



**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD  
KATEDRA MECHANIKY**

---

# **Technické řešení a hodnocení budovy Fakulty strojní v Plzni v soustavě PSO 81**

**Diplomová práce**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.**

**Vypracoval:**

**Bc. Jan Jablončík**

**Plzeň 2019**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta aplikovaných věd  
Akademický rok: 2018/2019

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan JABLONČÍK**  
Osobní číslo: **A17N0103P**  
Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Stavitelství**  
Název tématu: **Technické řešení a hodnocení budovy Fakulty strojní ZČU  
v Plzni v soustavě PSO81**  
Zadávající katedra: **Katedra mechaniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Shromáždění údajů a podkladů o výstavbě objektu Fakulty strojní, řešení technického řešení nosné konstrukce a obvodového pláště v soustavě PSO81, stavební výpočty.
2. Shromáždění údajů o stavebním a konstrukčním řešení objektu.
3. Popis a hodnocení konstrukčního řešení v soustavě PSO81.
4. Hodnocení stavebně fyzikálního řešení obvodového pláště a střechy.

Rozsah grafických prací: práce skládající se z výkresů a textových částí  
Rozsah kvalifikační práce: min 40 stran A4  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

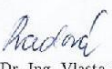
Seznam odborné literatury:

1. Dostupná dokumentace objektu.
2. Podklady výrobců stavebních materiálů.
3. Stavební zákon 183/2006 Sb a související vyhlášky - OTP - 268/2009, hygienické předpisy.
4. Platné normy - pro statiku - eurokódy EC až EC 8, a ČSN EN 206.
5. Platné normy - tepelnou ochranu budov - ČSN 730540, akustika ČSN 73 0542.

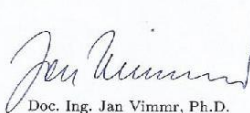
Vedoucí diplomové práce: Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.  
Katedra mechaniky

Datum zadání diplomové práce: 2. července 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 4. ledna 2019

  
Doc. Dr. Ing. Vlasta Radová  
děkanka



  
Doc. Ing. Jan Vimmer, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 2. července 2018

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Technické řešení a hodnocení budovy Fakulty strojní v Plzni v soustavě PSO 81** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

V Plzni, dne 14. 1. 2019

---

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Luďku Vejvarovi Ph.D za odborné vedení mé diplomové práce a poskytnutí podkladů pro vypracování práce.

Dále bych chtěl poděkovat firmě Ch Projekt Plzeň a.s za poskytnuté materiály stavební dokumentace a fotografií Fakulty strojní

V poslední řadě děkuji všem ostatním, kteří mi během mé práce pomáhali a poskytovali podporu.

## **Anotace**

Diplomová práce se zabývá popisem skeletopanelové soustavy PSO 81 jako jedním z posledních vyvíjených soustav 80. let v Československu. V první části práce se nachází přehled vývoje panelových a skeletových soustav. Popis soustavy PSO 81 se skládá z popisu prvků, technického řešení nosných konstrukcí a obvodového pláště. Na tento skeletopanelový system navazuje řešení technické a konstrukční stránky objektu Fakulty strojní Západočeské university v Plzni jako jediného představitel této soustavy. S rozborem obalových konstrukcí jsou po tepelně fyzikálním zhodnocení navrženy možné koncepce úprav.

## **Klíčová slova**

PSO 81, panelový systém, skeletový systém, občanská výstavba, konstrukční systém, Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni, Plzeň, tepelně technické posouzení, obvodový plášť, dvouplášťová střecha

## **Abstract**

The diploma thesis deals with the description of the skeleton-plate system PSO 81 as one of the last developed systems of the 1980's in Czechoslovakia. In the first part of the thesis is an overview of the development of panel and skeletal system. The description of the PSO 81 consist of the description of the elements, the technical solution of the bearing structures and the circumferential shell. On this skeleton-plate system follows the solution of the technical and construction sites of the Faculty of mechanical engineering of the West Bohemian University in Pilsen as the only representative of this system. With the analysis of the packaging structures are designed possible concept after the therma physical evaluation.

## **Keywords**

PSO 81, panel system, skelet system, civil construction, construction system, Faculty of mechanical engineering University of West Bohemia, Pilsen, thermal engineering report, circumferential shell, double shell roof



# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Cíle diplomové práce</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>Historie prefabrikace</b>	<b>17</b>
3.1	Počátky prefabrikace .....	17
3.2	Vývoj montovaných panelových systémů.....	17
3.2.1	Vývoj panelových domů .....	19
3.3	Vývoj montovaných skeletových systémů.....	23
3.4	Problémy s vývojem konstrukcí prefabrikovaných systému.....	24
<b>4</b>	<b>Prvky skeletových soustav</b>	<b>25</b>
4.1	Dělení monolitického rámu na prvky .....	25
4.2	Průvlaky .....	26
4.3	Hlavice .....	29
4.4	Sloupy .....	30
4.5	Stropní panely .....	31
4.5.1	Dutinové stropní panely .....	32
4.5.2	Velkodutinové stropní panely.....	32
4.5.3	Stropní panely s lehkou výplní.....	33
4.5.4	Žebrové stropní panely .....	33
4.5.5	Spřažené stropní panely .....	34
<b>5</b>	<b>Stavební soustava PSO 81</b>	<b>35</b>
5.1	Zásady konstrukčně technologického řešení soustavy PSO 81.....	36
5.2	Zásady statického řešení .....	36
5.3	Prvky soustavy PSO 81.....	37
5.3.1	Vnitřní nosné stěny .....	37
5.3.2	Nosné stěny schodišťové .....	49



5.3.3	Nosné sendvičové štítové panely .....	54
5.3.4	Atiky .....	61
5.3.5	Stropní panely .....	65
5.3.6	Betonové příčky .....	70
5.3.7	Parapetní sendvičové pasy .....	75
5.3.8	Příčle .....	81
5.3.9	Sloupy .....	86
<b>6</b>	<b>Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni</b>	<b>88</b>
6.1	Vstupní objekt.....	90
6.1.1	Konstrukční systém.....	90
6.1.2	Základové konstrukce .....	91
6.1.3	Izolace spodní stavby.....	91
6.1.4	Svislé konstrukce .....	92
6.1.5	Vodorovné konstrukce.....	92
6.1.6	Schodiště.....	92
6.1.7	Podlahy.....	92
6.1.8	Střešní plášť .....	93
6.2	Posluchárny .....	94
6.2.1	Konstrukční systém.....	95
6.2.2	Základové konstrukce .....	96
6.2.3	Svislé konstrukce .....	96
6.2.4	Vodorovné konstrukce.....	97
6.2.5	Schodiště.....	97
6.2.6	Střešní plášť .....	97
6.3	Výukový objekt.....	99
6.3.1	Konstrukční systém.....	99
6.3.2	Základové konstrukce .....	100





---

6.3.3	Svislé konstrukce .....	100
6.3.4	Vodorovné konstrukce .....	101
6.3.5	Střešní plášť .....	101
6.4	Katedrový objekt .....	102
6.4.1	Konstrukční systém .....	103
6.4.2	Základové konstrukce .....	103
6.4.3	Vodorovné konstrukce .....	104
6.4.4	Střešní plášť .....	104
6.5	Učebnový pavilon .....	104
6.5.1	Konstrukční systém .....	105
6.5.2	Základové konstrukce .....	106
6.5.3	Svislé konstrukce .....	106
6.5.4	Vodorovné konstrukce .....	106
6.5.5	Střešní plášť .....	106
6.6	Laboratorní objekt .....	107
6.6.1	Konstrukční systém .....	108
6.6.2	Základové konstrukce .....	109
6.6.3	Svislé konstrukce .....	109
6.6.4	Vodorovné konstrukce .....	109
6.6.5	Střešní plášť .....	109
6.7	Halové laboratoře .....	111
6.7.1	Konstrukční systém .....	111
6.7.2	Základové konstrukce .....	112
6.7.3	Svislé konstrukce .....	112
6.7.4	Vodorovné konstrukce .....	113
6.7.5	Střešní plášť .....	113
6.8	Krček K1 .....	114
6.8.1	Konstrukční systém .....	115



---

6.8.2	Základové konstrukce .....	116
6.8.3	Svislé konstrukce .....	116
6.8.4	Vodorovné konstrukce.....	117
6.8.5	Schodiště.....	117
6.8.6	Střešní plášť .....	117
6.9	Teplotně fyzikální posouzení obvodových konstrukcí objektu .....	118
6.9.1	Střešní plášť .....	119
6.9.2	Obvodový plášť .....	129
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>137</b>
<b>8</b>	<b>Seznam použité literatury</b>	<b>140</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použitého software</b>	<b>141</b>
<b>10</b>	<b>Přílohy</b>	<b>142</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Průčelí domu panelové soustavy G 57 Zdroj: [2, str.15] .....	19
Obrázek 2: Jihočeská varianta T 06 B Zdroj: [2, str. 16].....	20
Obrázek 3: Karlovarská varianta T 06 B Zdroj: [2, str. 16].....	20
Obrázek 4: Průčelí domu soustavy VVÚ-ETA Zdroj: [2, str. 18].....	21
Obrázek 5: Fasáda bytového domu panelové soustavy B 70 Zdroj: [2, str. 17].....	22
Obrázek 6: Průčelí domu OP 1.11 Zdroj: [4].....	22
Obrázek 7: Vliv uložení stropních panelů na průřezy průvlaků Zdroj:[1, str. 250] .....	27
Obrázek 8: Tvary průvlaků 1. část Zdroj: [1, str. 252] .....	28
Obrázek 9: Tvary průvlaků 2. část Zdroj [1, str. 253] .....	29
Obrázek 10: Tvary hlavic Zdroj: [1, str.258].....	30
Obrázek 11: Přehled vnitřních nosných stěn Zdroj: [11].....	38
Obrázek 12: uložení stropních panelů na vnitřní nosnou stěnu Zdroj: [9] .....	38
Obrázek 13: Modulová skladba příčného systému Zdroj: [11] .....	39
Obrázek 14: Modulová skladba podélného systému Zdroj: [11].....	39
Obrázek 15: Schéma vyztužení vnitřního stěnového panelu Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987 .....	45
Obrázek 16: Schéma vyztužení vnitřního stěnového panelu s dveřním otvorem při kraji Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987 .....	46
Obrázek 17: Schéma vyztužení vnitřního stěnového panelu s dveřním otvorem uprostřed Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987 .....	46
Obrázek 18: Schéma vyztužení vnitřního stěnového panelu s konzolí Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987 .....	47
Obrázek 19: Schéma vyztužení vnitřního stěnového panelu zkrácený Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987 .....	47
Obrázek 20: Svislý řez styku stěna – stěna Zdroj: [9] .....	48
Obrázek 21: Půdorys napojení stěna – stěna Zdroj: [9].....	48
Obrázek 22: Skladba schodiště v modulu 4,5x7,5 m Zdroj: [11] .....	49
Obrázek 23: Funkce stěny – půdorys Zdroj: [11] .....	54
Obrázek 24: přehled štítových sendvičových panelů Zdroj: [11].....	55
Obrázek 25: Schéma výztuže štítového panelu Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987 .....	59
Obrázek 26: Výkres tvaru štítového panelu Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1986 .....	60
Obrázek 27: Výkres tvaru atiky Zdroj: [19] Výrobní dokumentace.....	64
Obrázek 28: Výkres výztuže atiky Zdroj: [19] Výrobní dokumentace .....	64
Obrázek 29: Ukázka možného rozmístění otvorů 200x200 mm Zdroj: [11].....	66
Obrázek 30: Umístění otvorů pro otvor 300x300mm Zdroj: [11] .....	66
Obrázek 31: Možné umístění otvorů Zdroj: [11].....	67
Obrázek 32: Výkres výztuže-půdorys, podélný řezu Zdroj: [19] Výrobní dokumentace 1987 .....	69

