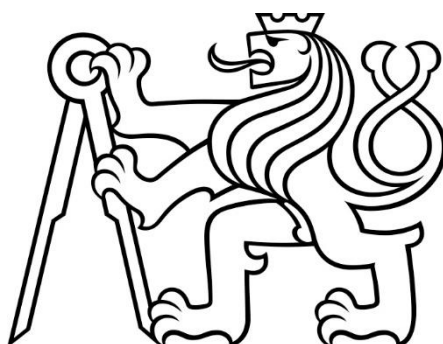


**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA  
STAVEBNÍ**

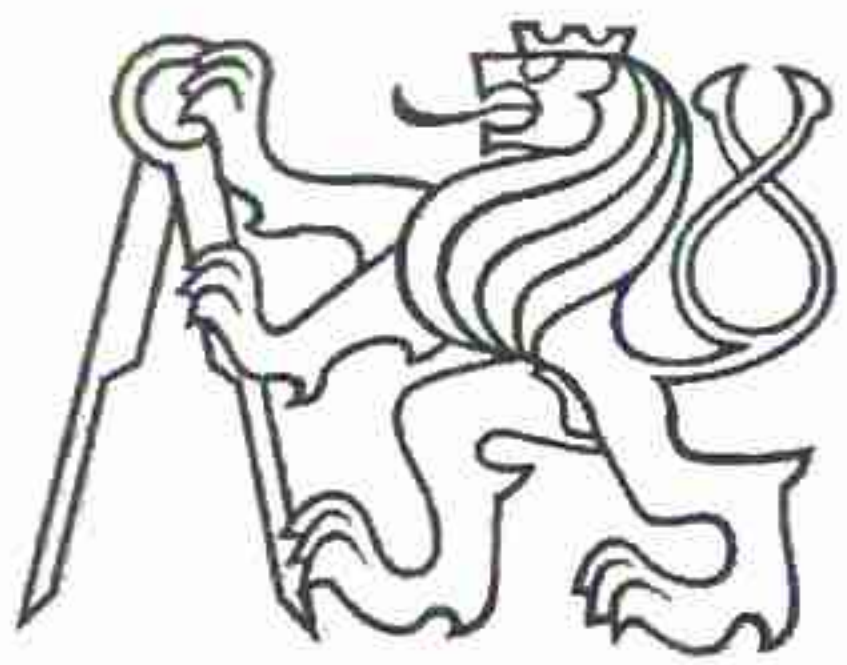


**DIPLOMOVÁ  
PRÁCE**

**2019**

**BC. ŠTĚPÁN  
HRUBOŠ**







## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

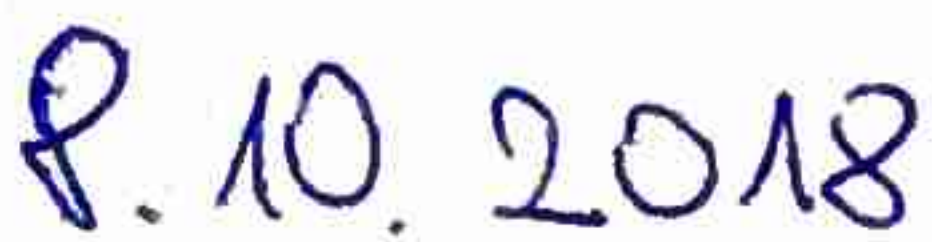

Příjmení: Hruboš	Jméno: Štěpán	Osobní číslo: 423010
Zadávací katedra: Konstrukce pozemních staveb		
Studijní program: Budovy a prostředí		
Studijní obor: Budovy a prostředí		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Modernizace budovy B fakulty stavební	
Název diplomové práce anglicky: Modernization of building B of the faculty of civil engineering	
Pokyny pro vypracování: Výpočet měrné potřeby tepla na vytápění stávajícího a navrhovaného stavu. Výběr vhodné varianty lehkého obvodového pláště a posouzení stávajícího střešního pláště. Integrace fotovoltaického systému a stínící techniky. Schéma vzduchotechnického systému. Úprava dispozice.	
Seznam doporučené literatury:	
Jméno vedoucího diplomové práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	
Datum zadání diplomové práce: 8.10.2018	Termín odevzdání diplomové práce: 6.1.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku	
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je 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“.*

 Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
--	--



# SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Štěpán Hruboš

Název diplomové práce: Modernizace budovy B fakulty stavební

Základní část: Konstrukce pozemních staveb ..... podíl: 80 %

Formulace úkolů: Výpočet měrné potřeby tepla na vytápění stávajícího a navrhovaného stavu.  
Výběr vhodné varianty lehkého obvodového pláště a posouzení stávajícího střešního pláště.  
Integrace fotovoltaického systému a stínící techniky.  
Schéma vzduchotechnického systému.  
Úprava dispozice.

Podpis vedoucího DP: ..... Datum: 16.10.2018

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

2. Část: Technická zařízení budov ..... podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

Formulace úkolů: Vypracujte koncept systému nuceného větrání.

Podpis konzultanta: ..... Datum: 30.10.2018

3. Část: ..... podíl: ..... %

Konzultant (jméno, katedra): .....

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: ..... Datum: .....

4. Část: ..... podíl: ..... %

Konzultant (jméno, katedra): .....

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: ..... Datum: .....

## Poznámka:

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



Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a pouze za odborného vedení vedoucího prof. Ing. Jana Tywoniaka, CSc.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

.....

podpis



## Poděkování

Chtěl bych poděkovat prof. Ing. Janu Tywoniakovi, CSc. za cenné rady, vedení diplomové práce a vstřícnost při konzultacích. Dále bych rád poděkoval konzultantovi Ing. Danielu Adamovskému, Ph.D. za konstruktivní připomínky a ochotu při konzultacích. Děkuji i své rodině za podporu při psaní diplomové práce.



Modernizace budovy B fakulty stavební

Modernization of Building B of the  
Faculty of Civil Engineering



## Anotace:

Cílem diplomové práce bylo navrhnout opláštění, snížení tepelných ztrát, zavedení vzduchotechnického systému, integrovat obnovitelný zdroj energie a zeleň na fasádu devítipodlažní budovy B fakulty stavební ČVUT. Dále navrhnout opatření proti přehřívání interiéru.

Na základě daných kritérií byla zvolena optimální varianta lehkého obvodového pláště a vzduchotechnického systému. Lehký obvodový plášť byl tepelně technicky posouzen a vzduchotechnický systém navrhnout podle objemů vzduchu. Vybrané varianty byly zpracovány formou výkresů.

*Klíčová slova: Lehký obvodový plášť, Vzduchotechnický systém, Obnovitelný zdroj energie, Energetická bilance budovy, Zelená fasáda*

## Abstract:

The aim of my diploma thesis was to design the building envelope, decrease thermal losses, introduce an air-conditioning system, integrate a renewable source of energy and a vertical garden of a nine-floor building, Building B, of the Faculty of Civil Engineering CTU. In addition, to propose measures against the interior overheating.

Based on specified criteria, the optimum option of a lightweight casing and an air-conditioning system was chosen. The lightweight casing was thermally assessed, the air-conditioning system designed due to air amounts. The chosen solutions were processed in the form of a technical drawing.

*Keywords: Lightweight casing, Air-conditioning system, Renewable source of energy, Energy balance of the building, Vertical garden*



## Obsah

	Seznam použitých symbolů	2
1	Úvod .....	3
2	Inspirace pro modernizaci budovy B.....	4
2.1	Shrnutí .....	6
3	Stávající stav .....	6
3.1	Stávající skladby obálky budovy .....	9
4	Lehký obvodový plášť.....	10
4.1	Konstrukční řešení lehkého obvodového pláště.....	10
4.2	Osazení konstrukce LOP.....	11
4.3	Materiálové řešení lehkého obvodového pláště .....	12
5	Modernizace fakulty .....	13
5.1	Tepelně technické posouzení střešního pláště.....	13
5.2	Revitalizace střechy.....	13
5.3	Obvodový plášť budovy.....	13
5.3.1	Lehký obvodový plášť.....	14
5.3.2	Integrace a využití fotovoltaického systému .....	15
5.3.3	Stínící prvky.....	16
5.3.4	Použití zeleně na fasádě.....	16
5.4	Vzduchotechnický systém budovy .....	17
5.5	Energetická bilance budovy.....	19
5.5.1	Stávající stav .....	19
5.5.2	Navržený stav.....	24
6	Závěr.....	29
	Seznam zdrojů	30
	Seznam výkresů	32
	Seznam obrázků	33
	Seznam tabulek	34
	Seznam grafů	35



## Seznam použitých symbolů

$U$	[W m <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ]	součinitel prostupu tepla
$A$	[m <sup>2</sup> ]	plocha
$f_w$	[-]	poměrná plocha průsvitné výplně otvoru
$A_w$	[m <sup>2</sup> ]	plocha zasklení [Tab. 1]
$g$	[-]	energetická propustnost
$A_w$	[m <sup>2</sup> ]	plocha oken [Tab. 4, 14]
$A_{gl}$	[m <sup>2</sup> ]	plocha zasklení [Tab. 4, 14]
$F_w$	[-]	korekční činitel pro zvýšené ztráty odrazem
$F_F$	[-]	poměr plochy zasklení
$F_C$	[-]	korekční činitel clonění
$F_S$	[-]	korekční činitel stínění
$H_T$	[W K <sup>-1</sup> ]	měrný tepelný tok konstrukcemi
$\theta_{i,set}$	[°C]	vnitřní návrhová teplota
$\rho_a \times c_a$	[Wh m <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup> ]	objemová tepelná kapacita vzduchu
$n_{os}$	[-]	počet osob
$occup$	[-]	obsazenost budovy
$V_a$	[m <sup>3</sup> ]	objem vzduchu ve vytápěné zóně
$n_{50}$	[h <sup>-1</sup> ]	násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa
$e$	[-]	součinitel větrné expozice
$\eta_{ZZT}$	[-]	účinnost zpětného získávání tepla
$H_V$	[W K <sup>-1</sup> ]	měrný tepelný tok větráním
$\dot{V}_a$	[m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	průměrný objemový tok větracího vzduchu
$\dot{V}_{a,d}$	[m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	průměrný návrhový objemový tok větracího vzduchu
$\dot{V}_x$	[m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	přídavný tok vzduchu netěsnostmi obálky budovy
$A_f$	[m <sup>2</sup> ]	užitná podlahová plocha
$q_{int} = q_{os}$	[W]	vnitřní tepelné zisky
$t$	[h]	délka kroku výpočtu
$Q_{int}$	[kWh]	průměrný výkon vnitřních zisků
$A_{s,nj}$	[m <sup>2</sup> ]	účinná solární sběrná plocha
$Q_{sol}$	[kWh]	solární tepelné zisky
$H_j$	[kWh m <sup>-2</sup> ]	měsíční dávka ozáření na j-tou orientaci
$\theta_e$	[°C]	venkovní teplota
$Q_T$	[kWh]	tepelné ztráty prostupem
$Q_V$	[kWh]	tepelné ztráty větráním
$\gamma$	[-]	poměr tepelných zisků a ztrát
$a$	[-]	číselný parametr
$\eta$	[-]	faktor využitelnosti tepelných zisků pro vytápění
$C_m$	[J K <sup>-1</sup> ]	tepelná kapacita
$\tau$	[h]	časová konstanta
$Q_{nd}$	[kWh]	potřeba tepla na vytápění



# 1 Úvod

Pro svoji diplomovou práci jsem si zvolil modernizaci budovy B fakulty stavební ČVUT.

Fakulta stavební ČVUT byla postavena v 70. letech 20. století a zakončuje s fakultou architektury kampus od Vítězného náměstí. Skládá se z pěti vzájemně propojených budov A, B, C, D a H. [2] Budově B fakulty stavební byla v roce 2002 rekonstruována střecha a v roce 2006 jihozápadní fasáda. Od této doby nebylo do budovy žádným způsobem zasahováno. Budova nevyhovuje dnešním požadavkům na tepelně technické vlastnosti.

Problémem budovy B jsou vysoké náklady na vytápění vzhledem k velkým tepelným ztrátám vlivem stávajícího lehkého obvodového pláště, který má součinitel prostupu tepla  $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , což je velmi vysoká hodnota a vlivem jeho špatné vzduchotěsnosti díky mezerám mezi okenními výplněmi a rámy oken. [4]

Hlavním tématem diplomové práce je navržení modernizace budovy B s hlavním vstupem přes budovu C.

Primárním úkolem je snížení tepelných ztrát novým opláštěním budovy, zajištění opatření proti přehřívání a zavedení vzduchotechnického systému do budovy.

Sekundárním úkolem je integrace fotovoltaických panelů a zeleně do obvodového pláště, fotovoltaický systém jako obnovitelný zdroj energie a zelená fasáda jako pasivní chlazení a estetická záležitost.

Modernizace budovy B je navržena s ohledem na dnešní trendy moderního stavitelství s využitím současných materiálů s ohledem na statiku, tepelnou techniku, estetický vzhled a trvale udržitelný rozvoj, což je rozvoj, který naplňuje potřeby dnešní generace a neohrožuje generace budoucí.



## 2 Inspirace pro modernizaci budovy B

Inspirací pro modernizaci budovy B byla rekonstrukce budovy A fakulty stavební, kde byl v roce 2013 vyměněn celý obvodový plášť. Byly použity modulové panely s rošty z hliníkové konstrukce. Do parapetních panelů byly integrovány venkovní žaluzie a okna s různými vlastnostmi dle světových stran, na které jsou orientována. Nový plášť tak radikálně změnil bilanci tepelných ztrát a zisků celé budovy.



Obr. 1 Výměna lehkého obvodového pláště na budově A fakulty stavební [3]

Další inspirací je rekonstrukce objektu Českého vysokého učení technického – Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky. Jednalo se o jednu z největších zakázek v oboru lehkých obvodových plášťů, která byla realizována v letech 2015 a 2016.

Na budově byla použita sloupko-příčková fasáda a na východní straně vytvořena dvojitá konstrukce fasády. Sloupko-příčková fasáda + předsazená konstrukce LOP s bodovými úchyty skel (terčová fasáda). [5]



Obr. 2 Lehký obvodový plášť na budově ČVUT CIIRC po rekonstrukci [17]



Ústav makromolekulární chemie AV ČR je první stavbou, na které byl použit lehký obvodový plášť ze sendvičových panelů známý pod pojmem „závěsová fasáda“ nebo „boletické panely“.

Při rekonstrukci fasádního pláště byl požadavek na využití stejné materiálové základny – kovu a skla. Byl použit rastrový systém lehkého obvodového pláště z hliníkových profilů s přerušným tepelným mostem. Po dokončení výměny fasádního a střešního pláště byla změřena energetická úspora 45 %. [6]



Obr. 3 Budova ÚMCH s novým lehkým obvodovým pláštěm [7]

Inspirací byl také návrh rekonstrukce Centra odborné přípravy technickohospodářské (COPHT), kterou vznikne první budova s téměř nulovou spotřebou energie.

Bude provedena přestavba budovy se zachováním nosné konstrukce, s využitím zelené střechy a fasády, obnovitelných zdrojů energie, vzduchotechnického systému se zpětným získáváním tepla a lehkého obvodového pláště na bázi dřeva s velmi nízkým dopadem na životní prostředí. [8]



Obr. 4 Stávající budova COPHT [8]



Obr. 5 Návrh budovy COPHT [8]



## 2.1 Shrnutí

Všechny popisované budovy škol jsou opláštěny lehkým obvodovým pláštěm, veškeré jmenované budovy po rekonstrukci dosáhly tepelných úspor, jejich vzhled je moderní a estetický. U budovy Centra odborné přípravy technickohospodářské byla použita zeleň, která byla cílem využití i v diplomové práci. Dále bylo inspirací použití obnovitelného zdroje energie (fotovoltaické panely). Při volbě lehkého obvodového pláště u budovy B fakulty stavební ČVUT byla inspirací rekonstrukce budovy A, která byla modernizována bez přerušení chodu fakulty, panelová konstrukce lehkého obvodového pláště byla osazena na budovu v krátkém časovém úseku.

## 3 Stávající stav

Budova B fakulty stavební ČVUT má jedno podzemní a devět nadzemních podlaží. Výška budovy je 38 m, šířka 20,2 m a délka 128 m. [16] Je rozdělena na tři dilatační celky a v každém z nich se nachází schodiště a výtahy. V celé budově je 8 výtahů.

Ve středním traktu budovy jsou sklady, zázemí kateder a komunikační prostory. V jihovýchodním traktu budovy se nacházejí kanceláře, v severozápadním učebny.

Osoby v objektu byly spočítány na základě účelu místností a jejich ploch. Počet osob v objektu je tedy hrubým odhadem, a to 2275 osob.

Budova je zastřešena plochou střechou, která byla v roce 2002 zrekonstruována. Nachází se na ní astronomická observatoř a 4 buňky s pevným betonovým základem pro ukotvení přístrojů pro katedru geodézie. V současné době se na jihozápadní fasádě a na střeše nachází soustava fotovoltaických panelů. Elektrická energie z nich vyrobená je spotřebovávána v objektu.



*Obr. 6 Jihozápadní fasáda budovy B fakulty stavební [17]*





*Obr. 7 Severozápadní fasáda budovy B fakulty stavební [17]*



*Obr. 8 Severovýchodní fasáda budovy B fakulty stavební [17]*



*Obr. 9 Jihozápadní fasáda budovy B fakulty stavební [17]*





*Obr. 10 Prasklé smaltované sklo v parapetním panelu na JV fasádě [17]*



*Obr. 11 Chátrající stav fasády [17]*



*Obr. 12 Mezera mezi okenní výplní a rámem okna na SV fasádě [17]*



### 3.1 Stávající skladby obálky budovy

- SKLADBA STŘECHY [15]
  - Stropní železobetonový panel tl. 200 mm
  - Asfaltová hydroizolace
  - Spádové desky z pěnového polystyrenu tl. min. 40 mm
  - Asfaltová hydroizolace
  - Extrudovaný polystyren tl. 80 mm
  - Separční textílie
  - Terče pro dlažbu tl. 15 mm
  - Betonová dlažba tl. 50 mm
  
- BOČNÍ ŠTÍTOVÁ STĚNA (severovýchod) [15]
  - Instalační šachta
  - Pěnový polystyren tl. 50 mm
  - Lepidlo
  - Železobetonová stěna
  - Lepidlo
  - Fasádní polystyren tl. 50 mm
  - Armovací vrstva
  - Tenkovrstvá omítka
  
- BOČNÍ ŠTÍTOVÁ STĚNA (jihozápad) [15]
  - Instalační šachta
  - Pěnový polystyren tl. 50 mm
  - Lepidlo
  - Železobetonová stěna
  - Lepidlo
  - Fasádní polystyren tl. 50 mm
  - Lepidlo
  - Minerální vata tl. 80 mm
  - Armovací vrstva
  - Tenkovrstvá omítka
  
- PODLAHA NA ZEMINĚ (předpoklad)
  - Nášlapná vrstva
  - Betonová mazanina tl. 100 mm
  - Asfaltová hydroizolace
  - Železobetonová deska 100 mm
  
- LEHKÝ OBVODOVÝ PLÁŠŤ
  - Boletické panely

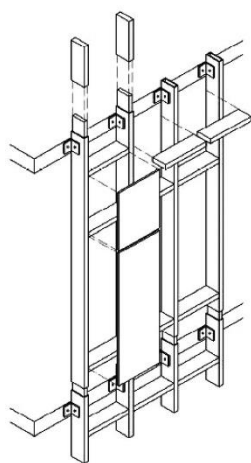


## 4 Lehký obvodový plášť

Lehký obvodový plášť (dále LOP) je fasáda, která je zavěšena nebo vestavěna mezi stropní konstrukce, ale nepřenáší žádné zatížení objektu. Je to samonosná konstrukce odolávající klimatickým změnám, konstrukce složená ze svislých a vodorovných prvků, zasklení, popřípadě neprůsvitných panelů. Lehký obvodový plášť je vyráběn v několika variantách, a to konstrukčních, materiálových a tvarových.

### 4.1 Konstrukční řešení lehkého obvodového pláště

- Roštová (rastrová) konstrukce
  - Rámová konstrukce sestavená na místě ze sloupků a příčlů nesoucí prefabrikované výplňové panely (okenní panel, parapetní panel)

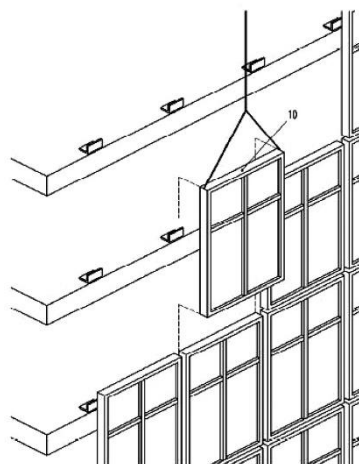


Obr. 13 Roštová (rastrová) konstrukce [9]



Obr. 14 Roštová konstrukce na budově ÚMCH [7]

- Panelová (modulová) konstrukce
  - Předem sestavené panely na výšku jednoho nebo více podlaží včetně neprůsvitných panelů na stavbě vzájemně spojených



Obr. 16 Panelová (modulová) konstrukce [9]



Obr. 15 Modulová fasáda na budově A fakulty stavební [17]



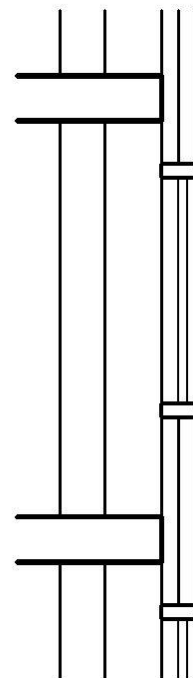
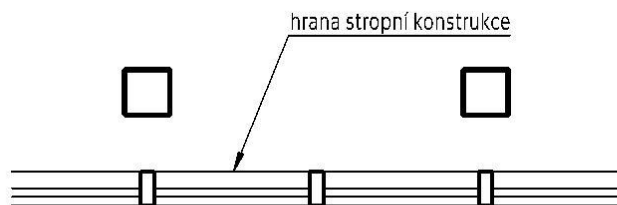
- Konstrukce LOP s bodovými úchyty skel
  - Sloupkový systém s bodovými úchyty skel s použitím výhradně bezpečnostních skel
- Dvojitá konstrukce fasády
  - Předchozí konstrukční typy + předsazená konstrukce LOP s provětrávanou vzduchovou mezerou



Obr. 17 Dvojitá konstrukce fasády na budově ČVUT CIIRC - rastrová konstrukce a LOP s bodovými úchyty skel [17]

#### 4.2 Osazení konstrukce LOP

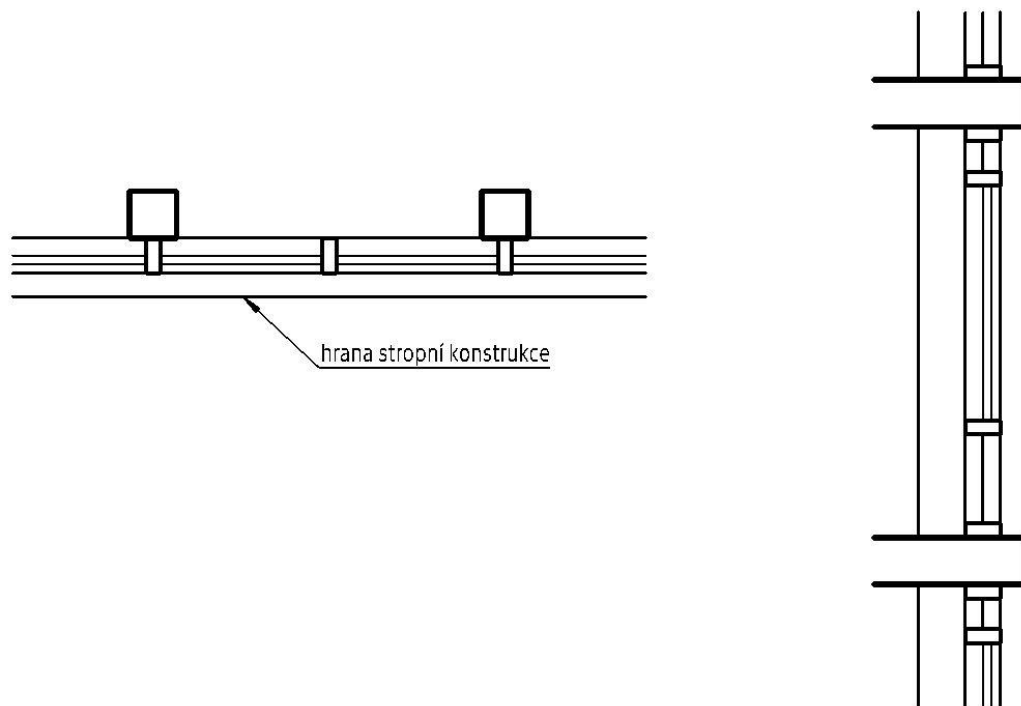
- Předsazená konstrukce
  - Konstrukce zavěšená na stropní konstrukci



Obr. 18 Půdorys a svislý řez předsazené konstrukce



- Vestavěná konstrukce
  - Konstrukce vložená mezi stropní konstrukce



Obr. 19 Půdorys a svislý řez vestavěné konstrukce

### 4.3 Materiálové řešení lehkého obvodového pláště

Rastr lehkého obvodového pláště, tzn. sloupky a příčle, mohou být z kovových či nekovových materiálů. Z kovových materiálů je používán hliník (např. firma Schüco). Výhodou hliníku je lehkost, která umožňuje tvůrcům staveb realizovat odvážnější konstrukce budov a objektů, téměř 100 % recyklovatelnost a korozivzdornost. Dalším materiálem je ocel (např. firma Jansen). Výhodou oceli je vyšší únosnost a dlouhá životnost. Používá se primárně na konstrukce s velkým rozpětím (např. střešní světlíky). Nevýhodou je, že musí mít povrchovou úpravu proti korozi. Jako nekovový lehký obvodový plášť je tzv. EnviLOP vytvořený s dřevěných prvků, navržený v univerzitním centru efektivních budov ČVUT v Praze. [3] Oproti hliníku a oceli je výhodou EnviLOPu nízký dopad na životní prostředí.

Díky přísným požadavkům na požární bezpečnost v České republice EnviLOP nelze použít na budovy, které mají požární výšku větší než 12 m. U takových budov je povinnost vytvoření požárních pásů z nehořlavých materiálů (typu A1, A2) oddělujících požární úseky. Použitím lehkého obvodového pláště na bázi dřeva tohoto nelze dosáhnout.

V některých zemích, například v Německu nebo Rakousku, toto řešení lze použít.



## 5 Modernizace fakulty

### 5.1 Tepelně technické posouzení střešního pláště

Stávající skladba střešního pláště, po dohledání dokumentace v archivu fakulty stavební, má součinitel prostupu tepla  $U = 0,319 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . [15]

Skladba sice nevyhovuje dnešním požadovaným hodnotám  $U_{N,20} = 0,24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , ale vzhledem ke své malé ploše, tudíž malým tepelným ztrátám, nebyla navržena nová skladba střechy, která by tyto hodnoty splňovala.

### 5.2 Revitalizace střechy

Pro nový vzduchotechnický systém v budově byly navrženy 3 nové místnosti na střeše – strojovny vzduchotechniky, ve kterých jsou umístěny vzduchotechnické jednotky a potrubí pro přívod a odvod vzduchu. (viz výkresy 34 – 36)

Stěny strojoven jsou navrženy z keramického zdiva o tloušťce 115 mm. V místě nových strojoven je odstraněna stávající skladba střechy a je nahrazena skladbou novou. Nová skladba podlahy strojovny se skládá z betonového potěru tloušťky 100 mm, tepelné izolace EPS tloušťky 160 mm a stávající stropní železobetonové konstrukce.

Součinitel prostupu tepla podlahy  $U = 0,23 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

V rámci rekonstrukce budovy fakulty stavební bylo navrženo odstranění 4 buněk, které sloužily katedře geodézie a v současné době nejsou využívány. Odstraněním těchto buněk vznikne prostor pro další využití, například pobytová terasa pro studenty a zasměstnance školy. Další variantou by mohla být terasa s občerstvením a krytým posezením.

### 5.3 Obvodový plášť budovy

Nový lehký obvodový plášť je použit dvěma způsoby. Na štítových stěnách a na severozápadní, severovýchodní a jihozápadní fasádě je LOP v jedné rovině, kde v parapetním panelu je smaltované sklo. Na severovýchodní štítové stěně je navrženo zateplení minerální vatou o tloušťce 80 mm. Součinitel prostupu tepla  $U$  se zlepšil z  $0,37 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  na  $0,21 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , což splňuje dnešní doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{\text{rec}} = 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . Na jihozápadní stěně bylo v roce 2006 provedeno dodatečné zateplení s instalací soustavy fotovoltaických panelů. Součinitel prostupu tepla této fasády je  $U = 0,23 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , což také splňuje doporučené hodnoty  $U_{\text{rec}} = 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Jihovýchodní fasáda je řešena lehkým obvodovým pláštěm s předsazeným parapetním panelem, kde ve vzniklé vzduchové mezeře vznikl prostor pro využití venkovních žaluzií. V parapetním panelu jsou integrovány fotovoltaické panely, panely se zelení nebo smaltované sklo. Rozmístění těchto panelů bylo zpracováno ve dvou variantách. (viz výkresy 13, 14) V první variantě jsou panely se zelení umístěny po celé výšce budovy a fotovoltaika v horní polovině budovy. Tato varianta



by byla velmi drahá na údržbu zeleně. Ve druhé variantě jsou panely se zelení umístěny v prvních 4 patrech, proto je varianta méně finančně náročná.

### 5.3.1 Lehký obvodový plášť

Tento typ obvodového pláště byl vybrán pro zachování stávající struktury fasády. Voleno bylo ze dvou variant konstrukčního řešení. V první variantě byla použita roštová (rastrová) konstrukce (viz výkres 01) a ve druhé panelová (modulová) konstrukce. (viz výkres 02)

Jako vhodnější varianta byla zvolena panelová konstrukce, a to z hlediska rychlosti a kvality zpracování celé fasády. Pro menší zatížení stropních konstrukcí byla rozhodnuta varianta hliníkové konstrukce, s níž pracuje firma Schüco. Od této firmy byly využity detaily modulového lehkého obvodového pláště Schüco USC 65 a dále upraveny rozšířením tepelné izolace a vložením nosného roštu do parapetního panelu. [10] Tímto bylo dosaženo předsazené konstrukce.

Skladebný rozměr jednoho panelu je 3,0 m na šířku a 3,6 m na výšku. Je složen z parapetního plného panelu a zasklení. V jedné půlce je otvírací okno, ve druhé je pevné zasklení.

V místě ukončení izolačních skel distančním rámečkem, tmelem a osazením skel do profilu vzniká tepelná vazba, v níž dochází k vícerozměrnému sdílení tepla vlivem propojení konstrukcí. U modulových fasád vzniká tato vazba ještě v oblasti dilatačních (napojovacích) spár mezi jednotlivými panely. Vlastní odhad tepelné vazby činil 25 % ze součinitele prostupu tepla panelu. Pro přesnější výpočet vlivu tepelných vazeb se používají výpočetní nástroje na vícerozměrnou tepelnou analýzu.

