,3 m) a po pravé straně zavěšena textilní nástěnka tmavě modré barvy (1,2 x 0,9 m). Vedle nástěnky je vestavěná skříň, dále napravo visí tmavě šedý plakát s převody jednotek a v blízkosti rohu je umístěn výklenek s umyvadlem.

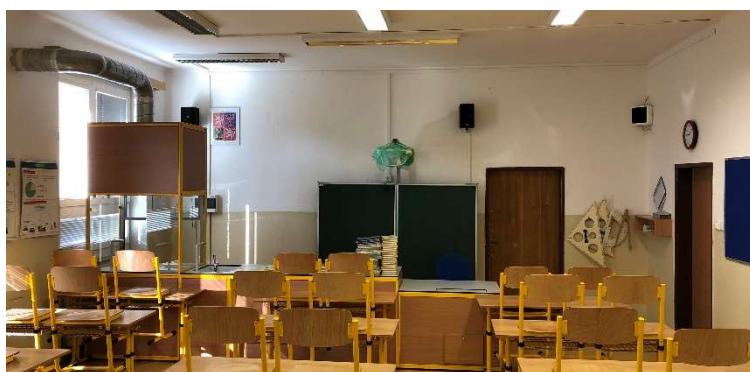
Dominantu zadní stěny tvoří nástěnka s periodickou soustavou prvků (3 x 1,6 m), jejíž rám je zhotoven z dřevěných prken. Volný prostor stěny vyplňují plakáty s chemickým názvoslovím.



Obr. 17 – Pohled na zadní stěnu učebny chemie

V místech meziokenních pilířů stěny s okny visí obraz a blíže k tabuli další plakáty s chemickou tematikou. Pod okny se nacházejí článkové radiátory.

Na přední stěně je rozevírací školní tabule tvořená z vnější tmavě zelené plochy určené na křídly a z vnitřní bílé plochy na fixy. Napravo od tabule jsou dveře, které vedou do kabinetu chemie.

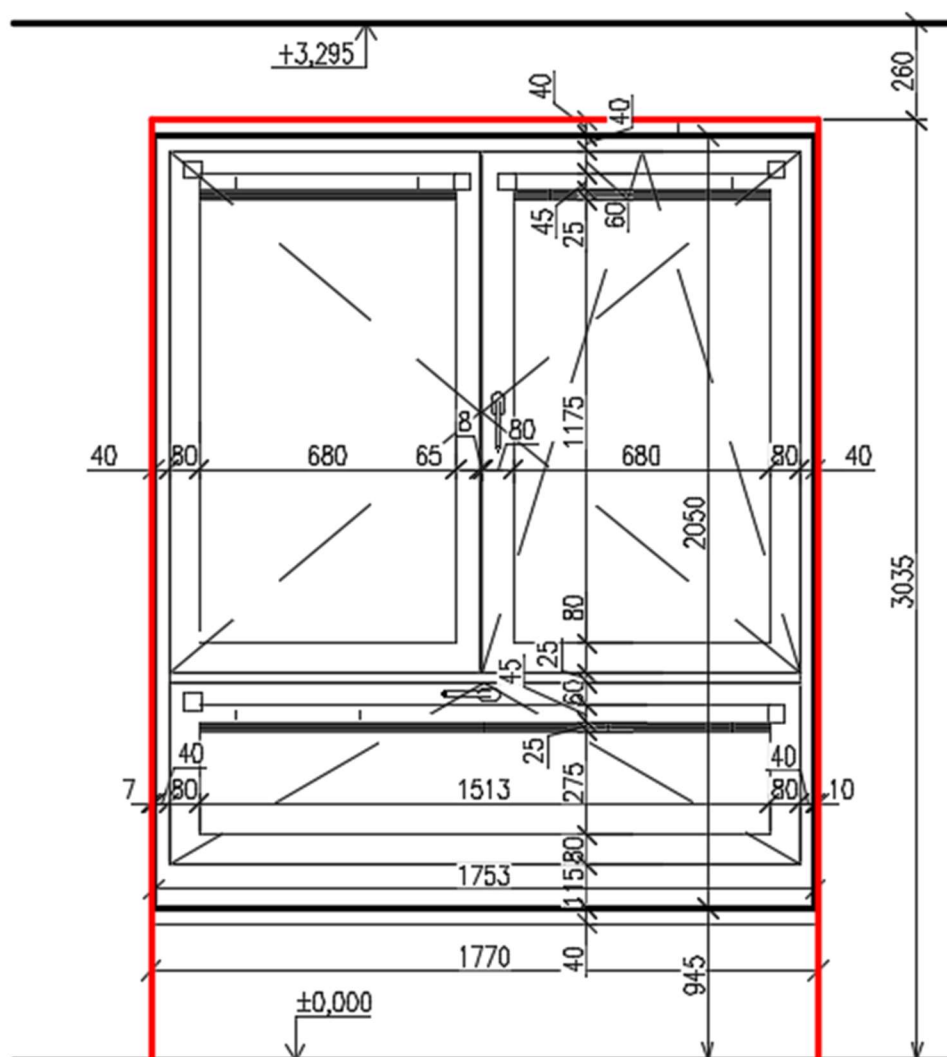


Obr. 18 – Pohled na přední stěnu učebny chemie

Pro výpočet (viz kapitola 5) nebylo uvažováno s plakáty z důvodu jejich možné variability a článkovými radiátory.

Všechna okna v učebně jsou orientovaná směrem na jih. Okno je složeno ze dvou částí. Horní část je tvořena dvěma křídly. Pravé křídlo má dvoupolohové otevírání. Možnost otevření levého křídla je závislá na otevření pravého křídla.

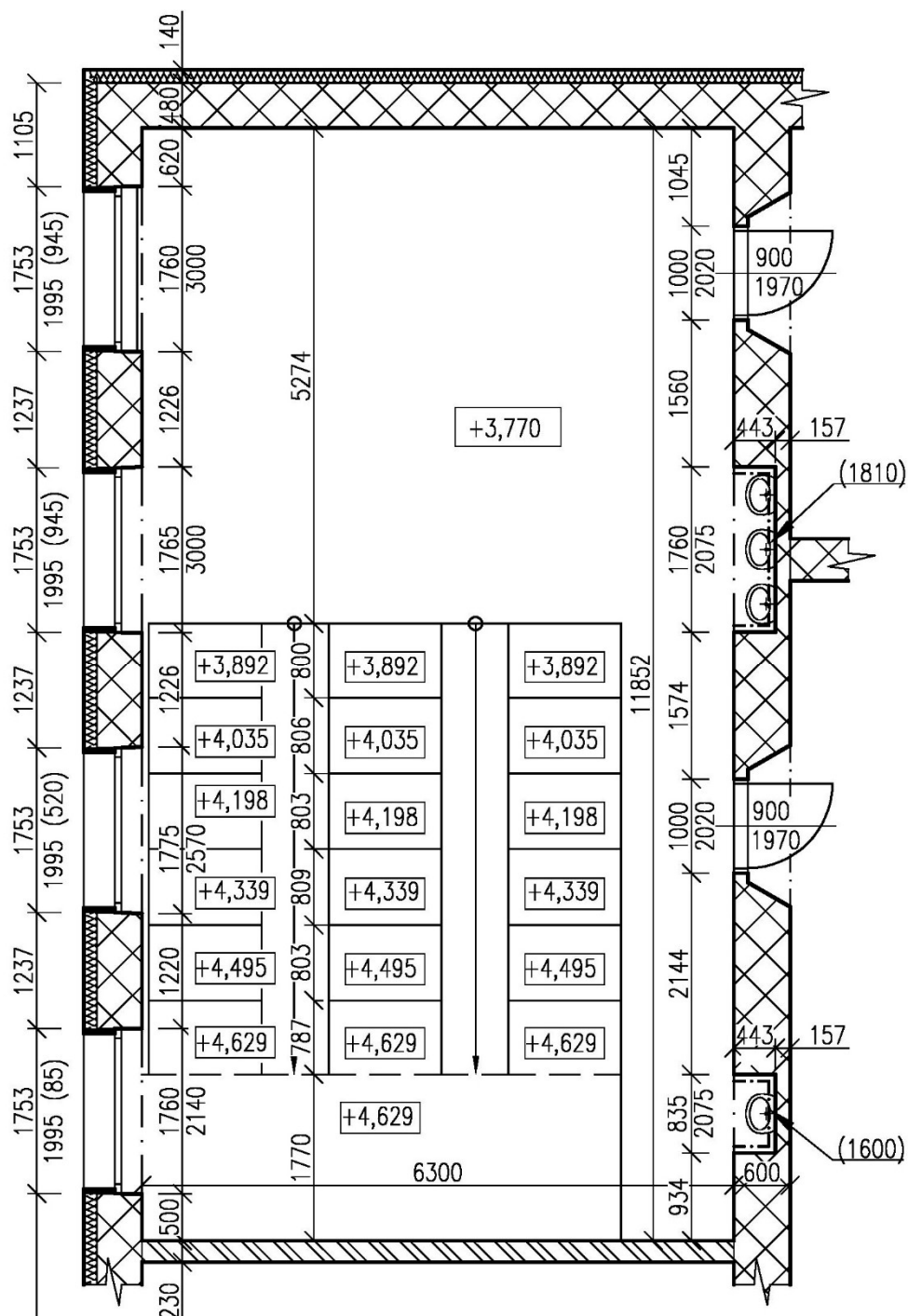
Ve spodní části je samostatně sklopné křídlo. Materiálem rámu je bílý plast a zasklení je řešeno izolačním trojsklem. Parapety oken jsou tvořeny z desek z terrazzo. Rozměr okenního otvoru je podrobně uveden na obrázku č. 19.



Obr. 19 – Pohled na okno v učebně chemie, červeně vyznačen otvor (M 1:20)

3.5.3 Učebna fyziky

Třetí z vybraných učeben je umístěna v druhém nadzemním podlaží nad učebnou chemie. Místnost má půdorysný obdélníkový tvar o rozměrech 11,85 x 6,3 m a světlou výšku před tabulí o hodnotě 3,29 m.



Obr. 20 – Půdorysné schéma učebny fyziky (M 1:75)

V učebně je rozmístěno ve třech řadách celkem 15 pevně přidělaných lavic (1,2 m x 0,6 m) a 2 přidané lavice (1,3 x 0,5 m). Přidané lavice nejsou k podlaze nijak připevněny a nacházejí se v přední části prostřední řady a řady blíže ke dveřím. K učitelskému stolu (3,1 m x 0,85 m) je přidán stůl s počítačem (1,4 m x 0,9 m). Kapacita učebny je 34 míst.

Tři strany učebny jsou do výšky 1,4 m opatřeny pruhem tmavě béžové barvy a nátěrem odolným proti vodě. Stěna s okny je v těchto úrovních opatřena dřevěným obkladem. Zbylé plochy stěn jsou natřeny odstínem středně žluté barvy. Strop, část stěny pod oknem u tabule a ostění oken jsou bílé. Specifická pro tuto učebnu je stupňovitá podlaha s nášlapnou vrstvou tvořenou linoleem s imitací korku. Odstupňovaná plocha se skládá ze 6 stupňů rozdílných³ výšek a ze strany směrem ke dveřím je opatřena modrým bezpečnostním zábradlím.

Vstup do učebny je umístěn naproti stěně s okny. Při pohledu na vstupní dveře je na jejich pravé straně umístěna dřevěná nástěnka (1,765 x 1,37 m), dále v rohu výklenek s umyvadlem obložený do výšky 1,6 m bílými obklady. Z levé strany je výklenek se třemi umyvadly obložený do výšky 1,675 m skvrnitými bílošedými obklady. V horní části výklenku jsou zavěšeny dvě skříňky krémové barvy (0,88 x 0,4 x 0,3 m). Prostor stěny dále vyplňuje textilní nástěnka s šedým rámem (1,28 x 0,87 m) a vedle ní se nachází dveře vedoucí do kabinetu fyziky.

Na zadní stěně je umístěna textilní nástěnka s šedým rámem (1,8 x 0,9 m) a článkový radiátor.



Obr. 21 – Pohled směrem k zadní stěně učebny fyziky

³ Skutečné rozměry vyvýšených stupňů podlahy jsou od spodního stupně k hornímu stupni o rozměrech 122 mm, 143 mm, 163 mm, 141 mm, 156 mm a 134 mm

Parapety oken jsou umístěny v různých výškách vzhledem k ustupující podlaze v učebně.



Obr. 22 – Pohled na stěnu s okny učebny fyziky (odstupňovaný parapet vzhledem k ustupující podlaze)

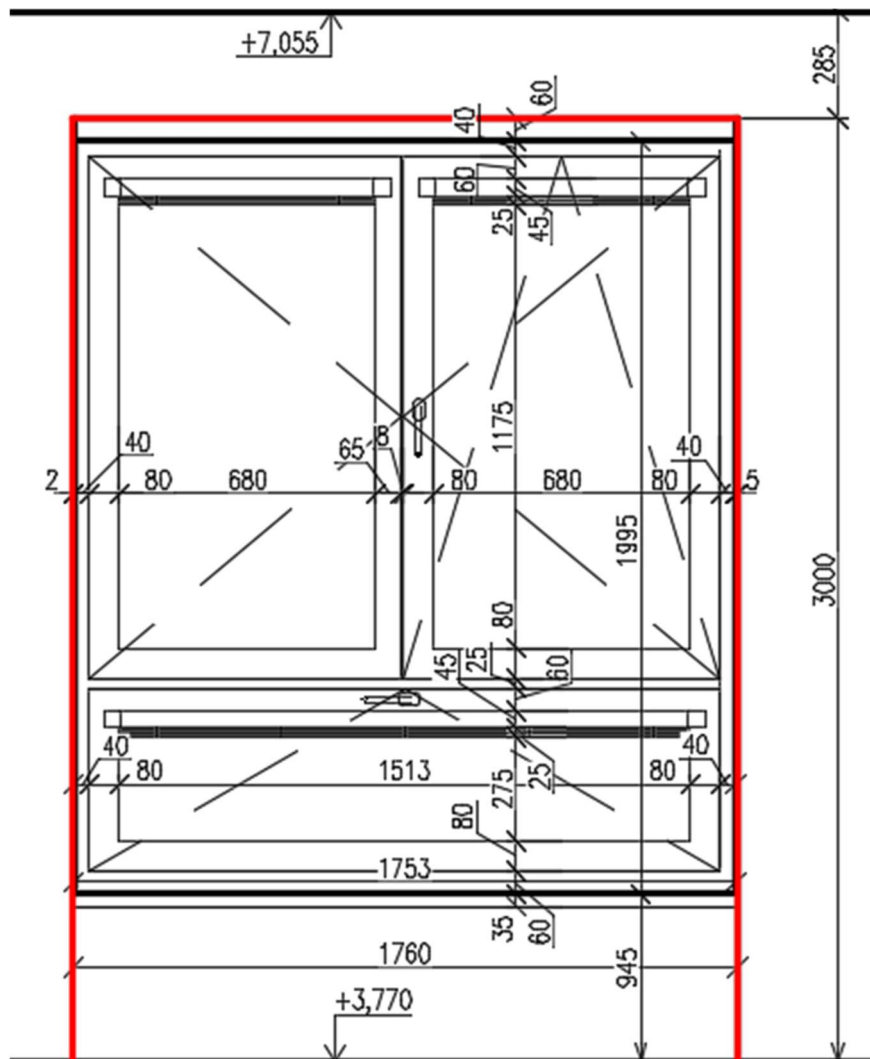
Na přední stěně je umístěná interaktivní bílá tabule (1,8 x 1,5 m) a rozevírací tabule s vnitřní tmavě zelenou plochou určenou pro popis křídou a vnější bílou plochou určenou pro popis fixou a vedle ní vpravo šedý elektrorozvaděč (1,05 x 1,2 m). Pod ním stojí béžová skříňka (0,89 x 0,825 x 0,525 m).



Obr. 23 – Pohled na přední stěnu učebny fyziky

Ve výpočtu (viz kapitola 5) nebylo uvažováno se snadno přemístitelnými obrazy pověšenými na stěnách učebny fyziky a článkovými radiátory.

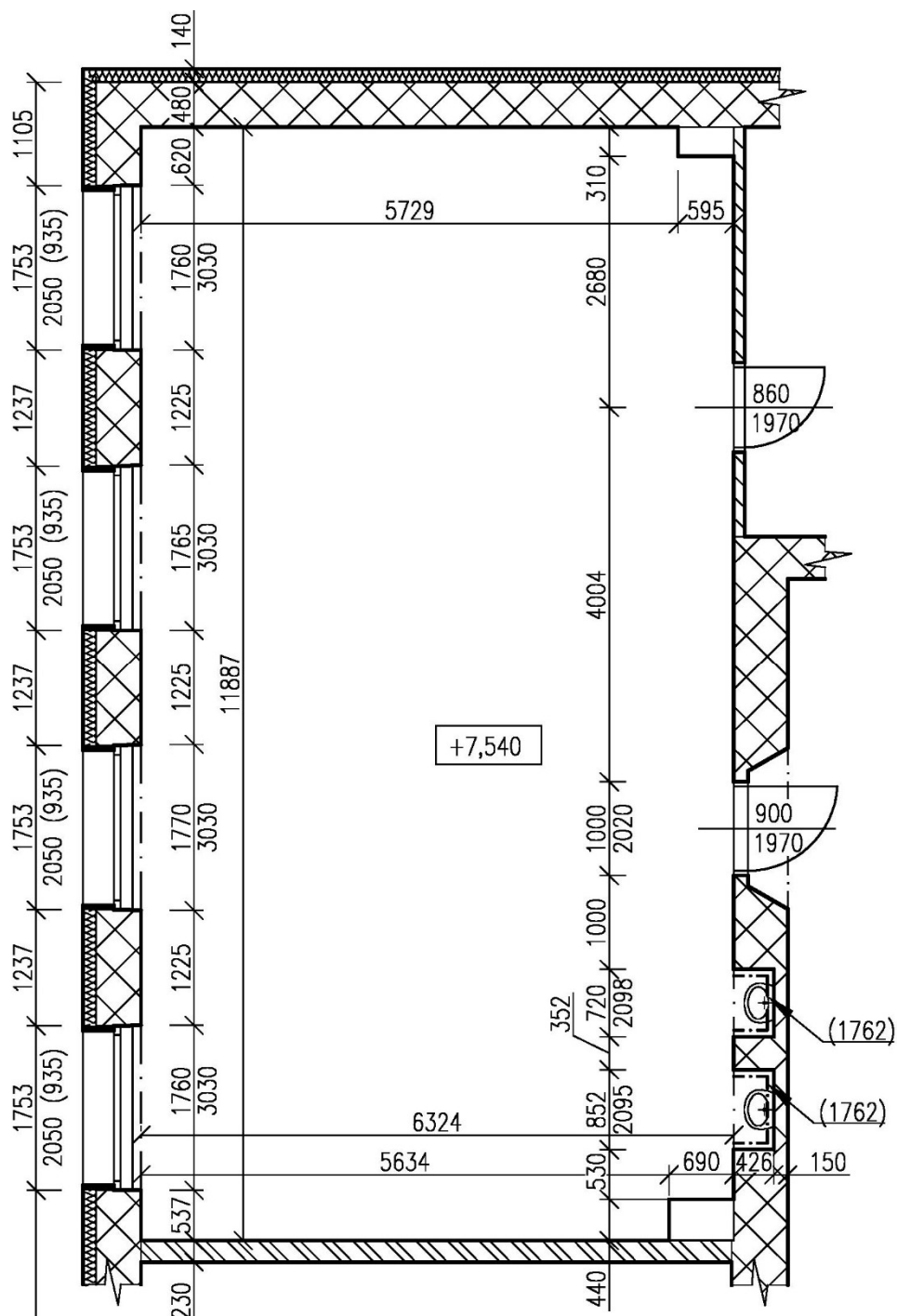
V místnosti jsou všechna okna situována směrem na jih. Popis okna, materiál ráků a zasklení je totožný jako v učebně chemie (viz kapitola 3.5.2). Parapety všech oken jsou oproti ostatním učebnám tvořeny z bílého plastu. Podrobný rozměr okna je uveden na obrázku č. 24.



Obr. 24 – Pohled na okno v učebně fyziky, červeně vyznačen otvor (M 1:20), parapet je vzhledem k ustupující podlaze proměnný – v tomto obrázku je zvoleno okno umístěné nejbliže k tabuli

3.5.4 Učebna výtvarné výchovy

V pořadí čtvrtá z učeben obdélníkového tvaru o rozměrech 11,89 x 6,32 m a světlé výšky 3,31 m je umístěna o patro výše nad učebnou fyziky. V pravém i levném rohu stěny u dveří se nachází obdélníkové šachty, které se již v nižším podlaží nevyskytují.



Obr. 25 – Půdorysné schéma učebny výtvarné výchovy (M 1:75)

V prostoru učebny je celkem ve třech řadách rozmístěno 32 jednomístných speciálních polohovacích lavic (0,8 x 0,56 m), stůl s počítačem a stůl pro učitele (1,6 x 0,8 m). V prostřední řadě nejdál od tabule jsou k sobě 4 lavice přiřazeny za účelem jejich využití při skupinových pracích. Celková kapacita učebny činí 32 míst.

Po celém obvodu učebny je proveden tmavě béžový pruh barvy do výšky 1,43 m opatřený nátěrem odolným vůči vodě. Zbylé části stěn jsou natřeny světle béžovou barvou až na výjimku stropu, ostění okenních otvorů a plochy určené k promítání na přední stěně učebny (2,2 x 1,9 m). Nášlapná vrstva podlahy je tvořena světle žlutým linoleem se vzorem barevných „stříkanců“.

Vstup do učebny je umístěn naproti stěně s okny. Při pohledu na vstupní dveře se po pravé straně nachází dva rozdílné výklenky s umyvadly se světle a tmavě hnědými obklady. Umyvadla jsou zapuštěna v tmavě šedých mramorových deskách. Po levé straně vstupních dveří visí korková nástěnka (1,8 x 1,2 m), vedle níž jsou umístěny směrem k přední stěně dveře do kabinetu. Na jejich levé straně se nachází dřevěná uzavíratelná skříňka (0,85 x 0,75 x 0,45 m) a dřevěná stojací polička (0,8 x 1,03 x 0,45 m).

Střed zadní stěny vyplňuje dřevěná nástěnka s uměleckými slohy (1,8 x 1,5 m), která je z obou stran obklopena korkovými nástěnkami (1,8 x 1,2 m). Pod nimi stojí čtyři uzavíratelné skříňky a tři stojací poličky.

Na meziokenních pilířích stěny s okny jsou zavěšeny umělecké obrazy a pod třemi ze čtyř oken se nachází článkové radiátory. Nad oknem u tabule je přidělán tmavě hnědý kastlík na vnitřní roletu.

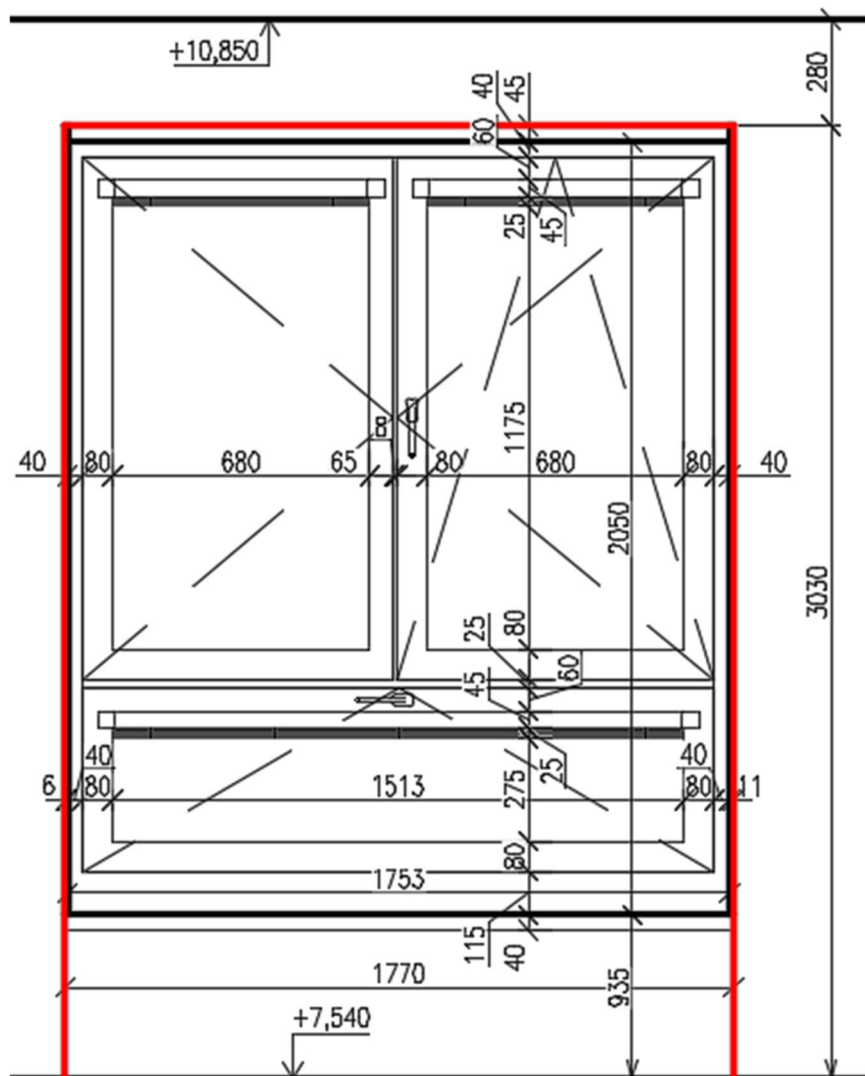
Uprostřed přední stěny je umístěna rozevírací tabule s vnitřním tmavě zeleným povrchem na křídly a vnější bílou plochou na fixy. Po její pravé straně visí bílá magnetická nástěnka (1,8 x 1,2 m).

Po celém obvodu místnosti jsou nerovnoměrně rozmístěny obrazy, které kvůli možné variabilitě ve výpočtu (viz kapitola 5) zanedbáváme. Dále nejsou ve výpočtu uváženy článkové radiátory.



Obr. 26 – Rozvinutý pohled na učebnu výtvarné výchovy

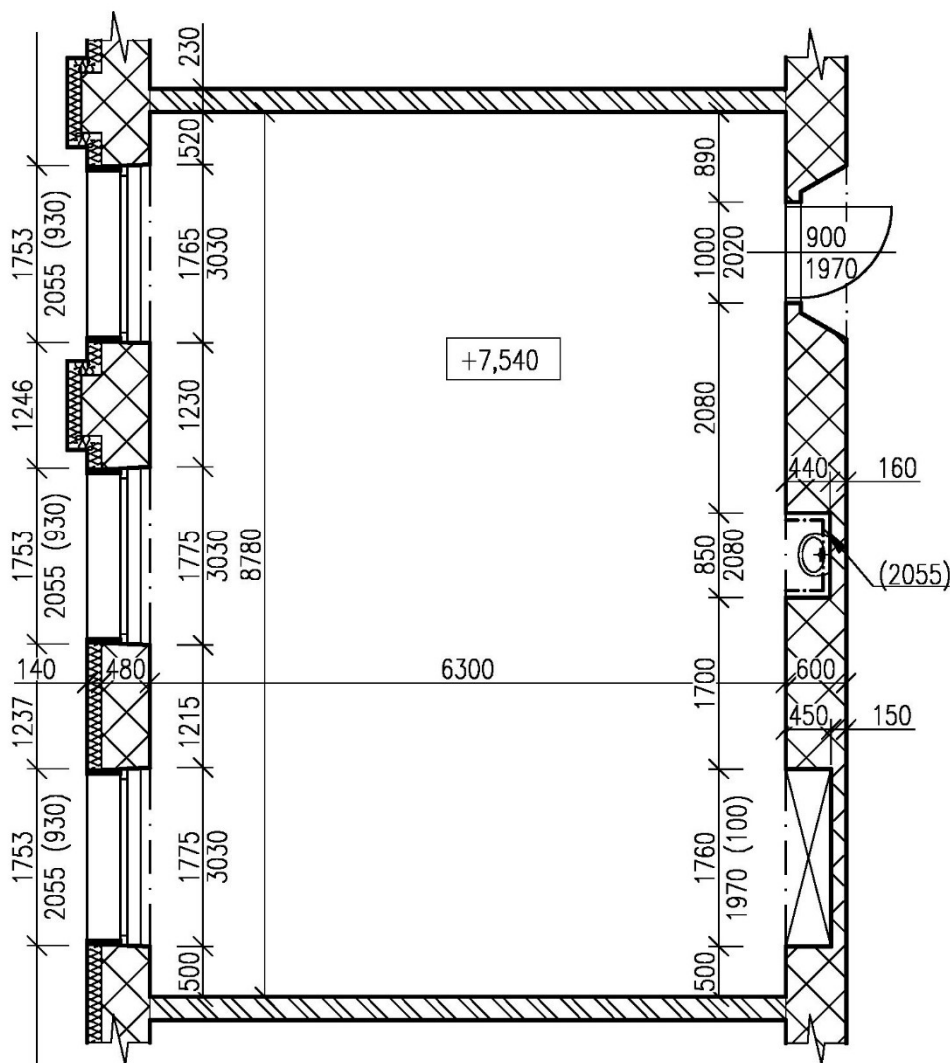
Okna jsou orientována na jih a jejich popis, materiál rámu, parapetů a zasklení je totožný jako v učebně chemie (viz kapitola 3.5.2). Rozměry okna jsou uvedeny na následující obrázku č. 27.



Obr. 27 – Pohled na okno v učebně výtvarné výchovy, červeně vyznačen otvor (M 1:20)

3.5.5 Učebna cizích jazyků

Učebnu nalezneme na stejném patře téměř ve středu hlavní budovy. V obdélníkové místnosti o rozměrech 8,78 x 6,3 m a světlé výšce 3,31 m jsou pravidelně uspořádány dřevěné lavice (1,4 x 0,6 m). V učebně je 12 lavic s celkovou kapacitou 24 míst.



Obr. 28 – Půdorysné schéma učebny cizích jazyků (M 1:75)

Narozdíl od klasického rozdělení do tří řad v ostatních učebnách je zde řada blíže k oknům spojena s prostřední řadou. Dále v místnosti nalezneme učitelův stůl (2,1 x 0,6 m). Specifické pro tuto učebnu je využití počítačů během výuky jazyků.

Barevné řešení místnosti je nestandardní. Jsou zde využity teplé odstíny barev v celém obvodu místnosti. Pruh zhotovený do výšky 1,45 m je na přední stěně a stěně s okny natřen citronově žlutou barvou a zbytek je doplněn barvou oranžovou.

Na stěně u dveří a v zadní části je barevné řešení koncipováno přesně naopak. Stropní konstrukce a ostění oken jsou natřeny bílou barvou. Podlahu v místnosti tvoří červenohnědé linoleum.

Při pohledu na stěnu visí na pravé straně vstupních dveří korková nástěnka (1,2 x 0,9 m). Vedle ní je umístěn výklenek s umyvadlem s bílými obklady. Dále směrem k zadní stěně nalezneme zavěšenou mapu USA a vestavěnou policičku složenou z pěti regálů (1,76 x 1,97 m) se slovníky a naučnými materiály. Vedle horního pravého rohu policičky je umístěn elektrorozvaděč, ze kterého vycházejí z levé i pravé strany bílé plastové kabelové žlaby.

Na zadní stěně ve výšce 2,01 m visí datová skříň (0,6 x 0,8 m). Vpravo od ní jsou zavěšeny plakáty se zajímavostmi Londýna a mapa Austrálie a Nového Zélandu. V části volného prostoru i pod plakáty procházejí bílé plastové kabelové žlaby.



Obr. 29 – Pohled směrem k zadní stěně učebny cizích jazyků

Na meziokenních pilířích stěny visí plakáty s tematikou vztahující se k výuce cizích jazyků. Pod všemi okny se nacházejí článkové radiátory. Nad oknem umístěným nejbližší k tabuli je osazen bílý kastlík s vnitřní roletou.

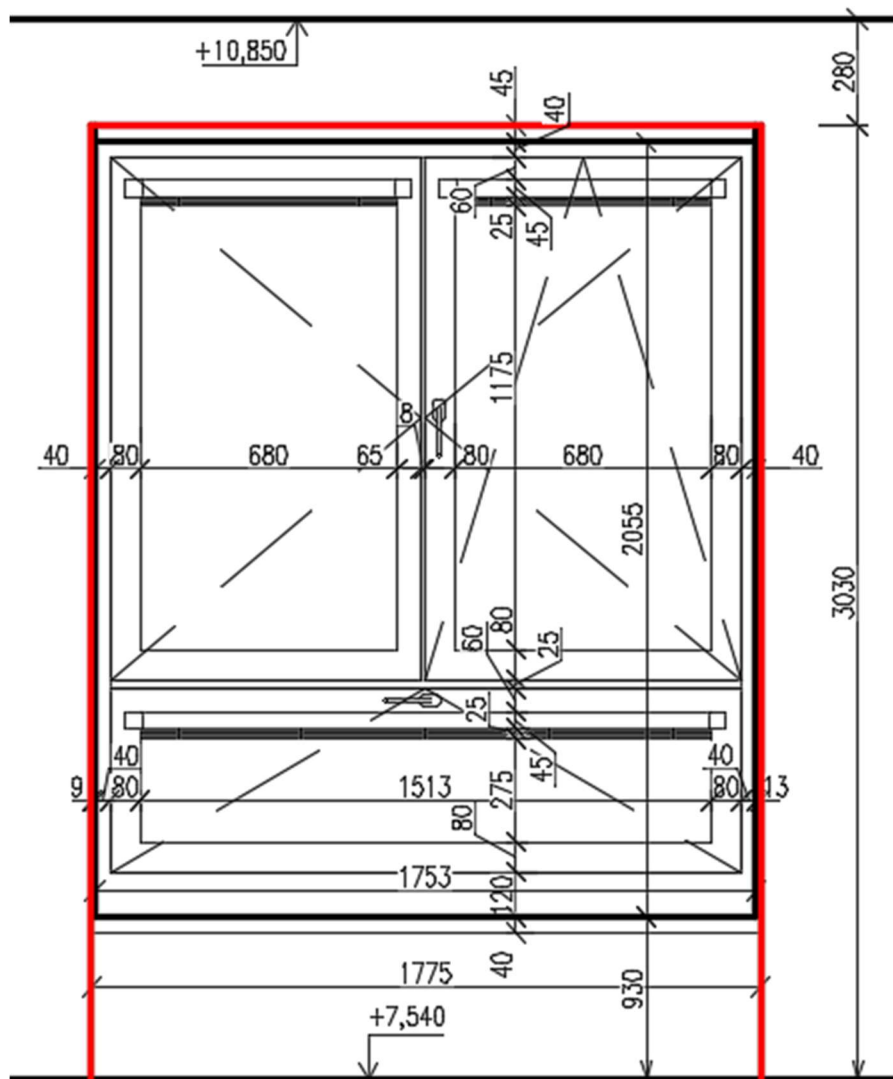
Na přední stěně učebny blíže k oknům je zavěšena interaktivní tabule, vedle které stojí klasická rozevírací tabule s vnitřní tmavě zelenou plochou určenou pro popis křídou a bílou vnější plochou určenou pro popis fixem. Po její pravé straně stojí v rohu dřevěná skříňka (0,8 x 1,13 x 0,42 m) a nad ní visí korková nástěnka (0,9 x 0,6 m).

Ve výpočtu (viz kapitola 5) nejsou započítány plakáty, které jsou snadno odstranitelné, a článkové radiátory.



Obr. 30 – Pohled na přední stěnu učebny cizích jazyků

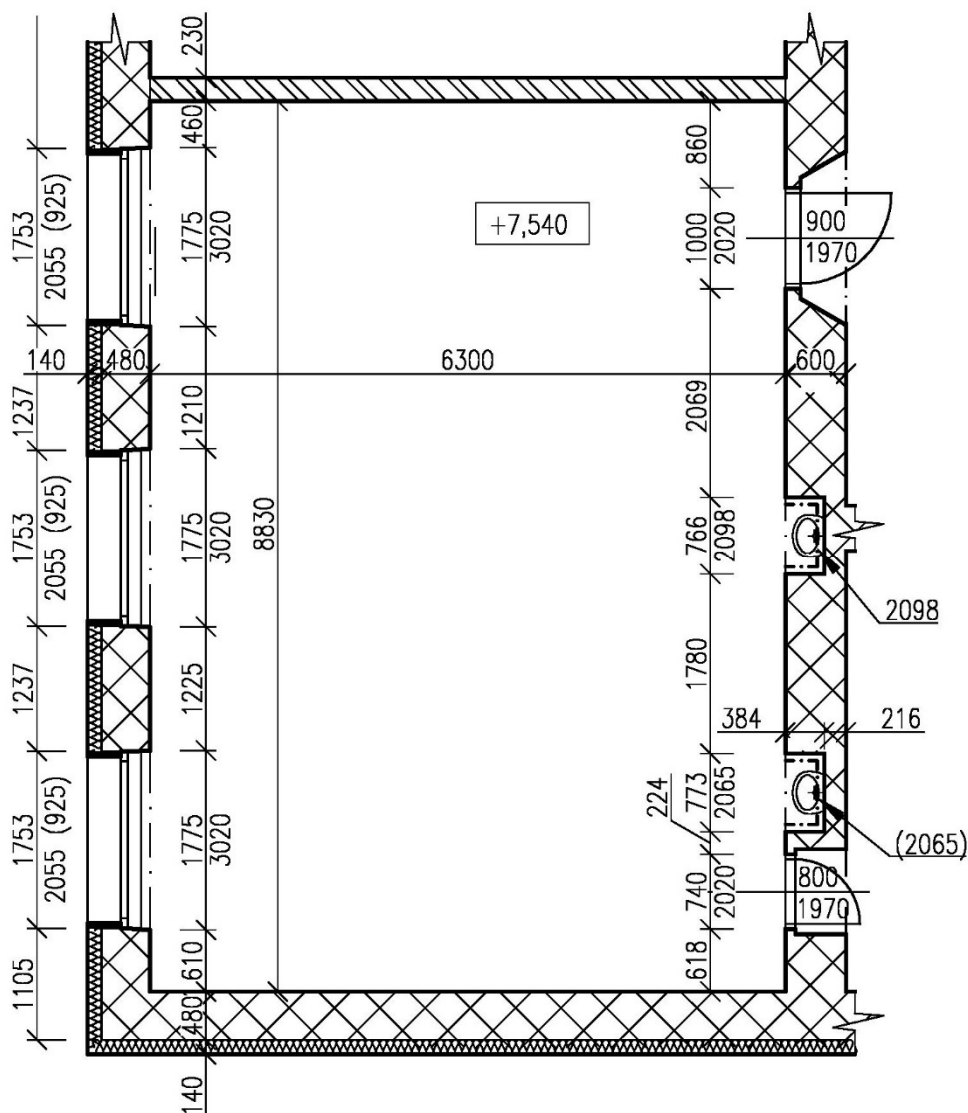
V učebně jsou všechna okna orientována směrem na jih a jejich popis, materiál rámců, parapetů a zasklení je totožný jako v učebně chemie (viz kapitola 3.5.2). Rozměry okna jsou uvedeny na následujícím obrázku č. 31.



Obr. 31 – Pohled na okno v učebně cizích jazyků, červeně vyznačen otvor (M 1:20)

3.5.6 Učebna přírodopisu

Poslední z vybraných učeben o půdorysných rozměrech 8,83 x 6,3 m a světlé výšce 3,29 m je umístěná na druhé straně chodby směrem od učebny výtvarné výchovy.



Obr. 32 – Půdorysné schéma učebny přírodopisu (M 1:75)

V prostoru místnosti se nachází celkem 15 lavic (1,2 x 0,55 m), učitelský stůl (1,8 x 0,6 m) a stůl s počítačem (1,25 x 0,67 m). Celková kapacita učebny činí 30 míst.

Po celém obvodu učebny prochází pruh světle béžové barvy do výšky necelých 1,43 m. Zbytek stěn je natřen světle žlutou barvou. Strop a ostění všech oken je natřeno bílou barvou. Nášlapnou vrstvu podlahy tvoří linoleum středně šedé barvy.

Vstup do učebny je umístěn naproti oknům. Při pohledu na vstupní dveří je po jejich pravé straně zavěšena textilní nástěnka (1,2 x 0,9 m). Dále jsou zde umístěny

dva výklenky, každý s osazeným umyvadlem zakrytým dřevěnou deskou. Mezi nimi je pověšen plakát „Naši pěvci“. Menší dveře vedoucí do kabinetu přírodopisu jsou umístěny vpravo od vzdálenějšího výklenku.

Zadní stěnu z velké plochy zaplňují dvě nástěnky (2,8 x 1,23 m) s tématem říše rostlin a živočichů. Pod nimi je postavena dřevěná skříň s prosklenou horní částí. Skříň je rozdělena na pět stejných dílů (1,26 x 1,455 x 0,41 m) s různými exempláři s přírodopisnou tematikou.

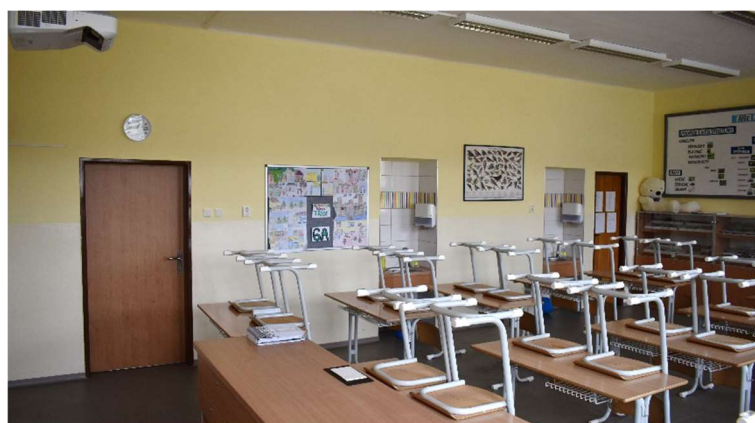
Na meziokenních pilířích visí plakáty, pod prostředním oknem a přilehlými pilíři je dřevěné prkno. Nad oknem nejbližší k tabuli je přidělán kastlík s vnitřní roletou. Pod krajními okny jsou osazeny článkové radiátory.

Uprostřed přední stěny stojí tabule s vnější i vnitřní bílou částí určenou na fixy. Vedle ní po pravé straně visí textilní nástěnka (1,2 x 0,9 m).

Ve výpočtu (viz kapitola 5) nejsou uvažovány žádné plakáty ani článkové radiátory.

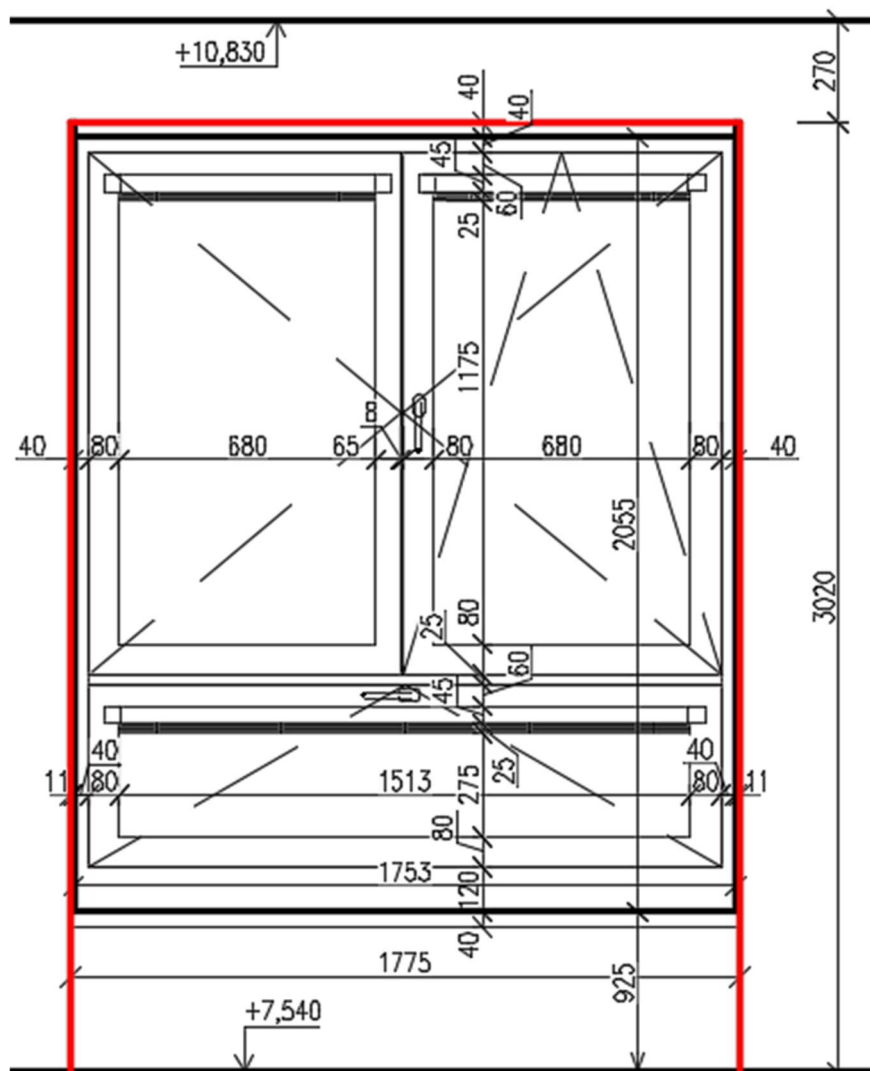


Obr. 33 – Rozvinutý pohled na učebnu přírodopisu



Obr. 34 – Pohled na stěnu u dveří učebny přírodopisu

V učebně jsou všechna okna orientována směrem na jih a jejich popis, materiál rámu, parapetů a zasklení je totožný jako v učebně chemie (viz kapitola 3.5.2). Rozměry okna jsou uvedeny na následujícím obrázku č. 35.



Obr. 35 – Pohled na okno v učebně přírodopisu, červeně vyznačen otvor (M 1:20)

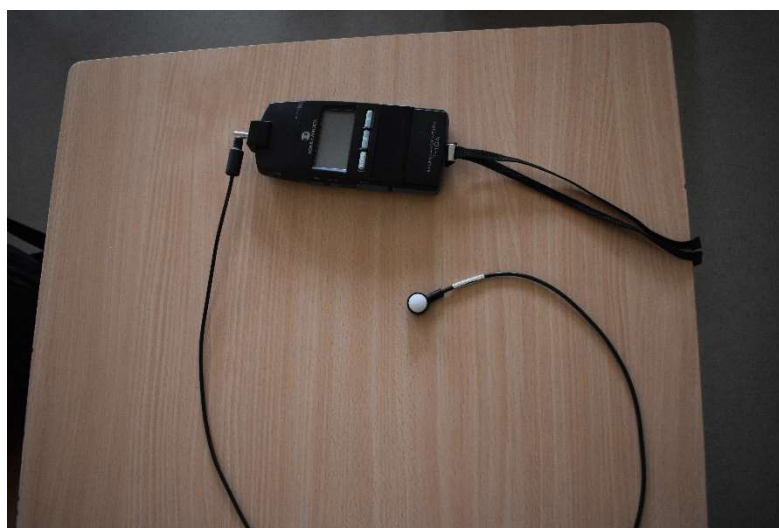
4. Měření na základní škole

Pro výpočet činitele denní osvětlenosti D [%] byly v hodnocených učebnách naměřeny hodnoty osvětlenosti E [lx] a jasu L [cd/m²] zvolených povrchů. Z těch byl dále dopočten činitel odrazu světla ploch ρ_i [-] a činitel prostupu světla výplní otvoru τ_s [-]. Tyto získané parametry byly dále využity ve výpočetním modelu v programu Světlo+ [12].

Měření proběhlo v den, kdy byl povolen vstup paní ředitelkou a byl zajištěn co nejmenší zásah do výuky a provozu na škole. Při měření byla obloha velmi proměnlivá, částečně zatažená až polojasná.

4.1 Použité přístroje a pomůcky

Pro měření úrovně osvětlení E [lx] byl použit digitální luxmetr Konica Minolta Illuminance Meter T-10 AM s odnímatelnou hlavou čidla. Přístroj měří a zobrazuje hodnotu na digitálním displeji s přesností $\pm 2\% \pm 1$. Další výbavou přístroje je filtr pro kosinovou odchylku sloužící k vyhodnocení účinků světla dopadajícího na čidlo fotonky z jiného než kolmému směru. Rozpětí naměřených veličin nabývá hodnot v rozmezí 0,01 lx až 299 900 lx a relativní spektrální odezva je 6 % CIE spektrální světelné účinnosti $V(\lambda)$.



Obr. 36 – Digitální luxmetr použitý při měření úrovně osvětlení v učebnách

Při měření jasu L [cd/m²] byl využit digitální jasoměr Konica Minolta Luminance Meter LS-110. Úhel měření přístroje je $1/3^\circ$ a úhel pohledu 9° .

Rozsah měřených hodnot je od $0,001 \text{ cd/m}^2$ do $299\,900 \text{ cd/m}^2$. Zaostřovací vzdálenost přístroje může být v rozmezí od 1014 mm až do nekonečna. Relativní spektrální odezva má hodnotu 8 % CIE spektrální světelné účinnosti $V(\lambda)$.



Obr. 37 - Digitální jasoměr použitý při měření jasu v učebnách

Oba zmíněné přístroje jsou ve vlastnictví Katedry konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební ČVUT v Praze.

Pro stanovení skutečných rozměrů místností a světlych výšek byl využit digitální laserový dálkoměr Bosch DLE 70 Professional s rozsahem měřicí vzdálenosti až do 70 m a svinovací metr maximální možné délky 5 m.

Pro zjištění jednotlivých hodnot činitelů odrazu světla bylo využito vzorníku od společností HASIT [13] a Sto [14]. Vzorník HASIT je složen z celkem 396 odstínů barev a vzorník od společnosti Sto obsahuje kolem 800 odstínů barev. U obou vzorníků je u každé barvy uvedena hodnota činitele odrazu světla v procentech. Na stěny byl primárně použit vzorník od společnosti Sto a pro dřevěné povrchy vzorník HASIT.



Obr. 38 – Vzorníky barev Sto [14] (vlevo) a HASIT [13] (vpravo) použité pro určení hodnot činitele odrazu světla jednotlivých ploch v učebnách

4.2 Výplně otvorů

V objektu proběhly v roce 2008 stavební úpravy související se zateplením, při nichž byla použita nová okna. Z technické zprávy získané z projektové dokumentace zateplení [15] lze vyčíst, že by se mělo jednat o typ jednoduchého okna s izolačním dvojsklem. Při bližším průzkumu bylo zjištěno, že všechny výplně otvorů až na výjimku v dílnách jsou opatřeny izolačními trojskly. Stínění ve všech učebnách je zajištěno z interiéru za pomoci vodorovných žaluzií s ručním ovládáním. Z vnější strany jsou rámy jednotlivých oken přetaženy fasádním zateplovacím systémem tloušťky 50 mm. Okna ve vybraných učebnách byla přeměřena a z naměřených parametrů byly dále stanoveny hodnoty činitele čisté plochy zasklení τ_k [-].

4.3 Měření činitele odrazu světla

Na rozložení světla v místnosti má vliv činitel odrazu světla jejích ploch ρ_i [-]. Ten je závislý na barevnostech povrchů a může dosahovat hodnot v rozmezí od 0 do 1, a to od pohltivých až k maximálně odrazným povrchům.

Při měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů bylo využito luxmetru a jasoměru popsanych v kapitole č. 4.1. Čidlo fotonky luxmetru bylo přiloženo tak, aby byla normála fotonky kolmo ke zvolenému povrchu a jasoměr byl zaměřen a zaostřen kolmo na místo, které se nacházelo v blízkosti fotonky luxmetru. Ve stejný okamžik došlo ke stisknutí tlačítek na obou přístrojích. Do tabulky v programu MS Excel byly zapsány hodnoty jasu L [cd/m^2] získané z digitálního displeje jasoměru a hodnoty osvětlenosti E [lx] přečtené z displeje luxmetru. Při měření byl brán ohled na to, aby fotonka luxmetru ani jasoměr nebyly stíněny měřičem. Za předpokladu rovnoměrně rozptýlných povrchů byl pro výpočet činitele odrazu světla jednotlivých povrchů použit vzorec:

$$\rho_i = \frac{\pi \cdot L_i}{E_i} [-], \quad (4.1)$$

kde L_i [cd/m^2] jsou hodnoty jasů jednotlivých povrchů a E_i [lx] jejich osvětlenosti. Vypočtené hodnoty dílčích činitelů odrazu světla ρ_i [-] zvolených barevných povrchů stěn, podlahy a stropu a jejich skutečné plochy S_i [m^2] určené z naměřených hodnot byly dále využity pro stanovení průměrného činitele odrazu světla ρ_m [-] s využitím vzorce:

$$\rho_m = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i \cdot \rho_i)}{\sum_{i=1}^n S_i} [-] \quad (4.2)$$

Hodnoty činitele odrazu světla jednotlivých ploch ρ_i [-] byly určeny pomocí vzorníků barev (viz kapitola 4.1) a tabulky s činitelem odrazu světla různých povrchů uvedené ve skriptech [4]. Tato tabulka byla použita, protože obsahuje více povrchů než tabulka uvedená v normě [2].

4.4. Měření činitele prostupu světla výplní otvoru

Množství světla, které projde průhlednou částí osvětlovacího otvoru, udává činitel prostupu světla výplní τ_s [-].

Před měření byla část průhledné plochy okna z vnější i vnitřní strany důkladně očištěna. Po přípravě byl změřen jas bez vlivu výplně otvoru, tzn. při otevřeném okně L_o [cd/m²]. Co nejrychleji poté se při zavřeném okně změřil jas L_s [cd/m²] přes očištěnou průhlednou plochu. Z těchto naměřených parametrů byla vypočtena hodnota činitele prostupu světla výplní τ_s [-] pomocí vztahu:

$$\tau_s = \frac{L_o}{L_s} [-] \quad (4.3)$$

Dále byl činitel prostupu světla výplní τ_s [-] stanoven odhadem z normových hodnot s využitím vzorce:

$$\tau_s = \tau_{s,nor}^n [-], \quad (4.4)$$

kde $\tau_{s,nor}$ [-] je hodnota jednoduchého zasklení uvažovaná dle [2] a n [-] je počet skel.