Obrázek 33: Výkres výztuže-příčné řezy Zdroj: [19] Výrobní dokumentace 1987 .....	69
Obrázek 34: Uložení stropního panelu na obvodovou stěnu Zdroj: [9] .....	70
Obrázek 35: Typy plných příček Zdroj: [11].....	71
Obrázek 36: Přehled dveřních příček Zdroj: [11].....	72
Obrázek 37: Svislý řez napojením příček Zdroj: [9].....	75
Obrázek 38: Vodorovný řez napojením příček Zdroj: [9] .....	75
Obrázek 39: Svislý řez skladbou parapetních pasů Zdroj: [11].....	76
Obrázek 40: použití parapetního pasu v panelovém systému Zdroj: [11] .....	77
Obrázek 41: Použití parapetního pasu ve skeletovém systému bez vykonzolování Zdroj: Katalog skladebných zásad PSO 81 .....	78
Obrázek 42: Použití parapetního pasu ve skeletovém systému s vykonzolováním Zdroj: Katalog skladebných zásad PSO 81.....	78
Obrázek 43: Použití parapetního pasu ve skeletovém systému podél příčle Zdroj: Katalog skladebných zásad PSO 81.....	79
Obrázek 44: Druhy hlavic a krajních příčlí s hlavicí Zdroj: [11] .....	82
Obrázek 45: Druhy příčlí krajních postupných a vložených Zdroj: [11].....	82
Obrázek 46: Vyztužení příčle Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987 .....	85
Obrázek 47: Příčné řezy výztuže příčle Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987 .....	85
Obrázek 48: Tvar sloupu Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987 .....	86
Obrázek 49: výztuž sloupu Zdroj: Výrobní dokumentace z roku 1987.....	87
Obrázek 50: Schéma rozvržení areálu Fakulty strojní Zdroj: Autor .....	89
Obrázek 51: Ing. Arch. Pavel Němeček - Fakulta strojní, perspektivní pohled Zdroj: Architektura ČSR XLIII, 1984, č.9, str. 404.....	89
Obrázek 52: Schéma umístění vstupního objektu Zdroj: Autor .....	90
Obrázek 53: Konstrukční schéma vstupního objektu Zdroj: Autor .....	91
Obrázek 54: Čelní pohled na vstupní objekt Zdroj: Autor .....	94
Obrázek 55: Schéma umístění poslucháren .....	95
Obrázek 56: Konstrukční schéma poslucháren Zdroj: Autor .....	96
Obrázek 57: Jižní pohled na posluchárny Zdroj: Autor.....	98
Obrázek 58: Západní pohled na posluchárny Zdroj: Autor .....	98
Obrázek 59: Schéma umístění výukového objektu Zdroj: Autor .....	99
Obrázek 60: Konstrukční schéma výukového objektu Zdroj: Autor .....	100
Obrázek 61: Pohled na výuková objekt 1 Zdroj: Autor.....	101
Obrázek 62: Pohled na výukový objekt 2 Zdroj: Autor.....	102
Obrázek 63: Pohled na výukový objekt 3 Zdroj: Autor.....	102
Obrázek 64: Schéma umístění katedrového objektu Zdroj: Autor .....	103
Obrázek 65: Konstrukční schéma katedrového objektu Zdroj: Autor .....	103
Obrázek 66: Schéma umístění učebnového pavilonu Zdroj: Autor.....	105
Obrázek 67: Konstrukční schéma učebnového pavilonu Zdroj: Autor .....	105
Obrázek 68: Pohled na učebnový pavilon Zdroj: Autor .....	107
Obrázek 69: Pohled na střechu učebnového pavilonu Zdroj: Autor.....	107
Obrázek 70: Schéma umístění laboratorního objektu Zdroj: Autor .....	108
Obrázek 71: Konstrukční schéma laboratorního objektu Zdroj: Autor .....	108
Obrázek 72: Pohled na laboratorního objektu Zdroj: Autor .....	110

Obrázek 73: Pohled na střechu laboratorního objektu Zdroj: Autor .....	110
Obrázek 74: Schéma umístění halových laboratoří Zdroj: Autor .....	111
Obrázek 75: Konstrukční schéma halových laboratoří Zdroj: Autor .....	112
Obrázek 76: Pohled na halové laboratoře č.1 Zdroj: Autor .....	113
Obrázek 77: Pohled na halové laboratoře č.2 Zdroj: Autor .....	114
Obrázek 78: Pohled na halové laboratoře č.3 Zdroj: Autor .....	114
Obrázek 79: Schéma umístění krčku K1 Zdroj: Autor .....	115
Obrázek 80: Konstrukční schéma Krčku K1 Zdroj: Autor .....	116
Obrázek 81: Pohled na Krček K1 Zdroj: Autor .....	118
Obrázek 82: Detail atiky Zdroj: Autor .....	119
Obrázek 83: Provedení tepelné izolace dvouplášťové střechy spojovacího krčku K2 Zdroj: Dektrade .....	121
Obrázek 84: Provedení tepelné izolace dvouplášťové střechy katedrového objektu Zdroj: Dektrade .....	122
Obrázek 85: Provedení tepelné izolace dvouplášťové střechy laboratorního objektu Zdroj: Dektrade .....	122
Obrázek 86: Detail zateplení atiky Zdroj: Autor .....	127
Obrázek 87: Atika-průběh teplot po zateplení střešního a obvodového pláště .....	127
Obrázek 88: Atika-relativní vlhkost .....	128
Obrázek 89: Oblast kondenzace vodní páry v detailu Zdroj: Teplo 2017 EDU .....	128
Obrázek 90: Částečné tlaky vodní páry v místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách Zdroj: Teplo 2017 EDU .....	131
Obrázek 91: Dokotvení obkladové betonové desky Zdroj: Autor .....	132
Obrázek 92: Kotvení roštu skrz obkladovou desku Zdroj: Autor .....	133
Obrázek 93: Provětrávaná fasáda bez zásahu do parapetního pasu Zdroj: Autor .....	133
Obrázek 94: Průběh teplot v parapetním pasu Zdroj: Teplo 2017 EDU .....	134
Obrázek 95: Průběh relativních vlhkostí v parapetním pasu Zdroj: Teplo 2017 EDU .....	134
Obrázek 96: Jižní pohled-Fakulta strojní Autor: Ing. arch. Pavel Němeček, CSc., Ing. arch. Daniel Němeček .....	135
Obrázek 97: Pohled jižní-Fakulta strojní Autor: Ing. arch. Pavel Němeček, CSc., Ing. arch. Daniel Němeček .....	135
Obrázek 98: Pohled jihozápadní-Fakulta strojní Autor: Ing. arch. Pavel Němeček, CSc., Ing. arch. Daniel Němeček .....	136
Obrázek 99: Pohled severovýchodní-Fakulta strojní Autor: Ing. arch. Pavel Němeček, CSc., Ing. arch. Daniel Němeček .....	136

## Seznam tabulek

Tab. 1	Přehled vývoje tepelně izolačních požadavků na svislé obvodové konstrukce bytových staveb dle ČSN 73 0540.....	18
Tab. 2:	Ukázka vnitřních nosných stěn.....	40
Tab. 3:	Ukázka prvků schodišťových stěn.....	50
Tab. 4:	Ukázka štítových sendvičových stěn.....	56
Tab. 5:	Ukázka atikových dílců .....	63
Tab. 6:	Ukázka stropních panelů .....	67
Tab. 7:	Ukázka betonových příček plných .....	73
Tab. 8:	Ukázka betonových příček s dveřním otvorem .....	74
Tab. 9:	Ukázka parapetních sendvičových pasů .....	79
Tab. 10:	Ukázka příčlí .....	84
Tab. 11:	Zadání skladby dolního pláště .....	120
Tab. 12:	Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla .....	120
Tab. 13:	Návrh nové skladby dolního pláště .....	123
Tab. 14:	Tepelný odpor nevětraných vzduchových vrstev ( $m^2K/W$ ) .....	126
Tab. 15:	Zadání skladby S1 navrhovaného střešního pláště.....	126
Tab. 16:	Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla .....	129
Tab. 17:	Zadání skladby konstrukce štítového panelu.....	130
Tab. 18:	Zadání skladby S2 parapetního pasu .....	131

# 1 Úvod

Na území České republiky bylo od 50. let do konce 90. let postaveno mnoho staveb z prefabrikovaných dílů. Jednalo se hlavně o bytové panelové stavby, které byly z potřeb zvýšení počtů míst k bydlení stavěny v každém městě. K panelovým stavbám určeným k bydlení bezesporu patří i stavby občanské, které byly prováděny jak v panelových, skeletových, tak soustavách vzniklých jejich kombinací. V průběhu let se na vyvíjení nových konceptů soustav podílelo mnoho podniků, které byly se svými návrhy méně, či více úspěšné a snažili se o takový návrh, který by vyhovoval po technické stránce a odpovídal tehdejšími požadavkům společnosti.