Součinitel prostupu tepla rámem  $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Součinitel prostupu tepla zasklení  $U_w = 0,62 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Součinitel prostupu tepla parapetním panelem  $U_p = 0,13 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Tab. 1 Výpočet součinitele prostupu tepla

	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]	SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA U [W/m <sup>2</sup> *K]
ZASKLENÍ [A <sub>w</sub> ]	4,59	0,62
PARAPETNÍ PANEL	4,41	0,13
RÁM	1,8	1,4
PANEL LOP [A]	10,8	0,55
TEPELNÉ VAZBY		25 %
SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA FASÁDY	=	0,69

$$U_{panel} = \frac{4,59 * 0,62 + 4,41 * 0,13 + 1,8 * 1,4}{10,8} = 0,55 \text{ W/m}^2 * K$$

$$U_{fasáda} = U_{panel} + U_{panel} * 25\% = 0,55 + 0,55 * 0,25 = 0,69 \text{ W/m}^2 * K$$

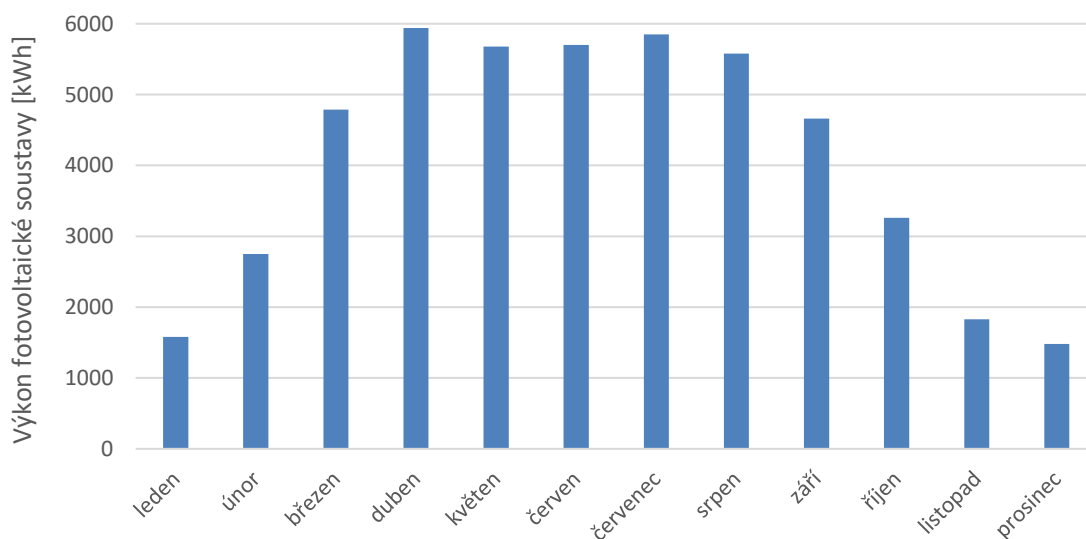
Tab. 2 Požadovaný součinitel prostupu tepla  $U_N$  podle ČSN 730540-2 [14]

$f_w = A_w/A$	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
$f_w = 0,43$	0,90	0,63	0,51

Součinitel prostupu tepla fasády  $U_{fasáda} = 0,69 \text{ W/m}^2 * K$  splňuje požadované hodnoty  $U_{N,20} = 0,90 \text{ W/m}^2 * K$  a blíží se k doporučené hodnotě  $U_{rec,20} = 0,63 \text{ W/m}^2 * K$ .

### 5.3.2 Integrace a využití fotovoltaického systému

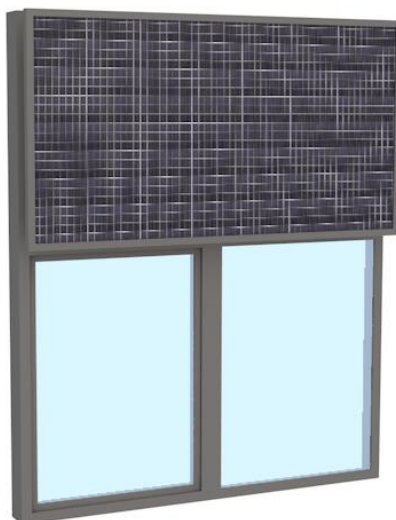
Fotovoltaické panely jsou integrovány do parapetního panelu LOPu. Jsou umístěny na jihovýchodní fasádě a mají plochu 497 m<sup>2</sup>. Je počítáno s instalovaným výkonem 0,17 kWp na 1 m<sup>2</sup>. Výkon celkové soustavy je 84 kWp. Výpočtem, který byl proveden na webových stránkách, bylo zjištěno, že za rok tato soustava vyrobí 49 100 kWh energie. [11]



Graf 1 Výroba solární energie po měsících

Vyrobená elektrická energie bude dodávána ke spotřebě do objektu a pro chod nových vzduchotechnických jednotek.





*Obr. 20 Schématická vizualizace navrženého panelu s fotovoltaickým panelem*

### **5.3.3 Stínící prvky**

Na jihovýchodní fasádě, která je nejvíce exponovaná slunečnímu záření, byly navrženy 3 typy stínících prvků. V prvním případě byla navržena okna se sníženou energetickou propustností  $g = 0,35$ . Ve druhém případě byly integrovány do parapetního panelu elektricky ovládané venkovní žaluzie vedené ve vodících lištách. Třetí variantou byla implementace interiérových žaluzií sloužících v případě, že venkovní žaluzie nebudou kvůli povětrnostním podmínkám funkční.

Na severozápadní fasádě mají okna energetickou propustnost  $g = 0,5$  a jsou vybavena interiérovými žaluziemi.

Na štítových stěnách nejsou použity žádné stínící prvky, protože zde nejsou pobytové prostory, pouze chodby.

### **5.3.4 Použití zeleně na fasádě**

Zelené fasády by mohly být budoucností moderního stavitelství. V České republice dochází ke stále vyšším letním teplotám a budovy i betonové plochy ve městech tvoří obrovské tepelné ostrovy vyzařující teplo. Pomocí zelených fasád je možné omezit tyto tepelné ostrovy a vytvořit příjemnější klima ve městech.

Z tohoto důvodu byla navržena implementace několika panelů se zelení na jihovýchodní fasádu do parapetního panelu. Nejeftivnější řešení by bylo pokrytí celé fasády, avšak v této variantě by byla údržba velmi finančně náročná. Proto byly rozmístěny panely do prvních čtyřech podlaží o celkové ploše  $204 \text{ m}^2$ . Pro zavlažování slouží automatický zavlažovací systém. Řídící jednotky a napojení na vodu jsou umístěny v suterénu. Současně jsou navrženy dvě řídicí jednotky. Každá bude

obsluhovat jednu část (dilatační celek) budovy. Od každé jednotky vede potrubí vytvořenou dutinou v tepelné izolaci podél stěny rozdělující dilatační celky budovy (viz výkres 09). Ze svislého potrubí je dále rozvedeno horizontální potrubí v parapetním panelu.

Existují 2 varianty zelených fasád:

- zeleň plazící se po fasádě nebo předsazené konstrukci zasazena v zemině
- zeleň umístěná v panelech na fasádě
  - panely se substrátem
  - panely s plstí

Pro ochlazení budovy byly využity obě varianty zelených fasád na jihovýchodní stranu. Na fasádu byla zvolena zeleň umístěná v panelech s plstí, kterou vymyslel francouzský botanik, vědec a umělecký designér Patric Blanc. Jeho systém je zvaný jako *le mur végétal* nebo *vertical garden*. Panel se skládá ze tří částí: kovový rám, 1 cm tlustá hrubá PVC podložka a vrstva plsti, kterou vedou trubičky pro zavlažování a do níž jsou instalovány rostliny. Výhodou tohoto systému je nízká hmotnost – nižší než 30 kg/m<sup>2</sup>. [12]

V místě ohraničení dilatačních celků budovy byla navržena předsazená kovová konstrukce po celé výšce budovy s vlastním základem, kde bude využita druhá varianta zelené fasády, a to plazící se zeleň zasazená v zemině před budovou.

Obě tyto varianty splňují hlediska možného využití proti přehřívání budov, alespoň jejich částí, snižují prašnost a hluk v nejbližším okolí, umožňují kontakt s přírodou, jsou estetické a postupně se stávají i moderním designovým prvkem. [13]



Obr. 21 Schématická vizualizace navrženého panelu se zelení

#### 5.4 Vzduchotechnický systém budovy

Existují dva typy vzduchotechnického systému:

- centralizovaný systém
- decentralizovaný systém



V centralizovaném systému je jedna vzduchotechnická jednotka, která obsluhuje celý objekt. V decentralizovaném systému je více vzduchotechnických jednotek, které obsluhují různé části budovy.

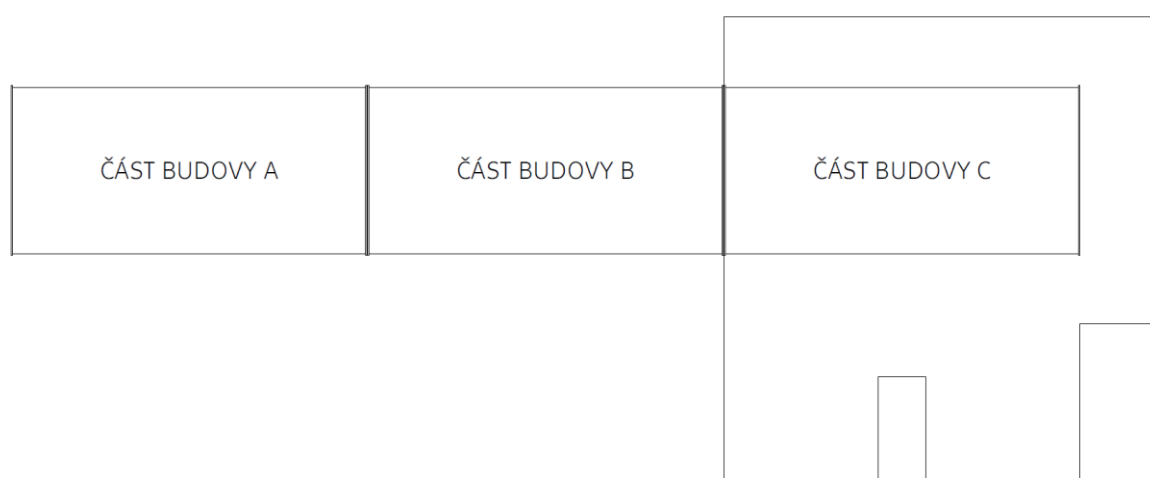
V budově, která je rozdělena na 3 dilatační celky A, B, C (viz obr. č. 22), byl navrhnut decentralizovaný systém vzduchotechniky z důvodu velikosti budovy. V prvním a druhém nadzemním podlaží jsou větrány pouze dva dilatační celky – A a B. V každém z těchto pater se nachází jedna vzduchotechnická jednotka, která obsluhuje tyto dvě části (dilatační celky). V dilatačním celku C se nacházejí komunikační prostory, které nejsou větrány. Ve vyšších patrech je umístěna jednotka v každé části budovy a obsluhuje vždy 2 patra (3. – 4.NP, 5. – 6.NP, 8. – 9.NP). V 7. patře je vzduchotechnická jednotka opět v každé části, avšak obsluhuje pouze jedno podlaží. Jednotky se nacházejí v 1.NP, 2.NP, 3.NP, 5.NP, 7.NP. Pro 8. – 9.NP jsou vzduchotechnické jednotky umístěny v nově navržených strojovnách na střeše. V každém patře, kde se jednotka nachází, je vytvořena nová místnost jako strojovna vzduchotechniky. V 5. – 7.NP se nacházejí v části A laboratoře s vlastní vzduchotechnickou jednotkou.

Vzduchotechnické jednotky jsou opatřeny filtry, deskovými rekuperačními výměníky a vestavěným elektrickým ohřevem.

Přívodní potrubí čerstvého vzduchu a odvodní potrubí odpadního vzduchu je z pozinkovaného potrubí a vede z 1.NP na střechu do nově vybudovaných strojoven. Ze strojovny je potrubí vyústěno do exteriéru a ukončeno protidešťovými žaluziemi. Každá jednotka připojena na toto potrubí je opatřena regulátorem průtoku vzduchu. V interiéru je potrubí čtyřhranné, z pozinku a za vzduchotechnickou jednotkou je umístěn tlumič hluku. Dimenze potrubí je navržena rovnicí kontinuity a rychlost v potrubí nepřesáhne rychlost 5,4 m/s.

Do učeben je přiváděn vzduch přes regulační box řízený koncentrací CO<sub>2</sub>. Jako distribuční element pro přívod vzduchu slouží textilní rukáv a pro odvod mřížka v potrubí.

Do kanceláří je přívod a odvod vzduchu bez regulace a jako distribuční elementy slouží talířové ventily.



Obr. 22 Schéma rozdělení budovy B fakulty stavební

Tab. 3 Rozmístění vzduchotechnických jednotek a objemy vzduchu

OBSLUHOVANÁ PATRA	ČÁST BUDOVY	UMÍSTĚNÍ JEDNOTKY	OBJEM VZDUCHU [m <sup>3</sup> /h]	VZT JEDNOTKA
1.NP	A	1.NP	4 650	DUPLEX 6500 Multi Eco-V
2.NP	A	2.NP	3 375	DUPLEX 4500 Multi Eco-V
3. - 4.NP	A	3.NP	4 675	DUPLEX 6500 Multi Eco-V
3. - 4.NP	B	3.NP	5 175	DUPLEX 6500 Multi Eco-V
3. - 4.NP	C	3.NP	5 900	DUPLEX 6500 Multi Eco-V
5.- 6.NP	A	5.NP	2 250	DUPLEX 3500 Multi Eco-V
5.- 6.NP	B	5.NP	4 625	DUPLEX 6500 Multi Eco-V
5.- 6.NP	C	5.NP	5 825	DUPLEX 6500 Multi Eco-V
7.NP	A	7.NP	825	DUPLEX 1500 Multi Eco-V
7.NP	B	7.NP	1 850	DUPLEX 2500 Multi Eco-V
7.NP	C	7.NP	3 200	DUPLEX 4500 Multi Eco-V
8. - 9.NP	A	střecha	5 050	DUPLEX MultiEco 6500
8. - 9.NP	B	střecha	5 950	DUPLEX MultiEco 7500
8. - 9.NP	C	střecha	5 875	DUPLEX MultiEco 7500

## 5.5 Energetická bilance budovy

Vstupní údaje:

- Počet osob: 2275
- Koeficient obsazenosti: 0,15
- Plocha obálky budovy: 14 485 m<sup>2</sup>
- Větraný prostor: 88 711 m<sup>3</sup>
- Vnitřní návrhová teplota: 21 °C

### 5.5.1 Stávající stav

Ve stávajícím stavu činí potřeba tepla na vytápění 158,4 kWh/m<sup>2</sup> s průměrným součinitelem prostupu tepla  $U_{em} = 2,28 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . Největší tepelné ztráty jsou konstrukcí lehkého obvodového pláště vlivem jeho velké plochy a špatným součinitelem prostupu tepla  $U = 3,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . Druhou největší tepelnou ztrátou je větrání, a to vlivem velké infiltrace vzduchu. Ta je důsledkem mezer v lehkém obvodovém plášti.



Tab. 4 Plochy a vlastnosti oken

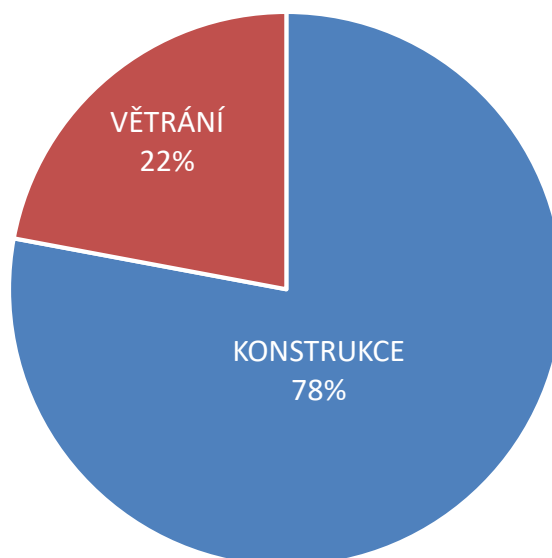
Okno	Orientace	Počet oken	Plocha jednoho okna A [m <sup>2</sup> ]	Plocha A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	Plocha zasklení A <sub>g1</sub> [m <sup>2</sup> ]	Energetická propustnost g [-]	Korekční činitel F <sub>w</sub> [-]	Poměr plochy zasklení F <sub>F</sub> [-]	Korekční činitel clonění F <sub>C</sub> [-]	Korekční činitel stínění F <sub>S</sub> [-]
O1	JV	700	2,44	1708,00	2,14	0,80	0,90	0,88	1,00	1,00
O2	JZ	9	18,25	164,25	13,92	0,80	0,90	0,76	1,00	1,00
O3	SV	7	18,25	127,75	13,92	0,80	0,90	0,76	1,00	1,00
O4	SZ	726	2,44	1771,44	2,14	0,80	0,90	0,88	1,00	1,00

Celková plocha oken A<sub>w</sub> = 3771,4 m<sup>2</sup>

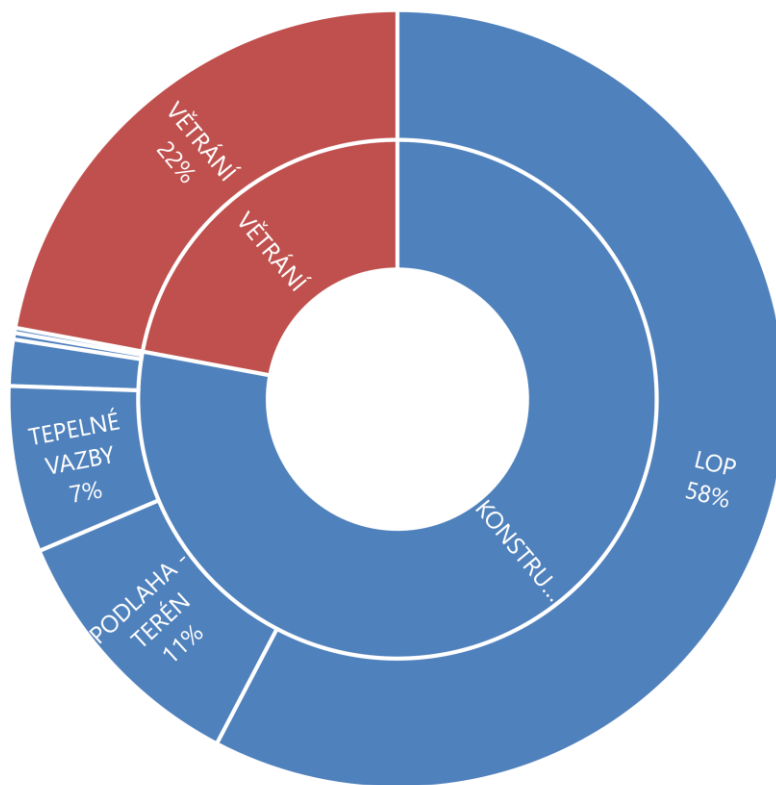
Tab. 5 Výpočet tepelných ztrát konstrukcemi

KONSTRUKCE	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Plocha oken A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Měrný tepelný tok H <sub>T</sub> [W/K]
LOP	8050		3,00	24 150,00
STĚNA boční - JZ	390		0,23	88,92
STĚNA boční - SV	309		0,37	112,79
STŘECHA	2516		0,32	802,60
STĚNA suterén	485		1,96	381,96
PODLAHA - TERÉN	2735		3,22	4 576,36
plocha celkem (včetně oken)	14485	0	0,2	2897,00

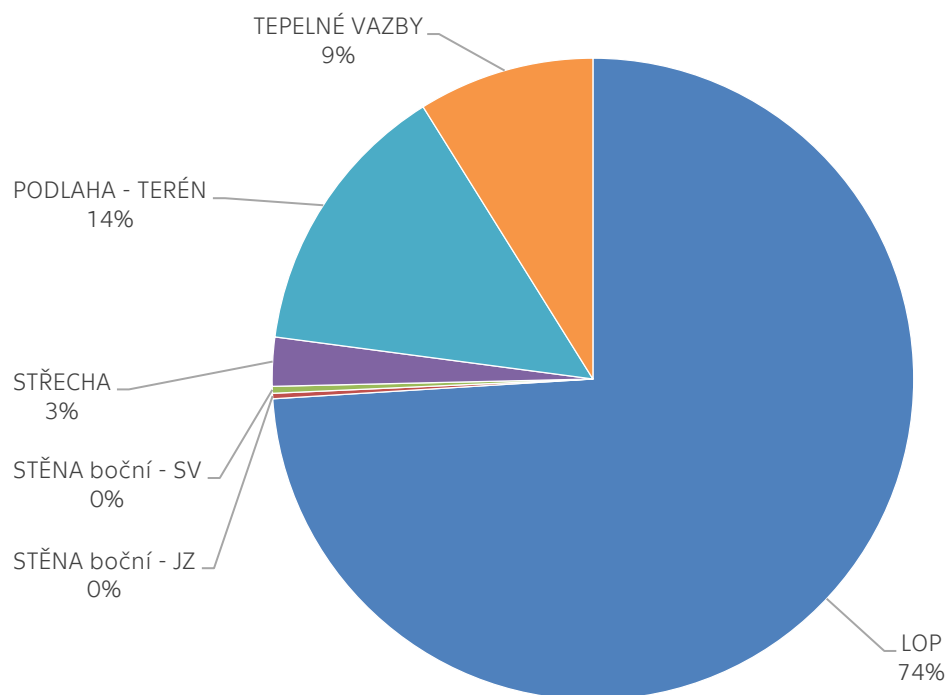
Celkový měrný tepelný tok H<sub>T</sub> = 33 009,62 W/K



Graf 2 Procentuální podíl tepelných ztrát



Graf 3 Rozdělení tepelných ztrát konstrukcemi a větráním



Graf 4 Procentuální podíl tepelných ztrát jednotlivými konstrukcemi



Tab. 6 Výpočet tepelných ztrát větráním

$H_V = \rho_a \times c_a \times \dot{V}_a$	$\theta_{i,set} = 21$	°C
$\dot{V}_a = \dot{V}_{a,d} \times (1 - \eta_{ZZT}) + \dot{V}_x$	$\rho_a \times c_a = 0,34$	Wh/m <sup>3</sup> K
$\dot{V}_{a,d} = nos \times 25 \times occup$	$n_{os} = 2275$	-
$\dot{V}_x = Va \times n_{50} \times e$	$occup = 0,15$	-
$V_x = 18\,629,31$	$V_a = 88\,711,0$	m <sup>3</sup>
$V_{a,d} = 8\,531,25$	$n_{50} = 3,0$	1/h
$V_a = 27\,160,56$	$e = 0,07$	-
$H_V = 9\,234,59$	$\eta_{ZZT} = 0$	-

Tab. 7 Výpočet vnitřních tepelných zisků

$Q_{int} = \dot{Q}_{int} \times t$	$q_{os} = 100$	W
$\dot{Q}_{int} = q_{int} \times A_f$	$n_{os} = 2275$	-
$\dot{Q}_{int} = 68\,250\,000$	$occup = 0,15$	-
$Q_{int} = 68\,250$	$t = 2000$	h

Tab. 8 Výpočet solárních tepelných zisků

	JV	JZ	SV	SZ
$\Sigma A_{s,n,j}$	1078,560	90,202	70,157	1118,621

	$H_{Jv}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$H_{Jz}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$H_{Sv}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$H_{Sz}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_{sol}$ [kWh]
leden	23,89	23,89	13,06	13,06	<b>43 440,57</b>
únor	38,06	38,06	21,11	21,11	<b>69 574,29</b>
březen	58,06	58,06	33,89	33,89	<b>108 139,46</b>
duben	76,94	76,94	51,11	51,11	<b>150 689,46</b>
květen	88,89	88,89	68,06	68,06	<b>184 792,84</b>
červen	83,06	83,06	68,89	68,89	<b>178 965,71</b>
červenec	83,89	83,89	68,06	68,06	<b>178 949,03</b>
srpen	86,94	86,94	60,00	60,00	<b>172 943,98</b>
září	65,00	65,00	38,89	38,89	<b>122 199,74</b>
říjen	51,11	51,11	25,00	25,00	<b>89 456,14</b>
listopad	26,11	26,11	13,06	13,06	<b>46 037,82</b>
prosinec	16,94	16,94	8,89	8,89	<b>30 370,93</b>

Tab. 9 Výpočet potřeby tepla na vytápění v jednotlivých měsících (část A)

	$\theta_e$ [°C]	$t_i$ [h]	$Q_T$ [kWh]	$Q_V$ [kWh]
Leden	-2,4	744	574 684,4	160 770,5
Únor	-0,9	672	485 796,0	135 903,6
Březen	3,0	744	442 064,9	123 669,6
Duben	7,7	720	316 100,2	88 430,4
Květen	12,7	744	203 841,0	57 025,4
Červen	15,9	720	121 211,3	33 909,4
Červenec	17,5	744	85 957,1	24 046,9
Srpen	17,0	744	98 236,6	27 482,1
Září	13,3	720	183 005,4	51 196,6
Říjen	8,3	744	311 901,3	87 255,8
Listopad	2,9	720	430 181,4	120 345,2
Prosinec	-0,6	744	530 477,9	148 403,6

Tab. 10 Výpočet potřeby tepla na vytápění v jednotlivých měsících (část B)

$Q_{int}$ [kWh]	$Q_{sol}$ [kWh]	$Q_{int}+Q_{sol}$ [kWh]	$\gamma$	$\eta_t$	$Q_t$ [kWh]
5 688	43 440,6	49 128,1	0,1	1,0	686 330,8
5 688	69 574,3	75 261,8	0,1	1,0	546 482,7
5 688	108 139,5	113 827,0	0,2	1,0	452 264,2
5 688	150 689,5	156 377,0	0,4	1,0	251 797,9
5 688	184 792,8	190 480,3	0,7	0,9	93 384,3
5 688	178 965,7	184 653,2	1,2	0,7	25 153,3
5 688	178 949,0	184 636,5	1,7	0,6	8 244,9
5 688	172 944,0	178 631,5	1,4	0,6	13 981,5
5 688	122 199,7	127 887,2	0,5	0,9	114 005,8
5 688	89 456,1	95 143,6	0,2	1,0	304 524,5
5 688	46 037,8	51 725,3	0,1	1,0	498 814,5
5 688	30 370,9	36 058,4	0,1	1,0	642 824,3

Tab. 11 Výpočet faktoru využitelnosti tepelných zisků pro vytápění

$\eta_g = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$	$a = 1 + \frac{\tau}{15}$	$Q_g = 1\ 443\ 809,97$ kWh
$\gamma = \frac{Q_g}{Q_I}$	$\tau = \frac{C_m/3600}{H_T + H_V}$	$Q_I = 4\ 841\ 896,71$ kWh
$A_f = 21550,54$ m <sup>2</sup>		$C_m = 5\ 603\ 140\ 400$ J/K
$\tau = 36,84$ h		$H_T = 33\ 009,62$ W/K
$a = 3,456$ -		$H_V = 9\ 234,59$ W/K
$\gamma = 0,298$ -		
$\eta_g = 0,989$ -		



Tab. 12 Výpočet potřeby tepla na vytápění na m<sup>2</sup> za rok

$$Q_{nd} = Q_I - \eta_g \times Q_g$$

$$Q_{nd} = 3\,413\,626 \text{ kWh}$$

$$Q_{nd} = 158,4 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$$

Tab. 13 Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

$$U_{em} = 2,28 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$H_T = 33009,62 \text{ W/K}$$

$$A = 14485 \text{ m}^2$$

### 5.5.2 Navržený stav

V navrženém stavu činí potřeba tepla na vytápění 47,5 kWh/m<sup>2</sup> s průměrným součinitelem prostupu tepla  $U_{em} = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Tab. 14 Plochy a vlastnosti oken

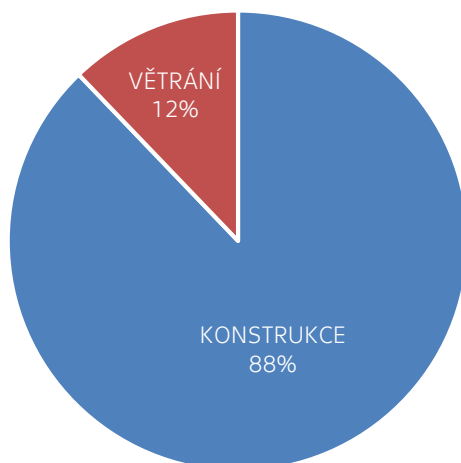
Okno	Orientace	Počet oken	Plocha jednoho okna A [m <sup>2</sup> ]	Plocha A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	Plocha zasklení A <sub>gl</sub> [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> *K]	Energetická propustnost g [-]	Korekční činitel F <sub>w</sub> [-]	Poměr plochy zasklení F <sub>F</sub> [-]	Korekční činitel clonění F <sub>c</sub> [-]	Korekční činitel stínění F <sub>s</sub> [-]
O1	JV	700	2,73	1911,00	1,98	0,62	0,35	0,90	0,73	1,00	0,75
O2	JZ	8	12,26	98,10	8,94	0,62	0,50	0,90	0,73	1,00	1,00
O3	SV	7	12,26	85,82	8,94	0,62	0,50	0,90	0,73	1,00	1,00
O4	SZ	726	2,73	1981,98	1,98	0,62	0,50	0,90	0,73	1,00	0,75

Celková plocha oken A<sub>w</sub> = 4076,9 m<sup>2</sup>

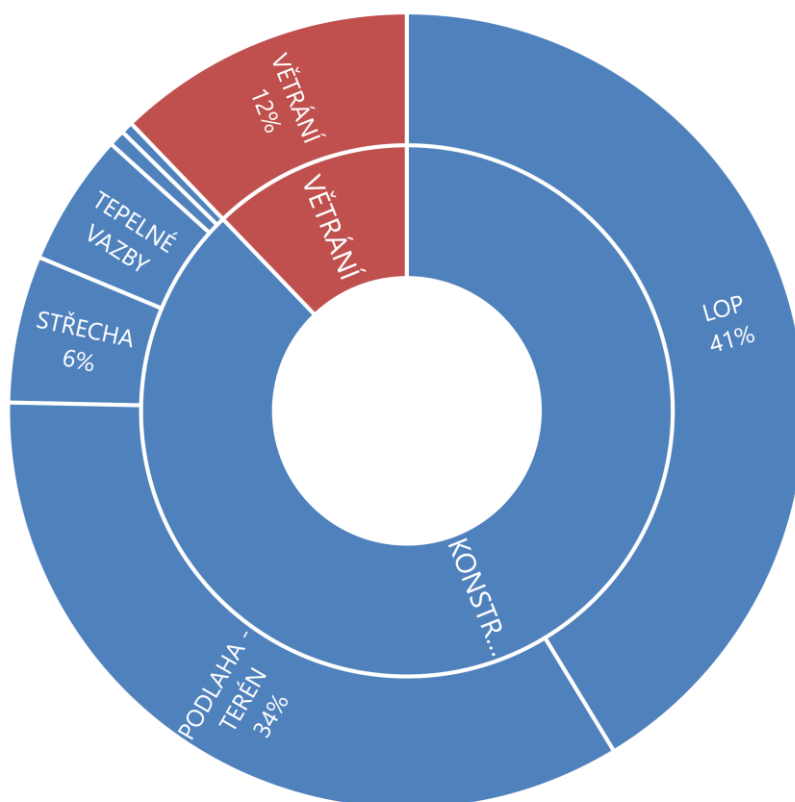
Tab. 15 Výpočet tepelných ztrát konstrukcemi

KONSTRUKCE	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Plocha oken A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Měrný tepelný tok H <sub>T</sub> [W/K]
LOP	8050		0,69	5 554,50
STĚNA boční - JZ	390		0,23	88,92
STĚNA boční - SV	309		0,21	65,51
STŘECHA	2516		0,32	802,60
STĚNA suterén	485		1,96	381,96
PODLAHA - TERÉN	2735		3,22	4 576,36
plocha celkem (včetně oken)	14485	0	0,05	724,25

