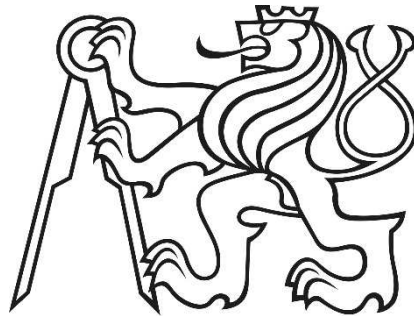


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Fakulta stavební  
Katedra konstrukcí pozemních staveb



Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí – konstrukce budov

**Diplomová práce**

**NÁVRH BYTOVÝCH JEDNOTEK V PODKROVÍ  
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY A PŘILEHLÉHO  
SKLADU**

DESIGN OF HOUSING UNITS IN THE UNFINISHED LOFT OF AN  
ADMINISTRATIVE BUILDING AND ADJOINING WAREHOUSE

Autor práce: Bc. Tereza Fünfkirchlerová

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

Únor 2018

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně a veškeré použité informační zdroje jsem uvedla v souladu s metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 16.2.2018

.....

Podpis

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala Ing. Bc. Jaroslavu Vychytilovi, Ph.D. za jeho podporu, vstřícnost a cenné rady při vypracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat svému partnerovi a celé rodině za podporu, zvláště pak za pomoc s péčí o dceru při psaní diplomové práce.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Fünfkirchlerová Jméno: Tereza Osobní číslo: 380 171  
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: Návrh bytových jednotek v podkroví administrativní budovy a přilehlého skladu  
Název diplomové práce anglicky: Design of housing units in the unfinished loft of an administrative building and adjoining warehouse

Pokyny pro vypracování:

Zaměření a zakreslení stávajícího stavu objektu. Nové dispoziční řešení podkroví v prostoru nad kanceláři pro účely navrhované bytové jednotky. Návrh bytových jednotek do v současnosti nevyužívaného podlaží nad skladem. Návrh zateplení obálky objektu z hlediska jednorozměrného šíření tepla. Posouzení proslunění navrhovaných bytových jednotek. Hodnocení denního osvětlení ve vybraných obytných místnostech a stávajících kancelářích. V případě nevyhovujícího stavu návrh vhodných opatření vedoucí ke splnění legislativních předpisů. Ověření zvukově izolačních vlastností stěnové a stropní konstrukce mezi kanceláři, mezi kanceláři a bytem a mezi bytem a skladem. Posouzení venkovního chráněného prostoru domu z hlediska ochrany před hlukem z dopravy.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky, ÚNMZ Praha, únor 2010.  
ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, ÚNMZ Praha, říjen 2011, Změna Z1 z dubna 2012.  
ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky, ČNI Praha, červen 2007.  
ČSN 73 4301 Obytné budovy, ČNI Praha, červen 2004.  
VYCHYTIL, Jaroslav., KANĀKA, Jan. Stavební světelná technika - přednášky. Praha : ČVUT v Praze, 176 s. 2016.

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

Datum zadání diplomové práce: 10. 10. 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 8. 1. 2018

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

  
Podpis vedoucího práce


  
Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

10. 10. 2017

Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta(ky)

# SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Tereza Fűnfkirchlerová

Název diplomové práce: Návrh bytových jednotek v podkroví administrativní budovy a přilehlého skladu

Základní část: Konstrukce pozemních staveb podíl: 80 %

Formulace úkolů: Zaměření a zakreslení stávajícího stavu objektu. Nové dispoziční řešení podkroví. Zateplení obálky objektu z hlediska jednorozměrného šíření tepla. Posouzení proslunění bytových jednotek, hodnocení denního osvětlení obytných místností a stávajících kanceláří. Ověření zvukově izolačních vlastností dělicích konstrukcí. Posouzení venkovního chráněného prostoru domu z hlediska ochrany před hlukem z dopravy.

Podpis vedoucího DP: 

Datum: 10.10.2017

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

2. Část: Technická zařízení budovy podíl: 5 %

Konzultant (jméno, katedra): \_\_\_\_\_

Formulace úkolů: Rozvody TZB (voda, kanalizace) v nově navrhovaných bytových jednotkách. Návrh vytápění.

Podpis konzultanta: 

Datum: 6.11.2017

3. Část: Ocelové a dřevěné konstrukce. podíl: 15 %

Konzultant (jméno, katedra): ING. LUDĚK BLESKĚ, Ph.D.

Formulace úkolů: DÁVKA A POSOUZENÍ VYBRANÝCH KONSTRUKCÍ POUHÝM DŘEVĚM KONSTRUKCE ZNOU Z HLEDISKA TĚŽKÝCH A TĚŽKÝCH VĚROVÝCH VYUŽITÍ SPOUŠTĚNÍ

Podpis konzultanta: 

Datum: 6.11.2017

4. Část: Betonové a zděné konstrukce podíl: 5 %

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)

## **Anotace**

Diplomová práce se zabývá zaměřením a zakreslením současného stavu objektu, který se skládá z administrativní části, obytné části a skladovacího prostoru. Cílem této práce je navrhnout nové bytové jednotky v podkroví nad skladovacím prostorem, posoudit stávající bytovou jednotku nad administrativní částí a kanceláře, a to z hlediska stavební fyziky dle legislativních požadavků-tedy stavební tepelné techniky, stavební akustiky a stavební světelné techniky.

### **Klíčová slova**

Bytový dům, dřevěný krov, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti, tepelná technika, proslunění, denní světlo, akustika

## **Anotace**

The thesis deals with the focus and drawing of the present state of the building, which consists of the administrative part, the residential part and the storage space. The aim of this thesis is design new housing units in the attic above the storage space, to assess the the existing housing unit over the administrative part and the offices in terms of building thermal technology, building acoustics and building lighting techniques.

### **Key words**

Apartment building, wooden roof truss, limit state of load capacity, limit state of usability, themal technology, sunlight, daylight, acoustics

# Obsah

1)	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
	1.1 Cíle práce.....	1
2)	<b>Popis objektu</b> .....	<b>2</b>
	2.1 Identifikační údaje.....	2
	2.2 Poloha.....	2
	2.3 Historie objektu.....	3
	2.4 Současný stav objektu.....	7
3)	<b>Vyhodnocení současného stavu, posouzení z hlediska tepelné techniky a návrh bytů</b> .....	<b>12</b>
	3.1 Byt v budově A.....	12
	3.2 Kanceláře v budově A.....	15
	3.3 Byty v budově B.....	15
	3.3.1 Navrhované skladby konstrukcí.....	16
	3.3.2 Posouzení a vyhodnocení krovu.....	18
	3.3.3 Statický výpočet.....	21
	3.3.4 Návrh dispozice.....	41
	3.3.5 Návrh TZB.....	42
4)	<b>Posouzení budovy z hlediska stavební světelné techniky</b> ...44	
	4.1 Proslunění.....	46
	4.1.1 Požadavky.....	46
	4.1.2 Byt A.....	47
	4.1.3 Byt B.....	50
	4.1.4 Byt C.....	53
	4.1.5 Byt D.....	56
	4.2 Denní světlo.....	61
	4.2.1 Požadavky.....	61
	4.2.2 Posouzení a vyhodnocení bytových jednotek.....	66
	4.2.2.1 Byt A.....	66
	4.2.2.2 Byt B.....	69
	4.2.2.3 Byt C.....	71
	4.2.2.4 Byt D.....	73

4.2.3	Posouzení a vyhodnocení kanceláří.....	77
4.2.3.1	Kancelář 1.03.....	79
4.2.3.2	Kancelář 1.05.....	81
4.2.3.3	Kancelář 1.07.....	83
4.2.3.4	Kancelář 1.08.....	85
4.2.3.5	Kancelář 2.04.....	87
4.2.3.6	Kancelář 2.07.....	89
4.2.3.7	Kancelář 2.09.....	91
4.2.3.8	Kancelář 2.10.....	93
4.2.3.9	Kancelář 2.12.....	94
<b>5)</b>	<b>Posouzení budovy z hlediska akustiky.....</b>	<b>96</b>
5.1	Požadavky.....	96
5.2	Akustika v budově A.....	98
5.3	Akustika v budově B.....	103
5.4	Urbanistická akustika.....	106
<b>6)</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>114</b>
<b>7)</b>	<b>Seznam použitých zdrojů a programů.....</b>	<b>115</b>
<b>Příloha 1 – Výstupy z programu Světlo +</b>		
<b>Příloha 2 – Výstupy z programu SCIA</b>		
<b>Příloha 3 – Výstupy z programu Teplo</b>		
<b>Příloha 4 – Výkresová dokumentace</b>		



# 1 Úvod

## 1.1 Cíle práce

Pro svou diplomovou práci jsem si vybrala objekt, který je součástí rodinné firmy, zabývající se prodejem nábytku. V průběhu práce jsem některé postupy a navrhované úpravy konzultovala s majitelem společnosti, který o této rekonstrukci uvažuje. Cílem práce (týká se nové výstavby) tedy nebylo zajistit vysoký standart zaměřený na dlouhodobě úsporný nízkoenergetický či pasivní objekt, ale průměrný standart se zaměřením na ekonomickou náročnost výstavby.

Dalším cílem práce bylo splnění legislativních požadavků stavební fyziky, tedy stavební tepelné techniky, stavební akustiky a stavební světelné techniky. Splnění těchto požadavků bylo kontrolováno ve stávajících kancelářích, v rekonstruovaném bytě a nově navržených bytech. Přestože objekt není památkově chráněn, mým dalším cílem bylo navrhnout nové byty (především střešní konstrukci) v souladu s budovou stávající.

## 2 Popis objektu

### 2.1 Identifikační údaje

Objekt:	Sídlo firmy Nábytek Paul
Vlastník:	Leo Paul
Adresa:	Libušina 2154, 415 01 Teplice v Čechách
Kraj:	Ústecký
Katastrální území:	Teplice 2154 na parcele st. 3798/9 v KÚ Teplice (567442)
GPS souřadnice:	50.6396573208,13.8107335917
Výměra objektu:	1071 m <sup>2</sup>
Průměrná nadmořská výška:	228 m. n. m.

### 2.2 Poloha

Město Teplice se nachází v Ústeckém kraji nedaleko německých hranic. Jedná se o větší město, které má 49 697 bydlících obyvatel. Dodnes je toto město lázeňské, přestože se zde daří i průmyslu ( například sklárna AGC, která téměř sousedí s tímto objektem) nebo povrchovým dolům.

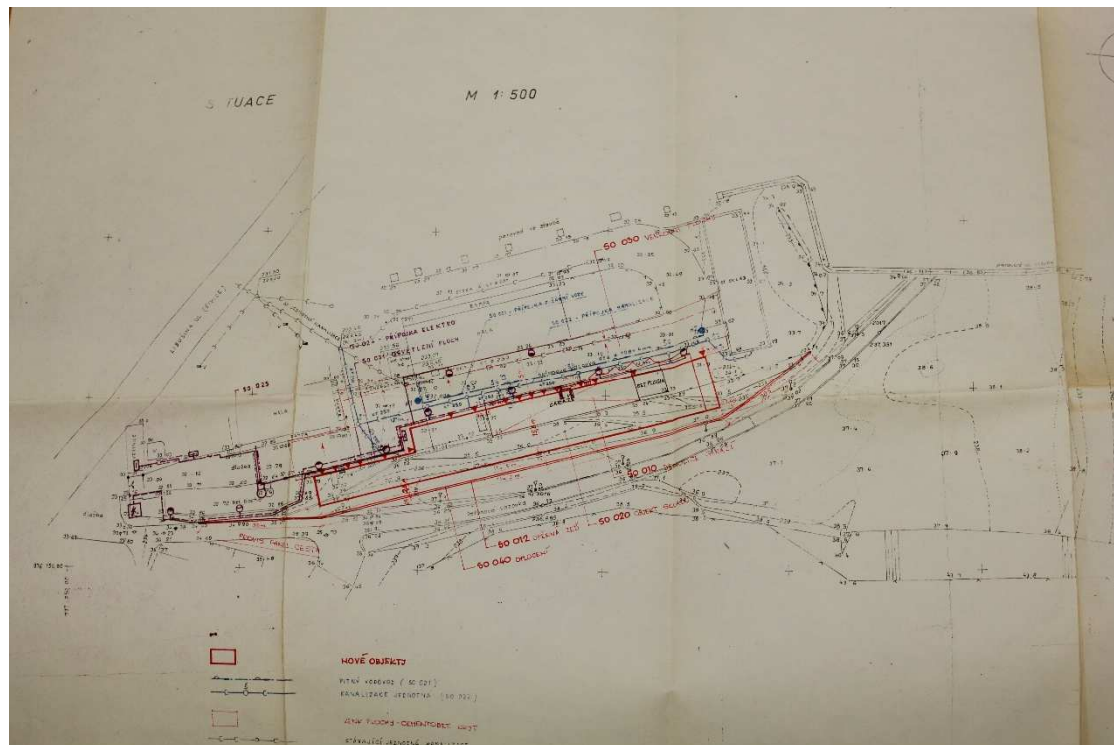


Obr. 1 : Poloha objektu ve městě (zdroj: www.google.cz) [7]

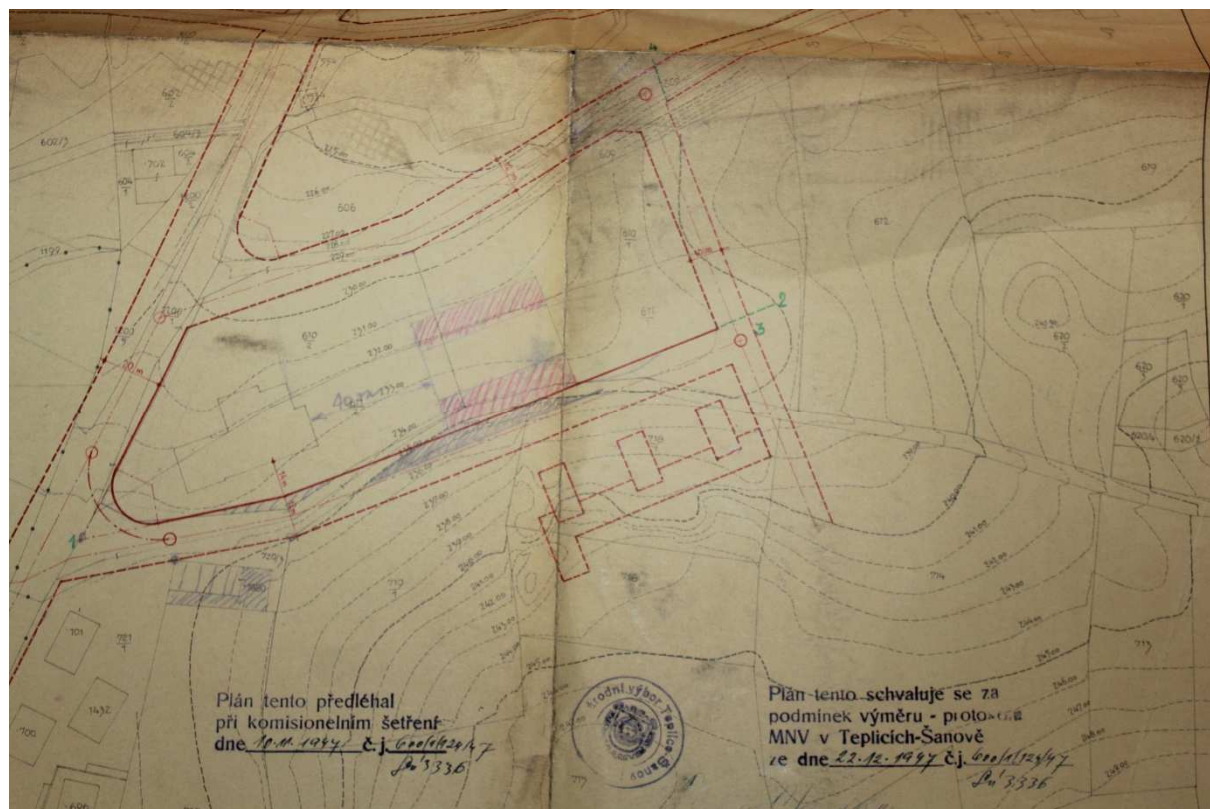




Obr. 3 : Dochovaný výkres objektu (zdroj: stavební archiv Teplice)



Obr. 4 : Situace 1:500 s řešením TZB (zdroj: stavební archiv Teplice)



Obr. 5 : Situace s vrstevnicemi (zdroj: stavební archiv Teplice)

V průběhu let nedošlo v objektu k výrazným změnám. Předpokládám, že mlékárenské společnosti pouze upravily prostor skladu ke svým potřebám. Současný majitel rekonstruoval budovu A. Rekonstrukce obnášela zateplení fasády, výměnu oken za plastová, výměnu střešní krytiny a rekonstrukci sociálních zařízení. Vzhledem k vyhovujícím požadavkům majitele, nedošlo k dispozičním úpravám interiéru (stěny, příčky), ale ani k rekonstrukci stropních konstrukcí a schodiště (které již nevyhovují všem požadavkům).

Budova B, která je s budovou A spojena, nebyla současným majitelem rekonstruovaná. Pouze byla vyměněna část střešní krytiny.

Tyto rekonstrukce proběhly v roce 2007.



Obr. 6 : Stav před rekonstrukcí – budova A  
(zdroj: klempířská firma Riklepo)



Obr. 7 : Stav před rekonstrukcí – budova A  
(zdroj: klempířská firma Riklepo)



Obr. 8 : Stav před rekonstrukcí – budova A  
(zdroj: klempířská firma Riklepo)



Obr. 9 : Stav před rekonstrukcí – budova B  
(zdroj: klempířská firma Riklepo)

## 2.4 Současný stav objektu

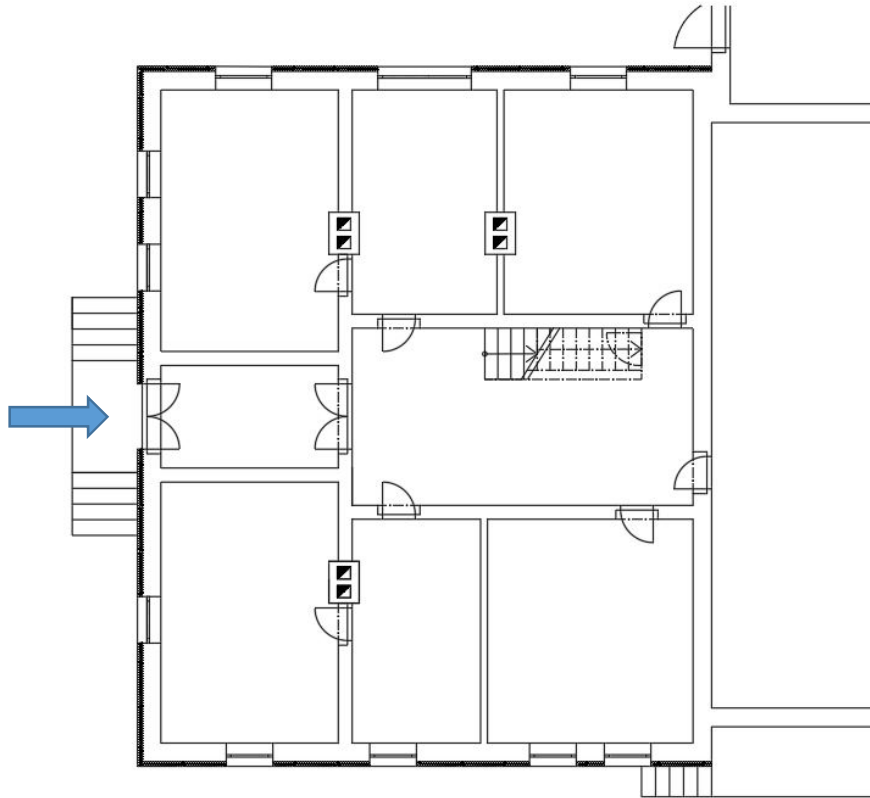
Řešený objekt se skládá ze dvou budov- budovy A a budovy B. Budova A má celkem 4 patra (1.PP, 1.NP, 2.NP a podkroví). Suterén budovy A není využíván, nachází se zde pouze kotel, který objekt vytápí, a sociální zařízení. Další dvě patra jsou určena kancelářím. V prvním patře se navíc nachází i společná místnost- kuchyňka. V druhém patře se kromě kuchyňky nachází i koupelna a sociální zařízení. Ve třetím patře jsou prostory, které využívá majitel objektu na občasně přespání. Je zde k dispozici také kuchyňka a sociální zařízení. V současné době je budova A po rekonstrukci (viz Obr. 10).



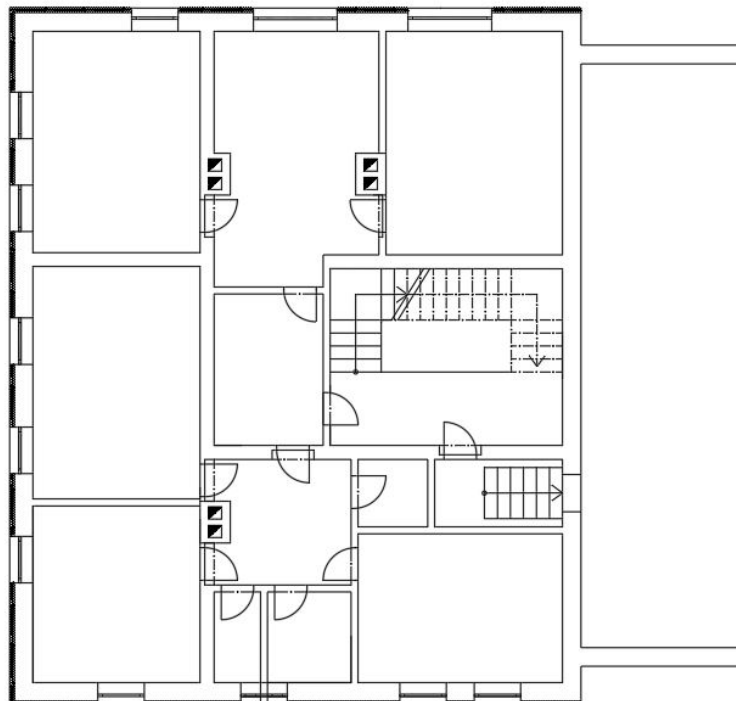
Obr. 10 : Současný stav – budova A, čelní a boční stěna (zdroj: vlastní foto)



Obr. 11 : Současný stav – budova A, boční stěna (zdroj: vlastní foto)

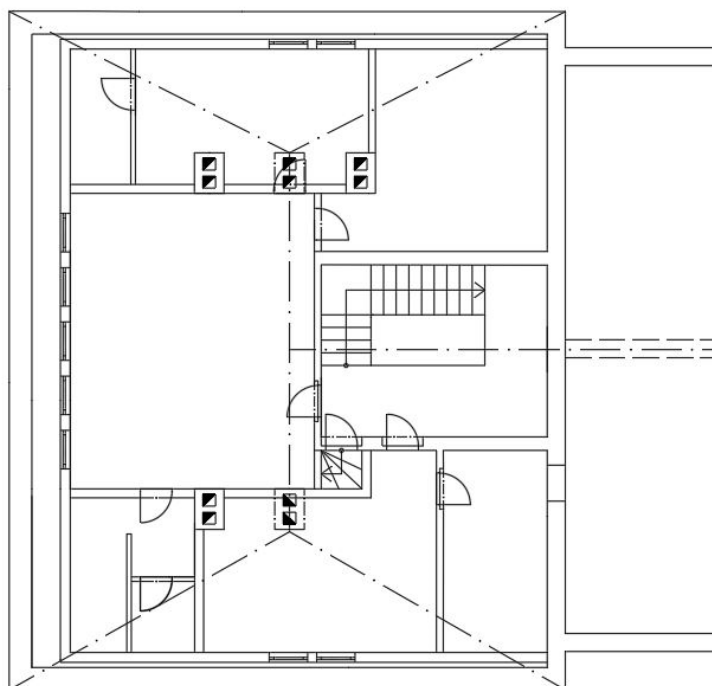


Obr. 12 : Současný stav 1.NP se vstupem do objektu – budova A



Obr. 13 : Současný stav 2.NP – budova A





Obr. 14 : Současný stav 3.NP – budova A

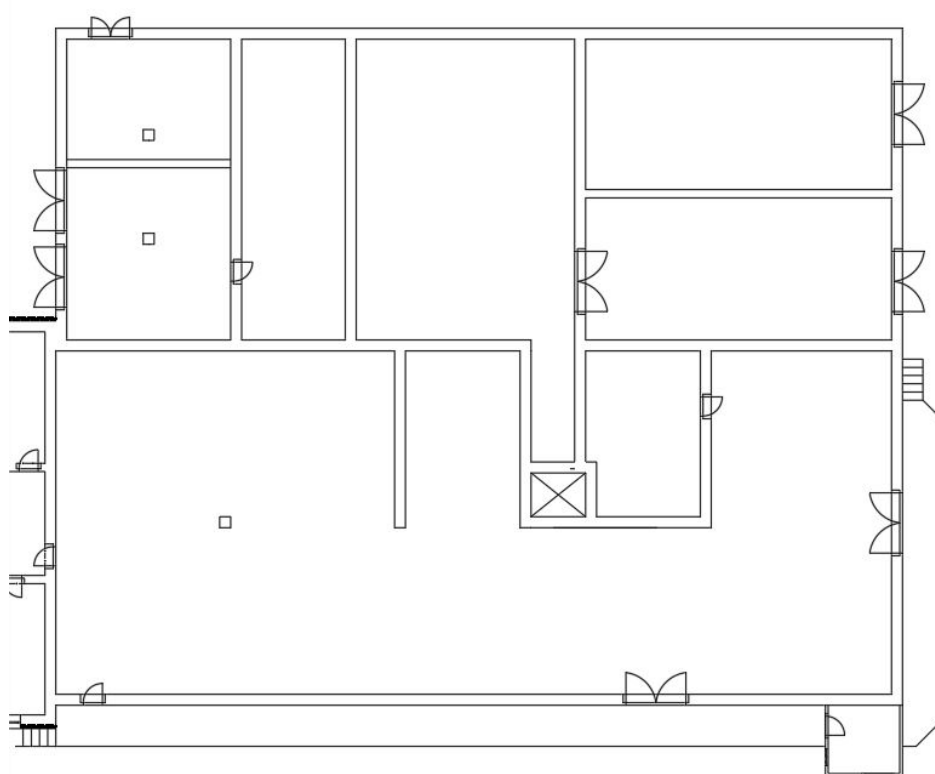
Budova B má tři patra (1.PP, 1.NP a podkroví). V suterénu se nachází různé místnosti a bazény na mléko, v současnosti nevyužívané. Suterén je spojený s budovou A. Další průchod mezi budovami je o patro výš a spojuje 1.NP budovy A s 1.NP budovy B, jejíž výška stropu sahá do druhého patra budovy A. Poslední spojení budov je z 2.NP budovy A, ze kterého vedou schody do podkroví budovy B. To je zároveň jedna ze dvou cest, kterou je možné se dostat do podkroví této budovy- druhá cesta vede výtahem ze skladu.



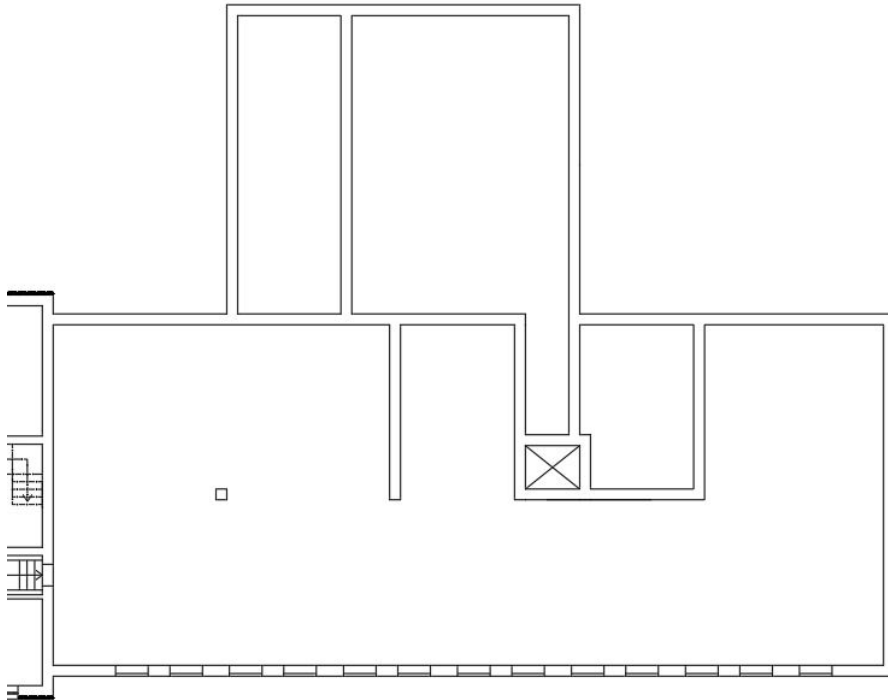
Obr. 15 : Současný stav – budova B, čelní stěna (zdroj: vlastní foto)



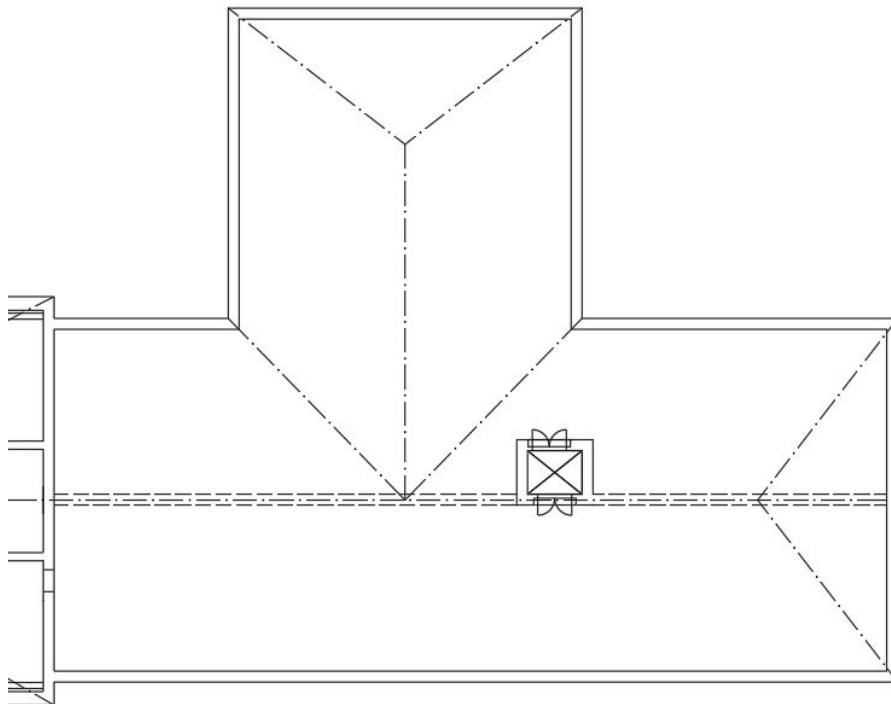
Obr. 16 : Současný stav – budova B, zadní stěna (zdroj: vlastní foto)



Obr. 17: Současný stav 1.NP – budova B



Obr. 18: Současný stav 2.NP – budova B

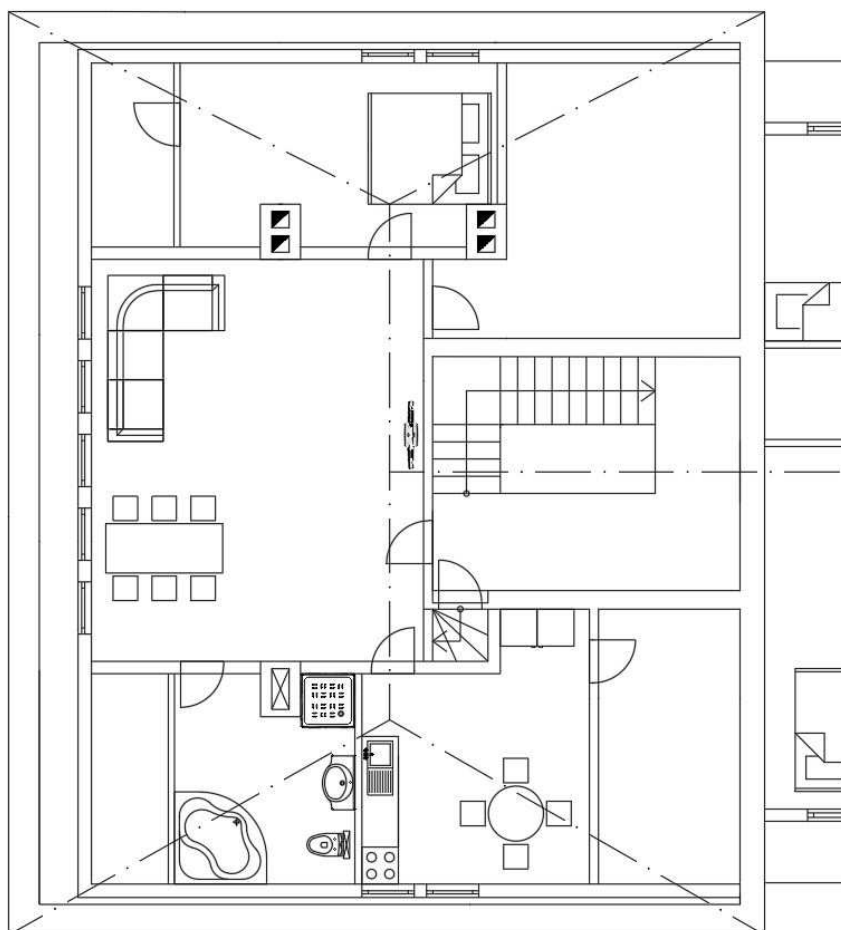


Obr. 19: Současný stav 3.NP – budova B

### 3 Vyhodnocení současného stavu, posouzení z hlediska tepelné techniky a návrh bytů

#### 3.1 Byt v budově A

Prvním problémem, na který jsem u bytu v budově A narazila, byla jeho rozpolcenost. Bylo zapotřebí byt zkompletovat, aby bylo možné oddělit ho od zbytku budovy (kanceláří) jako celku.



Obr. 20 : Navrhovaná úprava 3.NP budova A

Touto úpravou dispozice se podkrovní prostor stal uzavřenou, plně funkční bytovou jednotkou. Na patře se tím pádem nacházejí pouze dveře do bytu a dveře vedoucí k vrcholu střechy.

Nosnou konstrukci střechy jsem zběžně ohledala a nenašla žádné známky výrazného narušení (praskliny, plísň, ...), a proto předpokládám, že je konstrukce staticky vyhovující a bude nadále sloužit svému účelu.

Rekonstrukce, která na této budově proběhla, obsahovala výměnu střešní krytiny. Z fotodokumentace, kterou mi poskytla firma, provádějící tuto rekonstrukci, jsem zjistila, že střecha nebyla nijak zateplena. (viz Obr. 20).



Obr. 21 : Výměna střešní krytiny na budově A (zdroj: firma Riklepo)

Po vložení této skladby střechy do programu Teplo, vyšel součinitel prostupu tepla  $U=1,809 \text{ W/m}^2\text{K}$  (viz Příloha č.3). Tato hodnota nespĺňuje legislativní požadavek:

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )		
	Požadovaná hodnota $U_{n,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní domy $U_{pas,20}$
			20

Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15-0,10
---	------	------	-----------

Pro splnění legislativního požadavku, který se týká tepelné techniky, je zapotřebí střechu zateplit. Vhodnější zateplení by bylo nadkrokevní, jelikož v takovém případě střecha lépe udržuje požadovanou teplotu v interiéru. Navíc by pravděpodobně nedocházelo k promrzání nosné konstrukce, což má vliv například i na její životnost.

Vezmu-li ale v potaz, že je střešní konstrukce téměř nová, zvolím méně náročnou cestu, tedy zateplení mezikrokevní a podkrokevní. Toto řešení je pro majitele objektu vhodnější, protože se vyhne náročnému odstranění střešní krytiny a její následné instalaci.



Skladba konstrukce (od interiéru):

-SKD, tepelná izolace tl. 160 mm, krokve +  
tepelná izolace tl. 150 mm, latě, kontralatě,  
střešní krytina

(detailněji v Příloze č.3)

Obr. 22 : Navrhovaná úprava střešní krytiny na budově A

Aby konstrukce splnila doporučený požadavek, hodnota součinitele prostupu tepla by měla být  $U_{\text{rec},20} \leq 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Skladba této konstrukce má součinitel prostupu tepla  $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$  a splňuje tedy požadavek, týkající se tepelné ochrany budov.

Požadavky na oslunění, denní světlo a akustiku jsou řešeny v dalších kapitolách.

## 3.2 Kanceláře v budově A

Kanceláře v budově majiteli objektu vyhovují, a proto zde není potřeba upravovat dispozice. Důležité je ale posoudit stěny objektu z hlediska tepelné techniky. Při rekonstrukci byl objekt zateplen tepelnou izolací v tloušťce 100 mm, takže nyní je součinitel prostupu tepla stěny  $U_1=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  (viz Příloha 3). Legislativní požadavek:

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )		
	Požadovaná hodnota $U_n,20$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní domy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	Těžká: 0,25	0,18-0,12
		Lehká: 0,20	

Nyní stěna splňuje požadovanou hodnotu. Aby součinitel prostupu tepla splňoval i doporučenou hodnotu, minimální tloušťka tepelné izolace, o kterou by se skladba musela zvýšit, je 30 mm (viz Příloha 3). Poté by součinitel prostupu tepla klesl na  $U_2=0,246 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

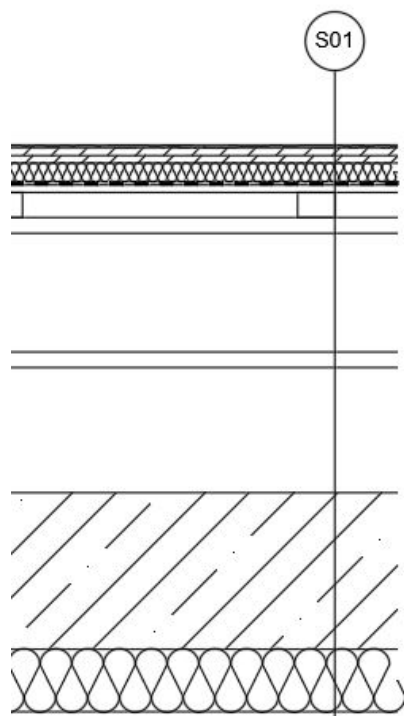
Zvýšit tloušťku izolace o 30 mm se mi zdá neekonomické, obzvlášť, když rekonstrukce budovy již proběhla. Proto bych v tomto případě nedoporučovala toto dodatečné zateplení, které by splnilo i doporučené hodnoty, anebo doporučila zateplit takovou tloušťkou izolace, která by přinesla znatelné tepelné úspory (například dvojnásobit původní tloušťku izolace).

## 3.3 Byty v budově B

Budova B funguje v 1.NP jako sklad. Majitel tyto prostory využívá a nadále je k tomuto účelu využívat chce. Obvodová stěna z pálených cihel tl. 400 mm není nijak zateplená a sklad není vytápěný, což vzhledem k jeho účelu a typu uložených věcí (nábytku) není ani potřeba.

Ve 2.NP se nachází původní krov, na kterém je ze dvou stran vyměněna střešní krytina. Tyto prostory sloužily současnému i předchozímu majiteli jako skladovací, čemuž odpovídá tloušťka stropu (tl.=350 mm) i fakt, že do podkroví vede nákladní výtah. Nyní jsou prostory nevyužívané, proto majitel zvažuje vestavbu bytů do podkroví.