Hlavním předmětem této práce je skeletopanelový systém PSO 81 určený pro občanskou výstavbu, vyvíjený v 80. letech v Plzni. Bohužel vlivem změn systému se od provádění prefabrikovaných staveb ustoupilo a tento systém nedostal více možností k realizaci a zůstal pouze v podobě vydaných katalogů s prvky, detaily a výrobní dokumentací. V této práci se nachází popis soustavy, její konstrukční a technické provedení. Tímto stručným přehledem je snaha přenést tuto méně známou soustavu do podvědomí naší stavební komunity.

Jediný objekt realizovaný v systému PSO 81 byla Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni. Je zde popsáno stavební, technické a konstrukční řešení jednotlivých částí univerzity s následným návrhem možných úprav z hlediska rekonstrukce obalových konstrukcí objektu dle platným norem.

## 2 Cíle diplomové práce

Cílem diplomové práce v první části je shromáždění dostupných údajů a podkladů o skeletopanelové soustavě PSO 81 a na základě těchto informací proveden popis a hodnocení konstrukčního řešení jednotlivých prvků navržených v této soustavě a na základě tohoto přehledu umístit soustavu PSO 81 mezi ostatní představitele panelových a skeletových soustav plzeňského kraje.

V druhé části je pozornost soustředěna na Fakultu strojní Západočeské univerzity v Plzni, jakožto jedinou stavbu, u které byl tento systém aplikován. Podle shromážděných údajů a projektové dokumentace s aplikací níže zjištěných informací o soustavě PSO 81 je provedena rešerše technického řešení nosné konstrukce a obvodového pláště.

V poslední části jsou navrženy možné úpravy stávajícího obvodového pláště a střešního pláště s přihlédnutím na proveditelnost a výhody, či nevýhody možného provedení na základě tepelně technických výpočtů dle platných norem.

V příloze této práce jsou uvedeny detaily napojení jednotlivých prvků soustavy PSO 81.



## 3 Historie prefabrikace

### 3.1 Počátky prefabrikace

První prefabrikované konstrukce se objevily v Německu a Francii na začátku 20. století. Plné pozornosti se však dočkaly až po druhé světové válce. Mezi první prefabrikáty patřily jednoduché tyčové a deskové dílce. Nejžádanějšími prvky byly zejména horizontální konstrukce. Ve 30. letech byly v Německu, Francii a severských zemích nejvíce zastoupeny konstrukce, jako např. prosté halové vazníky, obloukové halové vazníky a mostní prefabrikace. Oblíbenost si vysloužily díky své rychlé a celoročně možné montáži. [1, str.20]

### 3.2 Vývoj montovaných panelových systémů

První snahy o panelovou výstavbu se projevily v 50. letech. 20. století. Důvody, proč docházelo k prefabrikaci, byly požadavky stavět v zimních měsících a za špatných venkovních podmínek, urychlit a zlevnit výstavbu.

Postupným vývojem prošly i obvodové konstrukce panelových staveb. Objevovaly se zde kombinace nejrůznějších materiálů, které se používaly v souvislosti s materiálovou základnou v dané lokalitě, například keramzit vyráběný z kaolinu nebo křemeliny, používaný u regionálních soustav T06 B. V 50. a 60. letech byly dokonce používány i materiály vzniklé zemědělským odpadem, které byly použity v panelovém systému typu G. [2, str.15]

Mezi prvními používanými prefabrikovanými prvky se na bytových objektech používaly panelobloky, které byly postupem času nahrazovány celostěnovými dílci a později již kompletizovanými prvky, které byly již ve výrobě opatřeny okenními výplněmi. [2, str.16]

Postupným vývojem docházelo ke zpřísnování tepelně technických požadavků, které se projevovaly na skladbě obvodových konstrukcích, viz tab.1.

Dříve vyhovující materiály už byly samy o sobě nevhovující a musely být kombinovány s dalšími tepelně izolačními materiály, u kterých rovněž docházelo k vývoji a zlepšování jejich vlastností. Vznikaly tak sendvičové panely, které byly navrhovány jako parapetní dílce, nebo celostěnové obvodové dílce. [2, str.15]

Již v polovině 20. století lze najít tepelně izolační požadavek na stavební konstrukce. Od roku 1886 bylo dáno stavebním zákonem, že obvodová stěna musí mít tloušťku zdiva 450 mm v případě, že se jedná o zdivo cihelné. Tato šířka zdiva byla brána jako základ pro posuzování tepelně izolačních vlastností, které se vyjadřovaly ekvivalentní tloušťkou „e“. V roce 1964 vyšla v činnost norma ČSN 73 0540, ve které byly uvedeny požadavky na tepelně izolační vlastnosti vztahující se k šířce stěně tloušťky 450 mm, která odpovídala tepelnému odporu  $R = 0,55 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ . [3]

**Tab. 1 Přehled vývoje tepelně izolačních požadavků na svislé obvodové konstrukce bytových staveb dle ČSN 73 0540**

Konstrukce	1964	1964	1977	1994	2002	2005
Obvodová stěna - těžká	1,37-1,45	1,37-1,45	0,77-0,89	0,46 (0,25)	0,38 (0,25)	0,38 (0,25)
Obvodová stěna - lehká	výpočet dle tepelné jímavosti	výpočet dle tepelné jímavosti	nutný teplot. útlum	0,41 (0,29)	0,30 (0,20)	0,30 (0,20)
Střecha - těžká	0,83-0,89	0,83-0,89	0,43-0,51	0,32 (0,22)	0,30 (0,20)	0,24 (0,16)
Střecha - lehká	0,83-0,89	0,83-0,89	0,43-0,51	0,32 (0,22)	0,24 (0,16)	0,24 (0,16)
Stropní konstrukce nad 1.PP	0,93-1,11	0,93-1,11	0,80-1,11	0,77 (0,57)	0,60 (0,40)	0,60 (0,40)
Okno nové			3,70	2,90	1,80 (1,20)	1,70 (1,20)
Poznámka: Tabulka uvádí součinitele prostupu tepla [W/m <sup>2</sup> K]. V závorkách jsou uvedeny doporučené hodnoty.						

Zdroj: [2, str.16]

Mezi další prvky obvodového pláště řadíme k sendvičovým panelům taktéž jednovrstvé, vícevrstvé a obkladové dílce. Jednovrstvé dílce byly tvořeny jednou vrstvou materiálu, který zastupoval jak nosnou část, tak tepelně izolační. U sendvičové konstrukce měla každá vrstva svojí funkci a skládala se zpravidla z nosné části, tepelně izolační, kde se nejvíce používal polystyren a vnější krycí vstvy. [2, str.20]

### 3.2.1 Vývoj panelových domů

Mezi prvními systémy u nás byly od roku 1953 soustavy typu G. Konstruktivní řešení u tohoto systému bylo jako celostěnový, malorozponový příčný systém. Soustava typu G měla několik vývojových typů. Typ G 40, G 57 (viz obr.1), nebo v kombinaci se skeletovým systémem G 58 a G 59. [4]



**Obrázek 1: Průčelí domu panelové soustavy G 57**  
Zdroj: [2, str.15]

V roce 1960 a 1962 se vlivem nových požadavků na dispoziční a konstrukční řešení začaly realizovat soustavy HK 60 a HK 65, které měly již vrstvené obvodové pláště a velkorozponové příčné systémy. [4]

Na základě těchto soustav byly vyvinuty celostátní soustavy T 06 B a T 08 B používané po roce 1965. Jedním z typických znaků této soustavy byla variabilita obvodových plášťů, která se lišila v závislosti na oblasti, ve které byly postaveny, a vzniklo tak mnoho krajských variant lišících se použitými materiály. Soustava T 06 B byla řešena jako malorozponová a k ukončení výstavby došlo v roce 1990, soustava T 08 B byla velkorozponová a stavěla se až do roku 1980. [4]



**Obrázek 2: Jihočeská varianta T 06 B**  
Zdroj: [2, str. 16]



**Obrázek 3: Karlovarská varianta T 06 B**  
Zdroj: [2, str. 16]

Od roku 1962 se objevuje soustava PS 69, která se prováděla v západních a jižních Čechách. Od roku 1972 se ve středních Čechách prováděla velkorozponová soustava VVÚ – ETA. V té samé době byla v Praze prováděna třímodulová soustava Larsen & Nielsen s kombinovaným konstrukčním systémem. Mezi další třímodulové soustavy patří soustava B 70 z roku 1970 a soustava BA-NKS z roku 1976. Experimentální čtyřmodulová soustava HKS G a HKS 70, která byla později nahrazeny soustavou OP 1.11 a OP 1.21 z let 1980 a 1984. [4]



**Obrázek 4: Průčelí domu soustavy VVÚ-ETA**  
Zdroj: [2, str. 18]



**Obrázek 5: Fasáda bytového domu panelové soustavy B 70**  
Zdroj: [2, str. 17]



**Obrázek 6: Průčelí domu OP 1.11**  
Zdroj: [4]

### 3.3 Vývoj montovaných skeletových systémů

Stavět skeletové soustavy se v Československé republice stalo oblíbeným zejména díky možnosti opakovatelnosti jednotlivých dílců a jejich snadné a rychlé výrobě. Po procesu zprůmyslnění stavebnictví v Československu se u nás rozvinulo několik pokrokových konceptů, které byly aplikovány v rámci občanských a bytových staveb. Hledalo se takové řešení konceptu, které by umožňovalo širší uplatnění. Po roce 1960 docházelo vlivem velkého nárůstu počtu bytových staveb a nových sídlišť k nedostatku občanské vybavenosti a současně k zvyšujícím se nárokům na jejich konstrukce. Vzhledem k těmto okolnostem se železobetonová skeletová konstrukce stala jedním z dílčích systémů pro tento typ staveb a do roku 1970 u nás vzniklo přes 30 druhů montovaných skeletů. Řešení skeletových soustav bylo ve většině případů, založené na stejném principu. Nejvíce rozšířeným systémem se u nás stal průvlakový skelet s průběžnými průvlakami používaný jak u bytových, tak občanských, zemědělských a průmyslových staveb. Řešení styčnicku umožňovalo řešit průvlak viditelné, částečně zapuštěné nebo skryté, a to ve směru jak v příčném, tak podélném, v závislosti na požadovaných rozpětích a zatíženích. Vznikl zde styčník, kde výztuž jdoucí ze spodního sloupu prochází skrz průvlak a napojuje se na horní sloup. Výhoda spočívá v tom, že konstrukce zvětšuje tuhost tlakem podpor, kdy využívá vlastní hmotnost [1, str. 92,93,103]