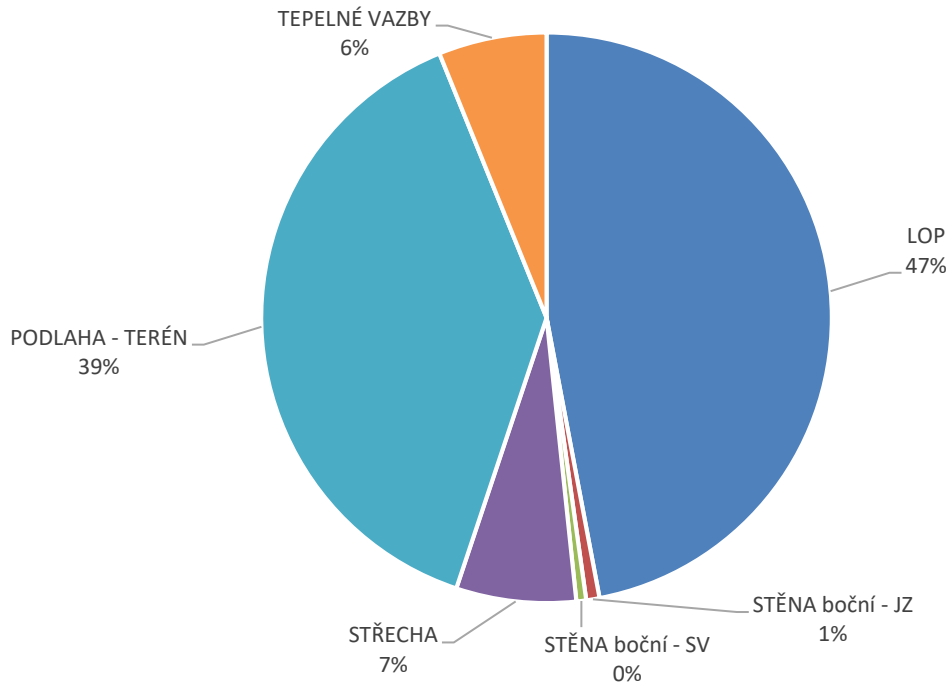
Celkový měrný tepelný tok H<sub>T</sub> = 12 194,10 W/K



Graf 5 Procentuální podíl tepelných ztrát



Graf 6 Rozdělení tepelných ztrát konstrukcemi a větráním



Graf 7 Procentuální podíl tepelných ztrát jednotlivými konstrukcemi

Tab. 16 Výpočet tepelných ztrát větráním

$H_V = \rho_a \times c_a \times \dot{V}_a$	$\theta_{i,set} = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$
$\dot{V}_a = \dot{V}_{a,d} \times (1 - \eta_{ZZT}) + \dot{V}_x$	$\rho_a \times c_a = 0,34 \text{ Wh/m}^3\text{K}$
$\dot{V}_{a,d} = n_{os} \times 25 \times occup$	$n_{os} = 2275 \text{ -}$
$\dot{V}_x = V_a \times n_{50} \times e$	$occup = 0,15 \text{ -}$
$V_x = 3\,104,89 \text{ m}^3/\text{h}$	$V_a = 88\,711,0 \text{ m}^3$
$V_{a,d} = 8\,531,25 \text{ m}^3/\text{h}$	$n_{50} = 0,5 \text{ 1/h}$
$V_a = 4\,811,14 \text{ m}^3/\text{h}$	$e = 0,07 \text{ -}$
$H_V = 1\,635,79 \text{ W/K}$	$\eta_{ZZT} = 0,8 \text{ -}$

Tab. 17 Výpočet vnitřních tepelných zisků

$Q_{int} = \dot{Q}_{int} \times t$	$q_{os} = 100 \text{ W}$
$\dot{Q}_{int} = q_{int} \times A_f$	$n_{os} = 2275 \text{ -}$
$\dot{Q}_{int} = 68\,250\,000 \text{ Wh}$	$occup = 0,15 \text{ -}$
$Q_{int} = 68\,250 \text{ kWh}$	$t = 2000 \text{ h}$



Tab. 18 Výpočet solárních zisků

	JV	JZ	SV	SZ
$\Sigma A_{s,n,j}$	328,038	32,185	28,162	486,032

	$H_{JV}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$H_{JZ}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$H_{SV}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$H_{SZ}$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$Q_{sol}$ [kWh]
leden	23,89	23,89	13,06	13,06	15 318,41
únor	38,06	38,06	21,11	21,11	24 563,68
březen	58,06	58,06	33,89	33,89	38 338,39
duben	76,94	76,94	51,11	51,11	53 998,16
květen	88,89	88,89	68,06	68,06	67 013,54
červen	83,06	83,06	68,89	68,89	65 340,74
červenec	83,89	83,89	68,06	68,06	65 212,43
srpen	86,94	86,94	60,00	60,00	62 170,99
září	65,00	65,00	38,89	38,89	43 410,91
říjen	51,11	51,11	25,00	25,00	31 266,23
listopad	26,11	26,11	13,06	13,06	16 118,90
prosinec	16,94	16,94	8,89	8,89	10 674,39

493 426,76

Tab. 19 Výpočet potřeby tepla na vytápění v jednotlivých měsících (část A)

	$\theta_e$ [°C]	$t_i$ [h]	$Q_T$ [kWh]	$Q_v$ [kWh]
Leden	-2,4	744	212 294,4	28 478,4
Únor	-0,9	672	179 458,1	24 073,5
Březen	3,0	744	163 303,4	21 906,4
Duben	7,7	720	116 770,7	15 664,3
Květen	12,7	744	75 301,0	10 101,3
Červen	15,9	720	44 776,7	6 006,6
Červenec	17,5	744	31 753,4	4 259,6
Srpen	17,0	744	36 289,6	4 868,1
Září	13,3	720	67 604,1	9 068,8
Říjen	8,3	744	115 219,6	15 456,2
Listopad	2,9	720	158 913,5	21 317,6
Prosinec	-0,6	744	195 964,0	26 287,7

Tab. 20 Výpočet potřeby tepla na vytápění v jednotlivých měsících (část B)

$Q_{int}$ [kWh]	$Q_{sol}$ [kWh]	$Q_{int}+Q_{sol}$ [kWh]	$\gamma$	$\eta_t$	$Q_t$ [kWh]
5 688	15 318,4	21 005,9	0,1	1,0	219 766,8
5 688	24 563,7	30 251,2	0,1	1,0	173 280,4
5 688	38 338,4	44 025,9	0,2	1,0	141 184,1
5 688	53 998,2	59 685,7	0,5	1,0	72 786,7
5 688	67 013,5	72 701,0	0,9	1,0	16 211,2
5 688	65 340,7	71 028,2	1,4	0,7	870,9
5 688	65 212,4	70 899,9	2,0	0,5	55,9
5 688	62 171,0	67 858,5	1,6	0,6	232,7
5 688	43 410,9	49 098,4	0,6	1,0	27 979,4
5 688	31 266,2	36 953,7	0,3	1,0	93 722,6
5 688	16 118,9	21 806,4	0,1	1,0	158 424,6
5 688	10 674,4	16 361,9	0,1	1,0	205 889,9

Tab. 21 Výpočet faktoru využitelnosti tepelných zisků pro vytápění

$\eta_g = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$	$a = 1 + \frac{\tau}{15}$	$Q_g = 561\,676,76$ kWh
$\gamma = \frac{Q_g}{Q_I}$	$\tau = \frac{C_m/3600}{H_T + H_V}$	$Q_I = 1\,585\,136,96$ kWh
$A_f = 21\,550,54$ m <sup>2</sup>		$C_m = 5\,603\,140\,400$ J/K
$\tau = 112,54$ h		$H_T = 12\,194,10$ W/K
$a = 8,503$ -		$H_V = 1\,635,79$ W/K
$\gamma = 0,354$ -		
$\eta_g = 1,000$ -		

Tab. 22 Výpočet potřeby tepla na vytápění na m<sup>2</sup> za rok

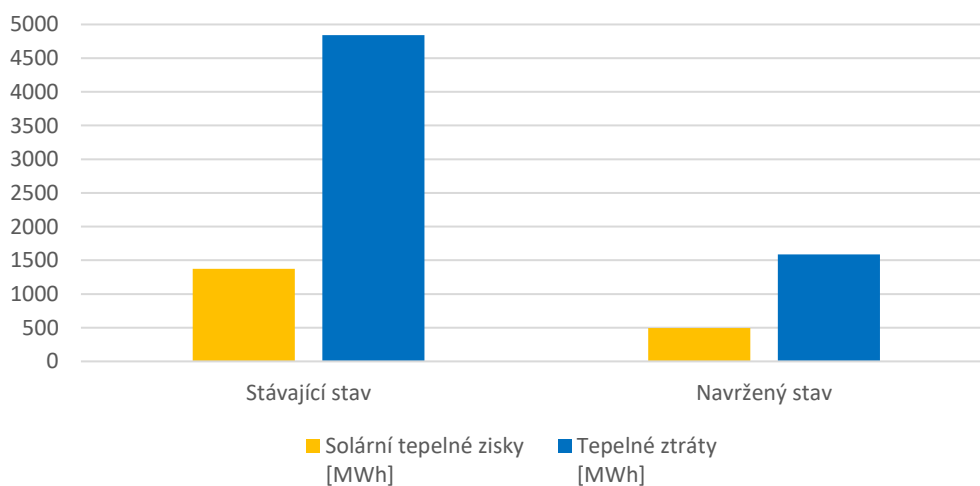
$$Q_{nd} = Q_I - \eta_g \times Q_g$$

$Q_{nd} = 1\,023\,514$  kWh  
 $Q_{nd} = 47,5$  kWh/m<sup>2</sup>.a

Tab. 23 Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

$U_{em} = 0,84$  W/m<sup>2</sup>K  
 $H_T = 12\,194,10$  W/K  
 $A = 14\,485$  m<sup>2</sup>



Graf 8 Porovnání solárních tepelných zisků a tepelných ztrát stávajícího x navrženého stavu

## 6 Závěr

Diplomová práce se zabývala modernizací budovy B fakulty stavební ČVUT. Řešen byl obvodový plášť, vzduchotechnický systém a energetická bilance budovy.

Cílem práce bylo navrhnout opláštění budovy, snížit tepelné ztráty, zajistit lepší kvalitu vnitřního prostředí a dát nový moderní vzhled budově.

Primárním úkolem bylo vhodně zvolit typ lehkého obvodového pláště z hlediska materiálového, konstrukčního a tepelně technického. Nejvhodnější variantou byla volba panelové konstrukce lehkého obvodového pláště z hliníku. Panel o rozměrech  $3,0 \times 3,6$  m se skládá z neprůsvitného parapetního panelu s předsazenou konstrukcí a zasklení. Součinitel prostupu tepla  $U = 0,69 \text{ W/m}^2\text{K}$  splňuje požadované hodnoty  $U_{N,20} = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$  a blíží se k doporučeným hodnotám  $U_{rec,20} = 0,63 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Panelová konstrukce lehkého obvodového pláště byla zvolena hlavně díky rychlosti výstavby a kvalitě provedení. Dále byl navržen nový decentralizovaný vzduchotechnický systém. V budově je rozmístěno celkem 14 vzduchotechnických jednotek, které větrají učebny a kanceláře a 2 jednotky pro laboratoře v 5. – 7.NP. Jednotky jsou osazeny filtry, deskovými rekuperačními výměníky a vestavěnými elektrickými ohříváči. Do učeben je přiváděný a odváděný vzduch regulován podle koncentrace  $\text{CO}_2$ . V každém patře, kde se nacházejí vzduchotechnické jednotky, byly vytvořeny nové místnosti – strojovny vzduchotechniky.

Sekundárním úkolem bylo integrovat do parapetních panelů obnovitelný zdroj energie – fotovoltaiku, použít zeleň na fasádě a zajistit ochranu proti přehřívání interiéru. Do předsazené konstrukce parapetního panelu byly integrovány fotovoltaické panely o celkové ploše  $497 \text{ m}^2$ . Výkon celé soustavy je  $84 \text{ kWp}$ . Za rok vyrobí  $49\,100 \text{ kWh}$  energie, která bude dodávána ke spotřebě do objektu a pro chod nových vzduchotechnických jednotek. Zeleň je také integrována do předsazené konstrukce parapetního panelu a zaujímá plochu  $204 \text{ m}^2$ . Dalším použitým typem je zeleň plazící se po kovové konstrukci, která je předsazená před ohraničením dilatačních celků budovy. Na jihovýchodní fasádu, jež je nejvíce exponována slunečnímu záření, tudíž solárním ziskům, byly navrženy 3 typy stínění. Prvním typem je snížená energetická propustnost skla, druhým typem jsou venkovní žaluzie implementované do vzduchové mezery parapetního panelu, která vznikla předsazenou konstrukcí. Třetím typem jsou vnitřní žaluzie sloužící pro případ nefunkčnosti venkovních žaluzií. Vnitřní žaluzie byly navrženy i na severozápadní fasádu.

Nakonec byly provedeny výpočty měrné potřeby tepla na vytápění stávajícího a navrženého stavu a jejich porovnání. Měrná potřeba tepla na vytápění stávajícího stavu je  $158,4 \text{ kWh/m}^2$  a u navrženého stavu je  $47,5 \text{ kWh/m}^2$ . Navrženou rekonstrukcí bylo dosaženo 70 % úspory potřeby tepla na vytápění a průměrný součinitel tepla budovy se zlepšil z  $U_{em} = 2,28 \text{ W/m}^2\text{K}$  na  $U_{em} = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



## Seznam zdrojů

- [1] Historie Fakulty stavební ČVUT v Praze. [online]  
Dostupné z: <https://www.fsv.cvut.cz/hlavni/historie.php>
- [2] Fakulta stavební ČVUT. [online]  
Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Fakulta\\_stavební\\_ČVUT](https://cs.wikipedia.org/wiki/Fakulta_stavební_ČVUT)
- [3] Jan Tywoniak, Antonín Lupíšek, Julie Hodková, Michal Bureš, Martin Volf: Lehké obvodové pláště budov – pokročilá řešení s přírodními materiály, 2015. [online]  
Dostupné z:  
[https://www.researchgate.net/publication/274593391\\_Lehke\\_obvodove\\_plaste\\_budov\\_-\\_pokrocila\\_reseni\\_s\\_prirodnimi\\_materialy](https://www.researchgate.net/publication/274593391_Lehke_obvodove_plaste_budov_-_pokrocila_reseni_s_prirodnimi_materialy)
- [4] Jan Tywoniak: Stavební tepelná technika 1 – přednáška č. 11: Stavební materiály a konstrukce – tradiční, progresivní a budoucí řešení, 2017. [online]  
Dostupné z: [http://kps.fsv.cvut.cz/file\\_download.php?fid=7698](http://kps.fsv.cvut.cz/file_download.php?fid=7698)
- [5] Petr Navrátil: Realizace lehkých obvodových plášťů pro ČVUT – Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky, 2017. [online]  
Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/realizace-lehkych-obvodovych-plastu-pro-cvut-cesky-institut-informatiky-robotiky-a-kybernetiky/>
- [6] Miloslav Pavlík: Rekonstrukce obvodového a střešního pláště na objektu Ústavu makromolekulární chemie AV ČR v Praze. [online]  
Dostupné z: <https://www.imc.cas.cz/cz/imc/budov/stv0352t.htm#uvod>
- [7] MČ Praha 6: Ústav makromolekulární chemie slavil, 2009. [online]  
Dostupné z:  
[http://www.praha.eu/jnp/cz/o\\_meste/mestske\\_casti/praha\\_6/ustav\\_makromolekularni\\_chemie\\_slavil.html](http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/mestske_casti/praha_6/ustav_makromolekularni_chemie_slavil.html)
- [8] Energeticky soběstačné budovy, číslo vydání: 01, 2018. [online]  
Dostupné z:  
<https://indd.adobe.com/view/600b256b-8ee5-4b85-a9ce-2e7f6a5d25eb>

- [9] Ing. Roman Zahradnický: Lehké obvodové pláště – požadavky a navrhování, 2015. [online]  
Dostupné z: [https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/legislativa/lehke-obvodove-plaste-pozadavky-a-navrhovani\\_42485.html](https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/legislativa/lehke-obvodove-plaste-pozadavky-a-navrhovani_42485.html)
- [10] Fasáda Schüco USC 65, 2018. [online]  
Dostupné z: [https://www.schueco.com/web2/cz/architekti/vyrobky/fasady/modulove\\_fasady/schueco\\_usc\\_65?fragment=Accordion-techInfo#Accordion-techInfo](https://www.schueco.com/web2/cz/architekti/vyrobky/fasady/modulove_fasady/schueco_usc_65?fragment=Accordion-techInfo#Accordion-techInfo)
- [11] PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM, 2017. [online]  
Dostupné z: [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#PVP](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP)
- [12] Patric Blanc. [online]  
Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Patrick\\_Blanc](https://cs.wikipedia.org/wiki/Patrick_Blanc)
- [13] LIKO-S, a.s., 2018. [online]  
Dostupné z: <http://www.zivestavby.cz/cs/zelena-fasada>
- [14] ČSN 73 0540-2 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [15] Archiv ČVUT v Praze Fakulta stavební
- [16] Výkresy Fakulty stavební – poskytnuty ČVUT v Praze Fakultou stavební
- [17] Fotografie – pořízeny z vlastních zdrojů, Bc. Štěpán Hruboš

## Seznam výkresů

01. ROŠTOVÁ (PANELOVÁ) KONSTRUKCE – VARIANTA 1
02. PANELOVÁ (MODULOVÁ) KONSTRUKCE – VARIANTA 2
03. DETAIL – VERTIKÁLNÍ NAPOJENÍ A KOTVENÍ – JV FASÁDA – fotovoltaické panely, smaltované sklo
04. DETAIL – HORIZONTÁLNÍ PROSKLENÍM – JV FASÁDA – fotovoltaické panely, smaltované sklo
05. DETAIL – HORIZONTÁLNÍ PARAPETNÍM PANELEM – JV FASÁDA – fotovoltaické panely, smaltované sklo
06. DETAIL – VERTIKÁLNÍ NAPOJENÍ A KOTVENÍ – JV FASÁDA – panel se zelení
07. DETAIL – HORIZONTÁLNÍ PROSKLENÍM – JV FASÁDA – panel se zelení
08. DETAIL – HORIZONTÁLNÍ PARAPETNÍM PANELEM – JV FASÁDA – panel se zelení
09. DETAIL – ROZDELENÍ DILATAČNÍCH CELKŮ – JV FASÁDA
10. DETAIL – VERTIKÁLNÍ NAPOJENÍ A KOTVENÍ – SZ FASÁDA – smaltované sklo
11. DETAIL – HORIZONTÁLNÍ PROSKLENÍM – SZ FASÁDA – smaltované sklo
12. DETAIL – HORIZONTÁLNÍ PARAPETNÍM PANELEM – SZ FASÁDA – smaltované sklo
13. POHLED NA JIHOVÝCHODNÍ FASÁDU – rozmístění FV a zeleně – varianta 1
14. POHLED NA JIHOVÝCHODNÍ FASÁDU – rozmístění FV a zeleně – varianta 2
15. POHLED NA JIHOVÝCHODNÍ FASÁDU – fotovoltaické panely
16. POHLED NA JIHOVÝCHODNÍ FASÁDU – panely se zelení, smaltované sklo
17. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 1.NP (část A)
18. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 1.NP (část B)
19. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 3.NP (část A)
20. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 3.NP (část B)
21. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 3.NP (část C)
22. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 4.NP (část A)
23. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 4.NP (část B)
24. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 4.NP (část C)
25. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 8.NP (část A)
26. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 8.NP (část B)
27. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 8.NP (část C)
28. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 9.NP (část A)
29. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 9.NP (část B)
30. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS 9.NP (část C)
31. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS STŘECHY (část A)
32. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS STŘECHY (část B)
33. VZDUCHOTECHNIKA – PŮDORYS STŘECHY (část C)
34. PŮDORYS A ŘEZ VZT STROJOVNY – STŘECHA (část A)
35. PŮDORYS A ŘEZ VZT STROJOVNY – STŘECHA (část B)
36. PŮDORYS A ŘEZ VZT STROJOVNY – STŘECHA (část C)
37. VIZUALIZACE VZDUCHOTECHNICKÉHO SYSTÉMU



## Seznam obrázků

Obr. 1 Výměna lehkého obvodového pláště na budově A fakulty stavební .....	4
Obr. 2 Lehký obvodový plášť na budově ČVUT CIIRC po rekonstrukci.....	4
Obr. 3 Budova ÚMCH s novým lehkým obvodovým pláštěm .....	5
Obr. 4 Stávající budova COPTH .....	5
Obr. 5 Návrh budovy COPTH .....	5
Obr. 6 Jihozápadní fasáda budovy B fakulty stavební .....	6
Obr. 7 Severozápadní fasáda budovy B fakulty stavební .....	7
Obr. 8 Severovýchodní fasáda budovy B fakulty stavební .....	7
Obr. 9 Jihozápadní fasáda budovy B fakulty stavební .....	7
Obr. 10 Prasklé smaltované sklo v parapetním panelu na JV fasádě.....	8
Obr. 11 Chátrající stav fasády .....	8
Obr. 12 Mezera mezi okenní výplní a rámem okna na SV fasádě .....	8
Obr. 13 Roštová (rastrová) konstrukce .....	10
Obr. 14 Roštová konstrukce na budově ÚMCH .....	10
Obr. 15 Panelová (modulová) konstrukce.....	10
Obr. 16 Modulová fasáda na budově A fakulty stavební.....	10
Obr. 17 Dvojitá konstrukce fasády na budově ČVUT CIIRC - rastrová konstrukce a LOP s bodovými úchyty skel.....	11
Obr. 18 Půdorys a svislý řez předsazené konstrukce .....	11
Obr. 19 Půdorys a svislý řez vestavěné konstrukce.....	12
Obr. 20 Schématická vizualizace navrženého panelu s fotovoltaickým panelem...	16
Obr. 21 Schématická vizualizace navrženého panelu se zelení.....	17
Obr. 22 Schéma rozdělení budovy B fakulty stavební .....	18

## Seznam tabulek

Tab. 1 Výpočet součinitele prostupu tepla.....	14
Tab. 2 Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_N$ podle ČSN 730540-2 [14] .....	15
Tab. 3 Rozmístění vzduchotechnických jednotek a objemy vzduchu.....	18

### Stávající stav

Tab. 4 Plochy a vlastnosti oken .....	20
Tab. 5 Výpočet tepelných ztrát konstrukcemi.....	20
Tab. 6 Výpočet tepelných ztrát větráním .....	22
Tab. 7 Výpočet vnitřních tepelných zisků.....	22
Tab. 8 Výpočet solárních tepelných zisků .....	22
Tab. 9 Výpočet potřeby tepla na vytápění v jednotlivých měsících (část A).....	23
Tab. 10 Výpočet potřeby tepla na vytápění v jednotlivých měsících (část B) .....	23
Tab. 11 Výpočet faktoru využitelnosti tepelných zisků pro vytápění.....	23
Tab. 12 Výpočet potřeby tepla na vytápění na $m^2$ za rok .....	24
Tab. 13 Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla.....	24

### Navržený stav

Tab. 14 Plochy a vlastnosti oken.....	24
Tab. 15 Výpočet tepelných ztrát konstrukcemi .....	24
Tab. 16 Výpočet tepelných ztrát větráním.....	26
Tab. 17 Výpočet vnitřních tepelných zisků .....	26
Tab. 18 Výpočet solárních zisků.....	27
Tab. 19 Výpočet potřeby tepla na vytápění v jednotlivých měsících (částA).....	27
Tab. 20 Výpočet potřeby tepla na vytápění v jednotlivých měsících (část B) .....	27
Tab. 21 Výpočet faktoru využitelnosti tepelných zisků pro vytápění.....	28
Tab. 22 Výpočet potřeby tepla na vytápění na $m^2$ za rok .....	28
Tab. 23 Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla.....	28

## Seznam grafů

Graf 1 Výroba solární energie po měsících..... 15

Stávající stav

Graf 2 Procentuální podíl tepelných ztrát..... 20

Graf 3 Rozdělení tepelných ztrát konstrukcemi a větráním ..... 21

Graf 4 Procentuální podíl tepelných ztrát jednotlivými konstrukcemi..... 21

Navržený stav

Graf 5 Procentuální podíl tepelných ztrát..... 25

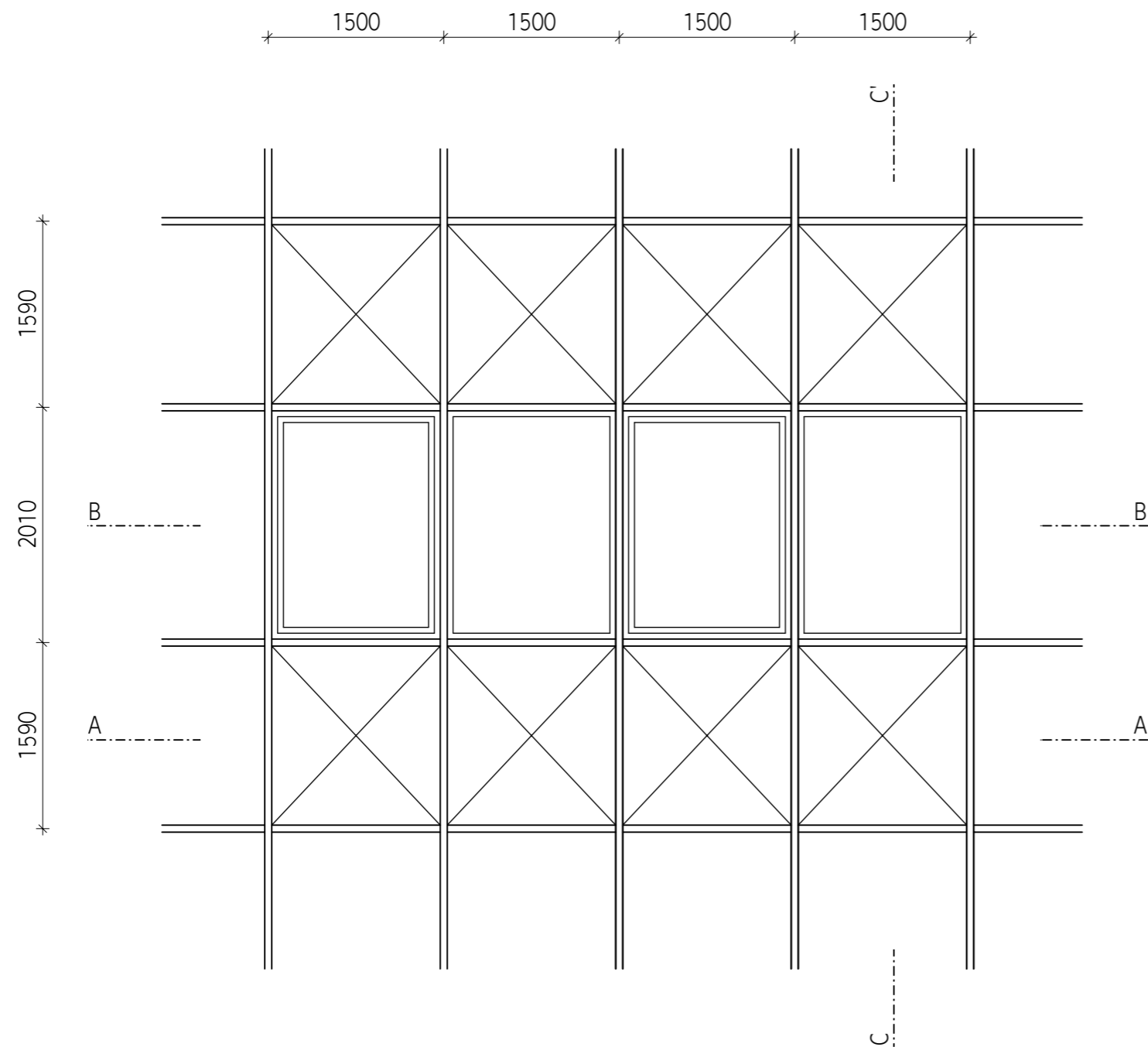
Graf 6 Rozdělení tepelných ztrát konstrukcemi a větráním ..... 25

Graf 7 Procentuální podíl tepelných ztrát jednotlivými konstrukcemi..... 26

Graf 8 Porovnání solárních tepelných zisků a tepelných ztrát  
stávajícího × navrženého stavu..... 28



POHLED NA FASÁDU



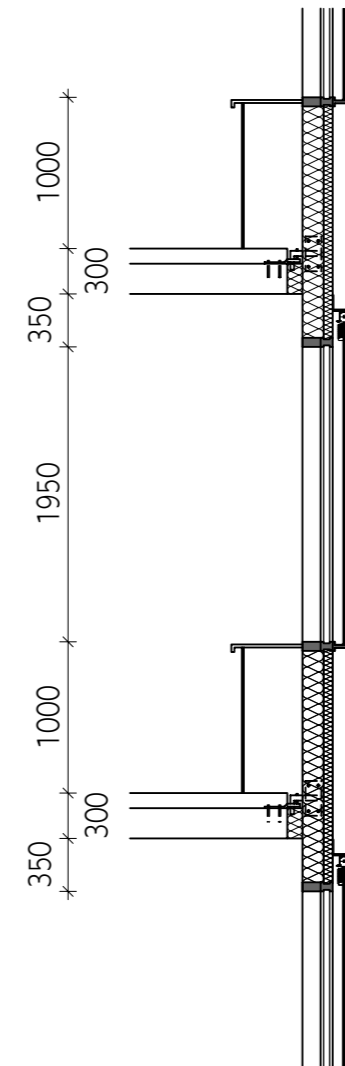
ŘEZ B-B'




ŘEZ A-A'

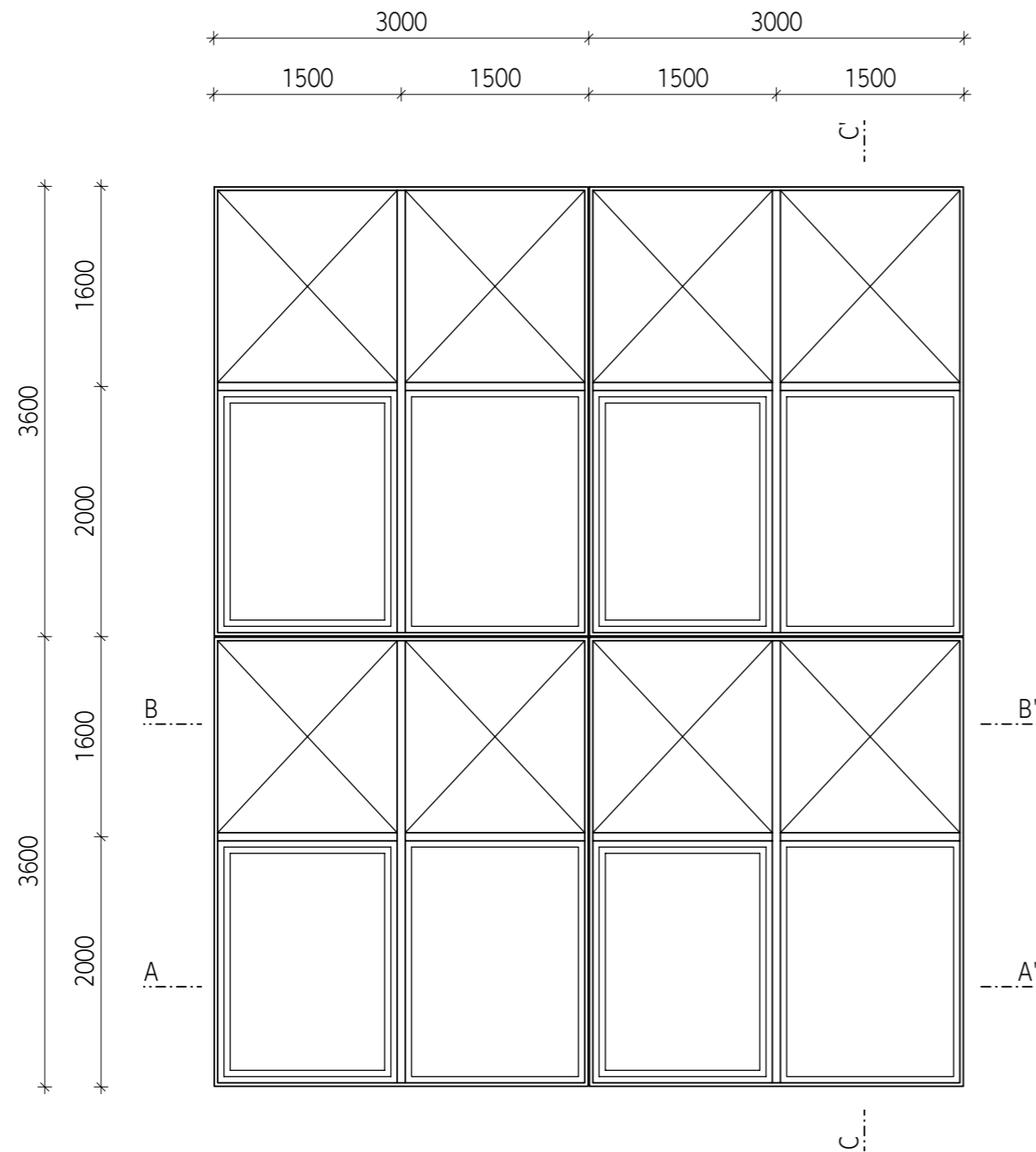


ŘEZ C-C'

