

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**Katedra konstrukcí pozemních staveb**



**Bytový dům Bubeneč v energeticky  
pasivním standardu**

**Apartment building Bubeneč in passive house  
standard**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. Petr Balík**

**Studijní program: Budovy a prostředí**

**Studijní obor: Budovy a prostředí**

**Vedoucí práce: Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.**

Praha 2024

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Fakulta stavební  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Balík</u>	Jméno: <u>Petr</u>	Osobní číslo: <u>423159</u>
Zadávací katedra: <u>K124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb</u>		
Studijní program: <u>(N3649) Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor/specializace: <u>(3608T006) Budovy a prostředí</u>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Bytový dům Bubeneč v energeticky pasivním standardu</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Apartment building Bubeneč in passive house standard</u>	
Pokyny pro vypracování: - kritické zhodnocení zadané architektonické studie - návrh nosných konstrukcí - koncepce opatření zajišťujících zdravé vnitřní prostředí a nízkou energetickou náročnost budovy při jejím provozu, využití obnovitelných stavebních materiálů - návrh obvodového pláště - návrh stavebních detailů - řešení tepelných mostů - návrh opatření k zajištění letní stability - návrh konceptu systémů TZB - zdroj energie, koncepce vytápění a větrání, hospodaření s vodou - posouzení navržených variant z hlediska energetické náročnosti a dopadu na životní prostředí	
Seznam doporučené literatury: Hazucha, Juraj: Konstrukční detaily pro pasivní a nulové domy Tywoniak, Jan - kol.: Nízkoeenergetické domy 1, 2, 3	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Kateřina Mertenová, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>25.9.2023</u>	Termín odevzdání DP v IS KOS: <u>8.1.2024</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
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“.*

<u>25.9.2023</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

## SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Petr Balík

Název diplomové práce: Bytový/Polyfunkční dům Bubeneč v energeticky pasivním standardu

Základní část: Konstrukce pozemních staveb podíl: 70 %

Formulace úkolů: Kritické zhodnocení zadané architektonické studie

Návrh nosných konstrukcí

Koncepce opatření zajišťujících zdravé vnitřní prostředí a nízkou energetickou náročnost budovy při jejím provozu, využití obnovitelných stavebních materiálů

- návrh obvodového pláště
- návrh stavebních detailů - řešení tepelných mostů
- návrh opatření k zajištění letní stability

Posouzení navržených variant z hlediska energetické náročnosti a dopadu na životní prostředí

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

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

2. Část: Technická zařízení budov podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

Formulace úkolů:

koncept systémů TZB v rozsahu základní studie a generelu (ZTI, UT, VZT)  
- výkresová část - přílohy, koncept schéma  
- textová část - základní popis

Podpis konzultanta: ..... Datum: 21.12.2023

3. Část: Ocelové a dřevěné konstrukce podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Břetislav Židlický, Ph.D.

Formulace úkolů: Návrh ocelových a dřevěných konstrukcí

Podpis konzultanta: ..... Datum: 27.12.2023

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Čestně prohlašuji, že jsem uvedenou diplomovou prací na téma „Bytový dům Bubeneč v energeticky pasivním standardu“ vypracoval samostatně, za odborného vedení vedoucí práce Ing. Kateřiny Mertenové, Ph.D. a všechnu použitou literaturu a materiály jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne.....

.....

Bc. Petr Balík

## PODĚKOVÁNÍ

V první řadě chci poděkovat vedoucí práce Ing. Kateřině Mertenové, Ph.D. za cenné rady, odborné připomínky, věnovaný čas a pomoc při vypracování této diplomové práce. Dále děkuji za odborné konzultace Ing. Břetislavu Židlickému, Ph.D. a Ing. Miroslavu Urbanovi, Ph.D. Dále děkuji svým přátelům, spolužákům a rodině za podporu a trpělivost a také Timovi z Telescope Pictures za poskytnutí techniky. Speciální poděkování patří mému bratrově Martinovi a kamarádům Ondřejovi a Tomášovi, bez jejichž pomoci a podpory bych se k diplomové práci ani nedostal.

# ABSTRAKT

Tato diplomová práce navazuje na diplomovou práci studenta programu Architektura a stavitelství Iva Peška, který na základě své architektonicko-urbanistické studie z předdiplomního projektu navrhl novou budovu bytového domu.

Ve své diplomové práci navrhuji konstrukční varianty obálky budovy z různých materiálů s následným detailním rozpracováním jedné z nich. Cílem bylo splnění požadavků pro energeticky pasivní standard budov. Dílčí součástí práce je také koncepční návrh systémů TZB. Finální návrh byl doplněn o posouzení letní tepelné stability kritické místnosti za účelem dosažení požadovaného komfortu v interiéru.

## KLÍČOVÁ SLOVA

- bytový dům
- energeticky úsporná opatření
- energeticky pasivní standard
- tepelná stabilita místnosti
- ocel/zdivo/dřevo

# ABSTRACT

This diploma thesis is a follow-up to the final thesis of the Architecture and Construction program student Ivo Pešek, who designed a new apartment building on the basis of an architectural-urban study from his pre-diploma project.

In my diploma thesis, I propose structural variants of the building envelope from different materials, followed by a detailed elaboration of one of them. The aim was to meet the requirements for passive house standard of buildings. A partial part of the work is also the conceptual design of technical systems. The final design was supplemented by an assessment of the summer thermal stability of the critical room in order to achieve the desired comfort in the interior.

# KEY WORDS

- apartment building
- energy saving measures
- passive house standard
- thermal stability
- steel/masonry/wood structures

# OBSAH

1	ÚVOD.....	11
1.1	ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	11
1.2	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	11
1.3	POSTUP PRÁCE.....	11
2	ARCHITEKTONICKÁ STUDIE.....	12
2.1	UMÍSTĚNÍ OBJEKTU.....	12
2.2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O OBJEKTU.....	13
3	ENERGETICKÉ ZHODNOCENÍ BUDOVY.....	18
3.1	VSTUPNÍ PARAMETRY VÝPOČTU.....	19
3.2	HRANICE VYTÁPĚNÉ ZÓNY.....	19
4	VÝCHOZÍ VARIANTA_0.....	21
5	DŘEVĚNÁ VARIANTA_1.....	30
6	ZDĚNÁ VARIANTA_2.....	41
7	OCELOVÁ VARIANTA_3.....	52
8	POSOUZENÍ VARIANT.....	63
8.1	DŘEVĚNÁ VARIANTA_1.....	63
8.2	ZDĚNÁ VARIANTA_2.....	63
8.3	OCELOVÁ VARIANTA_3.....	64
8.4	ENVIROMENTÁLNÍ POSOUZENÍ VARIANT.....	64
8.4.1	Spotřeba primární energie – PEI.....	64
8.4.2	Potenciál globálního oteplování – GWP.....	64
8.4.3	Potenciál acidifikace prostředí – AP.....	65
8.4.4	Potenciál eutrofizace prostředí – EP.....	65
8.4.5	Potenciál ničení ozonové vrstvy – ODP.....	65
8.4.6	Potenciál tvorby přízemního ozonu – POCP.....	65
8.4.7	Výsledek.....	65
8.5	VÝBĚR VARIANTY.....	67
9	POSOUZENÍ VARIANT ČÁST TZB.....	68
9.1	TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ.....	68
9.2	VYTÁPĚNÍ.....	68
9.3	PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY.....	69
9.4	VĚTRÁNÍ.....	69
9.5	ZÁSOBOVÁNÍ ELEKTRICKOU ENERGIÍ.....	70
10	ČÁST DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ.....	71
10.1	CO JE TO CLT PANEL?.....	71



10.2	TECHNICKÝ POPIS PRODUKTU.....	71
10.3	NÁVRH ROZMĚRU STROPNÍHO PANELU .....	73
11	VYHODNOCENÍ A ZÁVĚR .....	75
12	ZDROJE A POUŽITÁ LITERATURA.....	76

# 1 ÚVOD

## 1.1 ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zadáním této práce je ověření kvality návrhu diplomové práce studenta oboru A+S s myšlenkou vypracování zlepšení v koncepčním řešení. Hlavním předmětem této práce je detailní řešení obálky konstrukce splňující požadavky na energetický standard budov dle normy ČSN 73 0540, jejich materiálové a technické řešení. Zadáním bylo i navrhnout technická zařízení budovy pro její provoz. Z důvodu velikosti celého objektu byl rozsah zadané diplomové práce stanoven pouze na nadzemní část budovy.

## 1.2 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Výsledkem celé diplomové práce by měl být koncepční návrh finální varianty, která vzejde z porovnání s dalšími navrženými variantami. Tato varianta má za cíl celkové zlepšení koncepčního návrhu a rozpracovanost do většího detailu.

## 1.3 POSTUP PRÁCE

V první části je představení výchozí architektonické studie, její analýza a zhodnocení.

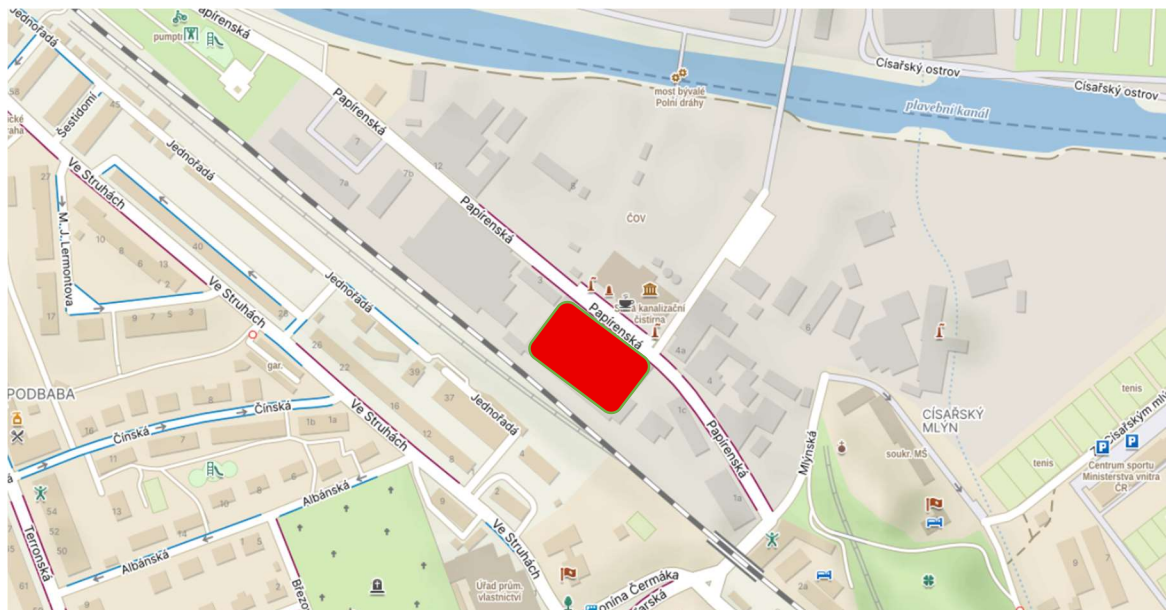
Ve druhé fázi se autor zaměřil na vypracování tří nových konstrukčních variant. První variantou je návrh s využitím dřevěných CLT panelů s předsazenou fasádou s provětrávanou mezerou. Druhou variantou je zděná konstrukce s kontaktním zateplovacím systémem. Třetím návrhem je ocelová montovaná konstrukce s předsazenou fasádou s provětrávanou mezerou. U všech variant autor zpracoval i detail řešení návaznosti stropní a balkónové konstrukce. Na základě porovnání navržených variant byla vybrána jedna, kterou autor zpracoval do finálního návrhu.

V části TZB je řešen koncepční návrh profesí vytápění, vzduchotechniky a zdravotnické v budově. Dále je zpracováno posouzení komfortu v interiéru posouzením letní tepelné stability v kritické místnosti.

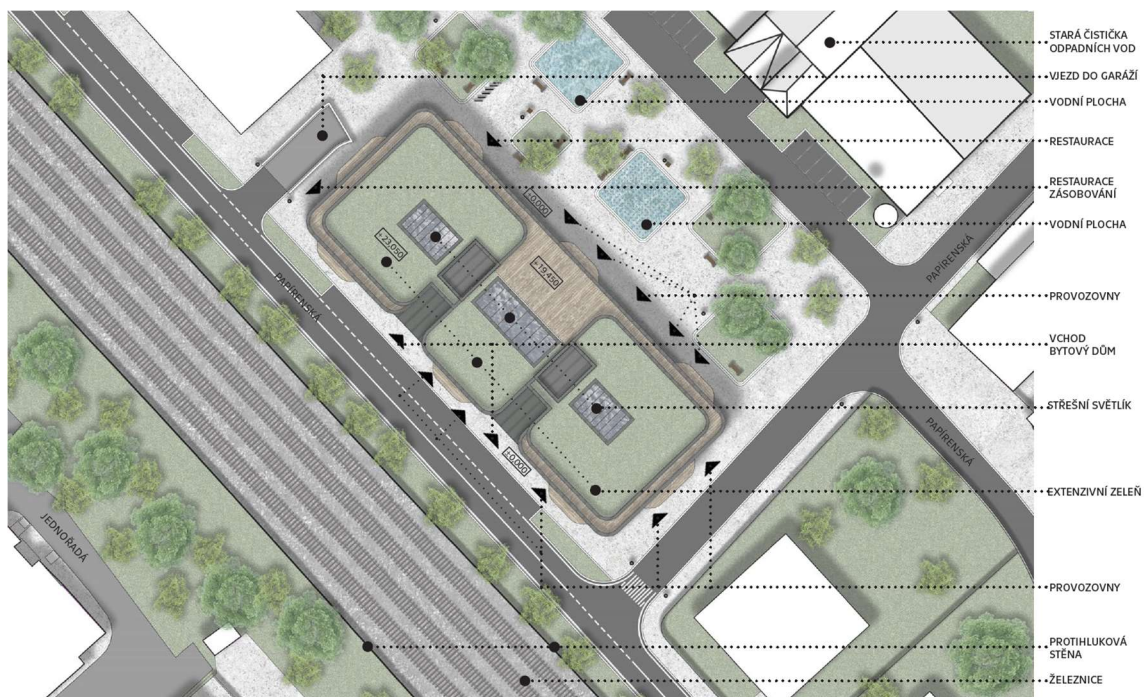
## 2 ARCHITEKTONICKÁ STUDIE

### 2.1 UMÍSTĚNÍ OBJEKTU

Řešený objekt se nachází v oblasti Praha – Bubeneč u ulice Papírenská, sousedící s Císařským ostrovem. Konkrétní místo stavby je Parcela č. 2133/1, 1709, 1708, Katastrální území 30106 – Bubeneč.



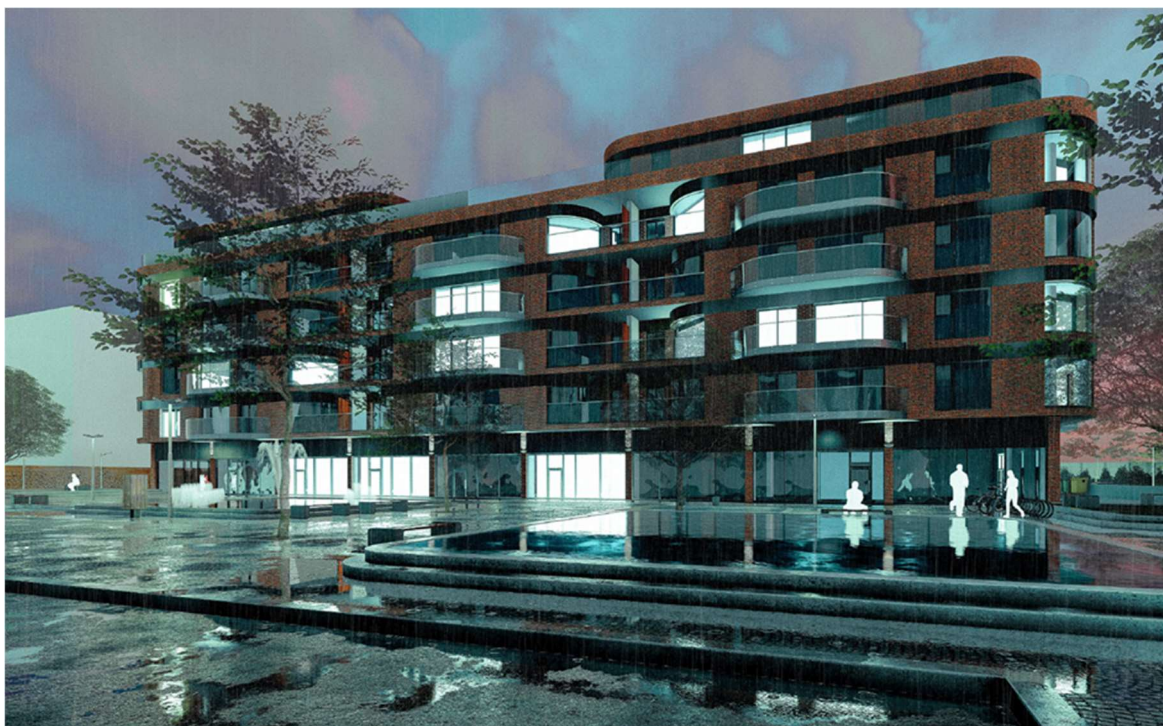
Obrázek 1 - Umístění objektu [5]



Obrázek 2 - Katastrální mapa s vyznačením objektu [6]

## 2.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O OBJEKTU

Předmětem návrhu je novostavba bytového domu v liniové zástavbě v nové urbanistické studii. Budova má šest nadzemních a dvě podzemní podlaží. Stavba bude v souladu s okolní nově vzniklou zástavbou i se stávajícím památkově chráněným objektem čističky odpadních vod. V této nevyhovující části území je plánovaná postupná změna využití ploch. Na stávajícím řešeném území se nachází stará průmyslová hala se sídly několika firem.



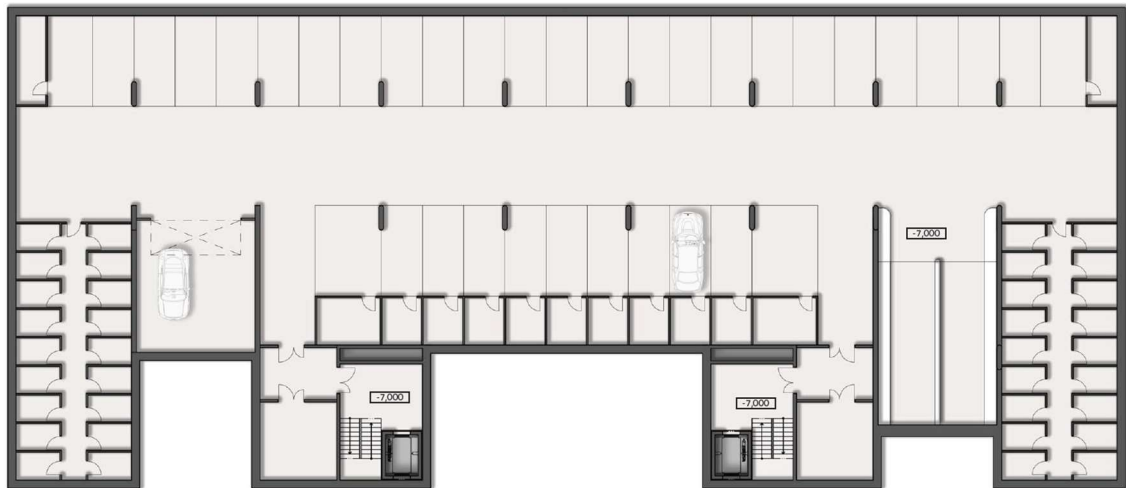
Obrázek 3 - Komplex bytových domů [7]



Obrázek 4 - Řešený bytový dům: JZ pohled [7]



Obrázek 5 - Řešený bytový dům: SV pohled [7]



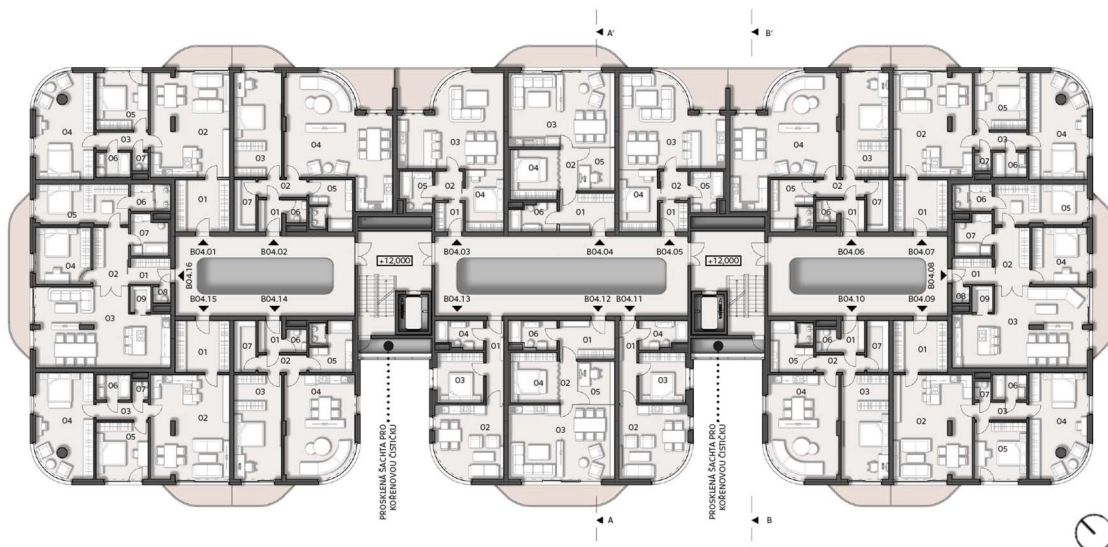
Obrázek 6 – Řešený bytový dům: Půdorys 2.PP [7]



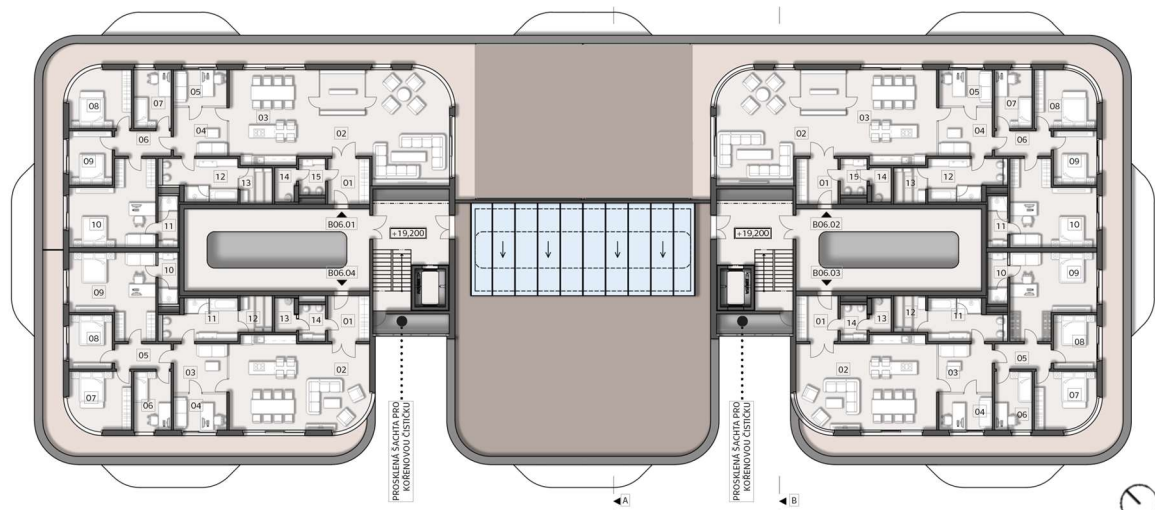
Obrázek 7 – Řešený bytový dům: Půdorys 1.PP [7]



Obrázek 8 – Řešený bytový dům: Půdorys 1.NP [7]



Obrázek 9 – Řešený bytový dům: Půdorys 4.NP (typické podlaží objektu) [7]



Obrázek 10 – Řešený bytový dům: Půdorys 6.NP [7]



Obrázek 11 – Řešený bytový dům: Příčný řez vedený schodištěm [7]



### 3 ENERGETICKÉ ZHODNOCENÍ BUDOVY

V této části byl hodnocen provoz a nakládání s energiemi v rámci vnitřního chodu budovy – tj. hospodaření s celkovým množstvím dodané, získané a ztracené energie. Při vyčíslování celkového množství energií, které je potřeba pro provoz objektu, byly posuzovány navržené systémy a jejich účinnosti. V řešení této stavby se jedná hlavně o energie na vytápění, chlazení, větrání a přípravu teplé vody. Dále se v potřebě celkové energie projeví i potřeba na osvětlení, provoz elektrických zařízení a pomocných systémů.

