



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

**Proslunění a denní osvětlení ve vybraných bytech
z hlediska výpočet vs. uživatel**

**Insolation and daylighting in selected flats
in terms of computation and user**

Diplomová práce

Studijní program: Budovy a prostředí
Studijní obor: Budovy a prostředí, zaměření Konstrukce pozemních staveb
Vedoucí práce: Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.

Bc. Annette Řehořková

Praha 2019



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Řehořková

Jméno: Annette

Osobní číslo: 410602

Zadávací katedra: K 124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: N3649 - Budovy a prostředí

Studijní obor: 3608 T006 - Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Proslunění a denní osvětlení ve vybraných bytech z hlediska výpočet vs. uživatel

Název diplomové práce anglicky: Insolation and daylighting in selected flats in terms of computation and user

Pokyny pro vypracování:

Požadavky kladené na obytné budovy z hlediska proslunění a denního osvětlení. Zdůvodnění potřeby denního světla. Výběr reprezentativního vzorku obytných budov a jednotlivých bytů s ohledem na jejich orientaci ke světovým stranám, zastínění, barevnost interiéru a podobně. Popis měření denního osvětlení. Určení vybraných vstupních světelně technických parametrů (činitel odrazu světla, propustnost světla zasklením) na základě normových hodnot, pomocí vzorníku a na základě vlastního měření. Ověření proslunění a denního osvětlení hodnocených prostorů s ohledem na splnění legislativních požadavků. Zatřídění dle etodiky SBToolCZ. Zjištění názorů uživatelů daných bytů na orientaci osvětlovacích otvorů obytných místností, množství prosluněných ploch a na úroveň a kvalitu denního osvětlení pomocí dotazníků. Porovnání výsledků výpočtů s názory nájemníků. Doporučení vedoucí k zajištění proslunění a vyhovujícího denního osvětlení v obytných budovách.

Seznam doporučené literatury:

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 0580-2 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov, ČNI Praha, červen 2007.

ČSN 73 4301 Obytné budovy, ČNI Praha, červen 2004.

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: 1. 10. 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 6. 1. 2019

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 nutně 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“.

1. 10. 2018

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

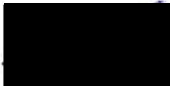
SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Annette Řehořková

Název diplomové práce: Proslunění a denní osvětlení ve vybraných bytech z hlediska výpočet vs. uživatel

Základní část: Konstrukce pozemních staveb podíl: 100 %

Formulace úkolů: Požadavky kladené na obytné budovy z hlediska proslunění a denního osvětlení. Zdůvodnění potřeby denního světla. Výběr obytných budov a dílčích bytů s ohledem na okrajové podmínky. Popis měření denního osvětlení. Určení vybraných vstupních světelně technických parametrů. Ověření proslunění a denního osvětlení. Zjištění názorů uživatelů pomocí dotazníků. Porovnání s výsledky výpočtů. Soupis doporučení.

Podpis vedoucího DP: 

Datum: 1. 10. 2019

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)

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených 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 Praze dne 6.1.2019

.....

podpis

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat panu Ing. Bc. Jaroslavu Vychytilovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, za odborné vedení, ochotu, konzultace a asistenci při měření. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi umožnili měření v hodnocených bytech a za jejich další spolupráci při vyplňování dotazníků.

Anotace

Předmětem této diplomové práce je zhodnocení sedmi bytů v Praze z hlediska proslunění a denního osvětlení dle požadavků kladených na obytné budovy. Součástí je také zdůvodnění potřeby světla pro lidský organismus a popsání světelně-technických parametrů hodnocených v práci. K posouzení jsou vybrány byty různých dispozic, s rozdílnou orientací ke světovým stranám a s rozdílným stíněním okolními objekty. Vstupní hodnoty pro výpočet denního osvětlení jsou získány měřením pomocí luxmetru a jasoměru. Dalším hodnotícím kritériem bytů je vyhodnocení vizuálního komfortu dle národní metodiky SBToolCZ. Tato metodika hodnotí množství denního světla v interiéru, rovnoměrnost denního osvětlení a výhled z dané místnosti. Zároveň je proveden průzkum názorů uživatelů bytů pomocí dotazníků týkajících se proslunění, denního osvětlení a barevného řešení místností. Pro výpočet denního osvětlení jsou použity jak naměřené hodnoty, tak hodnoty normové. Výsledky výpočtů, včetně zatřídění bytu dle metodiky SBToolCZ, jsou porovnány s názory uživatelů daných bytů a je vyhodnocen nejpříznivěji hodnocený byt dle všech hledisek.

Klíčová slova

Byt, činitel denní osvětlenosti, denní osvětlení, dotazník, metodika SBToolCZ, měření, obytná místnost, proslunění

Annotation

The aim of this thesis is the evaluation of seven flats in Prague in terms of insolation and daylighting based on the requirements on residential buildings. A part of the work is the justification of the need of daylight for the well-being and description of the assessed light-technical parameters. For the evaluation, flats were chosen with various dispositions, facing different world sides and various shading by adjacent buildings. The input values for the calculation of daylighting are obtained with the help of a luxmeter and a luminance meter. Other evaluation criteria were the assessment of the visual comfort according to the national method SBToolCZ. This method evaluates the amount of daylight in the interior, uniformity of daylight and a room view. Together with the evaluation, a survey of the occupants of the chosen apartments is undertaken, focusing on the sunlight, daylight and the colour room solutions. Measured and standard values are used for the daylight calculations. The results, together with the classification of the apartments according to SBToolCZ are assessed with the survey. According to all aspects, the most favourable flat is evaluated.

Keywords

Flat, daylight factor, daylighting, questionnaire, methodology SBToolCZ, measurement, room for living, insolation

Obsah

Úvod.....	12
1. Působení světla na lidský organismus	13
1.1 Cirkadiánní rytmy.....	13
1.2 Denní vs. umělé osvětlení	14
1.3 Světelné znečištění	14
2. Hodnocené světelně – technické parametry ve vybraných bytech.....	16
2.1 Proslunění	16
2.1.1 Určení orientace ke světovým stranám	16
2.1.2 Grafické metody pro určení doby proslunění.....	17
2.1.2.1 Pravoúhlý sluneční diagram	17
2.1.2.2 Stereografický sluneční diagram	18
2.1.2.3 Ekvidistantní sluneční diagram.....	19
2.1.3 Využití programu Světlo+ k určení doby proslunění	18
2.1.4 Určení doby proslunění pomocí fotoaparátu s objektivem typu rybí oko	18
2.2 Denní osvětlení.....	20
2.2.1 Úroveň denního osvětlení	20
2.2.2 Využití programu Světlo+ k výpočtu činitele denní osvětlenosti.....	21
3. Požadavky kladené na obytné budovy z hlediska proslunění a denního osvětlení.....	22
3.1 Požadavky kladené na bytové domy z hlediska proslunění	22
3.2 Požadavky kladené na denní osvětlení v obytných budovách.....	23
4. Popis měření parametrů potřebných pro výpočet denního osvětlení.....	25
4.1 Měření a výpočet činitele odrazu světla	25
4.2 Měření a výpočet činitele prostupu světla průhledného	27
materiálu ve směru normály.....	27
4.3 Výpočet činitele zohledňujícího vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo.....	28
4.4 Použité přístroje a pomůcky	28
5. Hodnocení obytných budov dle metodiky SBToolCZ	30
5.1 Úvod do SBToolCZ.....	30
5.2 Použití SBToolCZ	30
5.3 Hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBToolCZ	31
5.3.1 Kritérium K1	31
5.3.2 Kritérium K2.....	32

5.3.3	Kritérium K3.....	33
5.3.4	Vyhodnocení vizuálního komfortu celého bytu	34
6.	Dotazníkové řešení	36
7.	Posuzované byty	38
7.1	Byt č. 1	38
7.1.1	Popis bytu č. 1	38
7.1.2	Posouzení proslunění – byt č. 1.....	40
7.1.3	Posouzení denního osvětlení – byt č. 1.....	41
7.1.3.1	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 1.01.....	42
7.1.3.2	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 1.02.....	45
7.1.4	Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 1	48
7.1.4.1	Ložnice 1.01	48
7.1.4.2	Obývací pokoj 1.02	49
7.1.4.3	Celkové hodnocení bytu č. 1 dle metodiky SBToolCZ	50
7.1.5	Vyhodnocení dotazníků a porovnání názorů uživatelů bytu č. 1 s vypočtenými hodnotami	50
7.2	Byt č. 2	52
7.2.1	Popis bytu č. 2	52
7.2.2	Posouzení proslunění – byt č. 2.....	54
7.2.3	Posouzení denního osvětlení – byt č. 2.....	55
7.2.3.1	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.01.....	56
7.2.3.2	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.02.....	59
7.2.3.3	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.07.....	63
7.2.3.4	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.08.....	67
7.2.4	Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 2	70
7.2.4.1	Dětský pokoj 2.01	70
7.2.4.2	Obývací pokoj 2.02	71
7.2.4.3	Kuchyň 2.07.....	72
7.2.4.4	Ložnice 2.08	74
7.2.4.5	Celkové hodnocení bytu č. 2 dle metodiky SBToolCZ	75
7.2.5	Vyhodnocení dotazníků a porovnání názorů uživatelů bytu č. 2 s vypočtenými hodnotami	76

7.3	Byt č. 3	78
7.3.1	Popis bytu č. 3	78
7.3.2	Posouzení proslunění – byt č. 3.....	80
7.3.3	Posouzení denního osvětlení – byt č. 3.....	81
7.3.3.1	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 3.01.....	82
7.3.3.2	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 3.04.....	86
7.3.3.3	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 3.05.....	90
7.3.4	Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 3.....	92
7.3.4.1	Kuchyň 3.01.....	92
7.3.4.2	Pokoj 1 3.04.....	94
7.3.4.3	Pokoj 2 3.05.....	95
7.3.4.4	Celkové hodnocení bytu č. 3 dle metodiky SBToolCZ.....	96
7.3.5	Vyhodnocení dotazníků a porovnání názorů uživatelů bytu č. 3 s vypočtenými hodnotami	97
7.4	Byt č. 4	99
7.4.1	Popis bytu č. 4	99
7.4.2	Posouzení proslunění – byt č. 4.....	101
7.4.3	Posouzení denního osvětlení – byt č. 4.....	102
7.4.3.1	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 4.01.....	103
7.4.4	Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 4.....	106
7.4.5	Vyhodnocení dotazníku a porovnání názorů uživatele bytu č. 4 s vypočtenými hodnotami	108
7.5	Byt č. 5.....	110
7.5.1	Popis bytu č. 5	110
7.5.2	Posouzení proslunění – byt č. 5.....	112
7.5.3	Posouzení denního osvětlení – byt č. 5.....	114
7.5.3.1	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 5.01.....	115
7.5.3.2	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 5.03.....	118
7.5.3.3	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 5.05.....	121
7.5.4	Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 5.....	123
7.5.4.1	Obývací pokoj 5.01	123

7.5.4.2	Ložnice 5.03	125
7.5.4.3	Dětský pokoj 5.05	126
7.5.4.4	Celkové hodnocení bytu č. 5 dle metodiky SBToolCZ	128
7.5.5	Vyhodnocení dotazníků a porovnání názorů uživatele bytu č. 5 s vypočtenými hodnotami	129
7.6	Byt č. 6	131
7.6.1	Popis bytu č. 6	131
7.6.2	Posouzení proslunění – byt č. 6.....	133
7.6.3	Posouzení denního osvětlení – byt č. 6.....	135
7.6.3.1	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 6.03.....	135
7.6.3.2	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 6.04.....	139
7.6.4	Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 6	142
7.6.4.1	Obývací pokoj 6.03	142
7.6.4.2	Ložnice 6.04	143
7.6.4.3	Celkové hodnocení bytu č. 6 dle metodiky SBToolCZ	145
7.6.5	Vyhodnocení dotazníku a porovnání názorů uživatele bytu č. 6 s vypočtenými hodnotami	145
7.7	Byt č. 7	147
7.7.1	Popis bytu č. 7	147
7.7.2	Posouzení proslunění – byt č. 7.....	149
7.7.3	Posouzení denního osvětlení – byt č. 7.....	151
7.7.3.1	Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 7.01.....	151
7.7.4	Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 7	155
7.7.5	Vyhodnocení dotazníku a porovnání názorů uživatele bytu č. 7 s vypočtenými hodnotami	156
8.	Porovnání bytů dle posuzovaných hledisek.....	158
9.	Doporučení vedoucí ke zlepšení proslunění a denního osvětlení v obytných budovách.....	160
9.1	Zlepšení proslunění	160
9.2	Zlepšení denního osvětlení.....	160
Závěr.....		162
Použitá literatura.....		163
Přílohy		

ÚVOD

Stavební fyzika se skládá ze tří oborů, a to akustiky, tepelné techniky a světelné techniky. Všechny obory spolu úzce souvisí a ovlivňují kvalitu vnitřního prostředí budov. Na světelnou techniku je dle mého názoru kladen nejmenší důraz, přesto jsem přesvědčena o její důležitosti, protože ovlivňuje psychický i fyzický stav člověka. Denní osvětlení je jedním ze stejně důležitých parametrů kvality vnitřního prostředí jako teplota, koncentrace CO₂, hluková zátěž nebo relativní vlhkost vzduchu.

Lidé tráví až 90 % času ve vnitřním prostředí budov a z toho až 68 % v obytných budovách, proto se chci zabývat hodnocením světelně-technických parametrů právě v bytech.

Velmi diskutovaným tématem v poslední době bylo zrušení požadavků na proslunění bytů dle Pražských stavebních předpisů pro celé území hlavního města Prahy. Proslunění má ale pozitivní a nezanedbatelný vliv na zdraví obyvatel a kvalitu života a přispívá k energetické bilanci budovy. Krátkovlnná složka slunečního záření ovlivňuje koncentraci záporných iontů ve vzduchu, které jsou pro zdraví člověka nezbytné a jejich množství je zároveň indikátorem čistoty vzduchu [16]. Kvůli výše zmiňovaným důvodům budu byty hodnotit dle norem platných pro zbyvající území ČR i s ohledem na to, že v případě sporu se proslunění hodnotí dle normy.

Dalším hodnotícím kritériem bude posouzení vizuálního komfortu bytů dle národní metodiky SBToolCZ, s kterou jsem se seznámila na předmětu 124INB – Integrované navrhování budov. Tato metodika je jedním z certifikačních systémů budov v ČR a zabývá se komplexní kvalitou budov s ohledem na udržitelný rozvoj. Skládá se ze 3 základních skupin kritérií: environmentální, sociální a kritéria týkající se ekonomiky a managementu. Vizuální komfort patří do skupiny sociálních kritérií podporujících zdravé vnitřní prostředí budov a zohledňuje kromě výpočtu množství denního světla v interiéru i rovnoměrnost denního osvětlení a výhled z místnosti, který je pro naše oko důležitý kvůli vizuálnímu spojení s venkovním prostředím i kvůli možnosti přerušování akomodčního úsilí.

Nesmíme ale zanedbat ani subjektivní pocity uživatelů bytu, které se od výpočtů mohou lišit. Vzhledem k tomu, že každý vnímá světelné podmínky jinak, bude vypracován dotazník zaměřený na dobu proslunění, dostatek denního světla a na spokojenost s barevným řešením bytu. V případě nesplnění světelně-technických parametrů se pokusím i na základě dotazníků navrhnout vhodné řešení.

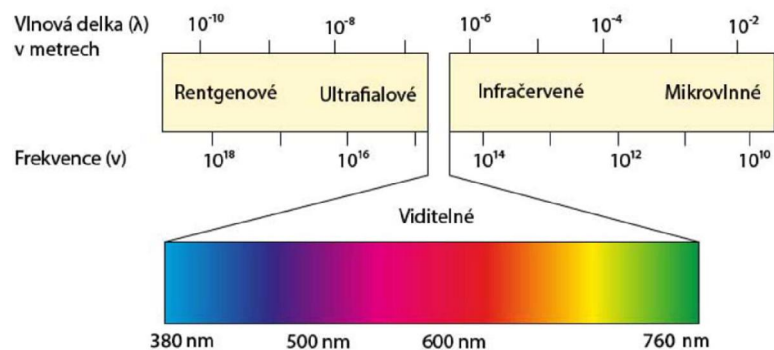
1. Působení světla na lidský organismus

Světlo dopadající na zemský povrch se pohybuje v rozsahu vlnových délek 100 až 1400 nm a dělí se na záření ultrafialové o vlnové délce 100 až 380 nm, viditelné světlo o vlnové délce 380 až 770 nm a záření infračervené o vlnové délce 770 až 1400 nm (viz obr. 1). [20]

Ultrafialové záření má jak pozitivní, tak negativní vliv. Jeho účinkem může dojít k solárnímu zánětu kůže i degenerativním změnám kůže vedoucím až k tvorbě zhoubných nádorů. Na druhou stranu se ale podílí na metabolismu vápníku, tvorbě vitamínu D, který je důležitý pro uchování silných kostí a také pro funkci imunitního systému, a má baktericidní účinky (likviduje choroboplodné zárodky). [20]

Infračervené záření je vnímáno člověkem jako působení tepla a přispívá k lepšímu prokrvení. [20]

Přímé viditelné sluneční záření vnímáme jako spektrum barev a v interiéru budov ovlivňuje psychický stav uživatelů. Je dokázáno, že v místnostech, kam dopadá sluneční záření, se lidé cítí lépe. Budovy ovšem musí být navrženy tak, aby naopak nedocházelo k jejich přehřívání během letních měsíců a oslnění přímými slunečními paprsky nebo odrazem od lesklých povrchů, které zhoršuje zrakovou pohodu uživatelů. [20]



Obr. 1: Spektrum slunečního záření [7]

1.1 Cirkadiánní rytmy

Světlo ovlivňuje zejména denní cykly všech živých organismů, které se mu v čase přizpůsobily. Tyto cykly můžeme nazvat cirkadiánními rytmy. Součástí našeho denního cyklu je samozřejmě i spánek, který je důležitý mimo jiné pro regeneraci nervového systému.

Cirkadiánní rytmy jsou vrozené rytmy pro člověka, proto přetrvávají i tehdy, když organismus žije bez vědomí o vnějším čase nebo žije v neperiodickém rytmu. Rytmy vykazují periodu T , která ale není přesně 24 hodin, pouze se 24 hodinám blíží, proto

jejich název pochází z latinských slov circa – zhruba a diem – den. U člověka se jedná o periodu 24,2 hodiny. Na délku periody má vliv synchronizátor a tím nejdůležitějším je právě střídání dne a noci. Cirkadiánní rytmy ale mohou být seřizovány i dalšími podněty, např. melatoninem. Jedná se o hormon uvolňovaný nadvěskem mozkovým (epifýzou), který se podílí na regulaci celoročního rytmu. V současné době je v lékařském výzkumu, zda jeho produkce působí jako prevence proti různým chorobám jako je rakovina nebo Alzheimerova choroba. [9,17]

Poruchy cirkadiánního rytmu se projevují např. u nevidomých, kteří nemohou vnímat světlo a tmavou část dne, dále u lidí pracujících ve směnném provozu, u lidí, kteří nedodrží denní řád nebo při přeletech mezi jednotlivými časovými pásmy (anglicky označováno jako jet lag). Projevem může být zhoršení nálady až deprese. Pro nevidomé je možnost synchronizace podáváním melatoninu v době začátku jejich subjektivní noci. Další léčbou je dodržování správné životosprávy se světlem během dne (zejména silné světlo během ranních hodin) a tmou během noci. [9]

1.2 Denní vs. umělé osvětlení

Bylo provedeno mnoho výzkumů, jak na člověka působí denní a umělé osvětlení. Výsledkem bylo celkem jednoznačné tvrzení, že při určitých činnostech byly dosaženy lepší výkony při denním osvětlení. Kladně působí denní osvětlení i z hlediska únavy. [13, 14]

Na druhou stranu některé výzkumy ukázaly, že při zrakově přesných činnostech (např. při velmi přesném rýsování, v hodinářství nebo při ručním rytí s velmi malými detaily) lze umělým osvětlením zajistit takové podmínky, které v přírodě existují jen krátkodobě. [13]

Závěrem, ke kterému se odborníci přiklonili, bylo, že denní osvětlení je ve vnitřních prostorech vhodnější k celkovému osvětlení místnosti nebo pro běžné činnosti a umělé spíše pro přesnější dlouhodobé činnosti. [13]

1.3 Světelné znečištění

Světelné znečištění je problémem zejména ve větších městech, týká se především pouličního osvětlení, které může narušovat kvalitu našeho spánku. Již od počátku vývoje člověka bylo přirozené spát v naprosté tmě, to se ale vlivem vyspělosti civilizace mění. Jsme nuceni se v noci před umělým osvětlením z venkovního prostředí chránit (např. závěsy nebo žaluziemi), to ale také není vhodné řešení, protože v ranních hodinách nás pak nemůže vzbudit přirozené denní světlo. To může vést k pocitu nedostatečného spánku, i když jsme spali dostatek hodin. Budí nás většinou zvuk

budíku, i když naše tělo má stále pocit hluboké noci. I malé množství světla během noci může snížit až zastavit produkci již zmíněného melatoninu a tím narušit náš cirkadiánní rytmus. [17]

Dále je velmi důležitá i barva světla, která na nás působí. Nejsilnější účinek má modré světlo, menší pak světlo oranžové a červené. V poslední době se hovoří o negativních účincích modrého světla, to je totiž obsaženo ve světelných zdrojích vyzařujících bílé světlo, především ve zdrojích založených na technologii LED. Ta má sice větší životnost a je úspornější než klasická žárovka, má ale také své negativní účinky. Tyto zdroje vyzařují světlo v modré oblasti spektra, tedy jako slunce během dne. Pokud používáme zdroje obsahující modré světlo v nočních hodinách, naše tělo tedy dostává informaci, že je stále den. Je tak narušen náš cirkadiánní cyklus, protože právě modré světlo zabraňuje tvorbě melatoninu. Nejde ale pouze o umělé osvětlení, ale také o displeje notebooku, telefonu, televize atd. [17]

2. Hodnocené světelně – technické parametry ve vybraných bytech

2.1 Proslunění

Proslunění je definováno jako dopad přímých slunečních paprsků do interiéru místnosti a požaduje se v bytových, řadových a rodinných domech, v denních místnostech předškolních zařízení, kmenových učebnách škol, pokojích v nemocnicích a v pěstitelských plochách ve sklenících a pařeništích. Výpočtem je určena doba proslunění, která je závislá jak na orientaci ke světovým stranám, tak na stínění okolními objekty a na konkrétním dni, kdy je proslunění posuzováno. [20]

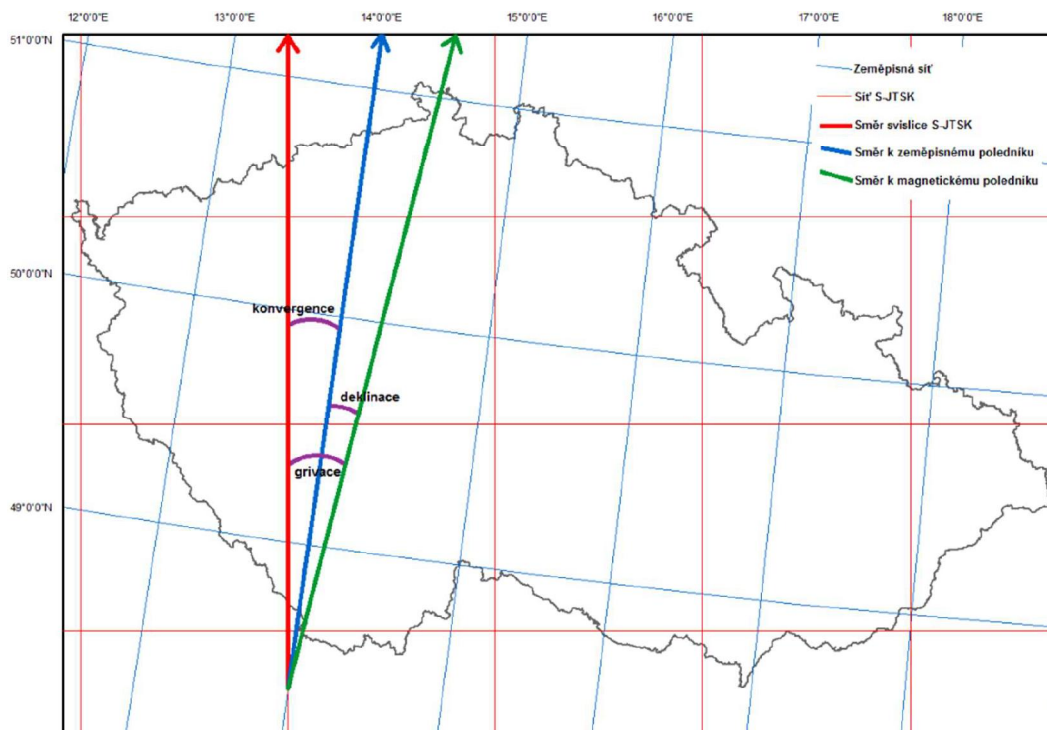
2.1.1 Určení orientace ke světovým stranám

K určení orientace objektu ke světovým stranám lze využít několika způsobů. Nejsnadnější metodou je odečtení z běžných map, ze kterých je zjištěna orientace mapového severu značeného S_m . K tomuto způsobu lze použít katastrální mapy, které využívají pravoúhlé souřadnicové sítě (systém jednotné trigonometrické sítě katastrální = S-JTSK) vycházející z Křovákova zobrazení. Délkové zkreslení je velmi malé (10 cm na 1 km), problém je ovšem v tom, že směr poledníků v tomto zobrazení se neshoduje se skutečnými poledníky, které se sbíhají k severnímu a jižnímu pólu. Tato nepřesnost se nazývá meridiánová konvergence C ($^\circ$). K tomu, aby byl určen skutečný sever S_p , musí být vynesena konvergence C ($^\circ$) ve směru hodinových ručiček. Meridiánová konvergence C ($^\circ$) závisí pouze na zeměpisné délce daného místa λ ($^\circ$) a vypočítá se ze vzorce:

$$C = \frac{24^\circ 50' - \lambda}{1,34} \quad (^\circ) \quad (1)$$

Další možností je odečtení severu z vojenských map, ze kterých je odečten rovnou skutečný sever S_p , protože hodnota meridiánové konvergence C ($^\circ$) je v těchto mapách již zohledněna. Bohužel vojenské mapy nejsou běžně dostupné. [20]

Poslední možností je určení severu pomocí kompasu či buzoly, kdy je určen směr magnetického severu S_{mag} , není ale příliš přesná. Aby byl získán směr skutečného severu, je nutno určit hodnotu magnetické deklinace D_m ($^\circ$), která je závislá na lokalitě a času (každý rok se tato hodnota mění). Po sečtení meridiánové konvergence C ($^\circ$) a magnetické deklinace D_m ($^\circ$) je určena hodnota grivace G_r ($^\circ$), jinými slovy rozdíl mezi magnetickým severem S_{mag} a mapovým severem S_m (viz obr. 2). [20]



Obr. 2: Souvislost mezi mapovým S_m , skutečným S_p a magnetickým S_{mag} směrem poledníku [10]

K určení severu pro dané situace bytů byl vybrán první způsob, tedy využití katastrálních map Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (dostupných na stránce Nahlížení do katastru nemovitostí [12]) a následné vynesení meridiánové konvergence C ($^\circ$) ve směru hodinových ručiček. Jak už bylo zmíněno v úvodu, všechny posuzované byty se nachází v Praze. Zeměpisná délka pro Prahu je $14^\circ 25'$ východní délky, meridiánová konvergence C ($^\circ$) je tedy určena ze vztahu (1):

$$C = \frac{24^\circ 50' - 14^\circ 25'}{1,34} = 7^\circ 46'$$

2.1.2 Grafické metody pro určení doby proslunění

Mezi grafické metody patří zejména pravoúhlý sluneční diagram, který je nejpřesnější, a dále polární diagramy, mezi které patří diagram ortografický, stereografický, ekvidistanční a kotangensový (diagram zastínění). [20]

2.1.2.1 Pravoúhlý sluneční diagram

Mezi nejpoužívanější metody patří pravoúhlý sluneční diagram. Jeho výhodou je, že objekty i zdánlivá dráha Slunce jsou zakresleny tak, jako by se pozorovatel díval z kontrolního bodu. Diagram je sestaven pro různá data (obvykle pro 1. března

a pro 21. června) a pro Českou republiku je upraven pro 50° severní zeměpisné šířky. Pro výškové zakreslení stínících překážek musí být použit upravený doplňkový pravoúhlý diagram ve stejném měřítku jako pravoúhlý sluneční diagram. [20]

2.1.2.2 Stereografický sluneční diagram

Stereografický diagram je získán promítnutím oblohových hemisfér se zdánlivými drahami Slunce na horizontální rovinu, která obsahuje bod posuzování P se středem promítání v nadiru (opak zenitu neboli nadhlavníku). Je sestaven pouze z kružnic nebo jejich částí a je možné ho sestavit pro různá data a danou zeměpisnou šířku. Pro zakreslení stínících překážek musí být také použit doplňkový diagram jako v případě pravoúhlého slunečního diagramu. [14, 20]

2.1.2.3 Ekvidistantní sluneční diagram

Ekvidistantní sluneční diagram, jako další z polárních diagramů, je specifický v tom, že vzdálenost výšky Slunce je lineární a díky tomu lze hodnoty snadno interpolovat. Nevýhodou ale je, že nelze geometricky sestavit jednoduchým promítáním. [20]

2.1.3 Využití programu Světlo+ k určení doby proslunění

Pro posouzení daných bytů z hlediska proslunění byl použit program Světlo+ [11]. Nejprve bylo určeno, jaké místnosti jsou obytné, byla vypočtena jejich plocha, součet všech obytných ploch a plocha, která musí být prosluněna. Kontrolní bod se poté umístil do příslušných osvětlovacích otvorů. Dále se situace s již upravenou meridiánovou konvergencí C (°) vymodelovala v programu Světlo+ [11], tedy objekt s posuzovaným bytem a okolní stínící objekty, a určil se kontrolní bod na fasádě. Program určil dobu proslunění pomocí pravoúhlého slunečního diagramu (viz kap. 2.1.2.1) včetně přesných časů, kdy do kontrolního bodu svítí Slunce.

2.1.4 Určení doby proslunění pomocí fotoaparátu s objektivem typu rybí oko

K ověření doby proslunění byl použit digitální fotoaparát CMOS Nikon DX 23,5 x 15,7 mm s objektivem typu rybí oko Sigma Fish Eye 4,5 mm.

Střed objektivu se umístil do kontrolního bodu osvětlovacího otvoru (viz obr. 3 a 4), tedy do roviny vnitřního zasklení a do příslušné výšky. Poloha objektivu byla zkontrolována ve speciálním vyhodnocovacím softwaru na monitoru notebooku,

ke kterému byl fotoaparát připojen pomocí USB kabelu. Tento software zároveň umožňuje provádět měření jasů, přičemž rozsah měření jasu je od 1 do 800 000 cd/m².

Fotografiemi byl poté proložen ekvidistanční sluneční diagram (viz kap. 2.1.2.3) a mohly tak být odečteny časy, kdy do kontrolního bodu svítí Slunce. Tyto výsledky byly porovnány s výstupy z programu Světlo+ [11] a jsou uvedeny v kap. 7. Ekvidistanční sluneční diagram byl poskytnut vedoucím diplomové práce Ing. Bc. Jaroslavem Vychytilém, Ph.D.



Obr. 3: Umístění fotoaparátu v bytě č. 1



Obr. 4: Umístění fotoaparátu v bytě č. 6

Použitý přístroj je majetkem Katedry konstrukcí pozemních staveb na Fakultě stavební ČVUT v Praze a byl pořízen za podpory Evropské Unie (Evropské strukturální a investiční fondy, Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání) a Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy v rámci projektu Obnova infrastruktury laboratoří Stavební fakulty – část Infrastruktura pro analýzu světla (garant Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.), registrační číslo projektu CZ.02.2.67/0.0/0.0/16_016/0002526.

2.2 Denní osvětlení

Při posouzení denního osvětlení se uvažuje pouze světlo rozptýlené v atmosféře, neuvažuje se tedy s dopadem přímých slunečních paprsků. Z tohoto důvodu se denní osvětlení posuzuje při rovnoměrně zatažené obloze v zimě. [20]

Denním osvětlením by se měla vytvořit zraková pohoda, tedy příjemný fyziologický stav, při kterém se cítí člověk dobře, je schopen efektivní práce, ale i odpočinku.

Dle normy ČSN 73 0580–1 [4] se denní osvětlení navrhuje a posuzuje dle pěti hledisek, a to úrovně denního osvětlení, rovnoměrnosti osvětlení, oslnění, rozložení světelného toku a převažujícího směru světla a výskytu dalších jevů ovlivňujících zrakovou pohodu. V této práci je vypočtena úroveň denního osvětlení dle naměřených hodnot a hodnot daných normou. Rovnoměrnost osvětlení je posouzena v rámci hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBTToolCZ (viz kap. 5.3.2).

2.2.1 Úroveň denního osvětlení

Úroveň denního osvětlení se řadí mezi kvantitativní požadavky a vyjadřuje se činitelem denní osvětlenosti D (%), což je poměrná veličina, do které vstupuje hodnota osvětlenosti v kontrolním bodu E (lx) a současná horizontální exteriérová osvětlenost na nezastíněné rovině E_h (lx), viz vzorec:

$$D = \frac{E}{E_h} * 100 \quad (\%) \quad (2)$$

Hodnota činitele denní osvětlenosti se stanoví výpočtem či měřením. Měření je obtížné vzhledem k tomu, že se musí provádět při rovnoměrně zatažené obloze v zimě, proto se uplatňuje spíše výpočet. K výpočtu se používá buď graficko-početní metoda nebo čistě početní metoda, která je ale náročnější. [20]

Všechny metody jsou založeny na určení dílčích složek, kterými jsou oblohová složka D_s (%), vnější odražená složka D_e (%) a vnitřní odražená složka D_i (%). Výsledný vztah je tedy zapsán jako:

$$D = D_s + D_e + D_i \quad (\%) \quad (3)$$

Hodnoty dílčích složek se uvádí s přesností na 2 desetinná místa, hodnota činitele denní osvětlenosti D (%) se pak uvádí s přesností na 1 desetinné místo.

Pro výpočet dílčích složek existuje více metod, ale žádná neumožňuje výpočet všech tří, proto se musí kombinovat. V České republice se nejvíce používají Daniljukovy

úhlové síť nebo upravený Waldramův diagram pro určení vnější odražené a oblohové složky a BRS nomogramy nebo Arndtův vztah pro určení vnitřní odražené složky. [20]

Při výpočtu činitele denní osvětlenosti D (%) musí být zohledněna gradace jasu oblohy, protože směrem od horizontu k zenitu je obloha jasnější. Tato vlastnost oblohy se vyjadřuje činitelem gradovaného jasu oblohy q (-) při rovnoměrně zatažené obloze v zimě, přičemž se používají dva modely oblohy. Prvním je model pro tmavý terén CIE 1:3, který uvažuje, že jas v zenitu je 3x větší než jas v horizontu. Druhým je model pro zasněžený terén CIE 1:2, který uvažuje, že jas v zenitu je 2x větší než jas v horizontu. Rozhodujícím kritériem pro zvolení modelu oblohy je nadmořská výška, ve které se posuzovaný objekt nachází. Pro nadmořskou výšku do 600 m nad mořem se uvažuje model pro tmavý terén a pro nadmořskou výšku nad 600 m nad mořem se uvažuje model pro zasněžený terén [20]. Všechny byty se nachází v Praze, kde nejvyšší bod leží ve výšce 399 m nad mořem, u všech bytů bylo tedy počítáno s modelem pro tmavý terén.

2.2.2 Využití programu Světlo+ k výpočtu činitele denní osvětlenosti

K posouzení denního osvětlení ve vybraných bytech je použit program Světlo+ [11], který pro výpočet vnitřní odražené složky činitele denní osvětlenosti využívá radiační metodu a pro výpočet oblohové a vnější odražené složky metodu bodovou. Podrobný popis těchto metod však není náplní této práce.

3. Požadavky kladené na obytné budovy z hlediska proslunění a denního osvětlení

Obytná budova je budova určená pro trvalé bydlení, kde jsou alespoň dvě třetiny podlahové plochy určeny pro byty. Trvalý pobyt je pobyt lidí ve vnitřním prostoru, který trvá v průběhu jednoho dne (za denního světla) déle než 4 hodiny a opakuje se při trvalém užívání budovy více než jednou týdně. [4]

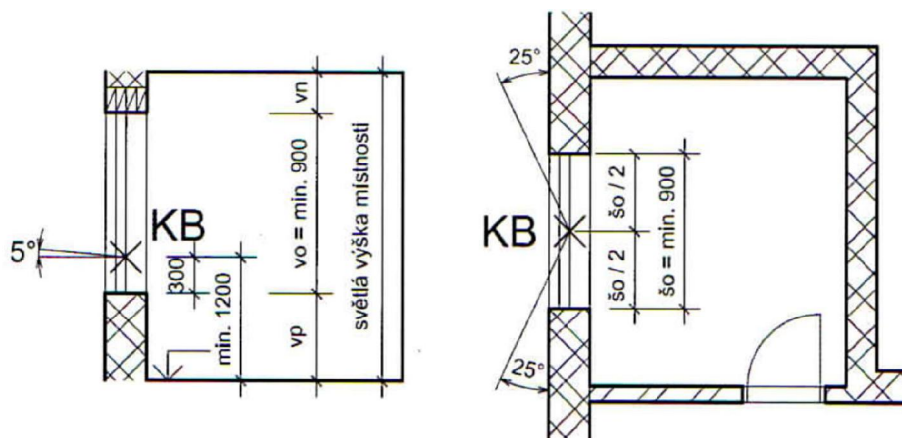
3.1 Požadavky kladené na bytové domy z hlediska proslunění

Požadavky na proslunění v bytových domech jsou uvedeny v normě ČSN 73 4301 [6], dle které je byt prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností.

Aby mohla být místnost považována za obytnou, musí být splněno několik podmínek. Místnost musí být osvětlena přímým denním světlem, musí být přímo větratelná, vytápěná s regulací tepla a musí mít plochu alespoň 8 m². Za obytnou místnost se považují také kuchyně, které mají plochu alespoň 12 m². Další prostory bytu jako sociální zázemí, komunikační prostory a prostory pro skladování se za obytné místnosti nepovažují. [20]

Obytná místnost je považována za prosluněnou při splnění následujících podmínek:

- půdorysný úhel slunečních paprsků s rovinou zasklení musí být nejméně 25°;
- přímé sluneční záření musí vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, jejichž celková plocha vypočtená ze skladebných rozměrů je rovna nejméně jedné desetiné podlahové plochy místnosti;
- nejmenší skladebný rozměr osvětlovacího otvoru musí být nejméně 900 mm;
- sluneční záření musí po stanovenou dobu dopadat do kontrolního bodu umístěného v rovině vnitřního zasklení ve výšce 300 mm nad středem spodní hrany osvětlovacího otvoru, nejméně ale 1200 mm nad úrovní podlahy;
- výška slunce nad horizontem musí být nejméně 5°;
- při zanedbání oblačnosti musí sluneční paprsky dopadat do kontrolního bodu dne 1. března nejméně 90 minut. [6]



Obr. 5: Poloha kontrolního bodu, minimální rozměry osvětlovacího otvoru a vyznačení neefektivních úhlů (vlevo řez, vpravo půdorys) [19]

Kontrolní bod se při posuzování proslunění neumísťuje do osvětlovacích otvorů orientovaných na severní nebo téměř severní stranu (viz obr. 6). Sluneční paprsky mohou do KB dopadat 90 minut a více, pokud je fasáda odkloněna od severu o 28° a více a kontrolnímu bodu nic nestíní. [20]



Obr. 6: Umístění kontrolního bodu KB, pokud je osvětlovací otvor orientován alespoň částečně na sever, s využitím [19]

Pro posuzování doby proslunění se používá jednotná severní zeměpisná šířka 50° pro celou Českou republiku [6].

3.2 Požadavky kladené na denní osvětlení v obytných budovách

Norma ČSN 73 0580-1 [4] ukládá, že denní osvětlení se musí využívat co nejvíce ve všech místnostech s trvalým pobytem osob kvůli jeho působení na lidský organismus. U ostatních prostorů by mělo být denní osvětlení využito především kvůli snižování spotřeby energie na osvětlení.

Činitel denní osvětlenosti se zjišťuje v kontrolních bodech na srovnávací rovině a její určení je závislé na dané činnosti. U obytných místností je tato rovina ve výšce

850 mm nad podlahou a je vodorovná, na této rovině se určí dva kontrolní body. Kontrolní body jsou umístěny v polovině místnosti, maximálně však 3 m od stěny, ve které je umístěn osvětlovací otvor a 1 m od bočních stěn. [4, 5]

Požadavky na hodnotu činitele denní osvětlenosti v obytných místnostech jsou uvedeny v normě ČSN 73 0580-2 [5], tedy že v obou kontrolních bodech musí být hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7 % a průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti obou bodů nejméně 0,9 %.

Každá obytná místnost musí mít vizuální kontakt s exteriérem, jinými slovy musí být v obytné místnosti okno kryté průhledným materiálem, použití průsvitných materiálů může být jen doplňkové pro zlepšení osvětlení. Spodní hrana okna má být nejvýše 0,9 m nad podlahou, horní hrana nejméně 2,2 m nad podlahou. Šířka okna má být rovna nejméně jedné polovině šířky okenní stěny (při umístění více oken v jedné okenní stěně se požadavek týká součtu jejich šířek). [5]

4. Popis měření parametrů potřebných pro výpočet denního osvětlení

Pro výpočet denního osvětlení je potřeba určení daných vstupních údajů, a to činitele odrazu světla ρ (-) (viz kap. 4.1), činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) (viz kap. 4.2) a činitele zohledňujícího vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) (viz kap. 4.3).

4.1 Měření a výpočet činitele odrazu světla

Činitel odrazu světla ρ (-) určuje poměr mezi množstvím odraženého světla a světla dopadajícího na povrch. Závisí na barvě povrchu a pohybuje se v rozmezí 0 – 1, přičemž dokonale pohltivý povrch má hodnotu 0 a dokonale odrazný povrch hodnotu 1. [20]

Při měření činitele odrazu světla daných povrchů ρ_i (-) se využívá vztahu:

$$\rho_i = \frac{\pi \cdot L_i}{E_i}, \quad (4)$$

kde značí: ρ_i (-) činitel odrazu světla daného povrchu,
 L_i (cd/m^2) jas dokonale rozptýlné osvětlené plochy,
 E_i (lx) osvětlenost dané plochy,
 i (-) daný povrch.

Díličí veličiny se změří pomocí jasoměru a luxmetru. Jasoměr se zacílí a zaostří kolmo na měřenou plochu, luxmetr se přiloží na danou plochu tak, aby nebyl v zorném poli jasoměru, ale byl co nejbližší zacílenému místu (viz obr. 7). Měřič s luxmetrem nesmí zastínit povrch měřený jasoměrem ani fotonku luxmetru. Ve stejnou chvíli se poté změří jasoměrem jas povrchu L_i (cd/m^2) a luxmetrem jeho osvětlenost E_i (lx). Kvůli eliminaci chyb byly všechny povrchy změřeny dvakrát až třikrát a poté zprůměrovány. Jak je patrné z postupu měření, jsou potřeba dva měřiči, proto proběhlo měření ve spolupráci s vedoucím mé diplomové práce Ing. Bc. Jaroslavem Vychytilém, Ph.D.

V bytech byly měřeny všechny povrchy stavebních konstrukcí, tedy povrchy stěn, podlah, stropů a dveří. Pro měření byl zanedbán vliv nábytku, protože jeho umístění a barevné řešení je proměnné a závislé na uživatelích bytu. Výjimku tvoří vestavěné skříně a v případě měření kuchyní, které jsou obytnými místnostmi, také kuchyňská linka a její obklad.

Kromě měření byly hodnoty činitele odrazu světla jednotlivých povrchů ρ_i (-) určeny ještě dvěma dalšími způsoby, a to dle hodnot uvedených ve skriptech [20] a dle vzorníku barev CEMIX [2].



Obr. 7: Měření jasu a osvětlenosti povrchu pomocí luxmetru a jasoměru v bytě č. 2

Z naměřených hodnot byl poté vypočítán průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-) pro celou místnost stanovený dle vztahu:

$$\rho_m = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot \rho_i}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad (5)$$

kde značí: ρ_m (-) průměrný činitel odrazu světla,
 S_i (m^2) plochu i-tého povrchu,
 ρ_i (-) činitele odrazu světla daného povrchu,
 n (-) počet povrchů v posuzované místnosti.

Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-) byl vypočten pro každou místnost a byl opakován se všemi určenými hodnotami činitele odrazu světla jednotlivých povrchů ρ_i (-), tedy s naměřenými hodnotami, s hodnotami určenými dle skript [20] a dle vzorníku barev CEMIX [2].