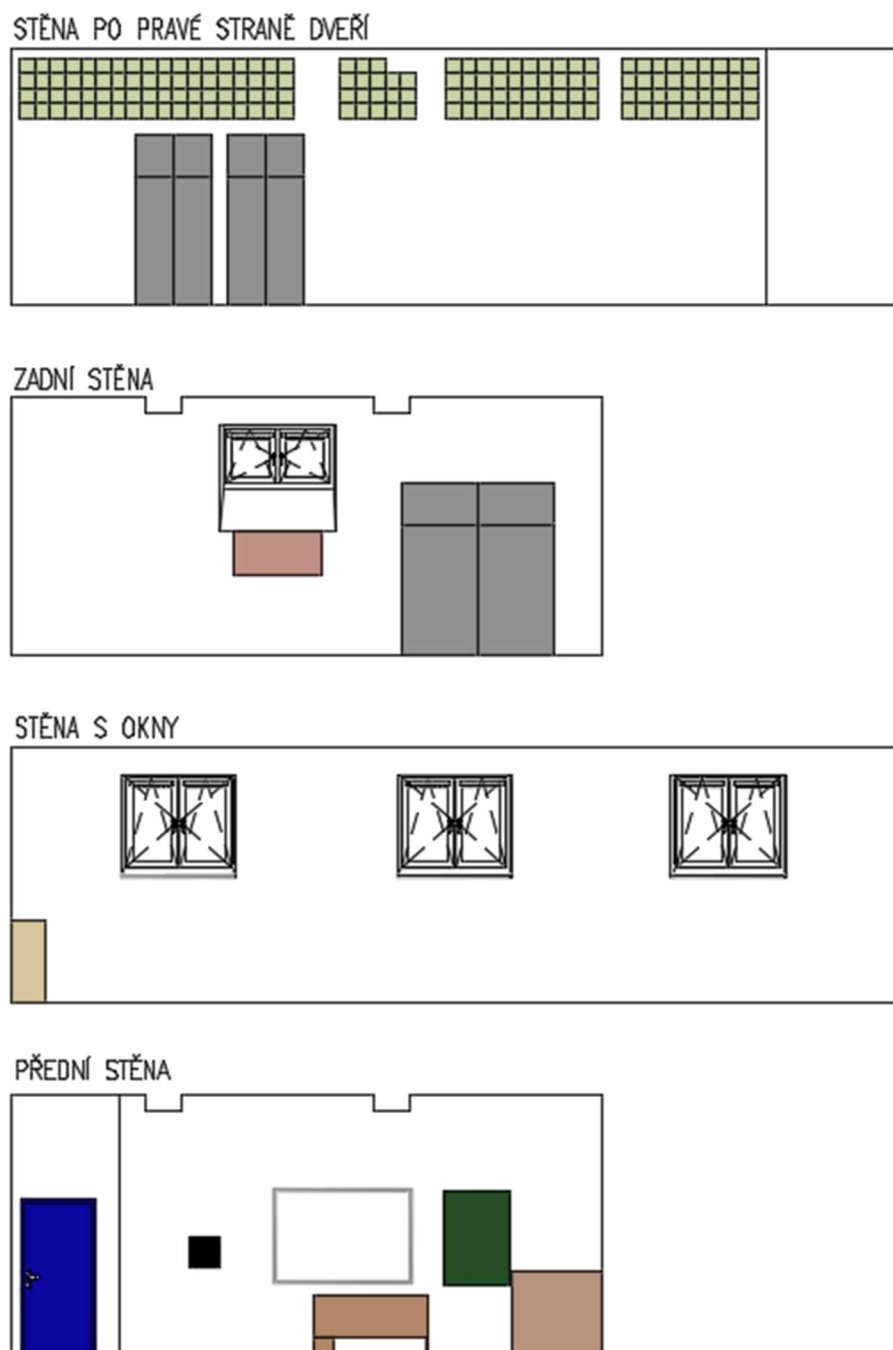
4.5 Měření v jednotlivých učebnách

Všechny zvolené učebny byly přeměřeny s využitím přístrojů uvedených v kapitole 4.1 a jejich skutečné rozměry jsou znázorněny ve schématických půdorysech v kapitole č. 3. Jednotlivé plochy povrchů, které byly použity ve výpočtu jsou zakresleny ve schématických pohledech na stěny a ve schématických půdorysech učeben v této kapitole.

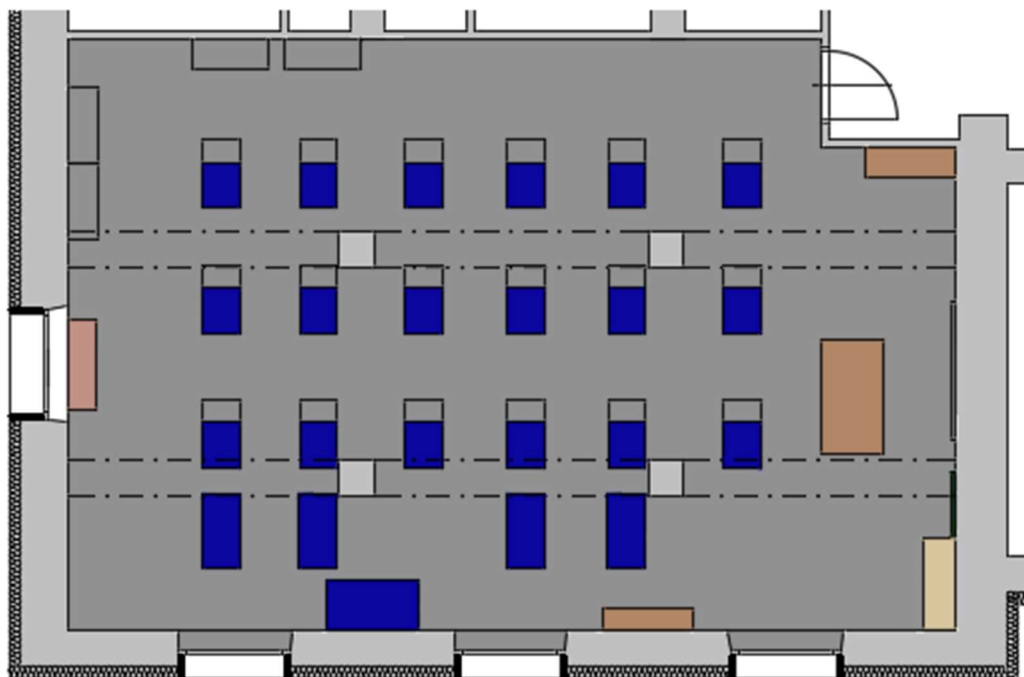
Z naměřených hodnot osvětlenosti a jasů zvolených povrchů byly vypočteny hodnoty činitele odrazu světla a činitele prostupu světla výplní otvorů, které jsou zapsány do tabulek společně s hodnotami určenými pomocí vzorníků (viz kapitola 4.1) a tabulky ze skript, která rozšiřuje tabulku z normy o vlastní měření [4].

4.5.1 Měření v učebně dílen

Bližší popis učebny je uveden v kapitole 3.5.1. Na obrázcích č. 39 a č. 40 jsou znázorněny schématické pohledy na stěny a schématický půdorys učebny.



Obr. 39 – Schématické pohledy na stěny učebny dílen



Obr. 40 – Schématický půdorys učebny dílen

Vstupní hodnoty osvětlenosti E [lx] a jasu L [cd/m^2] jednotlivých povrchů byly stanoveny postupem uvedeným v kapitole č. 4.3. Z těchto hodnot jsou vypočteny hodnoty činitele odrazu světla ploch ρ_i [-] dle vzorce (4.1). Z důvodu opakovaných měření je aritmetickým průměrem stanovena průměrná hodnota činitele odrazu světla $\rho_{i,m}$ [-]. Hodnoty činitele odrazu světla byly dle barevnosti plochy určeny přímo ze vzorníků [13], [14] a tabulky ze skript [4]. Všechny zmíněné parametry pro jednotlivé plochy jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tab. 2A Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně dílen

Povrch	Barva (popis)	Činitel odrazu světla ρ [-]		Měření			$\rho_{i,m}$ [-]
		dle skript [4]	dle vzorníku [13], [14]	L ($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$)	E (lx)	ρ_i [-] dle (4.1)	
omítka – sloupy, stěny, strop	bílá	0,75 - 0,80	0,84	4,61	17,06	0,849	0,85
				4,87	18,04	0,848	
dveře – rám i křídlo	tmavě modrá	0,05 - 0,20	< 0,16 ⁴	0,15	5,71	0,083	0,08
				0,14	5,50	0,080	
otvor pro náradí	"černá"	0,01 - 0,04	-	0,08	5,73	0,044	0,04
				0,07	5,57	0,039	
tabule na fixy	bílá	0,75 - 0,80	0,84	4,03	14,62	0,866	0,87
				4,03	14,53	0,871	
magnetická tabule	tmavě zelená	0,05 - 0,20	0,09	0,84	22,72	0,116	0,11
				0,83	23,04	0,113	

⁴ Barva povrchu byla tmavší než barva ve vzornících [13], [14].

Tab. 2B Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně dílen

stůl pro učitele	středně hnědočervená, dřevo	0,35 - 0,50	0,23	0,89	13,48	0,207	0,21
				0,88	13,48	0,205	
polička v rohu	světle žlutohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,61	2,64	15,09	0,550	0,55
				2,38	13,61	0,549	
zadní stěna poličky v rohu	tmavě hnědé dřevo	0,35 - 0,50	0,18	0,15	2,00	0,236	0,23
				0,18	2,43	0,233	
polička (na zadní stěně pod oknem, mezi okny)	tmavě hnědé dřevo	0,35 - 0,50	0,18	0,35	6,39	0,172	0,17
				0,34	6,30	0,170	
skříň v rohu	středně šedá	0,35	0,24	0,40	4,62	0,272	0,27
				0,39	4,60	0,266	
skleněné tvárnice luxfery (v horní části stěny)	zelenošedá	0,35 - 0,45	-	1,13	10,93	0,325	0,33
				1,05	10,13	0,326	
pracovní část lavice	šedočerná	0,08 - 0,12	< 0,12 ⁵	0,68	41,70	0,051	0,06
				0,93	44,00	0,066	
psací část lavice + stůl mezi okny	tmavě modrá	0,05 - 0,20	< 0,16 ⁶	3,20	170,40	0,059	0,06
				2,69	160,10	0,053	
podlaha, parapet	terrazzo	-	-	2,75	38,60	0,224	0,22
				2,13	32,00	0,209	
				2,20	29,60	0,233	
rám okna	bílá	0,75 - 0,80	0,84	6,65	26,44	0,790	0,79
				6,74	26,78	0,791	
				6,81	27,06	0,791	
okno	sklo	0,10	-	3,88	182,50	0,067	0,07
				3,87	178,60	0,068	

Měření činitele prostupu světla výplně otvoru v učebně dílen bylo provedeno na okně umístěném nejbližší k tabuli. Hodnoty jednotlivých jasů bez vlivu výplně L_o [cd/m²] a s vlivem výplně L_s [cd/m²] naleznete společně s vypočteným činitelem τ_s [-] dle vzorce (4.3) v tabulce č. 3.

Tab. 3 Normové a dopočtené hodnoty činitele prostupu světla výplně otvoru v učebně dílen

Učebna	Normové hodnoty		Měření			$\tau_{s,prům}$ [-]
	$\tau_{s,nor}$ [-]	τ_s [-] dle (4.4)	L_s (cd·m ⁻²)	L_o (cd·m ⁻²)	τ_s [-] dle (4.3)	
Díl	0,92	0,85	683,80	892,50	0,77	0,77
Díl	0,92	0,85	646,20	843,00	0,77	

⁵ Barva povrchu byla tmavší než barva ve vzornících [13], [14].

⁶ Totéž.

V následující tabulce č. 4 jsou uvedeny dopočtené hodnoty, které budou dále sloužit pro výpočet v softwaru [12] určeného pro stanovení rozložení denního osvětlení v učebně.

Tab. 4A Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně dílen, v závorkách jsou tučně zdůrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

Stěna u dveří		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
omítka bílá		28,30	0,85
skleněné tvárnice luxfery		6,64	0,33
šedé plechové skříně, 2x (1 x 2,25 x 0,39 m)		4,50	0,27
ΣS		39,44	
$\rho_{s1,m}$ dle (4.2)		0,70	
Zadní stěna		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
omítka bílá včetně ostění a nadpraží okna		20,46	0,85
sklo okna		0,51	0,07
plastový rám okna		0,70	0,79
dřevěná polička ⁷ pod oknem (1,18 x 0,58 x 0,36 m)		0,68	0,17
šedé plechové skříně, 2x (1 x 2,25 x 0,39 m)		4,50	0,27
ΣS		26,85	
$\rho_{s2,m}$ (dle 4.2)		0,72	
Stěna s okny		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
omítka bílá		32,89	0,85
dřevěná polička v rohu (1,2 x 0,425 x 1,08 m)		0,46	0,55
ostění a nadpraží oken – bílé		3,13	0,85
plastové rámy všech oken		2,92	0,79
skla všech oken		2,98	0,07
parapety – terrazzo desky		0,18	0,22
ΣS		42,57	
$\rho_{s3,m}$ dle (4.2)		0,79	
Přední stěna		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
omítka bílá		18,40	0,85
tmavě modré dveře s rámem (0,985 x 2,02 m)		1,99	0,08
otvor ⁸ pro nářadí (0,4 x 0,4 m)		0,16	0,04
zavěšená bílá tabule na fixy ⁹ (1,82 x 1,235 m)		2,25	0,87
učitelský stůl (1,5 x 0,76 x 0,8 m)		0,90	0,21
zelená magnetická tabule ¹⁰ (0,86 x 1,225 m)		1,05	0,11
dřevěná polička v rohu (1,2 x 1,08 x 0,425 m)		1,30	0,23
ΣS		26,05	
$\rho_{s4,m}$ dle (4.2)		0,70	

⁷ Spodní hrana poličky je umístěna ve výšce 1,040 m nad podlahou.

⁸ Spodní hrana otvoru je umístěna ve výšce 1,127 m nad podlahou.

⁹ Spodní hrana tabule je umístěna ve výšce 0,910 m nad podlahou.

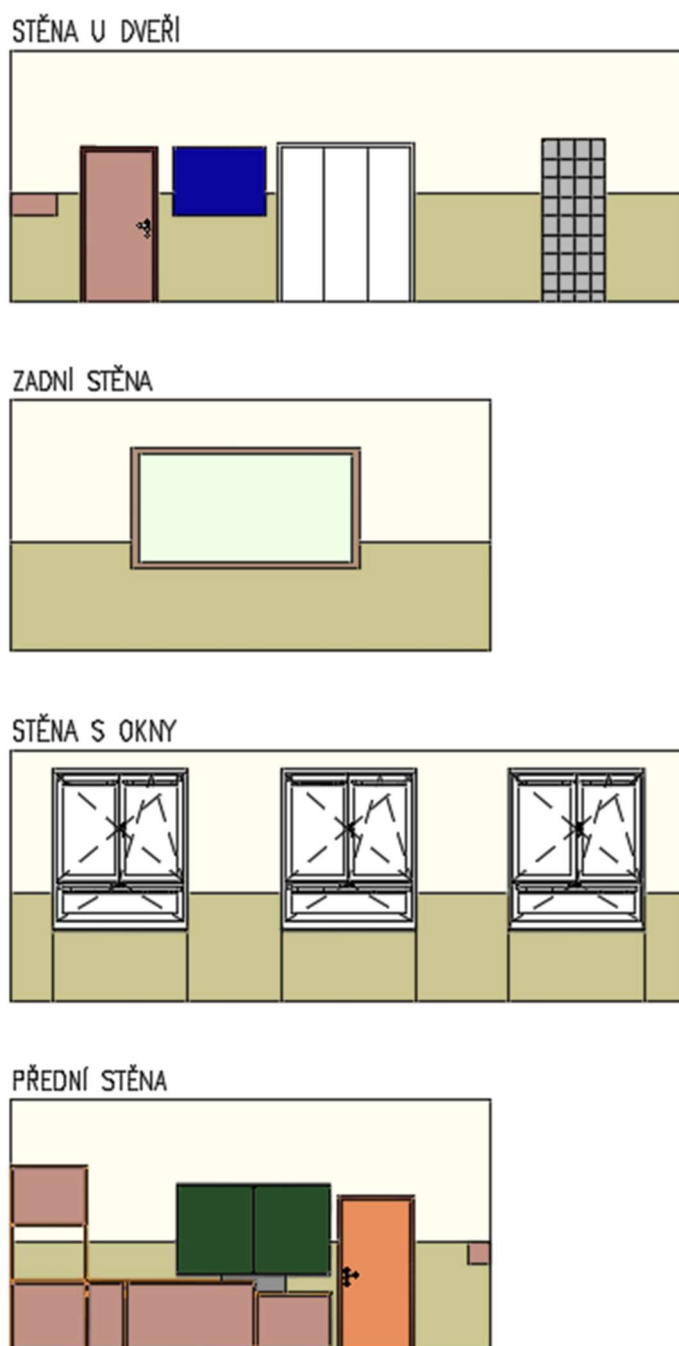
¹⁰ Spodní hrana tabule je umístěna ve výšce 0,890 m nad podlahou.

Tab. 4B Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně dílen, v závorkách jsou tučně zdůrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

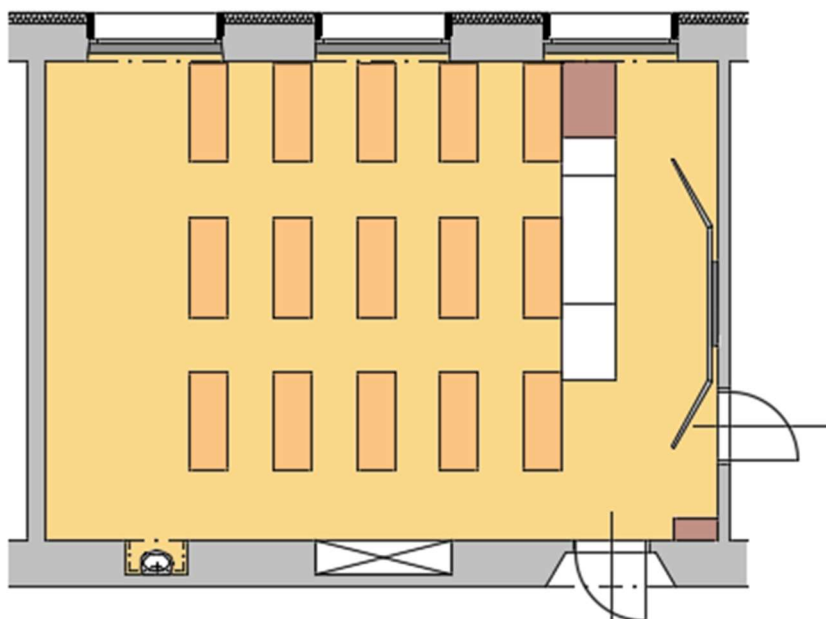
Strop		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
strop včetně průvlaků – bílá omítka		96,39	0,85
ΣS		96,39	
ρ _{strop,m} dle (4.2)		0,85	
Podlaha		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
podlaha		72,90	0,22
parapety – terrazzo desky		1,12	0,22
horní deska učitelského stolu (1,5 x 0,8 m)		1,20	0,21
lavice – modrá psací část (0,6 x 0,49 m)		8,19	0,06
lavice – šedá pracovní část (0,3 x 0,49 m)		2,65	0,06
horní deska modrého stolu mezi okny (1,2 x 0,65 m)		0,78	0,06
horní deska dřevěné poličky v rohu (1,2 x 0,425 m)		0,51	0,55
horní deska dřevěné poličky mezi okny (1,2 x 0,3 m)		0,36	0,17
zadní dřevěná polička pod oknem (1,18 x 0,36 m)		0,42	0,17
ΣS		88,13	
ρ _{podlaha,m} dle (4.2)		0,20	
Průměrný činitel odrazu světla ρ_{díl,m} [-]		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
stěna u dveří		39,44	0,70
zadní stěna		26,85	0,72
stěna s okny		42,57	0,79
přední stěna		26,05	0,70
strop		96,39	0,85
podlaha		88,13	0,20
ΣS		319,42	
ρ _{díl,m} dle (4.2)		0,62	

4.5.2 Měření v učebně chemie

Plochy v učebně jsou podrobněji popsány kapitole č. 3.5.2. Barevné pohledy na stěny a půdorysné schéma učebny jsou zobrazeny na obrázcích č. 41 a 42.



Obr. 41 – Schématické pohledy na stěny učebny chemie



Obr. 42 – Půdorysné schéma učebny chemie

Tabulka č. 5 obsahuje vypsané hodnoty naměřené osvětlenosti E [lx] a jasů L [cd/m^2] jednotlivých povrchů. Dále jsou zde pomocí vzorce (4.1) vypočteny hodnoty činitele odrazu světla ploch ρ_i [-] a pomocí aritmetického průměru je pro jednotlivé plochy stanovena průměrná hodnota činitele odrazu světla $\rho_{i,m}$ [-]. Barevnost ploch je taktéž odhadnuta pomocí vzorníků [13], [14] (viz kapitola 4.1) a tabulky ze skript [4].

Tab. 5A Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně chemie

Povrch	Barva (popis)	Činitel odrazu světla ρ [-]		Měření			$\rho_{i,m}$
		dle skript [4]	dle vzorníku [13], [14]	L [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$]	E [lx]	ρ_i [-] dle (4.1)	
omítka – horní povrch	bílá	0,75 - 0,80	0,85	11,66	42,90	0,854	0,86
				11,69	42,80	0,858	
omítka – spodní povrch	tmavě béžová	0,60 - 0,70	0,70	14,41	66,10	0,685	0,68
				14,70	67,60	0,683	
dveře do kabinetu	světle žlutohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,32	5,41	45,70	0,372	0,37
				5,40	45,30	0,374	
dveře na chodbu	světle červenohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,41	57,52	408,00	0,443	0,44
				57,76	410,00	0,443	
rám dveří	tmavě hnědá	0,08	0,08	0,60	19,56	0,096	0,10
				0,61	19,51	0,098	
nástěnka u dveří	tmavě modrá	0,05 - 0,20	< 0,16 ¹¹	1,09	54,10	0,063	0,06
				1,10	52,80	0,065	
				1,06	52,90	0,063	

¹¹ Barva povrchu byla tmavší než barva ve vzornících [13], [14].

Tab. 5B Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně chemie

skříň u modré nástěnky	bílá/krémová	0,75 - 0,80	0,84	17,85	63,80	0,879	0,88
				17,83	64,10	0,874	
výklenek s umyvadlem	šedobílé obklady	0,58 - 0,70	0,74	11,32	52,80	0,674	0,67
				11,60	54,10	0,674	
krycí deska umyvadla	tmavě šedá	0,15 - 0,20	0,19	1,52	27,08	0,176	0,17
				0,95	17,36	0,172	
				0,92	17,25	0,168	
rám periodické soustavy prvků	hnědá	0,35 - 0,50	0,32	8,76	66,50	0,414	0,41
				9,24	69,90	0,415	
výplň periodické soustavy prvků	krémová (do zelena)	0,60 - 0,70	0,73	16,25	70,50	0,724	0,72
				15,52	68,00	0,717	
vitrína na pokusy + stůl strana	světle červenohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,41	3,34	31,20	0,336	0,34
				3,33	31,20	0,335	
hrany u stolu učitele	tmavě žlutá	0,30	0,46	5,86	37,50	0,491	0,49
				5,57	35,80	0,489	
tabule	tmavě zelená	0,05 - 0,20	0,09	1,52	51,20	0,093	0,09
				1,51	50,80	0,093	
lavice, polička u dveří	světle červenohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,34	15,97	155,60	0,322	0,32
				15,10	148,70	0,319	
horní deska učitelského stolu	krémová/bílá	0,60 - 0,70	0,80	5,08	33,30	0,479	0,47
				4,90	34,10	0,451	
podlaha	žlutá	0,30	0,46	12,13	95,30	0,400	0,40
				11,97	94,70	0,397	
				11,15	88,50	0,396	
strop	bílá	0,75 - 0,80	0,84	23,53	84,30	0,877	0,88
				23,87	85,60	0,876	
				24,20	86,80	0,876	
parapet	terrazzo	-	-	9,29	132,20	0,221	0,22
				9,33	129,50	0,226	
rám okna	bílá	0,75 - 0,80	0,84	6,65	26,44	0,790	0,79
				6,74	26,78	0,791	
				6,81	27,06	0,791	
okno	sklo	0,10	-	22,50	823,00	0,086	0,09
				22,36	772,90	0,091	
				22,18	770,00	0,090	
				21,67	781,00	0,087	

Měření činitele prostupu světla výplní otvoru v učebně chemie bylo provedeno na okně umístěném nejbliže k zadní stěně. Jasy bez vlivu výplně otvoru L_o [cd/m²] a s vlivem výplně otvoru L_s [cd/m²] jsou vypsány i s vypočteným činitelem τ_s [-] za pomoci vzorce (4.3) v tabulce č. 6.

Tab. 6 Normové a dopočtené hodnoty činitele prostupu světla výplně otvoru v učebně chemie

Učebna	Normové hodnoty		Měření			$\tau_{s,prům} [-]$
	$\tau_{s,nor} [-]$	$\tau_s [-]$ dle (4.4)	$L_s (cd \cdot m^{-2})$	$L_o (cd \cdot m^{-2})$	$\tau_s [-]$ dle (4.3)	
CH	0,92	0,78	23,22	33,33	0,70	0,69
CH	0,92	0,78	21,91	31,64	0,69	

V následující tabulce č. 7 jsou uvedeny dopočtené hodnoty, které budou dále sloužit pro výpočet v softwaru [12] určeného pro stanovení rozložení denního osvětlení v učebně.

Tab. 7A Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně chemie, v závorkách jsou tučně zdůrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

Stěna u dveří		S_i [m ²]	$\rho_{i,m} [-]$ dle (4.1)
Popis povrchu			
omítka bílá		13,82	0,86
omítka tmavě béžová – do výšky 1,43 m		6,95	0,68
dřevěná polička ¹² v rohu (0,6 x 0,3 x 0,3 m)		0,18	0,32
křídlo dveří na chodbu (0,9 x 1,97 m)		1,77	0,44
tmavě hnědý rám dveří		0,97	0,10
modrá textilní nástěnka ¹³ (1,2 x 0,9 m)		1,08	0,06
vestavěná skříň (1,777 x 2,085 m)		3,71	0,88
výklenek na umyvadlo se světle šedými obklady včetně ploch ostění		3,64	0,67
$\sum S$		32,12	
$\rho_{s1,m}$ dle (4.2)		0,73	
Zadní stěna		S_i [m ²]	$\rho_{i,m} [-]$ dle (4.1)
Popis povrchu			
omítka bílá		8,02	0,86
omítka tmavě béžová – do výšky 1,43 m		7,94	0,68
dřevěný rám nástěnky ¹⁴ s periodickou soustavou prvků (tloušťka 0,1 m)		0,88	0,41
výplň nástěnky s periodickou soustavou prvků (2,8 x 1,4 m)		3,92	0,72
$\sum S$		20,76	
$\rho_{s2,m}$ dle (4.2)		0,75	
Stěna s okny		S_i [m ²]	$\rho_{i,m} [-]$ dle (4.1)
Popis povrchu			
omítka bílá		7,97	0,86
omítka tmavě béžová – do výšky 1,43 m		10,33	0,68
ostění a nadpraží oken – bílé		3,92	0,88
plastové rámy všech oken		5,07	0,79
skla všech oken		6,04	0,09
parapety – terrazzo desky		0,21	0,22
$\sum S$		33,55	
$\rho_{s3,m}$ dle (4.2)		0,65	

¹² Spodní hrana dřevěné poličky je umístěna ve výšce 1,127 m nad podlahou.

¹³ Spodní hrana textilní nástěnky je umístěna ve výšce 1,135 m nad podlahou.

¹⁴ Spodní hrana rámu nástěnky je umístěna ve výšce 1,077 m nad podlahou.

Tab. 7B Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně chemie, v závorkách jsou tučně zdůrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

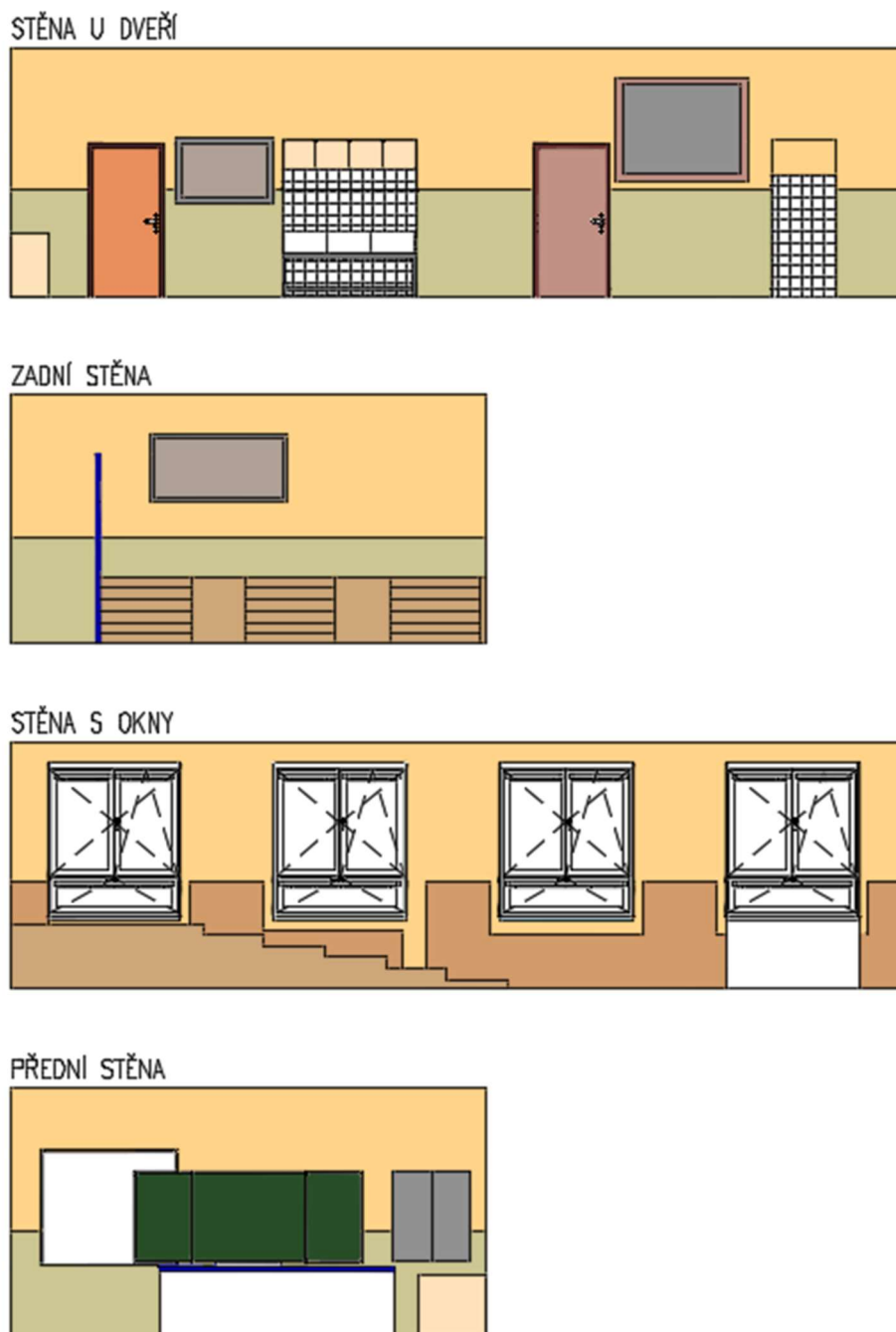
Přední stěna		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
omítka bílá		8,87	0,86
omítka tmavě béžová – do výšky 1,43 m		2,74	0,68
vitríny na pokusy (1 x 2,42 x 0,7 m)		1,50	0,34
dřevěný stůl pro učitele s umyvadlem (2,21 x 0,91 x 0,7 m)		1,77	0,34
stolek (1 x 0,76 x 0,7 m)		0,65	0,34
dřevěná polička ¹⁵ u dveří (0,3 x 0,3 x 0,6 m)		0,09	0,32
žluté hrany u nábytku rozdílných tloušťek		0,56	0,49
zavřená tmavě zelené tabule ¹⁶ (2,02 x 1,2 m)		2,42	0,09
část šedého stojanu tabule		0,12	0,32
křídlo dveří do kabinetu (0,9 x 1,97 m)		1,77	0,37
tmavě hnědý rám dveří do kabinetu		0,97	0,10
ΣS		21,48	
ρ _{s4,m} dle (4.2)		0,57	
Strop		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
strop – bílá omítka		55,72	0,88
ΣS		55,72	
ρ _{strop,m} dle (4.2)		0,88	
Podlaha		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
podlaha		43,32	0,40
lavice – modrá psací část (0,6 x 0,49 m)		0,69	0,22
lavice – šedá pracovní část (0,3 x 0,49 m)		0,37	0,17
horní deska modrého stolu mezi okny (1,2 x 0,65 m)		2,25	0,47
horní deska dřevěné poličky v rohu (1,2 x 0,425 m)		0,70	0,34
horní deska dřevěné poličky mezi okny (1,2 x 0,3 m)		9,75	0,32
zadní dřevěná polička pod oknem (1,18 x 0,36 m)		0,18	0,32
ΣS		57,25	
ρ _{podlaha,m} dle (4.2)		0,38	
Průměrný činitel odrazu světla ρ_{ch,m} [-]		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] (dle 4.1)
Popis povrchu			
stěna u dveří		32,12	0,73
zadní stěna		20,76	0,75
stěna s okny		33,55	0,65
přední stěna		21,48	0,57
strop		55,72	0,88
podlaha		57,25	0,38
ΣS		220,88	
ρ _{ch,m} dle (4.2)		0,65	

¹⁵ Spodní hrana dřevěné poličky je umístěna ve výšce 1,127 m nad podlahou.

¹⁶ Spodní hrana zavřené tabule (zelená plocha) je uvažována ve výšce 0,980 m nad podlahou.

4.5.3 Měření v učebně fyziky

Popis veškerých ploch v učebně je v kapitole č. 3.5.3. Pro názornost jsou tyto plochy zobrazeny na barevných pohledech a schématickém půdorysu učebny na obrázcích č. 43 a 44.



Obr. 43 – Schématické pohledy na stěny učebny fyziky



Obr. 44 – Půdorysné schéma učebny fyziky

Hodnoty, které byly získány měřením jsou uvedeny v tabulce č. 8. Za pomoci vzorce (4.1) z nich byly vypočteny hodnoty činitele odrazu světla ρ_i [-] a následně pro každou plochu aritmetickým průměrem stanoven průměrný činitel odrazu světla $\rho_{i,m}$ [-]. S využitím vzorníků [13], [14] a tabulky ze skript [4] se dodatečně odhadnuly pro každou plochu barevnosti a přiřadily k nim určené činitele ρ_i [-].

Tab. 8A Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně fyziky

Povrch	Barva (popis)	Činitel odrazu světla ρ [-]		Měření			$\rho_{i,m}$ [-]
		dle skript [4]	dle vzorníku [13], [14]	L [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$]	E [lx]	ρ_i [-] dle (4.1)	
omítka – horní povrch	středně žlutá	0,50 - 0,60	0,69	14,52	65,80	0,693	0,70
				14,90	66,80	0,701	
				15,32	68,70	0,701	
omítka – spodní povrch	tmavě béžová	0,60 - 0,70	0,63	18,68	90,40	0,649	0,65
				18,73	90,20	0,652	
				18,56	90,40	0,645	
dveře na chodbu	světle červenohnědá	0,35 - 0,50	0,41	57,52	408,00	0,443	0,44
				57,76	410,00	0,443	
dveře kabinetu	světle žlutohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,32	5,41	45,70	0,372	0,37
				5,40	45,30	0,374	
rám dveří	tmavě hnědá	0,08	0,08	0,60	19,56	0,096	0,10
				0,61	19,51	0,098	
nástěnka na špendlíky (rám)	středně šedá	0,35	0,37	9,67	77,70	0,391	0,39
				9,64	76,80	0,394	
nástěnka na špendlíky (vnitřek)	světle šedohnědá	0,40 - 0,60	0,49	7,47	55,90	0,420	0,42
				7,31	53,70	0,428	
výklenek na umyvadla	bílé obklady s šedými skvrny	0,75 - 0,80	0,84	14,69	49,10	0,940	0,94
				14,41	48,20	0,939	

Tab. 8B Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně fyziky

umyvadla (vaničky)	šedobílá	0,75 - 0,80	0,74	9,09	33,60	0,850	0,85
				9,16	33,90	0,849	
skříňky ve výklenku	světle šedé	0,40 - 0,60	0,56	6,95	35,20	0,620	0,62
				6,80	34,30	0,623	
ocelový rám pod umyvadlem	středně šedá	0,35	0,26	4,21	48,80	0,271	0,27
				4,06	46,90	0,272	
rám dřevěné nástěnky	načervenalé dřevo	0,35 - 0,50	0,34	5,34	46,80	0,358	0,36
				5,25	46,90	0,352	
výplň dřevěné nástěnky	světle šedá	0,40 - 0,60	0,59	15,68	63,70	0,773	0,78
				15,59	62,70	0,781	
výklenek na umyvadlo	bílá obklady	0,75 - 0,80	0,84	4,87	17,85	0,857	0,84
				5,00	18,95	0,829	
nástěnka na špendlíky (rám)	středně šedá	0,35	0,42	4,21	38,40	0,344	0,35
				4,34	39,20	0,348	
nástěnka na špendlíky (vnitřek)	krémová/běžová	0,40 - 0,60	0,57	11,23	56,70	0,622	0,62
				11,27	56,80	0,623	
dřevěný obklad	světle hnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,42	5,14	47,90	0,337	0,34
				4,96	46,00	0,339	
odstupňovaný bok	světle hnědá (imitace korku)	0,12 - 0,25	0,24	2,70	29,10	0,291	0,29
				2,71	29,34	0,290	
strop, omítka pod oknem v rohu	bílá	0,75 - 0,80	0,84	51,54	218,90	0,740	0,74
				51,11	217,10	0,740	
tabule na promítání	bílá	0,75 - 0,80	0,84	16,84	62,40	0,848	0,85
				16,37	60,30	0,853	
				16,59	60,80	0,857	
tabule	tmavě zelená	0,05 - 0,20	0,09	1,52	51,20	0,093	0,09
				1,51	50,80	0,093	
stojan tabule	bílá	0,75 - 0,80	0,84	11,53	43,70	0,829	0,83
				11,60	44,00	0,828	
elektrorozvaděč	světle šedá	0,40 - 0,60	0,69	6,49	34,90	0,584	0,58
				6,43	34,50	0,586	
skříňka v rohu	běžová	0,60 - 0,70	0,56	4,48	25,70	0,548	0,55
				4,64	26,86	0,543	
podlaha	světle hnědá (imitace korku)	0,12 - 0,25	0,24	5,17	51,10	0,318	0,32
				5,43	52,80	0,323	
lavice, stůl učitele	krémová/bílá	0,60 - 0,70	0,80	35,15	199,20	0,554	0,55
				40,07	227,50	0,553	
lavice – dřevěná deska	světle hnědá	0,35 - 0,50	0,74	23,62	106,80	0,695	0,70
				23,85	107,00	0,700	
stůl s PC	načervenalé dřevo	0,35 - 0,50	0,23	19,19	320,00	0,188	0,19
				17,90	301,00	0,187	
modrý okraj u katedry, zábradlí	středně modrá	0,20	0,16	2,49	58,10	0,135	0,14
				2,47	57,10	0,136	
rám okna, parapet	bílá	0,75 - 0,80	0,84	6,65	26,44	0,790	0,79
				6,74	26,78	0,791	
				6,81	27,06	0,791	
okno	sklo	0,10	-	22,01	900,00	0,077	0,08
				22,55	887,00	0,080	
				22,68	873,00	0,082	

Měření činitele prostupu světla výplní otvoru v učebně fyziky neproběhlo a pro další výpočet byl činitel prostupu světla oknem τ_s [-] uvažován stejný jako v učebně cizích jazyků (viz kapitola 4.5.5).

V následující tabulce č. 9 jsou uvedeny dopočtené hodnoty, které budou dále sloužit pro výpočet v softwaru [12] určeného pro stanovení rozložení denního osvětlení v učebně.

Tab.9A Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně fyziky, v závorkách jsou tučně zdůrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

Stěna u dveří	S_i [m ²]	$\rho_{i,m}$ [-] dle (4.1)
Popis povrchu		
omítka středně žlutá	17,22	0,70
omítka tmavě béžová – do výšky 1,40 m	9,51	0,63
dřevěná skříňka v rohu (0,89 x 0,825 x 0,525 m)	0,43	0,55
šedý rám ¹⁷ textilní nástěnky (tloušťka 75 mm)	0,30	0,39
výplň textilní nástěnky (1,13 x 0,72 m)	0,81	0,42
křídlo dveří do kabinetu (0,9 x 1,97 m)	1,77	0,37
křídlo dveří na chodbu (0,9 x 1,97 m)	1,77	0,44
tmavě hnědé rámy dveří	1,95	0,10
výklenek ¹⁸ na umyvadla/vaničky se skvrnitými obklady včetně ploch ostění	3,68	0,94
umyvadla ("vaničky"), 3x (0,58 x 0,3 x 0,443 m)	0,52	0,85
dřevěné skříňky ¹⁹ ve výklenku včetně spodní desky, 2x (0,88 x 0,4 x 0,443 m)	1,48	0,62
šedý rám pod umyvadlem	0,23	0,27
výplň dřevěné nástěnky (1,565 x 1,17 m)	1,83	0,78
rám ²⁰ dřevěné nástěnky (tloušťka 0,1 m)	0,59	0,36
výklenek ²¹ na umyvadlo s bílými obklady včetně ploch ostění do výšky 1,6 m	2,75	0,84
ΣS	44,86	
$\rho_{s1,m}$ dle (4.2)	0,65	
Zadní stěna	S_i [m ²]	$\rho_{i,m}$ [-] dle (4.1)
Popis povrchu		
omítka středně žlutá	10,20	0,70
omítka tmavě béžová – do výšky 1,40 m	4,37	0,63
výplň textilní nástěnky (1,7 x 0,8 m)	1,36	0,62
rám ²² textilní nástěnky (tloušťka 0,05 m)	0,26	0,35
pohledová část odstupňované podlahy – linoleum s imitací korku	4,38	0,29
zábradlí v pohledu – modré (tloušťka 0,05 m, výška od podlahy 2,5 m)	0,13	0,14
ΣS	20,70	
$\rho_{s2,m}$ (dle 4.2)	0,59	

¹⁷ Spodní hrana rámu nástěnky je umístěna ve výšce 1,230 m nad podlahou.

¹⁸ Rozměr výklenku je 1,760 x 2,075 x 0,443 m (šířka x výška x hloubka).

¹⁹ Spodní hrana dřevěné skříňky ve výklenku je umístěna ve výšce 1,675 m nad podlahou.

²⁰ Spodní hrana rámu nástěnky je umístěna ve výšce 1,520 m nad podlahou.

²¹ Rozměr výklenku je 0,835 x 2,075 x 0,443 m (šířka x výška x hloubka).

²² Spodní hrana rámu nástěnky je umístěna ve výšce 1,000 m nad nejvyšším místem podlahy v učebně.

Tab.9B Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně fyziky, v závorkách jsou tučně zdůrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

Stěna s okny		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
omítka středně žlutá		12,44	0,70
dřevěný obklad stěn – do maximální výšky 1,42 m		6,24	0,34
boční část odstupňované ²³ podlahy – linoleum s imitací kroku		3,89	0,29
plastové rámy všech oken		6,45	0,79
ostění a nadpraží oken – bílé		5,08	0,74
skla všech oken		8,06	0,08
parapety – bílé plastové		0,25	0,79
bílá plocha pod oknem u tabule (pohledová plocha 1,76 x 0,91 m) + ostění		2,00	0,74
ΣS		44,41	
ρ _{s3,m} dle (4.2)		0,52	
Přední stěna		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
omítka středně žlutá		7,19	0,70
omítka tmavě béžová – do výšky 1,40 m		2,91	0,63
interaktivní tabule ²⁴ na promítání (1,81 x 1,55 m)		2,13	0,85
rozevřená tmavě zelené tabule ²⁵ (3,02 x 1,2 m)		3,62	0,09
část bílého stojanu tabule do výšky 0,905 m zakrytého stolem pro učitele		0,06	0,32
bílá přední deska stolu pro učitele (3,1 x 0,87 m)		2,70	0,55
modrý okraj stolu (délka 3,1 m, tloušťka 0,035 m)		0,11	0,14
elektorozvaděč v rohu stěny (1,045 x 1,19 m) ve výšce 0,99 m nad podlahou		1,24	0,58
dřevěná skříňka v rohu (0,89 x 0,825 x 0,6 m)		0,73	0,55
ΣS		20,70	
ρ _{s4,m} dle (4.2)		0,56	
Strop		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
strop – bílá omítka		74,67	0,74
ΣS		74,67	
ρ _{strop,m} dle (4.2)		0,74	
Podlaha		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
podlaha – linoleum s imitací korku		58,41	0,32
umyvadla/vaničky ve výklenku		0,78	0,85
parapety – bílé plastové		1,46	0,79
horní deska lavice – dřevěná, 2x (1,3 x 0,5 m)		1,30	0,70
horní deska lavice – bílá, 15x (1,2 x 0,6 m)		10,80	0,55
bílá horní deska stolu pro učitele (3,1 x 0,85 m)		2,64	0,55
horní deska stolu s počítačem (1,4 x 0,9 m)		1,26	0,19
horní deska skříňky v rohu u dveří (1,2 x 0,6 m)		0,72	0,55
ΣS		77,37	
ρ _{podlaha,m} dle (4.2)		0,38	

²³ Rozměr stupňů podlahy je od 1. stupně k 6. stupni o hodnotách 122 mm (1), 143 mm (2), 163 mm (3), 141 mm (4), 156 mm (5) a 134 mm (6).

²⁴ Spodní hrana tabule je umístěna ve výšce 0,930 m nad podlahou. Část tabule zakryta tabulí na fixy.

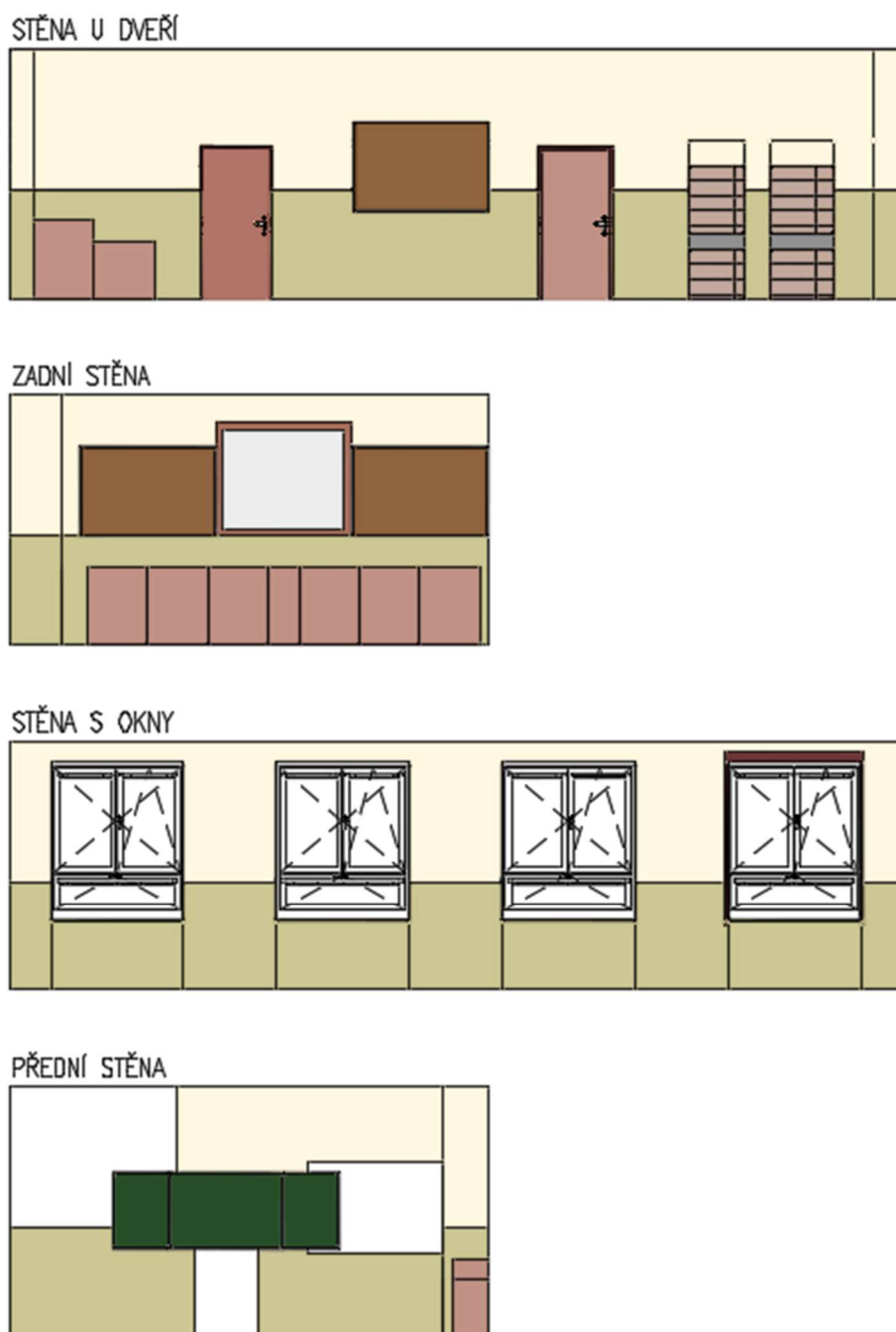
²⁵ Spodní hrana rozevřené tabule (zelená plocha) je uvažována ve výšce 0,980 m nad podlahou.

Tab.9C Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně fyziky

Průměrný činitel odrazu světla $\rho_{f,m}$ [-]	S_i [m ²]	$\rho_{i,m}$ [-] dle (4.1)
stěna u dveří	44,86	0,65
zadní stěna	20,70	0,59
stěna s okny	44,41	0,52
přední stěna	20,70	0,56
strop	74,67	0,74
podlaha	77,37	0,38
ΣS	282,69	
$\rho_{f,m}$ dle (4.2)	0,57	

4.5.4 Měření v učebně výtvarné výchovy

Plochy v učebně jsou popsány v kapitole č. 3.5.4 a znázorněné na následujících obrazech č. 45 a 46.



Obr. 45 – Schématické pohledy na stěny učebny výtvarné výchovy



Obr. 46 – Půdorysné schéma učebny výtvarné výchovy

Následující tabulka č. 10 obsahuje naměřené hodnoty osvětlenosti E [lx] a jasů L [cd/m^2] u jednotlivých povrchů. Výpočtem podle vzorce (4.1) z nich byly stanoveny hodnoty činitele odrazu světla ρ_i [-] a dále aritmetickým průměrem z opakovaných měření výsledná průměrná hodnota činitele odrazu světla $\rho_{i,m}$ [-]. S využitím vzorníků [13], [14] a tabulky ze skript [4] byly tyto hodnoty ověřeny.

Tab. 10A Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně výtvarné výchovy

Povrch	Barva (popis)	Činitel odrazu světla ρ [-]		Měření			$\rho_{i,m}$ [-]
		dle skript [4]	dle vzorníku [13], [14]	L [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$]	E [lx]	ρ_i [-] dle (4.1)	
omítka – horní povrch	světle béžová	0,60 - 0,80	0,81	22,72	87,20	0,819	0,82
				22,36	86,00	0,817	
				22,14	85,10	0,817	
omítka – spodní povrch	tmavě béžová	0,60 - 0,70	0,57	16,57	86,90	0,599	0,60
				16,69	88,40	0,593	
dveře do kabinetu	světle červenohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,41	7,78	65,10	0,375	0,38
				7,84	65,10	0,378	
				7,90	64,70	0,384	
rám dveří do kabinetu	tmavě hnědá	0,08	0,08	0,70	28,20	0,078	0,08
				0,70	28,24	0,078	
dveře na chodbu	světle červenohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,41	57,52	408,00	0,443	0,44
				57,76	410,00	0,443	
rám dveří na chodbu	tmavě hnědá	0,08	0,08	4,85	122,50	0,124	0,12
				4,83	122,60	0,124	
výklenek na umyvadlo	světla a tmavě hnědé obklady	0,60 - 0,70	0,68	8,94	42,20	0,666	0,66
				8,84	42,40	0,655	

Tab. 10B Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně výtvarné výchovy

krycí deska umyvadla	tmavě šedá	0,15 - 0,20	0,13	1,76	38,90	0,142	0,14
				1,78	38,70	0,144	
skříňky u zadní stěny + v rohu u dveří	načervenalé dřevo	0,35 - 0,50	0,34	8,04	66,00	0,383	0,38
				8,29	68,00	0,383	
korková nástěnka (mezi dveřmi, vzadu, atd...)	světle hnědá	0,12 - 0,25	0,24	3,54	46,60	0,239	0,24
				3,54	46,70	0,238	
rám nástěnky "umělecké slohy"	načervenalé dřevo	0,35 - 0,50	0,34	5,68	56,70	0,315	0,31
				5,71	56,90	0,315	
výplň nástěnky "umělecké slohy"	šedobílá	0,58 - 0,70	0,68	13,10	55,30	0,744	0,69
				11,91	59,60	0,628	
kastlík na žaluzie (okno v rohu)	tmavě hnědá	0,08	0,08	1,38	59,50	0,073	0,07
				1,34	59,20	0,071	
omítka – horní povrch, plocha na promítání, strop	bílá	0,75 - 0,80	0,84	54,09	188,20	0,903	0,90
				53,51	186,60	0,901	
tabule	tmavě zelená	0,05 - 0,20	0,09	2,86	106,80	0,084	0,08
				2,89	107,00	0,085	
stojan tabule	bílá	0,75 - 0,80	0,69	12,69	52,90	0,754	0,76
				12,74	52,70	0,759	
nástěnka za tabulí	bílá	0,75 - 0,80	0,84	14,46	66,20	0,686	0,69
				14,61	66,10	0,694	
lavice	světle hnědá až běžová, dřevo	0,35 - 0,50	0,54	7,76	59,70	0,408	0,41
				7,93	61,10	0,408	
učitelský stůl	načervenalé dřevo	0,35 - 0,50	0,34	16,20	140,10	0,363	0,37
				16,02	136,70	0,368	
podlaha	flekaté (převažující barva světle žlutá)	0,60 - 0,70	0,74	9,11	49,10	0,583	0,45
				5,46	49,60	0,346	
				6,64	49,50	0,421	
parapet	terrazzo	-	-	9,29	132,20	0,221	0,22
				9,33	129,50	0,226	
rám okna	bílá	0,75 - 0,80	0,84	6,65	26,44	0,790	0,79
				6,74	26,78	0,791	
				6,81	27,06	0,791	
okno	sklo	0,10	-	22,01	900,00	0,077	0,08
				22,55	887,00	0,080	
				22,68	873,00	0,082	

V učebně výtvarné výchovy neproběhlo měření činitele prostupu světla výplní otvorů a pro následující výpočty byla uvažována hodnota činitele prostupu světla oknem τ_s [-] stejná jako v učebně cizích jazyků (viz kapitola 4.5.5).

V následující tabulce č.11 jsou uvedeny dopočtené hodnoty, které budou dále sloužit pro výpočet v softwaru [12] určeného pro stanovení rozložení denního osvětlení v učebně.

Tab. 11A Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně výtvarné výchovy, v závorkách jsou tučně zvýrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

Stěna u dveří	S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu		
omítka světle béžová	20,25	0,82
omítka tmavě béžová – do výšky 1,43 m	10,03	0,60
dřevěná skříňka u dveří (0,8 x 0,75 x 0,45 m)	0,60	0,38
dřevěná polička v rohu u tabule (0,8 x 1,03 x 0,45 m)	0,82	0,38
křídlo dveří do kabinetu (0,855 x 1,97 m)	1,68	0,38
křídlo dveří na chodbu (0,9 x 1,97 m)	1,77	0,44
tmavě hnědé rámy dveří	1,94	0,12
korková nástěnka ²⁶ mezi dveřmi (1,8 x 1,2 m)	2,16	0,24
výklenky ²⁷ na umyvadla se strakatými hnědými obklady včetně ploch ostění	5,46	0,66
šedé krycí desky umyvadel (0,2 x 0,72 m a 0,2 x 0,852 m)	0,31	0,14
ΣS	45,03	
ρ _{s1,m} dle (4.2)	0,64	
Zadní stěna	S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu		
omítka světle béžová	4,85	0,82
omítka tmavě béžová – do výšky 1,43 m	3,71	0,60
dřevěné skříňky a poličky (0,8 x 1,03 x 0,45 m, 0,4 x 1,03 x 0,45 m)	6,28	0,38
korkové nástěnky ²⁸ , 2x (1,8 x 1,2 m)	4,32	0,24
výplň nástěnky "umělecké slohy" (1,6 x 1,3 m)	2,08	0,69
dřevěný rám ²⁹ nástěnky "umělecké slohy" (tloušťka 0,1 m)	0,62	0,31
ΣS	21,86	
ρ _{s2,m} dle (4.2)	0,51	
Stěna s okny	S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu		
omítka světle béžová	10,61	0,82
omítka tmavě béžová – do výšky 1,43 m	13,82	0,60
ostění a nadpraží oken – bílé	5,23	0,90
plastové rámy všech oken	6,72	0,79
skla všech oken	8,06	0,08
parapety – terrazzo desky	0,28	0,22
tmavě hnědý kastlík na vnitřní roletu u okna nejbliže k tabuli	0,50	0,07
ΣS	45,22	
ρ _{s3,m} dle (4.2)	0,61	

²⁶ Spodní hrana nástěnky je umístěna ve výšce 1,140 m nad podlahou.