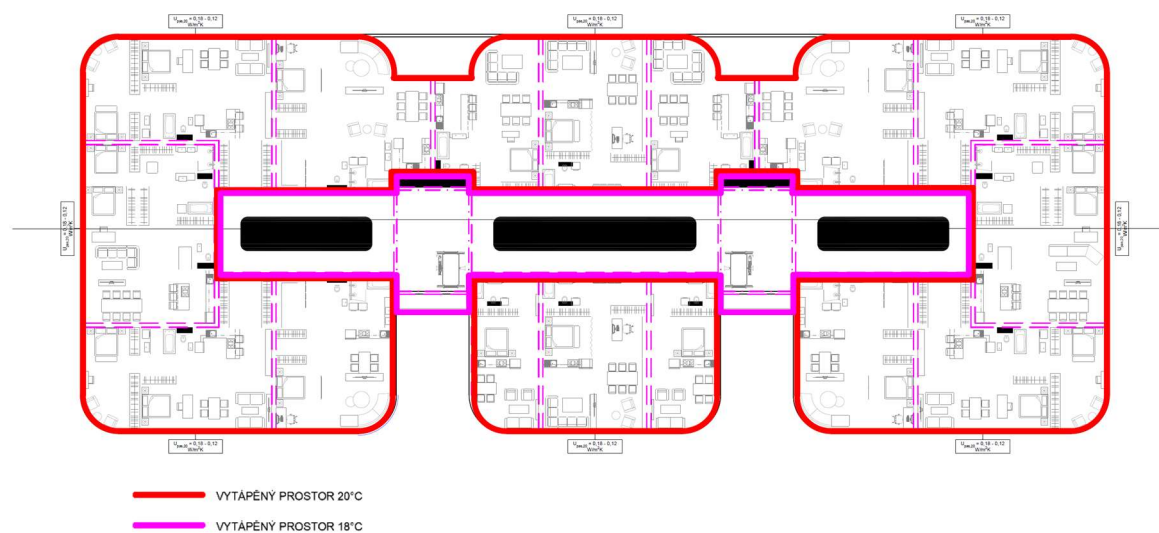
Ke zhodnocení energetické náročnosti řešeného objektu byl využit nástroj Potřeba tepla [17], který ve výpočtu ukazatelů ENB: průměrného součinitele prostupu tepla  $U_{em}$  [ $W/m^2 \cdot K$ ] a měrné potřeby tepla na vytápění  $EA$  [ $kWh/m^2 \cdot rok$ ], zohledňuje tepelné ztráty a tepelné zisky budovy. Zásadními vstupními daty výpočtu jsou i součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí  $U$  [ $W/m^2 \cdot K$ ], jejichž hodnoty taktéž patří mezi zmíněné ukazatele energetické náročnosti budovy.

Uvažované parametry výpočtu jsou vypsány níže. Objekt byl rozdělen na základní vytápěcí zóny podle podkladů z dostupné projektové dokumentace [7], které byly potřebné ke stanovení hranice vytápěcí zóny a rozboru jednotlivých konstrukcí.

### 3.1 VSTUPNÍ PARAMETRY VÝPOČTU

Počet osob:	$n_{os} = 300$ osob
Objem vytápěné zóny	$V = 44\,730$ m <sup>3</sup>
Plocha obalových konstrukcí vytápěné zóny:	$A = 8\,708$ m <sup>2</sup>
Podlahová plocha vytápěné zóny:	$A_f = 1820$ m <sup>2</sup>
Objemový faktor tvaru budovy:	$A/V = 0,19$
Objem vnitřního vzduchu:	$V_a = 44\,730$ m <sup>3</sup>
Objemový tok vzduchu při $\Delta p = 50$ Pa	$n_{50} = 0,6/h$
Lokalita:	Praha

### 3.2 HRANICE VYTÁPĚNÉ ZÓNY



Obrázek 12 – Hranice vytápěné zóny typického podlaží



## 4 VÝCHOZÍ VARIANTA\_\_0

### Stavební řešení

Objekt je navržen jako železobetonový monolitický skelet s křížem pnutými, lokálně podepřenými deskami. Celá budova je rozdělena dvěma komunikačními jádry do tří hmot. Komunikační jádra zároveň slouží jako ztužující. Dispozice nadzemních podlaží je v celku nepravidelná. V prvním podlaží se nachází otevřený prostor restaurace v severním traktu budovy. Zbytek prvního podlaží obsahuje pronajímatelné plochy provozoven.

### Základové konstrukce

Budova je založena na základových pásech s navazující podkladní deskou provedenou z vodonepropustného betonu o tloušťce 500 mm, tvořící základ bílé vany. Vzhledem k použití daného betonu není potřeba spodní stavbu doplňovat povlakovou hydroizolací.

### Svislé nosné konstrukce

Svislé nosné konstrukce podzemního podlaží tvoří železobetonové pilíře o rozměrech 1 500 × 300 mm a po obvodu železobetonovými stěnami o tloušťce 300 mm, které jsou součástí bílé vany. Svislé nosné konstrukce nadzemních podlaží jsou tvořeny ze stejných konstrukčních prvků, obsahujících i dvě železobetonová jádra, která obsahují výtahy a schodiště a která slouží jako vertikální komunikace a zároveň jako chráněná úniková cesta.

### Vodorovné nosné konstrukce

Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny ve všech podlažích železobetonovými deskami o tloušťce 300 mm o vlastnostech betonu C30/37 a oceli B500B. V některých místech jsou podepřeny železobetonovými průvlaky.

### Střešní konstrukce

Střecha objektu je plochá, taktéž tvořená nosnou železobetonovou deskou o tloušťce 300 mm. Střešní plocha je ve dvou výškových hladinách, kdy na severním a jižním traktu budovy je o jedno patro navíc oproti prostřednímu traktu. Prostřední část je využita pro umístění zařízení TZB. Skladba je jednoplášťová střecha s extenzivní vegetací.

### Obvodový plášť

Fasáda objektu je navržená ve dvou variantách. Horní bytová část je řešena jako těžký obvodový plášť s tepelnou izolací z fenolické pěny a obkladových cihelných pásků. Fasáda přízemního podlaží ve vazbě na okolní parter je převážně velkoplošně zasklená.

## Schodiště

Schodišťová jádra jsou železobetonová a slouží jako hlavní ztužení budovy. Vertikální komunikaci zajišťují dvouramenná schodiště a výtah.

## Podlahy

Viz výkresová dokumentace skladeb.

## Okenní a dveřní otvory

Okna v bytové části jsou navržena hliníková s izolačním trojsklem. Rámy obsahují soustavu komor. Okna v části parteru jsou ze systému lehkého obvodového pláště.

Vchodové vstupní dveře do parteru jsou taktéž hliníkové – skleněné. Únikové dveře do společných prostor pro bytové jednotky jsou hliníkové, splňující požadavky na požární odolnost.

	OBJEKT	VARIANTA__0 (referenční varianta)
1	Konstrukční systém	Železobetonový skeletový systém s monolitickými stropními deskami a železobetonovými průvlaky
2	Obvodový plášť	Fasádní plášť je tvořen jako těžký obvodový plášť z ŽB stěny a tepelné izolace z fenolické pěny Kooltherm K5 (tl. 150 mm) s cihlovým obkladem (tl. 30 mm)  $U = 0,138 \text{ W/m}^2\text{K}$
3	Stropní konstrukce	Železobetonové lokálně podepřené monolitické stropní desky (tl. 300 mm)
4	Střešní prostory	Využívány pouze částečně pro zařízení TZB



## Skladby

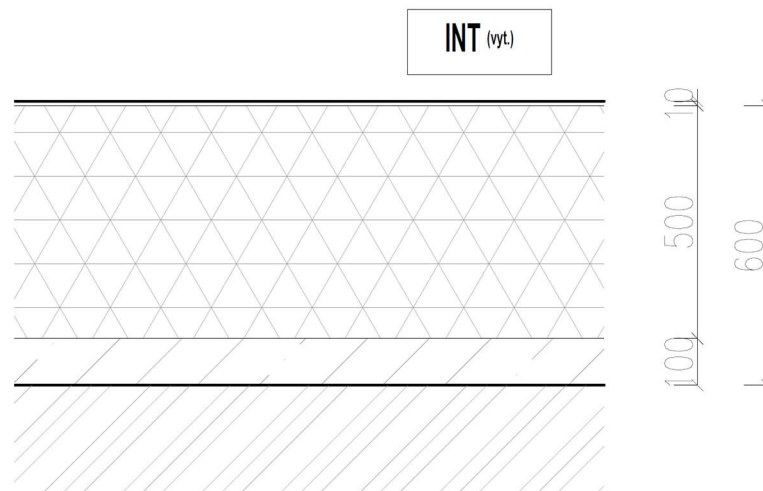
### P<sub>0</sub>1 SUTERÉNNÍ PODLAHA

POLYURETANOVÁ SAMONIVELAČNÍ STĚRKA  
VODONEPROPUSTNÝ BETON  
PODKLADNÍ PROSTÝ BETON  
STÁVAJÍCÍ ZHUTNĚNÝ TERÉN

tl. 500 mm  
tl. 100 mm  
–

#### tech. parametry

tl = 610 mm  
R = 0,129 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 3,340 W/m<sup>2</sup>.K



Obrázek 14 – Skladba suterénní podlahy

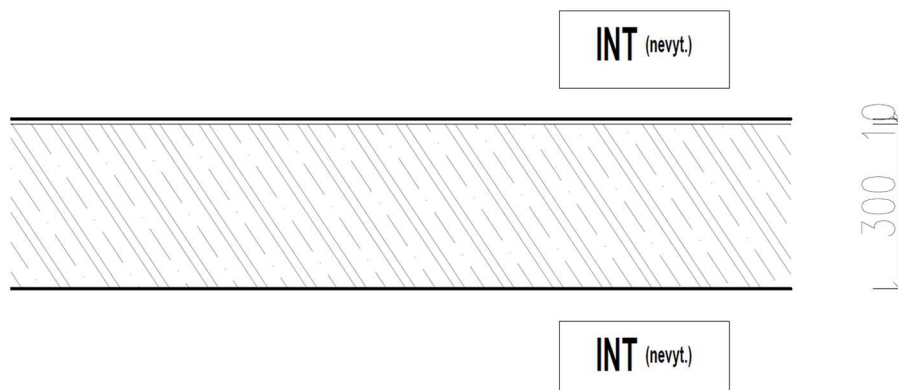
### P<sub>0</sub>2 SUTERÉNNÍ STROP

POLYURETANOVÁ SAMONIVELAČNÍ STĚRKA  
STROPNÍ KONSTRUKCE

tl. 300 mm

#### tech. parametry

tl = 310 mm  
R = 0,224 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 2,357 W/m<sup>2</sup>.K



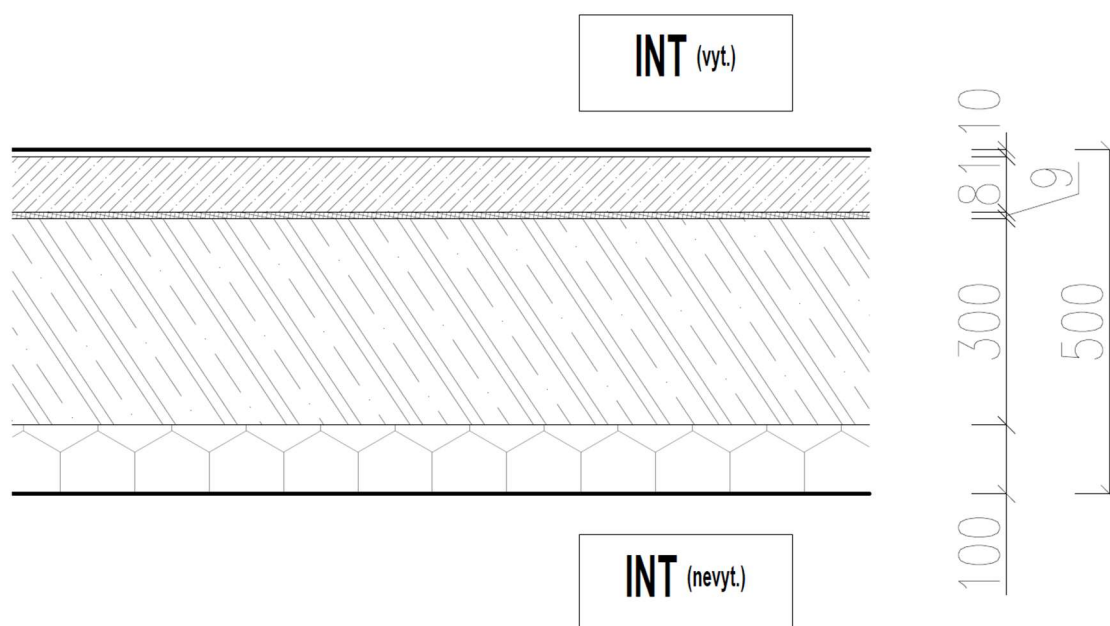
Obrázek 15 – Skladba suterénního stropu

## P<sub>03</sub> PODLAHA 1NP

KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 9 mm
LEPIDLO NA DLAŽBY	tl. 1–2 mm
BETONOVÁ MAZANIA	tl. 80 mm
SEPARAČNÍ FÓLIE	
KROČEJOVÁ IZOLACE	
STROPNÍ KONSTRUKCE	tl. 300 mm
TEPELNÁ IZOLACE XPS	tl. 100 mm
VNITŘNÍ ÚPRAVA – OMÍTKA	

### tech. parametry

tl = 500 mm  
R = 4,188 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 0,228 W/m<sup>2</sup>.K



Obrázek 16 – Skladba podlahy 1.NP

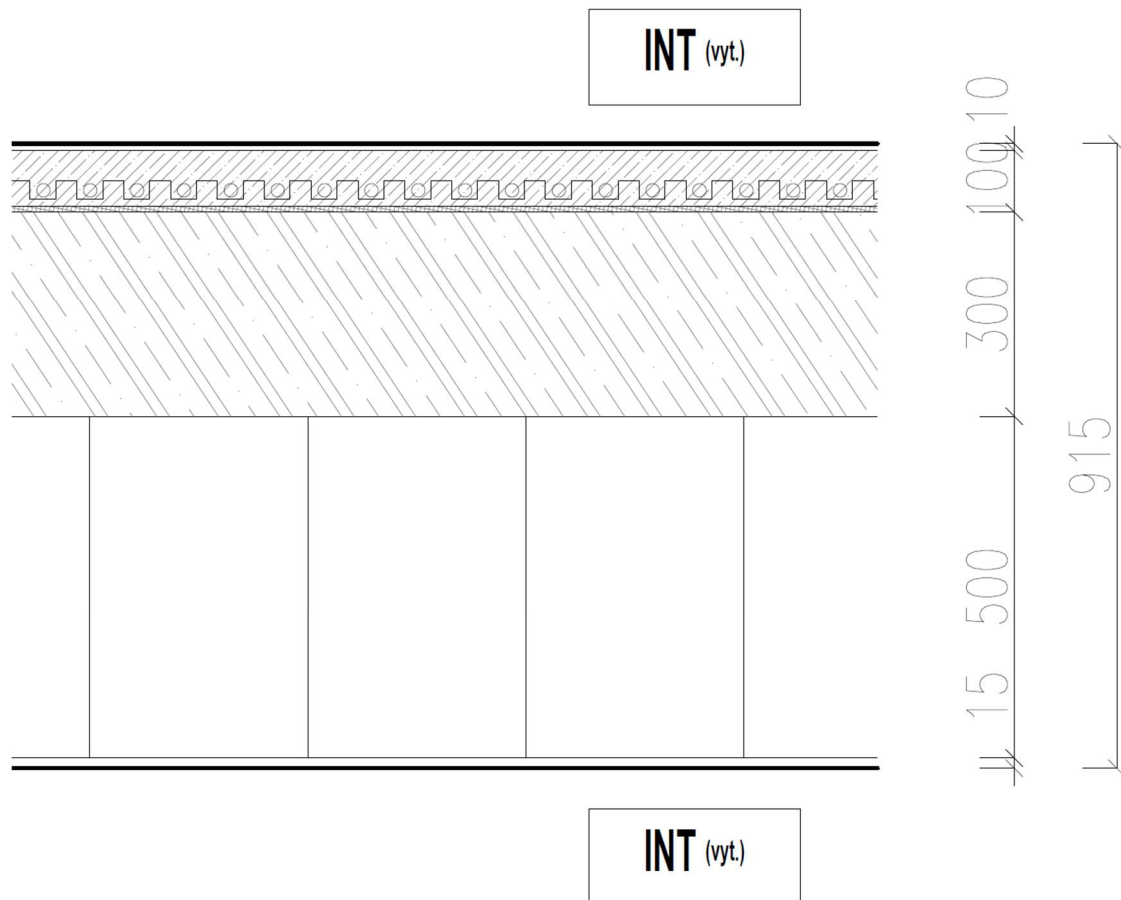


## P<sub>0</sub>4 STROP BĚŽNÉHO PODLAŽÍ

KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 9 mm
LEPIDLO NA DLAŽBY	tl. 1–2 mm
BETONOVÁ MAZANIA	tl. 80 mm
VČETNĚ ROZVODŮ PRO PODLAHOVÉ TOPENÍ	
SEPARAČNÍ FÓLIE	
KROČEJOVÁ IZOLACE	
STROPNÍ ŽB DESKA	tl. 300 mm
PROSTOR PRO ROZVODY VZT	
SDK PODHLED	

### tech. parametry

tl = 915 mm  
R = - m<sup>2</sup>.K/W  
U = - W/m<sup>2</sup>.K



Obrázek 17 – Skladba stropu běžného podlaží



## P<sub>05</sub> PODLAHA BALKON UZAVŘENÝ

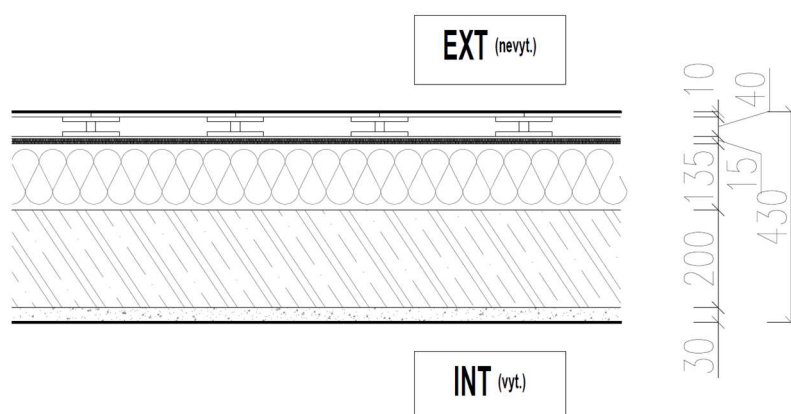
KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 10 mm
REKTIFIKAČNÍ TERČE	
GEOTEXTILIE	
HYDROIZOLACE Z MĚKČENÉHO PVC	
SPÁDOVÁ IZOLACE (např. KINGSPAN THERMA)	tl. 150 mm max
ŽB DESKA	tl. 300 mm
POHLEDOVÁ ŠTUKOVÁ OMÍTKA	tl. 30 mm

### tech. parametry

$$t_l = 430 \text{ mm}$$

$$R = - \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$U = - \text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$$



Obrázek 18 – Skladba podlahy balkonu uzavřeného

## P<sub>06</sub> PODLAHA BALKON OTEVŘENÝ

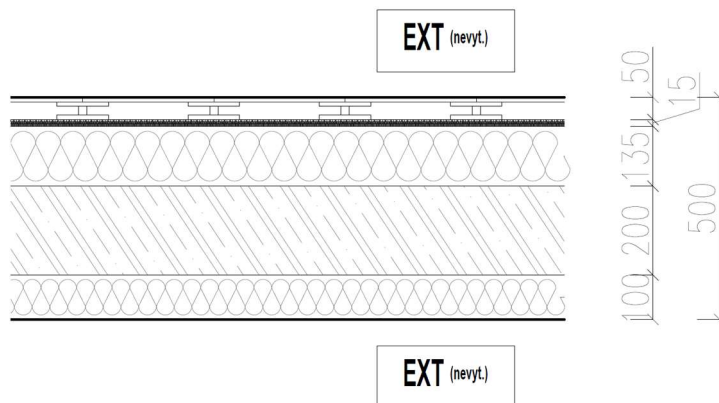
KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 10 mm
REKTIFIKAČNÍ TERČE	
GEOTEXTILIE	
HYDROIZOLACE Z MĚKČENÉHO PVC	
SPÁDOVÁ IZOLACE (např. KINGSPAN THERMA)	tl. 150 mm max
ŽB DESKA	tl. 200 mm
TEPELNÁ IZOLACE (např. KINGSPAN KOOLTHERM)	tl. 50 mm
POHLEDOVÁ ŠTUKOVÁ OMÍTKA	

### tech. parametry

$$t_l = 500 \text{ mm}$$

$$R = - \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$U = - \text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$$



Obrázek 19 – Skladba podlahy balkonu otevřeného

## P<sub>07</sub> STŘECHA NAD BYTY

VEGETAČNÍ VRSTVA tl. 150 mm

FILTRAČNÍ VRSTVA – FILTEK 200

DRENÁŽNÍ A AKUMULAČNÍ – DEKDREN T20 GARDEN

SEPARAČNÍ VRSTVA – FILTEK 300

HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA Z ASFALTOVÝCH PÁSŮ

ELASTEK 50 GARDEN

GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL

GLASTEK STICKER PLUS

TEPELNÁ IZOLACE (např. KINGSPAN KOOLTHERM) min. tl. 200 mm

– spádová vrstva

PENETRAČNÍ NÁTĚR (např. DEKPRIMER)