Dále byly vypočteny hodnoty průměrného činitele odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření, což byly hlavní vstupní parametry pro výpočet činitele denní

osvětlenosti v kontrolních bodech. Výpočet byl opakován s doporučenými hodnotami činitele odrazu světla danými normou ČSN 73 0580-1 [4]:

$\rho_m = 0,7$ pro strop a plochy sousedící s osvětlovacími otvory;

$\rho_m = 0,5$ pro stěny;

$\rho_m = 0,3$ pro podlahy.

Vypočtené hodnoty byly následně porovnány s požadavky kladenými na obytné budovy z hlediska denního osvětlení.

4.2 Měření a výpočet činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály

Činitel prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-), jako druhý vstupní parametr pro výpočet činitele denní osvětlenosti, se měří pomocí jasoměru. Nejprve se změří jas oblohy nebo jiného pozadí přes osvětlovací otvor L_s (cd/m^2), kdy je jasoměr zaostřen na daný osvětlovací otvor, a poté se změří jas oblohy nebo jiného pozadí bez vlivu výplně osvětlovacího otvoru L_o (cd/m^2). Aby bylo měření co nejpřesnější, obě hodnoty se musí kvůli proměnlivosti denního světla změřit v co nejkratším časovém úseku. Činitel prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) se poté určí ze vztahu:

$$T_{s,nor} = \frac{L_s}{L_o} \quad (6)$$

Protože v některých bytech jsou použita kastlová okna a měření se musí provádět v co nejkratším čase, bylo v tomto případě vždy změřeno zasklení jen jednoho okenního křídla. Výsledný činitel $T_{s,nor}$ (-) pro celé okno se poté musí přepočítat tak, že změřená hodnota $T_{s,nor}$ (-) se umocní podle počtu skel v osvětlovacím otvoru (např. u kastlového okna s křídly s jednoduchým zasklením se naměřená hodnota činitele prostupu světla $T_{s,nor}$ (-) umocní na druhou).

Dle normy je hodnota činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor} = 0,92$ (-) pro čiré tabulové sklo tloušťky 3 až 4 mm a opět je umocněna podle příslušného počtu skel [20]. Tato hodnota byla využita při výpočtu s doporučenými hodnotami činitelů odrazu světla danými normou ČSN 73 0580-1 [4] (viz kap. 4.1).

Souvisejícím činitelem při měření činitele prostupu světla je činitel znečištění. Aby byl vliv znečištění při měření eliminován, bylo vždy měřené zasklení z vnější i vnitřní strany očištěno a pro výpočet tak mohla být uvažována normová hodnota činitele znečištění na vnější straně $T_{z,e} = 0,90$ (-) a $T_{z,i} = 0,95$ (-) na straně vnitřní. [20]

4.3 Výpočet činitele zohledňujícího vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo

Během zaměření bytů bylo provedeno i přesné zaměření osvětlovacích otvorů včetně zasklených ploch. Tyto údaje jsou dále použity pro výpočet činitele zohledňujícího vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-), který vychází ze vztahu:

$$T_k = \frac{A_s}{A_c}, \quad (7)$$

kde A_s (m^2) je část plochy osvětlovacího otvoru propouštějící světlo a A_c (m^2) je celková plocha osvětlovacího otvoru [20]. Tento činitel je dalším vstupním parametrem pro výpočet činitele denní osvětlenosti.

4.4 Použité přístroje a pomůcky

S použitými přístroji jsem byla seznámena na předmětu 124XMDO – Měření denního osvětlení, který je vyučován na Katedře konstrukcí pozemních staveb Ing. Bc. Jaroslavem Vychytilém, Ph.D.

Pro měření rovinné osvětlenosti byl použit multifunkční digitální luxmetr Konica Minolta Illuminance Meter T-10AM (viz obr. 8) s odnímatelnou hlavou receptoru s přesností měření $\pm 2 \%$ a přesností digitální zobrazované hodnoty $\pm 1 \%$. Průměr plochy čidla fotonky je 11 mm. Luxmetr je vybaven filtrem pro kosinovou odchylku kvůli chybě, která vzniká snížením citlivosti fotonky při měření v jiném než kolmém směru na světelný paprsek. Rozsah měření je od 0,01 lx do 299 900 lx. [20]

K měření jasů byl použit jasoměr Konica Minolta Luminance Meter LS-110 (viz obr. 9) s úhlem měření $1/3^\circ$ a úhlem pohledu 9° . Rozsah měření přístroje je 0,001 cd/m² až 299 900 cd/m² a zaostřovací vzdálenost je od 1014 mm do nekonečna. [20]



Obr. 8: Luxmetr použitý při měření



Obr. 9: Jasoměr použitý při měření

Oba použité přístroje jsou majetkem Katedry konstrukcí pozemních staveb na Fakultě stavební ČVUT v Praze.

Dále byl k určení činitele odrazu světla jednotlivých povrchů ρ_i (-) použit již zmiňovaný vzorník barev CEMIX [2] (viz obr. 10). Přikládáním vzorníku k povrchu byla vybrána nejpodobnější barva a byla poznamenána hodnota činitele odrazu, který je uveden pod každým odstínem v %.



Obr. 10: Určování činitele odrazu světla stěny v bytě č. 1 pomocí vzorníku CEMIX [2]

5. Hodnocení obytných budov dle metodiky SBToolCZ

Dalším hodnotícím kritériem daných bytů z hlediska světelné techniky je hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBToolCZ.

5.1 Úvod do SBToolCZ

SBToolCZ je metodika, která hodnotí komplexní kvalitu budovy s ohledem na udržitelný rozvoj. Budova se hodnotí dle různých kritérií, které můžeme rozdělit na tři základní skupiny:

- environmentální kritéria – znečištění životního prostředí (potenciál globálního oteplování, okyselování prostředí, eutrofizace prostředí, ničení ozonové vrstvy, tvorba přízemního radonu), spotřeba primární energie, použití a hodnocení stavebních materiálů, využití obnovitelných zdrojů energie, využití dešťové vody, zeleně apod.;
- sociální kritéria – vizuální a akustický komfort, tepelná pohoda, kvalita vnitřního vzduchu, zdravotní nezávadnost materiálů, ochrana proti radonu, bezbariérové řešení, zabezpečení obydlí apod.;
- ekonomika a management – náklady životního cyklu, prováděcí a provozní dokumentace, měření spotřeb energie a vody, management tříděného odpadu a facility management. [15]

Tyto tři základní skupiny jsou doplněny o čtvrtou, která se týká lokality budovy. Tato skupina ale nemá vliv na výsledný certifikát kvality budovy. Patří sem např. dostupnost služeb, veřejných míst pro relaxaci, veřejné dopravy, rizika lokality apod. [15]

5.2 Použití SBToolCZ

Jednotlivé metodiky jsou vypracovány pro administrativní budovy, školy, rodinné domy, bytové domy a pro stavby v užívání. V této práci je použita poslední ze zmiňovaných metodik, protože ostatní mohou být použity pouze pro hodnocení budov ve fázi návrhu, výstavby a na počátku užívání.

5.3 Hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBToolCZ

Hodnocení se skládá ze čtyř dílčích kritérií, a to:

- kritéria KS – hodnocení směru dopadajícího světla a vlivu možného oslnění – týká se pouze školských budov, a proto v této práci není hodnoceno;
- kritéria K1 – hodnocení množství denního světla v interiéru (činitel denní osvětlenosti);
- kritéria K2 – hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení;
- kritéria K3 – hodnocení výhledu z dané místnosti. [18]

5.3.1 Kritérium K1

Výpočet činitele denní osvětlenosti vychází z několika okrajových podmínek:

- hodnota činitele jasu stínící překážky je 0,1;
- činitel prostupu světla materiálem zasklení je vypočítán dle naměřených hodnot;
- hodnoty činitele znečištění na vnější a vnitřní straně zasklení jsou převzaty z normy ČSN 73 0580–1 [4];
- je uvažováno se skutečným podílem plochy osvětlovacího otvoru, která propouští světlo a celkové plochy osvětlovacího otvoru;
- je uvažováno s činitelem odrazu světla v místnostech na základě měření. [18]

Pokud jsou splněny požadavky kladené na obytné budovy z hlediska denního osvětlení, viz kap. 3.2, stanoví se hodnoty činitele denní osvětlenosti na vodorovné srovnávací rovině ve výšce 850 mm v síti kontrolních bodů [18]. Tyto hodnoty byly stanoveny pomocí programu Světlo+ [11] s krokem sítě 0,5 m.

Zisk kreditů pro obytnou místnost se poté stanoví ze vztahu:

$$K_{1,obytné} = \frac{10 \cdot B_{1,5}}{B_{celk.}} (-), \quad (8)$$

kde značí: $K_{1,obytné}$ počet kreditů, který daná místnost obdrží za kritérium úrovně denního osvětlení (za slovo obytné se dosadí konkrétní místnost);

$B_{1,5}$ počet kontrolních bodů, v nichž je hodnota činitele denní osvětlenosti 1,5 % a více;

$B_{celk.}$ celkový počet uvažovaných kontrolních bodů.

Pokud nejsou splněny požadavky kladené na obytné budovy z hlediska denního osvětlení, viz kap. 3.2, přidělí se obytné místnosti 0 kreditů. [18]

5.3.2 Kritérium K2

Rovnoměrnost denního osvětlení hodnotí rozložení jasů v pohledovém poli pozorovatele. Stanovuje se ve stejné síti kontrolních bodů na srovnávací rovině jako při hodnocení činitele denní osvětlenosti (viz kap. 5.3.1). [18]

Rovnoměrnost denního osvětlení se v případě bočního osvětlovacího systému vypočítá ze vztahu:

$$U = \frac{D_{min}}{D_{max}} (-), \quad (9)$$

kde značí: U (-)	rovnoměrnost denního osvětlení;
D_{min} (%)	minimální hodnotu činitele denní osvětlenosti stanovenou na srovnávací rovině v síti kontrolních bodů;
D_{max} (%)	maximální hodnotu činitele denní osvětlenosti stanovenou na srovnávací rovině v síti kontrolních bodů.

Požadovaná hodnota rovnoměrnosti denního osvětlení pro obytné budovy dle ČSN 73 0580-1 [5] je $U_{poz} = 0,2$ (-). V tabulce 1 je uveden princip přidělování kreditů K2 pro obytné budovy v závislosti na splnění tohoto požadavku. [18]

Tab. 1: Zisk kreditů u obytných místností z hlediska rovnoměrnosti denního osvětlení; dle [18]

Požadavek na rovnoměrnost denního osvětlení v dané síti kontrolních bodů	Zisk kreditů
Požadavek je splněn s rezervou větší než 0,15	$U > 0,2 + 0,15$ 10
Požadavek je splněn s rezervou 0 až 0,15	$U \geq 0,2 + R$, rezerva $R = 0$ až 0,150 uvedená s přesností na 3 desetinná místa $\frac{10 \cdot R}{0,15}$
Požadavek není splněn	$U < 0,2$ 0

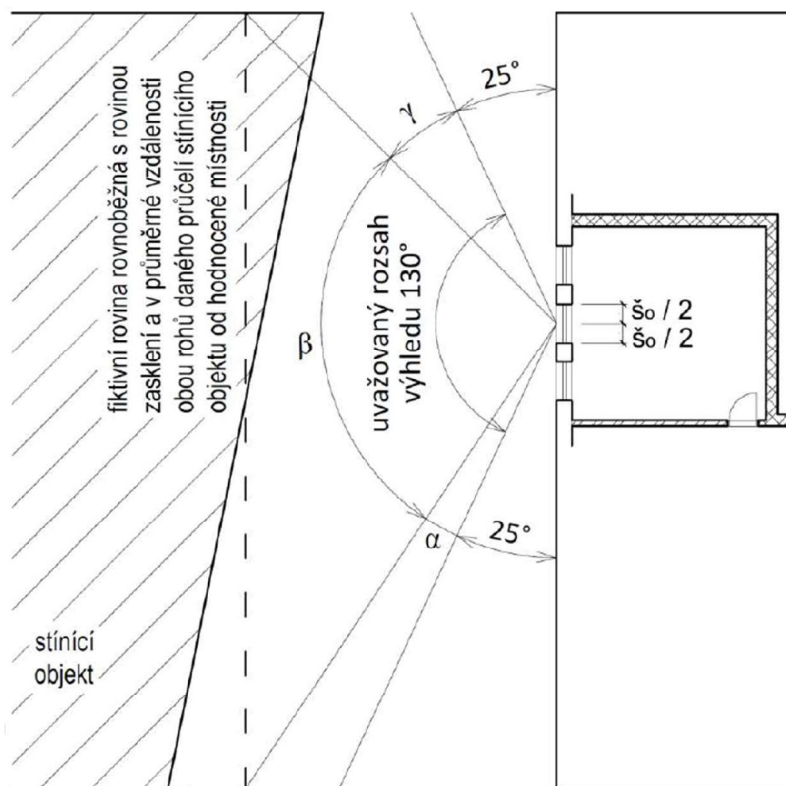
5.3.3 Kritérium K3

Osvětlovací otvory se musí navrhovat tak, aby bylo zajištěno dobré zrakové spojení s vnějším prostředím. Vodorovný výhled se má zachovat pro sedící i stojící osoby.

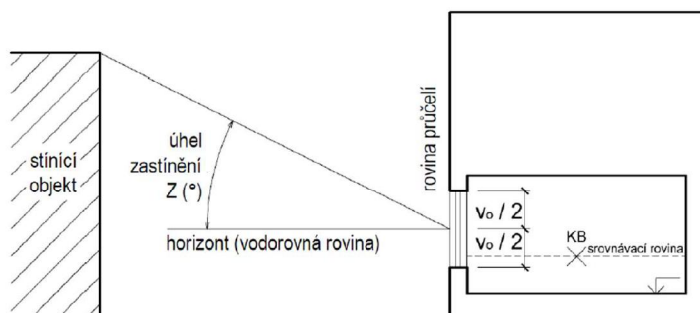
Kritérium K3 se pro zjednodušení posuzuje z fiktivního bodu v rovině průčelí umístěného v polovině šířky i výšky osvětlovacího otvoru. Je-li místnost osvětlena dvěma osvětlovacími otvory v jedné stěně, bod se umístí do jednoho zvoleného osvětlovacího otvoru, pokud je osvětlena třemi osvětlovacími otvory, bod se umístí do prostředního osvětlovacího otvoru. [18]

V situacích, kdy průčelí stínící překážky není rovnoběžné s rovinou zasklení v posuzované místnosti, se uvažuje s fiktivní rovinou rovnoběžnou s rovinou zasklení, která je v průměrné vzdálenosti od hodnocené místnosti. [18]

Při výpočtu je zohledněn výhled v horizontálním směru pomocí půdorysných odklonů od roviny zasklení, přičemž se zanedbávají odklony od roviny zasklení 25° (viz obr. 11) a ve vertikálním směru pomocí úhlu zastínění stínící překážkou (viz obr. 12). [18]



Obr. 11: Definice veličin při hodnocení kritéria K3 při jedné stínící překážce [18]



Obr. 12: Definice úhlu zastínění [18]

Zisk kreditů pro kritérium K3 se stanoví ze vztahu:

$$\begin{aligned}
 K_{3,místnost} &= \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot (30 - Z_i)}{390} = \\
 &= \frac{\alpha \cdot (30 - Z_1) + \beta \cdot (30 - Z_2) + \dots + \omega \cdot (30 - Z_n)}{390} \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

kde značí: $K_{3,místnost}$ (-) počet kreditů, který získá daná místnost za kritérium výhledu z místnosti (za slovo místnost se dosadí konkrétní název místnosti);

$\alpha, \beta, \dots, \omega$ (°) ze situace odměřené úhly, které reprezentují buď volný horizont ($Z = 0^\circ$) nebo interval, v němž je vidět stínící překážka (maximální rozsah výhledu uvažován 130°);

Z (°) úhel zastínění stanovený z odklonu horní hrany stínící překážky od horizontu v daném intervalu, v případě volného horizontu se uvažuje s hodnotou $Z = 0^\circ$. [18]

5.3.4 Vyhodnocení vizuálního komfortu celého bytu

Zisk kreditů za jednotlivá kritéria K1 až K3 pro hodnocený byt se vypočte pomocí aritmetických průměrů získaných kreditů jednotlivých místností.

Zisk kreditů za všechna kritéria se získá součtem kreditů za všechna dílčí kritéria:

$$K = K1 + K2 + K3, \tag{11}$$

kde značí: K celkové kreditové ohodnocení posuzovaného bytu za vizuální komfort;

$K1$ kreditové ohodnocení za veličiny týkající se množství denního osvětlení;

- K2* kreditové ohodnocení za veličiny týkající se rovnoměrnosti denního osvětlení;
- K3* kreditové ohodnocení za veličiny týkající se výhledu z dané místnosti. [18]

Kriteriální meze dle získaného množství kreditů *K* jsou uvedeny v tabulce 2:

Tab. 2: Kriteriální meze pro celý posuzovaný byt (mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují) [18]

Kreditové ohodnocení <i>K</i> (-)	Body
0	0
3	1
6	2
9	3
12	4
15	5
18	6
21	7
24	8
27	9
30	10
<i>K</i>	$K/3$

6. Dotazníkové řešení

Další hodnotící metodou je hodnocení bytů na základě vyplnění dotazníků uživateli bytu. Dotazník byl sestaven tak, aby zohledňoval jak hodnocení proslunění, tak denního osvětlení a mohl být porovnán s vypočtenými hodnotami. Součástí dotazníku je také soubor otázek týkajících se barevného řešení místností, tedy barevnosti stavebních konstrukcí i ostatních povrchů (nábytku). Protože většina dotazovaných osob bydlí v podnájmu a rozhodují o barevnosti interiéru pouze do jisté míry, mohou být s jeho barevností nespokojeni.

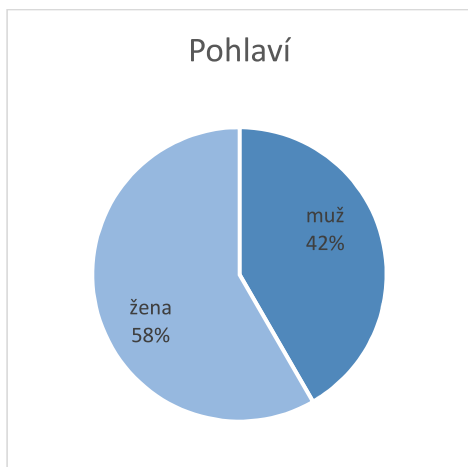
Vzhledem k tomu, že každý byt je specifický z hlediska orientace, dispozice i stínění okolními objekty, bude každý byt vyhodnocen samostatně a porovnán s konkrétními vypočtenými hodnotami pro daný byt. Dílčí vyhodnocení pro každý byt je uvedeno v kap. 7 jako poslední z hodnocených hledisek.

Dotazník byl nejprve předložen dvěma osobám pro kontrolu srozumitelnosti otázek (dle [8]) a poté všem uživatelům bytů během listopadu 2018. Všechny vyplněné dotazníky jsou součástí přílohy C včetně jednoho vzorového nevyplněného dotazníku. V tabulce 3 je uveden počet dotázaných osob v jednotlivých bytech.

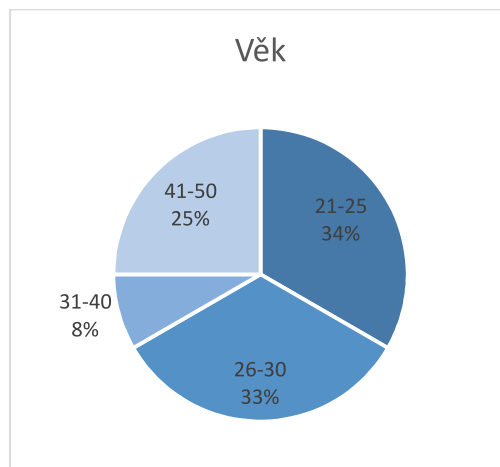
Tab. 3: Počet zodpovězených dotazníků v jednotlivých bytech

Označení bytu	Počet zodpovězených dotazníků
Byt č. 1	2
Byt č. 2	2
Byt č. 3	3
Byt č. 4	1
Byt č. 5	2
Byt č. 6	1
Byt č. 7	1
CELKEM	12

Na následujících grafech (viz obr. 13 – obr. 17) je specifikována dotazovaná skupina lidí.



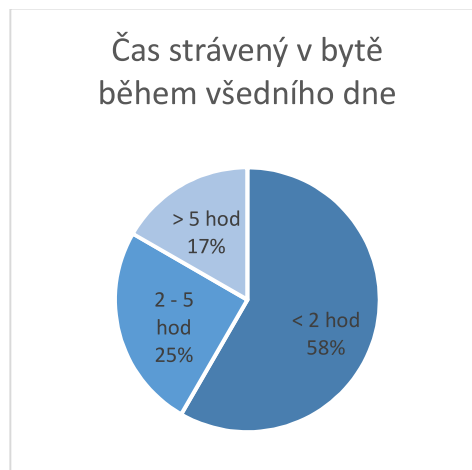
Obr. 13: Rozdělení dotazované skupiny dle pohlaví



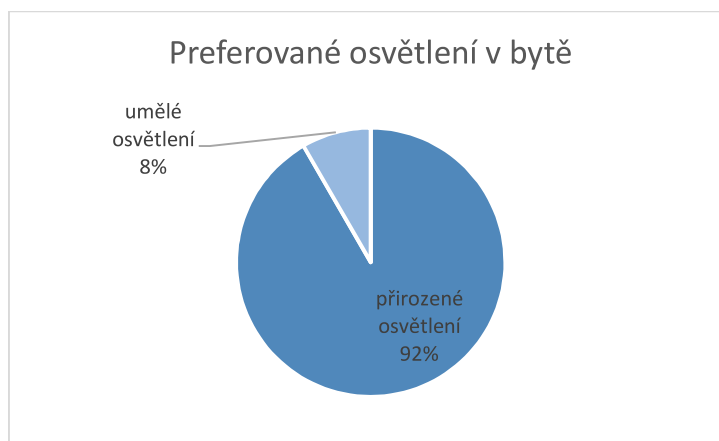
Obr. 14: Rozdělení dotazované skupiny dle věku



Obr. 15: Rozdělení dotazované skupiny dle zraku



Obr. 16: Rozdělení dotazované skupiny dle času stráveného v bytě během všedního dne



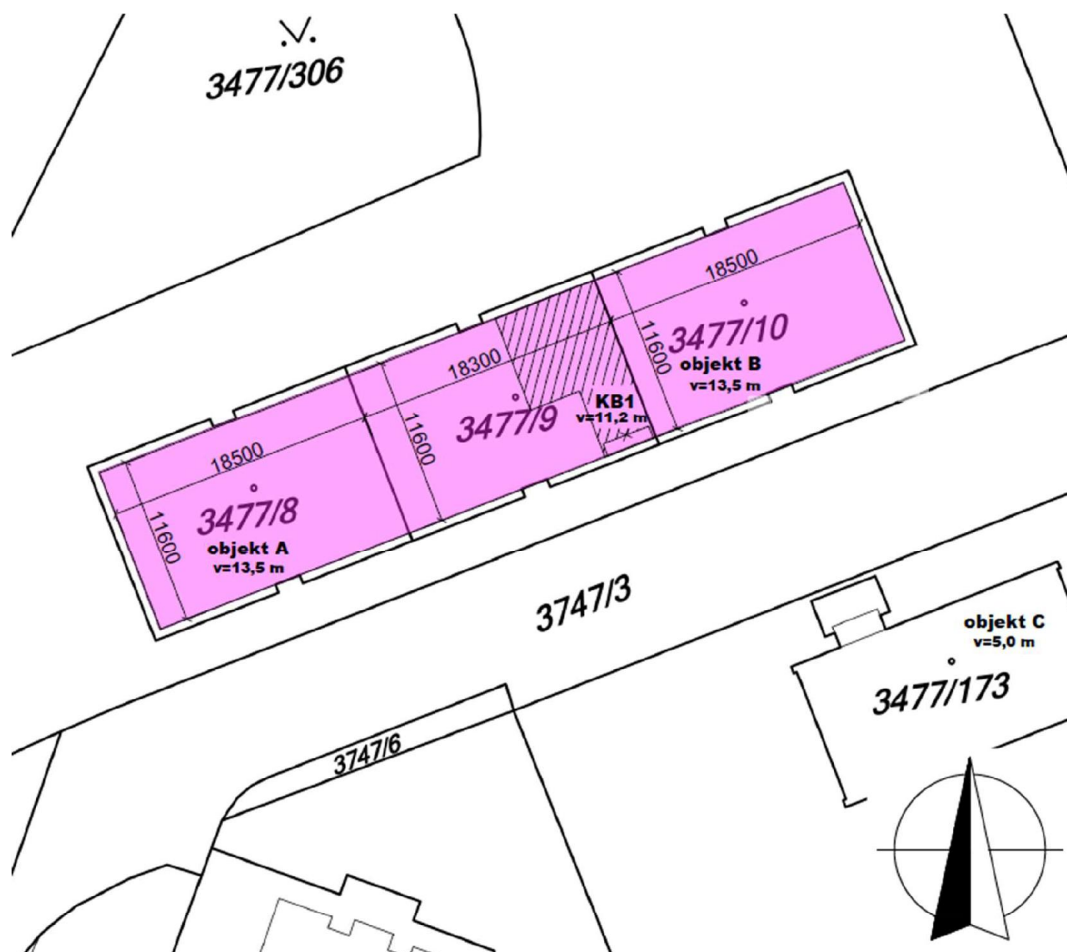
Obr. 17: Rozdělení dotazované skupiny dle preferovaného osvětlení v bytě

7. Posuzované byty

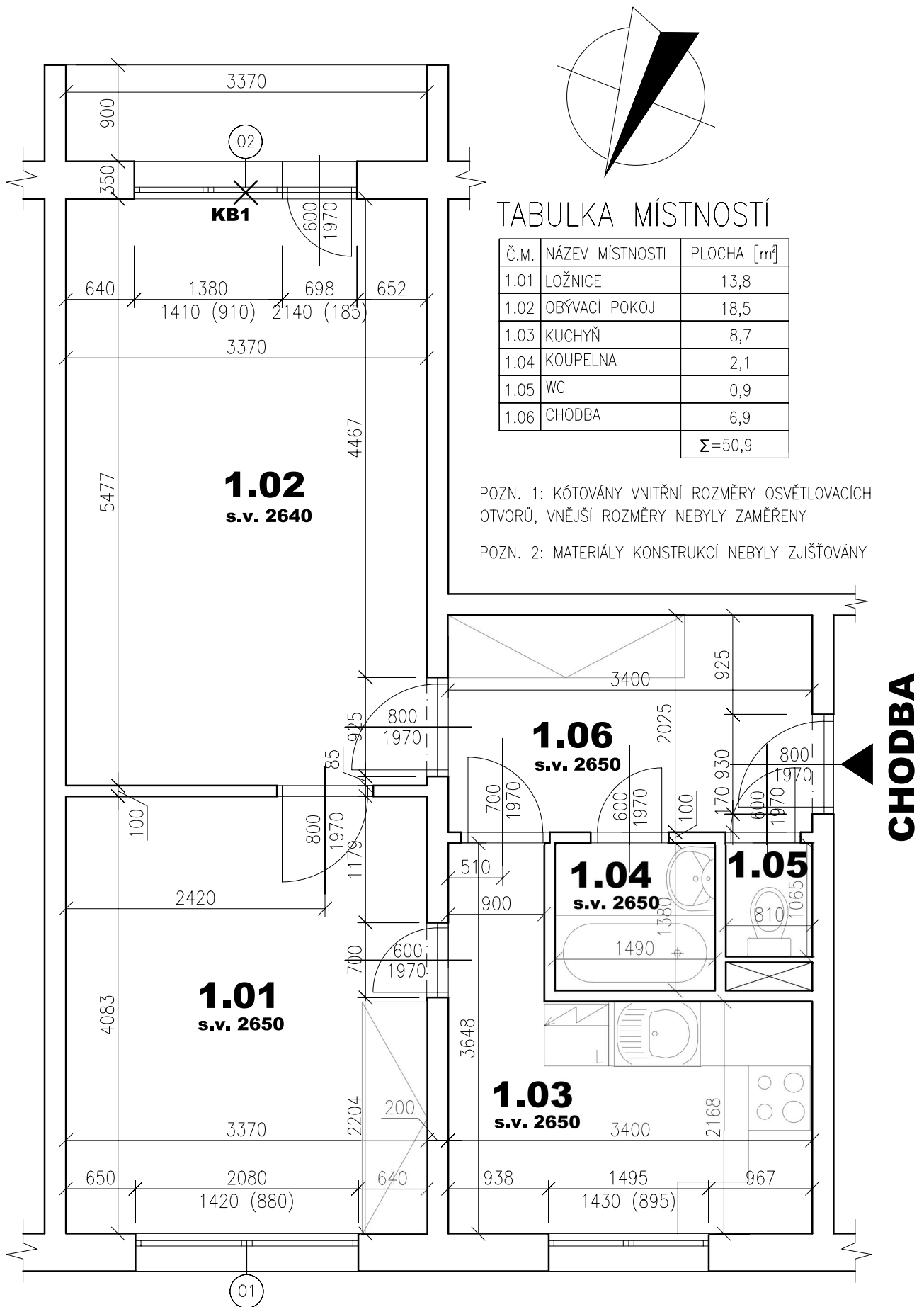
7.1 Byt č. 1

7.1.1 Popis bytu č. 1

Byt č. 1 je součástí panelového bytového domu se 4 nadzemními podlažími, přičemž posuzovaný byt je umístěn ve 4. NP. Byt je dispozičně řešen jako 2+1 (obývací pokoj, ložnice a kuchyň) s lodžii, na kterou je vstup z obývacího pokoje. Užitná plocha bytu je 50,9 m². Byt má okna orientovaná na sever a jih (přesná orientace viz obr. 19 - půdorys bytu č. 1) a není ničím stíněn. Uživatelé bytu jsou 2 osoby ve věku 25 a 26 let. Zaměření bytu včetně přesného zaměření osvětlovacích otvorů proběhlo dne 24.10.2018 pomocí laserového dálkoměru.



Obr. 18: Situace v M 1:500 – byt č. 1, vyznačení skutečného severu S_p a hlavních kót objektů; s využitím [12]



Obr. 19: Půdorys bytu č. 1 - vyznačení kontrolního bodu a směr skutečného severu S_p

7.1.2 Posouzení proslunění – byt č. 1

Určení kontrolních bodů v bytě č. 1 je uvedeno v tabulce 4:

Tab. 4: Určení kontrolních bodů – byt č. 1

místnost	obytná místnost	plocha (m ²)	velikost osvětlovacích otvorů	kontrolní bod
ložnice	ano ≥ 8 m ²	13,8	šířka i výška > 900 mm, 2,95 > 0,1 * 13,8 = 1,38 m ²	NE (sever)
obývací pokoj	ano ≥ 8 m ²	18,5	šířka i výška > 900 mm, 3,47 > 0,1 * 18,5 = 1,85 m ²	ANO (KB1)
kuchyň	ne < 12 m ²	8,7	--	--
Σ obytných ploch		32,3	1/3 obytných ploch	10,8

Prosluněn může být pouze obývací pokoj, protože ložnice je orientována na sever. Obývací pokoj s plochou 18,5 m² splní požadavek, aby byla prosluněna alespoň 1/3 všech obytných ploch bytu (18,5 m² > 10,8 m²). Kontrolní bod KB1 je vyznačen v půdorysu bytu č. 1 (obr. 19).

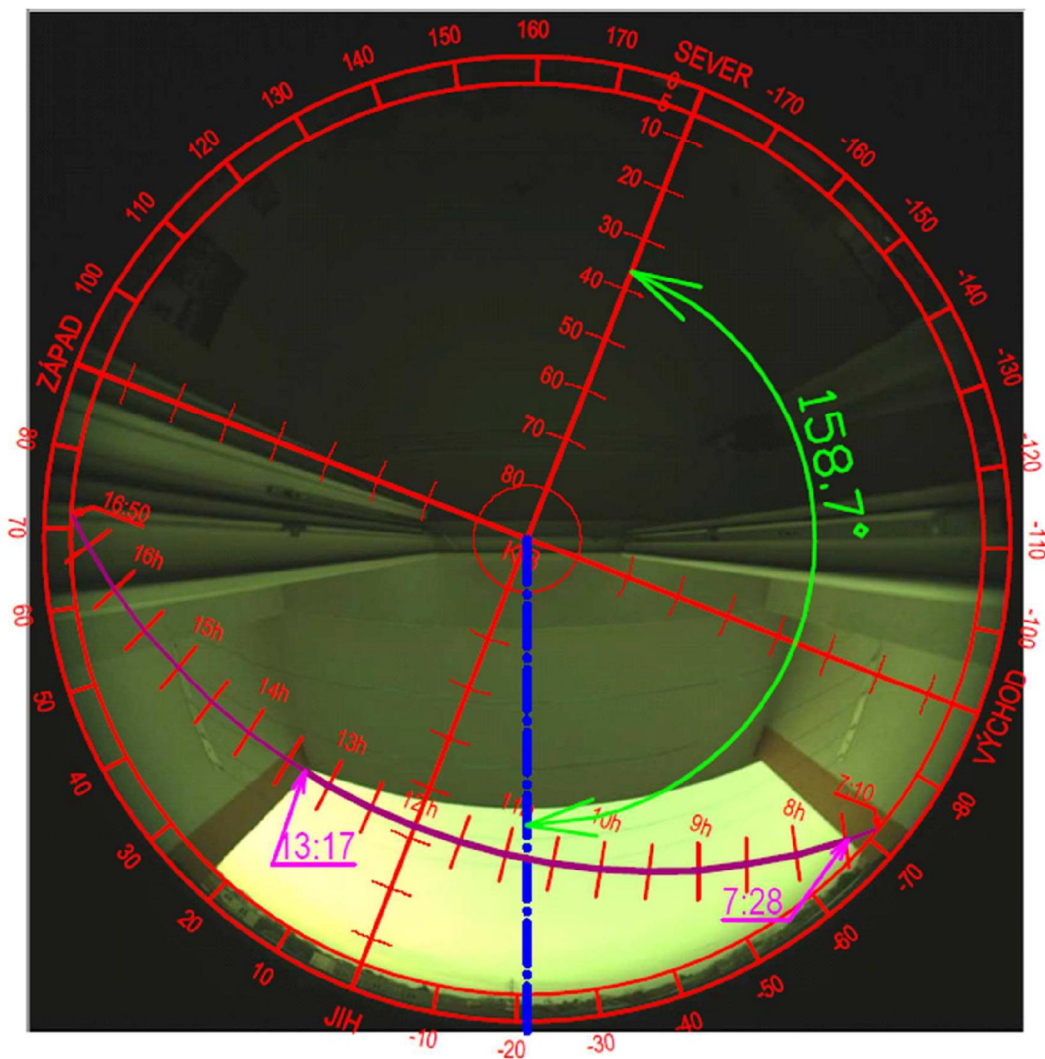
Pomocí softwaru Světlo+ [11] bylo zjištěno, že do kontrolního bodu KB1 Slunce svítí 437 minut (od 7:10 do 14:27) dne 1. března, což je více než požadovaných 90 minut. Podrobné výstupy z programu včetně pravoúhlého slunečního diagramu viz příloha A.1.

Doba proslunění byla ověřena pomocí ekvidistantního slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátem s objektivem typu rybí oko (viz obr. 20). Tato fotografie byla pořízena dne 19.11.2018. V tabulce 5 jsou porovnány výsledky z programu Světlo+ [11] a výsledky získané z ekvidistantního diagramu.

Tab. 5: Porovnání doby proslunění dle programu Světlo+ [11] a dle ekvidistantního diagramu

Kontrolní bod	od - do		tj. minut	
	Světlo+ [11]	ekvidistantní diagram	Světlo+ [11]	ekvidistantní diagram
KB1	7:10 - 14:27	7:28 - 13:17	437 min	349 min

Byt je prosluněn. Výsledky se liší z toho důvodu, že v programu Světlo+ [11] je kontrolní bod umístěn na fasádě a lodžiové stěny tedy stíní méně než ve skutečnosti. Výsledky získané z ekvidistantního diagramu jsou přesnější, protože při pořízení fotografie byl přístroj umístěn přesně ve vnitřní rovině zasklení.



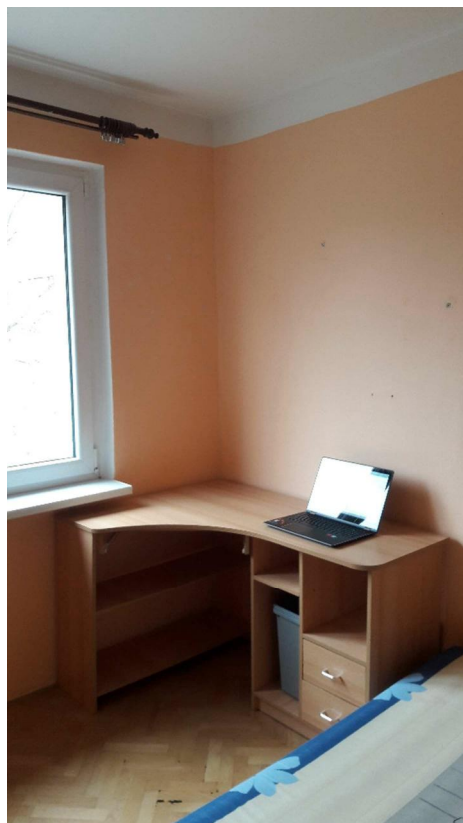
Obr. 20: Určení doby proslunění pomocí ekvidistančního slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátem s objektivem typu rybí oko – byt č. 1

7.1.3 Posouzení denního osvětlení – byt č. 1

Z hlediska denního osvětlení budou posouzeny všechny obytné místnosti, tedy ložnice 1.01 a obývací pokoj 1.02. Měření jasů pro výpočet činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) proběhlo dne 19.11. 2018 odpoledne v místnosti 1.01 (popis měření viz kap. 4.2), v místnosti 1.02 je použito stejné zasklení, a proto měření nebylo opakováno. Tento den již nebylo možné změřit veličiny pro výpočet činitele odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů kvůli ubývajícímu dennímu světlu v pozdějších odpoledních hodinách, a proto bylo toto měření provedeno až 22.11.2018 dopoledne. K měření byl použit jasoměr a luxmetr (popis měření viz kap. 4.1). Dále byly určeny činitelé odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů pomocí vzorníku CEMIX [2].

7.1.3.1 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 1.01

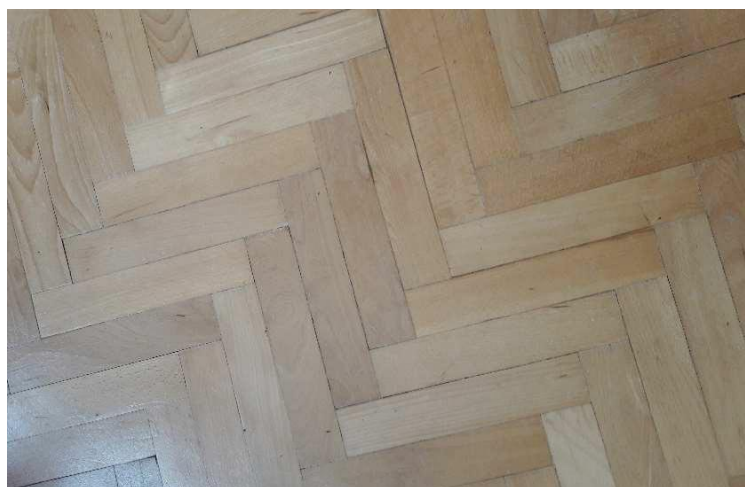
Na obr. 21 až 23 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 6 a 7 včetně výsledků měření. Mezi povrchy byla v tomto případě započítána i skříň, které byla uvažována jako vestavěná.



Obr. 21: Místnost 1.01- pohled ode dveří



Obr. 22: Místnost 1.01 – vestavěná skříň



Obr. 23: Místnost 1.01 - barevnost podlahy

Tab. 6: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 1.01

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
stěny - omítka	oranžová	0,60	0,66	7,35	30,5	0,757	0,755
				7,38	30,8	0,753	
strop - omítka (+pruh pod stropem)	bílá	0,75 - 0,8	0,87	7,8	26,65	0,919	0,924
				7,78	26,28	0,930	
				7,02	23,91	0,922	
podlaha	světlé přírodní dřevo	0,35 - 0,5	0,38	2,27	19,77	0,361	0,365
				2,29	19,5	0,369	
dveře - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,83	1,67	6,63	0,791	0,783
				1,62	6,6	0,771	
				2,65	10,57	0,788	
dveře - sklo	sklo	není definováno	není definováno	1,07	21,12	0,159	0,162
				1,11	21,23	0,164	
vestavěná skříň	světlé přírodní dřevo	0,35 - 0,5	0,38	11,72	135	0,273	0,274
				11,95	136,1	0,276	
okno - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,87	-	-	-	-
okno - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

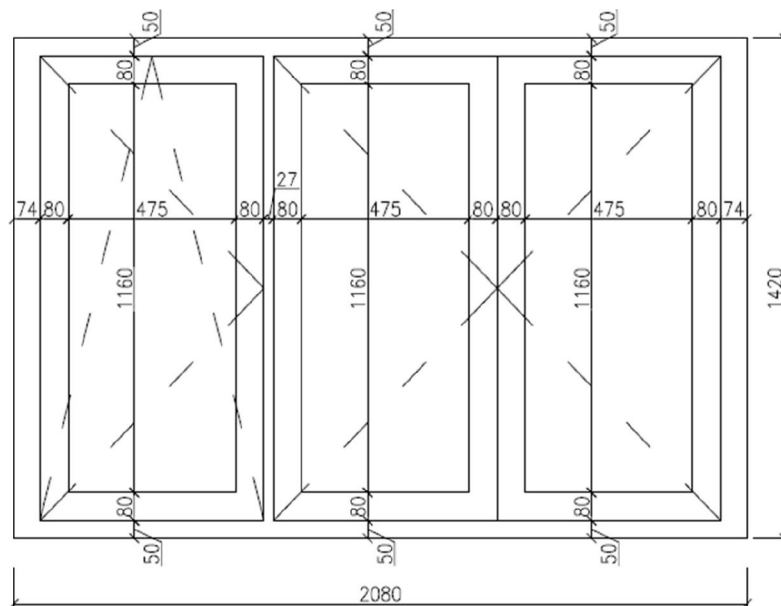
Tab. 7: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 1.01

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny - omítka	25,01	0,60	0,66	0,755
strop - omítka (+pruh)	16,00	0,80	0,87	0,924
podlaha	12,46	0,35	0,38	0,365
dveře - rám	1,54	0,80	0,83	0,783
dveře - sklo	1,69	0,16	0,16	0,162
vestavěná skříň	7,37	0,35	0,38	0,274
okno - rám	1,30	0,80	0,87	0,8
okno - sklo	1,65	0,10	0,10	0,1
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,56	0,61	0,64

Tab. 8: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 1.01 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	39,50	0,640
strop	13,76	0,924
podlaha	13,76	0,356

V místnosti 1.01 je umístěn jeden osvětlovací otvor, a to trojdílné plastové okno s levým sloupkem (viz obr. 24). Okno je zaskleno dvojsklem.



Obr. 24: Schéma okna O1 v M 1:20 místnosti 1.01

Dle zaměření byl vypočítán číselník zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) dle vztahu (7):

$$A_s = (3 \times 0,475) \times 1,16 = 1,653 \text{ m}^2$$

$$A_c = 2,08 \times 1,42 = 2,9536 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,653}{2,9536} = 0,560 \text{ (-)}$$

Hodnoty číselníku prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ dle ČSN 73 0580–1 [4] a dle měření pro okno O1 jsou uvedeny v tabulce 9. Tyto hodnoty se liší z toho důvodu, že se jedná o izolační dvojsklo a meziskelní prostor není vyplněn vzduchem, ale jiným plynem (např. argonem nebo jiným inertním plynem) a tento plyn snižuje prostup světla.

Tab. 9: Měření číselníku prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) v místnosti 1.01

č. měření	odhad dle normových hodnot		Měření			
	$T_{s,nor}$ (-)	$T_s = T_{s,nor}^n$ (-)	L_s (cd/m ²)	L_o (cd/m ²)	$T_{s,nor}$ (-) - celé okno	Průměr $T_{s,nor}$ (-)
1	0,92	0,846	8,46	10,83	0,781	0,781
2		(dvojsklo, n=2)	8,20	10,49	0,782	

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 10. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší než u hodnot normových, v obou případech jsou ale požadavky uvedené v kap. 3.2 splněny a obytná místnost z hlediska denního osvětlení vyhovuje. Grafické výstupy z programu viz příloha B.1.1.

Tab. 10: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 1.01

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	1,6 %	1,6 %
dle normových hodnot	1,3 %	1,3 %

7.1.3.2 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 1.02

Na obr. 25 až 27 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 11 a 12 včetně výsledků měření.