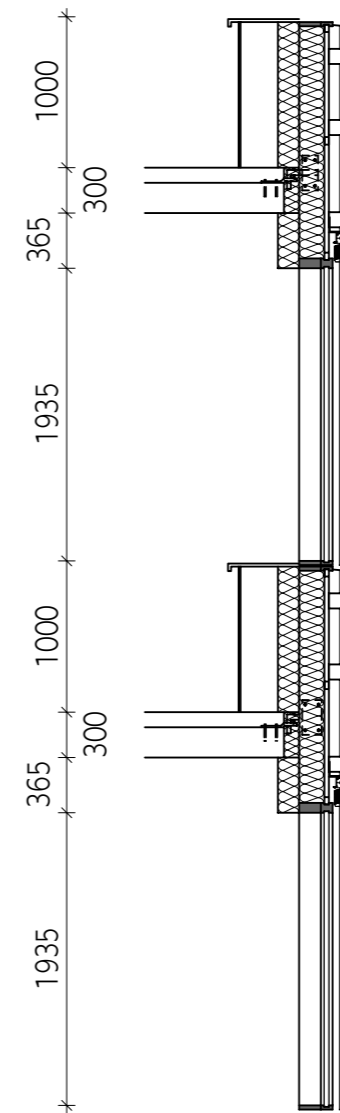


Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b> 
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 01
Název výkresu: ROŠTOVÁ (RASTROVÁ) KONSTRUKCE - VARIANTA 1			

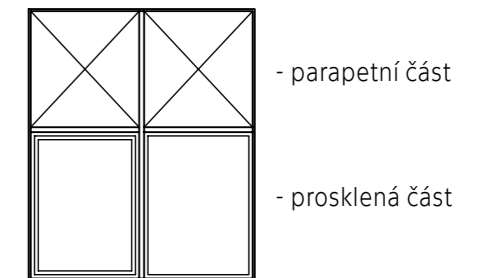
POHLED NA FASÁDU



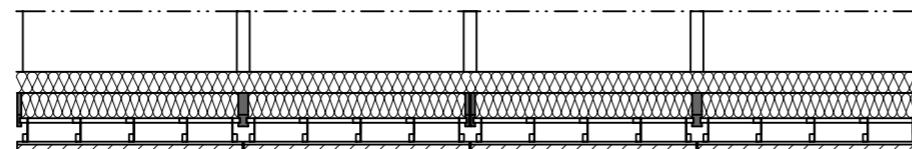
ŘEZ C-C'



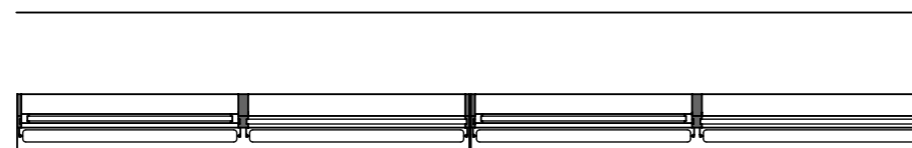
PANEL (MODUL)




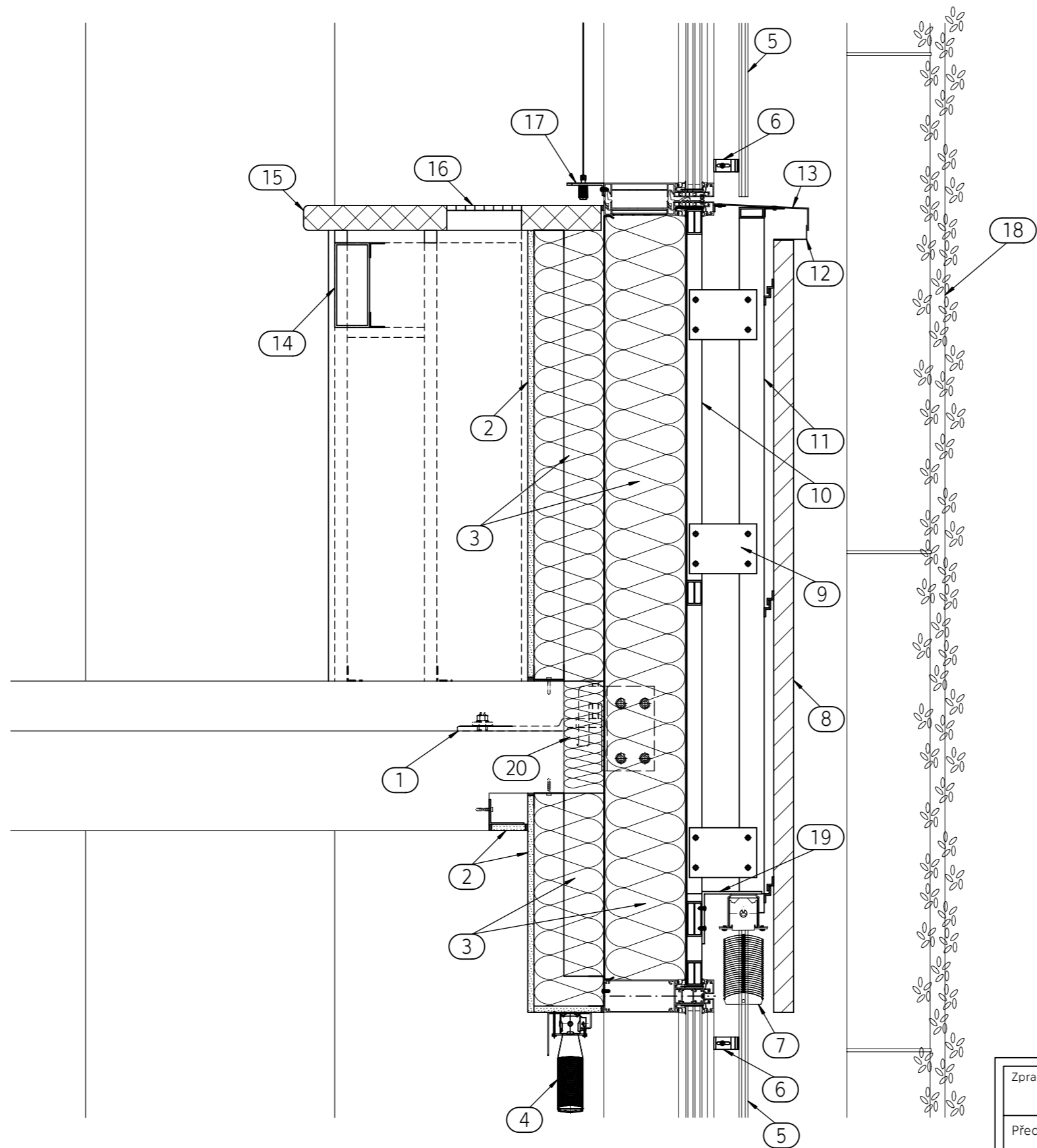
ŘEZ B-B'




ŘEZ A-A'

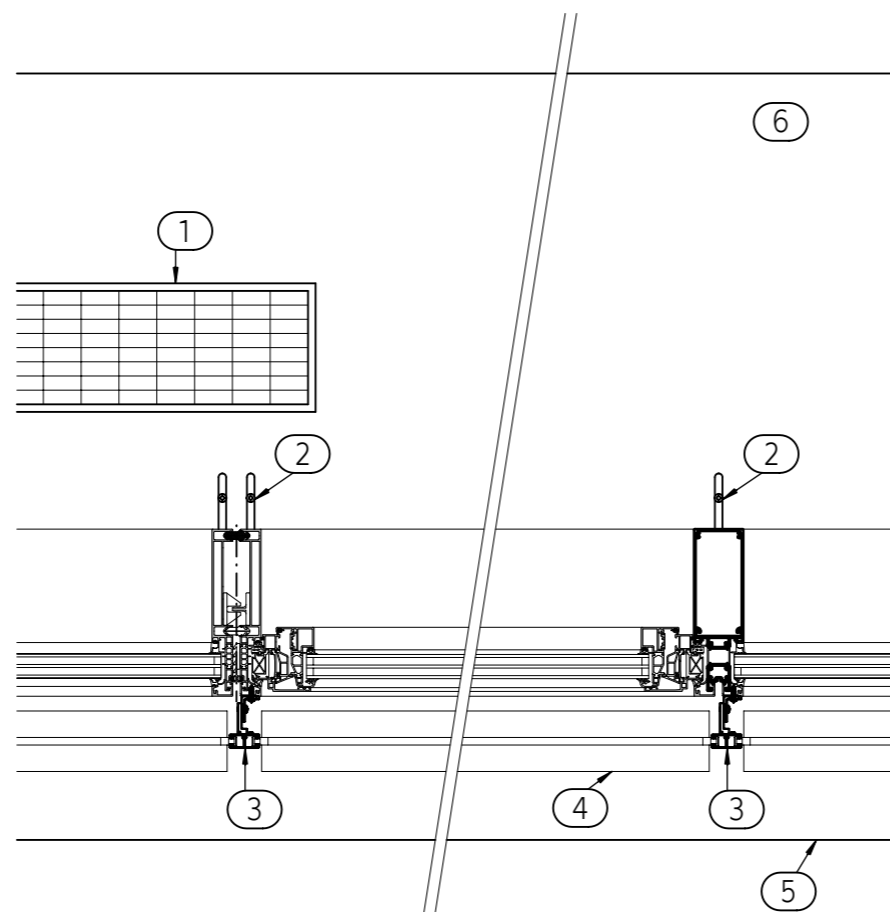


Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b> 
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 02
Název výkresu: PANELOVÁ (MODULOVÁ) KONSTRUKCE - VARIANTA 2			




- ① REKTIFIKOVATELNÁ OCELOVÁ KOTVA
- ② SÁDROKARTONOVÝ ZÁKLOP tl. 12,5 mm
- ③ TEPELNÁ IZOLACE - minerální vata
- ④ HLINÍKOVÉ VNITŘNÍ ŽALUZIE
- ⑤ VODÍCÍ LIŠTA PRO VENKOVNÍ ŽALUZIE
- ⑥ DRŽÁK VODÍCÍ LIŠTY
- ⑦ HLINÍKOVÉ VENKOVNÍ ŽALUZIE
- ⑧ FOTOVOLTACKÝ PANEL / SMALTOVANÉ SKLO
- ⑨ HLINÍKOVÁ KOTVA tl. 4 mm
- ⑩ NOSNÝ ROŠT Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ
- ⑪ NOSNÝ ROŠT Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ PRO ZAVĚŠENÍ PANELŮ
- ⑫ MŘÍŽKA PROTI PTACTVU
- ⑬ VENKOVNÍ HLINÍKOVÝ PARAPET
- ⑭ PLASTOVÝ PARAPETNÍ KANÁL PRO ELEKTRO
- ⑮ VNITŘNÍ PLASTOVÝ PARAPET
- ⑯ MŘÍŽKA V PARAPETU (přívod teplého vzduchu od otopných těles)
- ⑰ ÚCHYT VODÍCÍHO LANKA PRO VNITŘNÍ ŽALUZIE
- ⑱ PŘEDSAZENÁ KOVOVÁ KONSTRUKCE (pro plazící se zeleň)
- ⑲ DRŽÁK VENKOVNÍCH ŽALUZIÍ
- ⑳ VÝPLŇ MINERÁLNÍ VATOU

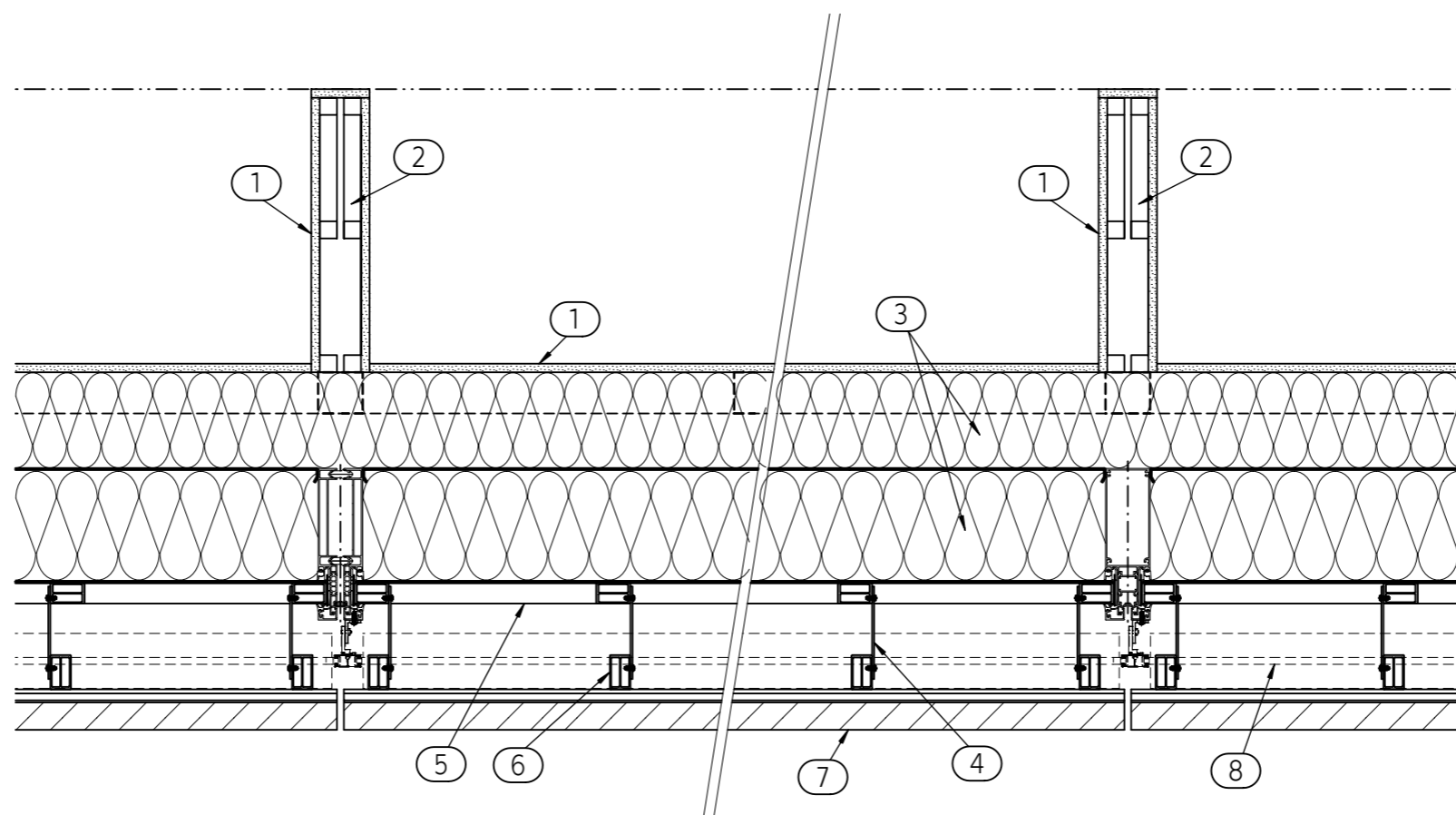
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b> 
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:10
Název výkresu: DETAIL - VERTIKÁLNÍ NAPOJENÍ A KOTVENÍ JV FASÁDA - fotovoltaické panely, smaltované sklo			Číslo výkresu: 03




- ① MŘÍŽKA V PARAPETU (přívod teplého vzduchu od otopných těles)
- ② ÚCHYT VODÍCÍHO LANKA PRO VNITŘNÍ ŽALUZIE
- ③ DRŽÁK VODÍCÍ LIŠTY + VODÍCÍ LIŠTA
- ④ HLINÍKOVÉ VENKOVNÍ ŽALUZIE
- ⑤ VENKOVNÍ HLINÍKOVÝ PARAPET
- ⑥ VNITŘNÍ PLASTOVÝ PARAPET

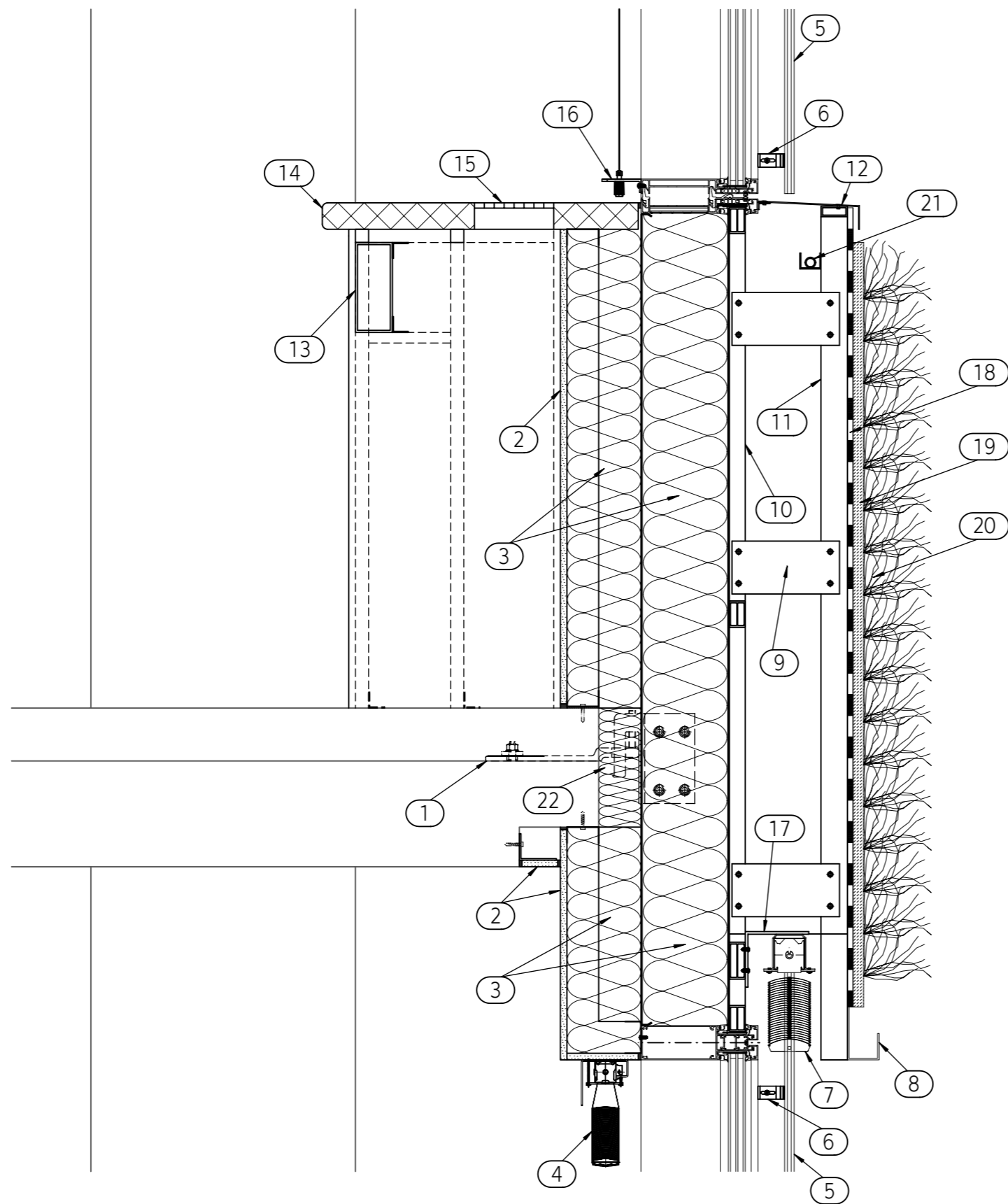
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b> 
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:10
			Číslo výkresu: 04
Název výkresu: DETAIL - HORIZONTÁLNÍ PROSKLENÍM JV FASÁDA - fotovoltaické panely, smaltované sklo			






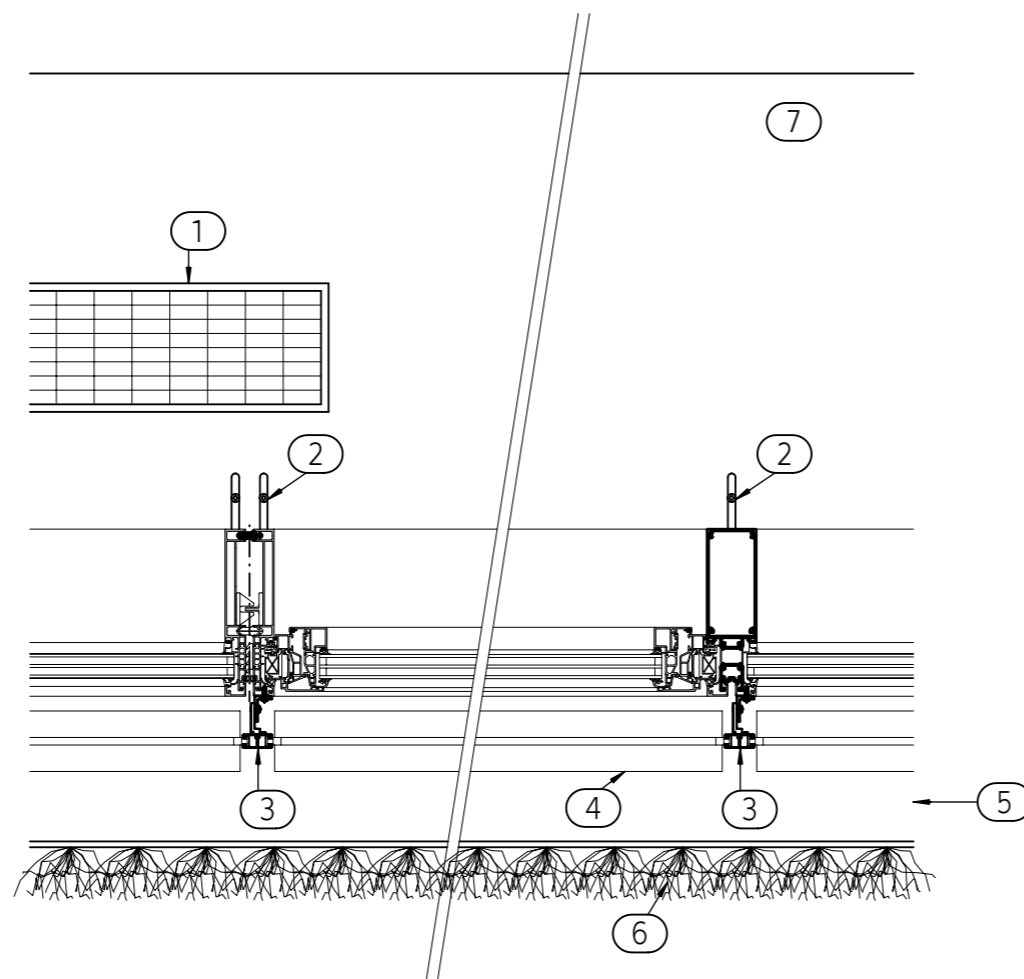
- ① SÁDROKARTONOVÝ ZÁKLOP tl. 12,5 mm
- ② KONSTRUKCE Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ
- ③ TEPELNÁ IZOLACE - minerální vata
- ④ HLINÍKOVÁ KOTVA tl. 4 mm
- ⑤ NOSNÝ ROŠT Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ
- ⑥ NOSNÝ ROŠT Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ PRO ZAVĚŠENÍ PANELŮ
- ⑦ FOTOVOLTACKÝ PANEL / SMALTOVANÉ SKLO
- ⑧ HLINÍKOVÉ VENKOVNÍ ŽALUZIE

Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>	
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b> 	
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018	12/2018
			Meřítko: 1:10	1:10
			Číslo výkresu: 05	05
Název výkresu: DETAIL - HORIZONTÁLNÍ PARAPETNÍM PANELEM JV FASÁDA - fotovoltaické panely, smaltované sklo				




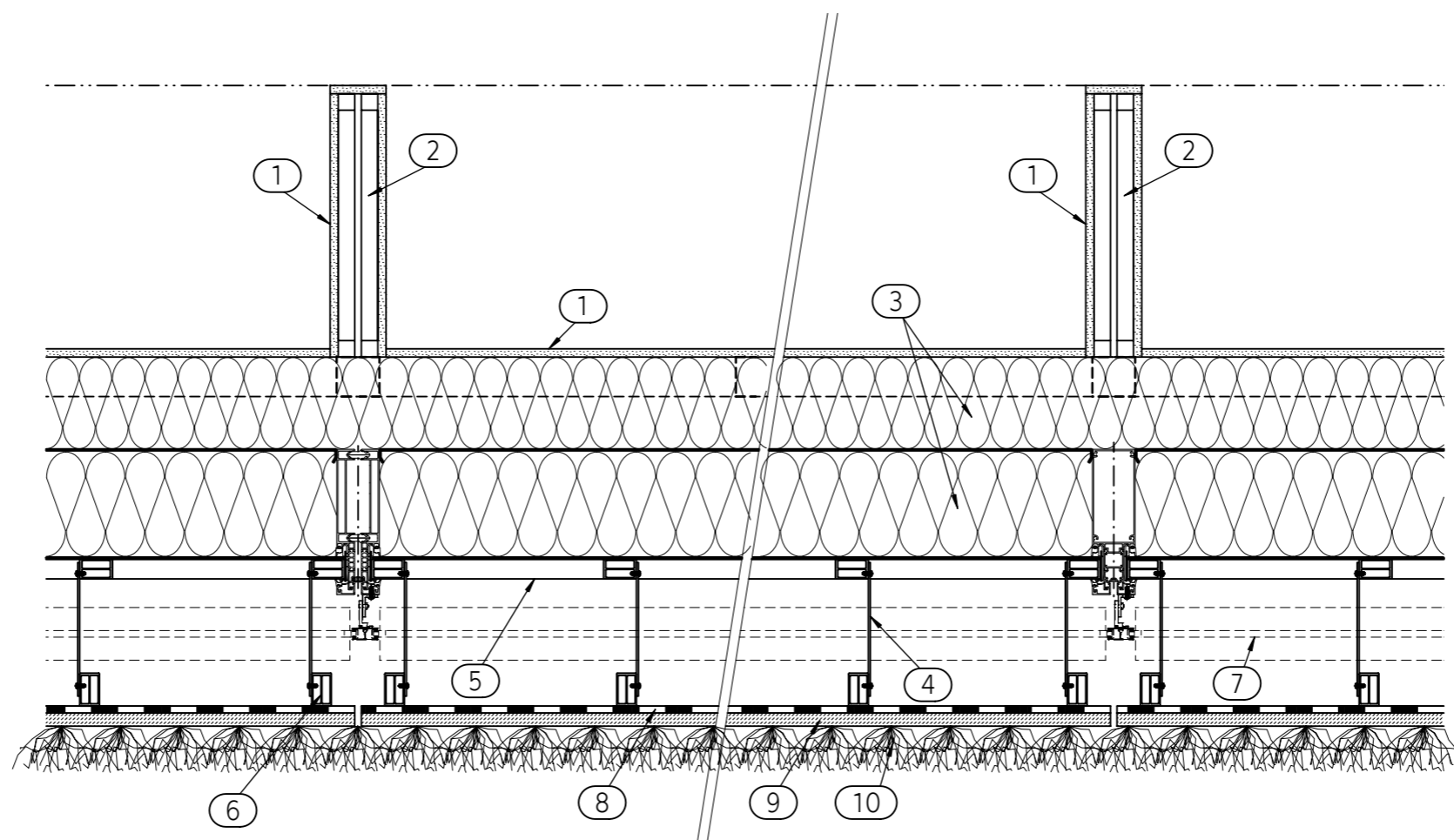
- ① REKTIFIKOVATELNÁ OCELOVÁ KOTVA
- ② SÁDROKARTONOVÝ ZÁKLOP tl. 12,5 mm
- ③ TEPELNÁ IZOLACE - minerální vata
- ④ HLINÍKOVÉ VNITŘNÍ ŽALUZIE
- ⑤ VODÍCÍ LIŠTA PRO VENKOVNÍ ŽALUZIE
- ⑥ DRŽÁK VODÍCÍ LIŠTY
- ⑦ HLINÍKOVÉ VENKOVNÍ ŽALUZIE
- ⑧ HLINÍKOVÝ ŽLAB
- ⑨ HLINÍKOVÁ KOTVA tl. 4 mm
- ⑩ NOSNÝ ROŠT Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ
- ⑪ NOSNÝ ROŠT Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ PRO ZAVĚŠENÍ PANELŮ
- ⑫ VENKOVNÍ HLINÍKOVÝ PARAPET
- ⑬ PLASTOVÝ PARAPETNÍ KANÁL PRO ELEKTRO
- ⑭ VNITŘNÍ PLASTOVÝ PARAPET
- ⑮ MŘÍŽKA V PARAPETU (přívod teplého vzduchu od otopných těles)
- ⑯ ÚCHYT VODÍCÍHO LANKA PRO VNITŘNÍ ŽALUZIE
- ⑰ DRŽÁK VENKOVNÍCH ŽALUZIÍ
- ⑱ PVC FÓLIE tl. 1 cm
- ⑲ PLSŤ SE ZAVLAŽOVACÍMI TRUBIČKAMI
- ⑳ ZELEŇ
- ㉑ POTRUBÍ OD ZAVLAŽOVACÍHO SYSTÉMU
- ㉒ VÝPLŇ MINERÁLNÍ VATOU

Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:10
			Číslo výkresu: 06
Název výkresu: DETAIL - VERTIKÁLNÍ NAPOJENÍ A KOTVENÍ JV FASÁDA - panel se zelení			




- ① MŘÍŽKA V PARAPETU (přívod teplého vzduchu od otopných těles)
- ② ÚCHYT VODÍCÍHO LANKA PRO VNITŘNÍ ŽALUZIE
- ③ DRŽÁK VODÍCÍ LIŠTY + VODÍCÍ LIŠTA
- ④ HLINÍKOVÉ VENKOVNÍ ŽALUZIE
- ⑤ VENKOVNÍ HLINÍKOVÝ PARAPET
- ⑥ ZELEŇ
- ⑦ VNITŘNÍ PLASTOVÝ PARAPET