²⁷ Rozměry výklenků jsou 0,852 x 2,095 x 0,426 m a 0,720 x 2,098 x 0,426 m (šířka x výška x hloubka), obklady jsou v obou výklencích do výšky 1,760 m.

²⁸ Spodní hrana nástěnky je umístěna ve výšce 1,435 m nad podlahou.

²⁹ Spodní hrana rámu nástěnky je umístěna ve výšce 1,435 m nad podlahou.

Tab. 11B Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně výtvarné výchovy, v závorkách jsou tučně zvýrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

Přední stěna		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
omítka světle béžová		4,91	0,82
omítka tmavě béžová – do výšky 1,43 m		6,29	0,60
bílý povrch ³⁰ na promítání (2,2 x 1,88 m)		3,51	0,90
magnetická nástěnka ³¹ za tabulí (1,8 x 1,2 m)		1,72	0,69
rozevřená tmavě zelená tabule ³² (3 x 1,02 m)		3,06	0,08
stojan tabule (0,85 x 1,15 m)		0,98	0,76
dřevěná polička (0,8 x 1,03 x 0,45 m)		0,13	0,38
dřevěná skříňka před poličkou (0,8 x 0,75 x 0,45 m)		0,34	0,38
ΣS		20,93	
ρ _{s4,m} dle (4.2)		0,64	
Strop		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
strop – bílá omítka		74,69	0,90
ΣS		74,69	
ρ _{strop,m} dle (4.2)		0,90	
Podlaha		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
podlaha – světle žluté linoleum s barevnými „stříkanci“		55,08	0,45
šedé krycí desky umyvadel		0,67	0,14
parapety – terrazzo desky		0,91	0,22
horní deska lavice, 32x (0,8 x 0,56 m)		14,34	0,41
horní deska stolu pro učitele (1,6 x 0,8 m)		1,28	0,37
horní deska stolu s PC		1,56	0,37
horní deska dřevěné poličky a skříňky u dveří do kabinetu, 2x (0,8 x 0,45 m)		0,72	0,38
horní deska dřevěných skříňek a poliček u zadní stěny 6x (0,8 x 0,45 m), 1x (0,4 x 0,45 m)		2,34	0,38
ΣS		76,90	
ρ _{podlaha,m} dle (4.2)		0,43	
Průměrný činitel odrazu světla ρ_{v,m} [-]		S _i [m ²]	ρ _{i,m} [-] dle (4.1)
Popis povrchu			
stěna u dveří		45,03	0,64
zadní stěna		21,86	0,51
stěna s okny		45,22	0,61
přední stěna		20,93	0,64
strop		74,69	0,90
podlaha		76,90	0,43
ΣS		284,64	
ρ _{v,m} dle (4.2)		0,64	

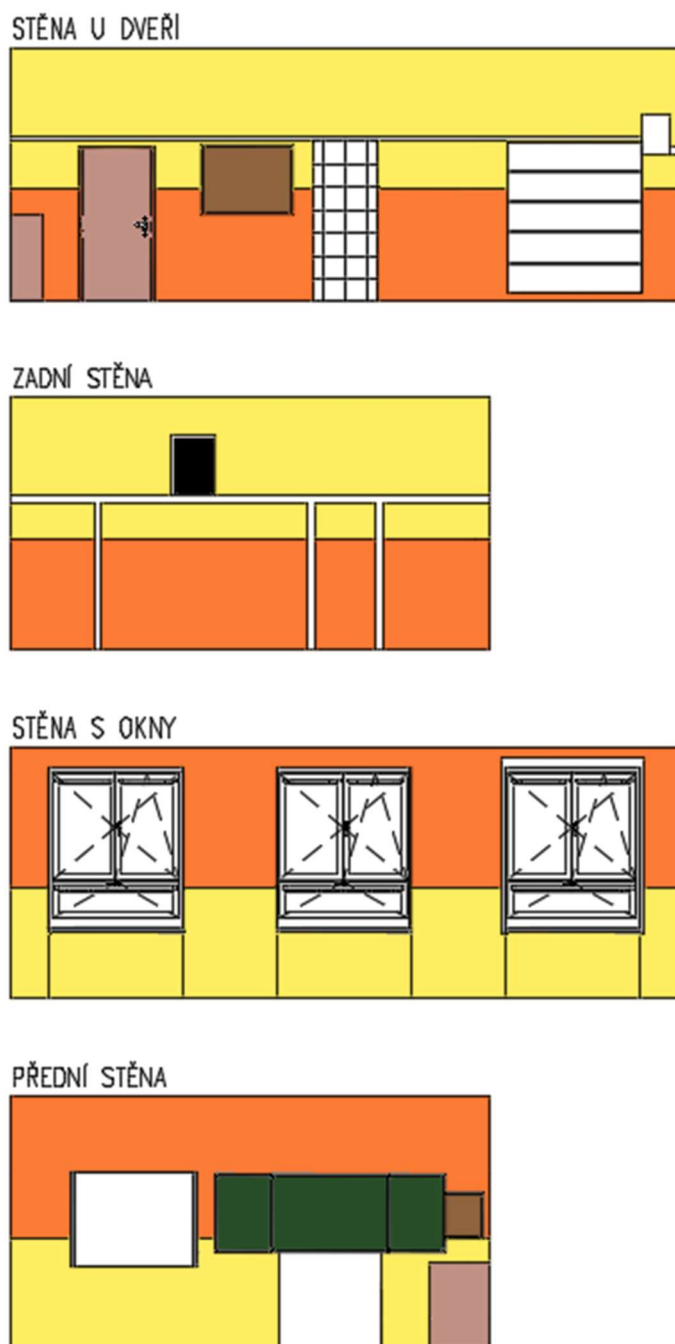
³⁰ Spodní hrana bílého povrchu na promítání je umístěna ve výšce 1,433 m nad podlahou. Promítací povrch je z části zakryt rozevřenou tabulí.

³¹ Spodní hrana magnetické nástěnky je umístěna ve výšce 1,100 m nad podlahou. Nástěnka je z části zakryta rozevřenou tabulí.

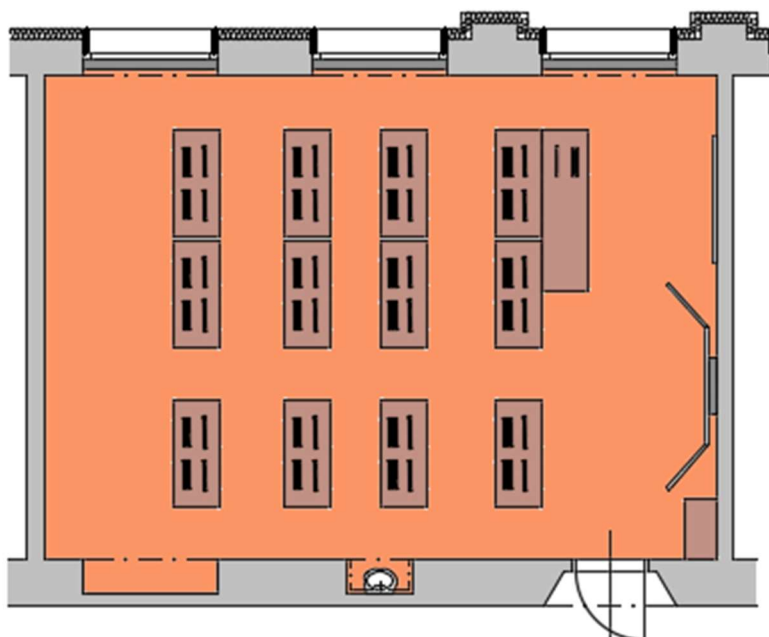
³² Spodní hrana rozevřené tabule (zelená plocha) je uvažována ve výšce 1,150 m nad podlahou.

4.5.5 Měření v učebně cizích jazyků

Popis učebny je uveden v kapitole č. 3.5.5 a jednotlivé plochy jsou schematicky zobrazeny na obrázcích č. 47 a 48.



Obr. 47 – Schematické pohledy na stěny učebny cizích jazyků



Obr. 48 – Půdorysné schéma učebny cizích jazyků

Naměřené hodnoty osvětlenosti E [lx] a jasů L [cd/m^2] jsou vypsány v tabulce č. 12 a pomocí vzorce (4.1) je z nich vypočten činitel odrazu světla ρ_i [-] u jednotlivých povrchů. Z důvodu opakovaného měření je z hodnot ρ_i [-] udělán aritmetický průměr $\rho_{i,m}$ [-]. Ověření přibližné správnosti měření bylo provedeno za pomoci vzorníků [13], [14] a tabulky ze skript [4].

Tab. 12A Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně cizích jazyků

Povrch	Barva (popis)	Činitel odrazu světla ρ [-]		Měření			$\rho_{i,m}$ [-]
		dle skript [4]	dle vzorníku [13], [14]	L [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$]	E [lx]	ρ_i [-] dle (4.1)	
omítka – horní/spodní povrch	oranžová	0,50 - 0,60	0,43	108,60	641,00	0,532	0,53
				97,29	577,00	0,530	
				111,00	653,00	0,534	
omítka – spodní/horní povrch	citronová, středně žlutá	0,50 - 0,60	0,71	140,10	654,00	0,673	0,67
				113,50	528,00	0,675	
skříňka v rohu	středně červenohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,32	41,87	380,00	0,346	0,35
				29,12	263,00	0,348	
				31,90	293,00	0,342	
dveře na chodbu	světle červenohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,41	57,52	408,00	0,443	0,44
				57,76	410,00	0,443	
rám dveří na chodbu	tmavě hnědá	0,08	0,08	4,85	122,50	0,124	0,12
				4,83	122,60	0,124	

Tab. 12B Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně cizích jazyků

nástenka – korková	světle hnědá	0,12 - 0,25	0,24	4,83	70,70	0,215	0,22
				4,86	70,70	0,216	
výklenek na umyvadlo (obklady)	bílá	0,75 - 0,80	0,84	25,53	87,00	0,922	0,93
				26,45	89,40	0,929	
				27,52	92,80	0,932	
výklenek – poličky, strop	bílá	0,75 - 0,80	0,83	28,85	101,00	0,897	0,90
				29,35	102,60	0,899	
				29,59	103,80	0,896	
elektrozvaděč v rohu	krémová	0,60 - 0,70	0,85	20,02	70,20	0,896	0,90
				19,06	66,45	0,901	
kabelový žlab rám okna kastlík na vnitřní roletu u okna (u tabule)	bílá	0,75 - 0,80	0,84	6,65	26,44	0,790	0,79
				6,74	26,78	0,791	
				6,81	27,06	0,791	
datová skříň s kabely	šedočerná	0,08 - 0,12	0,13	1,20	45,80	0,082	0,08
				1,28	44,00	0,091	
				0,76	40,90	0,058	
stůl učitel	středně červenohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,32	1,27	12,74	0,313	0,31
				1,27	12,67	0,315	
				1,26	12,50	0,317	
lavice	červenohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,22 - 0,32	3,64	45,10	0,254	0,25
				3,61	45,40	0,250	
podlaha	červenohnědá	0,31 - 0,43	0,30	5,04	61,40	0,258	0,26
				5,08	60,70	0,263	
tabule na promítání (interaktivní)	bílá	0,75 - 0,80	0,84	28,52	111,00	0,807	0,81
				28,48	110,90	0,807	
				28,48	111,20	0,805	
tabule	tmavě zelená	0,05 - 0,20	0,09	2,86	106,80	0,084	0,08
				2,89	107,00	0,085	
stožan tabule	bílá	0,75 - 0,80	0,69	12,69	52,90	0,754	0,76
				12,74	52,70	0,759	
parapet	terrazo	-	-	9,29	132,20	0,221	0,22
				9,33	129,50	0,226	
okno	sklo	0,10	-	22,01	900,00	0,077	0,08
				22,55	887,00	0,080	
				22,68	873,00	0,082	

Měření jasů v učebně cizích jazyků bylo provedeno na okně umístěném nejdále od tabule a hodnoty jednotlivých jasů bez vlivu výplně L_o [cd/m^2] a s vlivem výplně L_s [cd/m^2] jsou společně uvedeny s vypočteným činitelem τ_s [-] dle vzorce (4.3) v tabulce č. 13.

Tab. 13 Normové a dopočtené hodnoty činitele prostupu světla výplní otvoru v učebně cizích jazyků

Učebna	Normové hodnoty		Měření			$\tau_{s,prům} [-]$
	$\tau_{s,nor} [-]$	$\tau_s [-]$ dle (4.4)	$L_s (cd \cdot m^{-2})$	$L_o (cd \cdot m^{-2})$	$\tau_s [-]$ dle (4.3)	
CJ	0,92	0,78	131,60	186,60	0,71	0,71
CJ	0,92	0,78	248,05	350,40	0,71	

V následující tabulce č. 14 jsou uvedeny dopočtené hodnoty, které budou dále sloužit pro výpočet v softwaru [12] určeného pro stanovení rozložení denního osvětlení v učebně.

Tab. 14A Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně cizích jazyků, v závorkách jsou tučně zvýrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

Stěna u dveří	S_i [m ²]	$\rho_{i,m} [-]$ dle (4.1)
Popis povrchu		
omítka citronově žlutá	12,66	0,67
omítka oranžová – do výšky 1,45 m	6,81	0,53
křídlo dveří na chodbu (0,9 x 1,97 m)	1,77	0,44
tmavě hnědý rám dveří	0,97	0,12
dřevěná skříňka v rohu u dveří (0,8 x 1,13 x 0,42 m)	0,47	0,35
korková ³³ nástěnka (1,2 x 0,9 m)	1,08	0,22
výklenek ³⁴ na umyvadlo s bílými obklady včetně ploch ostění	3,60	0,93
nadpraží výklenku na umyvadlo – bílá	0,37	0,90
zapuštěná polička (1,76 x 1,97 x 0,45 m)	3,47	0,90
výklenek ³⁵ s poličkou – strop + ostění (zanedbané regály)	2,57	0,90
plastový kabelový žlab (délka 8,4 m, tloušťka 0,07 m)	0,59	0,79
elektorozvaděč ³⁶ (0,385 x 0,5 m)	0,19	0,90
ΣS	34,56	
$\rho_{s1,m}$ dle (4.2)	0,67	
Zadní stěna	S_i [m ²]	$\rho_{i,m} [-]$ dle (4.1)
Popis povrchu		
omítka citronově žlutá	10,54	0,67
omítka oranžová – do výšky 1,45 m	8,74	0,53
plastový kabelový žlab (délka 12,06 m, tloušťka 0,09 m)	1,09	0,79
datová skříň ³⁷ s kabely (0,6 x 0,8 m)	0,48	0,08
ΣS	20,85	
$\rho_{s2,m}$ dle (4.2)	0,60	

³³ Spodní hrana nástěnky je umístěna ve výšce 1,130 m nad podlahou.

³⁴ Rozměr výklenku je 0,850 x 2,080 x 0,440 m (šířka x výška x hloubka).

³⁵ Rozměr výklenku je 1,760 x 1,970 x 0,450 m (šířka x výška x hloubka), dno výklenku je o 100 mm výše než podlaha, pozn. ve výpočtu jsou zanedbány dřevěné regály.

³⁶ Spodní hrana elektorozvaděče je umístěna ve výšce 1,920 m nad podlahou.

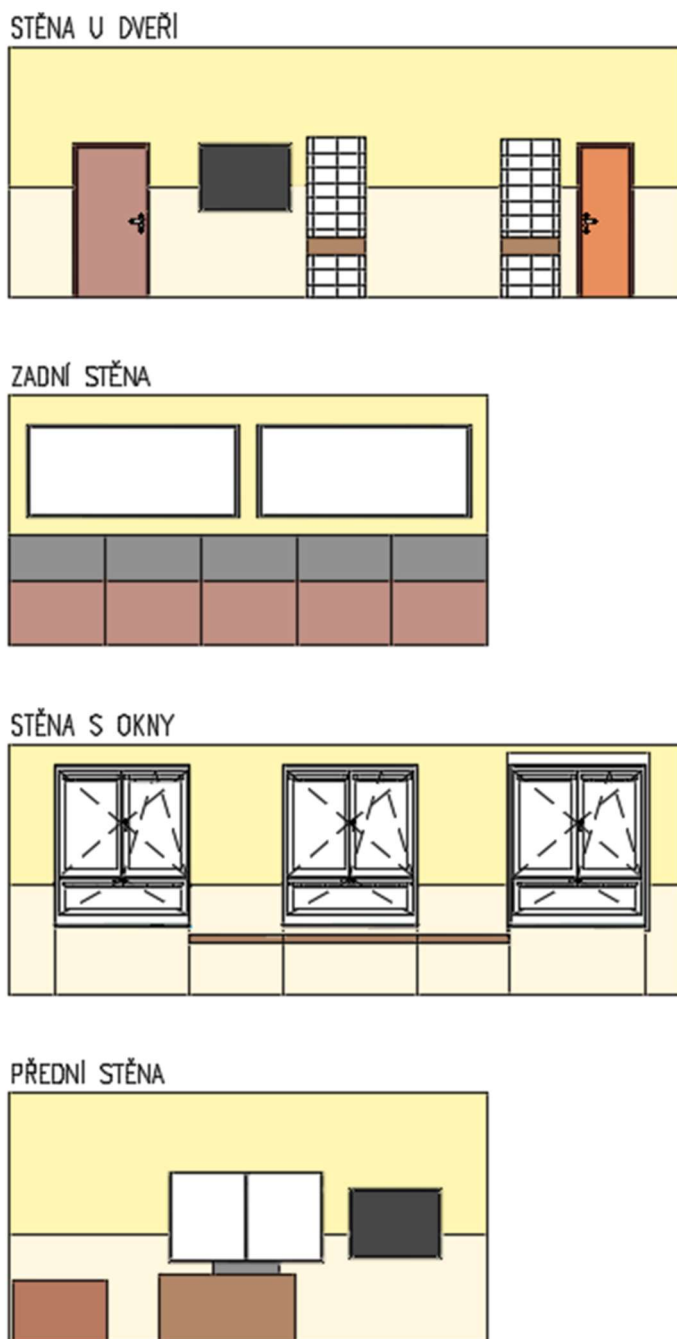
³⁷ Spodní hrana datové skříňe je umístěna ve výšce 2,010 m nad podlahou. Její hloubka nebyla ve výpočtu uvažována.

Tab. 14B Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně cizích jazyků, v závorkách jsou tučně zvýrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

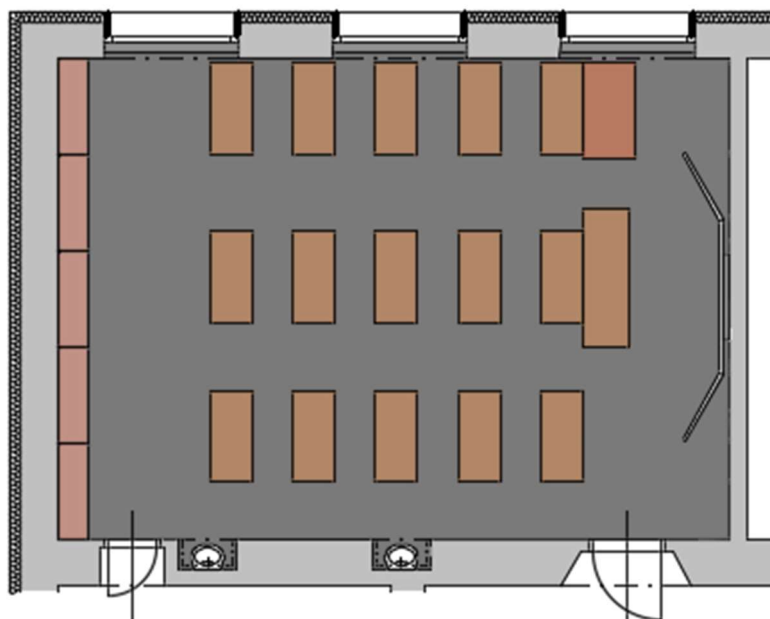
Stěna s okny		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
omítka citronově žlutá – do výšky 1,45 m		10,17	0,67
omítka oranžová		7,50	0,53
bílé rámy oken		5,12	0,79
bílý plastový kastlík na vnitřní roletu u okna nejbliže k tabuli		0,50	0,79
skla všech oken		6,04	0,08
ostění a nadpraží oken – bílé		3,93	0,90
parapety – terrazzo desky		0,21	0,22
ΣS		33,48	
$\rho_{s3,m}$ dle (4.2)		0,58	
Přední stěna		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
omítka citronově žlutá – do výšky 1,45 m		5,33	0,67
omítka oranžová		7,44	0,53
interaktivní bílá tabule na promítání (1,66 x 1,25 m)		2,08	0,81
rozevřená tmavě zelená tabule (3,025 x 1,02 m)		3,09	0,08
stojan tabule (1,355 x 1,27 m)		1,72	0,76
korková nástěnka (0,9 x 0,6 m) – spodní hrana ve výšce 1,450 m nad podlahou (z části zakrytá rozevřenou tabulí)		0,29	0,22
dřevěná skříňka v rohu u dveří (0,8 x 1,13 x 0,42 m)		0,90	0,35
ΣS		20,85	
$\rho_{s4,m}$ dle (4.2)		0,53	
Strop		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
strop – bílá omítka		55,31	0,90
ΣS		55,31	
$\rho_{strop,m}$ dle (4.2)		0,90	
Podlaha		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
podlaha – červenohnědé linoleum		44,49	0,26
zapuštěná skříň – půdorysná část		0,79	0,90
parapety – terrazzo desky		0,69	0,22
horní deska lavice, 12x (1,4 x 0,6 m)		10,08	0,25
horní deska stolu pro učitele (2,1 x 0,6 m)		1,26	0,31
horní deska dřevěné skříňky v rohu u dveří (0,8 x 0,42 m)		0,34	0,35
ΣS		57,64	
$\rho_{podlaha,m}$ dle (4.2)		0,27	
Průměrný činitel odrazu světla $\rho_{cj,m} [-]$		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
		[m ²]	dle (4.1)
stěna u dveří		34,56	0,67
zadní stěna		20,85	0,60
stěna s okny		33,48	0,58
přední stěna		20,85	0,53
strop		55,31	0,90
podlaha		57,64	0,27
ΣS		222,70	
$\rho_{cj,m}$ dle (4.2)		0,59	

4.5.6 Měření v učebně přírodopisu

Učebna je popsána v kapitole č. 3.5.6 a schématické pohledy na jednotlivé stěny a schématický půdorys jsou zobrazeny a obrázcích č. 49 a 50.



Obr. 49 – Schématické pohledy na stěny učebny přírodopisu



Obr. 50 – Půdorysné schéma učebny přírodopisu

Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 15. S využitím vzorce (4.1) byly u jednotlivých ploch stanoveny hodnoty činitele odrazu světla ρ_i [-]. Dále se aritmetickým průměrem u jednotlivých opakovaných měření ploch stanovil průměrný činitel odrazu světla $\rho_{i,m}$ [-]. Odhad činitelů odrazu světla ploch byl také stanoven ze vzorníků [13], [14] a tabulky ze skript [4].

Tab. 15A Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně přírodopisu

Povrch	Barva (popis)	Činitel odrazu světla ρ [-]		Měření			$\rho_{i,m}$ [-]
		dle skript [4]	dle vzorníku [13], [14]	L [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$]	E [lx]	ρ_i [-] dle (4.1)	
omítka – horní povrch	světle žlutá	0,60 - 0,70	0,81	23,85	83,80	0,89	0,89
				23,68	83,40	0,89	
omítka – spodní povrch	světle béžová	0,60 - 0,70	0,82	23,07	85,40	0,85	0,85
				23,14	86,40	0,84	
dveře na chodbu	světle červenohnědá, světlé dřevo	0,35 - 0,50	0,54	5,53	33,40	0,52	0,52
				5,49	33,30	0,52	
rám dveří	tmavě hnědá	0,08	0,08	0,60	19,56	0,10	0,10
				0,61	19,51	0,10	
nástenka textilní (u dveří a tabule)	středně šedá	0,35	0,28	3,79	48,10	0,25	0,25
				3,55	45,40	0,25	
výklenek s umyvadlem (obklady)	bílý, lesklý	0,75 - 0,80	0,84	19,35	63,70	0,95	0,95
				19,26	63,70	0,95	
				18,95	62,60	0,95	

Tab. 15B Změřené a dopočtené parametry pro jednotlivé povrchy v učebně přírodopisu

deska u umyvadla, stůl s PC u okna, zadní vitřina	načervenalé dřevo	0,35 - 0,50	0,34	28,76	304,00	0,30	0,30
				29,50	308,00	0,30	
dveře do kabinetu	světle žlutohnědá, dřevo	0,35 - 0,50	0,32	10,21	73,40	0,44	0,44
				10,19	73,50	0,44	
				10,29	73,60	0,44	
prosklená vitřina u zadní stěny	sklo (v pozadí šedá)	0,10	-	7,98	138,70	0,18	0,18
				8,18	137,20	0,19	
vnitřek nástěnek na zadní stěně	bílá	0,75 - 0,80	0,84	18,92	66,40	0,90	0,90
				18,85	65,90	0,90	
rám nástěnek na zadní stěně	tmavě šedá	0,15 - 0,20	0,24	5,13	71,80	0,22	0,22
				5,12	71,80	0,22	
okno	sklo	0,10	-	58,56	1907,00	0,10	0,10
				55,90	1876,00	0,09	
rám okna, kastlík na vnitřní roletu u okna (u tabule)	bílá	0,75 - 0,80	0,84	37,56	138,80	0,85	0,85
				37,29	139,20	0,84	
				37,24	138,50	0,84	
dřevěný obklad pod prostředním oknem a na pilířích	světle hnědá	0,35 - 0,50	0,30	5,65	49,00	0,36	0,36
				5,57	49,00	0,36	
parapet	terrazzo	-	-	18,14	282,00	0,20	0,21
				17,06	277,70	0,19	
				21,10	273,60	0,24	
lavice	světlé dřevo (buk)	0,35 - 0,50	0,44	21,73	171,40	0,40	0,40
				22,18	174,60	0,40	
stůl pro učitele	načervenalé dřevo	0,35 - 0,50	0,34	17,82	174,10	0,32	0,32
				17,38	169,90	0,32	
tabule	bílá	0,75 - 0,80	0,84	27,41	102,30	0,84	0,84
				27,86	103,30	0,85	
stojan tabule	světle šedá	0,40 - 0,60	0,37	7,39	73,10	0,32	0,32
				7,48	72,90	0,32	
strop	bílá	0,75 - 0,80	0,84	59,61	264,00	0,71	0,71
				58,88	261,10	0,71	
				56,96	254,60	0,70	
podlaha	středně šedá	0,35	0,24	17,24	182,70	0,30	0,29
				16,01	173,10	0,29	
				16,18	175,60	0,29	

Měření jasů v učebně přírodopisu bylo provedeno na okně umístěném nejbližší k tabuli a hodnoty jednotlivých jasů bez vlivu výplně L_o [cd/m^2] a poté s vlivem výplně L_s [cd/m^2] jsou uvedeny i s vypočteným činitelem τ_s [-] dle vzorce (4.3) v tabulce č. 16.

Tab. 16 Normové a dopočtené hodnoty činitele prostupu světla výplní otvoru v učebně přírodopisu

Učebna	Normové hodnoty		Měření			$\tau_{s,prům} [-]$
	$\tau_{s,nor} [-]$	$\tau_s [-]$ dle (4.4)	$L_s (cd \cdot m^{-2})$	$L_o (cd \cdot m^{-2})$	$\tau_s [-]$ dle (4.3)	
Př	0,92	0,78	349,30	506,40	0,69	0,69
Př	0,92	0,78	351,30	507,30	0,69	

V následující tabulce č. 17 jsou uvedeny dopočtené hodnoty, které budou dále sloužit pro výpočet v softwaru [12] určeného pro stanovení rozložení denního osvětlení v učebně.

Tab. 17A Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně přírodopisu, v závorkách jsou tučně zvýrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

Stěna u dveří		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
omítka světle žlutá		13,70	0,89
omítka světle béžová – do výšky 1,43 m		7,55	0,85
křídlo dveří na chodbu (0,9 x 1,97 m)		1,77	0,52
křídlo dveří do kabinetu (0,64 x 0,97 m)		1,26	0,44
tmavě hnědé rámy dveří		1,89	0,10
textilní ³⁸ nástěnka (1,2 x 0,9 m)		1,08	0,25
výklenky ³⁹ na umyvadla s bílými obklady včetně ploch ostění		6,06	0,95
nadpraží výklenků s umyvadlem – bílé		0,59	0,71
dřevěné krycí desky umyvadel, 2x (0,77 x 0,22 m)		0,34	0,30
ΣS		34,25	
$\rho_{s1,m}$ dle (4.2)		0,78	
Zadní stěna		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
omítka světle žlutá		4,67	0,89
vitrína – prosklená část, 5x (1,26 x 0,6 x 0,41 m)		3,78	0,18
vitrína – dřevěná část, 5x (1,26 x 0,855 x 0,41 m)		5,39	0,30
výplň nástěnek "ŘÍŠE ROSTLINY, ŽIVOČIHOVÉ", 2x (2,7 x 1,13 m)		6,10	0,90
šedý rám ⁴⁰ nástěnek "ŘÍŠE ROSTLINY, ŽIVOČIHOVÉ" (tloušťka 0,05 m)		0,79	0,22
ΣS		20,73	
$\rho_{s2,m}$ dle (4.2)		0,58	
Stěna s okny		S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu		[m ²]	dle (4.1)
omítka světle žlutá		7,53	0,89
omítka světle béžová – do výšky 1,43 m		9,71	0,85
ostění a nadpraží oken – bílé		3,93	0,71
plastové rámy oken		5,11	0,85
bílý plastový kastlík na vnitřní roletu u okna nejbližší k tabuli		0,50	0,85
skla všech oken		6,04	0,10

³⁸ Spodní hrana nástěnky je umístěna ve výšce 1,120 m nad podlahou.

³⁹ Rozměr výklenku bližší k tabuli je 0,766 x 2,098 x 0,384 m, druhý výklenek je o rozměrech 0,773 x 2,065 x 0,384 m (šířka x výška x hloubka).

⁴⁰ Spodní hrana rámu nástěnek je umístěna ve výšce 1,679 m nad podlahou.

Tab. 17B Vypočtené hodnoty průměrného činitele odrazu světla v učebně přírodopisu, v závorkách jsou tučně zvýrazněny pohledové rozměry u daného povrchu

parapety – terrazzo deska	0,21	0,21
dřevěný obklad ⁴¹ ve spodní části stěny (délka 4,21 m, tloušťka 0,1 m)	0,42	0,36
ΣS	33,46	
$\rho_{s3,m}$ dle (4.2)	0,70	
Přední stěna	S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu	[m ²]	dle (4.1)
omítka světle žlutá	9,36	0,89
omítka světle béžová – do výšky 1,43 m	5,09	0,85
stůl s PC (1,25 x 0,81 x 0,67 m)	1,01	0,30
stůl pro učitele (1,8 x 0,91 x 0,6 m)	1,64	0,32
část šedého stojanu tabule – do výšky 0,91 m zakrytý stolem pro učitele	0,12	0,32
zavřená bílá tabule ⁴² na fixy (2,02 x 1,2 m)	2,42	0,84
textilní nástěnka (1,2 x 0,9 m)	1,08	0,25
ΣS	20,73	
$\rho_{s4,m}$ dle (4.2)	0,76	
Strop	S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu	[m ²]	dle (4.1)
strop – bílá omítka	55,63	0,71
ΣS	55,63	
$\rho_{strop,m}$ dle (4.2)	0,71	
Podlaha	S_i	$\rho_{i,m} [-]$
Popis povrchu	[m ²]	dle (4.1)
podlaha – šedé linoleum	41,71	0,29
dřevěné krycí desky umyvadel	0,59	0,30
parapety – terrazzo desky	0,69	0,21
horní deska lavice, 15x (1,2 x 0,55 m)	9,90	0,40
horní deska stolu s PC (1,25 x 0,67 m)	0,84	0,30
horní deska stolu pro učitele (1,8 x 0,6 m)	1,08	0,32
dřevěná deska vitríny u zadní stěny, 5x (1,26 x 0,41 m)	2,58	0,30
ΣS	57,38	
$\rho_{podlaha,m}$ dle (4.2)	0,31	
Průměrný činitel odrazu světla $\rho_{př,m} [-]$	S_i	$\rho_{i,m} [-]$
	[m ²]	dle (4.1)
stěna u dveří	34,25	0,78
zadní stěna	20,73	0,58
stěna s okny	33,46	0,70
přední stěna	20,73	0,76
strop	55,63	0,71
podlaha	57,38	0,31
ΣS	222,18	
$\rho_{př,m}$ dle (4.2)	0,61	

⁴¹ Spodní hrana dřevěného obkladu je umístěná ve výšce 0,685 m nad podlahou.

⁴² Spodní hrana zavřené tabule (bílá plocha) je uvažována ve výšce 1,050 m nad podlahou.

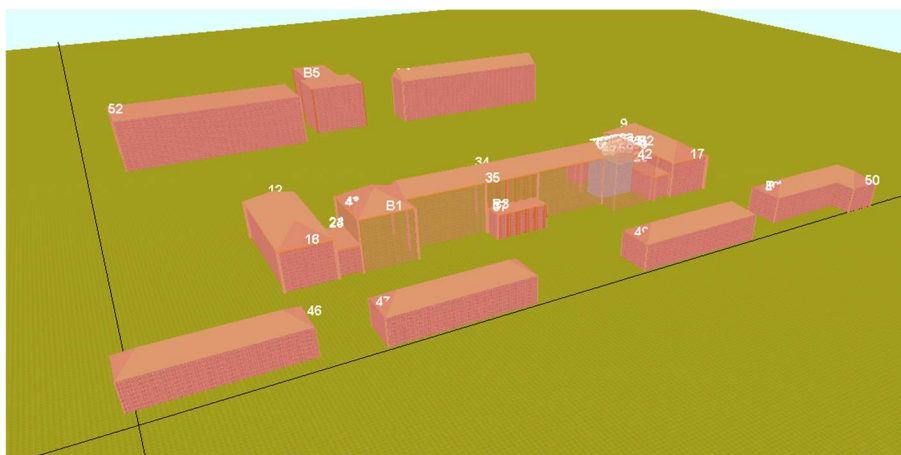
5. Výpočet denního osvětlení

Rozložení denního světla v místnosti bylo stanoveno výpočetním softwarem SVĚTLO+ [12]. Do programu byly zadány hodnoty činitele odrazu světla jednotlivých stěn, stropů a podlah všech učeben, které byly získány vlastním měřením a následně dopočteny v kapitole č. 4. Všechny parametry vstupující do výpočtu jsou uvedeny v následující kapitole.

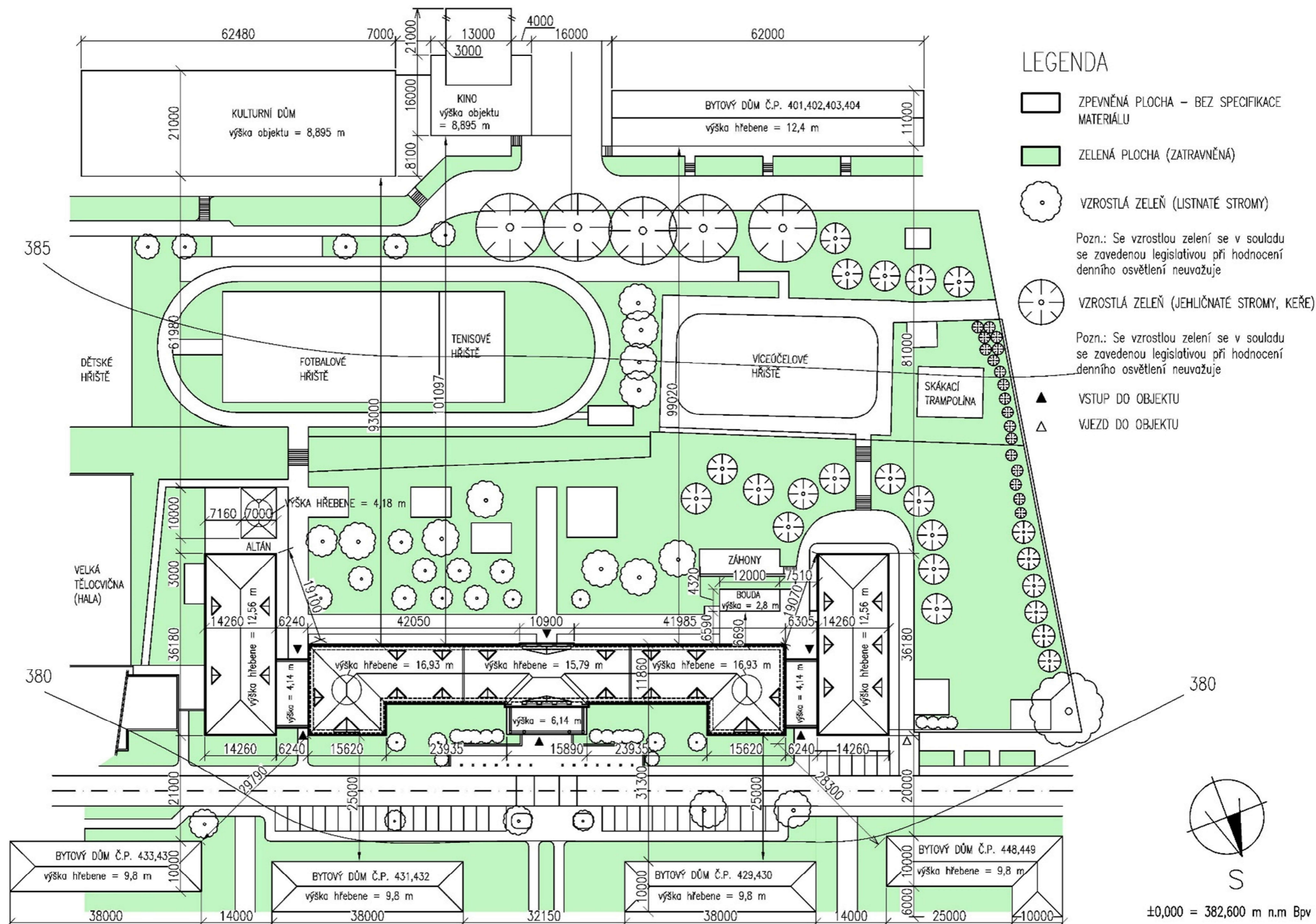
5.1 Popis výpočetního modelu

Výpočetní model byl sestaven ve zmíněném softwaru [12] s pomocí DXF podkladů schématických půdorysů základní školy vytvořených v programu AutoCad 2018. V okolí hodnocené budovy byly vymodelovány stínící objekty, které by mohly ovlivnit výsledné rozložení světla v posuzovaných učebnách. Výšky těchto objektů byly stanoveny buď z projektových dokumentací [16], které byly pro účely diplomové práce zapůjčeny stavebním úřadem, nebo odhadem či měřením na místě. Situace stínících objektů v měřítku 1:750 je uvedena na následující straně na obrázku č. 52. Dále model uvažuje s možným stíněním z jižní strany kopcem, který byl zadán pomocí funkce zástěna s výškou stanovenou pomocí Google Maps [17].

Úroveň $\pm 0,00$ m byla v softwaru [12] zvolena v učebně dílen v 1. podzemním podlaží s hodnotou výškové kóty $- 3,66$ m. Všechny stínící objekty byly o tuto hodnotu zvětšeny, aby model odpovídal skutečné situaci.



Obr. 51 – Model budovy hodnocení základní školy v programu SVĚTLO+ [12]



Obr. 52 – Situace stínících objektů pro hodnocenou základní školu (M 1:750)

5.1.1 Čistá plocha zasklení

Čisté plochy zasklení byly vypočteny na základě skutečně naměřených rozměrů oken v jednotlivých učebnách. Podrobné rozměry oken jsou uvedeny v kapitole č. 3. Výpočet je proveden pomocí vzorce:

$$\tau_k = \frac{A_s}{A_c}, \quad (5.1)$$

kde τ_k [-] je činitel zohledňující vliv neprůsvitných konstrukcí okna, A_s [m²] je plocha zasklení a A_c [m²] je celková plocha okna. V následující tabulce č. 18 jsou uvedeny hodnoty v jednotlivých učebnách.

Tab. 18 Poměr čisté plochy zasklení jednotlivých okenního otvorů v hodnocených učebnách

Učebna	Rozměry okna	A_c [m ²]	A_s [m ²]	τ_k [-] dle (5.1)
Dílňy	1,450 x 1,310 m	1,90	0,99	0,52
Dílňy	1,450 x 0,835 m	1,21	0,51	0,43
Chemie	1,753 x 2,050 m	3,59	2,01	0,56
Fyzika	1,753 x 1,995 m	3,50	2,01	0,58
Výtvarná výchova	1,753 x 2,050 m	3,59	2,01	0,56
Cizí jazyky	1,753 x 2,055 m	3,60	2,01	0,56
Přírodopis	1,753 x 2,055 m	3,60	2,01	0,56

5.1.2 Činitel znečištění osvětlovacího otvoru

Z důvodu snížení prostupu světla přes čirou výplň okenního otvoru vlivem znečištění jsou zavedeny hodnoty činitele znečištění výplně pro budovu základní školy dle normy ČSN 73 0580-1 [2]. S ohledem na lokalitu a sklon osvětlovacího otvoru je hodnota činitele znečištění ve všech učebnách kromě učebny dílen uvažována pro vnitřní povrch $\tau_{z,i} = 0,95^{43}$ a vnější povrch $\tau_{z,e} = 0,95^{44}$.

Z důvodu většího znečištění oken učebny dílen, které se nacházejí v úrovni přilehlého trávníku a komunikace je hodnota činitele znečištění pro vnější povrch $\tau_{z,e} = 0,85$, což odpovídá hodnotě velkého znečištění pro svislý osvětlovací otvor.

⁴³ Hodnota činitele vnitřního znečištění $\tau_{z,i}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou malého znečištění dle ČSN 73 0580-1 [2].

⁴⁴ Hodnota činitele vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$ pro svislé otvory je uvažována hodnotou středního znečištění dle ČSN 73 0580-1 [2].

Hodnota $\tau_{z,i}$ je uvažována se středním znečištěním pro svislý osvětlovací otvor o hodnotě 0,85.

5.1.3 Stínící překážky

Jas stínící překážky je uvažován dle normy [2] o hodnotě $k_y = 0,1$ a je tedy desetinou jasu oblohy, kterou překážka zastíňuje.

5.2 Vyhodnocení jednotlivých učeben

Ve všech učebnách proběhl výpočet rozložení denního světla v pravidelné síti kontrolních bodů se zvolenými parametry popsány v předchozích kapitolách. Krajiní osy sítě byly vzdáleny 0,5 m od stěn dle ČSN EN 17037 [1] a následně 1 m od stěn dle ČSN 73 0580-1 [2]. Po výpočtu bylo dle [1] vyhodnoceno, zda kontrolní body v 50 % plochy splňují podmínku $D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$ a v 95% plochy $D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$. Dále byl proveden výpočet dle [2] a sestrojením izofoty⁴⁵ se vymezil funkční prostor, který splňuje podmínku hodnoty činitele denní osvětlenosti $D \geq 1,5 \%$ dle ČSN 73 0580-3 [3]. Pomocí vztahu (1.3) uvedeného v kapitole č. 1.4 byla vypočítána rovnoměrnost denního osvětlení U [-]. S ohledem na zařazení všech učeben do tříd zrakové činnosti IV má být její hodnota rovna minimálně 0,2 (viz kapitola 2.2).

Posledním vyhodnoceným kritériem byla poměrná pozorovací vzdálenost p_v [-], která je blíže popsána v kapitole č. 1.3. Pro třídu zrakové činnosti IV nabývá hodnot v rozmezí 500 až 1000. Ve většině učeben byla stanovena pozorovací vzdálenost P [mm] od povrchu tabule určeného na křídly i na fixy. Výpočet byl proveden dle vztahu (1.2) a kritický detail d [mm] byl pro povrch tabule na křídly uvažován o hodnotě 10 mm a pro povrch tabule na fixy byl o hodnotě 5 mm. Tyto hodnoty byly uvažovány pro všechny učebny jednotně a vycházejí ze skutečně naměřených hodnot na tabuli v učebně výtvarné výchovy.

⁴⁵ Izofota je spojnice minimálních hodnot činitele denní osvětlenosti D [%], která vymezuje funkční prostor se splněným legislativním požadavkem.

5.2.1 Učebna dílen

Tabulka č. 19 obsahuje vstupní parametry zadané do programu SVĚTLO+ [12].

Tab. 19 Vstupní parametry z učebny dílen pro výpočet v softwaru [12]

Učebna dílen			
Veličina		Označení	Hodnota
Činitel odrazu světla povrchu	stěna u dveří	$\rho_{s1,m}$	0,70
	zadní stěna	$\rho_{s2,m}$	0,72
	stěna s okny	$\rho_{s3,m}$	0,79
	přední stěna	$\rho_{s4,m}$	0,70
	podlaha	$\rho_{podlaha,m}$	0,20
	strop	$\rho_{strop,m}$	0,85
Činitel prostupu světla výplní		τ_s	0,77
Čistá plocha zasklení		$\tau_{k,1}$	0,52
		$\tau_{k,2}$	0,43
Činitel znečištění	vnitřní povrch	$\tau_{z,i}$	0,85
	vnější povrch	$\tau_{z,e}$	0,85
Činitel jasu stínící překážky		k_y	0,10

Ve výpočetním modelu byly v prostoru učebny dílen vymodelovány sloupy pomocí funkce zástěna. Jejich skutečné rozměry a vzdálenosti od jednotlivých stěn v učebně byly převzaty ze schématického půdorysu v kapitole 3.5.1.

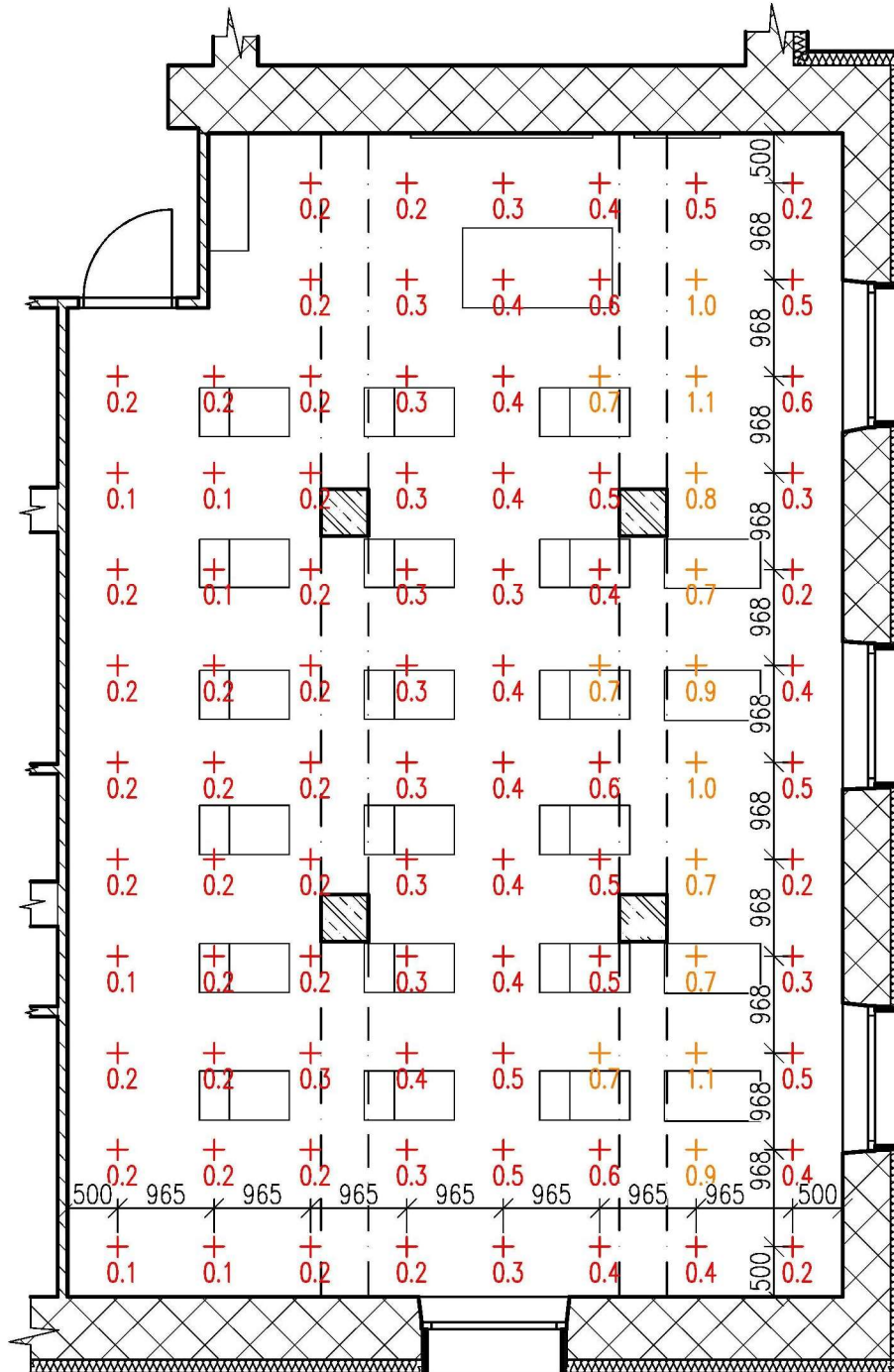
5.2.1.1 Rozložení denního světla v učebně dílen

Výsledné hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%] v kontrolní síti bodů ve výšce srovnávací roviny 0,850 m nad podlahou jsou vypočteny dle zmíněných norem [1], [2] a zobrazeny na následujících obrázcích č. 53 a 54.

Při výpočtu dle normy [1] jsou hodnoty činitele denní osvětlenosti splňující podmínku $D \geq 2,0$ % vyznačeny zelenou barvou. Hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%], které jsou menší než 0,7 % jsou vyznačeny červenou barvou. Všechny ostatní hodnoty D [%] jsou vyznačeny oranžovou barvou.

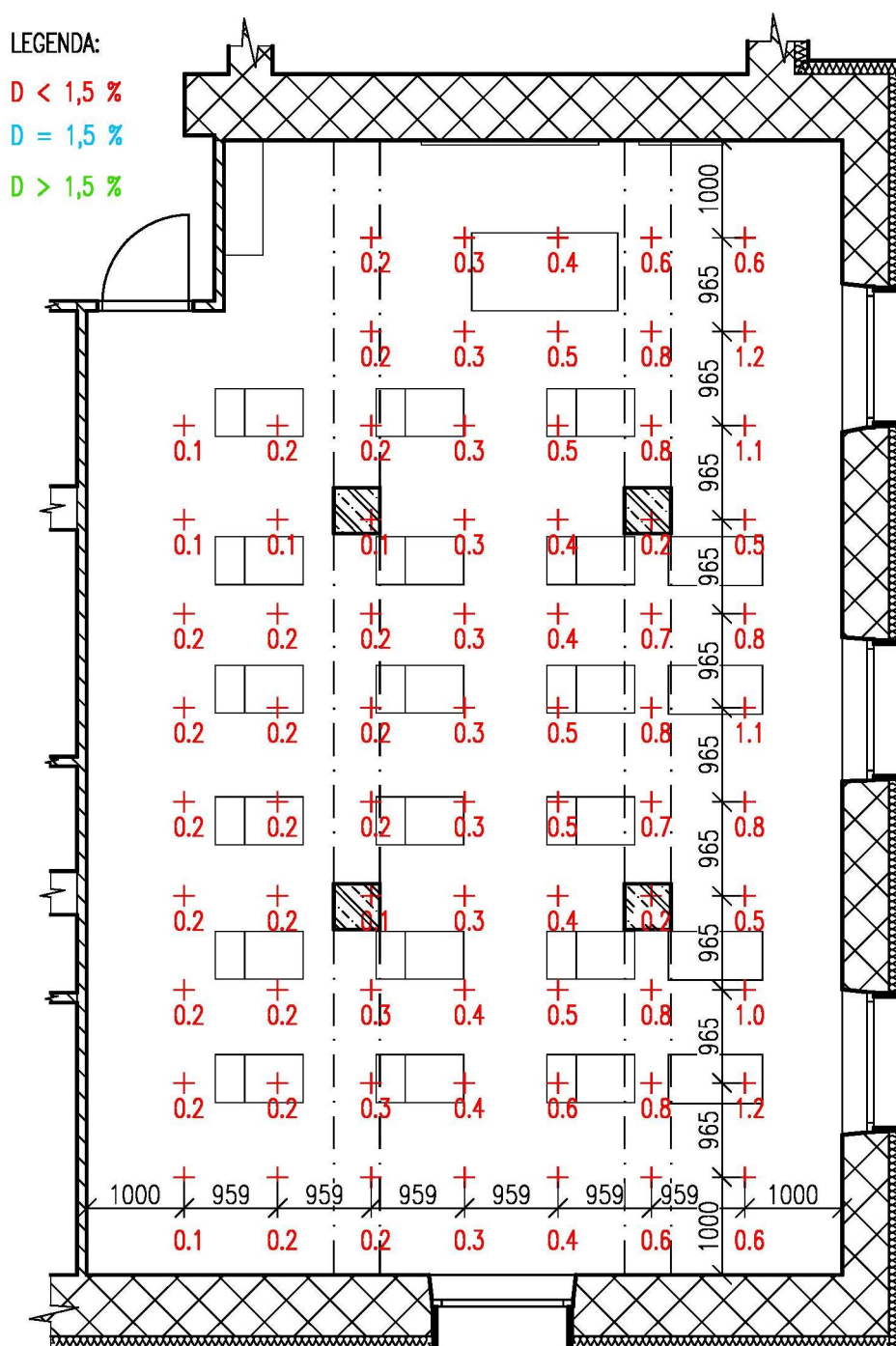
LEGENDA:

- $D < 0,7 \%$
- $0,7 \% \leq D < 2,0 \%$
- $D \geq 2,0 \%$



Obr. 53 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně dle ČSN EN 17037 [1] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.1

Při výpočtu dle normy [2] jsou zeleně označeny hodnoty činitele denní osvětlenosti $D > 1,5 \%$. Hodnoty činitele denní osvětlenosti $D < 1,5 \%$ jsou označeny červenou barvou. Spojnice modrých hodnot činitele denní osvětlenosti $D = 1,5 \%$ vymezuje funkční prostor, na kterém je dle ČSN 73 0580-3 [3] splněn požadavek $D \geq 1,5 \%$.



Obr. 54 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně dílen dle ČSN 73 0580-1 [2] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.2

5.2.1.2 Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně dílen

Minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{min} [%] a maximální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{max} [%] dle ČSN EN 17037 [1] a ČSN 73 0580-1 [2] jsou převzaty z obrázků č. 53 a 54.