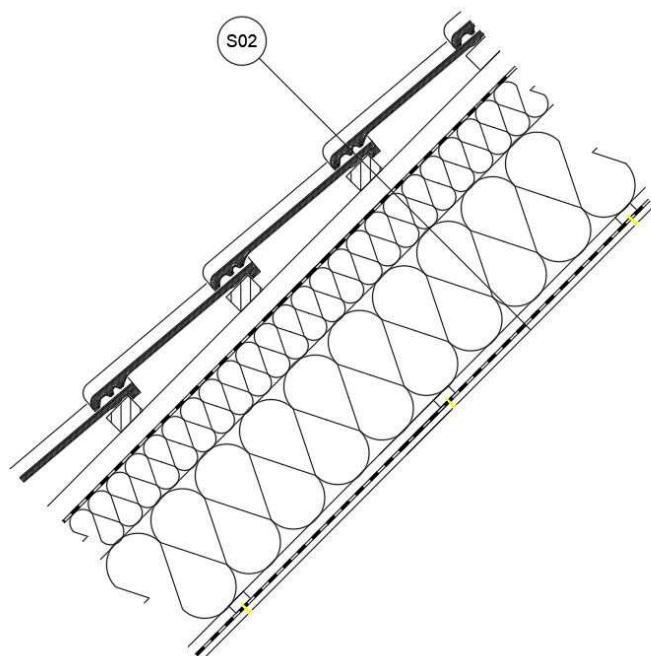
### 3.3.1 Navrhované skladby konstrukcí:



S01 ;  $u=0,241 \text{ W/m}^2\text{K}$

- laminátová podlaha + mirelon, tl. 5 mm
- deska CETRIS 2x, tl. 2x12 mm
- izolační deska - pěnové sklo, tl. 30 mm
- parozábrana, tl. 2 mm
- fošny 40x60 mm
- OSB deska, tl. 12 mm
- ocelový trám, HEA 240
- vzduchová mezera, tl. 200 mm
- železobeton, tl. 350 mm
- tepelná izolace BASF EPS, tl. 100 mm

Obr. 23 : Skladba podlahy mezi skladem a byty



S02 ;  $u=0,156 \text{ W/m}^2\text{K}$

- střešní krytina - betonové tašky
- latě 20x50 mm
- kontralatě 40x60 mm
- pojistná hydroizolace Jutafol D
- tepelná izolace Rockwool, tl. 100 mm
- tepelná izolace Rockwool + krokve, tl. 240 mm
- latě (vzduchová mezera)
- parozábrana Jutafol N
- SKD Rigibs, tl. 12,5 mm

Obr. 24 : Skladba střechy- budova B



Konstrukce	Součinitel prostupu tepla ( $W/m^2K$ )		
	Požadovaná hodnota $U_{n,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní domy $U_{pas,20}$
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30-0,20
Střecha šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15-0,10

Stropní konstrukce splní s náskokem doporučený požadavek na součinitel prostupu tepla pro tyto konstrukce. Zřejmě by ani nebyla nutná spodní izolace a izolace obvodové stěny skladu. Abych však znemožnila únik tepla skrz napojení stropní konstrukce na obvodovou zeď, bude konstrukce zateplena izolací, která v exteriéru povede přes celou výšku zdi a v interiéru povede přes celou plochu stropu, se zakončením 1,0 m pod stropem. Toto opatření by mělo stačit k utlumení tepelného mostu v konstrukci.

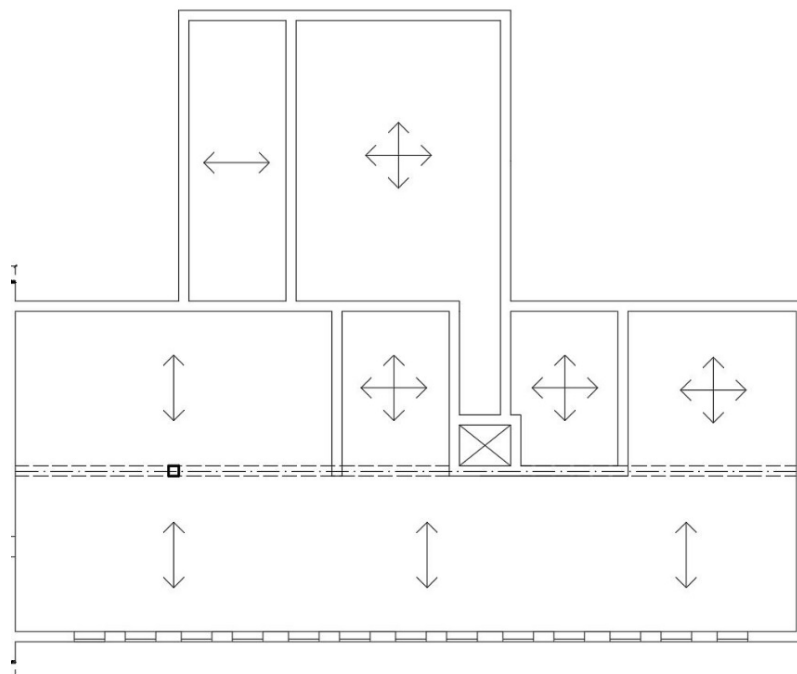
V případě střechy bylo dosaženo dostatečnou tloušťkou izolace doporučených hodnot z normy týkající se tepelné ochrany budov.

Příčky mezi jednotlivými byty a mezi byty a hlavní chodbou jsou z nosných profilů značky Fermacell, typ 1 S 23, tloušťky 250 mm. Hodnota zvukové izolace této příčky je uváděna (katalog firmy Fermacell-3 Montované stěny fermacell)  $R_w = 68$  dB. Toto je laboratorní neprůzvučnost, pokud odečtu korekci pro šíření zvuku vedlejšími cestami  $k_1 = 2$  dB (pro zděné stavby), hodnota  $R_w'$  bude 66 dB. Příčka tedy splní požadavek, který udává hodnotu  $R_w' = 53$  dB (viz Kapitola 5- Posuzování budovy z hlediska akustiky ; tabulka Posuzování vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi). Příčka splní i požadavky na stěnu mezi bytem a společnými prostory domu, která má hodnotu  $R_w' = 52$  dB

Příčky v bytech jsou od stejné firmy, typ 1 S 14, tloušťky 110 mm. Hodnota zvukové izolace  $R_w = 56$  dB. Po úpravě korekcí je hodnota  $R_w' = 54$  dB. Podle normových požadavků nesmí být vyšší než 42 dB. I tato příčka tedy splní požadavek na zvukovou izolaci.

Okenní prvky jsem vybrala od firmy Akuterm, typ AKUPLUS XN Ar (složení 6/16/6). Při výběru oken je potřeba najít vhodný poměr žádoucích parametrů okna-čím má okno lepší tepelně-izolační vlastnosti, tím má horší světelnou propustnost. Akustické vlastnosti nejsou u těchto bytů hlavní problém, proto jsem se na tyto vlastnosti nezaměřovala ( $R_w = 30$  dB). Tento typ jsem vybrala kvůli poměrně nízkému součiniteli tepelného prostupu ( $U = 1,1 W/m^2K$ ) a vysoké světelné propustnosti ( $L_t = 81$  %). Okenní rámy budou upevněny na příčce z tvárnice YTONG (tvárnice Statik pro obvodové a nosné stěny), tl. 200 mm, která bude postavena po celém obvodu podkroví a zajistí tak v místnostech minimální světlu výšku 900 mm nad podlahou.

**Únosnost:** Vzhledem k tomu, že tyto prostory sloužily také jako skladovací, předpokládám, že únosnost stropní a obvodové konstrukce byla dimenzována na několikanásobně větší zatížení, než jaké je navrhované zatížení obytných domů. Proto při návrhu tyto dosavadní konstrukce ponechám.



Obr. 25 : Konstrukční schéma budovy B

### 3.3.2 Posouzení a vyhodnocení krovu:

Krov této budovy je původní. Po prohlídce krovu jsem se rozhodla pro likvidaci tohoto krovu (nová střešní krytina se znovu využije u nového krovu) a výstavbu nového, a to z několika důvodů. Za prvé je krov v některých místech vyřešen poměrně problematicky a těžko by se do něj umísťovaly byty, které by splňovaly normové požadavky. Dalším problémem je obava z nízké únosnosti krovu a nesplnění požadavků při vzniku požáru.

Abych co nejvíce uvolnila dispozici, bude potřeba odstranit i nákladní výtah v podkroví. Jedna varianta je, že výtah bude mít novou strojovnu v prostoru 1.NP, a to nad výtahem. Potom by sloužil k přemístění pouze z 1.PP do 1.NP. Jelikož ale 1.PP není využíváné, volila bych spíš variantu úplného zrušení výtahu. Další důvod pro zrušení tohoto výtahu je problematické oddělení vstupu nájemníků bytů do výtahu a zaměstnanců firmy do skladu. Dalším problémem by byla tepelná technika a akustika.

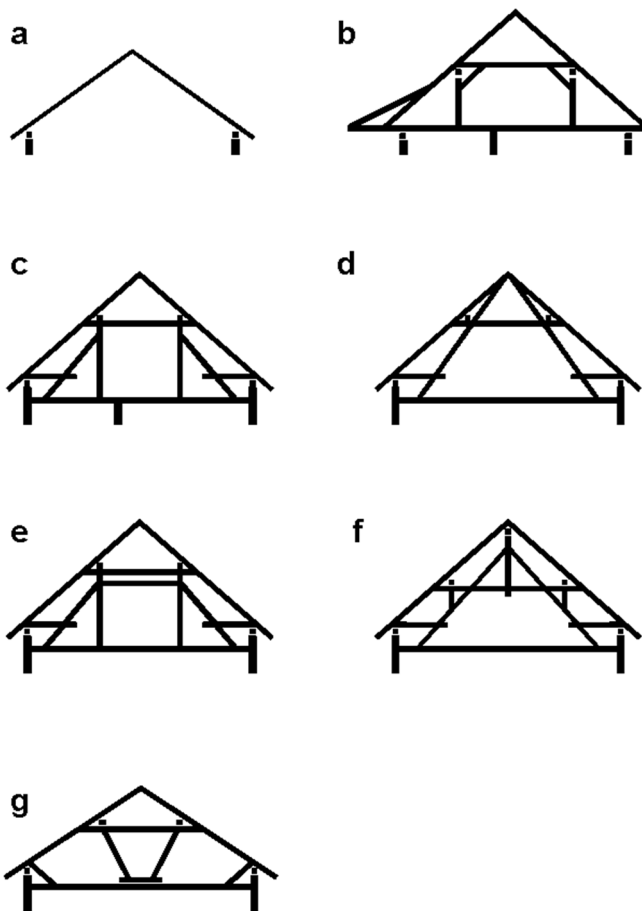
Rozhodla jsem se také pro zazdění současného vstupu z podkroví budovy B do 2.NP budovy A. Tento vstup vede do hlavní chodby budovy A, kde se nacházejí kanceláře. Vzhledem k typu provozu této budovy není žádoucí, aby nájemníci bytů chodili těmito prostory, a proto bude vybudován samostatný, bezbariérový vstup s výtahem na opačném konci budovy.



Obr. 26 : Současná podoba podkroví budovy B

## Nový krov

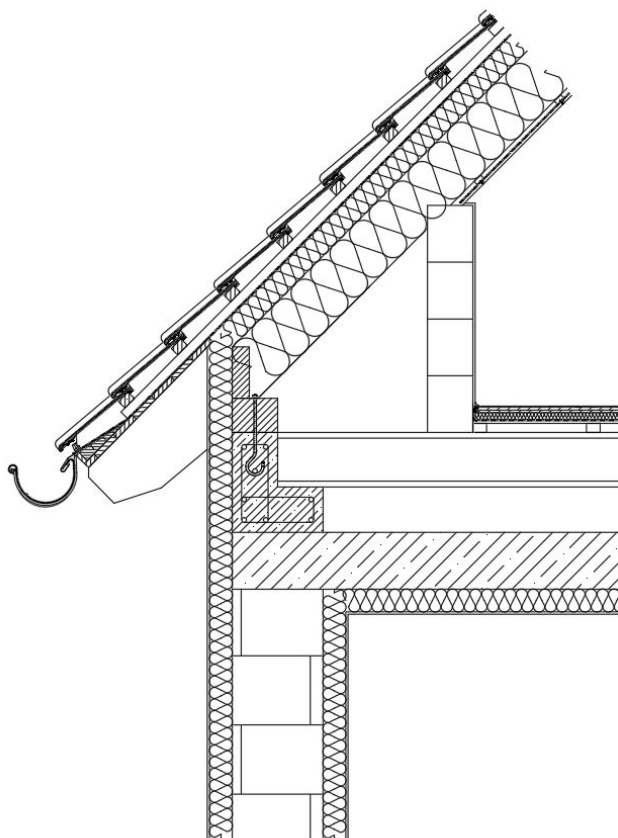
Typy krovů:



Obr. 27 : Základní typy klasických krovových soustav (zdroj: [www.fast10.vsb.cz](http://www.fast10.vsb.cz)) [9]

- a) Krokevní soustava
- b) Hambálková soustava
- c) Vaznicová soustava – stojatá stolice
- d) Vaznicová soustava – ležatá stolice
- e) Věšadlo
- f) Vzpěradlo
- g) Ležatá stolice bez vazného trámu

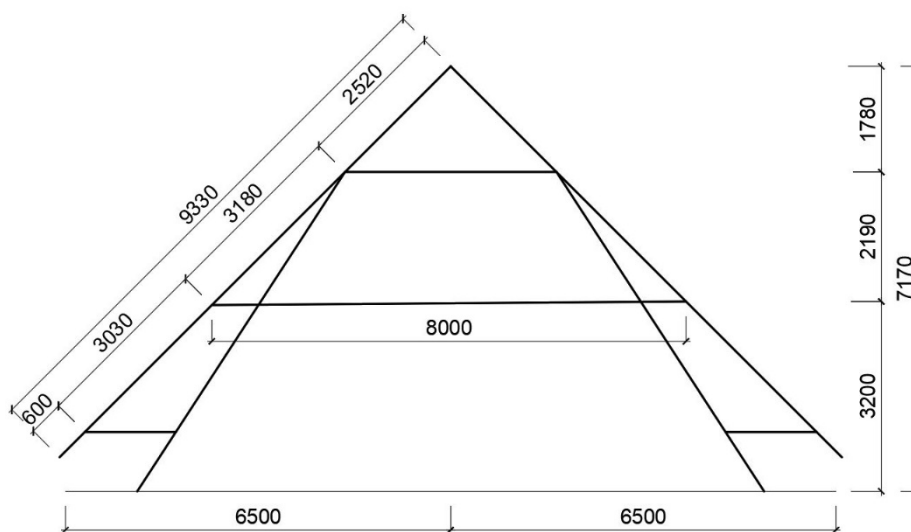
Abych zachovala původní ráz objektu, vybrala jsem vaznicovou soustavu, a to s ležatou stolicí, abych co nejvíce uvolnila dispozici. Jednotlivé krokve budou od sebe vzdáleny 1,0 m, přičemž plné vazby budou od se vzdáleny 5,0 m. Vrchní část krovu bude ze dřeva a konce krokví budou uchyceny k pozednici. Vazný trám, který bude uprostřed podepřený nynější zídka (Obr. 24-zídka bude osekána do požadované výšky), bude z oceli.



Obr. 28 : Předpokládané uložení krovu (detailně ve výkresové dokumentaci)

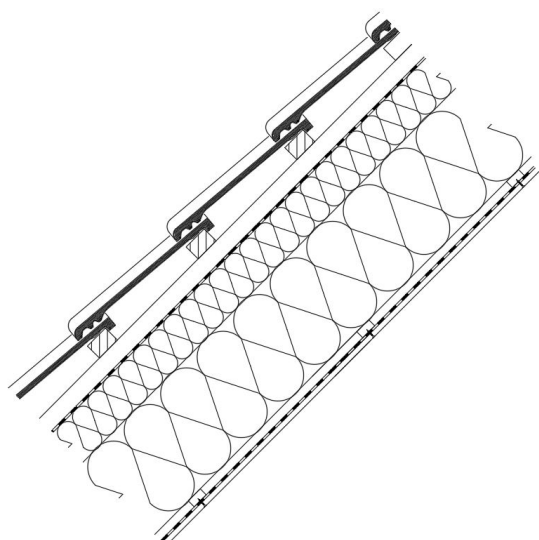
### 3.3.2 Statický výpočet

Schéma krovu:



Vrchní část krovu, tedy krokve, kleštiny a sloupky, jsou z KVH hranolů. KVH hranoly jsou opracované hranoly z rostlého dřeva, jejichž konce jsou spojovány zubovitým spojem do požadované délky (max. 16 m). Tím se dají eliminovat poškozené části dřeva, takže mají hranoly lepší vlastnosti než dřevo rostlé. Hlavním důvodem k jejich výběru jsou velké rozměry konstrukce a příznivá cena hranolů. Vazný trám je ocelový.

Skladba konstrukce (od exteriéru) : - střešní krytina



- latě (20x50 mm)
- kontralatě (40x60 mm)
- pojistná hydroizolace Jutafol D
- tepelná izolace Rockwool, tl. 100 mm
- tepelná izolace Rockwool + krokve, tl. 240 mm
- latě (vzduchová mezera)
- parozábrana Jutafol N
- SKD Rigibs

## Zatížení krovu:

<u>Stálé</u>	<u>gk(kN/m<sup>2</sup>)</u>
Betonová střešní taška.....	0,430
Latě 20x50 mm.....	0,035
0,050 m*0,020 m*7,0 kN/m <sup>3</sup> *5 (á=200 mm)	
Kontralatě (vzduchová mezera).....	---
Tepelná izolace Rockwool, tl. 100 mm.....	0,100
1 kN/m <sup>3</sup> *0,1 m	
Tepelná izolace Rockwool, tl. 240 mm.....	0,240
1 kn/m <sup>3</sup> *0,24 m	
Parozábrana.....	---
SKD Rigibs, tl. 12,5 mm.....	0,088
<u>CELKEM</u>	<u>gk=0,89 kN/m<sup>2</sup></u>

Výpočet vnitřních sil proběhne v programu SCIA, který vypočítá vlastní tíhu krovu.  
Osová vzdálenost krokví je 1 m.

<u>Užitné</u>	<u>gk(kN/m<sup>2</sup>)</u>
Nepřístupné střechy.....	0,4
(s výjimkou údržby a oprav)	

### Zatížení sněhem:

Sněhová oblast II .....	sk=1,0 kPa
součinitel expozice.....	ce=1,0
(normální typ krajiny)	
tepelný součinitel.....	ct=1,0
(nízká tel. propustnost)	
úhel sklonu střechy: α=45°.....	μ=0,4

$$s = \mu \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$$

$$s = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0$$

$$s = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

### Zatížení větrem:

Větrná oblast II..... $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

výška budovy..... $h = 12,3 \text{ m}$

sklon střechy..... $\alpha = 45^\circ$

kategorie terénu III..... $z_0 = 0,3 \text{ m}$ ,  $z_{\min} = 5 \text{ m}$

(oblast pravidelně pokrytá vegetací, budovami nebo překážkami)

Charakteristický maximální dynamický tlak  $q_p$ :

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(z) \dots\dots\dots; \rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$$

$$c_e(z) = 1,7 \text{ (interpolace z grafu)}$$

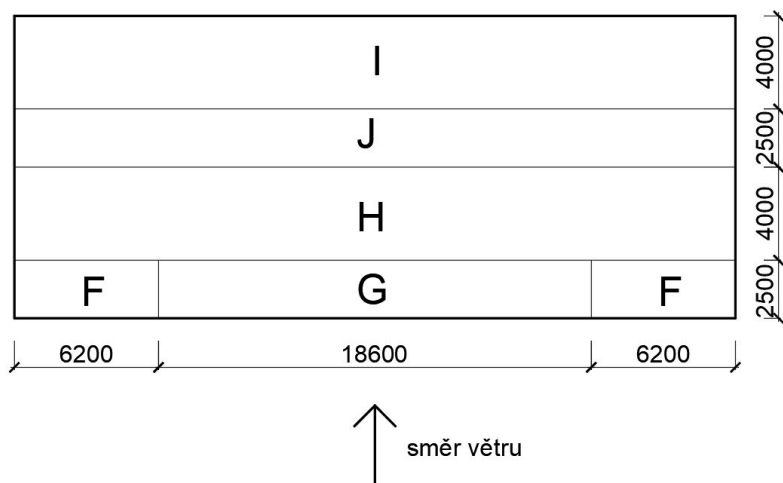
$$q_p(z) = 1,7 \cdot 0,39 = 0,664 \text{ kN/m}^2$$

Pro výpočet zatížení větrem jsem vybrala největší souvislou část objektu a zatížení počítala na tuto část. Předpokládám, že zbylá, menší část nebude tolik namáhána větrem, a proto by měla splnit podmínky MSÚ a MSP, pokud je splní i tato posuzovaná část.

- Rozměr budovy: 13x31x12,3 m

a)  $e = \min \{b ; 2h\}$   
 $e = \min \{31 ; 24,6\}$   
 $e = 24,6 \text{ m}$

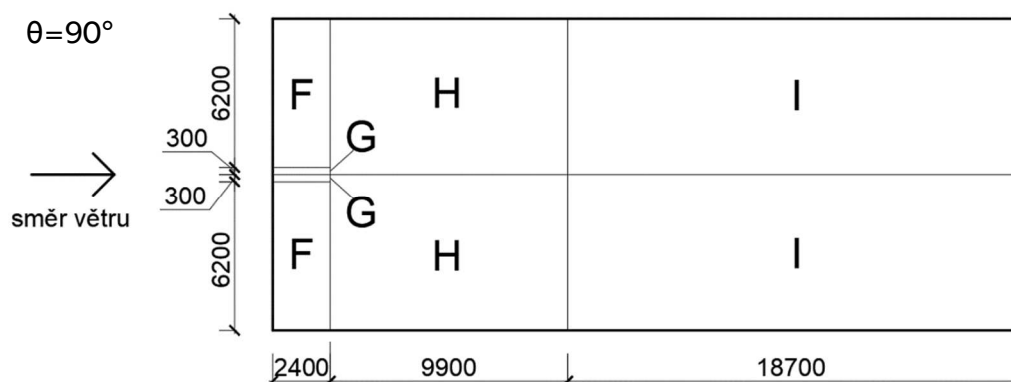
$$\theta = 0^\circ$$



- součinitel vnějšího tlaku (pro sedlové střechy) dle oblastí : ( $\theta=0^\circ$ )

	OBLAST				
	F	G	H	I	J
cpe	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	+0,7	+0,7	+0,6	+0,0	+0,0

b)



- součinitel vnějšího tlaku (pro sedlové střechy) dle oblastí : ( $\theta=90^\circ$ )

	OBLAST			
	F	G	H	I
cpe,10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5

### Výpočet zatížení větrem:

a) Vítr ( $\theta=0^\circ$ )

$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe,10}$$

$$w_F^1 = 0,664 \cdot (-0,0) = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$w_G^1 = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$w_H^1 = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$w_I^1 = 0,664 \cdot (-0,2) = -0,13 \text{ kN/m}^2$$

$$w_J^1 = 0,664 \cdot (-0,3) = 0,20 \text{ kN/m}^2$$



$$wF^2 = 0,664 * 0,7 = 0,47 \text{ kN/m}^2$$

$$wG^2 = 0,664 * 0,7 = 0,47 \text{ kN/m}^2$$

$$wH^2 = 0,664 * 0,6 = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$wI^2 = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$wJ^2 = 0 \text{ kN/m}^2$$

b) Vítr ( $\theta=90^\circ$ )

$$w_e = q_p(z) * c_{pe}, 10$$

$$wF = 0,664 * (-1,1) = -0,73 \text{ kN/m}^2$$

$$wG = 0,664 * (-1,4) = -0,93 \text{ kN/m}^2$$

$$wH = 0,664 * (-0,9) = -0,60 \text{ kN/m}^2$$

$$wI = 0,664 * (-0,5) = -0,33 \text{ kN/m}^2$$

### Zatížení krovu-shrnutí:

Vlastní tíha: v programu

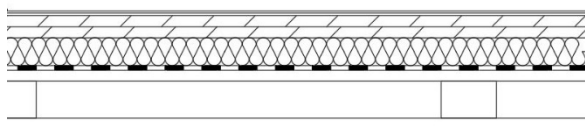
$$\text{Stálé: } g_k = 0,89 \text{ kN/m}^2 * 1,0 \text{ m} = 0,89 \text{ kN/m}$$

$$\text{Proměnné: užité: } q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2 * 1,0 \text{ m} = 0,4 \text{ kN/m}$$

$$\text{sníh: } s_k = 0,4 \text{ kN/m}^2 * 1,0 = 0,4 \text{ kN/m}$$

vítr: dle oblasti

### Skladba podlahy :



- laminátová podlaha+mirelon, tl.5 mm
- deska CETRIS 2x, tl.2x12 mm
- izolační deska-pěnové sklo, tl.30mm
- parozábrana, tl.2 mm
- OSB3 desky, tl.12 mm
- fošny 40x60 mm (á=0,5 m)
- ocelový nosník HEA 240

### **Zatížení vazného trámu:**

<u>Stálé</u>	<u>gk(kN/m)</u>
Laminátová podlaha.....	0,04
$800 \text{ kg/m}^3 \dots 8 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,005 \text{ m}$	
Deska CETRIS 2x.....	0,312
$1300 \text{ kg/m}^3 \dots 13 \text{ kN/m}^3 \cdot 2 \cdot 0,012 \text{ m}$	
Pěnové sklo.....	0,045
$150 \text{ kg/m}^3 \dots 1,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,030 \text{ m}$	
Fošny 40x60 mm.....	0,024
$0,04 \text{ m} \cdot 0,06 \text{ m} \cdot 2 \cdot 5,0 \text{ kN/m}^3$	
OSB desky.....	0,074
$7,37 \text{ kg/m}^2 \dots 0,0737 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,0 \text{ m}$	
<b>CELKEM</b>	<b>gk=0,50 kN/m</b>

### Užitné gk(kN/m)

Proměnné.....2,0

### Zatížení vazného trámu-shrnutí:

Vlastní tíha: v programu

---

Stálé:  $g_k = 0,50 \text{ kN/m}$

Proměnné:  $q_k = 2,0 \text{ kN/m}$

### Kombinace zatížení:

Kombinační součinitelé

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Zatížení užité-kategorie H-střechy	0	0	0
Zatížení sněhem ( $H \leq 1000 \text{ m.n.m.}$ )	0,5	0,2	0
Zatížení větrem	0,6	0,2	0

Kombinace pro MSÚ:

- 1) Kombinace pro trvalou a návrhovou situaci

CO1)  $1,35 \cdot g_k + 1,35 \cdot g_{k, \text{vl.t.}} + 1,5 \cdot q_{k, \text{vítr1}} + \Sigma 1,5 \cdot q_{k, \text{sníh}} \cdot \psi_0 + 1,5 \cdot q_{k, \text{už.}} \cdot \psi_0$

CO2)  $1,35 \cdot g_k + 1,35 \cdot g_{k, \text{vl.t.}} + 1,5 \cdot q_{k, \text{vítr2}} + \Sigma 1,5 \cdot q_{k, \text{sníh}} \cdot \psi_0 + 1,5 \cdot q_{k, \text{už.}} \cdot \psi_0$

Kombinace pro MSP:

- 2) Charakteristická kombinace

CO3)  $g_k + g_{k, \text{vl.t.}} + q_{k, \text{vítr1}} + \Sigma q_{k, \text{sníh}} \cdot \psi_0 + q_{k, \text{už.}} \cdot \psi_0$

CO4)  $g_k + g_{k, \text{vl.t.}} + q_{k, \text{vítr2}} + \Sigma q_{k, \text{sníh}} \cdot \psi_0 + q_{k, \text{už.}} \cdot \psi_0$

- 3) Častá kombinace

CO5)  $g_k + g_{k, \text{vl.t.}} + q_{k, \text{vítr1}} \cdot \psi_1$

CO6)  $g_k + g_{k, \text{vl.t.}} + q_{k, \text{vítr2}} \cdot \psi_1$

### Výpočet proveden programem SCIA – vstupní údaje:

Krov: dřevo.....jehličnaté S1=C22 (KVH)

Vazný trám: ocel 235

$f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$

$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$

$f_{c,o,k} = 20 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 3,8 \text{ MPa}$

$E_{o, \text{mean}} = 10 \text{ GPa}$

$E_{90, \text{mean}} = 0,33 \text{ GPa}$

$\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{\text{mean}} = 410 \text{ kg/m}^3$

-osová vzdálenost: 1 m

-úhel sklonu střechy: 45°

## NÁVRH KROKVE-plná vazba

Vnitřní síly pro MSÚ: (z programu SCIA-viz Příloha č.2)

$$N = -25,0 \text{ kN}$$

$$V_d = -2,96 \cdot 2 = 5,92 \text{ kN}$$

$$M_y = 1,94 \text{ kNm...nad podporou} \\ = 1,48 \text{ kNm...v poli}$$

### NÁVRH PRŮŘEZU: 160x240 mm

[3]

Návrhová pevnost dřeva v ohybu:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,7 \cdot \frac{22}{1,3} = 11,85 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost dřeva v tlaku:

$$f_{c,o,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,o,k}}{\gamma_M} = 0,7 \cdot \frac{20}{1,3} = 10,77 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost dřeva ve smyku:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,7 \cdot \frac{3,8}{1,3} = 2,05 \text{ MPa}$$

Ohybový moment a normálová síla působí společně v rovině vazby krovu. Kolmo na rovinu příčné vazby působí pouze tlakové namáhání, krokv je však zajištěna latěmi proti vybočení z roviny. Proto nebude namáhána na vzpěrný tlak z roviny a předpokládám, že toto namáhání nebude rozhodovat.

Posouzení průřezu na kombinaci ohybu a osového tlaku (MSÚ):

1) Moment v poli

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{184,3 \times 10^6}{38400}} = 69,3 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot 160 \cdot 240^3$$

$$I_y = 184,3 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 38400 \text{ mm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ef,y}}{i_y} = \frac{5700}{69,3} = 80,8$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot 0,05}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 6700}{80,8^2}$$

$$\sigma_{c,crit,y} = 10,13 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{20}{10,13}} = 1,41$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,41 - 0,5) + 1,41^2) = 1,54$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,54 + \sqrt{1,54^2 - 1,41^2}} = 0,46$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{Nd}{A} = \frac{25010}{38400} = 0,65 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{max,pole}}{W_y} = \frac{1480}{1536} = 0,96 \text{ MPa}$$

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2$$

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot 160 \cdot 240^2$$

$$W_y = 1536000 \text{ mm}^3$$

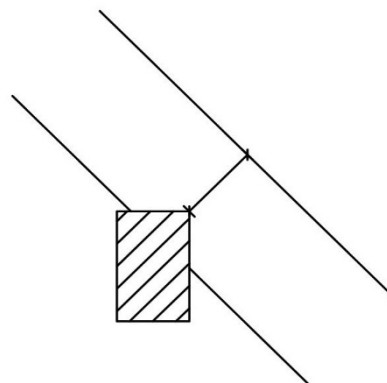
$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,65}{0,46 \cdot 10,77} + \frac{0,96}{11,85} = 0,21 \leq 1$$

.....VYHOVUJE

## 2) Moment nad podporou

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{184,3 \cdot 10^6}{38400}} = 46,2 \text{ mm}$$

$$h' = \frac{2}{3} \cdot h$$



$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h'^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot 160 \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 240\right)^3$$

$$I_y = 54,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 25600 \text{ mm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{5700}{46,2} = 121,2$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot 0,05}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 6700}{121,2^2}$$

$$\sigma_{c,crit,y} = 4,5 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{20}{4,5}} = 2,1$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (2,1 - 0,5) + 2,1^2) = 3,165$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{3,165 + \sqrt{3,165^2 - 2,1^2}} = 0,18$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{Nd}{A} = \frac{25010}{25600} = 0,98 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{max,podpora}}{W_y} = \frac{1940}{683} = 2,84 \text{ MPa}$$

$$W_y = \frac{1}{6} * b * h^2$$

$$W_y = \frac{1}{6} * 160 * \left(\frac{2}{3} * 240\right)^2$$

$$W_y = 682\,667 \text{ mm}^3$$

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{cy} * f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,98}{0,18 * 10,77} + \frac{2,84}{11,85} = 0,75 \leq 1$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průřezu na smyk za ohybu (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{V_{sd} * S}{b * I_y} \leq f_{v,d}$$

$$S = \frac{2}{3} * 240 * 160 * \frac{160}{2}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{5,92 * 10^3 * 2,05 * 10^6}{\frac{2}{3} * 240 * 54,6 * 10^6}$$

$$S = 2,05 * 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{v,d} = 1,39 \text{ MPa} \leq 2,05 \text{ MPa}$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průhybu konstrukce (MSP):

$$uskut. = 8,3 \text{ mm}$$

$$ulim. = \frac{5700}{400} = 14 \text{ mm}$$

$$uskut. \leq ulim.$$

.....VYHOVUJE

**NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 160x240 mm VYHOVUJE**

## NÁVRH KLEŠTINY-plná vazba

Vnitřní síly pro MSÚ: (z programu SCIA-viz Příloha č.2)

$$N=15,13 \text{ kN}$$

$$V_d=1,24 \text{ kN}$$

$$M_y=1,12 \text{ kNm}$$

**NÁVRH PRŮŘEZU: 100x180 mm**

[3]

Návrhové pevnosti dřeva viz Návrh krokve-plná vazba :

$$f_{m,d} = 11,85 \text{ MPa}$$

$$f_{c,o,d} = 10,77 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 2,05 \text{ MPa}$$

Posouzení průřezu na kombinaci ohybu a osového tlaku (MSÚ) :

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{48,6 \times 10^6}{18000}} = 51,9 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} * 100 * 180^3$$

$$I_y = 48,6 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 18000 \text{ mm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{8000}{51,9} = 154$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 * E_{0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 * 6700}{154^2}$$

$$\sigma_{c,crit,y} = 2,79 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{20}{2,79}} = 2,68$$

$$k_y = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_y = 0,5 * (1 + 0,2 * (2,68 - 0,5) + 2,68^2) = 4,9$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{4,9 + \sqrt{4,9^2 - 2,68^2}} = 0,11$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{15130}{18000} = 0,84 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{max}}{W_y} = \frac{1120}{540} = 2,1 \text{ MPa}$$

$$W_y = \frac{1}{6} * b * h^2$$

$$W_y = \frac{1}{6} * 100 * 180^2$$

$$W_y = 540 000 \text{ mm}^3$$

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} * f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,84}{0,11 * 10,77} + \frac{2,1}{11,85} = 0,88 \leq 1$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průřezu na smyk za ohybu (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{V_{sd} * S}{b * I_y} \leq f_{v,d}$$

$$S = \frac{2}{3} * 180 * 100 * \frac{100}{2}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{1,24 * 10^3 * 900\,000}{180 * 48,6 * 10^6}$$

$$S = 900\,000 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{v,d} = 0,13 \text{ MPa} \leq 2,05 \text{ MPa}$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průhybu konstrukce (MSP):

$$\text{uskut.} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{ulim.} = \frac{8000}{400} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{uskut.} \leq \text{ulim.}$$

.....VYHOVUJE

**NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 100x180 mm VYHOVUJE**



## NÁVRH SLOUPKU-plná vazba

Vnitřní síly pro MSÚ: (z programu SCIA-viz Příloha č.2)

$$N=16,61 \text{ kN}$$

$$V_d=2,09 \text{ kN}$$

$$M_y=1,49 \text{ kNm}$$

**NÁVRH PRŮŘEZU: 180x180 mm**

[3]

Návrhové pevnosti dřeva viz Návrh krokve-plná vazba :

$$f_{m,d} = 11,85 \text{ MPa}$$

$$f_{c,o,d} = 10,77 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 2,05 \text{ MPa}$$

Posouzení průřezu na kombinaci ohybu a osového tlaku (MSÚ) :

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{87,5 \times 10^6}{32400}} = 51,97 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} * 180 * 180^3$$

$$I_y = 87,5 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 32400 \text{ mm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{6800}{51,97} = 130,8$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 * E_{0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 * 6700}{130,8^2}$$

$$\sigma_{c,crit,y} = 3,87 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{20}{3,87}} = 2,27$$

$$k_y = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_y = 0,5 * (1 + 0,2 * (2,27 - 0,5) + 2,27^2) = 3,64$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{3,64 + \sqrt{3,64^2 - 2,27^2}} = 0,154$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{16610}{32400} = 0,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{max}}{W_y} = \frac{1490}{972} = 1,53 \text{ MPa}$$

$$W_y = \frac{1}{6} * b * h^2$$

$$W_y = \frac{1}{6} * 180 * 180^2$$

$$W_y = 972 000 \text{ mm}^3$$

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} * f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,51}{0,154 * 10,77} + \frac{1,53}{11,85} = 0,44 \leq 1$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průřezu na smyk za ohybu (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{V_{sd} * S}{b * I_y} \leq f_{v,d}$$

$$S = \frac{2}{3} * 180 * 180 * \frac{180}{2}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{2,09 * 10^3 * 2,92 * 10^6}{180 * 87,5 * 10^6}$$

$$S = 2,92 * 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{v,d} = 0,39 \text{ MPa} \leq 2,05 \text{ MPa}$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průhybu konstrukce (MSP):

$$\text{uskut.} = 8,3 \text{ mm}$$

$$\text{ulim.} = \frac{6800}{400} = 17 \text{ mm}$$

$$\text{uskut.} \leq \text{ulim.}$$

.....VYHOVUJE

**NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 180x180 mm VYHOVUJE**

## NÁVRH VAZNÉHO TRÁMU

Vnitřní síly pro MSÚ: (z programu SCIA-viz Příloha č.2)

$$V_d = 30,3 \text{ kN}$$

$$M_y = 17,1 \text{ kNm}$$

### **NÁVRH PRŮŘEZU: HEA 240**

Průřezové charakteristiky (ocel S235):

$$f_y = 235 \text{ MPa}$$

$$W_{pl,y} = 744,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$A_{vz} = 2518 \text{ mm}^2$$

Posouzení průřezu na ohyb (MSÚ) :

$$M_{c,rd} = M_{pl,rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{MO}}$$

$$M_{c,rd} = \frac{744,6 \cdot 10^6 \cdot 235}{1,15} = 152,2 \text{ kNm} \gg M_{sd} = 17,1 \text{ kNm}$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průřezu na smyk (MSÚ) :

$$V_{pl,rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{pl,rd} = \frac{2518 \cdot 235}{1,15 \cdot \sqrt{3}} = 297,1 \text{ kN} \gg V_z = 30,3 \text{ kN}$$

.....VYHOVUJE

$V_{pl,rd} \geq 2 \cdot V_{ed}$ .....Jedná se o tzv. malý smyk a není tedy potřeba posuzovat kombinaci namáhání.