Obr. 25: Místnost 1.02 – pohled od okna



Obr. 26: Místnost 1.02 – pohled ode dveří



Obr. 27: Místnost 1.02 – barevnost podlahy

Tab. 11: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 1.02

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
stěny - omítka	světle žlutá	0,6-0,7	0,67	10,86	43,8	0,779	0,778
				10,87	43,9	0,778	
strop - omítka (+pruh pod stropem)	bílá	0,75-0,8	0,87	5,59	19,64	0,894	0,859
				5,55	21,15	0,824	
podlaha	světlé přírodní dřevo	0,35-0,5	0,38	10,8	114,8	0,296	0,298
				10,83	113	0,301	
dveře - rám	bílá	0,75-0,8	0,83	1,67	6,63	0,791	0,783
				1,62	6,6	0,771	
				2,65	10,57	0,788	
dveře - sklo	sklo	není definováno	není definováno	1,05	9,2	0,359	0,358
				1,04	9,14	0,357	
okno - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,87	-	-	-	-
okno - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

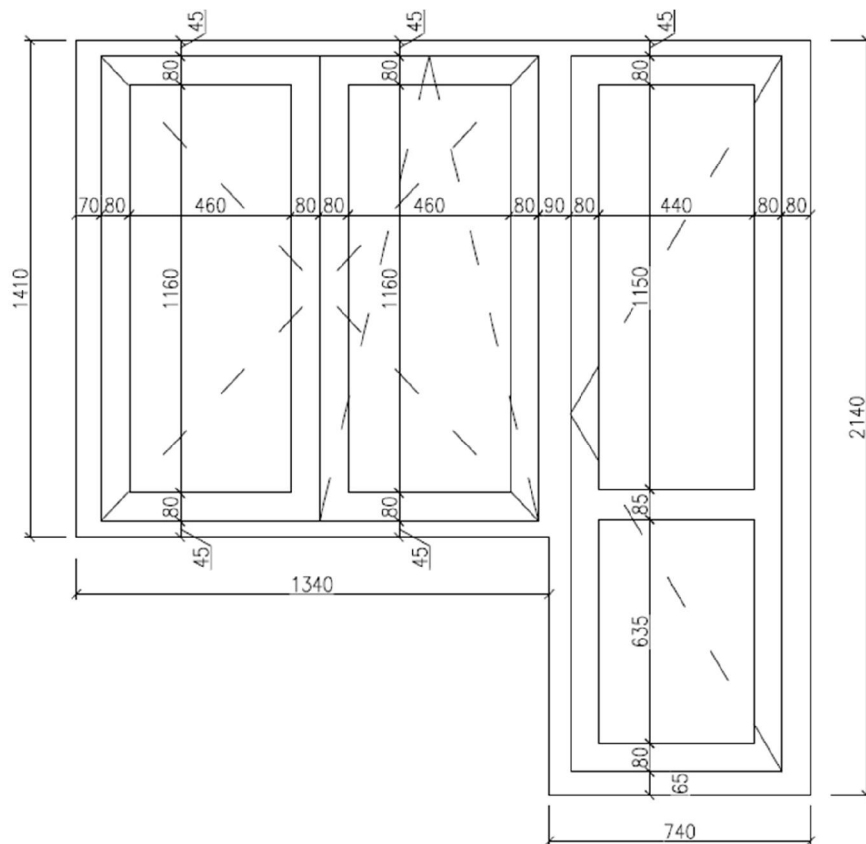
Tab. 12: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 1.02

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny - omítka	36,85	0,70	0,67	0,778
strop - omítka	21,11	0,80	0,87	0,859
podlaha	18,46	0,35	0,38	0,298
dveře - rám	1,71	0,80	0,83	0,783
dveře - sklo	2,03	0,36	0,36	0,358
okno - rám	1,62	0,80	0,87	0,80
okno - sklo	1,85	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,63	0,64	0,67

Tab. 13: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 1.02 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	46,68	0,738
strop	18,46	0,859
podlaha	18,46	0,298

V místnosti 1.02 je umístěn jeden osvětlovací otvor, a to balkónová sestava (plastové balkónové dveře + plastové okno) viz obr. 28. Okno i dveře jsou zaskleny dvojsklem.



Obr. 28: Schéma okna O2 v M 1:20 v místnosti 1.02

Dle zaměření byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) dle vztahu (7):

$$A_s = 0,44 \times (0,635 + 1,15) + (2 \times 0,46) \times 1,16 = 1,8526 \text{ m}^2$$

$$A_c = 0,74 \times 2,14 + 1,41 \times 1,34 = 3,473 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,8526}{3,473} = 0,533 \text{ (-)}$$

Protože se jedná o stejné zasklení okna jako v místnosti 1.01, byly uvažovány shodné hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$, které jsou uvedeny v tabulce 9.

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 14. Dle naměřených hodnot

vychází činitel denní osvětlenosti vyšší a splňuje požadavky uvedené v kap. 3.2, u výpočtu s normovými hodnotami ale požadavky splněny nejsou. Obytná místnost z hlediska denního osvětlení by tedy vyhověla pouze při posouzení se skutečnými hodnotami činitelů odrazu světla a skutečnými parametry zasklení. Grafické výstupy z programu viz příloha B.1.2.

Tab. 14: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 1.02

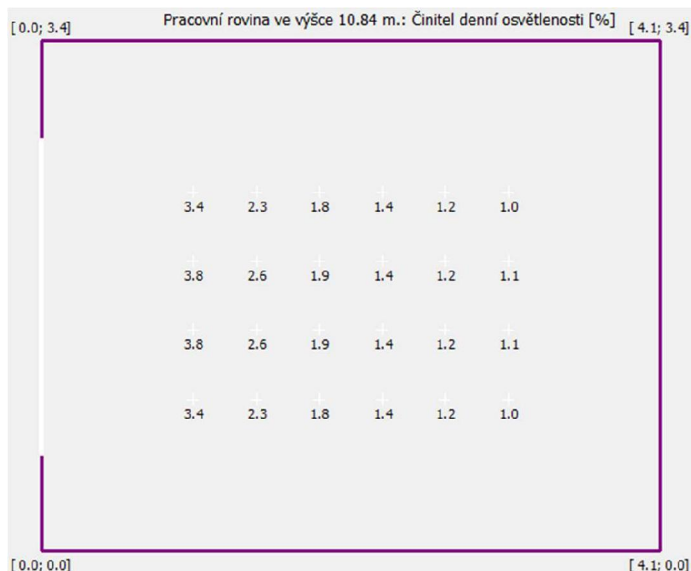
Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	1,2 %	1,2 %
dle normových hodnot	0,7 %	0,7 %

7.1.4 Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 1

7.1.4.1 Ložnice 1.01

Zisk kreditů za kritérium K1 (hodnocení množství denního světla v interiéru) je vypočten ze vztahu (8):

$$K_{1,ložnice} = \frac{10 \cdot 12}{24} = 5 \text{ kreditů}$$



Obr. 29: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 1.01, výstup z programu Světlo+ [11]

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{1,0}{3,8} = 0,263 > U_{pož} = 0,2$$

Požadavek je splněn s rezervou $R = 0,063$ a zisk kreditů za kritérium K2 (hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení) je vypočítán dle tabulky 1:

$$K_{2,ložnice} = \frac{10 \cdot 0,063}{0,15} = 4,2 \text{ kreditu}$$

Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

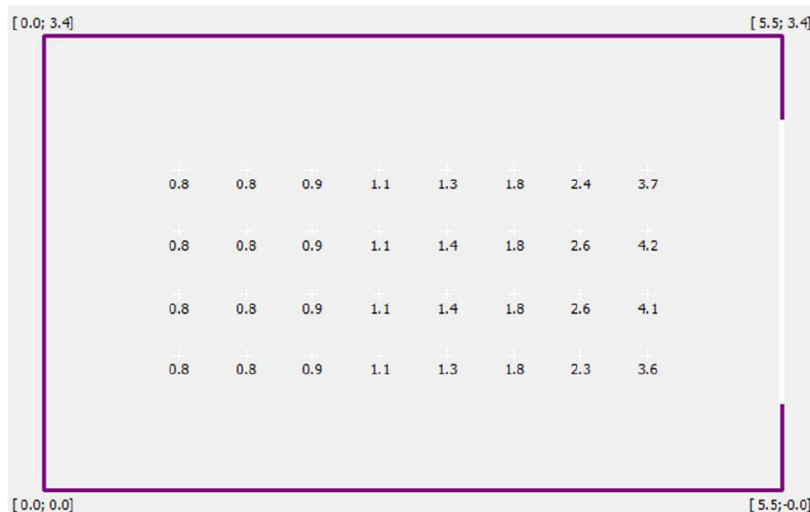
$$K_{3,ložnice} = \frac{130 \cdot (30 - 0)}{390} = 10 \text{ kreditů}$$

- v daném intervalu není vidět žádná stínící překážka (viz obr. 18 – situace)

7.1.4.2 Obývací pokoj 1.02

Zisk kreditů za kritérium K1 (hodnocení množství denního světla v interiéru) je vypočten ze vztahu (8):

$$K_{1,obývací pokoj} = \frac{10 \cdot 12}{32} = 3,75 \text{ kreditu}$$



Obr. 30: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 1.02, výstup z programu Světlo+ [11]

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,8}{4,2} = 0,190 < U_{pož} = 0,2$$

Požadavek není splněn, a proto:

$$K_{2,obývací pokoj} = 0 \text{ kreditů}$$

Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,obývací pokoj} = \frac{130 \cdot (30 - 0)}{390} = 10 \text{ kreditů}$$

- v daném intervalu není vidět žádná stínící překážka (viz obr. 18 – situace)

7.1.4.3 Celkové hodnocení bytu č. 1 dle metodiky SBToolCZ

Výpočet kreditů za jednotlivá kritéria pro celý posuzovaný byt:

$$K_1 = \frac{5 + 3,75}{2} = 4,38 \text{ kreditu}$$

$$K_2 = \frac{4,2 + 0}{2} = 2,1 \text{ kreditu}$$

$$K_3 = \frac{10 + 10}{2} = 10 \text{ kreditů}$$

Celkové kreditové ohodnocení pro byt č. 1 je vypočteno ze vztahu (11):

$$K_{byt \text{ č. } 1} = 4,38 + 2,1 + 10 = 16,48 \text{ kreditu}$$

Získané body dle kreditového ohodnocení (tabulka 2): **5,5 bodu z 10 možných**

7.1.5 Vyhodnocení dotazníků a porovnání názorů uživatelů bytu č. 1 s vypočtenými hodnotami

Charakteristika dotazovaných osob:

- Muž – 25 let, nemá problém se zrakem, v bytě tráví více než 5 hodin denně, preferuje umělé osvětlení
- Žena – 26 let, nosí brýle na dálku, v bytě tráví méně než 2 hodiny denně, preferuje přirozené osvětlení

Vyhodnocení proslunění:

- Oba dotázaní odpověděli, že většina oken v bytě není orientována na slunečnou stranu.
Většina oken je orientována na sever.
- Oba dotázaní odpověděli, že doba proslunění bytu je dostatečná.
Dle výpočtu byt z hlediska proslunění vyhoví (viz kap. 7.1.2).

Vyhodnocení denního osvětlení:

- Dotázaný muž odpověděl, že je denní osvětlení spíše dostačující, dotázaná žena odpověděla, že spíše není.

Dle měření oba pokoje z hlediska denního osvětlení vyhovují (viz kap. 7.1.3).

- Oba dotázaní se shodují, že během dne musí použít i umělé osvětlení.
- Oba dotázaní mají pocit oslnění přímými slunečními paprsky a shodují se na nutnosti používání stínění.

Pokoj 1.02 je orientován na jih a k oslnění slunečními paprsky může dojít.

- Oba dotázaní určili jako nejpříjemnější místnost obývací pokoj 1.02. Místnost 1.02 je orientována na jih, tvrzení tedy odpovídá předpokladu, že v místnostech orientovaných na jih se osoby cítí lépe.

Vyhodnocení barevnosti bytu:

- Převažující barvy stavebních konstrukcí i ostatních povrchů (nábytku) jsou barvy teplé (žlutá, oranžová, hnědá).
- Oba dotázaní by preferovali neutrální barvy stavebních konstrukcí a teplé barvy ostatních povrchů (nábytku).

Celkové hodnocení bytu č. 1 dopadlo dle měření příznivě. Byt vyhovuje jak z hlediska proslunění, tak z hlediska denního osvětlení, pokud uvažujeme skutečné hodnoty odrazností povrchů a parametry zasklení osvětlovacích otvorů.

Při hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBToolCZ se byt umístil zhruba uprostřed stupnice se ziskem 5,5 bodu z možných 10. Nejméně kreditů bylo přiděleno za rovnoměrnost denního osvětlení.

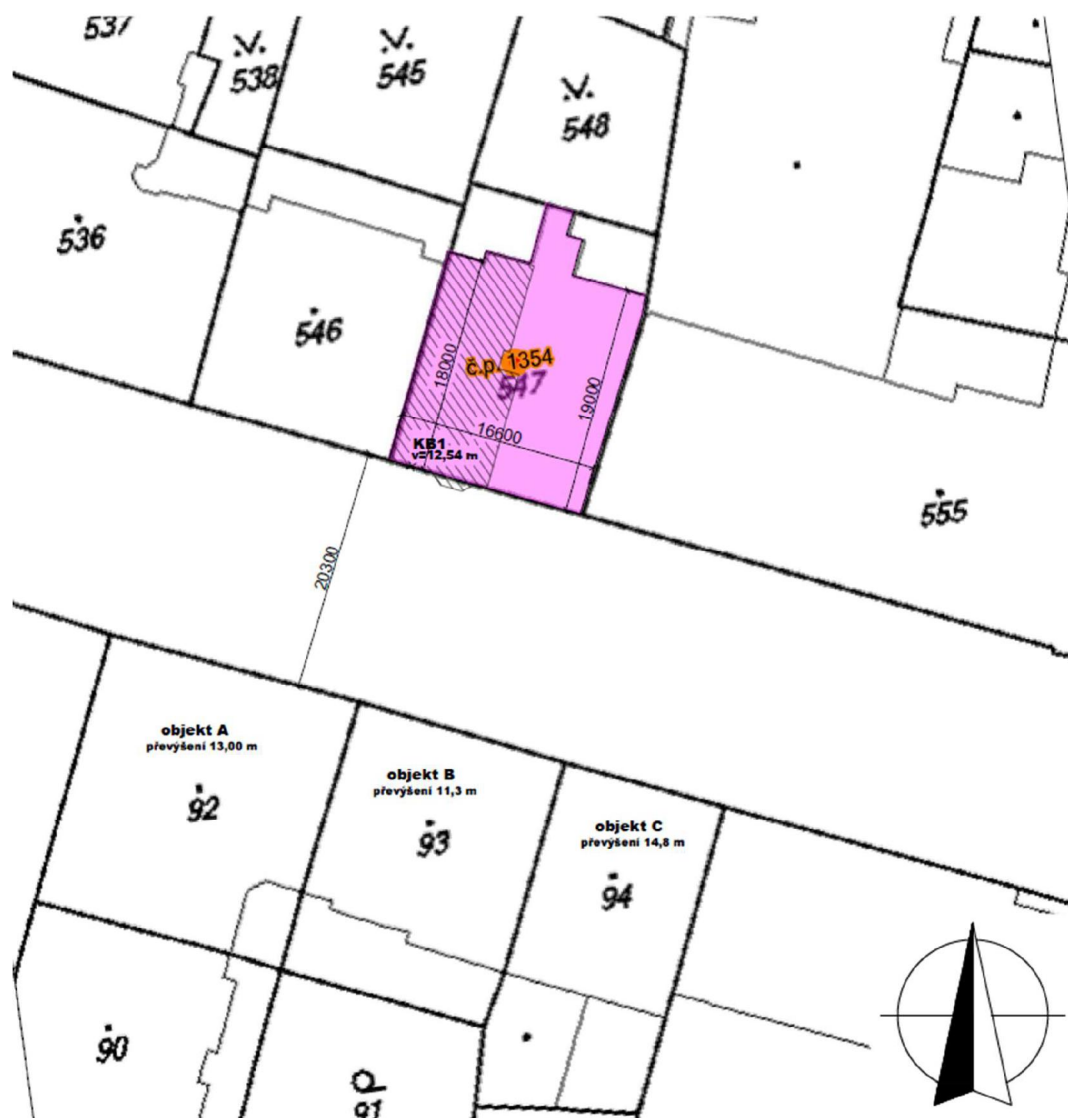
Spokojenost uživatelů v bytě je průměrná a s výsledky výpočtů se spíše shodují. Kladně hodnotí dobu proslunění bytu, denní osvětlení jeden hodnotí kladně, druhý záporně a oba musí používat během dne i umělé osvětlení. S barevným řešením bytu uživatelé spíše spokojeni nejsou.

Problémem v bytě je pocit oslnění v obývacím pokoji 1.02 orientovaném na jih, to je ale řešeno pomocí závěsů, které mají dle uživatelů dostatečný efekt stínění. Zároveň se ale v této místnosti cítí uživatelé lépe než v ložnici 1.01, která je orientovaná na sever.

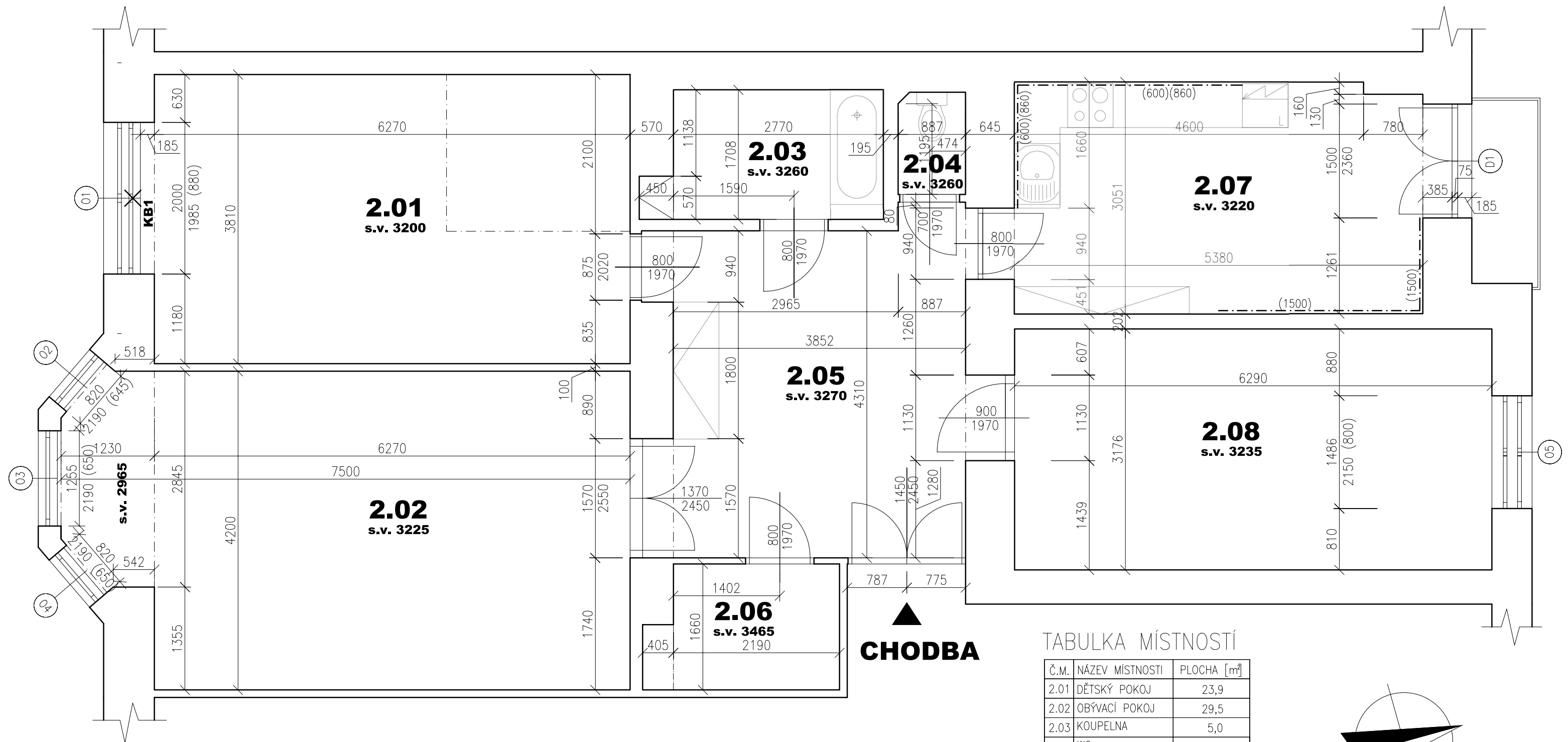
7.2 Byt č. 2

7.2.1 Popis bytu č. 2

Byt č. 2 se nachází v bytovém domě s 5 nadzemními podlažími, přičemž posuzovaný byt je umístěn ve 3. NP. Dispozičně je řešen jako 3+1 s užitnou plochou 119,5 m² a okna má orientovaná na sever a jih (přesná orientace viz obr. 32 – půdorys bytu č. 2). Z jižní strany je byt stíněn přilehlými objekty, ze severní strany částí budovy, ve které se byt nachází. Byt je nyní užíván čtyřčlennou rodinou s dětmi v předškolním věku. K dispozici byl výkres půdorysů, zaměření skutečného stavu proběhlo dne 29.10.2018 pomocí laserového dálkoměru.



Obr. 31: Situace v M 1:500 – byt č.2, vyznačení skutečného severu S_p , hlavních kót objektu a převýšení okolních objektů; s využitím [12]



TABULKA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]
2.01	DĚTSKÝ POKOJ	23,9
2.02	OBÝVACÍ POKOJ	29,5
2.03	KOUPELNA	5,0
2.04	WC	1,2
2.05	CHODBA	18,6
2.06	KOMORA	4,0
2.07	KUCHYŇ	17,3
2.08	LOŽNICE	20,0
		Σ = 119,5

POZN. 1: KÓTOVÁNY VNITŘNÍ ROZMĚRY OSVĚTLOVACÍCH OTVORŮ, VNĚJŠÍ ROZMĚRY NEBYLY ZAMĚŘENY

POZN. 2: MATERIÁLY KONSTRUKCÍ NEBYLY ZJIŠŤOVÁNY

Obr. 32: Půdorys bytu č. 2 - vyznačení kontrolního bodu a směr skutečného severu S_p

7.2.2 Posouzení proslunění – byt č. 2

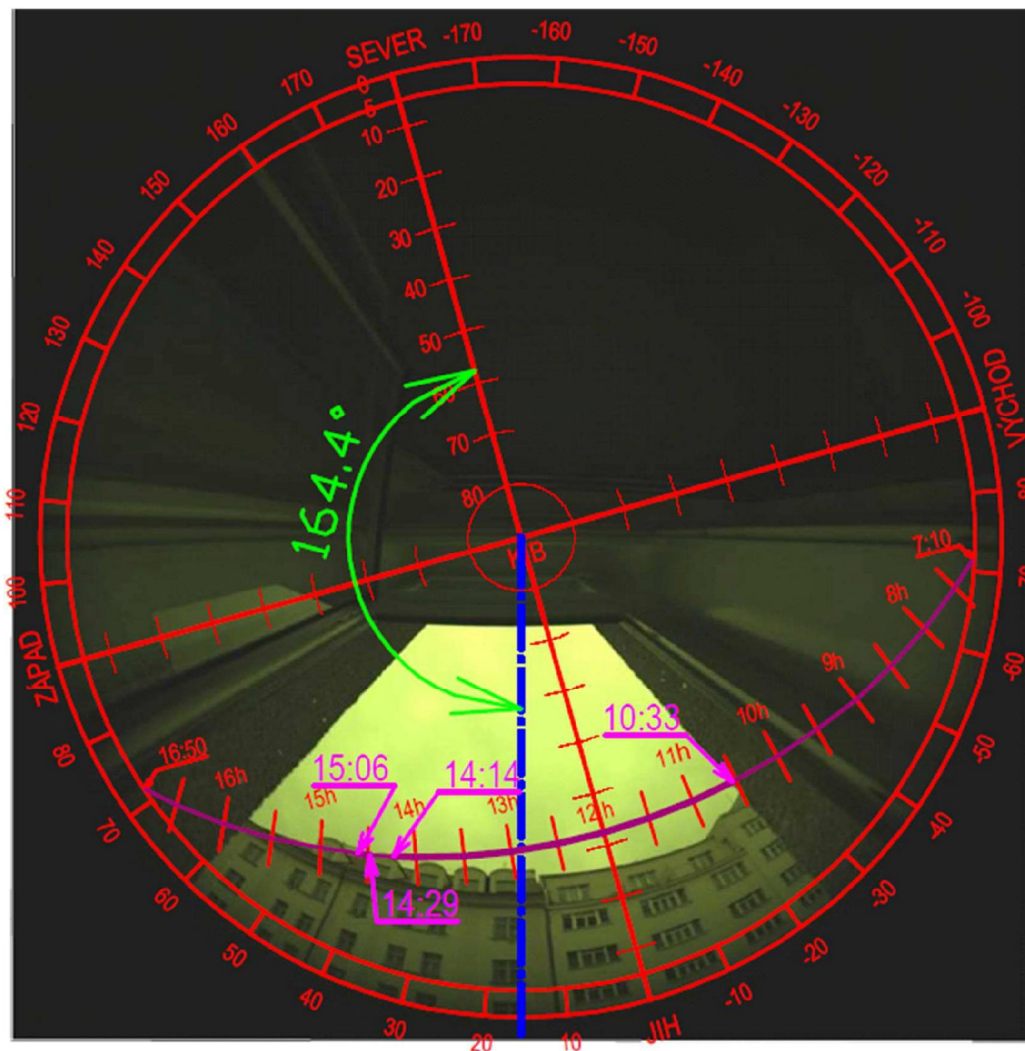
Určení kontrolních bodů v bytě č. 2 je uvedeno v tabulce 15:

Tab. 15: Určení kontrolních bodů – byt č. 2

místnost	obytná místnost	plocha (m ²)	velikost osvětlovacích otvorů	kontrolní bod
dětský pokoj	ano ≥ 8 m ²	23,9	šířka i výška > 900 mm, 3,97 > 0,1 * 23,9 = 2,39 m ²	ANO (KB1)
obývací pokoj	ano ≥ 8 m ²	29,5	šířka i výška > 900 mm - pouze O3, 2,72 ne> 0,1 * 29,5 = 2,95 m ²	NE (malé okno)
kuchyň	ano ≥ 12 m ²	17,3	šířka i výška > 900 mm, 3,54 > 0,1 * 17,3 = 1,73 m ²	NE (sever)
ložnice	ano ≥ 8 m ²	20,0	šířka i výška > 900 mm, 3,19 > 0,1 * 20,0 = 2,00 m ²	NE (sever)
Σ obytných ploch		90,7	1/3 obytných ploch	30,23

Prosluněn může být pouze dětský pokoj, ten ale nesplňuje požadavek, aby byla prosluněna alespoň 1/3 všech obytných ploch bytu (23,9 m² < 30,23 m²). Byt tedy není prosluněn.

Pro zjištění, zda do kontrolního bodu KB1 v dětském pokoji budou dne 1. března dopadat sluneční paprsky, byla pořízena fotografie pomocí fotoaparátu s objektivem typu rybí oko. Po vložení ekvidistantního slunečního diagramu do fotografie (viz obr. 33) bylo zjištěno, že Slunce svítí do KB1 258 minut, a to od 10:33 do 14:14 a od 14:29 do 15:06. Znamená to tedy, že pokud by okna O2 a O4 v obývacím pokoji splňovala podmínku minimální šířky osvětlovacího otvoru 900 mm, byt by z hlediska proslunění vyhověl.



Obr. 33: Určení doby proslunění pomocí ekvidistančního slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátem s objektivem typu rybí oko – byt č. 2

7.2.3 Posouzení denního osvětlení – byt č. 2

Z hlediska denního osvětlení budou posouzeny všechny obytné místnosti, tedy dětský pokoj 2.01, obývací pokoj 2.02, kuchyň 2.07 a ložnice 2.08. Měření jasů pro výpočet činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) proběhlo dne 20.11.2018 dopoledne, a to v dětském pokoji, obývacím pokoji a v kuchyni (popis měření viz kap. 4.2), protože v rámci bytu jsou použita různá okna. Dále byly tento den změřeny veličiny pro výpočet činitele odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů. K měření byl použit jasoměr a luxmetr (popis měření viz kap. 4.1). Dále byly určeny činitelé odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů pomocí vzorníku CEMIX [2].

7.2.3.1 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.01

Na obr. 34 až 37 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 16 a 17 včetně výsledků měření. Dřevěná konstrukce postele (viz obr. 34) je započítána do plochy stropu.



Obr. 34: Místnost 2.01 – dřevěná konstrukce postele



Obr. 35: Místnost 2.01 – barevnost dveří



Obr. 36: Místnost 2.01 – pohled ode dveří



Obr. 37: Místnost 2.01 – barevnost podlahy

Tab. 16: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 2.01

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
omítka - stěny + strop	bílá	0,75 - 0,8	0,88	8,19	28,39	0,906	0,905
				9,06	31,5	0,904	
podlaha	světlé přírodní dřevo	0,35 - 0,5	0,23	0,73	13,62	0,168	0,183
				0,99	15,7	0,198	
dveře	krémová	0,6 - 0,7	0,78	4,96	19,52	0,798	0,798
				4,6	18,56	0,779	
dřevěná konstrukce postele	světlé přírodní dřevo	0,35 - 0,5	0,28	8,08	61,5	0,413	0,412
				8,98	68,6	0,411	
okno - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,82	-	-	-	-
okno - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

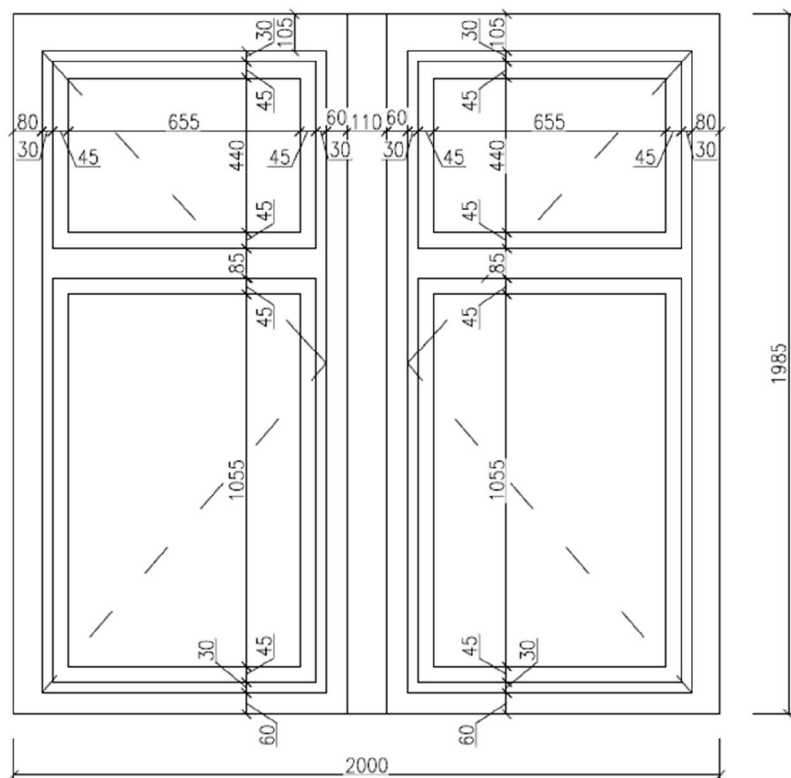
Tab. 17: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 2.01

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	77,66	0,80	0,88	0,905
podlaha	23,89	0,35	0,23	0,183
dveře	1,77	0,70	0,78	0,798
dřevěná konstrukce postele	5,00	0,40	0,28	0,412
okno - rám	2,01	0,80	0,82	0,80
okno - sklo	1,96	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,67	0,70	0,71

Tab. 18: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 2.01 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	64,51	0,874
strop	23,89	0,802
podlaha	23,89	0,183

V místnosti 2.01 je umístěn jeden osvětlovací otvor (viz obr. 38), a to dvoukřídlé kastlové dřevěné okno. Všechna okenní křídla jsou zasklena jednoduchým zasklením.



Obr. 38: Schéma okna O1 v M 1:20 v místnosti 2.01

Pro výpočet byla zaměřena vnější okenní křídla, protože mají menší zasklenou plochu než křídla vnitřní a byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) dle vztahu (7):

$$A_s = (2 \times 0,655) \times (1,055 + 0,44) = 1,95845 \text{ m}^2$$

$$A_c = 2,0 \times 1,985 = 3,97 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,95845}{3,97} = 0,493 \text{ (-)}$$

Hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ dle ČSN 73 0580–1 [4] a dle měření pro okno O1 jsou uvedeny v tabulce 19. Z důvodu co nejkratšího časového úseku mezi měřením L_s (cd/m^2) a L_o (cd/m^2) bylo měřeno pouze vnější okenní křídlo s jednoduchým zasklením a z naměřených hodnot vypočteno $T_{s,nor}$ pro celé okno.

Tab. 19: Měření činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) v místnosti 2.01

č. měření	odhad dle normových hodnot		Měření				
	$T_{s,nor}$ (-)	$T_s = T_{s,nor}^n$ (-)	L_s (cd/m ²)	L_o (cd/m ²)	$T_{s,nor}$ (-) - 1 sklo	$T_{s,nor}$ (-) - celé okno	Průměr $T_{s,nor}$ (-)
1	0,92	0,846	284,6	317,7	0,896	0,802	0,802
2		(dvojsklo, n=2)	281,6	314,5	0,895	0,802	

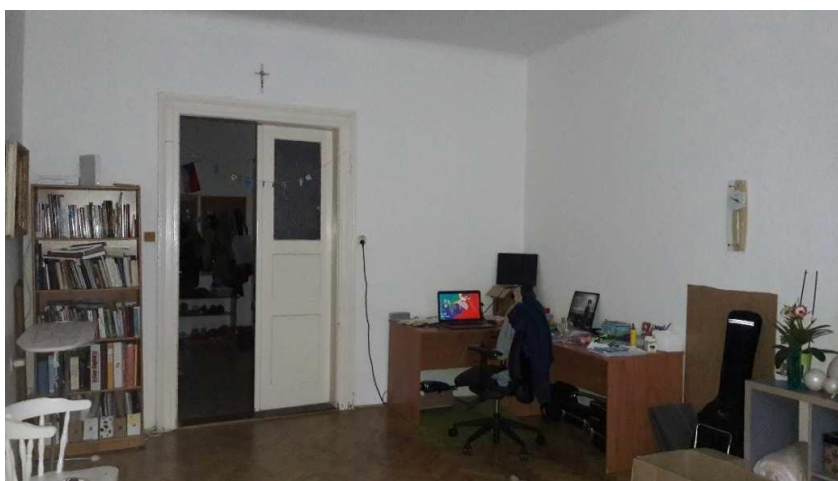
Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 20. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší než u hodnot normových, ale ani v jednom případě nejsou splněny požadavky uvedené v kap. 3.2 a obytná místnost z hlediska denního osvětlení tedy nevyhovuje. Grafické výstupy z programu viz příloha B.2.1.

Tab. 20: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.01

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	0,4 %	0,3 %
dle normových hodnot	0,2 %	0,2 %

7.2.3.2 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.02

Na obr. 39 až 41 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 21 a 22 včetně výsledků měření. Barevnost podlahy je stejná jako v pokoji 2.01.



Obr. 39: Místnost 2.02 – pohled od okna



Obr. 40: Místnost 2.02 – pohled ode dveří na arkýř



Obr. 41: Místnost 2.02 – pohled ode dveří

Tab. 21: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 2.02

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
omítka - stěny + strop	bílá	0,75 - 0,8	0,88	8,19	28,39	0,906	0,905
				9,06	31,5	0,904	
podlaha	světlé přírodní dřevo	0,35 - 0,5	0,23	0,73	13,62	0,168	0,183
				0,99	15,7	0,198	
dveře - rám	krémová	0,6 - 0,7	0,74	4,3	15,66	0,863	0,862
				4,48	16,33	0,862	
dveře - sklo	sklo	není definováno	není definováno	3,65	34,9	0,329	0,329
				3,45	32,9	0,329	
okna - rámy	bílá	0,75 - 0,8	0,82	-	-	-	-
okna - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

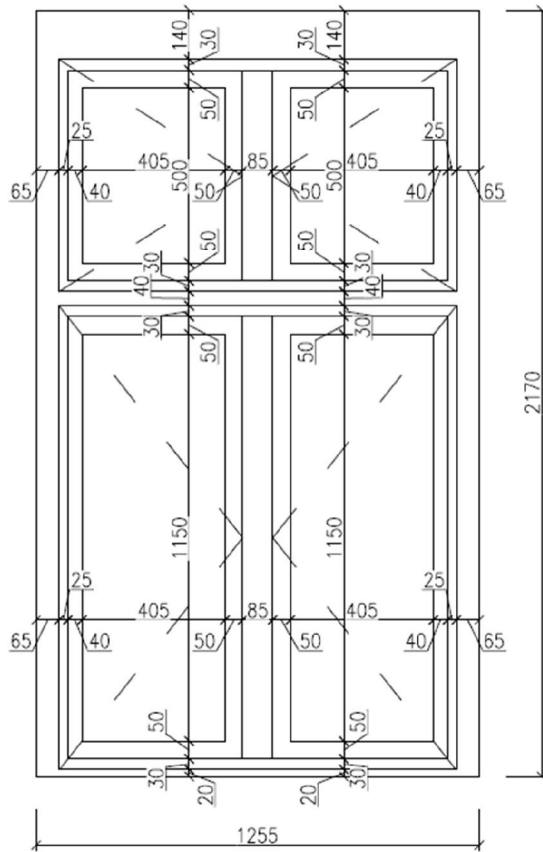
Tab. 22: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 2.02

Povrch	Plocha S_i (m^2)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	91,66	0,80	0,88	0,905
podlaha	29,50	0,35	0,23	0,183
dveře - rám	3,31	0,70	0,74	0,862
dveře - sklo	0,69	0,33	0,33	0,329
okno - rám	3,22	0,80	0,82	0,80
okno - sklo	3,10	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,68	0,71	0,72

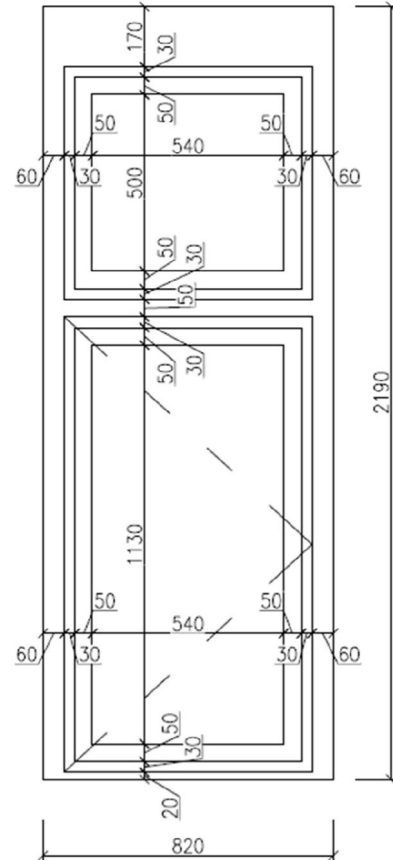
Tab. 23: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 2.02 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m^2)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	72,47	0,859
strop	29,50	0,905
podlaha	29,50	0,183

V místnosti 2.02 jsou umístěny tři osvětlovací otvory v arkýři (viz obr. 42 a 43). Okna jsou dřevěná, přičemž středové okno má dvě okenní křídla, krajní okna pouze jedno. Všechna okna mají shodné zasklení a to dvojsklo.



Obr. 42: Schéma okna O3 v M 1:20 v místnosti 2.02



Obr. 43: Schéma oken O2 a O4 v M 1:20 v místnosti 2.02

Dle zaměření byl vypočítán číselný vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) pro středové okno O3 dle vztahu (7):

$$A_s = (2 \times 0,405) \times (1,15 + 0,5) = 1,3365 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,255 \times 2,17 = 2,72335 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,3365}{2,72335} = 0,491 \text{ (-)}$$

Dle zaměření byl vypočítán číselný vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) pro krajní okna O2 a O4 dle vztahu (7):

$$A_s = 0,54 \times (1,13 + 0,5) = 0,8802 \text{ m}^2$$

$$A_c = 0,82 \times 2,19 = 1,7958 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{0,8802}{1,7958} = 0,490 \text{ (-)}$$

Hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ dle ČSN 73 0580–1 [4] a dle měření pro okno O1, O2 a O3 jsou stejné a jsou uvedeny v tabulce 24. Měřeno bylo okno O2 kvůli nejvhodnějším podmínkám.

Tab. 24: Měření činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) v místnosti 2.02

č. měření	odhad dle normových hodnot		Měření			
	$T_{s,nor}$ (-)	$T_s = T_{s,nor}^n$ (-)	L_s (cd/m ²)	L_o (cd/m ²)	$T_{s,nor}$ (-) - celé okno	Průměr $T_{s,nor}$ (-)
1	0,92	0,846	428	522,4	0,819	0,819
2		(dvojsklo, n=2)	427,3	521,4	0,820	

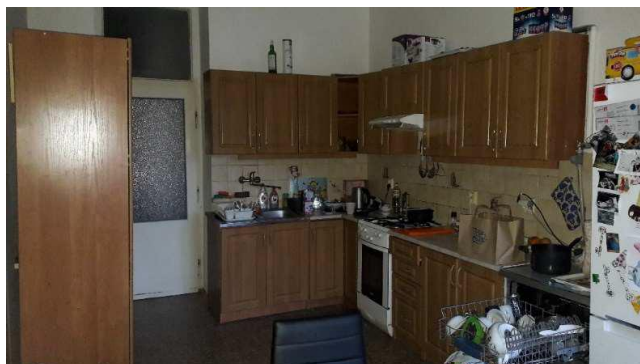
Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 25. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší než u hodnot normových, ale ani v jednom případě nejsou splněny požadavky uvedené v kap. 3.2 a obytná místnost z hlediska denního osvětlení tedy nevyhovuje. Grafické výstupy z programu viz příloha B.2.2.

Tab. 25: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.02

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	0,7 %	0,7 %
dle normových hodnot	0,5 %	0,5 %

7.2.3.3 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.07

Na obr. 44 až 46 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 26 a 27 včetně výsledků měření. V tomto případě byla změřena i kuchyňská linka včetně jejího obkladu.



Obr. 44: Místnost 2.07 – pohled od okna



Obr. 45: Místnost 2.07 – pohled ode dveří



Obr. 46: Místnost 2.07 – barevnost podlahy

Tab. 26: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 2.07

Povrch	Barva - popis	Číselný odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
omítka - stěny + strop	bílá	0,75 - 0,8	0,88	9,07	30,9	0,922	0,922
				11,28	38,4	0,923	
podlaha	středně hnědá	0,25	0,19	3,62	56,8	0,200	0,192
				3,27	55,7	0,184	
dveře - rám	krémová	0,6 - 0,7	0,74	1,64	6,72	0,767	0,762
				1,56	6,47	0,757	
dveře - sklo	sklo	není definováno	není definováno	3,65	34,9	0,329	0,329
				3,45	32,9	0,329	
obklad dřevěný	tmavé mořené dveře	0,1 - 0,2	0,16	2,828	25,97	0,342	0,345
				3,06	27,61	0,348	
kuchyňská linka	světlé přírodní dřevo	0,35 - 0,5	0,28	1,24	16,75	0,233	0,236
				1,26	16,47	0,240	
obklad - kuchyňská linka	běžová	0,6 - 0,7	0,66	1,4	5,82	0,756	0,744
				1,36	5,83	0,733	
okno - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,82	-	-	-	-
okno - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

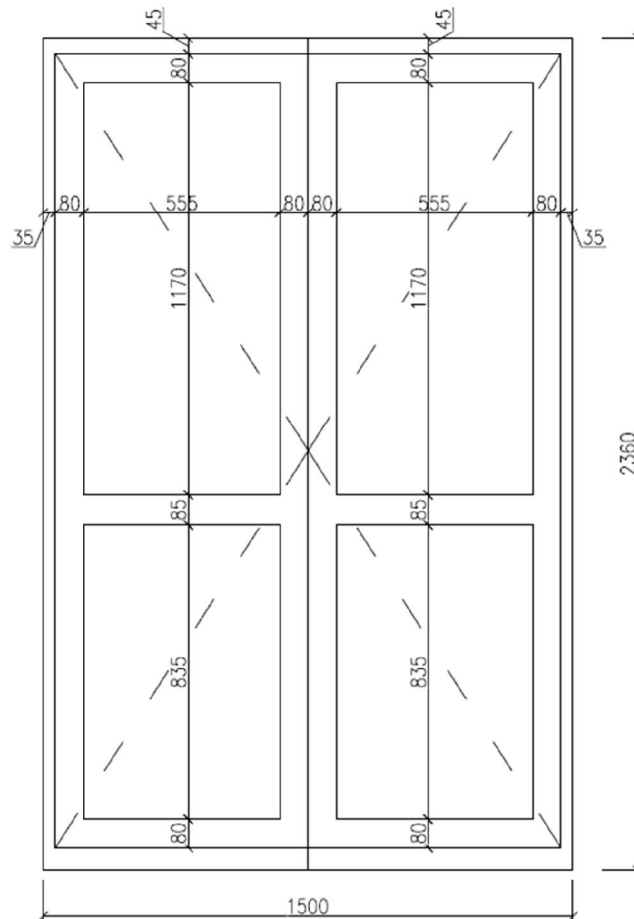
Tab. 27: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 2.07

Povrch	Plocha S_i (m^2)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	52,42	0,80	0,88	0,922
podlaha	17,26	0,25	0,19	0,192
dveře - rám	1,24	0,70	0,74	0,762
dveře - sklo	1,27	0,33	0,33	0,329
obklad dřevěný	5,93	0,20	0,16	0,345
kuchyňská linka	9,54	0,35	0,28	0,236
obklad - kuchyňská linka	2,80	0,70	0,66	0,744
balkónové dveře - rám	1,32	0,80	0,82	0,80
balkónové dveře - sklo	2,23	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,59	0,61	0,65

Tab. 28: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 2.07 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m^2)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	59,48	0,697
strop	17,26	0,922
podlaha	17,26	0,201

V místnosti 2.07 je umístěn jeden osvětlovací otvor, a to plastové balkonové dveře (viz obr. 47) zaskleny dvojsklem.