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení:

a) v celém prostoru

$$D_{min} = 0,1 \% \text{ dle [1]}$$

$$D_{max} = 1,1 \% \text{ dle [1]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,1/1,1 = 0,09 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$D_{min} = 0,1 \% \text{ dle [2]}$$

$$D_{max} = 1,2 \% \text{ dle [2]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,1/1,2 = 0,08 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

b) ve funkčně vymezeném prostoru

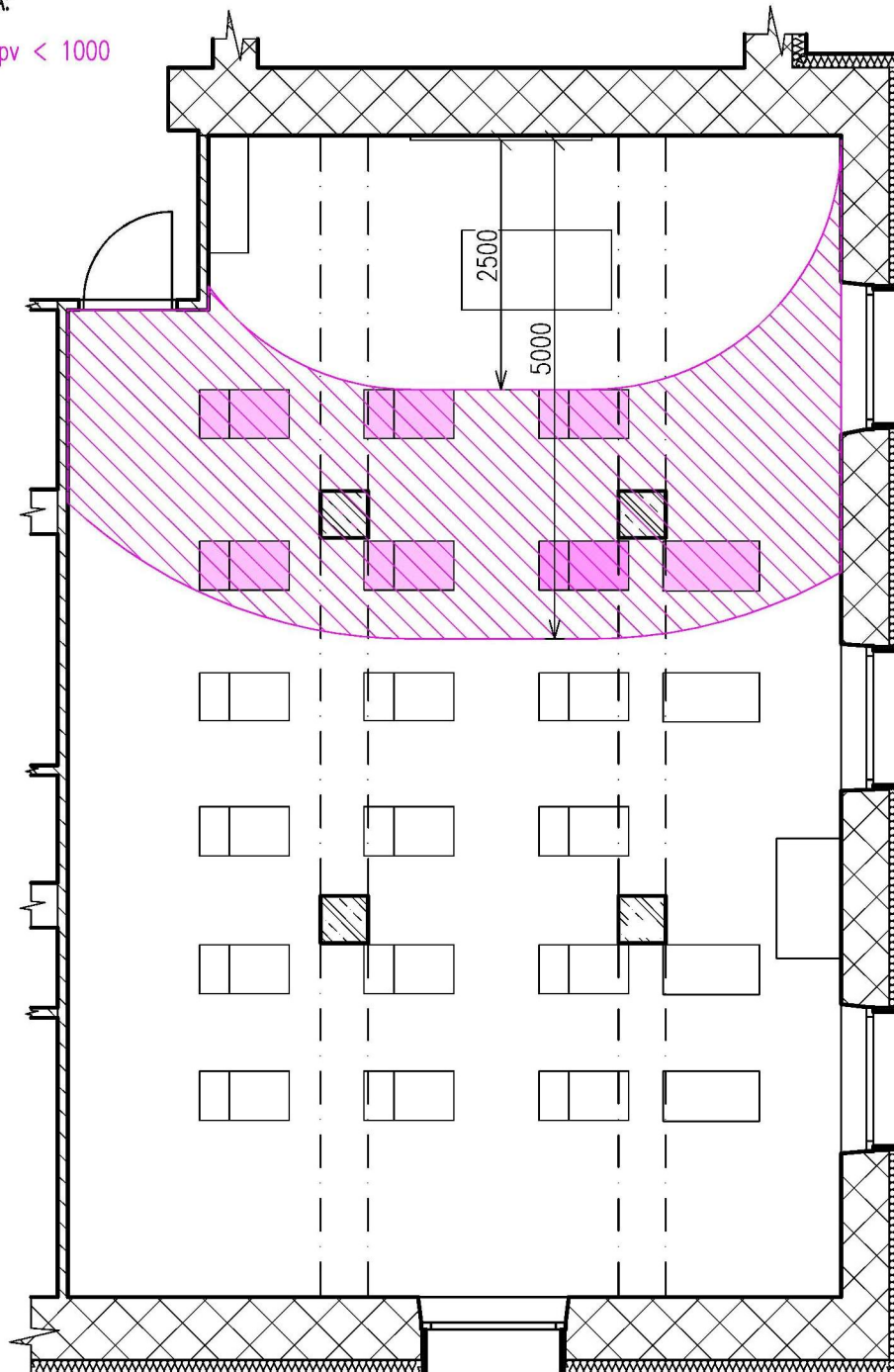
V učebně dílen nelze funkčně vymežit prostor z důvodu nízkých hodnot činitele denní osvětlenosti D [%].

5.2.1.3 Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně dílen

V učebně dílen je zavěšena pouze bílá tabule na fixy. Vyhodnocení poměrné pozorovací vzdálenosti p_v [-] je zobrazeno na následujícím obrázku č. 55. Hodnota kritického detailu byla zvolena $d = 5$ mm pro povrch tabule na fixy (více v kapitole 5.2). Fialově šrafovaná plocha udává rozsah poměrné pozorovací vzdálenosti p_v [-] od 500 až 1000 určený pro třídu zrakové činnosti IV dle [2]. V lavicích, které jsou podbarveny fialovou barvou, umístěných ve vyhovující oblasti poměrné pozorovací vzdálenosti mají žáci v učebně nejlepší zrakové podmínky.

LEGENDA:

$500 < p_v < 1000$



Obr. 55 – Oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností v učebně dílen při velikosti kritického detailu $d = 5 \text{ mm}$ pro bílý povrch tabule určený na psaní fixou (M 1:75)

5.2.1.4 Vyhodnocení učebny dílen

Učebna dílen je z hlediska hodnocení rozložení denního světla nevyhovující v celém prostoru. Dle ČSN EN 17037 [1] bylo vyhodnoceno, že první podmínka $D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$ nebyla splněna ani v jednom z bodů a druhá podmínka $D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$ byla splněna pouze na 14,1 % plochy, což je menší než požadovaných 95 %.

Požadavek na vyhovující denní osvětlení nebyl dosažen ani při výpočtu dle normy ČSN 73 0580-1 [2] a následném vyhodnocení dle ČSN 73 0580-3 [3], a to v celém ani funkčně vymezeném prostoru.

Rovnoměrnost denního osvětlení U [-], omezená minimální hodnotou 0,2, nebyla dle [1] ani [2] z důvodu příliš nízkých hodnot činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně dílen splněna.

Přes výpočet poměrné pozorovací vzdálenosti ρ_v [-] bylo zjištěno, že nejlepší zrakové podmínky pro psaní či čtení textu z povrchu tabule na fixy v učebně dílen mají žáci sedící ve fialově vyznačených lavicích na obrázku č. 55. Lavice umístěné za sloupy mohou mít v některých částech zorného pole při čtení z tabule i přes vyhovující ρ_v [-] zhoršené podmínky.

5.2.2 Učebna chemie

Tabulka č. 20 obsahuje vstupní parametry zadané do programu SVĚTLO+ [12].

Tab. 20 Vstupní parametry z učebny chemie pro výpočet v softwaru [12]

Učebna chemie			
Veličina		Označení	Hodnota
Činitel odrazu světla povrchu	stěna u dveří	$\rho_{s1,m}$	0,73
	zadní stěna	$\rho_{s2,m}$	0,75
	stěna s okny	$\rho_{s3,m}$	0,65
	přední stěna	$\rho_{s4,m}$	0,57
	podlaha	$\rho_{podlaha,m}$	0,38
	strop	$\rho_{strop,m}$	0,88
Činitel prostupu světla výplní		τ_s	0,695
Čistá plocha zasklení		τ_k	0,56
Činitel znečištění	vnitřní povrch	$\tau_{z,i}$	0,95
	vnější povrch	$\tau_{z,e}$	0,90
Činitel jasu stínící překážky		k_y	0,10

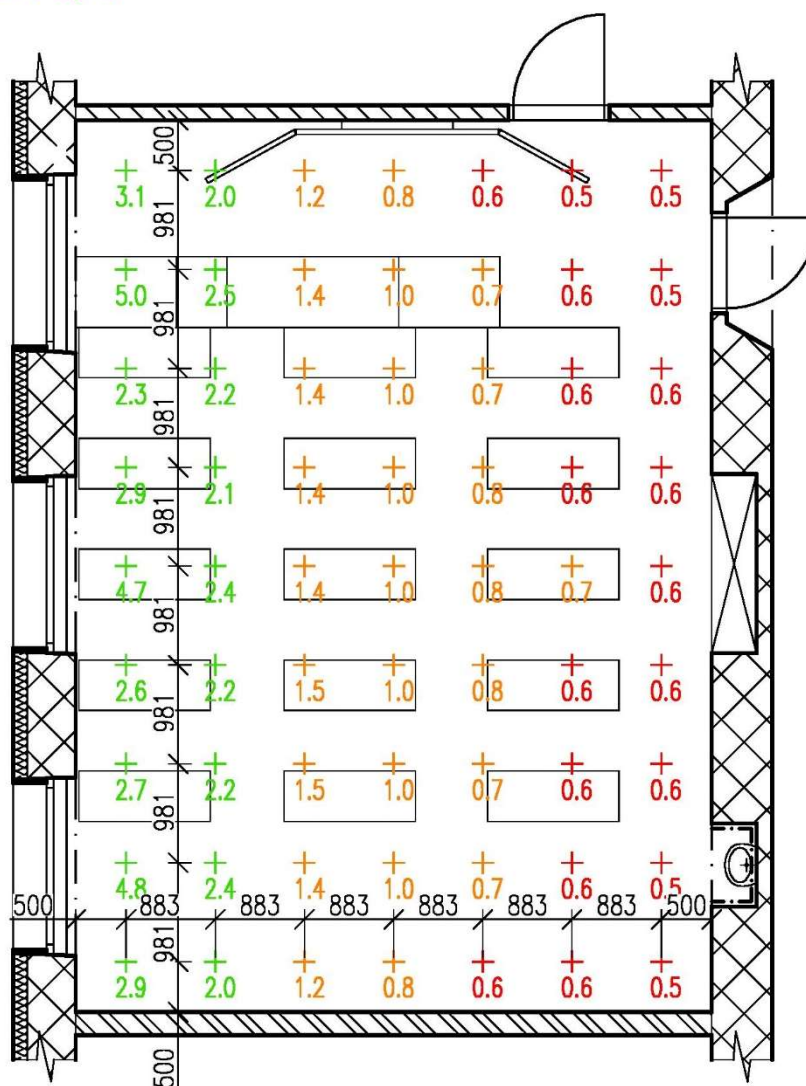
5.2.2.1 Rozložení denního světla v učebně chemie

Výsledné hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%] jsou vypočteny dle zmíněných norem [1], [2] a zobrazeny na následujících obrázcích č. 56 a 57. Srovnávací rovina je uvažována ve výšce 0,850 m nad podlahou.

Při výpočtu dle normy [1] jsou hodnoty činitele denní osvětlenosti splňující podmínku $D \geq 2,0 \%$ vyznačeny zelenou barvou. Hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%], které jsou menší než $0,7 \%$ jsou vyznačeny červenou barvou. Všechny ostatní hodnoty D [%] jsou vyznačeny oranžovou barvou.

LEGENDA:

- $D < 0,7 \%$
- $0,7 \% \leq D < 2,0 \%$
- $D > 2,0 \%$



Obr. 56 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně chemie dle ČSN EN 17037 [1] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.3

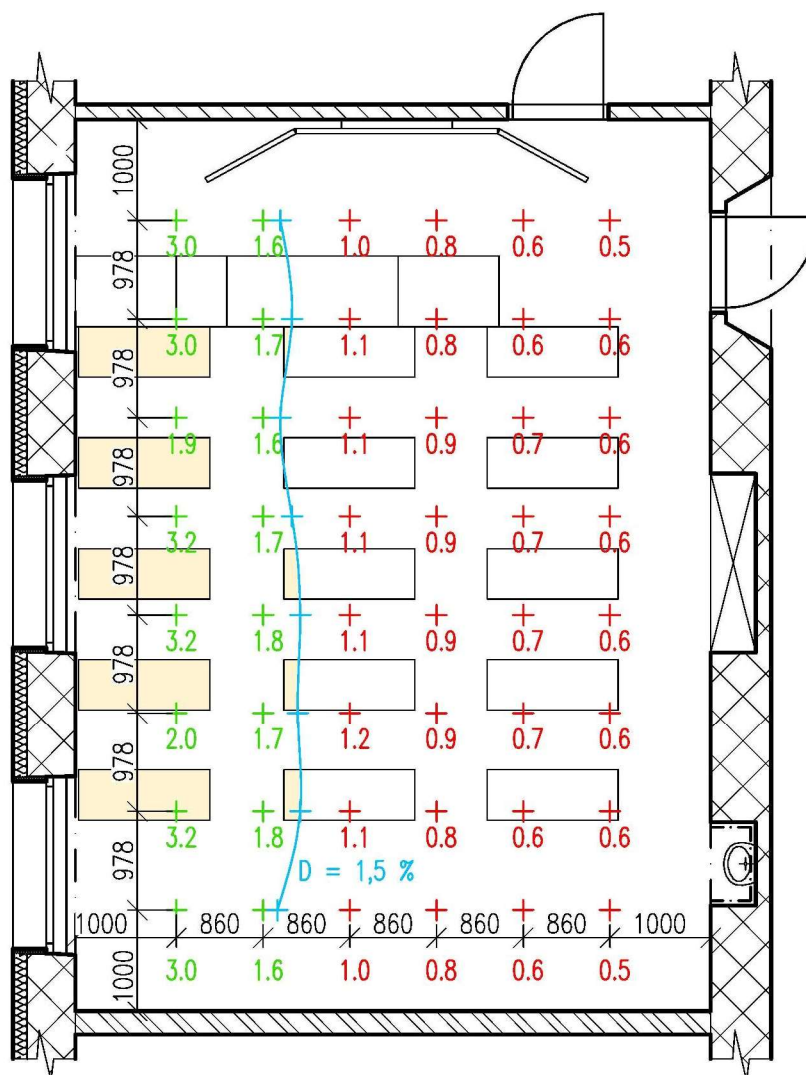
Při výpočtu dle normy [2] jsou zeleně označeny hodnoty činitele denní osvětlenosti $D > 1,5 \%$. Hodnoty činitele denní osvětlenosti $D < 1,5 \%$ jsou označeny červenou barvou. Spojnice modrých hodnot činitele denní osvětlenosti $D = 1,5 \%$ vymezuje funkční prostor, na kterém je dle ČSN 73 0580-3 [3] splněn požadavek $D \geq 1,5 \%$.

LEGENDA:

$D < 1,5 \%$

$D = 1,5 \%$

$D > 1,5 \%$



Obr. 57 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně chemie dle ČSN 73 0580-1 [2] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.4

5.2.2.2 Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně chemie

Minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{min} [%] a maximální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{max} [%] dle ČSN EN 17037 [1] a ČSN 73 0580-1 [2] jsou převzaty z obrázků č. 56 a 57.

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení:

a) v celém prostoru

$$D_{min} = 0,5 \% \text{ dle [1]}$$

$$D_{max} = 5,0 \% \text{ dle [1]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,5/5,0 = 0,10 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$D_{min} = 0,5 \% \text{ dle [2]}$$

$$D_{max} = 3,2 \% \text{ dle [2]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,5/3,2 = 0,16 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

b) ve funkčně vymezeném prostoru

$$D_{min} = 1,5 \% \text{ dle [2]}$$

$$D_{max} = 3,2 \% \text{ dle [2]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 1,5/3,2 = 0,47 > 0,20 \quad \text{VYHOVUJE}$$

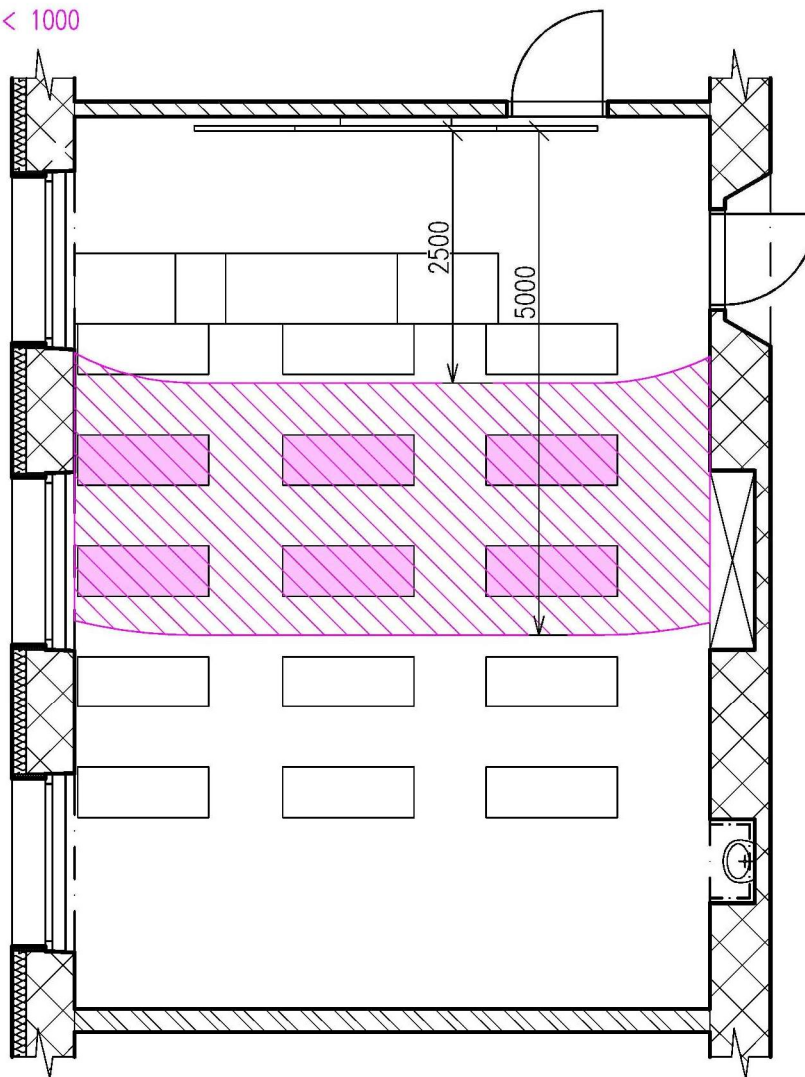
5.2.2.3 Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně chemie

V učebně chemie je umístěna tabule na fixy i křídly. Vyhodnocení poměrně pozorovací vzdálenosti p_v [-] je zobrazeno na následujících obrázcích č. 58 a 59. Pro povrch tabule na fixy byla hodnota kritického detailu zvolena $d = 5$ mm a pro povrch tabule na křídly hodnota $d = 10$ mm (více v kapitole 5.2).

Fialově či zeleně šrafovaná plocha udává oblast s vyhovující poměrnou pozorovací vzdáleností p_v [-] od 500 až 1000 určenou pro třídu zrakové činnosti IV dle [2]. V lavicích ve vyznačené oblasti, podbarvených fialově pro povrch tabule na fixy, a zeleně pro povrch tabule na křídly, mají žáci v učebně nejlepší zrakové podmínky.

LEGENDA:

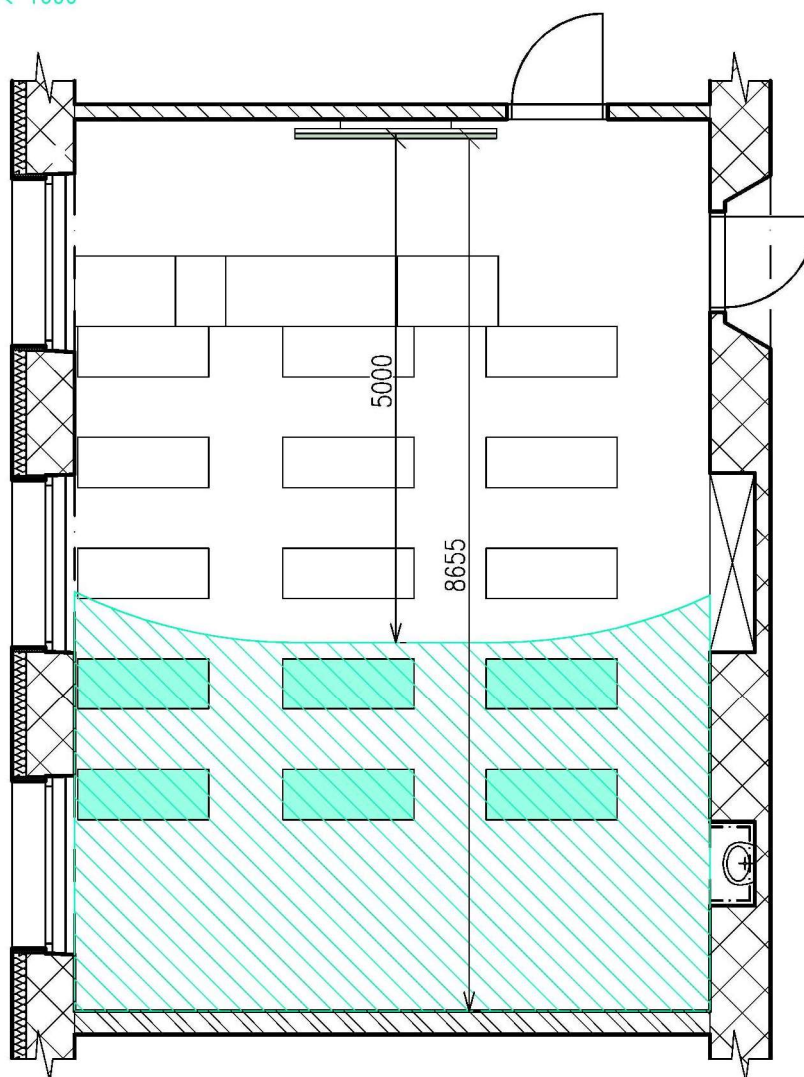
500 < p_v < 1000



Obr. 58 – Oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností v učebně chemie při velikosti kritického detailu $d = 5$ mm pro bílý povrch tabule určený na psaní fixou (M 1:75)

LEGENDA:

500 < p_v < 1000



Obr. 59 – Oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností v učebně chemie při velikosti kritického detailu $d = 10 \text{ mm}$ pro zelený povrch tabule určený na psaní křídou (M 1:75)

5.2.2.4 Vyhodnocení učebny chemie

Dle ČSN 17037 [1] bylo vyhodnoceno (obr. 56), že první podmínka $D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$ byla splněna na 28,6 % plochy a druhá podmínka $D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$ byla splněna na 69,8 % plochy. Jelikož jsou oba zmíněné výsledky nižší než požadavek normy [1] je celý prostor z hlediska denního osvětlení nevyhovující. Požadavek na vyhovující denní osvětlení byl dosažen při výpočtu dle ČSN 73 0580-1 [2] a následném vyhodnocení dle ČSN 73 0580-3 [3] zhruba v 1/3 učebny. Výsledek je možné vidět na obr. 57. Prostor s hodnotou činitele denní osvětlenosti $D \geq 1,5 \%$ je funkčně vymezený a lavice, které mají vyhovující světelné podmínky, jsou podbarveny žlutou barvou.

Rovnoměrnost denního osvětlení U [-], omezená minimální hodnotou 0,2, nebyla v učebně chemie v celém prostoru dle [1] ani [2] splněna. V případě výpočtu ve funkčně vymezeném prostoru dle normy [2] je již rovnoměrnost denního osvětlení U [-] splněna.

Přes výpočet poměrné pozorovací vzdálenosti p_v [-] bylo zjištěno, že nejlepší zrakové podmínky pro psaní či čtení textu z tabule na fixy v učebně chemie mají žáci sedící ve fialově vyznačených lavicích (viz obrázek č. 58). Při čtení z tabule na křídly jsou lavice s vyhovujícími zrakovými podmínkami podbarveny zeleně (viz obrázek č. 59). Lavice umístěné za vitrínou na pokusy (viz kapitola 3.5.2) mohou mít v některých částech zorného pole při čtení z povrchu tabule na křídly i na fixy i přes vyhovující p_v [-] zhoršené podmínky.

5.2.3 Učebna fyziky

Tabulka č. 21 obsahuje vstupní parametry zadané do programu SVĚTLO+ [12].

Tab. 21 Vstupní parametry z učebny fyziky pro výpočet v softwaru [12]

Učebna fyziky			
Veličina		Označení	Hodnota
Činitel odrazu světla povrchu	stěna u dveří	$\rho_{s1,m}$	0,65
	zadní stěna	$\rho_{s2,m}$	0,59
	stěna s okny	$\rho_{s3,m}$	0,52
	přední stěna	$\rho_{s4,m}$	0,56
	podlaha	$\rho_{podlaha,m}$	0,38
	strop	$\rho_{strop,m}$	0,74
Činitel prostupu světla výplní		τ_s	0,707
Čistá plocha zasklení		τ_k	0,58
Činitel znečištění	vnitřní povrch	$\tau_{z,i}$	0,95
	vnější povrch	$\tau_{z,e}$	0,90
Činitel jasu stínící překážky		k_y	0,10

Ve výpočetním modelu učebny fyziky byla pomocí funkce zástěna vymodelována boční část stupňovité podlahy (rozměry převzaty z kapitoly 3.5.3).

5.2.3.1 Rozložení denního světla v učebně fyziky

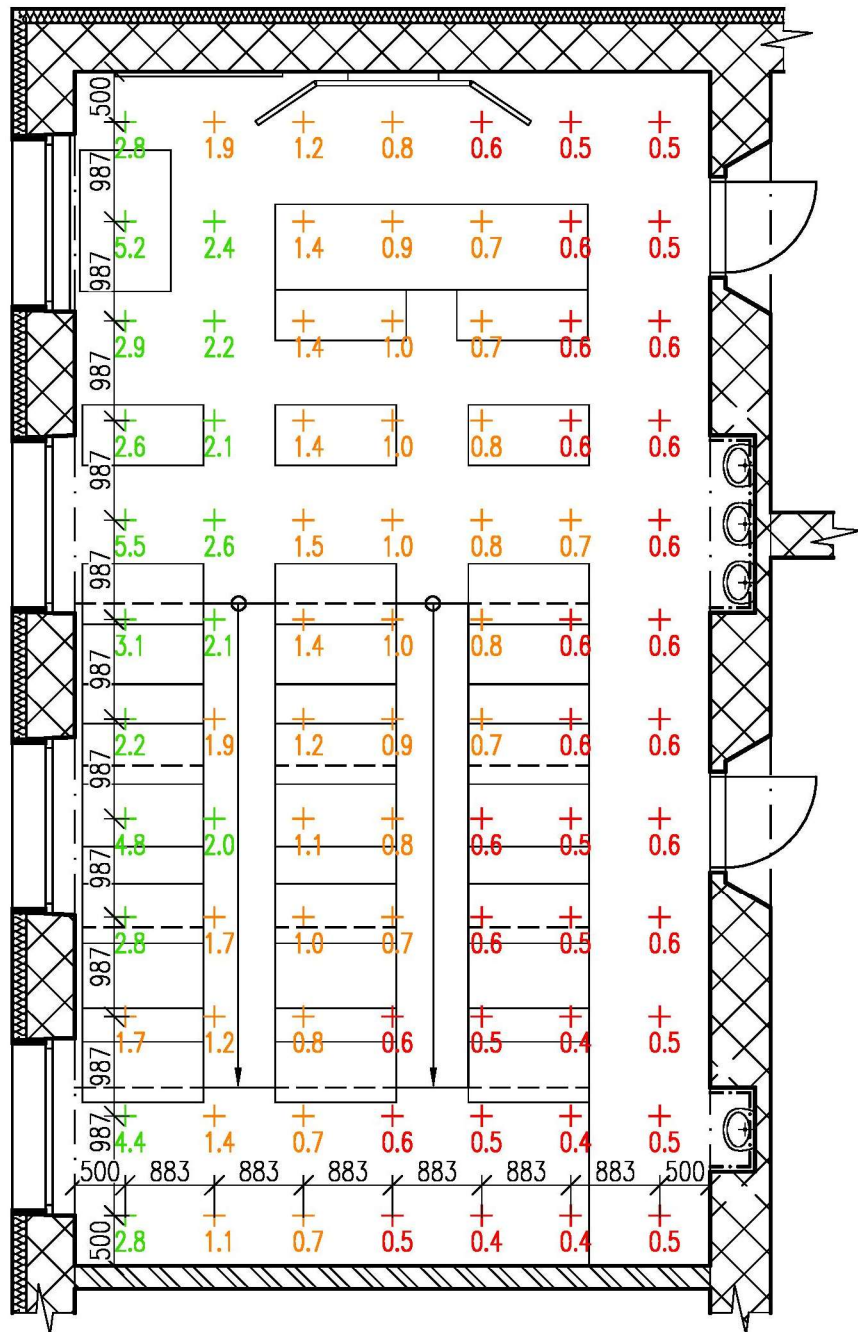
Na následujících obrázcích č. 60 a 61 jsou uvedeny hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%] v kontrolní síti bodů vypočtené dle norem [1], [2]. Tyto hodnoty

jsou složeny z jednotlivých úrovní v závislosti na výšce odstupňované podlahy (popis učebny fyziky viz kapitola 3.5.3), a to vždy 0,850 m od podlahy či podlahového stupně.

Při výpočtu dle normy [1] jsou hodnoty činitele denní osvětlenosti splňující podmínku $D \geq 2,0 \%$ vyznačeny zelenou barvou. Hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%], které jsou menší než 0,7 % jsou vyznačeny červenou barvou. Všechny ostatní hodnoty D [%] jsou vyznačeny oranžovou barvou.

LEGENDA:

- $D < 0,7 \%$
- $0,7 \% \leq D < 2,0 \%$
- $D > 2,0 \%$



Obr. 60 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně fyziky dle ČSN EN 17037 [1] (M 1:75), hodnoty převzaty z přílohy A.5

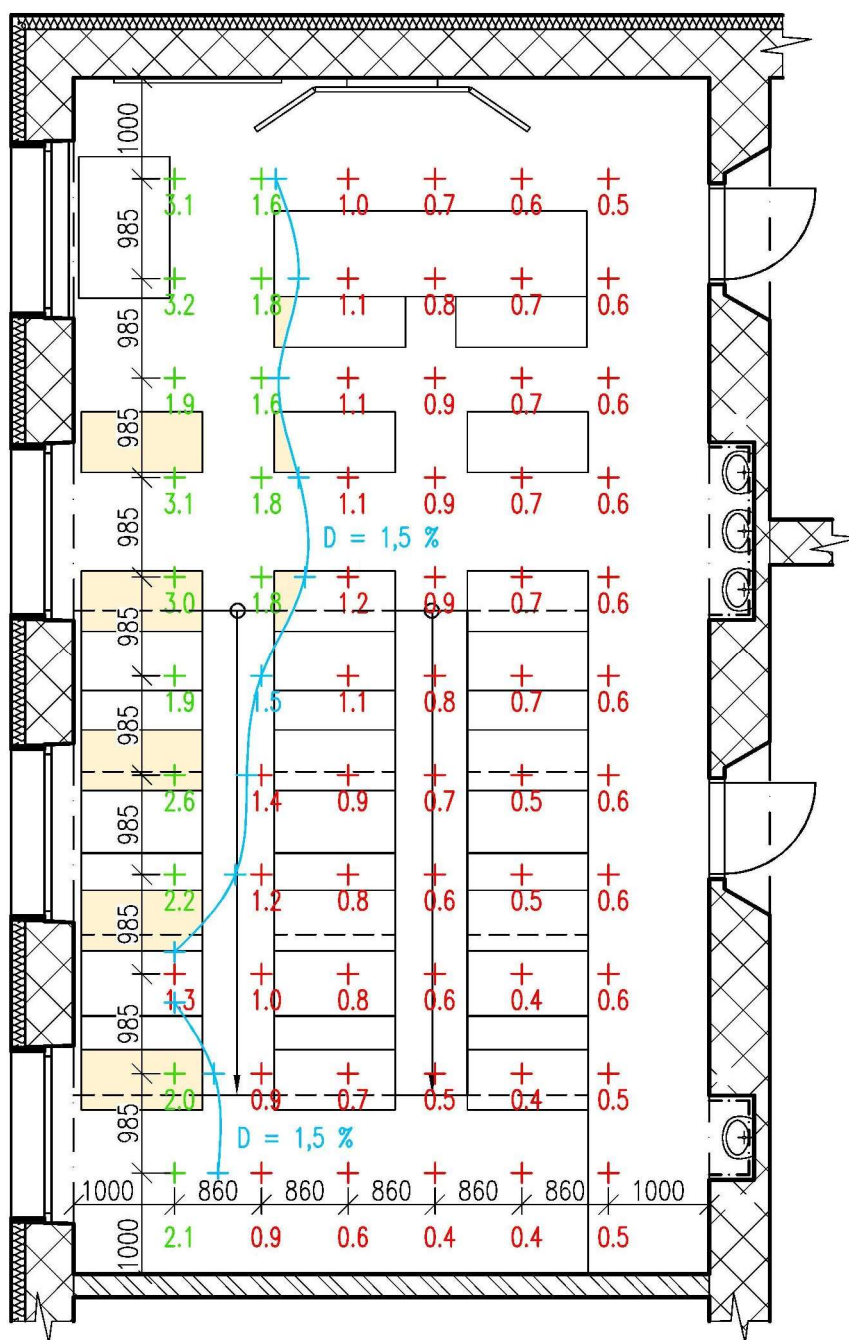
Při výpočtu dle normy [2] jsou zeleně označeny hodnoty činitele denní osvětlenosti $D > 1,5 \%$. Hodnoty činitele denní osvětlenosti $D < 1,5 \%$ jsou označeny červenou barvou. Spojnice modrých hodnot činitele denní osvětlenosti $D = 1,5 \%$ vymezuje funkční prostor, na kterém je dle ČSN 73 0580-3 [3] splněn požadavek $D \geq 1,5 \%$.

LEGENDA:

$D < 1,5 \%$

$D = 1,5 \%$

$D > 1,5 \%$



Obr. 61 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně fyziky dle ČSN 73 0580-1 [2] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.6

5.2.3.2 Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně fyziky

Minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{min} [%] a maximální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{max} [%] dle ČSN EN 17037 [1] a ČSN 73 0580-1 [2] jsou převzaty z obrázků č. 60 a 61.

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení:

a) v celém prostoru

$$D_{min} = 0,4 \% \text{ dle [1]}$$

$$D_{max} = 5,5 \% \text{ dle [1]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,4/5,5 = 0,07 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$D_{min} = 0,4 \% \text{ dle [2]}$$

$$D_{max} = 3,2 \% \text{ dle [2]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,4/3,2 = 0,13 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

b) ve funkčně vymezeném prostoru

$$D_{min} = 1,5 \% \text{ dle [2]}$$

$$D_{max} = 3,2 \% \text{ dle [2]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 1,5/3,2 = 0,47 > 0,20 \quad \text{VYHOVUJE}$$

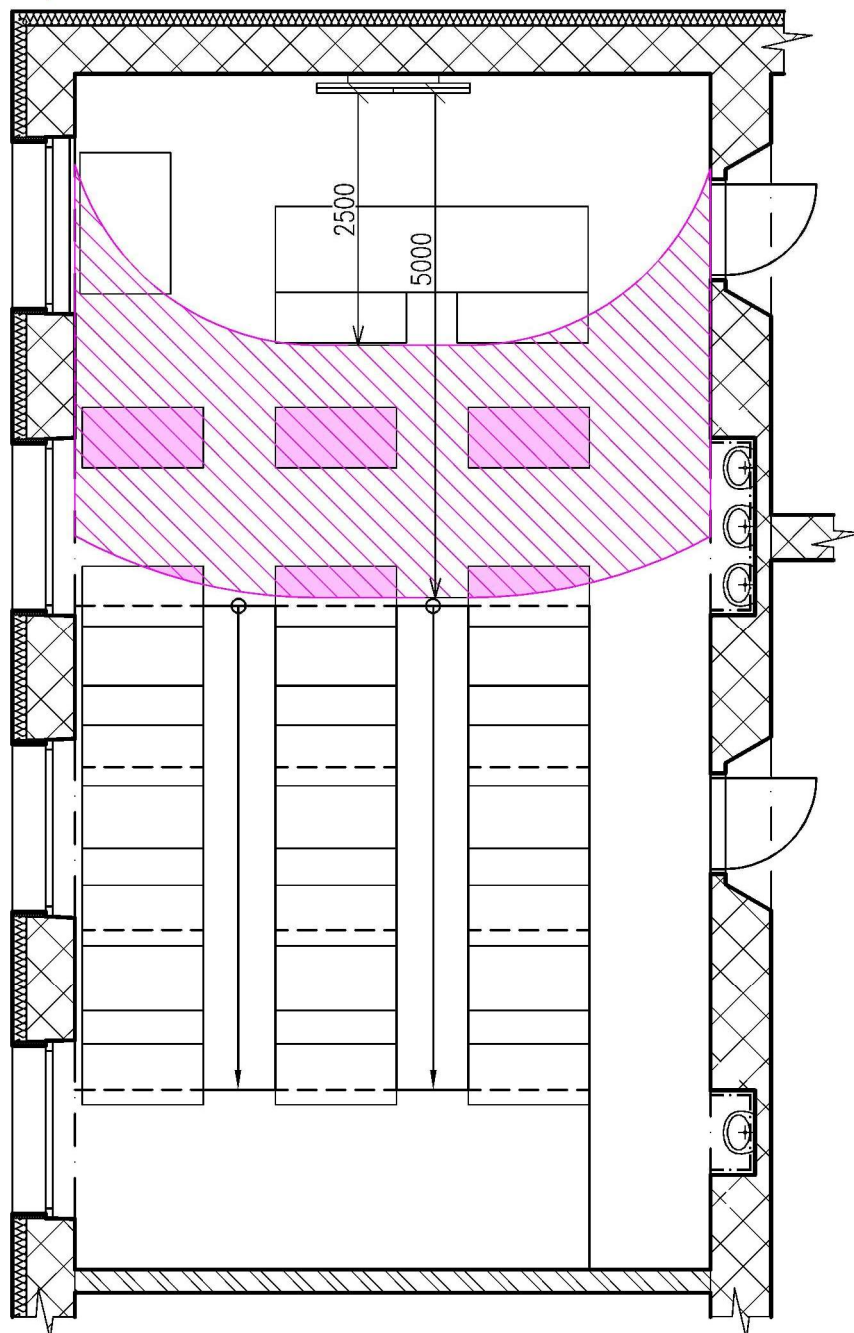
5.2.3.3 Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně fyziky

V učebně fyziky je umístěna tabule na fixy i křídly. Vyhodnocení poměrně pozorovací vzdálenosti p_v [-] je zobrazeno na následujících obrázcích č. 62 a 63. Pro povrch tabule na fixy byla hodnota kritického detailu zvolena $d = 5$ mm a pro povrch tabule na křídly hodnota $d = 10$ mm (více v kapitole 5.2).

Fialově či zeleně šrafovaná plocha udává oblast s vyhovující poměrnou pozorovací vzdáleností p_v [-] od 500 až 1000 určenou pro třídu zrakové činnosti IV dle [2]. V lavicích ve vyznačené oblasti, podbarvených fialově pro povrch tabule na fixy, a zeleně pro povrch tabule na křídly, mají žáci v učebně nejlepší zrakové podmínky.

LEGENDA:

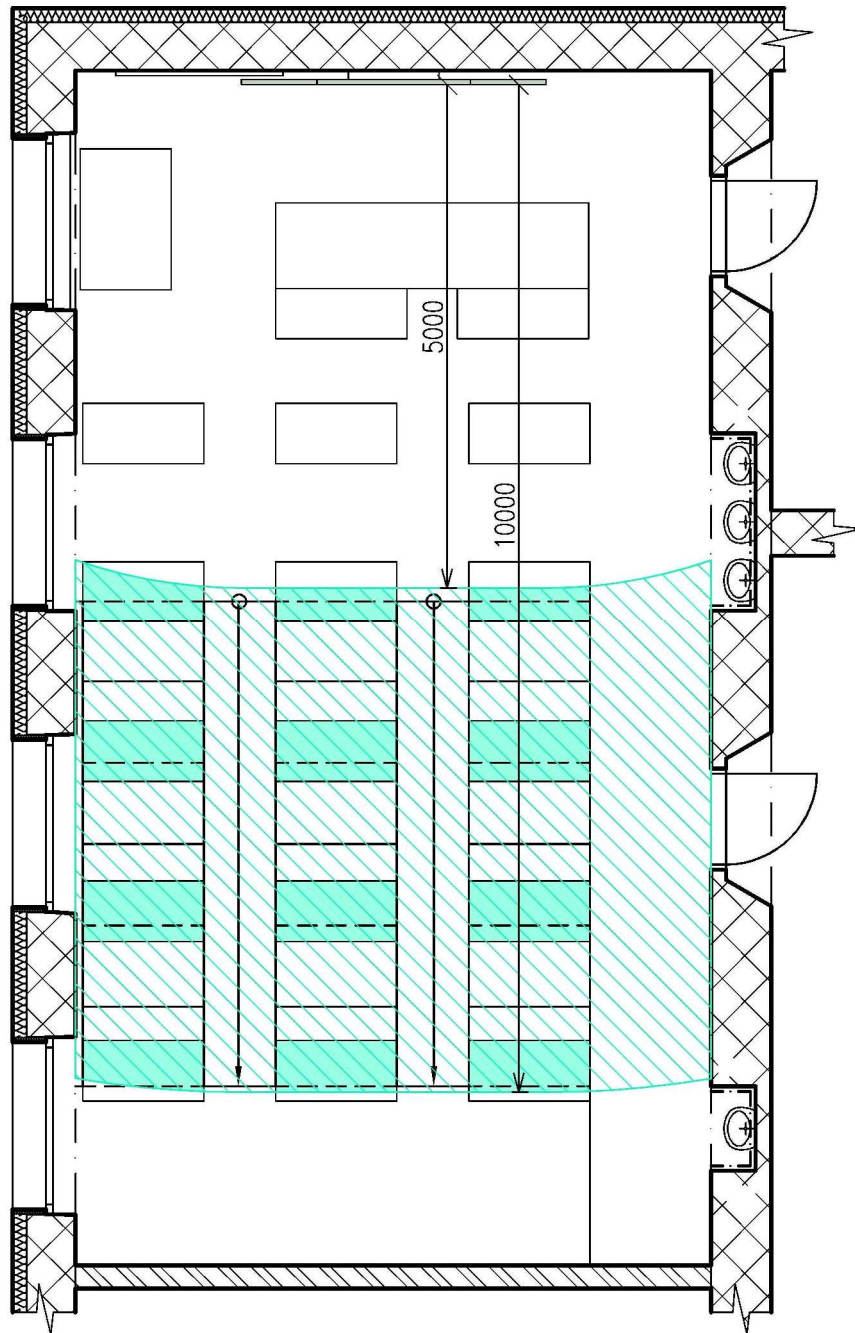
500 < p_v < 1000



Obr. 62 – Oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností v učebně fyziky při velikosti kritického detailu $d = 5$ mm pro bílý povrch tabule určený na psaní fixou (M 1:75)

LEGENDA:

500 < p_v < 1000



Obr. 63 – Oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností v učebně fyziky při velikosti kritického detailu $d = 10 \text{ mm}$ pro zelený povrch tabule určený na psaní křídou (M 1:75)

5.2.3.4 Vyhodnocení učebny fyziky

Dle ČSN 17037 [1] bylo vyhodnoceno (obr. 60), že první podmínka $D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$ byla splněna na 20,2 % plochy a druhá podmínka $D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$ byla splněna na 60,7 % plochy. Jelikož jsou oba zmíněné výsledky nižší než požadavek normy [1], tak je celý prostor z hlediska denního osvětlení nevyhovující. Požadavek

na vyhovující denní osvětlení byl dosažen při výpočtu dle ČSN 73 0580-1 [2] a následném vyhodnocení dle ČSN 73 0580-3 [3] zhruba v 1/3 učebny. Výsledek je možné vidět na obr. 61. Prostor s hodnotou činitele denní osvětlenosti $D \geq 1,5 \%$ je funkčně vymezený a lavice, které mají vyhovující světelné podmínky jsou podbarveny žlutou barvou.

Rovnoměrnost denního osvětlení U [-], omezená minimální hodnotou 0,2, nebyla v učebně fyziky v celém prostoru dle [1] ani [2] splněna. V případě výpočtu ve funkčně vymezeném prostoru dle normy [2] je již požadavek na rovnoměrnost denního osvětlení U [-] splněn.

Přes výpočet poměrné pozorovací vzdálenosti p_v [-] bylo zjištěno, že nejlepší zrakové podmínky pro psaní či čtení textu z tabule na fixy v učebně fyziky mají žáci sedící ve fialově vyznačených lavicích (viz obrázek č. 62). Při čtení z povrchu tabule určeného na křídly jsou lavice s vyhovujícími zrakovými podmínkami podbarveny zeleně (viz obrázek č. 63).

5.2.4 Učebna výtvarné výchovy

Tabulka č. 22 obsahuje vstupní parametry zadané do programu SVĚTLO+ [12].

Tab. 22 Vstupní parametry z učebny výtvarné výchovy pro výpočet v softwaru [12]

Učebna fyziky			
Veličina		Označení	Hodnota
Činitel odrazu světla povrchu	stěna u dveří	$\rho_{s1,m}$	0,65
	zadní stěna	$\rho_{s2,m}$	0,59
	stěna s okny	$\rho_{s3,m}$	0,52
	přední stěna	$\rho_{s4,m}$	0,56
	podlaha	$\rho_{podlaha,m}$	0,38
	strop	$\rho_{strop,m}$	0,74
Činitel prostupu světla výplní		τ_s	0,707
Čistá plocha zasklení		τ_k	0,58
Činitel znečištění	vnitřní povrch	$\tau_{z,i}$	0,95
	vnější povrch	$\tau_{z,e}$	0,90
Činitel jasu stínící překážky		k_y	0,10

5.2.4.1 Rozložení denního světla v učebně výtvarné výchovy

Na následujících obrázcích č. 64 a č. 65 jsou uvedeny hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%] v kontrolní síti bodů vypočtené dle norem [1], [2]. Srovnávací rovina je uvažována ve výšce 0,850 m nad podlahou.

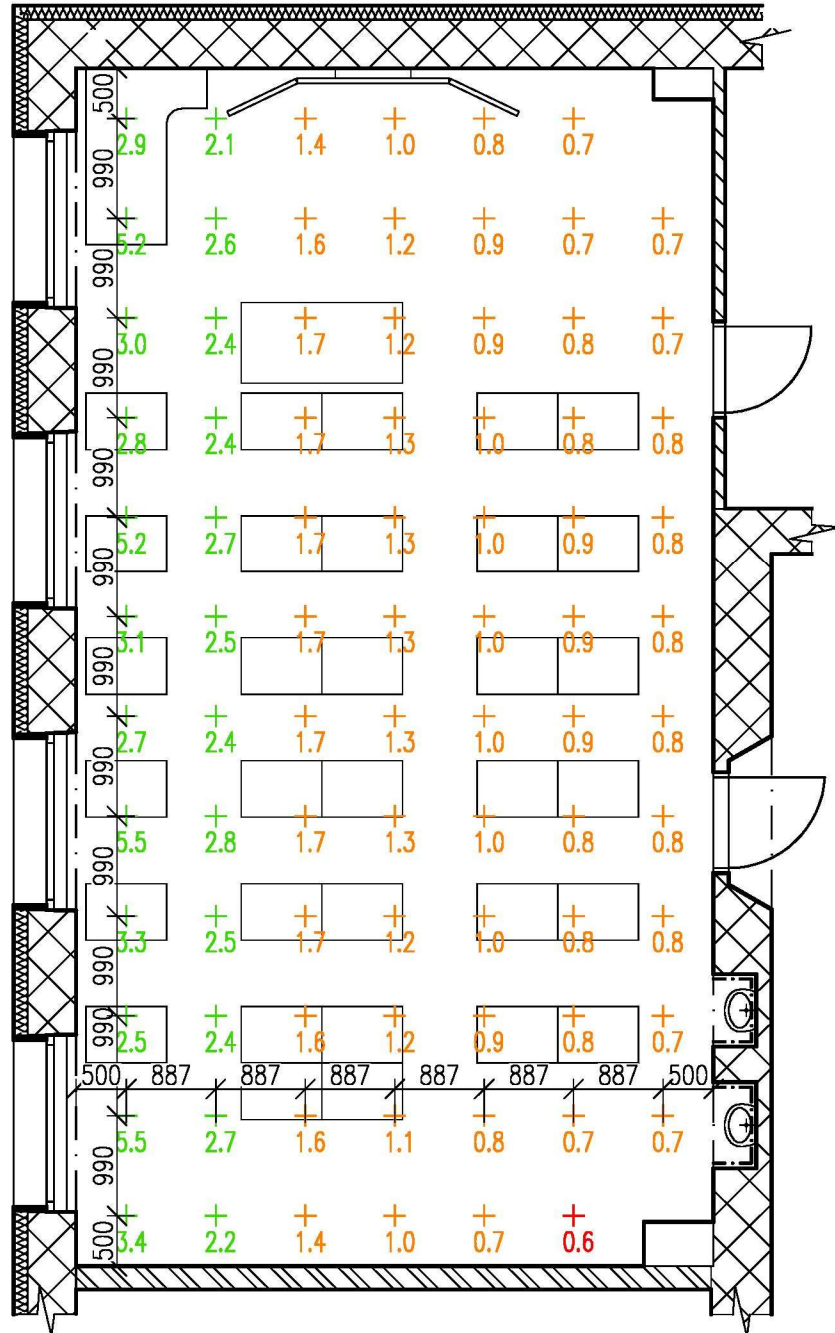
Při výpočtu dle normy [1] jsou hodnoty činitele denní osvětlenosti splňující podmínku $D \geq 2,0$ % vyznačeny zelenou barvou. Hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%], které jsou menší než 0,7 % jsou vyznačeny červenou barvou. Všechny ostatní hodnoty D [%] jsou vyznačeny oranžovou barvou.

LEGENDA:

$D < 0,7 \%$

$0,7 \% \leq D < 2,0 \%$

$D > 2,0 \%$



Obr. 64 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně výtvarné výchovy dle ČSN EN 17037 [1] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.7

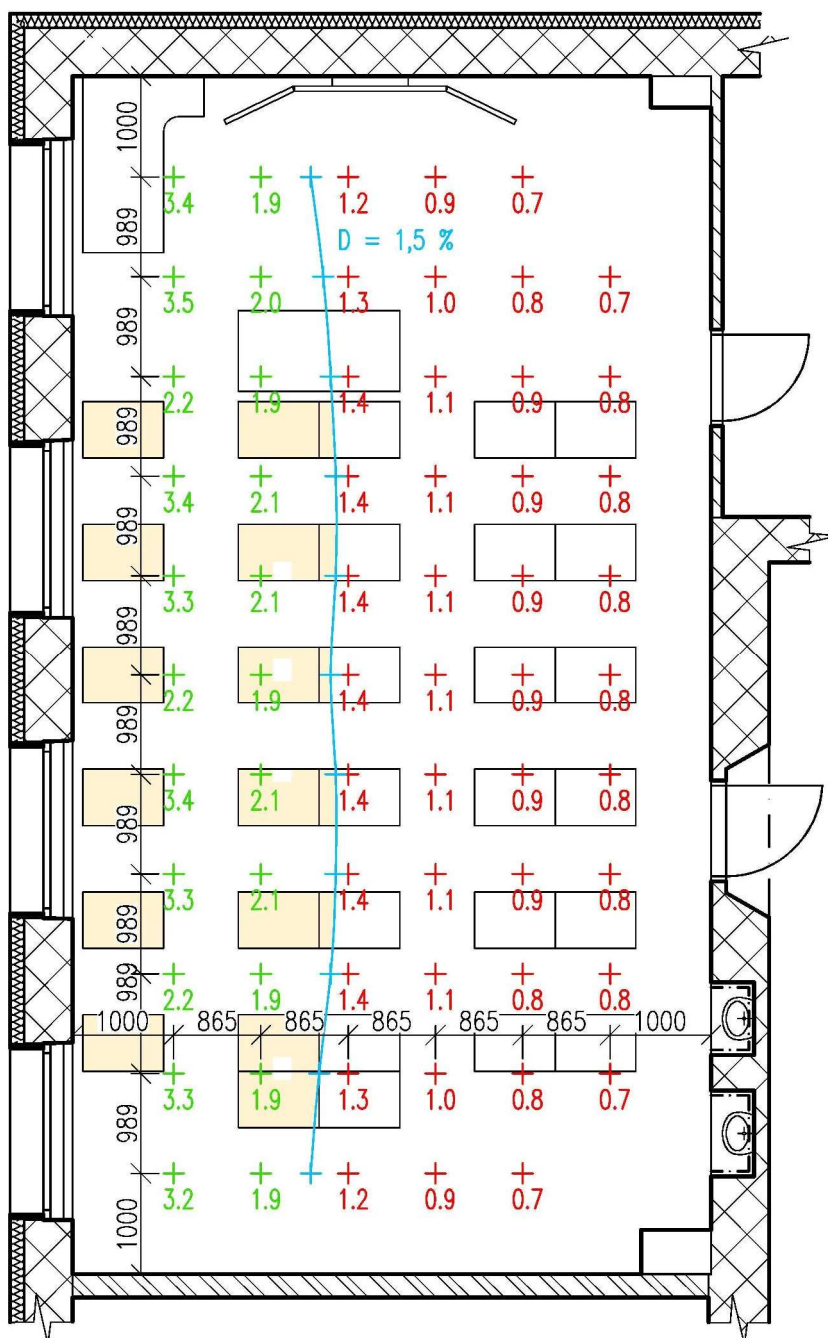
Při výpočtu dle normy [2] jsou zeleně označeny hodnoty činitele denní osvětlenosti $D > 1,5 \%$. Hodnoty činitele denní osvětlenosti $D < 1,5 \%$ jsou označeny červenou barvou. Spojnice modrých hodnot činitele denní osvětlenosti $D = 1,5 \%$ vymezuje funkční prostor, na kterém je dle ČSN 73 0580-3 [3] splněn požadavek $D \geq 1,5 \%$.

LEGENDA:

$D < 1,5 \%$

$D = 1,5 \%$

$D > 1,5 \%$



Obr. 65 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně výtvarné výchovy dle ČSN 73 0580-1 [2] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.8

5.2.4.2 Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně výtvarné výchovy

Minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{min} [%] a maximální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{max} [%] dle ČSN EN 17037 [1] a ČSN 73 0580-1 [2] jsou převzaty z obrázků č. 64 a 65.