Posouzení průhybu konstrukce (MSP):

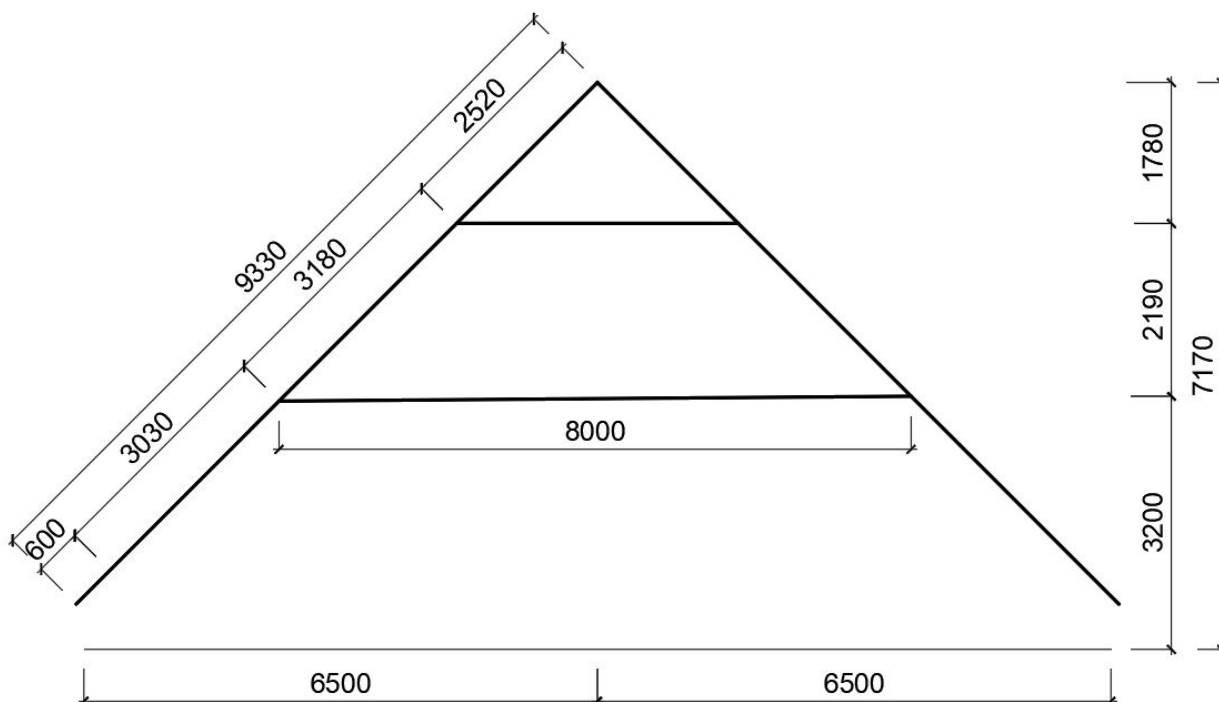
$$u_{skut.} = 1,8 \text{ mm}$$

$$u_{lim.} = \frac{6500}{500} = 13 \text{ mm}$$

$$u_{skut.} \leq u_{lim.}$$

.....VYHOVUJE

## NÁVRH KROKVE-jalová vazba



Vnitřní síly pro MSÚ: (z programu SCIA-viz Příloha č.2)

$N=7,65$  kN

$V_d=6,37$  kN

$M_y=2,43$  kNm...nad podporou

= 2,10 kNm...v poli

**NÁVRH PRŮŘEZU: 160x240 mm**

[3]

Návrhová pevnost dřeva v ohybu:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,7 \cdot \frac{22}{1,3} = 11,85 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost dřeva v tlaku:

$$f_{c,o,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,o,k}}{\gamma_M} = 0,7 \cdot \frac{20}{1,3} = 10,77 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost dřeva ve smyku:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,7 \cdot \frac{3,8}{1,3} = 2,05 \text{ MPa}$$

Posouzení průřezu na kombinaci ohybu a osového tlaku (MSÚ):

1) Moment v poli

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{184,3 \times 10^6}{38400}} = 69,3 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot 160 \cdot 240^3$$

$$I_y = 184,3 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 38400 \text{ mm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ef,y}}{i_y} = \frac{5600}{69,3} = 80,8$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot 0,05}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 6700}{80,8^2}$$

$$\sigma_{c,crit,y} = 10,13 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{20}{10,13}} = 1,41$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,41 - 0,5) + 1,41^2) = 1,54$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,54 + \sqrt{1,54^2 - 1,41^2}} = 0,46$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{7650}{38400} = 0,20 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{max,pole}}{W_y} = \frac{2100}{1536} = 1,37 \text{ MPa}$$

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2$$

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot 160 \cdot 240^2$$

$$W_y = 1536000 \text{ mm}^3$$

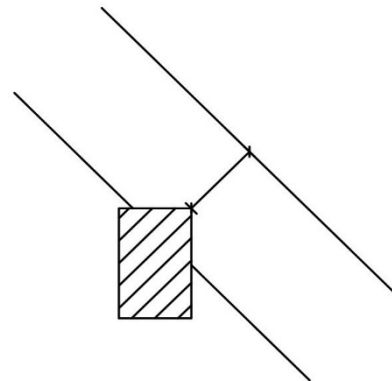
$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,20}{0,46 \cdot 10,77} + \frac{1,37}{11,85} = 0,16 \leq 1$$

.....VYHOVUJE

2) Moment nad podporou

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{184,3 \times 10^6}{38400}} = 46,2 \text{ mm}$$

$$h' = \frac{2}{3} \cdot h$$



$$I_y = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} * 160 * \left(\frac{2}{3} * 240\right)^3$$

$$I_y = 54,6 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 25600 \text{ mm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ef,y}}{i_y} = \frac{5700}{46,2} = 121,2$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 * E * 0,05}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 * 6700}{121,2^2}$$

$$\sigma_{c,crit,y} = 4,5 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{20}{4,5}} = 2,1$$

$$k_y = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_y = 0,5 * (1 + 0,2 * (2,1 - 0,5) + 2,1^2) = 3,165$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{3,165 + \sqrt{3,165^2 - 2,1^2}} = 0,18$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{7650}{25600} = 0,30 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{max,podpora}}{W_y} = \frac{2430}{683} = 3,56 \text{ MPa}$$

$$W_y = \frac{1}{6} * b * h^2$$

$$W_y = \frac{1}{6} * 160 * \left(\frac{2}{3} * 240\right)^2$$

$$W_y = 682\,667 \text{ mm}^3$$

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} * f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,30}{0,18 * 10,77} + \frac{3,56}{11,85} = 0,46 \leq 1$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průřezu na smyk za ohybu (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{V_{sd} * S}{b * I_y} \leq f_{v,d}$$

$$S = \frac{2}{3} * 240 * 160 * \frac{160}{2}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{6,37 * 10^3 * 2,05 * 10^6}{\frac{2}{3} * 240 * 54,6 * 10^6}$$

$$S = 2,05 * 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{v,d} = 1,49 \text{ MPa} \leq 2,05 \text{ MPa}$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průhybu konstrukce (MSP):

$$u_{skut.} = 4,8 \text{ mm}$$

$$u_{lim.} = \frac{4400}{400} = 11 \text{ mm}$$

$$u_{skut.} \leq u_{lim.}$$

.....VYHOVUJE

**NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 160x240 mm VYHOVUJE**

## NÁVRH KLEŠTINY-jalová vazba

Vnitřní síly pro MSÚ: (z programu SCIA-viz Příloha č.2)

$$N = 4,69 \text{ kN}$$

$$V_d = 0,76 \text{ kN}$$

$$M_y = 0,75 \text{ kNm}$$

**NÁVRH PRŮŘEZU: 100x180 mm**

[3]

Návrhové pevnosti dřeva viz Návrh krokve-plná vazba :

$$f_{m,d} = 11,85 \text{ MPa}$$

$$f_{c,o,d} = 10,77 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 2,05 \text{ MPa}$$

Posouzení průřezu na kombinaci ohybu a osového tlaku (MSÚ) :

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{48,6 \times 10^6}{18000}} = 51,9 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot 100 \cdot 180^3$$

$$I_y = 48,6 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A = 18000 \text{ mm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{8000}{51,9} = 154$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 6700}{154^2}$$

$$\sigma_{c,crit,y} = 2,79 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{20}{2,79}} = 2,68$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (2,68 - 0,5) + 2,68^2) = 4,9$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{4,9 + \sqrt{4,9^2 - 2,68^2}} = 0,11$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{4690}{18000} = 0,26 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{max}}{W_y} = \frac{750}{540} = 1,39 \text{ MPa}$$

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2$$

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot 100 \cdot 180^2$$

$$W_y = 540 \text{ 000 mm}^3$$

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,26}{0,11 \cdot 10,77} + \frac{1,39}{11,85} = 0,34 \leq 1$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průřezu na smyk za ohybu (MSÚ):

$$\tau_{v,d} = \frac{V_{sd} * S}{b * I_y} \leq f_{v,d}$$

$$S = \frac{2}{3} * 180 * 100 * \frac{100}{2}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{0,76 * 10^3 * 900\,000}{180 * 48,6 * 10^6}$$

$$S = 900\,000 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{v,d} = 0,08 \text{ MPa} \leq 2,05 \text{ MPa}$$

.....VYHOVUJE

Posouzení průhybu konstrukce (MSP):

$$u_{skut.} = 9,1 \text{ mm}$$

$$u_{lim.} = \frac{8000}{400} = 20 \text{ mm}$$

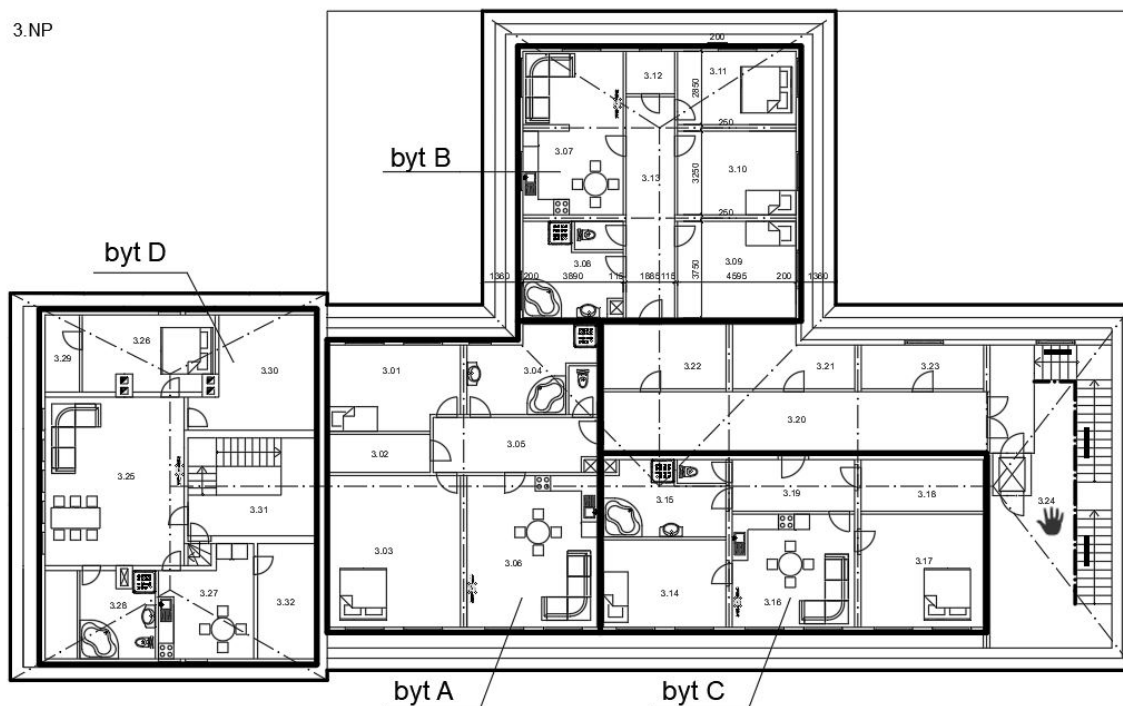
$$u_{skut.} \leq u_{lim.}$$

.....VYHOVUJE

**NAVRŽENÝ PRŮŘEZ 100x180 mm VYHOVUJE**



## Návrh dispozice:



Obr. 29 : Schéma dispozice s označením bytů

Po uvolnění dispozice, tedy zastavění průchodu z podkroví do budovy A, odstranění výtahu a osekání zídky, jsem do prostoru navrhla celkem 3 byty. Dva byty mají ložnici a jeden pokoj, poslední byt má o jeden pokoj navíc. Ke každému bytu náleží komora, která je přístupná z hlavní chodby. Aby tato chodba nebyla příliš tmavá, je stěna kolem dveří-při vstupu do chodby-tvořena z luxfer, které do chodby pustí světlo. Vstup k bytům je bezbariérový. Ve vstupní hale, která je původní budovy, se nachází výtah. Ten je sice vedle stěny bytu, ale na druhé straně se nachází pouze komora a stěny výtahu navíc nedoléhají na stěnu bytu. Mezi stěnami je štěrbina, která bude zakryta SDK deskou, a to jak z boku, tak i ze shora. Šachta výtahu bude také akusticky oddělena od podlahy v 2.NP.

Vstup do bytů bude oddělen příčkou a prostor skladu se zkrátí o prostor nové chodby. Zároveň se nyní bude do skladu vstupovat dveřmi pod bytem C, místo aktuálně používaných dveří z boku budovy, které budou zastavěné.

## **TZB:**

### **Kanalizace:**

Odpadní potrubí povede v budově B od armatur v podlaze do šachty, odkud projde skrz strop. O patro níž, tedy v prostoru skladu povede potrubí pod stropem ke stěně, kde bude svedeno a napojeno na stávající potrubí. V budově A je nyní odpadní potrubí vysekáno ve zdi. V prostoru kanceláří zůstane potrubí na stejném místě. V bytě nad kancelářemi nově povede stoupacím potrubím, které nově vznikne z nepoužívaného komína.

### **Vodovod:**

Přívodní potrubí povede stejně jako kanalizace v podlaze pod novými byty. V budově A jsou vysekány drážky do zdi, ty stávající v prostoru kanceláří bych ponechala, v nově upraveném bytě (v budově A) bych pro přívod potrubí využila prostor již nevyužívaného komína.

### **Topení:**

V budově A jsou ve všem patrech nainstalované armatury na vytápění, proto bych tyto armatury pouze v suterénu napojila na nový tepelný zdroj. Kromě toho bude navíc nainstalováno otopné těleso v prostoru koupelny. V budově B budou otopná tělesa rozmístěná dle výkresu TZB ve výkresové dokumentaci. Rozvody povedou též pod podlahou, stejně jako jsou navrženy rozvody odpadní a vodovodní.

### **Větrání:**

Větrání bude v celém objektu řešeno přirozeně a není proto potřeba řešit rozvody vzduchotechniky, ani navyšovat výkon kotle.

### **Návrh kotle:**

Budova A je nyní vytápěná plynovým kotlem, který je v suterénu budovy. Ohřev teplé vody pro potřebu koupelny ve 2.NP probíhá v elektrickém bojleru, umístěném v koupelně. Další elektrický bojler je ve 2. NP v kuchyňce. V nových bytech uvažuji s plynovým kotlem, který by zajišťoval teplou vodu a vytápění nejen pro objekt B, ale sjednotil by se i s objektem A. Proto bude kotel navržený s výkonem, který pokryje obě budovy.

### **Stanovení potřeby tepla na přípravu teplé vody:**

$$Q_{p,TV} = (1+z) \frac{V_{tv,den} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{tv} - t_{sv})}{3,6 \cdot 10^6}$$

kde :  $V_{TV,den}$  = průměrná denní potřeba teplé vody v m<sup>3</sup>/den, stanoví se z měrné potřeby  
teplé vody vztažené na měrnou jednotku (obytné budovy-střední

až vysoký standart= 40l/mj/den

$\rho$  = hustota vody v  $\text{kg}/\text{m}^3$

$c$  = měrná tepelná kapacita vody v  $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

$t_{sv}$  = teplota studené vody ve  $^{\circ}\text{C}$

$t_{TV}$  = teplota teplé vody ve  $^{\circ}\text{C}$

$z$  = přírážka pro zahrnutí tepelných ztrát souvisejících s přípravou teplé vody  
(0,3 pro centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací)

$$Q_{p,TV} = (1+0,3) \frac{12 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 4180 \cdot (60-15)}{3,6 \cdot 10^6}$$

$$Q_{p,TV} = 48,9 \text{ kWh/den}$$

### **Výkon potřebný na přípravu teplé vody:**

$$Q_{TV,h} = \frac{Q_{p,tv}}{24}$$

$$Q_{TV,h} = 2,0 \text{ kW}$$

### **Výkon potřebný na vytápění:**

Průměrná ztráta budovy =  $15 \text{ W}/\text{m}^3$

Objem celého vytápěného prostoru =  $2290,4 \text{ m}^3$

$$Q_{VYT,h} = 15 \cdot 2290,4 = 34,4 \text{ kW}$$

### **Požadovaný výkon kotle:**

$$Q_{TV,h} + Q_{VYT,h} = 36,4 \text{ kW}$$

Dle požadovaného výkonu jsem vybrala kotel značky GAS – VIADRUS CLAUDIUS K2-K2L53 s výkonem 7,8-48,1 kW, s 3-cestným ventilem a čerpadlem

## 4 Posouzení budovy z hlediska stavební světelné techniky

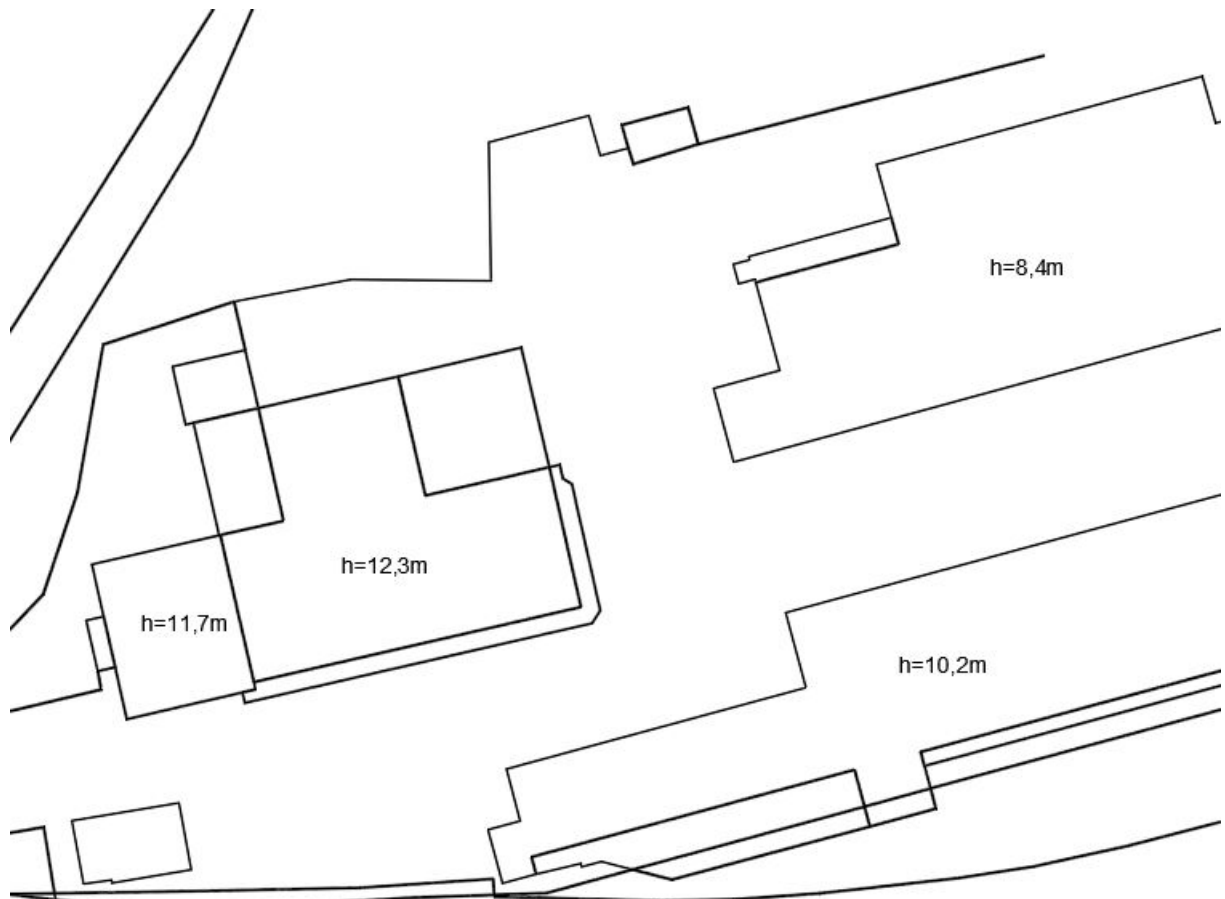
Byty budou posouzeny v programu Světlo+.



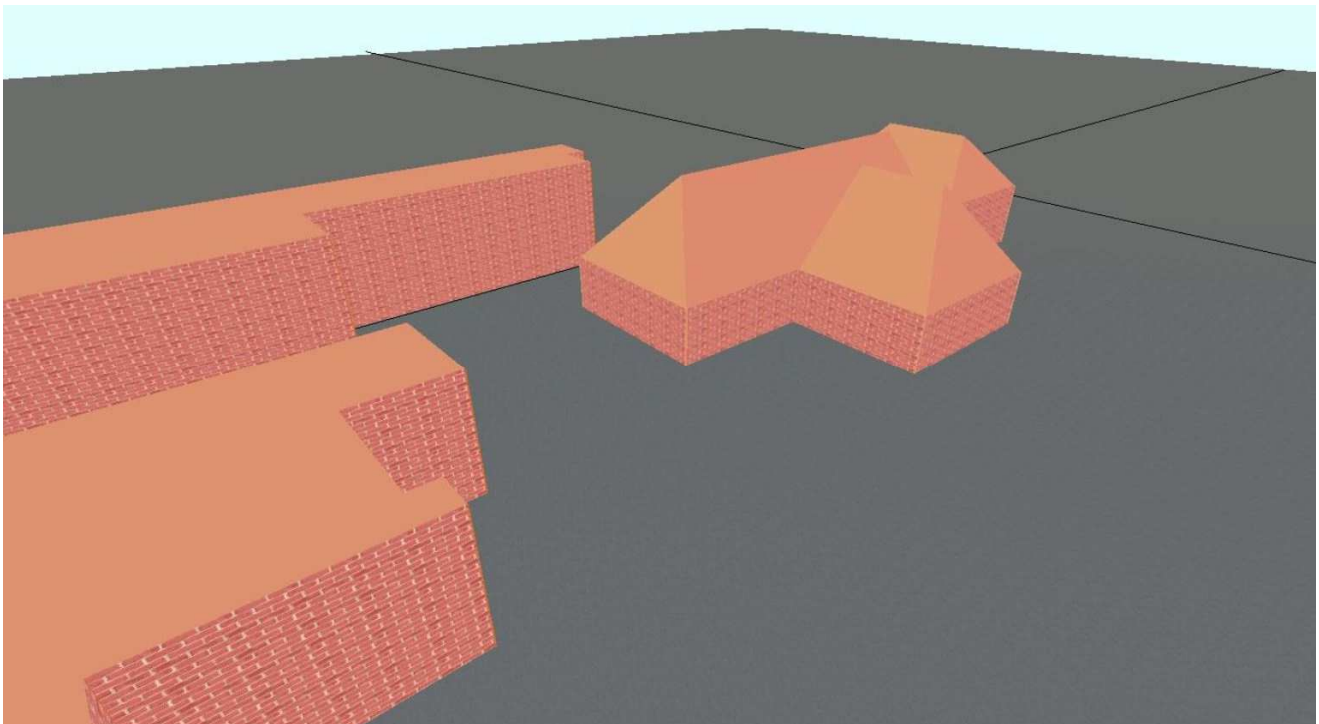
Obr. 30 : Situace s vyznačeným řešeným objektem a stínícími objekty [6]



Obr. 31 : Pohled na řešený objekt a okolní stínící objekty (zdroj: vlastní foto)



Obr. 32 : Situace-řešený objekt, stínící objekty a jejich výšky



Obr. 33 : Situace z programu Světlo+ (řešený objekt, stínící objekty)

## 4.1 Proslunění

### 4.1.1 Požadavky

Proslunění vnitřních ploch označuje dopad přímých slunečních paprsků do interiéru. Výpočet doby proslunění je závislý na orientaci ke světovým stranám, datu a na stínících překážkách. Proslunění se posuzuje u objektů sloužících k trvalému pobytu osob.

Aby byl byt (v bytovém domě) považován za prosluněný, musí být součet ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu ploch všech obytných místností bytu.

Za obytnou místnost se z hlediska proslunění považuje místnost, která: [1]

- je vytápěná a má možnost přirozeného větrání
- je osvětlena přímým denním světlem
- má plochu alespoň 8 m<sup>2</sup>
- má plochu alespoň 12 m<sup>2</sup>, pokud se jedná o kuchyň, která tvoří samostatnou místnost

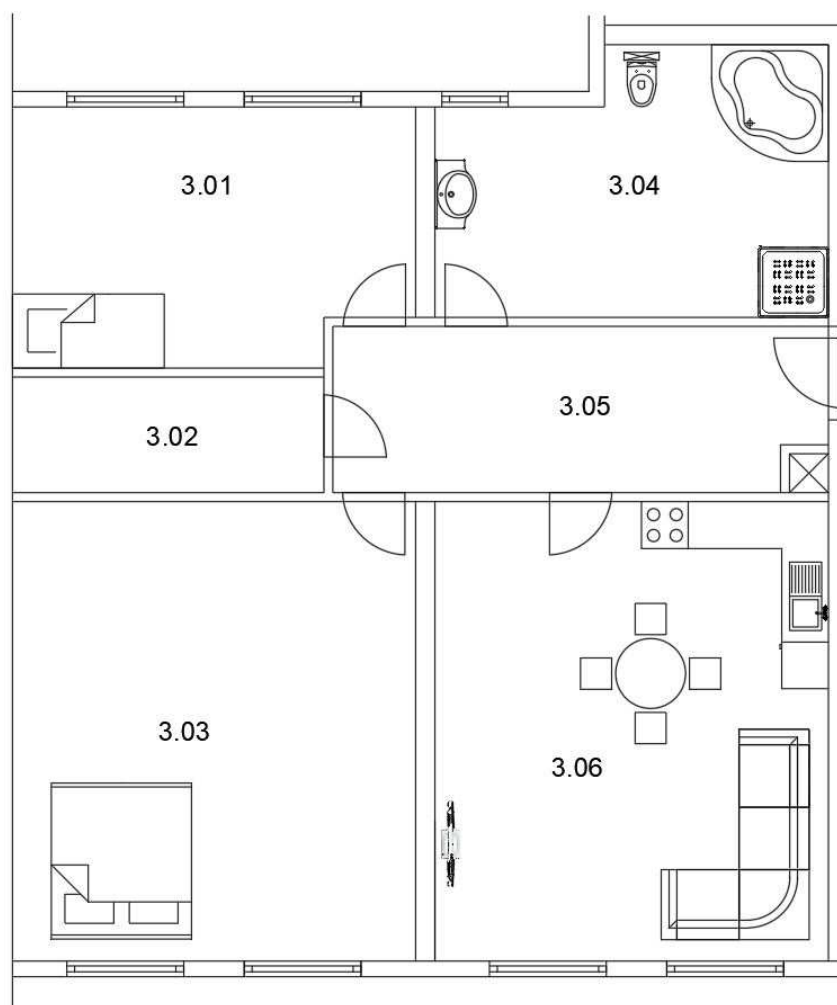
Za obytnou místnost se z hlediska proslunění nepovažuje:

- komunikační prostor
- sociální prostor
- skladovací prostor

Obytná místnost se považuje za prosluněnou, pokud jsou splněny podmínky:

- Sluneční paprsky dopadají do kontrolního bodu minimálně 90 minut denně (počítáno 1.března)
- Kontrolní bod KB je 300 mm nad středem spodní hrany osvětlovacího otvoru, nejméně však 1200 mm nad úrovní podlahy posuzované místnosti.
- Přímé sluneční záření musí vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, jejichž celková plocha vypočtená ze skladebných rozměrů je rovna nejméně jedné desetíně plochy místnosti.
- Nejmenší skladebný rozměr osvětlovacího otvoru musí být alespoň 900 mm.

## 4.1.2 Byt A



Obr. 34 : Dispozice bytu A

Tento byt má celkem 6 místností, ale jen tři místnosti můžeme z hlediska proslunění považovat za obytné. Mezi tyto místnosti patří:

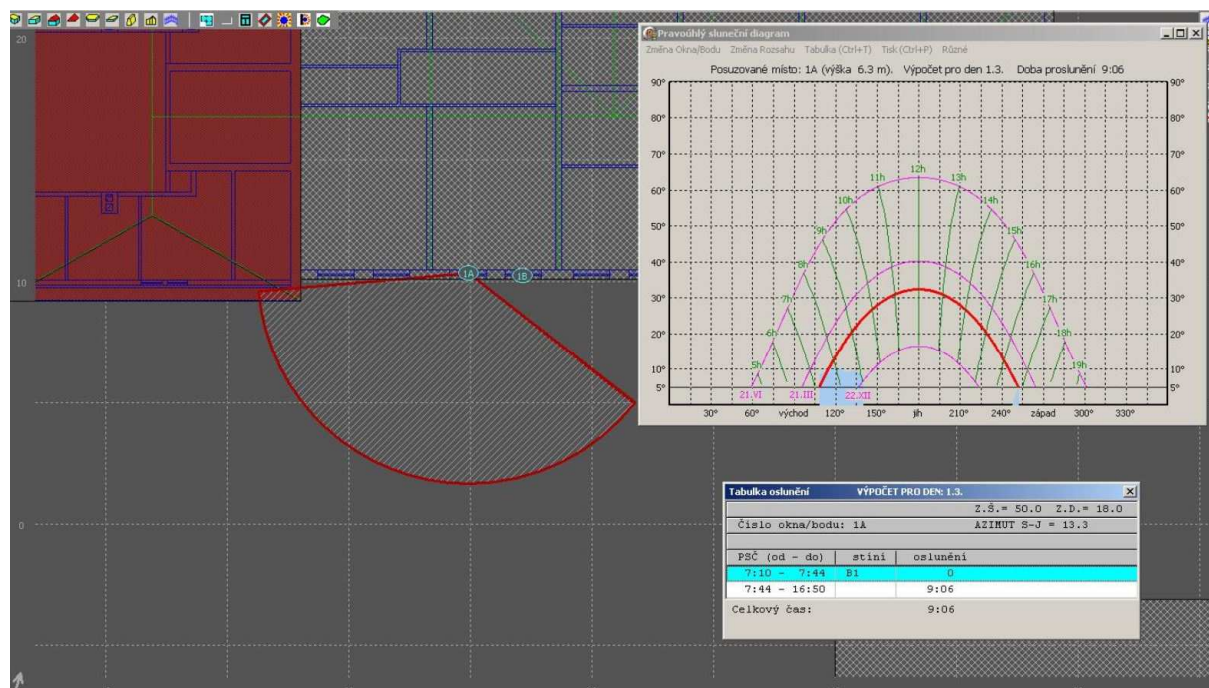
- 3.01 – Pokoj
- 3.03 – Ložnice
- 3.06 – Kuchyň + obývací pokoj

K posouzení proslunění je potřeba zjistit, jestli je alespoň třetina obytných místností prosluněná. V místnostech, které splňují podmínky- tzn., že je rozměr osvětlovacích rozměrů větší než desetina plochy místnosti, otvory nejsou na sever a otvor je větší než 900 mm- stanovíme kontrolní body.

POSOUZENÍ PROSLUNĚNÍ BYTŮ				
BYT A				
Místnost	Obytná místnost	Plocha (m <sup>2</sup> )	Velikost osvětlovacích otvorů	Kontrolní bod (KB)
Kuchyň+ob. Pokoj	ano	33,8	$2 \cdot (1,5 \cdot 1,2) = 3,6\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 33,8 = 3,4\text{m}^2$	ANO (KB1 a KB2)
Ložnice	ano	34,6	$2 \cdot (1,5 \cdot 1,2) = 3,6\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 34,6 = 3,5\text{m}^2$	ANO (KB3 a KB4)
Dětský pokoj	ano	20,7	$2 \cdot (1,5 \cdot 1,2) = 3,6\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 20,7 = 2,1\text{m}^2$	NE (otvory jsou na Sever)
Celkem obytných ploch (m <sup>2</sup> ) :		89,1	1/3 obytných ploch:	29,7
K POSOUZENÍ V PROGRAMU SVĚTLO+ POUŽÍJI KB1 a KB2				

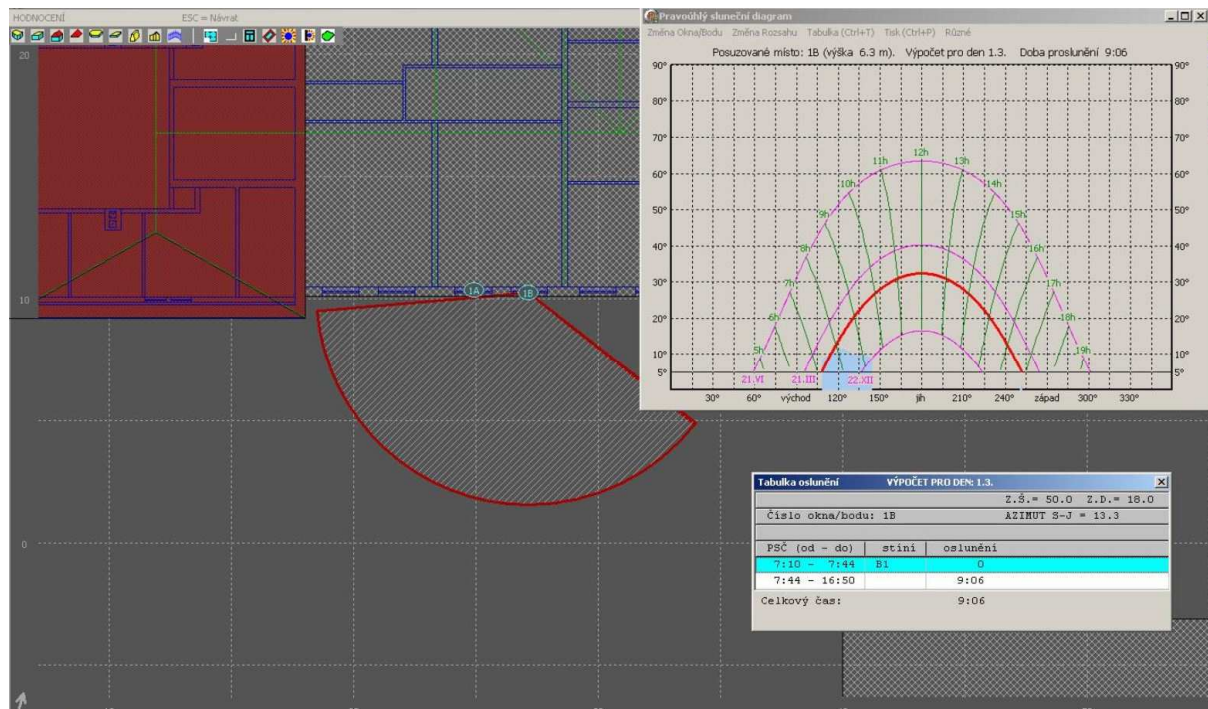
Z tabulky vyplývá, že obě místnosti (kuchyň+obývací pokoj a ložnice) splňují požadavek na minimální plochu, která je větší než třetina celkové plochy místnosti. Tím pádem stačí ověřit, že alespoň do jedné z těchto místností svítí slunce déle než 90 minut. V obou místnostech ale tuto podmínku splní obě okna dohromady, tudíž musí slunce svítit 90 minut do obou oken=kontrolních bodů. Okna v těchto místnostech mají rozměry 1200x1500 mm a jsou uložena svisle. Kontrolní body jsou umístěny půdorysně uprostřed každého okna, ve výšce 1200 mm nad podlahou (výška parapetu je 900 mm nad podlahou). Azimut je 13°.

Program Světlo+ vyhodnotí jak dlouho bude dne 1.března na zadaný objekt (při definované směrové orientaci, stínění okolních budov, atd.) svítit slunce.



Obr. 35 : Výstup z programu Světlo+ (Byt A, KB1)

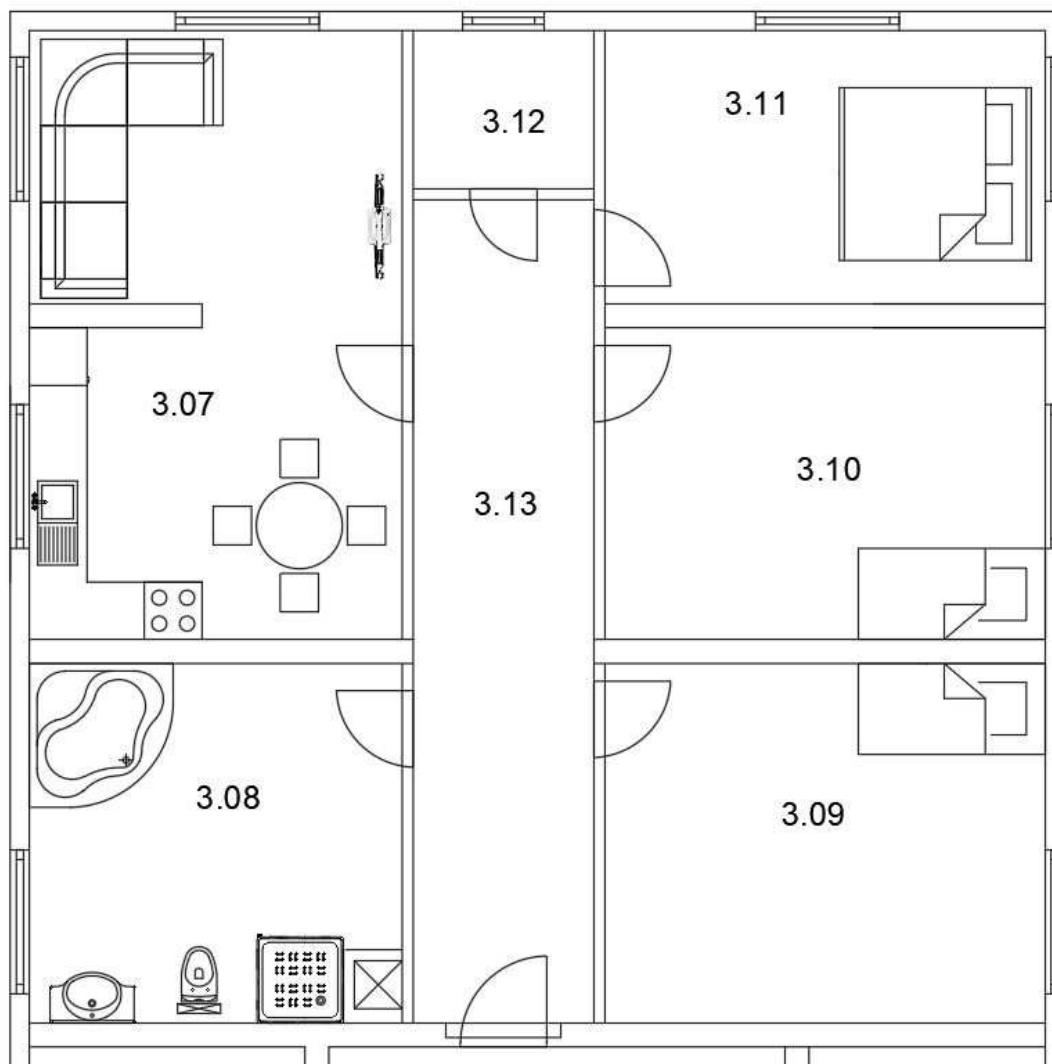




Obr. 36 : Výstup z programu Světlo+ (Byt A, KB2)

Výpočetem v programu se prokázalo, že do obou kontrolních bodů svítí slunce 9 hodin a 6 minut. Požadavek na každý kontrolní bod byl 90 minut, požadavek na proslunění obytných místností byl tedy splněn. Zároveň byly splněny požadavky na proslunění bytu a byt tím pádem považuji byt A za prosluněný.

### 4.1.3 Byt B



Obr. 37 : Dispozice bytu B

Tento byt má celkem 7 místností, ale jen čtyři místnosti můžeme z hlediska proslunění považovat za obytné. Mezi tyto místnosti patří:

- 3.07 – Kuchyň a obývací pokoj
- 3.09 – Pokoj
- 3.10 – Pokoj
- 3.11 – Ložnice

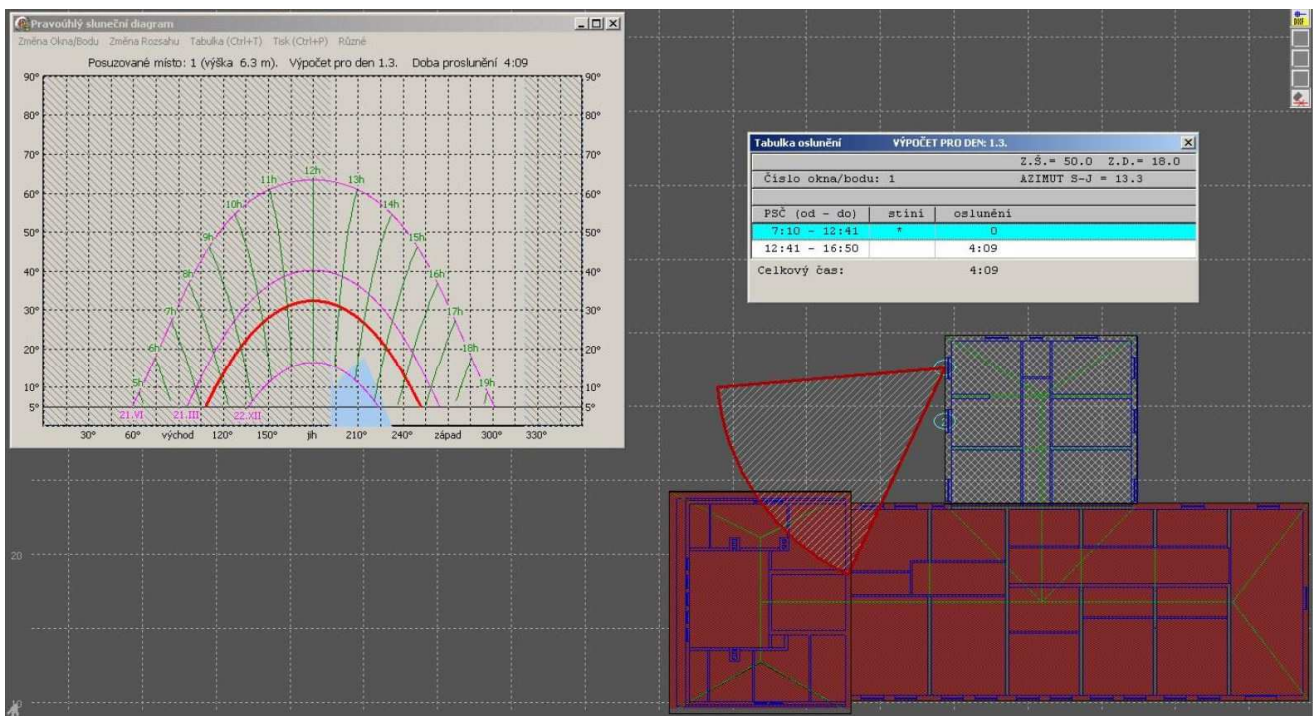
K posouzení proslunění je potřeba zjistit, jestli je alespoň třetina obytných místností prosluněná. V místnostech, které splňují podmínky- tzn., že je rozměr osvětlovacích rozměrů větší než desetina plochy místnosti, otvory nejsou na sever a otvor je větší než 900 mm- stanovíme kontrolní body.