ŽB DESKA

tl. 300

PROSTOR PRO ROZVODY VZT

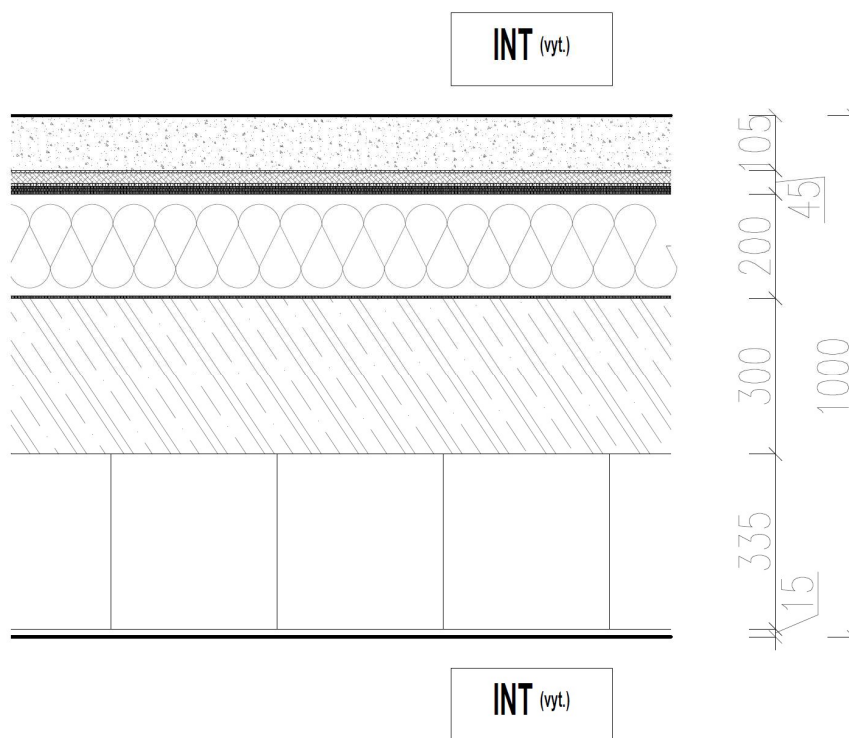
SDK PODHLED

### tech. parametry

tl = 650 mm

R = 7,473 m<sup>2</sup>.K/W

U = 0,131 W/m<sup>2</sup>.K



Obrázek 20 – Skladba střechy nad byty

## P<sub>0</sub>8 STŘECHA NAD SCHODIŠTĚM

HYDROIZOLACE Z MĚKČENÉHO PVC

TEPELNÁ IZOLACE (např. KINGSPAN THERMA) tl. 300 mm max

– spádová vrstva

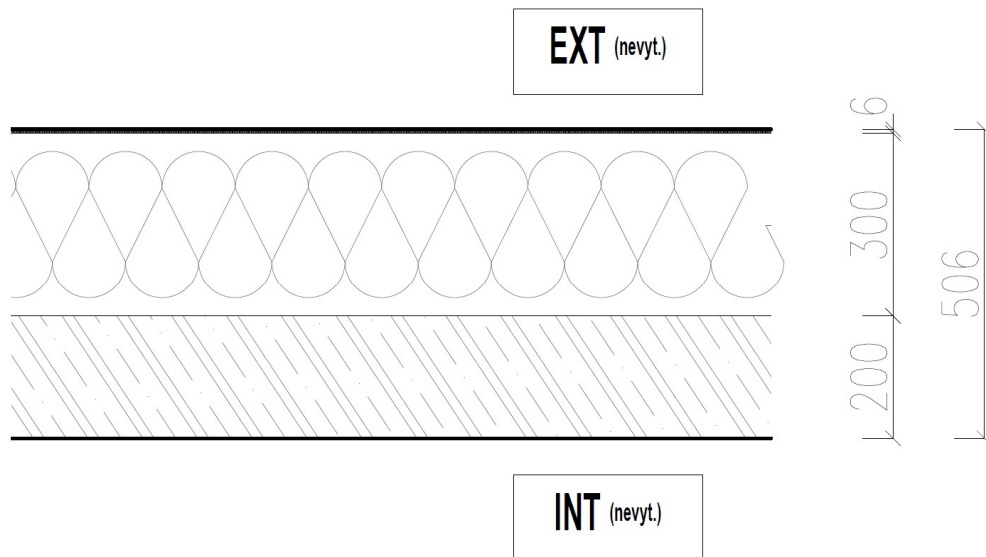
ŽB DESKA tl. 200 mm

### tech. parametry

tl = 505 mm

R = 7,435 m<sup>2</sup>.K/W

U = 0,132 W/m<sup>2</sup>.K



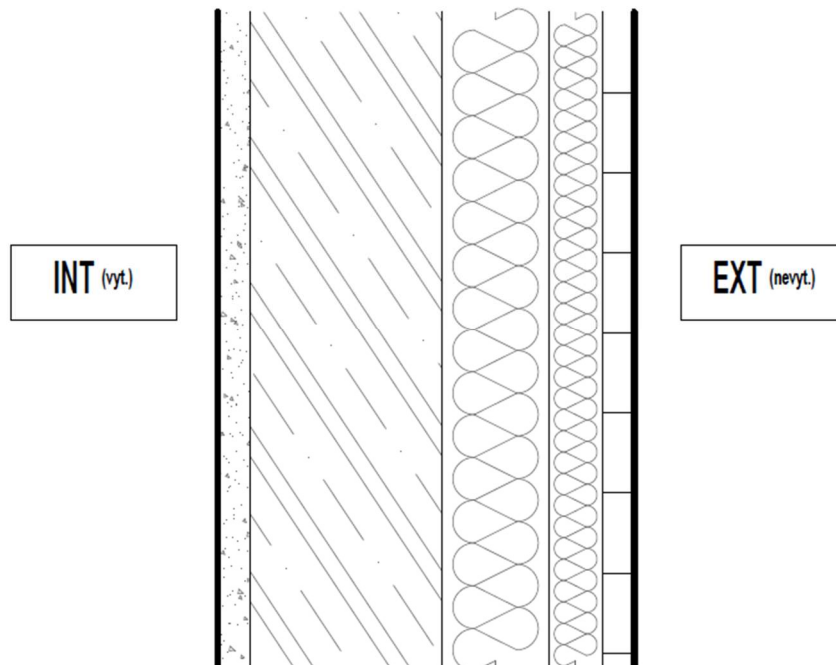
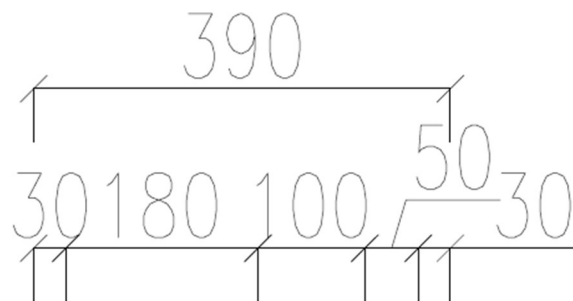
Obrázek 21 – Skladba střechy nad schodištěm

## P<sub>09</sub> OBVODOVÝ PLÁŠŤ

POHLEDOVÁ ŠTUKOVÁ OMÍTKA	tl. 30 mm
ŽB STĚNA	tl. 180 mm
LEPIDLO PRO TEPELNĚ IZOLAČNÍ DESKY	tl. 5–10 mm
TEPELNÁ IZOLACE (např. KINGSPAN KOOLTHERM K5) – spádová vrstva	tl. 100 mm
TEPELNÁ IZOLACE (např. KINGSPAN KOOLTHERM K5)	tl. 50 mm
CEMENTOVÁ FLEXIBILNÍ LEPIDLO PRO OBKLADY	tl. 5 mm
OBKLADOVÉ CIHELNÉ PÁSKY	tl. 30 mm

### tech. parametry

tl = 390 mm  
R = 6,966 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 0,140 W/m<sup>2</sup>.K



Obrázek 22 – Skladba obvodového pláště

## 5 DŘEVĚNÁ VARIANTA\_\_1

### Stavební řešení

Objekt je navržen jako kombinace železobetonového monolitického skeletu s jednosměrně pnutými dřevěnými CLT panely podepřenými železobetonovými průvlaky. Po obvodu je celá stěna řešena z dřevěného CLT panelu. Zbytek řešení se shoduje s referenční variantou.

Viz varianta\_\_0.

### Základové konstrukce

Spodní stavbu v této části autor neřeší. Shoduje se s referenční variantou.

Viz varianta\_\_0.

### Svislé nosné konstrukce

Oproti výchozí variantě se tento návrh liší pouze v provedení obvodové stěny. Namísto železobetonové stěny je zde dřevěný CLT panel, který zároveň podpírá konzolu stropních desek a balkónů.

Viz varianta\_\_0.

### Vodorovné nosné konstrukce

Vodorovné nosné konstrukce tvoří ve spodních podlažích železobetonové desky o tloušťce 300 mm o vlastnostech betonu C30/37 a oceli B500B. V patrech od 2.NP výše jsou hlavní nosné konstrukce železobetonové průvlaky vynášející dřevěné CLT panely stropních desek.

### Střešní konstrukce

Střecha objektu ve dvou výškových hladinách, severní a jižní trakt budovy jsou vyšší než prostředním trakt. Nosnou konstrukcí nad všemi obytnými prostory je dřevěný CLT panel tloušťky 280 mm ze systému Sylva CLT od společnosti Stora Enso. Nosnou konstrukci nad jádry tvoří železobetonová deska o tloušťce 300 mm. Střecha je plochá s min. sklonem 2 % pro odvod vody. Na stropních deskách je položena tepelná izolace z pěnového polystyrenu Isover EPS 100F o min. tloušťce 250 mm, která zároveň slouží jako spádová vrstva. Svrchní vrstvou je pak jednovrstvý substrát či štěrk v místech umístění systémů TZB a obslužné plochy.

Skladby P<sub>17</sub> ( $U = 0,115 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) a P<sub>18</sub> ( $U = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

### Obvodový plášť

Fasáda objektu je navržena ve dvou řešeních. Horní bytová část je řešena z nosných dřevěných CLT panelů tloušťky 150 mm s nalepenou tepelnou izolací z minerální vlny

Isover Uni o tloušťce 250 mm. Tato vrstva je překryta pojistnou difúzní fólií. Dále je součástí pláště předsazená fasáda s provětrávanou mezerou a dřevěným obkladem. Fasáda přízemního podlaží ve vazbě na okolní parter je převážně velkoplošně zasklená.

## Schodiště

Schodišťová jádra jsou železobetonová a slouží jako hlavní ztužení budovy. Jádra jsou tvořena dvouramenným schodištěm a prostorem pro výtahovou šachtu.

## Podlahy

Viz výkresová dokumentace skladeb.

## Okenní a dveřní otvory

Všechny okenní i dveřní otvory vyplňují dřevěné rámy ze systémů od společnosti Slavona s parametry  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  a  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

	OBJEKT	VARIANTA__1 (dřevěná varianta)
1	Konstrukční systém	Železobetonový skeletový systém s železobetonovými průvlaky
2	Obvodový plášť	Fasádní plášť je tvořen z dřevěných CLT panelů a tepelné izolace z minerální vlny (tl. 250 mm) s provětrávanou mezerou a dřevěným obkladem.  $U = 0,141 \text{ W/m}^2\text{K}$
3	Stropní konstrukce	Dřevěné lokálně podepřené CLT stropní desky (tl. 280 mm)
4	Střešní prostory	Využívány pouze částečně pro zařízení TZB

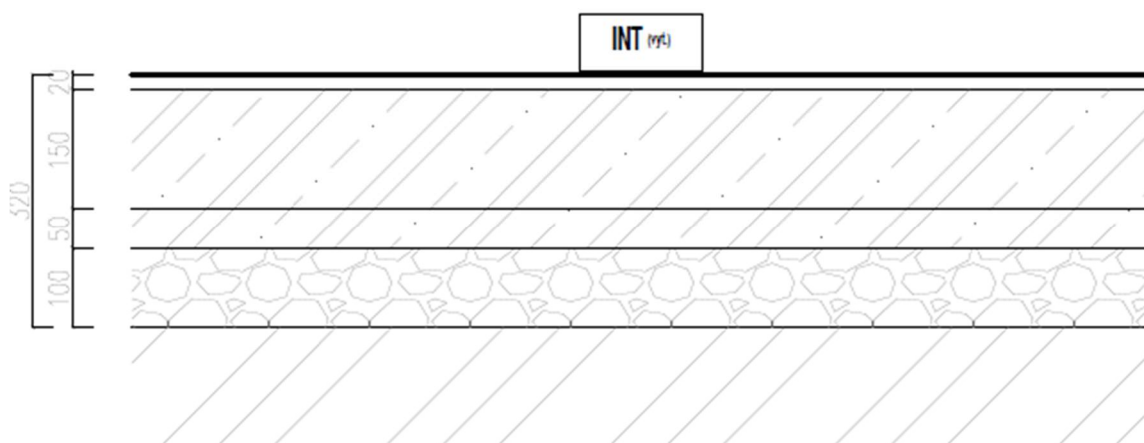
## Skladby

### P<sub>1</sub> SUTERÉNNÍ PODLAHA

SAMONIVELAČNÍ STĚRKOVÁ HMOTA WEBER	tl. 20 mm
NOSNÁ ZÁKLADOVÁ VRSTVA	
- ŽB deska C30/37, vodostavební beton	tl. 150 mm
VYROVNÁVACÍ VRSTVA - podkladní beton	tl. 50 mm
PODKLADNÍ VRSTVA - štěrkopískový násyp	tl. 100 mm

#### tech. parametry

tl = 320 mm
R = 0,129 m <sup>2</sup> .K/W
U = 3,340 W/m <sup>2</sup> .K



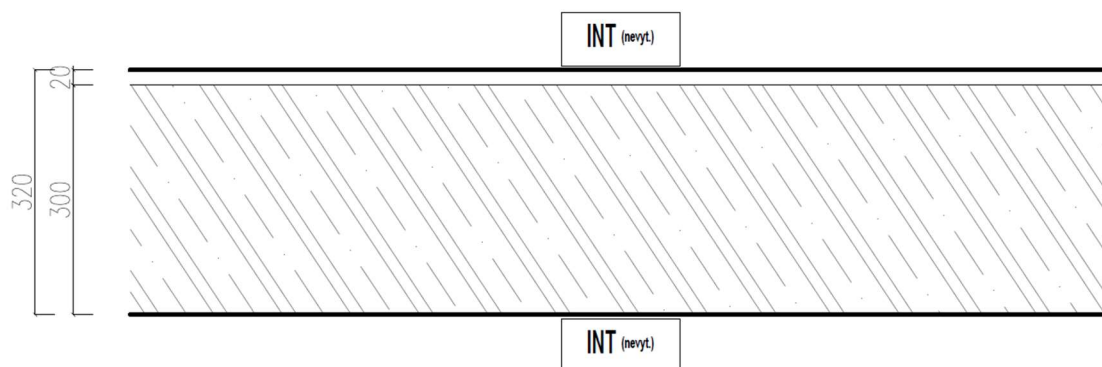
Obrázek 23 – Skladba suterénní podlahy

### P<sub>2</sub> SUTERÉNNÍ STROP

SAMONIVELAČNÍ STĚRKOVÁ HMOTA WEBER	tl. 20 mm
STROPNÍ KONSTRUKCE	tl. 300 mm

#### tech. parametry

tl = 320 mm
R = 0,224 m <sup>2</sup> .K/W
U = 1,772 W/m <sup>2</sup> .K



Obrázek 24 – Skladba suterénního stropu

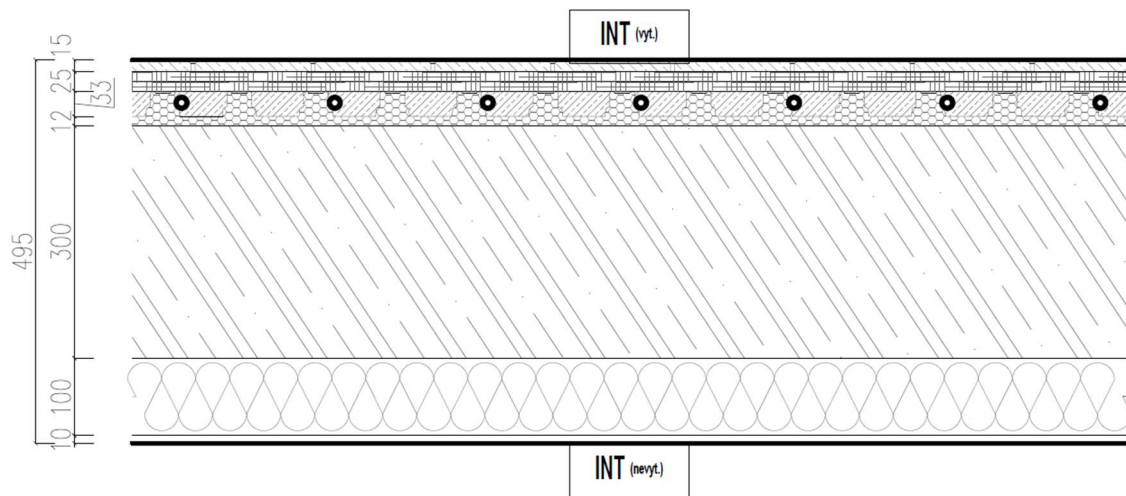


## P.3 PODLAHA 1NP

KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 9 mm
CEMENTOVÉ LEPIDLO POD DLAŽBU	
SYSTÉMOVÉ PODLAHOVÉ DESKY (FERMACELL) – VČ. ROZVODOU TEPLOVODNÍHO PODLAHOVÉ TOPENÍ	2x tl.12,5 mm
SYSTÉMOVÉ DESKY PRO PODLAHOVÉ TOPENÍ	tl. 45 mm
STROPNÍ KONSTRUKCE – ŽB DESKA	tl. 300 mm
TEPELNÁ IZOLACE EPS – Isover 70Z	tl. 100 mm
POHLEDOVÁ ŠTUKOVÁ OMÍTKA	tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 490 mm  
 $R = 3,340 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$   
 $U = 0,272 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$   
 $\lambda \text{ [W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

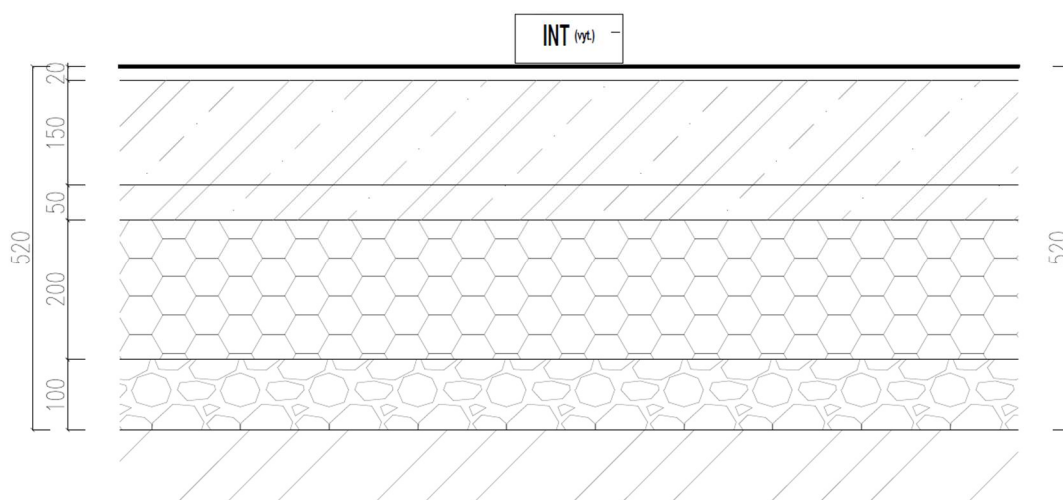


Obrázek 25 – Skladba podlahy 1.NP



## P.4 PODLAHA POD SCHODIŠTĚM

SAMONIVELAČNÍ STĚRKOVÁ HMOTA WEBER	tl. 20 mm	<b>tech. parametry</b>
NOSNÁ ZÁKLADOVÁ VRSTVA		
– ŽB deska C30/37, vodostavební beton	tl. 150 mm	tl = 520 mm
VYROVNÁVACÍ VRSTVA – podkladní beton	tl. 50 mm	R = – m <sup>2</sup> .K/W
HI – PVC Folie		U = 0,176 W/m <sup>2</sup> .K
TEPELNÁ IZOLACE XPS ( $\lambda = 0,037$ )	tl. 200 mm	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> .K]
PODKLADNÍ VRSTVA – štěrkopískový násyp	tl. 100 mm	
ZHUTNĚNÝ TERÉN	–	



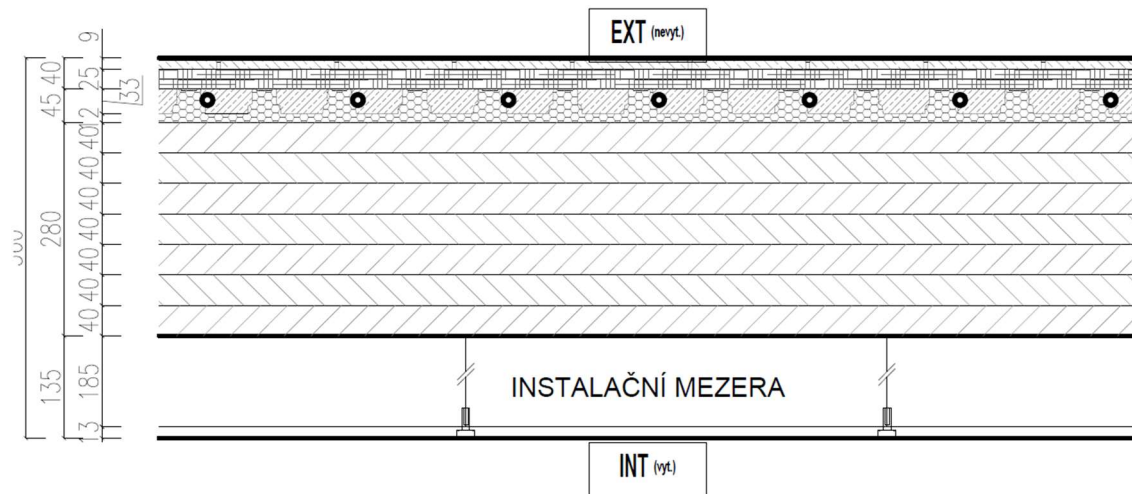
Obrázek 26 – Skladba podlahy pod schodištěm

## P.5 STROP BĚŽNÉHO PODLAŽÍ

KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 9 mm
CEMENTOVÉ LEPIDLO POD DLAŽBU	tl. 1–2 mm
SYSTÉMOVÉ PODLAHOVÉ DESKY (FERMACELL) – VČ. ROZVODOU TEPLOVODNÍHO PODLAHOVÉ TOPENÍ	2x tl. 12,5 mm
SYSTÉMOVÉ DESKY PRO PODLAHOVÉ TOPENÍ	tl. 45 mm
STROPNÍ PANEL CLT – STORA ENSO	tl. 280 mm
INSTALAČNÍ MEZERA	tl. 185 mm

### tech. parametry

tl	= 560 mm
R	= - m <sup>2</sup> .K/W
U	= - W/m <sup>2</sup> .K
λ	[W/m <sup>2</sup> .K]



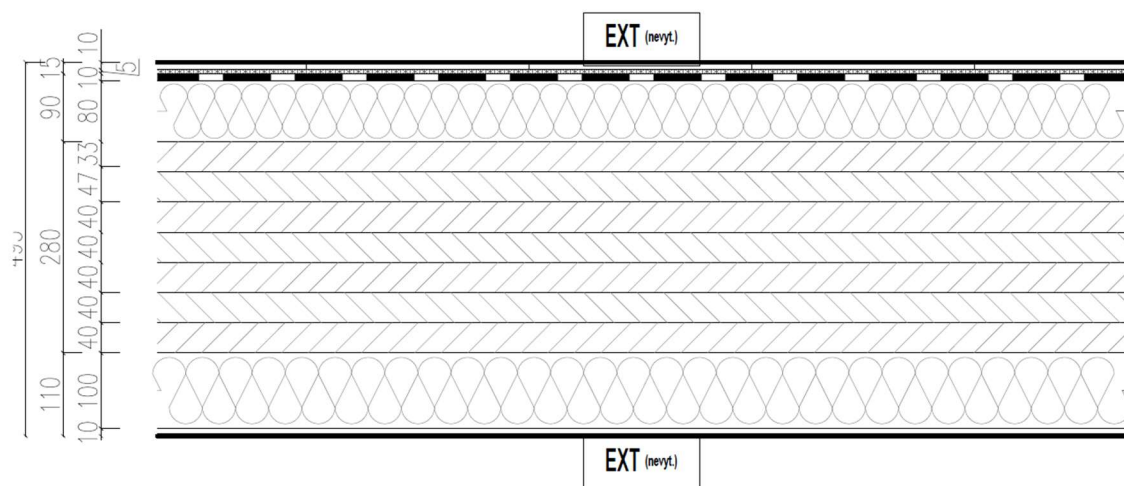
Obrázek 27 – Skladba stropu běžného podlaží

## P.6 SKLADBA BALKON

KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 10 mm
CEMENTOVÉ LEPIDLO POD DLAŽBU	tl. 1–2 mm
HYDROIZOLACE Z MĚKČENÉHO PVC	
TEPELNÁ IZOLACE XPS	max. tl. 80 mm
STROPNÍ PANEL CLT – STORA ENSO	tl. 280 mm
TEPELNÁ IZOLACE EPS	tl. 100 mm
POHLEDOVÁ ŠTUKOVÁ OMÍTKA	tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 495 mm  
 $R = - \text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$   
 $U = - \text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$