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení:

a) v celém prostoru

$$D_{min} = 0,6 \% \text{ dle [1]}$$

$$D_{max} = 5,5 \% \text{ dle [1]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,6/5,5 = 0,11 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$D_{min} = 0,7 \% \text{ dle [1]}$$

$$D_{max} = 3,4 \% \text{ dle [1]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,7/3,4 = 0,21 > 0,20 \quad \text{VYHOVUJE}$$

b) ve funkčně vymezeném prostoru

$$D_{min} = 1,5 \% \text{ dle [2]}$$

$$D_{max} = 3,5 \% \text{ dle [2]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 1,5/3,5 = 0,43 > 0,20 \quad \text{VYHOVUJE}$$

5.2.4.3 Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně výtvarné výchovy

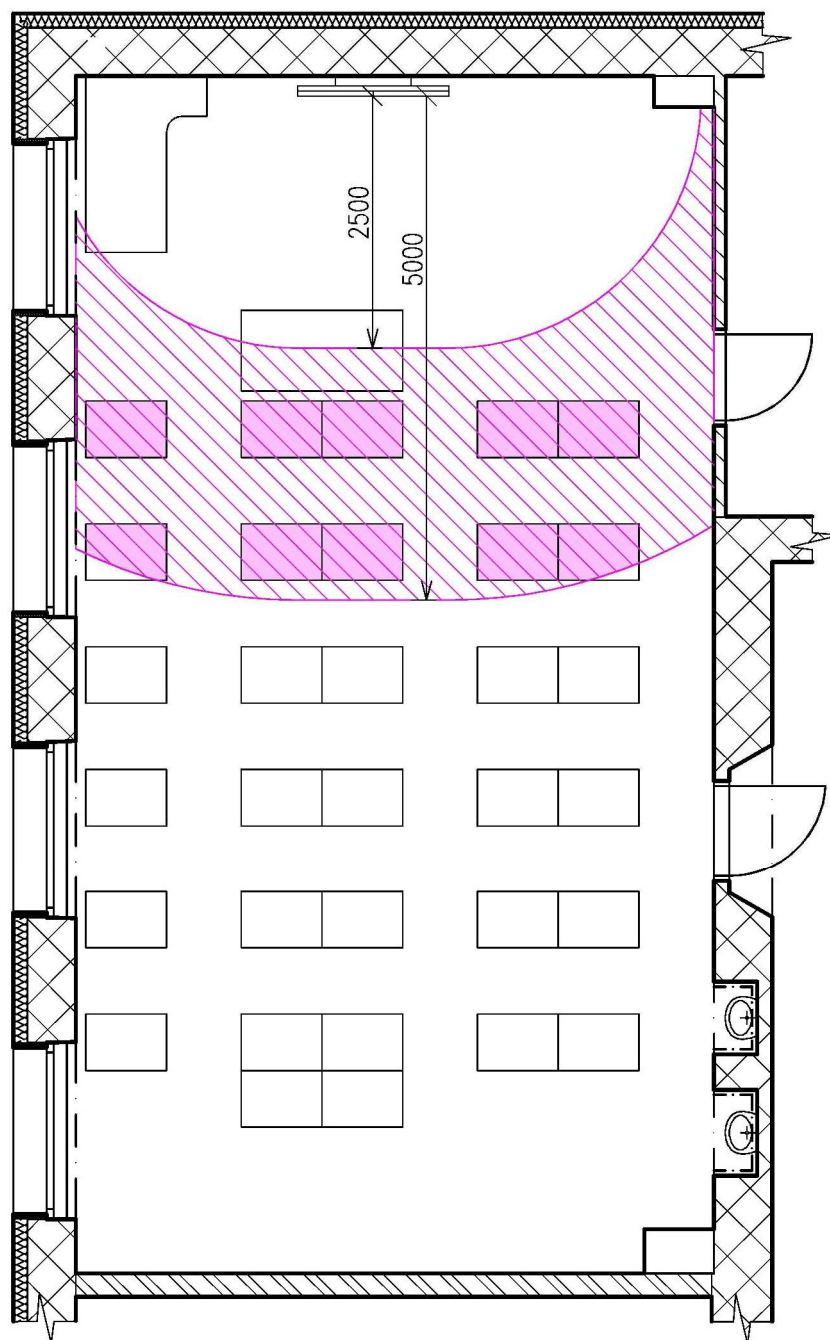
V učebně výtvarné výchovy je umístěna tabule na fixy i křídly. Vyhodnocení poměrně pozorovací vzdálenosti je zobrazeno na následujících obrázcích č. 66 a 67.

Pro povrch tabule na fixy byla hodnota kritického detailu zvolena $d = 5$ mm a pro povrch tabule na křídly hodnota $d = 10$ mm (více v kapitole 5.2).

Fialově či zeleně šrafovaná plocha udává oblast s vyhovující poměrnou pozorovací vzdáleností p_v [-] od 500 až 1000 určenou pro třídu zrakové činnosti IV dle [2]. V lavicích ve vyznačené oblasti, podbarvených fialově pro povrch tabule na fixy, a zeleně pro povrch tabule na křídly, mají žáci v učebně nejlepší zrakové podmínky.

LEGENDA:

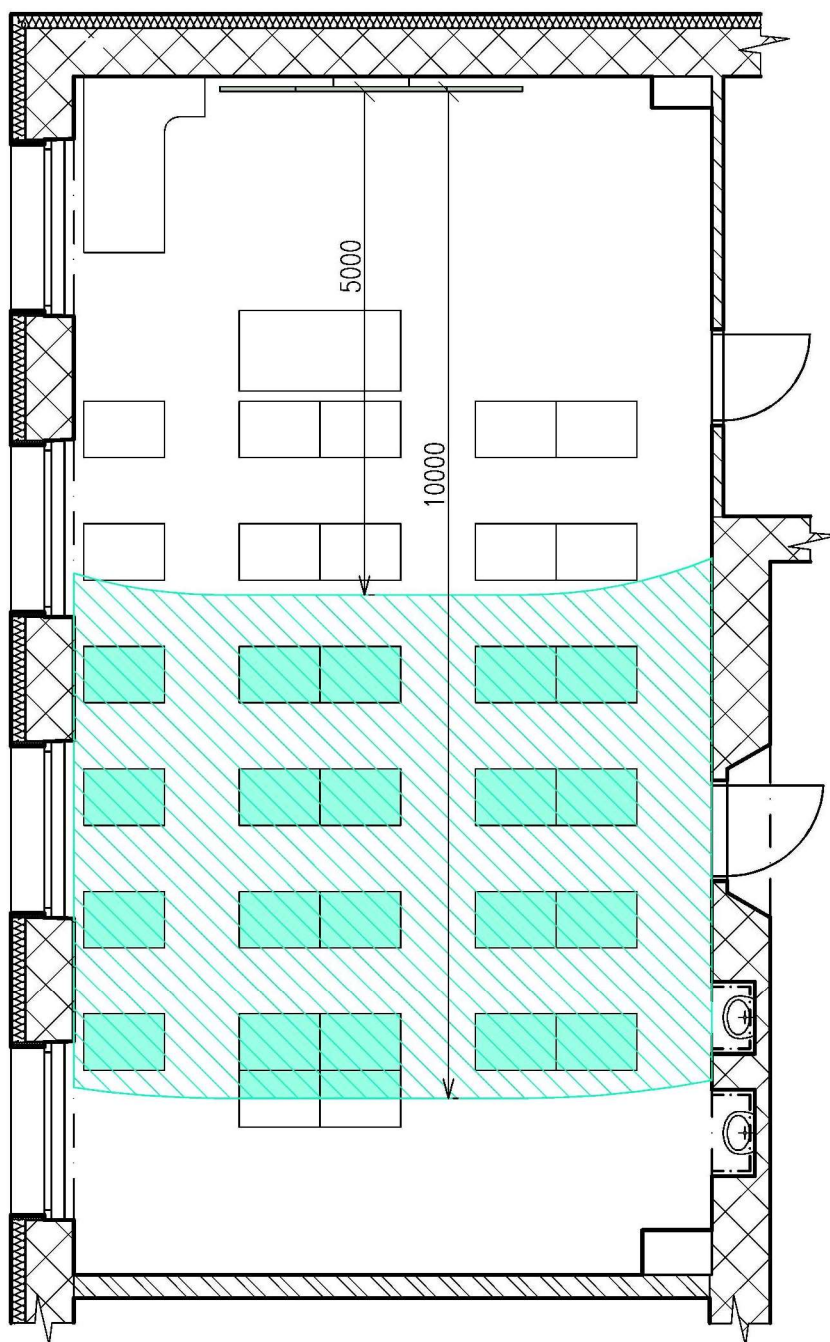
500 < p_v < 1000



Obr. 66 – Oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností v učebně výtvarné výchovy při velikosti kritického detailu $d = 5$ mm pro bílý povrch tabule určený na psaní fixou (M 1:75)

LEGENDA:

500 < p_v < 1000



Obr. 67 – Oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností v učebně výtvarné výchovy při velikosti kritického detailu $d = 10$ mm pro zelený povrch tabule určený na psaní křídou (M 1:75)

5.2.4.4 Vyhodnocení učebny výtvarné výchovy

Dle ČSN 17037 [1] bylo vyhodnoceno (obr. 64), že první podmínka $D_{T,50\%} \geq 2,0$ % byla splněna na 29,3 % plochy $D_{TM,95\%} \geq 0,7$ % byla splněna na 98,8 % plochy. Jelikož je první podmínka nižší než požadavek normy [1], tak je celý prostor z hlediska denního osvětlení nevyhovující. Požadavek na vyhovující denní osvětlení

byl dosažen při výpočtu dle ČSN 73 0580-1 [2] a následném vyhodnocení dle ČSN 73 0580-3 [3] v části menší než 1/2 učebny. Výsledek je možné vidět na obr. 65. Prostor s hodnotou činitele denní osvětlenosti $D \geq 1,5 \%$ je funkčně vymezený a lavice, které mají vyhovující světelné podmínky jsou podbarveny žlutou barvou.

Rovnoměrnost denního osvětlení U [-], omezená minimální hodnotou 0,2, nebyla v učebně výtvarné výchovy dle [1] v celém prostoru splněna. V případě výpočtu dle normy [2] už hodnota U [-] splněna byla, a to v celém i ve funkčně vymezeném prostoru.

Přes výpočet poměrné pozorovací vzdálenosti ρ_v [-] bylo zjištěno, že nejlepší zrakové podmínky pro psaní či čtení textu z tabule na fixy v učebně výtvarné výchovy mají žáci sedící ve fialově vyznačených lavicích (viz obrázek č. 66). Při čtení z tabule na křídly jsou lavice s vyhovujícími zrakovými podmínkami podbarveny zeleně (viz obrázek č. 67).

5.2.5 Učebna cizích jazyků

Tabulka č. 23 obsahuje vstupní parametry zadané do programu SVĚTLO+ [12].

Tab. 23 Vstupní parametry z učebny cizích jazyků pro výpočet v softwaru [12]

Učebna cizích jazyků			
Veličina		Označení	Hodnota
Činitel odrazu světla povrchu	stěna u dveří	$\rho_{s1,m}$	0,67
	zadní stěna	$\rho_{s2,m}$	0,60
	stěna s okny	$\rho_{s3,m}$	0,58
	přední stěna	$\rho_{s4,m}$	0,53
	podlaha	$\rho_{podlaha,m}$	0,27
	strop	$\rho_{strop,m}$	0,90
Činitel prostupu světla výplní		τ_s	0,707
Čistá plocha zasklení		τ_k	0,56
Činitel znečištění	vnitřní povrch	$\tau_{z,i}$	0,95
	vnější povrch	$\tau_{z,e}$	0,90
Činitel jasů stínící překážky		k_y	0,10

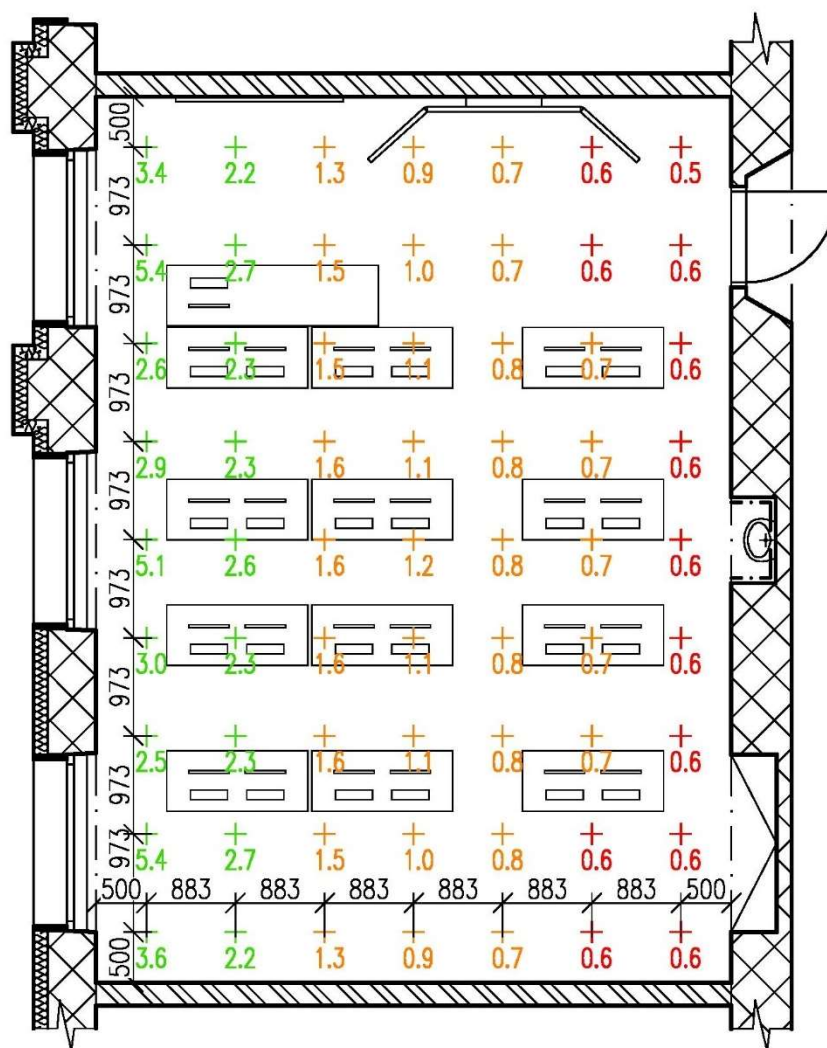
5.2.5.1 Rozložení denního světla v učebně cizích jazyků

Na následujících obrázcích č. 68 a č. 69 jsou uvedeny hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%] v kontrolní síti bodů vypočtené dle norem [1], [2]. Srovnávací rovina je uvažována ve výšce 0,850 m nad podlahou.

Při výpočtu dle normy [1] jsou hodnoty činitele denní osvětlenosti splňující podmínku $D \geq 2,0$ % vyznačeny zelenou barvou. Hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%], které jsou menší než 0,7 % jsou vyznačeny červenou barvou. Všechny ostatní hodnoty D [%] jsou vyznačeny oranžovou barvou.

LEGENDA:

- $D < 0,7$ %
- $0,7\% \leq D < 2,0$ %
- $D > 2,0$ %



Obr. 68 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně cizích jazyků dle ČSN EN 17037 [1] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.9

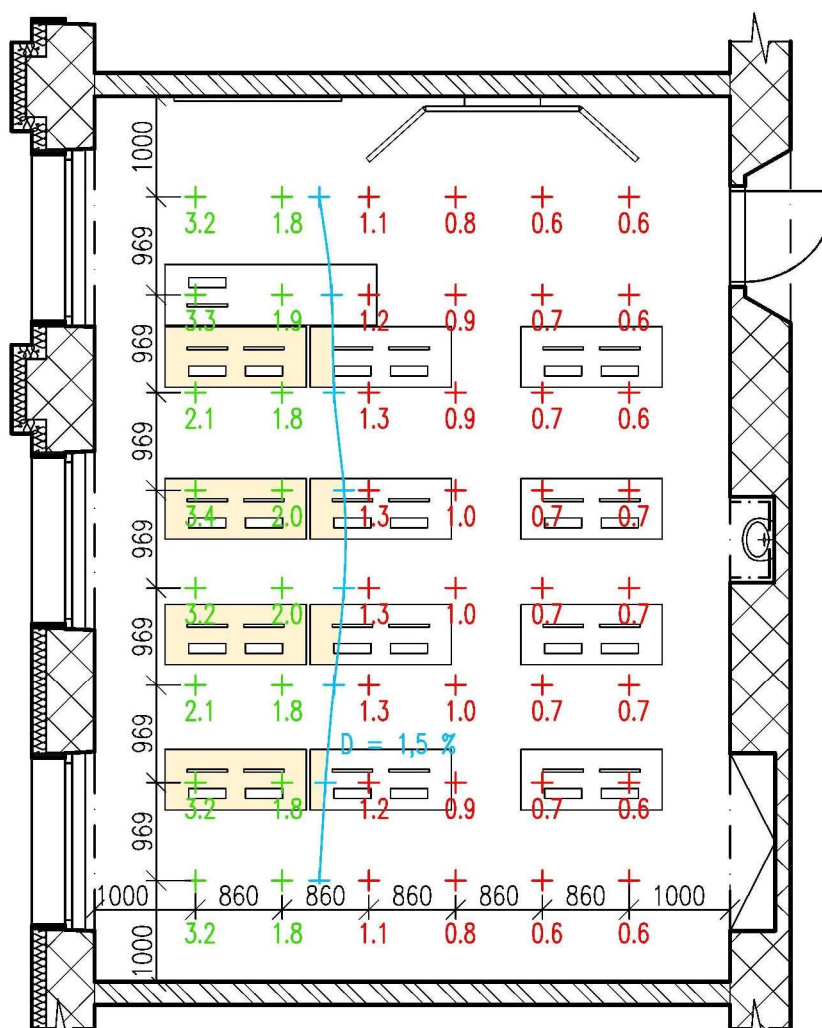
Při výpočtu dle normy [2] jsou zeleně označeny hodnoty činitele denní osvětlenosti $D > 1,5 \%$. Hodnoty činitele denní osvětlenosti $D < 1,5 \%$ jsou označeny červenou barvou. Spojnice modrých hodnot činitele denní osvětlenosti $D = 1,5 \%$ vymezuje funkční prostor, na kterém je dle ČSN 73 0580-3 [3] splněn požadavek $D \geq 1,5 \%$.

LEGENDA:

$D < 1,5 \%$

$D = 1,5 \%$

$D > 1,5 \%$



Obr. 69 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně cizích jazyků dle ČSN 73 0580-1 [2] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.10

5.2.5.2 Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně cizích jazyků

Minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{min} [%] a maximální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{max} [%] dle ČSN EN 17037 [1] a ČSN 73 0580-1 [2] jsou převzaty z obrázků č. 68 a 69.

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení:

a) v celém prostoru

$$D_{min} = 0,5 \% \text{ dle [1]}$$

$$D_{max} = 5,4 \% \text{ dle [1]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,5/5,4 = 0,09 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$D_{min} = 0,6 \% \text{ dle [2]}$$

$$D_{max} = 3,4 \% \text{ dle [2]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,6/3,4 = 0,18 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

b) ve funkčně vymezeném prostoru

$$D_{min} = 1,5 \% \text{ dle [2]}$$

$$D_{max} = 3,4 \% \text{ dle [2]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 1,5/3,4 = 0,44 > 0,20 \quad \text{VYHOVUJE}$$

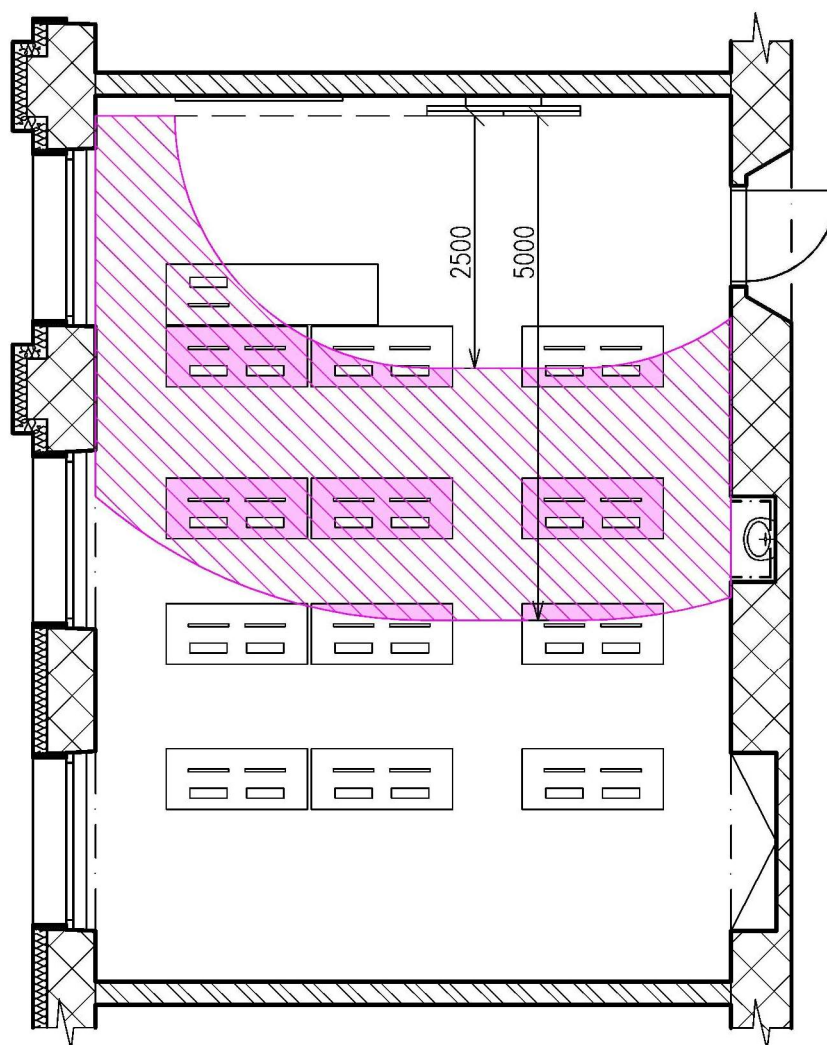
5.2.5.3 Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně cizích jazyků

V učebně cizích jazyků je umístěna tabule na fixy i křídly. Vyhodnocení poměrně pozorovací vzdálenosti p_v [-] je zobrazeno na následujících obrázcích č. 70 a 71. Pro povrch tabule na fixy byla hodnota kritického detailu zvolena $d = 5$ mm a pro povrch tabule na křídly hodnota $d = 10$ mm (více v kapitole 5.2).

Fialově či zeleně šrafovaná plocha udává oblast s vyhovující poměrnou pozorovací vzdáleností p_v [-] od 500 až 1000 určenou pro třídu zrakové činnosti IV dle [2]. V lavicích ve vyznačené oblasti, podbarvených fialově pro povrch tabule na fixy, a zeleně pro povrch tabule na křídly, mají žáci v učebně nejlepší zrakové podmínky.

LEGENDA:

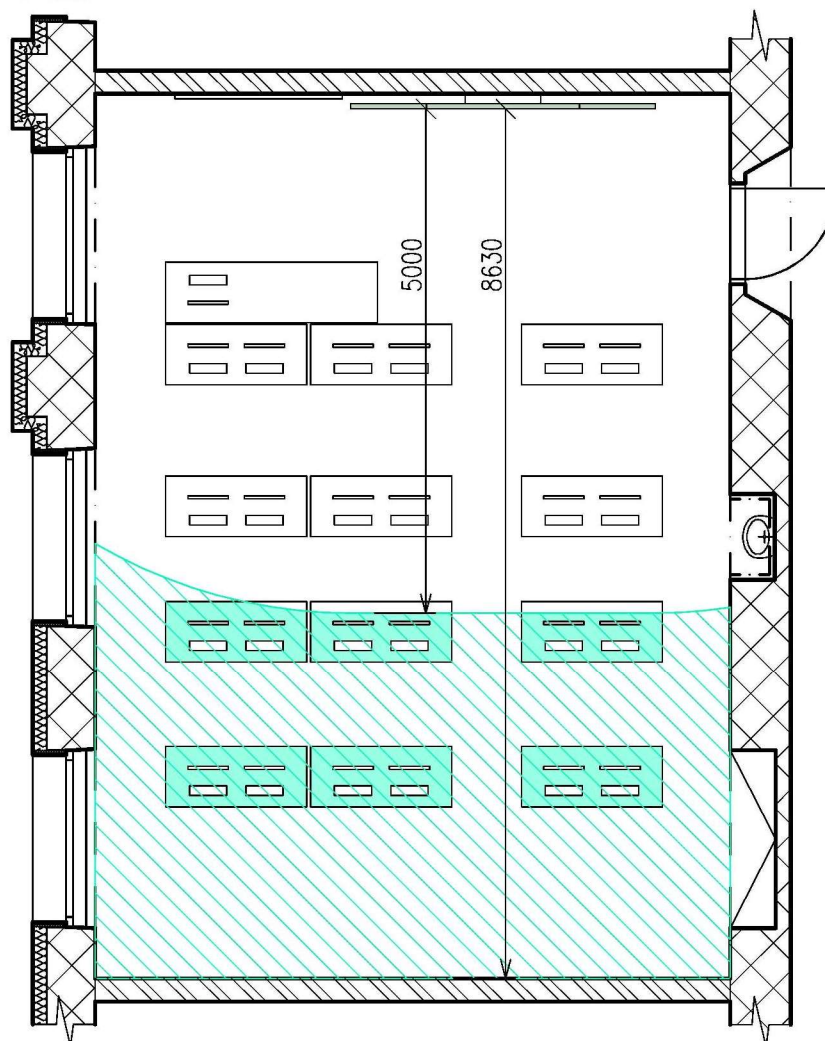
500 < p_v < 1000



Obr. 70 – Oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností v učebně cizích jazyků při velikosti kritického detailu $d = 5$ mm pro bílý povrch tabule určený na psaní fixou (M 1:75)

LEGENDA:

500 < p_v < 1000



Obr. 71 – Oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností v učebně cizích jazyků při velikosti kritického detailu $d = 10 \text{ mm}$ pro zelený povrch tabule určený na psaní křídou ($M 1:75$)

5.2.5.4 Vyhodnocení učebny cizích jazyků

Dle ČSN 17037 [1] bylo vyhodnoceno (obr. 68), že první podmínka $D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$ byla splněna na 28,6 % plochy a druhá podmínka $D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$ byla splněna na 79,4 % plochy. Jelikož jsou obě z podmínek nižší než požadavek normy [1], tak je celý prostor dle [1] z hlediska denního osvětlení nevyhovující. Požadavek na vyhovující denní osvětlení byl dosažen při výpočtu dle ČSN 73 0580-1 [2] a následném vyhodnocení dle ČSN 73 0580-3 [3] zhruba v 1/3 učebny. Výsledek je možné vidět na obr. 69. Prostor s hodnotou činitele denní osvětlenosti $D \geq 1,5 \%$ je funkčně vymezený a lavice, které mají vyhovující světelné podmínky jsou podbarveny žlutou barvou.

Rovnoměrnost denního osvětlení U [-], omezená minimální hodnotou 0,2, nebyla v učebně výtvarné výchovy dle [1] ani [2] v celém prostoru splněna. V případě výpočtu ve funkčně vymezeném prostoru dle normy [2] je již požadavek na rovnoměrnost denního osvětlení U [-] splněn.

Přes výpočet poměrné pozorovací vzdálenosti p_v [-] bylo zjištěno, že nejlepší zrakové podmínky pro psaní či čtení textu z tabule na fixy v učebně cizích jazyků mají žáci sedící ve fialově vyznačených lavicích (viz obrázek č. 70). Při čtení z tabule na křídly jsou lavice s vyhovujícími zrakovými podmínkami podbarveny zeleně (viz obrázek č. 71).

5.2.6 Učebna přírodopisu

Tabulka č. 24 obsahuje vstupní parametry zadané do programu SVĚTLO+ [12].

Tab. 24 Vstupní parametry z učebny přírodopisu pro výpočet v softwaru [12]

Učebna přírodopisu			
Veličina		Označení	Hodnota
Činitel odrazu světla povrchu	stěna u dveří	$\rho_{s1,m}$	0,78
	zadní stěna	$\rho_{s2,m}$	0,58
	stěna s okny	$\rho_{s3,m}$	0,70
	přední stěna	$\rho_{s4,m}$	0,76
	podlaha	$\rho_{podlaha,m}$	0,31
	strop	$\rho_{strop,m}$	0,71
Činitel prostupu světla výplní		τ_s	0,691
Čistá plocha zasklení		τ_k	0,56
Činitel znečištění	vnitřní povrch	$\tau_{z,i}$	0,95
	vnější povrch	$\tau_{z,e}$	0,90
Činitel jasů stínící překážky		k_y	0,10

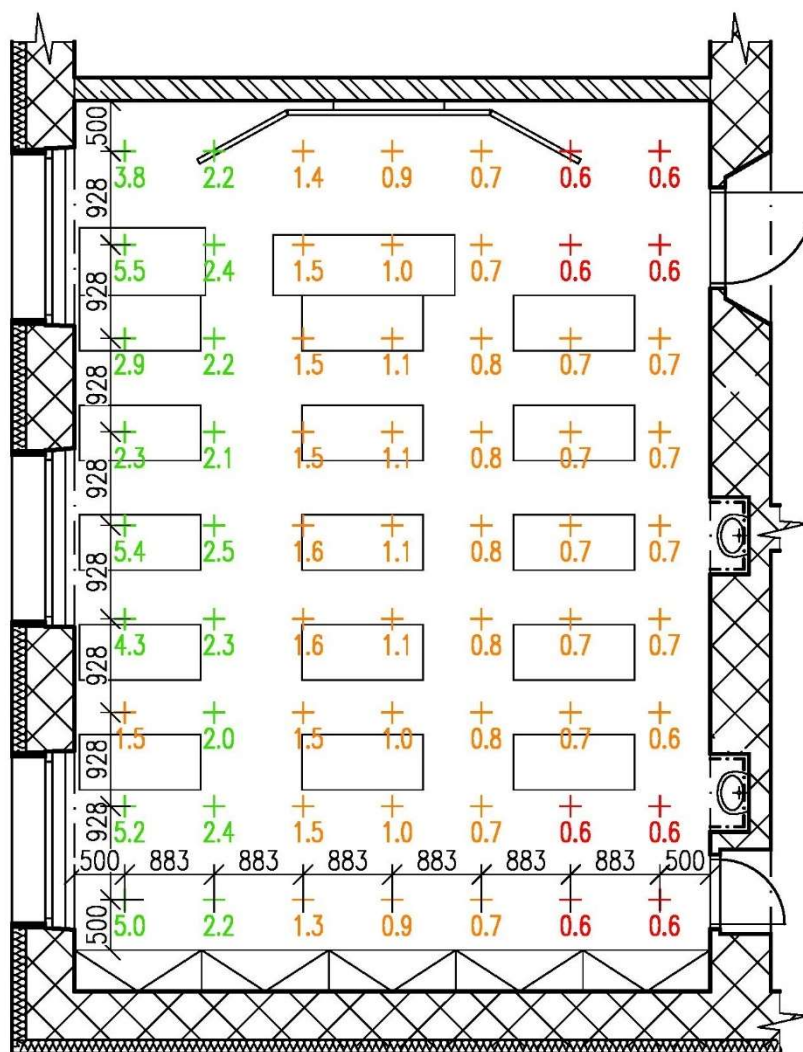
5.2.6.1 Rozložení denního světla v učebně přírodopisu

Na následujících obrázcích č. 72 a č. 73 jsou uvedeny hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%] v kontrolní síti bodů vypočtené dle norem [1], [2]. Srovnávací rovina je uvažována ve výšce 0,850 m nad podlahou.

Při výpočtu dle normy [1] jsou hodnoty činitele denní osvětlenosti splňující podmínku $D \geq 2,0 \%$ vyznačeny zelenou barvou. Hodnoty činitele denní osvětlenosti D [%], které jsou menší než $0,7 \%$ jsou vyznačeny červenou barvou. Všechny ostatní hodnoty D [%] jsou vyznačeny oranžovou barvou.

LEGENDA:

- $D < 0,7 \%$
- $0,7 \% \leq D < 2,0 \%$
- $D > 2,0 \%$



Obr. 72 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně přírodopisu dle ČSN EN 17037 [1] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.11

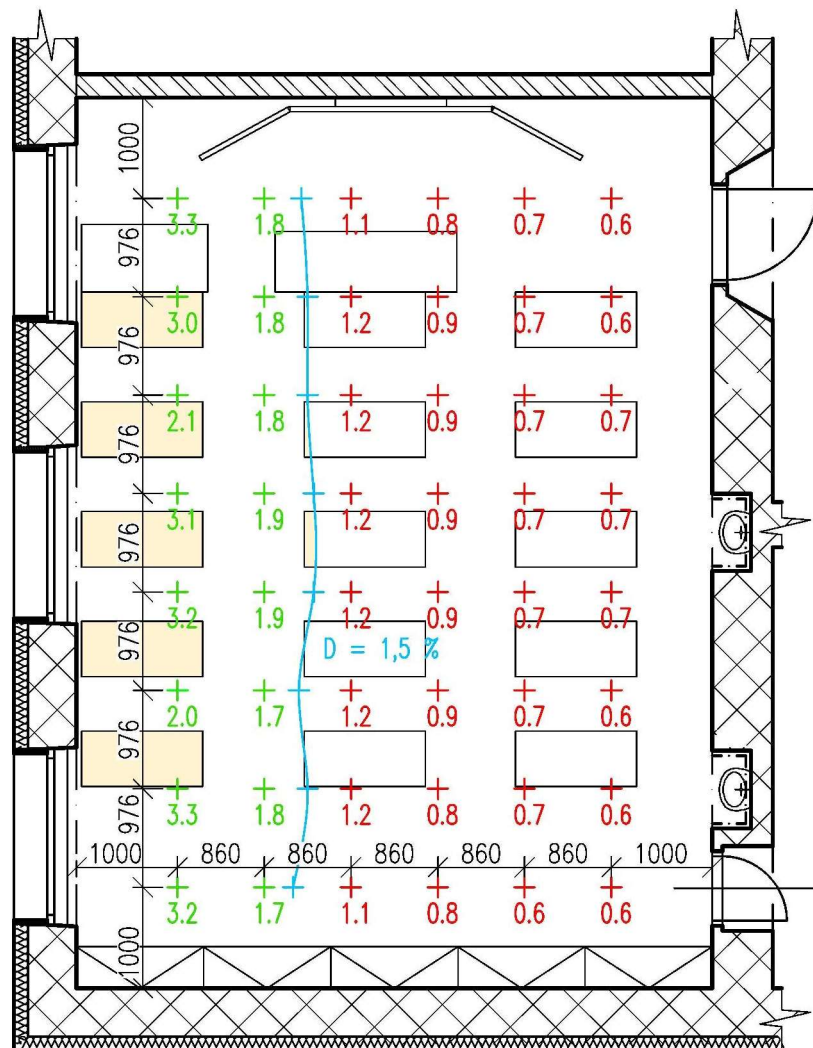
Při výpočtu dle normy [2] jsou zeleně označeny hodnoty činitele denní osvětlenosti $D > 1,5 \%$. Hodnoty činitele denní osvětlenosti $D < 1,5 \%$ jsou označeny červenou barvou. Spojnice modrých hodnot činitele denní osvětlenosti $D = 1,5 \%$ vymezuje funkční prostor, na kterém je dle ČSN 73 0580-3 [3] splněn požadavek $D \geq 1,5 \%$.

LEGENDA:

$D < 1,5 \%$

$D = 1,5 \%$

$D > 1,5 \%$



Obr. 73 – Rozložení denního světla zobrazené v hodnotách činitele denní osvětlenosti D [%] v učebně přírodopisu dle ČSN 73 0580-1 [2] (M 1:75), hodnoty převzaté z přílohy A.12

5.2.6.2 Rovnoměrnost denního osvětlení v učebně přírodopisu

Minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{min} [%] a maximální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{max} [%] dle ČSN EN 17037 [1] a ČSN 73 0580-1 [2] jsou převzaty z obrázků č. 72 a 73.

Výpočet rovnoměrnosti osvětlení:

a) v celém prostoru

$$D_{min} = 0,6 \% \text{ dle [1]}$$

$$D_{max} = 5,5 \% \text{ dle [1]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,6/5,5 = 0,11 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$D_{min} = 0,6 \% \text{ dle [2]}$$

$$D_{max} = 3,3 \% \text{ dle [2]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 0,6/3,3 = 0,18 < 0,20 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

b) ve funkčně vymezeném prostoru

$$D_{min} = 1,5 \% \text{ dle [2]}$$

$$D_{max} = 3,3 \% \text{ dle [2]}$$

Po dosazení do vztahu (1.3)

$$U = 1,5/3,3 = 0,45 > 0,20 \quad \text{VYHOVUJE}$$

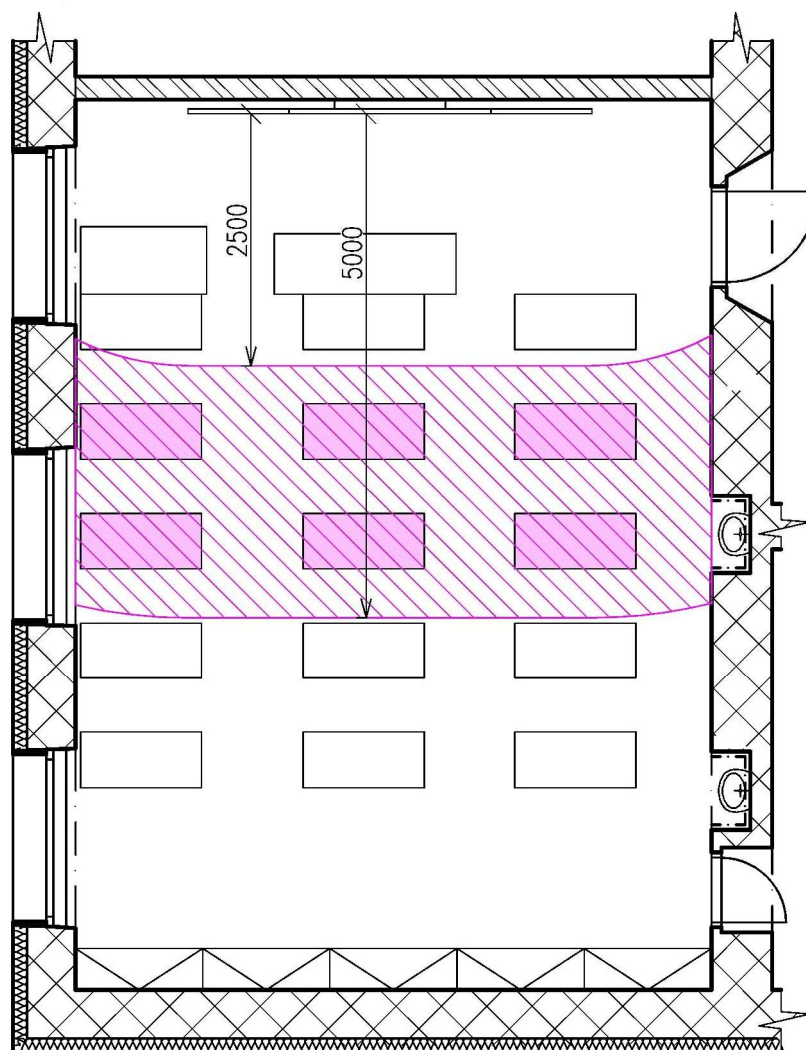
5.2.6.3 Poměrná pozorovací vzdálenost v učebně přírodopisu

V učebně cizích jazyků je umístěna tabule na fixy. Vyhodnocení poměrně pozorovací vzdálenosti p_v [-] je zobrazeno na následujícím obrázku č. 74. Pro povrch tabule na fixy byla hodnota kritického detailu zvolena $d = 5$ mm (více v kapitole 5.2).

Fialově šrafovaná plocha udává oblast s vyhovující poměrnou pozorovací vzdáleností p_v [-] od 500 až 1000 určenou pro třídu zrakové činnosti IV dle [2]. V lavicích, které jsou podbarveny fialovou barvou, mají žáci v učebně nejlepší zrakové podmínky.

LEGENDA:

500 < p_v < 1000



Obr. 74 – Oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností v učebně přírodopisu při velikosti kritického detailu $d = 5$ mm pro bílý povrch tabule určený na psaní fixou (M 1:75)

5.2.6.4 Vyhodnocení učebny přírodopisu

Dle ČSN 17037 [1] bylo vyhodnoceno (obr. 72), že první podmínka $D_{T,50\%} \geq 2,0$ % byla splněna na 27,0 % plochy a druhá podmínka $D_{TM,95\%} \geq 0,7$ % byla splněna na 85,7 % plochy. Jelikož jsou obě z podmínek nižší než požadavek normy [1], tak je celý prostor dle [1] z hlediska denního osvětlení nevyhovující. Požadavek

na vyhovující denní osvětlení byl dosažen při výpočtu dle ČSN 73 0580-1 [2] a následném vyhodnocení dle ČSN 73 0580-3 [3] zhruba v 1/3 učebny. Výsledek je možné vidět na obr. 73. Prostor s hodnotou činitele denní osvětlenosti $D \geq 1,5 \%$ je funkčně vymezený a lavice, které mají vyhovující světelné podmínky jsou podbarveny žlutou barvou.

Rovnoměrnost denního osvětlení U [-], omezená minimální hodnotou 0,2, nebyla v učebně přírodopisu v celém prostoru dle [1] ani [2] splněna. V případě výpočtu ve funkčně vymezeném prostoru dle normy [2] je již požadavek na rovnoměrnost denního osvětlení U [-] splněn.

Přes výpočet poměrné pozorovací vzdálenosti p_v [-] bylo zjištěno, že nejlepší zrakové podmínky pro psaní či čtení textu z tabule na fixy v učebně fyziky mají žáci sedící ve fialově vyznačených lavicích na obrázku č. 74.

6. Dotazníkový průzkum

Další z variant hodnocení vedoucí ke stanovení rozložení denního světla v učebnách je metoda, jejíž předpoklady vycházejí ze subjektivního názoru osob, které danou místnost obývají. Názor je zjišťován za pomoci dotazníků podaných jednotlivým subjektům s následným vyhodnocením.

Ve zvolené základní škole bylo celkem vybráno 6 odborných učeben. V každé z nich se stanovil počet hodin, které žáci dle platných rozvrhů v jednotlivých učebnách tráví. Pro každou z učeben byly zvoleny 3 třídy žáků, které dotazníky při vyučovacích hodinách vyplnily. Dotazování byli žáci druhého stupně z důvodu jednoduššího porozumění otázkám problematiky denního osvětlení. Pro zajištění širší názorové roviny byly v každé z hodnocených učeben podány upravené dotazníky také dvěma učitelům.

Z důvodů pandemie COVID-19 proběhlo pouze jedno kolo dotazníkového šetření. Toto kolo probíhalo v období tří měsíců, a to od září do listopadu. Většina dotazníků byla žákům podána v papírové⁴⁶ podobě a s ohledem na následné uzavření základních škol v období vypracování mé diplomové práce byly dotazníky pro zbytek žáků a všechny učitele vyplněny ve webové verzi s využitím Formulářů Google [18]. Celkem bylo získáno 318 dotazníků od žáků, z toho 290 v papírové podobě a 28 online formou. Dotazníků pro učitele bylo vyplněno celkem 12. V následující tabulce č. 25 lze vidět rozdělení tříd žáků a vyplněné počty dotazníků u jednotlivých hodnocených učeben.

⁴⁶ Dotazníky v papírové podobě byly vytvořeny v programu MS Word 365.

Tab. 25 Rozdělení tříd žáků a počty vyplněných dotazníků pro jednotlivé učebny hodnocené základní školy

Třídy	Učebny					
	Díl	Ch	F	Vv	Cj	Př
6.A.	21					18
6.B.	10	16				
6.C.	10					
7.A.					14	
7.B.			19			
7.C.				20		
7.D.						20
8.A.			19			
8.B.		22			17	
8.C.				22		22
9.A.				16	20	
9.B.		20	12			
Počet dotazníků pro žáky	41	58	50	58	51	60
Celkový počet dotazníků pro žáky	318					
Počet dotazníků pro učitele	2	2	2	2	2	2
Celkový počet dotazníků pro učitele	12					
Poznámka	papírová podoba dotazníku					
	online podoba dotazníku					

6.1 Dotazníky a způsob jejich vyhodnocení

V následující kapitole je popsána tvorba a vyhodnocení dotazníků pro žáky a učitele, které předkládá subjektivní názor na rozložení denního světla v hodnocených odborných učebnách.

6.1.1 Předvýzkum

Před hlavním podáním dotazníků jednotlivým třídám žáků byl proveden předvýzkum z důvodu obtížnosti a srozumitelnosti kladených otázek. Dotazník byl podán dvěma žákům opačného pohlaví z 9. a 7. třídy, kteří jsou reprezentanty různých věkových skupin hodnocené základní školy. Tázaní neobjevili v dotaznících žádné nesrovnalosti a jejich koncept jim přišel dostatečně srozumitelný. Z tohoto důvodu lze chyby v dotaznících způsobené nevhodnou formulací a nejasností otázek s největší pravděpodobností vyloučit.

6.1.2 Tvorba dotazníků

Dotazníky jsou formulovány s ohledem na pochopení otázek problematiky denního osvětlení pro žáky druhého stupně základní školy. Toto možné riziko bylo eliminováno provedením tzv. předvýzkumu (více popsáno v kapitole 6.1.1).

Každý dotazník obsahuje úvodní část, ve které je stručně popsán účel, za kterým je dotazník podáván, a jeho následný způsob využití. Po úvodní části je první okruh otázek zaměřen na všeobecné otázky, kterými jsou například věk, pohlaví, korekce zraku, ruka používaná při psaní a místo, na kterém v hodnocené učebně žák sedí. Druhý okruh otázek již souvisí se subjektivním hodnocení kvality denního osvětlení. Jako příklad lze uvést otázky týkající se spokojenosti s místem sezení, problémů způsobených nedostatečným osvětlením nebo názoru na barevné řešení konkrétní učebny. Dotazník pro žáky se skládá celkem z 22 otázek. Vzorový nevyplněný dotazník je součástí **přílohy B.1** a všechny vyplněné dotazníky, ať už naskenované z papírové podoby nebo uložené z Formulářů Google [18] jsou součástí **přílohy B.2** na přiloženém CD.

Dotazníky pro učitele obsahují úvodní část, která popisuje účel a následné využití získaných odpovědí. První okruh sleduje základní otázky týkající se pohlaví, počtu vyučovacích hodin v hodnocené učebně nebo subjektivního hodnocení počasí. Druhý okruh otázek je ve stručnosti zaměřen především na konstrukční a dispoziční řešení učebny, následně na problémy spojené s jejím nedostatečným osvětlením či vhodností jejího barevného provedení. Dotazník pro učitele obsahuje 20 otázek. Vzorový nevyplněný dotazník je součástí **přílohy C.1** a všechny vyplněné dotazníky uložené z Formulářů Google [18] jsou součástí **přílohy C.2** na přiloženém CD.

6.1.3 Způsob vyhodnocení

Subjektivní hodnocení formou dotazníkového průzkumu je z důvodu velkého množství ovlivňujících podnětů při vyplňování otázek (například nálady dotazovaného, jeho duševní rozpoložení nebo pochopení obsahu otázky) do jisté míry značně omezené. Z tohoto důvodu nejsou v případě vyhodnocení brány v úvahu konkrétní číselné parametry, ale výsledek je stanoven s ohledem na výši procentuálního zastoupení odpovědí jednotlivých subjektů.

Část dotazníků, která byla podána především v papírové podobě, je vyhodnocena se zaměřením na vyřazení nevhodně zodpovězených nebo nezodpovězených otázek. Ve všeobecném hodnocení (viz kapitola 6.3) jsou tyto nevhodné nebo neuvedené odpovědi u jednotlivých tříd žáků uvedeny přímo v textu nebo v poznámkách pod čarou jako neplatné či nezodpovězené. Obě verze dotazníků (v papírové i online formě) byly vyhodnoceny v programu MS Excel 365.

6.2 Zvolené hypotézy

Pro názornější vyhodnocení denního osvětlení v jednotlivých učebnách byly sestaveny 4 hypotézy, které odrážejí subjektivní názor dotazovaných. Ty mohou být s ohledem na procentuální zastoupení odpovědí buď potvrzeny nebo naopak vyvráceny. Hypotézy, které byly stanoveny pro subjektivní hodnocení denního osvětlení odborných učeben jsou následující:

I. Žáci, kteří sedí v řadě u okna, jsou více spokojeni než žáci sedící v ostatních řadách.

Zdůvodnění výběru: Hypotéza č. I. předkládá, že žáci sedící blíže u okna jsou více spokojeni na místě, na kterém sedí, a pociťují tak lepší světelné podmínky v učebně než žáci sedící v ostatních řadách.

II. Žákům se v odborné učebně lépe pracuje při přirozeném osvětlení než při umělém osvětlení.

Zdůvodnění výběru: Hypotéza č. II. předkládá, že se žákům i přes obvykle nedostatečné denní osvětlení učeben stále lépe pracuje při přirozeném osvětlení než při umělém osvětlení.

III. Žáci, kteří píšou levou rukou pociťují zhoršené světelné podmínky než žáci píšící pravou rukou

Zdůvodnění výběru: Hypotéza č. III. odráží předpoklad, že pokud světlo do učebny přichází z levé strany, tak si žáci píšící levou rukou mohou stínit a při hodnocení mohou hodnotit učebnu hůře než žáci píšící pravou rukou.

IV. Učebnu vymalovanou teplými barvami žáci hodnotí hůře z hlediska množství a kvality denního světla než učebnu vymalovanou studenými barvami nebo teplými a studenými barvami v rovnováze.

Zdůvodnění výběru: Hypotéza č. IV. zkoumá, zda jsou žáci spokojenější se světelnými podmínkami v učebnách vymalovaných studenými nebo teplými a studenými barvami v rovnováze (neutrálními barvami – např. bílá) než v učebnách vymalovaných teplými barvami. Tato myšlenka vychází ze zajímavých podnětů z publikace [22]⁴⁷, která uvádí, že plochy stěn v učebnách by od věku 12 let měli být vymalovány studenými barvami a v menších místech doplněny teplými barvami.

6.3 Všeobecné vyhodnocení dotazníků pro jednotlivé učebny

Vyhodnocení dotazníku pro 6 odborných učeben probíhalo celkem ve 12 třídách žáků. Pro každou z nich byly vyplněny dotazníky od 3 tříd žáků a 2 dotazníky od učitelů.

V následující kapitole je provedeno jejich všeobecné vyhodnocení pro konkrétní odbornou učebnu. Věkové rozmezí dotazovaných žáků je od 11 do 15 let, což odpovídá žákům druhého stupně základní školy.

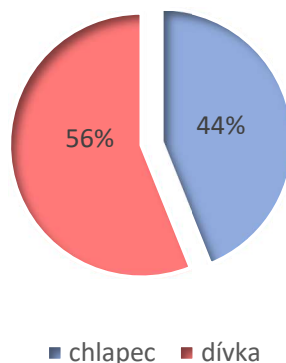
6.3.1 Učebna dílen

6.3.1.1 Dotazníky pro žáky učebny dílen

Dotazníky pro učebnu dílen vyplnil v papírové formě při vyučování celkem 41 žák, což odpovídá účasti 80,4 %. Věkové rozmezí všech dotazovaných je od 11 do 12 let s ohledem na rozvrh učebny, ve které probíhala v letošním školním roce pouze výuka pro 6. třídy.

⁴⁷ RYBÁŘOVÁ, D., MEZERA P., ZELENKOVÁ J. *Občanské stavby, Typologie školských staveb I.* Praha: ČVUT v Praze, 1981; s 21 až 24.

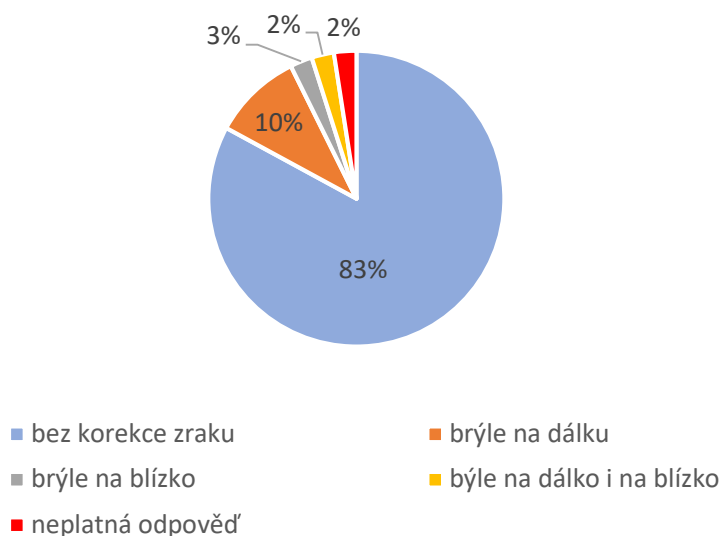
Na následujícím obrázku č. 75 lze vidět procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníků pro tuto učebnu.



Obr. 75 – Procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníků pro učebnu dílen, zdroj výsledků viz příloha B.2

Celkem 38 žáků odpovědělo, že používá při psaní pravou ruku. Zbývající 2 žáci píšou levou rukou. Jeden dotazovaný odpověděl, že při psaní používá pravou i levou ruku, což bylo při vyhodnocení bráno jako neplatná odpověď.

Problémy se zrakem má celkem 17 % dotazovaných žáků, což je patrné z následujícího obrázku č. 76, který znázorňuje jednotlivé možnosti korekce. Jeden dotazovaný uvedl, že nosí brýle na dálku, ale přitom nemá potíže se zrakem. Tato odpověď byla uvažována jako neplatná.



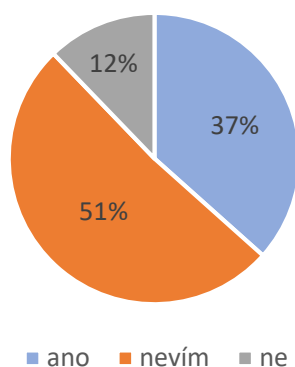
Obr. 76 – Zvolené možnosti korekce zraku žáků při vyplňování dotazníku pro učebnu dílen, zdroj výsledků viz příloha B.2

Následující tabulka č. 26 obsahuje názor na část vyhodnocených otázek souvisejících se světelnými podmínkami učebny dílen.

Tab.26 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících se světelnými podmínkami učebny dílen, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď							
	ano		většinou ano		většinou ne		ne	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Přijde ti denní osvětlení učebny dílen dostatečné?	18	43,9	14	34,1	7	17,1	2	4,9
Máte v učebně dílen obvykle zatažené žaluzie?	0	0,0	6	14,6	14	34,1	21	51,2
Svítíte v učebně dílen obvykle zářivkami?	11	26,8	17	41,5	6	14,6	6	14,6
Svítíte v učebně dílen často zářivkami i při jasné obloze?	6	14,6	11	26,8	11	26,8	11	26,8

Z hlediska efektivnosti práce se při přirozeném osvětlení lépe pracuje 25 žákům a při umělém osvětlení 15 žákům. Jeden dotazovaný uvedl, že se mu lépe pracuje při přirozeném i umělém osvětlení, což bylo ve výsledném vyhodnocení uvažováno jako neplatná odpověď. Následující obrázek č. 77 předkládá názor žáků na příznivé účinky denního osvětlení na jejich zdraví.



Obr. 77 – Názor žáků učebny dílen na příznivý vliv denního osvětlení na jejich zdraví, zdroj výsledků viz příloha B.2

V následující tabulce č. 27 jsou uvedeny problémy, které jednotliví žáci pocítují z důvodu nedostatečného osvětlení učebny dílen.

Tab. 27 Zdravotní problémy, které pocítují žáci z důvodu nedostatečného osvětlení učebny dílen, zdroj výsledků viz příloha B.2

Zdravotní problém	Intenzita							
	velmi často		občas		málokdy		nikdy	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
bolest či pálení očí	1	2,4	4	9,8	7	17,1	28	68,3
bolest hlavy	2	4,9	5	12,2	4	9,8	30	73,2
zvýšená únava	3	7,3	4	9,8	9	22,0	24	58,5
jiné	1	2,4	1	2,4	0	0,0	0	0,0

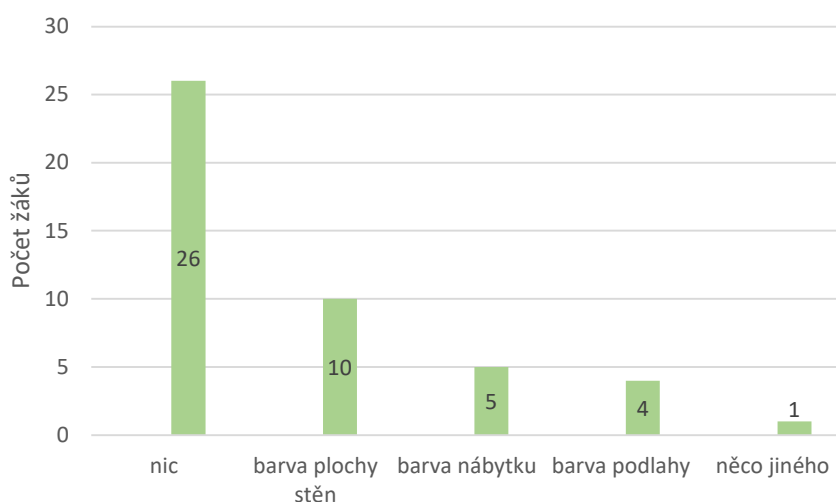
Nejvíce se žáci v učebně dílen potýkají s problémem zvýšené únavy a bolesti či pálení očí. Tabulka č. 28 obsahuje vyhodnocené otázky týkající se barevného provedení učebny dílen.