BYT B				
Místnost	Obytná místnost	Plocha (m <sup>2</sup> )	Velikost osvětlovacích otvorů	Kontrolní bod (KB)
Kuchyň+ob. Pokoj	ano	32,9	$2 \cdot (1,5 \cdot 1,2) = 3,6\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 32,9 = 3,3\text{m}^2$	ANO (KB5 a KB6)
Ložnice	ano	19,7	$1 \cdot (1,5 \cdot 1,2) = 1,8\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 19,7 = 2,0\text{m}^2$	NE ( jeden otvor je na Sever, druhý je malý )
Dětský pokoj	ano	20,2	$1 \cdot (1,5 \cdot 1,2) = 1,8\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 20,2 = 2,0\text{m}^2$	NE ( otvor je malý)
Dětský pokoj	ano	17,5	$1 \cdot (1,5 \cdot 1,2) = 1,8\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 17,5 = 1,8\text{m}^2$	ANO (KB7)
Celkem obytných ploch (m <sup>2</sup> ) :		90,3	1/3 obytných ploch:	30,1

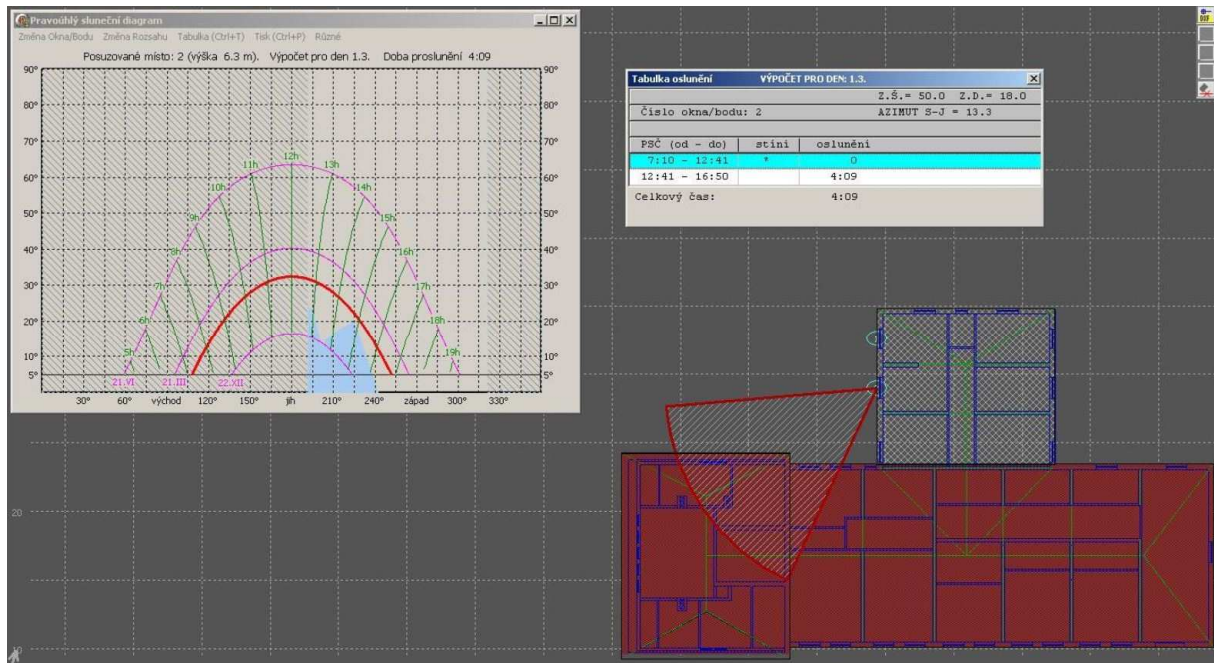
**K POSOUZENÍ V PROGRAMU SVĚTLO+ POUŽÍJÍ KB5+KB6**

Z tabulky vyplývá, že požadavek na minimální plochu, která musí být větší než třetina celkové plochy bytu, splňuje první místnost, tedy kuchyň spojená obývacím pokojem. Proto stačí ověřit, že do této místnosti (kontrolních bodů) svítí slunce déle než 90 minut. Okna v těchto místnostech mají rozměry 1200x1500 mm a jsou uložena svisle. Kontrolní body jsou umístěny půdorysně uprostřed každého okna, ve výšce 1200 mm nad podlahou (výška parapetu je 900 mm nad podlahou). Azimut je 13°.

Program Světlo+ vyhodnotí jak dlouho bude dne 1.března na zadaný objekt (při definované směrové orientaci, stínění okolních budov, v tomto případě zřejmě i stínění vlastní budovou, atd.) svítit slunce.



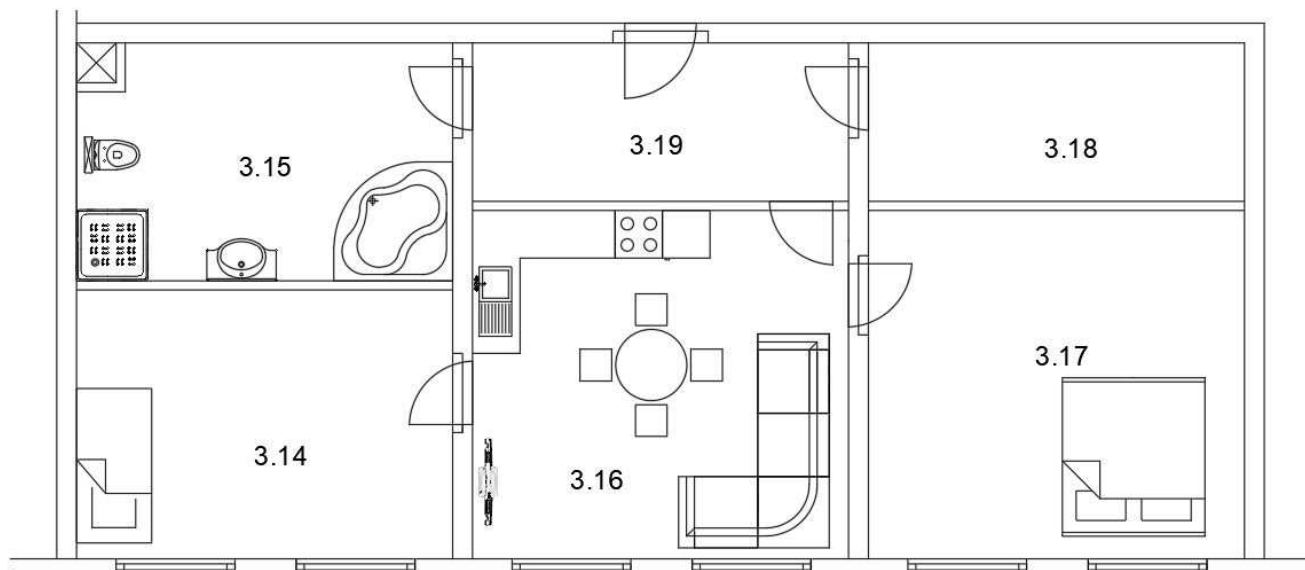
Obr.38 : Výstup z programu Světlo+ (Byt B, KB5)



Obr. 39 : Výstup z programu Světlo+ (Byt B, KB6)

Výpočtem v programu se prokázalo, že do obou kontrolních bodů svítí slunce shodně 4 hodiny a 9 minut. Požadavek na každý kontrolní bod byl 90 minut, požadavek na proslunění obytných místností byl tedy splněn. Zároveň byly splněny požadavky na proslunění bytu a byt tím pádem považuji byt B za prosluněný.

## 4.1.4 Byt C



Obr. 40 : Dispozice bytu C

Tento byt má celkem 6 místností, ale jen tři místnosti můžeme z hlediska proslunění považovat za obytné. Mezi tyto místnosti patří:

- 3.14 – Pokoj
- 3.16 – Kuchyň + obývací pokoj
- 3.17 – Ložnice

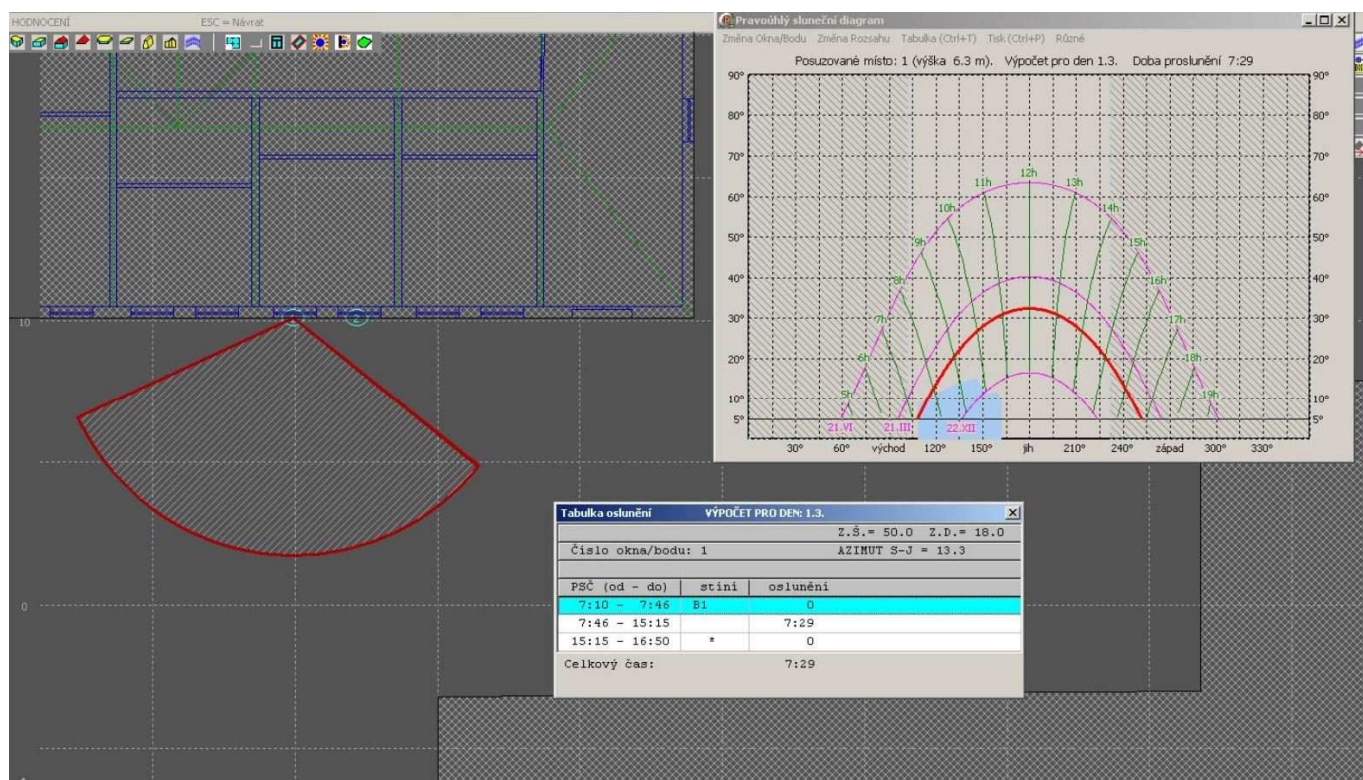
K posouzení proslunění je potřeba zjistit, jestli je alespoň třetina obytných místností prosluněná. V místnostech, které splňují podmínky- tzn., že je rozměr osvětlovacích rozměrů větší než desetina plochy místnosti, otvory nejsou na sever a otvor je větší než 900 mm- stanovíme kontrolní body.

BYT C				
Místnost	Obytná místnost	Plocha (m <sup>2</sup> )	Velikost osvětlovacích otvorů	Kontrolní bod (KB)
Kuchyň+ob. Pokoj	ano	24,7	$2 \cdot (1,5 \cdot 1,2) = 3,6\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 24,7 = 2,5\text{m}^2$	ANO (KB8 a KB9)
Ložnice	ano	24,7	$2 \cdot (1,5 \cdot 1,2) = 3,6\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 24,7 = 2,5\text{m}^2$	ANO (KB10 a KB11)
Dětský pokoj	ano	19,9	$2 \cdot (1,5 \cdot 1,2) = 3,6\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 19,9 = 2,0\text{m}^2$	ANO (KB12 a KB13)
Celkem obytných ploch (m <sup>2</sup> ):		69,3	1/3 obytných ploch:	23,1
K POSOUZENÍ V PROGRAMU SVĚTLO+ POUŽÍJÍ KB8+KB9				

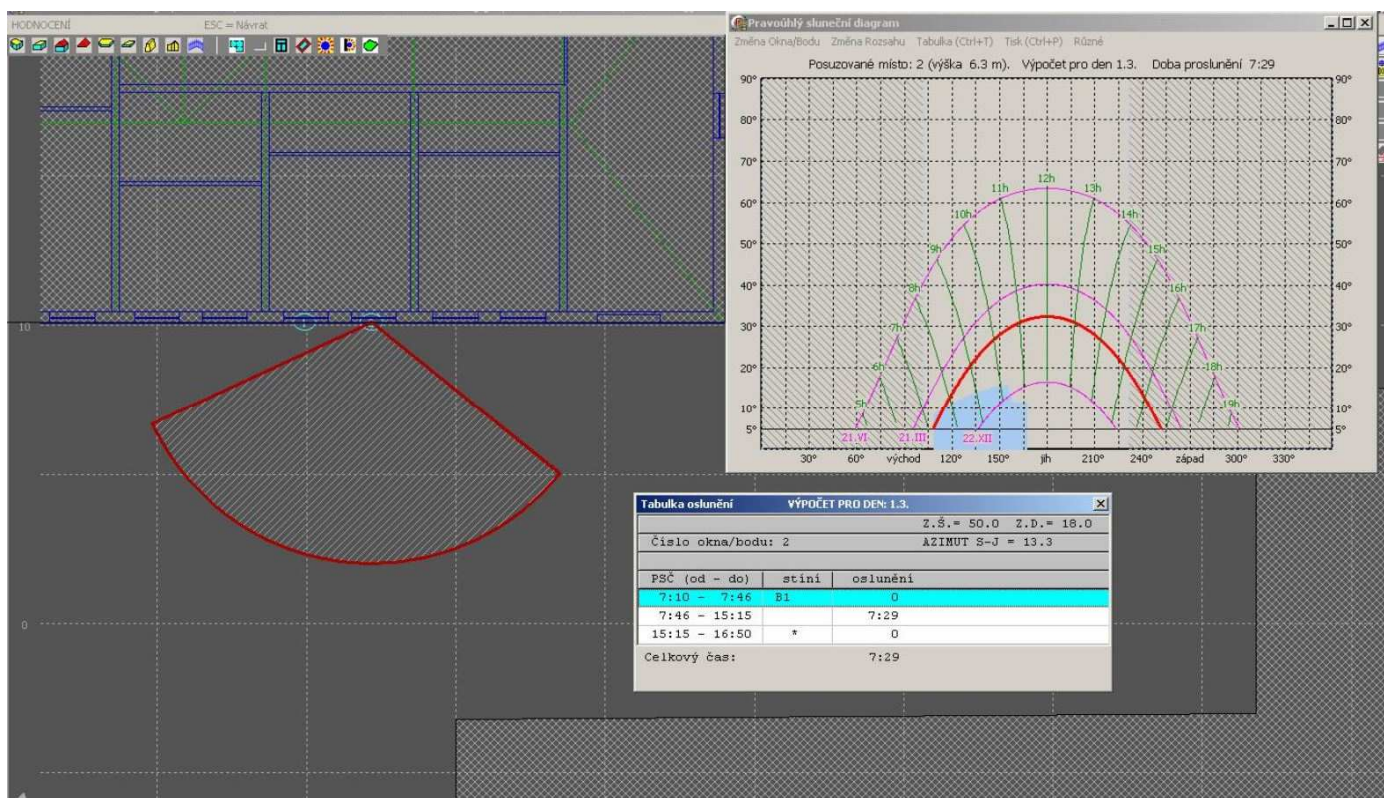
Z tabulky vyplývá, že dvě místnosti (kuchyň+obývací pokoj a ložnice) splňují požadavek na minimální plochu, která je větší než třetina celkové plochy místnosti. Pokud by bylo třeba ověřit dětský pokoj, musela by se posoudit ještě jedna ze

zbývajících místností, aby byla splněna podmínka (minimálně třetina plochy bytu musí být prosluněna). Tím pádem stačí ověřit, že alespoň do jedné z prvních dvou místností svítí slunce déle než 90 minut. V obou místnostech ale tuto podmínku splní obě okna dohromady, tudíž musí slunce svítit 90 minut do obou oken=kontrolních bodů. Okna v těchto místnostech mají rozměry 1200x1500 mm a jsou uložena svisle. Kontrolní body jsou umístěny půdorysně uprostřed každého okna, ve výšce 1200 mm nad podlahou (výška parapetu je 900 mm nad podlahou). Azimut je 13°.

Program Světlo+ vyhodnotí jak dlouho bude dne 1.března na zadaný objekt (při definované směrové orientaci, stínění okolních budov, atd.) svítit slunce.



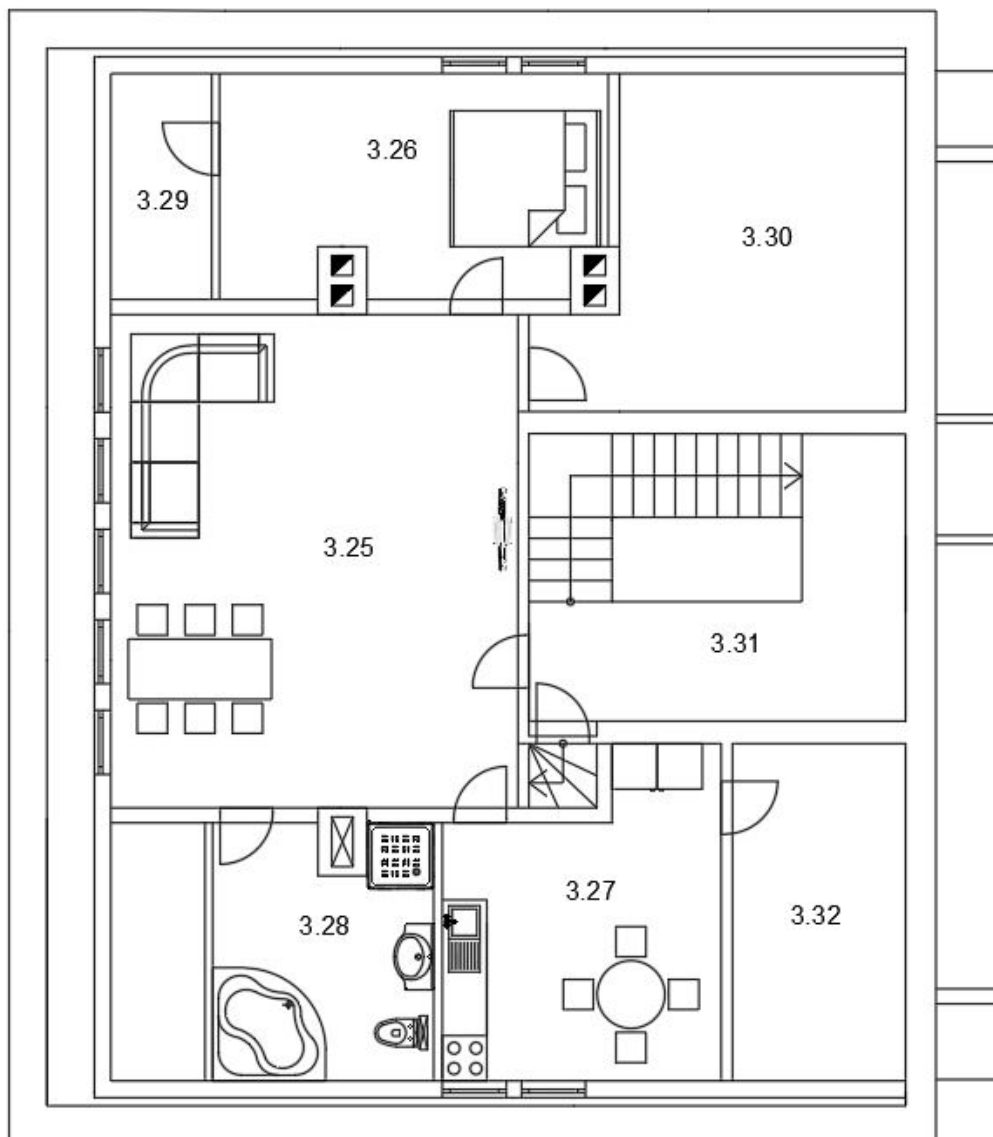
Obr. 41 : Výstup z programu Světlo+ (Byt C, KB8)



Obr. 42: Výstup z programu Světlo+ (Byt C, KB9)

Výpočtem v programu se prokázalo, že do obou kontrolních bodů svítí slunce shodně 7 hodin a 29 minut. Požadavek na každý kontrolní bod byl 90 minut, požadavek na proslunění obytných místností byl tedy splněn. Zároveň byly splněny požadavky na proslunění bytu a byt tím pádem považuji byt C za prosluněný.

## 4.1.5 Byt D



Obr. 43 : Dispozice bytu D

Tento byt má celkem 7 místností, ale jen tři místnosti můžeme z hlediska proslunění považovat za obytné. Mezi tyto místnosti patří:

- 3.25 – Obývací pokoj
- 3.26 – Ložnice
- 3.27 – Kuchyně

K posouzení proslunění je potřeba zjistit, jestli je alespoň třetina obytných místností prosluněná. V místnostech, které splňují podmínky- tzn., že je rozměr osvětlovacích rozměrů větší než desetina plochy místnosti, otvory nejsou na sever a otvor je větší než 900 mm- stanovíme kontrolní body.

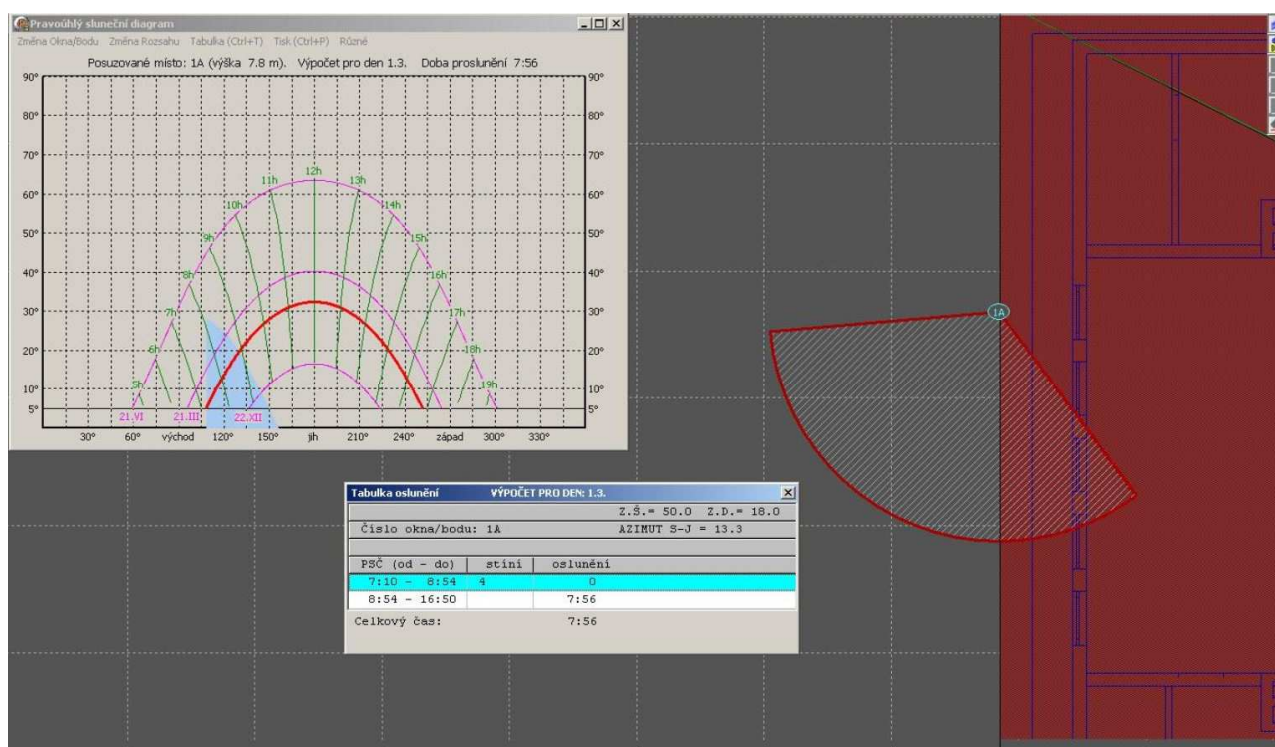


BYT D				
Místnost	Obytná místnost	Plocha (m <sup>2</sup> )	Velikost osvětlovacích otvorů	Kontrolní bod (KB)
Obývací pokoj	ano	35,3	$5 \cdot (0,9 \cdot 0,9) = 4,05\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 35,3 = 3,5\text{m}^2$	ANO (KB14 a KB15 a KB16 a KB17 a KB18)
Ložnice	ano	14,6	$2 \cdot (0,9 \cdot 0,9) = 1,62\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 14,6 = 1,46\text{m}^2$	ANO (KB19 a KB20)
Kuchyně	ano	14,2	$2 \cdot (0,9 \cdot 0,9) = 1,62\text{m}^2 \geq 0,1 \cdot 14,2 = 1,4\text{m}^2$	ANO (KB21 a KB22)
Celkem obytných ploch (m <sup>2</sup> ):		64,1	1/3 obytných ploch:	21,4

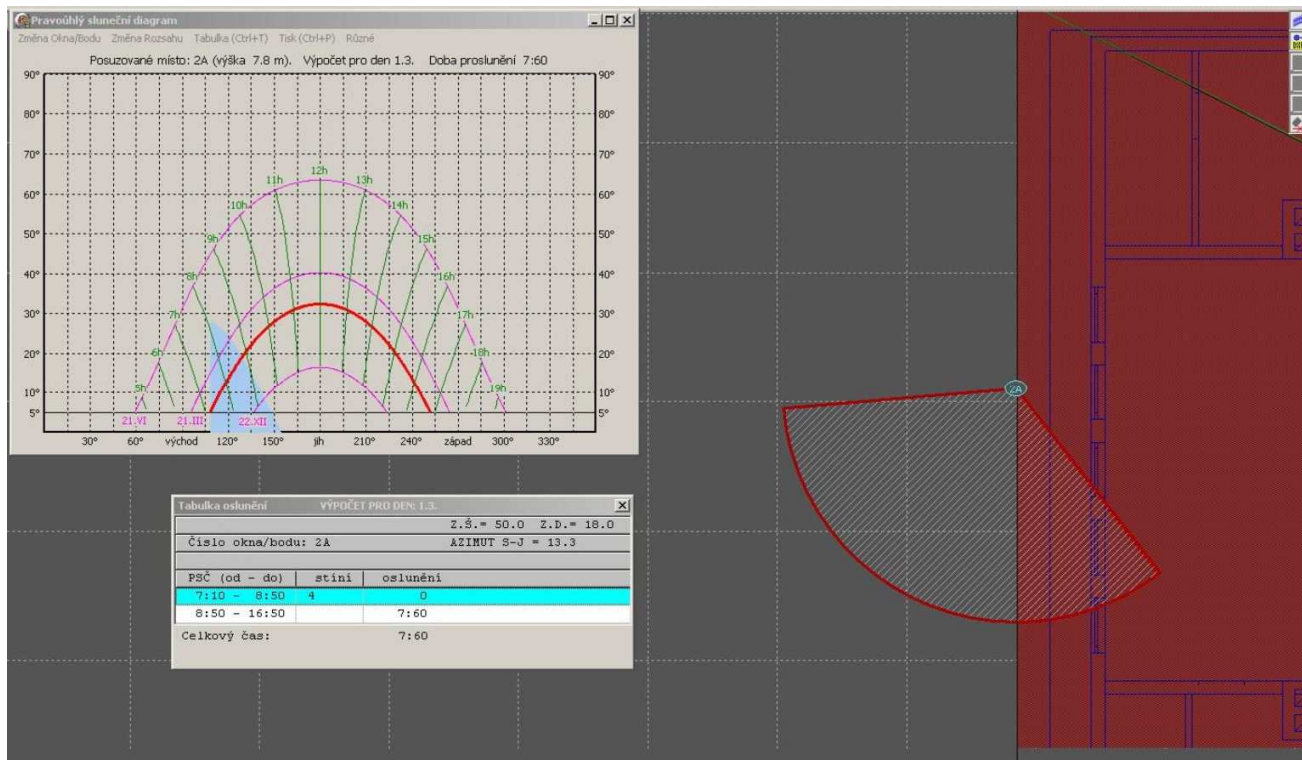
**K POSOUZENÍ V PROGRAMU SVĚTLO+ POUŽÍJI KB14+KB15+KB16+KB17+KB18**

Z tabulky vyplývá, že požadavek na minimální plochu, která je větší než třetina celkové plochy místnosti, splňuje jen obývací pokoj. Další možností by bylo posoudit tv místnosti, které samy tento požadavek nesplňují, ale dohromady už ano. Tedy v tomto případě posoudit ložnici a kuchyni. Rozhodla jsem se ověřit, že slunce svítí déle než 90 minut do obývacího pokoje. V místnosti ale tuto podmínku splní všech pět oken dohromady, tudíž musí slunce svítit 90 minut do pěti oken=kontrolních bodů. Okna v těchto místnostech mají rozměry 900x900 mm a jsou uložena svisle. Kontrolní body jsou umístěny půdorysně uprostřed každého okna, ve výšce 1800 mm nad podlahou (výška parapetu je 1500 mm nad podlahou). Azimut je 13°.

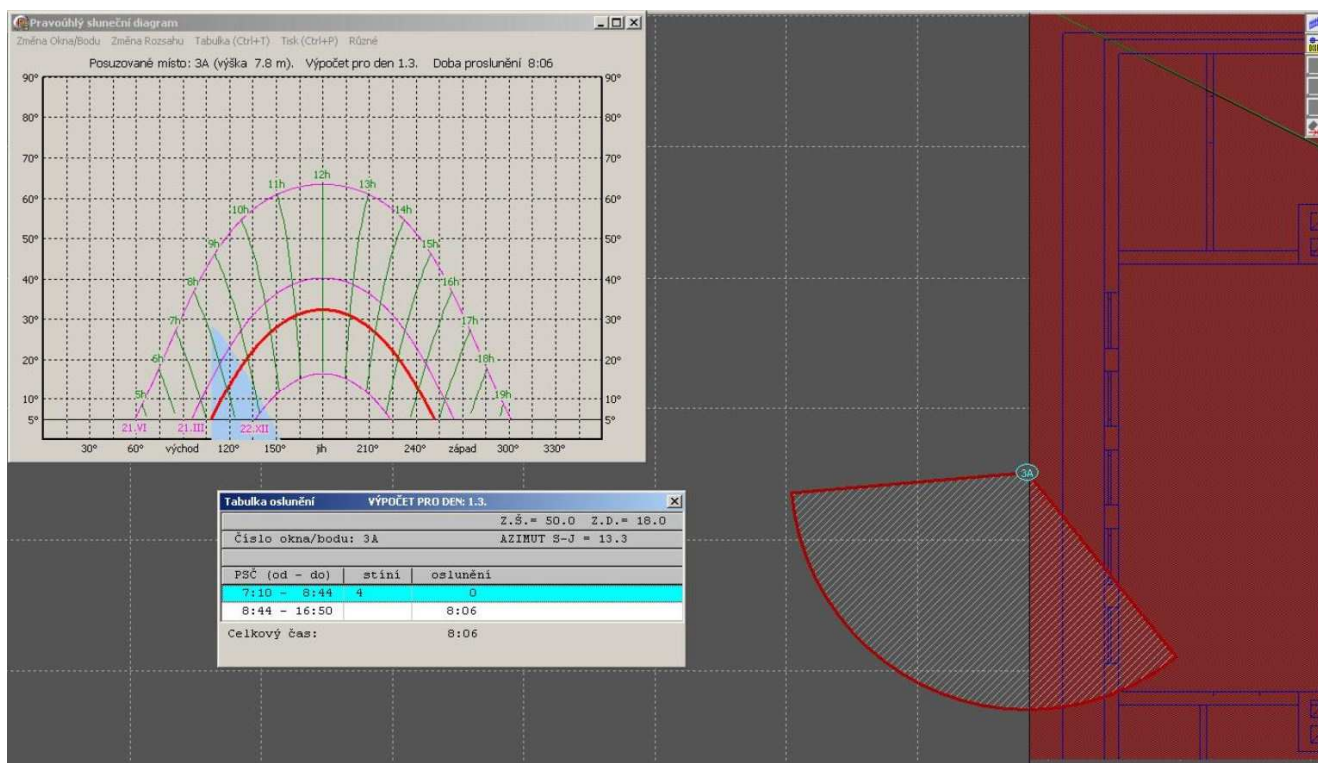
Program Světlo+ vyhodnotí jak dlouho bude dne 1.března na zadaný objekt (při definované směrové orientaci, stínění okolních budov, atd.) svítit slunce.



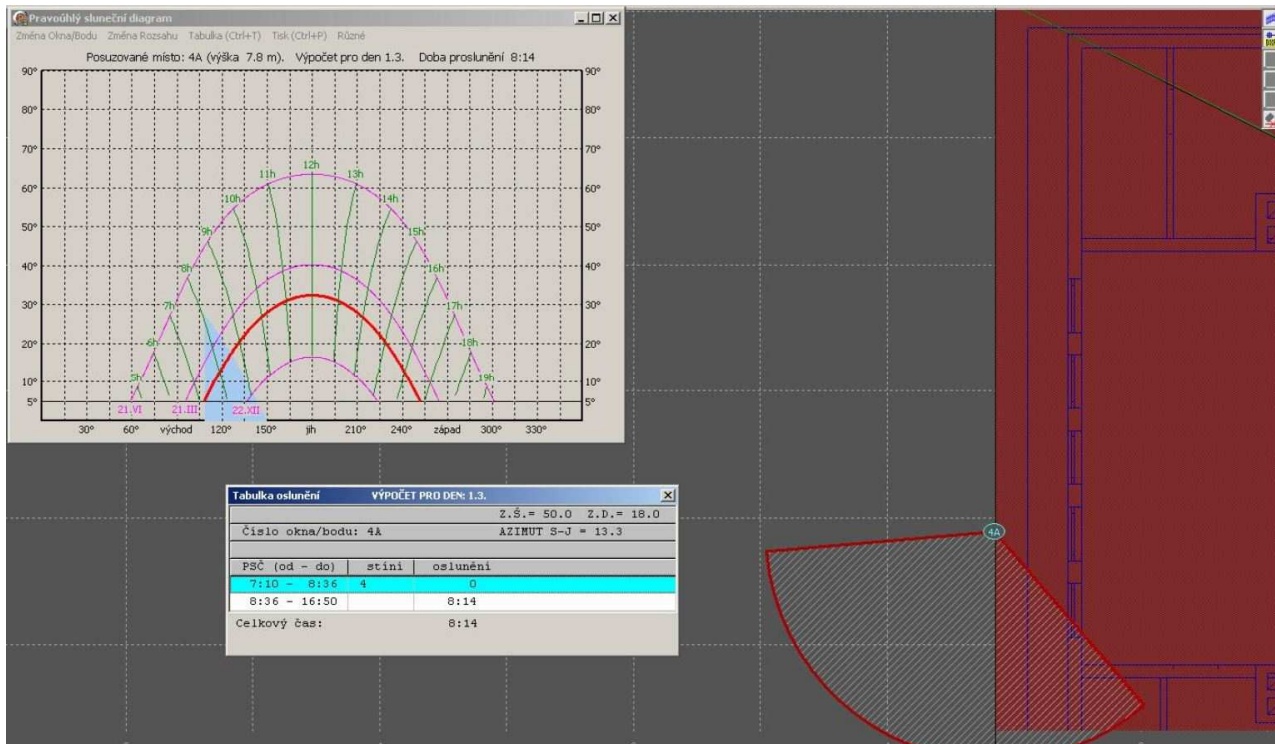
Obr. 44: Výstup z programu Světlo+ (Byt D, KB14)



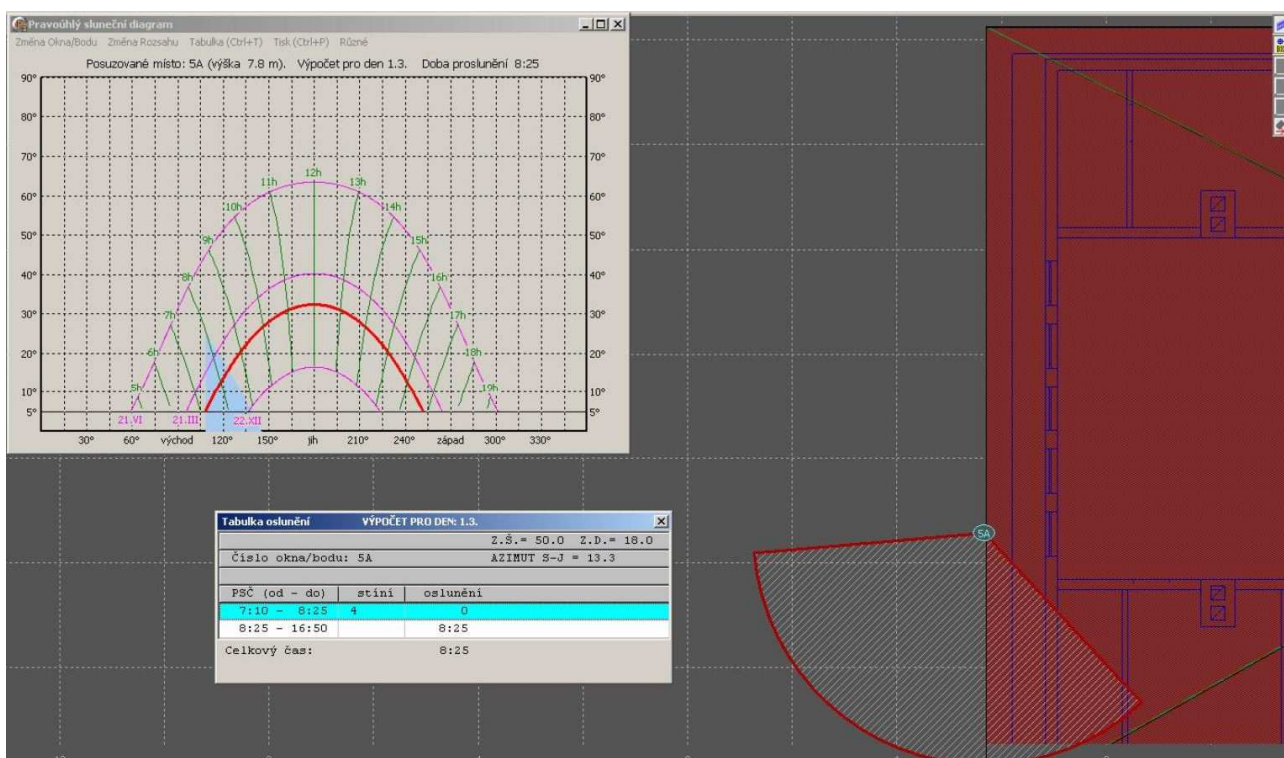
Obr. 45 : Výstup z programu Světlo+ (Byt D, KB15)



Obr. 46 : Výstup z programu Světlo+ (Byt D, KB16)



Obr. 47 : Výstup z programu Světlo+ (Byt D, KB17)



Obr. 48 : Výstup z programu Světlo+ (Byt D, KB18)

Tabulka s dobrou proslunění jednotlivých oken:

Kontrolní bod	Doba proslunění
KB14	7:56
KB15	8:00
KB16	8:06
KB17	8:14
KB18	8:25

Výpočtem v programu se prokázalo, že do všech kontrolních bodů slunce svítí déle než 90 minut. Požadavek na proslunění obytných místností byl tedy splněn. Zároveň byly splněny požadavky na proslunění bytu a byt tím pádem považuji byt D za prosluněný.

## 4.2 Denní světlo

### 4.2.1 Požadavky

- Normou stanovené požadavky apelují zejména na maximální využití denního osvětlení v souladu s funkcí a využitím vnitřního prostoru.
- Denním osvětlením je potřeba vytvořit podmínky zdravé zrakové pohody a dobrého vidění pozorovaných předmětů, zabránit vzniku předčasné a nadměrné únavy a předejít možnosti úrazu podmíněného zhoršeným viděním.
- Vnitřní prostor s trvalým pobytem osob by měl umožnit výhled osvětlovacím otvorem, pokud možno vodorovným směrem od obvyklé polohy pozorovatele.
- Denní osvětlení vnitřních prostorů budov se navrhuje a posuzuje podle těchto základních hledisek:
  - a) úroveň denního osvětlení (vyjádřená hodnotami činitele denní osvětlenosti)
  - b) rovnoměrnost osvětlení
  - c) oslnění
  - d) rozložení světelného toku a převažující směr světla
  - e) výskyt dalších jevů ovlivňující zrakovou pohodu (například barva světla)
- Úroveň denního osvětlení se stanoví poměrnou veličinou, činitelem denní osvětlenosti  $D$  (%)
$$D = \frac{E}{E_h} \times 100 \quad (\%)$$
- Hodnota činitele denní osvětlenosti se stanoví výpočtem nebo měřením v budově či na modelu. Požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti a hodnoty, prokazující jejich splnění, jsou v kapitole Denní světlo.
- Úroveň denního osvětlení, potřebná jako minimální pro danou zrakovou činnost, se zjišťuje a hodnotí za venkovní situace charakteristické pro zimní období s malým množstvím denního světla, za předpokladu tmavého terénu s činitelem odrazu světla v mezích 0,05-0,2 a rovnoměrně zatažené oblohy.
- Rozložení denního světla ve vnitřním prostoru se zjišťuje pomocí hodnot činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech, pravidelně rozmístěných na srovnávací rovině.