Obr. 47: Schéma dveří D1 v M 1:20 v místnosti 2.07

Dle zaměření byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) dle vztahu (7):

$$A_s = (2 \times 0,555) \times (0,835 + 1,17) = 2,22555 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,5 \times 2,36 = 3,54 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{2,22555}{3,54} = 0,629 \text{ (-)}$$

Hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ dle ČSN 73 0580–1 [4] a dle měření pro balkonové dveře D1 jsou uvedeny v tabulce 29. Tyto hodnoty se liší z toho důvodu, že se jedná o izolační dvojsklo a meziskelní prostor není vyplněn vzduchem, ale jiným plynem (např. argonem nebo jiným inertním plynem) a tento plyn snižuje prostup světla.

Tab. 29: Měření činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) v místnosti 2.07

č. měření	odhad dle normových hodnot		Měření			
	$T_{s,nor}$ (-)	$T_s = T_{s,nor}^n$ (-)	L_s (cd/m ²)	L_o (cd/m ²)	$T_{s,nor}$ (-) - celé okno	Průměr $T_{s,nor}$ (-)
1	0,92	0,846	144,7	206	0,702	0,701
2		(dvojsklo, n=2)	123,8	176,8	0,700	

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 30. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší než u hodnot normových, ale ani v jednom případě nejsou splněny požadavky uvedené v kap. 3.2 a obytná místnost z hlediska denního osvětlení tedy nevyhovuje. Grafické výstupy z programu viz příloha B.2.3.

Tab. 30: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.07

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	0,8 %	0,7 %
dle normových hodnot	0,7 %	0,6 %

7.2.3.4 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.08

Barva stěn a stropů je uvažována stejná jako v místnosti 2.07, barevnost podlahy a dveří včetně dveřního skla je stejná jako v místnosti 2.02.

Tab. 31: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 2.08

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
omítka - stěny + strop	bílá	0,75 - 0,8	0,88	9,07	30,9	0,922	0,922
				11,28	38,4	0,923	
podlaha	světlé přírodní dřevo	0,35 - 0,5	0,23	1,9	27,65	0,216	0,205
				1,48	23,92	0,194	
dveře - rám	krémová	0,6 - 0,7	0,74	4,3	15,66	0,863	0,862
				4,48	16,33	0,862	
dveře - sklo	sklo	není definováno	není definováno	3,65	34,9	0,329	0,329
				3,45	32,9	0,329	
okno - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,82	-	-	-	-
okno - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

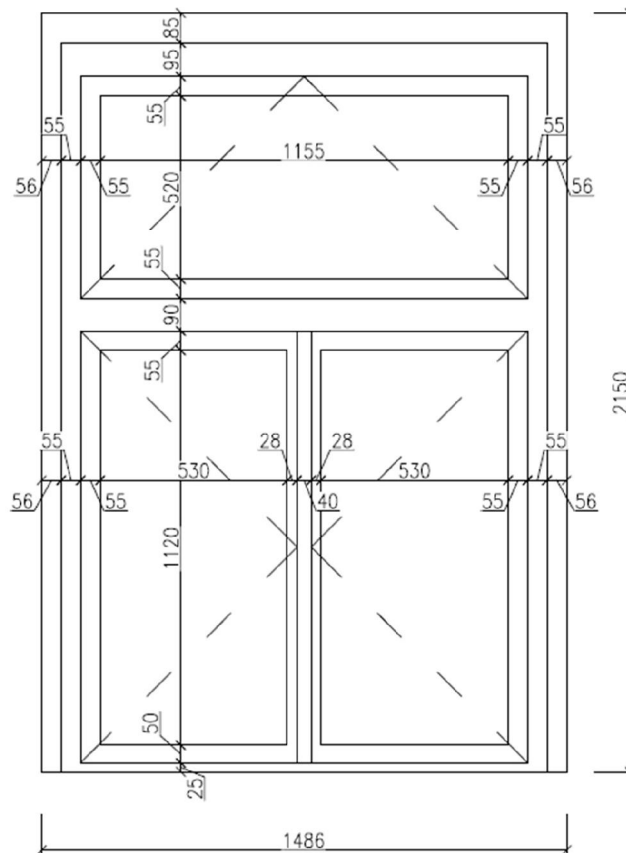
Tab. 32: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 2.08

Povrch	Plocha S_i (m^2)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	75,80	0,80	0,88	0,922
podlaha	20,00	0,35	0,23	0,205
dveře - rám	2,26	0,70	0,74	0,862
dveře - sklo	0,88	0,33	0,33	0,329
okno - rám	1,41	0,80	0,82	0,80
okno - sklo	1,79	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,69	0,73	0,76

Tab. 33: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 2.08 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m^2)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	62,14	0,885
strop	20,00	0,922
podlaha	20,00	0,205

V místnosti 2.08 je umístěn jeden osvětlovací otvor, a to dvoukřídlé kastlové dřevěné okno (viz obr. 48), přičemž všechna okenní křídla jsou zasklena jednoduchým zasklením.



Obr. 48: Schéma okna O5 v M 1:20 v místnosti 2.08

Dle zaměření byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) dle vztahu (7):

$$A_s = ((2 \times 0,53) \times 1,12) + (0,52 \times 1,155) = 1,7878 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,486 \times 2,15 = 3,1949 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,7878}{3,1949} = 0,560 \text{ (-)}$$

Pro výpočet byla uvažována stejná hodnota činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) jako v místnosti 2.01, protože se jedná o stejné zasklení. Hodnoty dle ČSN 73 0580–1 [4] a naměřené hodnoty pro okno O5 jsou uvedeny v tabulce 19.

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 34. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší a splňuje požadavky uvedené v kap. 3.2, u výpočtu s normovými hodnotami ale požadavky splněny nejsou. Obytná místnost z hlediska denního osvětlení by tedy vyhověla pouze při posouzení se skutečnými

hodnotami činitelů odrazu světla a skutečnými parametry zasklení. Grafické výstupy z programu viz příloha B.2.4.

Tab. 34: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 2.08

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	1,0 %	1,1 %
dle normových hodnot	0,6 %	0,7 %

7.2.4 Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 2

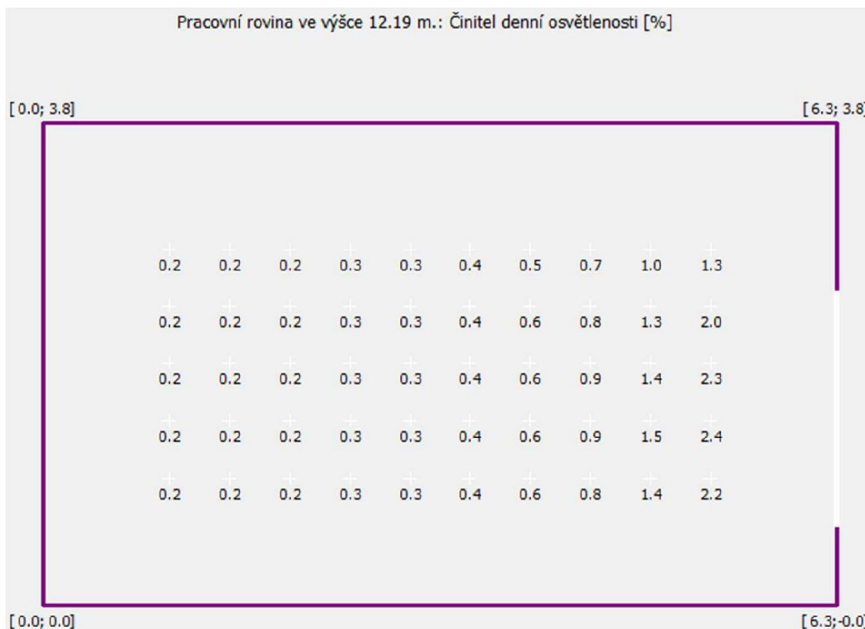
7.2.4.1 Dětský pokoj 2.01

Dětský pokoj nesplňuje požadavky z hlediska denního osvětlení kladené na obytné místnosti, a proto:

$$K_{1,\text{dětský pokoj}} = 0 \text{ kreditů}$$

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,2}{2,4} = 0,083 < U_{pož} = 0,2$$



Obr. 49: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 2.01, výstup z programu Světlo+ [11]

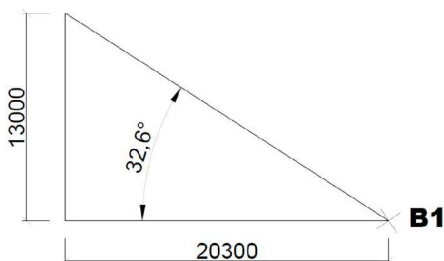
Požadavek není splněn, a proto:

$$K_{2,\text{dětský pokoj}} = 0 \text{ kreditů}$$

Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3, \text{dětský pokoj}} = \frac{130 \cdot (30 - 32,6)}{390} = -0,87 \rightarrow 0 \text{ kreditů}$$

- bod B1 je umístěn v okně O1 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v celém uvažovaném rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 31 – výkres situace)
- úhel zastínění $Z = 32,6^\circ$ (viz obr. 50)



Obr. 50: Určení úhlu zastínění Z ($^\circ$) – místnost 2.01

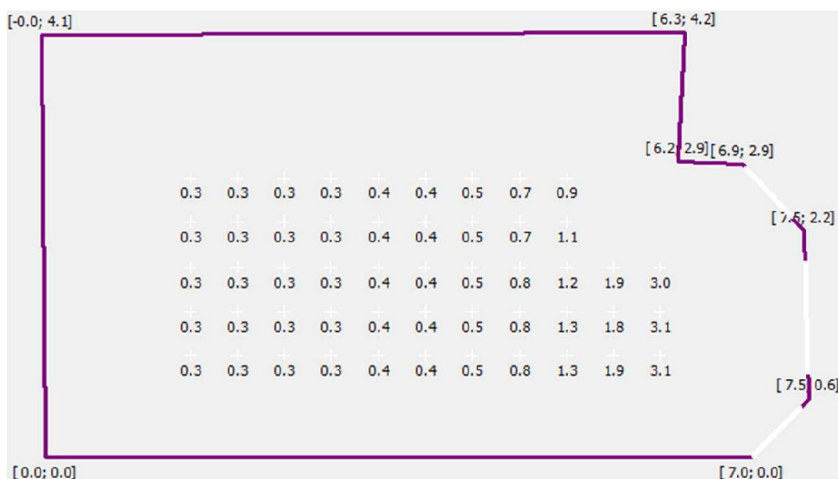
7.2.4.2 Obývací pokoj 2.02

Obývací pokoj nesplňuje požadavky z hlediska denního osvětlení kladené na obytné místnosti, a proto:

$$K_{1, \text{obývací pokoj}} = 0 \text{ kreditů}$$

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,3}{3,1} = 0,096 < U_{pož} = 0,2$$



Obr. 51: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 2.02, výstup z programu Světlo+ [11]

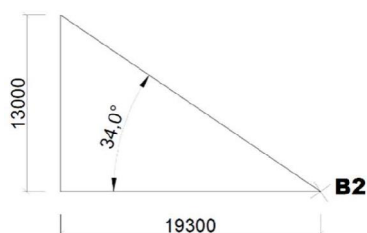
Požadavek není splněn, a proto:

$$K_{2,obývací pokoj} = 0 \text{ kreditů}$$

Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,obývací pokoj} = \frac{130 \cdot (30 - 34,0)}{390} = -1,3 \rightarrow 0 \text{ kreditů}$$

- bod B2 je umístěn v okně O3 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v celém uvažovaném rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 31 – výkres situace)
- úhel zastínění $Z = 34,0^\circ$ (viz obr. 52)



Obr. 52: Určení úhlu zastínění Z ($^\circ$) – místnost 2.02

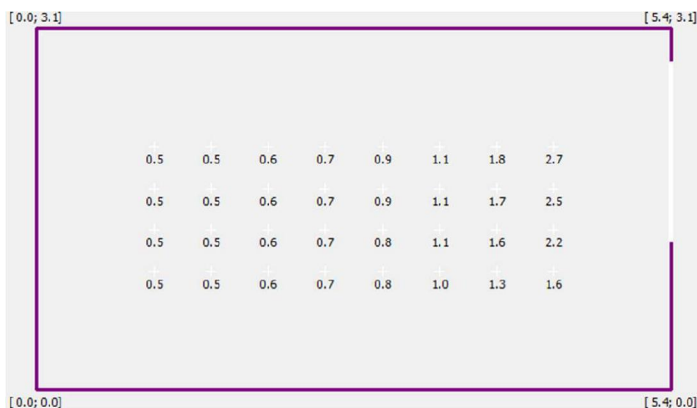
7.2.4.3 Kuchyň 2.07

Kuchyň nespĺňuje požadavky z hlediska denního osvětlení kladené na obytné místnosti, a proto:

$$K_{1,kuchyň} = 0 \text{ kreditů}$$

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,5}{2,7} = 0,185 < U_{pož} = 0,2$$



Obr. 53: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 2.07, výstup z programu Světlo+ [11]

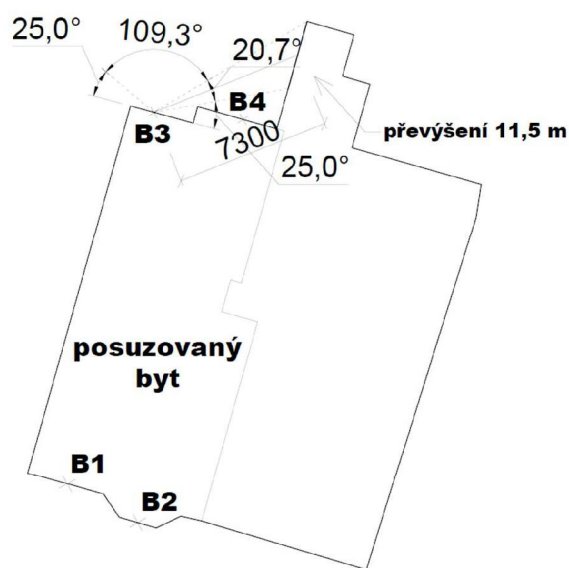
Požadavek není splněn, a proto:

$$K_{2,kuchyň} = 0 \text{ kreditů}$$

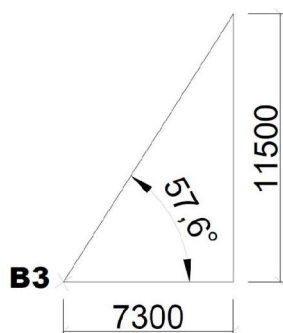
Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,kuchyň} = \frac{109,3 \cdot (30 - 0) + 20,7 \cdot (30 - 57,6)}{390} = 6,94 \text{ kreditu}$$

- bod B3 je umístěn v balkonových dveřích D1 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- do části výhledu zasahuje stínící překážka (přesné určení úhlů pro výpočet viz obr. 54)
- úhel zastínění $Z = 57,6^\circ$ (viz obr. 55)



Obr. 54: Vyznačení úhlů a průměrné vzdálenosti stínící překážky pro hodnocení kritéria K3 – místnost 2.07

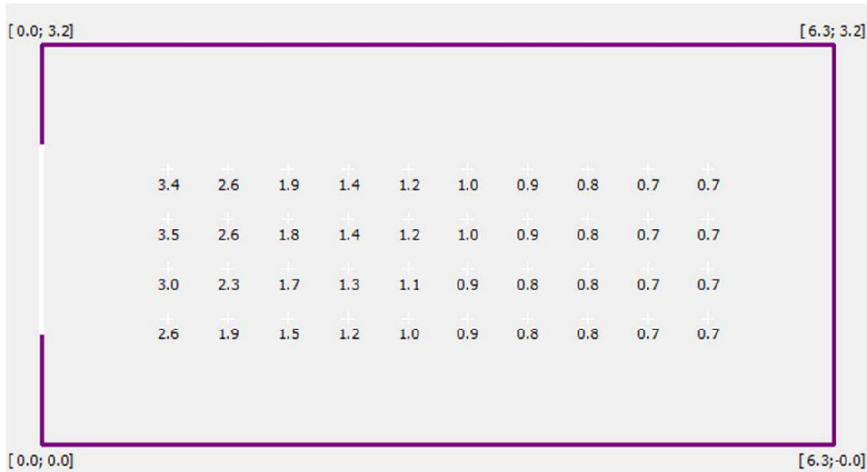


Obr. 55: Určení úhlu zastínění Z ($^\circ$) – místnost 2.07

7.2.4.4 Ložnice 2.08

Zisk kreditů za kritérium K1 (hodnocení množství denního světla v interiéru) je vypočten ze vztahu (8):

$$K_{1,ložnice} = \frac{10 \cdot 12}{40} = 3 \text{ kredity}$$



Obr. 56: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 2.08, výstup z programu Světlo+ [11]

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,7}{3,5} = 0,2 = U_{pož} = 0,2$$

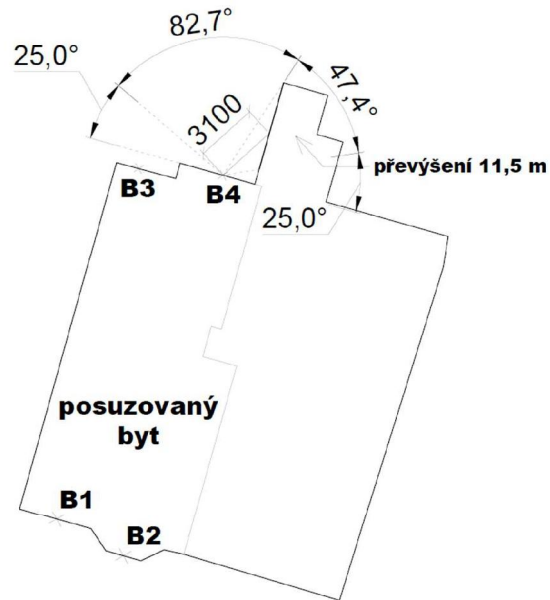
Požadavek je splněn s rezervou $R = 0$ a zisk kreditů za kritérium K2 (hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení) je vypočítán dle tabulky 1:

$$K_{2,ložnice} = \frac{10 \cdot 0}{0,15} = 0 \text{ kreditu}$$

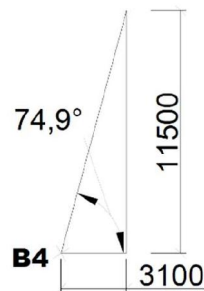
Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,ložnice} = \frac{82,7 \cdot (30 - 0) + 47,4 \cdot (30 - 74,9)}{390} = 0,9 \text{ kreditu}$$

- bod B4 je umístěn v okně O5 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- do části výhledu zasahuje stínící překážka (přesné určení úhlů pro výpočet viz obr. 57)
- úhel zastínění $Z = 74,9^\circ$ (viz obr. 58)



Obr. 57: Vyznačení úhlů pro hodnocení kritéria K3 – místnost 2.08



Obr. 58: Určení úhlu zastínění Z (°) – místnost 2.08

7.2.4.5 Celkové hodnocení bytu č. 2 dle metodiky SBToolCZ

Výpočet kreditů za jednotlivá kritéria pro celý posuzovaný byt:

$$K_1 = \frac{0 + 0 + 0 + 3}{4} = 0,75 \text{ kreditu}$$

$$K_2 = 0 \text{ kreditů}$$

$$K_3 = \frac{0 + 0 + 6,94 + 0,9}{4} = 1,96 \text{ kreditu}$$

Celkové kreditové ohodnocení pro byt č. 2 vypočteno ze vztahu (11):

$$K_{\text{byt č. 2}} = 0,75 + 0 + 1,96 = 2,71 \text{ kreditu}$$

Získané body dle kreditového ohodnocení (tabulka 2): **0,9 bodu z 10 možných**

7.2.5 Vyhodnocení dotazníků a porovnání názorů uživatelů bytu č. 2 s vypočtenými hodnotami

Charakteristika dotazovaných osob:

- Muž – 28 let, nemá problém se zrakem, v bytě tráví méně než 2 hodiny denně, preferuje přirozené osvětlení
- Žena – 28 let, nosí brýle na dálku, v bytě tráví více než 5 hodin denně, preferuje přirozené osvětlení

Vyhodnocení proslunění:

- Dotázaní se neshodují, jestli je většina oken orientována na slunečnou stranu.
Většina oken na slunečnou stranu orientována není.
- Oba dotázaní odpověděli, že velikost oken je dostačující, ale neshodují se, jestli je splněn požadavek na proslunění.
Dle výpočtu byt z hlediska proslunění nevyhoví (viz kap. 7.2.2).

Vyhodnocení denního osvětlení:

- Oba dotázaní odpověděli, že je denní osvětlení spíše dostačující.
Dle měření pouze jedna ze čtyř obytných místností z hlediska denního osvětlení vyhovuje (viz kap. 7.2.3).
- Oba dotázaní se shodují, že během dne nemusí použít umělé osvětlení.
- Dotazovaná žena nemá pocit oslnění, dotazovaný muž má pocit oslnění odrazem od lesklých povrchů a pro jeho zabránění používá závěsy.
- Oba dotázaní určili jako nejpříjemnější místnost obývací pokoj 2.02.
Místnost 2.02 je orientována na jih, tvrzení tedy odpovídá předpokladu, že v místnostech orientovaných na jih se osoby cítí lépe.

Vyhodnocení barevnosti bytu:

- Převažující barvy stavebních konstrukcí jsou barvy neutrální (bílá), ostatních povrchů (nábytku) barvy teplé.
- Dotazovaný muž je s barevným řešením všech povrchů spokojen. Dotazovaná žena by preferovala teplé barvy stavebních konstrukcí (stěn), s barevným řešením ostatních povrchů je spokojena.

Celkové hodnocení bytu č. 2 dopadlo spíše nepříznivě. Dle výpočtu byt nevyhoví z hlediska proslunění z toho důvodu, že polovina osvětlovacích otvorů je orientována na sever a osvětlovací otvory orientované na jih nemají dostatečnou plochu.

Z hlediska denního osvětlení vyhoví pouze ložnice, a to pouze v případě, že je počítáno dle naměřených hodnot.

Při hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBToolCZ byt získal pouze 0,9 bodu z 10 možných. Ani jeden bod nebyl přidělen za rovnoměrnost denního osvětlení.

Uživatelé bytu jsou s hodnocenými parametry spíše spokojeni. Dobu proslunění bytu hodnotí jeden kladně a druhý záporně. Naopak denní osvětlení je podle obou dostačující a nemusí během dne používat umělé osvětlení. S barevným řešením bytu jsou uživatelé spíše spokojeni. Pocit oslnění odrazem od lesklých povrchů má pouze dotazovaný muž a používá proto závěsy. Jejich názory se s výpočty proslunění a denního osvětlení spíše neshodují.

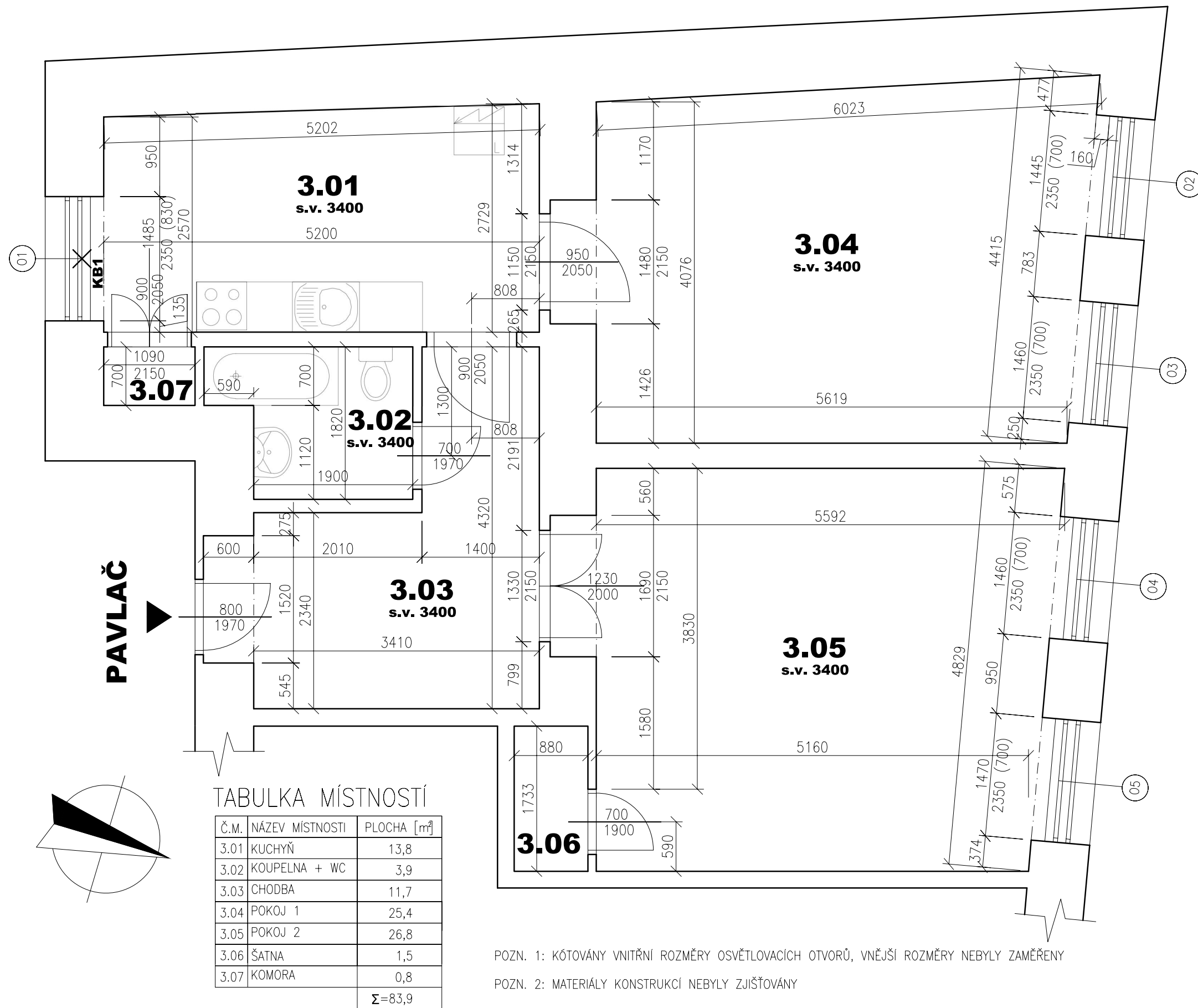
7.3 Byt č. 3

7.3.1 Popis bytu č. 3

Byt č. 3 je součástí bytového domu se 4 nadzemními podlažími, přičemž posuzovaný byt je umístěn ve 2. NP. Dispozičně je byt řešen jako 2+1 s užitnou plochou 83,9 m² a je stíněn okolními budovami z obou stran. Okna jsou orientována na sever a jih (přesná orientace viz obr. 60 – půdorys bytu č. 3). Nyní v bytě bydlí 3 osoby ve věku 21 až 24 let. Zaměření bytu včetně přesného zaměření osvětlovacích otvorů proběhlo dne 4.10.2018 pomocí laserového dálkoměru.



Obr. 59: Situace v M 1:500 – byt č. 3, vyznačení skutečného severu S_p a hlavních kót objektu; s využitím [12]



Obr. 60: Půdorys bytu č. 3 - vyznačení kontrolního bodu a směr skutečného severu S_p

7.3.2 Posouzení proslunění – byt č. 3

Určení kontrolních bodů v bytě č. 3 je uvedeno v tabulce 35:

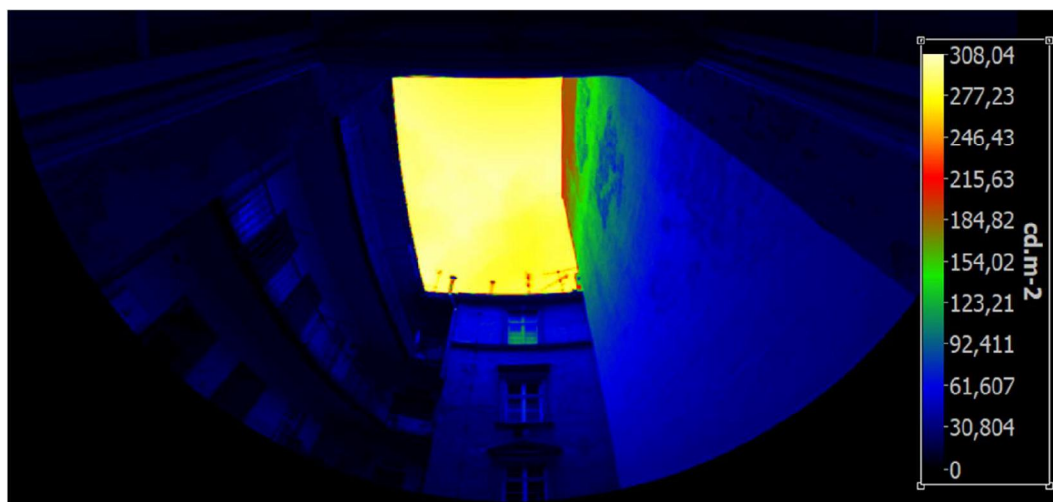
Tab. 35: Určení kontrolních bodů – byt č. 3

místnost	obytná místnost	plocha (m ²)	velikost osvětlovacích otvorů	kontrolní bod
kuchyň	ano ≥ 12 m ²	13,8	šířka i výška > 900 mm, 3,49 > 0,1 * 13,8 = 1,38 m ²	ANO (KB1)
pokoj 1	ano ≥ 8 m ²	25,4	šířka i výška > 900 mm, okno O3: 3,43 > 0,1 * 25,4 = 2,54 m ²	NE (sever)
pokoj 2	ano ≥ 8 m ²	26,8	šířka i výška > 900 mm, okno O5: 3,45 > 0,1 * 26,8 = 2,68 m ²	NE (sever)
Σ obytných ploch		66,0	1/3 obytných ploch	22,0

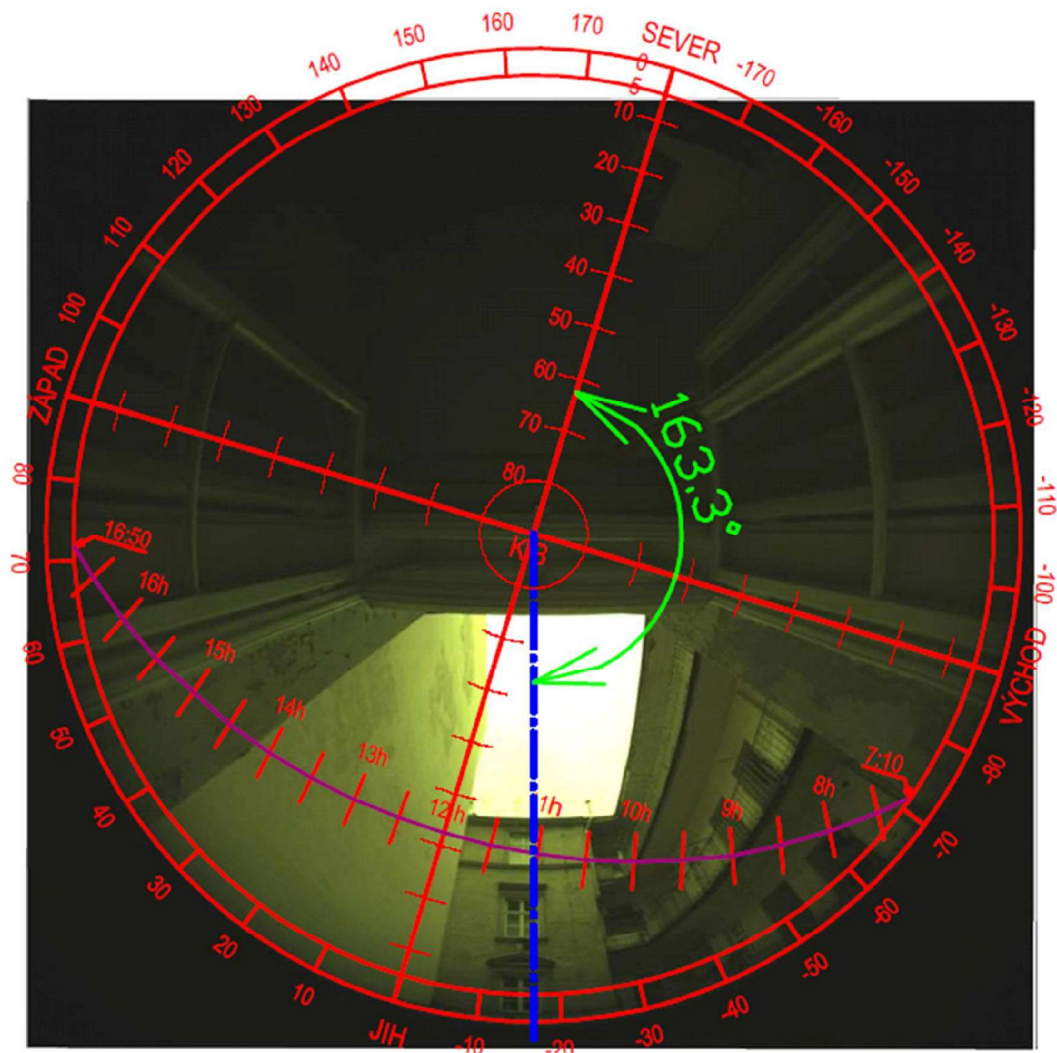
Prosluněna může být pouze kuchyň, ta ale nespĺňuje požadavek, aby byla prosluněna alespoň 1/3 všech obytných ploch bytu (13,8 m² < 22,0 m²). Byt tedy není prosluněn.

Pro zjištění, zda do KB1 v kuchyni budou dne 1. března dopadat sluneční paprsky, byla pořizena fotografie pomocí fotoaparátu s objektivem typu rybí oko. Po vložení ekvidistantního slunečního diagramu do fotografie (viz obr. 62) bylo zjištěno, že do KB1 Slunce nesvítí vůbec.

Jak už bylo zmíněno v kap. 2.1.4, přístroj umožňuje provádět i měření jasů, na obr. 61 je vidět rozložení jasů, přičemž fotografie byla pořizena ve stejné poloze přístroje jako v případě obr. 62.



Obr. 61: Rozložení jasů – fotografie pořizena fotoaparátem s objektivem typu rybí oko – byt č. 3



Obr. 62: Určení doby proslunění pomocí stereografického slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátom s objektivem typu rybí oko – byt č. 3

7.3.3 Posouzení denního osvětlení – byt č. 3

Z hlediska denního osvětlení budou posouzeny všechny obytné místnosti, tedy kuchyň 3.01 a pokoje 3.04 a 3.05. Měření jasů pro výpočet činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) proběhlo dne 20.11. 2018 odpoledne v místnosti 3.01 (popis měření viz kap. 4.2), v ostatních místnostech je použito stejné zasklení, a proto měření nebylo opakováno. Dále byly tento den změřeny veličiny pro výpočet činitele odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů. K měření byl použit jasoměr a luxmetr (popis měření viz kap. 4.1). Dále byly určeny činitelé odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů pomocí vzorníku CEMIX [2].

7.3.3.1 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 3.01

Na obr. 63 až 66 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 36 a 37 včetně výsledků měření. Plocha tmavé kuchyňské pracovní desky (viz obr. 63 a 65) byla započítána do plochy podlahy.



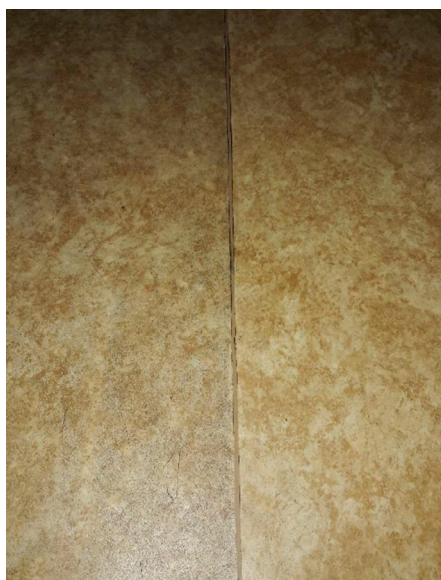
Obr. 63: Místnost 3.01 – pohled od okna



Obr. 64: Místnost 3.01 – dveře do komory



Obr. 65: Místnost 3.01 – barevnost kuchyňské pracovní desky



Obr. 66: Místnost 3.01 – barevnost podlahy

Tab. 36: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 3.01

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
omítka - stěny + strop	bílá	0,75 - 0,8	0,83	1,25	4,36	0,901	0,894
				1,23	4,34	0,890	
				1,23	4,34	0,890	
podlaha	středně hnědá	0,25	0,34	1,88	13,7	0,431	0,417
				2,03	13,77	0,463	
				1,54	12,14	0,399	
				1,44	12,11	0,374	
kuchyňská linka	bílá	0,75 - 0,8	0,83	1,37	5,21	0,826	0,825
				1,37	5,23	0,823	
obklad - kuchyňská linka	bílá	0,75 - 0,8	0,83	0,96	3,68	0,820	0,820
				0,92	3,52	0,821	
dveře - rám	krémová	0,6 - 0,7	0,74	2,39	10,04	0,748	0,744
				2,38	10,1	0,740	
dveře - sklo	sklo	není definováno	není definováno	0,78	9,76	0,251	0,251
				0,77	9,66	0,250	
kuchyňská pracovní deska	tmavé mořené dřevo	0,1 - 0,2	0,16	0,07	2,54	0,087	0,118
				0,12	2,58	0,146	
				0,09	2,36	0,120	
okno - rám	krémová	0,6 - 0,7	0,74	-	-	-	-
okno - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

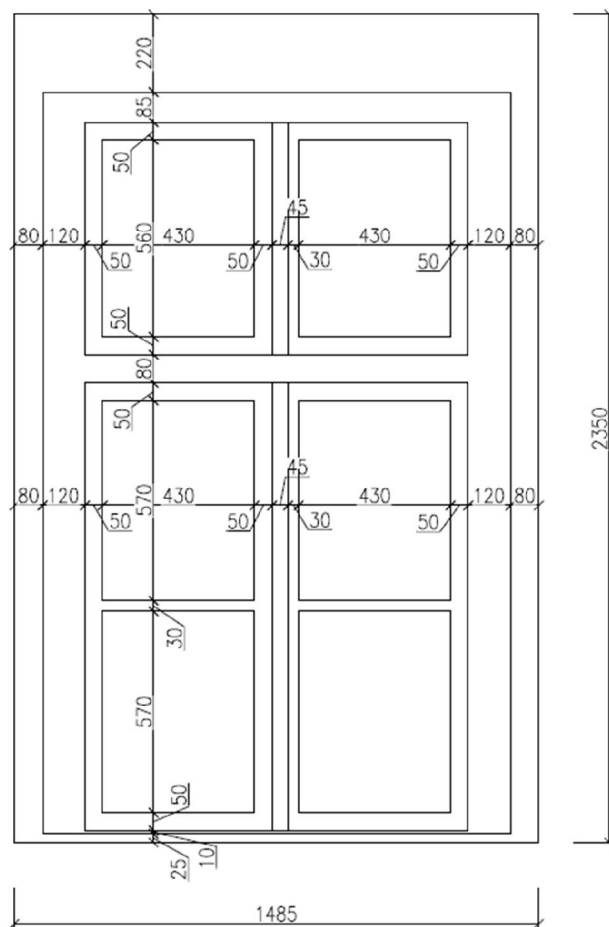
Tab. 37: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 3.01

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	52,37	0,80	0,83	0,894
podlaha	12,18	0,25	0,34	0,417
kuchyňská linka	3,93	0,80	0,83	0,825
obklad - kuchyňská linka	1,62	0,80	0,83	0,820
dveře - rám	5,46	0,70	0,74	0,744
dveře - sklo	1,40	0,25	0,25	0,251
kuchyňská pracovní deska	1,62	0,20	0,16	0,118
okno - rám	2,03	0,70	0,74	0,70
okno - sklo	1,46	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,68	0,71	0,76

Tab. 38: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 3.01 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	54,47	0,827
strop	13,80	0,894
podlaha	13,80	0,382

V místnosti 3.01 je umístěn jeden osvětlovací otvor, a to dvoukřídle kastlové dřevěné okno (viz obr. 59), přičemž všechna okenní křídla jsou zasklena jednoduchým zasklením.



Obr. 67: Schéma okna O1 v M 1:20 v místnosti 3.01

Pro výpočet byla zaměřena vnější okenní křídla, protože mají menší zasklenou plochu než křídla vnitřní a byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) dle vztahu (7):

$$A_s = (2 \times 0,43) \times ((0,57 \times 2) + 0,56) = 1,462 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,485 \times 2,35 = 3,48975 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,462}{3,48975} = 0,419 \text{ (-)}$$

Hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ dle ČSN 73 0580–1 [4] a dle měření pro okno O1 jsou uvedeny v tabulce 39. Z důvodu co nejkratšího časového úseku mezi měřeními L_s (cd/m²) a L_o (cd/m²) bylo měřeno pouze vnější okenní křídlo s jednoduchým zasklením a z naměřených hodnot vypočteno $T_{s,nor}$ pro celé okno.

Tab. 39: Měření činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) v místnosti 3.01

č. měření	odhad dle normových hodnot		Měření				Průměr $T_{s,nor}$ (-)
	$T_{s,nor}$ (-)	$T_s = T_{s,nor}^n$ (-)	L_s (cd/m ²)	L_o (cd/m ²)	$T_{s,nor}$ (-) - 1 sklo	$T_{s,nor}$ (-) - celé okno	
1	0,92	0,846	38,67	42,2	0,9164	0,840	0,839
2		(dvojsklo, n=2)	39,22	42,83	0,9157	0,839	

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 40. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší než u hodnot normových, ale ani v jednom případě nejsou splněny požadavky uvedené v kap. 3.2 a obytná místnost z hlediska denního osvětlení tedy nevyhovuje. Grafické výstupy z programu viz příloha B.3.1.

Tab. 40: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 3.01

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	0,4 %	0,4 %
dle normových hodnot	0,2 %	0,2 %

7.3.3.2 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 3.04

Na obr. 68 až 70 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 41 a 42 včetně výsledků měření.