Mezi představitele skeletových soustav patří:

Soustava T-MS-63 prováděna od roku 1963 v Praze. Jednalo se o průvlakový systém s průvlakem o rozměru 30/45 a stropními předpjatými dutinovými panely tloušťky 200 mm. Tento systém měl několik dalších vývojových variant. T-MS-66 měl oproti T-MS-63 stropy ze Spiroll panelů, dutinových panelů tloušťky 250 mm. Pro výstavbu vícepodlažních budov byl navržen těžký skelet T-MS-67. V roce 1971 byla navržena soustava T-MS 71, která navazuje na předchozí soustavu, která je řešena jako velkorozponový skelet s předpjatými panely, nebo panely Spiroll tloušťky 300 mm. Soustava byla určena pro vícepodlažní občanskou výstavbu. Pro výškovou stavbu nad 12 podlaží byla určena soustava VOS v Ostravě založena na

monolitickém jádru a zavěšeným rámem skeletu. V Bratislavě byl navržen systém ZIPP určený pro průmyslové vícepodlažní objekty. V Plzni byla prováděna výstavba systému MS-69, která měla dutinové panely tloušťky 250 mm a zapuštěné průvlaků pro vytvoření hladkého podhledu. V kombinaci soustavy MS-69 a brněnské KPO vznikla v Českých Budějovicích soustava MS-71. Mezi soustavy se skrytými průvlaků se řadí dále MS-OB vyvíjená v Ostravě, MS-G-72 v Gotwaldově a plzeňská soustava PSO-81 z 80. let. [1, str. 131,140,141,158,160,162,167,171,176]

### **3.4 Problémy s vývojem konstrukcí prefabrikovaných systému**

Soustavy pro bytové stavby předcházely od tradičních cihel přes bloky a blokpanely k celopanelovým soustavám, od podélných systémů až k všeobecně rozšířenému příčnému systému. Takovýto vývoj konstrukčních systémů s sebou přinášel řadu problémů teoretických a výrobních. Velice náročné bylo vyhodnotit statické působení nosné stěny složené z jednotlivých panelů spojených více, či méně dokonalými styky, které byly zatížené nejen stálým a užitným zatížením, ale byly ovlivněné také nestejným stářím jednotlivých panelů s nestejnou pevností, velmi proměnlivou kvalitou provedení styčných spár, sedáním konstrukce apod. Tyto problémy znamenaly dlouhá léta provádění zkoušek a rozvoje teorií konstrukcí. Každý konstrukční detail představoval teoretický i výrobní problém. Získat správný pohled na zásady konstrukčních řešení horizontálních a vertikálních nosných styků představovalo mnoho tlakových zkoušek nejen u nás, ale na celém světě. Pro správný návrh muselo dojít ke spojení současných teoretických rozborů působení nosných styků a vzájemnou konfrontací výsledků v laboratořích a na stavbách. [1]



## 4 Prvky skeletových soustav

### 4.1 Dělení monolitického rámu na prvky

Původní rámové konstrukce byly monolitické, a z nich při návrhu prefabrikovaných konstrukcí vycházíme. Monolitická konstrukce se rozděluje na jednotlivé prvky, které je možné vyrobit. Při dosazení na své místo je snaha o takové spojení, které spolehlivě splňuje svoji funkci a zajišťuje konečné konstrukci dostatečnou tuhost.

Monolitické rámy mají mnoho výhod, jako například tuhé styky prutů, které zajišťují dokonalé spolupůsobení všech prvků v konstrukci. U prefabrikovaných konstrukcí není požadavkem, aby působily stejně jako monolitické. Všechny styky nemusí být dokonale tuhé a můžou zde být vloženy kloubové styky zachovávající požadovanou únosnost a tuhost.

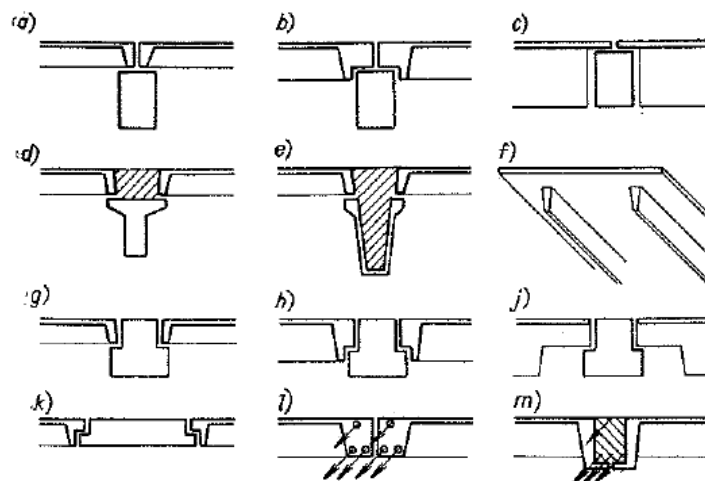
Vložením kloubů a polokloubů do vhodně zvolených míst je možno naopak dosáhnout lepších průběhů vnitřních sil na jednotlivých prutech konstrukce, s čímž jsou pak dále spojeny i menší dimenze dílů a ve výsledku ekonomičtější návrh. Jednotlivé dílce můžeme v monolitickém rámu rozdělit do několika způsobů.

Prvním způsobem rozdělení monolitické konstrukce na jednotlivé dílce je rozdělení konstrukce tak, aby došlo k zachování monolitického styčníku. Rám se rozděluje v místech nejmenších namáhání, nebo v místech, ve kterých dokážeme výsledným stykem spolehlivě přenést namáhání z jednoho prvku do druhého. Nejčastěji se jedná o místa s nulovými ohybovými momenty. U tohoto způsobu rozdělení vznikne základní část ze sloupů, přerušených v polovině a spojených navzájem průvlakem. Tento způsob je velice nevýhodný z hlediska nutnosti dalších tří jinak tvarově řešených rámových prvků. Toto rozměrové rozlišení lze odstranit přemístěním kloubového uložení z poloviny sloupu do paty sloupu. Tímto srovnáme všechny dílce do jedné výšky, a pokud se budou nacházet v podlaží se stejnou konstrukční výškou, dostaneme pouze jeden tvar dílce.

Další možnost, jak provést rozdělení rámu je oddělit sloupy mezi sebou průběžnými průvlakami. Ty zde mohou být stykovány nad sloupy, nebo mezi sloupy. Průvlakami mohou probíhat a stykovat se s protiběžným průvlakem, nebo vytvořit po stranách sloupu konzoly, na kterých bude uložen průvlak jako vložené pole. S vložením průběžného průvlaku pod sloupy vzniká za pomoci svislých sil jdoucích ze sloupů takový tuhý styk, který je natolik tuhý, že taková to konstrukce je dostatečně stabilní a nepotřebuje další ztužení v horizontální rovině. Takto vyrobené prvky jsou méně složité na výrobu a vhodné k hromadné průmyslové produkci. Jdou lépe přepravovat a smontovat. Takovýto způsob u nás patří mezi nejrozšířenější. [1, str. 246,248]

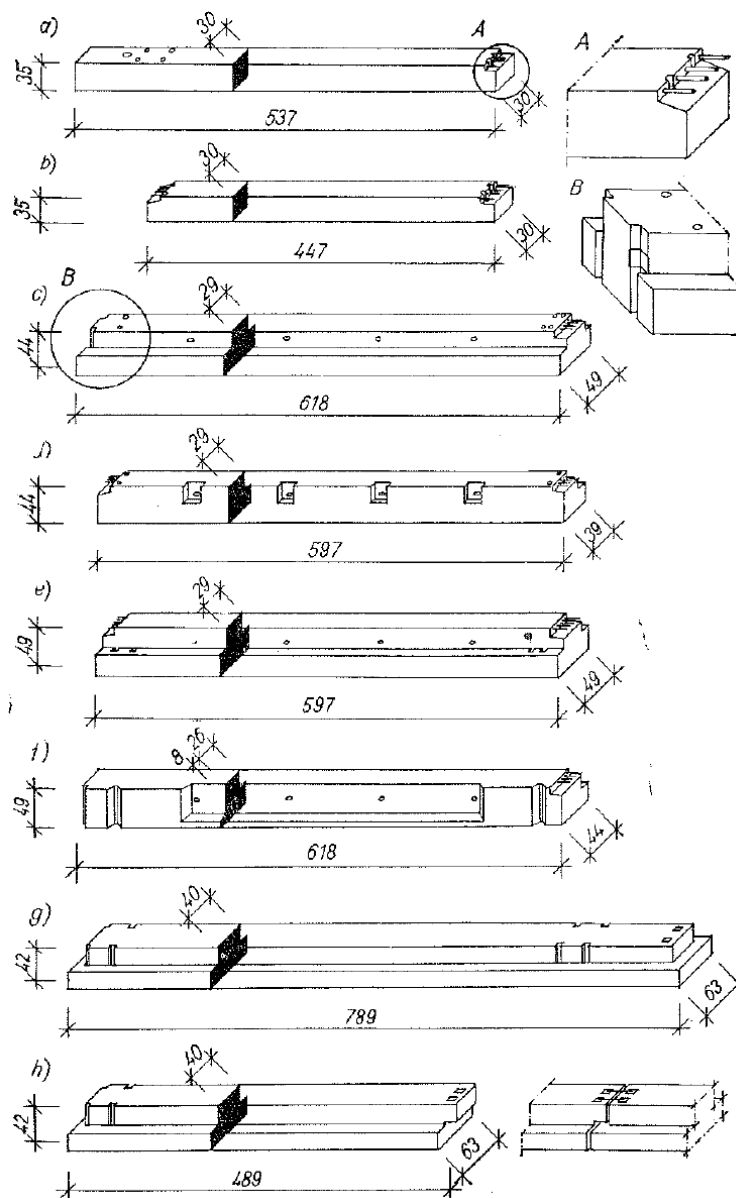
## 4.2 Průvlak

Průvlak rozlišujeme tyčové a plošné. Jejich tvar se odvíjí od typu styku průvlaku se stropním panelem viz obr. 7. Průřez průvlaku, který můžeme navrhnout jako nejjednodušší, je průvlak s obdélníkovým průřezem, na který jsou shora ukládány stropní panely. U tohoto provedení je nevýhoda zespodu viditelný průvlak a celková výška průvlaku s deskou, kdy je snižována světlá výška v místě průvlaku. Snižování výšky a omezení vyčnívání průvlaku pod pohled lze dosáhnout, pokud bude stropní panel zapuštěn do výšky průvlaku. Nebude se tedy osazovat shora na průvlak, ale z boku na přírubu průvlaku. Vnitřní průvlak tak dostávají tvar obráceného T, nebo L. Z důvodu snížení výšky průvlaku, je nutné pro zajištění přenosu zatížení průvlak navrhovat s větší šířkou. Pokud z důvodu velkého rozponu musí být navržený průvlak o takové velikosti, že jeho hmotnost přesahuje maximální nosnost jeřábu, musí být průvlak složený z prefabrikované spodní části a horní monolitické, kde zespodu pro spřažení a zajištění spolupůsobení obou částí vyčnívá výztuž, která se po uložení horní výztuže zalije betonem. Pokud toto řešení nevyhovuje, řeší se průvlak jen jako tenkostěnná konstrukce tvořící ztracené bednění. [1, str. 251]