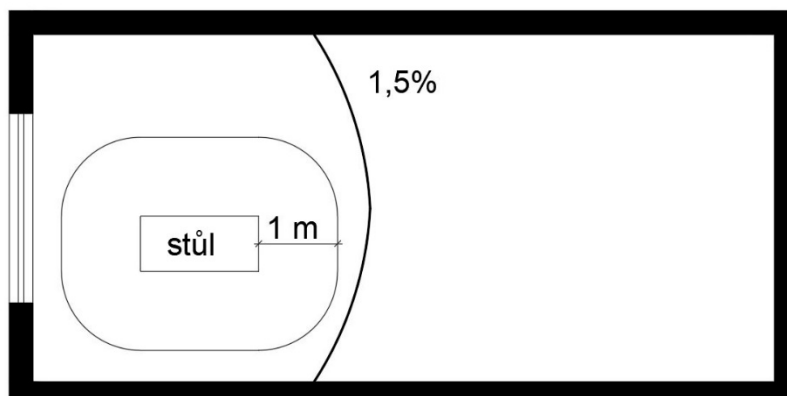
Třída zrakové činnosti	Charakteristika zrakové činnosti	Poměrná pozorovací vzdálenost	Příklady zrakových činností	Hodnota činitele denní osvětlenosti v %	
				minimální D <sub>min</sub>	průměrná D <sub>m</sub>
I	mimořádně přesná	3330 a větší	Nejpřesnější zraková činnost s omezenou možností použití zvětšení, s požadavkem na vyloučení chyb v rozlišení, nejobtížnější kontrola	3,5	10
II	velmi přesná	1670 až 3330	Velmi přesné činnosti při výrobě a kontrole, velmi přesné rýsování, ruční rytí s velmi malými detaily, velmi jemné umělecké práce	2,5	7
III	přesná	1000 až 1670	Přesná výroba a kontrola, rýsování, technické kreslení, obtížné laboratorní práce, náročné vyšetření, jemné šití vyšívání	2	6
IV	středně přesná	500 až 1000	Středně přesná výroba a kontrola, čtení a psaní (rukou i strojem), obsluha strojů, běžné laboratorní práce, vyšetření, ošetření, hrubší šití, pletení, žehlení, příprava jídel, závodní sport	1,5	5
V	hrubší	100 až 500	Hrubší práce, manipulace s předměty a materiálem, konzumace jídla a obsluha, oddechové činnosti, základní a rekreační tělovýchova, čekání	1	3
VI	velmi hrubá	menší než 100	Udržování čistoty, sprchování a mytí, převlékání, chůze po komunikacích přístupných veřejnosti	0,5	2
VII	celková orientace	-	Chůze, doprava materiálu, skladování hrubého materiálu, celkový dohled	0,2	1

Tabulka požadovaných hodnot činitele denní osvětlenosti v závislosti na třídě zrakové činnosti (ČSN 73 0580-1)

- Pokud jsou určité zrakové činnosti omezeny jen na část vnitřního prostoru, může se odstupňovat denní osvětlení funkčně vymezených částí vnitřního prostoru podle příslušných zrakových činností.

Takové odstupňování využijí u kancelářských místností, kterých se týká třída zrakové činnosti IV, tedy  $D_{min} \geq 1,5\%$ . K vymezení prostoru, ve kterém je činitel denní osvětlenosti vyšší než 1,5%, použijí izofoty. Izofoty jsou čáry, které spojují místa se stejnými hodnotami činitele denní osvětlenosti na srovnávací rovině. Tento prostor, který splní

požadavky na denní osvětlení dané činnosti, bude vhodný umístění pracovních ploch-stolů se židlemi. V prostoru se však musí nacházet i manipulační prostor (viz Obr.)



Obr. 49 : Funkční vymezení vnitřního prostoru [1]

Zbýlý prostor je určen pro práci s nižší zrakovou třídou.

Průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti  $D_m$  musí být splněny pouze u vnitřních prostorů:

- s horním denním osvětlením
- s kombinovaným denním osvětlením, u kterých je podíl horního osvětlení na průměrné hodnotě činitele denní osvětlenosti  $D_m$  roven nejméně jedné polovině

Při posouzení obytných místností jsou dány 2 kontrolní body, které jsou v polovině hloubky místnosti (maximálně 3 metry od stěny osvětlovacího otvoru) a 1 metr od bočních stěn. Obytná místnost splní požadavky na denní osvětlení, pokud v obou kontrolních bodech zvlášť je hodnota činitele denní osvětlenosti alespoň 0,7% a v průměr z obou hodnot je alespoň 0,9%. Srovnávací rovina vede ve výšce 850 mm nad podlahou.

Při posuzování nových obytných místností, u kterých není známo barevné řešení interiéru bude zvolen průměrný činitel odrazu světla  $\rho_m = 0,5$ .

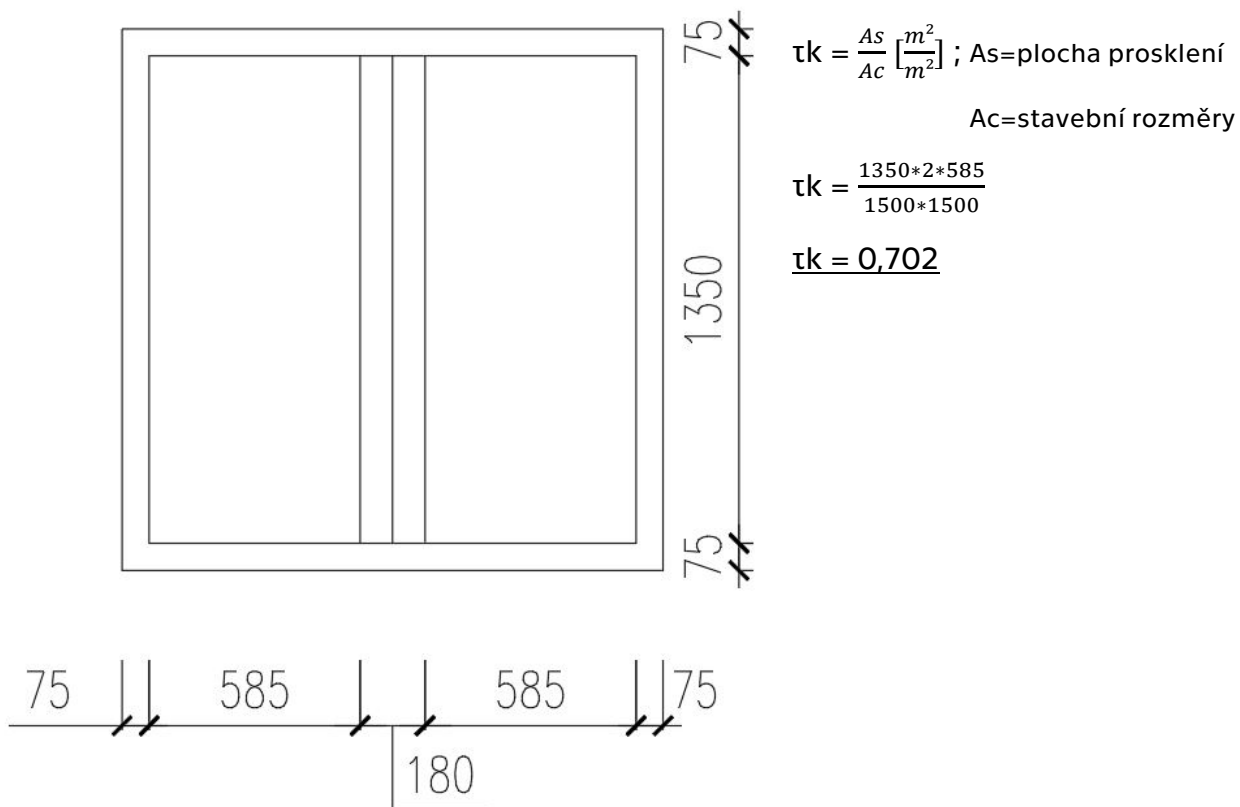
V ostatních místnostech jsem vycházela z doporučených hodnot činitele odrazu světla následovně:

- $\rho_m = 0,7$  pro strop a pro plochy sousedící s osvětlovacími otvory
- $\rho_m = 0,5$  pro stěny a pro průčelí budov
- $\rho_m = 0,3$  pro podlahy

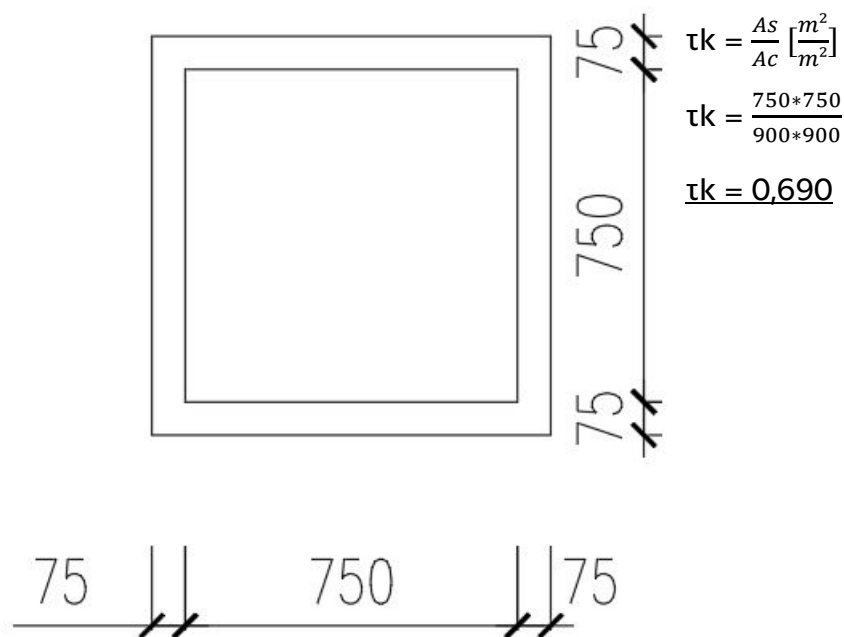
Činitel znečištění uvažuji v celém objektu stejný, a to:

- $\tau_{z,i} = 0,95$  na vnitřní straně; pro sklon osvětlovacího otvoru  $90^\circ$  a malém znečištění (čisté prostory bez zdrojů znečištění-byty, školy,...)
- $\tau_{z,e} = 0,90$  na vnější straně; pro sklon osvětlovacího otvoru  $90^\circ$  a středním znečištění (roční dopad prachu od 50 do 200 Mg/km<sup>2</sup>-většina měst)

Výpočet poměru čisté plochy zasklení pro použitá okna:

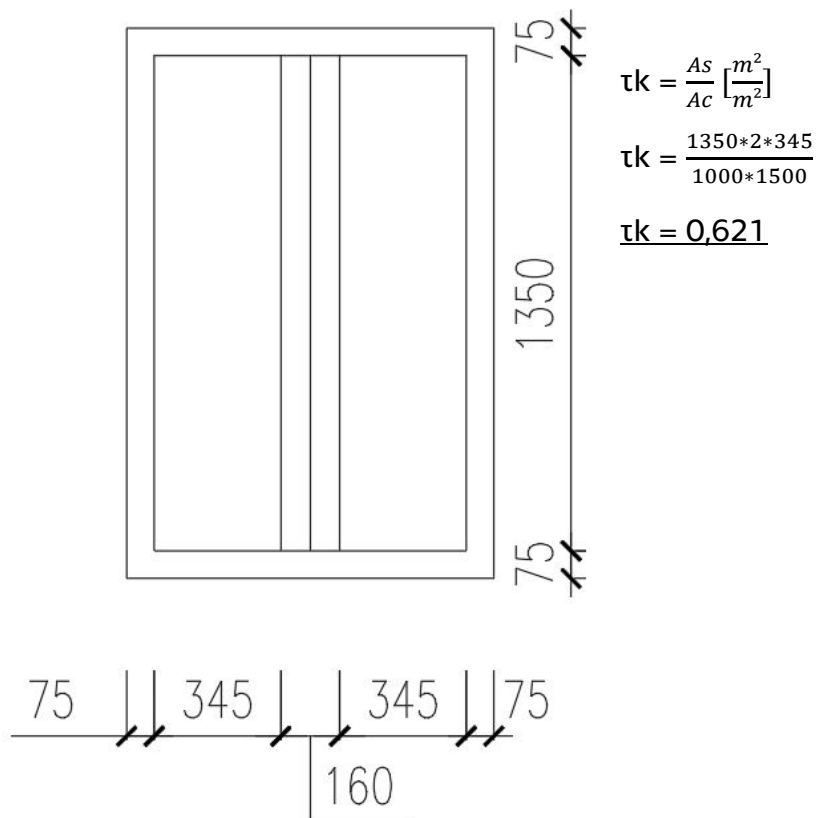


Obr. 50 : Schéma nového okna, rozměr 1500x1500 mm

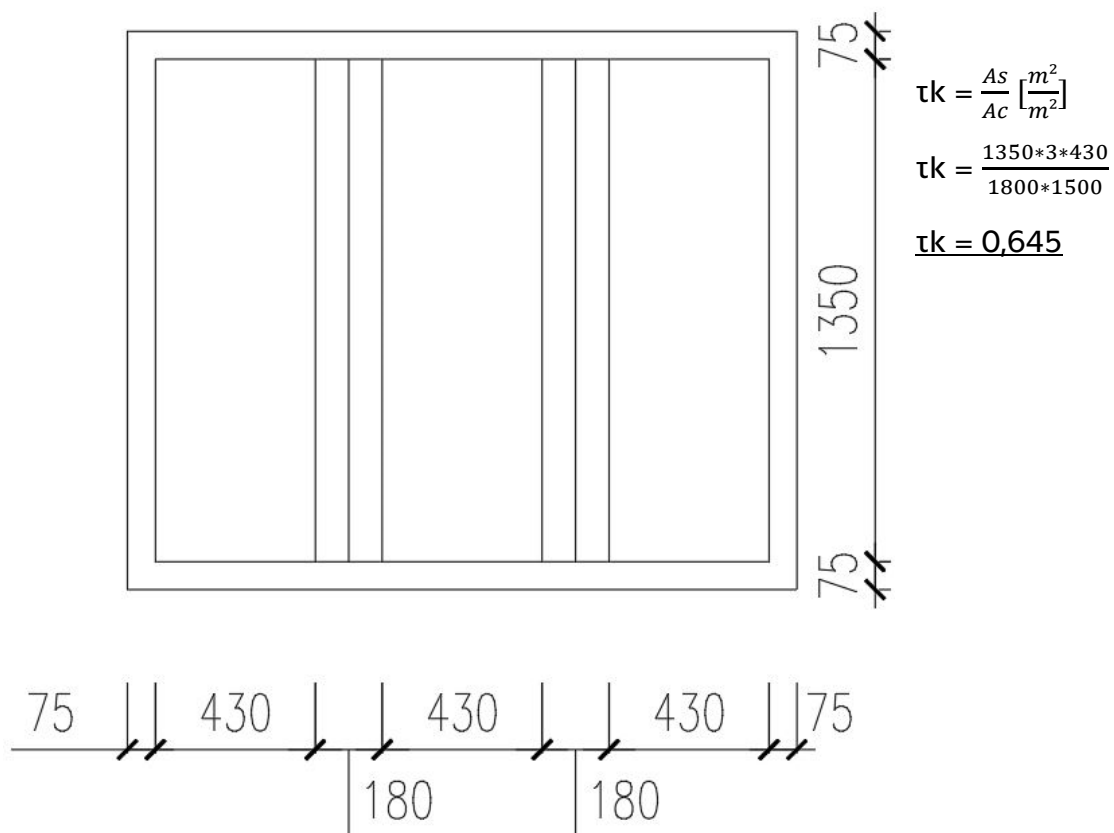


Obr. 51 : Schéma stávajícího okna, rozměr 900x900 mm





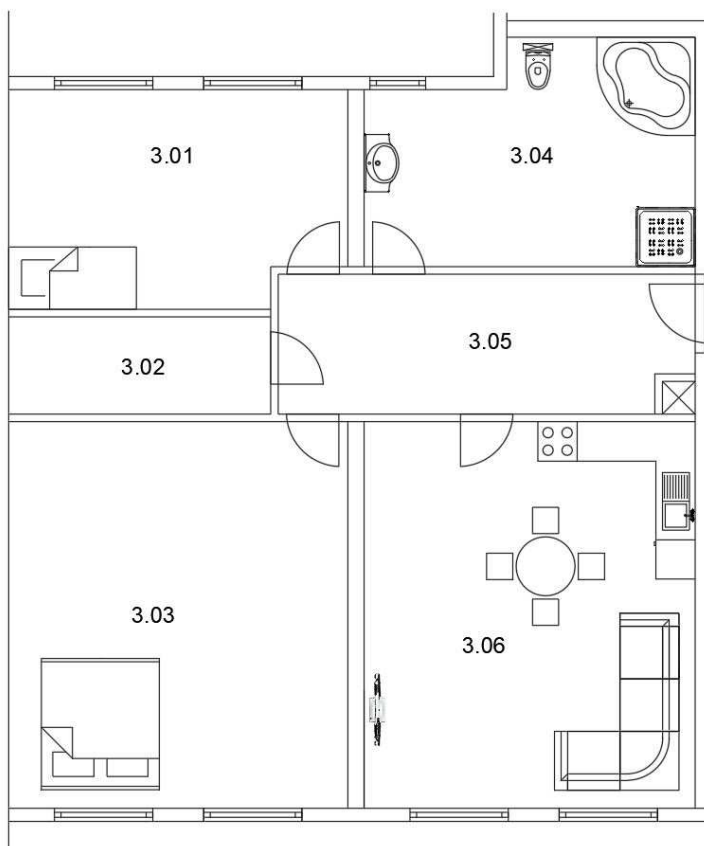
Obr. 52 : Schéma stávajícího okna, rozměr 1000x1500 mm



Obr. 53 : Schéma stávajícího okna, rozměr 1800x1500 mm

## 4.2.2 Posouzení a vyhodnocení bytových jednotek

### 4.2.2.1 Byt A



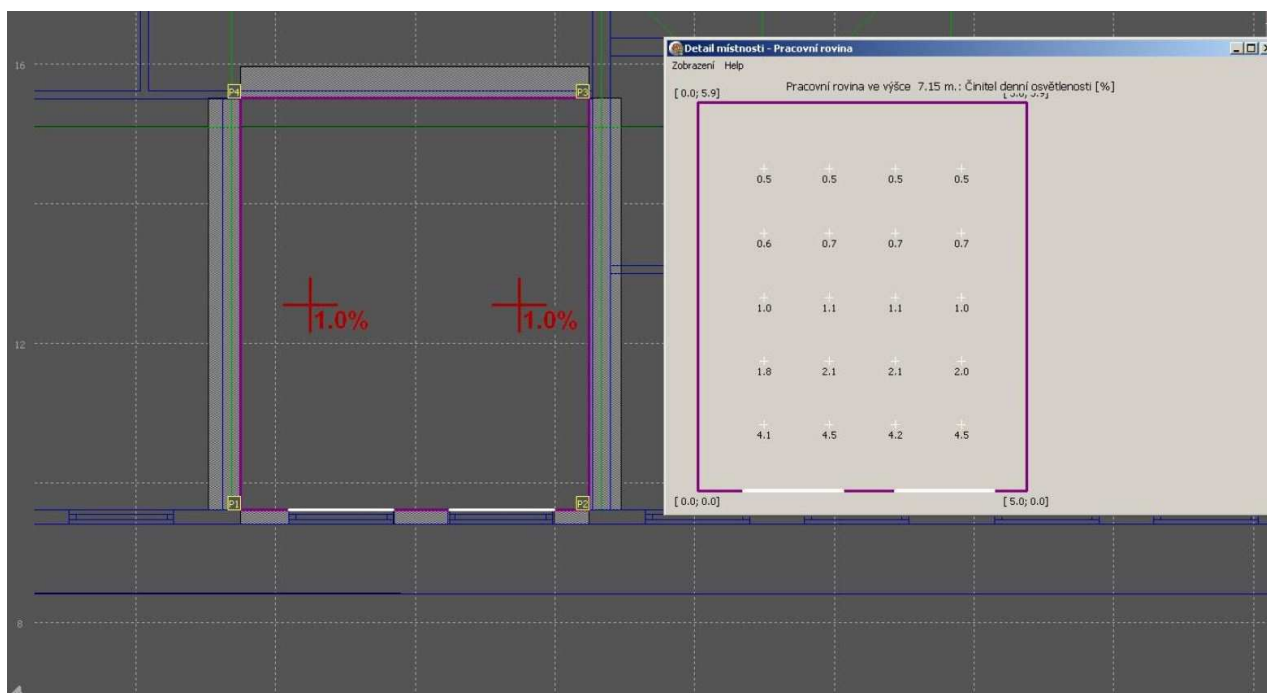
Obr. 54 : Dispozice bytu A

V bytě A jsem vybrala 2 obytné místnosti (3.01 a 3.06), které mají nejmenší šanci na splnění požadavků denního osvětlení (největší plocha-okna v obytných místnostech jsou stejná, stínění oken), a ty posoudila v programu Světlo+. Okna bylo nakonec potřeba zvětšit oproti posouzení na proslunění, pokud však okna vyhověla na proslunění v původním rozměru, určitě vyhoví i zvětšená.

Parametry zadávané do programu Světlo+ (byt 3.06):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	5,9 m*5,0 m*3,0 m
Rozměry a počet oken	1,5 m*1,5 m*2
Tloušťka zdi	0,2 m
Činitel odrazu pro strop a pro plochy sousedící s osvětlovacími otvory ρm	0,7
Činitel odrazu pro stěny ρm	0,5
Činitel odrazu pro podlahy ρm	0,3
Druh skla (Akutherm, Akuplus XN Ar) τs	0,81
Činitel vnějšího znečištění τz,e	0,90

Činitel vnějšího znečištění $t_{z,i}$	0,95
Poměr čisté plochy zasklení $t_k$	0,702

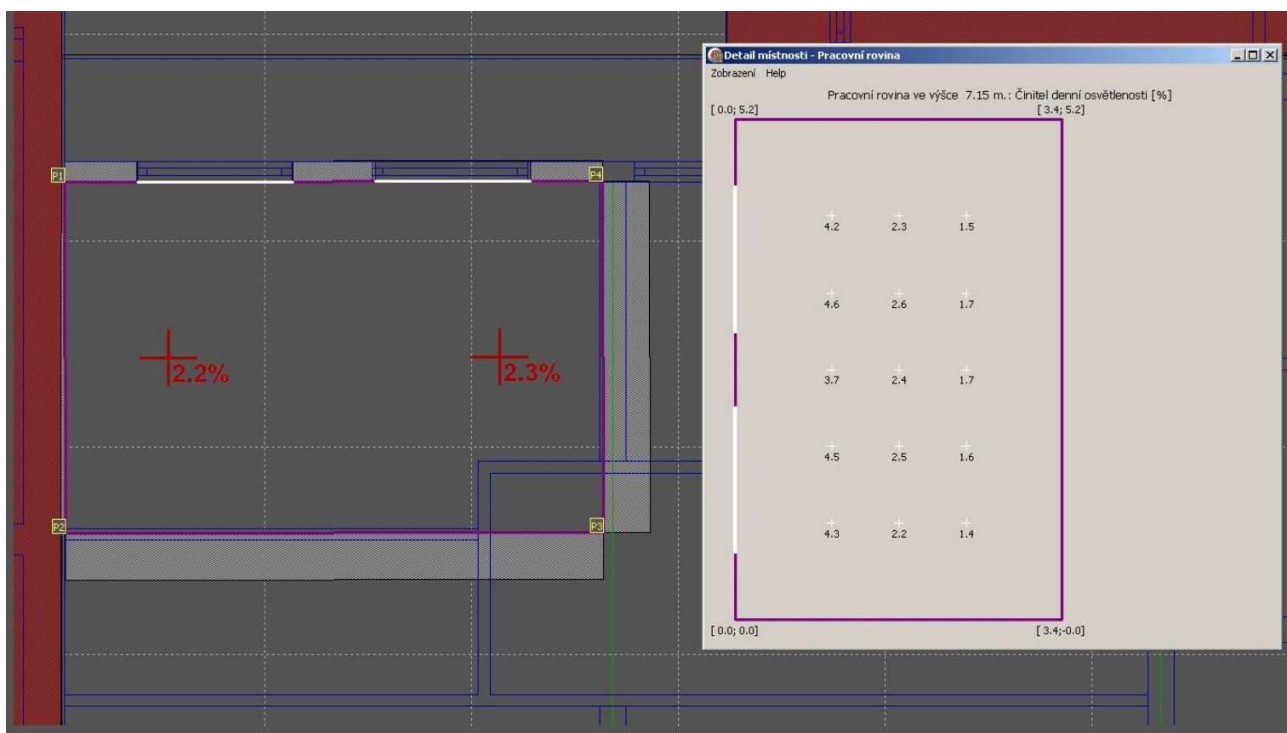


Obr. 55 : Byt A 3.06 hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech

Při posouzení této místnosti s původními rozměry oken (1200mm\*1500mm) výpočet ukázal, že hodnoty činitelů v kontrolních bodech nesplní požadavky pro denní osvětlení. Okna proto byla zvětšena na stávající rozměr, tedy 1500mm\*1500mm. Z obrázku je patrné, že oba kontrolní body splní požadavek, tedy hodnota každého zvláště je větší než 0,7% a zároveň hodnota průměru obou hodnot  $D_0=1,0\%$  je větší než 0,9%. Místnost 3.06 splní požadavky denního osvětlení.

Parametry zadávané do programu Světlo+ (byt 3.01):

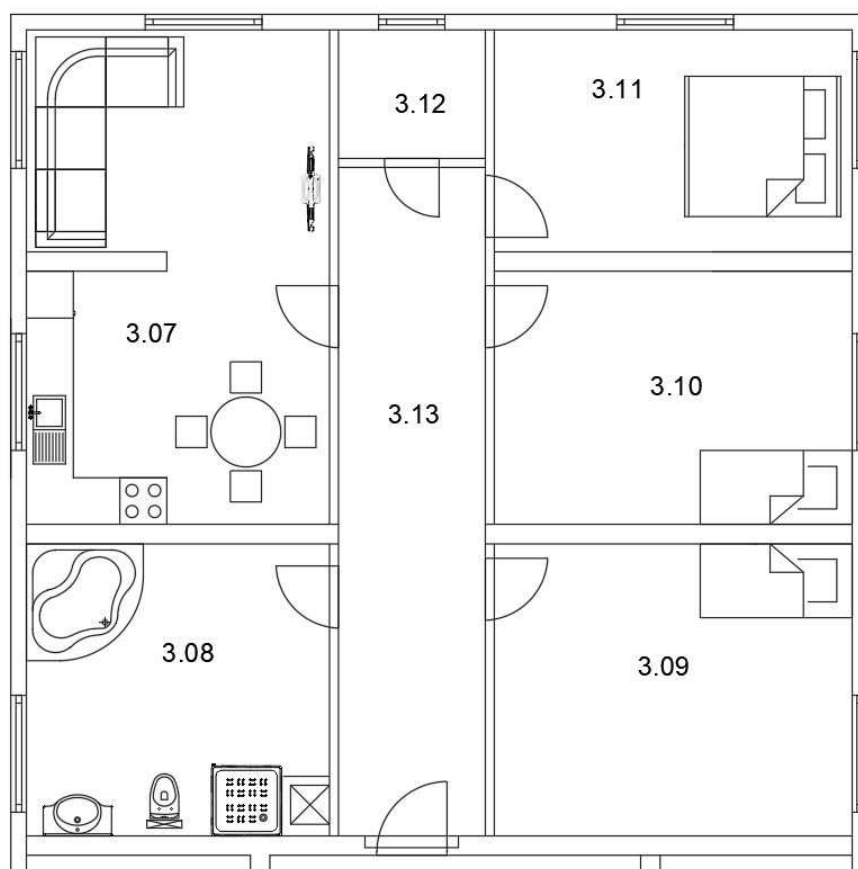
Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	3,4 m*5,2 m*3,0 m
Rozměry a počet oken	1,5 m*1,5 m*2
Tloušťka zdi	0,2 m
Činitel odrazu pro strop a pro plochy sousedící s osvětlovacími otvory $\rho_m$	0,7
Činitel odrazu pro stěny $\rho_m$	0,5
Činitel odrazu pro podlahy $\rho_m$	0,3
Druh skla (Akutherm, Akuplus XN Ar) $t_s$	0,81
Činitel vnějšího znečištění $t_{z,e}$	0,90
Činitel vnějšího znečištění $t_{z,i}$	0,95
Poměr čisté plochy zasklení $t_k$	0,702



Obr. 56 : Byt A 3.01 hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech

Především z estetického hlediska (zvenku budovy) jsem okna zvětšila i v této místnosti, přestože to nebylo nutné. Z obrázku je patrné, že oba kontrolní body splní požadavek, tedy hodnota každého zvlášť je větší než 0,7% a zároveň hodnota průměru obou hodnot  $D_{\text{Ø}}=2,3\%$  je větší než 0,9%. Místnost 3.01 splní požadavky denního osvětlení.

### 4.2.2.2 Byt B

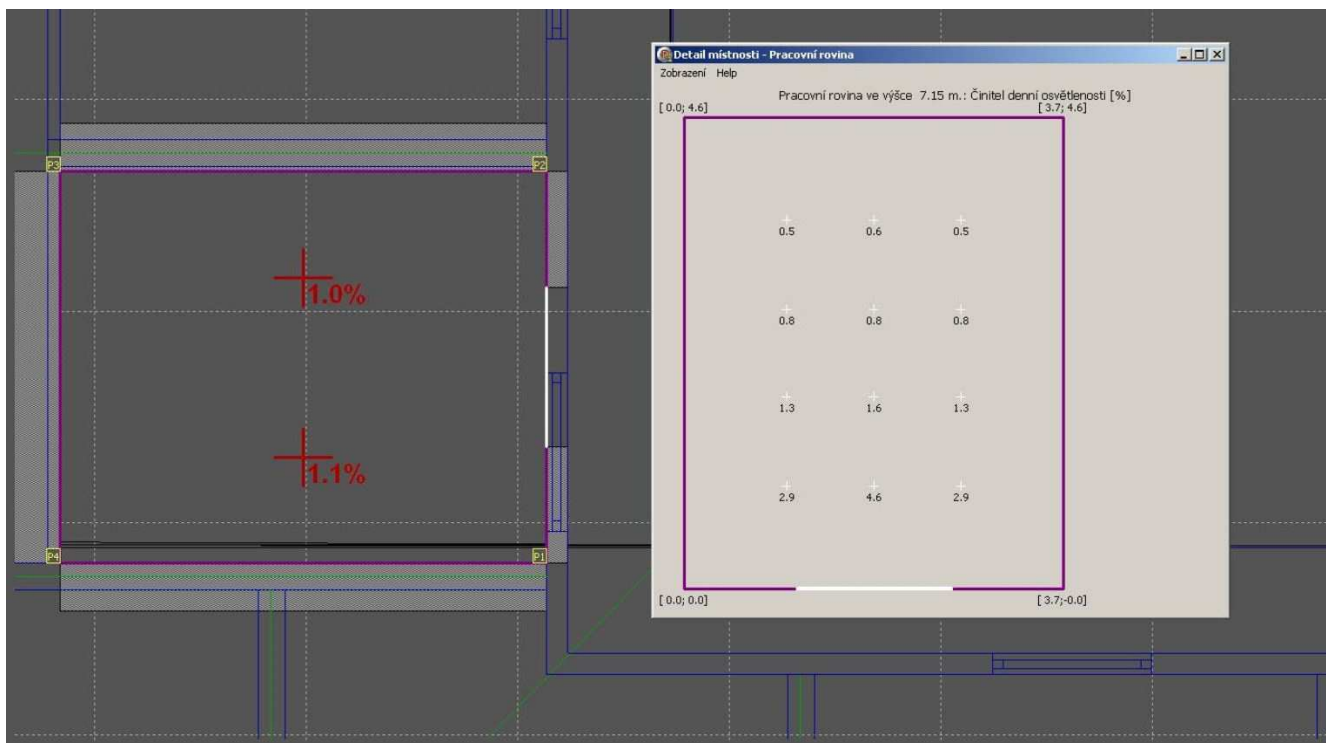


Obr. 57 : Dispozice bytu B

V bytě B jsem vybrala obytnou místnost (3.09), která mají nejmenší šanci na splnění požadavků denního osvětlení (největší plocha, stínění okna vlastní budovou), a tu posoudila v programu Světlo+. Okno bylo také zvětšeno oproti posouzení na proslunění, pokud však okna vyhověla na proslunění v původním rozměru, určitě vyhoví i zvětšená.

Parametry zadávané do programu Světlo+:

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	4,6 m*3,7 m*3,0 m
Rozměry a počet oken	1,5 m*1,5 m*1
Tloušťka zdi	0,2 m
Činitel odrazu pro strop a pro plochy sousedící s osvětlovacími otvory $\rho_m$	0,7
Činitel odrazu pro stěny $\rho_m$	0,5
Činitel odrazu pro podlahy $\rho_m$	0,3
Druh skla (Akutherm, Akuplus XN Ar) $\tau_s$	0,81
Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$	0,90
Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,i}$	0,95
Poměr čisté plochy zasklení $\tau_k$	0,702

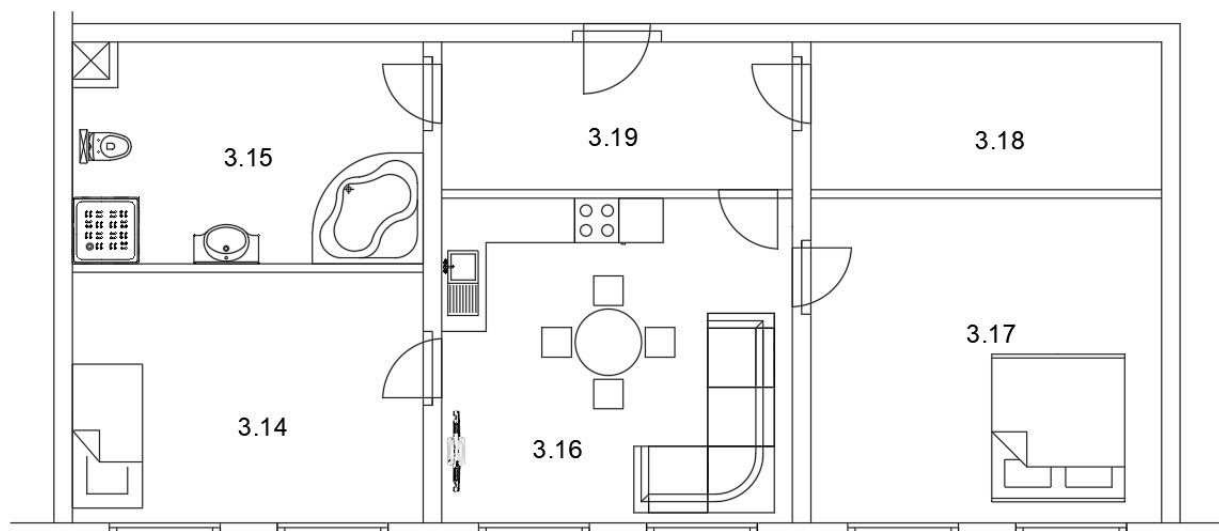


Obr. 58 : Byt B 3.09 hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech

Při posouzení této místnosti s původními rozměry oken (1200mm\*1500mm) výpočet ukázal, že hodnoty činitelů v kontrolních bodech nesplní požadavky pro denní osvětlení. Okna proto byla zvětšena na stávající rozměr, tedy 1500mm\*1500mm. V této místnosti jsem musela navíc posunout okno z kraje místnosti doprostřed. Předpokládám, že u kraje více stínil bok budovy, a proto oba kontrolní body nesplnily požadavky denního osvětlení. Z obrázku je patrné, že nyní oba kontrolní body požadavek splní, tedy hodnota každého zvlášť je větší než 0,7% a zároveň hodnota průměru obou hodnot  $D_0=1,1\%$  je větší než 0,9%. Místnost 3.09 splní požadavky denního osvětlení.

Další místnosti není třeba po zvětšení oken (1500 mm\*1500 mm) posuzovat, protože jsou buď menší než posuzovaná místnost (kontrolní body jsou blíže k osvětlovacímu otvoru, a proto budou mít činitelé denní osvětlenosti vyšší hodnotu) nebo nejsou stíněné. Z těchto důvodů předpokládám, že také splní požadavky.

### 4.2.2.3 Byt C

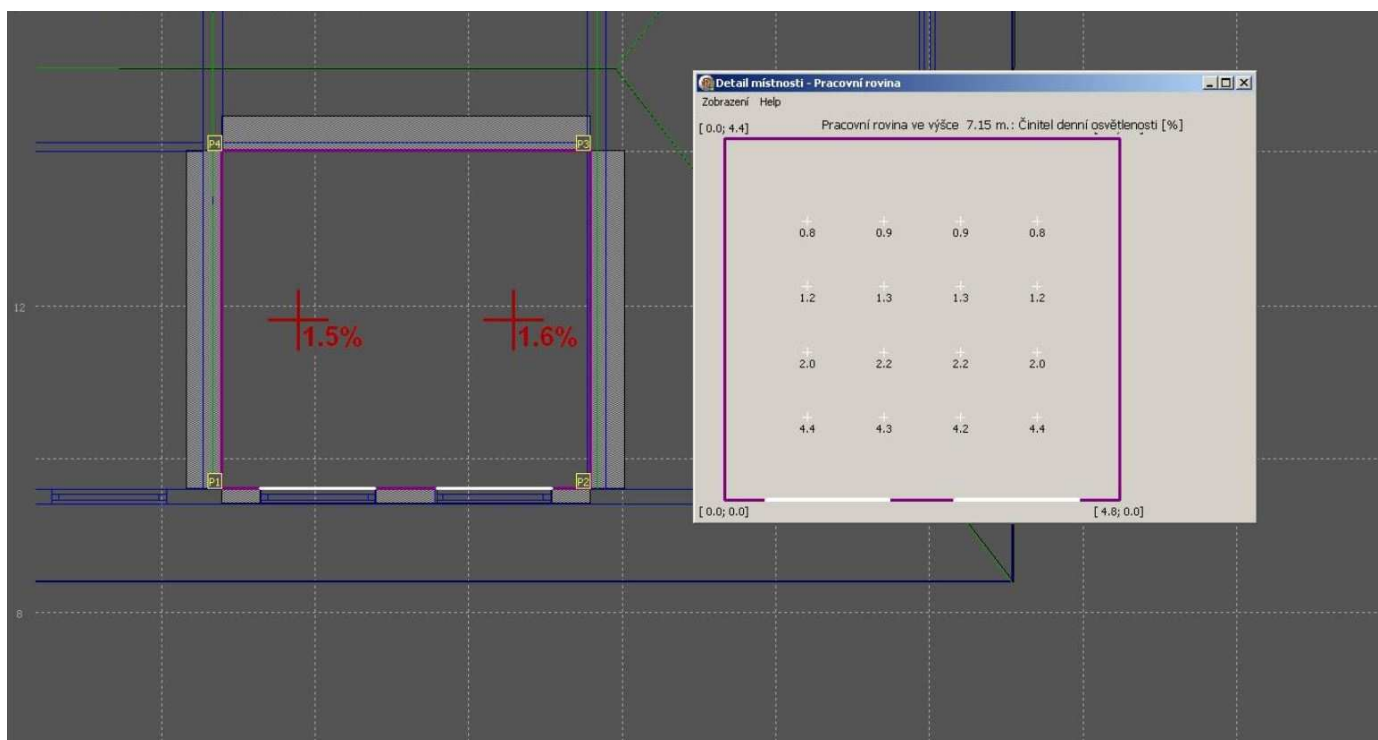


Obr. 59 : Dispozice bytu C

V bytě C jsem vybrala obytnou místnost (3.17), která mají nejmenší šanci na splnění požadavků denního osvětlení (největší plocha-ostatní obytné místnosti mají stejná okna, navíc je tato místnost nejbliž jinému stínícímu objektu), a tu posoudila v programu Světlo+. Okna byla také zvětšena oproti posouzení na proslunění, pokud však okna vyhověla na proslunění v původním rozměru, určitě vyhoví i zvětšená.