Tab. 28 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících s barevným provedením učebny dílen, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď					
	příliš světlá		neutrální		tmavá	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jak na tebe působí učebna dílen z hlediska barevnosti?	4	9,8	32	78,0	5	12,2
Otázka	Odpověď					
	teplé		teplé a studené v rovnováze		studené	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jaké barvy jsou podle tvého názoru v učebně dílen využity?	3	7,3	21	51,2	17	41,5
Otázka	Odpověď					
	ano			ne		
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jsi spokojený s barevným provedením učebny dílen?	33	80,5	8	19,5		

Z vyhodnocení otázky zabývající se změnou barevného provedení učebny vyšlo, že pokud by žáci něco měnili na učebně dílen, tak by to byla nejčastěji barva ploch stěn a barva nábytku. Jeden dotazovaný uvedl, že by chtěl v učebně dílen větší

nábytek (viz obrázek č. 78 – něco jiného). Na následujícím obrázku č. 78 je zobrazený celkový výsledek vyhodnocené otázky č. 22 z **přílohy B.2**.



Obr. 78 – Změny v barevném provedení učebny dílen, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

6.3.1.2 Dotazníky pro učitele učebny dílen

Dotazník pro učebny dílen byl podán dvěma učitelům, kteří jej v online verzi přes Formuláře Google [18] vyplnili. V následujícím textu jsou uvedeny odpovědi vycházející z **přílohy C.2**.

Tázání učitelé tráví v učebně během týdne 2 až 5 vyučovacími hodinami, což bylo s ohledem na rozvrh dané učebny potvrzeno.

Při otázce týkající se vhodného návrhu oken v učebně dílen byl jeden z dotazovaných s návrhem spokojený a druhý ne. Oběma se však zdála učebna dílen ve směru od oken k protější stěně příliš hluboká. S rozmístěním nábytku byly oba učitelé spokojeni, s odůvodněním, že se jedná o maximálně možné vzhledem k podobě prostoru. Oba učitelé taktéž dovolí žákům na začátku školního roku výběr místa v učebně, na kterém by chtěli sedět.

Z hlediska názoru na dostatečné denní osvětlení učebny byly odpovědi rozdílné. Jeden z tázaných odpověděl, že se mu učebna většinou zdá dostatečně osvětlená, druhý, že se mu tak učebna většinou nezdá. Ihned při vstupu do učebny oba dotazovaní většinou zapínají zářivky z důvodu menšího množství přístupu světla z okenních otvorů. Jeden z dotazovaných zapíná zářivky ze stejného důvodu i v případě jasné oblohy.

Při otázce týkající se problémů způsobených nedostatečným osvětlením učebny jeden z dotazovaných odpověděl, že pociťuje málokdy bolest či pálení očí a občas pociťuje zvýšenou únavu. Druhý z tázaných odpověděl, že pociťuje málokdy bolest hlavy.

Z hlediska barevnosti učebny se oběma dotazovaným jeví učebna dílen jako neutrální a jeden z nich by si přál změnit její barevné provedení ploch stěn.

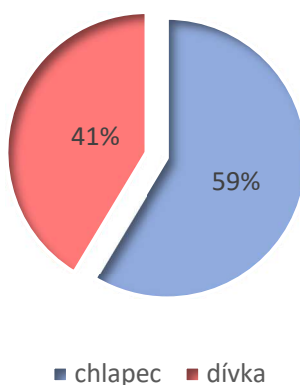
Oběma tázaným se lépe pracuje při přirozeném osvětlení. U otázky týkající se vlivu příznivých účinků denního osvětlení na vlastní zdraví či otázky související s denním osvětlením jako důležité součásti pro tvorbu kvality prostředí vnitřních prostorů měli oba souhlasný názor.

6.3.2 Učebna chemie

6.3.2.1 Dotazníky pro žáky učebny chemie

Dotazníky pro učebnu chemie vyplnilo v papírové formě při vyučování celkem 58 žáků, což odpovídá účasti 75,3 %. Věkové rozmezí všech dotazovaných je 11-15 let s ohledem na rozvrh učebny, ve kterém měli nejvíce vyučovacích hodin třídy žáků 6.B (26 žáků), 8.B (26 žáků) a 9.B (25 žáků).

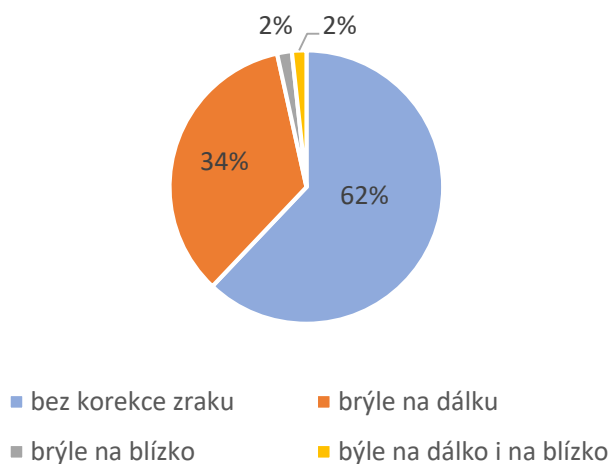
Na následujícím obrázku č. 79 lze vidět procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníku pro tuto učebnu.



Obr. 79 – Procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníků pro učebnu chemie, zdroj výsledků viz příloha B.2

Celkem 47 žáků odpovědělo, že používá při psaní pravou ruku. Zbývajících 11 žáků píše levou rukou.

Problémy se zrakem má celkem 38 % dotazovaných žáků, což je patrné z následujícího obrázku č. 80, který znázorňuje jednotlivé možnosti korekce.



Obr. 80 – Zvolené možnosti korekce zraku žáků při vyplňování dotazníku pro učebnu chemie, zdroj výsledků viz příloha B.2

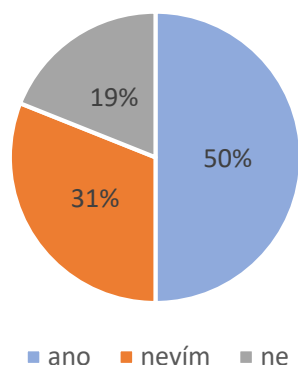
Následující tabulka č. 29 obsahuje názor na část vyhodnocených otázek souvisejících se světelnými podmínkami učebny chemie.

Tab.29 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících se světelnými podmínkami učebny chemie, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď							
	ano		většinou ano		většinou ne		ne	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Přijde ti denní osvětlení učebny chemie dostatečné?	22	37,9	22	37,9	11	19,0	3	5,2
Máte v učebně chemie obvykle zatažené žaluzie?	1	1,7	23	39,7	30	51,7	4	6,9
Svítíte v učebně chemie obvykle zářivkami?	18	31,0	25	43,1	13	22,4	2	3,4
Svítíte v učebně chemie často zářivkami i při jasné obloze?	6	10,3	17	29,3	21	36,2	14	24,1

Z hlediska efektivnosti práce se při přirozeném osvětlení lépe pracuje 34 žákům a při umělém osvětlení 24 žákům. Z důvodu poměrně vysokého počtu žáků, kterým se lépe pracuje při umělém osvětlení, je možné, že byla otázka č. 14 (viz příloha B.2) vztažena přímo k učebně chemie.

Následující obrázek č. 81 předkládá názor žáků na příznivé účinky denního osvětlení na jejich zdraví.



Obr. 81 – Názor žáků učebny chemie na příznivý vliv denního osvětlení na jejich zdraví, zdroj výsledků viz příloha B.2

V následující tabulce č. 30 jsou uvedeny problémy, které jednotliví žáci pocítují z důvodu nedostatečného osvětlení učebny chemie.

Tab. 30 Zdravotní problémy, které pocítují žáci z důvodu nedostatečného osvětlení učebny chemie, zdroj výsledků viz příloha B.2

Zdravotní problém	Intenzita							
	velmi často		občas		málokdy		nikdy	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
bolest či pálení očí	0	0,0	8	13,8	15	25,9	35	60,3
bolest hlavy	2	3,4	6	10,3	11	19,0	39	67,2
zvýšená únava	4	6,9	13	22,4	11	19,0	30	51,7
jiné	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Nejvíce se žáci v učebně chemie potýkají s problémem zvýšené únavy a bolesti či pálení očí. Tabulka č. 31 obsahuje vyhodnocené otázky týkající se barevného provedení učebny chemie.

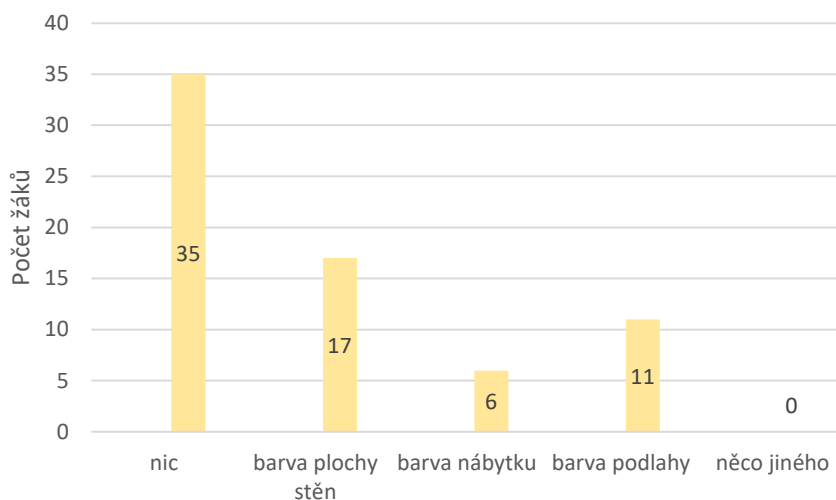
Tab. 31A Vyhodnocení otázek přímo souvisejících s barevným provedením učebny chemie, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď					
	příliš světlá		neutrální		tmavá	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jak na tebe působí učebna chemie z hlediska barevnosti?	7	12,1	45	77,6	6	10,3

Tab. 31B Vyhodnocení otázek přímo souvisejících s barevným provedením učebny chemie, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď					
	teplé		teplé a studené v rovnováze		studené	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jaké barvy jsou podle tvého názoru v učebně chemie využity?	22	37,9	24	41,4	12	20,7
Otázka	Odpověď					
	ano		ne			
	počet žáků	%	počet žáků	%		
Jsi spokojený s barevným provedením učebny chemie ⁴⁸ ?	50	86,2	7	12,1		

Z vyhodnocení otázky zabývající se změnou barevného provedení učebny vyšlo, že pokud by žáci něco měnili na učebně chemie, tak by to byla nejčastěji barva ploch stěn a barva podlahy. V následujícím obrázku č. 82 je zobrazený celkový výsledek vyhodnocené otázky č. 22 z přílohy B.2.



Obr. 82 – Změny v barevném provedení učebny chemie, zdroj výsledků viz příloha B.2

6.3.2.2 Dotazníky pro učitele učebny chemie

Dotazník pro učebnu chemie byl podán dvěma učitelkám, které jej v online verzi přes Formuláře Google [18] vyplnily. V následujícím textu jsou uvedeny odpovědi vycházející z přílohy C.2.

⁴⁸ 1 dotazovaný připsal k odpovědím na otázku „je mi to jedno“ – neplatná odpověď.

V učebně chemie tráví jedna z tázaných 3 až 5 vyučovacích hodin týdně a druhá z dotazovaných více než 5 vyučovacích hodin týdně, což se shoduje s rozvrhem učebny.

Na otázku týkající se vhodného návrhu oken v učebně chemie obě souhlasně odpověděly. Jedné z tázaných se zdála učebna ve směru od okna ke dveřím příliš hluboká, druhé však ne. S klasickým rozmístěním lavic ve 3 řadách po 5 byly obě spokojeny. Jedna z dotázaných dovolí žákům na začátku školního roku vybrat si místo, kde by chtěli sedět, druhá si zasedací pořádek vytváří sama.

Z hlediska přísunu denního osvětlení do učebny se obě respondentky shodly, že je dostatečné. Ihned při vstupu do učebny ani jedna z nich nezapíná zářivky s odůvodněním, že se rozhodují dle aktuálních světelných podmínek. Při jasné obloze jsou zářivky v době výuky u obou dotazovaných zhasnuty.

Při otázce týkající se problémů způsobených nedostatečným osvětlením učebny ani jedna z dotázaných nepociťuje nikdy žádný zdravotní problém.

Z hlediska barevnosti se oběma jeví učebna chemie jako neutrální a jsou spokojeny s jejím barevným provedením a nechtějí na něm nic změnit.

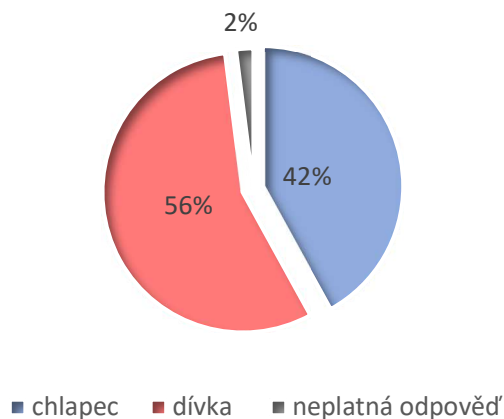
Oběma dotázaným se lépe pracuje při přirozeném osvětlení. U otázky týkající se vlivu příznivých účinků denního osvětlení na vlastní zdraví či otázky související s denním osvětlením jako důležité součásti pro tvorbu kvality prostředí vnitřních prostorů byly obě souhlasného názoru.

6.3.3 Učebna fyziky

6.3.3.1 Dotazníky pro žáky učebny fyziky

Dotazníky pro učebnu fyziky vyplnilo celkem 50 žáků, což odpovídá účasti 65,8 %. V papírové podobě při vyučování bylo celkem vyplněno 38 dotazníků a zbývajících 12 dotazníků bylo vyplněno online formou přes Formuláře Google [18]. Věkové rozmezí všech dotazovaných je 12-15 let s ohledem na rozvrh učebny, ve kterém měli nejvíce vyučovacích hodin třídy žáků 7.B (24 žáků), 8.A (27 žáků) a 9.B (25 žáků).

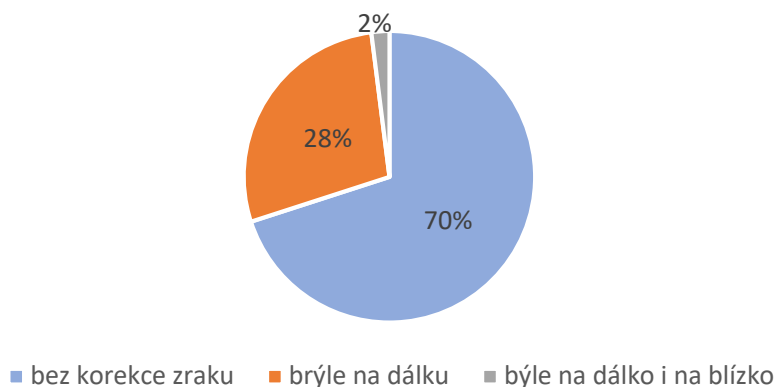
Na následujícím obrázku č. 83 lze vidět procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníku pro tuto učebnu. Jeden z dotazovaných na otázku týkající se pohlaví neodpověděl.



Obr. 83 – Procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníků pro učebnu fyziky, zdroj výsledků viz příloha B.2

Celkem 44 žáků odpovědělo, že používá při psaní pravou ruku. Zbývajících 6 žáků píše levou rukou.

Problémy se zrakem má celkem 30 % dotazovaných žáků, což je patrné z následujícího obrázku č. 84, který znázorňuje jednotlivé možnosti korekce.



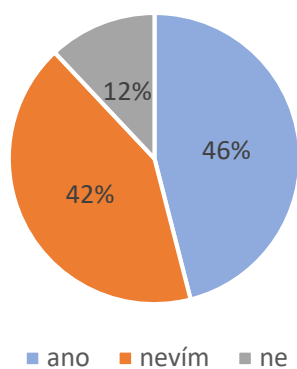
Obr. 84 – Zvolené možnosti korekce zraku žáků při vyplňování dotazníku pro učebnu fyziky, zdroj výsledků viz příloha B.2

Následující tabulka č. 32 obsahuje názor na část vyhodnocených otázek souvisejících se světelnými podmínkami učebny fyziky.

Tab.32 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících se světelnými podmínkami učebny fyziky, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď							
	ano		většinou ano		většinou ne		ne	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Přijde ti denní osvětlení učebny fyziky dostatečné?	26	52,0	20	40,0	2	4,0	2	4,0
Máte v učebně fyziky obvykle zatažené žaluzie?	9	18,0	21	42,0	18	36,0	2	4,0
Svítíte v učebně fyziky obvykle zářivkami?	13	26,0	19	38,0	18	36,0	0	0,0
Svítíte v učebně fyziky často zářivkami i při jasné obloze?	4	8,0	7	14,0	23	46,0	16	32,0

Z hlediska efektivnosti práce se při přirozeném osvětlení lépe pracuje 37 žákům a při umělém osvětlení 12 žákům. Jeden dotazovaný uvedl, že se mu lépe pracuje při přirozeném a zároveň i při umělém osvětlení. Tato odpověď byla vyhodnocena jako neplatná. Následující obrázek č. 85 předkládá názor žáků na příznivé účinky denního osvětlení na jejich zdraví.



Obr. 85 – Názor žáků učebny fyziky na příznivý vliv denního osvětlení na jejich zdraví, zdroj výsledků viz příloha B.2

V následující tabulce č. 33 jsou uvedeny problémy, které jednotliví žáci pociťují z důvodu nedostatečného osvětlení učebny fyziky.

Tab. 33 Zdravotní problémy, které pociťují žáci z důvodu nedostatečného osvětlení učebny fyziky, zdroj výsledků viz příloha B.2

Zdravotní problém	Intenzita							
	velmi často		občas		málokdy		nikdy	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
bolest či pálení očí	1	2,0	10	20,0	15	30,0	24	48,0
bolest hlavy	5	10,0	5	10,0	10	20,0	30	60,0
zvýšená únava	12	24,0	9	18,0	13	26,0	16	32,0
jiné	0	0,0	1 ⁴⁹	2,0	1 ⁵⁰	2,0	0	0,0

Nejvíce se žáci v učebně fyziky potýkají s problémem zvýšené únavy. Tabulka č. 34 obsahuje vyhodnocené otázky týkající se barevného provedení učebny fyziky.

Tab. 34 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících s barevným provedením učebny fyziky, zdroj výsledků viz příloha B.2

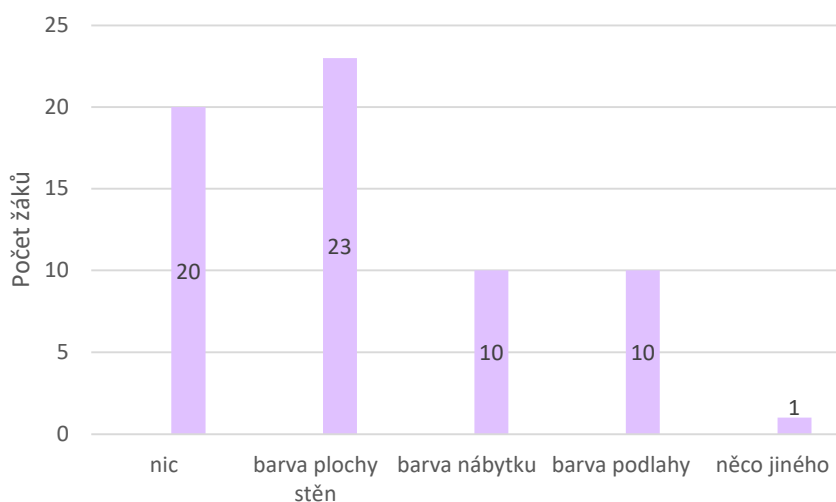
Otázka	Odpověď					
	příliš světlá		neutrální		tmavá	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jak na tebe působí učebna fyziky z hlediska barevnosti?	10	20,0	38	76,0	2	4,0
Otázka	Odpověď					
	teplé		teplé a studené v rovnováze		studené	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jaké barvy jsou podle tvého názoru v učebně fyziky využity?	14	28,0	30	60,0	6	12,0
Otázka	Odpověď					
	ano			ne		
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jsi spokojený s barevným provedením učebny fyziky ⁵¹ ?	36	72,0	13	26,0		

⁴⁹ 1 dotazovaný uvedl, že pociťuje z důvodu nedostatečného osvětlení učebny fyziky pocit „zvracení“.

⁵⁰ 1 dotazovaný uvedl, že pociťuje z důvodu nedostatečného osvětlení učebny fyziky jiný zdravotní problém, ale neuvěděl jaký.

⁵¹ 1 dotazovaný na otázku neodpověděl – neplatná odpověď.

Z vyhodnocení otázky zabývající se změnou barevného provedení učebny vyšlo, že pokud by žáci něco měnili na učebně fyziky, tak by to byla nejčastěji barva ploch stěn. Jeden dotazovaný uvedl, že by chtěl nejvíce změnit barevné provedení rámu dveří. (viz obrázek č. 86 – něco jiného). V následujícím obrázku č. 86 je zobrazený celkový výsledek vyhodnocené otázky č. 22 z **přílohy B.2**.



Obr. 86 – Změny v barevném provedení učebny fyziky, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

6.3.3.2 Dotazníky pro učitele učebny fyziky

Dotazník pro učebnu fyziky byl podán dvěma respondentům rozdílného pohlaví, kteří jej v online verzi přes Formuláře Google [18] vyplnili. V následujícím textu jsou uvedeny odpovědi vycházející z **přílohy C.2**.

V učebně fyziky jeden z tázaných tráví 0 až 2 vyučovací hodiny týdně a druhý více než 5 vyučovacích hodin týdně. Lze tak konstatovat, že získané odpovědi budou vypovídající.

Na otázku týkající se vhodného návrhu oken v učebně fyziky oba z tázaných odpověděli souhlasně a ani jednomu z nich se učebna nezdá příliš hluboká. S rozmístěním nábytku byl jeden z tázaných spokojený s odůvodněním, že nábytek nebrání přísunu světla, a druhý nespokojený, avšak bez udání důvodu. Jeden z dotázaných dovolí žákům na začátku školního roku vybrat si místo, kde by chtěli sedět, druhý si zasedací pořádek vytváří sám.

Na otázku související s denním osvětlením učebny oba respondenti uvedli, že je většinou dostatečné. Ihned při vstupu do učebny jeden dotazovaný zapíná

zářivky bez zdůvodnění, druhý nikoliv s odůvodněním, že se rozhoduje při aktuálních světelných podmínkách. Při jasné obloze jsou zářivky při výuce obou z tázaných většinou vypnuty.

Na otázku týkající se problémů způsobených nedostatečným osvětlením učebny jeden z tázaných odpověděl, že pociťuje málokdy bolest hlavy a zvýšenou únavu, druhý nepociťuje žádný problém.

Z hlediska barevnosti se oběma jeví učebna fyziky jako neutrální a jsou spokojeni s jejím barevným provedením a nechtějí na něm nic změnit.

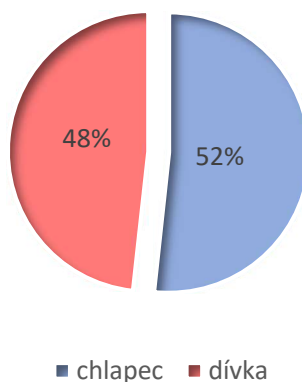
Jednomu z respondentů se lépe pracuje při přirozeném osvětlení a druhému při umělém osvětlení. U otázky týkající se vlivu příznivých účinků denního osvětlení na vlastní zdraví či otázce související s denním osvětlením jako důležité součásti pro tvorbu kvality prostředí vnitřních prostorů byli oba souhlasného názoru.

6.3.4 Učebna výtvarné výchovy

6.3.4.1 Dotazníky pro žáky učebny výtvarné výchovy

Dotazníky pro učebnu výtvarné výchovy vyplnilo celkem 58 žáků, což odpovídá účasti 80,6 %. V papírové podobě při vyučování bylo vyplněno 42 dotazníků a zbývajících 16 dotazníků bylo vyplněno online formou přes Formuláře Google [18]. Věkové rozmezí všech dotazovaných je 12-15 let s ohledem na rozvrh učebny, ve kterém měli nejvíce vyučovacích hodin třídy žáků 7.C (20 žáků), 8.C (22 žáků) a 9.B (16 žáků).

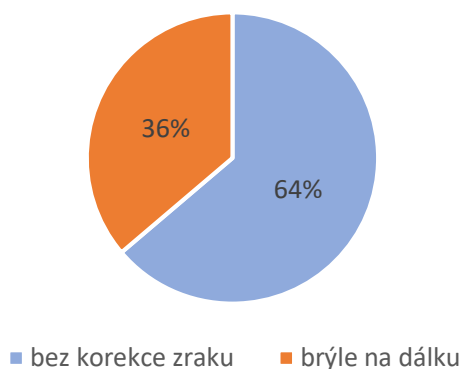
Na následujícím obrázku č. 87 lze vidět procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníku pro tuto učebnu.



Obr. 87 – Procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníků pro učebnu výtvarné výchovy, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

Celkem 49 žáků odpovědělo, že používá při psaní pravou ruku. Zbývajících 9 žáků píše levou rukou.

Problémy se zrakem má celkem 36 % dotazovaných žáků, což je patrné z následujícího obrázku č. 88, který znázorňuje jednotlivé možnosti korekce.



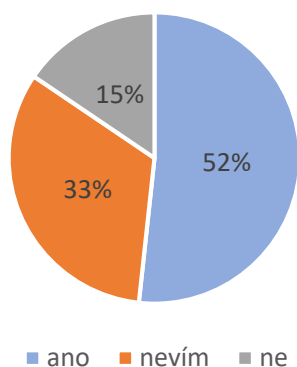
Obr. 88 – Zvolené možnosti korekce zraku žáků při vyplňování dotazníku pro učebnu výtvarné výchovy, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

Následující tabulka č. 35 obsahuje názor na část vyhodnocených otázek souvisejících se světelnými podmínkami učebny výtvarné výchovy.

Tab.35 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících se světelnými podmínkami učebny výtvarné výchovy, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď							
	ano		většinou ano		většinou ne		ne	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Přijde ti denní osvětlení učebny výtvarné výchovy dostatečné?	17	29,3	32	55,2	8	13,8	1	1,7
Máte v učebně výtvarné výchovy obvykle zatažené žaluzie?	2	3,4	22	37,9	31	53,4	3	5,2
Svítíte v učebně výtvarné výchovy obvykle zářivkami?	12	20,7	31	53,4	13	22,4	2	3,4
Svítíte v učebně výtvarné výchovy často zářivkami i při jasné obloze?	3	5,2	12	20,7	25	43,1	18	31,0

Z hlediska efektivnosti práce se při přirozeném osvětlení lépe pracuje 41 žákům a při umělém osvětlení 15 žákům. Dva dotazovaní uvedli, že se jim lépe pracuje při přirozeném a zároveň i při umělém osvětlení. Tyto odpovědi byly vyhodnoceny jako neplatné. Následující obrázek č. 89 předkládá názor žáků na příznivé účinky denního osvětlení na jejich zdraví.



Obr. 89 – Názor žáků učebny výtvarné výchovy na příznivý vliv denního osvětlení na jejich zdraví, zdroj výsledků viz příloha B.2

V následující tabulce č. 36 jsou uvedeny problémy, které jednotliví žáci pociťují z důvodu nedostatečného osvětlení učebny výtvarné výchovy.

Tab. 36 Zdravotní problémy, které pociťují žáci z důvodu nedostatečného osvětlení učebny výtvarné výchovy, zdroj výsledků viz příloha B.2

Zdravotní problém	Intenzita							
	velmi často		občas		málokdy		nikdy	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
bolest či pálení očí	1	1,7	7	12,1	19	32,8	31	53,4
bolest hlavy	0	0,0	22	37,9	8	13,8	28	48,3
zvýšená únava ⁵²	11	19,0	18	31,0	17	29,3	11	19,0
jiné	1 ⁵³	1,7	1 ⁵⁴	1,7	1 ⁵⁵	1,7	0	0,0

Nejvíce se žáci v učebně výtvarné výchovy potýkají s problémem zvýšené únavy a bolesti hlavy. Tabulka č. 37 obsahuje vyhodnocené otázky týkající se barevného provedení učebny výtvarné výchovy.

Tab. 37 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících s barevným provedením učebny výtvarné výchovy, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď					
	příliš světlá		neutrální		tmavá	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jak na tebe působí učebna výtvarné výchovy z hlediska barevnosti?	16	27,6	40	69,0	2	3,4
Otázka	Odpověď					
	teplé		teplé a studené v rovnováze		studené	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jaké barvy jsou podle tvého názoru v učebně výtvarné výchovy využity?	11	19,0	40	69,0	7	12,1
Otázka	Odpověď					
	ano			ne		
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jsi spokojený s barevným provedením učebny výtvarné výchovy?	43	74,1	15	25,9		

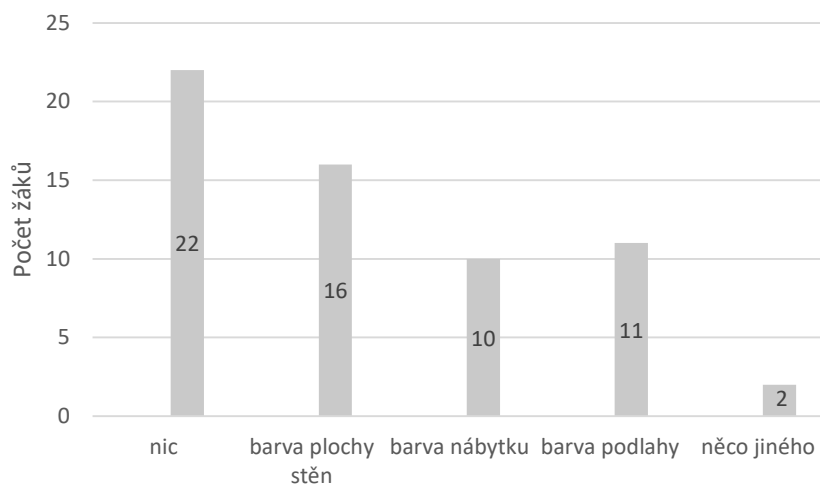
⁵² 1 dotazovaný uvedl, že pociťuje zvýšenou únavu v intenzitě velmi často a občas – neplatná odpověď.

⁵³ 1 dotazovaný uvedl, že velmi často pociťuje jiný problém, ale neuvedl jaký.

⁵⁴ 1 dotazovaný uvedl, že občas pociťuje jiný problém, ale neuvedl jaký.

⁵⁵ 1 dotazovaný uvedl, že málokdy pociťuje jiný problém, ale neuvedl jaký.

Z vyhodnocení otázky zabývající se změnou barevného provedení učebny vyšlo, že pokud by žáci něco měnili na učebně výtvarné výchovy, tak by to byla nejčastěji barva ploch stěn a podlahy. Jeden dotazovaný uvedl, že by chtěl nejvíce změnit barevné provedení lavic a jeden dotazovaný by chtěl do učebny pořídit interaktivní tabuli (viz obrázek č. 90 – něco jiného). Na následujícím obrázku č. 90 je zobrazený celkový výsledek vyhodnocené otázky č. 22 z **přílohy B.2**.



Obr. 90 – Změny v barevném provedení učebny výtvarné výchovy, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

6.3.4.2 Dotazníky pro učitele učebny výtvarné výchovy

Dotazník pro učebnu výtvarné výchovy byl podán dvěma učitelkám, které jej v online verzi přes Formuláře Google [18] vyplnily. V následujícím textu jsou uvedeny odpovědi vycházející z **přílohy C.2**.

V učebně výtvarné výchovy jedna z tázaných tráví 0 až 2 vyučovací hodiny týdně a druhá více než 5 vyučovacích hodin týdně. Lze tak konstatovat, že získané odpovědi jsou vypovídající.

Při otázce týkající se vhodného návrhu oken v učebně výtvarné výchovy byly obě z tázaných přesvědčeny o vhodném návrhu a učebna se ani jedné z nich nezdá příliš hluboká ve směru od oken ke dveřím. S rozmístěním nábytku byly obě respondentky spokojeny s odůvodněním, že je nábytek vhodně využit pro zaměření učebny a že mezi okny a protější stěnou se nacházejí pouze lavice a nedochází tak k bránění přístupu světla. Obě z dotazovaných dovolí žákům na začátku školního roku, aby si zvolili místo, kde chtějí sedět.

U otázky související s denním osvětlením učebny se respondentky shodly, že je většinou dostatečné. Ihned při vstupu do učebny jedna z dotazovaných většinou nezapíná zářivky z důvodu, že již bývají zapnuté, a druhá z tázaných většinou nezapíná zářivky, protože je v učebně dost světla i bez nich. Při jasné obloze jedna z dotazovaných zářivky nezapíná a druhá je většinou nezapíná z důvodu, že už většinou svítí.

Na otázku týkající se problémů způsobených nedostatečným osvětlením učebny jedna z dotázaných odpověděla, že pociťuje velmi často bolest hlavy a občas zvýšenou únavu, druhá málokdy bolest či pálení očí.

Z hlediska barevnosti se jedné z tázaných učebna jeví příliš světlá a té druhé neutrální. S barevností je jedna z respondentek spokojena, druhá ne s odůvodněním, že by nejvíce chtěla změnit barevné provedení ploch stěn.

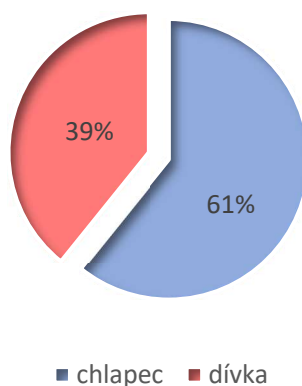
Oběma z učitelek se lépe pracuje při přirozeném osvětlení. U otázky týkající se vlivu příznivých účinků denního osvětlení na vlastní zdraví či otázce související s denním osvětlením jako důležité součásti pro tvorbu kvality prostředí vnitřních prostorů byly obě souhlasného názoru.

6.3.5 Učebna cizích jazyků

6.3.5.1 Dotazníky pro žáky učebny cizích jazyků

Dotazníky pro učebnu cizích jazyků vyplnil v papírové podobě při vyučování celkem 51 žák, což odpovídá účasti 69,9 %. Věkové rozmezí všech dotazovaných je 12-15 let s ohledem na rozvrh učebny, ve kterém měli nejvíce vyučovacích hodin třídy žáků 7.A (14 žáků), 8.B (17 žáků) a 9.A (20 žáků).

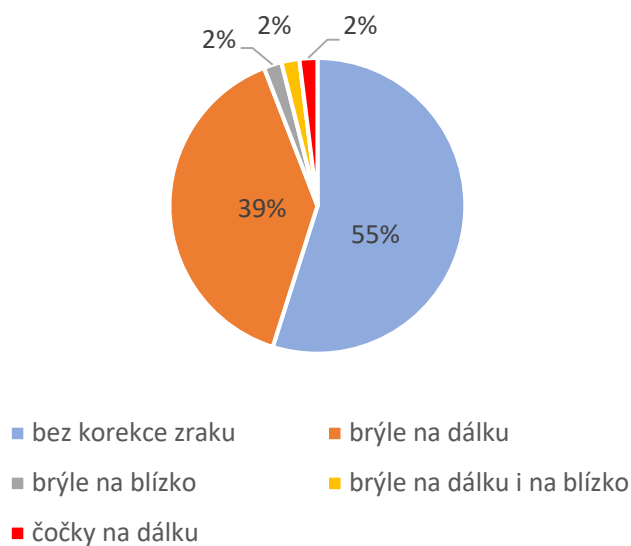
Na následujícím obrázku č. 91 lze vidět procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníku pro tuto učebnu.



Obr. 91 – Procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníků pro učebnu cizích jazyků, zdroj výsledků viz příloha B.2

Celkem 43 žáků odpovědělo, že používá při psaní pravou ruku. Zbývajících 8 žáků píše levou rukou.

Problémy se zrakem má celkem 45 % dotazovaných žáků, což je patrné z následujícího obrázku č. 92, který znázorňuje jednotlivé možnosti korekce.



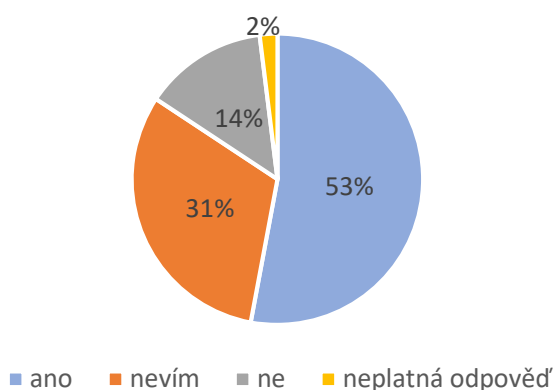
Obr. 92 – Zvolené možnosti korekce zraku žáků při vyplňování dotazníku pro učebnu cizích jazyků, zdroj výsledků viz příloha B.2

Následující tabulka č. 38 obsahuje názor na část vyhodnocených otázek souvisejících se světelnými podmínkami učebny cizích jazyků.

Tab.38 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících se světelnými podmínkami učebny cizích jazyků, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď							
	ano		většinou ano		většinou ne		ne	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Přijde ti denní osvětlení učebny cizích jazyků dostatečné?	19	37,3	22	43,1	9	17,6	1	2,0
Máte v učebně cizích jazyků obvykle zatažené žaluzie?	8	15,7	26	51,0	16	31,4	1	2,0
Svítíte v učebně cizích jazyků obvykle zářivkami ⁵⁶ ?	9	17,6	27	52,9	13	25,5	1	2,0
Svítíte v učebně cizích jazyků často zářivkami i při jasné obloze?	6	11,8	9	17,6	22	43,1	14	27,5

Z hlediska efektivnosti práce se při přirozeném osvětlení lépe pracuje 29 žákům a při umělém osvětlení 19 žákům. Tři dotazovaní uvedli, že se jim lépe pracuje při přirozeném a zároveň i při umělém osvětlení. Tyto odpovědi byly vyhodnoceny jako neplatné. Následující obrázek č. 93 předkládá názor žáků na příznivé účinky denního osvětlení na jejich zdraví. Jeden z dotazovaných uvedl jako odpověď na otázku, zda si myslí, že má denní osvětlení příznivý vliv na jeho zdraví, ne a nevím. Tato odpověď byla vyhodnocena jako neplatná.



Obr. 93 – Názor žáků učebny cizích jazyků na příznivý vliv denního osvětlení na jejich zdraví, zdroj výsledků viz příloha B.2

⁵⁶ 1 dotazovaný na tuto otázku neodpověděl.

V následující tabulce č. 39 jsou uvedeny problémy, které jednotliví žáci pociťují z důvodu nedostatečného osvětlení učebny cizích jazyků.

Tab. 39 Zdravotní problémy, které pociťují žáci z důvodu nedostatečného osvětlení učebny cizích jazyků, zdroj výsledků viz příloha B.2

Zdravotní problém	Intenzita							
	velmi často		občas		málokdy		nikdy	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
bolest či pálení očí	1	2,0	5	9,8	11	21,6	34	66,7
bolest hlavy	1	2,0	5	9,8	10	19,6	35	68,6
zvýšená únava	8	15,7	11	21,6	14	27,5	18	35,3
jiné	0	0,0	1 ⁵⁷	2,0	1 ⁵⁸	2,0	0	0,0

Nejvíce se žáci v učebně cizích jazyků potýkají s problémem zvýšené únavy. Tabulka č. 40 obsahuje vyhodnocené otázky týkající se barevného provedení učebny cizích jazyků.

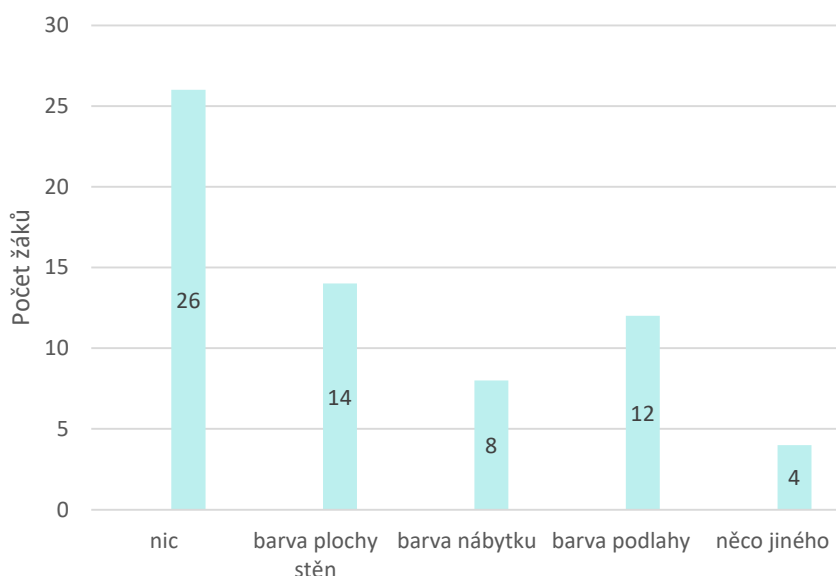
Tab. 40 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících s barevným provedením učebny cizích jazyků, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď					
	příliš světlá		neutrální		tmavá	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jak na tebe působí učebna cizích jazyků z hlediska barevnosti?	8	15,7	32	62,7	11	21,6
Otázka	Odpověď					
	teplé		teplé a studené v rovnováze		studené	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jaké barvy jsou podle tvého názoru v učebně cizích jazyků využity?	45	88,2	4	7,8	2	3,9
Otázka	Odpověď					
	ano			ne		
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jsi spokojený s barevným provedením učebny cizích jazyků?	35	68,6	16	31,4		

⁵⁷ 1 dotazovaný uvedl, že občas pociťuje jiný problém, ale neuvedl jaký.

⁵⁸ 1 dotazovaný uvedl, že málokdy pociťuje jiný problém, ale neuvedl jaký.

Z vyhodnocení otázky zabývající se změnou barevného provedení učebny vyšlo, že pokud by žáci něco měnili na učebně cizích jazyků, tak by to byla nejčastěji barva ploch stěn. Čtyři dotazovaní uvedli, že by nejvíce chtěli změnit v učebně cizích jazyků umístění počítačů (viz obrázek č. 94 – něco jiného). Na následujícím obrázku č. 94 je zobrazený celkový výsledek vyhodnocené otázky č. 22 z **přílohy B.2**.



Obr. 94 – Změny v barevném provedení učebny cizích jazyků, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

6.3.5.2 Dotazníky pro učitele učebny cizích jazyků

Dotazník pro učebnu cizích jazyků byl podán dvěma učitelkám, které jej v online verzi přes Formuláře Google [18] vyplnily. V následujícím textu jsou uvedeny odpovědi vycházející z **přílohy C.2**.

Obě dotazované tráví v učebně více než 5 vyučovacími hodinami týdně, a proto lze poskytnuté odpovědi považovat za vhodný reprezentativní vzorek.

Na otázku týkající se vhodného návrhu oken v učebně výtvarné výchovy byly obě z tázaných souhlasného názoru, ani jedné z nich se nezdá učebna příliš hluboká ve směru od oken ke dveřím. S rozmístěním nábytku byla jedna z respondentek spokojena s odůvodněním, že bylo splněno požadované umístění 24 počítačů do učebny a druhá nespokojena, protože nevidí, co žáci na počítačích dělají. Dále jí nevyhovuje stísněný prostor mezi lavicemi. Obě z dotazovaných dovolí žákům na začátku školního roku, aby si zvolili místo, na kterém chtějí sedět.

Na otázku související s dostatečným denním osvětlením místnosti se respondentky neshodly. Jedna z tázaných je názoru, že je denní osvětlení v učebně většinou dostatečné, a druhá, že je většinou nedostatečné. Ihned při vstupu do učebny ani jedna z dotazovaných většinou nezapíná zářivky s odůvodněním, že je zapínají až když je to potřebné. Při jasné obloze se v učebně cizích jazyků většinou nesvítí. „*Pokud svítí slunce, žáci vyžadují zastínění žaluziemi, poté je v učebně tma, tudíž musím zapnout zářivky*“, (viz **příloha C.2**, dotazníky pro učitele cizích jazyků) udává jedna z dotazovaných.

Na otázku týkající se problémů způsobených nedostatečným osvětlením učebny jedna z dotázaných odpověděla, že pociťuje málokdy bolest či pálení očí, druhá nepociťuje žádný problém.

Z hlediska barevnosti se jedné z tázaných učebna jeví příliš tmavá a té druhé neutrální. S barevností je jedna z respondentek spokojena a druhá nikoliv s tím, že by nejvíce chtěla změnit barevné provedení ploch stěn.

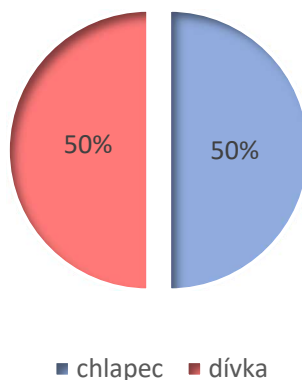
Oběma z učitelek se lépe pracuje při přirozeném osvětlení. U otázky týkající se vlivu příznivých účinků denního osvětlení na vlastní zdraví či otázky související s denním osvětlením jako důležité součásti pro tvorbu kvality prostředí vnitřních prostorů byly obě souhlasného názoru.

6.3.6 Učebna přírodopisu

6.3.6.1 Dotazníky pro žáky učebny přírodopisu

Dotazníky pro učebnu přírodopisu vyplnilo v papírové podobě při vyučování celkem 60 žáků, což odpovídá účasti 83,3 %. Věkové rozmezí všech dotazovaných je 11-14 let s ohledem na rozvrh učebny, ve kterém měli nejvíce vyučovacích hodin třídy žáků 6.A (18 žáků), 7.D (20 žáků) a 8.C (22 žáků).

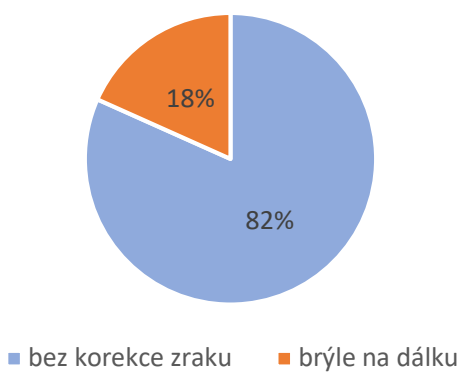
Na následujícím obrázku č. 95 lze vidět procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníku pro tuto učebnu.



Obr. 95 – Procentuální zastoupení chlapců a dívek při vyplňování dotazníků pro učebnu přírodopisu, zdroj výsledků viz příloha B.2

Celkem 51 žák odpověděl, že používá při psaní pravou ruku. Zbývajících 8 žáků píše levou rukou a 1 dotazovaný odpověděl, že píše levou i pravou rukou, což bylo vyhodnoceno jako neplatná odpověď.

Problémy se zrakem má celkem 18 % dotazovaných žáků, což je patrné z následujícího obrázku č. 96, který znázorňuje jednotlivé možnosti korekce.



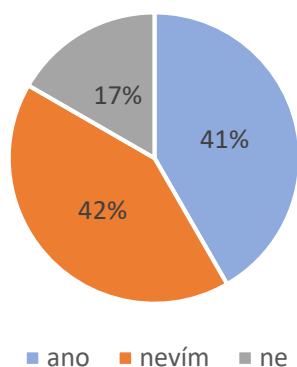
Obr. 96 – Zvolené možnosti korekce zraku žáků při vyplňování dotazníku pro učebnu přírodopisu, zdroj výsledků viz příloha B.2

Následující tabulka č. 41 obsahuje názor na část vyhodnocených otázek souvisejících se světelnými podmínkami učebny přírodopisu.

Tab.41 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících se světelnými podmínkami učebny přírodopisu, zdroj výsledků viz příloha B.2

Otázka	Odpověď							
	ano		většinou ano		většinou ne		ne	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Přijde ti denní osvětlení učebny přírodopisu dostatečné?	32	53,3	27	45,0	1	1,7	0	0,0
Máte v učebně přírodopisu obvykle zatažené žaluzie?	6	10,0	29	48,3	19	31,7	6	10,0
Svítíte v učebně přírodopisu obvykle zářivkami?	9	17,6	18	35,3	28	54,9	5	9,8
Svítíte v učebně přírodopisu často zářivkami i při jasné obloze?	1	1,7	7	11,7	27	45,0	25	41,7

Z hlediska efektivnosti práce se při přirozeném osvětlení lépe pracuje 50 žákům a při umělém osvětlení 9 žákům. Jeden dotazovaný uvedl, že se mu lépe pracuje při přirozeném a zároveň i při umělém osvětlení. Tato odpověď byla vyhodnocena jako neplatná. Následující obrázek č. 97 předkládá názor žáků na příznivé účinky denního osvětlení na jejich zdraví.



Obr. 97 – Názor žáků učebny přírodopisu na příznivý vliv denního osvětlení na jejich zdraví, zdroj výsledků viz příloha B.2

V následující tabulce č. 42 jsou uvedeny problémy, které jednotliví žáci pocítují z důvodu nedostatečného osvětlení učebny přírodopisu.

Tab. 42 Zdravotní problémy, které pocítují žáci z důvodu nedostatečného osvětlení učebny přírodopisu, zdroj výsledků viz příloha B.2

Zdravotní problém	Intenzita							
	velmi často		občas		málokdy		nikdy	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
bolest či pálení očí ⁵⁹	0	0,0	8	13,3	8	13,3	43	71,7
bolest hlavy	1	1,7	10	16,7	13	21,7	36	60,0
zvýšená únava	4	6,7	8	13,3	17	7,0	31	51,7
jiné	2 ⁶⁰	3,3	1	1,7	1	1,7	0	0,0

Nejvíce se žáci v učebně přírodopisu potýkají s problémem zvýšené únavy a bolesti hlavy. Tabulka č. 43 obsahuje vyhodnocené otázky týkající se barevného provedení učebny přírodopisu.

Tab. 43 Vyhodnocení otázek přímo souvisejících s barevným provedením učebny přírodopisu, zdroj výsledků viz příloha B.2

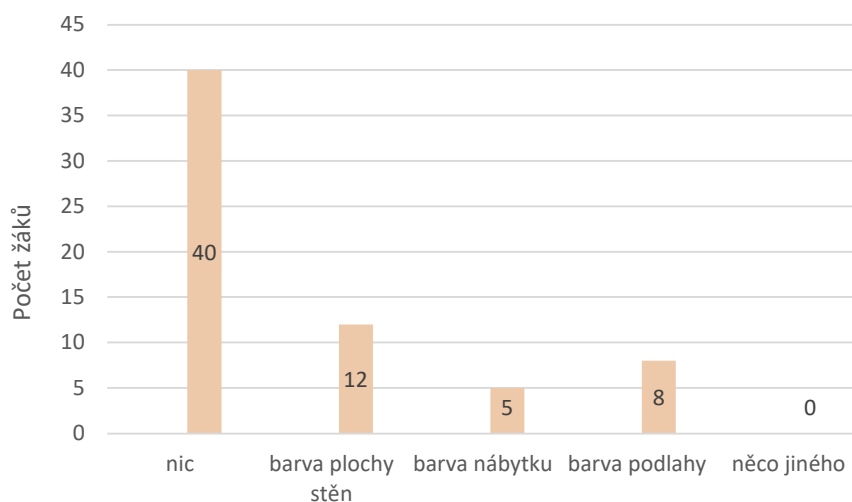
Otázka	Odpověď					
	příliš světlá		neutrální		tmavá	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jak na tebe působí učebna přírodopisu z hlediska barevnosti?	5	8,3	51	85,0	4	6,7
Otázka	Odpověď					
	teplé		teplé a studené v rovnováze		studené	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jaké barvy jsou podle tvého názoru v učebně přírodopisu využity ⁶¹ ?	17	28,3	32	53,3	10	16,7
Otázka	Odpověď					
	ano			ne		
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
Jsi spokojený s barevným provedením učebny přírodopisu?	52	86,7	8	13,3		

⁵⁹ 1 dotazovaný uvedl, že občas i velmi často pocítuje bolest či pálení očí – neplatná odpověď.

⁶⁰ 2 dotazovaní uvedli, že velmi často pocítují „hlad“ jako problém způsobený nedostatečným osvětlením učebny.

⁶¹ 1 dotazovaný uvedl, že je v učebně využito barev teplých a zároveň teplých a studených barev v rovnováze – neplatná odpověď.

Z vyhodnocení otázky zabývající se změnou barevného provedení učebny vyšlo, že pokud by žáci něco měnili na učebně přírodopisu, tak by to byla nejčastěji barva ploch stěn. Na následujícím obrázku č. 98 je zobrazený celkový výsledek vyhodnocené otázky č. 22 z **přílohy B.2**.



Obr. 98 – Změny v barevném provedení učebny přírodopisu, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

6.3.6.2 Dotazníky pro učitele učebny přírodopisu

Dotazník pro učebnu přírodopisu byl podán dvěma respondentům rozdílného pohlaví, kteří jej v online verzi přes Formuláře Google [18] vyplnili. V následujícím textu jsou uvedeny odpovědi vycházející z **přílohy C.2**.

V učebně přírodopisu tráví jeden z tázaných 3 až 5 vyučovacích hodin týdně a druhý z dotazovaných více než 5 vyučovacích hodin týdně.

Na otázku týkající se vhodného návrhu oken v učebně výtvarné výchovy oba respondenti odpověděli souhlasně. Učebna se jednomu z nich zdála příliš hluboká ve směru od oken ke dveřím, druhém nikoliv. S rozmístěním nábytku byli oba dotazovaní spokojeni. Jeden z nich uvedl: „Vzhledem k častému využívání zrcadlových mikroskopů při výuce byla učebna navržena na dostatečné osvětlení. Také je učebna nově po rekonstrukci, při které jsem měl možnost navrhnout si vše potřebné k ideální výuce.“ (viz **příloha C.2**, dotazník pro učitele učebny přírodopisu). Zajímavé je porovnání názoru tohoto respondenta s výsledky výpočtu množství denního osvětlení, jak je uvedeno v kapitole 5.2.6 na str. 122 a 123. Na začátku školního roku

jeden z respondentů nechá žáky, aby si vybrali místo, kde by chtěli sedět. Druhý z dotazovaných žáky rozesadí dle svého zvoleného zasedacího pořádku.

Na otázku související s dostatečným denním osvětlení učebny se oba tázání shodli, že je učebna většinou dostatečně osvětlena. Ihned při vstupu do učebny jeden z respondentů většinou zapíná zářivky z důvodu časté výuky v ranních hodinách, kdy je množství denního světla nevyhovující. Zářivky vypíná při práci s dataprojektorem. Druhý respondent při vstupu do učebny zářivky většinou nezapíná a rozhoduje se dle počasí či zatažení žaluzií. Při jasné obloze se podle obou respondentů v učebně přírodopisu většinou zářivkami nesvítí.

Na otázku týkající se problémů způsobených nedostatečným osvětlení učebny jeden z dotázaných odpověděl, že pociťuje málokdy zvýšenou únavu, druhý respondent pociťuje málokdy bolest či pálení očí a zvýšenou únavu.