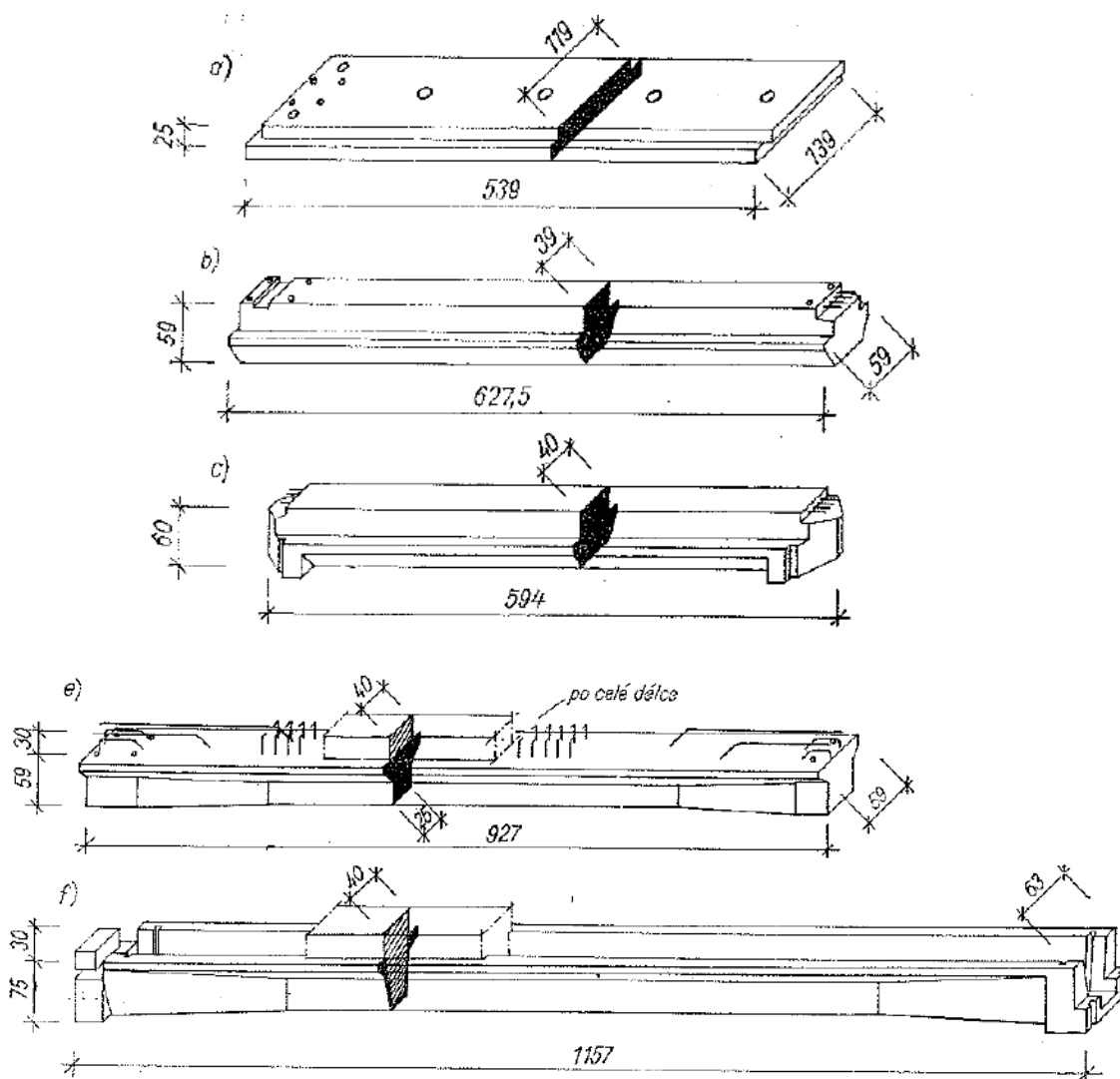
Obrázek 7: Vliv uložení stropních panelů na průřezy průvlaků  
Zdroj:[1, str. 250]

Na obrázku 8 jsou vidět tvary průvlaků: a, b) obdélníkový průvlak skeletu Průmstav.n.p., Praha, c, d) vnitřní koncový a obvodový průvlak typového skeletu STÚ s moduly 600x (600+30) cm, e, f) vnitřní a obvodový koncový průvlak typového skeletu T-MS-66(STÚ), g, h) koncový průvlak s konzolou a koncový vložený průvlak lehkého skeletu z národního podniku Konstruktiva.



Obrázek 8: Tvary průvlaků 1. část  
Zdroj: [1, str. 252]

Na obrázku 9 je tvar průvlaku: a) ploché krajní překlady skeletu MS-71, Pozemní stavby, n.p., České Budějovice, b) vnitřní koncový průvlak typového průmyslového skeletu T-PMS-67(STÚ), c) průvlak obousměrného křížového skeletu z národního podniku Konstruktiva, d) průvlak pro skelet s průběžnými sloupy, e) sprážený koncový průvlak typového průmyslového skeletu T-PMS-67(STÚ), f) sprážený koncový průvlak skeletu z národního podniku Konstruktiva.

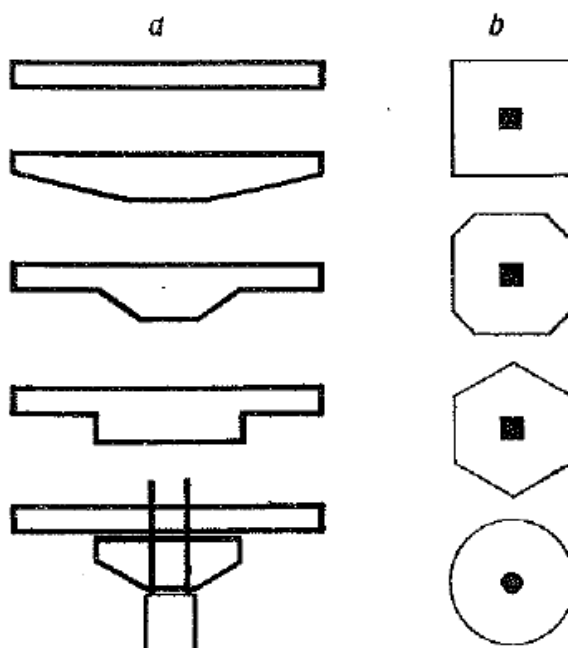


Obrázek 9: Tvary průvlaků 2. část  
Zdroj [1, str. 253]

### 4.3 Hlavice

Hlavice jsou železobetonové plošné konstrukce uložené na sloupech. Mají čtvercový, obdélníkový nebo kruhový tvar viz. obr. 9 a přenáší do sloupu všechno zatížení jdoucí ze stropních desek a průvlaků. Desky jsou plnostěnného průřezu z důvodu velkého zatížení a jejich malé tloušťky. Pokud to podhledy dovolují, mohou být hlavice opatřeny náběhy. Hlavice může mít větší výšku a snadněji se tu provádí ozub, na který jsou průvlaky lépe osazovány. Pokud je požadavek rovných

podhledů, je nutné, aby hlavice měla stejnou tloušťku jako průvlak a stropní deska. Zde je uložení stropních desek na průvlak pomocí ozubů a taktéž průvlak je na hlavici. [1]



Obrázek 10: Tvary hlavice  
Zdroj: [1, str.258]

#### 4.4 Sloupy

Sloupy u montovaných skeletů mají subtilní tvary. Po výšce objektu jsou stejného průřezu i přesto, že horní méně zatížené sloupy budou předimenzované. Toto řešení je z důvodu omezení tvarových variant a zjednodušení systému. Při změnách průřezů by musely být vyřešeny přechody mezi jednotlivými průřezy, a tím by se celé řešení zkomplikovalo. Sloupy jsou nejvíce zastoupeny se čtvercovými a obdélníkovými průřezy. Výška sloupu závisí na řešení styků s vodorovnými konstrukcemi. U průběžných průvlaků je výška sloupu dána světlou výškou podlaží, pokud jsou průvlakové srovnány s výškou stropních desek z důvodů rovných podhledů. V případě, že tomu tak není, je výška sloupu oproti světlé výšce podlaží zkrácena o výšku průvlaků. Obdélníkové sloupy se mohou používat

u průvlaků pnutých jedním směrem, kde delší strana je vždy ve stejném směru jako průvlak. U křížem pnutých průvlaků se navrhuje vždy obdélníkové sloupky. Ukotvení sloupů do patek je možné provést dvěma způsoby. U prvního způsobu je styk proveden stejným způsobem, jako styk sloupů v horních podlažích, a to navařením botky sloupu na vyčnívající výztuž. Druhý způsob jak ukotvit sloup, je vetknutím do kalichu, kdy je zasunutý sloup zalit betonovou zálivkou

Na průčelní sloupky mohou být dále kladeny, kromě statických, také tepelně izolační požadavky. V místech krajních sloupů by neměly vznikat tepelné mosty. Tento problém je vyřešen, pokud jsou sloupky překryty panely tvořící obvodový plášť, který zajišťuje tepelnou izolaci, a na sloupky nejsou žádné tepelně izolační požadavky kladeny. Pokud ale mají být sloupky v průčelí viditelné a obvodový plášť se nachází mezi sloupky, musí být sloupky z vnější strany dodatečně obloženy tepelnou izolací. [1, str. 260]