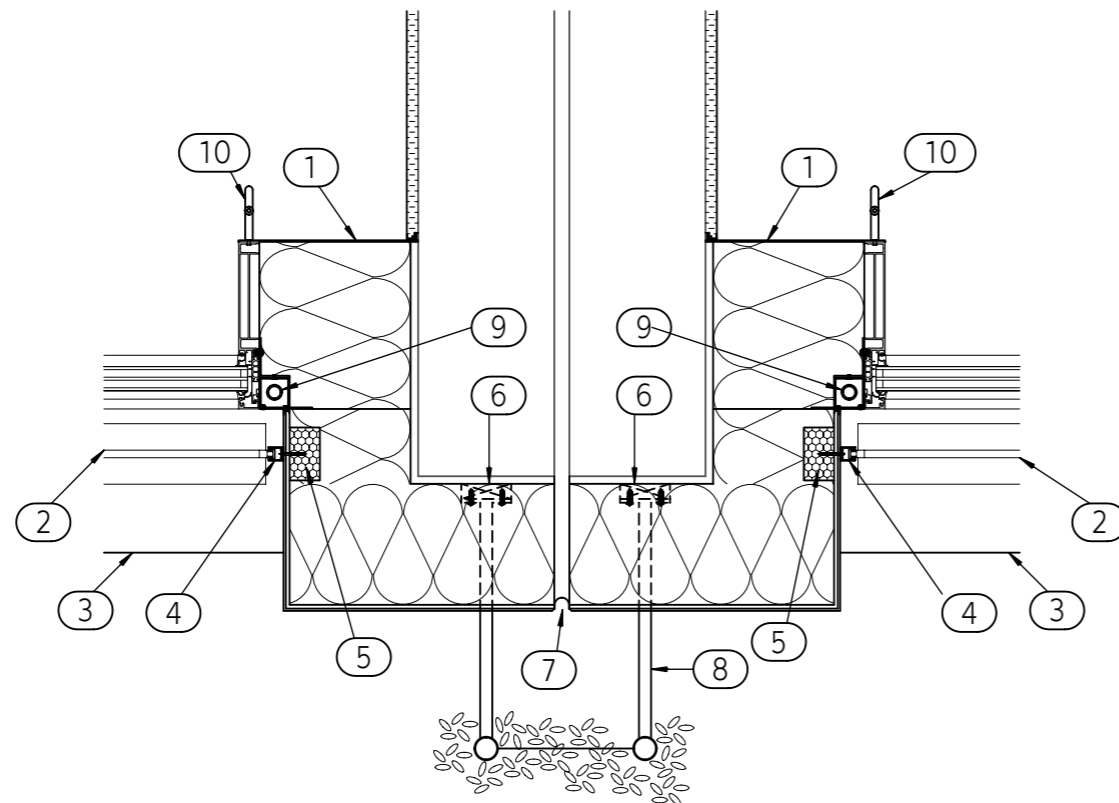
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:10
			Číslo výkresu: 07
Název výkresu: DETAIL - HORIZONTÁLNÍ PROSKLENÍM JV FASÁDA - panel se zelení			



- ① SÁDROKARTONOVÝ ZÁKLOP tl. 12,5 mm
- ② KONSTRUKCE Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ
- ③ TEPELNÁ IZOLACE - minerální vata
- ④ HLINÍKOVÁ KOTVA tl. 4 mm
- ⑤ NOSNÝ ROŠT Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ
- ⑥ NOSNÝ ROŠT Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ PRO ZAVĚŠENÍ PANELŮ
- ⑦ HLINÍKOVÉ VENKOVNÍ ŽALUZIE
- ⑧ PVC FÓLIE tl. 1 cm
- ⑨ PLSŤ SE ZAVLAŽOVACÍMI TRUBIČKAMI
- ⑩ ZELEŇ

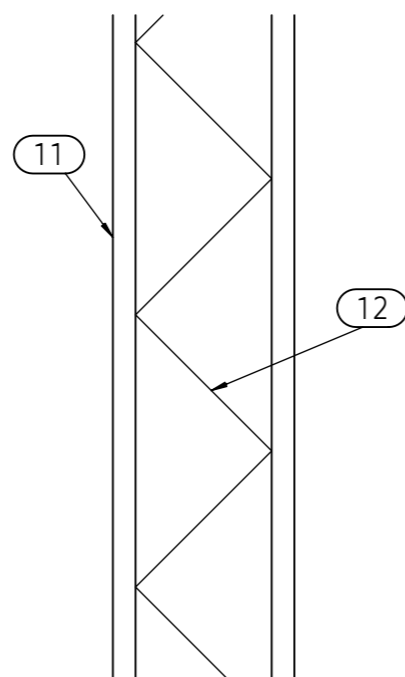
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b> 
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:10
			Číslo výkresu: 08
Název výkresu: DETAIL - HORIZONTÁLNÍ PARAPETNÍM PANELEM JV FASÁDA - panel se zelení			




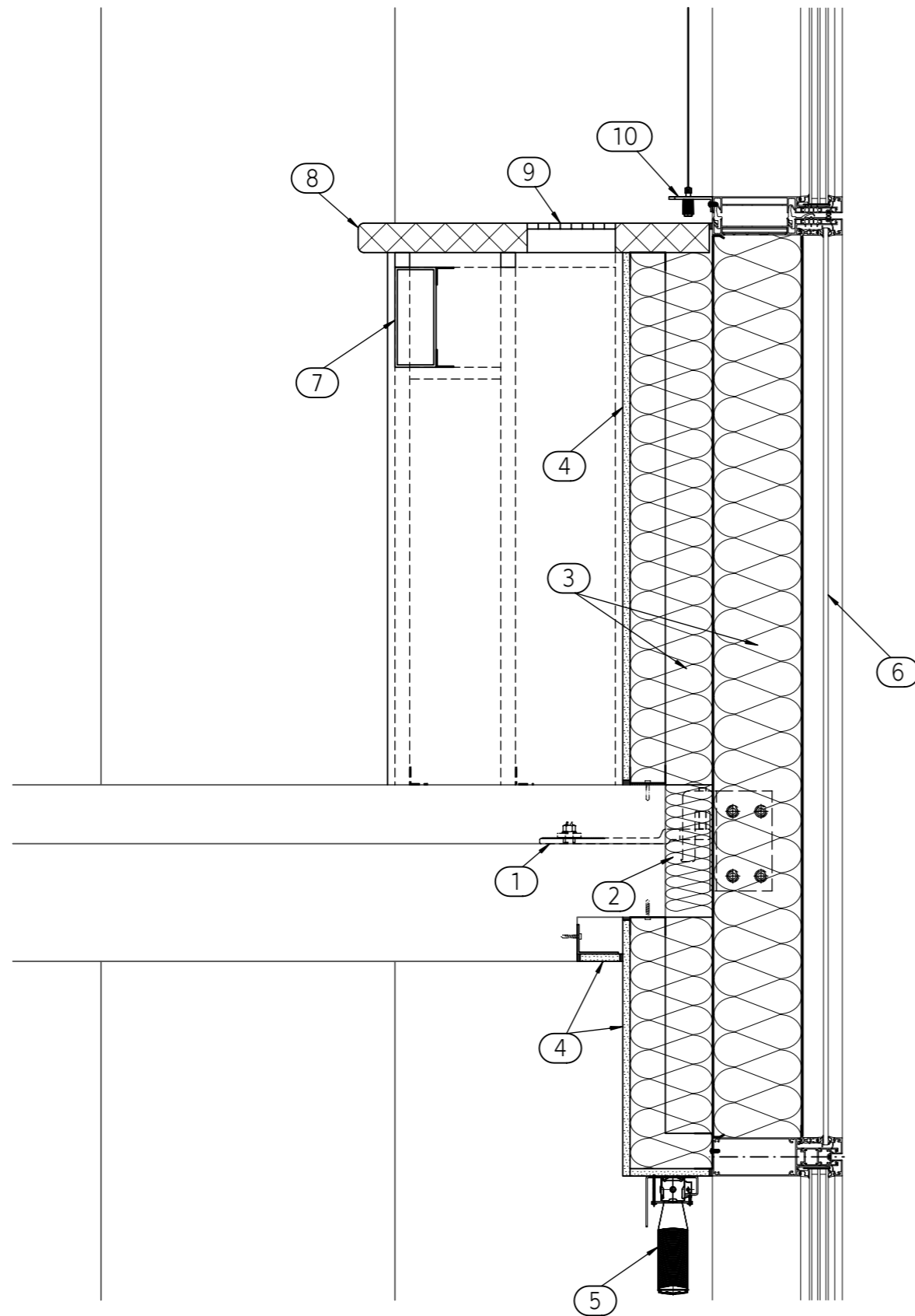


- ① HLINÍKOVÝ PLECH
- ② HLINÍKOVÉ VENKOVNÍ ŽALUZIE
- ③ HLINÍKOVÝ VENKOVNÍ PARAPET
- ④ VODÍCÍ LIŠTA VENKOVNÍCH ŽALUZÍÍ - kotveno do XPS
- ⑤ EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN tl. 40 mm
- ⑥ PŘERUŠENÍ TEPELNÉHO MOSTU - COMPACFOAM
- ⑦ DILATAČNÍ PROFIL
- ⑧ PŘEDSAZENÁ KOVOVÁ KONSTRUKCE (pro plazící se zeleň)
- ⑨ VEDENÍ PRO ZAVLAŽOVACÍ SYSTÉM
- ⑩ ÚCHYT VODÍCÍHO LANKA PRO VNITŘNÍ ŽALUZIE
- ⑪ TRUBKA 30 × 3 mm
- ⑫ NEREZOVÉ NAPNUTÉ LANKO


POHLED NA PŘEDSAZENOU KONSTRUKCI

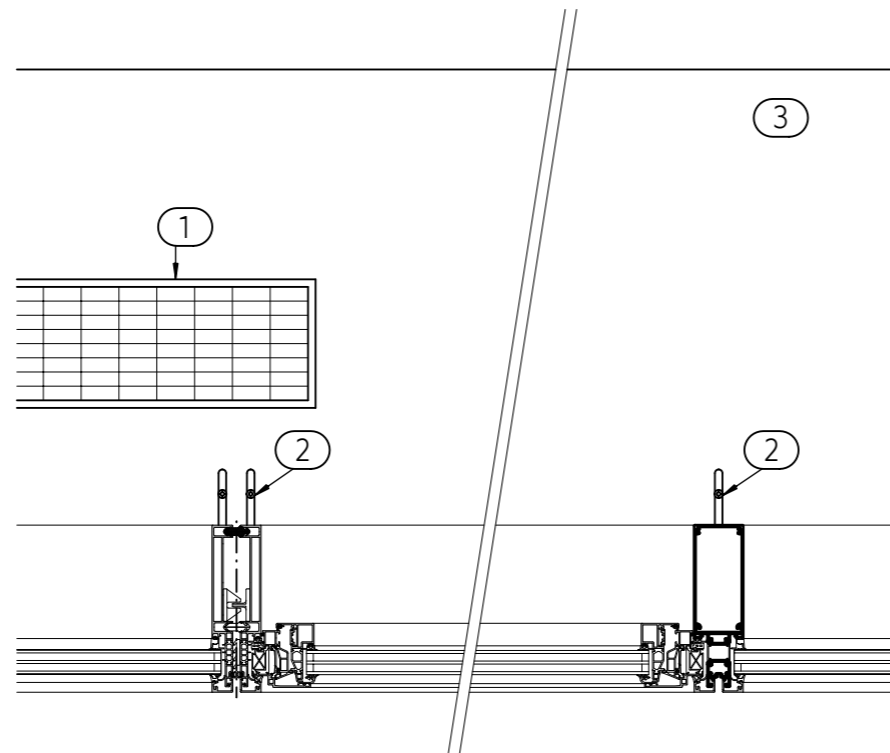


Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:10
			Číslo výkresu: 09
Název výkresu: DETAIL - ROZDĚLENÍ DILATAČNÍCH CELKŮ JV FASÁDA			




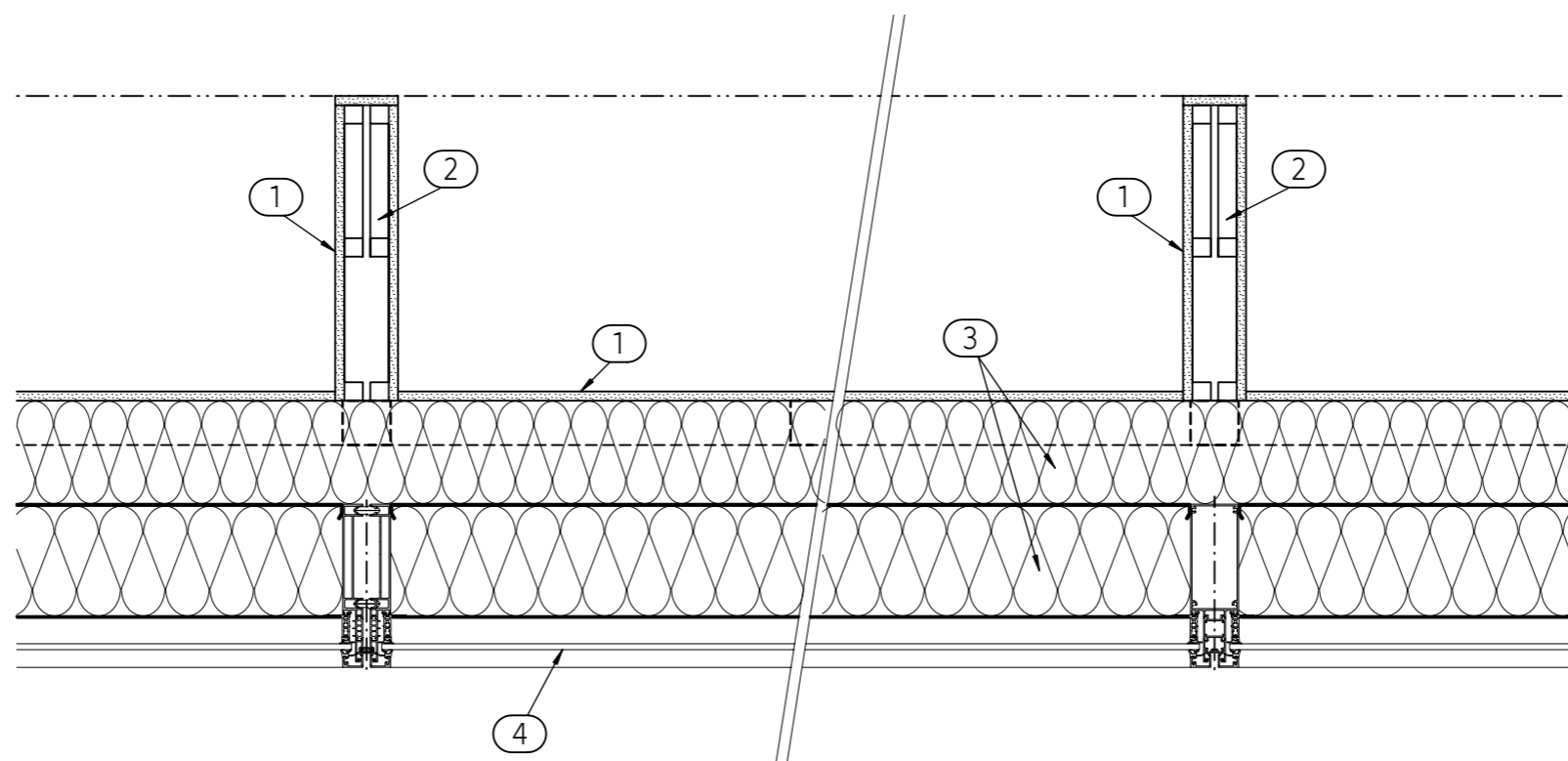
- ① REKTIFIKOVATELNÁ OCELOVÁ KOTVA
- ② VÝPLŇ MINERÁLNÍ VATOU
- ③ TEPELNÁ IZOLACE - minerální vata
- ④ SÁDROKARTONOVÝ ZÁKLOP tl. 12,5 mm
- ⑤ HLINÍKOVÉ VNITŘNÍ ŽALUZIE
- ⑥ SMALTOVANÉ SKLO
- ⑦ PLASTOVÝ PARAPETNÍ KANÁL PRO ELEKTRO
- ⑧ VNITŘNÍ PLASTOVÝ PARAPET
- ⑨ MŘÍŽKA V PARAPETU (přívod teplého vzduchu od otopných těles)
- ⑩ ÚCHYT VODÍCÍHO LANKA PRO VNITŘNÍ ŽALUZIE

Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 12/2018
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Meřítko: 1:10
Název výkresu: DETAIL - VERTIKÁLNÍ NAPOJENÍ A KOTVENÍ SZ FASÁDA - smaltované sklo			Číslo výkresu: 10




- ① MŘÍŽKA V PARAPETU (přívod teplého vzduchu od otopných těles)
- ② ÚCHYT VODÍCÍHO LANKA PRO VNITŘNÍ ŽALUZIE
- ③ VNITŘNÍ PLASTOVÝ PARAPET

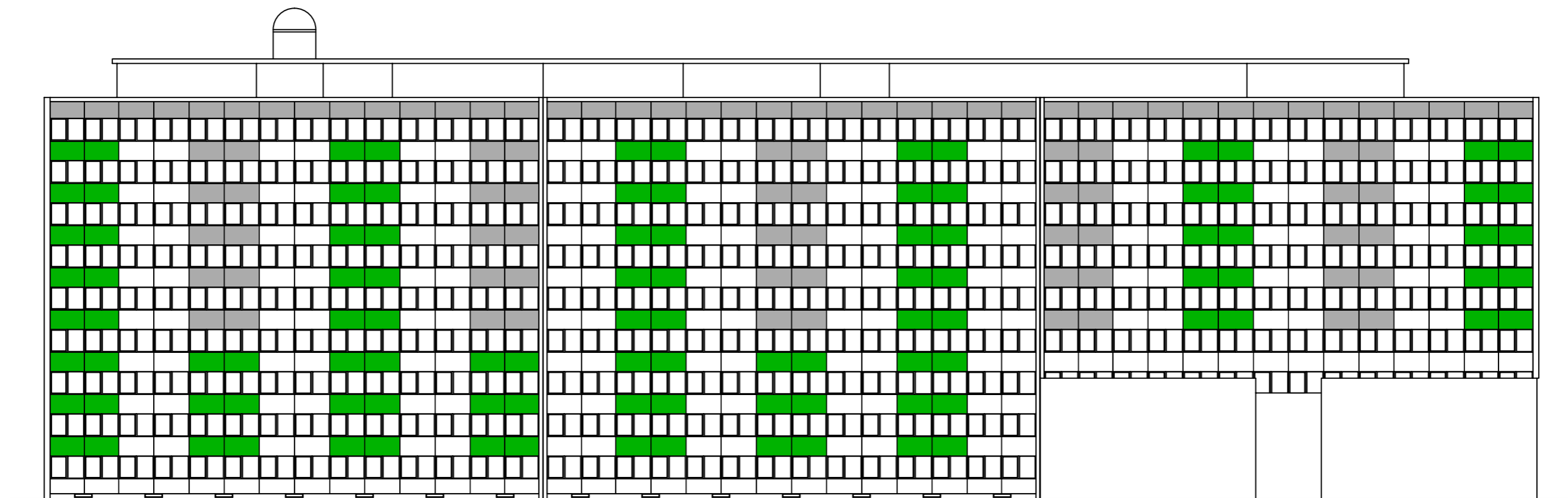
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:10
			Číslo výkresu: 11
Název výkresu: DETAIL - HORIZONTÁLNÍ PROSKLENÍM SZ FASÁDA - smaltované sklo			



- ① SÁDROKARTONOVÝ ZÁKLOP tl. 12,5 mm
- ② KONSTRUKCE Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ
- ③ TEPELNÁ IZOLACE - minerální vata
- ④ SMALTOVANÉ SKLO


Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b> 
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:10
			Číslo výkresu: 12
Název výkresu: DETAIL - HORIZONTÁLNÍ PARAPETNÍM PANELEM SZ FASÁDA - smaltované sklo			

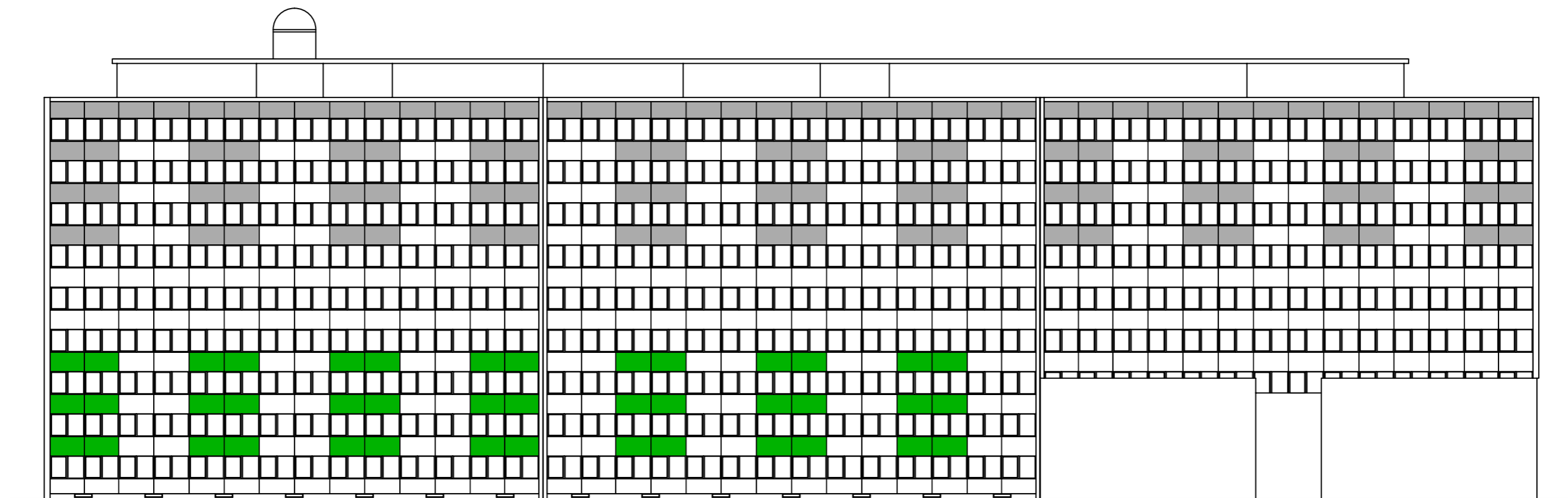







LEGENDA:


- FOTOVOLTAICKÝ PANEL
- ZELEŇ
- SMALTOVANÉ SKLO

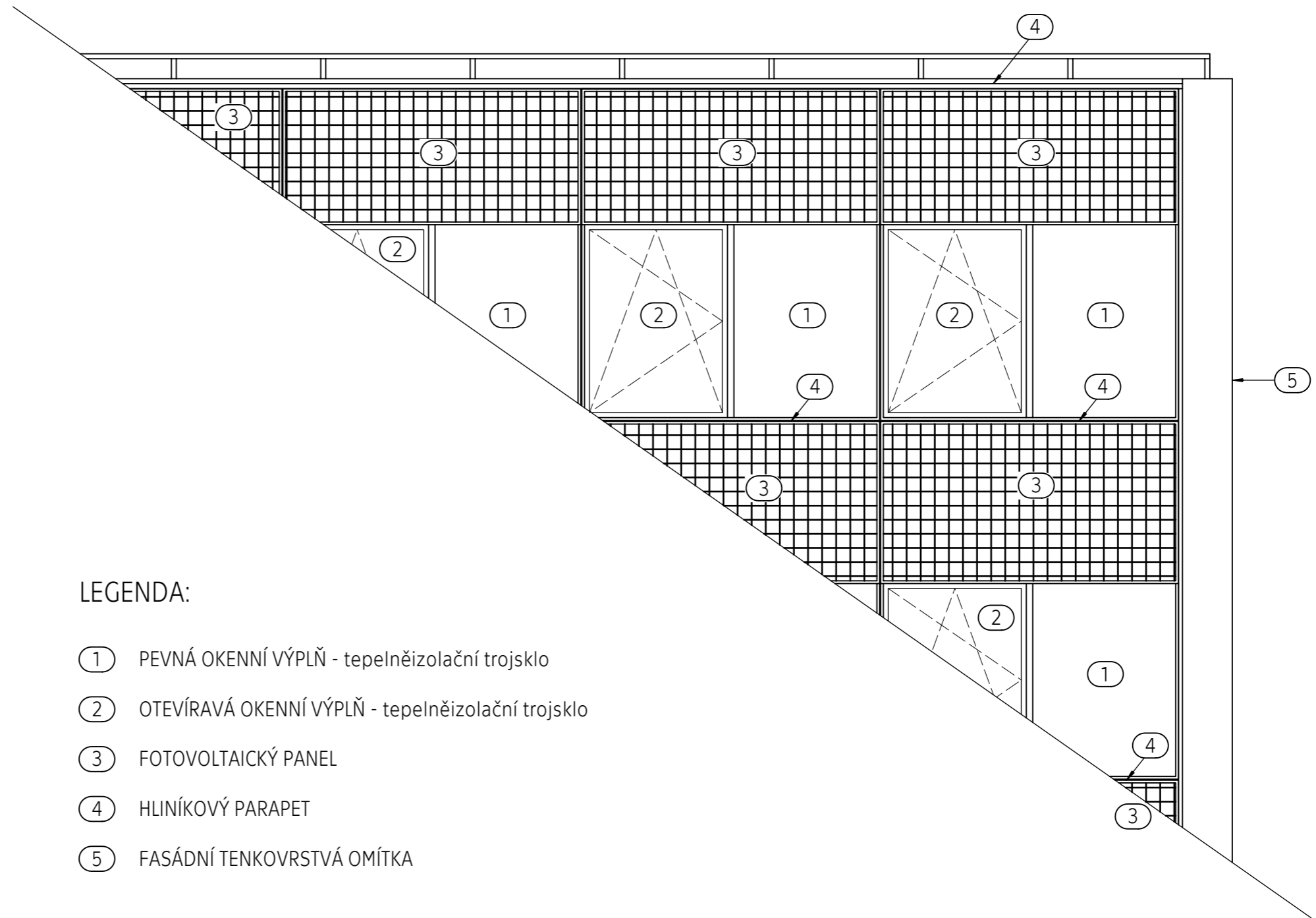
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b> 
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:400
			Číslo výkresu: 13
Název výkresu: POHLED NA JIHOVÝCHODNÍ FASÁDU rozmístění FV a zeleně - varianta 1			



LEGENDA:


-  FOTOVOLTAICKÝ PANEL
-  ZELEŇ
-  SMALTOVANÉ SKLO

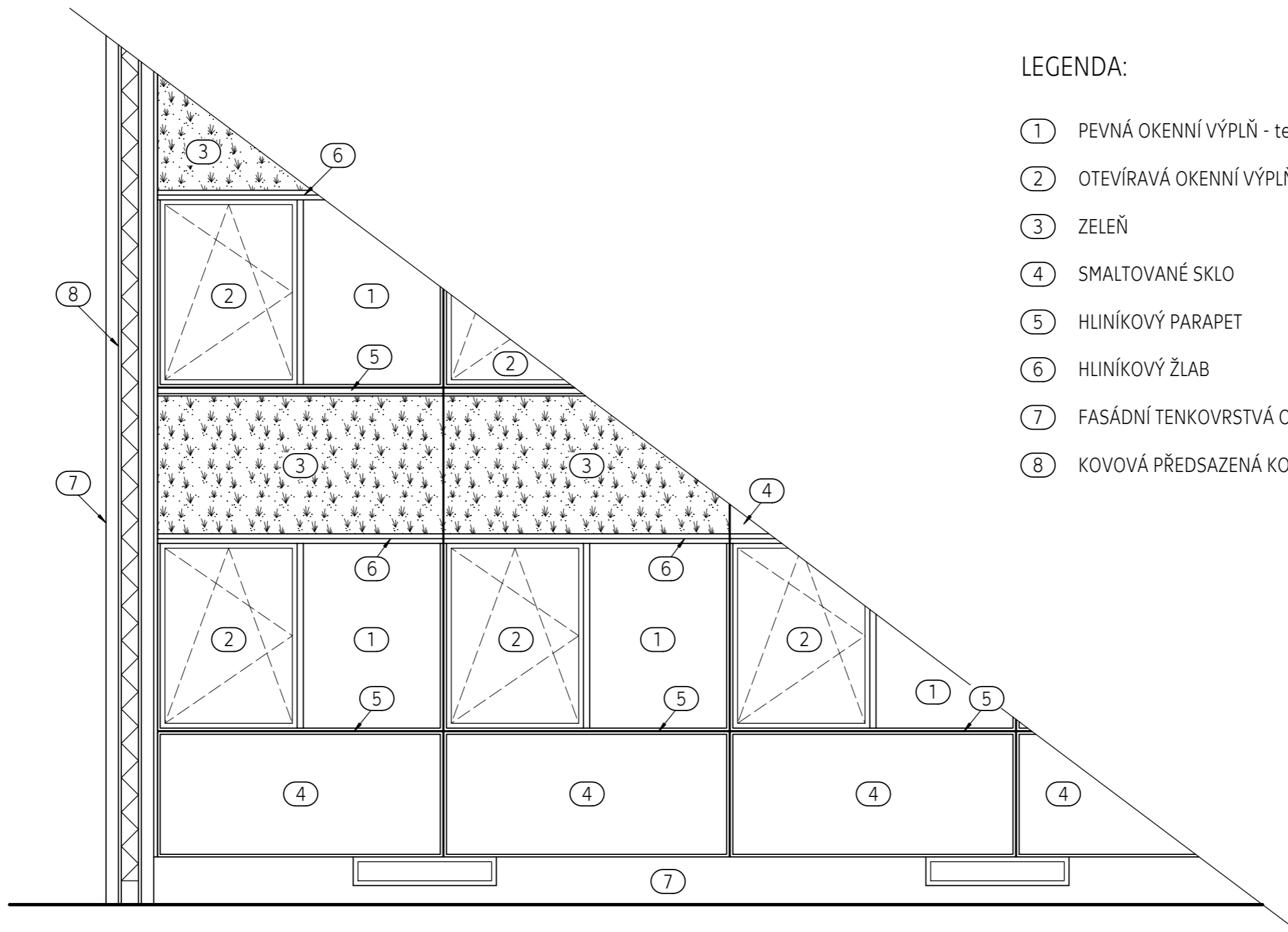
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 12/2018
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Meřítko: 1:400
Název výkresu: POHLED NA JIHOVÝCHODNÍ FASÁDU rozmístění FV a zeleně - varianta 2			Číslo výkresu: 14



LEGENDA:


- ① PEVNÁ OKENNÍ VÝPLŇ - tepelněizolační trojsklo
- ② OTEVÍRAVÁ OKENNÍ VÝPLŇ - tepelněizolační trojsklo
- ③ FOTOVOLTAICKÝ PANEL
- ④ HLINÍKOVÝ PARAPET
- ⑤ FASÁDNÍ TENKOVSTVÁ OMÍTKA

Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 12/2018
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Meřítko: 1:50
Název výkresu: POHLED NA JIHOVÝCHODNÍ FASÁDU fotovoltaické panely			Číslo výkresu: 15