Parametry zadávané do programu Světlo+:

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	4,4 m*4,8 m*3,0 m
Rozměry a počet oken	1,5 m*1,5 m*2
Tloušťka zdi	0,2 m
Činitel odrazu pro strop a pro plochy sousedící s osvětlovacími otvory $\rho_m$	0,7
Činitel odrazu pro stěny $\rho_m$	0,5
Činitel odrazu pro podlahy $\rho_m$	0,3
Druh skla (Akutherm, Akuplus XN Ar) $\tau_s$	0,81
Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$	0,90
Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,i}$	0,95
Poměr čisté plochy zasklení $\tau_k$	0,702



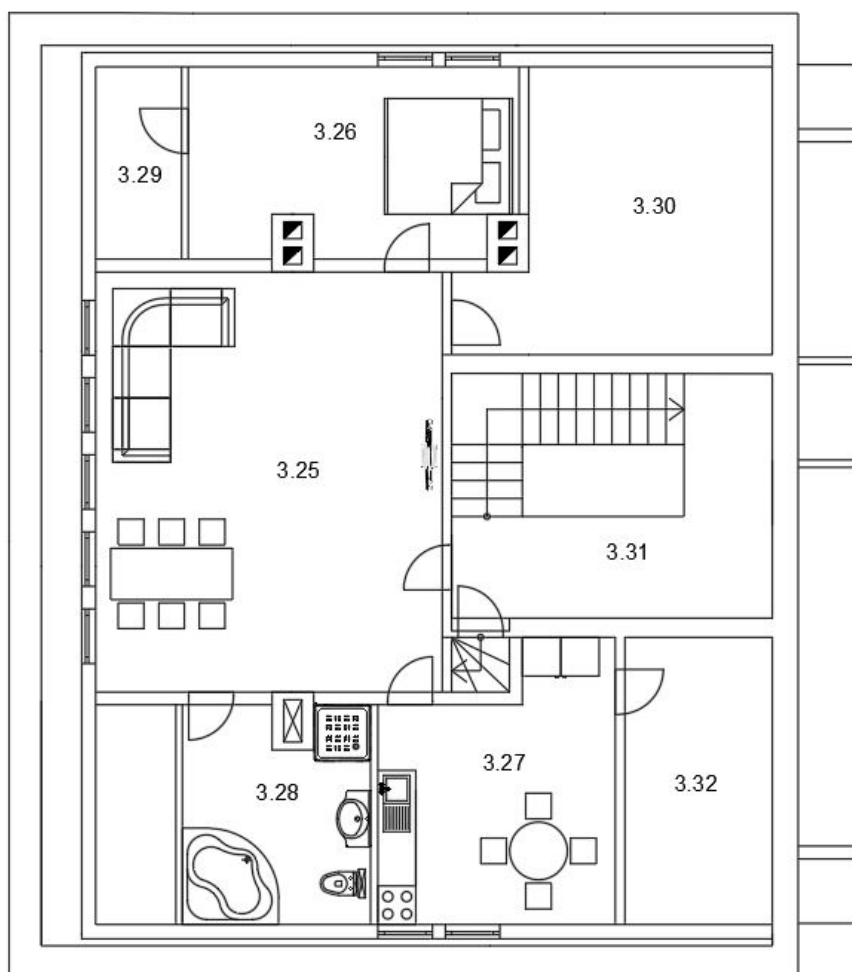
Obr. 60 : Byt C 3.17 hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech

Podle předpokladu, je z obrázku patrné, že oba kontrolní body požadavek splní, tedy hodnota každého zvlášť je větší než 0,7% a zároveň hodnota průměru obou hodnot  $D\varnothing=1,6\%$  je větší než 0,9%. Místnost 3.17 splní požadavky denního osvětlení.

Další místnosti není třeba posuzovat, protože mají velmi podobné podmínky jako posuzovaná místnost, ale jsou navíc menší (kontrolní body jsou blíže k osvětlovacímu otvoru, a proto budou mít číselník denní osvětlenosti vyšší hodnotu). Z tohoto důvodu předpokládám, že také splní požadavky.



#### 4.2.2.4 Byt D

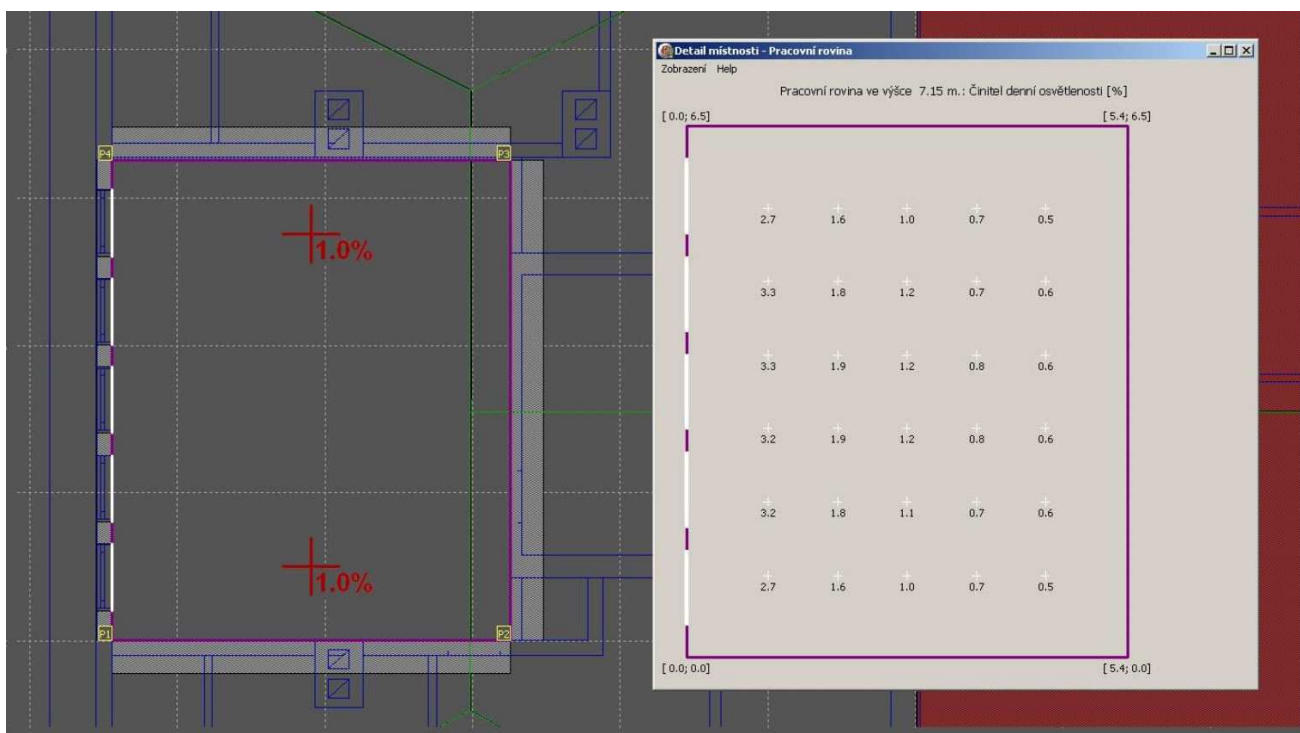


Obr. 61 : Dispozice bytu D

V bytě D jsem vybrala všechny tři obytné místnosti (3.25, 3.26 a 3.27), z důvodu obavy splnění požadavků denního osvětlení (ve všech místnostech jsou velmi malá okna), a ty posoudila v programu Světlo+.

Parametry zadávané do programu Světlo+ (byt 3.25):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	5,4 m*6,5 m*2,3 m
Rozměry a počet oken	0,9 m*0,9 m*5
Tloušťka zdi	0,2 m
Činitel odrazu pro strop a pro plochy sousedící s osvětlovacími otvory ρm	0,7
Činitel odrazu pro stěny ρm	0,5
Činitel odrazu pro podlahy ρm	0,3
Druh skla (Akutherm, Akuplus XN Ar) τs	0,81
Činitel vnějšího znečištění τz,e	0,90
Činitel vnějšího znečištění τz,i	0,95
Poměr čisté plochy zasklení τk	0,69

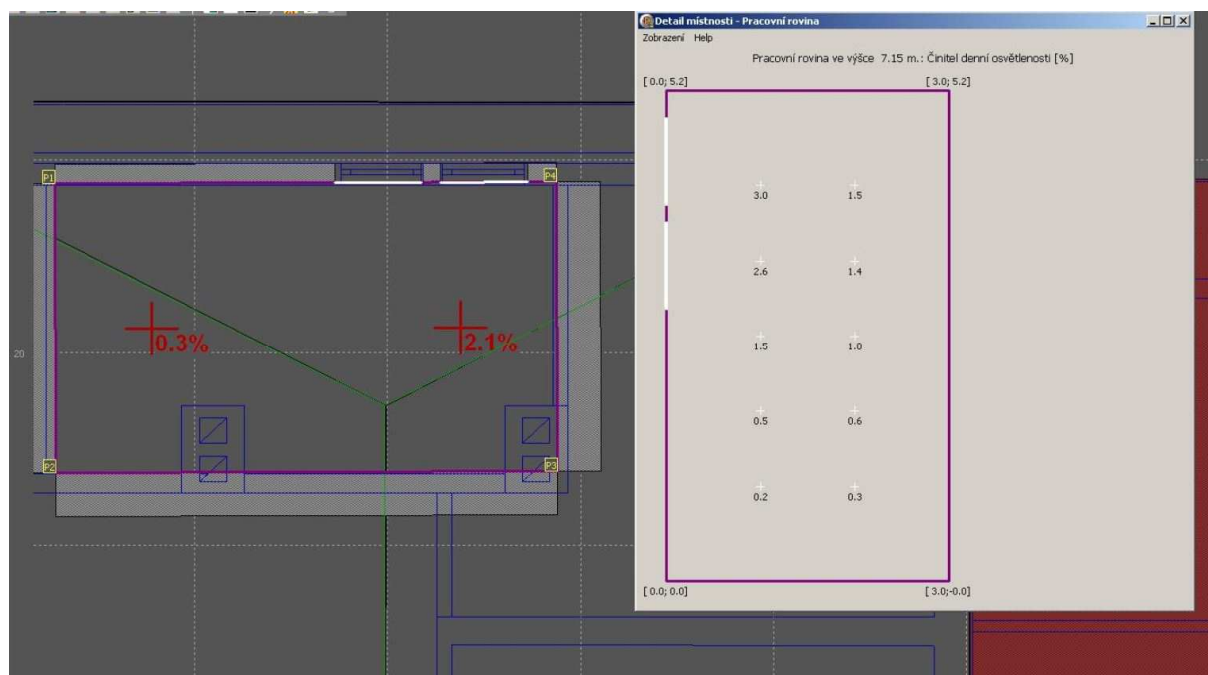


Obr. 62 : Byt D 3.25 hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech

Z obrázku je patrné, že oba kontrolní body těsně splní požadavek, tedy hodnota každého zvlášť je větší než 0,7% a zároveň hodnota průměru obou hodnot  $D_{\phi}=1,0\%$  je větší než 0,9%. Místnost 3.25 splní požadavky denního osvětlení.

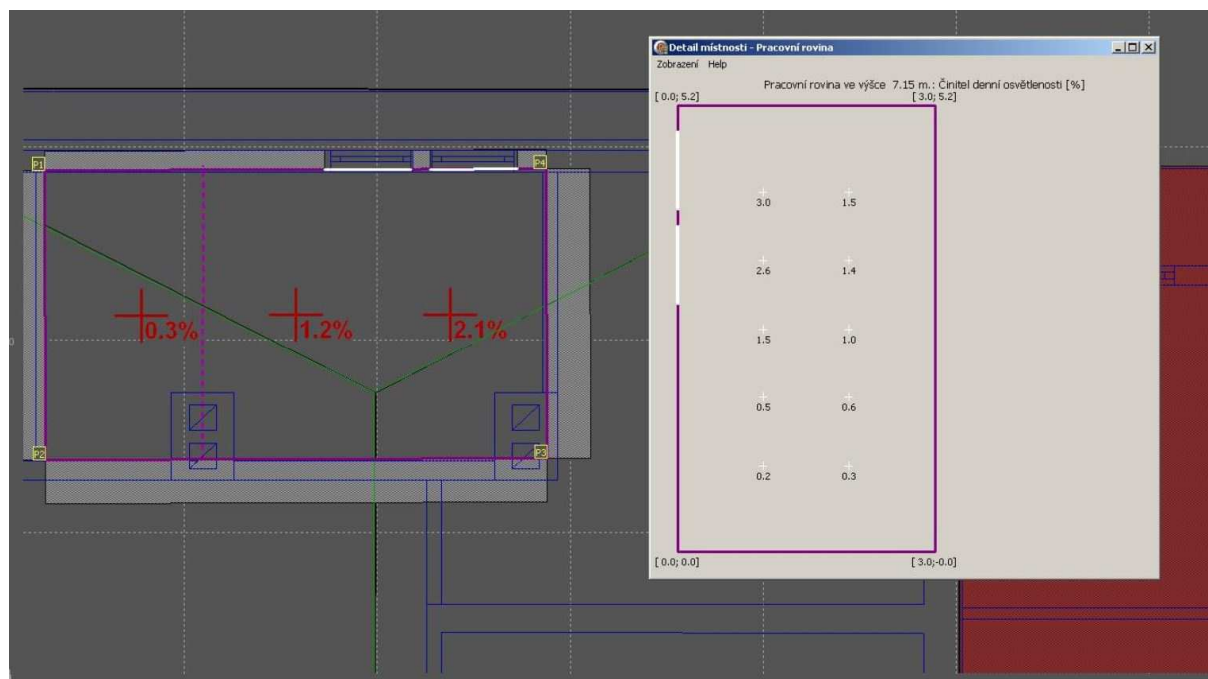
Parametry zadávané do programu Světlo+ (byt 3.26):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	3,0 m*5,2 m*2,3 m
Rozměry a počet oken	0,9 m*0,9 m*2
Tloušťka zdi	0,2 m
Činitel odrazu pro strop a pro plochy sousedící s osvětlovacími otvory $\rho_m$	0,7
Činitel odrazu pro stěny $\rho_m$	0,5
Činitel odrazu pro podlahy $\rho_m$	0,3
Druh skla (Akutherm, Akuplus XN Ar) $\tau_s$	0,81
Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$	0,90
Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,i}$	0,95
Poměr čisté plochy zasklení $\tau_k$	0,69



Obr. 63 : Byt D 3.26 hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech

Z obrázku je patrné, že jeden kontrolní bod nesplní požadavek, protože jeho hodnota není větší než 0,7%. Budu tedy předpokládat, že levá část místnosti bude určena, stejně jako doposud, jako odkládací plocha-tedy pro skříně a jiné. Tento prostor uvažuji v šířce 1,6 m (skříně-0,6 m; manipulační prostor-1,0 m) Posuzovaný kritický bod bude tedy ve vzdálenosti 2,6 m od levé stěny místnosti. Vzdálenost od stěny s osvětlovacími otvory zůstane stejná, tedy polovina délky místnosti.

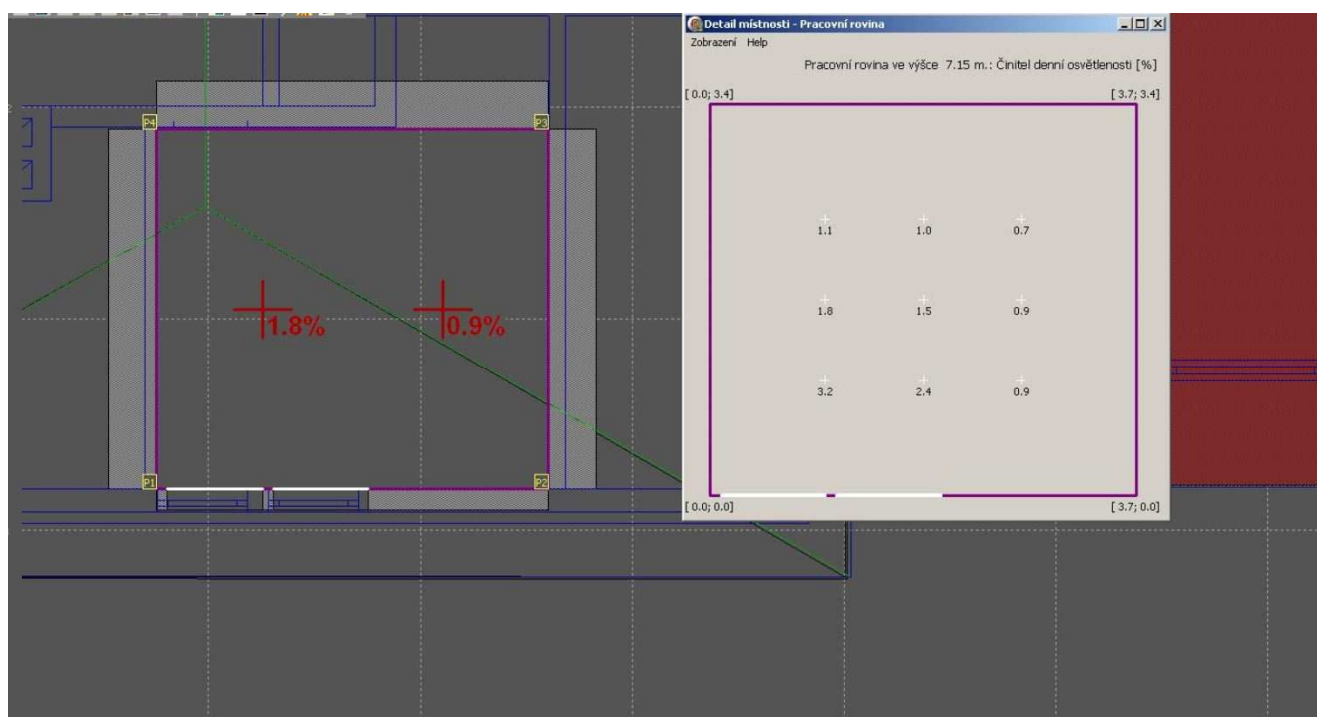


Obr. 64 : Byt D 3.26 hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech-se zástěnou

Z obrázku je patrné, že nyní oba kontrolní body splní požadavek, tedy že hodnota každého zvlášť je větší než 0,7% a zároveň hodnota průměru obou hodnot  $D\phi=1,7\%$  je větší než 0,9%. Místnost 3.26 splní požadavky denního osvětlení.

Parametry zadávané do programu Světlo+ (byt 3.27):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	3,4 m*3,7 m*2,3 m
Rozměry a počet oken	0,9 m*0,9 m*2
Tloušťka zdi	0,2 m
Činitel odrazu pro strop a pro plochy sousedící s osvětlovacími otvory $\rho_m$	0,7
Činitel odrazu pro stěny $\rho_m$	0,5
Činitel odrazu pro podlahy $\rho_m$	0,3
Druh skla (Akutherm, Akuplus XN Ar) $\tau_s$	0,81
Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,e}$	0,90
Činitel vnějšího znečištění $\tau_{z,i}$	0,95
Poměr čisté plochy zasklení $\tau_k$	0,69

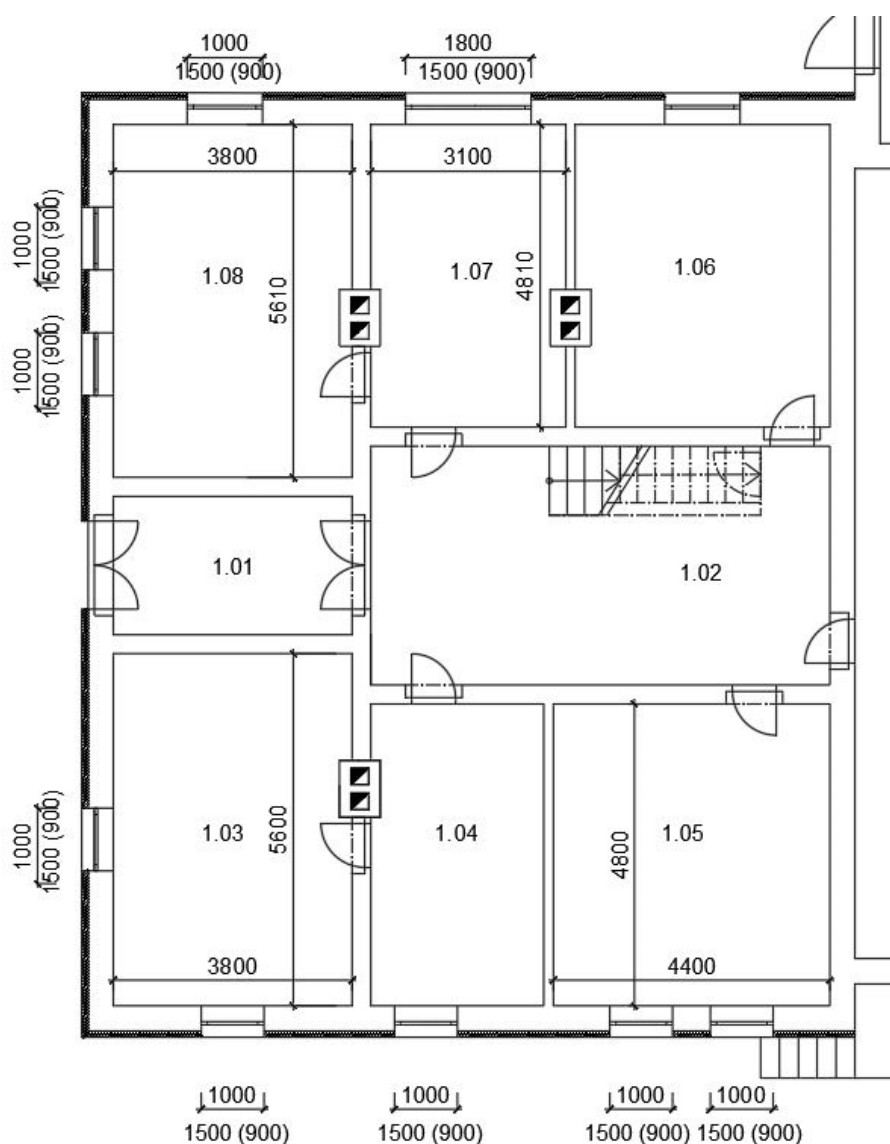


Obr. 65 : Byt D 3.27 hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech

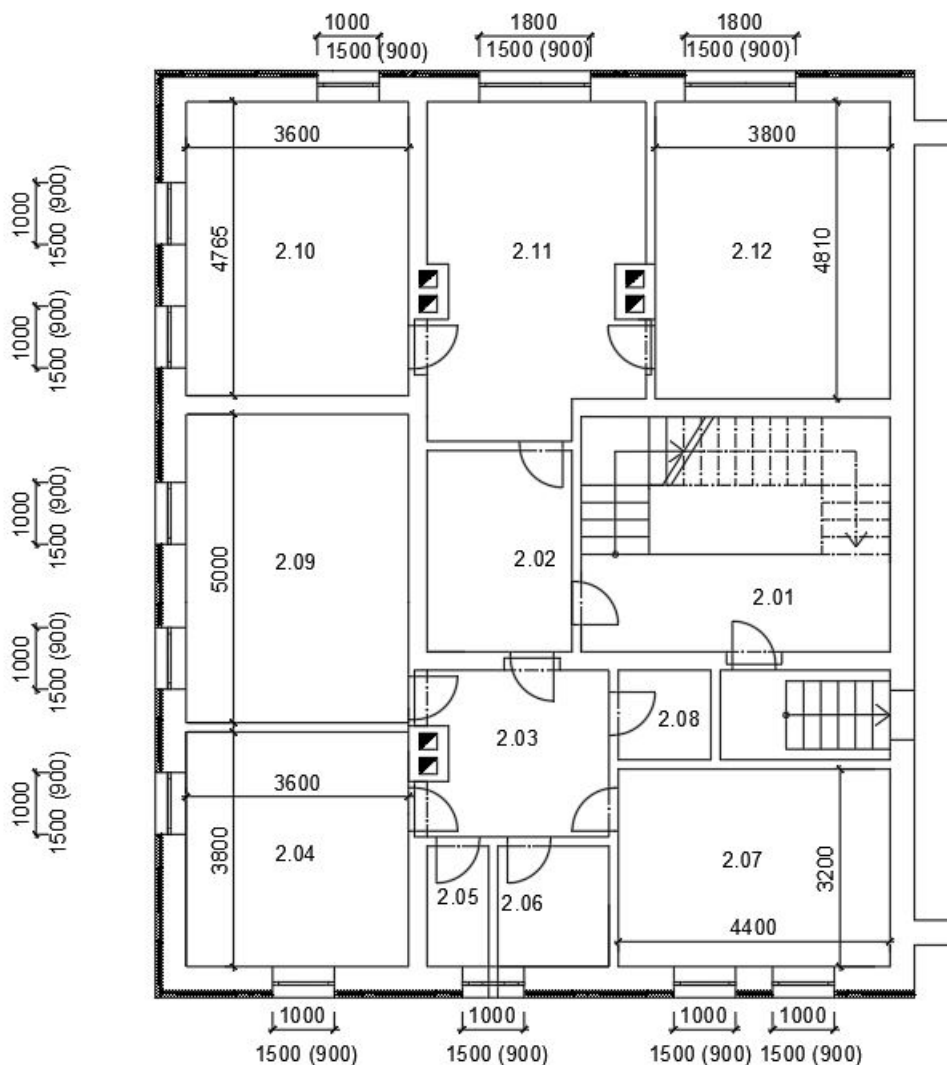
Z obrázku je patrné, že oba kontrolní body těsně splní požadavek, tedy hodnota každého zvlášť je větší než 0,7% a zároveň hodnota průměru obou hodnot  $D\phi=1,4\%$  je větší než 0,9%. Místnost 3.27 splní požadavky denního osvětlení.

### 4.2.3 Posouzení a vyhodnocení kanceláří

V této kapitole jsou posouzeny a vyhodnoceny všechny místnosti fungující jako kanceláře. V každé kanceláři je zaznamenáno současné rozmístění pracovních ploch a z něho lze vyčíst i počet osob v místnosti. Všechny místnosti byly posouzeny v programu Světlo+ a jeho výstupy byly aplikovány do půdorysů kanceláří k vyhodnocení. Samotné výstupy, tedy jednotlivé izofoty s činitelem denního osvětlení větší než 1.5%, jsou uvedeny v Příloze 1. Rozměry posuzovaných kanceláří a jejich oken na následujících obrázcích:



Obr. 66 : Schématický půdorys 1.NP-kanceláře



Obr. 67 : Schématický půdorys 2.NP-kanceláře

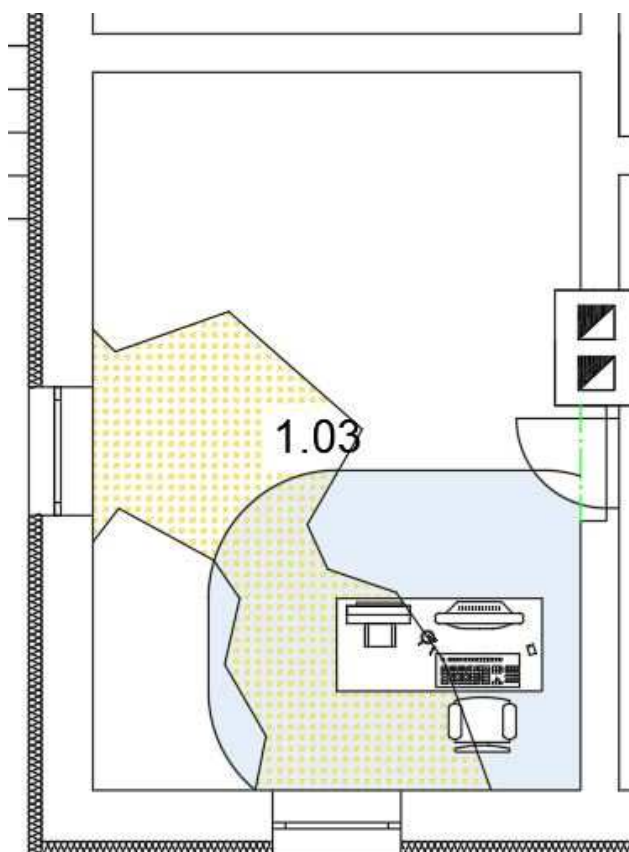
Při nesplnění požadavků (tedy ve chvíli, kdy se plocha stolu a její manipulační prostor nevešly do plochy požadované hodnoty izofoty a vyšší), jsem volila variantu rozšíření oken, namísto zvětšení jejich výšky, přestože by nižší nadpraží pomohlo více, a to hlavně z důvodu nízké světlé výšky ve druhém patře. Aby objekt neměl po úpravě oken různé šířky i výšky, podvolila se tomu i úprava oken v 1.NP, přestože je zde světlá výška větší. Další možností, jak docílit splnění požadavků je posunutí stolu do vyhovujícího prostoru, ovšem jen v případě, že osvětlovaná plocha je dostatečně velká, aby pokryla celou pracovní plochu. Významnější vliv by mělo i zvýšení počtu oken. Úpravy jako jsou snížení stropu, výměna druhu oken (druh skla, poměr plochy zasklení...nikoliv velikosti!), apod. by měly jen velmi malý význam.

Jelikož není znám přesný typ stávajících plastových oken, uvažuji se stejným druhem skla ( $\tau_s$ ) jako u nových oken.

### 4.2.3.1 Kancelář 1.03

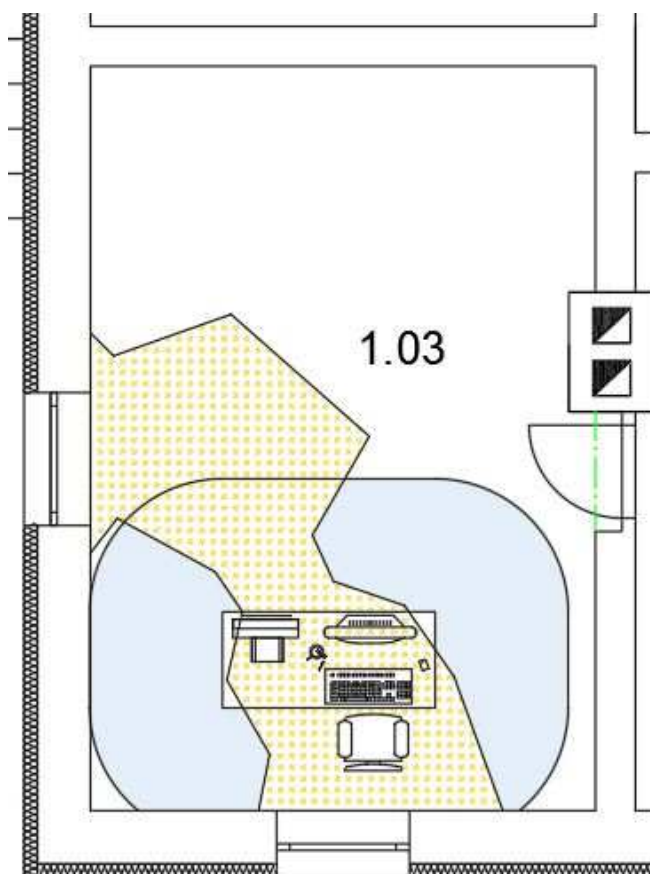
Parametry zadávané do programu Světlo+ (kancelář 1.03):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	3,8 m*5,6 m*3,0 m
Rozměry a počet oken	1,0 m*1,5 m*2
Tloušťka zdi	0,5 m
Průměrný činitel vnitřního odrazu pm	0,5
Druh skla	0,81
Činitel vnějšího znečištění tz,e	0,90
Činitel vnějšího znečištění tz,i	0,95
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,621



Obr. 68 : Kancelář 1.03 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)-současný stav

Z obrázku lze vidět, že plocha, která je osvětlena dle požadavků pro kanceláře ( $D \geq 1,5\%$ ), nepokrývá nutnou pracovní plochu. Jak jsem uvedla výše, jedna z možností je posunutí stolu do osvětlované plochy:



Obr. 69 : Kancelář 1.03 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)- navrhovaná úprava

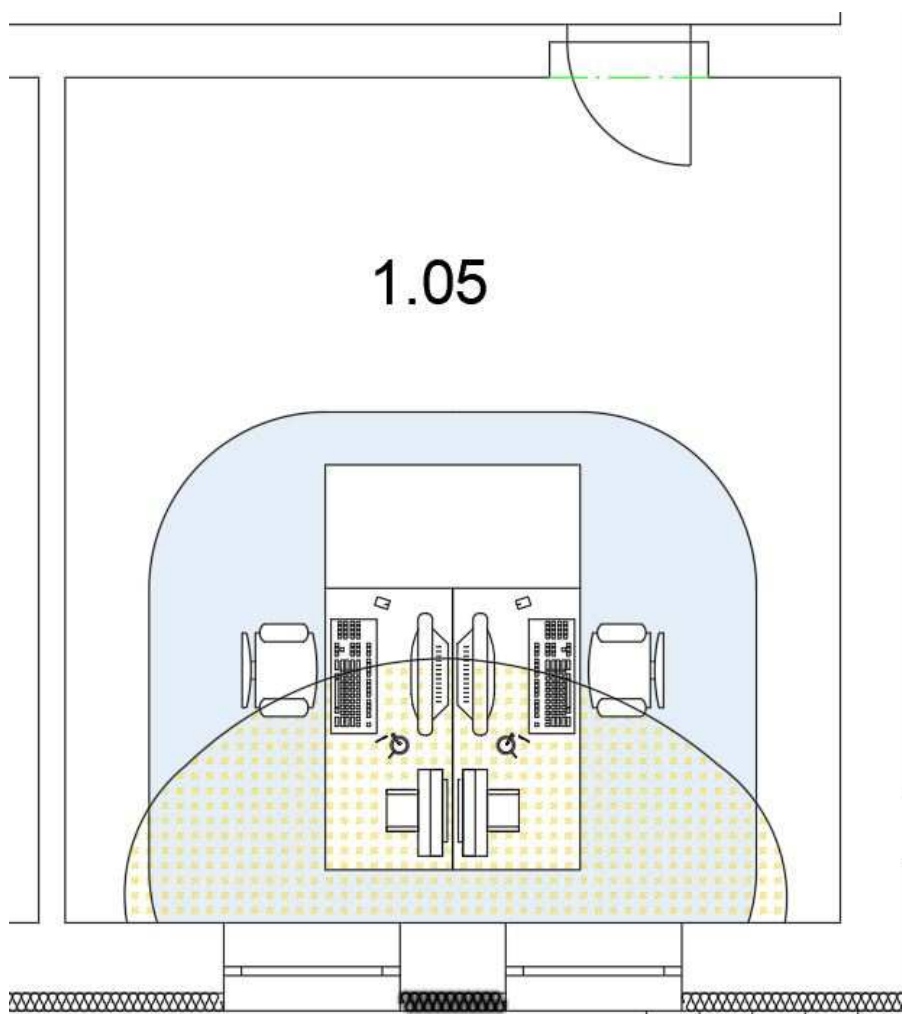
Po úpravě dispozice se stůl sice nachází v osvětleném prostoru, nikoli však i požadovaná plocha kolem stolu. Bylo by tedy nutné zvětšit okna kanceláře, aby vyhověla požadavkům denního osvětlení pro tento typ prostoru.



### 4.2.3.2 Kancelář 1.05

Parametry zadávané do programu Světlo+ (kancelář 1.05):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	4,8 m*4,4 m*3,0 m
Rozměry a počet oken	1,0 m*1,5 m*2
Tloušťka zdi	0,5 m
Průměrný činitel vnitřního odrazu pm	0,5
Druh skla	0,81
Činitel vnějšího znečištění tz,e	0,90
Činitel vnějšího znečištění tz,i	0,95
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,621

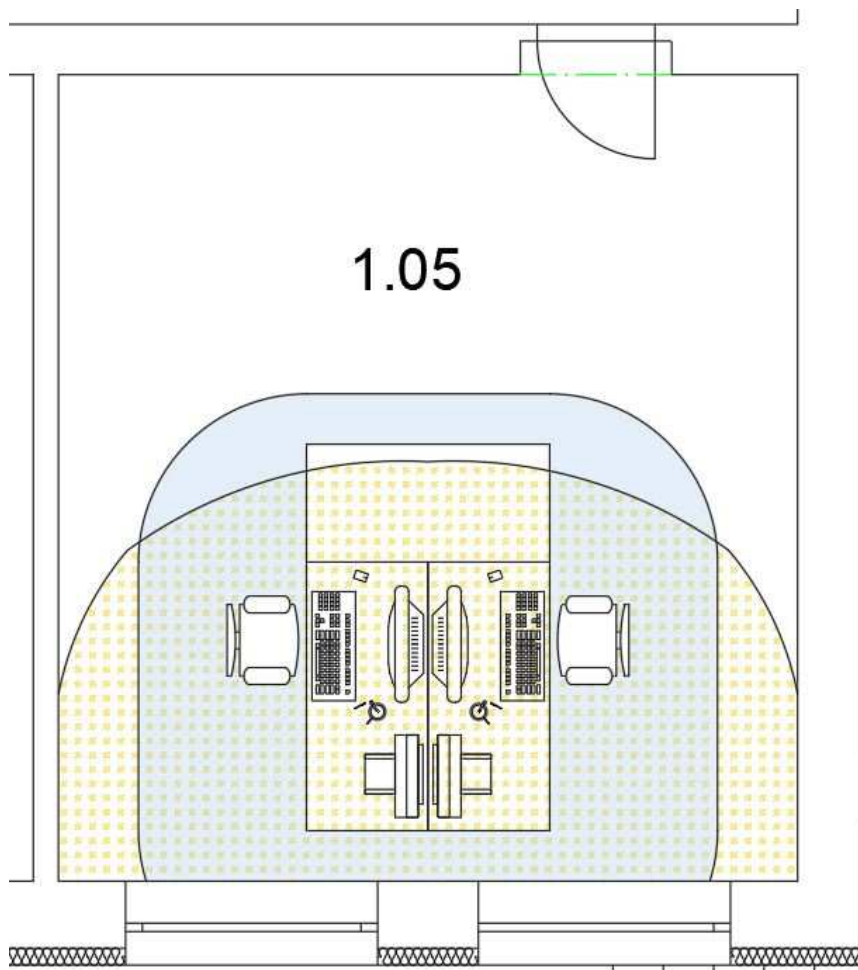


Obr. 70 : Kancelář 1.05 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)-současný stav

Z obrázku lze vidět, že plocha, která je osvětlena dle požadavků pro kanceláře ( $D \geq 1,5\%$ ), nepokrývá nutnou pracovní plochu. V tomto případě jsem se rozhodla pro zvětšení oken:

### Úprava parametrů:

Rozměry a počet oken	1,5 m*1,5 m*2
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,702



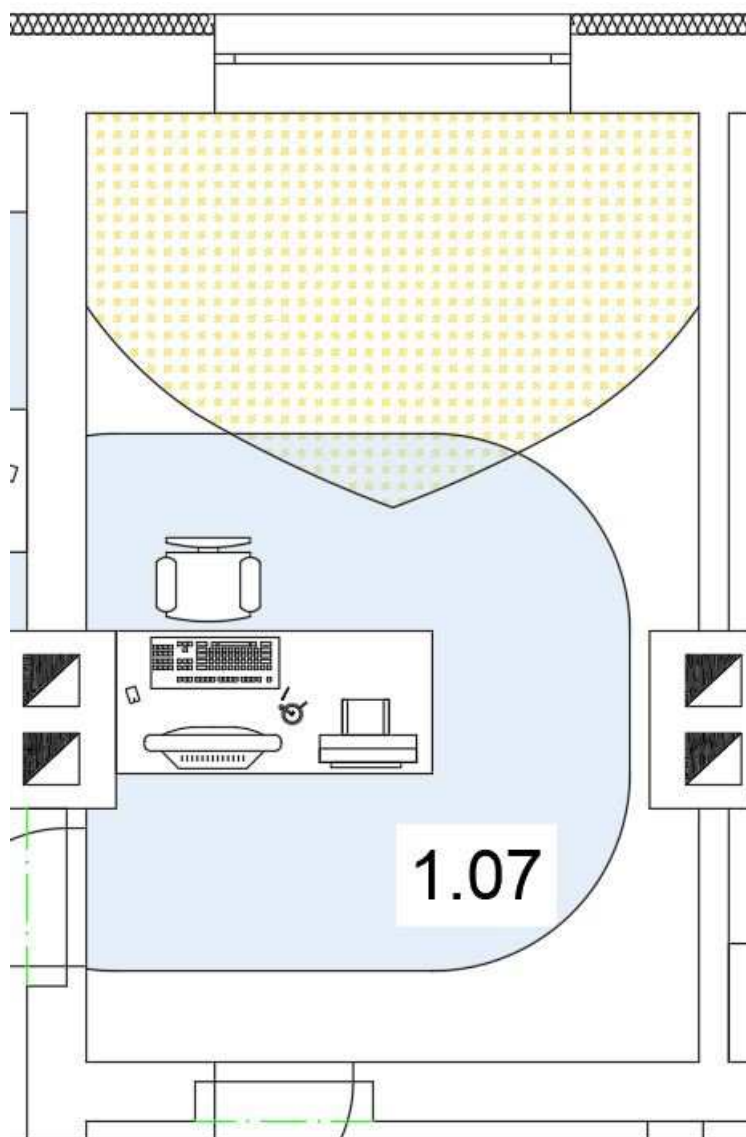
Obr. 71 : Kancelář 1.05 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)- navrhovaná úprava

Po úpravě velikosti oken by stačilo stoly přisunout ke stěně, blíže k osvětlovacím otvorům a kancelář by splnila požadavky na denní osvětlení.