## 4.5 Stropní panely

Stropní panely tvoří polovinu objemu betonu horní stavby skeletových soustav. Podle konstrukce se stropní panely rozdělují na:

- Plné panely
- Dutinové panely
- Panely s lehkými vložkami
- Žebrové panely
- Spřažené panely

[1, str. 315]

Plné stropní panely patří mezi nejjednodušší stropní konstrukce. Plné panely se pohybují v tloušťkách od 140 do 150 mm. Tato malá tloušťka neumožňuje větší rozpětí než 4 800 mm a jsou stropy jsou dimenzovány pouze na malá zatížení. Při návrhu větší tloušťky panelu tento návrh přestává být ekonomicky výhodným z důvodů nárůstu hmotnosti, a tím i rozměrů ostatních konstrukcí. [1, str. 322]

#### 4.5.1 Dutinové stropní panely

Dutinové stropní panely se vylehčují dutinami s kruhovými otvory, nebo s velkými oválnými dutinami. Podle požadavku na rozpon jsou navrženy jako železobetonové, nebo pro větší rozpory jako předpjaté. [1, str. 323]

Stropní panely s kruhovými dutinami patřily mezi nejrozšířeněji používané prvky. Mezi důvody velké využitelnosti patří při stejné tloušťce jako u plných panelů jejich poloviční hmotnost. Jejich objemová hmotnost při tloušťce 240 mm vyhovovala požadavkům na šíření hluku v konstrukci. V těchto panelech lze snadno prosekávat otvory v místech dutin a vést dutinami elektroinstalace.

Panely se vyrábějí ve vodorovné poloze a otvory v panelu se vytvářejí zasunutím ocelové trubky nebo šnekovým zařízením.

Předpjaté panely se prováděly předpínáním elektroohřevem, nebo pomocí patentových drátů. U elektroohřevu se do výztuže zavedl elektrický proud, který pruty zahřál na 300 až 350 °C, čímž došlo k prodloužení. Takto prodloužené pruty se ukotvily do opěr a při ochlazování došlo ke zpětnému zkracování a vkládání napětí. Po zabetonování a ztvrdnutí betonu se po odříznutí výztuže vložilo do panelu předpětí. Při předpínání patentovými dráty se ukotví na jedné straně lavice a na druhé se pomocí posuvné lišty natahují. Po dosažení požadovaného napětí se pruty ukotví a po zabetonování a zatvrdnutí betonu dochází k odříznutí prutů.

Stropní dutinové panely nejsou vhodné na bodové podepření, a proto je nutné tyto panely ukládat na stěny, nebo průvlaky, popřípadě hlavice. [1, str. 327,328]

#### 4.5.2 Velkodutinové stropní panely

Velkodutinové stropní panely mají velké ležaté oválné dutiny, které při své šířce zabírají 80% celkové šířky panelu. Výhoda panelu je soustředění materiálu do svislých dutin a do horní desky. Z důvodů větších šířek dutin v panelu je možné provádět větší instalační prostupy. Mezi nevýhody těchto panelů patří nutnost výroby ve svislé poloze, protože ve vodorovné poloze by nedošlo k zatečení betonu



pod dutiny. Výroba ve svislé poloze je náročná a výrobní zařízení velmi složitá.  
[1, str. 327]

#### 4.5.3 Stropní panely s lehkou výplní

Vylehčování panelů bylo prováděno pomocí keramických vložek, které byly svým tvarem přizpůsobeny tak, aby bylo možné provést správné vyztužení betonové části stropního panelu. Obalením keramických vložek dochází ke spolupůsobení keramiky. Hmotnost vylehčených panelů se a dutinových panelů je takřka stejná, v některých případech i menší. Dalším materiálem využívaným k vylehčení je pórabeton. Z důvodu rozdílné pevnosti materiálu a modulu pružnosti nelze u těchto dvou materiálů zajistit spolupůsobení.  
[1, str.327]

#### 4.5.4 Žebrové stropní panely

Tyto panely jsou používány na velké rozpětí. Výhoda této konstrukce spočívá ve vytvoření vysokých tenkých žeber a horní betonové desky. Žebra panelu přenášejí ohyb a horní deska přenáší stálé zatížení od skladby podlah a užitné zatížení. Hmotnost těchto panelů patří mezi nejmenší z uvedených, a proto se používají na velké rozpory. I při zvětšování výšky desky se hmotnost zvětšuje minimálně. Tloušťka horní desky závisí na vzdálenostech mezi žebry. U panelů s krajními žebry je vzdálenost větší, a proto roste i tloušťka desky, a tím hmotnost celého panelu. Při stykování panelů ve tvar TT je plocha, kde dochází ke stykování vedlejších panelů, tak malá, že není schopná sama dostatečně přenést smykové zatížení a je nutné provádět dodatečná opatření, jako například vzájemné přivaření nebo překrytí vyčnívající výztuže. Kromě podélných žeber mohou mít stropní desky také příčná žebra, která zajišťují příčnou tuhost panelu. U předpjatých panelů se z výrobních důvodů tato žebra neprovádějí.  
[1, str. 328,330,332]

#### 4.5.5 Spřažené stropní panely

Spřažené panely jsou tvořené ocelovou příhradovou, nebo plnostěnnou konstrukcí s horní pásem z betonové desky. Pro zvýšení boční tuhosti nosníku a zmenšení rozpětí betonové desky se vytváří prostorová trojúhelníková konstrukce tvořená dvěma rovinami, které jsou vzájemně odkloněny takovým způsobem, že vzniká společný spodní pás a soustava získává v příčném řezu tvar V. Únosnost těchto panelů lze zvyšovat konstrukční výškou panelů při zachování stejné tloušťky horní desky. Prostor mezi příhradovými nosníky lze využít pro vedení instalací. Tyto panely z důvodů viditelné ocelové konstrukce je nutno opatřovat podhledy, které splňují protipožární požadavky. Spřažené stropní panely se ukládají na svojí horní betonovou desku na horní část průvzlaku díky čemuž průvzlaky mohou mít jednoduchý obdélníkový průřez. [1, str. 332]

## 5 Stavební soustava PSO 81

Při návrhu stavební soustavy byla snaha nahlížet na soustavu jako celek a brát v úvahu všechny činnosti. Při tomto pohledu a v daném časovém stádiu byly rozhodující technologie a vlastní návrh konstrukce musel navržené stavební technologie umožňovat.

Ze srovnání stávajícího stavu v bytových a občanských soustavách vyplynuly cíle pro zprogresivnění občanské výstavby. Ze zkušeností z vývoje bytových soustav byly převzaty pozitivní výsledky, zejména progresivních technologií, ke kterým se v bytových stavbách došlo.

Skeletopanelová soustava PSO 81 svým konstrukčním řešením měla splňovat objemové a dispoziční požadavky občanských staveb, a přitom měla uplatňovat všechny rozhodující progresivní technologie. Představovala snahu o komplexní řešení občanských staveb pro hromadnou výstavbu. Svými rozpony stropní konstrukce, užitným zatížením, skladebností příček a možnostmi kombinace stěnové a skeletové konstrukce vyhovovala požadavkům na rozmanitost občanské výstavby.

Jedním z hlavních znaků soustavy PSO-81 je možnost kombinace panelového systému se systémem skeletovým, nebo použití čistě jednoho ze zmíněných systému. Výhoda tohoto řešení spočívá v tom, že lze využít a zkombinovat výhody každého systému. U skeletu je to jeho dispoziční variabilita, kdy nejsme uvnitř dispozice omezeni nosnými stěnami. Můžeme také navrhovat prostory, které svojí velikostí přesahují velikosti jednoho modulu. Výhody panelového systému jsou v jeho ztužení. Panelové stěny, jakožto plošné prvky, mají velikou tuhost ve smyku. Vložením ztužujících stěn do skeletového systému a zajištění spolupůsobení všech částí dochází k zajištění prostorové tuhosti a zamezení deformací od vlivů vnějších účinků zatížení. [9]

## 5.1 Zásady konstrukčně technologického řešení soustavy PSO 81

Mezi zásady konstrukčně technologického řešení patří stopní konstrukce na rozpon 7,5 a 9 m s užitným zatížením  $5,0 \text{ kN/m}^2$  + příčka, nebo  $6,0 + 10,0 \text{ kN/m}^2$ . Konstrukční výška 3,6 m a v technologii skelet využití taktéž konstrukční výšky 4,2 m.

Soustava umožňuje stěnové objekty i skeletové objekty v příčném i podélném směru a jejich kombinaci.

Skeletová konstrukce má největší modulovou síť sloupů  $7,5 \times 9 \text{ m}$  (9,6m), průvlaky tvaru obráceného T tak, že vzniká rovný podhled umožňující prefabrikaci příček.

Povrchové úpravy stropů, stěn a příček jsou řešeny stěrkami.

Při montáži nosné konstrukce v technologii panelové i skeletové se používá nosných svarů.

Elektroinstalace vedené ve svislých dutinách ve stěnových panelech. V případě potřeby se prorazí stropní panel prostředky malé mechanizace tam, kde je instalační otvor potřeba. [9]

## 5.2 Zásady statického řešení

Rámy skeletové konstrukce se řeší jako soustavy s vloženými klouby. Řešení je nutno rozdělit na jednotlivé zatěžovací stavy, které vystihují postup výstavby a způsob zatížení.

### 1. stádium – montážní:

Průvlaky zatěžované vlastní vahou a tíhou stropních panelů působí jako soustava prostých nosníků či nosníků s konzolami. Jsou podpírány sloupy a stabi-

lizovány podpěrnými montážními konstrukcemi. Podpěrné konstrukce se ponechávají do doby zabezpečení tuhosti styčnicků

#### 2. stádium – od stálého zatížení:

Po svaření styků a zatvrdnutí zálivek působí konstrukce jako rám s vloženými klouby. Lze tedy předpokládat, že ostatní stálé zatížení, tj. příčky, podlahy, omítky, podhledy, střešní plášť apod. působí až na zmonolitněnou konstrukci.