Obr. 68: Místnost 3.04 – pohled ode dveří



Obr. 69: Místnost 3.04 – pohled od okna



Obr. 70: Místnost 3.04 – barevnost podlahy

Tab. 41: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 3.04

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	Průměr ρ (-)
omítka - stěny + strop	bílá	0,75-0,8	0,87	5,2	17,98	0,909	0,908
				3,14	10,88	0,907	
podlaha	světlé přírodní dřevo	0,35-0,5	0,21	0,47	8,02	0,184	0,186
				0,47	7,88	0,187	
dveře - rám	krémová	0,6-0,7	0,74	2,39	10,04	0,748	0,744
				2,38	10,1	0,740	
dveře - sklo	sklo	není definováno	není definováno	0,78	9,76	0,251	0,251
				0,77	9,66	0,250	
okna - rámy	krémová	0,6 - 0,7	0,74	-	-	-	-
okna - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

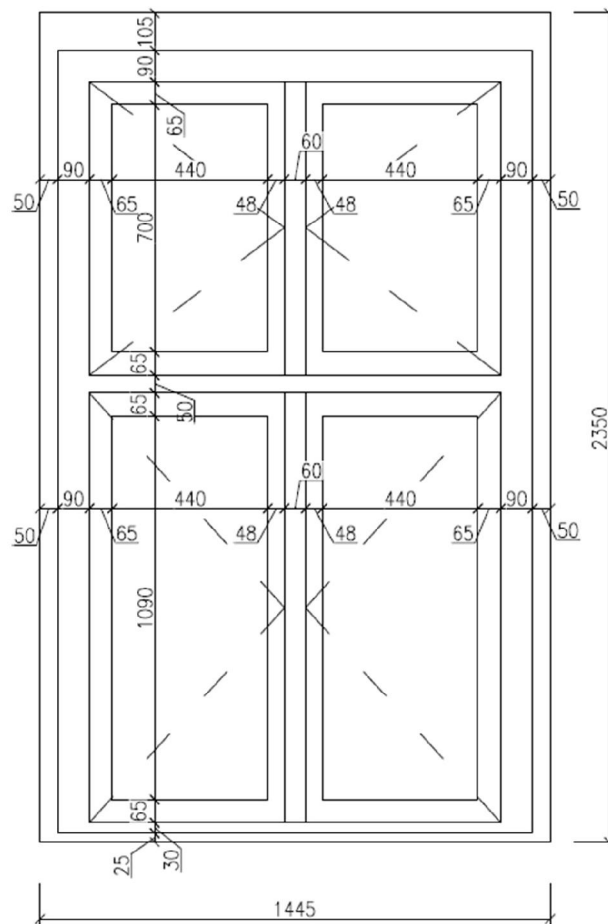
Tab. 42: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 3.04

Povrch	Plocha S_i (m^2)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	91,72	0,80	0,87	0,908
podlaha	25,40	0,35	0,21	0,186
dveře - rám	1,70	0,70	0,74	0,744
dveře - sklo	0,77	0,25	0,25	0,251
okno - rám	3,68	0,70	0,74	0,70
okno - sklo	3,15	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,68	0,71	0,73

Tab. 43: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 3.04 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m^2)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	75,62	0,854
strop	25,40	0,908
podlaha	25,40	0,186

V místnosti 3.04 jsou umístěny dva osvětlovací otvory, a to dvoukřídlá kastlová dřevěná okna. Všechna okenní křídla jsou zasklena jednoduchým zasklením.



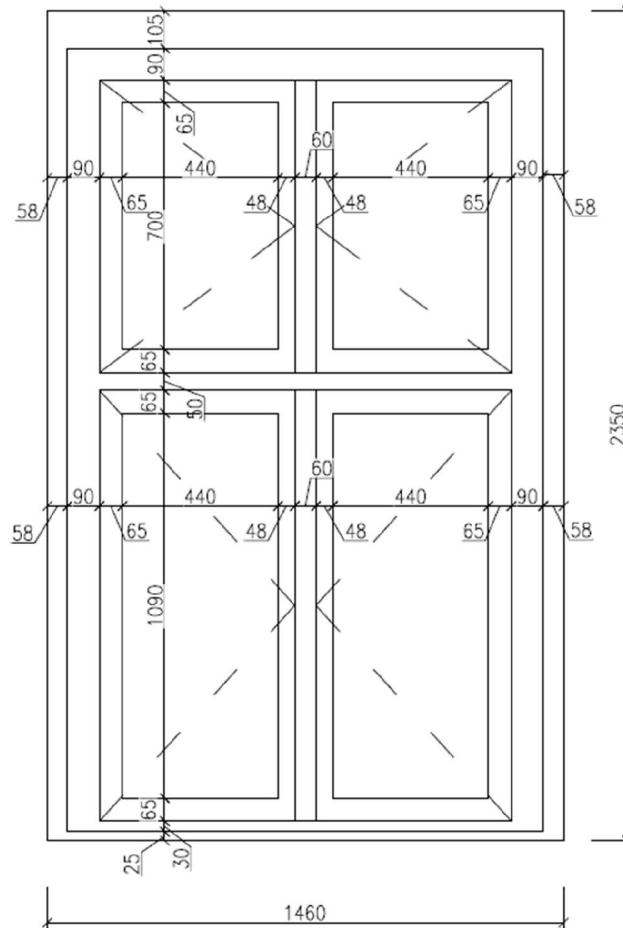
Obr. 71: Schéma okna O2 v M 1:20 v místnosti 3.04

Pro výpočet byla zaměřena vnější okenní křídla, protože mají menší zasklenou plochu než křídla vnitřní a byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) pro okno O2 dle vztahu (7):

$$A_s = (2 \times 0,44) \times (1,09 + 0,7) = 1,5752 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,445 \times 2,35 = 3,39575 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,5752}{3,39575} = 0,464 \text{ (-)}$$



Obr. 72: Schéma okna O3 v M 1:20 v místnosti 3.04

Pro výpočet byla zaměřena vnější okenní křídla, protože mají menší zasklenou plochu než křídla vnitřní a byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) pro okno O3 dle vztahu (7):

$$A_s = (2 \times 0,44) \times (1,09 + 0,7) = 1,5752 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,46 \times 2,35 = 3,431 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,5752}{3,431} = 0,459 \text{ (-)}$$

Hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ pro okna O2 a O3 byly uvažovány stejné jako pro osvětlovací otvor v místnosti 3.01, hodnoty dle ČSN 73 0580–1 [4] a naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 39.

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 44. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší než u hodnot normových, ale ani v jednom

případě nejsou splněny požadavky uvedené v kap. 3.2 a obytná místnost z hlediska denního osvětlení tedy nevyhovuje. Grafické výstupy z programu viz příloha B.3.2.

Tab. 44: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 3.04

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	0,5 %	0,5 %
dle normových hodnot	0,2 %	0,2 %

7.3.3.3 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 3.05

Barevné řešení místnosti 3.05 je stejné jako místnosti 3.04 (viz obr. 68 až 70). Všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 45 a 46 včetně výsledků měření.

Tab. 45: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 3.05

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	Průměr ρ (-)
omítka - stěny + strop	bílá	0,75-0,8	0,87	5,2	17,98	0,909	0,908
				3,14	10,88	0,907	
podlaha	světlé přírodní dřevo	0,35-0,5	0,21	0,47	8,02	0,184	0,186
				0,47	7,88	0,187	
dveře	krémová	0,6-0,7	0,74	2,39	10,04	0,748	0,744
				2,38	10,1	0,740	
dveře - sklo	sklo	není definováno	není definováno	0,78	9,76	0,251	0,251
				0,77	9,66	0,250	
okna - rámy	krémová	0,6 - 0,7	0,74	-	-	-	-
okna - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

Tab. 46: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 3.05

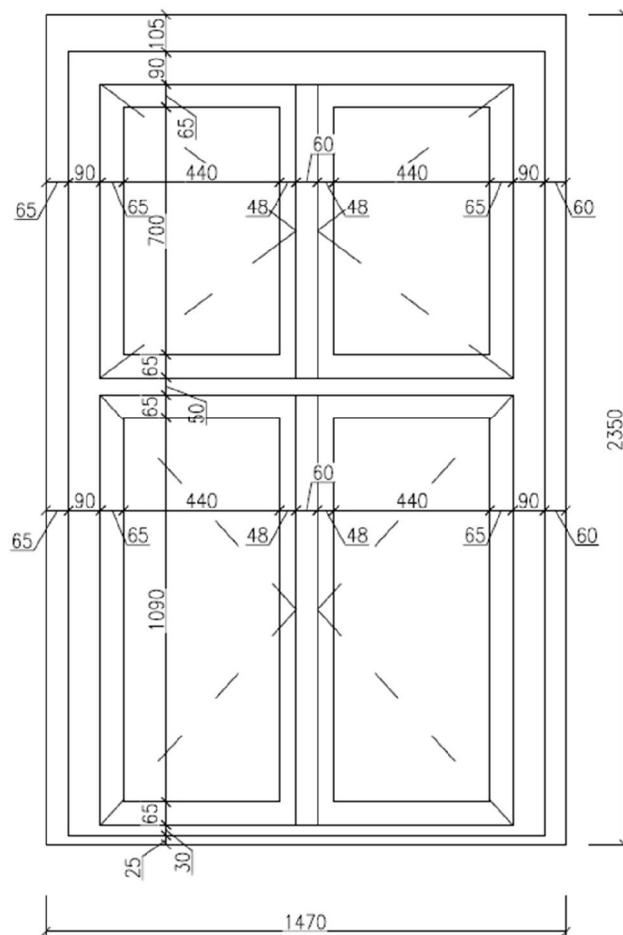
Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	88,59	0,80	0,87	0,908
podlaha	26,80	0,35	0,21	0,186
dveře - rám	3,77	0,70	0,74	0,744
dveře - sklo	0,63	0,25	0,25	0,251
okno - rám	3,74	0,70	0,74	0,70
okno - sklo	3,15	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,68	0,70	0,72

Tab. 47: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 3.05 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	73,07	0,848
strop	26,80	0,908
podlaha	26,80	0,186

V místnosti 3.05 jsou umístěny dva osvětlovací otvory, a to dvoukřídlá kastlová dřevěná okna. Všechna okenní křídla jsou zasklena jednoduchým zasklením.

Okno O4 je stejné jako okno O3 (viz obr. 72), a proto platí stejná hodnota činitele zohledňujícího vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo $T_k = 0,459$ (-).



Obr. 73: Schéma okna O5 v M 1:20 v místnosti 3.05

Pro výpočet byla zaměřena vnější okenní křídla, protože mají menší zasklenou plochu než křídla vnitřní a byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) pro okno O5 dle vztahu (7):

$$A_s = (2 \times 0,44) \times (1,09 + 0,7) = 1,5752 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,47 \times 2,35 = 3,4545 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,5752}{3,4545} = 0,456 \text{ (-)}$$

Hodnota činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ byla uvažována stejná jako pro osvětlovací otvor v místnosti 3.01, hodnoty dle ČSN 73 0580–1 [4] a naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 39.

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 48. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší než u hodnot normových, ale ani v jednom případě nejsou splněny požadavky uvedené v kap. 3.2 a obytná místnost z hlediska denního osvětlení tedy nevyhovuje. Grafické výstupy z programu viz příloha B.3.3.

Tab. 48: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 3.05

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	0,4 %	0,4 %
dle normových hodnot	0,2 %	0,2 %

7.3.4 Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 3

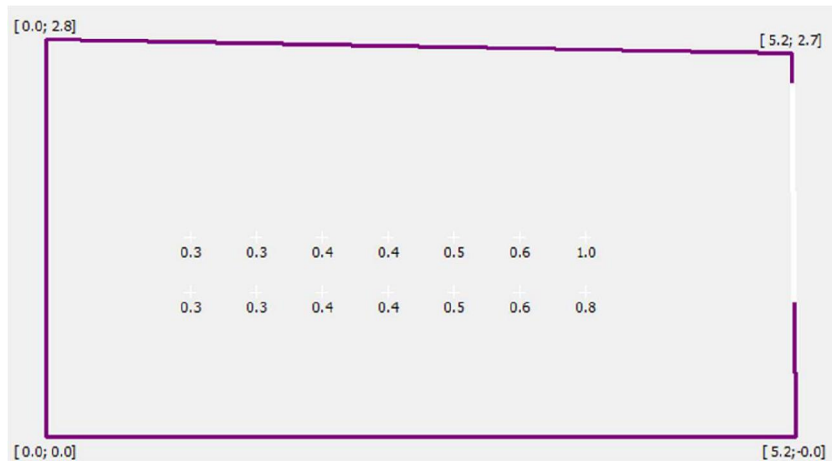
7.3.4.1 Kuchyň 3.01

Kuchyň nespĺňuje požadavky z hlediska denního osvětlení kladené na obytné místnosti, a proto:

$$K_{1,kuchyň} = 0 \text{ kreditů}$$

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,3}{1,0} = 0,3 > U_{pož} = 0,2$$



Obr. 74: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 3.01, výstup z programu Světlo+ [11]

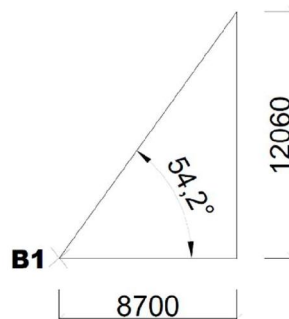
Požadavek je splněn s rezervou $R = 0,1$ a zisk kreditů za kritérium K2 (hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení) je vypočítán dle tabulky 1:

$$K_{2,kuchyň} = \frac{10 \cdot 0,1}{0,15} = 6,67 \text{ kreditu}$$

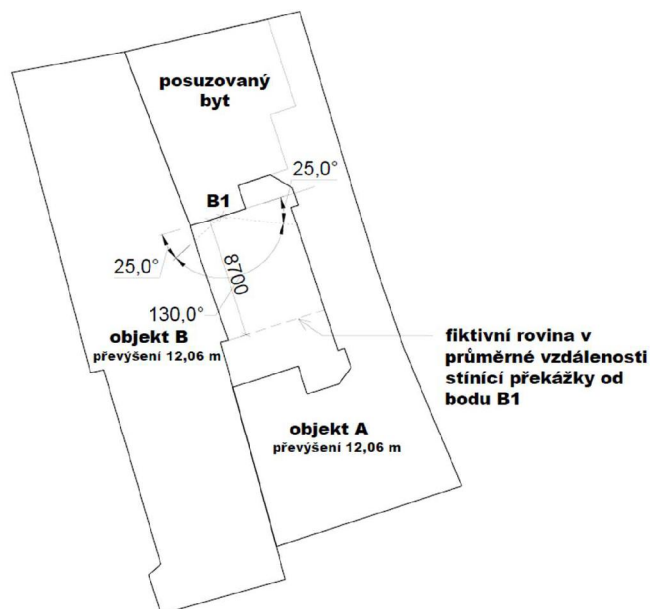
Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,kuchyň} = \frac{130 \cdot (30 - 54,2)}{390} = -8,1 \text{ kreditu} \rightarrow 0 \text{ kreditů}$$

- bod B1 je umístěn v okně O1 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v celém uvažovaném rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 76)
- úhel zastínění $Z = 54,2^\circ$ (viz obr. 75)



Obr. 75: Určení úhlu zastínění Z ($^\circ$) – místnost 3.01



Obr. 76: Vyznačení úhlů a průměrné vzdálenosti stínící překážky pro hodnocení kritéria K3 – místnost 3.01

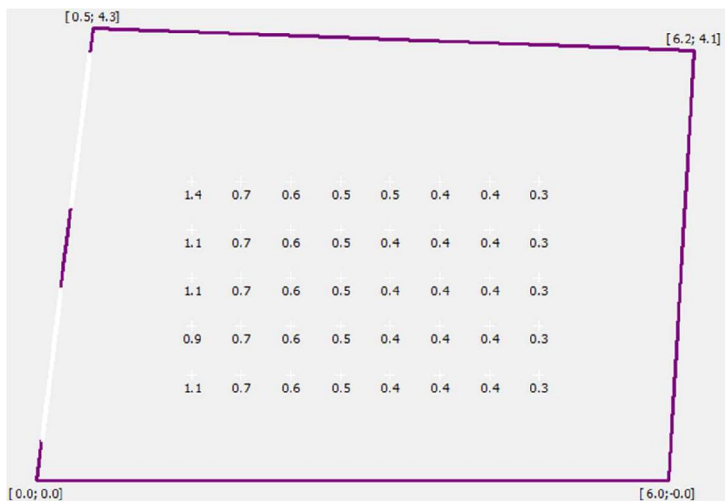
7.3.4.2 Pokoj 1 3.04

Pokoj 1 nesplňuje požadavky z hlediska denního osvětlení kladené na obytné místnosti, a proto:

$$K_{1,pokoj\ 1} = 0 \text{ kreditů}$$

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,3}{1,4} = 0,214 > U_{pož} = 0,2$$



Obr. 77: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 3.04, výstup z programu Světlo+ [11]

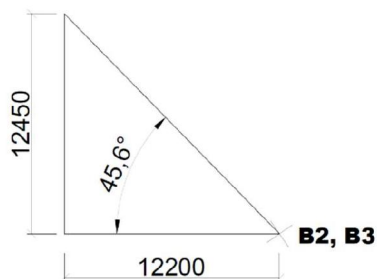
Požadavek je splněn s rezervou $R = 0,014$ a zisk kreditů za kritérium K2 (hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení) je vypočítán dle tabulky 1:

$$K_{2,pokoj\ 1} = \frac{10 \cdot 0,014}{0,15} = 0,93 \text{ kreditu}$$

Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,pokoj\ 1} = \frac{130 \cdot (30 - 45,6)}{390} = -5,2 \text{ kreditu} \rightarrow 0 \text{ kreditů}$$

- bod B2 v okně O2 je umístěn dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v celém uvažovaném rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 59 – situace)
- úhel zastínění $Z = 45,6^\circ$ (viz obr. 78)



Obr. 78: Určení úhlu zastínění Z ($^\circ$) – místnost 3.04

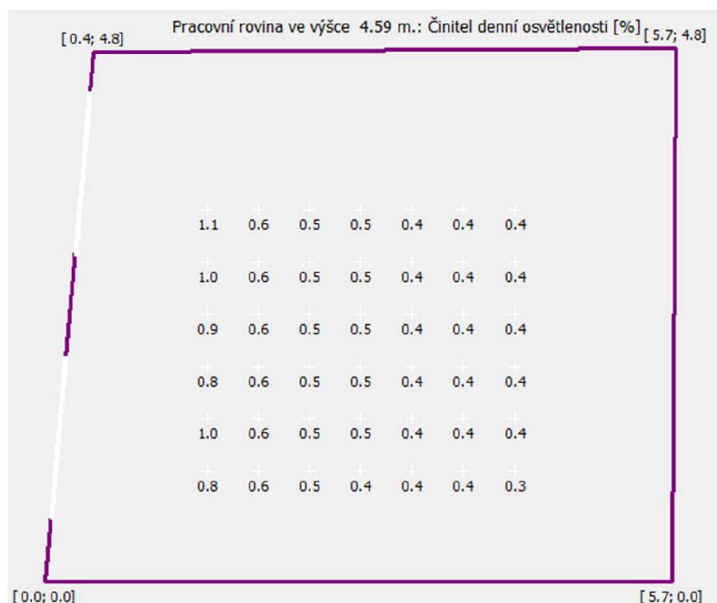
7.3.4.3 Pokoj 2 3.05

Pokoj 2 nesplňuje požadavky z hlediska denního osvětlení kladené na obytné místnosti, a proto:

$$K_{1,pokoj\ 2} = 0 \text{ kreditů}$$

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,3}{1,1} = 0,273 > U_{pož} = 0,2$$



Obr. 79: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 3.05, výstup z programu Světlo+ [11]

Požadavek je splněn s rezervou $R = 0,073$ a zisk kreditů za kritérium K2 (hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení) je vypočítán dle tabulky 1:

$$K_{2,pokoj 2} = \frac{10 \cdot 0,073}{0,15} = 4,87 \text{ kreditu}$$

Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,pokoj 2} = \frac{130 \cdot (30 - 45,6)}{390} = -5,2 \text{ kreditu} \rightarrow 0 \text{ kreditů}$$

- bod B3 v okně O4 je umístěn dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v celém uvažovaném rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 59 – situace)
- úhel zastínění $Z = 45,6^\circ$, stejný jako u bodu B2 (viz obr. 78)

7.3.4.4 Celkové hodnocení bytu č. 3 dle metodiky SBToolCZ

Výpočet kreditů za jednotlivá kritéria pro celý posuzovaný byt:

$$K_1 = 0 \text{ kreditů}$$

$$K_2 = \frac{6,67 + 0,93 + 4,87}{3} = 4,16 \text{ kreditu}$$

$$K_3 = 0 \text{ kreditů}$$

Celkové kreditové ohodnocení pro byt č. 3 vypočteno ze vztahu (11):

$$K_{\text{byt č. 3}} = K_1 + K_2 + K_3 = 1 + 0,42 + 5 = 6,42 \text{ kreditu}$$

Získané body dle kreditového ohodnocení (tabulka 2): **2,1 bodu z 10 možných**

7.3.5 Vyhodnocení dotazníků a porovnání názorů uživatelů bytu č. 3 s vypočtenými hodnotami

Charakteristika dotazovaných osob:

- Žena – 24 let, nosí kontaktní čočky na dálku, v bytě tráví 2-5 hodin denně, preferuje přirozené osvětlení
- Žena – 24 let, nosí brýle a kontaktní čočky na dálku, v bytě tráví 2-5 hodin denně, preferuje přirozené osvětlení
- Žena – 21 let, nemá problém se zrakem, v bytě tráví 2-5 hodin denně, preferuje přirozené osvětlení

Vyhodnocení proslunění:

- Všechny dotázané odpověděly, že většina oken v bytě není orientována na slunečnou stranu.
Okna v místnostech 3.04 a 3.05 jsou orientována na sever.
- Dvě z dotázaných odpověděly, že proslunění bytu není dostatečné, jedna odpověděla, že je.
Dle výpočtu byt z hlediska proslunění nevyhoví (viz kap. 7.3.2).

Vyhodnocení denního osvětlení:

- Všechny dotázané se shodují, že denní osvětlení není dostačující a během dne musí použít i umělé osvětlení.
Dle měření ani jedna obytná místnost z hlediska denního osvětlení nevyhoví (viz kap. 7.3.3).
- Ani jedna z dotázaných nemá pocit oslnění a nemusí používat stínění.
- Dvě z dotázaných určily jako nejpříjemnější místnost pokoj 3.04, i když je orientována na sever.

Vyhodnocení barevnosti bytu:

- Převažující barvy stavebních konstrukcí i ostatních povrchů (nábytku) jsou barvy neutrální (bílá, šedá).
- Jedna z dotázaných není spokojená s barevným řešením stavebních konstrukcí a preferovala by teplé barvy, ostatní jsou spokojeny s celkovým barevným řešením bytu.

Celkové hodnocení bytu č. 3 dopadlo nepříznivě. Dle výpočtů byt nevyhoví z hlediska proslunění, protože většina osvětlovacích otvorů je orientována na sever. Z hlediska denního osvětlení nevyhoví ani jedna obytná místnost.

Při hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBToolCZ byt získal pouze 2,1 bodu z 10 možných. Žádný kredit nebyl přidělen za množství denního světla a za výhled z místností, protože z obou stran bytu jsou v těsné blízkosti umístěny okolní budovy.

Uživatelé bytu jsou s hodnocenými parametry spíše nespokojeni. Doba proslunění je pro většinu nedostatečná, denní osvětlení je nedostatečné pro všechny a musí používat během dne i umělé osvětlení. S barevným řešením bytu jsou uživatelé spíše spokojeni. Pocit oslnění nemá ani jedna z dotázaných, což odpovídá i situaci, protože z obou stran je byt stíněný okolními objekty. Názory uživatelů na jednotlivé otázky jsou téměř shodné a odpovídají i výpočtům proslunění a denního osvětlení.

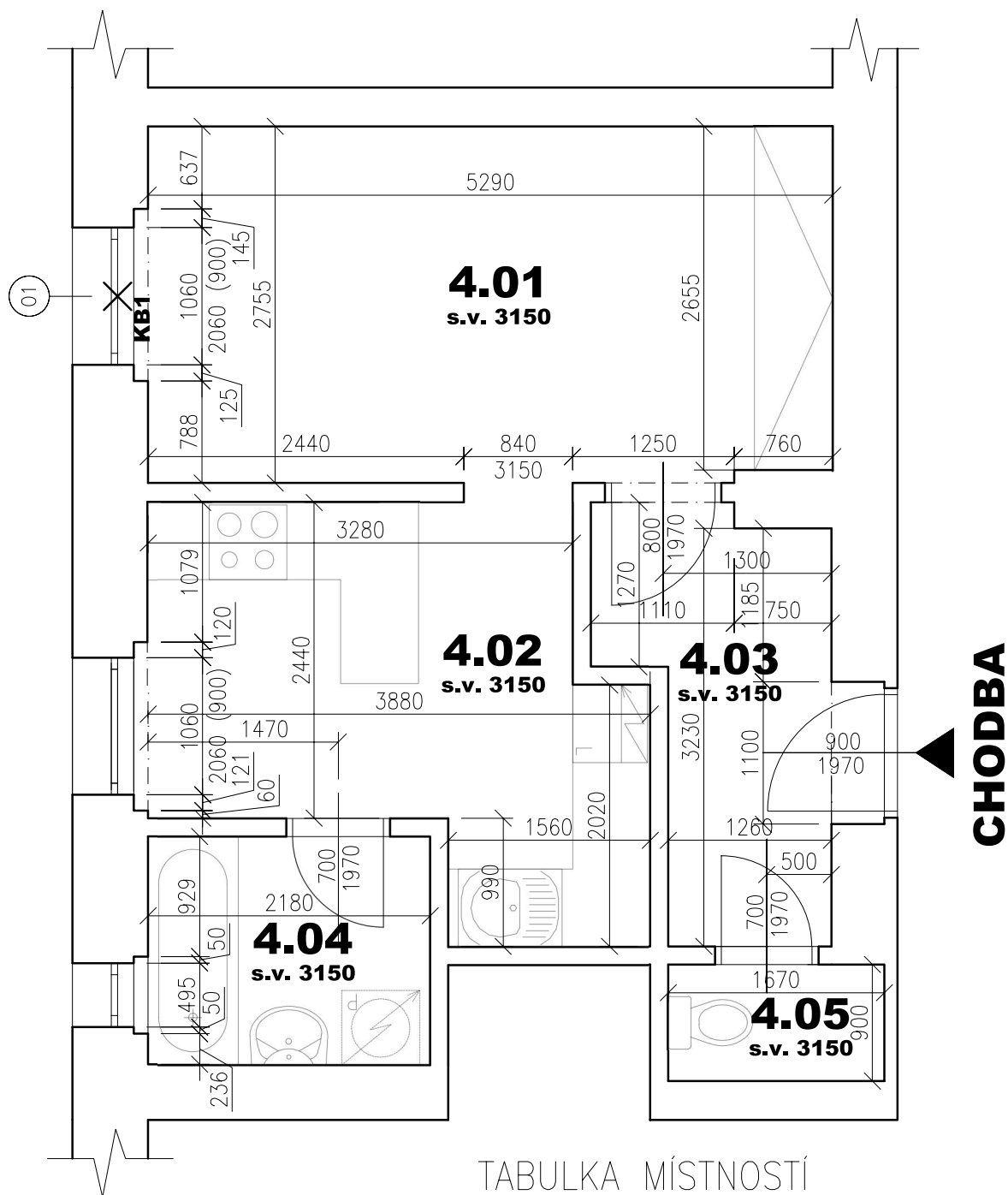
7.4 Byt č. 4

7.4.1 Popis bytu č. 4

Byt č. 4 je součástí bytového domu se 4 nadzemními podlažími, přičemž posuzovaný byt je umístěn ve 2.NP. Dispozičně je byt řešen jako 1+1 s užitnou plochou 35,4 m², okna má orientovaná na západ (přesná orientace viz obr. 81 – půdorys bytu č. 4) a je stíněn okolními budovami. Nyní v bytě bydlí 1 osoba ve věku 27 let. Zaměření bytu včetně přesného zaměření osvětlovacích otvorů proběhlo dne 9.10.2018 pomocí laserového dálkoměru.



Obr. 80: Situace v M 1:500 – byt č. 4, vyznačení skutečného severu S_p , hlavních kót objektů a odstupových vzdáleností; s využitím [12]



TABULKA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]
4.01	LOŽNICE	14,5
4.02	KUCHYŇ	10,2
4.03	CHODBA	5,4
4.04	KOUPELNA	3,8
4.05	WC	1,5
	Σ	35,4

POZN. 1: KÓTOVÁNY VNITŘNÍ ROZMĚRY OSVĚTLOVACÍCH OTVORŮ, VNĚJŠÍ ROZMĚRY NEBYLY ZAMĚŘENY

POZN. 2: MATERIÁLY KONSTRUKCÍ NEBYLY ZJIŠŤOVÁNY

Obr. 81: Půdorys bytu č. 4 - vyznačení kontrolního bodu a směr skutečného severu S_p

7.4.2 Posouzení proslunění – byt č. 4

Určení kontrolních bodů v bytě č. 4 je uvedeno v tabulce 49:

Tab. 49: Určení kontrolních bodů – byt č. 4

místnost	obytná místnost	plocha (m ²)	velikost osvětlovacích otvorů	kontrolní bod
pokoj	ano ≥ 8 m ²	14,5	šířka i výška > 900 mm, 2,18 > 0,1 * 14,5 = 1,45 m ²	ANO (KB1)
kuchyň	ne < 12 m ²	10,2	--	--
Σ obytných ploch		14,5	1/3 obytných ploch	4,8 $\bar{3}$

Prosluněn může být pouze pokoj s plochou 14,5 m², ten splní požadavek, aby byla prosluněna alespoň 1/3 všech obytných ploch bytu (14,5 m² > 4,8 $\bar{3}$ m²). KB1 je vyznačen v půdorysu bytu č. 4 (obr. 81).

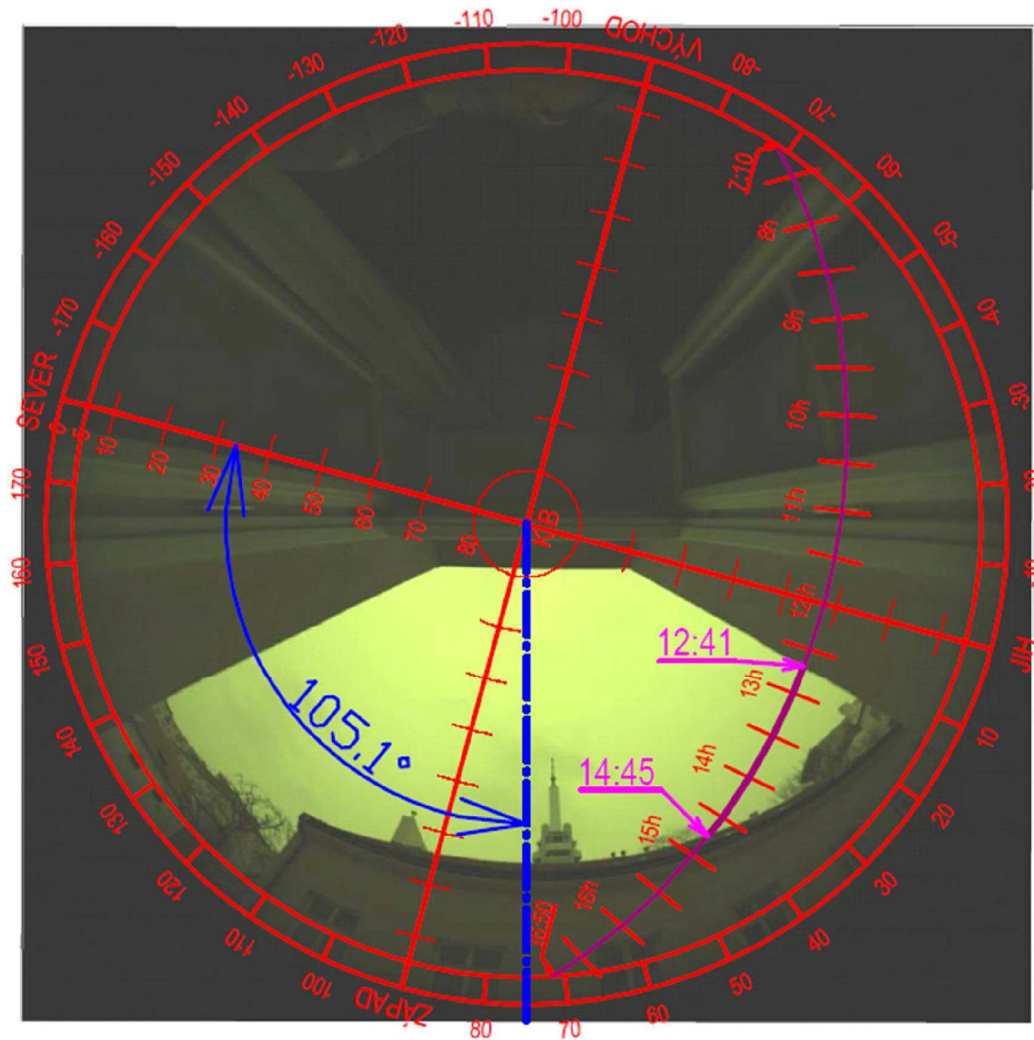
Pomocí softwaru Světlo+ [11] bylo zjištěno, že do kontrolního bodu KB1 Slunce svítí 139 minut (od 12:35 do 14:54) dne 1. března, což je více než požadovaných 90 minut. Ostatní výstupy z programu včetně pravoúhlého slunečního diagramu viz příloha A.2.

Doba proslunění byla ověřena pomocí ekvidistančního slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátem s objektivem typu rybí oko (viz obr. 82). Tato fotografie byla pořízena dne 20.11.2018. V tabulce 50 jsou porovnány výsledky z programu Světlo+ [11] a výsledky získané z ekvidistančního diagramu.

Tab. 50: Porovnání doby proslunění dle programu Světlo+ [11] a dle ekvidistančního diagramu

Kontrolní bod	od - do		tj. minut	
	Světlo+ [11]	ekvidistanční diagram	Světlo+ [11]	ekvidistanční diagram
KB1	12:35 - 14:54	12:41 - 14:45	139 min	124 min

Byt je prosluněn. Výsledky jsou téměř totožné, doba proslunění se liší pouze o 15 minut. Rozdíl je způsoben tím, že v programu Světlo+ [11] je kontrolní bod umístěn na fasádě a není tedy zohledněno, že kontrolnímu bodu stíní i ostění. Dalším důvodem je nepřesný odhad výšky stínící překážky. Výsledky získané z ekvidistančního diagramu jsou přesnější, protože při pořízení fotografie byl přístroj umístěn přesně ve vnitřní rovině zasklení.



Obr. 82: Určení doby proslunění pomocí ekvidistančního slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátom s objektivem typu rybí oko – byt č. 4

7.4.3 Posouzení denního osvětlení – byt č. 4

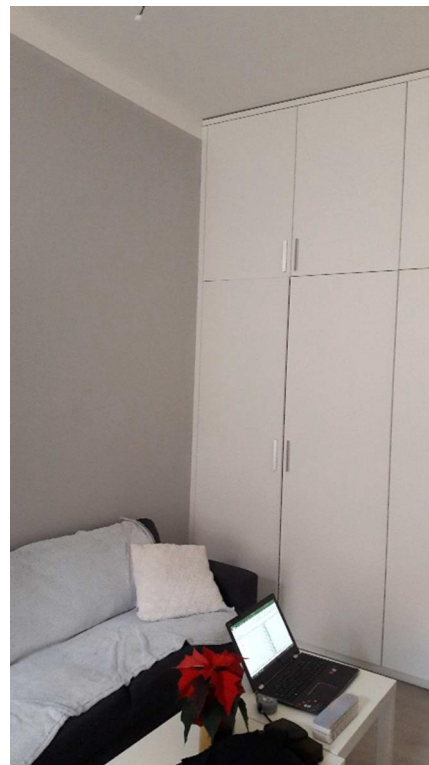
Z hlediska denního osvětlení bude posouzena jediná obytná místnost v bytě, a to pokoj 4.01. Měření jasů pro výpočet činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) proběhlo dne 20.11. 2018 odpoledne (popis měření viz kap. 4.2). Dále byly tento den změřeny veličiny pro výpočet činitele odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů. K měření byl použit jasoměr a luxmetr (popis měření viz kap. 4.1). Dále byly určeny činitelé odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů pomocí vzorníku CEMIX [2].

7.4.3.1 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 4.01

Na obr. 83 až 85 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů. Všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 51 a 52 včetně výsledků měření. Do povrchů stěn byla započítána i bílá vestavěná skříň (viz obr. 84).



Obr. 83: Místnost 4.01 – pohled ode dveří



Obr. 84: Místnost 4.01 – pohled od okna



Obr. 85: Místnost 4.01 – barevnost podlahy

Tab. 51: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 4.01

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
omítka bílá - stěny	bílá	0,75 - 0,8	0,89	5,66	19,85	0,896	0,892
				5,26	18,59	0,889	
omítka šedá - stěna	světle šedá	0,4 - 0,6	0,54	2,29	13,07	0,550	0,555
				2,22	12,47	0,559	
omítka - strop	bílá	0,75 - 0,8	0,89	5,29	18,13	0,917	0,916
				5,37	18,45	0,914	
podlaha	světle šedá	0,4 - 0,6	0,57	3,39	24,73	0,431	0,428
				3,64	26,87	0,426	
dveře - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,89	2,14	8,92	0,754	0,753
				1,84	7,69	0,752	
vestavěná skříň	bílá	0,75 - 0,8	0,83	3,93	15,41	0,801	0,802
				3,91	15,32	0,802	
dveře - sklo	sklo	není definováno	není definováno	0,6	11,72	0,161	0,160
				0,56	10,99	0,160	
okno - rám	krémová	0,6 - 0,7	0,74	-	-	-	-
okno - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

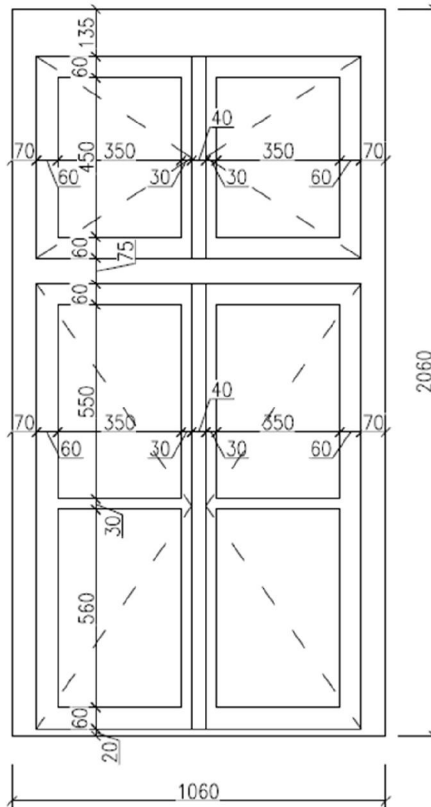
Tab. 52: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 4.01

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka bílá - stěny	20,47	0,80	0,89	0,892
omítka šedá - stěna	14,77	0,50	0,50	0,555
omítka - strop	13,05	0,80	0,66	0,916
podlaha	13,05	0,50	0,57	0,428
dveře - rám	1,02	0,75	0,80	0,753
vestavěná skříň	8,36	0,80	0,83	0,802
dveře - sklo	0,80	0,16	0,16	0,160
okno - rám	1,09	0,70	0,74	0,70
okno - sklo	1,09	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,67	0,68	0,71

Tab. 53: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 4.01 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	47,60	0,734
strop	13,05	0,916
podlaha	13,05	0,428

V místnosti 4.01 je umístěn jeden osvětlovací otvor, a to dvoukřídle dřevěné okno (viz obr. 86), přičemž všechna okenní křídla jsou zasklena dvojsklem.



Obr. 86: Schéma okna O1 v M 1:20 v místnosti 4.01

Dle zaměření byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) pro okno O1 dle vztahu (7):

$$A_s = (2 \times 0,35) \times (0,56 + 0,55 + 0,45) = 1,092 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,06 \times 2,06 = 2,1836 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,092}{2,1836} = 0,530 \text{ (-)}$$

Hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ dle ČSN 73 0580–1 [4] a dle měření pro okno O1 jsou uvedeny v tabulce 54. Tyto hodnoty se liší z toho důvodu, že se jedná o izolační dvojsklo a meziskelní prostor není vyplněn vzduchem, ale jiným plynem (např. argonem nebo jiným inertním plynem) a tento plyn snižuje vstup světla.

Tab. 54: Měření činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) v místnosti 4.01

č. měření	odhad dle normových hodnot		Měření			
	$T_{s,nor}$ (-)	$T_s = T_{s,nor}^n$ (-)	L_s (cd/m ²)	L_o (cd/m ²)	$T_{s,nor}$ (-) - celé okno	Průměr $T_{s,nor}$ (-)
1	0,92	0,846	108,1	137,5	0,786	0,789
2		(dvojsklo, n=2)	111,3	140,5	0,792	

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 55. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší než u hodnot normových, ale ani v jednom případě nejsou splněny požadavky uvedené v kap. 3.2 a obytná místnost z hlediska denního osvětlení tedy nevyhovuje. Grafické výstupy z programu viz příloha B.4.1.

Tab. 55: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 4.01

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	0,6 %	0,6 %
dle normových hodnot	0,4 %	0,4 %

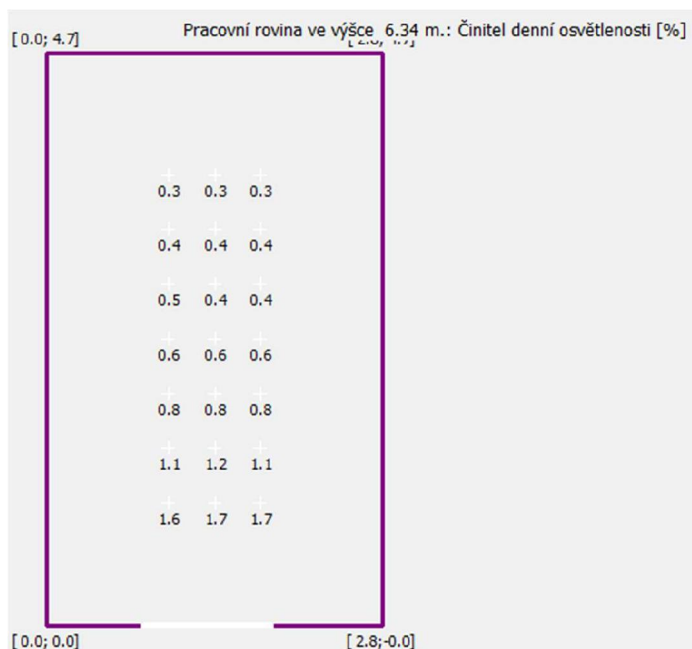
7.4.4 Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 4

Pokoj 4.01 nesplňuje požadavky z hlediska denního osvětlení kladené na obytné místnosti, a proto:

$$K_{1,pokoj} = 0 \text{ kreditů}$$

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,3}{1,7} = 0,176 < U_{pož} = 0,2$$



Obr. 87: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 4.01, výstup z programu Světlo+ [11]

Požadavek není splněn, a proto:

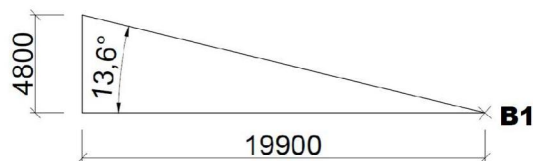
$$K_{2,pokoj} = 0 \text{ kreditů}$$

Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

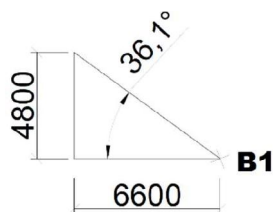
$$K_{3,pokoj} = \frac{17,9 \cdot (30 - 0) + 107,3 \cdot (30 - 36,1) + 4,8 \cdot (30 - 13,6)}{390} = -0,1 \text{ kreditu}$$

→ 0 kreditů

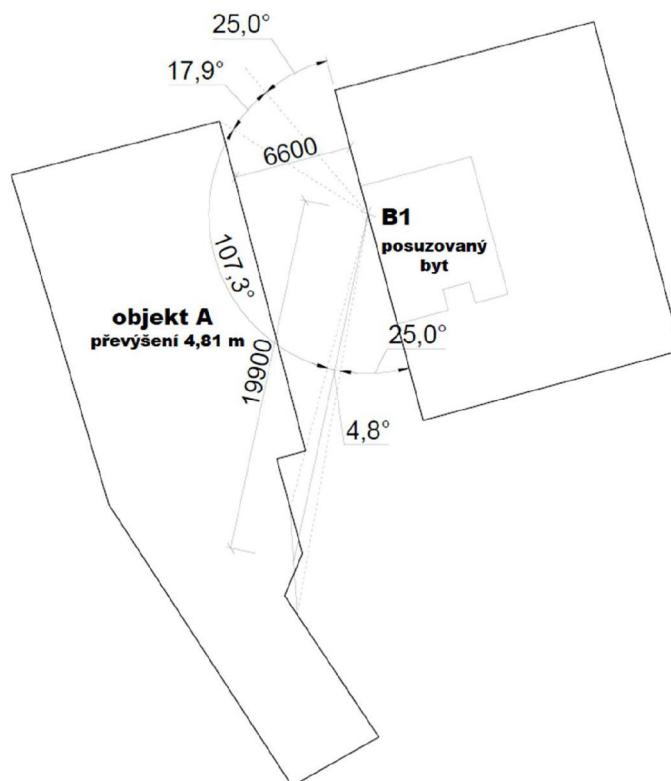
- bod B1 je umístěn v okně O1 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v části uvažovaného rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 90)
- úhel zastínění $Z = 13,6^\circ$ pro úsek výhledu o velikosti $4,8^\circ$ (viz obr. 88) a $Z = 36,1^\circ$ pro úsek výhledu o velikosti $107,3^\circ$ (viz obr. 89)



Obr. 88: Určení úhlu zastínění Z ($^\circ$) pro úhel $4,8^\circ$ – místnost 4.01



Obr. 89: Určení úhlu zastínění Z ($^\circ$) pro úhel $107,3^\circ$ – místnost 4.01



Obr. 90: Vyznačení úhlů a průměrné vzdálenosti stínící překážky pro hodnocení kritéria K_3 – místnost 4.01

Celkové kreditové ohodnocení pro byt č. 4 vypočteno ze vztahu (11):

$$K_{\text{byt č. 4}} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ kreditů}$$

Získané body dle kreditového hodnocení (tabulka 2): **0 bodů z 10 možných**

7.4.5 Vyhodnocení dotazníku a porovnání názorů uživatele bytu č. 4 s vypočtenými hodnotami

Charakteristika dotazované osoby:

- Žena – 27 let, nemá problém se zrakem, v bytě tráví méně než 2 hodiny denně, preferuje přirozené osvětlení

Vyhodnocení proslunění:

- Dotázaná odpověděla, že většina oken v bytě je orientována na slunečnou stranu.
Okna jsou ale orientována na západ.
- Dotázaná odpověděla, že velikost oken je dostačující, ale proslunění bytu není dostatečné.
Dle výpočtu byt z hlediska proslunění vyhoví (viz kap. 7.4.2).