### 4.2.3.3 Kancelář 1.07

Parametry zadávané do programu Světlo+ (kancelář 1.07):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	4,8 m*3,1 m*3,0 m
Rozměry a počet oken	1,8 m*1,5 m*1
Tloušťka zdi	0,5 m
Průměrný činitel vnitřního odrazu pm	0,5
Druh skla	0,81
Činitel vnějšího znečištění tz,e	0,90
Činitel vnějšího znečištění tz,i	0,95
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,645

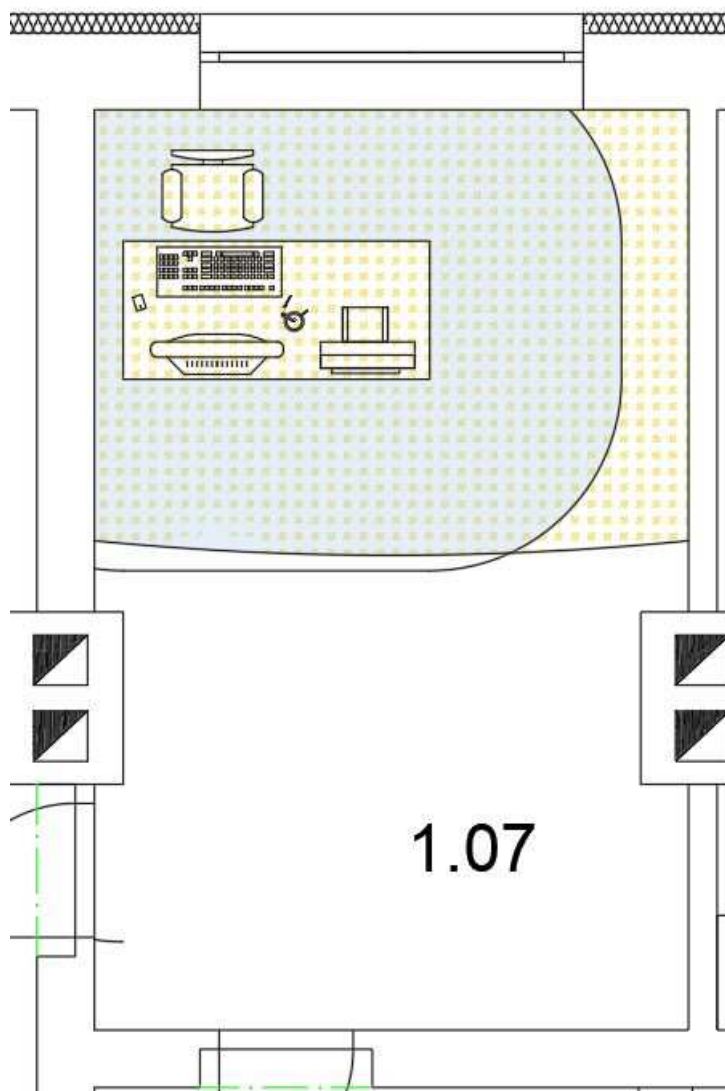


Obr. 72 : Kancelář 1.07 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)-současný stav

Z obrázku lze vidět, že plocha, která je osvětlena dle požadavků pro kanceláře ( $D \geq 1,5\%$ ), nepokrývá nutnou pracovní plochu. Rozhodla jsem se tedy pro zvětšení okna:

### Úprava parametrů:

Rozměry a počet oken	2,1 m*1,5 m*1
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,68



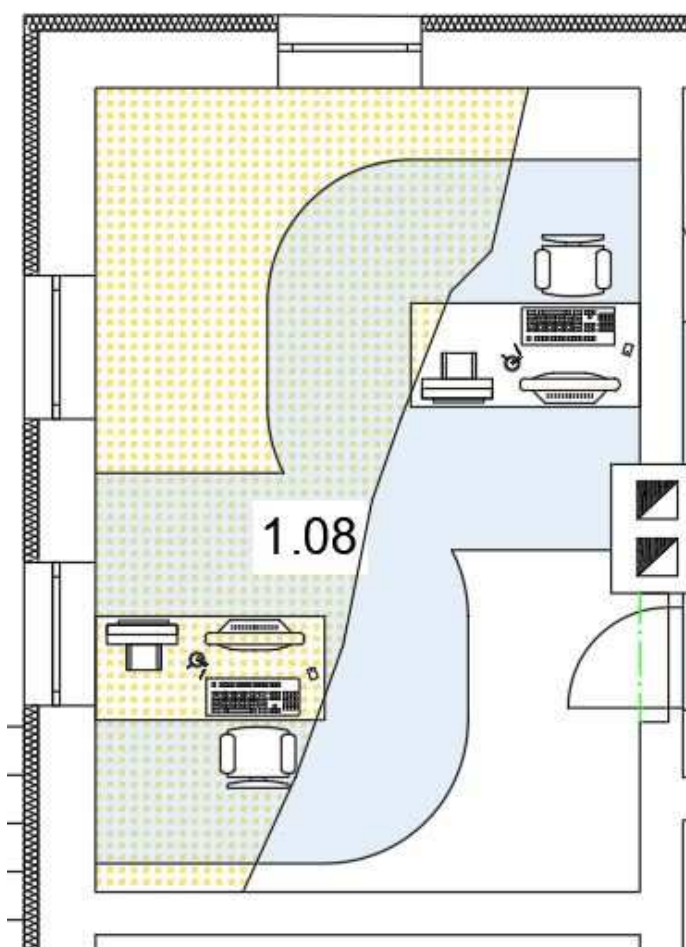
Obr. 73 : Kancelář 1.07 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)- navrhovaná úprava

Po úpravě velikosti okna a následném posunutí pracovní plochy k oknu, kancelář splňuje požadavky na denní osvětlení.

#### 4.2.3.4 Kancelář 1.08

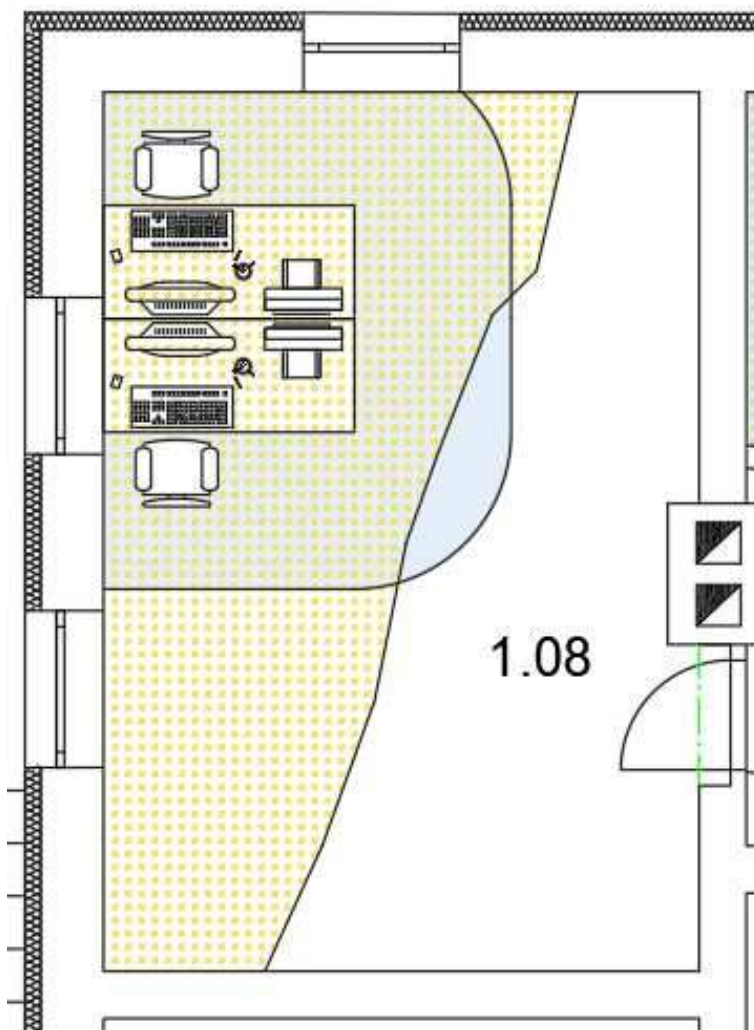
Parametry zadávané do programu Světlo+ (kancelář 1.08):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	3,8 m*5,6 m*3,0 m
Rozměry a počet oken	1,0 m*1,5 m*3
Tloušťka zdi	0,5 m
Průměrný činitel vnitřního odrazu pm	0,5
Druh skla	0,81
Činitel vnějšího znečištění tz,e	0,90
Činitel vnějšího znečištění tz,i	0,95
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,621



Obr. 74 : Kancelář 1.08 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)-současný stav

Z obrázku lze vidět, že plocha, která je osvětlena dle požadavků pro kanceláře ( $D \geq 1,5\%$ ), nepokrývá nutnou pracovní plochu. V tomto případě by mohla stačit úprava dispozice:



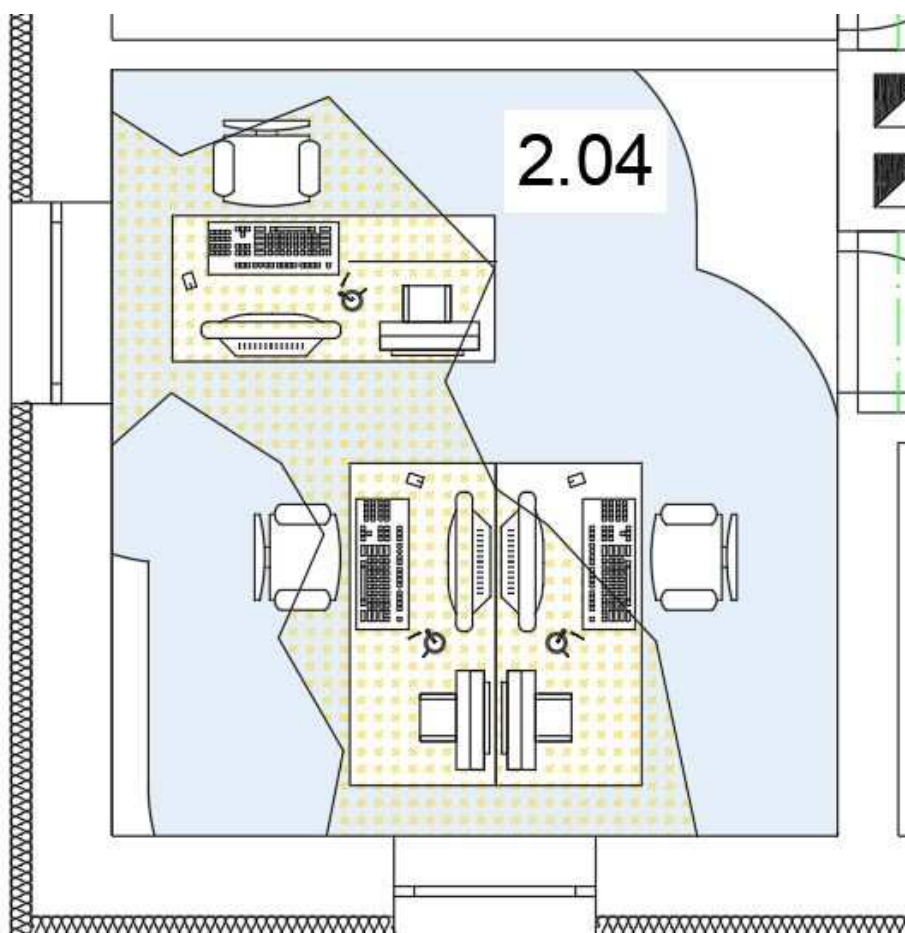
Obr. 75 : Kancelář 1.08 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)- navrhovaná úprava

Po úpravě rozmístění stolů je většina pracovní plochy v osvětleném prostoru. Pro definitivní splnění požadavků bych ale ještě doporučovala ,při výměně oken v ostatních kancelářích, zvětšit okno na severní straně místnosti.

### 4.2.3.5 Kancelář 2.04

Parametry zadávané do programu Světlo+ (kancelář 2.04):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	3,8 m*3,6 m*2,7 m
Rozměry a počet oken	1,0 m*1,5 m*2
Tloušťka zdi	0,5 m
Průměrný činitel vnitřního odrazu pm	0,5
Druh skla	0,81
Činitel vnějšího znečištění tz,e	0,90
Činitel vnějšího znečištění tz,i	0,95
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,621

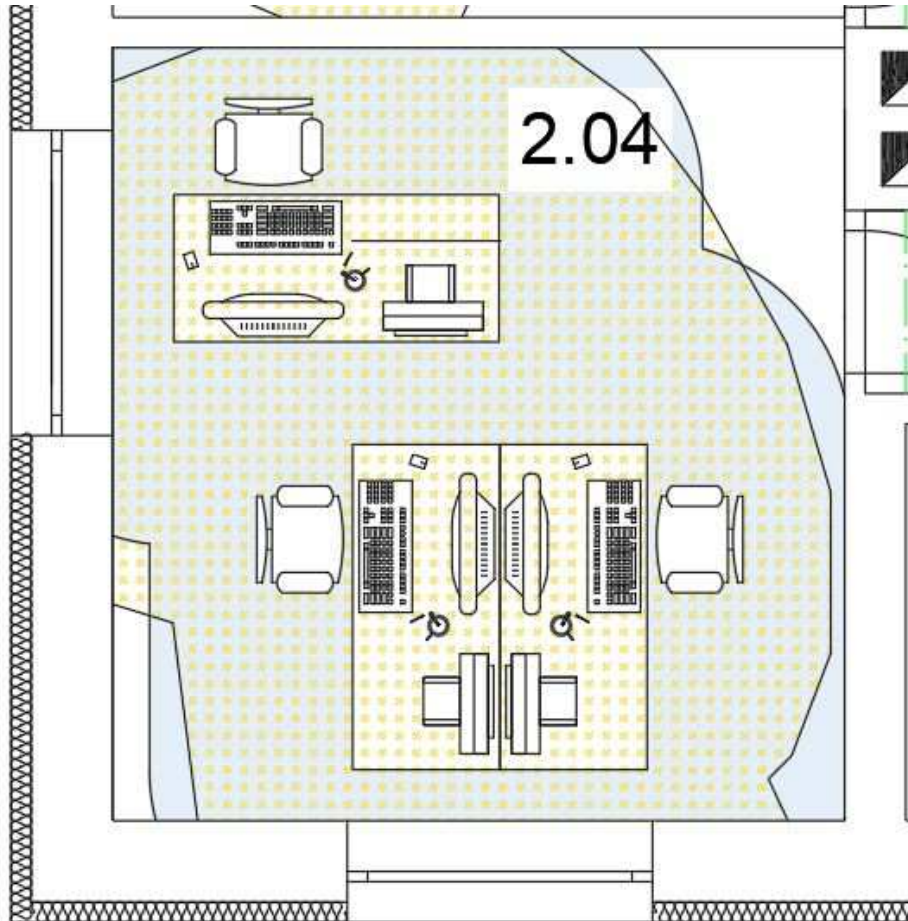


Obr. 76 : Kancelář 2.04 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)-současný stav

Z obrázku lze vidět, že plocha, která je osvětlena dle požadavků pro kanceláře ( $D \geq 1,5\%$ ), nepokrývá nutnou pracovní plochu. V tomto případě bude nutné zvětšit okna: (Pominu-li, že by tato kancelář byla vhodnější pro 1-2 osoby.)

Úprava parametrů:

Rozměry a počet oken	1,5 m*1,5 m*2
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,702



Obr. 77 : Kancelář 2.04 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)- navrhovaná úprava

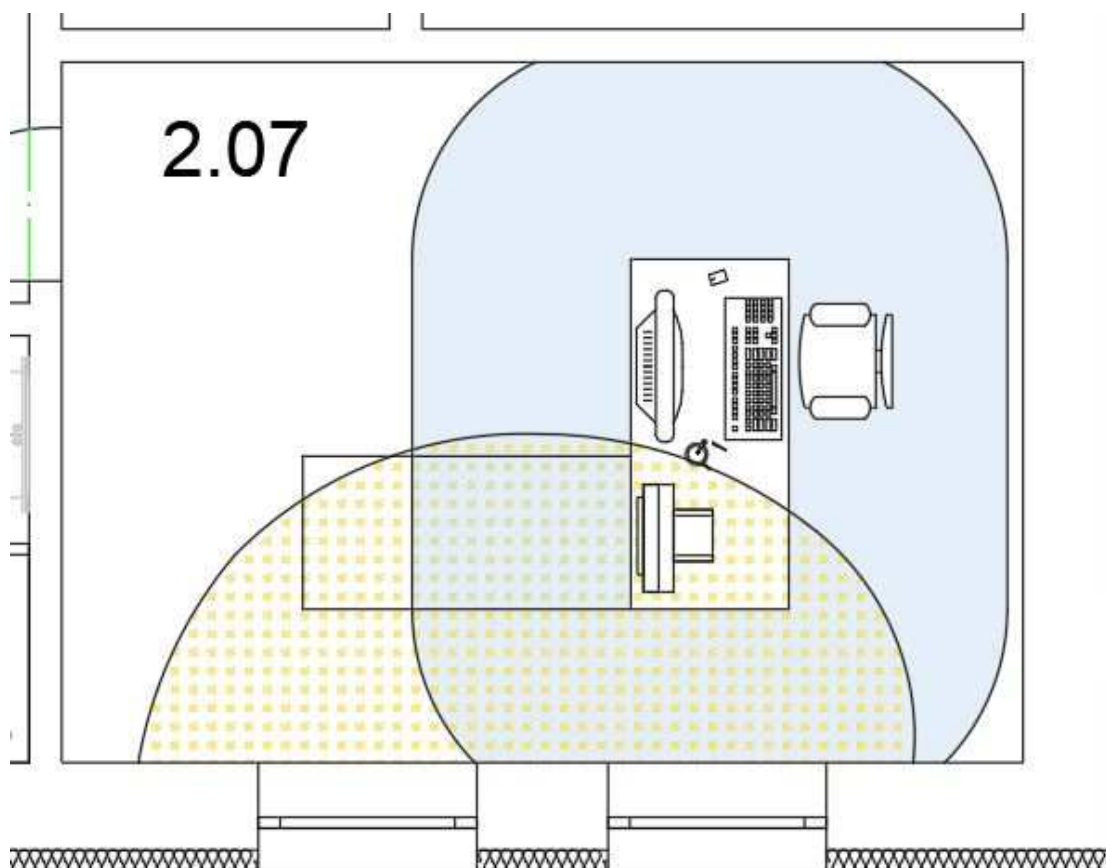
Po zvětšení oken dopadá na pracovní plochy dostatek denního světla a kancelář tedy splňuje požadavky na denní osvětlení.



### 4.2.3.6 Kancelář 2.07

Parametry zadávané do programu Světlo+ (kancelář 2.07):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	3,2 m*4,4 m*2,7 m
Rozměry a počet oken	1,0 m*1,5 m*2
Tloušťka zdi	0,5 m
Průměrný činitel vnitřního odrazu pm	0,5
Druh skla	0,81
Činitel vnějšího znečištění tz,e	0,90
Činitel vnějšího znečištění tz,i	0,95
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,621

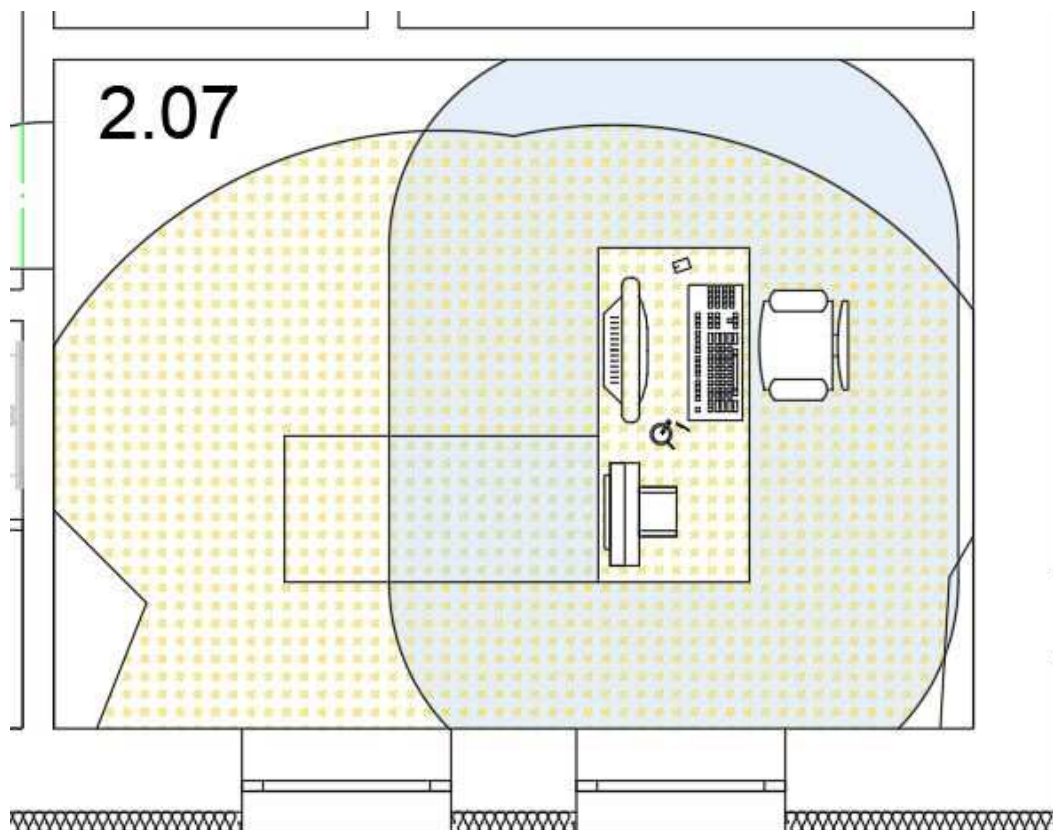


Obr. 78 : Kancelář 2.07 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)-současný stav

Z obrázku lze vidět, že plocha, která je osvětlena dle požadavků pro kanceláře ( $D \geq 1,5\%$ ), nepokrývá nutnou pracovní plochu. V tomto případě bude nutné zvětšit okna:

Úprava parametrů:

Rozměry a počet oken	1,5 m*1,5 m*2
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,702



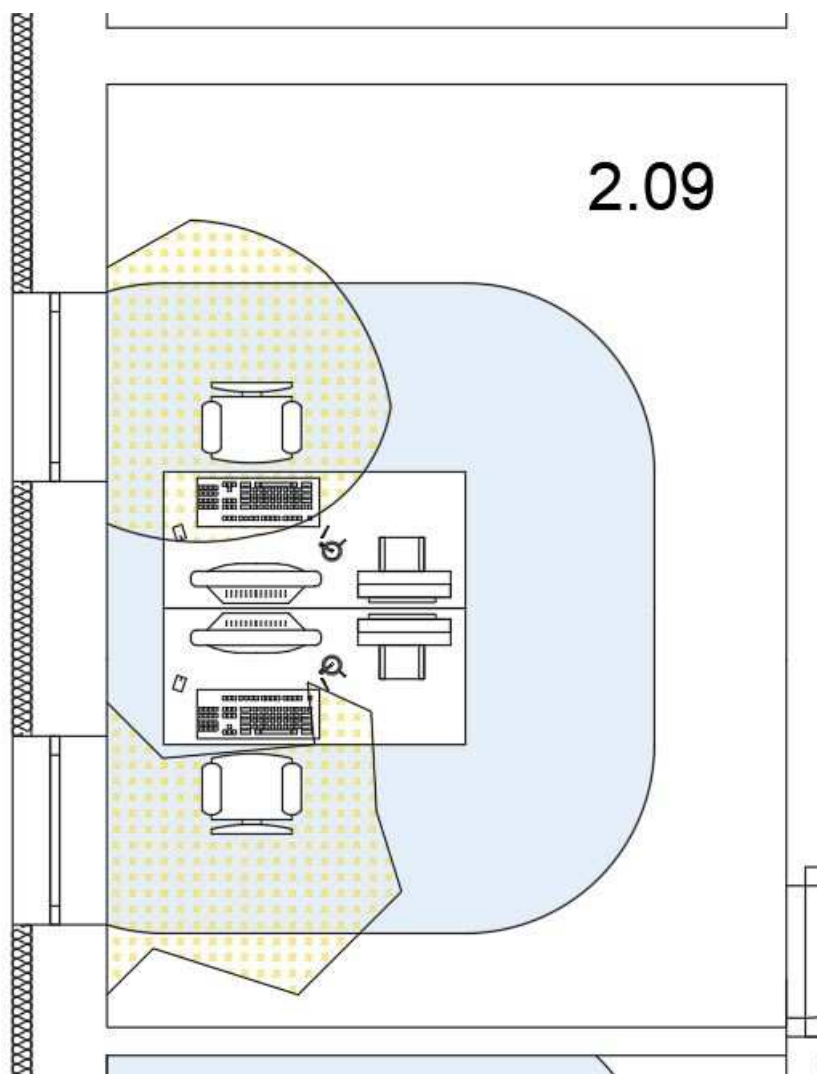
Obr. 79 : Kancelář 2.07 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)- navrhovaná úprava

Po zvětšení oken bych doporučila ještě přisunout stůl blíž k oknům a kancelář by splnila požadavky na denní osvětlení.

### 4.2.3.7 Kancelář 2.09

Parametry zadávané do programu Světlo+ (kancelář 2.09):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	3,6 m*5,0 m*2,7 m
Rozměry a počet oken	1,0 m*1,5 m*2
Tloušťka zdi	0,5 m
Průměrný činitel vnitřního odrazu pm	0,5
Druh skla	0,81
Činitel vnějšího znečištění tz,e	0,90
Činitel vnějšího znečištění tz,i	0,95
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,621

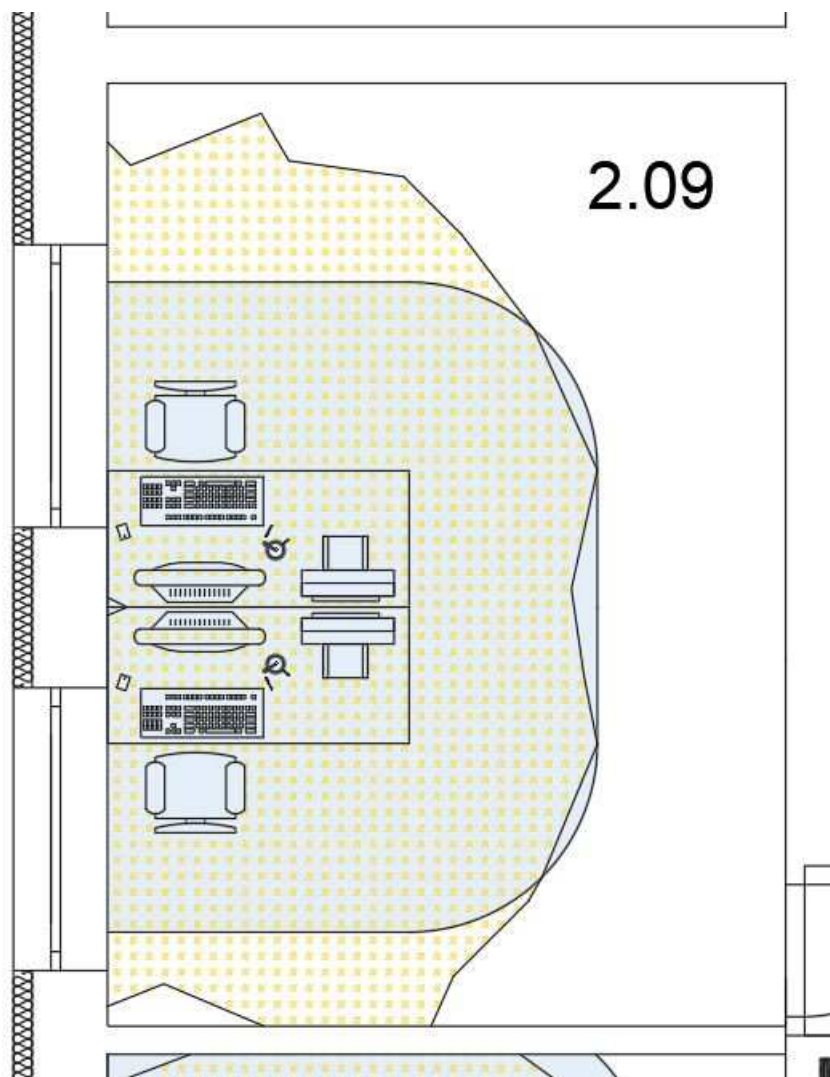


Obr. 80 : Kancelář 2.09 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)-současný stav

Z obrázku lze vidět, že plocha, která je osvětlena dle požadavků pro kanceláře ( $D \geq 1,5\%$ ), nepokrývá nutnou pracovní plochu. V tomto případě bude nutné zvětšit okna.

Úprava parametrů:

Rozměry a počet oken	1,5 m*1,5 m*2
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,702



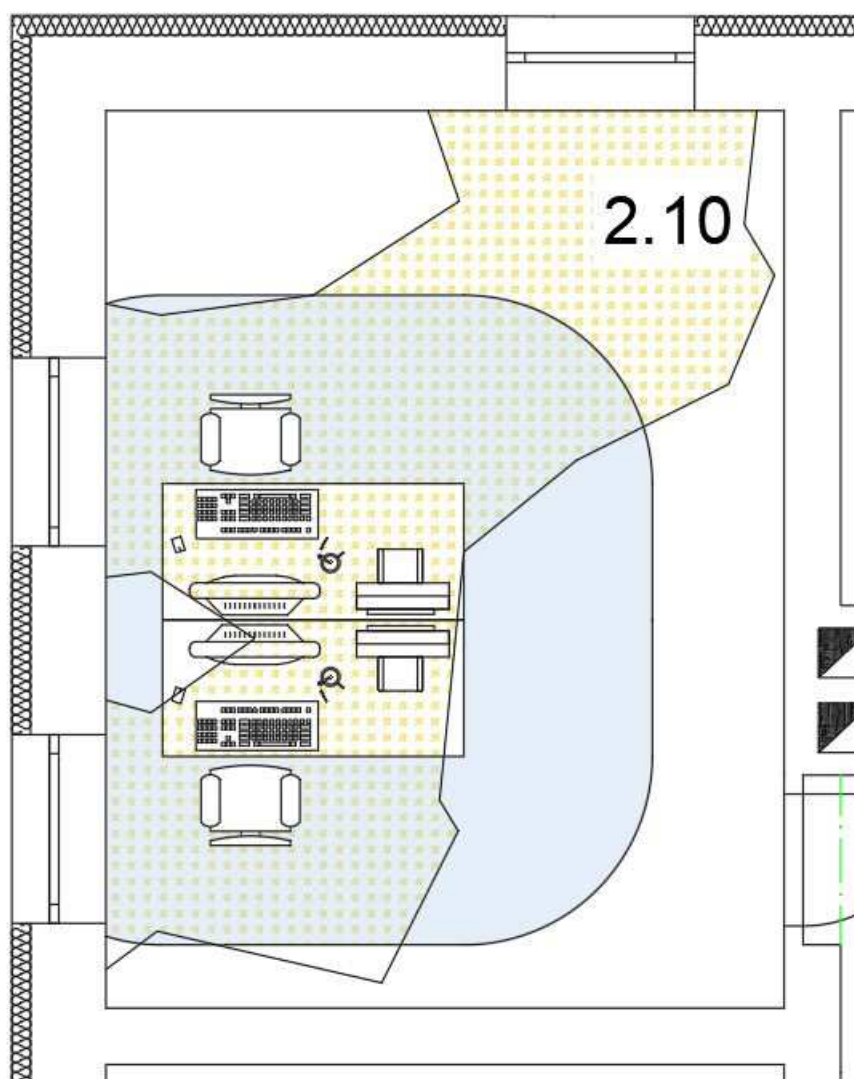
Obr. 81 : Kancelář 2.09 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)- navrhovaná úprava

Po zvětšení oken a přisunutí stolů ke stěně s okny kancelář splňuje požadavky na denní osvětlení.

### 4.2.3.8 Kancelář 2.10

Parametry zadávané do programu Světlo+ (kancelář 2.10):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	3,6 m*4,7 m*2,7 m
Rozměry a počet oken	1,0 m*1,5 m*3
Tloušťka zdi	0,5 m
Průměrný činitel vnitřního odrazu pm	0,5
Druh skla	0,81
Činitel vnějšího znečištění tz,e	0,90
Činitel vnějšího znečištění tz,i	0,95
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,621



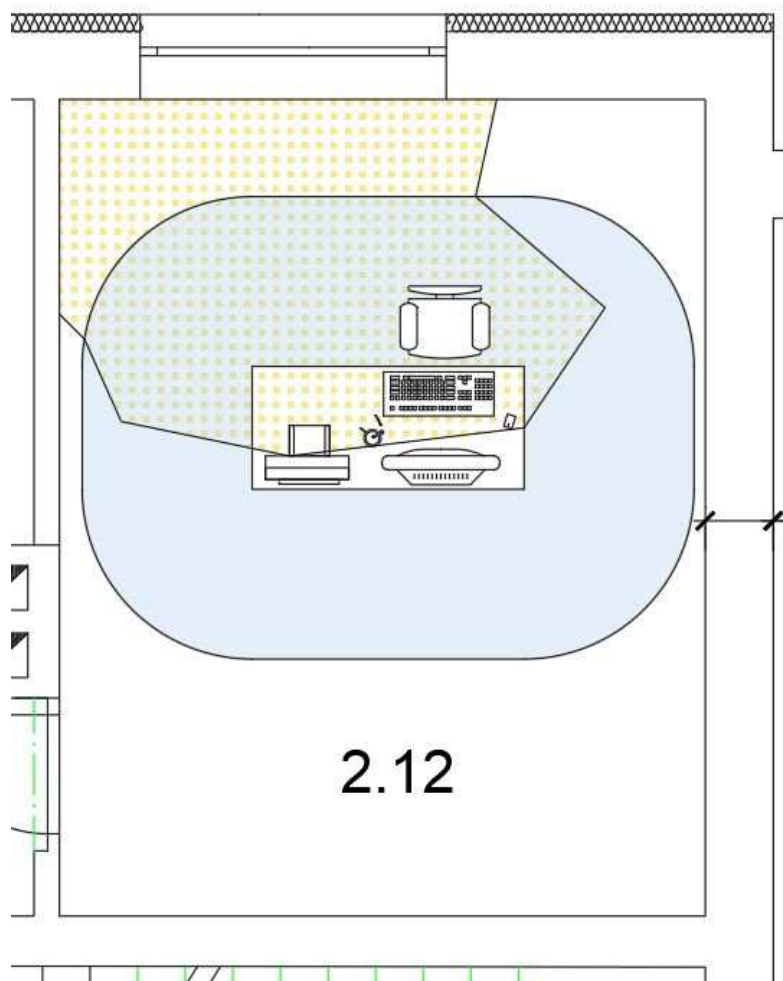
Obr. 82 : Kancelář 2.10 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)-současný stav

Z obrázku lze vidět, že plocha, která je osvětlena dle požadavků pro kanceláře ( $D \geq 1,5\%$ ), nepokrývá nutnou pracovní plochu. V tomto případě by bylo opět potřeba zvětšit okna.

### 4.2.3.9 Kancelář 2.12

Parametry zadávané do programu Světlo+ (kancelář 2.12):

Rozměry místnosti (délka*šířka*výška)	3,8 m*4,8 m*2,7 m
Rozměry a počet oken	1,8 m*1,5 m*1
Tloušťka zdi	0,5 m
Průměrný činitel vnitřního odrazu pm	0,5
Druh skla	0,81
Činitel vnějšího znečištění tz,e	0,90
Činitel vnějšího znečištění tz,i	0,95
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,645

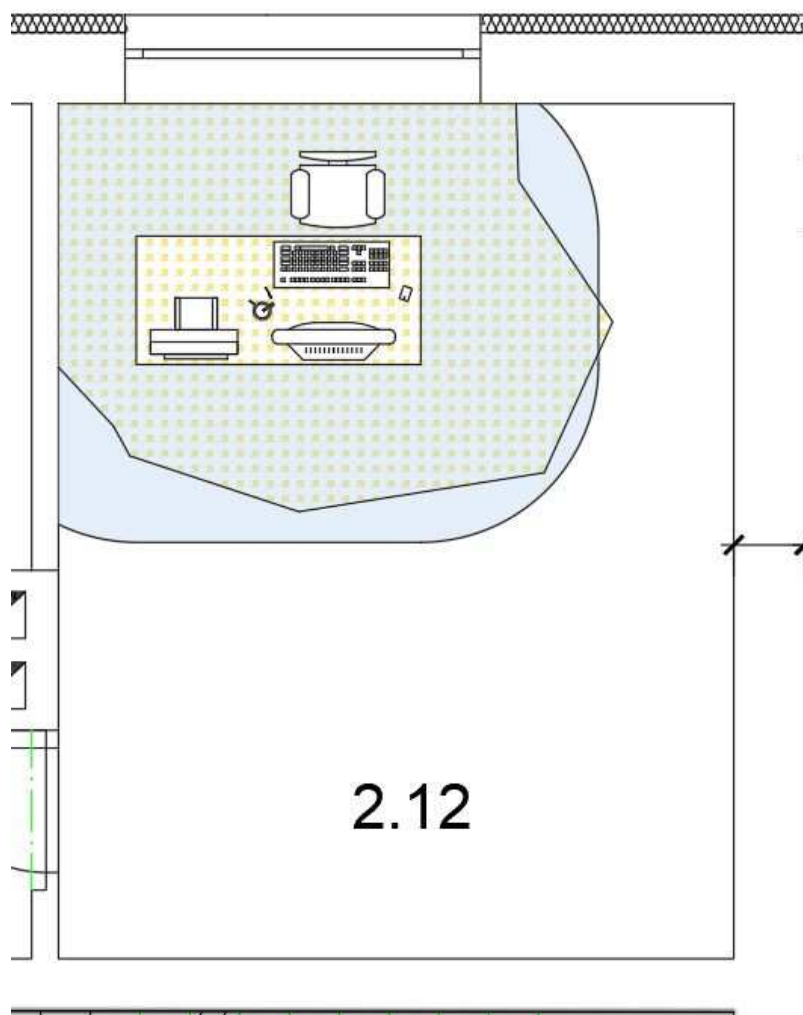


Obr. 83 : Kancelář 2.12 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)-současný stav

Z obrázku lze vidět, že plocha, která je osvětlena dle požadavků pro kanceláře ( $D \geq 1,5\%$ ), nepokrývá nutnou pracovní plochu. V tomto případě zvětšit okno.

Úprava parametrů:

Rozměry a počet oken	2,1 m*1,5 m*1
Poměr čisté plochy zasklení tk	0,68



Obr. 84 : Kancelář 2.12 s vyznačeným požadovaným osvětlením stolu (modrá) a činitelem denní osvětlenosti vyšší než 1,5% (žlutá)- navrhovaná úprava

Po zvětšení okna a přisunutí stolu ke stěně s okny kancelář téměř splňuje požadavky na denní osvětlení.

Při vyhodnocování požadavků je v této práci potřeba uvažovat s určitou odchylkou. Ta je způsobena například tím, že pozice stolů v kancelářích sice odpovídají současnému rozmístění, ale jednotlivé stoly již měřeny nebyly. Posuzován byl tedy jeden typový pracovní prostor, který nemusí přesně odpovídat skutečnému prostoru v každé kanceláři. Z tohoto důvodu bych například kancelář 2.12 po úpravě velikosti okna a vnitřní dispozice považovala za vyhovující požadavkům denního osvětlení.

## 5 Posouzení budovy z hlediska akustiky

Objekt v této práci bude posouzen na vnitřní a vnější akustické znečištění.

Akustika rozlišuje zvuk šířený vzduchem (vzduchovou neprůzvučnost) a zvuk šířený konstrukcí (kročejový hluk). Uvnitř budovy se konstrukce navrhují a posuzují na oba typy hluků, které jsou na sobě nezávislé a jejich požadavky se zajistí jinými úpravami. Kromě vzduchové neprůzvučnosti a kročejové hluku uvnitř budovy je tento objekt vystaven ještě hluku ze silnice II.třídy, která vede kolem pozemku.

### 5.1 Požadavky

#### Posuzování vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi

Vážené hodnoty vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách nesmí být nižší než požadavky stanovené v tabulce:

Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci			
	Stropy		Stěny	Dveře
	Rw'	Ln,w'	Rw'	Rw
<b>A. Bytové domy, rodinné domy-nejméně jedna obytná místnost bytu</b>				
Všechny ostatní obytné místnosti bytu	47	63	42	27
<b>B. Bytové domy-obytné místnosti bytu</b>				
Všechny místnosti druhých bytů vč. příslušenství	53 52 <sup>1)</sup>	55 58 <sup>1)</sup>	53 52 <sup>1)</sup>	-
Společné prostory domu (schodiště, chodby, terasy, kočárkárny,...)	52	55	52	32 37
Provozovny s hlukem La,max≤85 dB: s provozem nejvýše do 22.00 h	57	53	57	-
<b>G. Administrativní a správní budovy, firmy-kanceláře a pracovny</b>				
Kanceláře a pracovny s běžnou administrativní činností, chodby, pomocné prostory	47	63	37	27
Kanceláře a pracovny se zvýšenými nároky, pracovny vedoucích pracovníků	52	58	45	32
Kanceláře a pracovny pro důvěrná jednání nebo jiné činnosti vyžadující vysokou ochranu před hlukem	52	58	50	37

<sup>1)</sup> Požadavek se týká pouze staré zástavby

Požadavky platí ve směru přenosu zvuku. Posouzení se provádí pomocí veličiny:

- vážená stavební neprůzvučnost Rw' pro místnosti se společnou celou plochou stěny, příčky nebo stropu



Ve fázi návrhu a v projektové přípravě lze při posuzování též použít změřené nebo vypočtené laboratorní hodnoty neprůzvučnosti stavebních konstrukcí  $R_w$  a provést přibližný přepočít na stavební váženou neprůzvučnost  $R_w'$  podle vztahu:

$$R_w' = R_w - k_1$$

kde  $k_1$  je korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku:

$k_1 = 2$  dB      základní hodnota platná pro všechny dělicí konstrukce  
 v masivních zděných nebo montovaných panelových stavbách  
 z klasických materiálů (cihly, beton)

$k_1 = 4$  až  $8$  dB      doporučené hodnoty pro lehké dělicí konstrukce ve  
 skeletových, ocelových nebo dřevěných stavbách ( deskové,  
 dílce, sádkartonové konstrukce, dřevěné stropy apod.)