Obrázek 28 – Skladba podlahy balkonu

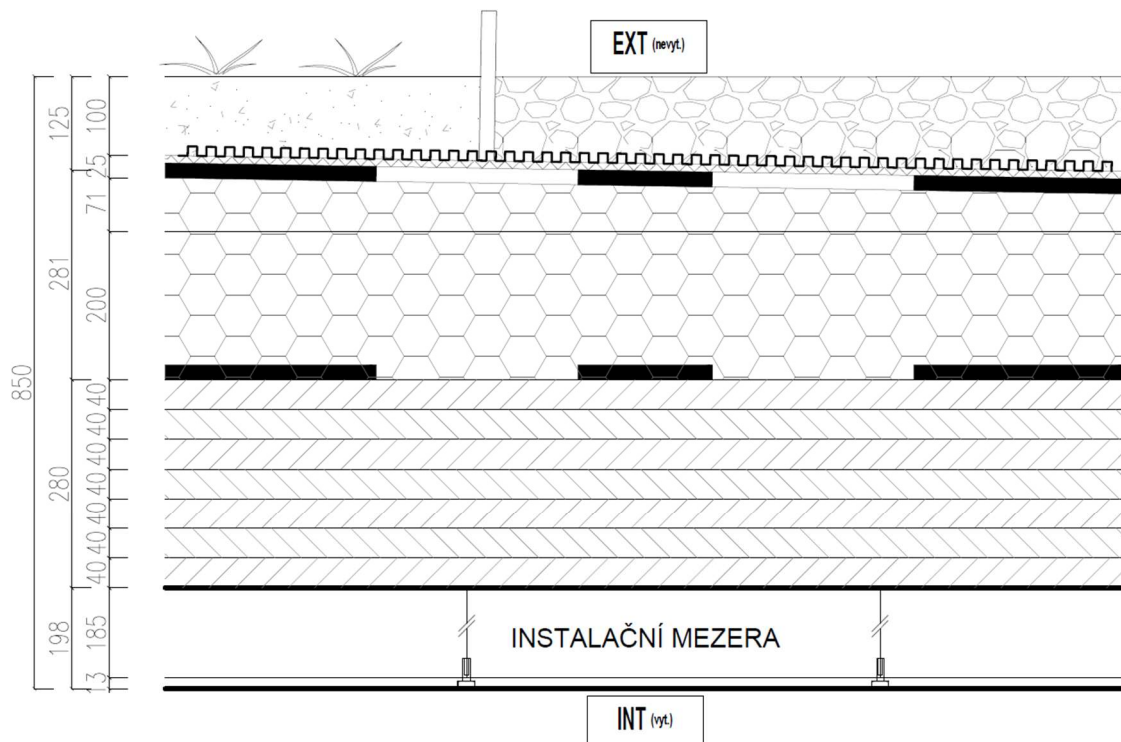
## P<sub>1</sub>7 STŘECHA NAD BYTY

JEDNOVRSTVÝ SUBSTRÁT (80 l/m <sup>2</sup> ) / ŠTĚRK	min. tl. 100 mm
DRENÁŽNÍ NOPOVÁ FÓLIE – např. OPTIGREEN typ FKD 25	tl. 25 mm
SEPARAČNÍ A OCHRANNÁ ROHOŽ – např. OPTIGREEN typ RMS 500 – fólie odolná proti kořínkům	tl. 2 mm
POJISTNÁ HYDROIZOLAČNÍ FÓLIE – Jutafol D 220 Special ( $\mu = 5800$ )	tl. 0,25 mm
TEPELNÁ IZOLACE – spádovaná vrstva, min. sklon 2% – Isover EPS 100 F ( $\lambda = 0,037$ )	min. tl. 50 mm tl. 200 mm
PAROTĚSNÁ VRSTVA – fólie Jutafol N 140 ( $\mu = 148\ 275$ )	tl. 0,25 mm
STROPNÍ PANEL CLT – STORA ENSO	tl. 280 mm
INSTALAČNÍ MEZERA	tl. 185 mm
AKUSTICKÝ PODHLED – Knauf Silentboard SDK	tl. 13 mm

### tech. parametry

tl = 850 mm  
R = 8,573 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 0,115 W/m<sup>2</sup>.K

$\lambda$  [W/m<sup>2</sup>.K]  
 $\mu$  [-]



Obrázek 29 – Skladba střechy nad byty

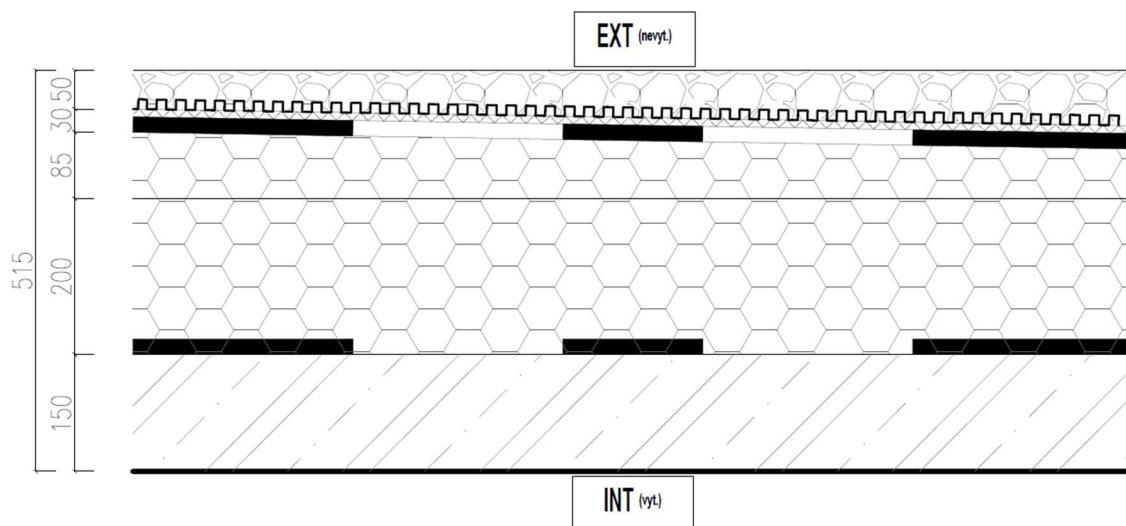
## P.8 STŘECHA NAD SCHODIŠTĚM

ŠTĚRK	min. tl. 50 mm
DRENÁŽNÍ NOPOVÁ FÓLIE – např. OPTIGREEN typ FKD 25	tl. 25 mm
SEPARAČNÍ A OCHRANNÁ ROHOŽ – např. OPTIGREEN typ RMS 500 – fólie odolná proti kořínkům	tl. 2 mm
HYDROIZOLACE – fólie Jutafol D 220 Special ( $\mu = 5800$ )	tl. 0,25 mm
TEPELNÁ IZOLACE – spádovaná vrstva, min. sklon 2% – Isover EPS 100 F ( $\lambda = 0,037$ )	min. tl. 80 mm tl. 200 mm
PAROTĚSNÁ VRSTVA – fólie Jutafol N 140 ( $\mu = 148\ 275$ )	tl. 0,25 mm
ŽB DESKA	tl. 150 mm
VNITŘNÍ ÚPRAVA – OMITKA	tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 500 mm (min)  
R = 8,197 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 0,120 W/m<sup>2</sup>.K

$\lambda$  [W/m<sup>2</sup>.K]  
 $\mu$  [-]



Obrázek 30 – Skladba střechy nad schodištěm

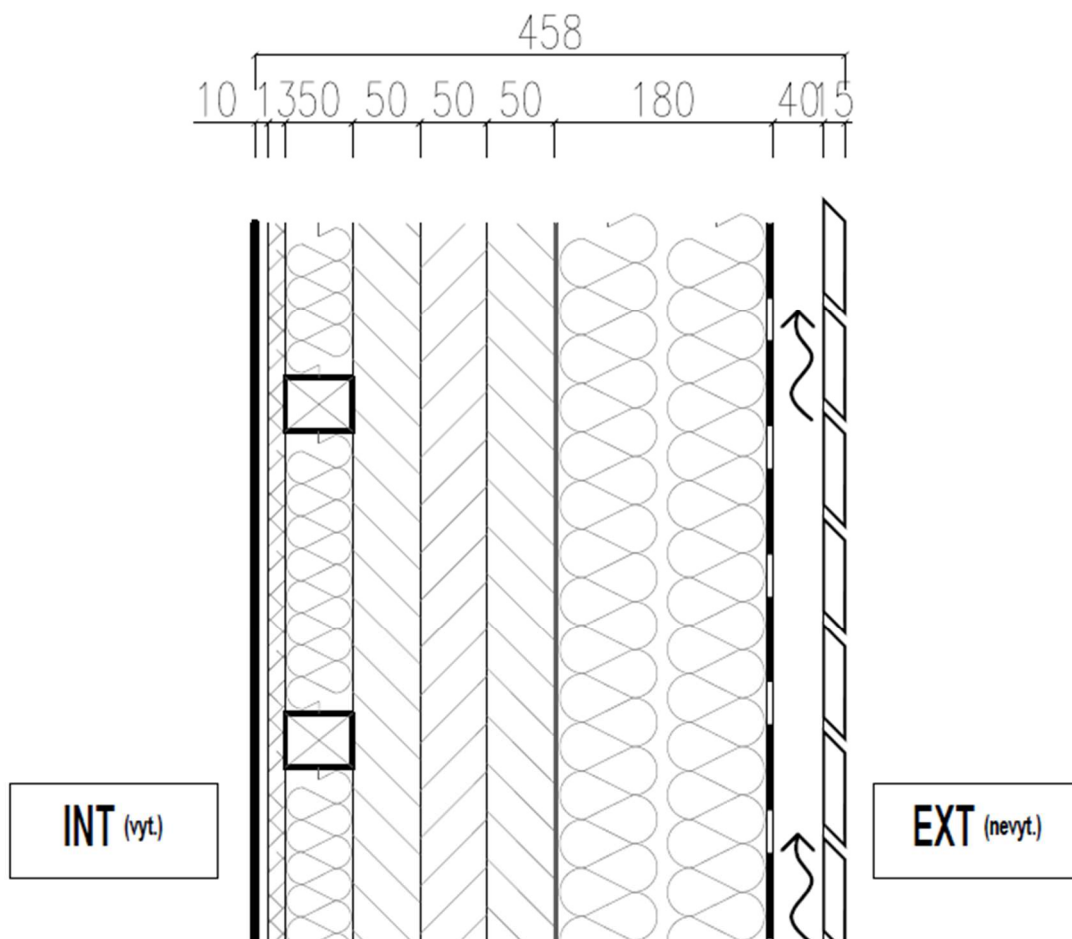
## P.9 OBVODOVÝ PLÁŠŤ

FASÁDNÍ VRSTVA – DŘEVĚNÝ OBKLAD – HORIZONTÁLNÍ LATĚ	tl. 15 mm
KCE PŘEDSAZENÉ FASÁDY S PROVĚTRÁVANOU MEZEROU, – latě vertikální, (tl. 40 mm)	tl. 40 mm
DIFUZNÍ FÓLIE – Jutadach 115 2AP ( $\mu = 0,02$ )	
TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY – Isover Uni ( $\lambda = 0,035$ ) 180 mm	tl. 180 mm
STĚNOVÝ PANEL CLT – STORA ENSO	tl. 150 mm
INSTALAČNÍ PŘEDSTĚNA – VYNÁŠECÍ HRANOLY (tl. 50 mm)	tl. 50 mm
VÝPLŇ – MV – ISOVER ORSTECH 100 ( $\lambda = 0,05$ , tl. 50 mm)	
SDK	tl. 12,5 mm
SÁDROVÁ OMÍTKA	tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 458 mm  
R = 6,845 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 0,141 W/m<sup>2</sup>.K

$\lambda$  [W/m<sup>2</sup>.K]  
 $\mu$  [-]



Obrázek 31 – Skladba obvodového pláště

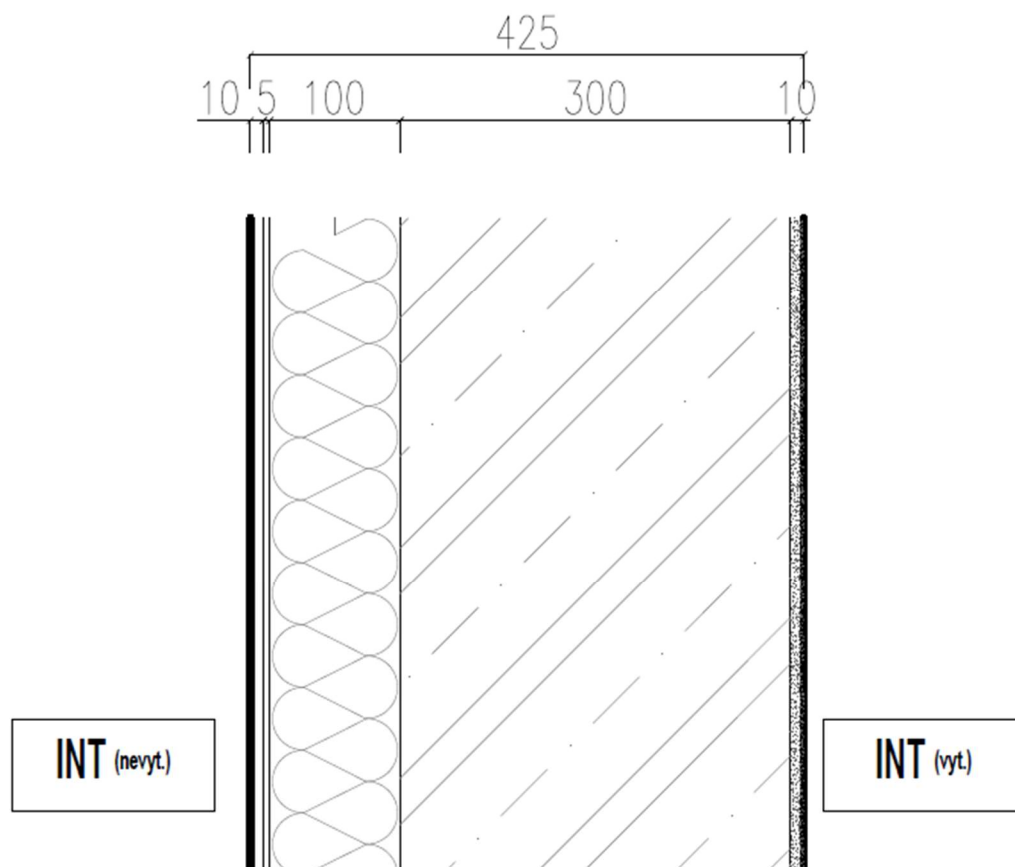
## P<sub>10</sub> SUTERÉNNÍ STĚNA GARÁŽ - SCHODIŠTĚ

ŽB STĚNA  
LEPIDLO PRO TEPELNĚ IZOLAČNÍ DESKY  
TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY  
– Isover Uni ( $\lambda = 0,035$ )  
BAUMIT UNIVERSÁLNÍ STĚRKA  
SÁDROVÁ OMÍTKA

tl. 300 mm  
tl. 5–10 mm  
tl. 100 mm  
tl. 5 mm  
tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 415 mm  
 $R = 2,828 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$   
 $U = 0,324 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$   
 $\lambda \text{ [W} / \text{m}^2 \cdot \text{K]}$



Obrázek 32 – Skladba suterénní stěny garáž – schodiště

## 6 ZDĚNÁ VARIANTA\_2

### Stavební řešení

Objekt je navržen jako kombinace skládaných zděných a železobetonových prvků. Ztužující jádra a hlavní svislé nosné konstrukce jsou ze železobetonu. Vnější stěna a stropní konstrukce jsou navrženy z keramických prvků. Zbytek řešení se shoduje s referenční variantou.

Viz varianta\_\_0.

### Základové konstrukce

Spodní stavbu v této části autor neřeší. Shoduje se s referenční variantou.

Viz varianta\_\_0.

### Svislé nosné konstrukce

Oproti výchozí variantě se tento návrh liší pouze v provedení obvodové stěny. Namísto železobetonové stěny je zde zděná stěna z dutinových keramických tvarovek Porotherm 30 T Profi, která zároveň podpírá konzolu stropních desek a balkónů. Zbytek řešení se shoduje s referenční variantou.

Viz varianta\_\_0.

### Vodorovné nosné konstrukce

Vodorovné nosné konstrukce tvoří ve spodních podlažích železobetonové desky o tloušťce 300 mm o vlastnostech betonu C30/37 a oceli B500B. V patrech od 2.NP výše jsou hlavní nosné konstrukce keramické MIAKO nosníky s keramickými vložkami a betonovou zálivkou o celkové tloušťce 250 mm.

### Střešní konstrukce

Střešní konstrukce je totožná s variantou dřevěnou s výjimkou nosné konstrukce, kterou zde namísto CLT panelů tvoří keramické MIAKO nosníky s vložkami a zálivkou. Zbytek řešení se shoduje s referenční variantou.

Viz varianta\_\_0.

Skladby P<sub>2</sub>7 ( $U = 0,117 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) a P<sub>2</sub>8 ( $U = 0,123 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

### Obvodový plášť

Fasáda objektu je opět navržena ve dvou řešeních. Horní bytová část je řešena jako zděná stěna z Porotherm 30 T Profi s nalepenou tepelnou izolací z minerální vlny Isover Uni o tloušťce 100 mm. Tato vrstva je překryta perlínkovou fólií s univerzální stěrkou a následnou tepelně-izolační omítkou. Fasáda přízemního podlaží ve vazbě na okolní parter je z převážné části velkoplošně zasklená.



## Schodiště

Schodišťová jádra jsou železobetonová a slouží jako hlavní ztužení budovy. Jádra jsou tvořena dvouramenným schodištěm a prostorem pro výtahovou šachtu.

## Podlahy

Všechny skladby podlahových a stropních konstrukcí jsou vykázány následně ve výkresové dokumentaci skladeb.

## Okenní a dveřní otvory

Okna v bytové části jsou navržena plastová s izolačním trojsklem. Rámy obsahují soustavu komor. Okna v části parteru jsou ze systému lehkého obvodového pláště.

Vchodové vstupní dveře do parteru jsou taktéž plastové – skleněné. Únikové dveře do společných prostorů pro bytové jednotky jsou plastové s hliníkovým rámem splňující požadavky na protipožární odolnost.

	OBJEKT	VARIANTA_2 (zděná varianta)
1	Konstrukční systém	Železobetonový skeletový systém s železobetonovými průvlaky
2	Obvodový plášť	Fasádní plášť je tvořen z keramických tvarovek Porotherm 30 T Profi a tepelné izolace z minerální vlny (tl. 100 mm) s tepelně-izolační omítkou.  $U = 0,143 \text{ W/m}^2\text{K}$
3	Stropní konstrukce	Keramické MIAKO nosníky a vložky se zálivkou (tl. 250 mm)
4	Střešní prostory	Využívány pouze částečně pro zařízení TZB



## Skladby

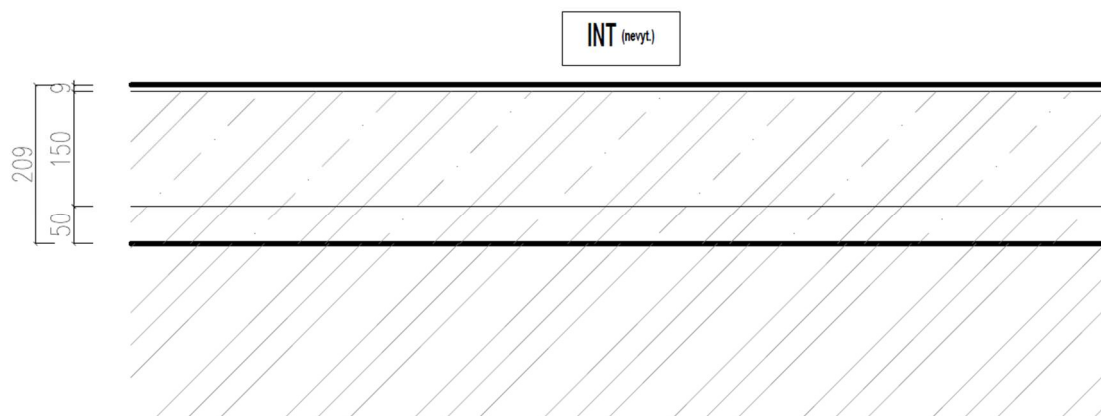
### P<sub>2</sub>1 SUTERÉNNÍ PODLAHA

SAMONIVELAČNÍ STĚRKOVÁ HMOTA WEBER  
VODONEPROUSTNÝ BETON  
PODKLADNÍ PROSTÝ BETON  
ZHUTNĚNÝ TERÉN

tl. 20 mm  
tl. 500 mm  
tl. 100 mm  
–

#### tech. parametry

tl = 620 mm  
R = 0,434 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 1,655 W/m<sup>2</sup>.K



Obrázek 33 – Skladba suterénní podlahy

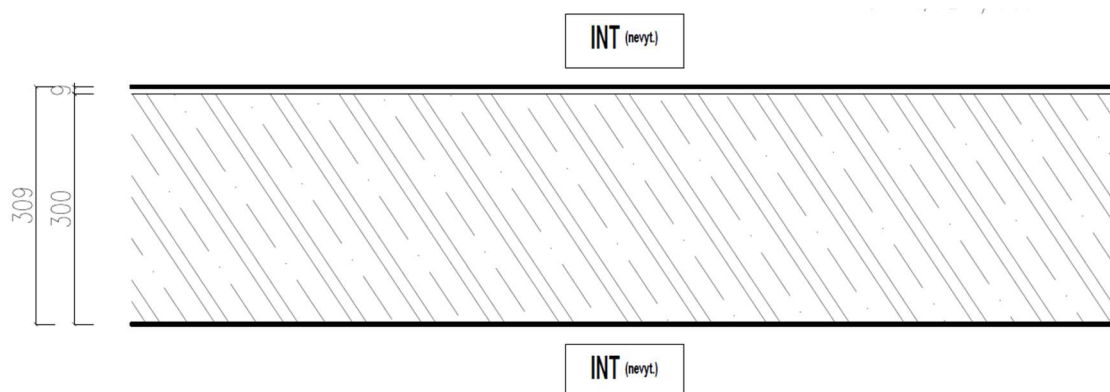
### P<sub>2</sub>2 SUTERÉNNÍ STROP

SAMONIVELAČNÍ STĚRKOVÁ HMOTA WEBER  
STROPNÍ KONSTRUKCE

tl. 20 mm  
tl. 300 mm

#### tech. parametry

tl = 320 mm  
R = 0,224 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 1,772 W/m<sup>2</sup>.K



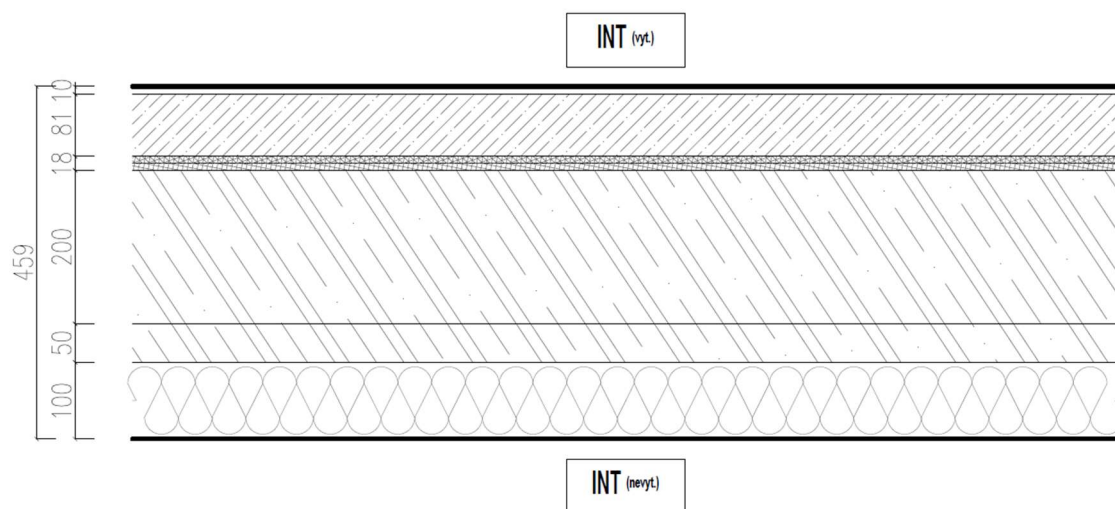
Obrázek 34 – Skladba suterénního stropu

## P<sub>23</sub> PODLAHA 1NP

KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 9 mm
LEPIDLO NA DLAŽBY	tl. 1–2 mm
BETONOVÁ MAZANINA	tl. 70 mm
SEPARAČNÍ FÓLIE	
KROČEJOVÁ IZOLACE – Isover T–P	tl. 20 mm
STROPNÍ KONSTRUKCE – ŽB DESKA	tl. 300 mm
TEPELNÁ IZOLACE EPS – Isover 70Z	tl. 100 mm
POHLEDOVÁ ŠTUKOVÁ OMÍTKA	tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 510 mm  
R = 3,340 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 0,272 W/m<sup>2</sup>.K



Obrázek 35 – Skladba podlahy 1.NP



## P<sub>2</sub> PODLAHA POD SCHODIŠTĚM

SAMONIVELAČNÍ STĚRKOVÁ HMOTA WEBER

tl. 20 mm

### tech. parametry

NOSNÁ ZÁKLADOVÁ VRSTVA

tl. 150 mm

tl = 505 mm

– ŽB deska C30/37, vodostavební beton

tl. 50 mm

R = – m<sup>2</sup>.K/W

VYROVNÁVACÍ VRSTVA – podkladní beton

tl. 200 mm

U = 0,176 W/m<sup>2</sup>.K

TEPELNÁ IZOLACE XPS ( $\lambda = 0,037$ )