Vyhodnocení denního osvětlení:

- Dotázaná odpověděla, že denní osvětlení je spíše dostačující a během dne musí použít i umělé osvětlení.
Dle výpočtu byt z hlediska denního osvětlení nevyhoví (viz kap. 7.4.3).
- Dotázaná má pocit oslnění přímými slunečními paprsky a používá stínění.

Vyhodnocení barevnosti bytu:

- Převažující barvy stavebních konstrukcí i ostatních povrchů (nábytku) jsou barvy neutrální (bílá, šedá).
- Dotázaná je s celkovým barevným řešením bytu spokojena.

Celkové hodnocení bytu č. 4 dopadlo spíše nepříznivě. Dle výpočtů byt vyhoví z hlediska proslunění, ale nevyhoví z hlediska denního osvětlení.

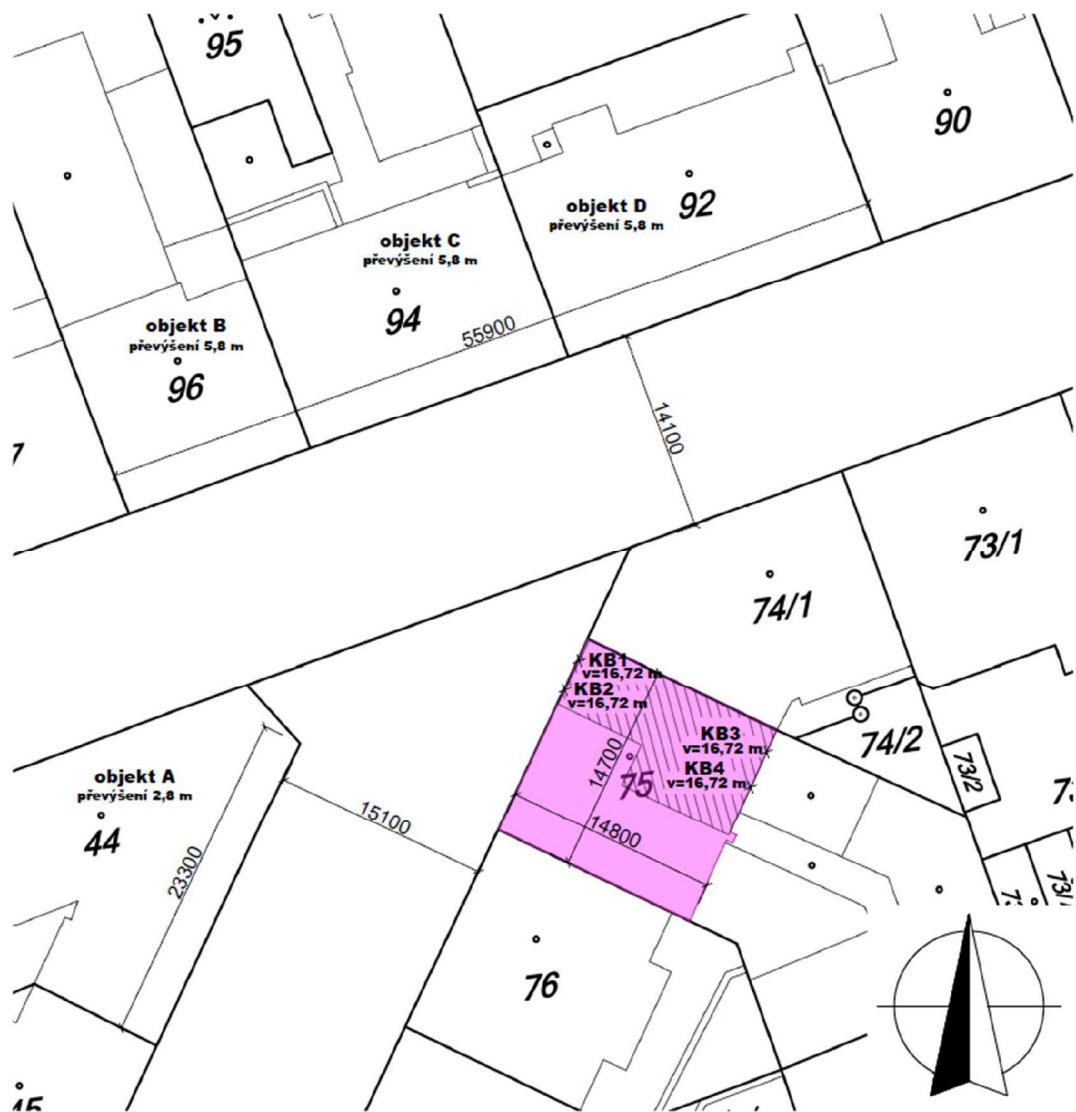
Při hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBToolCZ byt získal 0 bodů z 10 možných.

Spokojenost uživatelky bytu je průměrná. Doba proslunění je dle jejího názoru nedostatečná, ale denní osvětlení je spíše dostatečné. Má pocit oslnění přímými slunečními paprsky a používá stínění. S barevným řešením bytu je uživatelka spokojena. Názory uživatelky neodpovídají výpočtům proslunění a denního osvětlení.

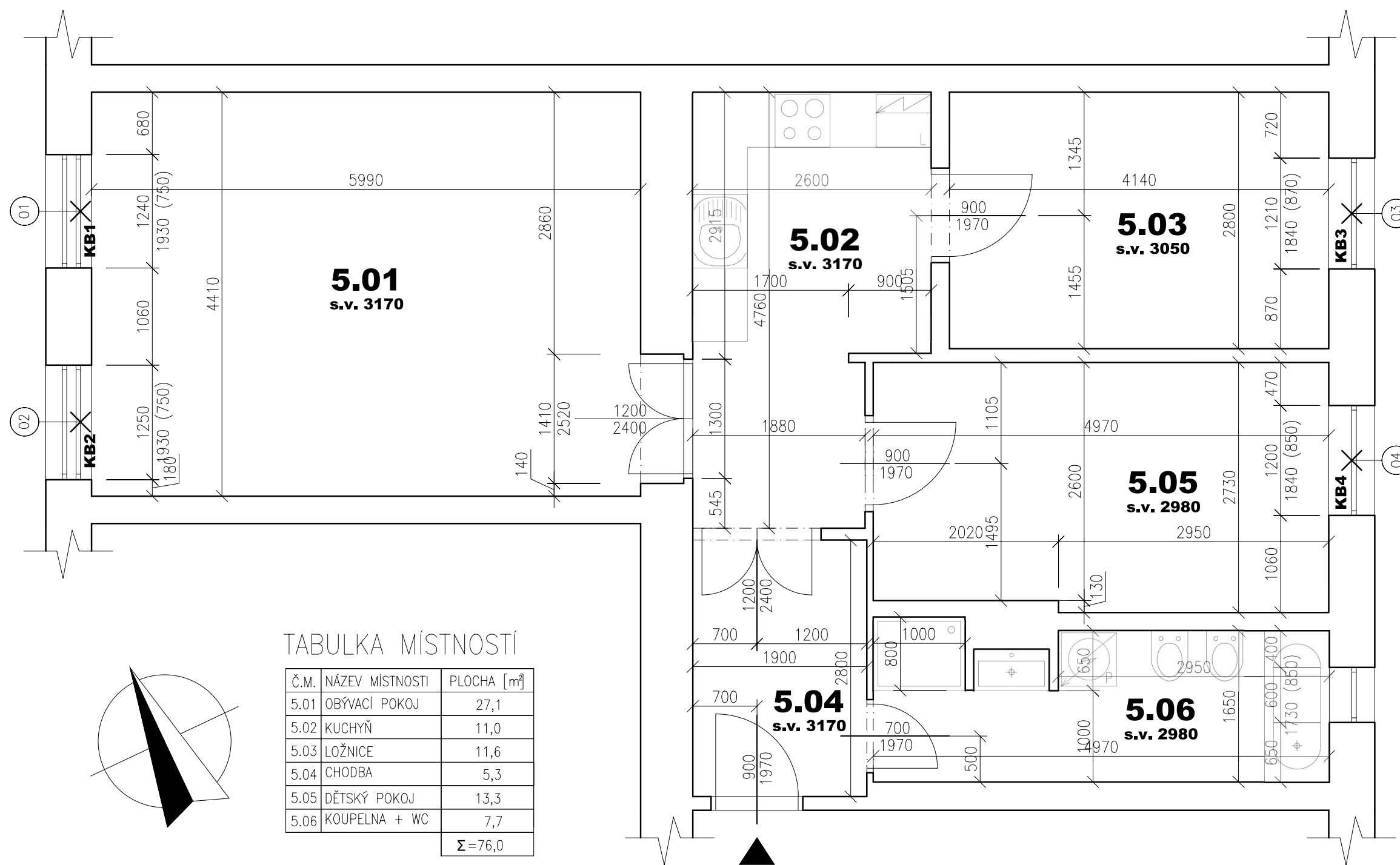
7.5 Byt č. 5

7.5.1 Popis bytu č. 5

Byt č. 5 je součástí bytového domu s 5 nadzemními podlažími, přičemž posuzovaný byt je umístěn ve 4. NP. Dispozičně je řešen jako 3+1 s užitnou plochou 76,0 m², okna má orientovaná na západ a východ (přesná orientace viz obr. 92 – půdorys bytu č. 5) a je stíněn okolními objekty. Nyní je byt užíván čtyřčlennou rodinou s dětmi v předškolním věku. Zaměření bytu včetně přesného zaměření osvětlovacích otvorů proběhlo dne 10.10.2018 pomocí laserového dálkoměru.



Obr. 91: Situace v M 1:500 – byt č. 5, vyznačení skutečného severu S_p , hlavních kót objektů a odstupových vzdáleností; s využitím [12]



TABULKA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]
5.01	OBÝVACÍ POKOJ	27,1
5.02	KUCHYŇ	11,0
5.03	LOŽNICE	11,6
5.04	CHODBA	5,3
5.05	DĚTSKÝ POKOJ	13,3
5.06	KOUPELNA + WC	7,7
		Σ = 76,0

POZN. 1: KÓTOVÁNY VNITŘNÍ ROZMĚRY OSVĚTLOVACÍCH OTVORŮ, VNĚJŠÍ ROZMĚRY NEBYLY ZAMĚŘENY

POZN. 2: MATERIÁLY KONSTRUKCÍ NEBYLY ZJIŠŤOVÁNY

CHODBA

Obr. 92: Půdorys bytu č. 5 - vyznačení kontrolního bodu a směr skutečného severu S_p

7.5.2 Posouzení proslunění – byt č. 5

Určení kontrolních bodů v bytě č. 5 je uvedeno v tabulce 56:

Tab. 56: Určení kontrolních bodů – byt č. 5

místnost	obytná místnost	plocha (m ²)	velikost osvětlovacích otvorů	kontrolní bod
obývací pokoj	ano ≥ 8 m ²	27,1	šířka i výška > 900 mm, okno O2: 2,39 ne> 0,1 * 27,1 = 2,71 m ² obě okna: 4,78 > 0,1 * 27,1 = 2,71 m ²	ANO, ale nutné KB v obou otvorech (KB1+KB2)
ložnice	ano ≥ 8 m ²	11,6	šířka i výška > 900 mm, 2,23 > 0,1 * 11,6 = 1,16 m ²	ANO (KB3)
dětský pokoj	ano ≥ 8 m ²	13,3	šířka i výška > 900 mm, 2,21 > 0,1 * 13,3 = 1,33 m ²	ANO (KB4)
Σ obytných ploch		52,0	1/3 obytných ploch	17,3

Prosluněny mohou být všechny obytné místnosti. Pro splnění požadavku, aby byla prosluněna alespoň 1/3 všech obytných místností stačí, aby byly prosluněny tyto místnosti:

- obývací pokoj (KB1 + KB2) – do obou kontrolních bodů musí dopadat sluneční paprsky min. 90 min dne 1. března, časy do KB se nesčítají;
- ložnice (KB3) + dětský pokoj (KB4) – do obou kontrolních bodů musí dopadat sluneční paprsky min. 90 min dne 1. března, časy do KB se nesčítají;
- dětský pokoj (KB4) a jakákoliv jiná obytná místnost – do obou kontrolních bodů musí dopadat sluneční paprsky min. 90 min dne 1. března, časy do KB se nesčítají;
- ložnice (KB3) a jakákoliv jiná obytná místnost – do obou kontrolních bodů musí dopadat sluneční paprsky min. 90 min dne 1. března, časy do KB se nesčítají.
- Pouze ložnici proslunit nestačí ($11,6 \text{ m}^2 < 17,3 \text{ m}^2$).
- Pouze dětský pokoj proslunit nestačí ($13,3 \text{ m}^2 < 17,3 \text{ m}^2$).

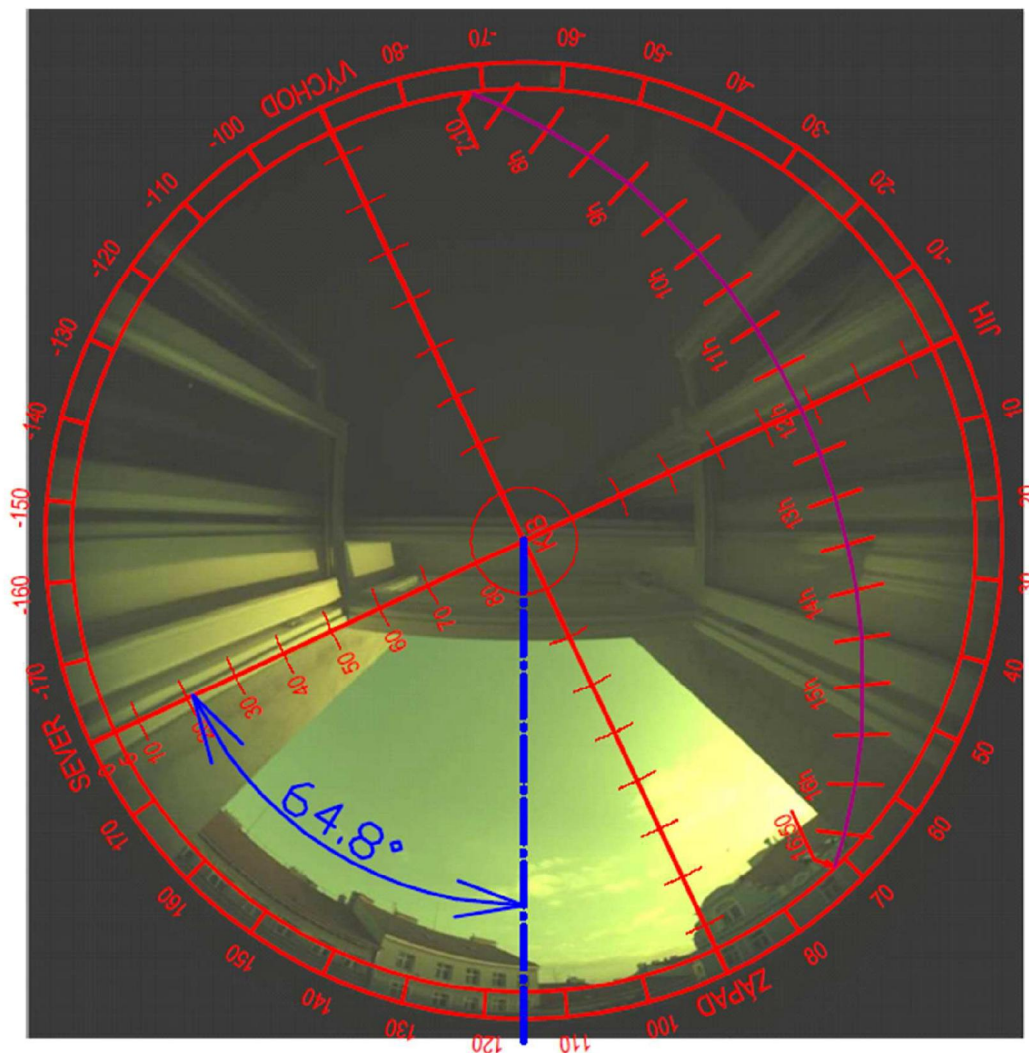
Pomocí softwaru Světlo+ [11] bylo zjištěno, že do KB1 a KB2 Slunce svítí méně než 90 minut a do KB3 a KB4 více než 90 minut. Přesné časy jsou uvedeny v tabulce 57. Ostatní výstupy z programu včetně pravoúhlých slunečních diagramů jednotlivých kontrolních bodů viz příloha A.3.

Doba proslunění byla ověřena pomocí ekvidistantního slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátem s objektivem typu rybí oko (viz obr. 93). Tato fotografie byla pořízena dne 19.11.2018. Z časových důvodů nebylo možné pořídit fotografie ve všech kontrolních bodech, fotografie byla pořízena pouze v kontrolním bodu KB2 umístěném v okně O2 v obývacím pokoji. V tabulce 57 jsou porovnány výsledky z programu Světlo+ [11] a výsledky získané z ekvidistantního diagramu.

Tab. 57: Přehled časů, kdy do kontrolních bodů KB1 – KB4 svítí Slunce dle programu Světlo+ [11] a dle ekvidistantního diagramu

Kontrolní bod	od - do		tj. minut	
	Světlo+ [11]	ekvidistantní diagram	Světlo+ [11]	ekvidistantní diagram
KB1	15:15 - 16:29	-	74 min	-
KB2	15:15 - 16:29	-	74 min	0 min
KB3	7:10 - 11:51	-	281 min	-
KB4	7:10 - 11:51	-	281 min	-

Dle ekvidistantního diagramu nesvítí Slunce do KB2 vůbec, dle programu Světlo+ [11] svítí 74 minut. Výsledky se liší z toho důvodu, že v programu Světlo+ [11] je kontrolní bod umístěn na fasádě a není tedy zohledněno, že kontrolnímu bodu stíní i ostění. Výsledky získané z ekvidistantního diagramu jsou přesnější, protože při pořízení fotografie byl přístroj umístěn přesně ve vnitřní rovině zasklení. Byt je prosluněn, protože plocha prosluněných obytných místností (ložnice + dětský pokoj) je větší než 1/3 všech obytných ploch bytu ($24,9 \text{ m}^2 > 17,3 \bar{3} \text{ m}^2$).



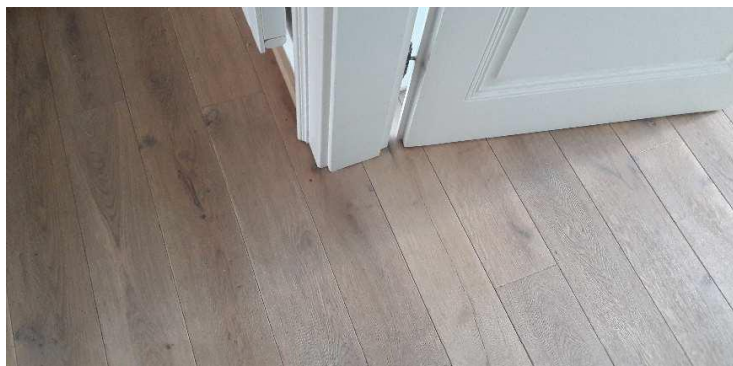
Obr. 93: Určení doby proslunění pomocí ekvidistantního slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparát s objektivem typu rybí oko – byt č. 5

7.5.3 Posouzení denního osvětlení – byt č. 5

Z hlediska denního osvětlení budou posouzeny všechny obytné místnosti, tedy obývací pokoj 5.01, ložnice 5.03 a dětský pokoj 5.05. Měření jasů pro výpočet činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) proběhlo dne 19.11. 2018 odpoledne v místnosti 5.01 a 5.03 (popis měření viz kap. 4.2), v místnosti 5.05 je použito stejné zasklení jako v 5.03, a proto měření nebylo opakováno. Dále byly tento den změřeny veličiny pro výpočet činitele odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů. K měření byl použit jasoměr a luxmetr (popis měření viz kap. 4.1). Dále byly určeny činitelé odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů pomocí vzorníku CEMIX [2].

7.5.3.1 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 5.01

Na obr. 94 až 96 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 58 a 59 včetně výsledků měření.



Obr. 94: Místnost 5.01 – barevnost podlahy



Obr. 95: Místnost 5.01 – pohled od okna



Obr. 96: Místnost 5.01 – pohled ode dveří

Tab. 58: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 5.01

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	Průměr ρ (-)
omítka - stěny + strop	bílá	0,75-0,8	0,83	15,54	53,6	0,911	0,918
				11,85	40,2	0,926	
podlaha	tmavé mořenéné dřevo	0,1-0,2	0,26	5,85	56,7	0,324	0,322
				5,48	53,8	0,320	
dveře	bílá	0,75-0,8	0,88	0,88	3,33	0,830	0,826
				0,92	3,52	0,821	
okna - rámy	bílá	0,75 - 0,8	0,83	-	-	-	-
okna - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

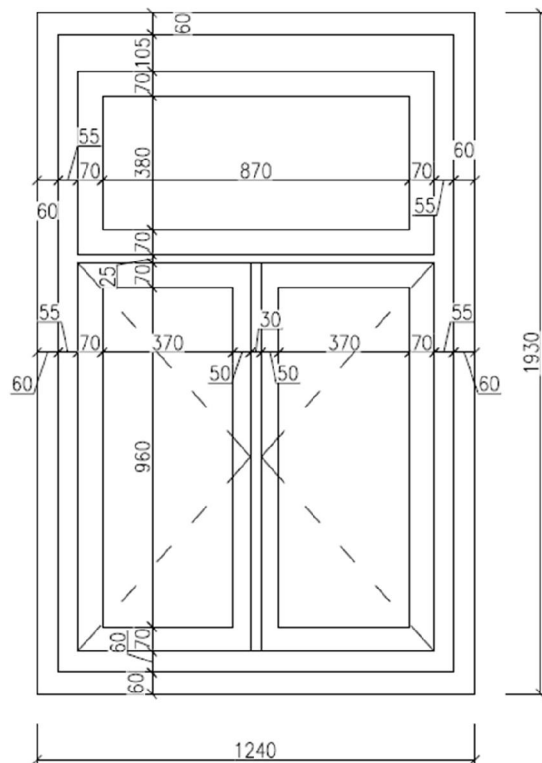
Tab. 59: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 5.01

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	88,25	0,80	0,83	0,918
podlaha	27,10	0,20	0,26	0,322
dveře	2,99	0,80	0,88	0,826
okno - rám	2,70	0,80	0,83	0,80
okno - sklo	2,08	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,66	0,69	0,77

Tab. 60: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 5.01 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	69,03	0,885
strop	27,10	0,918
podlaha	27,10	0,322

V místnosti 5.01 jsou umístěny dva osvětlovací otvory, a to dvoukřídlá kastlová dřevěná okna. Vnější okenní křídla jsou zasklena dvojsklem a vnitřní okenní křídla jednoduchým zasklením.



Obr. 97: Schéma oken O1 a O2 v M 1:20 v místnosti 5.01

Pro výpočet byla zaměřena vnější okenní křídla, protože mají menší zasklenou plochu než křídla vnitřní a byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) dle vztahu (7):

$$A_s = ((2 \times 0,37) \times 0,96) + (0,38 \times 0,87) = 1,041 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,24 \times 1,93 = 2,3932 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,041}{2,3932} = 0,435 \text{ (-)}$$

Hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ dle ČSN 73 0580–1 [4] a dle měření pro okno O1 a O2 jsou stejné a jsou uvedeny v tabulce 61. Měřeno bylo okno O2.

Tab. 61: Měření činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) v místnosti 5.01

č. měření	odhad dle normových hodnot		Měření				
	$T_{s,nor}$ (-)	$T_s = T_{s,nor}^n$ (-)	L_s (cd/m ²)	L_o (cd/m ²)	$T_{s,nor}$ (-) - dvojsklo	$T_{s,nor}$ (-) - celé okno	Průměr $T_{s,nor}$ (-)
1	0,92	0,779	438,8	525,5	0,835	0,763	0,765
2		(trojsklo, n=3)	397,5	474,3	0,838	0,767	

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 62. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší a splňuje požadavky uvedené v kapitole 3.2, u výpočtu s normovými hodnotami ale požadavky splněny nejsou. Obytná místnost z hlediska denního osvětlení by tedy vyhověla pouze při posouzení se skutečnými hodnotami činitelů odrazu světla a skutečnými parametry zasklení. Grafické výstupy z programu viz příloha B.5.1.

Tab. 62: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 5.01

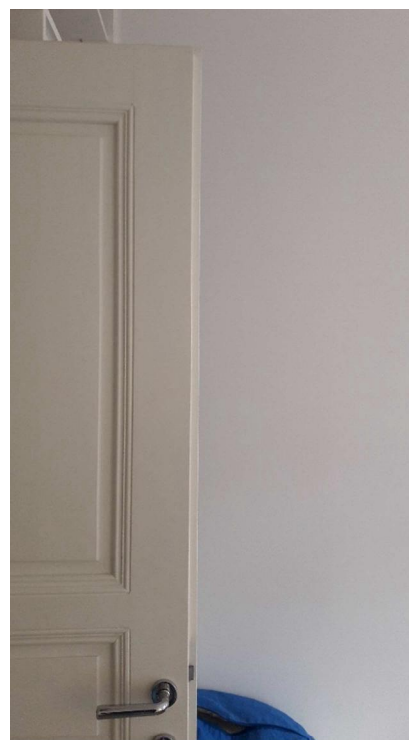
Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	0,9 %	0,9 %
dle normových hodnot	0,5 %	0,5 %

7.5.3.2 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 5.03

Na obr. 98 a 99 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 63 a 64 včetně výsledků měření. Podlahová krytina je použita stejná jako v místnosti 5.01 (viz obr. 94).



Obr. 98: Místnost 5.03 – pohled ode dveří



Obr. 99: Místnost 5.03 – barevnost dveří

Tab. 63: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 5.03

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
omítka - stěny + strop	bílá	0,75-0,8	0,89	12,23	40,2	0,956	0,954
				12,4	40,9	0,952	
podlaha	tmavé mořen ^é dřevo	0,1-0,2	0,26	5,85	56,7	0,324	0,322
				5,48	53,8	0,320	
dveře	bílá	0,75-0,8	0,88	0,88	3,33	0,830	0,826
				0,92	3,52	0,821	
okno - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,83	-	-	-	-
okno - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

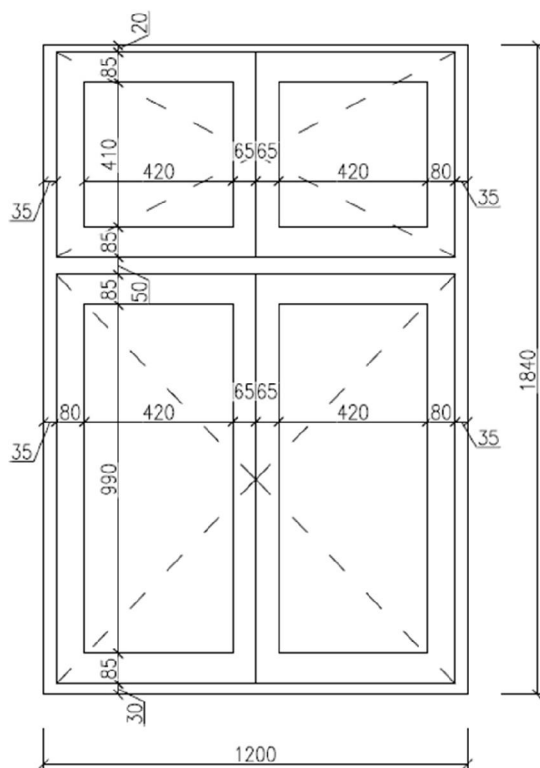
Tab. 64: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 5.03

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	49,69	0,80	0,89	0,954
podlaha	11,59	0,20	0,26	0,322
dveře	2,02	0,80	0,88	0,826
okno - rám	1,03	0,80	0,83	0,80
okno - sklo	1,18	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,68	0,76	0,82

Tab. 65: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 5.03 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	42,33	0,923
strop	11,59	0,954
podlaha	11,59	0,322

V místnosti 5.03 je umístěn jeden osvětlovací otvor, a to dvoukřídlé dřevěné okno zasklené dvojsklem.



Obr. 100: Schéma okna O3 v M 1:20 v místnosti 5.03

Dle zaměření byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) dle vztahu (7):

$$A_s = (2 \times 0,42) \times (0,99 + 0,41) = 1,176 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,2 \times 1,84 = 2,208 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,176}{2,208} = 0,533 \text{ (-)}$$

Hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ dle ČSN 73 0580–1 [4] a dle měření pro okno O3 jsou uvedeny v tabulce 66. Tyto hodnoty se liší z toho důvodu, že se jedná o izolační dvojsklo a meziskelní prostor není vyplněn vzduchem, ale jiným plynem (např. argonem nebo jiným inertním plynem) a tento plyn snižuje prostup světla.

Tab. 66: Měření činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) v místnosti 5.03

č. měření	odhad dle normových hodnot		Měření			
	$T_{s,nor}$ (-)	$T_s = T_{s,nor}^n$ (-)	L_s (cd/m ²)	L_o (cd/m ²)	$T_{s,nor}$ (-) - celé okno	Průměr $T_{s,nor}$ (-)
1	0,92	0,846	106,7	134,2	0,795	0,794
2		(dvojsklo, n=2)	93,75	118,3	0,792	

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 67. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší než u hodnot normových. V obou případech jsou požadavky uvedené v kap. 3.2 splněny a obytná místnost z hlediska denního osvětlení vyhovuje. Grafické výstupy z programu viz příloha B.5.2.

Tab. 67: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 5.03

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	1,4 %	1,4 %
dle normových hodnot	0,9 %	1,0 %

7.5.3.3 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 5.05

Barevné řešení místnosti 5.05 je stejné jako místnosti 5.03 (viz obr. 98 a 99). Všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 68 a 69 včetně výsledků měření.

Tab. 68: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů a v místnosti 5.05

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	Průměr ρ (-)
omítka - stěny + strop	bílá	0,75-0,8	0,89	12,23	40,2	0,956	0,954
				12,4	40,9	0,952	
podlaha	tmavé mořené dřevo	0,1-0,2	0,26	5,85	56,7	0,324	0,322
				5,48	53,8	0,320	
dveře	bílá	0,75-0,8	0,88	0,88	3,33	0,830	0,826
				0,92	3,52	0,821	
okno - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,83	-	-	-	-
okno - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

Tab. 69: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 5.05

Povrch	Plocha S_i (m^2)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	54,96	0,80	0,89	0,954
podlaha	13,30	0,20	0,26	0,322
dveře	2,02	0,80	0,88	0,826
okno - rám	1,03	0,80	0,83	0,80
okno - sklo	1,18	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,68	0,76	0,82

Tab. 70: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 5.05 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m^2)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	45,89	0,923
strop	13,30	0,954
podlaha	13,30	0,322

V místnosti 5.05 je umístěn jeden osvětlovací otvor, stejné okno jako v místnosti 5.03 (viz obr. 100) a je počítáno se stejnými hodnotami uvedenými v tabulce 66.

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 71. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší a splňuje požadavky uvedené v kap. 3.2, u výpočtu s normovými hodnotami ale požadavky splněny nejsou. Obytná místnost z hlediska denního osvětlení by tedy vyhověla pouze při posouzení se skutečnými hodnotami činitelů odrazu světla a skutečnými parametry zasklení. Grafické výstupy z programu viz příloha B.5.3.

Tab. 71: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 5.05

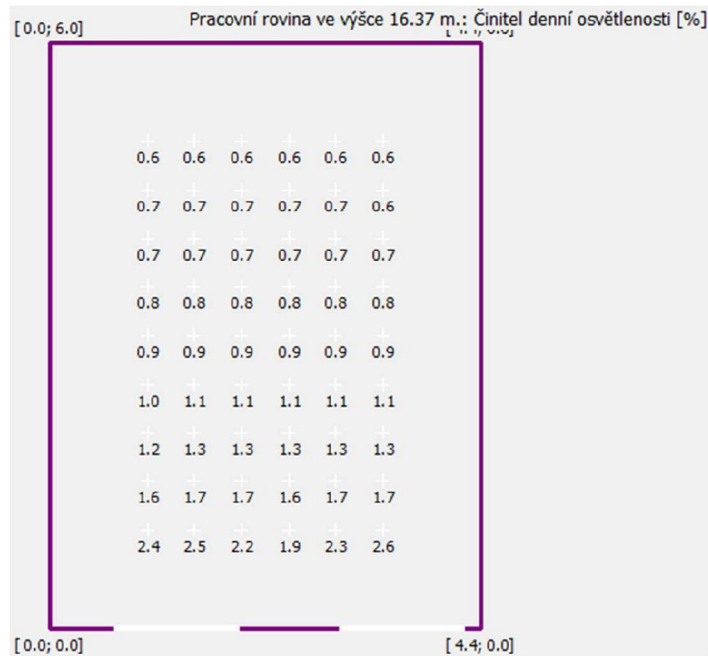
Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	1,7 %	1,7 %
dle normových hodnot	0,7 %	0,7 %

7.5.4 Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 5

7.5.4.1 Obývací pokoj 5.01

Zisk kreditů za kritérium K1 (hodnocení množství denního světla v interiéru) je vypočten ze vztahu (8):

$$K_{1,obývací pokoj} = \frac{10 \cdot 12}{54} = 2,2 \text{ kreditu}$$



Obr. 101: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 5.01, výstup z programu Světlo+ [11]

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,6}{2,6} = 0,23 > U_{pož} = 0,2$$

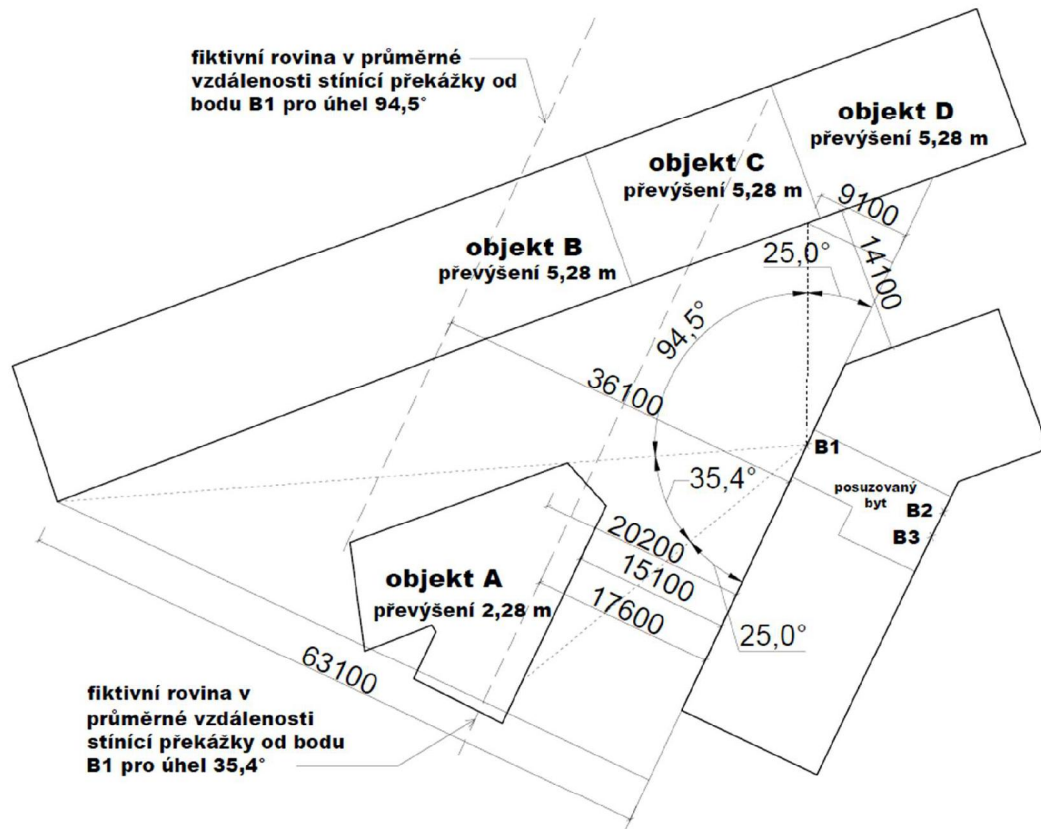
Požadavek je splněn s rezervou $R = 0,03$ a zisk kreditů za kritérium K2 (hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení) je vypočítán dle tabulky 1:

$$K_{2,obývací pokoj} = \frac{10 \cdot 0,03}{0,15} = 2 \text{ kreditu}$$

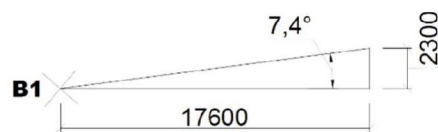
Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,obývací pokoj} = \frac{35,4 \cdot (30 - 7,4) + 94,5 \cdot (30 - 8,3)}{390} = 7,31 \text{ kreditu}$$

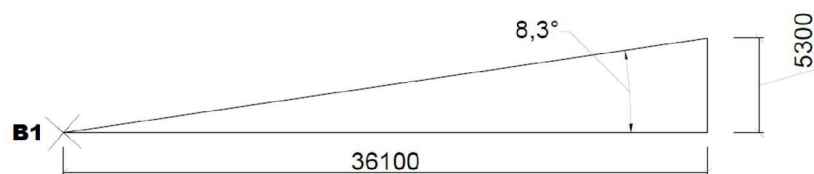
- bod B1 je umístěn v okně O1 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v celém uvažovaném rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 102)
- úhel zastínění $Z = 7,4^\circ$ pro úsek výhledu o velikosti $35,4^\circ$ (viz obr. 103) a $Z = 8,3^\circ$ pro úsek výhledu o velikosti $94,5^\circ$ (viz obr. 104)



Obr. 102: Vyznačení úhlů a průměrných vzdáleností stínících překážek pro hodnocení kritéria K3 – místnost 5.01



Obr. 103: Určení úhlu zastínění Z ($^\circ$) pro úhel $35,4^\circ$ – místnost 5.01

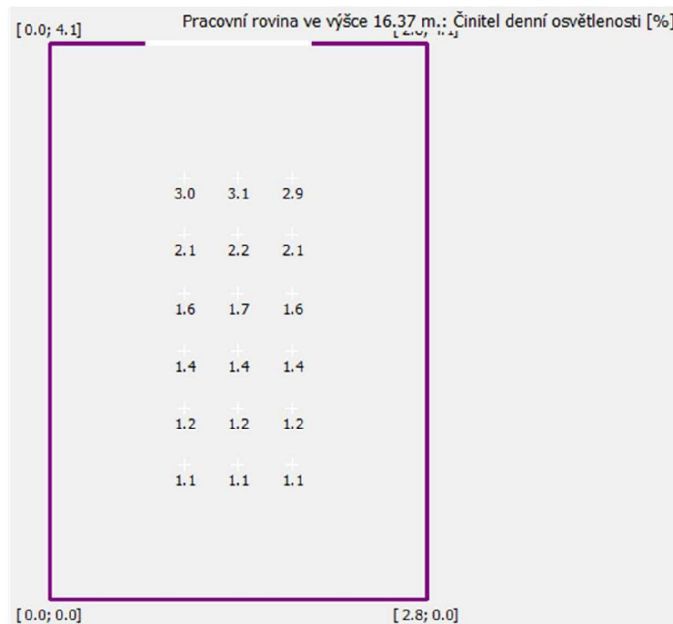


Obr. 104: Určení úhlu zastínění Z ($^\circ$) pro úhel $94,5^\circ$ – místnost 5.01

7.5.4.2 Ložnice 5.03

Zisk kreditů za kritérium K1 (hodnocení množství denního světla v interiéru) je vypočten ze vztahu (8):

$$K_{1,ložnice} = \frac{10 \cdot 9}{18} = 5 \text{ kreditů}$$



Obr. 105: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 5.03, výstup z programu Světlo+ [11]

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{1,1}{3,1} = 0,355 > U_{pož} = 0,2$$

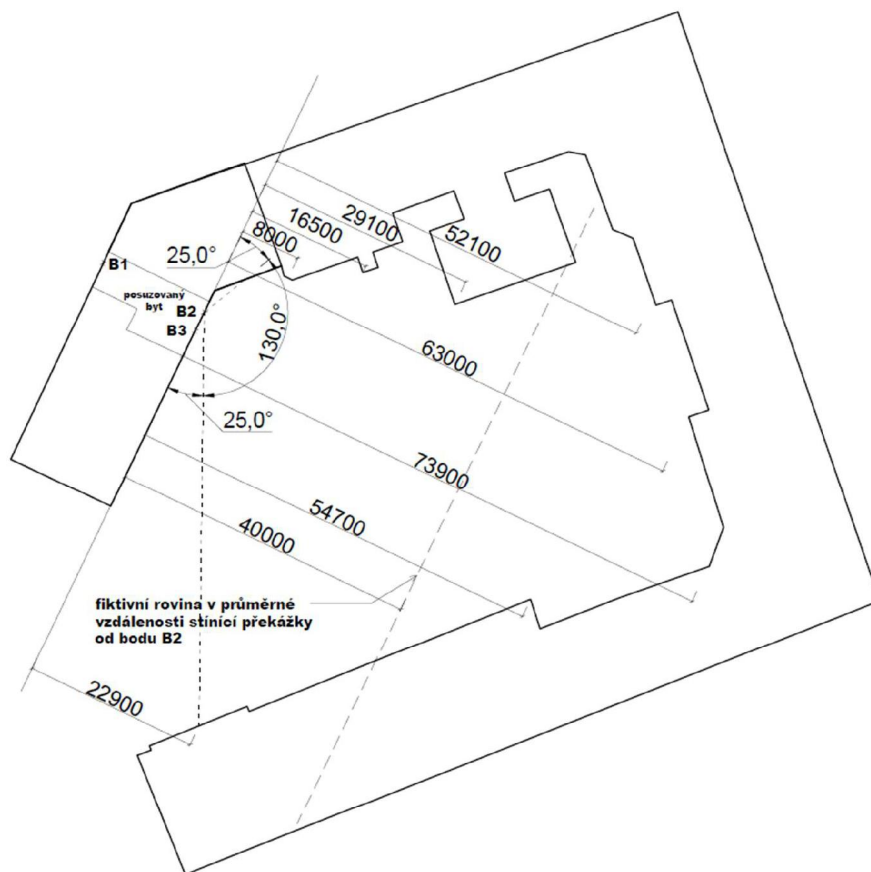
Požadavek je splněn s rezervou $R = 0,155$ (více než 0,15) a zisk kreditů za kritérium K2 (hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení) je dle tabulky 1:

$$K_{2,ložnice} = 10 \text{ kreditů}$$

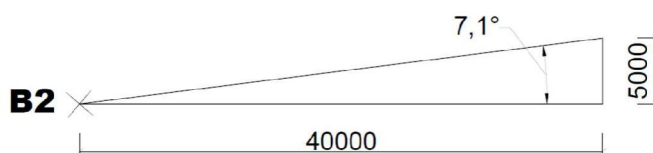
Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,ložnice} = \frac{130 \cdot (30 - 7,1)}{390} = 7,63 \text{ kreditu}$$

- bod B2 je umístěn v okně O3 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v celém uvažovaném rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 106)
- úhel zastínění $Z = 7,1^\circ$ (viz obr. 107)



Obr. 106: Vyznačení úhlů a průměrné vzdálenosti stínících překážek pro hodnocení kritéria K3 – místnost 5.03

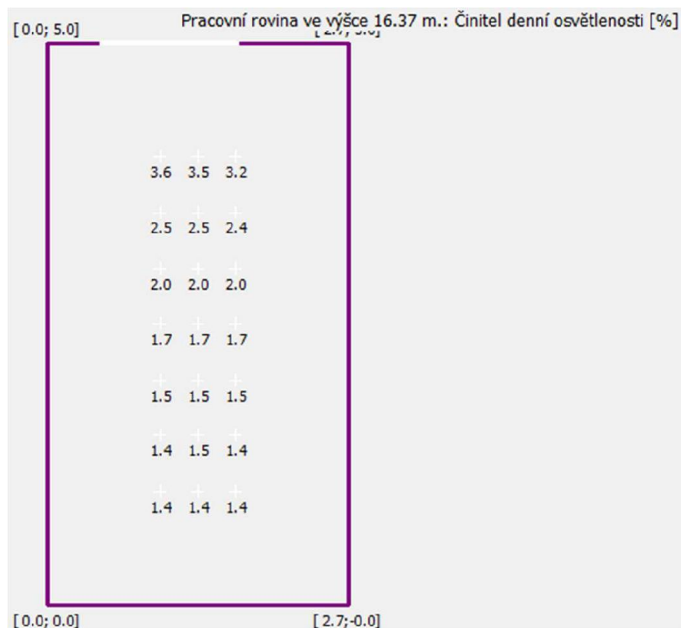


Obr. 107: Určení úhlu zastínění Z (°) – místnost 5.03

7.5.4.3 Dětský pokoj 5.05

Zisk kreditů za kritérium K1 (hodnocení množství denního světla v interiéru) je vypočten ze vztahu (8):

$$K_{1,\text{dětský pokoj}} = \frac{10 \cdot 16}{21} = 7,6 \text{ kreditu}$$



Obr. 108: Hodnoty číselníku denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 5.05, výstup z programu Světlo+ [11]

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{1,4}{3,6} = 0,389 > U_{pož} = 0,2$$

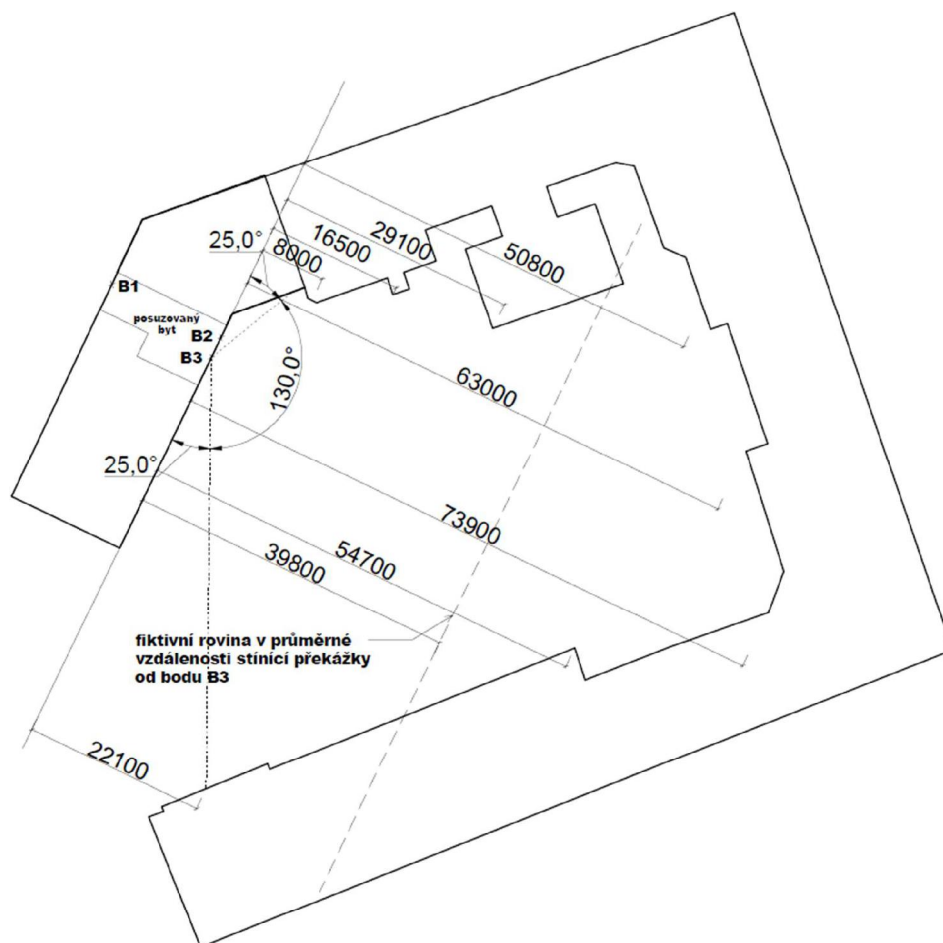
Požadavek je splněn s rezervou $R = 0,189$ (více než 0,15) a zisk kreditů za kritérium K2 (hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení) je dle tabulky 1:

$$K_{2,dětský pokoj} = 10 \text{ kreditů}$$

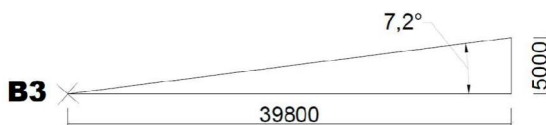
Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,dětský pokoj} = \frac{130 \cdot (30 - 7,2)}{390} = 7,6 \text{ kreditu}$$

- bod B3 je umístěn v okně O4 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v celém uvažovaném rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 109)
- úhel zastínění $Z = 7,2^\circ$ (viz obr. 110)



Obr. 109: Vyznačení úhlů a průměrné vzdálenosti stinících překážek pro hodnocení kritéria K3 – místnost 5.05



Obr. 110: Určení úhlu zastínění Z (°) – místnost 5.05

7.5.4.4 Celkové hodnocení bytu č. 5 dle metodiky SBToolCZ

Výpočet kreditů za jednotlivá kritéria pro celý posuzovaný byt:

$$K_1 = \frac{2,2 + 5 + 7,6}{3} = 4,9 \text{ kreditu}$$

$$K_2 = \frac{2 + 10 + 10}{3} = 7,3 \text{ kreditu}$$

$$K_3 = \frac{7,31 + 7,63 + 7,6}{3} = 7,5 \text{ kreditu}$$

Celkové kreditové ohodnocení pro byt č. 5 vypočteno ze vztahu (11):

$$K_{\text{byt č. 5}} = 4,9 + 7,3 + 7,5 = 19,7 \text{ kreditů}$$

Získané body dle kreditového hodnocení (tabulka 2): **6,6 bodu z 10 možných**

7.5.5 Vyhodnocení dotazníků a porovnání názorů uživatele bytu č. 5 s vypočtenými hodnotami

Charakteristika dotazovaných osob:

- Žena – 43 let, nemá problém se zrakem, v bytě tráví méně než 2 hodiny denně, preferuje přirozené osvětlení
- Muž – 50 let, nosí brýle na dálku, v bytě tráví méně než 2 hodiny denně, preferuje přirozené osvětlení

Vyhodnocení proslunění:

- Dotázaní se shodli, že většina oken v bytě je orientována na slunečnou stranu.
Okna jsou ale orientována na západ a východ.
- Dotázaní odpověděli, že velikost oken je dostačující a doba proslunění bytu je dostatečná.
Dle výpočtu byt z hlediska proslunění vyhoví (viz kap. 7.5.2).