### Posuzování kročejové neprůzvučnosti mezi místnostmi

Vážené hodnoty kročejové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách nesmí být nižší než požadavky stanovené ve výše uvedené tabulce.

Ve fázi návrhu a v projektové přípravě lze při posuzování též použít změřené nebo vypočtené laboratorní hodnoty neprůzvučnosti stavebních konstrukcí  $R_w$  a provést přibližný přepočít na stavební váženou neprůzvučnost  $R_w'$  podle vztahu:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2$$

kde  $k_2$  je korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku v rozsahu  $0$  až  $2$  dB.

### Posuzování neprůzvučnosti obvodových plášťů

Vážené hodnoty stavební vzduchové neprůzvučnosti obvodových plášťů budov nesmí být nižší než požadavky stanovené v uvedené tabulce:

Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době 06.00 h-22.00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{aeq,2m}$ (dB)						
	$\leq 50$	$> 50$ $\leq 55$	$> 55$ $\leq 60$	$> 60$ $\leq 65$	$> 65$ $\leq 70$	$> 70$ $\leq 75$	$> 75$ $\leq 80$
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách apod.	30	30	30	33	38	43	48

Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v noční době 22.00 h-06.00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{aeq,2m}$ (dB)						
	$\leq 50$	$>50$ $\leq 55$	$>55$ $\leq 60$	$>60$ $\leq 65$	$>65$ $\leq 70$	$>70$ $\leq 75$	$>75$ $\leq 80$
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách apod.	30	30	30	33	38	43	48

### Stanovení požadavků na neprůzvučnost oken

Neprůzvučnost oken, dílců a částí obvodového pláště se vyjadřují váženou neprůzvučností  $R_w$ , stanovenou z laboratorních hodnot neprůzvučnosti  $R$ . Požadavek na váženou neprůzvučnost oken  $R_w$  umístěných v obvodovém plášti, se stanoví podle tabulky:

Podíl plochy oken $S_o$ k celkové ploše obvodového pláště místnosti $S_f$ (%)	Požadavek $R_w'$ na okna, určený z hodnot $R_w'$ podle předchozí tabulky (dB)
$S_o/S_f < 35$	$R_w' - 5$
$35 \leq S_o/S_f \leq 35$	$R_w' - 3$
$S_o/S_f > 50$	$R_w'$

### Třídy zkuvové izolace oken

Vyráběná a prodávaná okna se doporučuje označovat číslem třídy zvukové izolace (TZI):

TZI oken	$R_w$ dB
0	$\leq 24$
1	25 až 39
2	30 až 34
3	35 až 39
4	40 až 44
5	45 až 49
6	$\geq 50$

## 5.2 Akustika v budově A

Při zpracování této práce jsem neměla k dispozici profesionální přístroj k měření akustického hluku, proto je zde splnění požadovaných hodnot řešeno početně. Ke stanovení vzduchové neprůzvučnosti je potřeba znát skladbu konstrukce.

### Stěna mezi kanceláři (běžná administrativní činnost):

Příčky jsou v celém objektu postaveny ze stejného materiálu. K posouzení jsem si proto vybrala nejužší příčku mezi kanceláři, která má tloušťku 150 mm a je tvořena z pálených cihel. Vrstvy jako omítka či malba jsou při výpočtu zanedbatelné. Výpočet proběhl v programu Neprůzvučnost 2010:

### TEORETICKÝ VÝPOČET VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

dle J.Čechura: Stavební fyzika 10, ČVUT 1997  
a ČSN EN ISO 717-1 a ČSN EN ISO 717-2 (1998)

#### NEPrůzvučnost 2010

Název úlohy : Příčka-kanceláře 150 mm  
Zpracovatel : Tereza Fünfkirchlerová  
Zakázka :  
Datum : 11.1.2018

#### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT:

##### Základní parametry úlohy:

Typ konstrukce : jednoduchá jednovrstvá  
Typ výpočtu : vážená neprůzvučnost (index vzduch. neprůzvučnosti)  
Korekce k : 2,0 dB

##### Zadané vrstvy konstrukce (od chráněné místnosti):

číslo	Název	D[m]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	c[m/s]	eta[-]	Ed[MPa]/alfa[-]
1	Zdivo cihelné	0,1500	1800,0	2108	0,035	-----

#### TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ:

Kmitočet f[Hz]	Neprůzv. R[dB]	Ref. křivka Rref[dB]	Rozdíl deltaR[dB]
100	36,3	30	-----
125	36,3	33	-----

160	36,3	36	-----
200	36,3	39	2,7
250	36,3	42	5,7
315	38,4	45	6,6
400	41,7	48	6,3
500	45,1	49	3,9
630	47,6	50	2,4
800	49,5	51	1,5
1000	51,6	52	0,4
1250	53,6	53	-----
1600	55,6	53	-----
2000	57,6	53	-----
2500	59,6	53	-----
3150	61,6	53	-----
<b>Součet:</b>			<b>29,5</b>

**Vážená neprůzvučnost (laboratorní)  $R_w$  :** 49 dB  
**Faktor přizpůsobení spektru C :** -1 dB  
**Faktor přizpůsobení spektru C, tr :** -5 dB

**Zápis dle ČSN EN ISO 717-1:**  $R_w(C;Ctr) = 49(-1;-5)$  dB

**Předpokládaná vážená stavební neprůzvučnost  $R'w$  :** 47 dB

Jelikož se jedná o kancelář s běžnou administrativní činností, vztahuje se na ní požadavek vážené neprůzvučnosti  $R'w = 37$  dB. Tato kancelář tedy z hlediska akustiky vyhovuje normovým požadavkům.

### **Stěna mezi kancelářemi (kancelář majitele objektu):**

Příčky kanceláří, které obývají vedoucí pracovníci nebo v nich probíhají důvěrná jednání, mají jiné požadavky na vzduchovou neprůzvučnost než ostatní kanceláře. Vybrala jsem tedy k posouzení ještě příčku kanceláře majitele objektu (kancelář 2.10). Obě příčky, lemující kancelář, mají tloušťku 300 mm. Výpočet proběhl v programu Neprůzvučnost 2010:

## **TEORETICKÝ VÝPOČET VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ**

dle J.Čechura: Stavební fyzika 10, ČVUT 1997  
a ČSN EN ISO 717-1 a ČSN EN ISO 717-2 (1998)

### **NEPrůzvučnost 2010**

Název úlohy : Příčka-kanceláře 300 mm  
Zpracovatel : Tereza Fünfkirchlerová  
Zakázka :  
Datum : 11.1.2018

### **KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT:**

Základní parametry úlohy:

Typ konstrukce : jednoduchá jednovrstvá  
Typ výpočtu : vážená neprůzvučnost (index vzduch. neprůzvučnosti)  
Korekce k : 2,0 dB

Zadané vrstvy konstrukce (od chráněné místnosti):

číslo	Název	D[m]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	c[m/s]	eta[-]	Ed[MPa]/alfa[-]
1	Zdivo cihelné	0,3000	1800,0	2108	0,035	-----

**TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ:**

Kmitočet f[Hz]	Neprůzv. R[dB]	Ref. křivka Rref[dB]	Rozdíl deltaR[dB]
100	36,3	36	-----
125	36,3	39	2,7
160	38,4	42	3,6
200	41,8	45	3,2
250	45,1	48	2,9
315	47,6	51	3,4
400	49,6	54	4,4
500	51,6	55	3,4
630	53,6	56	2,4
800	55,6	57	1,4
1000	57,6	58	0,4
1250	59,6	59	-----
1600	61,6	59	-----
2000	63,6	59	-----
2500	65,6	59	-----
3150	67,6	59	-----
<b>Součet:</b>			<b>28,0</b>

Vážená neprůzvučnost (laboratorní)  $R_w$  : 55 dB  
Faktor přizpůsobení spektru C : -2 dB  
Faktor přizpůsobení spektru C, tr : -6 dB

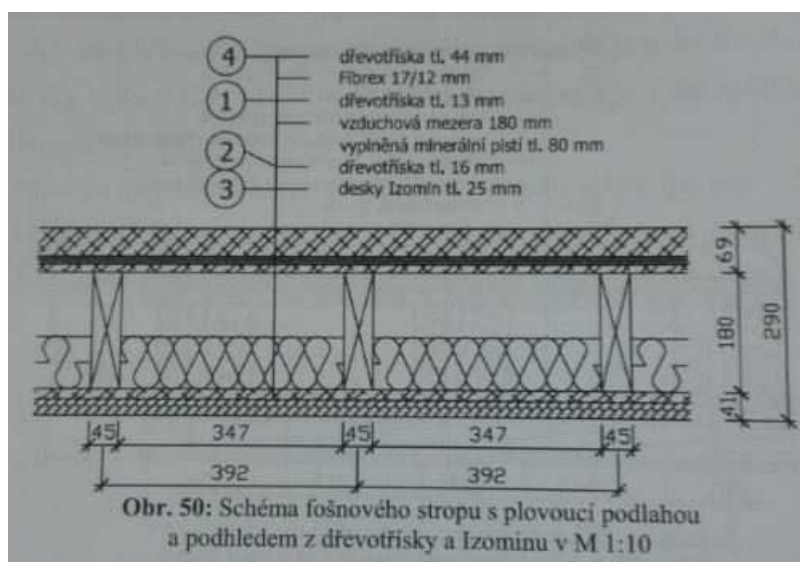
Zápis dle ČSN EN ISO 717-1:  $R_w(C;Ctr) = 55(-2;-6)$  dB

Předpokládaná vážená stavební neprůzvučnost  $R'w$  : 53 dB

Normový požadavek vážené neprůzvučnosti této kanceláře  $R'w = 50$  dB (kanceláře pro důvěrná jednání). Tato kancelář tedy z hlediska akustiky vyhovuje normovým požadavkům.

### Strop mezi kancelářemi a mezi kancelářemi a bytem:

Stropy v 1.NP a 2.NP mají podle tloušťky stejnou skladbu. Bohužel, vzhledem k tomu, že se zřejmě nedochovala původní dokumentace tohoto objektu, neznám přesnou skladbu stropu. Předpokládám tedy dřevěný trámový strop s podbitím z rákosu. Pochozí vrstvou jsou parkety, na kterých je zátěžový koberec. Strop, který nejbližší odpovídal mému předpokladu a tloušťce stropu ( $h = 280$  mm), byl vypočítán panem Ing. Bc. Jaroslavem Vychytil, Ph.D., v jeho disertační práci:



Obr. 85 : Skladba dřevěné podlahy [4]

(zdroj: Disertační práce-Stanovení neprůzvučnosti konstrukcí ve zvláštních případech; Příloha 1-Výpočet neprůzvučnosti dalších konkrétních stropních konstrukcí, str.58; autor-Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.)

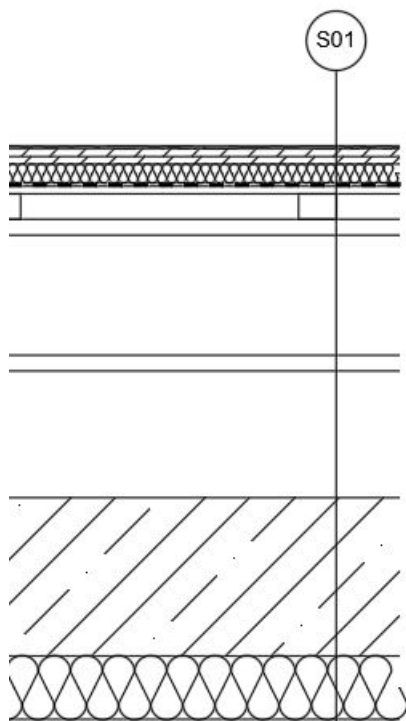
Tato skladba podlahy na obrázku má hodnotu laboratorní vážené vzduchové neprůzvučnosti  $R_w = 54$  dB.

Korekce na vliv vedlejších cest šíření hluku je pro zděné konstrukce  $k = 2$  dB, tedy  $R_w' = R_w - 2 = 52$  dB

Normové požadavky stanovují hodnotu vážené neprůzvučnosti  $R_w' = 52$  dB (v místnostech bytových domů pro starou výstavbu) a  $R_w' = 47$  dB (v kancelářích). Strop by tedy vyhověl oběma požadavkům, ale je potřeba přihlídnout k rozdílným skladbám konstrukce. Místo pochozí vrstvy- dřevotřísky a Fibrexu jsou zde parkety a koberec. Zespoda konstrukce je zde místo dřevotřísky a desky Izomin zřejmě rákosové podbití a omítka. Skutečná hladina akustického hluku by se v tomto objektu musela změřit, aby se dalo s jistotou říct, zda konstrukce vyhovuje. Pokud by stropní konstrukce nevyhověla, v případě vzduchové neprůzvučnosti bych hladinu snížila pomocí pohltivého podhledu, v případě kročejové hluku odstraněním parket a umístěním tlumících podložek s kobercem.

## 5.3 Akustika v budově B

**Strop mezi skladem a byty:**



S01 ;  $u=0,241 \text{ W/m}^2\text{K}$

- laminátová podlaha + mirelon, tl. 5 mm
- deska CETRIS 2x, tl. 2x12 mm
- izolační deska - pěnové sklo, tl. 30 mm
- parozábrana, tl. 2 mm
- fošny 40x60 mm
- OSB deska, tl. 12 mm
- ocelový trám, HEA 240
- vzduchová mezera, tl. 200 mm
- železobeton, tl. 350 mm
- tepelná izolace BASF EPS, tl. 100 mm

Obr. 86 : Skladba podlahy mezi skladem a byty

Neprůzvučnost byla v první řadě spočítána programem Neprůzvučnost 2010 jen pro samotný železobeton. Při jeho tloušťce očekávám, že již tato samotná konstrukce může splnit legislativní požadavky:

### TEORETICKÝ VÝPOČET VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

dle J.Čechura: Stavební fyzika 10, ČVUT 1997  
a ČSN EN ISO 717-1 a ČSN EN ISO 717-2 (1998)

#### NEPrůzvučnost 2010

Název úlohy : Strop-sklad x byty  
Zpracovatel : Tereza Fünfkirchlerová  
Zakázka :  
Datum : 11.1.2018

#### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT:

##### Základní parametry úlohy:

Typ konstrukce : jednoduchá jednovrstvá  
Typ výpočtu : vážená neprůzvučnost (index vzduch. neprůzvučnosti)

Korekce k : 2,0 dB

Zadané vrstvy konstrukce (od chráněné místnosti):

číslo	Název	D[m]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	c[m/s]	eta[-]	Ed[MPa]/alfa[-]
1	Železobeton 2	0,3500	2400,0	3228	0,080	-----

### TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ:

Kmitočet f[Hz]	Neprůzv. R[dB]	Ref. křivka Rref[dB]	Rozdíl deltaR[dB]
100	41,2	42	0,8
125	44,6	45	0,4
160	47,0	48	1,0
200	49,1	51	1,9
250	51,1	54	2,9
315	53,1	57	3,9
400	55,1	60	4,9
500	57,1	61	3,9
630	59,1	62	2,9
800	61,1	63	1,9
1000	63,1	64	0,9
1250	65,1	65	-----
1600	67,1	65	-----
2000	69,1	65	-----
2500	71,1	65	-----
3150	73,1	65	-----
<b>Součet:</b>			<b>25,7</b>

Vážená neprůzvučnost (laboratorní)  $R_w$  : 61 dB  
 Faktor přizpůsobení spektru C : -1 dB  
 Faktor přizpůsobení spektru C, tr : -5 dB

Zápis dle ČSN EN ISO 717-1:  $R_w(C;Ctr) = 61(-1;-5)$  dB

Předpokládaná vážená stavební neprůzvučnost  $R'w$  : 59 dB

Požadovaná hodnota vzduchové neprůzvučnosti je  $R_w' = 57$  dB (strop provozoven s hlukem  $L_{a,max} \leq 85$  dB s provozem nejvýše do 22.00 h). Z toho vyplývá, že již samotný železobetonový strop splní akustické požadavky.

Přesto jsem do programu zadala i vzduchovou neprůzvučnost celé konstrukce.

Konstrukci jsem v programu zjednodušila na tři hlavní akustické vrstvy –

železobetonový strop, vzduchovou mezeru a OSB desky. (Parametry OSB desky převzaty z Disertační práce-Stanovení neprůzvučnosti konstrukcí ve zvláštních případech; autor-Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.)

## TEORETICKÝ VÝPOČET VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

dle J.Čechura: Stavební fyzika 10, ČVUT 1997  
 a ČSN EN ISO 717-1 a ČSN EN ISO 717-2 (1998)

NEPrůzvučnost 2010



Název úlohy : Strop-sklad x byty  
Zpracovatel : Tereza Fünfkirchlerová  
Zakázka :  
Datum : 11.1.2018

### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT:

#### Základní parametry úlohy:

Typ konstrukce : dvojitá  
Typ výpočtu : vážená neprůzvučnost (index vzduch. neprůzvučnosti)  
Korekce k : 2,0 dB

#### Zadané vrstvy konstrukce (od chráněné místnosti):

číslo	Název	D[m]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	c[m/s]	eta[-]	Ed[MPa]/alfa[-]
1	Železobeton 2	0,3500	2400,0	3228	0,080	-----
2	Vzduchová vrst	0,2000	-----	-----	-----	-----
3	Dřevotřískové	0,0120	572,0	2844	0,021	-----

### TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ:

Kmitočet f[Hz]	Dílčí neprůzvučnosti			Neprůzv. R[dB]	Ref. křivka Rref[dB]	Rozdíl deltaR[dB]
	1.kce[dB]	2.kce[dB]	DR(sep.)[dB]			
100	41,2	9,2	2,0	43,5	51	7,5
125	44,6	11,2	4,8	49,6	54	4,4
160	47,0	13,2	7,5	54,7	57	2,3
200	49,1	15,3	10,3	59,6	60	0,4
250	51,1	17,2	10,5	61,7	63	1,3
315	53,1	19,2	10,5	63,7	66	2,3
400	55,1	21,2	10,5	65,7	69	3,3
500	57,1	23,2	10,5	67,7	70	2,3
630	59,1	23,3	10,5	69,7	71	1,3
800	61,1	23,3	10,5	71,7	72	0,3
1000	63,1	23,3	10,5	73,6	73	-----
1250	65,1	23,3	10,5	75,6	74	-----
1600	67,1	23,3	10,5	77,6	74	-----
2000	69,1	23,3	10,5	79,6	74	-----
2500	71,1	23,3	10,5	81,6	74	-----
3150	73,1	25,3	10,5	83,6	74	-----
<b>Součet:</b>						<b>25,4</b>

Vážená neprůzvučnost (laboratorní)  $R_w$  : **70 dB**  
 Faktor přizpůsobení spektru  $C$  : **-2 dB**  
 Faktor přizpůsobení spektru  $C_{tr}$  : **-9 dB**

Zápis dle ČSN EN ISO 717-1:  **$R_w(C;C_{tr}) = 70(-2;-9)$  dB**

**Předpokládaná vážená stavební neprůzvučnost  $R'w$  : 68 dB**

Neprůzvučnost konstrukce tedy splnila akustické požadavky.

(Pro doplnění: Program umožňuje tloušťku vzduchové vrstvy max. 200 mm, ve skutečnosti je tloušťka vrstvy 480 mm. Navíc jsem zanedbala spodní tepelnou izolaci a vrchní skladbu podlahy. Ve výsledku by tedy byla neprůzvučnost ještě o něco vyšší, ale ke splnění akustických požadavků by stačil pouze železobeton.)

Kročejový hluk bude minimalizován plovoucími podlahami.

## 5.4 Urbanistická akustika

Dominujícím zdrojem hluku v exteriéru je doprava na pozemních komunikacích. Předpověď hladin akustického tlaku z dopravy je vyžadována orgány státní správy nejen při výstavbě nových budov, ale i v blízkosti stávající zástavby. V tomto případě bude doprava způsobovat největší hluk prostoru, který je nejbliž silnici a má nejméně akusticky odolný plášť - tedy byt ve 3.NP budovy A.



Obr. 87 : Pohled na řešenou místnost z exteriéru

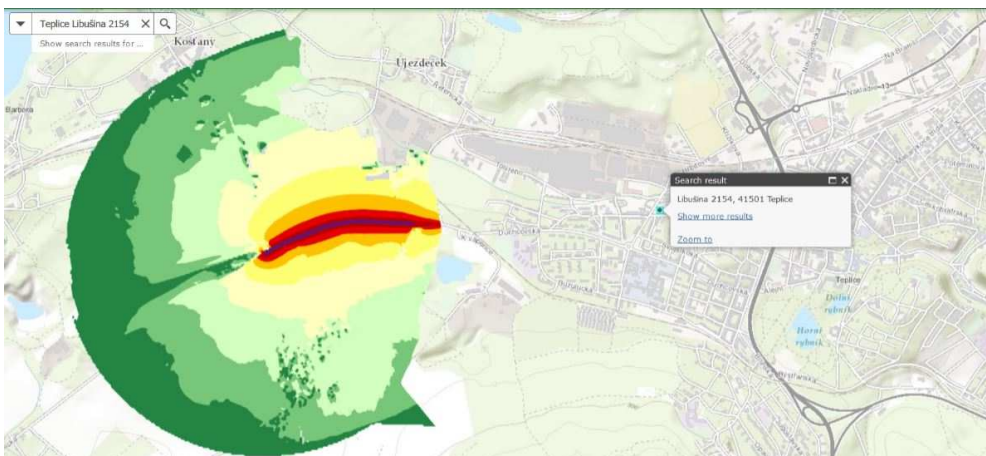


Obr. 88: Pohled na řešenou místnost z interiéru

Tento plášť, tedy střecha budovy, má rozdílné tloušťky, proto bude dále ve výpočtu uvažována průměrná hodnota skladby konstrukce.

Pozemní komunikaci lze považovat za liniový zdroj zvuku. Jeho hodnota se značí písmenem Y (dB) a počítá se takto [2] :  $Y = 10 \log^*(F1F2F3) - 10,1$

Pro výpočet hladin akustického tlaku způsobených dopravou existuje více metod zejména využívající výpočetní techniku. Jelikož nedisponuji žádnou výpočetní technikou na měření hluku a doposud změřené hodnoty akustického tlaku jsou mimo řešený objekt (Obr.89), zjišťovala jsem tuto hladinu výpočetní metodou, která obsahovala spočítání průměrného počtu projíždějících dopravních prostředků.



Obr. 89 : Hluková mapa (zdroj: www.eregpublicsecure.ksrzis.cz) [9]

Rozlišují se dva limity hluku: denní a noční. Jelikož je v obou případech na komunikaci odlišný provoz, je potřeba provádět výpočty odděleně pro denní a noční dobu (počet vozidel je uváděn v obou směrech za průměrnou hodinu):

Druh vozidla	Počet vozidel	
	Denní doba	Noční doba
do 3,5 t	1145	614
nad 3,5 t	81	40

Rychlost dopravního proudu se zjišťuje na základě nejvyšší povolené rychlosti v daném úseku ( $v_{max} = 50 \text{ km/h}$ ), ke které se připočítá korekce k (km/h) podle tabulky:

Charakter území	Charakter komunikace	Den (6.00-22.00 h)		Noc (22.00-6.00 h)	
		osobní	nákladní	osobní	nákladní
zastavěné	Průtahy silnic I. a II. třídy, rychlostní a sběrné místní komunikace	0	0	+5	+5

$$v = v_{max} + k$$

Pro denní dobu (osobní i nákladní vozidla) :  $v = 50+0 = 50$  km/h

Pro noční dobu (osobní i nákladní vozidla):  $v = 50+5 = 55$  km/h

**Denní doba:**

Hodnota faktoru F1 se stanoví dle předpisu:

$$F1 = noa * Foa * 10^{0,1Loa} + nna * Fna * 10^{0,1Lna}$$

$noa = 1145$  os. aut/hod.

$nna = 81$  nák.aut/hod.

$Loa = 74,1$  dB (pro osobní auta)

$Lna = 80,2$  dB (pro nákladní auta)

$$Foa = 3,59 * 10^{-5} * v^{0,8} = 8,21 * 10^{-4}$$

$$Fna = 1,5 * 10^{-2} * v^{-0,5} = 2,12 * 10^{-3}$$

$$F1 = 42\ 144\ 169$$

F2...z tabulky (sklon komunikace 1,7 %)

Obousměrná komunikace	
s (%)	F2
1-2	1,03

(Tabulka-zdroj: Stavební fyzika 3; Akustika pozemních staveb; autor: Doc.Ing. Ja Kaňka, Ph.D., Ing. Jiří Nováček, Ph.D.)

$$F2 = 1,03$$

$$F3 = 1 \text{ (} v \leq 50 \text{ km/h, povrch asphalt)}$$

$$Y = 10 \log^*(F1 F2 F3) - 10,1$$

$$Y = 10 \log^*(42\ 144\ 169 * 1,03 * 1) - 10,1$$

$$Y = 66,3 \text{ dB}$$

- Útlum dopravního hluku vzdáleností

Rozlišuje se šíření hluku nad odrazivým terénem (beton,...) a šíření nad pohlcujícím terénem (trávník,..). Posuzovaný objekt obklopuje beton (trávní porost je velmi prořídlý až žádný), následovaný chodníkem až k asfaltové silnici, proto tento povrch bude

odrazivý a útlum vzdáleností  $U$  (dB) bude záviset jen na kolmé vzdálenosti ( $d = 36$  m) posuzovaného místa od komunikace:

$$U_0 = 50,4 - \sqrt{3357,23 - 911,8 * \log(d)}$$

$$U_0 = 6,4 \text{ dB}$$

- Vliv konečného úseku komunikace

Hodnota korekce  $D_u$  (dB) závisí na úhlu ( $\alpha = 147^\circ$ ), pod kterým je sledovaný úsek komunikace viděn z posuzovaného místa.

$$D_u = 10 \log^* (180/\alpha)$$

$$D_u = 0,88 \text{ dB}$$

- Vliv stínění vzrostlou zelení

Tato korekce by se dala započítat v případě, že by zeleň tvořila souvislý pás tloušťky alespoň 10m. Před objektem se nachází pás japonských topolů, ten však rozhodně není širší než 10 m. Tato korekce se tohoto objektu netýká.

- Vliv přílehlé a protilehlé souvislé zástavby

Tato korekce se posuzuje v místě 2 m před fasádou objektu pro přílehlou zástavbu, která zde není. Pro protilehlou zástavbu se počítá vzdálenost od osy komunikace k zástavbě. Hodnoty korekce:

$$dz_2 = 2,7 \text{ dB (Protilehlá zástavba-osa komunikace} \leq 20 \text{ m)}$$

- Vliv stínění souvislou překážkou

Před objektem není souvislá překážka, která by se dala definovat jako akustická zábrana.

$$Y = 66,3 - 6,4 + 0,88 + 2,7 = 63,5 \text{ dB}$$

Z tabulky na posuzování obvodových plášťů (kapitola 5.1) odečtu hodnotu požadované neprůzvučnosti obvodového pláště při daném venkovním hluku:

$$Rw' = 33 \text{ dB}$$

Podle vzorce  $Rw' = Rwp - k_1$  (kde  $k_1 = 4$  dB pro dřevostavby), dostanu hodnotu  $Rwp = 37$  dB

Nejméně účinné bývají u složených konstrukcí výplně otvorů.

Abych mohla určit požadovanou třídu oken v této místnosti, musím určit neprůzvučnost stěny kolem oken. Tato neprůzvučnost byla posouzena dle [5]:

VYCHYTIL, Jaroslav. *Stanovení neprůzvučnosti konstrukcí ve zvláštních případech. Vývoj výpočtové metodiky sloužící k predikci zvukové izolace konstrukcí na bázi dřeva a konstrukcí s násypy*. Disertační práce. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 2012.

Skladba konstrukce:

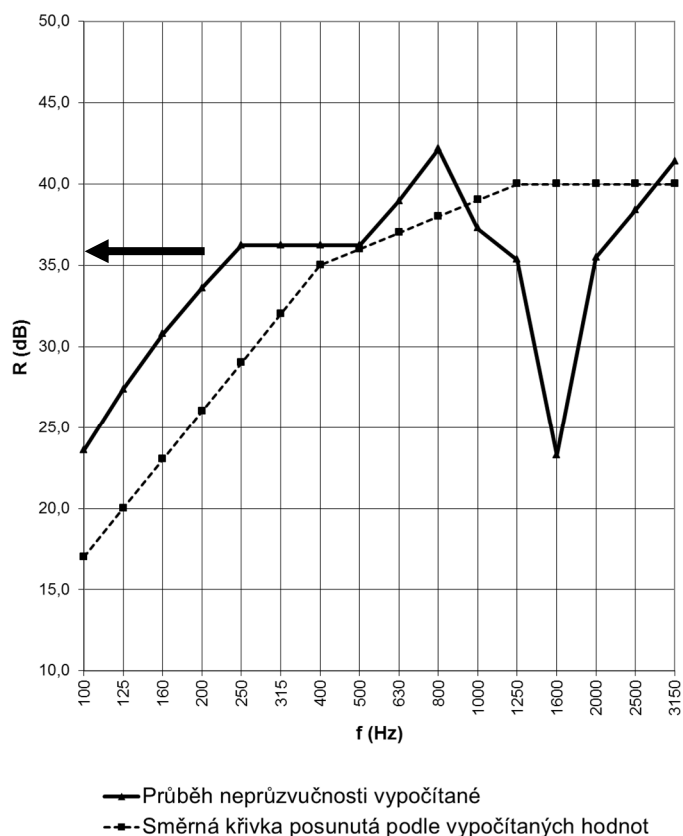
- prkna 25 mm
- vzduchová mezera 150 mm vyplněná porézním pohlcovačem
- prkna 25 mm

Postup a výsledky výpočtu v závislosti na kmitočtu:

f [Hz]	$R_1 = R_2$ [dB] prkna (odvozená m.)	$R_{m,12}$ [dB]	$D_{R,12}$ [dB] *	$R_{m,d}$ [dB]	$\Delta$ „28“ [dB]
100	17,5	23,6	0,0	23,6	---
125	18,5	24,5	2,8	27,4	---
160	18,8	24,8	6,0	30,8	---
200		24,8	8,8	33,6	---
250		24,8	11,4	36,2	---
315		24,8			---
400		24,8			---
500		24,8			---
630	21,5	27,5	11,4	38,9	---
800	24,7	30,7		42,2	---
1000	19,8	25,9		37,3	1,7
1250	17,9	23,9		35,3	4,7
1600	5,8	11,8		23,3	16,7
2000	18,0	24,1		35,5	4,5
2500	21,0	27,0		38,4	1,6
3150	24,0	30,0		41,4	0,0
		25 dB		<b><math>R_w = 36</math> dB</b>	<b><math>\Sigma\Delta = 29,3</math> dB</b>

Pozn. k tab. 1:

\*  $f_r = 61,97$  Hz;  $0,5 f_r = 30,98$  Hz;  $4 f_r = 247,87$  Hz;  $p = 1$ ;  $q = 0,221$ ;  $r = 2,81$



**Obr.90:** Průběh vypočítané laboratorní neprůzvučnosti v závislosti na kmitočtu

Výpočtem vyšla vážená vzduchová neprůzvučnost  $R_{w, yyp} = 36$  dB. Neuplatňuje se zde žádná korekce, takže  $R_w = R_{w, yyp} = R_{wr} = 36$  dB.

Pro výpočet je nezbytné znát ještě plochu oken a plochu stěny při pohledu z vnitřní strany místnosti. Plocha oken, značená  $S_o = 4,1\text{m}^2$  a plochu stěny i s okny  $S = 15\text{m}^2$ .

Požadovanou váženou neprůzvučnost oken  $R_{wop}$ , stanovím ze vztahu:

$$R_{wop} = R_{wp} - 10\log*[q-(q-1)*10^{\frac{R_{wp}-R_w}{10}}]$$

$$q = \frac{S}{S_o} = 3,7$$

$$R_{wop} = 37 - 10\log*[3,7 - (3,7 - 1) * 10^{\frac{36 - 37}{10}}]$$

$$R_{wop} = 35,1 \text{ dB}$$

V denní době by okna spadala do zvukové třídy 3.

### Noční doba:

Hodnota faktoru F1 se stanoví dle předpisu:

$$F1 = n_{OA} * F_{OA} * 10^{0,1L_{OA}} + n_{NA} * F_{NA} * 10^{0,1L_{NA}}$$

$$n_{OA} = 514 \text{ os. aut/hod.}$$

$$n_{NA} = 30 \text{ nák.aut/hod.}$$

$$L_{OA} = 74,1 \text{ dB (pro osobní auta)}$$

$$L_{NA} = 80,2 \text{ dB (pro nákladní auta)}$$

$$F_{OA} = 3,59 * 10^{-5} * v^{0,8} = 8,86 * 10^{-4}$$

$$F_{NA} = 1,5 * 10^{-2} * v^{-0,5} = 2,02 * 10^{-3}$$

$$F1 = 18\,051\,284$$

$$F2 = 1,03$$

$$F3 = 1 \text{ (} v \leq 50 \text{ km/h, povrch asfalt)}$$

$$Y = 10 \log^*(F1 F2 F3) - 10,1$$

$$Y = 10 \log^*(18\,051\,284 * 1,03 * 1) - 10,1$$

$$Y = 62,6 \text{ dB}$$

Ostatní korekce jsou stejné jako u denního výpočtu:

- Útlum dopravního hluku vzdáleností

$$U_o = 6,4 \text{ dB}$$

- Vliv konečného úseku komunikace

$$D_u = 0,88 \text{ dB}$$

- Vliv stínění vzrostlou zelení  
-
- Vliv přílehlé a protilehlé souvislé zástavby

$$d_{z2} = 2,7 \text{ dB (Protilehlá zástavba -> osa komunikace} \leq 20 \text{ m)}$$

- Vliv stínění souvislou překážkou  
-

$$Y = 62,6 - 6,4 + 0,88 + 2,7 = 59,7 \text{ dB}$$



Z tabulky na posuzování obvodových plášťů (kapitola 5.1) odečtu hodnotu požadované neprůzvučnosti obvodového pláště při daném venkovním hluku:

$$Rw' = 38 \text{ dB}$$

Podle vzorce  $Rw' = Rwp - k1$  (kde  $k1 = 4 \text{ dB}$  pro dřevostavby), dostanu hodnotu  $Rwp = 42 \text{ dB}$

Požadovanou váženou neprůzvučnost oken  $R_{wop}$ , stanovím ze vztahu:

$$R_{wop} = R_{wp} - 10 \log * [q - (q-1) * 10^{\frac{R_{wp} - R_{wr}}{10}}]$$

$$q = \frac{S}{S_0} = 3,7$$

$$R_{wop} = 42 - 10 \log * [3,7 - (3,7-1) * 10^{\frac{36-42}{10}}]$$

$$R_{wop} = 37,2 \text{ dB}$$

V noční době by okna spadala do zvukové třídy 3.

Aby tato místnost splnila požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů, musela by její okna spadat zvukové izolace třídy 3. Vzhledem k tomu, že není znám přesný typ okna, nemůžu posoudit, zda okna vyhovují. Pokud by měly nižší třídu, tedy menší zvukovou izolaci, musela by se zvýšit ochrana místnosti před vnějším hlukem. Z hlediska přenosu zvuku u okenních otvorů nejvíce rozhoduje:

- a) počet a tloušťka skel
- b) šířka vzduchové mezery mezi skly
- c) konstrukce okenního křídla a rámu
- d) těsnění mezi křídlem a rámem a těsnění mezi rámem a zdívkou

Většina těchto parametrů by se zlepšila jen výměnou oken. Pokud by se však majitel rozhodl pro rekonstrukci řešenou v této práci, dala by se ještě přepočítat zvuková neprůzvučnost stěny (střechy) po navrhované úpravě. Zvuková izolace stěny by se zřejmě zlepšila a tím by klesl požadavek na zvukovou izolaci oken. Přesto by se splnění požadavků muselo dokázat měřením.

## 6 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout nové bytové jednotky v nevyužívaném podkroví objektu, který je součástí rodinné firmy. Po zhodnocení současného stavu podkroví jsem se rozhodla pro návrh nového krovu, který nezmění ráz budovy. V novém prostoru se mi podařilo rozmístit tři bytové jednotky, které odpovídají legislativním požadavkům. Tento cíl byl tedy splněn.

Dalším úkolem bylo vymyslet kompaktnější řešení bytové jednotky nad kanceláři, která je občas využívána majitelem objektu. Po dispoziční úpravě, bylo potřeba tuto jednotku a kanceláře v prvních dvou patrech posoudit z hlediska stavební světelné techniky, stavební akustiky a stavební tepelné techniky.

Dle očekávání byl téměř ve všech kancelářích problém s denním osvětlením (okna jsou sice nová, okenní otvory však zůstaly od stavby objektu původní). Navrhla jsem proto úpravy kanceláří, ať už ve formě úpravy dispozice, ale většinou spíše formou zvětšení okenního otvoru. V budově s nově navrhovanými byty nebyl problém s požadavky na proslunění, ale díky požadavkům na denní osvětlení obytných místností musely být dispozice a okenní otvory upraveny. Byt na kanceláři, u kterého jsem se kvůli minimálnímu rozměru oken obávala nesplnění požadavků, nakonec splnil požadavky na proslunění i denní světlo.

Akustika mezi místnostmi v tomto objektu nebyla problémem. Snad jen dřevěné stropy v budově s kanceláři by pro úplnost bylo dobré změřit přístrojem ke zjištění akustického hluku. V nových bytech byly konstrukce upraveny tak, aby vyhovovaly požadavkům.

Doporučené požadavky stavební tepelné techniky by budovy nesplnily, a to ani v případě budovy A, která je po rekonstrukci, obnášející i zateplení obvodových stěn. Nová střecha není zateplená vůbec. Byly proto navrženy úpravy, které by vyhověly doporučeným požadavkům normy. Nové byty byly navrženy tak, aby splnily požadavky tepelné ochrany budov a největší tepelný most, tedy napojení na obvodovou stěnu skladu, byl řešen v detailu.

## Seznam použitých zdrojů a programů

### Použité zdroje:

- [1] Stavební světelná technika – cvičení; autor- Ing. Bc. Jaroslav Vychytil Ph.D.
- [2] Stavební fyzika 3 – Akustika pozemních staveb; autor- Doc. Ing. Jan Kaňka Ph.D.  
Ing. Jiří Nováček Ph.D.
- [3] Dřevěné konstrukce – cvičení; autor – Doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.  
Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.  
Ing. Karel Mikeš, Ph.D.
- [4] Disertační práce-Stanovení neprůzvučnosti konstrukcí ve zvláštních případech; Příloha 1-Výpočet neprůzvučnosti dalších konkrétních stropních konstrukcí; autor-Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.)
- [5] VYCHYTIL, Jaroslav. *Stanovení neprůzvučnosti konstrukcí ve zvláštních případech. Vývoj výpočtové metodiky sloužící k predikci zvukové izolace konstrukcí na bázi dřeva a konstrukcí s násypy*. Disertační práce. Praha : ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 2012.
- [6] [www.nahlizenidokn.cuzk.cz](http://www.nahlizenidokn.cuzk.cz)
- [7] [www.google.cz/maps](http://www.google.cz/maps)
- [8] [www.fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/8.html](http://www.fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/8.html)
- [9] [www.eregpublicsecure.ksrzis.cz](http://www.eregpublicsecure.ksrzis.cz)
- Stavební archiv Teplice (fotografie)
- Klempířská firma Riklepo (fotografie)
- Katalog firmy Fermacell-3 montované stěny
- Katalog firmy Akutherm
- Katalog firmy Ytong, nosné stěny, překlady
- Norma ČSN 73 0532 Akustika- Ochrana proti hluku v budovách a posuzovaných akustických vlastností stavebních výrobků-Požadavky
- Norma ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov- Část 2: Požadavky
- Norma ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov- Část 1: Základní požadavky
- Norma ČSN 73 0580-2 Denní osvětlení budov- Část 2 : Denní osvětlení obytných budov
- Norma ČSN 73 4301 Obytné budovy
- Norma ČSN 73 0302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav-zjednodušený výpočtový postup

**Použité programy:**

AutoCad 2018

Světlo+

SCIA Engineer 17,01

Teplo 2017 EDU

NEPrůzvučnost 2010

Microsoft excel 2016

Microsoft Word 2016