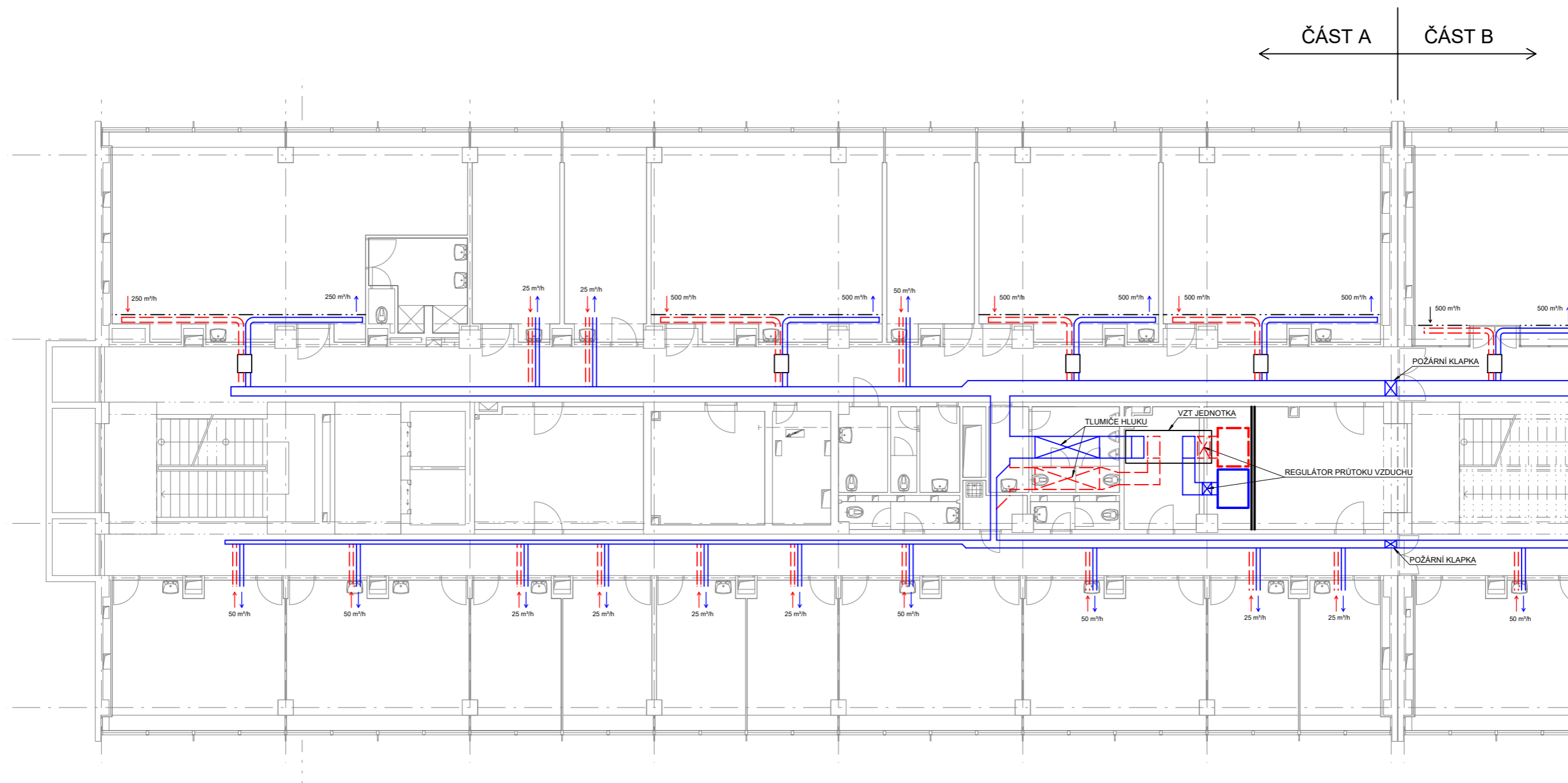


LEGENDA:

- ① PEVNÁ OKENNÍ VÝPLŇ - tepelněizolační trojsklo
- ② OTEVÍRAVÁ OKENNÍ VÝPLŇ - tepelněizolační trojsklo
- ③ ZELEŇ
- ④ SMALTOVANÉ SKLO
- ⑤ HLINÍKOVÝ PARAPET
- ⑥ HLINÍKOVÝ ŽLAB
- ⑦ FASÁDNÍ TENKOVrstvá OMÍTKA
- ⑧ KOVOVÁ PŘEDSAZENÁ KONSTRUKCE (pro plazící se zeleň)

Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b> 
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 16
Název výkresu: POHLED NA JIHOVÝCHODNÍ FASÁDU panely se zelení, smaltované sklo			

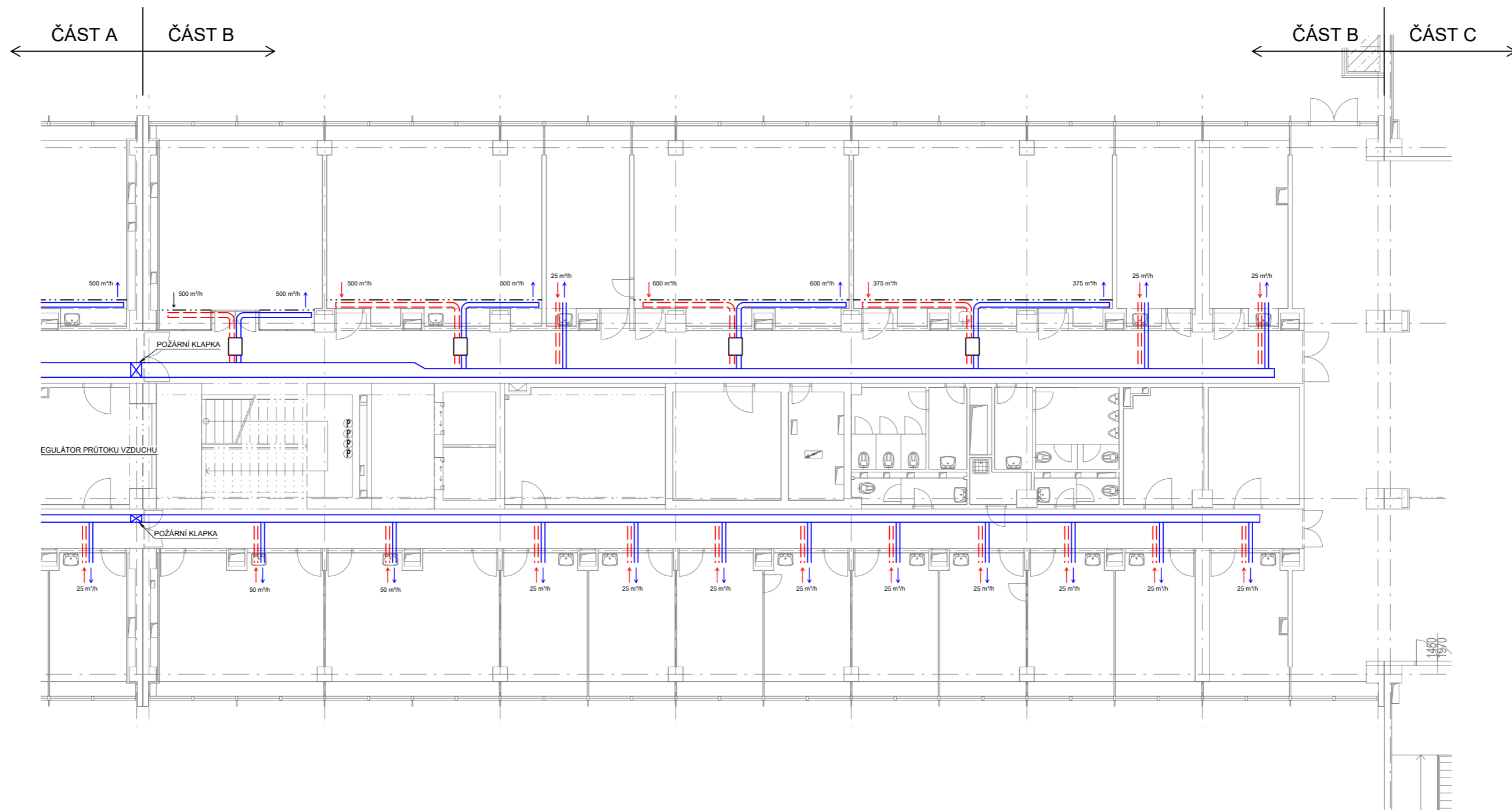




LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO2)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

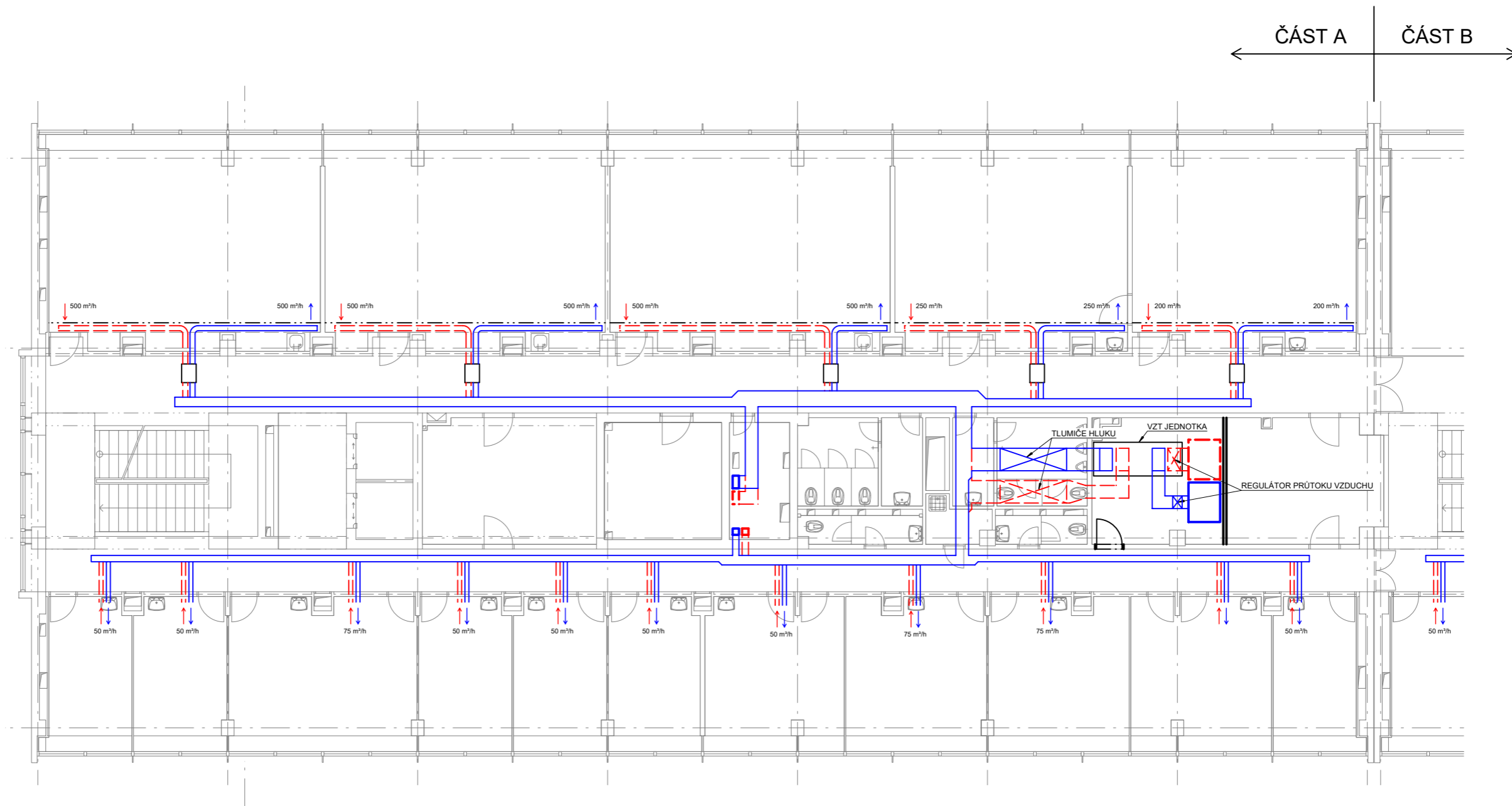
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018 Meřítko: 1:150 Číslo výkresu: 17
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 1.NP (část A)			



LEGENDA:


- REGULAČNÍ BOX (podle CO2)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

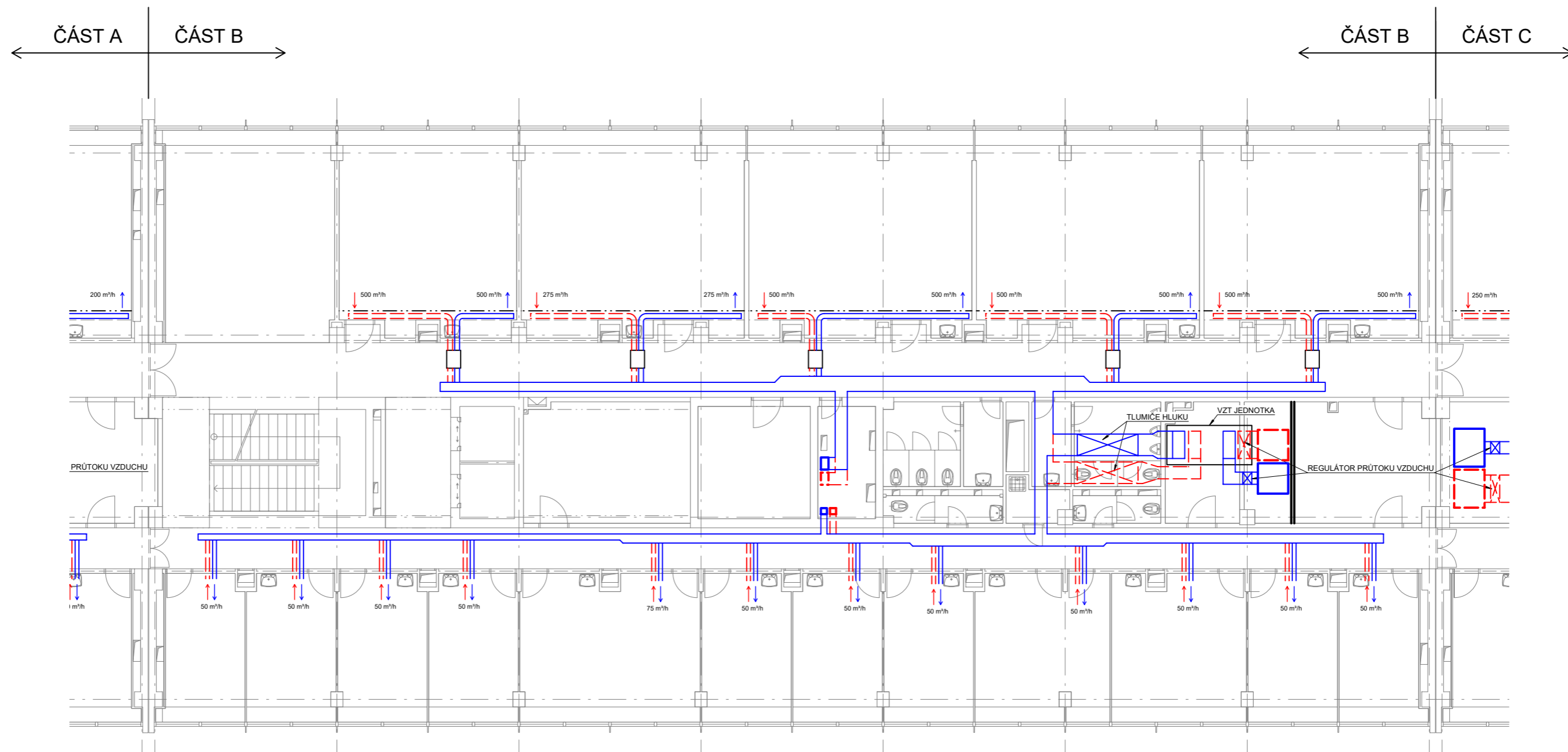
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018 Meřítko: 1:150 Číslo výkresu: 18
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 1.NP (část B)			



LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO2)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

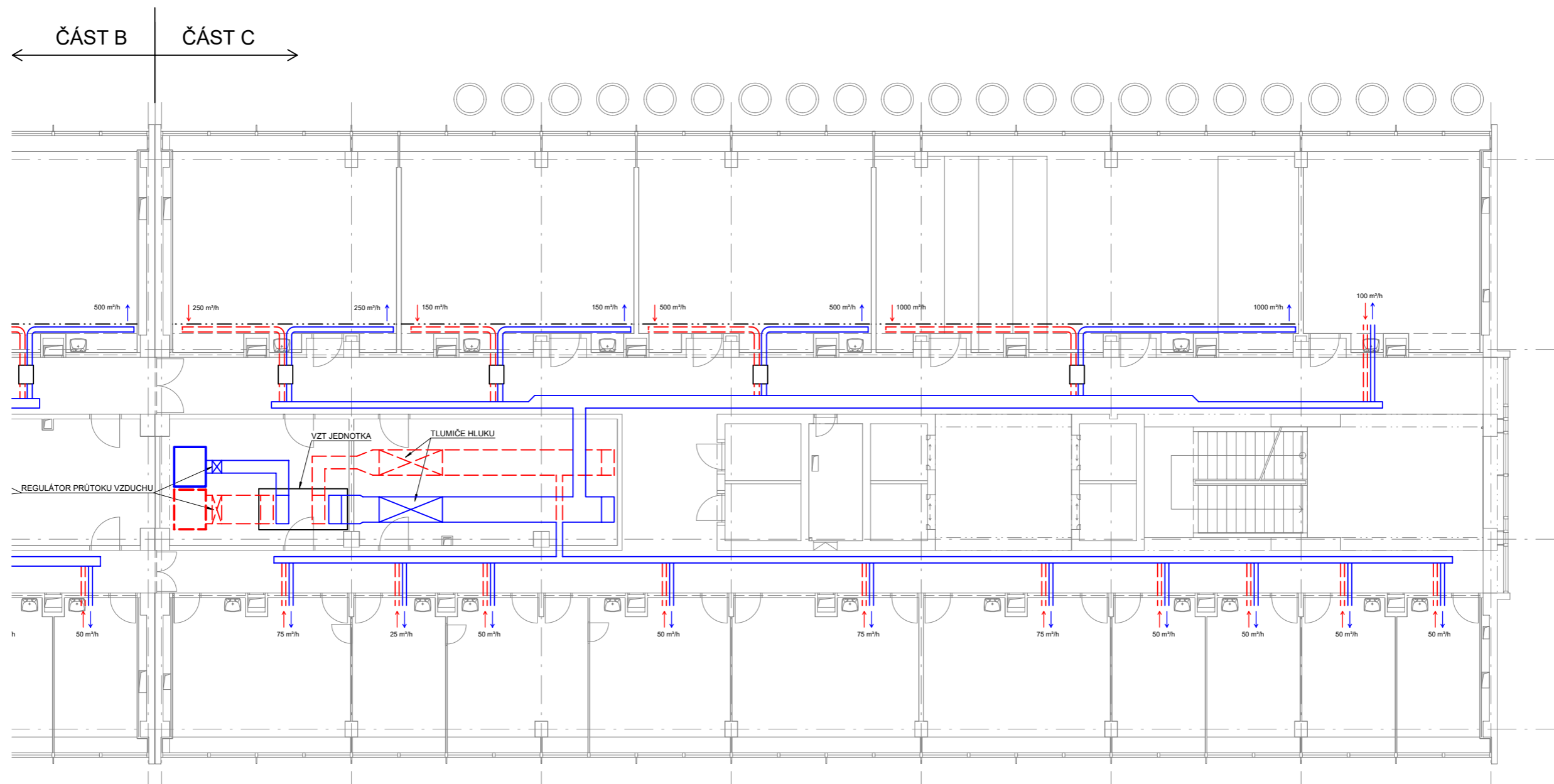
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>  <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ		Datum: 12/2018	Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 3.NP (část A)		Číslo výkresu: 19	



LEGENDA:



- REGULAČNÍ BOX (podle CO2)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 12/2018
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 3.NP (část B)			Číslo výkresu: 20

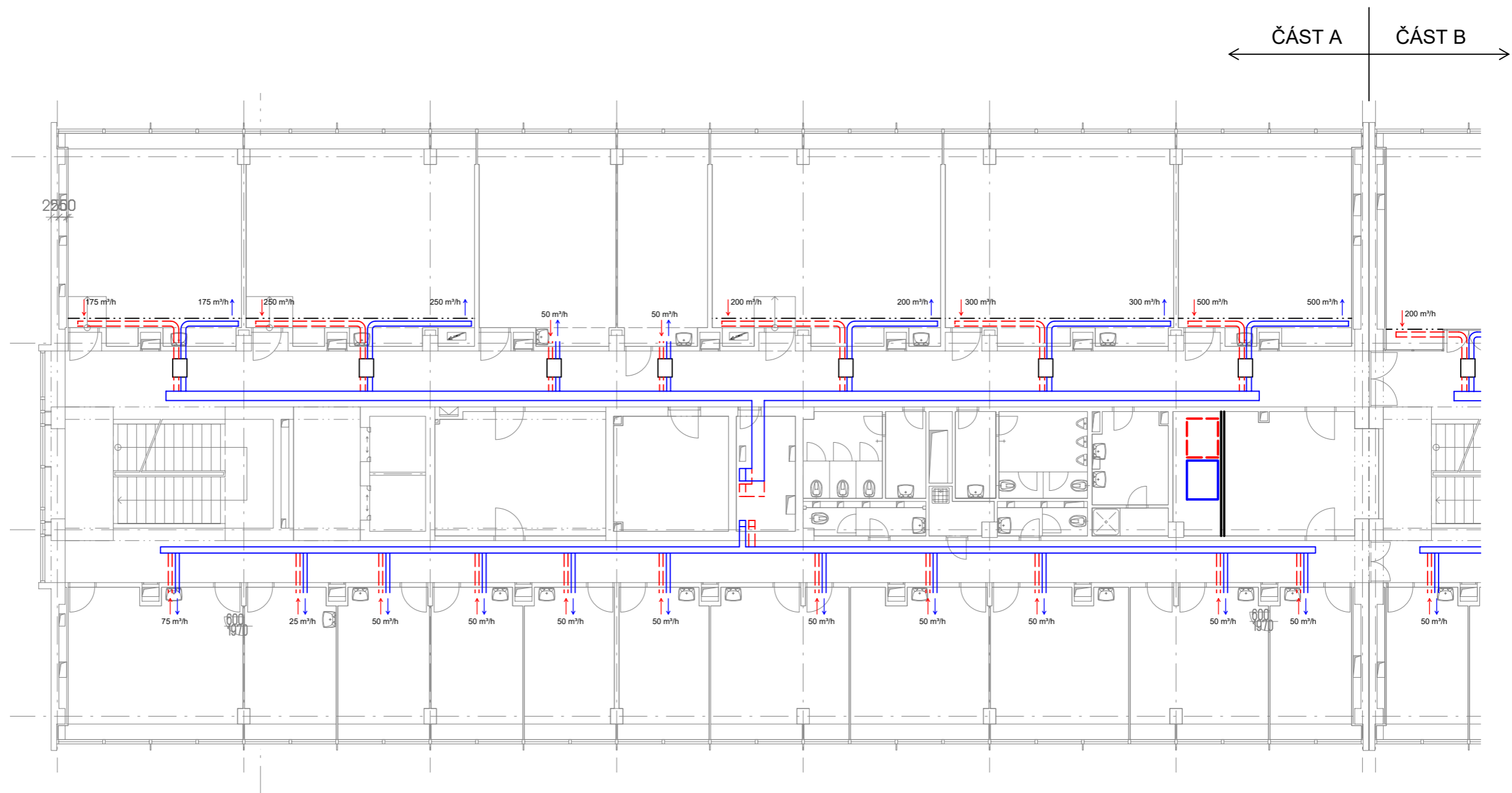


LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO2)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE


Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> 
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ		Datum: 12/2018	
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 3.NP (část C)		Meřítko: 1:150	
			Číslo výkresu: 21

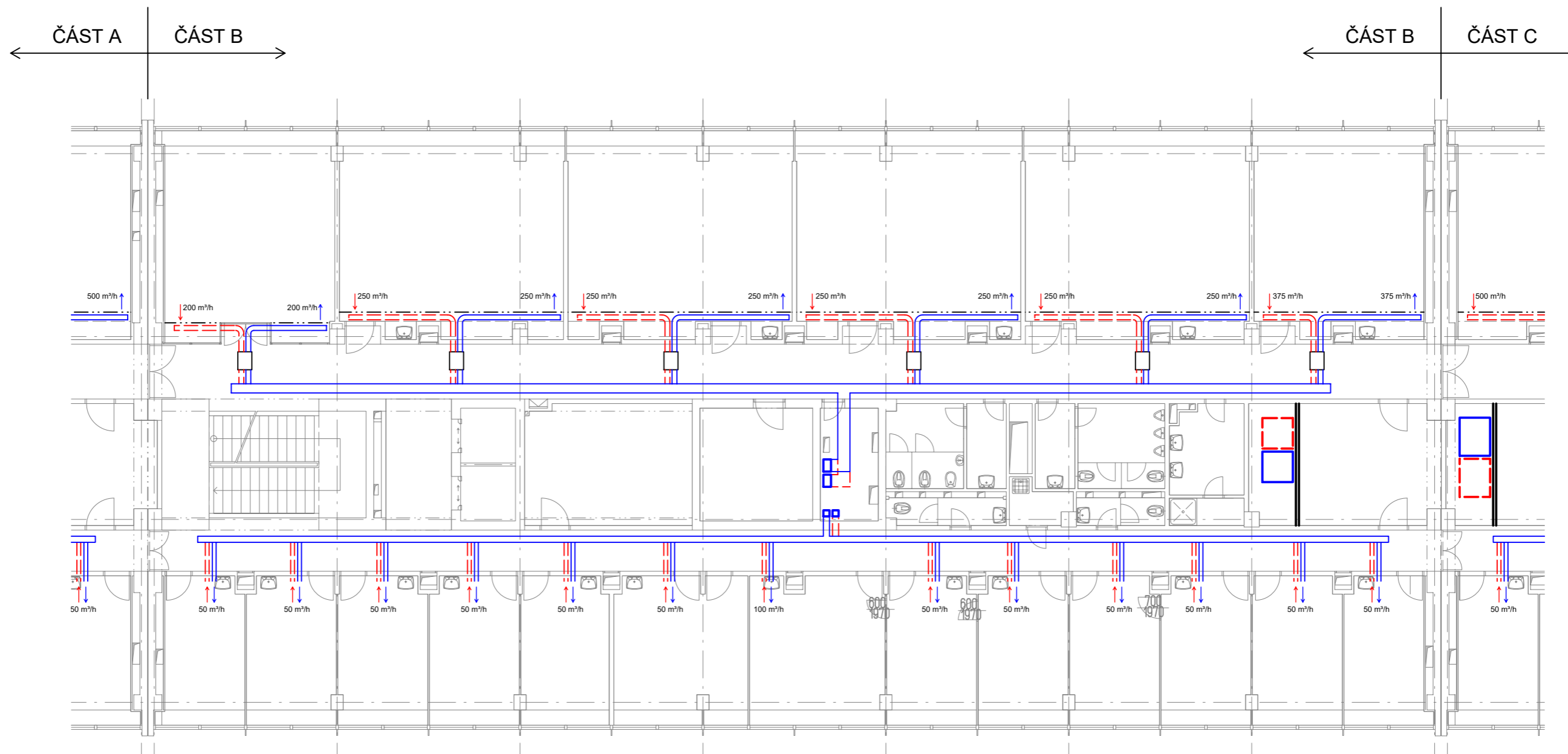




LEGENDA:


- REGULAČNÍ BOX (podle CO<sub>2</sub>)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

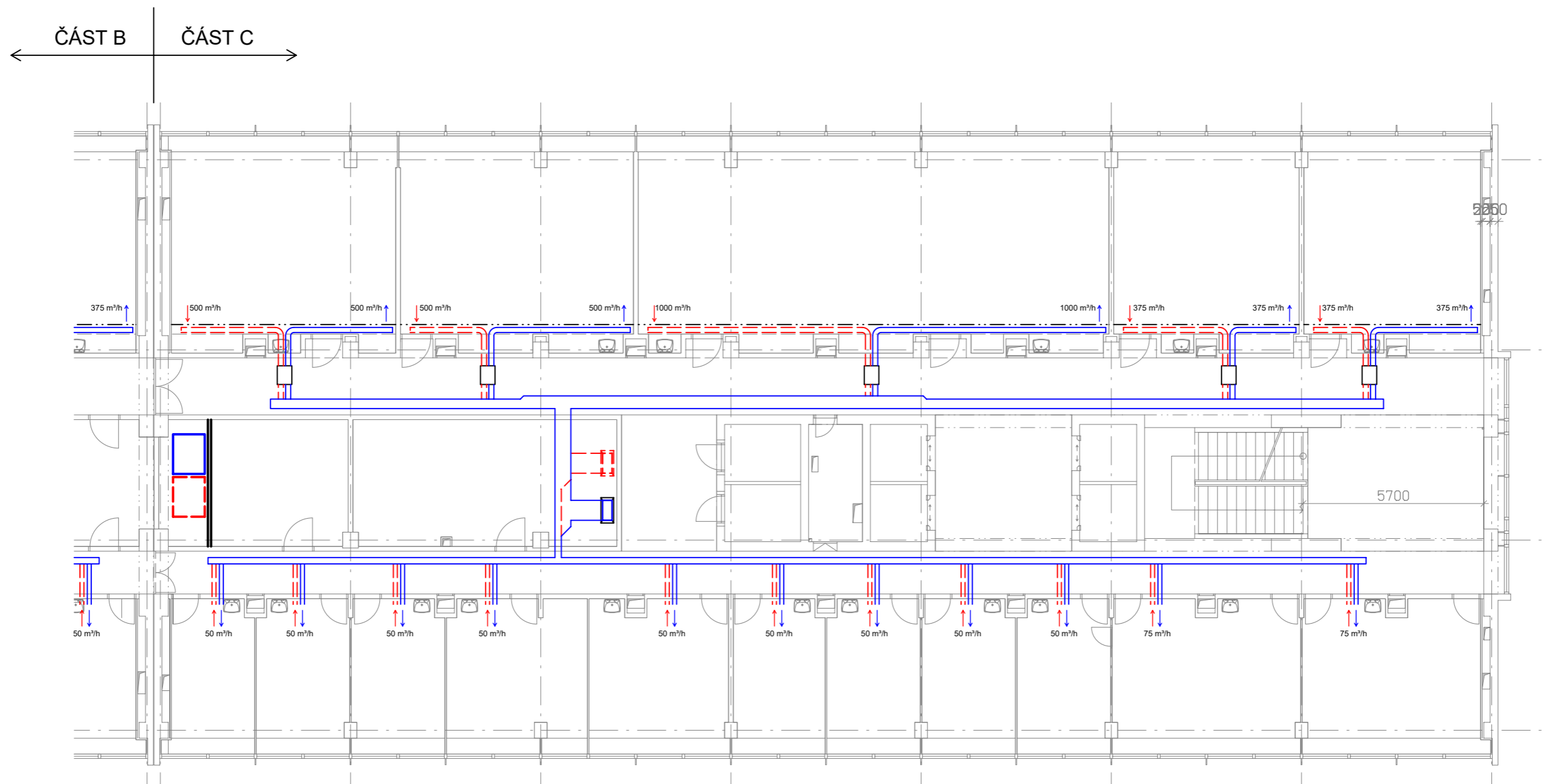
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>  <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ		Datum: 12/2018	Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 4.NP (část A)		Číslo výkresu: 22	



LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO<sub>2</sub>)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