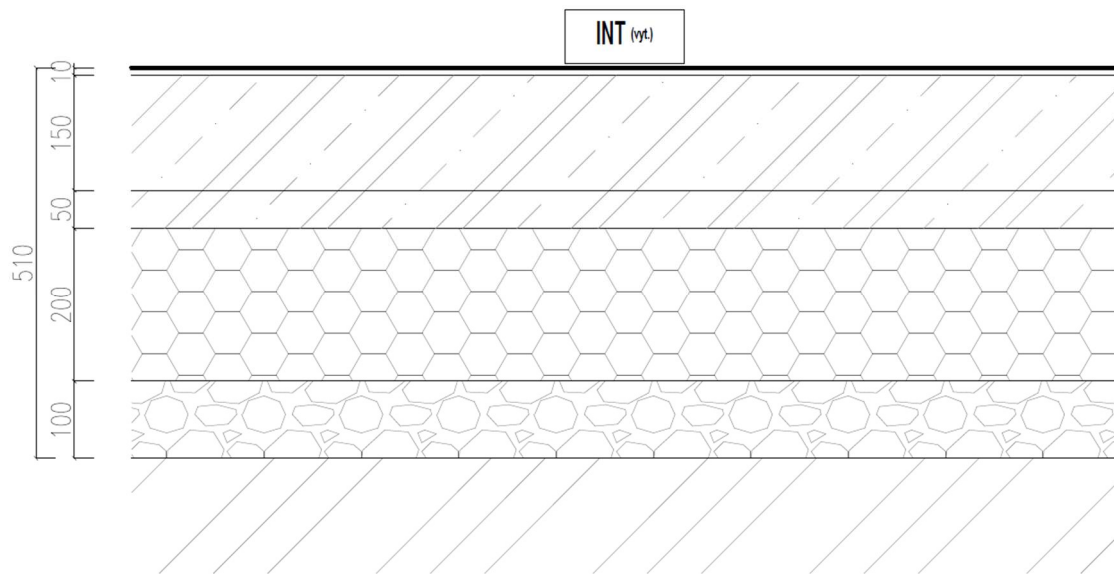
tl. 100 mm

PODKLADNÍ VRSTVA – štěrkopískový násyp

–

$\lambda$  [W/m<sup>2</sup>.K]

ZHUTNĚNÝ TERÉN



Obrázek 36 – Skladba podlahy pod schodištěm

## P<sub>2</sub>5 STROP BĚŽNÉHO PODLAŽÍ

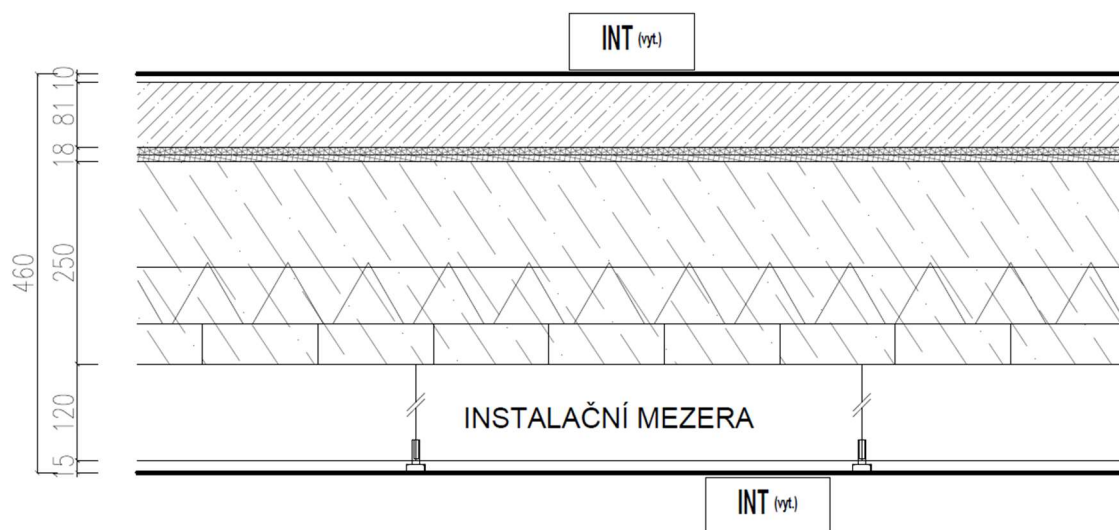
KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 9 mm
LEPIDLO	
VYZTUŽENÝ CEMENTOVÝ POTĚR	
SEPARAČNÍ VRSTVA	tl. 1–2 mm
KROČEJOVÁ IZOLACE	
STROPNÍ KONSTRUKCE – MIAKO + ZÁLIVKA	tl. 250 mm
INSTALAČNÍ MEZERA	tl. 185 mm
AKUSTICKÝ PODHLED – Knauf Silentboard SDK	tl. 13 mm

### tech. parametry

$$t_l = 460 \text{ mm}$$

$$R = - \text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$U = - \text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$$



Obrázek 37 – Skladba stropu běžného podlaží



## P<sub>2</sub>6 PODLAHA BALKON OTEVŘENÝ

KERAMICKÁ DLAŽBA

tl. 10 mm

LEPIDLO NA DLAŽBU

tl. 1–2 mm

HYDROIZOLACE Z MĚKČENÉHO PVC

tl. 5 mm

TEPELNÁ IZOLACE XPS

max. tl. 80 mm

ŽB DESKA

tl. 250 mm

TEPELNÁ IZOLACE EPS

tl. 100 mm

POHLEDOVÁ ŠTUKOVÁ OMÍTKA

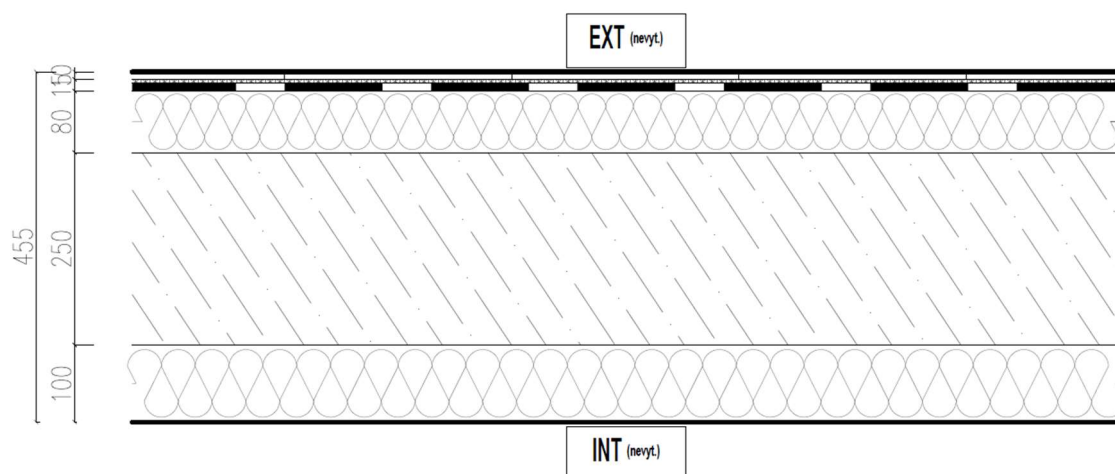
tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 455 mm

R = – m<sup>2</sup>.K/W

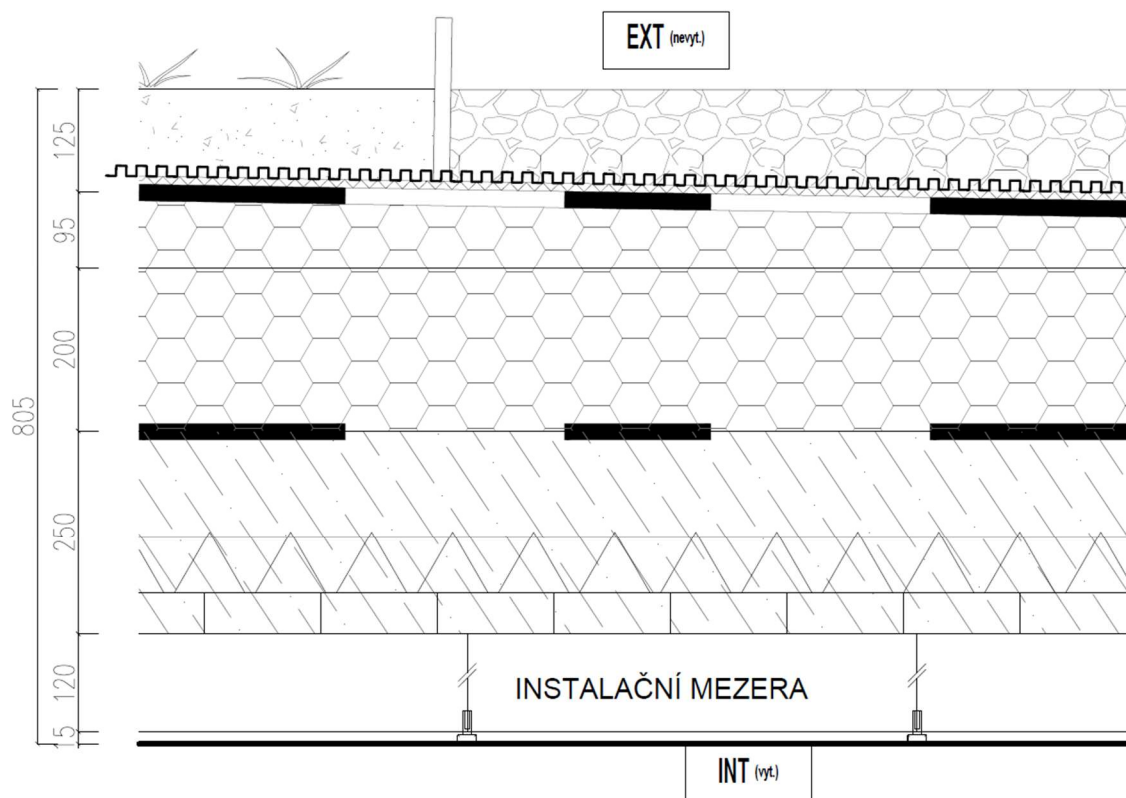
U = – W/m<sup>2</sup>.K



Obrázek 38 – Skladba podlahy balkonu otevřeného

## P<sub>2</sub>7 STŘECHA NAD BYTY

JEDNOVRSTVÝ SUBSTRÁT (80 l/m <sup>2</sup> ) / ŠTĚRK	min. tl. 100 mm	<b>tech. parametry</b>  tl = 855 mm R = 8,402 m <sup>2</sup> .K/W U = 0,117 W/m <sup>2</sup> .K  λ [W/m <sup>2</sup> .K] μ [-]
DRENÁŽNÍ NOPOVÁ FÓLIE – např. OPTIGREEN typ FKD 25 – (s vnitřním systémem rozvodu vody)	tl. 25 mm	
SEPARAČNÍ A OCHRANNÁ ROHOŽ – např. OPTIGREEN typ RMS 500 – fólie odolná proti kořínkům	tl. 2 mm	
HYDROIZOLACE – fólie Jutafol D 220 Special (μ = 5800)	tl. 0,25 mm	
TEPELNÁ IZOLACE – spádovaná vrstva, min. sklon 2% – Isover EPS 100 F (λ = 0,037)	min. tl. 80 mm tl. 200 mm	
PAROTĚSNÁ VRSTVA – fólie Jutafol N 140 (μ = 148 275)	tl. 0,25 mm	
STROPNÍ KONSTRUKCE – MIAKO + ZÁLIVKA	tl. 250 mm	
INSTALAČNÍ MEZERA	tl. 185 mm	
AKUSTICKÝ PODHLED – Knauf Silentboard SDK	tl. 13 mm	



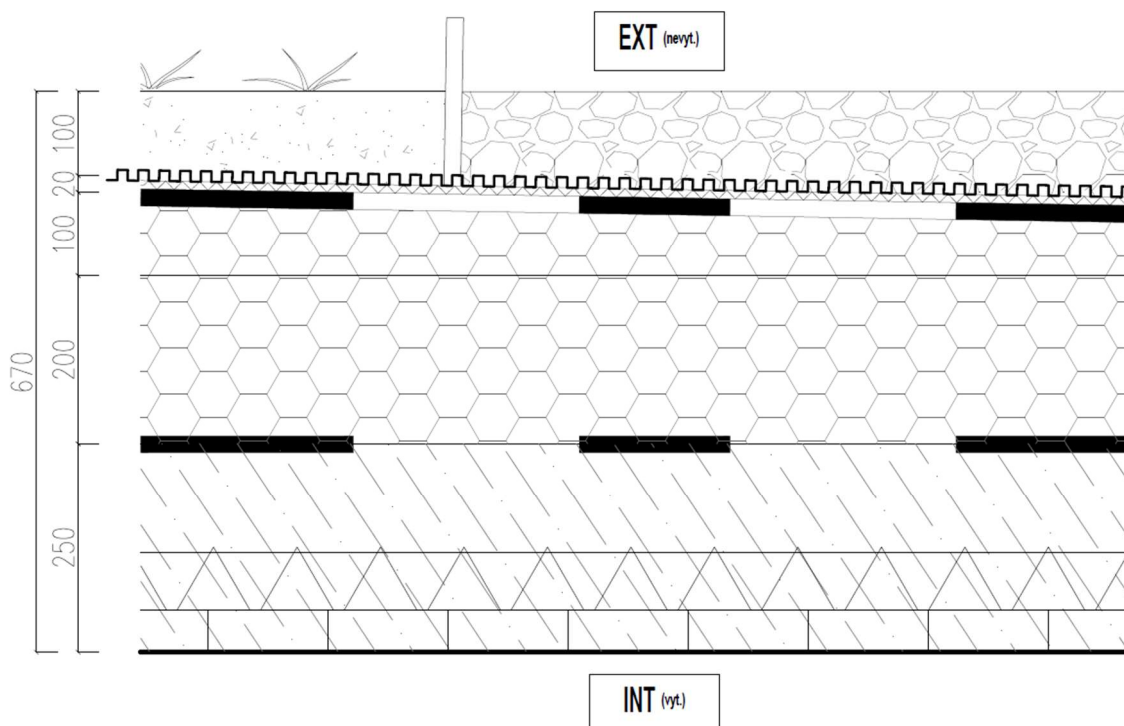
Obrázek 39 – Skladba střechy nad byty

## P<sub>2</sub>8 STŘECHA NAD SCHODIŠTĚM

JEDNOVRSTVÝ SUBSTRÁT (80 l/m <sup>2</sup> ) / ŠTĚRK	min. tl. 100 mm
DRENÁŽNÍ NOPOVÁ FÓLIE – např. OPTIGREEN typ FKD 25 – (s vnitřním systémem rozvodu vody)	tl. 25 mm
SEPARAČNÍ A OCHRANNÁ ROHOŽ – např. OPTIGREEN typ RMS 500 – fólie odolná proti kořínkům	tl. 2 mm
HYDROIZOLACE – fólie Jutafol D 220 Special ( $\mu = 5800$ )	tl. 0,25 mm
TEPELNÁ IZOLACE – spádovaná vrstva, min. sklon 2% – Isover EPS 100 F ( $\lambda = 0,037$ )	min. tl. 80 mm tl. 200 mm
PAROTĚSNÁ VRSTVA – fólie Jutafol N 140 ( $\mu = 148\,275$ )	tl. 0,25 mm
STROPNÍ KONSTRUKCE – MIAKO + ZÁLIVKA	tl. 250 mm
VNITŘNÍ ÚPRAVA – OMÍTKA	tl. 10 mm

### tech. parametry

$t_l = 667$  mm  
 $R = 8,014$  m<sup>2</sup>.K/W  
 $U = 0,123$  W/m<sup>2</sup>.K  
 $\lambda$  [W/m<sup>2</sup>.K]  
 $\mu$  [-]



Obrázek 40 – Skladba střechy nad schodištěm



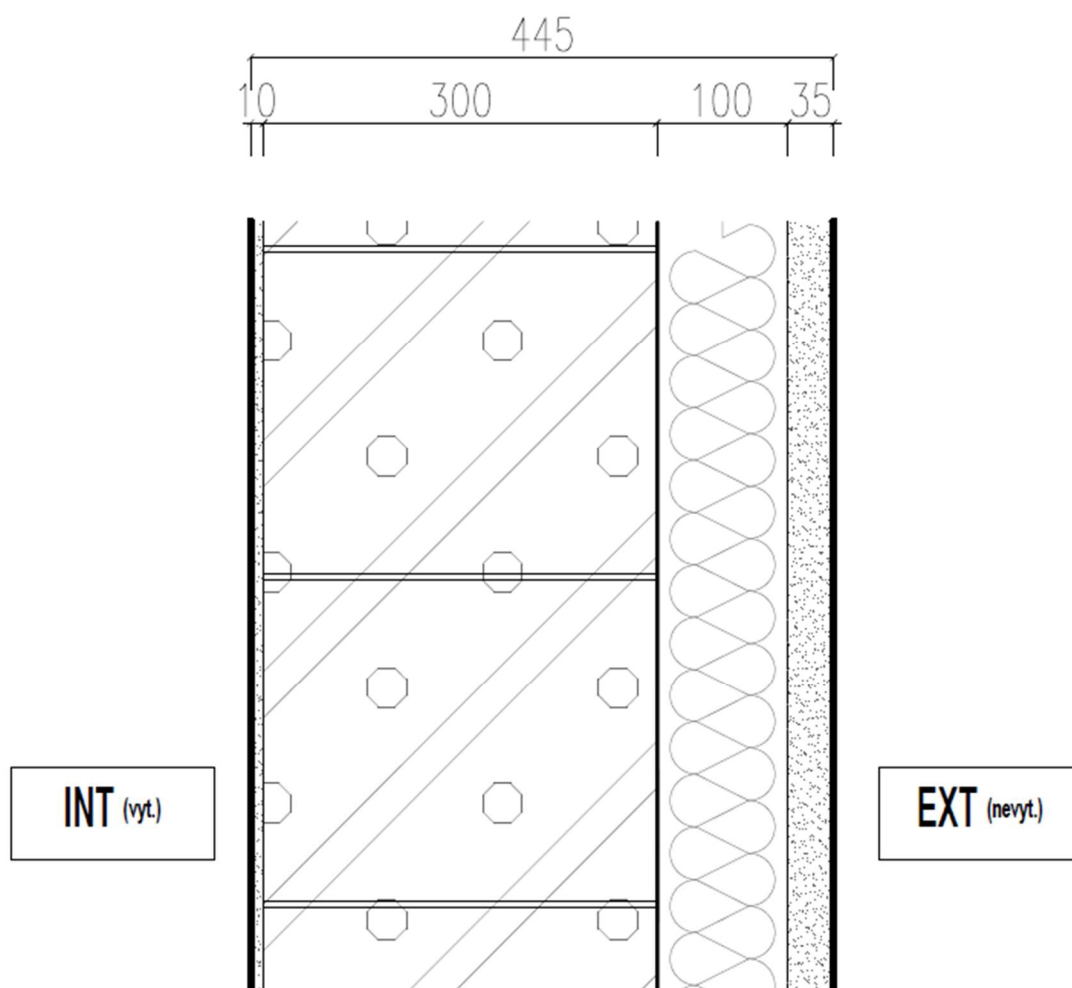
## P<sub>2</sub>9 OBVODOVÝ PLÁŠŤ

TEPELNĚ-IZOLAČNÍ OMÍTKA	tl. 30 mm
STĚRKOVÁ OMÍTKA – Baumit universální stěrka	tl. 5 mm
TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY – Isover Uni ( $\lambda = 0,035$ )	tl. 100 mm
LEPIDLO NA TEPELNÉ IZOLACE	
ZDIVO – Porotherm 30 T Profi ( $\lambda = 0,022$ )	tl. 300 mm
VNITŘNÍ SÁDROVÁ OMÍTKA	tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 445 mm  
R = 6,801 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 0,143 W/m<sup>2</sup>.K

$\lambda$  [W/m<sup>2</sup>.K]  
 $\mu$  [-]



Obrázek 41 – Skladba obvodového pláště



## P<sub>2</sub>10 SUTERÉNNÍ STĚNA GARÁŽ - SCHODIŠTĚ

ŽB STĚNA

LEPIDLO PRO TEPELNĚ IZOLAČNÍ DESKY

TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY

– Isover Uni ( $\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$ )

BAUMIT UNIVERSÁLNÍ STĚRKA

SÁDROVÁ OMÍTKA

tl. 300 mm

tl. 5–10 mm

tl. 100 mm

tl. 5 mm

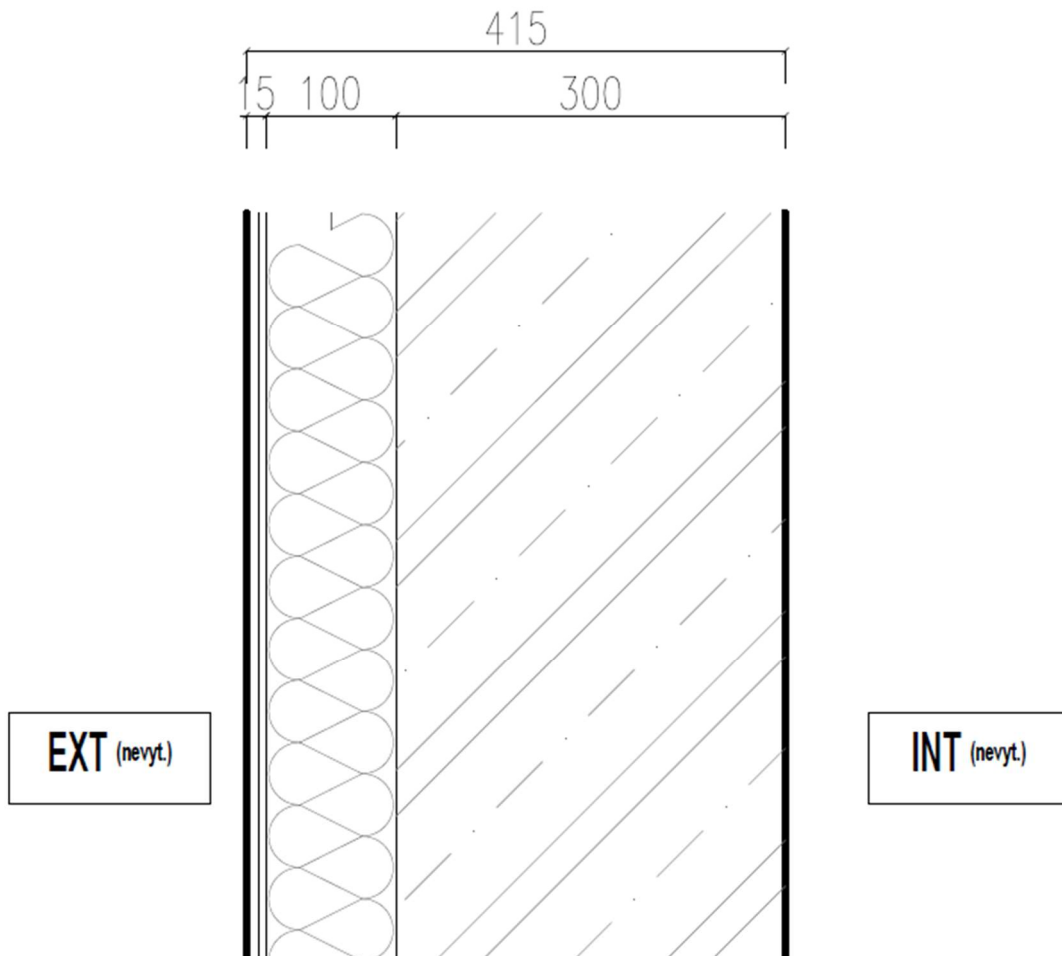
tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 415 mm

R = 2,828 m<sup>2</sup>.K/W

U = 0,324 W/m<sup>2</sup>.K



Obrázek 42 – Skladba suterénní stěny garáž – schodiště

## 7 OCELOVÁ VARIANTA\_\_3

### Stavební řešení

Objekt je navržen jako kombinace ocelové skeletové konstrukce a železobetonového jádra. Hlavní svislé nosné prvky jsou z oceli. Vnější stěna je tvořena ocelovým sloupkem s lehkým obvodovým pláštěm. Zbytek řešení se shoduje s referenční variantou.

Viz varianta\_\_0.

### Základové konstrukce

Spodní stavbu v této části autor neřeší. Shoduje se s referenční variantou.

Viz varianta\_\_0.

### Svislé nosné konstrukce

Tato varianta se oproti té referenční liší nejvíce. Horní stavbu vynáší ocelový skelet v kombinaci s železobetonovým ztužujícím jádrem.

Viz varianta\_\_0.