Vyhodnocení denního osvětlení:

- Dotázaní odpověděli, že denní osvětlení je dostačující, ale během dne musí použít i umělé osvětlení.
Dle výpočtu s naměřenými hodnotami byt z hlediska denního osvětlení vyhoví (viz kap. 7.5.3).
- Dotázaní mají pocit oslnění přímými slunečními paprsky a používají stínění.
- Jako nejpříjemnější místnost dle dotazovaného muže byla označena ložnice 5.03, dle ženy obývací pokoj 5.01.

Vyhodnocení barevnosti bytu:

- Převažující barvy stavebních konstrukcí i ostatních povrchů (nábytku) jsou barvy neutrální (bílá, šedá).
- Dotázaní jsou s celkovým barevným řešením bytu spokojeni.

Celkové hodnocení bytu č. 5 dopadlo příznivě. Dle výpočtů byt vyhoví z hlediska proslunění i denního osvětlení, pokud se uvažují skutečné hodnoty odrazností povrchů a skutečné parametry zasklení.

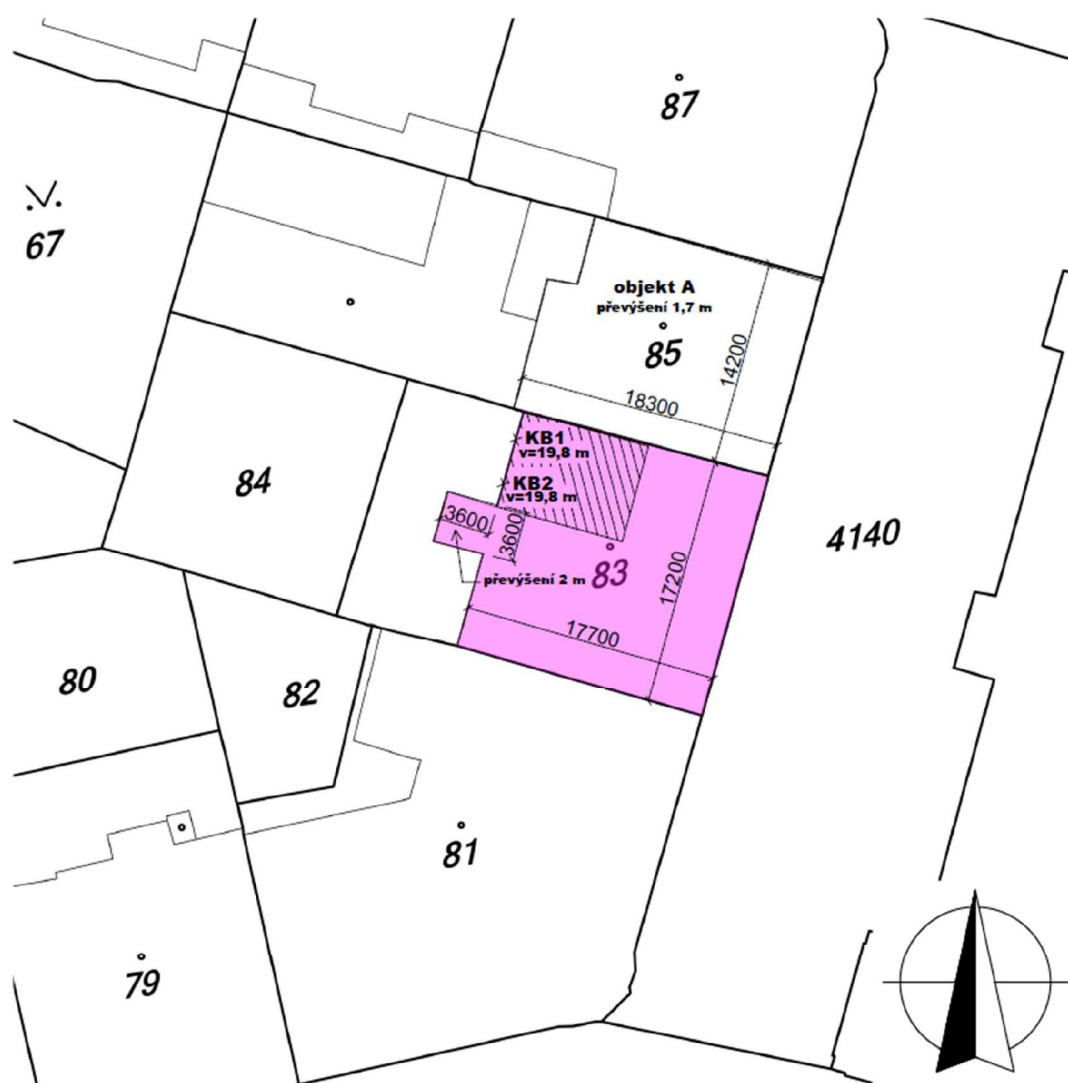
Při hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBToolCZ byt získal 6,6 bodu z 10 možných, především díky rovnoměrnosti denního osvětlení a výhledu z místností, který je daný umístěním bytu ve vyšším podlaží.

Uživatelé bytu jsou s hodnocenými parametry spokojeni. Dobu proslunění hodnotí jako dostatečnou, stejně tak hodnotí denní osvětlení. S barevným řešením bytu jsou oba uživatelé spokojeni. Jediným nedostatkem je pocit oslnění, který je ale řešen stíněním. Jejich názory se s výpočty proslunění a denního osvětlení shodují.

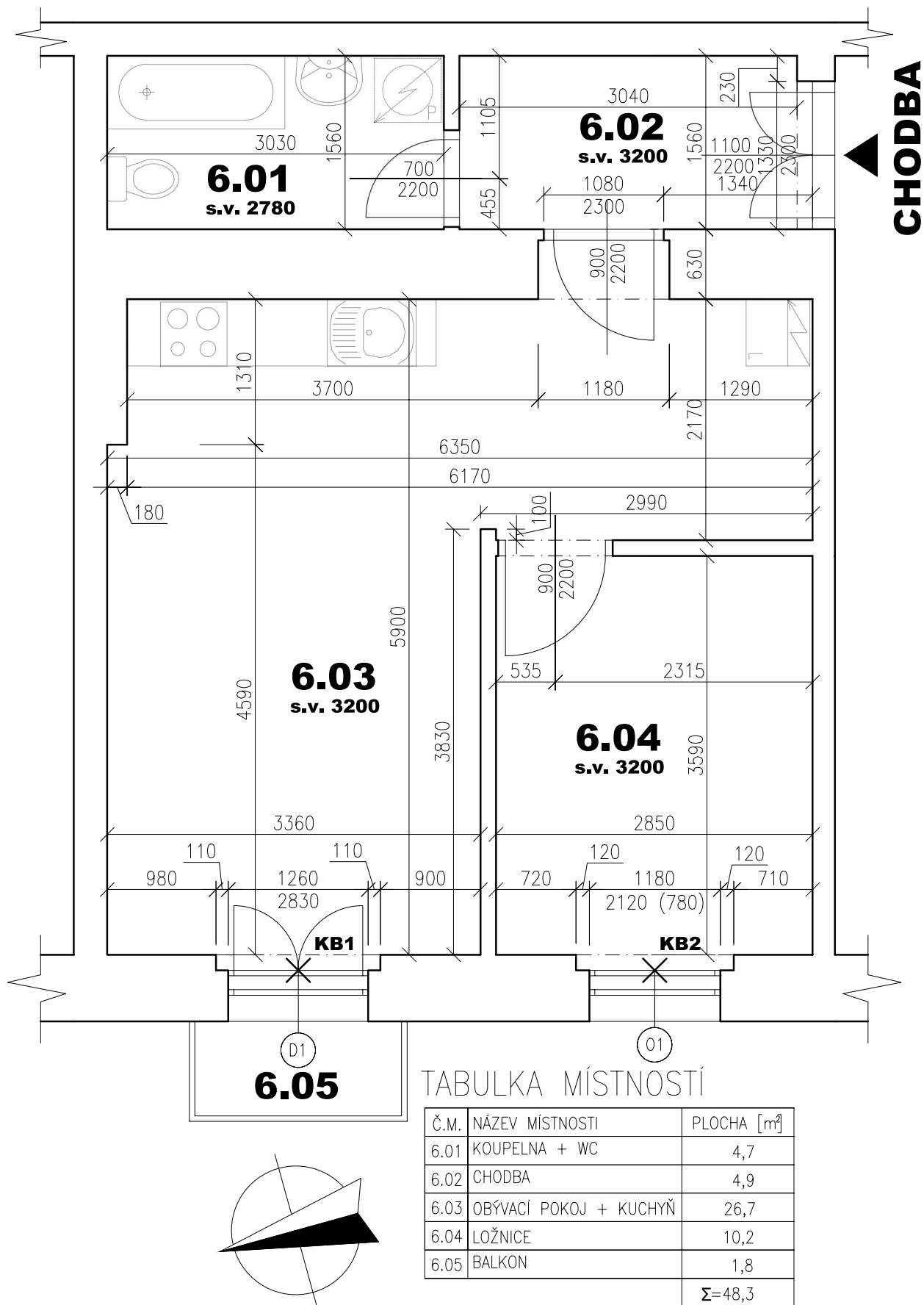
7.6 Byt č. 6

7.6.1 Popis bytu č. 6

Byt č. 6 je součástí bytového domu s 5 nadzemními podlažími, přičemž posuzovaný byt je umístěn v 5. NP. Dispozičně je řešen jako 1+1 s balkonem a s užitnou plochou 48,3 m². Okna jsou orientována na západ (přesná orientace viz obr. 112 – půdorys bytu č. 6) a jsou stíněna přistaveným výtahem na fasádě. Nyní je byt užíván 1 osobou ve věku 50 let. Zaměření bytu včetně přesného zaměření osvětlovacích otvorů proběhlo dne 5.10.2018 pomocí laserového dálkoměru.



Obr. 111: Situace v M 1:500 – byt č. 6, vyznačení skutečného severu S_p a hlavních kót objektů; s využitím [12]



Obr. 112: Půdorys bytu č. 6 - vyznačení kontrolního bodu a směr skutečného severu S_p

7.6.2 Posouzení proslunění – byt č. 6

Určení kontrolních bodů v bytě č. 6 je uvedeno v tabulce 72:

Tab. 72: Určení kontrolních bodů – byt č. 6

místnost	obytná místnost	plocha (m ²)	velikost osvětlovacích otvorů	kontrolní bod
obývací pokoj + kk	ano ≥ 12 m ²	19,6 ¹⁾	šířka i výška > 900 mm, 2,47 ²⁾ > 0,1 * 19,6 = 1,96 m ²	ANO (KB1)
ložnice	ano ≥ 8 m ²	10,2	šířka i výška > 900 mm, 2,50 > 0,1 * 10,2 = 1,02 m ²	ANO (KB2)
Σ obytných ploch		29,8	1/3 obytných ploch	9,93

- 1) Do plochy obytné místnosti obývacího pokoje je započtena pouze plocha, která je osvětlena přímým denním světlem.
- 2) Do plochy osvětlovacího otvoru v obývacím pokoji, který je tvořen balkonovými dveřmi, je započtena pouze ta část dveří, ve které jsou skleněné tabule, dolní část dveří není započítána.

Prosluněny mohou být obě dvě obytné místnosti. Pro splnění požadavku, aby byla prosluněna alespoň 1/3 všech obytných místností stačí, aby byl prosluněn buď obývací pokoj (19,6 m² > 9,93 m²) nebo ložnice (10,2 m² > 9,93 m²).

Pomocí softwaru Světlo+ [11] bylo zjištěno, že do kontrolního bodu KB1 Slunce svítí 142 minut dne 1. března, což je více než požadovaných 90 minut. Kontrolní bod KB2 je celý den ve stínu. Ostatní výstupy z programu včetně pravoúhlých slunečních diagramů viz příloha A.4.

Doba proslunění byla ověřena pomocí ekvidistantního slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátem s objektivem typu rybí oko (viz obr. 113). Tato fotografie byla pořízena dne 19.11.2018. Z časových důvodů nebylo možné pořídit fotografie v obou kontrolních bodech, fotografie byla pořízena pouze v kontrolním bodu KB1 umístěném v balkonových dveřích D1 v obývacím pokoji. V tabulce 73 jsou porovnány výsledky z programu Světlo+ [11] a výsledky získané z ekvidistantního diagramu.

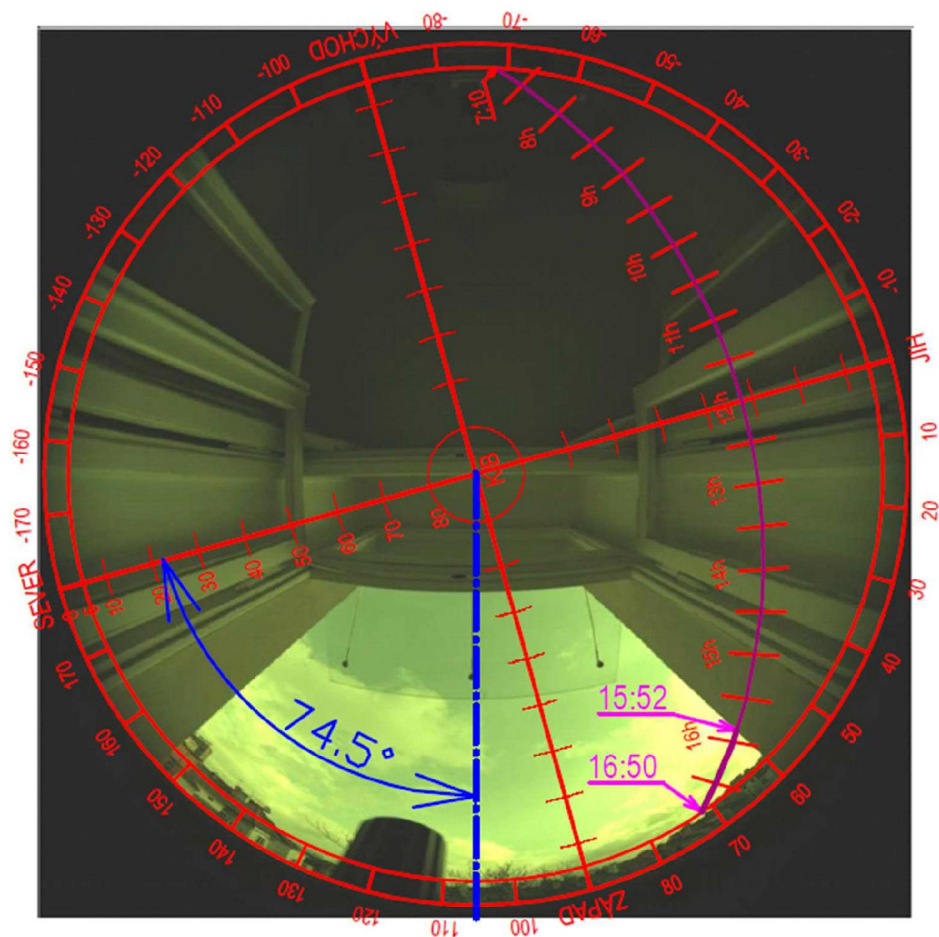
Tab. 73: Přehled časů, kdy do kontrolních bodů KB1 a KB2 svítí Slunce

Kontrolní bod	od - do		tj. minut	
	Světlo+ [11]	ekvidistantní diagram	Světlo+ [11]	ekvidistantní diagram
KB1	14:28 - 16:50	15:52 - 16:50	142 min	58 min
KB2	-	-	0 min	-

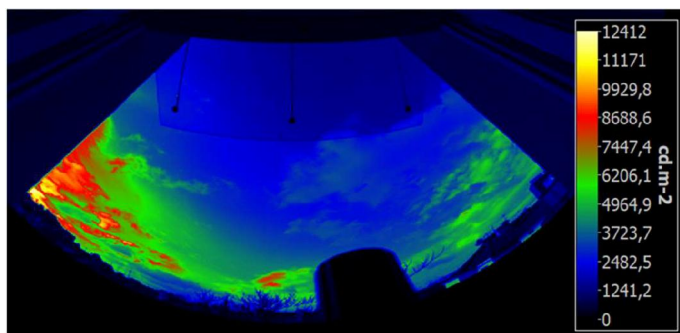
Dle ekvidistantního diagramu svítí Slunce do KB1 58 minut, což je méně než požadovaných 90 minut. Výsledky se liší z toho důvodu, že v programu Světlo+ [11] je

kontrolní bod umístěn na fasádě a není zohledněno stínění kontrolního bodu ostěním. Výsledky získané z ekvidistančního diagramu jsou přesnější, protože při pořízení fotografie byl přístroj umístěn přesně ve vnitřní rovině zasklení. Byt tedy prosluněn není.

Jak už bylo zmíněno v kap. 2.1.4, přístroj umožňuje provádět i měření jasů, na obr. 114 je vidět rozložení jasů, přičemž fotografie byla pořízena ve stejné poloze přístroje jako v případě obr. 113.



Obr. 113: Určení doby proslunění pomocí stereografického slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátem s objektivem typu rybí oko – byt č. 6



Obr. 114: Rozložení jasů – fotografie pořízená fotoaparátem s objektivem typu rybí oko – byt č. 6

7.6.3 Posouzení denního osvětlení – byt č. 6

Z hlediska denního osvětlení budou posouzeny dvě obytné místnosti, tedy obývací pokoj 6.03 a ložnice 6.04. Měření jasů pro výpočet činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) proběhlo dne 19.11. 2018 odpoledne v místnosti 6.04 (popis měření viz kap. 4.2), v místnosti 6.03 je použito stejné zasklení jako v 6.04, a proto měření nebylo opakováno. Dále byly tento den změřeny veličiny pro výpočet činitele odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů. K měření byl použit jasoměr a luxmetr (popis měření viz kap. 4.1). Dále byly určeny činitelé odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů pomocí vzorníku CEMIX [2].

7.6.3.1 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 6.03

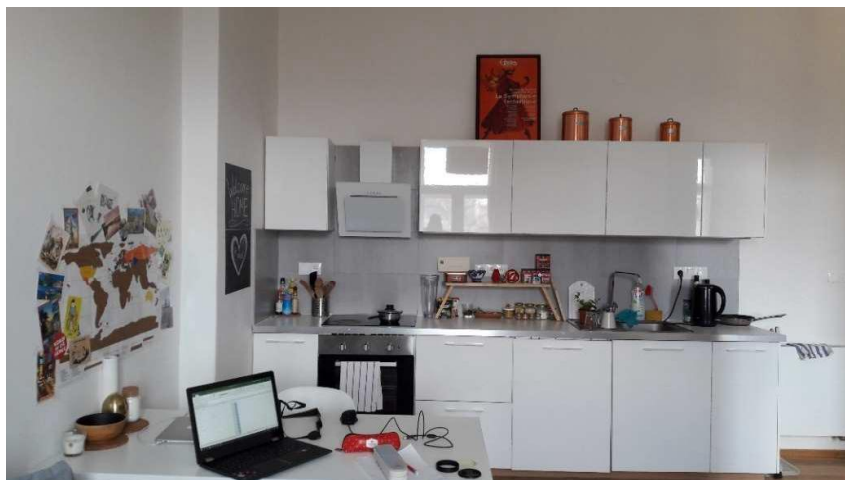
Na obr. 115 až 117 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 74 a 75 včetně výsledků měření.



Obr. 115: Místnost 6.03 – pohled ode dveří



Obr. 116: Místnost 6.03 – pohled ke dveřím



Obr. 117: Místnost 6.03 – pohled od okna

Tab. 74: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 6.03

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
stěny - omítka	bílá	0,75 - 0,8	0,87	48,37	170,7	0,890	0,895
				49,43	172,7	0,899	
strop - omítka	bílá	0,75 - 0,8	0,87	40,29	135	0,938	0,940
				37,09	123,7	0,942	
podlaha	tmavé mořené dřevo	0,1 - 0,2	0,2	12,36	138,8	0,280	0,294
				13,16	143,8	0,288	
				13,15	130,9	0,316	
dveře - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,8	11,35	42,3	0,843	0,843
				10,63	39,6	0,843	
dveře - sklo	sklo	0,1	není definováno	-	-	-	-
				-	-	-	
kuchyňská linka	bílá	0,75 - 0,8	0,87	48,37	170,7	0,890	0,895
				49,43	172,7	0,899	
obklad - kuchyňská linka	světle šedá	0,4 - 0,6	0,62	25,49	125,4	0,639	0,611
				22,47	119,7	0,590	
				22	114,2	0,605	
sklo	sklo	0,1	není definováno	-	-	-	-
				-	-	-	
balkónové dveře - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,83	-	-	-	-
balkónové dveře - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

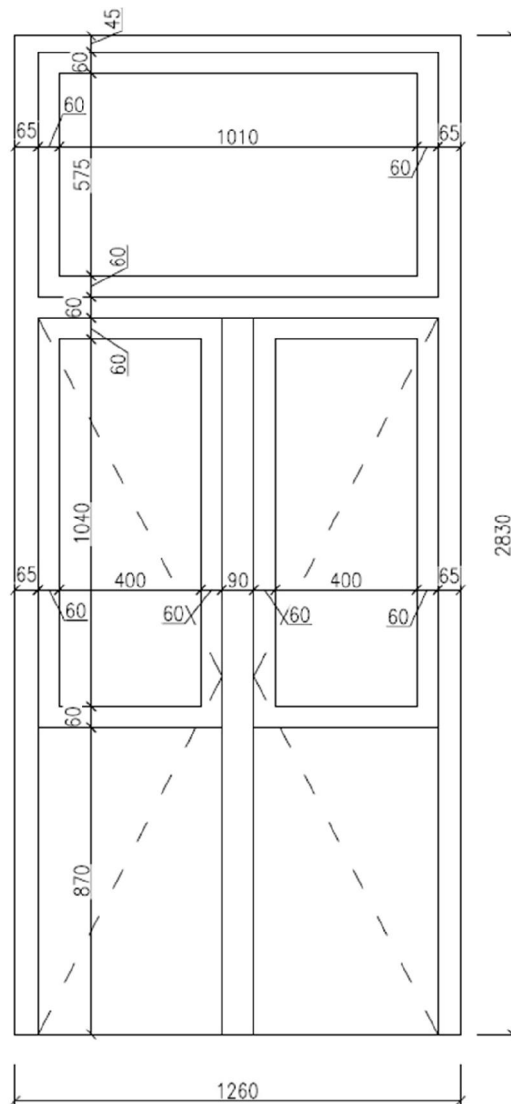
Tab. 75: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 6.03

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny - omítka	64,41	0,80	0,87	0,895
strop - omítka	26,69	0,80	0,87	0,940
podlaha	26,69	0,20	0,20	0,294
dveře - rám	4,43	0,80	0,80	0,843
dveře - sklo	0,58	0,10	0,10	0,10
kuchyňská linka	4,48	0,80	0,87	0,895
obklad - kuchyňská linka	2,39	0,60	0,62	0,611
sklo	2,57	0,10	0,10	0,10
balkónové dveře - rám	2,15	0,80	0,83	0,80
balkónové dveře - sklo	1,41	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,66	0,71	0,75

Tab. 76: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 6.03 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	82,42	0,837
strop	26,69	0,940
podlaha	26,69	0,294

V místnosti 6.03 je umístěn jeden osvětlovací otvor, a to dvoukřídlé kastlové dřevěné balkónové dveře, přičemž všechna okenní křídla jsou zasklena jednoduchým zasklením.



Obr. 118: Schéma balkónových dveří D1 v M 1:20 v místnosti 6.03

Pro výpočet byla zaměřena vnější okenní křídla, protože mají menší zasklenou plochu než křídla vnitřní (byla uvažována jen horní část balkónových dveří se zasklením) a byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) dle vztahu (7):

$$A_s = ((2 \times 0,4) \times 1,04) + (0,575 \times 1,01) = 1,41275 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,26 \times (2,83 - 0,87) = 2,4696 \text{ m}^2 \text{ (bez spodní části dveří)}$$

$$T_k = \frac{1,41275}{2,4696} = 0,572 \text{ (-)}$$

Protože se jedná o stejné zasklení okna jako v místnosti 6.04, byly uvažovány shodné hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$, které jsou uvedeny v tabulce 81.

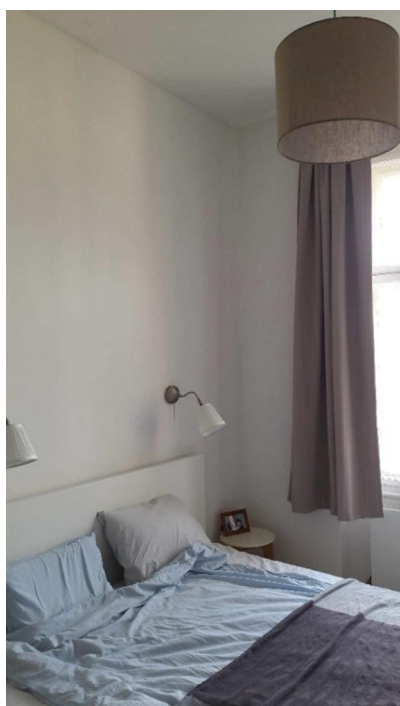
Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 77. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší a splňuje požadavky uvedené v kap. 3.2, u výpočtu s normovými hodnotami ale požadavky splněny nejsou. Obytná místnost z hlediska denního osvětlení by tedy vyhověla pouze při posouzení se skutečnými hodnotami činitelů odrazu světla a skutečnými parametry zasklení. Grafické výstupy z programu viz příloha B.6.1.

Tab. 77: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 6.03

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	1,0 %	1,0 %
dle normových hodnot	0,6 %	0,6 %

7.6.3.2 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 6.04

Na obr. 119 a obr. 120 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 78 a 79 včetně výsledků měření.



Obr. 119: Místnost 6.04 – pohled od dveří



Obr. 120: Místnost 6.04 – pohled od okna

Tab. 78: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 6.04

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	Průměr ρ (-)
stěny - omítka	bílá	0,75-0,8	0,87	48,37	170,7	0,890	0,895
				49,43	172,7	0,899	
strop - omítka	bílá	0,75-0,8	0,87	40,29	135	0,938	0,940
				37,09	123,7	0,942	
podlaha	tmavé mořené dřevo	0,1-0,2	0,2	12,36	138,8	0,280	0,294
				13,16	143,8	0,288	
				13,15	130,9	0,316	
dveře	bílá	0,75-0,8	0,8	11,35	42,3	0,843	0,667
				10,63	39,6	0,843	
sklo	sklo	0,1	není definováno	-	-	-	-
okno - rám	bílá	0,75 - 0,8	0,83	-	-	-	-
okno - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

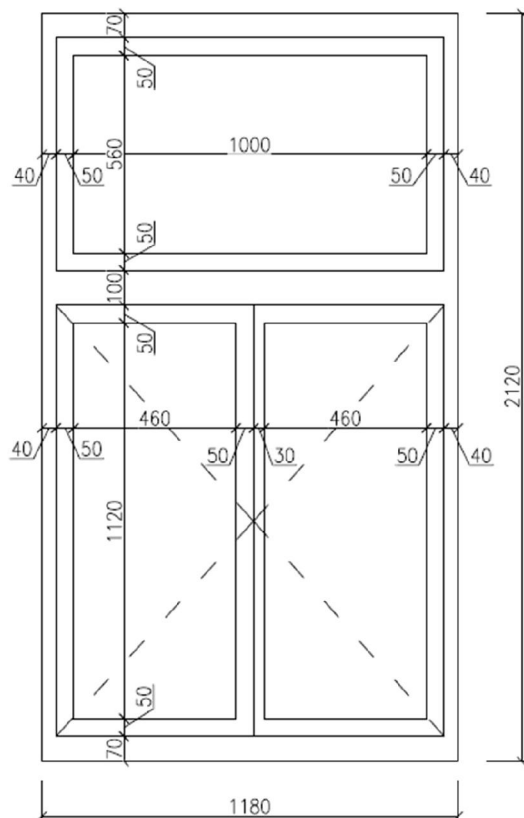
Tab. 79: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 6.04

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny - omítka	33,78	0,80	0,87	0,895
strop - omítka	10,23	0,80	0,87	0,940
podlaha	10,23	0,20	0,20	0,294
dveře	2,37	0,80	0,80	0,667
sklo	2,57	0,10	0,10	0,10
okno - rám	0,91	0,80	0,83	0,80
okno - sklo	1,59	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,65	0,70	0,74

Tab. 80: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 6.04 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	41,22	0,800
strop	10,23	0,940
podlaha	10,23	0,294

V místnosti 6.04 je umístěn jeden osvětlovací otvor, a to dvoukřídlé kastlové dřevěné okno. Všechna okenní křídla jsou zasklena jednoduchým zasklením.



Obr. 121: Schéma okna O1 v M 1:20 v místnosti 6.04

Pro výpočet byla zaměřena vnější okenní křídla, protože mají menší zasklenou plochu než křídla vnitřní a byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k (-) dle vztahu (7):

$$A_s = ((2 \times 0,46) \times 1,12) + (0,56 \times 1) = 1,5904 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,18 \times 2,12 = 2,5016 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,5904}{2,5016} = 0,636 \text{ (-)}$$

Hodnoty činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ dle ČSN 73 0580–1 [4] a dle měření pro okno O1 jsou uvedeny v tabulce 81.

Tab. 81: Měření činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) v místnosti 6.04

č. měření	odhad dle normových hodnot		Měření				
	$T_{s,nor}$ (-)	$T_s = T_{s,nor}^n$ (-)	L_s (cd/m ²)	L_o (cd/m ²)	$T_{s,nor}$ (-) - 1 sklo	$T_{s,nor}$ (-) - celé okno	Průměr $T_{s,nor}$ (-)
1	0,92	0,846	384,4	415,5	0,925	0,856	0,857
2		(dvojsklo, n=2)	553,8	597,8	0,926	0,858	

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 82. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší než u hodnot normových, ale v obou případech jsou požadavky uvedené v kap. 3.2 splněny a obytná místnost z hlediska denního osvětlení vyhovuje. Grafické výstupy z programu viz příloha B.6.2.

Tab. 82: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 6.04

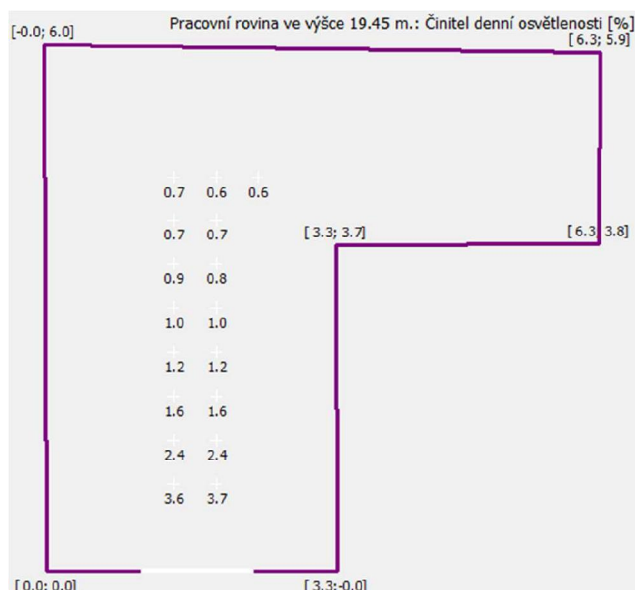
Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	2,2 %	2,3 %
dle normových hodnot	1,5 %	1,5 %

7.6.4 Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 6

7.6.4.1 Obývací pokoj 6.03

Zisk kreditů za kritérium K1 (hodnocení množství denního světla v interiéru) je vypočten ze vztahu (8):

$$K_{1,obývací pokoj} = \frac{10 \cdot 6}{17} = 3,5 \text{ kreditu}$$



Obr. 122: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 6.03, výstup z programu Světlo+ [11]

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,6}{3,7} = 0,162 < U_{pož} = 0,2$$

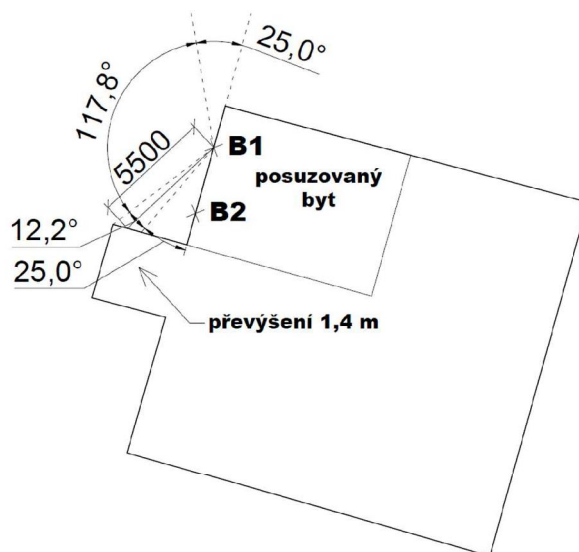
Požadavek není splněn, a proto:

$$K_{2,obývací pokoj} = 0 \text{ kreditů}$$

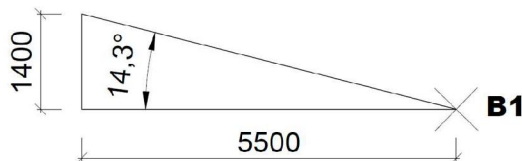
Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,obývací pokoj} = \frac{12,2 \cdot (30 - 14,3) + 117,8 \cdot (30 - 0)}{390} = 9,6 \text{ kreditu}$$

- bod B1 je umístěn v balkónových dveřích D1 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v části uvažovaného rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 123)
- úhel zastínění $Z = 14,3^\circ$ (viz obr. 124)



Obr. 123: Vyznačení úhlů a průměrné vzdálenosti stínící překážky pro hodnocení kritéria K3 – místnost 6.03

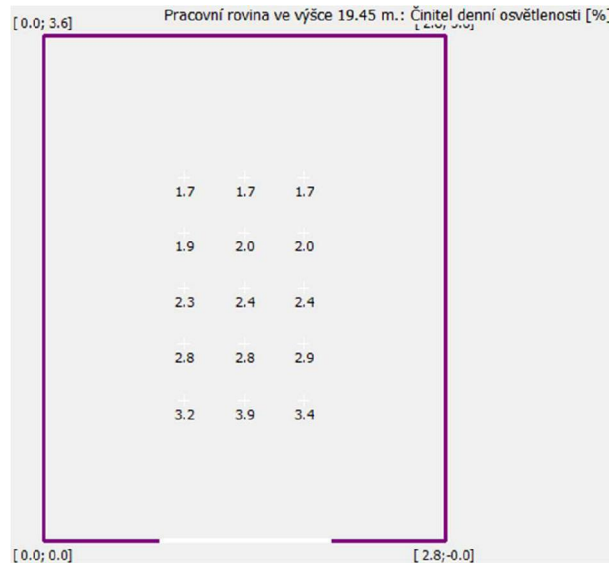


Obr. 124: Určení úhlů zastínění Z ($^\circ$) – místnost 6.03

7.6.4.2 Ložnice 6.04

Zisk kreditů za kritérium K1 (hodnocení množství denního světla v interiéru) je vypočten ze vztahu (8):

$$K_{1,ložnice} = \frac{10 \cdot 15}{15} = 10 \text{ kreditů}$$



Obr. 125: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 6.04, výstup z programu Světlo+ [11]

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{1,7}{3,9} = 0,436 > U_{pož} = 0,2$$

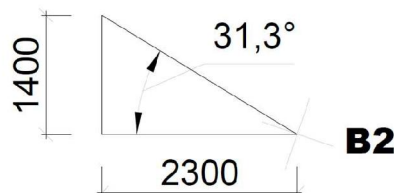
Požadavek je splněn s rezervou $R = 0,236$ (více než 0,15) a zisk kreditů za kritérium K2 (hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení) je dle tabulky 1:

$$K_{2,ložnice} = 10 \text{ kreditů}$$

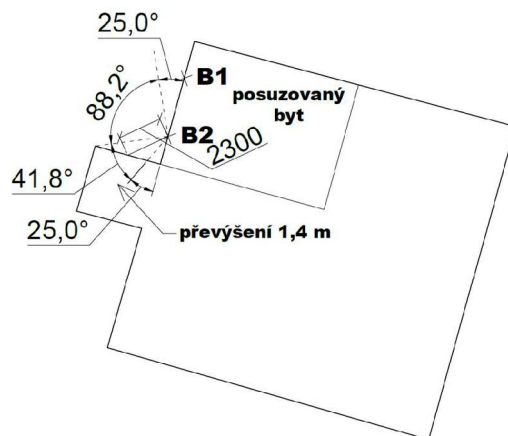
Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,ložnice} = \frac{41,8 \cdot (30 - 31,3) + 88,2 \cdot (30 - 0)}{390} = 6,7 \text{ kreditu}$$

- bod B2 je umístěn v okně O1 dle požadavků uvedených v kap. 5.3.3
- v části uvažovaného rozsahu výhledu je vidět stínící překážka (viz obr. 127)
- úhel zastínění $Z = 31,3^\circ$ (viz obr. 126)



Obr. 126: Určení úhlů zastínění Z ($^\circ$) – místnost 6.04



Obr. 127: Vyznačení úhlů pro hodnocení kritéria K3 – místnost 6.04

7.6.4.3 Celkové hodnocení bytu č. 6 dle metodiky SBToolCZ

Výpočet kreditů za jednotlivá kritéria pro celý posuzovaný byt:

$$K_1 = \frac{3,5 + 10}{2} = 6,75 \text{ kreditu}$$

$$K_2 = \frac{0 + 10}{2} = 5 \text{ kreditů}$$

$$K_3 = \frac{9,6 + 6,7}{2} = 8,2 \text{ kreditu}$$

Celkové kreditové ohodnocení pro byt č. 6 vypočteno ze vztahu (11):

$$K_{\text{byt č. 5}} = 6,75 + 5 + 8,2 = 19,95 \text{ kreditu}$$

Získané body dle kreditového hodnocení (tabulka 2): **6,7 bodu z 10 možných**

7.6.5 Vyhodnocení dotazníku a porovnání názorů uživatele bytu č. 6 s vypočtenými hodnotami

Charakteristika dotazované osoby:

- Muž – 50 let, nosí brýle na dálku, v bytě tráví méně než 2 hodiny denně, preferuje přirozené osvětlení

Vyhodnocení proslunění:

- Dotázaný odpověděl, že většina oken v bytě je orientována na slunečnou stranu.
Okna jsou ale orientována na západ.
- Dotázaný odpověděl, že velikost oken je dostačující a doba proslunění bytu je také dostatečná
Dle výpočtu byt z hlediska proslunění nevyhoví (viz kap. 7.6.2).

Vyhodnocení denního osvětlení:

- Dotázaný odpověděl, že denní osvětlení je spíše dostačující, ale během dne musí použít i umělé osvětlení.

Dle výpočtu s naměřenými hodnotami byt z hlediska denního osvětlení vyhoví (viz kap. 7.6.3).