#### 3. stádium – od nahodilého zatížení:

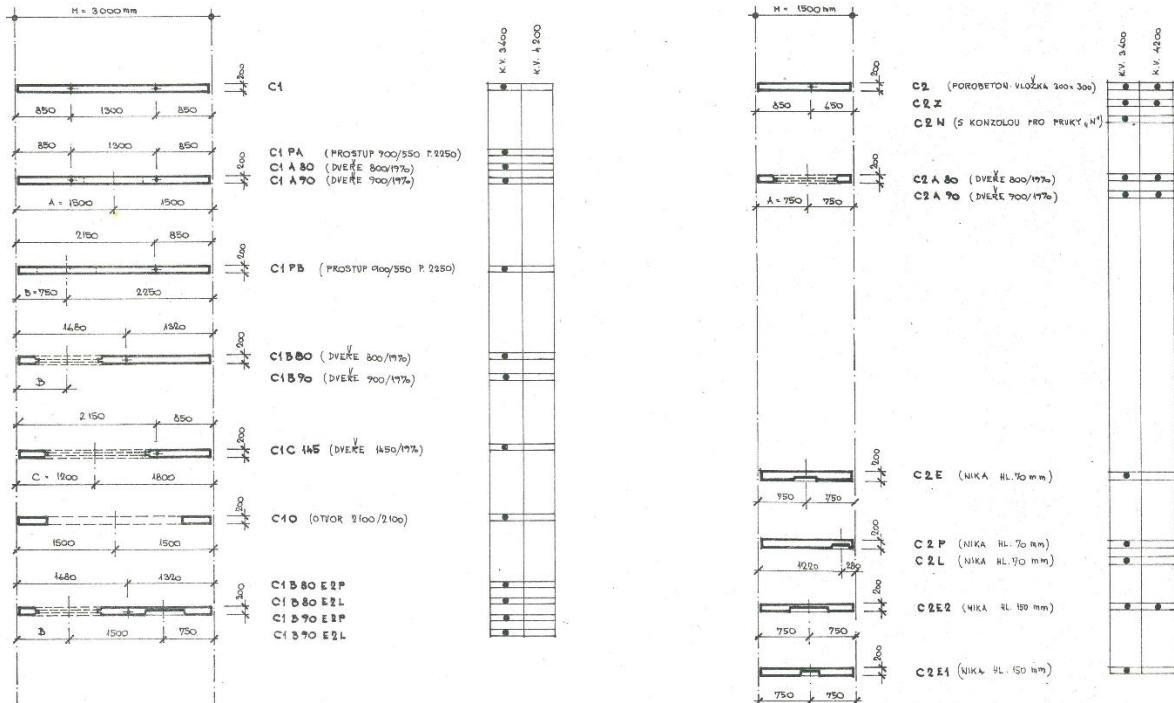
Kromě stálého zatížení, které má dlouhodobé účinky, působí na konstrukci zatížení nahodilé. Rozlišení nahodilých zatížení a dlouhodobých a krátkodobých se uplatňuje u výpočtů průhybů konstrukce apod. [13]

## 5.3 Prvky soustavy PSO 81

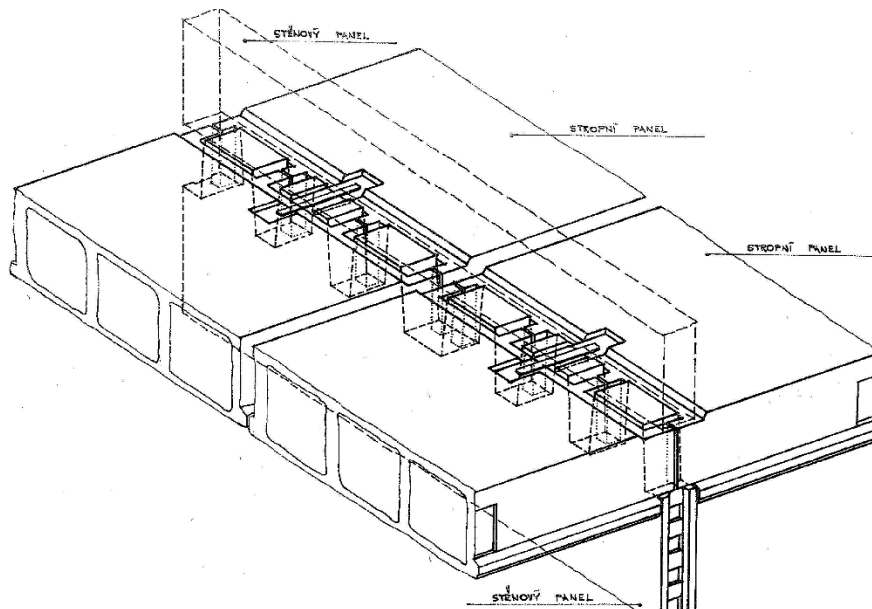
### 5.3.1 Vnitřní nosné stěny

Nosné vnitřní stěnové panely soustavy PSO 81 jsou železobetonové prvky z betonu B 250, tloušťky vnitřních stěn byly vyráběny o rozměru 200 mm. Panely jsou o celkové výšce 3 600 a 4 200 mm. Základní délka panelu je v délce 3 000 mm. Zkrácená verze panelu, která lze použít pouze u výšky 4 200 mm má délku 1 500 mm. Nejpočetněji zastoupené druhy vnitřních stěn jsou v délkách 3000 mm (viz obr.11). Stěny byly vyráběny jako plné stěnové panely, s prostupy pro vedení elektroinstalací, s nikami a otvory pro dveře o průchozích rozměrech 800/1970 mm, 900/1970 mm, 2100/2100 mm a 1450/1970 mm. Horní strany stěn jsou opatřeny zazuběním, které slouží jako kapsy pro uložení úložných konzolek stropních panelů. Po přivaření ocelových plechů mezi stěnovým panelem a stropním panelem a zalitím betonovou zálivkou vzniká tuhý styk umožňující spolupůsobení těchto prvků viz obr. 12. Svislé styky stěn jsou opatřeny ozuby po celé výšce panelu, které napomáhají k přenášení tahových namáhání a vytváření

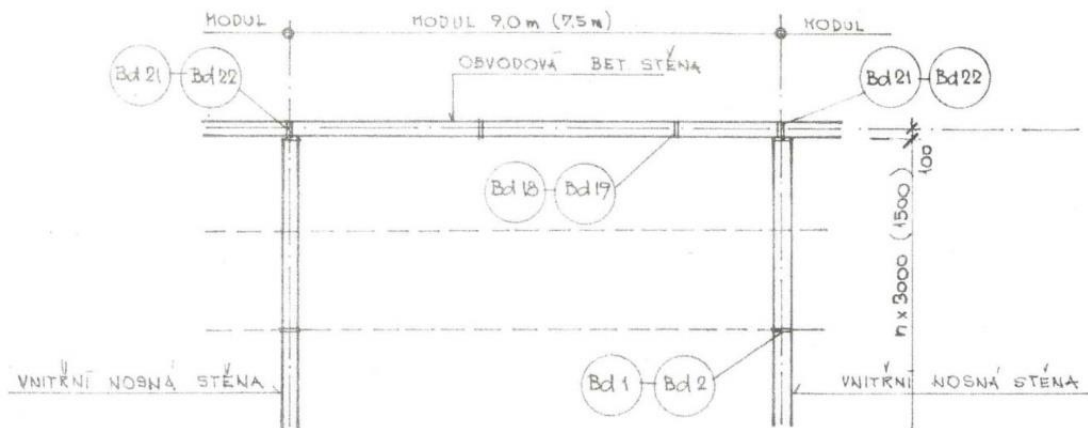
celistvé konstrukce. V případě nutnosti zvýšení tuhosti styku byly do svislých spár mezi stěnami vkládány žebříkové výztuže.



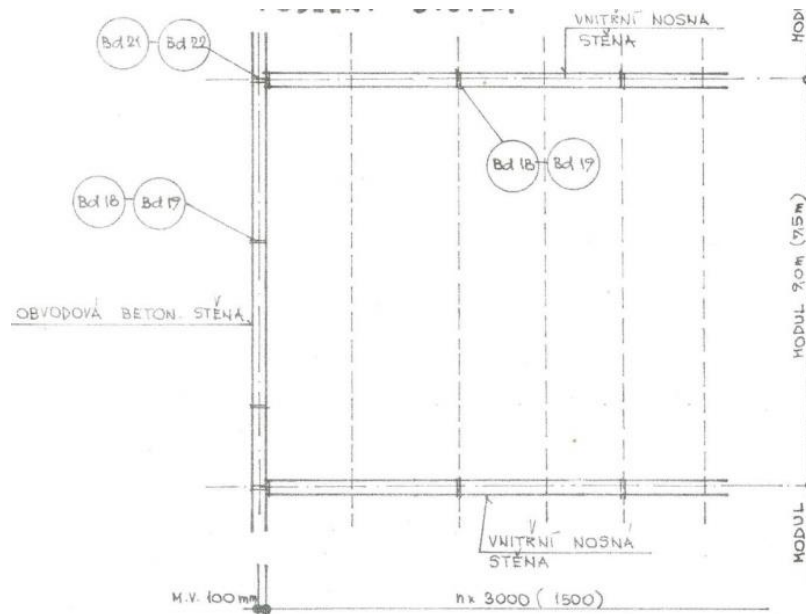
Obrázek 11: Přehled vnitřních nosných stěn  
Zdroj: [11]



Obrázek 12: uložení stropních panelů na vnitřní nosnou stěnu  
Zdroj: [9]