### Vodorovné nosné konstrukce

Vodorovné nosné konstrukce tvoří ve spodních podlažích železobetonové desky o tloušťce 300 mm o vlastnostech betonu C30/37 a oceli B500B. V patrech od 2.NP výše jsou hlavní nosné konstrukce ocelové nosíky nesoucí spřažené ocelobetonové desky.

### Střešní konstrukce

Střešní konstrukce je totožná s variantou dřevěnou s výjimkou nosné konstrukce, kterou zde tvoří ocelové nosíky nesoucí spřažené ocelobetonové desky. Zbytek řešení se shoduje s referenční variantou.

Viz varianta\_\_0.

Skladby P<sub>37</sub> ( $U = 0,118 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) a P<sub>38</sub> ( $U = 0,123 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

### Obvodový plášť

Fasáda objektu je opět navržena ve dvou řešeních. Horní bytová část je řešena jako lehký obvodový plášť. Prostor mezi vynášecími ocelovými nosíky je vyplněný dřevovláknitými deskami a překryt dřevitou deskou s pojistnou difuzní fólií. Dále je součástí pláště předsazená fasáda s provětrávanou mezerou a dřevěným obkladem. Fasáda přízemního podlaží ve vazbě na okolní parter je z převážné části velkoplošně zasklená.

## Schodiště

Schodišťová jádra jsou železobetonová a slouží jako hlavní ztužení budovy. Jádra jsou tvořena dvouramenným schodištěm a prostorem pro výtahovou šachtu.

## Podlahy

Všechny skladby podlahových a stropních konstrukcí jsou vykázány následně ve výkresové dokumentaci skladeb.

## Okenní a dveřní otvory

Okna v bytové části jsou navržena plastová s izolačním trojsklem. Rámy obsahují soustavu komor. Okna v části parteru jsou ze systému lehkého obvodového pláště.

Vchodové vstupní dveře do parteru jsou taktéž plastové – skleněné. Únikové dveře do společných prostorů pro bytové jednotky jsou plastové s hliníkovým rámem splňující požadavky na protipožární odolnost.

	OBJEKT	VARIANTA_3 (ocelová varianta)
1	Konstrukční systém	Ocelový skeletový systém se železobetonovým jádrem
2	Obvodový plášť	Fasádní plášť je tvořen z vynášecích ocelových profilů a tepelné izolace z minerální vlny (tl. 150 mm) s provětrávanou mezerou a dřevěným obkladem.  $U = 0,151 \text{ W/m}^2\text{K}$
3	Stropní konstrukce	Spřažené ocelobetonové desky na ocelovém nosníku
4	Střešní prostory	Využívány pouze částečně pro zařízení TZB

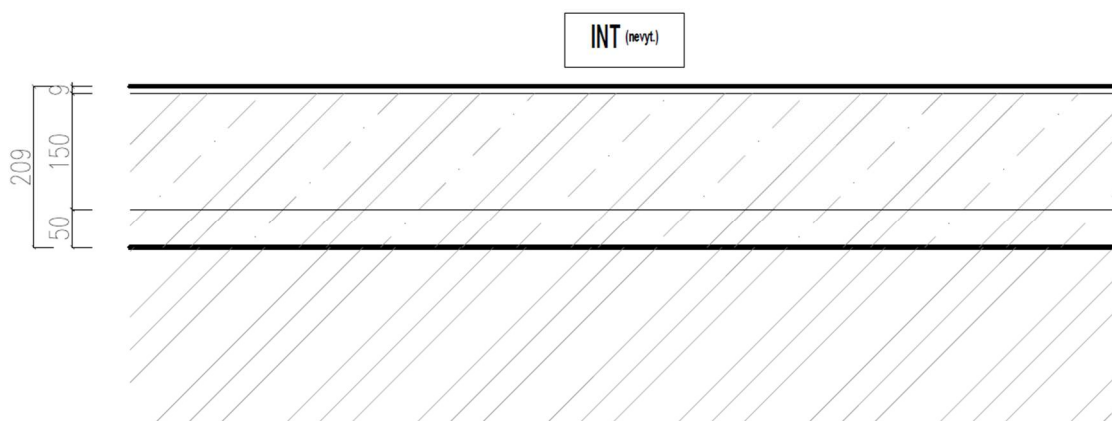
## Skladby

### P<sub>3</sub>1 SUTERÉNNÍ PODLAHA

SAMONIVELAČNÍ STĚRKOVÁ HMOTA WEBER	tl. 20 mm
VODONEPROUSTNÝ BETON	tl. 500 mm
PODKLADNÍ PROSTÝ BETON	tl. 100 mm
ZHUTNĚNÝ TERÉN	–

#### tech. parametry

tl = 620 mm
R = 0,434 m <sup>2</sup> .K/W
U = 1,655 W/m <sup>2</sup> .K



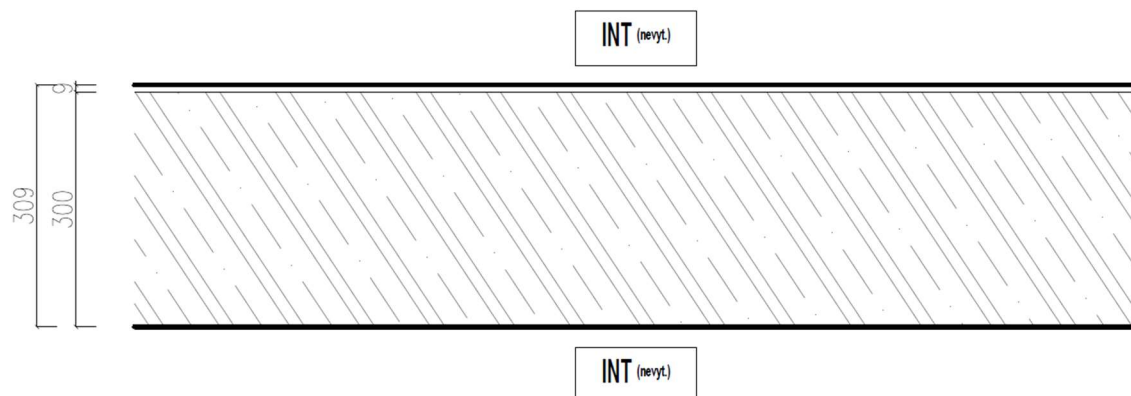
Obrázek 43 – Skladba suterénní podlahy

### P<sub>3</sub>2 SUTERÉNNÍ STROP

SAMONIVELAČNÍ STĚRKOVÁ HMOTA WEBER	tl. 20 mm
STROPNÍ KONSTRUKCE	tl. 300 mm

#### tech. parametry

tl = 320 mm
R = 0,224 m <sup>2</sup> .K/W
U = 1,772 W/m <sup>2</sup> .K



Obrázek 44 – Skladba suterénního stropu

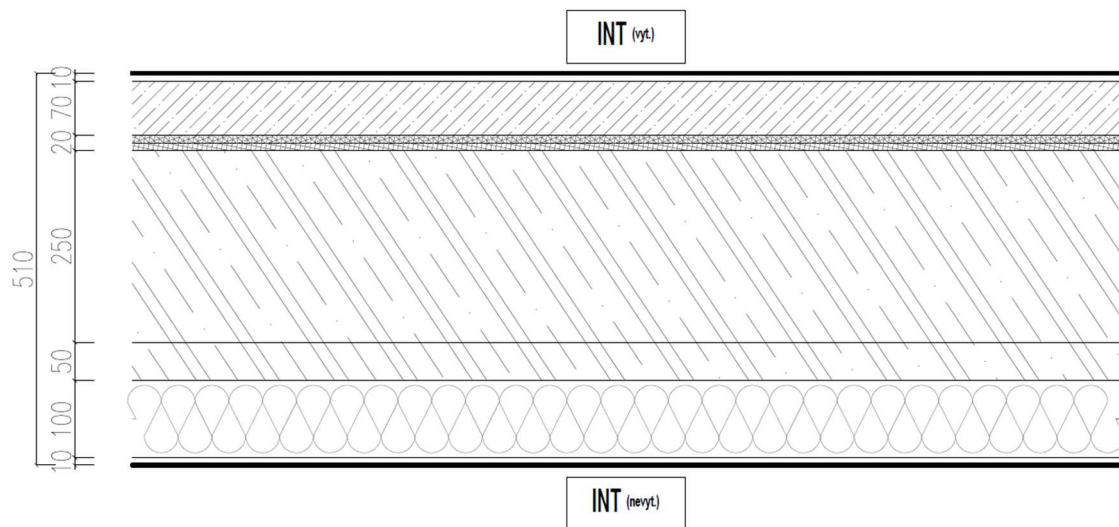


## P<sub>3</sub> PODLAHA 1NP

KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 9 mm
LEPIDLO NA DLAŽBY	tl. 1–2 mm
BETONOVÁ MAZANINA	tl. 70 mm
SEPARAČNÍ FÓLIE	
KROČEJOVÁ IZOLACE – Isover T–P	tl. 20 mm
STROPNÍ KONSTRUKCE – ŽB DESKA	tl. 300 mm
TEPELNÁ IZOLACE EPS – Isover 70Z	tl. 100 mm
POHLEDOVÁ ŠTUKOVÁ OMÍTKA	tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 510 mm  
R = 3,340 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 0,272 W/m<sup>2</sup>.K



Obrázek 45 – Skladba podlahy 1.NP

## P<sub>3</sub>4 PODLAHA POD SCHODIŠTĚM

SAMONIVELAČNÍ STĚRKOVÁ HMOTA WEBER  
 NOSNÁ ZÁKLADOVÁ VRSTVA  
 – ŽB deska C30/37, vodostavební beton  
 VYROVNÁVACÍ VRSTVA – podkladní beton  
 TEPELNÁ IZOLACE XPS ( $\lambda = 0,037$ )  
 PODKLADNÍ VRSTVA – štěrkopískový násyp  
 ZHUTNĚNÝ TERÉN

tl. 20 mm

tl. 150 mm

tl. 50 mm

tl. 200 mm

tl. 100 mm

–

### tech. parametry

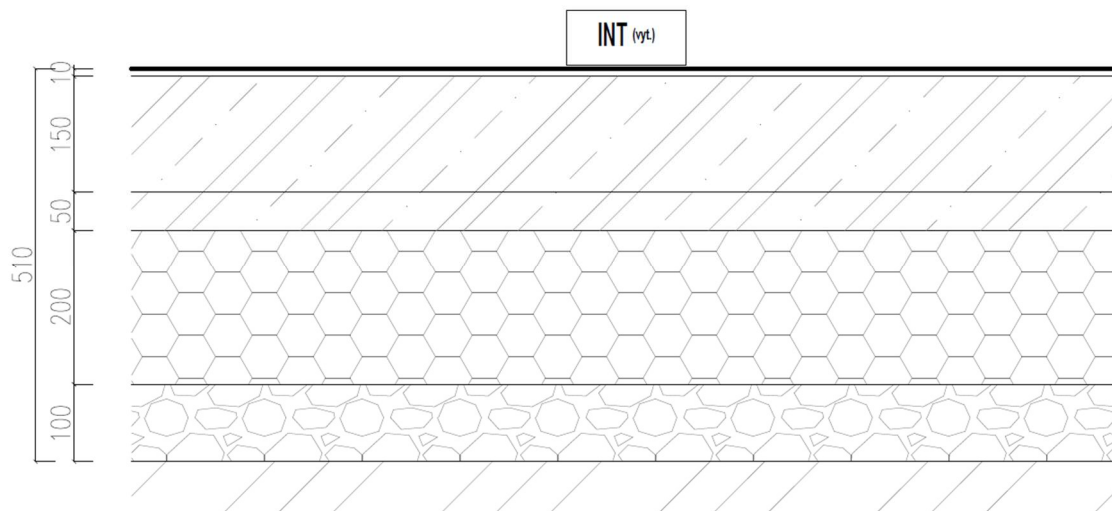
tl = 505 mm

$R = - \text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$

$U = 0,176 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$

$\lambda \text{ [W} / \text{m}^2 \cdot \text{K]}$

$\mu \text{ [-]}$



Obrázek 46 – Skladba podlahy pod schodištěm

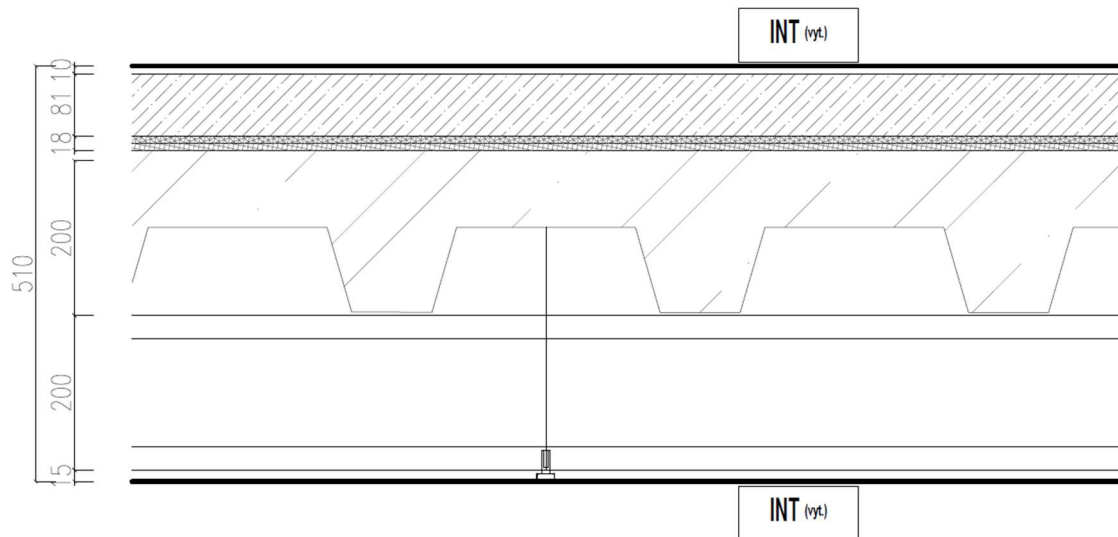


## P<sub>3</sub>5 STROP BĚŽNÉHO PODLAŽÍ

KERAMICKÁ DLAŽBA	tl. 9 mm
LEPIDLO NA DLAŽBY	tl. 1–2 mm
BETONOVÁ MAZANIA	tl. 80 mm
VČETNĚ ROZVODŮ PRO PODLAHOVÉ TOPENÍ	
SEPARAČNÍ FÓLIE	
KROČEJOVÁ IZOLACE	
STROPNÍ KONSTRUKCE	
– SPŘÁŽENÁ OCELOBETONOVÁ DESKA	tl. 200 mm
– OCELOVÝ NOSÍK IPE 200 / instalační mezera	tl. 200 mm
AKUSTICKÝ PODHLED – Knauf Silentboard SDK	tl. 13 mm

### tech. parametry

$$t_l = 510 \text{ mm}$$
$$R = - \text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$
$$U = - \text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$$



Obrázek 47 – Skladba stropu běžného podlaží

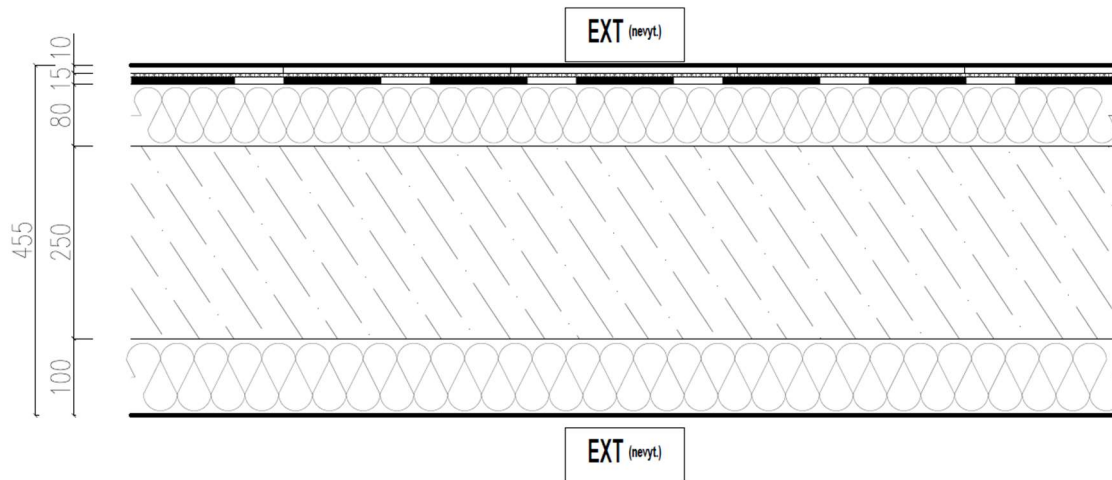


## P<sub>3</sub>6 PODLAHA BALKON OTEVŘENÝ

KERAMICKÁ DLAŽBA		tl. 10 mm
LEPIDLO NA DLAŽBU		
HYDROIZOLACE Z MĚKČENÉHO PVC		tl. 5 mm
TEPELNÁ IZOLACE XPS	max.	tl. 80 mm
ŽB DESKA		tl. 250 mm
TEPELNÁ IZOLACE EPS		tl. 100 mm
POHLEDOVÁ ŠTUKOVÁ OMÍTKA		tl. 10 mm

### tech. parametry

$$t_l = 455 \text{ mm}$$
$$R = - \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$
$$U = - \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$



Obrázek 48 – Skladba podlahy balkonu otevřeného

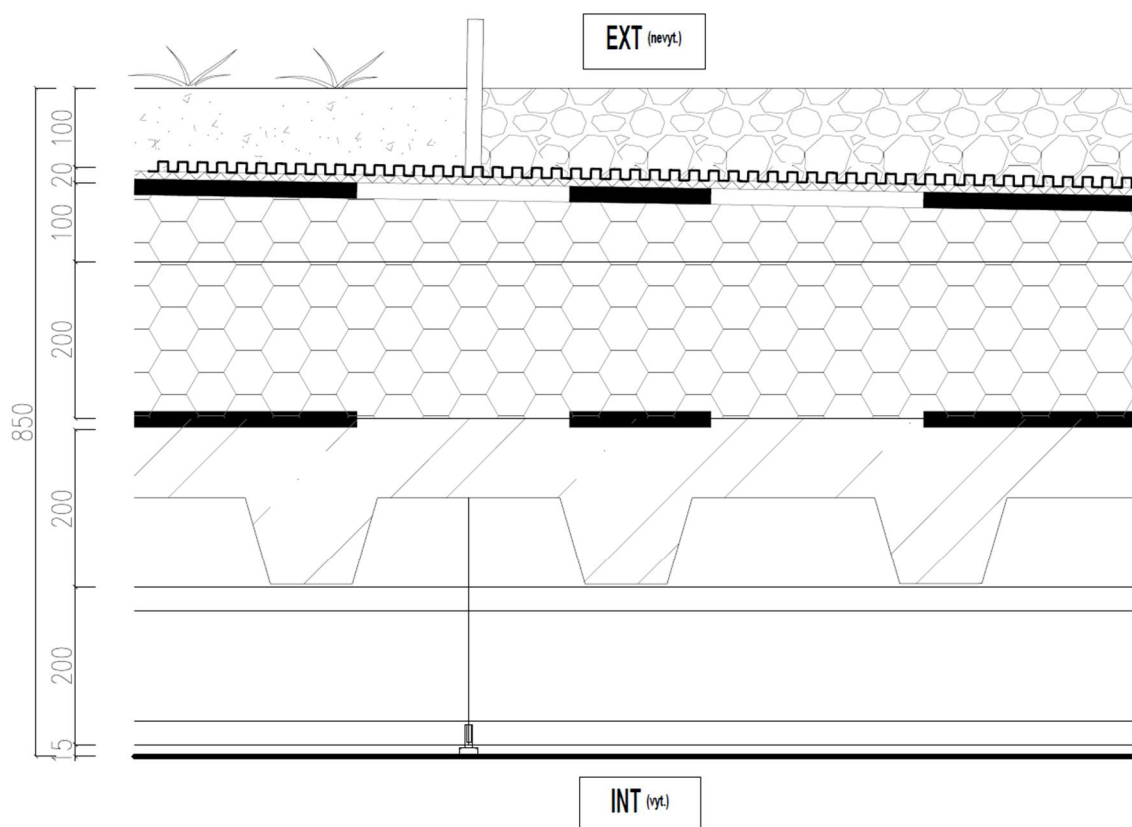
## P<sub>3</sub>7 STŘECHA NAD BYTY

JEDNOVRSTVÝ SUBSTRÁT (80 l/m <sup>2</sup> ) / ŠTĚRK	min. tl. 100 mm
DRENÁŽNÍ NOPOVÁ FÓLIE – např. OPTIGREEN typ FKD 25 – (s vnitřním systémem rozvodu vody)	tl. 25 mm
SEPARAČNÍ A OCHRANNÁ ROHOŽ – např. OPTIGREEN typ RMS 500 – fólie odolná proti kořínkům	tl. 2 mm
HYDROIZOLACE – fólie Jutafol D 220 Special ( $\mu = 5800$ )	tl. 0,25 mm
TEPELNÁ IZOLACE – spádovaná vrstva, min. sklon 2%	min. tl. 80 mm
– Isover EPS 100 F ( $\lambda = 0,037$ )	tl. 200 mm
PAROTĚSNÁ VRSTVA fólie Jutafol N 140 ( $\mu = 148\ 275$ )	tl. 0,25 mm
STROPNÍ KONSTRUKCE – SPŘAŽENÁ OCELOBETONOVÁ DESKA	tl. 200 mm
– OCELOVÝ NOSNÍK IPE 200 / instalační mezera	tl. 200 mm
AKUSTICKÝ PODHLED – Knauf Silentboard SDK	tl. 13 mm

### tech. parametry

tl = 920 mm  
R = 8,332 m<sup>2</sup>.K/W  
U = 0,118 W/m<sup>2</sup>.K

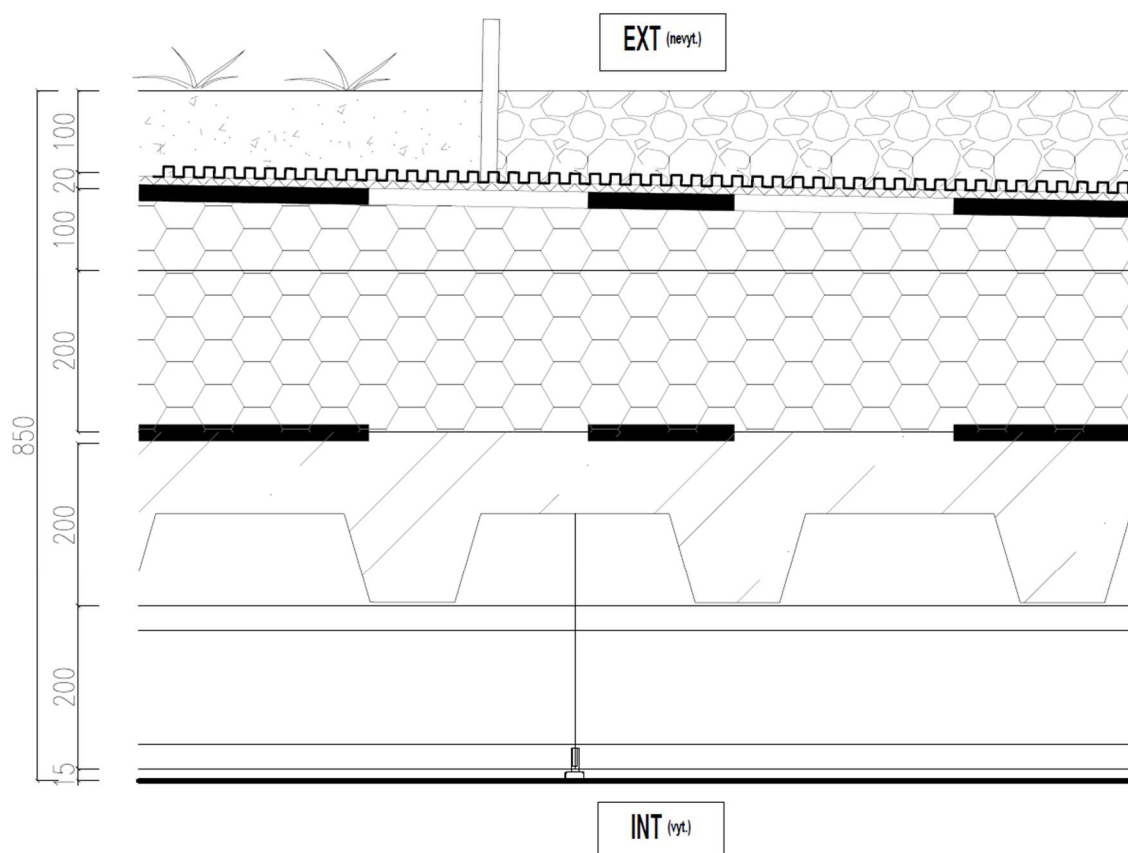
$\lambda$  [W/m<sup>2</sup>.K]  
 $\mu$  [-]