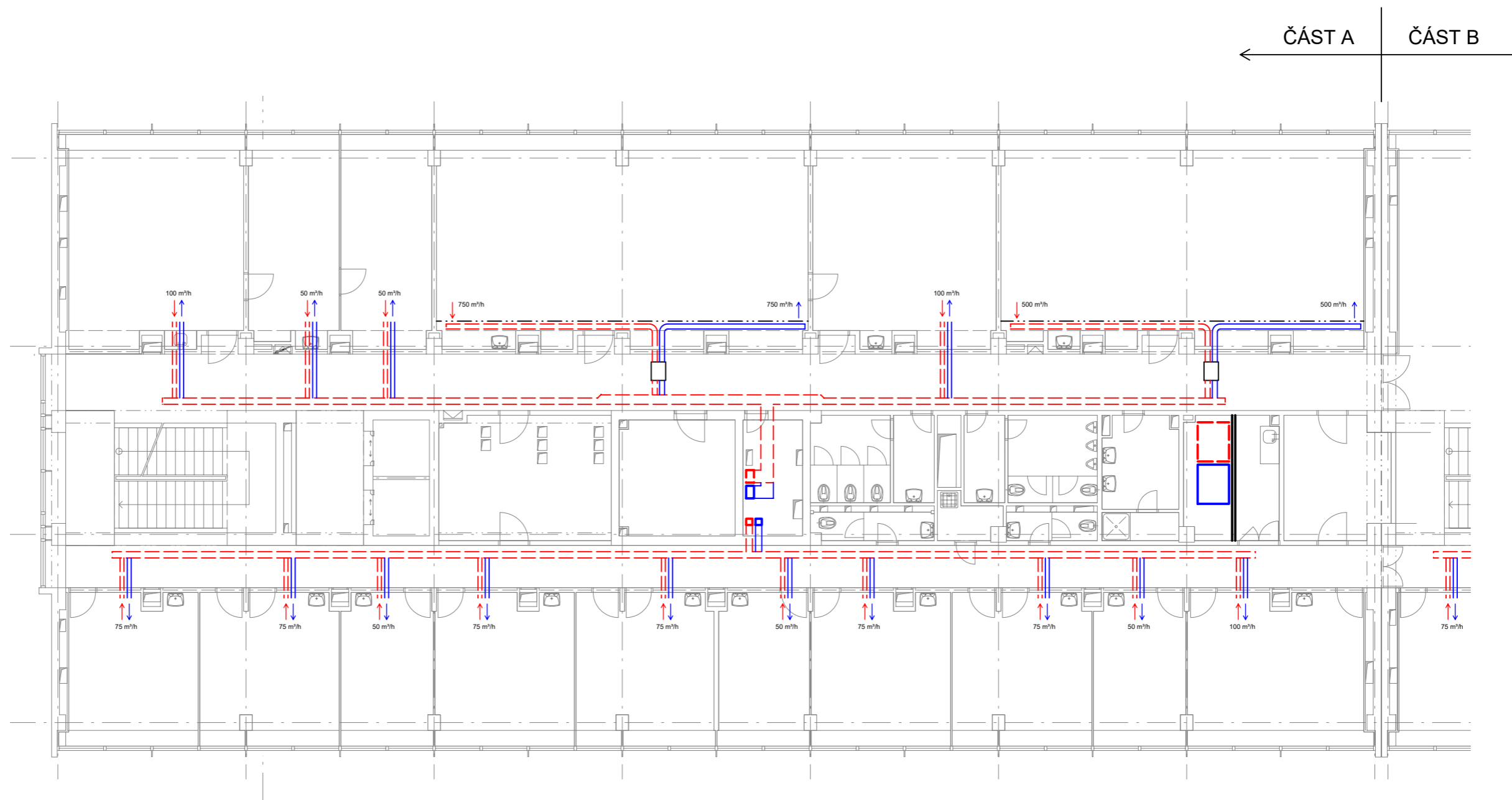
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>  <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018 Meřítko: 1:150 Číslo výkresu: 23
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 4.NP (část B)			



LEGENDA:


- REGULAČNÍ BOX (podle CO<sub>2</sub>)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

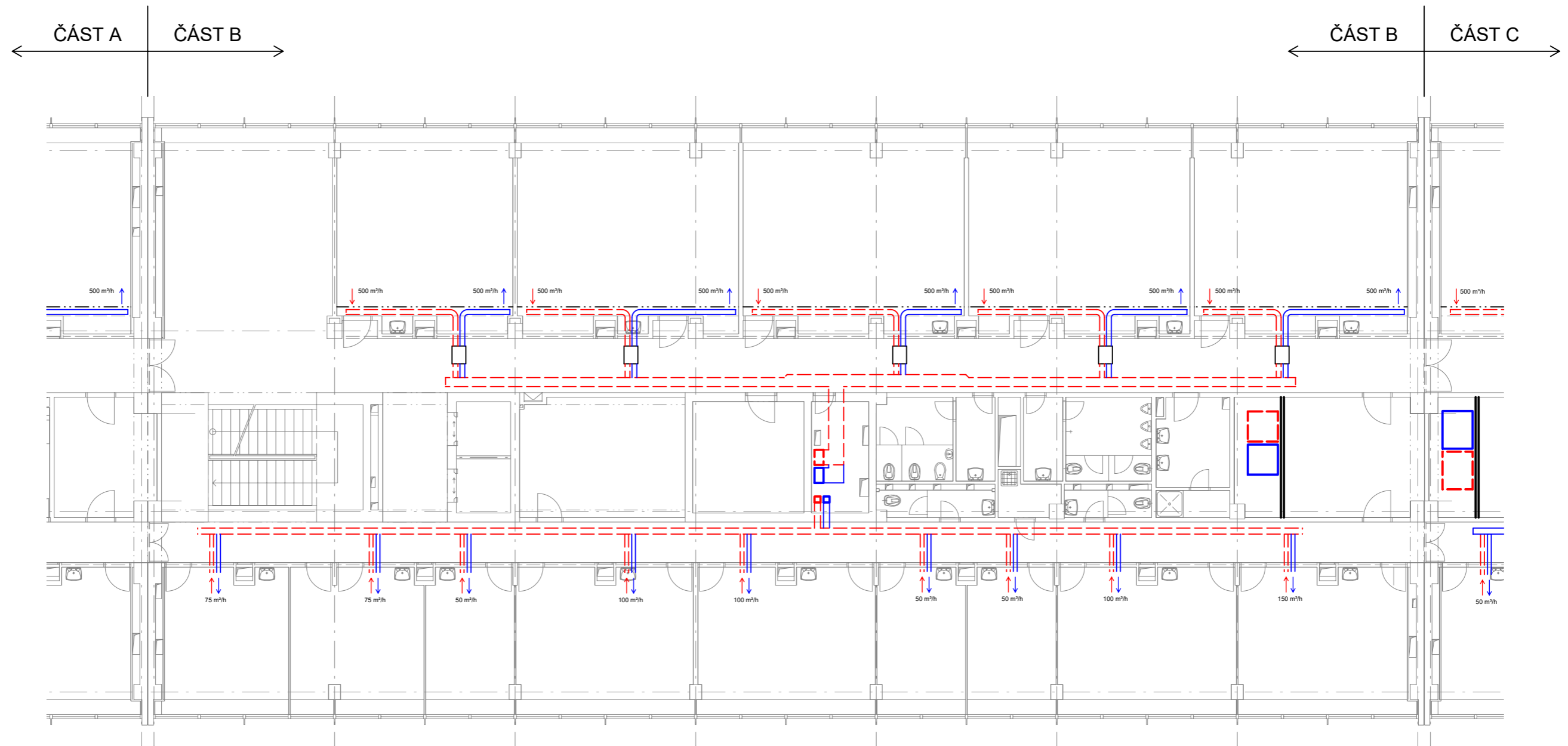
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:150
			Číslo výkresu: 24
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 4.NP (část C)			



LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO<sub>2</sub>)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>  <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ		Datum: 12/2018	Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 8.NP (část A)		Číslo výkresu: 25	

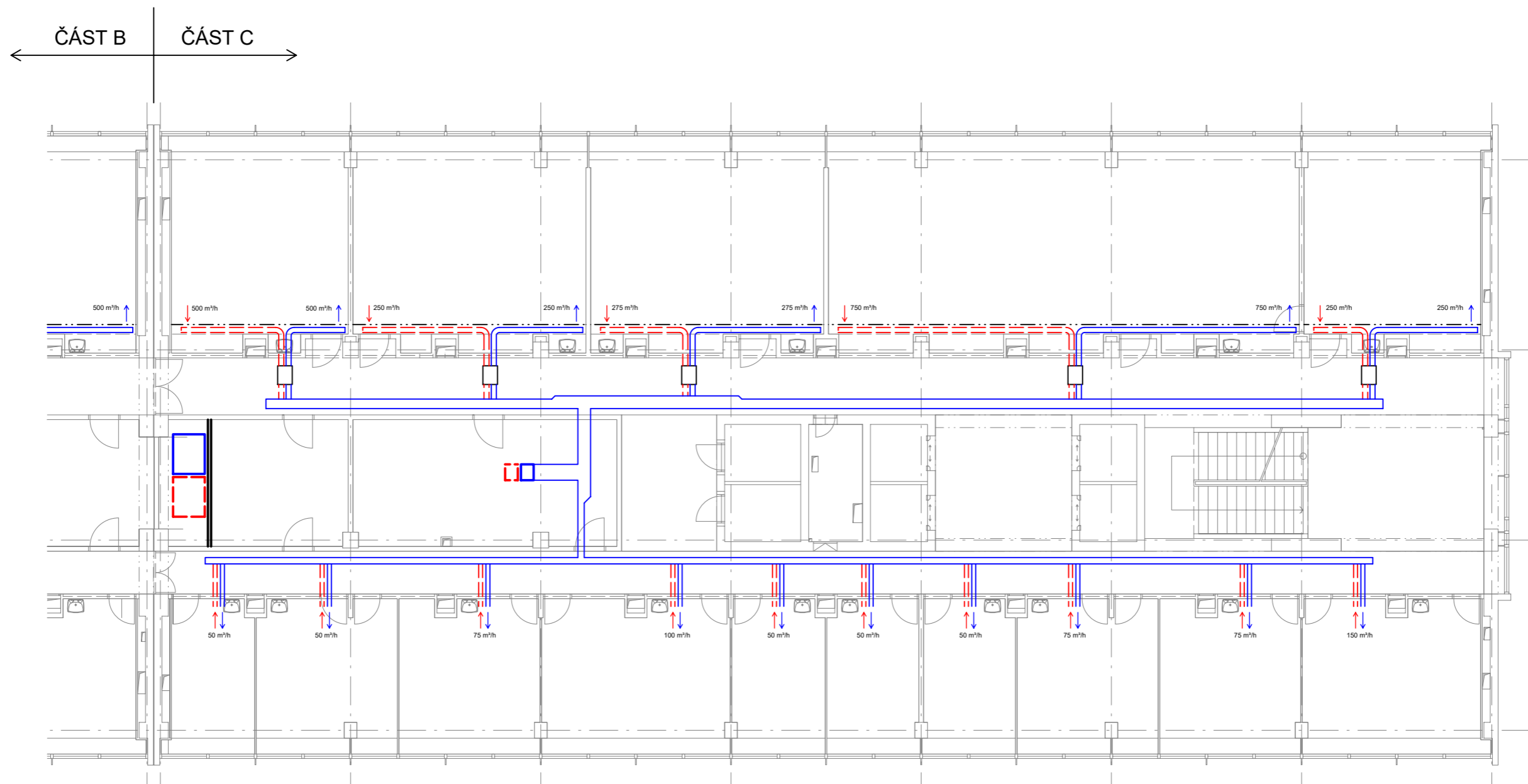


LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO<sub>2</sub>)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE


Zpracoval: <b>Bc. Štěpán Hruboš</b>	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 8.NP (část B)			Číslo výkresu: 26

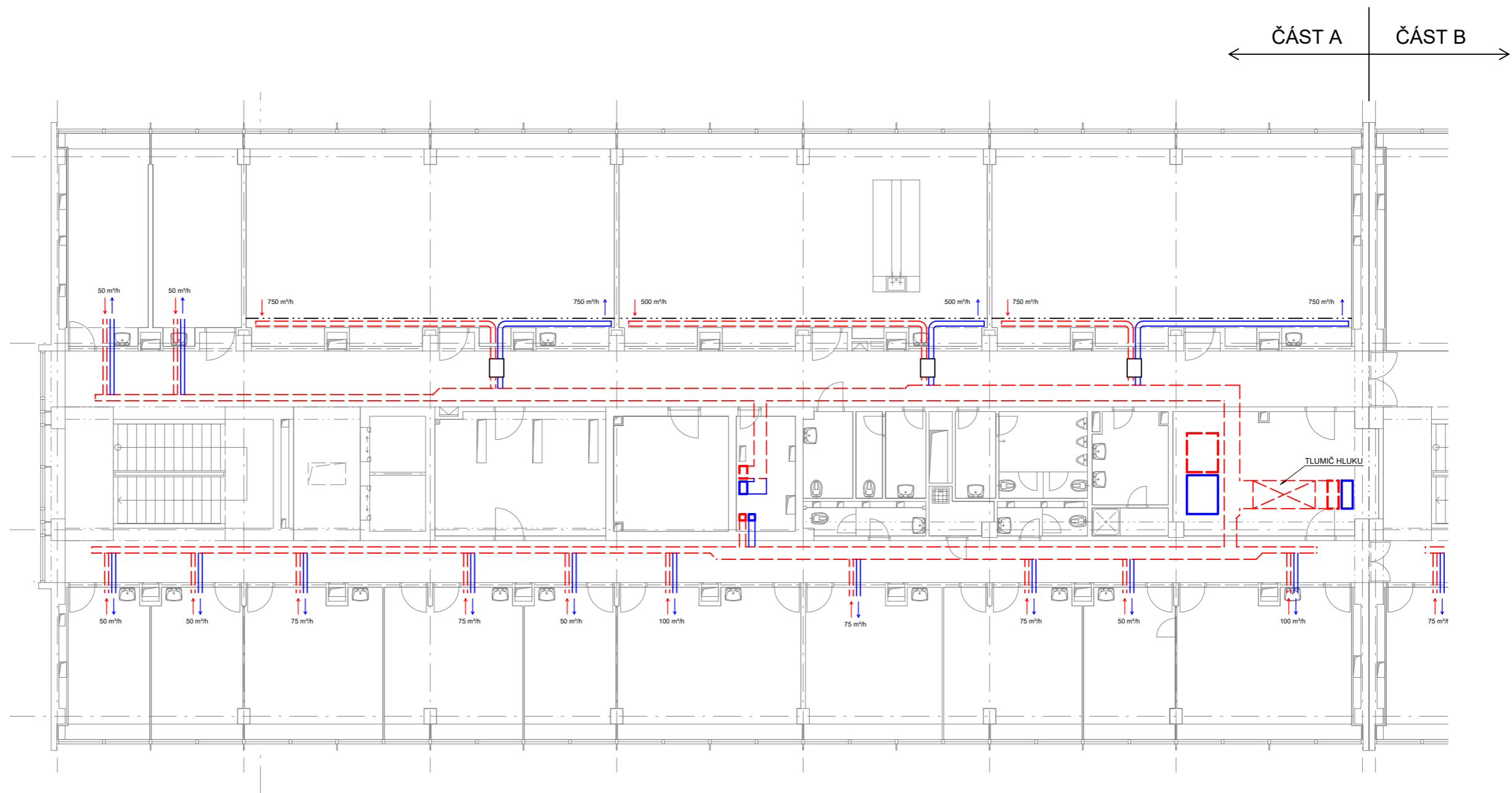




LEGENDA:


- REGULAČNÍ BOX (podle CO<sub>2</sub>)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

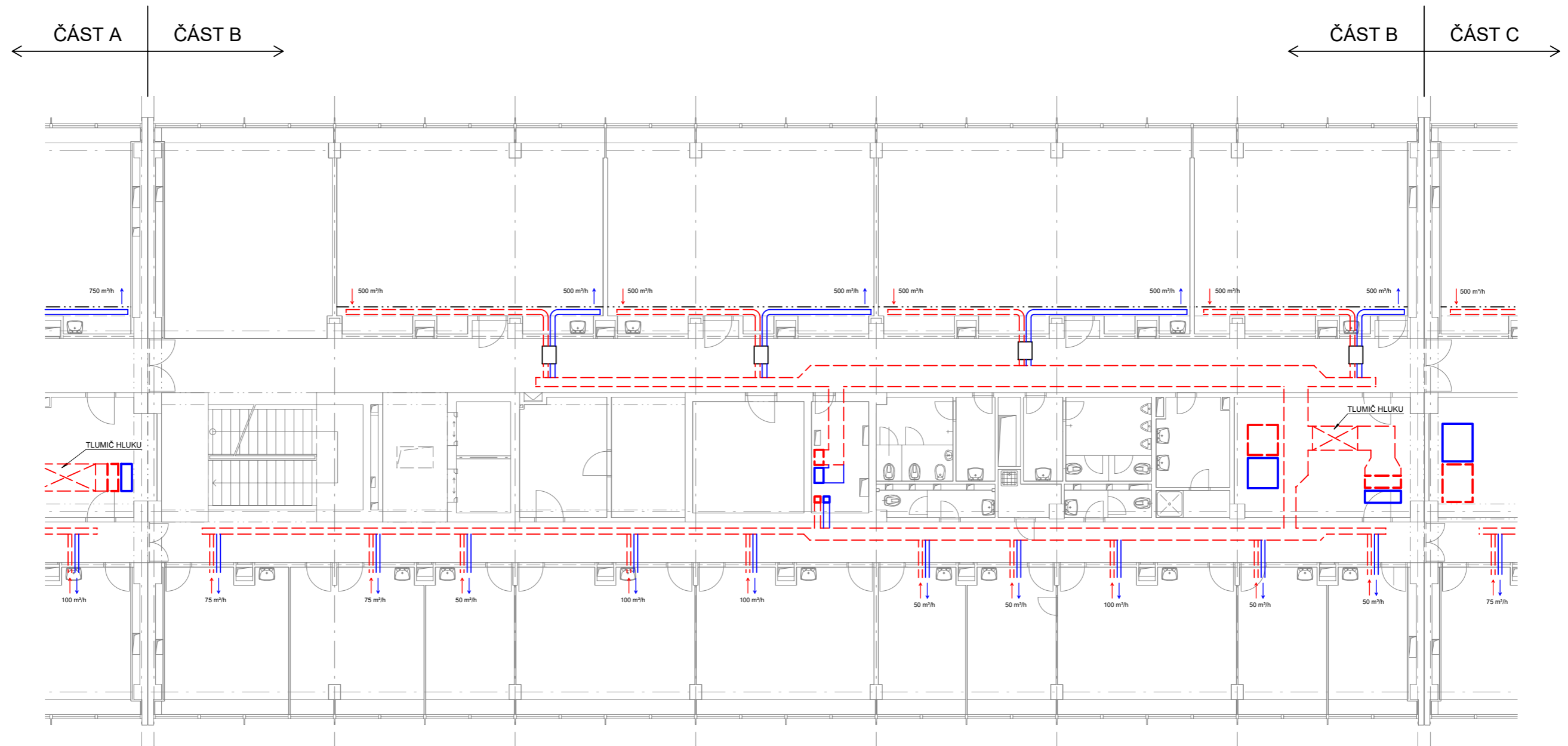
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>  <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ		Datum: 12/2018	Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 8.NP (část C)		Číslo výkresu: 27	



LEGENDA:


- REGULAČNÍ BOX (podle CO<sub>2</sub>)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

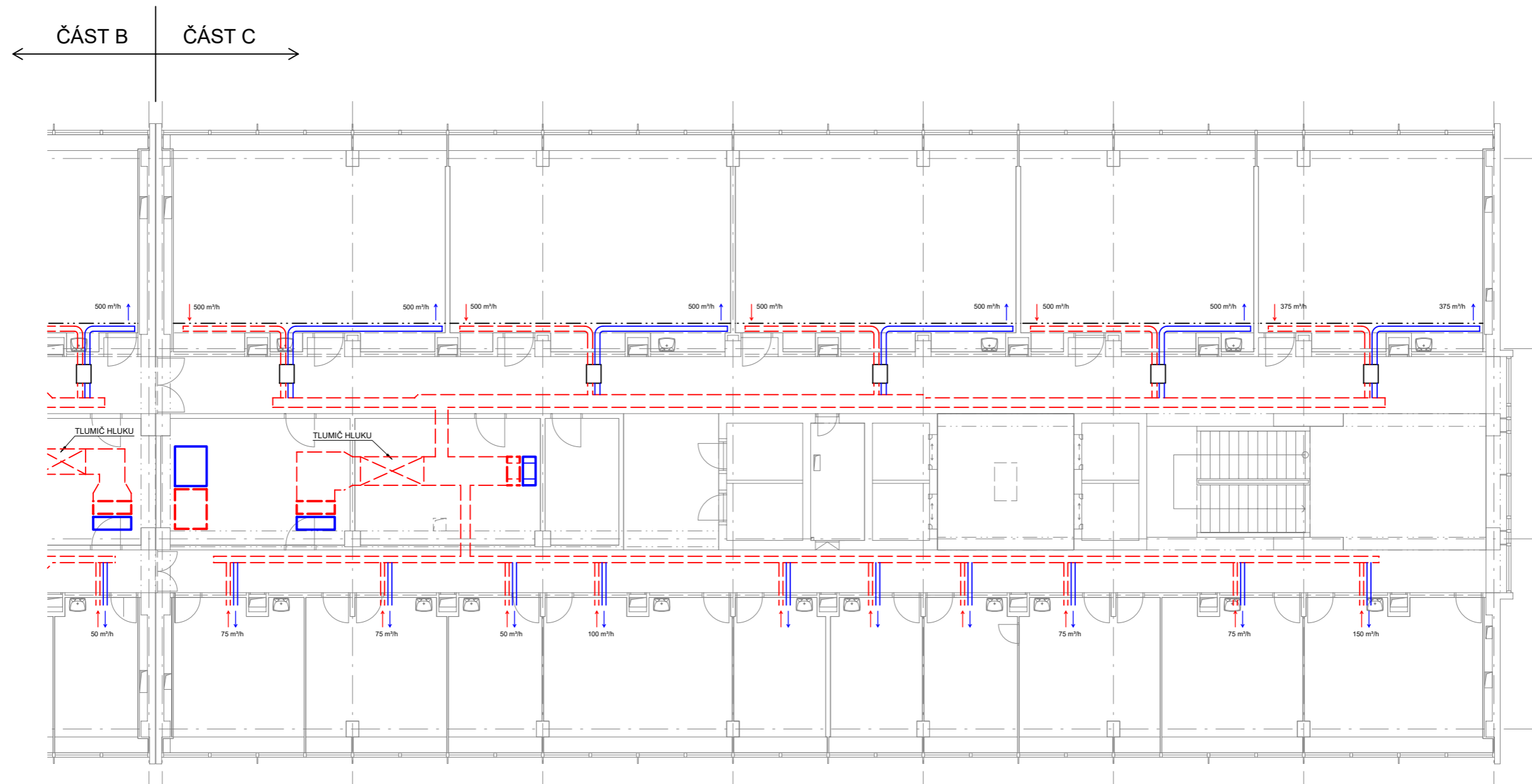
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>  <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ		Datum: 12/2018	Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 9.NP (část A)		Číslo výkresu: 28	



LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO2)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

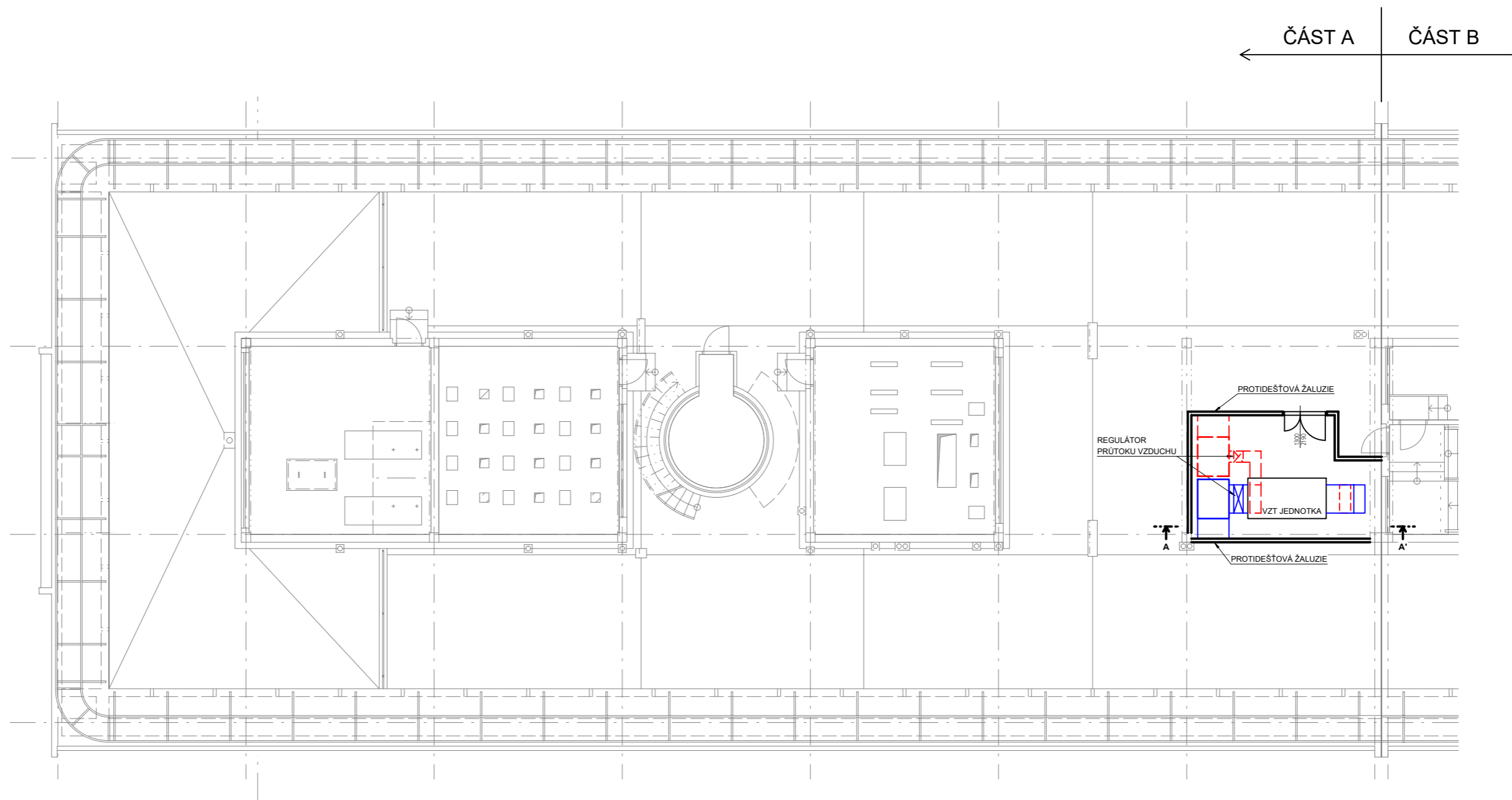
Zpracoval: <b>Bc. Štěpán Hruboš</b>	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>  <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ		Datum: 12/2018	Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 9.NP (část B)		Číslo výkresu: 29	



LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO<sub>2</sub>)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ		Datum: 12/2018	Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS 9.NP (část C)		Číslo výkresu: 30	

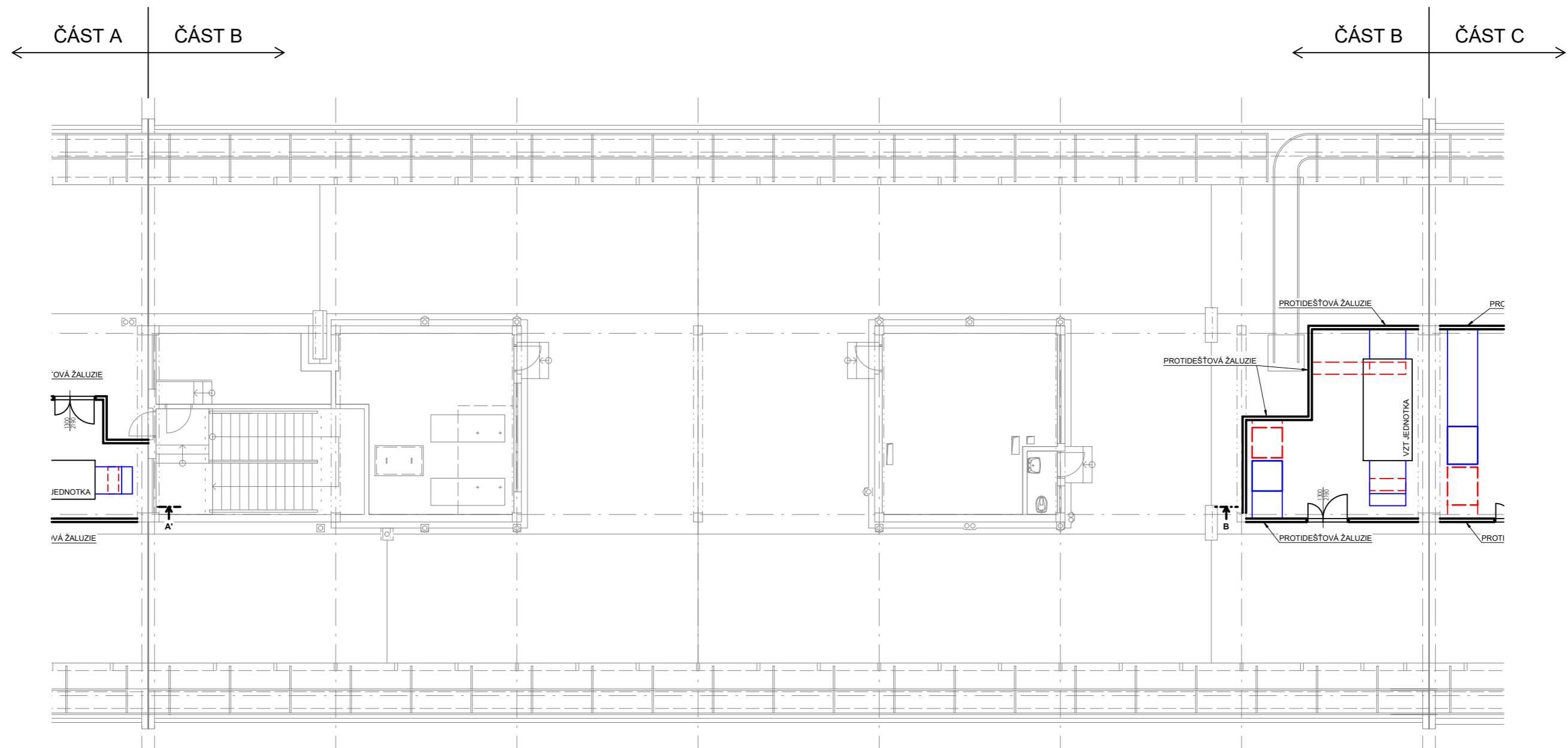


LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO2)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

Zpracoval: <b>Bc. Štěpán Hruboš</b>	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 12/2018
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS STŘECHY (část A)			Číslo výkresu: 31