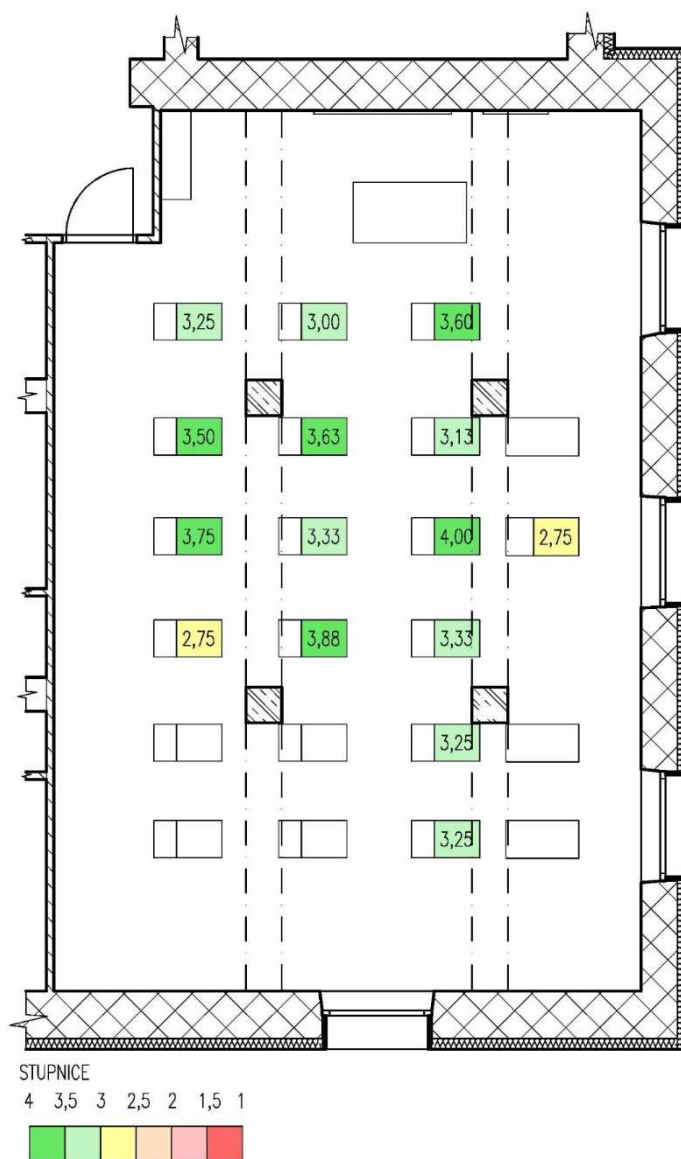
Z hlediska barevnosti se oběma jeví místnost jako neutrální a jsou s jejím barevným provedením spokojeni a nepřejí si nic změnit.

Oba respondenti se také shodli, že se jim lépe pracuje při přirozeném osvětlení. U otázky týkající se vlivu příznivých účinků denního osvětlení na vlastní zdraví či otázky související s denním osvětlením jako důležité součásti pro tvorbu kvality prostředí vnitřních prostorů byli oba souhlasného názoru.

6.4 Vyhodnocení I. hypotézy

První ze zvolených hypotéz, která zní: *„Žáci, kteří sedí v řadě u okna, jsou více spokojeni než žáci sedící v ostatních řadách“*, vychází z otázek zabývajících se spokojeností žáků s místem, na kterém v konkrétní učebně sedí, a z jejich subjektivního názoru na denní osvětlení v místnosti. Bodová stupnice pro tuto hypotézu je v rozmezí 4 až 1 bod s tím, že maximální spokojenost je dána bodovým ohodnocením o hodnotě 4 a minimální spokojenost je dána 1 bodem. Pro lepší názornost jsou lavice podbarveny různými barvami od zelené (maximální spokojenost) do červené (minimální spokojenost). Hypotéza může být potvrzena, pokud lavice u okna obsahují vyšší číslo než ostatní lavice.

6.4.1 Vyhodnocení I. hypotézy v učebně dílen

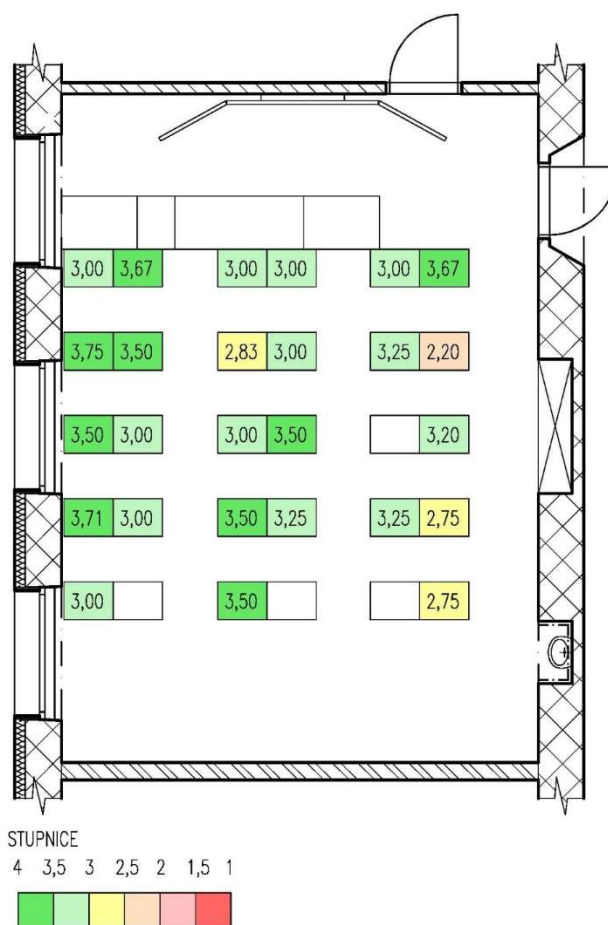


Obr. 99 – Vyhodnocení I. hypotézy v učebně dílen, zdroj výsledků viz příloha B.2

V učebně dílen vyšlo největší bodové hodnocení v lavicích umístěných v řadách dále od okna (viz obrázek č. 99). Tento fakt lze vysvětlit tím, že okna v učebně mají parapet vysoko nad úrovní podlahy. U dvou žáků, kteří sedí v lavici u okna a u dveří, je bodové ohodnocení rovno 2,75, což je nejnižší hodnocení v celé učebně a dokazuje to, že žák není moc spokojený s místem, na kterém sedí.

Učebna dílen je z hlediska zvolených odborných učeben atypická, a proto zde I. hypotéza nemohla být prakticky potvrzena.

6.4.2 Vyhodnocení hypotézy I. v učebně chemie



Obr. 100 – Vyhodnocení I. hypotézy v učebně chemie, zdroj výsledků viz příloha B.2

V učebně chemie lze z obrázku č. 100 konstatovat, že nejnižších bodových hodnot je dosaženo ve žlutě vyznačené lavici v prostřední řadě a oranžově a žlutě vyznačených lavicích v řadě u dveří. Nejvyšších hodnot je dosaženo v tmavších zeleně podbarvených lavicích v řadě u okna. V případě, že vyhodnocujeme jednotlivá místa směrem od okna ke dveřím ve vodorovných řadách, není ani v jedné z nich dosaženo postupného klesání bodového ohodnocení. Pokud uděláme průměr za jednotlivé lavice (pozn. pravá a levá strana), lze dokázat, že je I. hypotéza potvrzena ve druhé vodorovné řadě. Při stanovení průměrných hodnot z každé svislé řady lavic (pozn. řada u okna, prostřední řada, řada u dveří) vyjde směrem od řady u okna k řadě u dveří hodnota sestupného charakteru. Tento fakt značí, že spokojenost žáků v řadě u okna klesá směrem k řadě u dveří. Z tohoto hlediska lze hypotézu shledat potvrzenou.

6.4.3 Vyhodnocení I. hypotézy v učebně fyziky

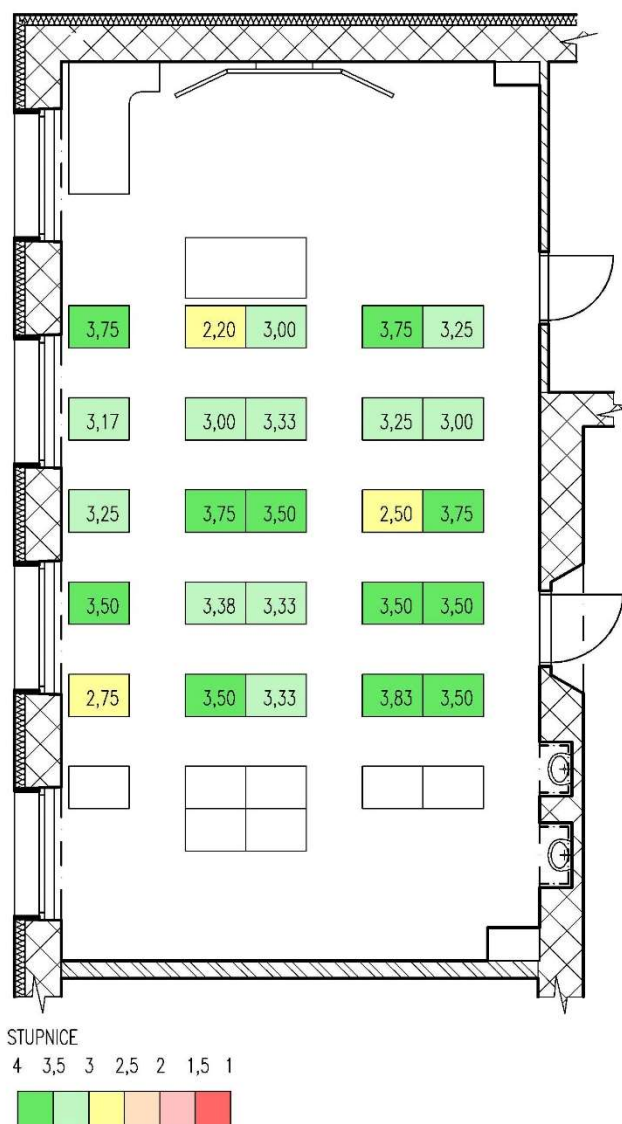


Obr. 101 – Vyhodnocení I. hypotézy v učebně fyziky, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

Na obrázku č. 101 je vyznačeno bodové ohodnocení míst v učebně fyziky. V řadě u okna jsou v tmavě zeleně podbarvených lavicích dosaženy nejvyšší hodnoty bodové stupnice, na rozdíl od prostřední řady a řady u dveří, ve které jsou ve žlutě podbarvených lavicích nejnižší hodnoty. Při vyhodnocení dané hypotézy lze konstatovat, že je potvrzena ve druhé řadě lavic, kde nastává klesající trend bodové stupnice, a to i s ohledem na pravou a levou stranu lavice. Při stanovení průměrných hodnot za jednotlivé lavice (pozn. pravá a levá strana), lze dokázat, že je I. hypotéza potvrzena ve druhé a poslední vodorovné řadě lavic. Při stanovení průměrných hodnot z každé svislé řady lavic (pozn. řada u okna, prostřední řada, řada u dveří)

vyjde směrem od řady u okna k řadě u dveří hodnota sestupného charakteru. Tím lze dokázat, že spokojenost žáků v řadě u okna klesá směrem k řadě u dveří a hypotézu pro učebnu fyziky tak můžeme potvrdit.

6.4.4 Vyhodnocení I. hypotézy v učebně výtvarné výchovy



Obr. 102 – Vyhodnocení I. hypotézy v učebně výtvarné výchovy, zdroj výsledků viz příloha B.2

Na obrázku č. 102 je znázorněno bodové hodnocení míst v učebně výtvarné výchovy. Nejvyšší hodnota v učebně byla získána v páté vodorovné řadě na levé straně svislé řady u dveří. Při výpočtu průměrných hodnot za jednotlivé lavice (pozn. pravá a levá strana) zjistíme, že ani jedna z vodorovných řad nepotvrzuje podmínky I. hypotézy. Při stanovení průměrných hodnot z každé svislé řady lavic (pozn. řada u okna, prostřední řada, řada u dveří) nevyjde směrem od řady u okna k řadě u dveří

hodnota sestupného charakteru. Tím můžeme konstatovat, že v učebně výtvarné výchovy nebyla I. hypotéza potvrzena.

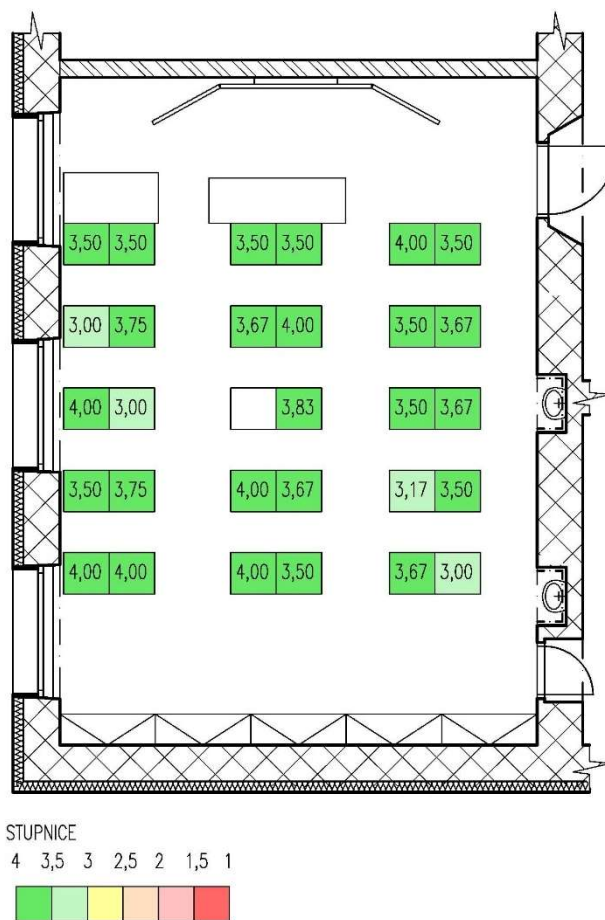
6.4.5 Vyhodnocení I. hypotézy v učebně cizích jazyků



Obr. 103 – Vyhodnocení I. hypotézy v učebně cizích jazyků, zdroj výsledků viz příloha B.2

Na obrázku č. 103 je znázorněno bodové vyhodnocení míst v učebně cizích jazyků. Nejvyšší bodová hodnota v učebně je rovna 4, což vypovídá, že daní žáci jsou na tomto místě maximálně spokojeni. Místo s nejnižším bodovým ohodnocením se nalézá ve čtvrté vodorovné řadě vpravo ve svislé řadě u dveří a je podbarveno oranžovou barvou. Při výpočtu průměrných hodnot jednotlivých lavic (pozn. pravá a levá strana) zjistíme, že lavice ve třetí a čtvrté řadě mají klesající trend a potvrzují tak I. hypotézu. Při stanovení průměrných hodnot z jednotlivých svislých řad (pozn. řada u okna, prostřední řada a řada u dveří) vychází hodnota sestupného charakteru a tím lze konstatovat, že hypotéza je v učebně cizích jazyků potvrzena.

6.4.6 Vyhodnocení I. hypotézy v učebně přírodopisu



Obr. 104 – Vyhodnocení I. hypotézy v učebně přírodopisu, zdroj výsledků viz příloha B.2

Na obrázku č. 104 je znázorněno bodové vyhodnocení míst v učebně přírodopisu. Nejvyšší bodová hodnota v učebně je rovna 4 a je obsažena ve všech svislých řadách. Místo s nejnižší hodnotou je v této učebně rovno 3 a je obsaženo ve svislé řadě u okna a svislé řadě u dveří. V této učebně jsou žáci, kteří vyplňovali dotazník pro učebnu přírodopisu, nejvíce spokojeni v porovnání s výsledky v ostatních odborných učebnách. Při výpočtu průměrných hodnot jednotlivých lavic (pozn. pravá a levá strana) zjistíme, že v poslední vodorovné řadě vyšel klesající trend, který potvrzuje podmínku I. hypotézy. Při stanovení průměrných hodnot z jednotlivých svislých řad (pozn. řada u okna, prostřední řada a řada u dveří) vychází hodnota, která nemá sestupný charakter, a proto můžeme i přes předchozí tvrzení konstatovat, že I. hypotéza není v učebně přírodopisu potvrzena.

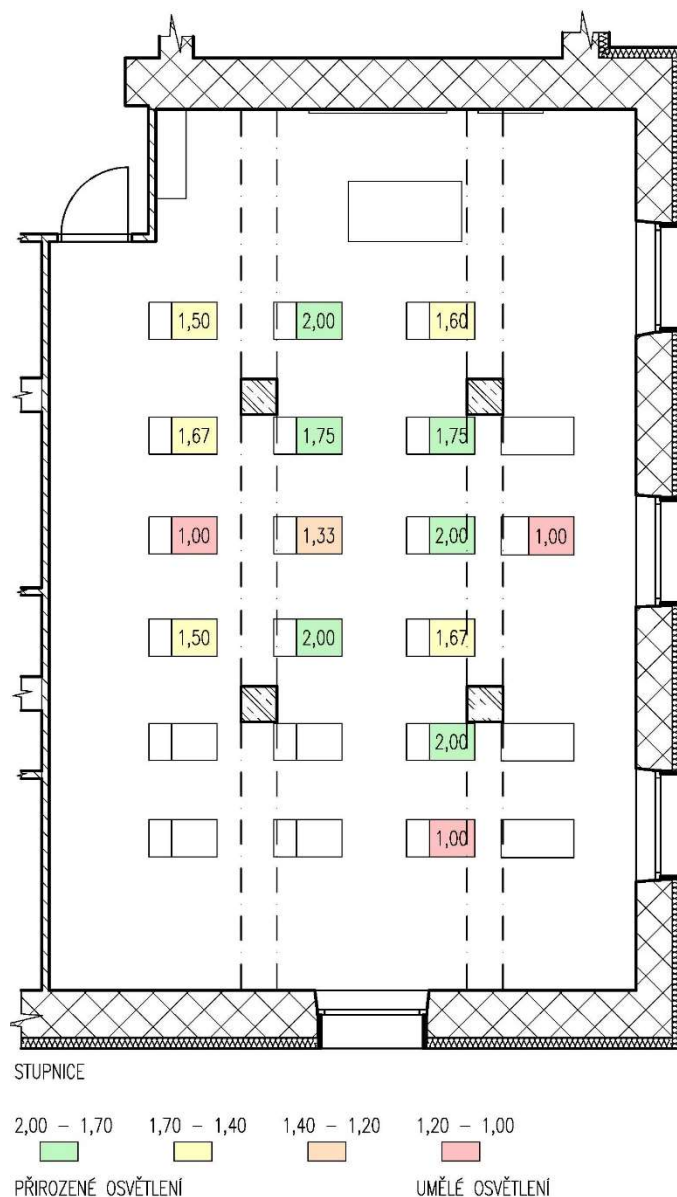
6.4.7 Závěr k I. hypotéze

V jednotlivých odborných učebnách bylo zkoumáno tvrzení, zda jsou žáci sedící v řadě u okna více spokojeni než žáci, kteří sedí v ostatních řadách. Tato hypotéza se, při stanovení průměrných hodnot z jednotlivých svislých řad (pozn. řada u okna, prostřední řada a řada u dveří), potvrdila ve třech učebnách, a to v učebnách chemie, fyziky a cizích jazyků. V ostatních třech učebnách – dílen, výtvarné výchovy a přírodopisu byla hypotéza vyvrácena s náležitým odůvodněním.

6.5 Vyhodnocení II. hypotézy

Druhou ze zvolených hypotéz jsem sestavil následovně: *„Žákům se v odborné učebně lépe pracuje při přirozeném osvětlení než při umělém osvětlení.“* Toto tvrzení odráží názor, že se žákům při čtení a psaní ve škole pracuje lépe při přirozeném osvětlení přicházejícím z oken než při umělém osvětlení ze zářivek. Souvisí to však také s dostatečným osvětlením konkrétní učebny, které může v některých situacích změnit žákův názor. Bodová stupnice pro tuto hypotézu je v rozmezí 1 až 2 body s tím, že čím vyšší hodnota se nachází na konkrétním místě, tím více se potvrzuje hypotéza. Pro celkové vyhodnocení hypotézy v konkrétní učebně bude bráno, že pokud průměrná hodnota přesáhne bodové hodnocení 1,5, tak bude hypotéza potvrzena.

6.5.1 Vyhodnocení II. hypotézy v učebně dílen

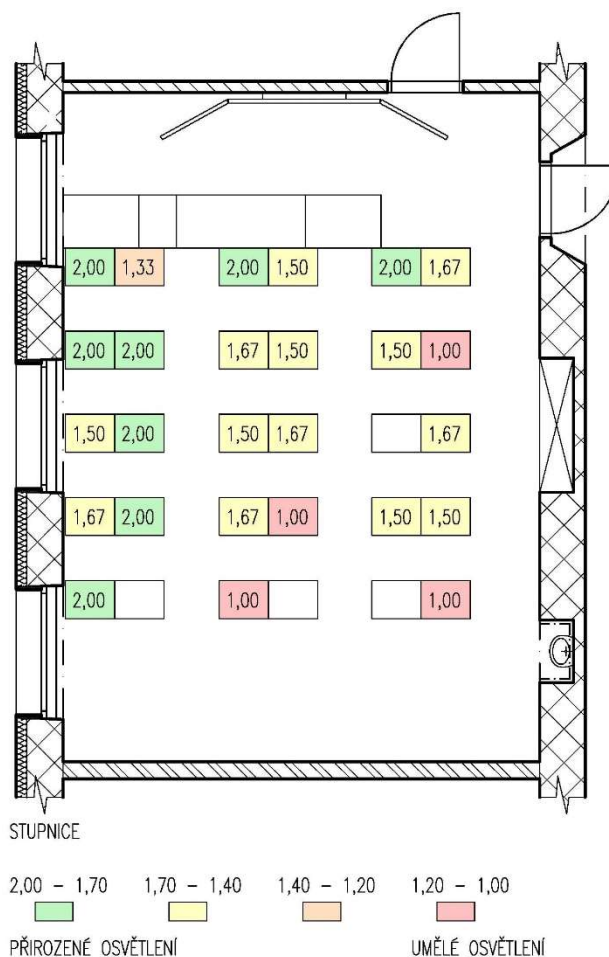


Obr. 105 – Vyhodnocení II. hypotézy v učebně dílen, zdroj výsledků viz příloha B.2

Na obrázku č. 105 je znázorněno bodové vyhodnocení míst v učebně dílen. Na místě blíže k oknu se lépe pracuje žákům při umělém osvětlení, čemuž odpovídá fakt, že vysoko umístěný parapet nad podlahou zabraňuje přísunu denního světla do místnosti. V prostředních dvou řadách jsou zeleně podbarvena místa, kde se žákům pracuje lépe při přirozeném osvětlení. Oranžově a žlutě podbarvené lavice dokazují, že na místě sedí žáci, kteří jsou rozdílného názoru.

Při vyhodnocení hypotézy je brána průměrná hodnota v odborné učebně, která je rovna 1,58. Hodnota je vyšší než 1,5, a proto lze považovat hypotézu v učebně dílen za potvrzenou.

6.5.2 Vyhodnocení II. hypotézy v učebně chemie

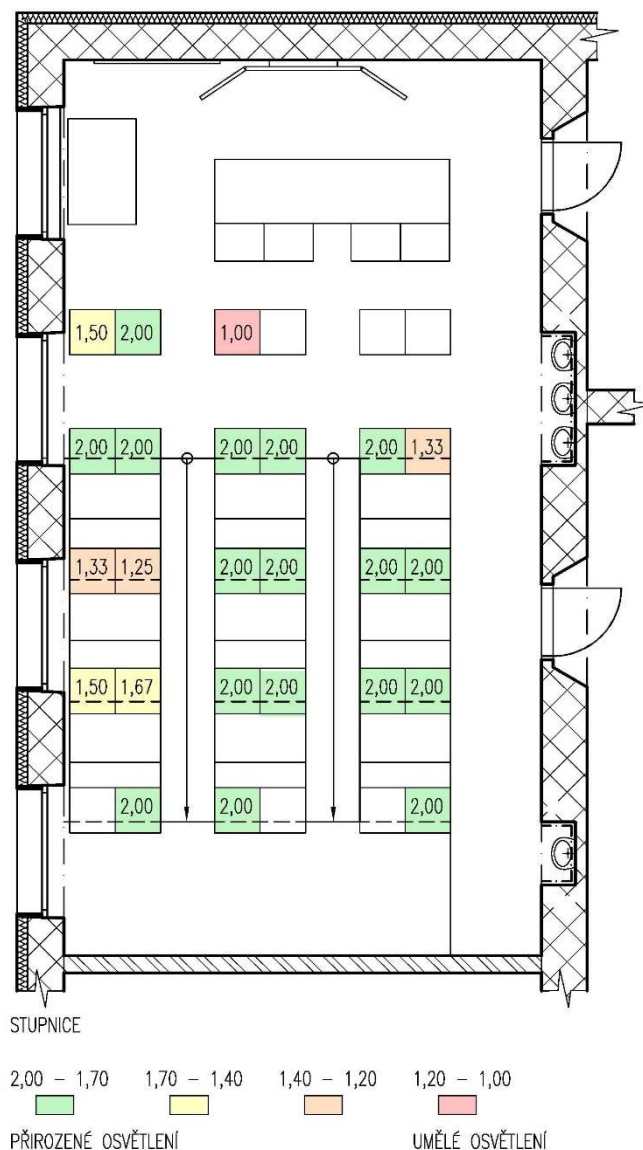


Obr. 106 – Vyhodnocení II. hypotézy v učebně chemie, zdroj výsledků viz příloha B.2

Na obrázku č. 106 je zobrazeno bodové ohodnocení míst v učebně chemie. Ve svislé řadě u okna se většině žáků pracuje lépe při přirozeném osvětlení. Místa podbarvená červeně a oranžově znázorňují lavice, ve kterých sedí žáci, kterým se lépe pracuje při umělém osvětlení.

Při vyhodnocení hypotézy je brána průměrná hodnota v odborné učebně, která je rovna 1,61. Hodnota je vyšší než 1,5, a proto lze považovat hypotézu v učebně chemie za potvrzenou.

6.5.3 Vyhodnocení II. hypotézy v učebně fyziky

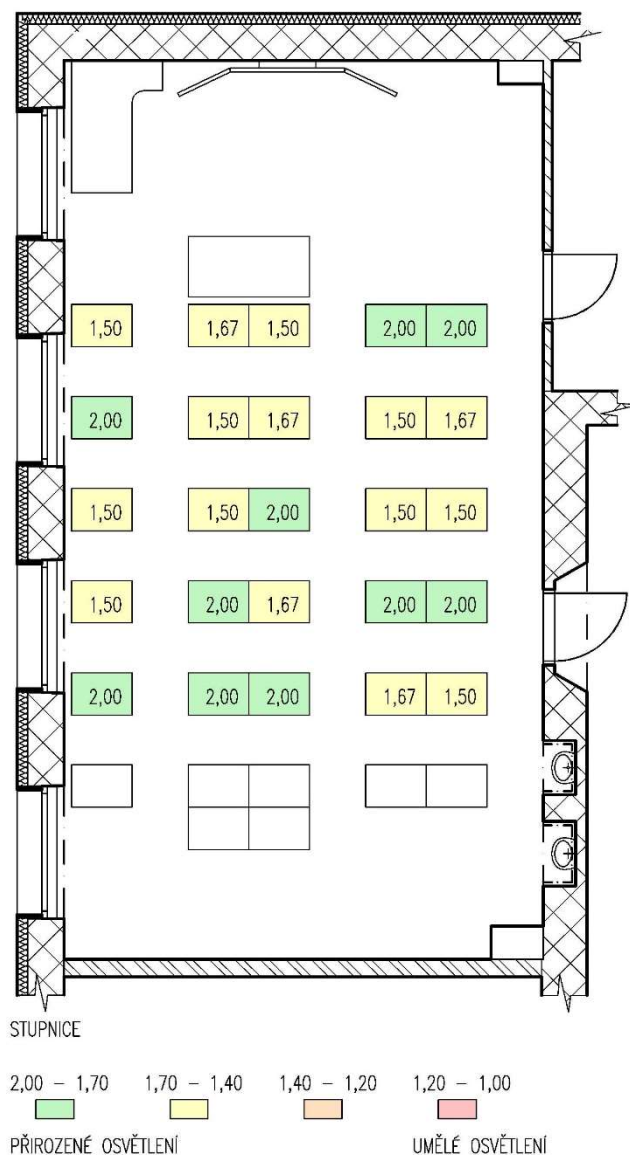


Obr. 107 – Vyhodnocení II. hypotézy v učebně fyziky, zdroj výsledků viz příloha B.2

Obrázek č. 107 zobrazuje bodové vyhodnocení míst v učebně fyziky. V této učebně sedí především v prostřední svislé řadě a svislé řadě u dveří žáci, kterým se lépe pracuje při přirozeném osvětlení, a proto nelze konstatovat, že má nedostatečné osvětlení učebny vliv na jejich názor. Oranžově a žlutě podbarvené lavice dokazují, že na místě sedí žáci, kteří jsou rozdílných názorů.

Při vyhodnocení hypotézy je brána průměrná hodnota v odborné učebně, která je rovna 1,82. Hodnota je vyšší než 1,5, a proto lze považovat hypotézu v učebně fyziky za potvrzenou.

6.5.4 Vyhodnocení II. hypotézy v učebně výtvarné výchovy

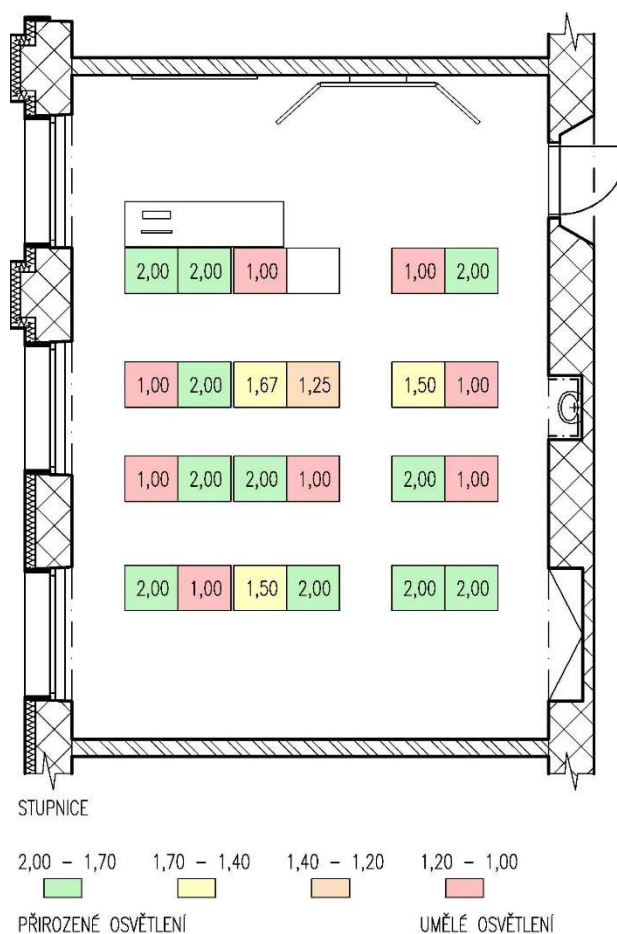


Obr. 108 – Vyhodnocení II. hypotézy v učebně výtvarné výchovy, zdroj výsledků viz příloha B.2

Na obrázku č. 108 je zobrazeno bodové ohodnocení míst v učebně výtvarné výchovy. V této učebně vyšel poměrně jednoznačný výsledek, který je dokázán podbarvením lavic zelenou nebo žlutou barvou, což dokazuje, že se téměř všem žákům lépe pracuje při přirozeném osvětlení.

Při vyhodnocení hypotézy je brána průměrná hodnota v odborné učebně, která je rovna 1,73. Hodnota je vyšší než 1,5, a proto lze považovat hypotézu v učebně výtvarné výchovy za potvrzenou.

6.5.5 Vyhodnocení II. hypotézy v učebně cizích jazyků

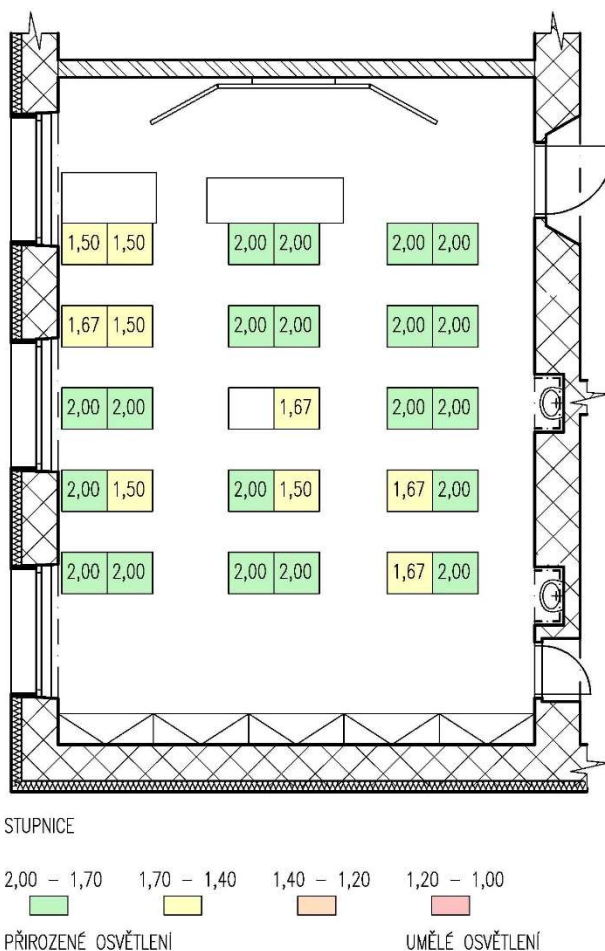


Obr. 109 – Vyhodnocení II. hypotézy v učebně cizích jazyků, zdroj výsledků viz příloha B.2

Z obrázku č. 109, který zobrazuje bodové ohodnocení míst v učebně cizích jazyků, je patrné, že jsou zde zastoupeny různé subjektivní názory žáků, a proto z něj nevyplývá jednoznačný výsledek, zda je daná hypotéza potvrzena. Z důvodu nepravidelně rozmístěných rozdílných hodnot v lavicích po odborné učebně je možné uvést, že žáci při vyhodnocení dotazníku nemuseli být ovlivněni konkrétní učebnou a místem, na kterém sedí. Další možností, proč při vyplňování dotazníků v této učebně odpovídali žáci, že se jim lépe pracuje při umělém osvětlení, než odpovídali žáci v ostatních učebnách, je fakt, že jsou na každé z lavic umístěny monitory počítačů, které brání přísunu denního světla k jejich pracovním plochám.

Při vyhodnocení hypotézy je brána průměrná hodnota v odborné učebně, která činí 1,56. Jelikož je hodnota stále vyšší než 1,5, lze považovat hypotézu v učebně cizích jazyků za potvrzenou.

6.5.6 Vyhodnocení II. hypotézy v učebně přírodopisu



Obr. 110 – Vyhodnocení II. hypotézy v učebně přírodopisu, zdroj výsledků viz příloha B.2

Na obrázku č. 110 je zobrazeno bodové ohodnocení míst v učebně přírodopisu. Jelikož je většina lavic podbarvena zelenou či žlutou barvou, lze předpokládat, že je názor žáků v učebně přírodopisu téměř jednotný a takový, že se většině z nich pracuje lépe při přirozeném osvětlení.

Při číselném vyhodnocení hypotézy je brána průměrná hodnota v odborné učebně, která činí 1,87. Jelikož je číslo vyšší než 1,5, lze tedy považovat hypotézu v učebně přírodopisu za potvrzenou.

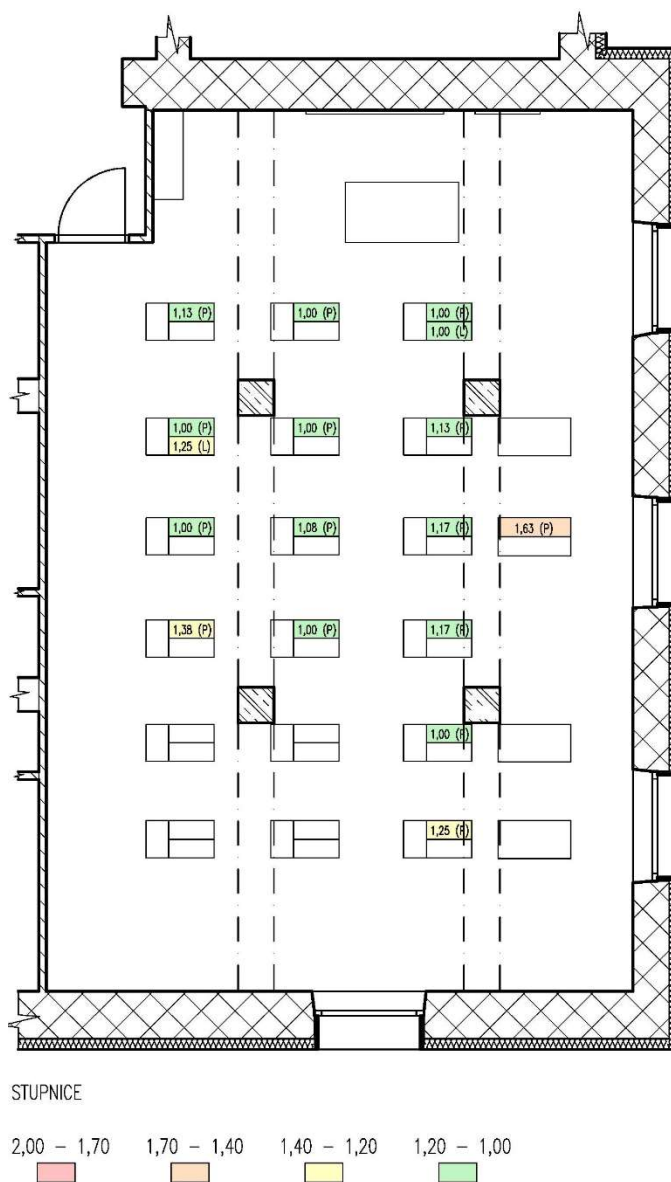
6.5.7 Závěr k II. hypotéze

V jednotlivých odborných učebnách bylo zkoumáno tvrzení, zda se žákům lépe pracuje při přirozeném nebo při umělém osvětlení. Tato hypotéza byla ve všech šesti odborných učebnách potvrzena. Nejvíce byli žáci na pochybách v učebnách cizích jazyků a dílen. V učebně cizích jazyků je tento fakt s největší pravděpodobností způsobený stíněním obrazovek počítačů, které zabraňují dostatečnému přísunu denního světla k pracovním plochám žáků. Učebna dílen je svým umístěním odkázána na nedostatek denního světla, a proto mohou někteří žáci pociťovat lepší pracovní prostředí při umělém osvětlení.

6.6 Vyhodnocení III. hypotézy

Třetí zvolenou hypotézou je tvrzení, že: *„Žáci, kteří píšou levou rukou pociťují zhoršené světelné podmínky než žáci píšící pravou rukou.“* Toto tvrzení předkládá, že žáci píšící levou rukou si zároveň v případě bočního osvětlovacího systému z levé strany stíní, a mohou tak pociťovat zhoršené světelné podmínky v učebnách více než žáci píšící pravou rukou. Bodová stupnice pro tuto hypotézu je v rozmezí 1 až 2 body s tím, že čím vyšší hodnota se nachází na konkrétním místě, tím více jsou žáci na daném místě nespokojeni. Při vyhodnocení byly stanoveny hodnoty pro žáky, kteří píšou levou rukou i pro žáky píšící pravou rukou. Tato dvě čísla budou v následujících podkapitolách vzájemně porovnávána. Číslo uvedené pro žáky píšící levou rukou (v obrázcích značeno L) musí být vyšší než číslo uvedené pro žáky píšící pravou rukou (v obrázcích značeno P). Pro celkové vyhodnocení hypotézy v konkrétní učebně budou brány průměrné hodnoty za celou místnost.

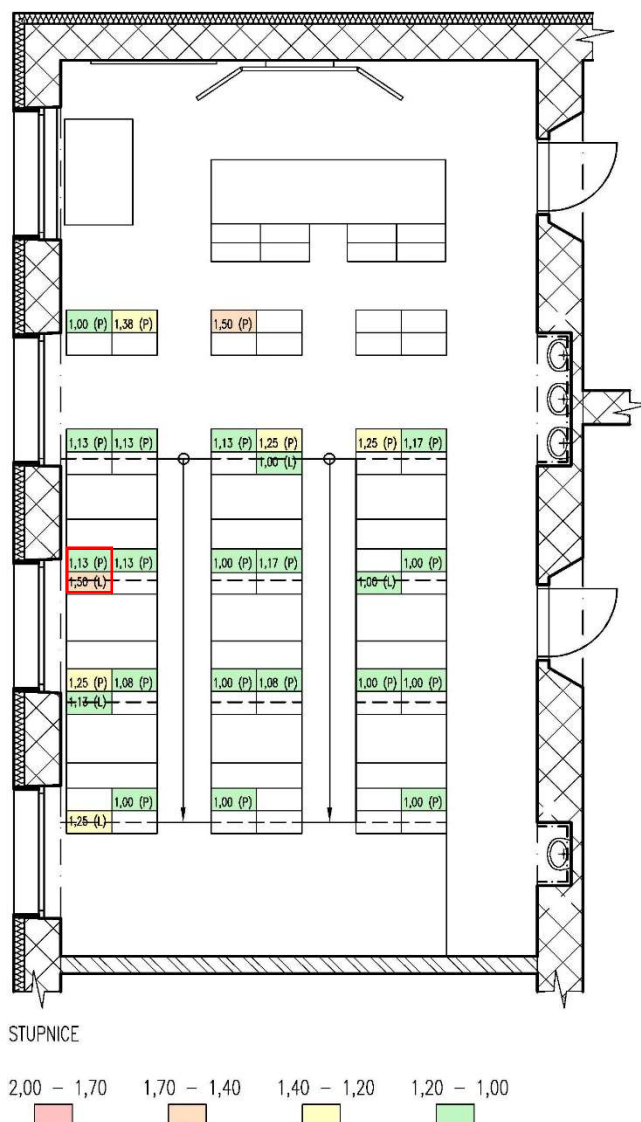
6.6.1 Vyhodnocení III. hypotézy v učebně dílen



Obr. 111 – Vyhodnocení III. hypotézy v učebně dílen (pozn. (P) – pravá ruka, (L) – levá ruka), zdroj výsledků viz příloha B.2

Na obrázku č. 111 je zobrazeno bodové vyhodnocení pro III. hypotézu v učebně dílen. Z důvodu přístupu denního světla z pravé strany přes okenní otvory nelze v této učebně tuto hypotézu potvrdit a považovat ji za vhodnou. S ohledem na znění hypotézy by měli být v této učebně znevýhodněni žáci píšící pravou rukou, což nebylo ani v jedné z lavic dosaženo, a proto tuto hypotézu v učebně dílen nevyhodnocuji a dál s ní neuvažuji.

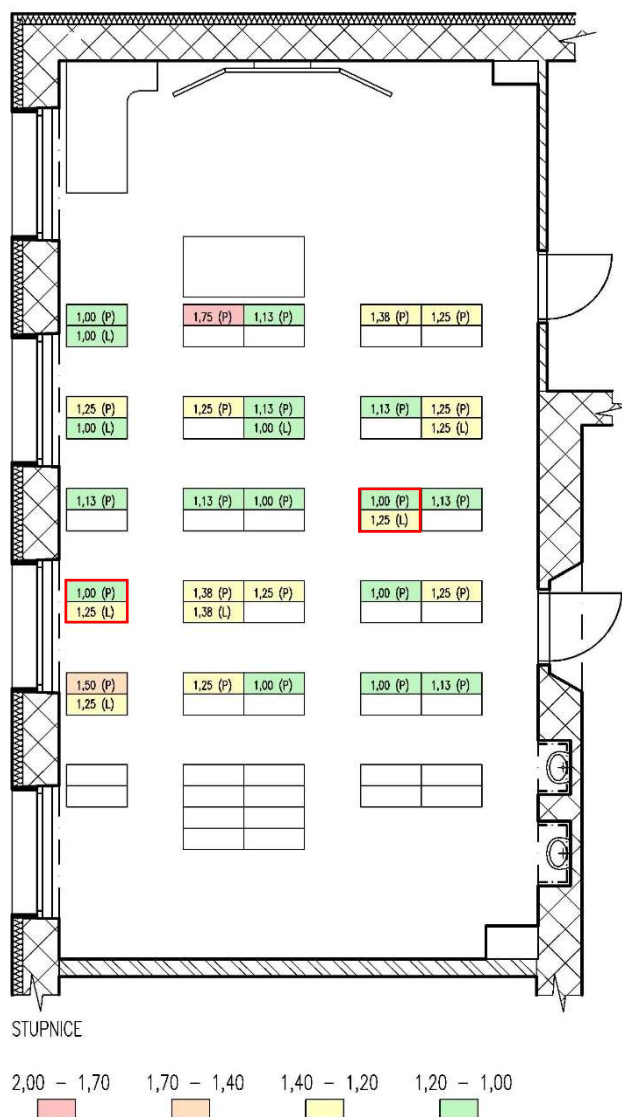
6.6.3 Vyhodnocení III. hypotézy v učebně fyziky



Obr. 113 – Vyhodnocení III. hypotézy v učebně fyziky (pozn. (P) – pravá ruka, (L) – levá ruka), červeně jsou vyznačeny lavice, které splňují podmínky dané hypotézy, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

Na obrázku č. 113 je zobrazeno bodové ohodnocení pro III. hypotézu v učebně fyziky. Lavice, ve kterých je splněna podmínka, že jsou žáci píšící levou rukou více nespokojeni se světelnými podmínkami v učebně než žáci píšící pravou rukou, jsou vyznačeny červeným obrysem. Po stanovení průměrného bodového ohodnocení jednotlivých míst v učebně vyšel dostatečný rozdíl mezi hodnocením žáků píšících levou rukou (výsledek průměrné hodnoty bodového vyhodnocení je roven 1,18) a pravou rukou (výsledek průměrné hodnoty bodového vyhodnocení je roven 1,12). Z důvodu získané vyšší bodové hodnoty u žáků píšících levou rukou, než u žáků píšících pravou rukou je zkoumaná hypotéza v učebně fyziky potvrzena.

6.6.4 Vyhodnocení III. hypotézy v učebně výtvarné výchovy

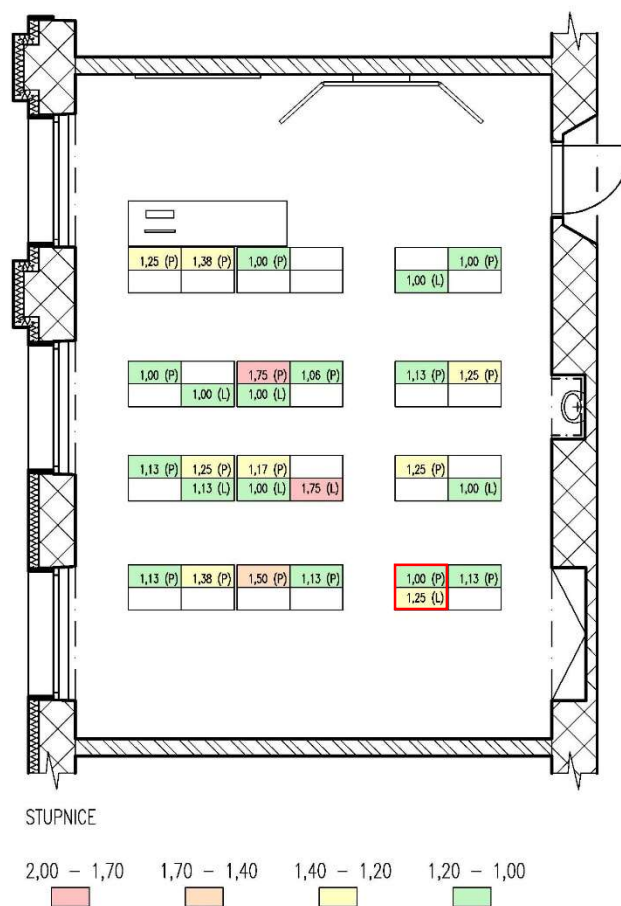


Obr. 114 – Vyhodnocení III. hypotézy v učebně výtvarné výchovy (pozn. (P) – pravá ruka, (L) – levá ruka), červeně jsou vyznačeny lavice, které splňují podmínky dané hypotézou, zdroj výsledků viz příloha B.2

Na obrázku č. 114 je zobrazeno bodové ohodnocení pro III. hypotézu v učebně výtvarné výchovy. Lavice, ve kterých je splněna podmínka, že jsou žáci píšící levou rukou více nespokojeni se světelnými podmínkami v učebně než žáci píšící pravou rukou, jsou vyznačeny červeným obrysem. Po stanovení průměrného bodového ohodnocení jednotlivých míst v učebně vyšel poměrně těsný rozdíl mezi hodnocením žáků, kteří píší levou rukou (výsledek průměrné hodnoty bodového vyhodnocení je roven 1,17) a pravou rukou (výsledek průměrné hodnoty bodového vyhodnocení je roven 1,19). Z důvodu získaného nižšího bodového ohodnocení od žáků píšících levou rukou, než žáků píšících pravou rukou je zkoumaná hypotéza v učebně výtvarné

výchovy vyvrácena. Pro větší jednoznačnost hodnocení by se pro malý rozdíl těchto hodnot muselo spektrum otázek rozšířit.

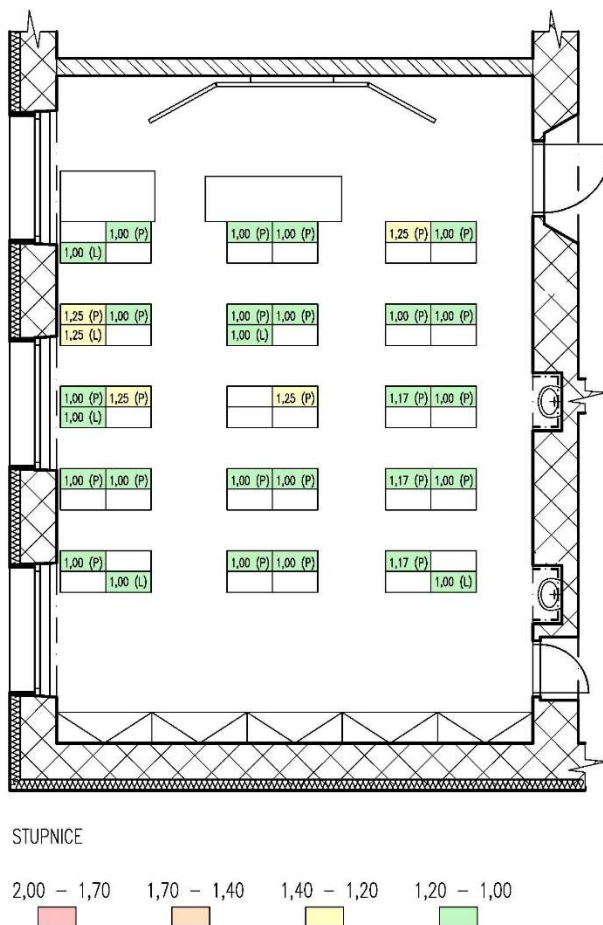
6.6.5 Vyhodnocení III. hypotézy v učebně cizích jazyků



Obr. 115 – Vyhodnocení III. hypotézy v učebně cizích jazyků (pozn. (P) – pravá ruka, (L) – levá ruka), červeně jsou vyznačeny lavice, které splňují podmínky dané hypotézy, zdroj výsledků viz příloha B.2

Na obrázku č. 115 je zobrazeno bodové ohodnocení pro III. hypotézu v učebně cizích jazyků. Lavice, ve kterých je splněna podmínka, že jsou žáci píšící levou rukou více nespokojeni se světelnými podmínkami v učebně než žáci píšící pravou rukou, jsou vyznačeny červeným obrysem. Po stanovení průměrného bodového ohodnocení jednotlivých míst v učebně vyšel dostatečný rozdíl mezi hodnocením žáků píšících levou rukou (výsledek průměrné hodnoty bodového vyhodnocení je roven 1,14) a pravou rukou (výsledek průměrné hodnoty bodového vyhodnocení je roven 1,20). Z důvodu získané nižší hodnoty u žáků píšících levou rukou, než u žáků píšících pravou rukou je zkoumaná hypotéza v učebně cizích jazyků vyvrácena.

6.6.6 Vyhodnocení III. hypotézy v učebně přírodopisu



Obr. 116 – Vyhodnocení III. hypotézy v učebně přírodopisu (pozn. (P) – pravá ruka, (L) – levá ruka), zdroj výsledků viz **příloha B.2**

Na obrázku č. 116 je zobrazeno bodové ohodnocení pro III. hypotézu v učebně přírodopisu. Ani v jedné z lavic není splněna podmínka, že jsou žáci píšící levou rukou více nespokojeni se světelnými podmínkami v učebně než žáci píšící pravou rukou. Po stanovení průměrného bodového ohodnocení jednotlivých míst v učebně vyšel těsný rozdíl mezi hodnocením žáků píšících levou rukou (výsledek průměrné hodnoty bodového vyhodnocení je roven 1,04) a pravou rukou (výsledek průměrné hodnoty bodového vyhodnocení je roven 1,06). Z důvodu získaného nižšího bodového ohodnocení od žáků píšících levou rukou, než žáků píšících pravou rukou je zkoumaná hypotéza v učebně přírodopisu vyvrácena. Pro větší jednoznačnost hodnocení by se pro malý rozdíl těchto hodnot muselo spektrum otázek rozšířit.

6.6.7 Závěr k III. hypotéze

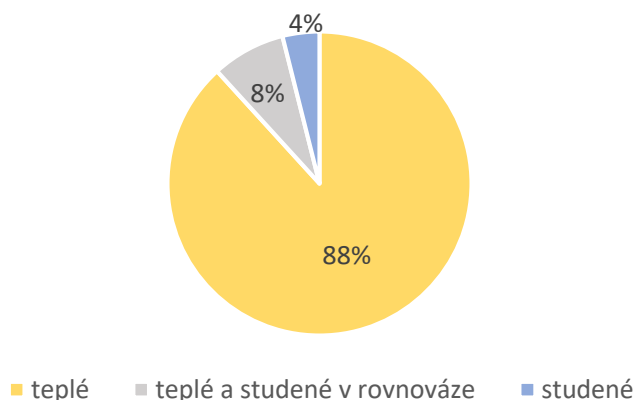
V jednotlivých odborných učebnách bylo zkoumáno tvrzení, zda žáci píšící levou rukou pociťují zhoršené světelné podmínky než žáci píšící pravou rukou. Tato hypotéza byla potvrzena ve dvou učebnách, a to učebně chemie a fyziky. V učebně chemie byl rozdíl mezi výsledky z bodového ohodnocení žáků píšících levou a pravou rukou velmi těsný, a proto by muselo být pro větší jednoznačnost spektrum hodnocených otázek širší. Ve třech odborných učebnách, a to učebně výtvarné výchovy, cizích jazyků a přírodopisu byla hypotéza vyvrácena. V učebnách výtvarné výchovy a přírodopisu byl rozdíl mezi výsledky bodového hodnocení žáků píšících levou a pravou rukou taktéž velmi těsný, a proto by muselo být pro větší jednoznačnost spektrum hodnocených otázek rozšířeno. Učebna dílen nebyla do hypotézy započítána z důvodu jiných podmínek přístupu denního světla do učebny. Denní světlo přichází z pravé strany, a z tohoto důvodu nemohou být žáci píšící levou rukou znevýhodněni oproti žákům píšících pravou rukou.

6.7 Vyhodnocení IV. hypotézy

Čtvrtá ze zvolených hypotéz zní: *„Učebnu vymalovanou teplými barvami žáci hodnotí hůře z hlediska množství a kvality denního světla než učebnu vymalovanou studenými barvami nebo teplými a studenými barvami v rovnováze.“* Jedná se o názor žáků na vnímání barevnosti učebny a jejich spokojenosti v ní. Více o zdůvodnění výběru této hypotézy je uvedeno v kapitole 6.2. Vyhodnocení je provedeno na základě vybraných reprezentativních učeben, u kterých jsou žáci přesvědčeni, že se jedná o učebnu vymalovanou teplými a učebnu vymalovanou studenými barvami nebo teplými a studenými barvami v rovnováze (neutrálními barvami). Do této hypotézy vstupují pouze učebny cizích jazyků, dílen a pro lepší ověřitelnost potvrzení hypotézy učebna výtvarné výchovy. Ostatní odborné učebny, a to učebny chemie, fyziky a přírodopisu, nejsou v této hypotéze nijak obsaženy z důvodu jejich barevného provedení, na kterém se žáci vyplňující dotazníky nemohli jednoznačně shodnout. Názor na rozdílné vymalování učeben chemie, fyziky a přírodopisu teplými barvami anebo teplými a studenými barvami v rovnováze byl u hodnotících žáků

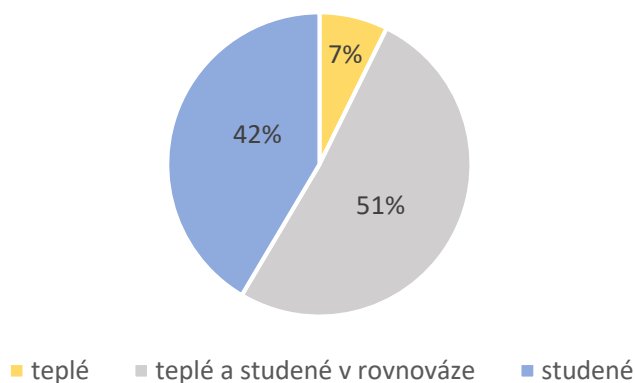
nejednoznačný (viz **příloha B.2**) oproti zvoleným učebnám cizích jazyků, dílen a výtvarné výchovy.