Obrázek 49 – Skladba střechy nad byty

## P<sub>3</sub>8 STŘECHA NAD SCHODIŠTĚM

JEDNOVRSTVÝ SUBSTRÁT (80 l/m <sup>2</sup> ) / ŠTĚRK	min. tl. 100 mm	<b>tech. parametry</b>
DRENÁŽNÍ NOPOVÁ FÓLIE – např. OPTIGREEN typ FKD 25 – (s vnitřním systémem rozvodu vody)	tl. 25 mm	
SEPARAČNÍ A OCHRANNÁ ROHOŽ – např. OPTIGREEN typ RMS 500 – fólie odolná proti kořínkům	tl. 2 mm	tl = 752 mm R = 7,969 m <sup>2</sup> .K/W U = 0,123 W/m <sup>2</sup> .K
HYDROIZOLACE – fólie Jutafol D 220 Special ( $\mu = 5800$ )	tl. 0,25 mm	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> .K] $\mu$ [-]
TEPELNÁ IZOLACE – spádovaná vrstva, min. sklon 2% – Isover EPS 100 F ( $\lambda = 0,037$ )	min. tl. 80 mm tl. 200 mm	
PAROTĚSNÁ VRSTVA – fólie Jutafol N 140 ( $\mu = 148\ 275$ )	tl. 0,25 mm	
STROPNÍ KONSTRUKCE – SPŘAŽENÁ OCELOBETONOVÁ DESKA – OCELOVÝ NOSÍK IPE 200 / instalační mezera	tl. 200 mm tl. 200 mm	
PROTIPOŽÁRNÍ SDK DESKA (např. RIGIPS RF)	tl. 12,5 mm	
POHLEDOVÁ ŠTUKOVÁ OMÍTKA	tl. 30 mm	



Obrázek 50 – Skladba střechy nad schodištěm



## P<sub>3</sub>9 OBVODOVÝ PLÁŠŤ

FASÁDNÍ VRSTVA – DŘEVĚNÝ OBKLAD – HORIZONTÁLNÍ LATĚ	tl. 15 mm
KCE PŘEDSAZENÉ FASÁDY S PROVĚTRÁVANOU MEZEROU, – latě vertikální (PODHLÉD), (tl. 60 mm)	tl. 60 mm
POJISTNÁ DIFÚZNÍ FÓLIE – JUTADACH 150 ( $\lambda = 0,39 \text{ W/m.K}$ , tl. 0,4 mm)	
TEPELNÁ IZOLACE Z DŘEVITÝCH DESEK (např. STEICO UNIVERSAL DRY)	tl. 35 mm
VYNÁŠECÍ KCE – ROŠT I NOSNÍK	tl. 150 mm
– TI – DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY, měkké, ( $\lambda = 0,046 \text{ W/m.K}$ )	
OSB DESKA – PAROBRZDA a KONSTRUKČNÍ FCE	tl. 18 mm
KCE PŘEDSTĚNY	tl. 50 mm
– VYNÁŠECÍ OCELOVÝ SLOUPEK (60x40 mm)	
– VNITŘNÍ VÝPLŇ – MV – ISOVER ORSTECH 120 ( $\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$ )	
VNITŘNÍ POVRCHOVÁ VRSTVA	
– SDK – FERMACELL VAPOR ( $\lambda = 0,32 \text{ W/m.K}$ )	tl. 12,5 mm
– SÁDROVÁ OMÍTKA	tl. 10 mm

### tech. parametry

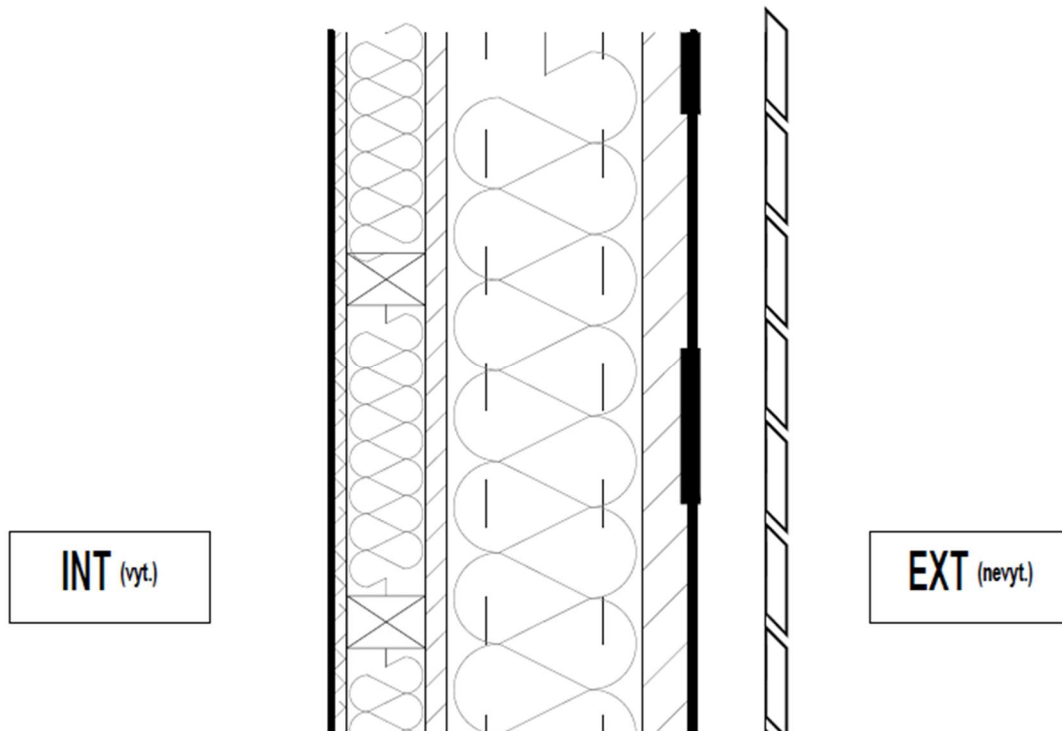
$$t_l = 350 \text{ mm}$$

$$R = 6,456 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = 0,151 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\lambda \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

$$\mu \text{ [-]}$$



Obrázek 51 – Skladba obvodového pláště

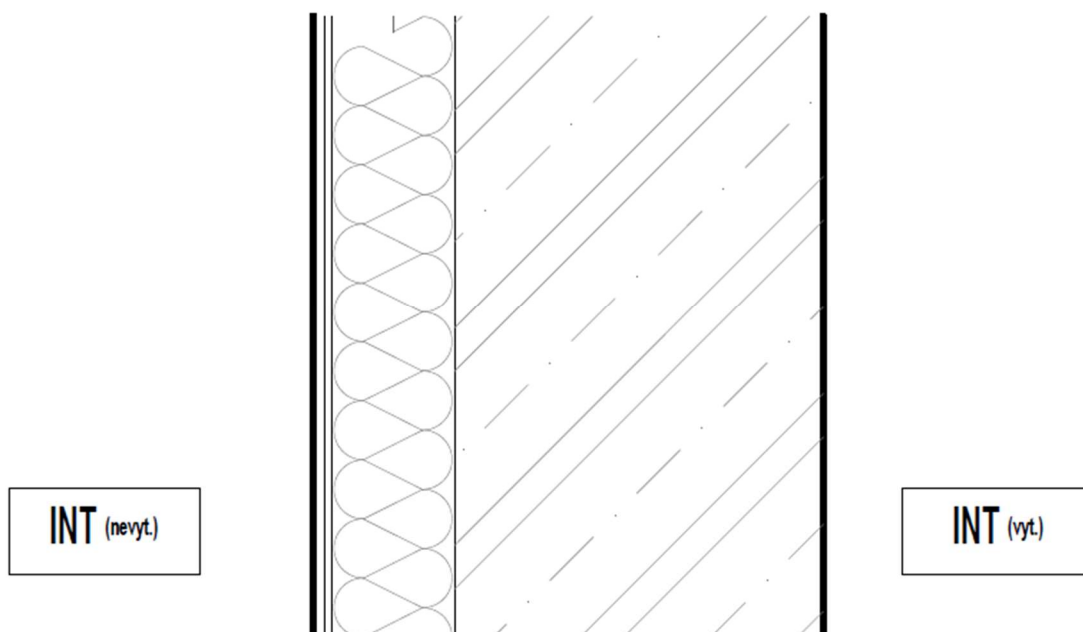
## P<sub>3</sub>10 SUTERÉNNÍ STĚNA GARÁŽ - SCHODIŠTĚ

ŽB STĚNA  
LEPIDLO PRO TEPELNĚ IZOLAČNÍ DESKY  
TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY  
– Isover Uni ( $\lambda = 0,035$ )  
BAUMIT UNIVERSÁLNÍ STĚRKA  
SÁDROVÁ OMÍTKA

tl. 300 mm  
tl. 5–10 mm  
tl. 100 mm  
tl. 5 mm  
tl. 10 mm

### tech. parametry

tl = 415 mm  
 $R = 2,828 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$   
 $U = 0,324 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$   
 $\lambda \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$   
 $\mu \text{ [-]}$



Obrázek 52 – Skladba suterénní stěny garáž – schodiště

## 8 POSOUZENÍ VARIANT

### 8.1 DŘEVĚNÁ VARIANTA\_1

#### VÝHODY

- Krátká doba výstavby
- Modulární prefabrikovaný systém
- Ekologičnost – výroba má menší dopad na životní prostředí (OZE, menší emise CO<sub>2</sub>, ...)
- Menší tloušťka obvodového pláště při dodržení stejných požadavků na prostup tepla. To vede k zachování většího vnitřního prostoru (tzn. Více proplacené podlahové plochy)
- Velká variabilita tvarů a rozměrů
- Pohledově zajímavá varianta

#### NEVÝHODY

- Špatná izolace hluku – sendvič + izolace
- Dřevo se během života dotváří (sesychá, kroutí se)
- Při špatném návrhu nebo špatném provedení je materiál náchylnější na degradace nebo přetvoření
- Nutnost přepravy připravených nosných prvků
- Nemožnost výstavby na místě z menších prvků
- Nutná chemická ochrana dřeva
- Problémová legislativa ve vztahu k požární odolnosti v České republice

### 8.2 ZDĚNÁ VARIANTA\_2

#### VÝHODY

- Snadná montáž na stavbě
- Ověřený systém s nižším důrazem na odbornost při výstavbě
- Variabilní rozměry a tvary betonových stropních konstrukcí
- Vysoká požární odolnost

#### NEVÝHODY

- Zdlouhavý postup výstavby s nutností technologických přestávek. Menší prvky = vyšší pracnost.
- Vyšší nasákavost
- Vyšší hmotnost konstrukce
- Větší tloušťka obvodových konstrukcí
- Nutná odbornost pracovníků při vyztužování prvků

## 8.3 OCELOVÁ VARIANTA\_3

### VÝHODY

- Snadná montáž a rychlý postup na stavbě
- Nižší hmotnost celkových obvodových konstrukcí
- Nižší cena oproti zděným konstrukcím
- Snadná údržba po dobu životnosti
- Snadné umístění vnitřních rozvodů
- V rámci celoživotního cyklu stavby se jedná o recyklovatelnou variantu
- Velká variabilita tvarů, rozměrů a možností využití oproti zděným nebo betonovým prvkům

### NEVÝHODY

- Špatná izolace hluku
- Vyšší riziko koroze obnažené oceli
- S větší štíhlostí prvků souvisí riziko se snížením stability prvků
- Nutnost přepravy připravených nosných prvků
- Požární odolnost – kolaps při požáru

## 8.4 ENVIROMENTÁLNÍ POSOUZENÍ VARIANT

Pro výpočet a porovnání jednotlivých variant a jejich dopadu na životní prostředí byla použita data z veřejné databáze prvků Envimat a EPD certifikáty výrobků, které jsou veřejně přístupné. Posuzovány byly hodnoty spotřeby primární energie – PEI, potenciál globálního oteplování – GWP, potenciál acidifikace prostředí – AP, potenciál eutrofizace prostředí – EP, potenciál ničení ozonové vrstvy – ODP a potenciál tvorby přízemního ozonu – POCP.<sup>1</sup>

### 8.4.1 Spotřeba primární energie – PEI

Spotřeba primární energie, PEI z anglického termínu primary energy input, je udávána v MJ/kg, nebo MJ/m<sup>2</sup> konstrukce. Je to množství energie, která je potřebná k výrobě daného materiálu – vč. energie k dopravě, těžbě surovin, výrobě atd.

### 8.4.2 Potenciál globálního oteplování – GWP

Potenciál globálního oteplování, GWP z anglického termínu global warming potential, se udává v kg CO<sub>2</sub> ekv./kg nebo kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup> – tzn. kilogram CO<sub>2</sub> nebo jiných tomu ekvivalentních emisí na kilogram, resp. m<sup>2</sup> materiálu. Mezi ekvivalentní emise patří například emise metanu, či oxidu dusného.

---

<sup>1</sup> ENVIMAT. *Metodika envimatu*. [online] [cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/metodika/>

### 8.4.3 Potenciál acidifikace prostředí – AP

Stejně jako v případě potenciálu globálního oteplování je i potenciál acidifikace prostředí hodnocen v kilogramech plynu na měrnou jednotku materiálu. Konkrétně v kg SO<sub>2</sub> ekv./kg nebo m<sup>2</sup>. Prostředím je v tomto případě myšlena především voda a půda na kterou má zvýšená koncentrace SO<sub>2</sub> negativní účinky. Ekvivalentem SO<sub>2</sub> je pak například amoniak, chlorovodík, nebo oxid dusičitý.

### 8.4.4 Potenciál eutrofizace prostředí – EP

Udává vliv materiálu v podobě mineralizování prostředí – např. dusíkem nebo fosforem. To se projeví zejm. ve vodě zvýšeným výskytem vodních řas. Jednotkou EP jsou g aniontu fosforečnanového/ kg nebo m<sup>2</sup> materiálu.

### 8.4.5 Potenciál ničení ozonové vrstvy – ODP

Z anglického Ozone Depletion Potential, udává množství látek, které negativně ovlivňují stav ozonové vrstvy – zejm. freony. Jednotkou jsou gramy ekvivalentů CFC-11 (nejznámější freon) na kg nebo m<sup>2</sup> materiálu. Freony v atmosféře způsobují v důsledku stále opakované chemické reakce, jejíž výsledkem je zahájení totožné chemické reakce, katalýzu molekul O<sub>3</sub> na O<sub>2</sub>.

### 8.4.6 Potenciál tvorby přízemního ozonu – POCP

Z anglického photochemical ozone creation potential, udává gramy látek ekvivalentních ethenu na kg nebo m<sup>2</sup> materiálu. Ten způsobuje zvýšení koncentrace přízemního ozónu. Upozornění na zvýšený výskyt O<sub>3</sub> je součástí monitoringu znečištění silniční dopravou, která se kvůli produkci oxidu dusíku (jehož reakcí v tvorbě přízemního ozonu dochází) na tvorbě přízemního ozonu významně podílí.<sup>2</sup>

### 8.4.7 Výsledek

Posouzení bylo počítáno na jeden metr čtvereční referenčním výseku obvodového pláště. Z výpočtu jasně vyplývá, že všechny navržené optimalizace jsou celkově lepší než referenční varianta. Nejlépe vychází dřevěná varianta 1, kde došlo k celkovému zlepšení o 28 %. Takový výsledek se vzhledem k použití přírodních materiálů dal předpokládat. Zděná varianta 2 pak přinesla zlepšení o 27 % a ocelová varianta 3 přinesla zlepšení o 25 %.

---

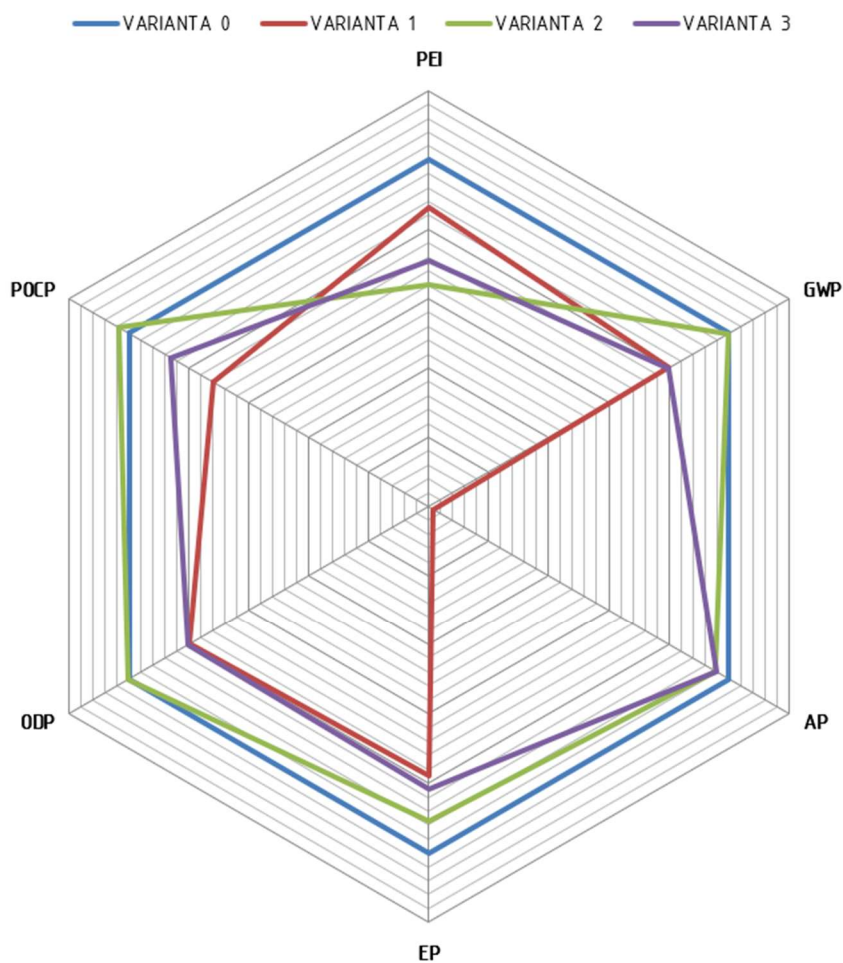
<sup>2</sup> VONKA, M., Metodika SBToolCZ: manuál hodnocení bytových staveb ve fázi návrhu. Praha: CIDEAS Centrum integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí. 2011. ISBN: 978-80-01-04664-7



ENVIROMENTÁLNÍ PROFIL VNĚJŠÍ OBVODOVÉ STĚNY				
indikátor	VARIANTA 0	VARIANTA 1	VARIANTA 2	VARIANTA 3
<b>PEI</b> MJ svázaná energie	706,352	558,816	584,611	605,037
<b>GWP</b> kg CO <sub>2</sub> ekv. svázané emise CO <sub>2</sub>	126,649	30,289	52,268	30,520
<b>AP</b> g SO <sub>2</sub> ekv. svázané emise SO <sub>2</sub>	184,126	181,798	142,215	172,671
<b>EP</b> g (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> ekv. potenciál eutrofizace	137,910	59,161	42,105	51,401
<b>ODP</b> g R-11 ekv. potenciál ničení ozónové vrstvy	0,009	0,002	0,004	0,002
<b>POCP</b> g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ekv. potenciál tvorby přízemního ozonu	18,276	12,146	28,220	9,586
Σ [m <sup>2</sup> plochy]	<b>1173,32</b>	<b>842,21</b>	<b>849,42</b>	<b>869,22</b>

Obrázek 53 – Enviromentální posouzení

## POROVNÁNÍ KONSTRUKCÍ Z HLEDISKA VLIVU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



Obrázek 54 – Enviromentální posouzení



## **8.5 VÝBĚR VARIANTY**

Z daného porovnání vlastností konstrukcí a enviromentálního dopadu obálky budovy na životní prostředí byla vybrána dřevěná varianta 1 s použitím CLT panelů.

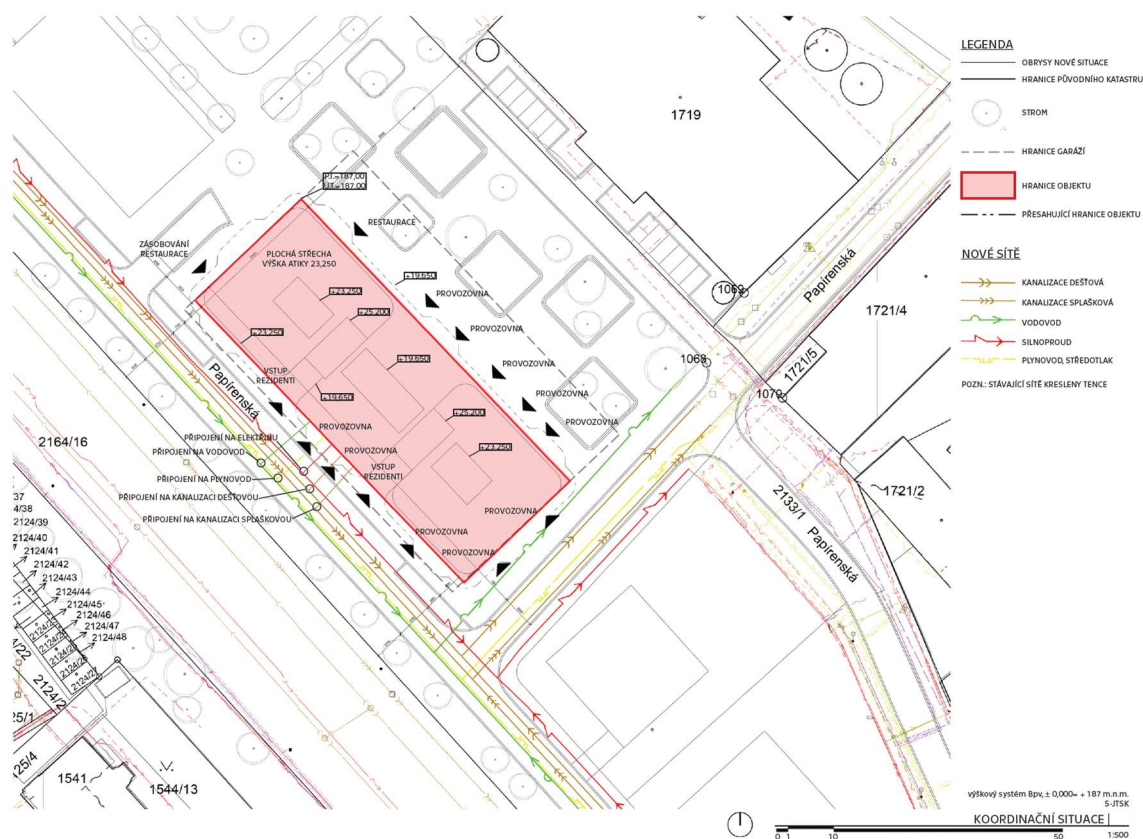
Tato varianta byla dále rozpracována do podrobnějšího řešení.

Zpracovaná výkresová dokumentace je součástí přílohové části (Výkresová dokumentace).

## 9 POSOUZENÍ VARIANT ČÁST TZB

### 9.1 TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ

Zadaný objekt je napojen na všechny inženýrské sítě na jihozápadní straně do ulice Papírenská. Bytový dům má technickou místnost umístěnou v 1.PP s vlastním zdrojem tepla a využívá tři energo nositele: vodu, vzduch a elektřinu.



Obrázek 55 – Napojení objektu na inženýrské sítě

### 9.2 VYTÁPĚNÍ

Hlavním zdrojem tepla je kaskáda tepelných čerpadel typu vzduch – voda umístěných na střeše budovy. Vnitřní jednotky jsou umístěné v technické místnosti v 1.PP. Bytové jednotky jsou vytápěny podlahovým topením. Prostor restaurace a jednotlivé provozovny jsou vytápěny teplovzdušně pomocí elektrických teplovzdušných jednotek. Ve společných prostorách bytových prostor jsou instalována desková otopná tělesa.

Objekt leží v klimatické oblasti s vnější výpočtovou teplotou  $t_e = -12\text{ °C}$  v nechráněné poloze – samostatně stojící objekt. Výpočetní teploty jsou uvažovány jako průměrné hodnoty v zimním a letním období pro danou lokalitu (Praha – Bubeneč).