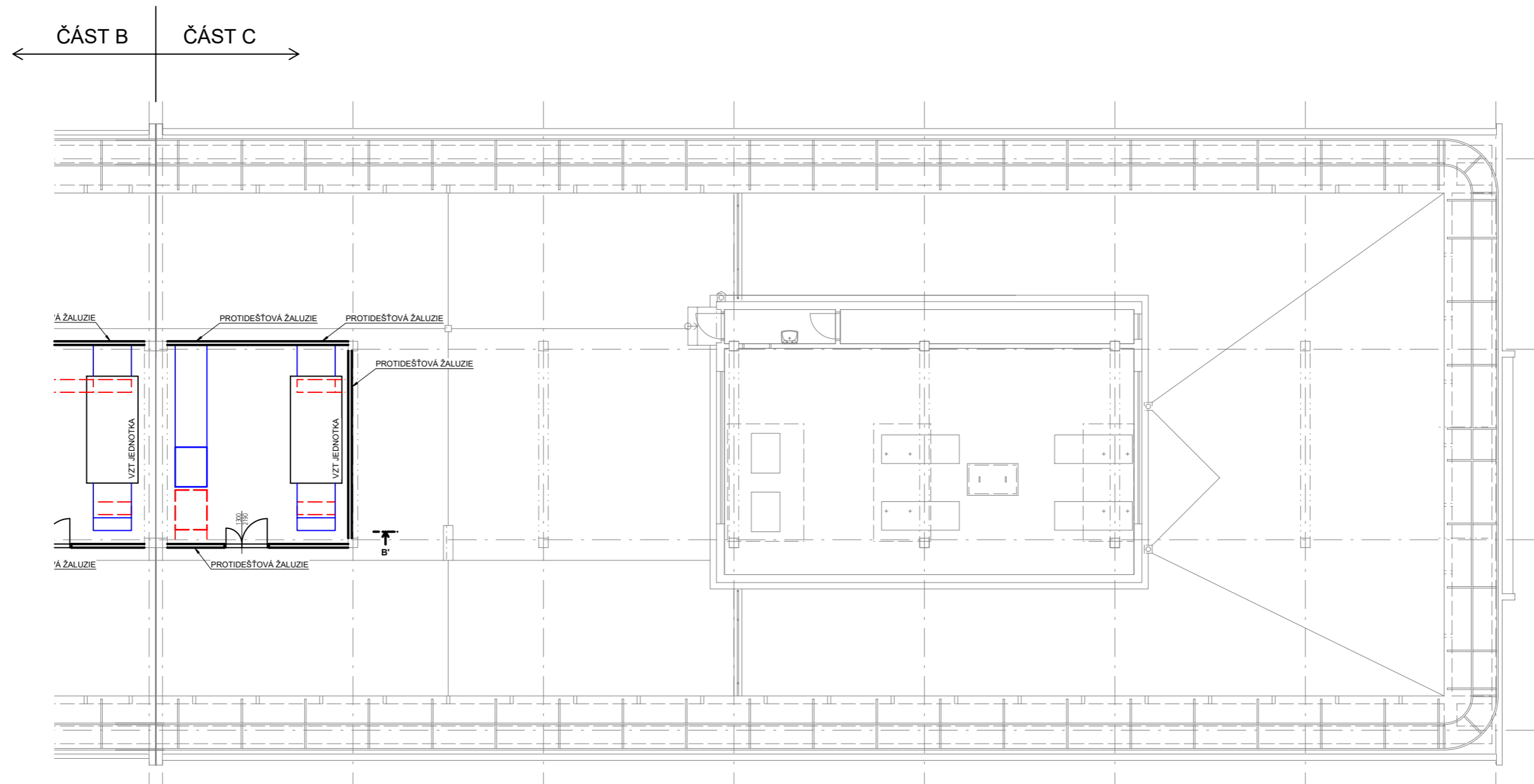




LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO2)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový podhled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

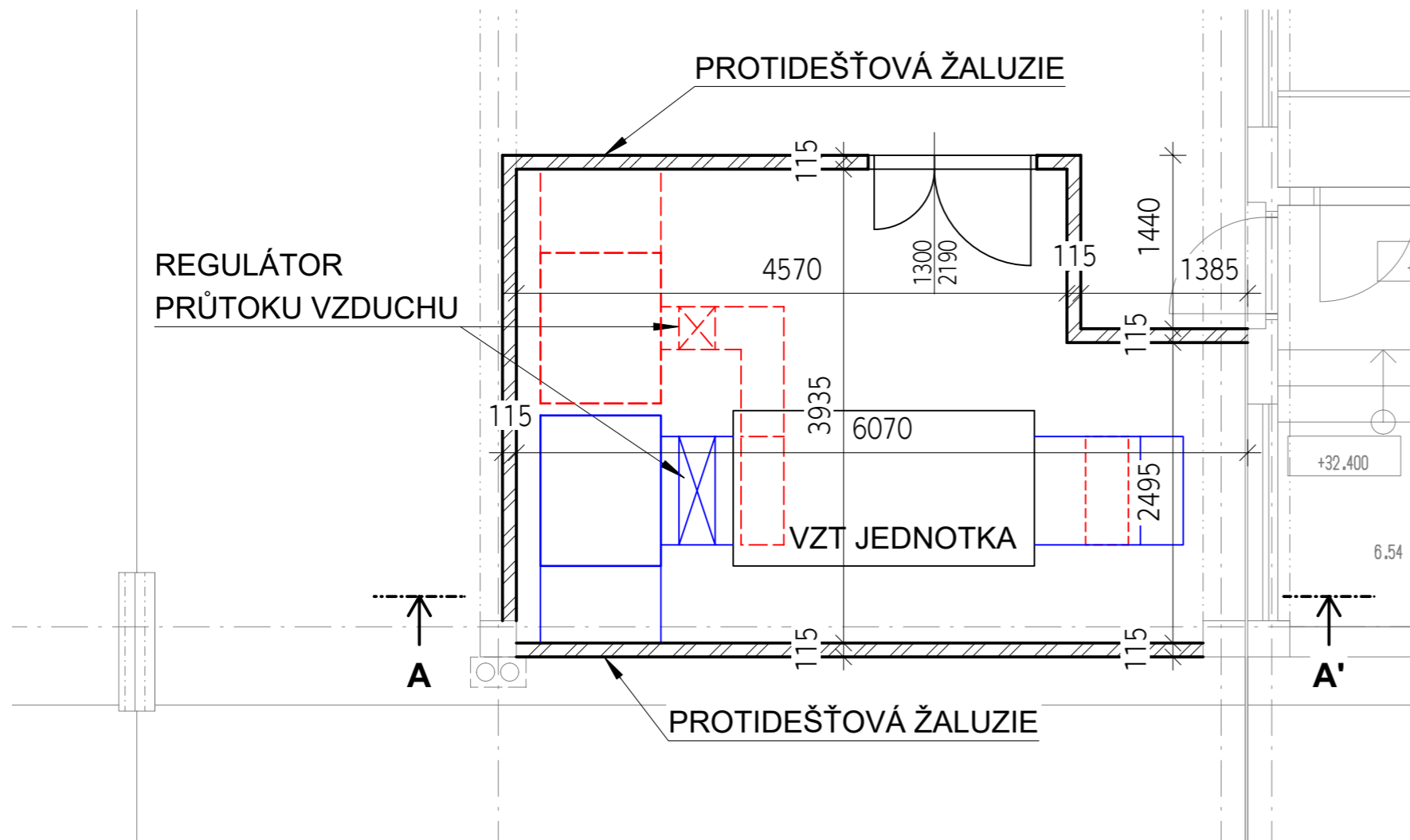
Zpracoval: <b>Bc. Štěpán Hruboš</b>	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS STŘECHY (část B)			Číslo výkresu: 32



LEGENDA:

- REGULAČNÍ BOX (podle CO2)
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- NOVÁ KONSTRUKCE (příčka, dveře)
- HRANA PODHLEDU - nový pohled pro VZT potrubí
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE

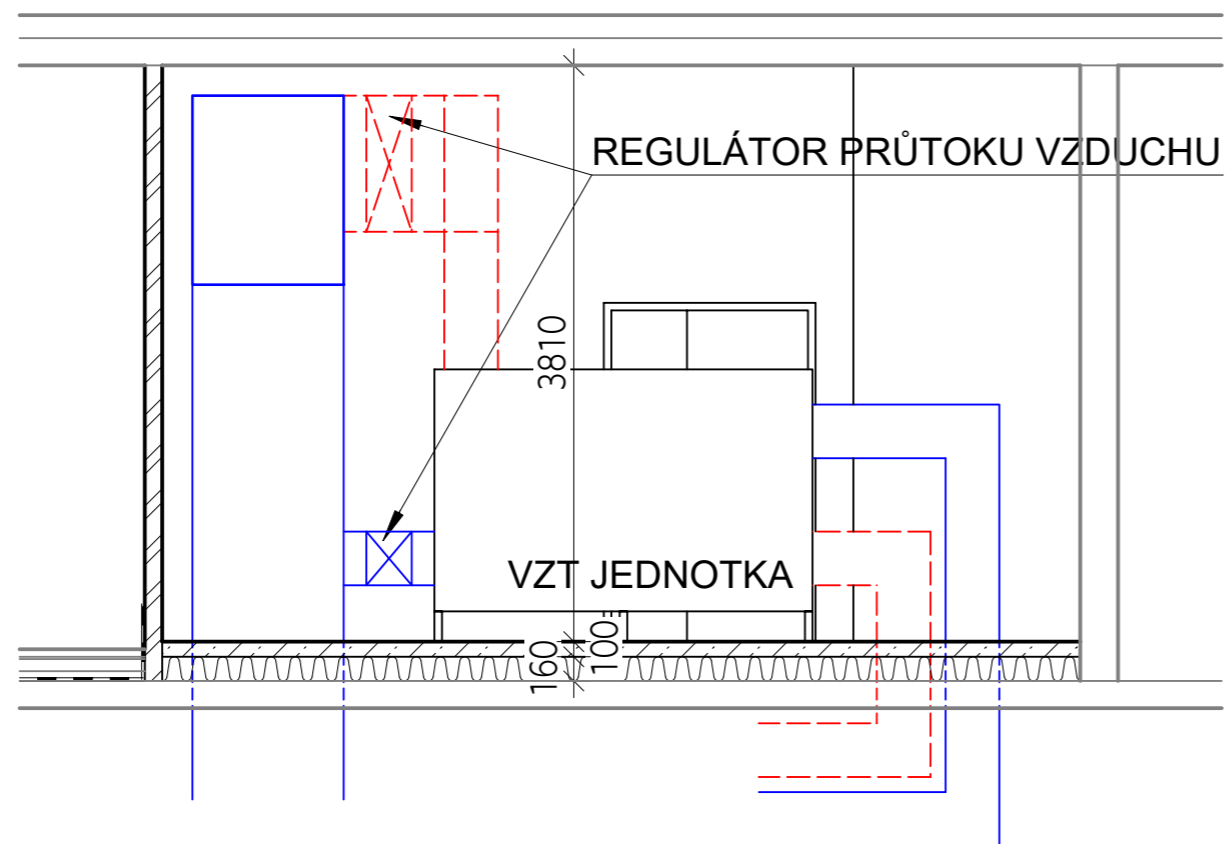
Zpracoval: <b>Bc. Štěpán Hruboš</b>	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b> <b>ČVUT</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 12/2018
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Meřítko: 1:150
Název výkresu: VZDUCHOTECHNIKA - PŮDORYS STŘECHY (část C)			Číslo výkresu: 33



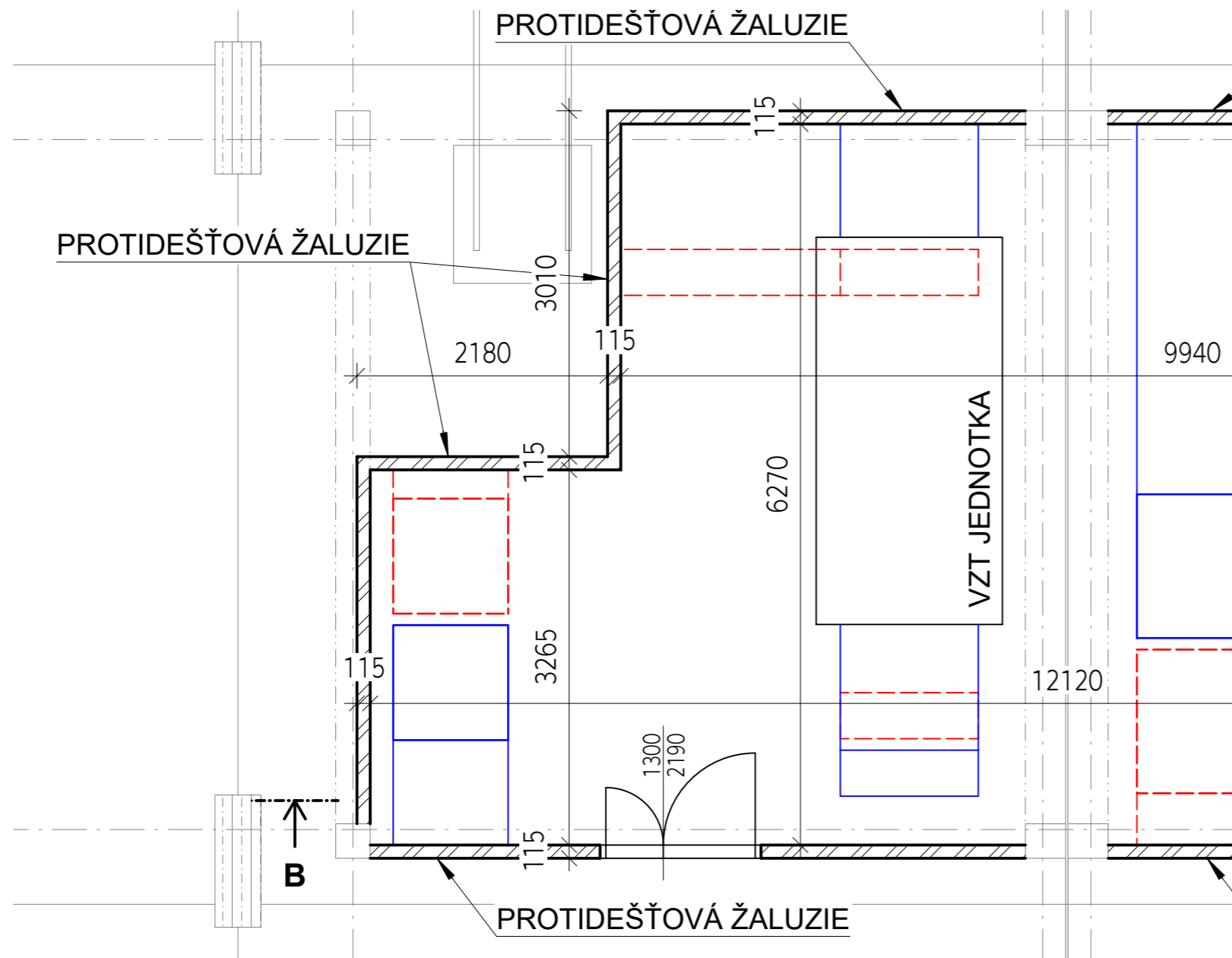
LEGENDA:

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- - - ODVODNÍ POTRUBÍ
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE
- ZDIVO - Porotherm 11,5
- BETONOVÁ MAZANINA
- TEPELNÁ IZOLACE

ŘEZ A-A'



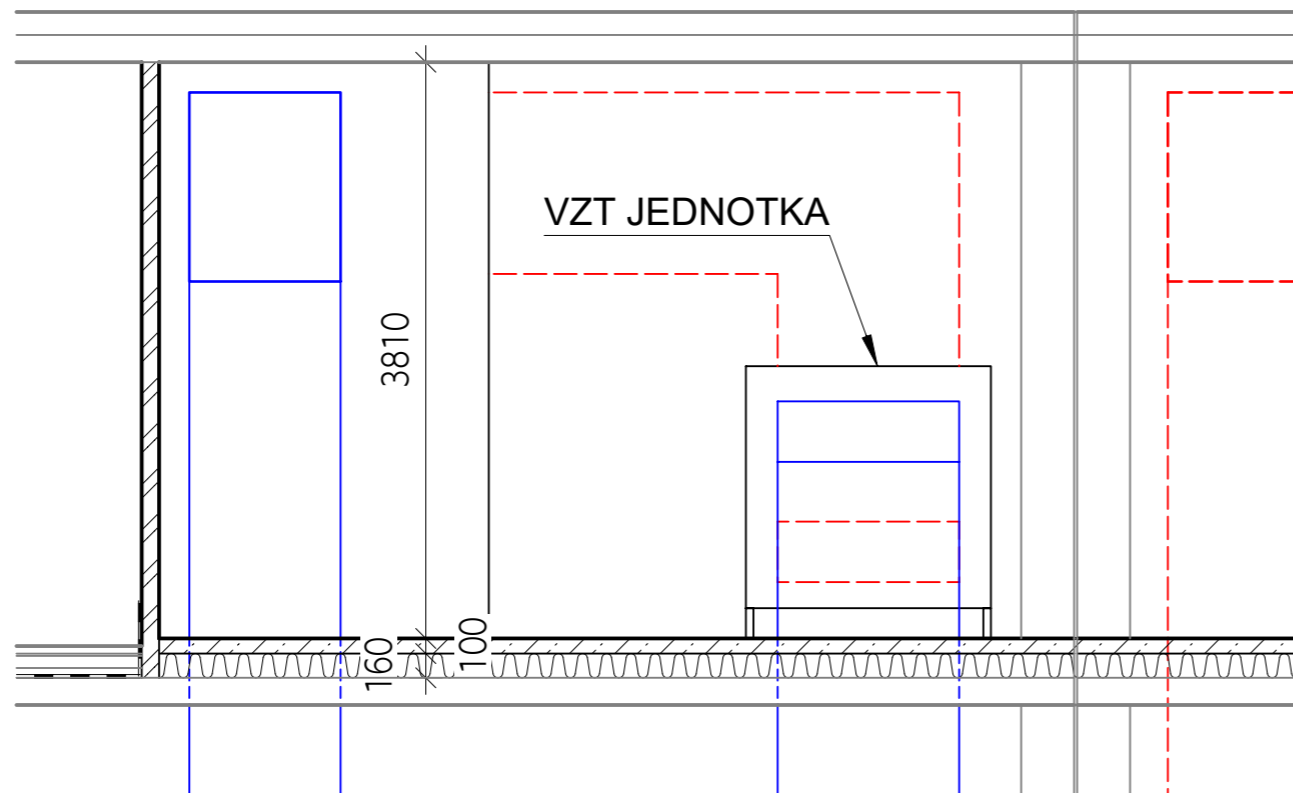
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b>
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 34
Název výkresu: PŮDORYS A ŘEZ VZT STROJOVNY - STŘECHA (část A)			



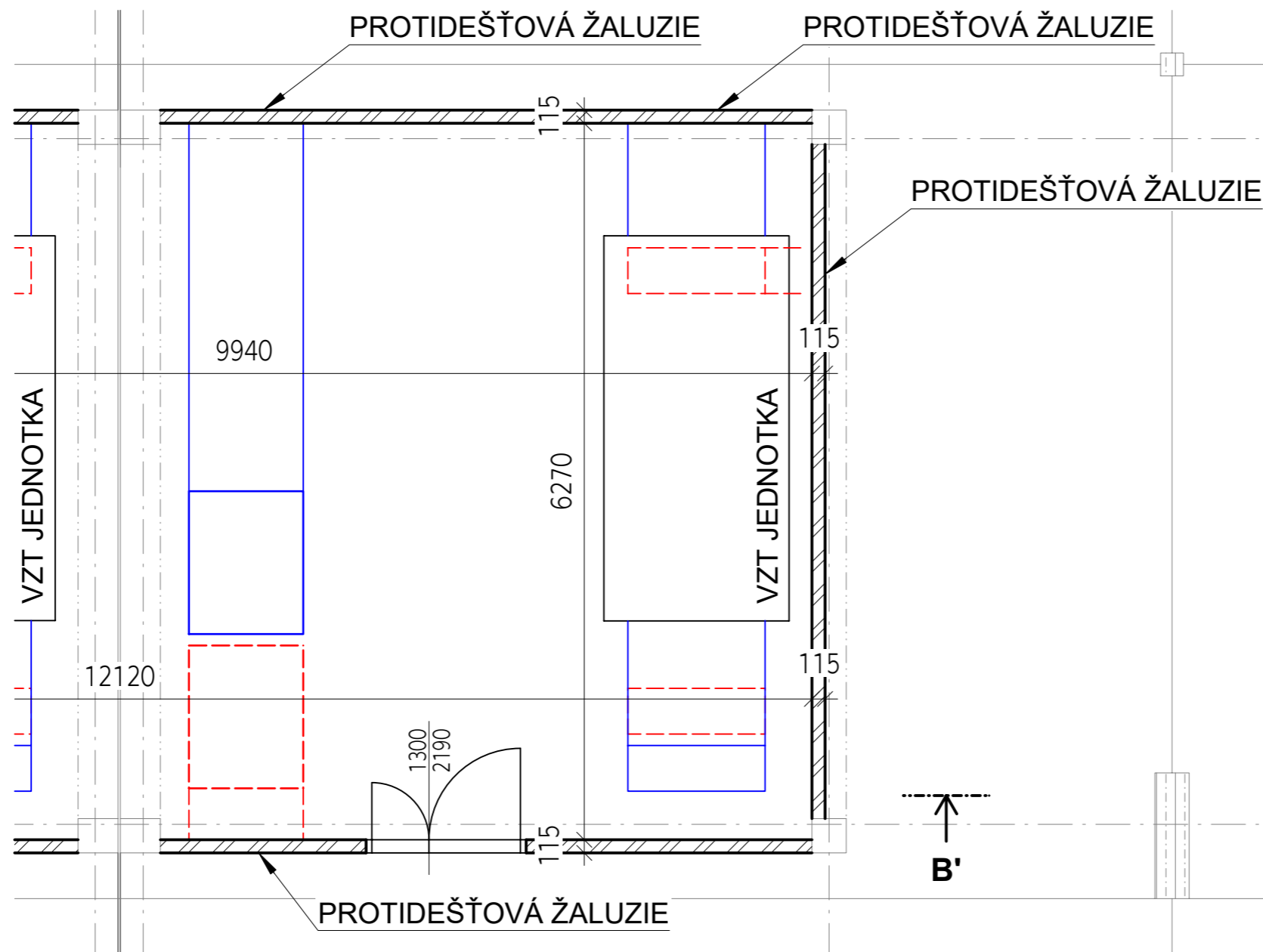
LEGENDA:

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- - - ODVODNÍ POTRUBÍ
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE
- ZDIVO - Porotherm 11,5
- BETONOVÁ MAZANINA
- TEPELNÁ IZOLACE

ŘEZ B-B'



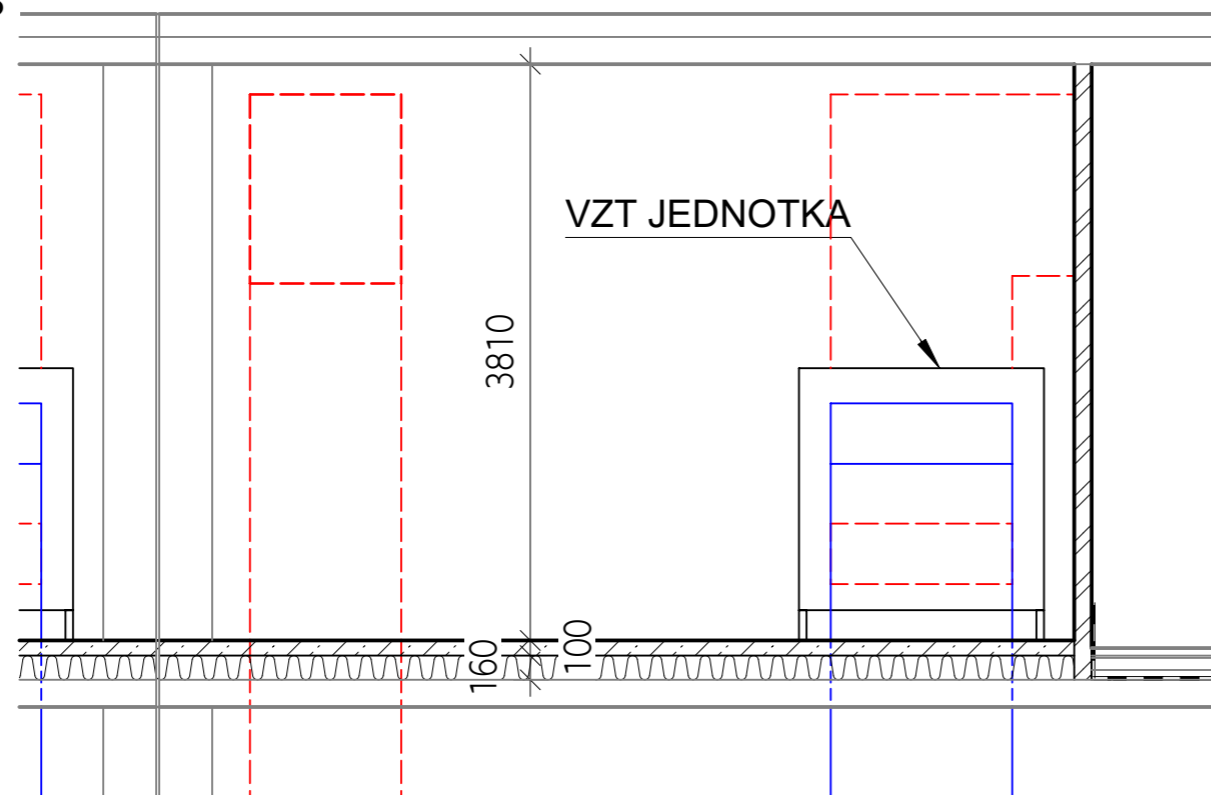
Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b>
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:50
Název výkresu: PŮDORYS A ŘEZ VZT STROJOVNY- STŘECHA (část B)			Číslo výkresu: 35



LEGENDA:

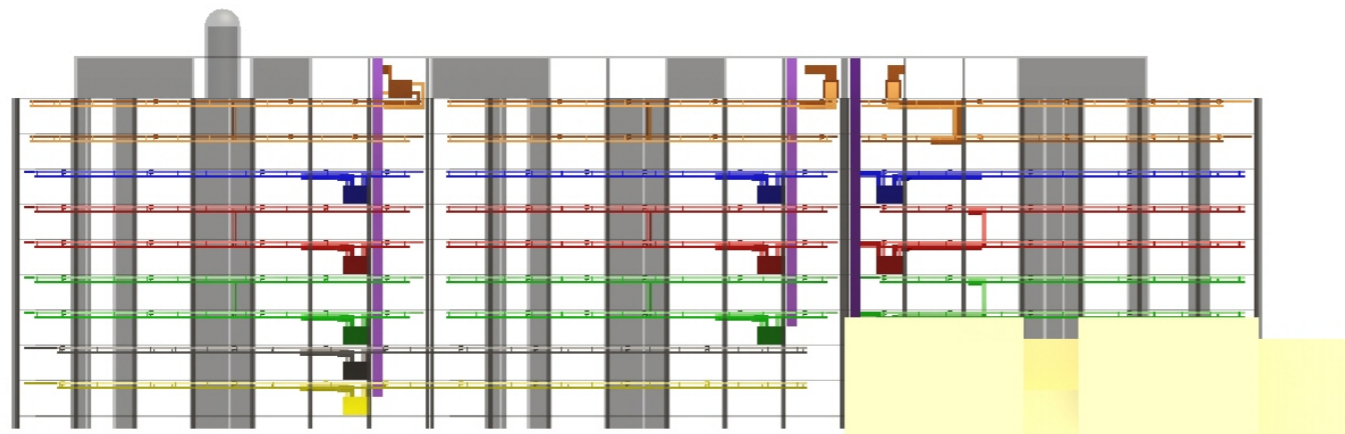
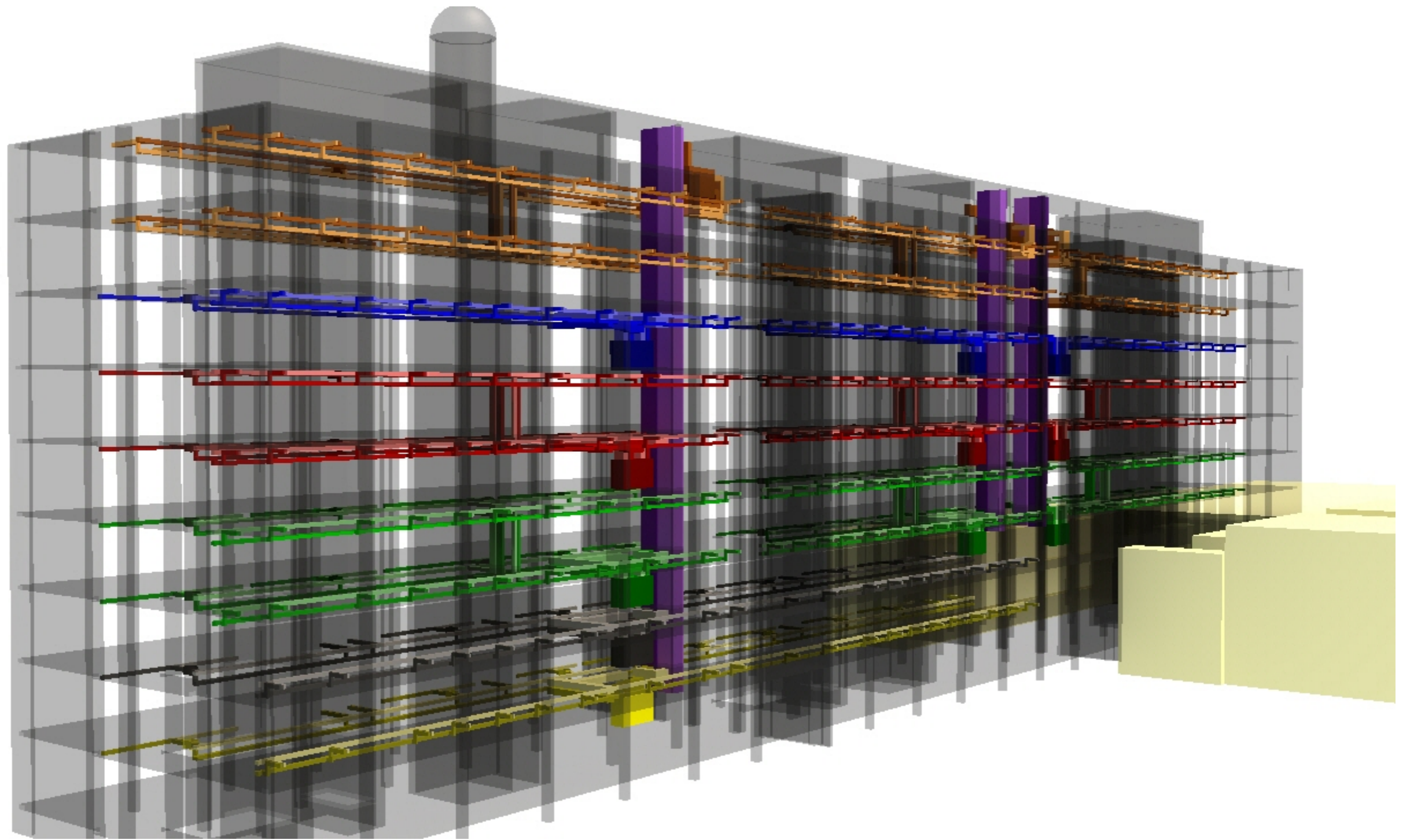
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- - - ODVODNÍ POTRUBÍ
- STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE
- ZDIVO - Porotherm 11,5
- BETONOVÁ MAZANINA
- TEPELNÁ IZOLACE


ŘEZ B-B'



Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b>
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum: 12/2018
			Meřítko: 1:50
			Číslo výkresu: 36
Název výkresu: PŮDORYS A ŘEZ VZT STROJOVNY - STŘECHA (část C)			





Zpracoval: Bc. Štěpán Hruboš	Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.	Školní rok: 2018/2019	<b>Fakulta stavební</b>	
Předmět: 124DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			<b>ČVUT</b>	
Název úlohy: MODERNIZACE BUDOVY B FAKULTY STAVEBNÍ			Datum:	12/2018
			Meřítko:	-
			Číslo výkresu:	37
Název výkresu: VIZUALIZACE VZDUCHOTECHNICKÉHO SYSTÉMU				