Celkem 88 % žáků je přesvědčeno, že je učebna cizích jazyků vymalována teplými barvami, což je možné vidět na následujícím obrázku č. 117. Proto byla zvolena jako reprezentativní učebna pro tuto hypotézu.



Obr. 117 – Názor žáků na barevnost učebny cizích jazyků, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

Za reprezentativní učebnu vymalovanou studenými barvami byla zvolena učebna dílen. Z následujícího obrázku č. 118 je patrné, že je o tomto tvrzení přesvědčeno celkem 51 % žáků, respektive 42 % žáků je přesvědčeno, že se jedná o učebnu vymalovanou teplými a studenými barvami v rovnováze.



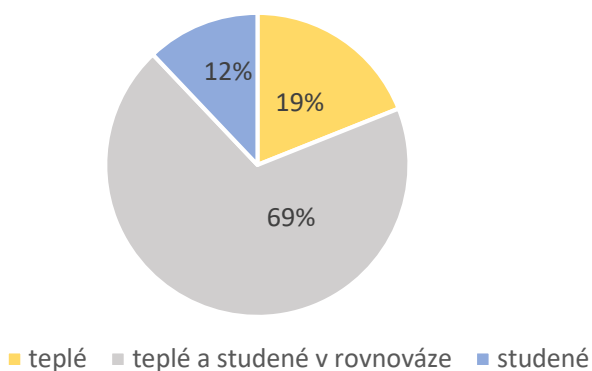
Obr. 118 – Názor žáků na barevnost učebny dílen, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

V učebně cizích jazyků bylo zjištěno, že je 69 % žáků spokojeno s barevným provedením učebny a 31 % žáků je nespokojeno. Na otázku, co by chtěli žáci nejvíce změnit na barevném provedení učebny, odpovědělo celkem 27 % žáků barvu ploch stěn (viz **příloha B.2**). Pro informaci uvádím, že s barevným provedením stěn nebyla

spokojena taktéž jedna ze dvou respondentek z řad učitelů, které hodnotily učebnu cizích jazyků (viz **příloha C.2**).

V učebně dílen je s barevným provedením učebny spokojeno celkem 80 % žáků a zbývajících 20 % je nespokojeno. Barvu ploch stěn by v tomto případě chtělo změnit 24 % dotazovaných (viz **příloha B.2**). Pro informaci uvádím, že s barevným provedením učebny dílen nebyl spokojen jeden z dotazovaných učitelů vyplňující dotazník pro učitele v učebně dílen (viz **příloha C.2**).

S ohledem na lepší ověřitelnost potvrzení hypotézy lze k těmto výsledkům získaných z dvou reprezentativních učeben přidat hodnocení učebny výtvarné výchovy, kterou většina žáků (69 %) hodnotila jako učebnu vymalovanou teplými a studenými barvami v rovnováze. Následující obrázek č. 119 předkládá názor na barevnost v této odborné učebně.



Obr. 119 – Názor žáků na barevnost učebny výtvarné výchovy, zdroj výsledků viz **příloha B.2**

V učebně výtvarné výchovy je s barevným provedením učebny spokojeno celkem 74 % žáků a 26 % je nespokojeno. Barvu ploch stěn by chtělo změnit celkem 28 % žáků, kteří vyplňovali dotazník pro učebnu výtvarné výchovy (viz **příloha B.2**). Pro informaci uvádím, že s barevným provedením stěn nebyla v učebně výtvarné výchovy spokojena jedna ze dvou respondentek vyplňující dotazník pro učitele v učebně cizích jazyků (viz **příloha C.2**).

Z tohoto hlediska lze z výše napsaných odstavců již vyvodit závěr, že IV. hypotéza je v hodnocené základní škole potvrzena.

6.7.1 Závěr k IV. hypotéze

V reprezentativních učebnách bylo zkoumáno, zda žáci hodnotí hůře z hlediska množství a kvality denního světla učebnu vymalovanou teplými barvami než učebnu vymalovanou studenými barvami nebo teplými a studenými barvami v rovnováze (dále neutrálními barvami). Jako učebna, která je vymalována teplými barvami, byla zvolena učebna cizích jazyků. Druhou reprezentativní učebnou byla zvolena učebna dílen, kterou více než polovina hodnotících žáků shledala vymalovanou studenými barvami, respektive barvami neutrálními. Z vyhodnocení dotazníků vyšlo, že spokojenost žáků s vymalovanou učebnou teplými barvami (učebnou cizích jazyků) je 69 % a s učebnou vymalovanou studenými nebo neutrálními barvami (učebnou dílen) je 80 %. Pro zdůraznění tvrzení byla zvolena ještě jedna z učeben, kterou žáci považují za vymalovanou neutrálními barvami, a to učebna výtvarné výchovy. S jejím barevným provedením bylo spokojeno 74 % žáků. Z důvodu vyšší spokojenosti žáků v učebnách vymalovaných studenými nebo neutrálními barvami, než v učebnách vymalovaných teplými barvami byla IV. hypotéza potvrzena.

Pro porovnání byla ke IV. hypotéze přidána informace o hodnocení barevného provedení zvolených učeben dotazovanými učiteli. V každé z učeben byl jeden ze dvou dotazovaných učitelů nespokojený s barevným provedením ploch stěn. I v případě, že by hypotéza obsahovala hodnocení všech⁶² subjektů (žáků i učitelů) lze konstatovat, že by výsledky získané z dotazníků pro učitele neměly na závěrečné vyhodnocení IV. hypotézy žádný vliv.

⁶² V mém případě se IV. hypotéza týká pouze subjektivního názoru žáků.

7. Celkové vyhodnocení učeben

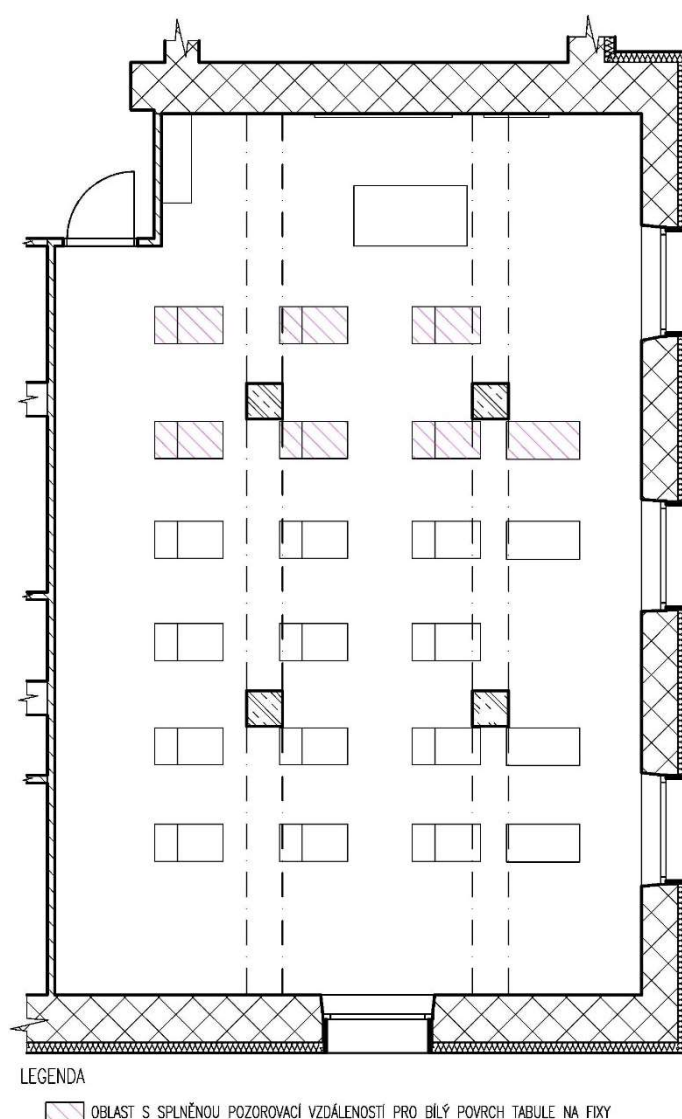
V následující kapitole je zobrazeno celkové vyhodnocení učeben s komentářem výsledků získaných z vyhodnocených hypotéz.

Ani v jedné z učeben není zajištěno požadované denní osvětlení v celém prostoru. Norma ČSN EN 17037 [1] nevyмеzuje prostor, ve kterém je zajištěno dostatečné denní osvětlení, ale pouze udává, zda je denní osvětlení v hodnocené učebně splněno. První podmínkou je dosažení hodnoty činitele denní osvětlenosti $D_{T,50\%} \geq 2,0$ % minimálně na 50 % plochy. Druhou podmínkou je splnění hodnoty činitele denní osvětlenosti $D_{TM,95\%} \geq 0,7$ % na 95 % plochy. Prostor, ve kterém je potřeba zajistit požadované denní osvětlení, má dle zmíněné normy [1] v rámci projektové fáze vymezit hlavní architekt. Při návrhu školních učeben je prostor, ve kterém má být zajištěno dostatečné denní osvětlení, většinou situován přes celou plochu učebny z důvodu zajištění dostatečného denního osvětlení pro všechna místa v lavicích.

Z tohoto důvodu je na následujících obrázcích provedeno vyhodnocení dle ČSN 73 0580-3 [3] s využitím vypočtených hodnot činitele denní osvětlenosti D [%] dle ČSN 73 0580-1 [2], a to ve funkčně vymezeném prostoru s omezující podmínkou $D \geq 1,5$ % pro třídu zrakové činnosti IV určenou pro odborné učebny a dílny pro běžné práce. Dále obrázky obsahují vyšrafované oblasti vyhovující poměrné pozorovací vzdálenosti p_v [-] pro bílý a zelených povrch tabule (více uvedeno v kapitole 5.2).

7.1 Vyhodnocení učebny dílen

V učebně dílen nebylo zajištěno požadované denní osvětlení, a to jak v celém, tak ani ve funkčně vymezeném prostoru dle [2] a [3]. Na následujícím obrázku č. 120 jsou umístěny vyšrafované lavice, které leží v oblasti vyhovující na poměrnou pozorovací vzdálenost p_v [-] pro třídu zrakové činnosti IV a s hodnotou kritického detailu $d = 5$ mm pro bílý povrch tabule na fixy. Vyšrafované lavice, které jsou umístěny za sloupy, mohou mít v některých částech zorného pole při čtení z tabule i přes vyhovující p_v [-] horší zrakové podmínky.



Obr. 120 – Celkové vyhodnocení denního osvětlení a poměrné pozorovací vzdálenosti v učebně dílen

V následující tabulce č. 44 je uvedeno celkové objektivní hodnocení získané s pomocí vypočtených parametrů na základě měření a subjektivní vyhodnocení obdržené z dotazníkového průzkumu v učebně dílen.

Tab. 44 Výsledné vyhodnocení učebny dílen

Učebna dílen				
Veličina	Legislativa	Podmínka	Splněna?	Výsledek
D [%]	ČSN EN 17037 [1]	$D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$	Ne	0,0 % plochy
		$D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$	Ne	0,0 % plochy
	ČSN 73 0580-1 [2] ČSN 73 0580-3 [3]	$D \geq 1,5 \%$ ve všech kontrolních bodech	Ne	
		$D \geq 1,5 \%$ ve funkčně vymezeném prostoru	Ne	
U [-]	[1]	$U \geq 0,2$ v celé učebně	Ne	U = 0,09
	[2]		Ne	U = 0,08
	[2]	$U \geq 0,2$ ve funkčně vymezeném prostoru	-	-
Hypotézy		Výsledek		
I. Hypotéza		Vyvrácena		
II. Hypotéza		Potvrzena		
III. Hypotéza		-		
IV. Hypotéza		Potvrzena		

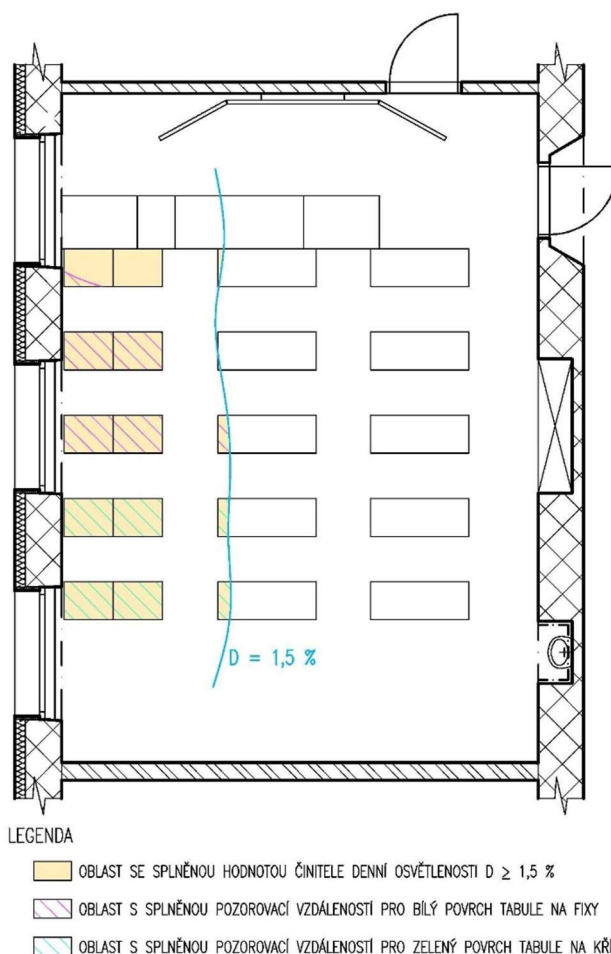
Z tabulky č. 44 je patrné, že požadavky na denní osvětlení v učebně dílen nejsou dle [1], [2] ani [3] splněny. Ani rovnoměrnost denního osvětlení U [-] není v celém prostoru učebny dílen splněna, a to z důvodu velmi nízkých hodnot D [%].

Při subjektivním vyhodnocení učebny dílen na základě dotazníkového průzkumu bylo zjištěno, že první hypotéza (více viz kapitola 6.4) nebyla v učebně dílen potvrzena. Druhá z hypotéz zabývající se názorem, zda se žákům lépe pracuje při přirozeném osvětlení než při umělém osvětlení (více viz kapitola 6.5), byla v učebně dílen potvrzena. Třetí hypotéza, která zkoumala, zda žáci píšící levou rukou pociťují zhoršené světelné podmínky v učebně než žáci píšící pravou rukou (více viz kapitola 6.6), nebyla v učebně dílen hodnocena z důvodu přísunu denního světla z opačné strany než v ostatních učebnách. Poslední hypotéza se zabývala vlivem rozdílné barevnosti učeben na subjektivní pocit žáků a jeho hodnocením z hlediska množství a kvality denního osvětlení (více viz kapitola 6.7). Žáci zvolili učebnu dílen jako reprezentativní, která je podle nich vymalována studenými barvami (51 %) nebo teplými a studenými barvami v rovnováze (42 %). S barevným provedením

učebny bylo spokojeno 80 % žáků, což bylo více než s učebnou vymalovanou teplými barvami (učebna cizích jazyků, 69 % spokojených žáků).

7.2 Vyhodnocení učebny chemie

V učebně chemie nebylo zajištěno požadované denní osvětlení v celém prostoru. Na následujícím obrázku č. 121 jsou žlutě podbarveny lavice, které jsou umístěny ve funkčně vymezeném prostoru s omezující podmínkou $D \geq 1,5 \%$ dle [2] a [3]. Tyto lavice jsou dále fialově vyšrafované, pokud leží ve vyhovující oblasti na poměrnou pozorovací vzdálenost $p_v [-]$ pro IV. třídu zrakové činnosti a mají hodnotu kritického detailu $d = 5 \text{ mm}$ pro bílý povrch tabule na fixy nebo zeleně vyšrafované, pokud leží ve vyhovující oblasti na poměrnou pozorovací vzdálenost $p_v [-]$ pro IV. třídu zrakové činnosti s hodnotou kritického detailu $d = 10 \text{ mm}$ pro zelený povrch tabule na křídly. Lavice umístěné za vitrínou na pokusy (viz kapitola 3.5.2) mohou mít v některých částech zorného pole při čtení z tabule zhoršené podmínky.



Obr. 121 – Celkové vyhodnocení denního osvětlení a poměrné pozorovací vzdálenosti v učebně chemie

V následující tabulce č. 45 je uvedeno celkové objektivní hodnocení získané s pomocí vypočtených parametrů na základě měření a subjektivní vyhodnocení obdržené z dotazníkového průzkumu v učebně chemie.

Tab. 45 Výsledné vyhodnocení učebny chemie

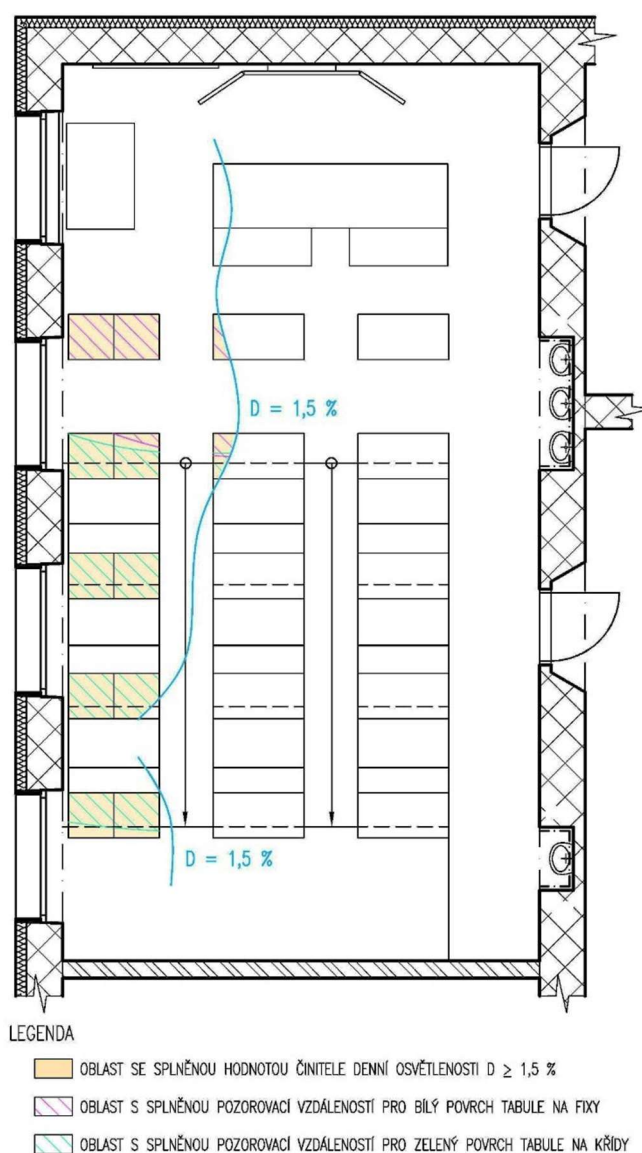
Učebna chemie				
Veličina	Legislativa	Podmínka	Splněna?	Výsledek
D [%]	ČSN EN 17037 [1]	$D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$	Ne	28,6 % plochy
		$D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$	Ne	69,8 % plochy
	ČSN 73 0580-1 [2]	$D \geq 1,5 \%$ ve všech kontrolních bodech	Ne	
	ČSN 73 0580-3 [3]	$D \geq 1,5 \%$ ve funkčně vymezeném prostoru	Ano	
U [-]	[1]	$U \geq 0,2$ v celé učebně	Ne	U = 0,10
	[2]		Ne	U = 0,16
	[2]	$U \geq 0,2$ ve funkčně vymezeném prostoru	Ano	U = 0,47
Hypotézy		Výsledek		
I. Hypotéza		Potvrzena		
II. Hypotéza		Potvrzena		
III. Hypotéza		Potvrzena		
IV. Hypotéza		-		

Z tabulky č. 45 je patrné, že požadavky na denní osvětlení dle normy [1] v učebně chemie nejsou splněny. Pro vyhovující závěr by musel být prostor zredukován na cca 1/3 hloubky místnosti. Při vyhodnocení denního osvětlení dle [2] a [3] je vymezen funkční prostor, ve kterém se nacházejí všechny lavice umístěné ve svislé řadě u okna; celkem vyhovuje 10 míst z celkové kapacity 30 míst. Rovnoměrnost denního osvětlení U [-] není v celém prostoru učebny splněna. Při jejím vyhodnocení ve funkčně vymezeném prostoru je již podmínka, která je omezená minimální hodnotou 0,2, splněna.

Při subjektivním vyhodnocení učebny chemie na základě dotazníkového průzkumu bylo zjištěno, že první hypotéza (více viz kapitola 6.4) byla v hodnocené učebně potvrzena. Druhá z hypotéz zabývající se názorem, zda se žákům lépe pracuje při přirozeném osvětlení než při umělém osvětlení (více viz kapitola 6.5), byla v učebně taktéž potvrzena. Třetí hypotéza zabývající se tím, zda žáci píšící levou rukou pociťují zhoršené světelné podmínky v učebně než žáci píšící pravou rukou (více viz kapitola 6.6), byla také v učebně chemie potvrzena. V poslední z hypotéz nebyla učebna chemie nijak obsažena.

7.3 Vyhodnocení učebny fyziky

V učebně fyziky nebylo zajištěno požadované denní osvětlení v celém prostoru. Na následujícím obrázku č. 122 jsou žlutě podbarveny lavice, které jsou umístěny ve funkčně vymezeném prostoru s omezující podmínkou $D \geq 1,5 \%$ dle [2] a [3]. Tyto lavice jsou dále fialově vyšrafované, pokud leží ve vyhovující oblasti na poměrnou pozorovací vzdálenost $p_v [-]$ pro IV. třídu zrakové činnosti a mají hodnotu kritického detailu $d = 5 \text{ mm}$ pro bílý povrch tabule na fixy nebo zeleně vyšrafované, pokud leží ve vyhovující oblasti na poměrnou pozorovací vzdálenost $p_v [-]$ pro IV. třídu zrakové činnosti a mají hodnotu kritického detailu $d = 10 \text{ mm}$ pro zelený povrch tabule na křídly.



Obr. 122 – Celkové vyhodnocení denního osvětlení a poměrné pozorovací vzdálenosti v učebně fyziky

V následující tabulce č. 46 je uvedeno celkové objektivní hodnocení získané s pomocí vypočtených parametrů na základě měření a subjektivní vyhodnocení obdržené z dotazníkového průzkumu v učebně fyziky.

Tab. 46 Výsledné vyhodnocení učebny fyziky

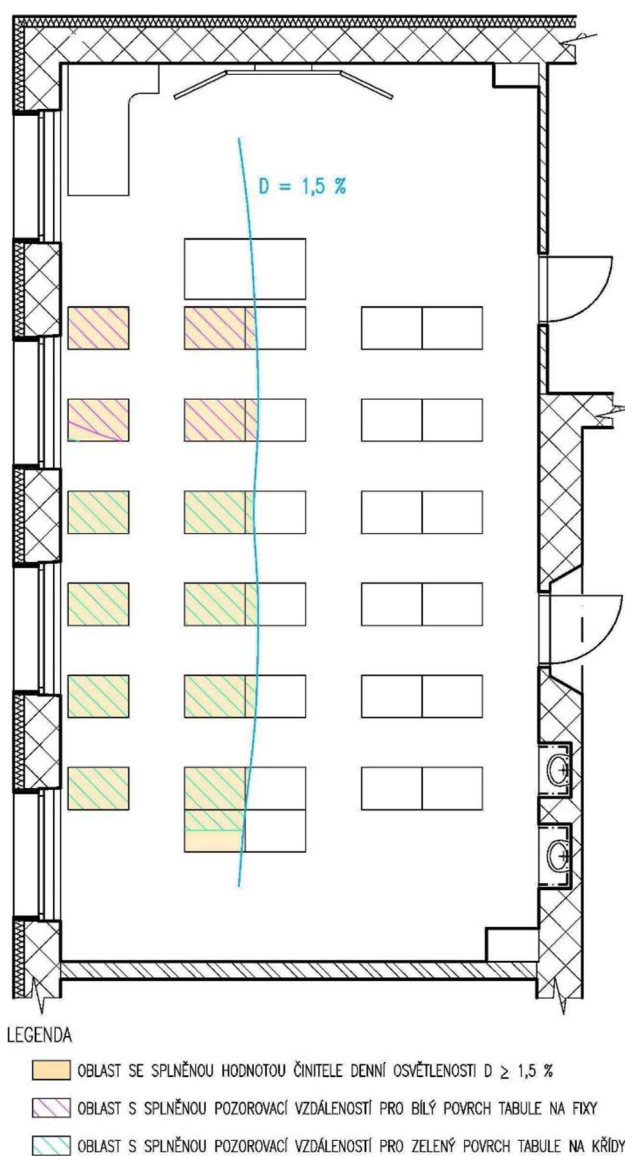
Učebna fyziky				
Veličina	Legislativa	Podmínka	Splněna?	Výsledek
D [%]	ČSN EN 17037 [1]	$D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$	Ne	20,2 % plochy
		$D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$	Ne	60,7 % plochy
	ČSN 73 0580-1 [2]	$D \geq 1,5 \%$ ve všech kontrolních bodech	Ne	
	ČSN 73 0580-3 [3]	$D \geq 1,5 \%$ ve funkčně vymezeném prostoru	Ano	
U [-]	[1]	$U \geq 0,2$ v celé učebně	Ne	U = 0,07
	[2]		Ne	U = 0,13
	[2]	$U \geq 0,2$ ve funkčně vymezeném prostoru	Ano	U = 0,47
Hypotézy		Výsledek		
I. Hypotéza		Potvrzena		
II. Hypotéza		Potvrzena		
III. Hypotéza		Potvrzena		
IV. Hypotéza		-		

Z tabulky č. 46 je patrné, že požadavky na denní dle normy [1] nejsou v učebně fyziky splněny. Pro vyhovující závěr by musel být prostor zredukován na cca 1/3 hloubky místnosti. Při vyhodnocení denního osvětlení dle [2] a [3] je vymezen funkční prostor, ve kterém se nacházejí všechny lavice umístěné ve svislé řadě u okna; celkem vyhovuje 10 míst z celkové kapacity 34 míst. Rovnoměrnost denního osvětlení U [-] není v celém prostoru učebny splněna. Při jejím vyhodnocení ve funkčně vymezeném prostoru je již podmínka, která je omezená minimální hodnotou 0,2, splněna.

Při subjektivním vyhodnocení učebny fyziky na základě dotazníkového průzkumu bylo zjištěno, že první hypotéza (více viz kapitola 6.4) byla v hodnocené učebně potvrzena. Druhá z hypotéz zabývající se názorem, zda se žákům lépe pracuje při přirozeném osvětlení než při umělém osvětlení (více viz kapitola 6.5), byla v učebně taktéž potvrzena. Třetí hypotéza zabývající se tím, zda žáci píšící levou rukou pociťují zhoršené světelné podmínky v učebně než žáci píšící pravou rukou (více viz kapitola 6.6), byla také v učebně fyziky potvrzena. V poslední z hypotéz nebyla učebna fyziky nijak obsažena.

7.4 Vyhodnocení učebny výtvarné výchovy

V učebně výtvarné výchovy nebylo zajištěno požadované denní osvětlení v celém prostoru. Na následujícím obrázku č. 123 jsou žlutě podbarveny lavice, které jsou umístěny ve funkčně vymezeném prostoru s omezující podmínkou $D \geq 1,5 \%$ dle [2] a [3].



Obr. 123 – Celkové vyhodnocení denního osvětlení a poměrné pozorovací vzdálenosti v učebně výtvarné výchovy

Lavice jsou dále fialově vyšrafované, pokud leží ve vyhovující oblasti na poměrnou pozorovací vzdálenost p_v [-] pro IV. třídu zrakové činnosti a mají hodnotu kritického detailu $d = 5$ mm pro bílý povrch tabule na fixy nebo zeleně vyšrafované, pokud leží ve vyhovující oblasti na poměrnou pozorovací vzdálenost

p_v [-] pro IV. třídu zrakové činnosti a mají hodnotu kritického detailu $d = 10$ mm pro zelený povrch tabule na křídý.

V následující tabulce č. 47 je uvedeno celkové objektivní hodnocení získané s pomocí vypočtených parametrů na základě měření a subjektivní vyhodnocení obdržené z dotazníkového průzkumu v učebně výtvarné výchovy.

Tab. 47 Výsledné vyhodnocení učebny výtvarné výchovy

Učebna výtvarné výchovy				
Veličina	Legislativa	Podmínka	Splněna?	Výsledek
D [%]	ČSN EN 17 037 [1]	$D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$	Ne	29,3 % plochy
		$D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$	Ano	98,8 % plochy
	ČSN 73 0580-1 [2]	$D \geq 1,5 \%$ ve všech kontrolních bodech	Ne	
		$D \geq 1,5 \%$ ve funkčně vymezeném prostoru	Ano	
U [-]	[1]	$U \geq 0,2$ v celé učebně	Ne	U = 0,11
	[2]		Ano	U = 0,21
	[2]	$U \geq 0,2$ ve funkčně vymezeném prostoru	Ano	U = 0,43
Hypotézy		Výsledek		
I. Hypotéza		Vyvrácena		
II. Hypotéza		Potvrzena		
III. Hypotéza		Vyvrácena		
IV. Hypotéza		Potvrzena		

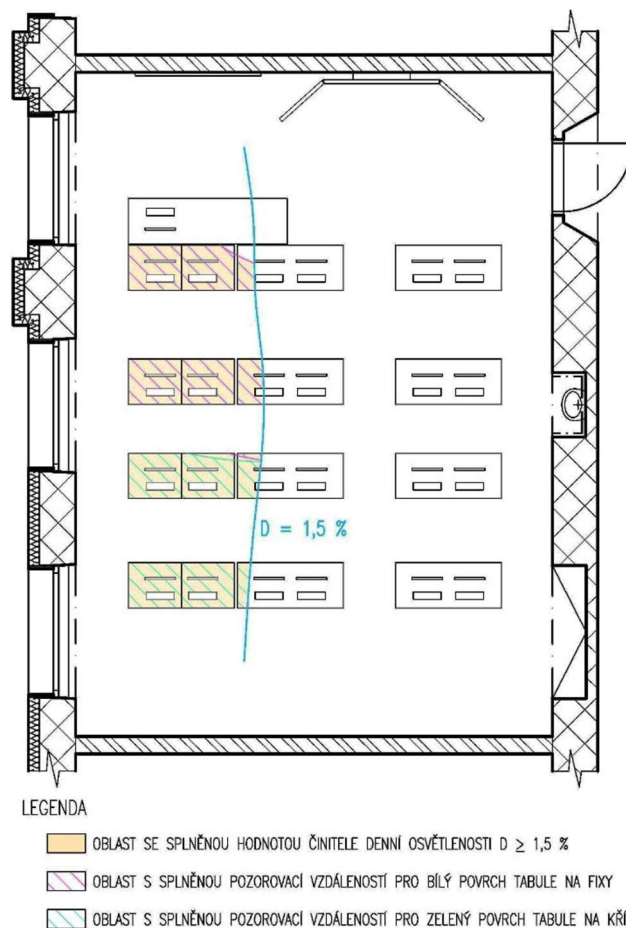
Z tabulky č. 47 je patrné, že v učebně výtvarné výchovy byla splněna druhá podmínka dle [1], kde $D_{TM,95\%} \geq 0,7$ na 98,8 % plochy. První podmínka však splněna nebyla, a proto požadavky na denní osvětlení v celém prostoru učebny dle [1] nejsou splněny. Pro vyhovující závěr by musel být prostor zredukován na cca 1/2 hloubky místnosti. Při vyhodnocení denního osvětlení dle [2] a [3] je vymezen funkční prostor, ve kterém se nacházejí všechny lavice umístěné ve svislé řadě u okna; celkem vyhovuje 13 míst z celkové kapacity 32 míst. Rovnoměrnost denního osvětlení U [-] není v celém prostoru učebny splněna. Při jejím vyhodnocení ve funkčně vymezeném prostoru je již podmínka, která je omezená minimální hodnotou 0,2, splněna.

Při subjektivním vyhodnocení učebny výtvarné výchovy na základě dotazníkového průzkumu bylo zjištěno, že první hypotéza (více viz kapitola 6.4) nebyla v hodnocené učebně potvrzena. Druhá z hypotéz zabývající se názorem, zda se žákům lépe pracuje při přirozeném osvětlení než při umělém osvětlení (více viz kapitola 6.5), byla v učebně potvrzena. Třetí hypotéza zabývající se tím, zda

žáci píšící levou rukou pociťují zhoršené světelné podmínky v učebně než žáci píšící pravou rukou (více viz kapitola 6.6), nebyla v učebně výtvarné výchovy potvrzena. Poslední hypotéza se zabývala tvrzením, zda žáci hodnotí učebnu vymalovanou teplými barvami hůře z hlediska množství a kvality denního osvětlení než učebnu vymalovanou studenými barvami nebo teplými a studenými barvami v rovnováze. Žáci tuto učebnu zvolili jako reprezentativní. Učebna je podle nich vymalována teplými a studenými barvami v rovnováze (69 %). S barevným provedením učebny bylo spokojeno 74 % žáků, což bylo více než s učebnou vymalovanou teplými barvami (učebna cizích jazyků, 69 % spokojených žáků).

7.5 Vyhodnocení učebny cizích jazyků

V učebně cizích jazyků nebylo zajištěno požadované denní osvětlení v celém prostoru. Na následujícím obrázku č. 124 jsou žlutě podbarveny lavice, které jsou umístěny ve funkčně vymezeném prostoru s omezující podmínkou $D \geq 1,5 \%$ dle [2] a [3]. Tyto lavice jsou dále fialově vyšrafované, pokud leží ve vyhovující oblasti na poměrnou pozorovací vzdálenost $p_v [-]$ pro IV. třídu zrakové činnosti a mají hodnotu kritického detailu $d = 5 \text{ mm}$ pro bílý povrch tabule na fixy nebo zeleně vyšrafované, pokud leží ve vyhovující oblasti na poměrnou pozorovací vzdálenost $p_v [-]$ pro IV. třídu zrakové činnosti a mají hodnotu kritického detailu $d = 10 \text{ mm}$ pro zelený povrch tabule na křídly.



Obr. 124 – Celkové vyhodnocení denního osvětlení a poměrné pozorovací vzdálenosti v učebně cizích jazyků

V následující tabulce č. 48 je uvedeno celkové objektivní hodnocení získané s pomocí vypočtených parametrů na základě měření a subjektivní vyhodnocení obdržené z dotazníkového průzkumu v učebně cizích jazyků.

Tab. 48 Výsledné vyhodnocení učebny cizích jazyků

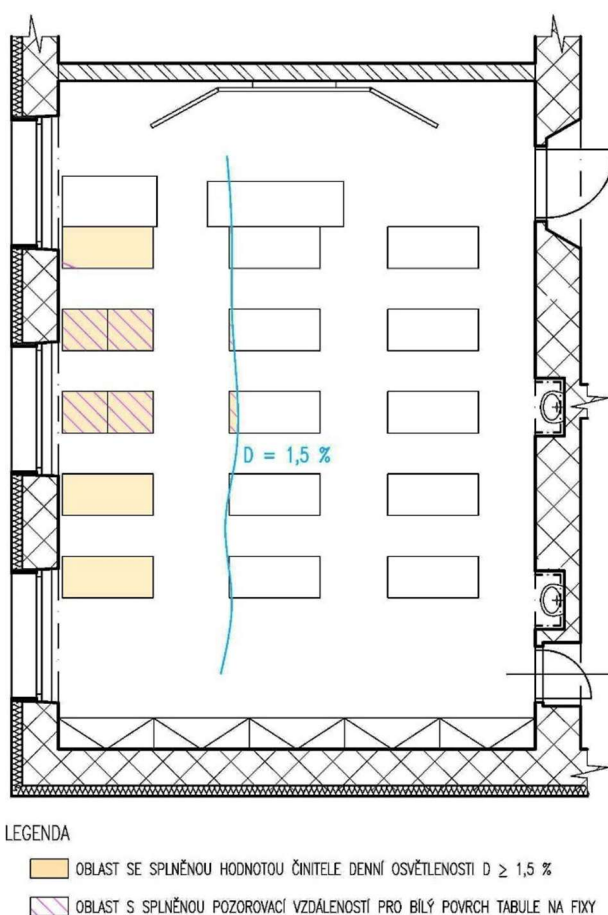
Učebna cizích jazyků				
Veličina	Legislativa	Podmínka	Splněna?	Výsledek
D [%]	ČSN EN 17037 [1]	$D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$	Ne	28,6 % plochy
		$D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$	Ne	79,4 % plochy
	ČSN 73 0580-1 [2] ČSN 73 0580-3 [3]	$D \geq 1,5 \%$ ve všech kontrolních bodech	Ne	
		$D \geq 1,5 \%$ ve funkčně vymezeném prostoru	Ano	
U [-]	[1]	$U \geq 0,2$ v celé učebně	Ne	$U = 0,09$
	[2]		Ne	$U = 0,18$
	[2]		Ano	$U = 0,44$
Hypotézy		Výsledek		
I. Hypotéza		Potvrzena		
II. Hypotéza		Potvrzena		
III. Hypotéza		Vyvrácena		
IV. Hypotéza		Potvrzena		

Z tabulky č. 48 je patrné, že požadavky na denní osvětlení dle normy [1] nejsou v učebně cizích jazyků splněny. Pro vyhovující závěr by musel být prostor zredukován na cca 1/2 hloubky místnosti. Při vyhodnocení denního osvětlení dle [2] a [3] je vymezen funkční prostor, ve kterém se nacházejí všechny lavice umístěné ve svislé řadě u okna; celkem vyhovuje 8 míst z celkové kapacity 24 míst. Rovnoměrnost denního osvětlení U [-] není v celém prostoru učebny splněna. Při jejím vyhodnocení ve funkčně vymezeném prostoru je již podmínka, která je omezená minimální hodnotou 0,2, splněna.

Při subjektivním vyhodnocení učebny cizích jazyků na základě dotazníkového průzkumu bylo zjištěno, že první hypotéza (více viz kapitola 6.4) byla v hodnocené učebně potvrzena. Druhá z hypotéz zabývající se názorem, zda se žákům lépe pracuje při přirozeném osvětlení než při umělém osvětlení (více viz kapitola 6.5), byla taktéž v učebně potvrzena. Třetí hypotéza zabývající se tím, zda žáci píšící levou rukou pocítují zhoršené světelné podmínky v učebně než žáci píšící pravou rukou (více viz kapitola 6.6), nebyla v učebně cizích jazyků potvrzena. Poslední hypotéza se zabývala tvrzením, zda žáci hodnotí učebnu vymalovanou teplými barvami hůře z hlediska množství a kvality denního osvětlení než učebnu vymalovanou studenými barvami nebo teplými a studenými barvami v rovnováze. Žáci tuto učebnu zvolili jako reprezentativní. Učebna je podle nich vymalována teplými barvami (88 %). S barevným provedením učebny bylo spokojeno 69 % žáků, což bylo méně než s učebnou vymalovanou studenými barvami (učebna dílen, 80 % spokojených žáků) nebo učebnou vymalovanou teplými a studenými barvami v rovnováze (učebna výtvarné výchovy, 74 % spokojených žáků).

7.6 Vyhodnocení učebny přírodopisu

V učebně přírodopisu nebylo zajištěno požadované denní osvětlení v celém prostoru. Na následujícím obrázku č. 125 jsou žlutě podbarveny lavice, které jsou umístěny ve funkčně vymezeném prostoru s omezující podmínkou $D \geq 1,5 \%$ dle [2] a [3].



Obr. 125 – Celkové vyhodnocení denního osvětlení a poměrné pozorovací vzdálenosti v učebně přírodopisu

Na obrázku č. 125 jsou fialově vyšrafovány lavice, které leží ve vyhovující oblasti na poměrnou pozorovací p_v [-] vzdálenost pro IV. třídu zrakové činnosti a mají hodnotu kritického detailu $d = 5$ mm pro bílý povrch tabule na fixy.

V následující tabulce č. 49 je uvedeno celkové objektivní hodnocení získané s pomocí vypočtených parametrů na základě měření a subjektivní vyhodnocení obdržené z dotazníkového průzkumu v učebně přírodopisu.

Tab. 49 Výsledné vyhodnocení učebny přírodopisu

Učebna přírodopisu				
Veličina	Legislativa	Podmínka	Splněna?	Výsledek
D [%]	ČSN EN 17037 [1]	$D_{T,50\%} \geq 2,0 \%$	Ne	27,0 % plochy
		$D_{TM,95\%} \geq 0,7 \%$	Ne	85,7 % plochy
	ČSN 73 0580-1 [2] ČSN 73 0580-3 [3]	$D \geq 1,5 \%$ ve všech kontrolních bodech	Ne	
		$D \geq 1,5 \%$ ve funkčně vymezeném prostoru	Ano	
U [-]	[1]	$U \geq 0,2$ v celé učebně	Ne	U = 0,12
	[2]		Ne	U = 0,18
	[2]	$U \geq 0,2$ ve funkčně vymezeném prostoru	Ano	U = 0,45
Hypotézy		Výsledek		
I. Hypotéza		Vyvrácena		
II. Hypotéza		Potvrzena		
III. Hypotéza		Vyvrácena		
IV. Hypotéza		-		

Z tabulky č. 49 je patrné, že požadavky na denní osvětlení dle normy [1] nejsou v učebně přírodopisu splněny. Pro vyhovující závěr by musel být prostor zredukován na cca 1/2 hloubky místnosti. Při vyhodnocení denního osvětlení dle [2] a [3] je vymezen funkční prostor, ve kterém se nacházejí všechny lavice umístěné ve svislé řadě u okna; celkem vyhovuje 10 míst z celkové kapacity 30 míst. Rovnoměrnost denního osvětlení U [-] není v celém prostoru učebny splněna. Při jejím vyhodnocení ve funkčně vymezeném prostoru je již podmínka, která je omezená minimální hodnotou 0,2, splněna.

Při subjektivním vyhodnocení učebny cizích jazyků na základě dotazníkového průzkumu bylo zjištěno, že první hypotéza (více viz kapitola 6.4) nebyla v hodnocené učebně potvrzena. Druhá z hypotéz zabývající se názorem, zda se žákům lépe pracuje při přirozeném osvětlení než při umělém osvětlení (více viz kapitola 6.5), byla v učebně potvrzena. Třetí hypotéza zabývající se tím, zda žáci píšící levou rukou pociťují zhoršené světelné podmínky v učebně než žáci píšící pravou rukou (více viz kapitola 6.6), nebyla v učebně přírodopisu potvrzena. V poslední z hypotéz nebyla učebna přírodopisu nijak obsažena.

8. Návrh doporučených opatření

Návrhy opatření vedoucí ke zlepšení světelných podmínek ve stávající hodnocené budově základní školy je nutné stanovit s ohledem na orientaci učeben ke světovým stranám, umístění objektu do přilehlého okolí a již navrženým a realizovaným okenním otvorům.

V následujících kapitole jsou zdůrazněny postupy, kterými lze do jisté míry zajistit lepší světelné podmínky pro žáky a učitele v hodnocených odborných učebnách.

8.1 Údržba povrchů

Na přístup denního světla do učebny má podstatný vliv údržba průsvitných částí výplní otvorů. V případě většího znečištění, ať už z venkovní či vnitřní strany průsvitné výplně, přichází do interiéru méně denního světla a je nutné více využívat umělé osvětlení. Jak již bylo zmíněno v kapitole č. 2.2.3, tak je dle vyhlášky č. 410/2005 Sb. [6] stanovena pravidelná údržba související s mytím oken a světel v intervalu 2x ročně. Z důvodu lokace hodnocené budovy, především učebny dílen, v okolí přilehlé komunikace, a také s ohledem na vysoké hygienické požadavky a požadovanou úroveň kvality denního osvětlení je vhodné pravidelnou údržbu provádět častěji než 2x ročně.

8.2 Výměna oken

S ohledem na výsledky získané v kapitole č. 5 je patrné, že ani jedna z odborných učeben nevyhověla celou svou plochou z hlediska požadavků na denní osvětlení dle ČSN EN 17037 [1] ani dle ČSN 73 0580-3 [3]. K dosažení vyšších hodnot činitele denní osvětlenosti D [%] by mohlo pomoci zvýšení čisté plochy zasklení, která se v případě hodnocené budovy základní školy pohybovala mezi hodnotami 43 % až 58 % (viz tabulka č. 18). S ohledem na již stávající budovu zde není doporučeno zvětšovat či navyšovat počty okenních otvorů. Tato rekonstrukce by byla z finančního, ale také ze statického a realizačního hlediska vysoce nákladná a náročná.

8.3. Regulační zařízení

Regulace prostupu denního světla do místnosti je prováděna ve snaze vyloučit oslnění a omezit přehřívání místnosti. K největším extrémům dochází především v jarním, respektive i podzimním období. V následující tabulce č. 50 můžete vidět vyhodnocení možného rizika oslnění vycházející z dotazníků uvedených v příloze B.2.

Tab. 50 Žáci pociťující oslnění v odborných učebnách na hodnocené základní škole, zdroj výsledků viz příloha B.2

Hodnocený prostor	Při psaní do sešitu v učebně ...				Při čtení textu z tabule v učebně ...			
	mi svítí slunce do očí		mi oslňuje odražený sluneční paprsek		mi svítí slunce do očí		mi oslňuje odražený sluneční paprsek	
	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%	počet žáků	%
učebna dílen	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
učebna chemie	2	3,4	2	3,4	0	0,0	1	1,7
učebna fyziky	1	2,0	1	2,0	1	2,0	1	2,0
učebna výtvarné výchovy	6	10,3	2	3,4	1	1,7	0	0,0
učebna cizích jazyků	4	7,8	1	2,0	1	2,0	0	0,0
učebna přírodopisu	3	5,0	1	1,7	1	1,7	1	1,7
všechny učebny	16	5,0	7	2,2	4	1,3	3	0,9

Z vyhodnocení dotazníků je patrné, že jsou žáci nejvíce oslňováni přímými či odraženými slunečními paprsky v učebnách výtvarné výchovy a cizích jazyků. S ohledem na celkové hodnocení všech učeben lze konstatovat, že problémy s oslněním jsou na hodnocené základní škole minimální.

8.3.1 Stínící technika v učebnách

V každé z odborných učeben jsou instalovány jako regulační prvky vnitřní žaluzie s horizontálními lamelami z tenkého kovu, které jsou z vnitřní strany místnosti přidělány k rámu okna. Z dotazníkového průzkumu (viz příloha C.2) vyšlo, že manipulaci se žaluziemi mají ve své kompetenci plně učitelé a žáci s nimi nesmí při vyučování nijak manipulovat. S ohledem na zlepšení rozložení denního osvětlení v učebnách je doporučeno především, aby v případě, kdy není potřeba stínit, byly žaluzie plně vytaženy, ne však roztemněny a nebránily tak přístupu denního světla do učeben. Dalším vhodným doporučením je jejich údržba, která tak méně znečišťuje vnitřní povrch zasklení okenních otvorů.

V učebnách přírodopisu, cizích jazyků a výtvarné výchovy jsou navíc použity u oken nejbližší k tabuli stahovací vnitřní rolety, které slouží především při práci s dataprojektorem nebo při práci s interaktivní tabulí. V odborných učebnách přírodopisu a cizích jazyků jsou použity rolety světlé barvy, v učebně výtvarné výchovy jsou použity rolety tmavě hnědé barvy. Především s ohledem na riziko přehřívání interiéru je doporučeno roletu tmavé barvy vyměnit za roletu světlejšího odstínu barvy.

V níže položených učebnách (především v učebně chemie a dílen) slouží jako stínící prvek vzrostlá zeleň (z jižní strany jsou vysazeny jabloně), která v jarním období stíní a v zimním období neznemožňuje dostatečný přísun denního světla do místnosti.

Závěr

Tato diplomová práce se zaměřuje na vyhodnocení denního osvětlení v odborných učebnách na vybrané základní škole. Teoretická část zdůrazňuje všeobecné parametry, které byly dále z hlediska stavební světelné techniky v diplomové práci využity. Důležitou součástí bylo také seznámení s legislativními požadavky kladenými na denní osvětlení ve školách a následně vhodný výběr odborných učeben na zvolené základní škole a jejich stručný popis včetně fotodokumentace.

Praktická část zahrnuje měření skutečných rozměrů odborných učeben a okenních otvorů s cílem jejich zakreslení do schématických půdorysů a pohledů na jednotlivé stěny učeben a zjištění čistého procenta zasklení okenních otvorů. U každé z učeben byly povrchy stěn následně rozděleny do dílčích barevných ploch a zapsány do tabulky. Stanovení hodnot činitele odrazu světla jednotlivých povrchů proběhlo s využitím vzorníků barev a následně bylo při měření zvolených parametrů pomocí přístrojů vypůjčených z katedry Konstrukcí pozemních staveb po výpočtu ověřeno a porovnáno. Údaje získané měřením nebo stanovené na základě legislativy byly zadány do výpočetního softwaru, ze kterého byly získané hodnoty činitele denní osvětlenosti v pravidelné síti kontrolních bodů porovnány s požadavky danými legislativou. Dále bylo provedeno posouzení rovnoměrnosti denního osvětlení, které ani v jedné z učeben v celém prostoru nevyhovělo, a tak bylo přepočítáno na funkčně vymezený prostor. V tom už rovnoměrnost osvětlení většiny místností vyhověla. V učebnách byla také stanovena oblast se zajištěnou poměrnou pozorovací vzdáleností pro různé druhy povrchů tabulí.

Další součástí diplomové práce bylo stanovení subjektivního názoru žáků a učitelů na úroveň a kvalitu denního osvětlení v konkrétní učebně pomocí dotazníků. Cílem tohoto průzkumu bylo ověření světelných podmínek a spokojenosti v jednotlivých odborných učebnách. Z výsledků získaných z dotazníků byly stanoveny 4 hypotézy, které byly v některých z hodnocených učeben potvrzeny. V celkovém vyhodnocení vyšlo, že většina žáků je spokojená na místě, na kterém sedí a lépe se jim pracuje při přirozeném osvětlení. Z vyhodnocení dotazníků pro učitele vyšlo, že většina z dotazovaných zapíná zářivky při vstupu do učebny až podle konkrétních

světelných podmínek a o vhodném návrhu oken a rozmístění nábytku jsou až na jednotlivé subjekty většinou všichni spokojeni.

Z výsledků získaných z výpočetního softwaru a z vyplněných dotazníků byl vyvozen závěr a stanoven návrh doporučení vedoucí ke zlepšení zajištění dostatečného přísunu denního světla do odborných učeben, který spočívá především ve zvýšené četnosti údržby povrchů, omezení stínění žaluziemi, pokud to není nezbytně nutné, či výměně okenních otvorů s větší čistou plochou zasklení, která je však z hlediska financí a zásahů do stávajícího objektu méně pravděpodobná.

Zdroje

- [1] ČSN EN 17037: *Denní osvětlení budov*. Praha: ČAS, Srpen 2019.
- [2] ČSN 73 0580-1: *Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky*. Praha: ČNI, Červen 2007. Zohledněny změny Z1 z r. 2011 a Z2 z r. 2017.
- [3] ČSN 73 0580-3: *Denní osvětlení budov – Část 3: Denní osvětlení škol*. Praha: ČNI, 1994. Zohledněny změny Z1 z r. 1996 a Z2 z r. 1999.
- [4] VYCHYTIL, Jaroslav., KAŇKA, Jan. *Stavební světelná technika: přednášky*. Praha: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 978-80-01-06060-5.
- [5] Zákon č. 258/2000 Sb. *o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů*.
- [6] Vyhláška č. 410/2005 Sb. *o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých*. Praha: Ministerstvo zdravotnictví v dohodě s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy a Ministerstvem práce a sociálních věcí. Zohledněná změna 343/2009 Sb.
- [7] Vyhláška č. 343/2009 Sb., kterou se mění Vyhláška č. 410/2005 Sb., *o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých*. Praha: Ministerstvo zdravotnictví v dohodě s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy a Ministerstvem práce a sociálních věcí.
- [8] Vyhláška č. 268/2009 Sb. *o technických požadavcích na stavby*. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj.
- [9] © OčníVady.cz: *Online magazín, který radí jak na zdravé oči. Databáze očních klinik*. [online]. [cit. 2020-10-20]. Dostupné z: <http://ocnivady.cz/o-lidskem-oku/akomodace-schopnost-oka-videt-ostre>

- [10] KOLEKTIV AUTORŮ. *Almanach k 50. výročí otevření budovy základní školy* [pdf]. 2008 [cit. 2020-10-01]
- [11] *Mapový portál Mapy.cz* [online]. [cit. 2020-09-27]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=12.9167000&y=49.5333000&z=11>
- [12] JpSoft s.r.o. *SVĚTLO+. Software pro denní osvětlení a oslunění budov*. Verze 2.62. [software]
- [13] HASIT Color Design, *Vzorník barev*, 2012, vlastní zdroj.
- [14] StoColor System, *Vzorník barev*, vlastní zdroj.
- [15] Energy Benefit Centre, o.p.s, 2008: *Stavební úpravy stávajícího objektu – Základní škola – „...“⁶³*, projektová dokumentace pro provedení stavby. „nepublikováno“. Dep.: Stavební úřad „...“⁶⁴
- [16] Energy Benefit Centre, o.p.s, 2010: *Snížení energetické náročnosti objektu – Stavební úpravy stávajícího objektu, Kulturní dům – „...“⁶⁵*, projektová dokumentace pro provedení stavby. „nepublikováno“. Dep.: Stavební úřad „...“⁶⁶
- [17] *Mapový portál Google* [online]. [cit. 2020-09-27]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [18] *Formuláře Google forms.google.com* [online]. [cit. 2020-11-01]. Dostupné z: https://www.google.com/intl/cs_CZ/forms/about/
- [19] *TZB-info: Denní osvětlení ve školách dle ČSN EN 17037* [online]. Ing. Miroslav Čermák, udrzitelne-projekty.cz [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/osvetleni/21513-denni-osvetleni-ve-skolach-dle-csn-en-1703>

⁶³ Název města je záměrně vynechán s ohledem na zachování anonymity hodnocené základní školy.

⁶⁴ Taktéž.

⁶⁵ Taktéž.

⁶⁶ Taktéž.

- [20] ČSN 36 0011-1: *Měření osvětlení prostorů – Část 1: Základní ustanovení.*
Praha: ÚNMZ, 2014.
- [21] ČSN 36 0011-2: *Měření osvětlení prostorů – Část 2: Měření denního osvětlení.*
Praha: ÚNMZ, 2014.
- [22] RYBÁŘOVÁ, D., MEZERA, P., ZELENKOVÁ, J. *Občanské stavby, Typologie školských staveb I.* Praha: ČVUT v Praze, 1981, 192 s.
- [23] GAVORA, Peter. *Úvod do pedagogického výzkumu. 2., rozšířené české vydání. Překlad Vladimír Jůva a Vendula Hlavatá.* Brno: Paido, 2010, 262 s.
ISBN 978-80-7315-185-0.