---

### 9.3 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

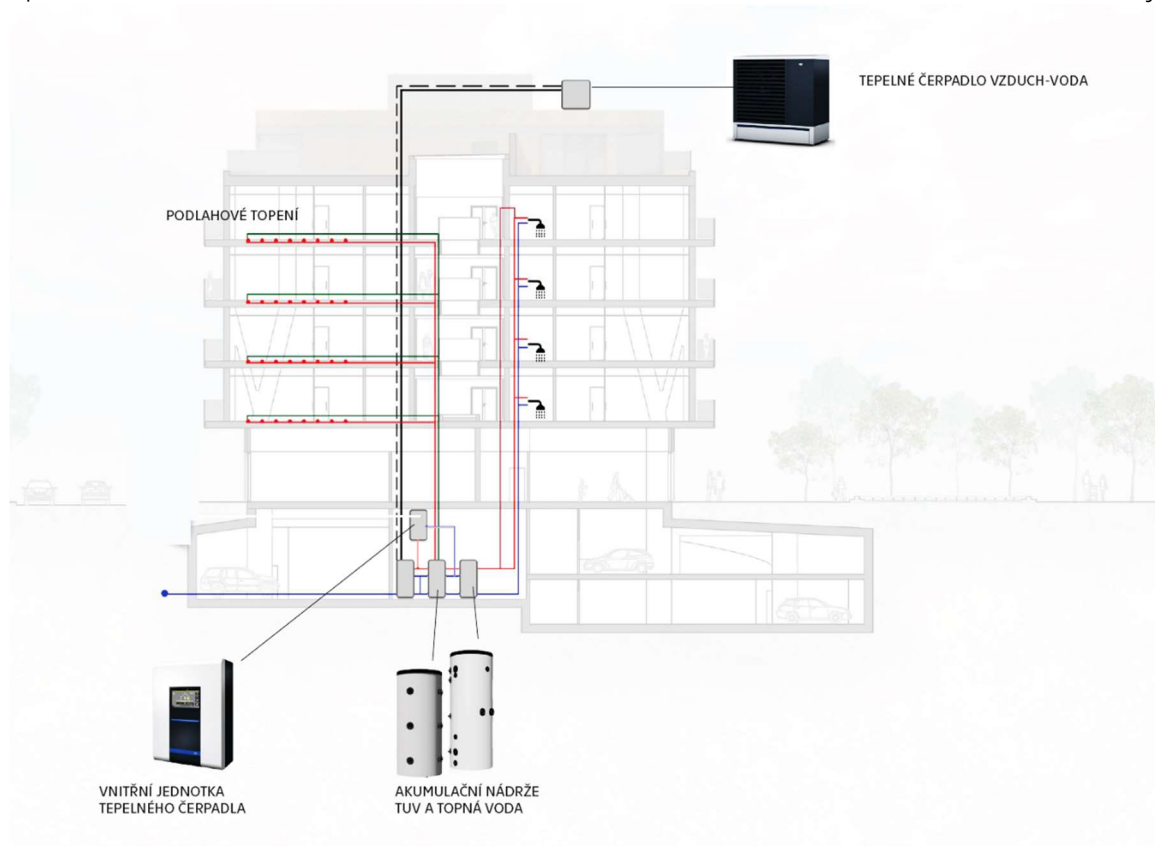
Příprava teplé vody je řešena centrálně v technické místnosti v 1.PP. Voda je ohřívána pomocí tepelných čerpadel a dále akumulována v zásobníkovém ohřívači v technické místnosti. Voda je rozváděna po objektu PPR potrubím, které je tepelně izolováno. V bytech a provozovnách jsou pak horizontální rozvody jen pro teplou a studenou vodu.

### 9.4 VĚTRÁNÍ

V budově je zaveden centrální systém vzduchotechniky, který zajišťuje neustálý přívod čerstvého vzduchu do všech prostor. Vzduchotechnické jednotky jsou celkem tři a jsou umístěny v technické místnosti v 1.PP. Jedna je určena pro prostory bez rekuperace tepla a dvě slouží pro prostory ve vytápěné části. Přívod i odvod vzduchu je ze střechy skrz hlavní svislé potrubí v instalačních šachtách. Prostory restaurace a prodejen mají vždy samostatnou elektricky napájenou teplovzdušnou jednotku s přívodem a odvodem vzduchu skrz fasádu domu. V každém bytě je pak instalován VAV box, který zajišťuje regulaci množství přiváděného a odváděného vzduchu. Přívod vzduchu je vždy do obytných místností. Odvod vzduchu je vždy v prostorách koupelen, toalet a v kuchyních radiálními ventilátory. V kuchyních jsou ještě navrženy cirkulační digestoře. Veškeré horizontální rozvody VZT potrubí ve všech nadzemních podlažích jsou vedeny v podhledu a dle potřeby jsou opatřeny tzv. telefonními tlumiči hluku pro zajištění akustické pohody všech obyvatel.

## 9.5 ZÁSOBOVÁNÍ ELEKTRICKOU ENERGIÍ

Elektrina je do objektu přiváděna ze sítě přes hlavní domovní skříň (HDS). V budově jsou vedeny vnitřní světelné a zásuvkové rozvody a samostatné rozvody pro spotřebiče a zvonky.



Obrázek 56 – Energetické schéma objektu

## 10 ČÁST DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

### 10.1 CO JE TO CLT PANEL?

CLT představuje výrobek z masivního dřeva, kterým lze v současné výstavbě nahradit beton a ocel. S narůstajícím důrazem na udržitelnost staveb a rostoucím trendem v oblasti dřevostaveb, se CLT panel stal oblíbeným materiálem pro stropy, střechy, stěny a schodiště díky své pevnosti, estetickému vzhledu a univerzálnímu využití.

Výroba CLT spočívá v lepení několika vrstev masivních dřevěných desek dohromady pomocí konstrukčního lepidla, a to tak, aby byly vrstvy umístěny střídavě v pravých úhlech. Tento materiál se vynikajícím způsobem uplatňuje ve velkých prvcích pro stropy, střechy a stěny, přičemž jeho použití může výrazně snížit emise CO<sub>2</sub> ve srovnání s tradičními materiály jako beton či ocel.

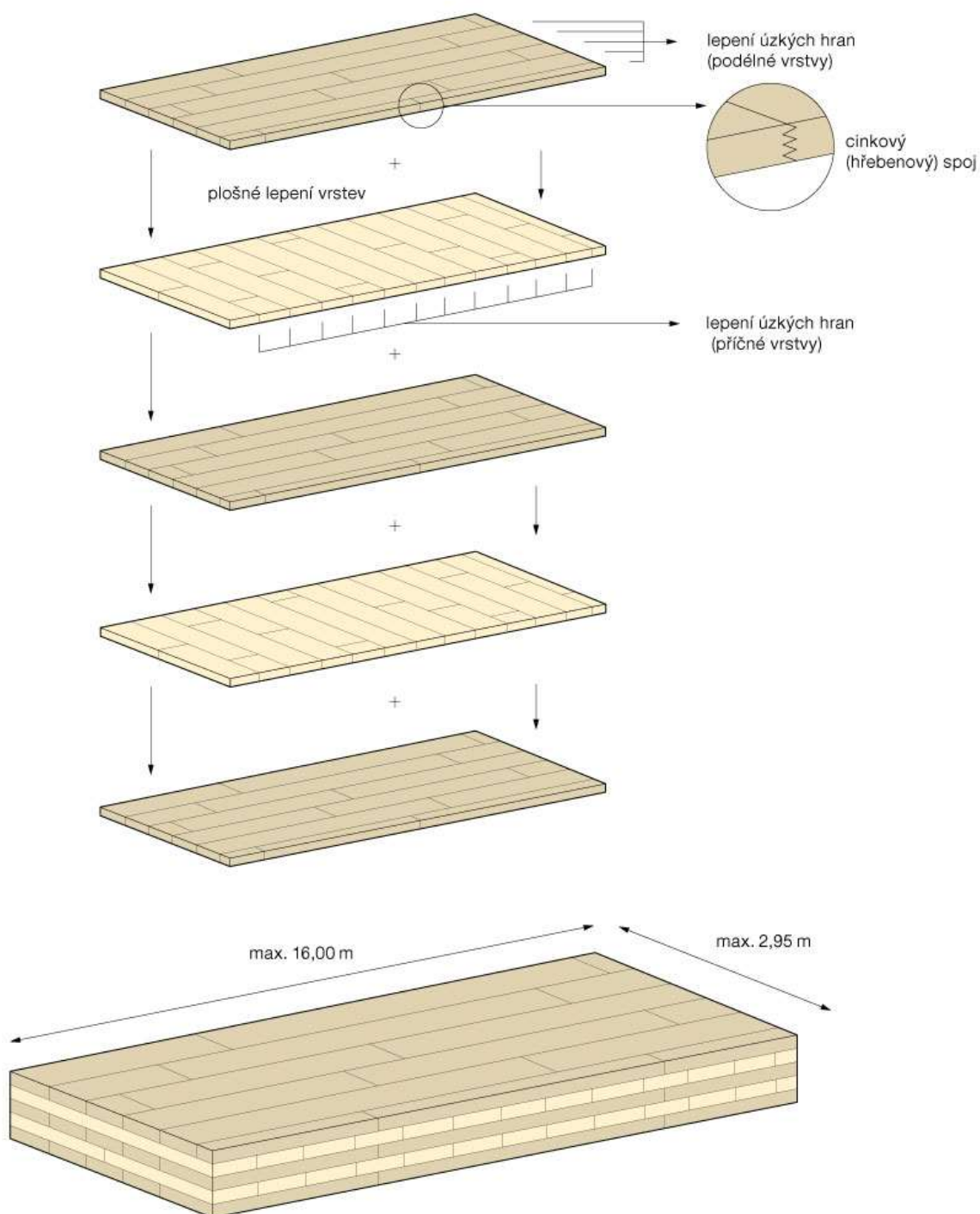
Křížem lepené dřevo je známé svou vysokou statickou únosností. Díky svým akustickým, protipožárním, seizmickým a tepelným vlastnostem představuje udržitelnou alternativu k více tradičním prvkům výstavby.

### 10.2 TECHNICKÝ POPIS PRODUKTU

CLT panel od společnosti Stora Enso se skládá z nejméně tří jednovrstvých panelů, které jsou spojeny vysokopevnostním lepidlem pod pravým úhlem. Každá vrstva se skládá ze sady pevnostně tříděných desek s cinkovým spojem, které jsou lepeny hranou k hraně. Když se tyto pevné a tuhé vrstvy spojí a slisují dohromady, vytvoří panely CLT, které mohou být až 16 m dlouhé.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> STORA ENSO. *Storaenso* [online]. [cit. 2023-12-17]. Dostupné z: <https://www.storaenso.com/cs-cz/products/mass-timber-construction/building-products/clt#:~:text=CLT%20od%20spole%4%8Dnosti%20Stora%20Enso%20se%20skl%C3%A1d%C3%A1%20z%20nejm%C3%A9n%C4%9B%20t%C5%99%C3%AD,jsou%20lepeny%20hranou%20k%20hran%C4%9B>



Obrázek 57 – CLT panel Stora Enso

4

<sup>4</sup> STORA ENSO. *Storaenso* [online]. [cit. 2023-12-17]. Dostupné z: [https://www.storaenso.com/-/media/images/products/wood-products/content/clt-illustrations/clt-technical-product-description\\_cz\\_840x1030.jpg?la=cs-cz](https://www.storaenso.com/-/media/images/products/wood-products/content/clt-illustrations/clt-technical-product-description_cz_840x1030.jpg?la=cs-cz)



### 10.3 NÁVRH ROZMĚRU STROPNÍHO PANELU

Dimenze stropního panelu se navrhuje dle dvou kritérií – délky panelu a jeho zatížení. Maximální délka panelu je 7,35 m.

<b>1.) zatížení od desky</b>						
druh zatížení				char. hod. [kN/m <sup>2</sup> ]	γ [-]	návrhová hod. [KN/m <sup>2</sup> ]
<b>stálé</b>						
vl. tíha	0,28	x	6	= 1,68	1,35	2,268
skladba podlahy						
dlažba	0,009	x	20	= 0,180		0,243
lepidlo	0,002	x	15	= 0,03		0,0405
fermacell	0,080	x	15	= 1,200		1,620
TI	0,045	x	0,021	= 0,00		0,0041
				<u>3,09</u>		<u>4,18</u>
				<u>1,5</u>	1,5	<u>2,25</u>
				<u>4,59</u>		<u>6,43</u>
						<u>celkem</u>
<b>2.) střecha</b>						
druh zatížení				char. hod. [kN/m <sup>2</sup> ]	γ [-]	návrhová hod. [KN/m <sup>2</sup> ]
<b>stálé</b>						
kačírek	0,1	x	16,5	= 1,65	1,35	2,2275
TI	0,25	x	0,021	= 0,005		0,007
HI	0,0006	x	0,72	= 0,000		0,0006
CLT panel	0,28	x	6	= 1,68		2,268
				<u>3,34</u>		<u>4,50</u>
						<u>celkem</u>
<b>proměnné</b>						
odklízení sněhu				0,75	1,5	1,125
sníh				1		1,5
				1,75		2,625
				<u>5,09</u>		<u>7,13</u>
						<u>celkem</u>



2023-08-24  
V1.3

## Sylva Floors span table

### Sylva CLT Floors

Category	Char. Dead load DL gk [kN/m]	Char. Live load LL gk [kN/m]	Span			
			3,5	4	4,5	5
A	2	1,5	120 L3s	140 L5s	160 L5s	180 L5s
			140 L5s	160 L5s	180 L5s	200 L5s
			160 L5s	180 L5s	200 L5s	220 L5s
B	1*	2,5	120 L3s	140 L5s	160 L5s	180 L5s
			140 L5s	160 L5s	180 L5s	200 L5s
			160 L5s	180 L5s	200 L5s	220 L5s
C	1*	3	120 L3s	140 L5s	160 L5s	180 L5s
			140 L5s	160 L5s	180 L5s	200 L5s
			160 L5s	180 L5s	200 L5s	220 L5s
D	2	4	120 L3s	140 L5s	160 L5s	180 L5s
			140 L5s	160 L5s	180 L5s	200 L5s
			160 L5s	180 L5s	200 L5s	220 L5s

\*No screed

Category	Char. Dead load DL gk [kN/m]	Char. Live load LL gk [kN/m]	Span											
			5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10		
A	2	1,5	220 L7s-2	240 L7s	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	300 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2
			240 L7s	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	300 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2
			260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	300 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2	320 L8s-2
B	1*	2,5	160 L5s-2	180 L5s	200 L5s	220 L7s-2	220 L7s-2	240 L7s-2	240 L7s-2	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2
			180 L5s	200 L5s	220 L7s-2	220 L7s-2	240 L7s-2	240 L7s-2	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2
			200 L5s	220 L7s-2	220 L7s-2	220 L7s-2	240 L7s-2	240 L7s-2	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2
C	1*	3	180 L5s	200 L5s	220 L7s-2	220 L7s-2	240 L7s-2	240 L7s-2	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2
			200 L5s	220 L7s-2	220 L7s-2	220 L7s-2	240 L7s-2	240 L7s-2	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2
			220 L7s-2	220 L7s-2	220 L7s-2	220 L7s-2	240 L7s-2	240 L7s-2	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2
D	2	4	200 L5s	220 L7s-2	220 L7s-2	240 L7s-2	240 L7s-2	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2
			220 L7s-2	220 L7s-2	220 L7s-2	220 L7s-2	240 L7s-2	240 L7s-2	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2
			240 L7s-2	240 L7s-2	240 L7s-2	240 L7s-2	260 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2	280 L7s-2

Obrázek 58 – Tabulkový návrh tloušťky CLT panelu



---

## 11 VYHODNOCENÍ A ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení kvality návrhu architektonické studie bytového domu v Praze – Bubeneč, prověření možnosti zlepšení a detailního rozpracování jedné z navržených variant. Kvůli velikosti celého objektu byla pro zpracování práce vybrána pouze nadzemní část objektu. Za účelem zlepšení návrhu byly navrženy tři odlišné materiálové varianty.

Základem pro návrh a porovnání nových variant bylo představení výchozí studie s následnou analýzou a zhodnocením. V druhé fázi došlo k vypracování tří nových konstrukčních variant a jejich porovnání s referenční variantou.

Z porovnání navržených variant bylo vybráno řešení s dřevěnými CLT panely a zpracováno do detailního řešení obalové konstrukce.

Tato práce splnila svůj účel. Prověřila kvalitu architektonického návrhu, porovnávala navrhované konstrukční a materiálové varianty zlepšení a detailně vypracovala vybranou variantu. Výsledek potvrdil, že dnešní snahy o energeticky a environmentálně šetrné stavby z dřevěných konstrukcí lze uplatnit i na větší a vyšší objekty.

## 12 ZDROJE A POUŽITÁ LITERATURA

### NORMY A VYHLÁŠKY

Zákon č.183/2006 Sb. Stavební zákon

Vyhláška č.268/1999 Sb. O obecných požadavcích na výstavbu

Vyhláška č.398/2009 Sb. O obecných požadavcích bezbariérového užívání staveb

ČSN 73 4108 Hygienické zařízení a šatny

ČSN 73 4301 Obytné budovy

ČSN 73 4130 Schodiště a šikmé rampy

ČSN 01 3495 - Výkresy ve stavebnictví – Výkresy požární bezpečnosti staveb

ČSN 73 5305 - Administrativní budovy a prostory

ČSN 73 6056 - Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel

ČSN 73 6058 - Jednotlivé, řadové a hromadné garáže

### INTERNETOVÉ ZDROJE

- 1) Envimat. Envimat.cz [online]. Praha [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/materialy/>
- 2) MATHAUSEROVÁ, Ing. Zuzana. Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb [online]. 2013, 25.2.2013, , 1 [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>
- 3) Tzb-info. Tzb-info [online]. Praha [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz>
- 4) Stora Enso. <https://www.storaenso.com/cs-cz/> [online]. Praha [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://www.storaenso.com/cs-cz/>
- 5) PassiveHouse. <https://passivehouse-database.org/> [online]. Praha [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://passivehouse-database.org/>

### POUŽITÁ LITERATURA

HAZUCHA, Juraj. Konstrukční detaily pro pasivní a nulové domy: doporučení pro návrh a stavbu. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4551-0.

VONKA, M., Metodika SBToolCZ: manuál hodnocení bytových staveb ve fázi návrhu. Praha: CIDEAS Centrum integrovaného navrhování progresivních stavebních konstrukcí. 2011. ISBN: 978-80-01-04664-7.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 2 - KATASTRÁLNÍ MAPA S VYZNAČENÍM OBJEKTU [6].....	12
OBRÁZEK 3 - KOMPLEX BYTOVÝCH DOMŮ [7] .....	13
OBRÁZEK 4 - ŘEŠENÝ BYTOVÝ DŮM: JZ POHLED [7].....	14
OBRÁZEK 5 - ŘEŠENÝ BYTOVÝ DŮM: SV POHLED [7].....	14
OBRÁZEK 6 – ŘEŠENÝ BYTOVÝ DŮM: PŮDORYS 2.PP [7].....	15
OBRÁZEK 7 – ŘEŠENÝ BYTOVÝ DŮM: PŮDORYS 1.PP [7].....	15
OBRÁZEK 8 – ŘEŠENÝ BYTOVÝ DŮM: PŮDORYS 1.NP [7].....	16
OBRÁZEK 9 – ŘEŠENÝ BYTOVÝ DŮM: PŮDORYS 4.NP (TYPICKÉ PODLAŽÍ OBJEKTU) [7]...	16
OBRÁZEK 10 – ŘEŠENÝ BYTOVÝ DŮM: PŮDORYS 6.NP [7].....	17
OBRÁZEK 11 – ŘEŠENÝ BYTOVÝ DŮM: PŘÍČNÝ ŘEZ VEDENÝ SCHODIŠTĚM [7].....	17
OBRÁZEK 12 – HRANICE VYTÁPĚNÉ ZÓNY TYPICKÉHO PODLAŽÍ .....	19
OBRÁZEK 13 – HRANICE VYTÁPĚNÉ ZÓNY V ŘEZU .....	20
OBRÁZEK 14 – SKLADBA SUTERÉNNÍ PODLAHY .....	23
OBRÁZEK 15 – SKLADBA SUTERÉNNÍHO STROPU.....	23
OBRÁZEK 16 – SKLADBA PODLAHY 1.NP .....	24
OBRÁZEK 17 – SKLADBA STROPU BĚŽNÉHO PODLAŽÍ .....	25
OBRÁZEK 18 – SKLADBA PODLAHY BALKONU UZAVŘENÉHO .....	26
OBRÁZEK 19 – SKLADBA PODLAHY BALKONU OTEVŘENÉHO .....	26
OBRÁZEK 20 – SKLADBA STŘECHY NAD BYTY.....	27
OBRÁZEK 21 – SKLADBA STŘECHY NAD SCHODIŠTĚM.....	28
OBRÁZEK 22 – SKLADBA OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ.....	29
OBRÁZEK 23 – SKLADBA SUTERÉNNÍ PODLAHY .....	32
OBRÁZEK 24 – SKLADBA SUTERÉNNÍHO STROPU.....	32
OBRÁZEK 25 – SKLADBA PODLAHY 1.NP .....	33
OBRÁZEK 26 – SKLADBA PODLAHY POD SCHODIŠTĚM.....	34
OBRÁZEK 27 – SKLADBA STROPU BĚŽNÉHO PODLAŽÍ .....	35
OBRÁZEK 28 – SKLADBA PODLAHY BALKONU .....	36
OBRÁZEK 29 – SKLADBA STŘECHY NAD BYTY.....	37
OBRÁZEK 30 – SKLADBA STŘECHY NAD SCHODIŠTĚM.....	38
OBRÁZEK 31 – SKLADBA OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ.....	39
OBRÁZEK 32 – SKLADBA SUTERÉNNÍ STĚNY GARÁŽ – SCHODIŠTĚ .....	40
OBRÁZEK 33 – SKLADBA SUTERÉNNÍ PODLAHY .....	43
OBRÁZEK 34 – SKLADBA SUTERÉNNÍHO STROPU.....	43
OBRÁZEK 35 – SKLADBA PODLAHY 1.NP .....	44

OBRÁZEK 36 – SKLADBA PODLAHY POD SCHODIŠTĚM .....	45
OBRÁZEK 37 – SKLADBA STROPU BĚŽNÉHO PODLAŽÍ .....	46
OBRÁZEK 38 – SKLADBA PODLAHY BALKONU OTEVŘENÉHO .....	47
OBRÁZEK 39 – SKLADBA STŘECHY NAD BYTY.....	48
OBRÁZEK 40 – SKLADBA STŘECHY NAD SCHODIŠTĚM .....	49
OBRÁZEK 41 – SKLADBA OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ .....	50
OBRÁZEK 42 – SKLADBA SUTERÉNNÍ STĚNY GARÁŽ – SCHODIŠTĚ .....	51
OBRÁZEK 43 – SKLADBA SUTERÉNNÍ PODLAHY .....	54
OBRÁZEK 44 – SKLADBA SUTERÉNNÍHO STROPU.....	54
OBRÁZEK 45 – SKLADBA PODLAHY 1.NP .....	55
OBRÁZEK 46 – SKLADBA PODLAHY POD SCHODIŠTĚM .....	56
OBRÁZEK 47 – SKLADBA STROPU BĚŽNÉHO PODLAŽÍ .....	57
OBRÁZEK 48 – SKLADBA PODLAHY BALKONU OTEVŘENÉHO .....	58
OBRÁZEK 49 – SKLADBA STŘECHY NAD BYTY.....	59
OBRÁZEK 50 – SKLADBA STŘECHY NAD SCHODIŠTĚM .....	60
OBRÁZEK 51 – SKLADBA OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ .....	61
OBRÁZEK 52 – SKLADBA SUTERÉNNÍ STĚNY GARÁŽ – SCHODIŠTĚ .....	62
OBRÁZEK 53 – ENVIROMENTÁLNÍ POSOUZENÍ.....	66
OBRÁZEK 54 – ENVIROMENTÁLNÍ POSOUZENÍ.....	66
OBRÁZEK 55 – NAPOJENÍ OBJEKTU NA INŽENÝRSKÉ SÍŤ .....	68
OBRÁZEK 56 – ENERGETICKÉ SCHÉMA OBJEKTU.....	70
OBRÁZEK 57 – CLT PANEL STORA ENSO.....	72
OBRÁZEK 58 – TABULKOVÝ NÁVRH TLOUŠŤKY CLT PANELU.....	74