- Dotázaný má pocit oslnění přímými slunečními paprsky a používá stínění.
- Jako příjemnější místnost byla označena ložnice.

Vyhodnocení barevnosti bytu:

- Převažující barvy stavebních konstrukcí i ostatních povrchů (nábytku) jsou barvy neutrální (bílá, šedá).
- Dotázaný je s celkovým barevným řešením bytu spokojen.

Celkové hodnocení bytu č. 6 je průměrné. Dle výpočtů byt nevyhoví z hlediska proslunění, ale vyhoví z hlediska denního osvětlení, pokud se uvažují skutečné hodnoty odrazností povrchů a skutečné parametry zasklení.

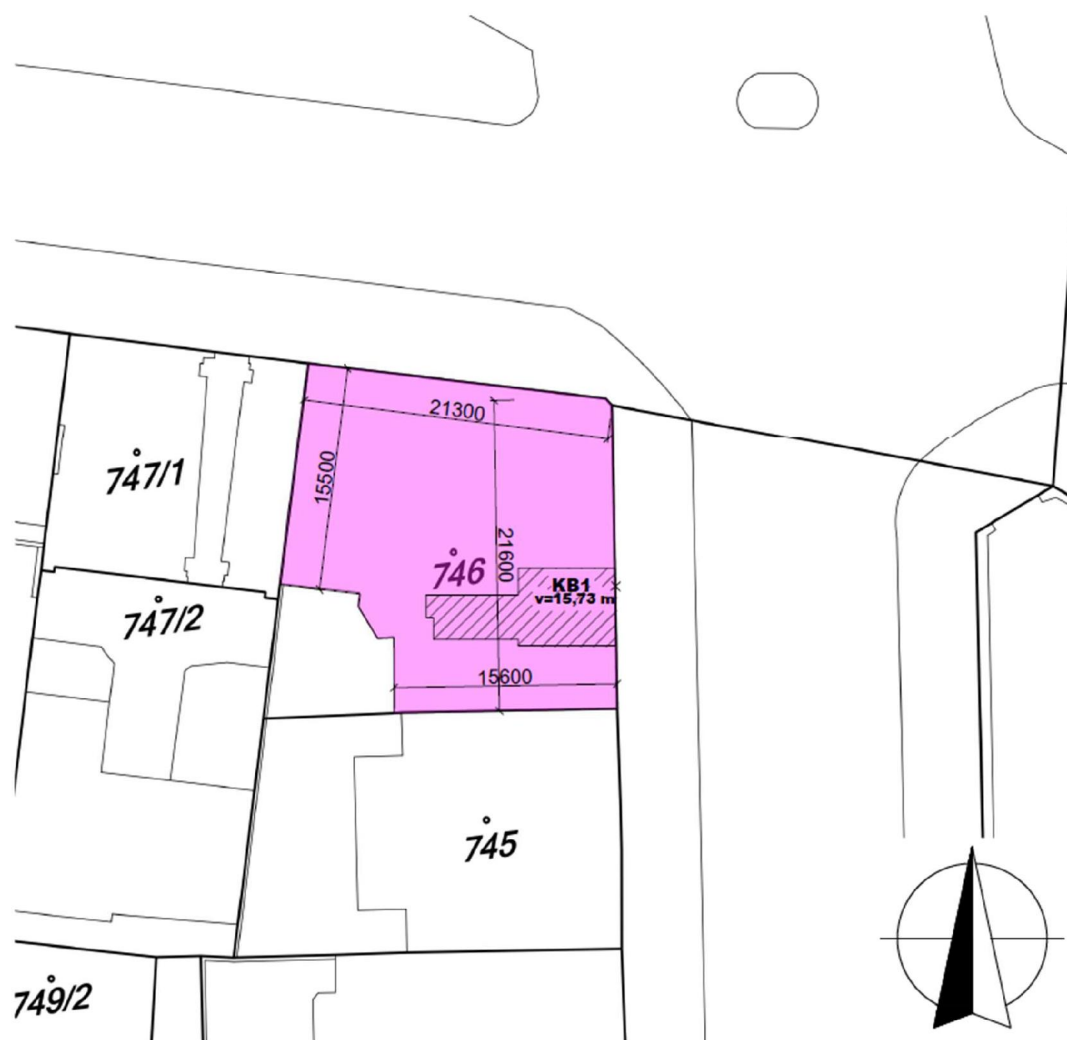
Při hodnocení vizuálního komfortu dle SBToolCZ byt získal 6,7 bodu z 10 možných. Nejméně kreditů bylo přiděleno za rovnoměrnost denního osvětlení.

Uživatel bytu je s hodnocenými parametry spokojen. Dobu proslunění hodnotí jako dostatečnou, stejně tak denní osvětlení. S barevným řešením bytu je spokojen. Jediným nedostatkem je pocit oslnění, který je ale řešen stíněním. Jeho názory se s výpočty proslunění neshodují, ale s výpočty denního osvětlení ano.

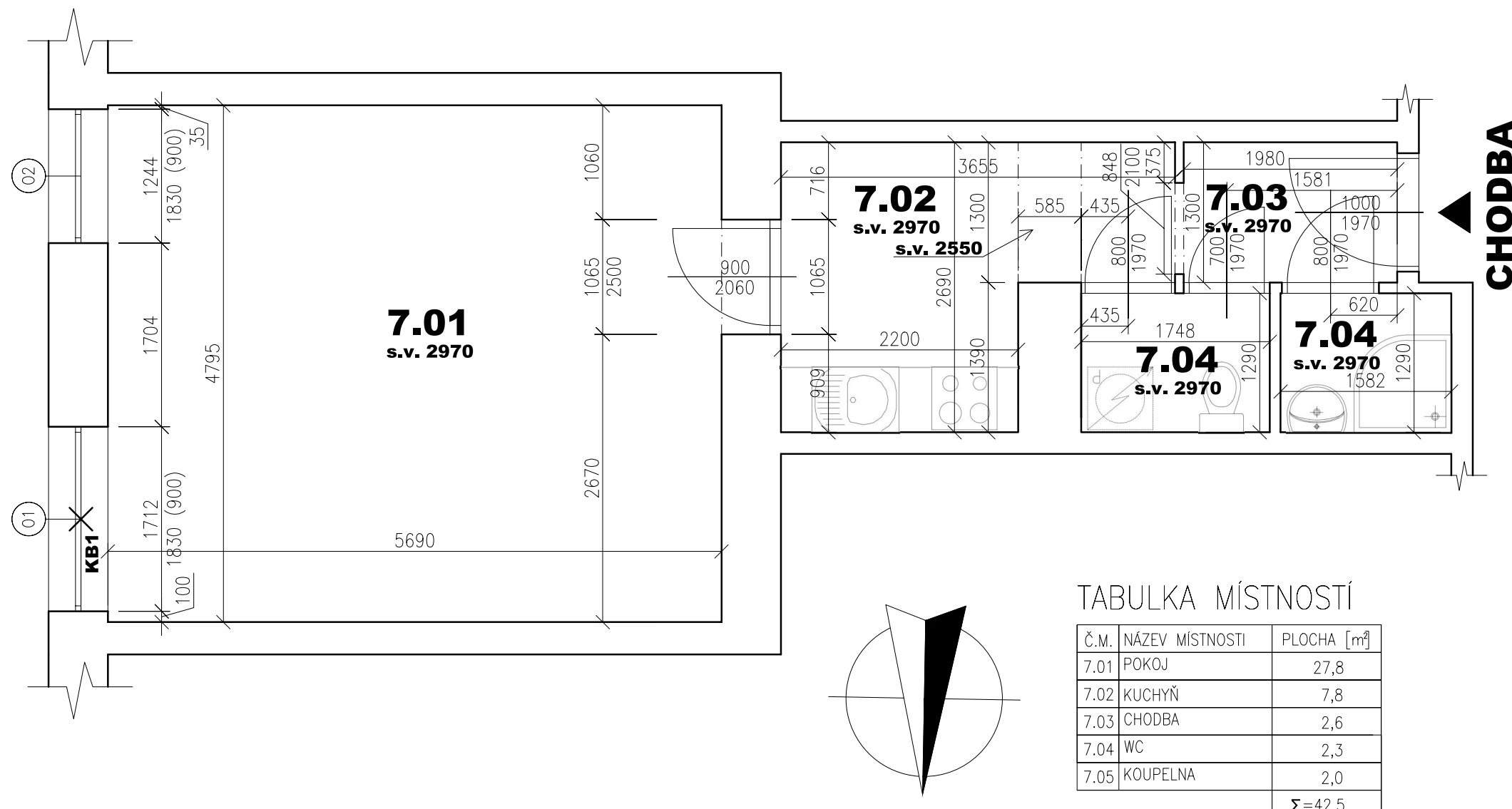
7.7 Byt č. 7

7.7.1 Popis bytu č. 7

Byt č. 7 je součástí bytového domu s 5 nadzemními podlažími, přičemž posuzovaný byt je umístěn v 5. NP. Dispozičně je řešen jako 1+1 s užitnou plochou 42,5 m². Okna jsou orientována na východ a nejsou stíněna okolními objekty. Nyní je byt užíván 1 osobou ve věku 32 let. Zaměření bytu včetně přesného zaměření osvětlovacích otvorů proběhlo dne 10.10.2018 pomocí laserového dálkoměru.



Obr. 128: Situace v M 1:500 – byt č.7, vyznačení skutečného severu S_p a hlavních kót objektu; s využitím [12]



TABULKA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]
7.01	POKOJ	27,8
7.02	KUCHYŇ	7,8
7.03	CHODBA	2,6
7.04	WC	2,3
7.05	KOUPELNA	2,0
		Σ=42,5

POZN. 1: KÓTOVÁNY VNITŘNÍ ROZMĚRY OSVĚTLOVACÍCH OTVORŮ, VNĚJŠÍ ROZMĚRY NEBYLY ZAMĚŘENY

POZN. 2: MATERIÁLY KONSTRUKCÍ NEBYLY ZJIŠŤOVÁNY

Obr. 129: Půdorys bytu č. 7 - vyznačení kontrolního bodu a směr skutečného severu S_p

7.7.2 Posouzení proslunění – byt č. 7

Určení kontrolních bodů v bytě č. 7 je uvedeno v tabulce 83:

Tab. 83: Určení kontrolních bodů – byt č. 7

místnost	obytná místnost	plocha (m ²)	velikost osvětlovacích otvorů	kontrolní bod
pokoj	ano ≥ 8 m ²	27,8	šířka i výška > 900 mm, okno O1: 3,13 > 0,1 * 27,8 = 2,78 m ²	ANO (KB1)
Σ obytných ploch		27,8	1/3 obytných ploch	9,3

Prosluněn může být pokoj s plochou 27,8 m², ten splní požadavek, aby byla prosluněna alespoň 1/3 všech obytných ploch bytu (27,8 m² > 9,3 m²). KB1 je vyznačen v půdorysu bytu č. 7 (obr. 129). Do okna O2 není nutné umisťovat další kontrolní bod. Pouze okno O2 nespĺní požadavek na minimální plochu osvětlovacího otvoru.

Pomocí softwaru Světlo+ [11] bylo zjištěno, že do kontrolního bodu KB1 Slunce svítí 200 minut (od 7:10 do 10:30) dne 1. března, což je více než požadovaných 90 minut. Ostatní výstupy z programu včetně pravoúhlého slunečního diagramu viz příloha A.5.

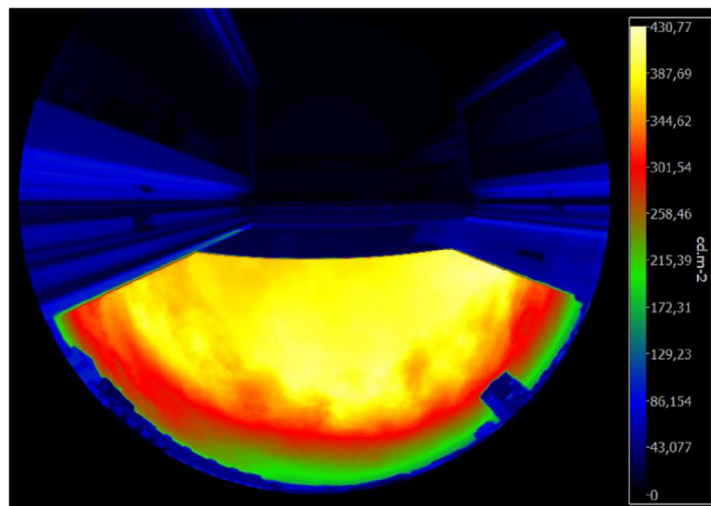
Doba proslunění byla ověřena pomocí ekvidistantního slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátem s objektivem typu rybí oko (viz obr. 131). Tato fotografie byla pořízena dne 19.11.2018. V tabulce 84 jsou porovnány výsledky z programu Světlo+ [11] a výsledky získané z ekvidistantního diagramu.

Tab. 84: Přehled časů, kdy do kontrolních bodů KB1 svítí Slunce

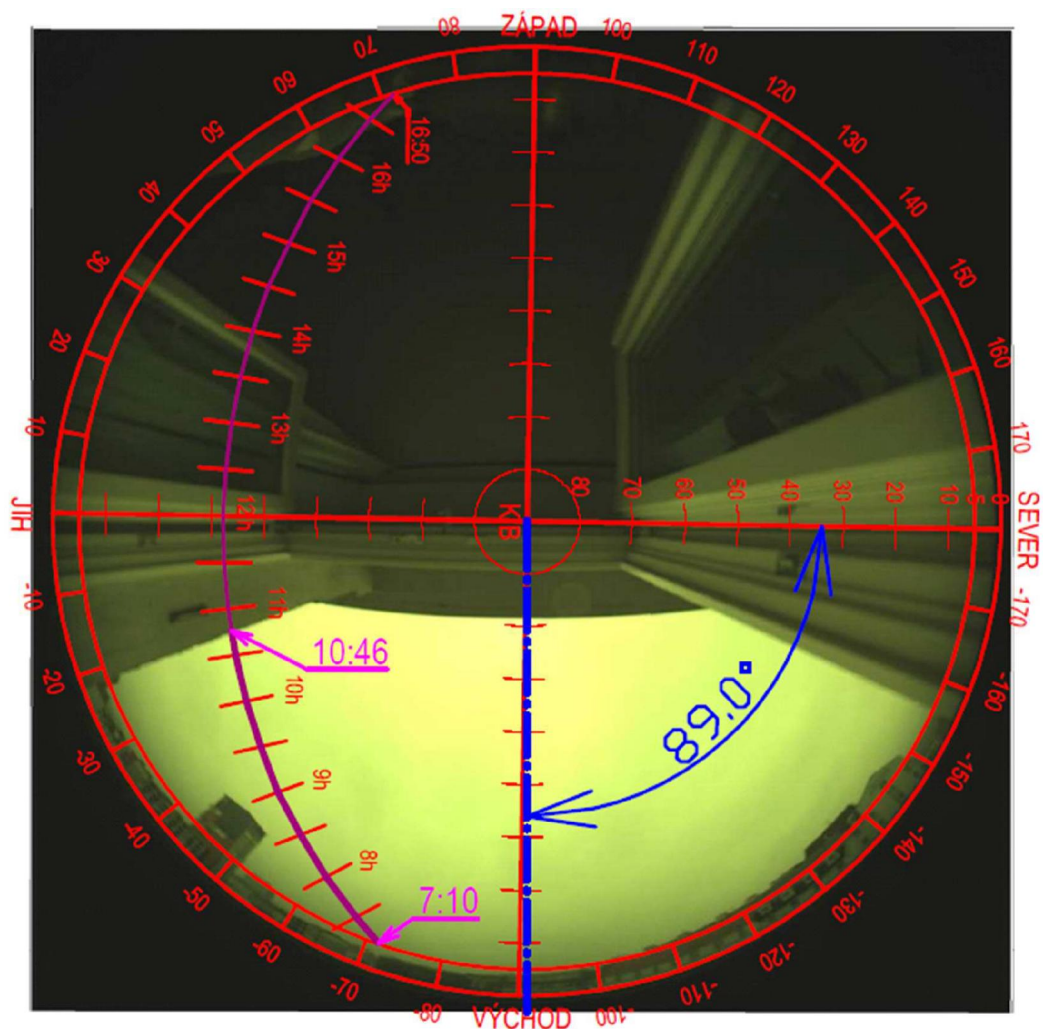
Kontrolní bod	od - do		tj. minut	
	Světlo+ [11]	ekvidistantní diagram	Světlo+ [11]	ekvidistantní diagram
KB1	7:10 - 10:30	7:10 - 10:46	200 min	216 min

Výsledky jsou téměř totožné, doba proslunění se liší pouze o 16 minut. Rozdíl je způsoben tím, že v programu Světlo+ [11] je kontrolní bod umístěn na fasádě a není zohledněno stínění kontrolního bodu ostěním. Výsledky získané z ekvidistantního diagramu jsou tedy přesnější, protože při pořízení fotografie byl přístroj umístěn přesně ve vnitřní rovině zasklení a byt je prosluněn.

Jak už bylo zmíněno v kap. 2.1.4, přístroj umožňuje provádět i měření jasů, na obr. 130 je vidět rozložení jasů, přičemž fotografie byla pořízena ve stejné poloze přístroje jako v případě obr. 131.



Obr. 130: Rozložení jasů – fotografie pořízená fotoaparátem s objektivem typu rybí oko – byt č. 7



Obr. 131: Určení doby proslunění pomocí stereografického slunečního diagramu vloženého do fotografie pořízené fotoaparátem s objektivem typu rybí oko – byt č. 7

7.7.3 Posouzení denního osvětlení – byt č. 7

Z hlediska denního osvětlení bude posouzena jediná obytná místnost v bytě, a to pokoj 7.01. Měření jasů pro výpočet činitele prostupu světla průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) proběhlo dne 19.11. 2018 odpoledne (popis měření viz kap. 4.2). Dále byly tento den změřeny veličiny pro výpočet činitele odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů. K měření byl použit jasoměr a luxmetr (popis měření viz kap. 4.2). Dále byly určeny činitelé odrazu světla ρ_i (-) jednotlivých povrchů pomocí vzorníku CEMIX [16].

7.7.3.1 Měření a výpočet činitele denní osvětlenosti v místnosti 7.01

Na obr. 132 až 134 je vidět barevné řešení jednotlivých povrchů, všechny měřené povrchy jsou uvedeny v tabulce 85 a 86 včetně výsledků měření.



Obr. 132: Místnost 7.01 – pohled od okna



Obr. 133: Místnost 7.01 – barevnost dveří



Obr. 134: Místnost 7.01 – barevnost podlahy

Tab. 85: Měření činitele odrazu světla jednotlivých povrchů v místnosti 7.01

Povrch	Barva - popis	Činitel odrazu světla ρ (-)		Měření			Průměr ρ (-)
		dle VŠ skript [3]	dle vzorníku	L (cd/m ²)	E (lx)	$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$ (-)	
omítka - stěny + strop	bílá	0,75 - 0,8	0,85	3,24	10,64	0,957	0,956
				3,23	10,62	0,955	
podlaha	tmavé mořené dřevo	0,1 - 0,2	0,21	0,63	10,08	0,196	0,191
				0,58	9,82	0,186	
dveře - rám	krémová	0,6 - 0,7	0,74	1,63	6,36	0,805	0,804
				1,64	6,42	0,803	
dveře - sklo	sklo	0,1	není definováno	0,15	4,97	0,095	0,095
				0,15	4,92	0,096	
okna - rámy	bílá	0,75 - 0,8	0,83	-	-	-	-
okna - sklo	sklo	0,10	není definováno	-	-	-	-

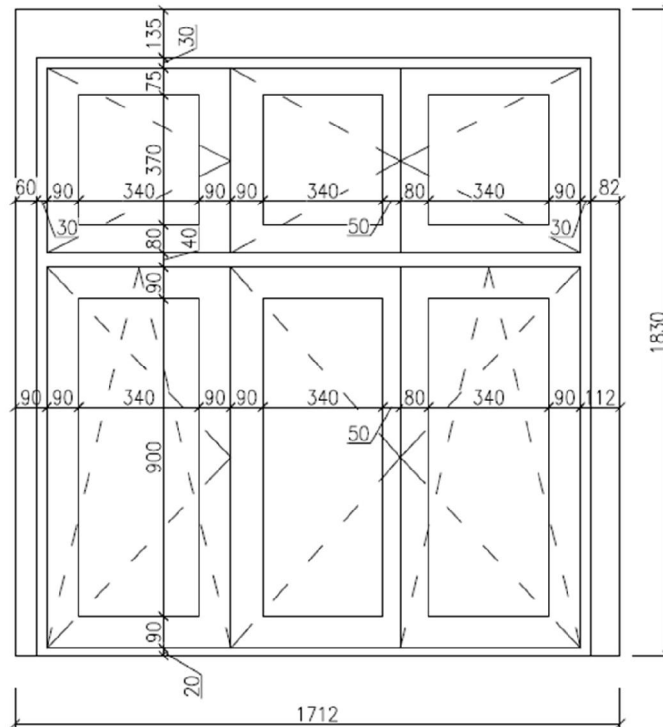
Tab. 86: Výpočet průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) v místnosti 7.01

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle VŠ skript [3]	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle vzorníku	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
omítka - stěny + strop	85,02	0,80	0,85	0,956
podlaha	27,76	0,20	0,21	0,191
dveře - rám	1,76	0,70	0,74	0,804
dveře - sklo	0,52	0,10	0,10	0,095
okna - rámy	3,20	0,80	0,83	0,80
okna - sklo	2,21	0,10	0,10	0,10
Průměrný činitel odrazu světla ρ_m (-)		0,64	0,68	0,75

Tab. 87: Hodnoty průměrných činitelů odrazu světla ρ_m (-) pro stěny, strop a podlahu dle měření v místnosti 7.01 - vstupní hodnoty pro výpočet činitele denní osvětlenosti D (%) v programu Světlo+ [11]

Povrch	Plocha S_i (m ²)	Činitel odrazu světla ρ_i (-) dle měření
stěny	64,95	0,908
strop	27,76	0,956
podlaha	27,76	0,191

V místnosti 7.01 jsou umístěny dva osvětlovací otvory, a to dvoukřídle a trojkřídle dřevěné okno, přičemž obě okna jsou zasklena trojsklem.



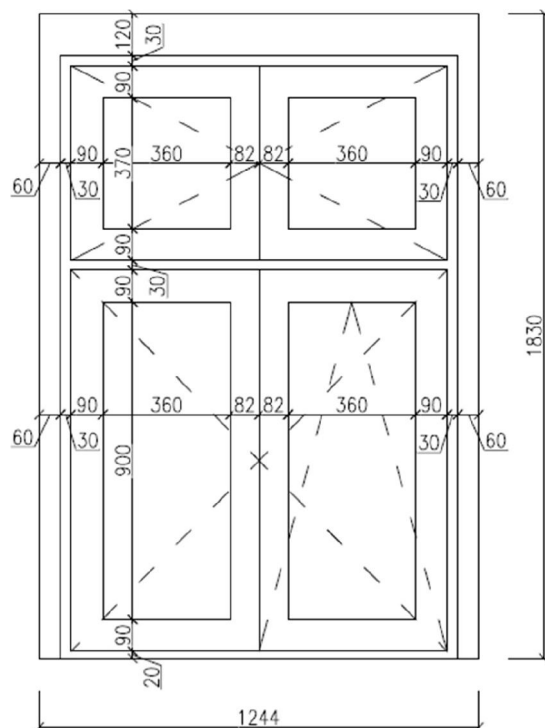
Obr. 135: Schéma okna O1 v M 1:20 v místnosti 7.01

Dle zaměření byl vypočítán činitel zohledňující vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k pro okno O1 dle vztahu (7):

$$A_s = (3 \times 0,34) \times (0,9 + 0,37) = 1,2954 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,712 \times 1,83 = 3,13296 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{1,2954}{3,13296} = 0,413 \text{ (-)}$$



Obr. 136: Schéma okna O2 v M 1:20 v místnosti 7.01

Dle zaměření byl vypočítán číselný vliv částí konstrukcí osvětlovacího otvoru nepropouštějících světlo T_k pro okno O2 dle vztahu (7):

$$A_s = (2 \times 0,36) \times (0,9 + 0,37) = 0,9144 \text{ m}^2$$

$$A_c = 1,244 \times 1,83 = 2,27652 \text{ m}^2$$

$$T_k = \frac{0,9144}{2,27652} = 0,402 \text{ (-)}$$

Hodnoty číselného vlivu průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ dle ČSN 73 0580–1 [4] a dle měření pro okno O1 a O2 jsou uvedeny v tabulce 88. Tyto hodnoty se liší z toho důvodu, že se jedná o izolační trojsklo a meziskelní prostory nejsou vyplněny vzduchem, ale jiným plynem (např. argonem nebo jiným inertním plynem) a tento plyn snižuje průstup světla.

Tab. 88: Měření číselného vlivu průhledného materiálu ve směru normály $T_{s,nor}$ (-) v místnosti 7.01

č. měření	odhad dle normových hodnot		Měření			
	$T_{s,nor}$ (-)	$T_s = T_{s,nor}^n$ (-)	L_s (cd/m ²)	L_o (cd/m ²)	$T_{s,nor}$ (-) - celé okno	Průměr $T_{s,nor}$ (-)
1	0,92	0,779	47,04	71,92	0,654	0,655
2		(trojsklo, n=3)	48,08	73,33	0,656	

Do programu Světlo+ [11] byly nejprve zadány naměřené hodnoty a poté hodnoty dle normy (viz kap. 4.1 a 4.2) a byly posouzeny dva kontrolní body, jejichž umístění je uvedeno v kap. 3.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 89. Dle naměřených hodnot vychází činitel denní osvětlenosti vyšší a splňuje požadavky uvedené v kap. 3.2, u výpočtu s normovými hodnotami ale požadavky splněny nejsou. Obytná místnost z hlediska denního osvětlení by tedy vyhověla pouze při posouzení se skutečnými hodnotami činitelů odrazu světla a skutečnými parametry zasklení. Grafické výstupy z programu viz příloha B.7.1.

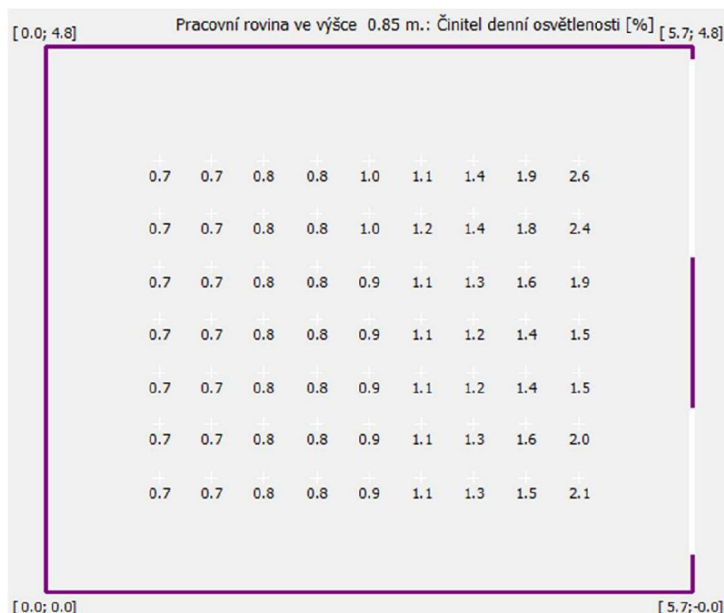
Tab. 89: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v místnosti 7.01

Činitel denní osvětlenosti	bod A	bod B
dle naměřených hodnot	1,0 %	0,9 %
dle normových hodnot	0,7 %	0,6 %

7.7.4 Zatřídění dle metodiky SBToolCZ – byt č. 7

Zisk kreditů za kritérium K1 (hodnocení množství denního světla v interiéru) je vypočten ze vztahu (8):

$$K_{1,pokoj} = \frac{10 \cdot 12}{63} = 1,9 \text{ kreditu}$$



Obr. 137: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v síti bodů v místnosti 7.01, výstup z programu Světlo+ [11]

Rovnoměrnost denního osvětlení je vypočtena ze vztahu (9):

$$U = \frac{0,7}{2,6} = 0,269 > U_{pož} = 0,2$$

Požadavek je splněn s rezervou $R = 0,069$ a zisk kreditů za kritérium K2 (hodnocení rovnoměrnosti denního osvětlení) je vypočítán dle tabulky 1:

$$K_{2,pokoj} = \frac{10 \cdot 0,069}{0,15} = 4,6 \text{ kreditu}$$

Zisk kreditů za kritérium K3 (hodnocení výhledu z dané místnosti) je vypočten ze vztahu (10):

$$K_{3,pokoj} = \frac{130 \cdot (30 - 0)}{390} = 10 \text{ kreditů}$$

- v daném intervalu není vidět žádná stínící překážka (viz obr. 128 – situace)

Celkové kreditové ohodnocení pro byt č. 7 vypočteno ze vztahu (11):

$$K_{byt \text{ č. } 7} = 1,9 + 4,6 + 10 = 16,5 \text{ kreditu}$$

Získané body dle kreditového hodnocení (tabulka 2): **5,5 bodu z 10 možných**

7.7.5 Vyhodnocení dotazníku a porovnání názorů uživatele bytu č. 7 s vypočtenými hodnotami

Charakteristika dotazované osoby:

- Muž – 32 let, nosí brýle na dálku, v bytě tráví méně než 2 hodiny denně, preferuje přirozené osvětlení

Vyhodnocení proslunění:

- Dotázaný odpověděl, že většina oken v bytě je orientována na slunečnou stranu.
Okna jsou ale orientována na východ.
- Dotázaný odpověděl, že velikost oken je dostačující a doba proslunění bytu je dostatečná.
Dle výpočtu byt z hlediska proslunění vyhoví (viz kap. 7.7.2).

Vyhodnocení denního osvětlení:

- Dotázaný odpověděl, že denní osvětlení je spíše dostačující, ale během dne musí použít i umělé osvětlení

Dle výpočtu s naměřenými hodnotami byt z hlediska denního osvětlení vyhoví (viz kap. 7.7.3).

- Dotázaný spíše nemá pocit oslnění.

Vyhodnocení barevnosti bytu:

- Převažující barvy stavebních konstrukcí i ostatních povrchů (nábytku) jsou barvy neutrální (bílá, šedá).
- Dotázaný je s celkovým barevným řešením bytu spokojen.

Celkové hodnocení bytu č. 7 dopadlo příznivě. Dle výpočtů byt vyhoví z hlediska proslunění i denního osvětlení, pokud se uvažují skutečné hodnoty odrazností povrchů a skutečné parametry zasklení.

Při hodnocení vizuálního komfortu dle SBToolCZ byt získal 5,5 bodu z 10 možných. Nejméně kreditů bylo přiděleno za množství denního světla, naopak za výhled z dané místnosti byl přidělen plný počet bodů.

Uživatel bytu je s hodnocenými parametry spokojen. Dobu proslunění hodnotí jako dostatečnou, stejně tak denní osvětlení. S barevným řešením bytu je spokojen. Jeho názory se s výpočty proslunění a denního osvětlení shodují.

8. Porovnání bytů dle posuzovaných hledisek

Byty byly hodnoceny dle několika hledisek, prvním bylo posouzení, zda vyhovují požadavkům na proslunění a denní osvětlení dle měření a dle doporučených hodnot. Dalším hodnotícím kritériem bylo hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBToolCZ a hodnocení na základě vyplnění dotazníků uživateli bytů.

V tabulce 90 je shrnuto hodnocení všech posuzovaných bytů a jejich pořadí v rámci celkového hodnocení. Žádný z bytů nevyhověl požadavkům na denní osvětlení uvedených v normě ČSN 73 0580-2 [5] (viz kap. 3.2) při posouzení s doporučenými hodnotami. V tabulce 90 je posouzen vždy byt jako celek, neznámá to tedy, že s normovými hodnotami nevyhověla žádná místnost, ale ani u jednoho bytu nebyly tyto požadavky splněny u všech místností současně.

Všechna kritéria uvedená v tabulce 90 mají stejnou váhu, pořadí tedy bylo určeno pomocí přepočtu všech hledisek na stupnici odpovídající zisku bodů dle metodiky SBToolCZ. V případě vyhovujícího proslunění a denního osvětlení bylo bytu přiděleno 10 bodů za každý splněný požadavek, v opačném případě 0 bodů. Za kladné hodnocení uživateli bylo přiděleno 10 bodů, za průměrné hodnocení 5 bodů a za záporné hodnocení 0 bodů.

Tab. 90: Porovnání posuzovaných bytů

Posuzovaný byt	Vyhovuje proslunění?	Vyhovuje činitel denní osvětlenosti		Zisk bodů dle SBToolCZ (max. 10 bodů)	Hodnocení uživatelů bytu	Počet získaných bodů dle všech kritérií	Pořadí bytů dle celkového hodnocení
		dle měření?	dle normových hodnot?				
Byt č. 1	ANO	ANO	NE	5,5	0	30,5	3.
Byt č. 2	NE	NE	NE	0,9	+	10,9	6.
Byt č. 3	NE	NE	NE	2,1	-	2,1	7.
Byt č. 4	ANO	NE	NE	0	0	15	5.
Byt č. 5	ANO	ANO	NE	6,6	+	36,6	1.
Byt č. 6	NE	ANO	NE	6,7	+	26,7	4.
Byt č. 7	ANO	ANO	NE	5,5	+	35,5	2.

Pozn. k tabulce 90: + značí kladné hodnocení uživatelů bytu, 0 značí průměrné hodnocení uživatelů bytu, - značí záporné hodnocení uživatelů bytu.

Pokud jsou tedy brána v potaz veškerá hodnocená kritéria, nejlépe jsou hodnoceny byty č. 5 a č. 7, hodnocení obou bytů se liší pouze bodovým ziskem při hodnocení vizuálního komfortu dle metodiky SBToolCZ, a to o 1,1 bodu. Oba byty

jsou umístěny v horních podlažích, což vede ke snížení stínění okolními objekty, a mají okna orientovaná na západ nebo východ.

Naopak nejhůře jsou hodnoceny byty č. 2 a č. 3, které nevyhovují ani z hlediska proslunění, ani z hlediska denního osvětlení. Byty jsou umístěny v nižších podlažích a jsou orientovány na sever a jih. Oba jsou ve velké míře stíněny okolními objekty, u bytu č. 3 jsou stínící objekty z obou stran bytu. Zajímavé je, že byt č. 2 je i přesto hodnocen uživateli kladně.

Nejméně příznivě na mě při měření bytů jednoznačně působil byt č. 3, kde bylo denní osvětlení opravdu nedostatečné. Byt má sice poměrně velké plochy osvětlovacích otvorů, z obou stran bytu je ale v těsné blízkosti umístěna okolní zástavba. Naopak nejpříjemnější byl dle mého názoru byt č. 5 s velmi světlým interiérem, který je umístěn ve vyšším podlaží, a proto je příjemný i výhled z místností.

9. Doporučení vedoucí ke zlepšení proslunění a denního osvětlení v obytných budovách

9.1 Zlepšení proslunění

Proslunění může být nevyhovující z několika důvodů. Prvním je orientace osvětlovacích otvorů na severní nebo téměř severní stranu (viz obr. 6). Do těchto otvorů nemůže být umístěn kontrolní bod, protože do osvětlovacího otvoru dne 1. března buď vůbec nedopadají sluneční paprsky nebo dopadají méně než požadovaných 90 minut. Dalším důvodem nevyhovujícího proslunění může být stínění okolními objekty, např. kvůli umístění bytů do nižších podlaží s nedostatečným odstupem okolní zástavby. Tyto okrajové podmínky ve stávající zástavbě nelze bohužel změnit. Proslunění ale také závisí na velikosti osvětlovacího otvoru (viz kap. 3.1). Pokud není místnost prosluněna z důvodu malého osvětlovacího otvoru, nabízí se osvětlovací otvor zvětšit. Je ovšem nutné si uvědomit, že tento zásah je většinou komplikovaný, navíc v Praze téměř nemožný, pokud se jedná o památkově chráněné objekty.

Z hlediska proslunění nevyhověly tři byty ze sedmi posuzovaných, a to byt č. 2, č. 3 a č. 6. Důvodem je u bytu č. 2 a č. 3 orientace některých osvětlovacích otvorů na severní nebo téměř severní stranu, u bytu č. 2 navíc nedostačující rozměry osvětlovacích otvorů. Byt č. 6 je orientován na severozápad, sluneční paprsky ale nedopadají do kontrolního bodu po stanovenou dobu kvůli hloubce ostění.

9.2 Zlepšení denního osvětlení

V případě denního osvětlení je možností zlepšení více. Za prvé jsou důležité parametry samotného osvětlovacího otvoru, které ovlivňují zejména oblohovou a vnější odraženou složku činitele denní osvětlenosti. Pokud je denní osvětlení nevyhovující a je možná výměna oken, je nutné si uvědomit, že neúčinnější je horní část okna, proto je výhodné nedělit horní část zasklení rámem. V ideálním případě by se nabízelo co nejvíce snížit výšku nadpraží, aby se zvýšil podíl oblohové složky, to už je ale opět velký zásah do stávající stavby. Dále je nejvhodnější okno s co nejmenší plochou neprůsvitných částí, to lze vyřešit třeba zapuštěním rámu do ostění. Podstatný vliv má také údržba osvětlovacích otvorů, která zahrnuje zejména čištění konstrukcí osvětlovacích otvorů z venkovní i vnitřní strany. Norma ČSN 73 0580–1 [4] předpokládá, že doba čištění je nejméně dvakrát ročně. Protože Praha patří mezi prašnější oblasti v rámci ČR, mělo by čištění osvětlovacích otvorů během roku být tomu úměrné.

Pokud bychom chtěli zlepšit vnitřní odraženou složku činitele denní osvětlenosti, je dobré zamyslet se nad barevným řešením obytných místností. Z dotazníků vyplývá, že většina dotázaných preferuje neutrální barvy. Ve většině hodnocených bytů převažuje bílá barva stěn a stropů. S touto výmalbou jsou uživatelé bytu většinou spokojeni. Mezi preferované barvy ostatních povrchů patří jak barvy neutrální, tak barvy teplé. Čím tmavší interiér, tím více je denní světlo povrchy pohlcováno a snižuje se tak podíl vnitřní odražené složky. Není obvyklé volit všechny povrchy stavebních konstrukcí i nábytku v bytě bílé, ale už samotné nové vymalování stěn bílou nebo jinou světlou barvou tuto složku z velké míry ovlivní. Podlaha by měla být určitě tmavší než stěny a strop, ale opět platí, že tmavé odstíny pohltní nejvíce světla, volila bych např. světlejší odstíny hnědé barvy. Je ovšem pochopitelné, že každý preferuje jiné barvy a někdy je těžké shodnout se na barevném řešení interiéru i v rámci jednoho bytu.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo posouzení vybraných bytů z hlediska proslunění a denního osvětlení na základě měření, zatřídění bytů dle metodiky SBToolCZ a zjištění názorů uživatelů bytů pomocí dotazníků. Všechny zmíněné parametry byly v závěru práce porovnány a v případě nesplnění požadavků byla doporučena vhodná řešení pro zlepšení. Součástí bylo také zdůvodnění potřeby světla pro lidský organismus, popsání hodnocených světelně-technických parametrů a popis jejich měření.

Pro světelně-technické posouzení byl vybrán pouze omezený počet bytů, ale i z těchto výsledků je patrné, že část bytů nesplňuje požadavky dané normou a tyto nedostatky jsou dle vyhodnocených dotazníků vnímány i uživateli bytu.

Nejhůře byly hodnoceny byty v nižších podlažích a orientací na severní nebo téměř severní stranu. Pro byty nesplňující požadavky na proslunění v podstatě není možné navrhnout řešení pro zlepšení, protože není možné měnit okrajové podmínky stávajících staveb. Můžeme jen odhadovat, kolik bytů bude z tohoto hlediska nevyhovujících při navrhování dle nových Pražských stavebních předpisů, které požadavek na proslunění v Praze zcela ruší, což rozhodně nepřispívá k lepšímu návrhu bytů v hlavním městě z hlediska vnitřního prostředí.

V případě posouzení denního osvětlení také nebylo hodnocení nijak příznivé. Při výpočtu s doporučenými hodnotami danými normou ČSN 73 0580-1 [4] totiž nevyhověl ani jeden posuzovaný byt. Při výpočtu s naměřenými hodnotami činitele odrazu světla a činitele prostupu světla průhledného materiálu již bylo hodnocení příznivější, protože vyhověly čtyři ze sedmi bytů. Je však nutné poznamenat, že dané byty byly velmi světlé – povrchy stavebních konstrukcí kromě podlahy byly většinou jasně bílé a obdobný barevný odstín měl v některých bytech i nábytek. Z tohoto posouzení je tedy zřejmé, že zvolení barev v interiéru má na denní osvětlení významný vliv.

Celkový výsledek je dle mého názoru alarmující a bohužel spíše očekávaný. Nevyhovující světelně-technické parametry nemají totiž vliv pouze na kvalitu vnitřního prostředí, které ovlivňuje náš psychický i fyzický stav, ale i na spotřebu energie na umělé osvětlení, a především energetickou bilanci budovy.

Obzvláště v bytech, ve kterých tráví během dne nejvíce času matky s dětmi, senioři nebo nemocní lidé, bychom na zajištění odpovídajícího denního osvětlení měli obzvláště dbát.

Použitá literatura

- [1] Autodesk. Inc. *AutoCAD* [software]. Verze 17 EDU. Informace na www.autodesk.cz.
- [2] CEMIX. *Vzorník barev*. 2014, dostupné z: ČVUT, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí pozemních staveb.
- [3] ČSN 36 0011-2: *Měření osvětlení prostorů – Část 2: Měření denního osvětlení*. Praha: ÚNMZ, 2014, 12 s.
- [4] ČSN 73 0580-1: *Denní osvětlení budov. Část 1: Základní požadavky*. Praha: ČNI, 2007, 24 s. Zohledněna změna Z1 z r. 2011.
- [5] ČSN 73 0580-2: *Denní osvětlení budov. Část 2: Denní osvětlení obytných budov*. Praha: ČNI, 2007, 4 s. Zohledněna Oprava 1 z r. 2014.
- [6] ČSN 73 4301. *Obytné budovy*. Praha: ČNI, 2004, 20 s. Zohledněny změny Z1 z r. 2005, Z2 z r. 2009 a Z3 z r. 2012.
- [7] Fotovoltaika. In: *Fotovoltaika, fototermika*. [online]. [cit. 22.10.2018]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/91/01.html>
- [8] GAVORA, Peter. *Úvod do pedagogického výzkumu*. 1. vyd. Brno: Paido, 2010. ISBN 978-80-7315-185-0.
- [9] ILLNEROVÁ, Helena a SUMOVÁ, Alena. Vnitřní časový systém. In: *Interní medicína pro praxi* [online]. 2008, č.7, s. 350–352 [cit. 15.10.2018]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2008/07/09.pdf>
- [10] JANKOVIČOVÁ, Ivana. Zjištění a nastavení magnetického severu. In: *Příprava mapových podkladů pro mapování pro OB*. [online]. Brno: 2015. [cit. 22.10.2018]. Dostupné z: <http://podklady.jankovic.cz/index.html>
- [11] JpSoft s. r. o. SVĚTLO+. [software]. *Software pro denní osvětlení a oslunění budov*. Informace na www.svetlo.cz.
- [12] Katastr nemovitostí: ČÚZK Nahlížení do katastru nemovitostí. [online]. Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2004 – 2016. [cit. 12.11.2018] Dostupné z: <https://nahliznidokn.cuzk.cz>
- [13] MONZER, Ladislav. *Osvětlení a svítidla v bytech*. 1. vyd. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-620-X.

- [14] RYBÁR, Peter. *Denní osvětlení a oslunění budov*. 1. vyd. Brno: ERA, 2002. ISBN 80-86517-33-0.
- [15] *SBToolCZ pro bytové domy*, 2013. Praha: Česká technika. ISBN 978-80-01-05125-2.
- [16] SMOLA, Josef. Pražské stavební předpisy, nová doba Temna. In: *Centrum pasivního domu* [online]. 27.8.2018 [cit. 30.12.2018]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/prazske-stavebni-predpisy-nova-doba-temna/t4580>
- [17] Světelné znečištění a vliv na lidské zdraví. In: *SvetelneZnecistení.cz* [online]. [cit. 20.10.2018] Dostupné z: <http://svetelneznecistení.cz/co-je-svetelne-znecistení/lidske-zdraví/>
- [18] VYCHYTIL, Jaroslav. Vizuální komfort – Sociální kritérium S.02; SBToolCZ - Stavby v užívání. Pracovní verze dokumentu poskytnuta autorem. Praha, 2017.
- [19] VYCHYTIL, Jaroslav a České vysoké učení technické v Praze. Stavební fakulta. *Stavební světelná technika: cvičení*. 1. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2015. ISBN 978-80-01-05858-9.
- [20] VYCHYTIL, Jaroslav a KAŇKA, Jan. *Stavební světelná technika: přednášky*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství ČVUT v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-06060-5.