**Obrázek 13: Modulová skladba příčného systému**  
Zdroj: [11]



**Obrázek 14: Modulová skladba podélného systému**  
Zdroj: [11]

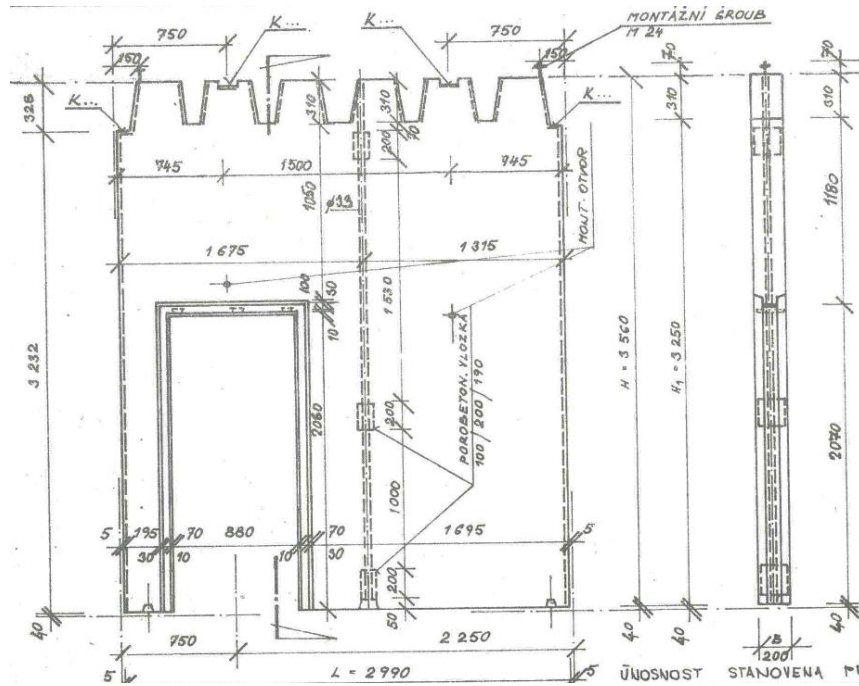
Tab. 2: Ukázka vnitřních nosných stěn

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Vnitřní nosná stěna	3560	200	2990	1,609	3601	3. třída	1086
Vnitřní nosná stěna	3560	200	2990	1,565	3737	3. třída	1340

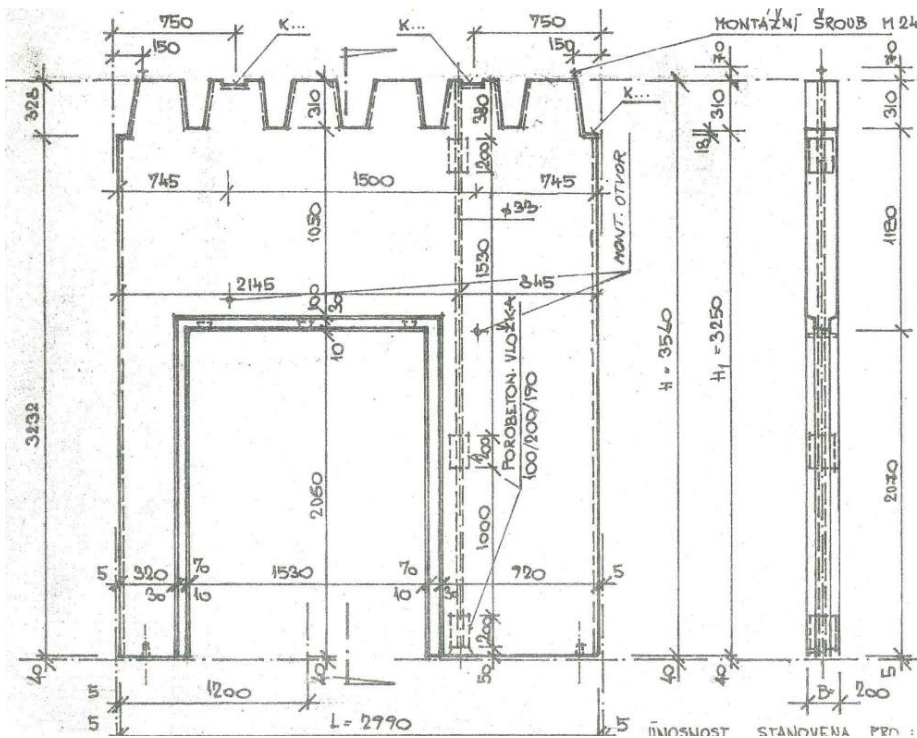


Pokračování Tab. 2

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Vnitřní nosná stěna	3560	200	2990	1,609	3840	3. třída	1463



Vnitřní nosná stěna dveřní	3560	200	2990	1,331	3207	3. třída	951
----------------------------	------	-----	------	-------	------	----------	-----



Pokračování Tab. 2

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m³]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Vnitřní nosná stěna	3560	200	2990	0,974	2397	3. třída	711

Vnitřní nosná stěna s prostupem	3560	200	2990	1.921	4510	3.rřída	1190
---------------------------------	------	-----	------	-------	------	---------	------

Pokračování Tab. 2

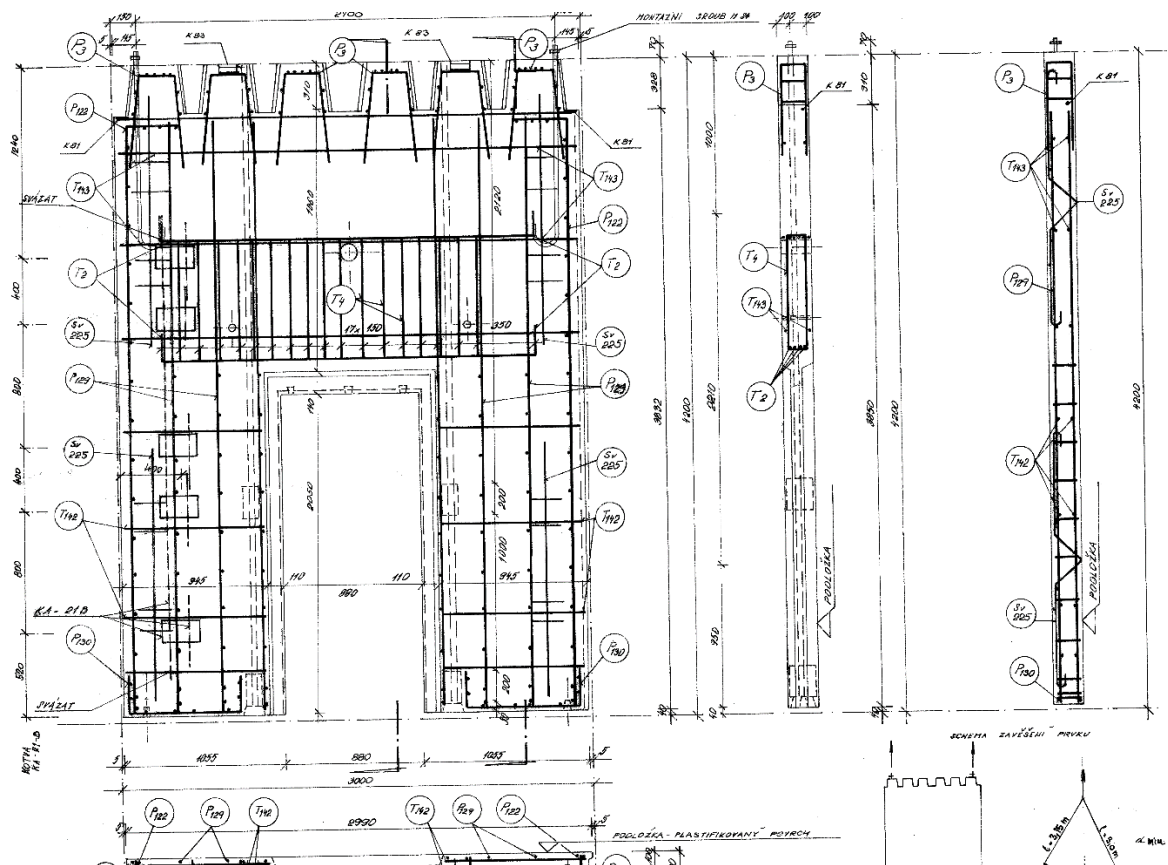
Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Vnitřní nosná stěna s prostupem	3560	200	2990	1,921	4533	3. třída	1393
Vnitřní nosná stěna s dveřní nikou	3560	200	2990	1,264	2041	3. třída	984

Pokračování Tab. 2

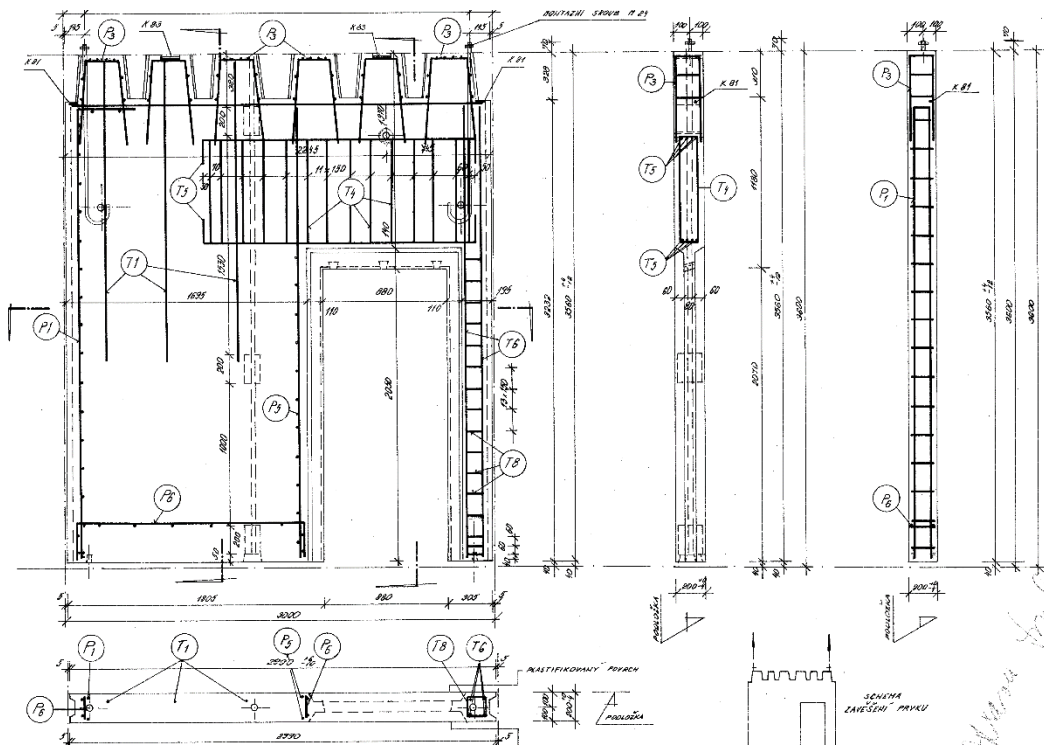
Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Vnitřní nosná stěna s prostupem	3560	200	2990	1,306	3149	3. třída	1107
Vnitřní nosná stěna zesílená	3560	200	1490	0,997	2326	3. třída	951

Zdroj:[8]

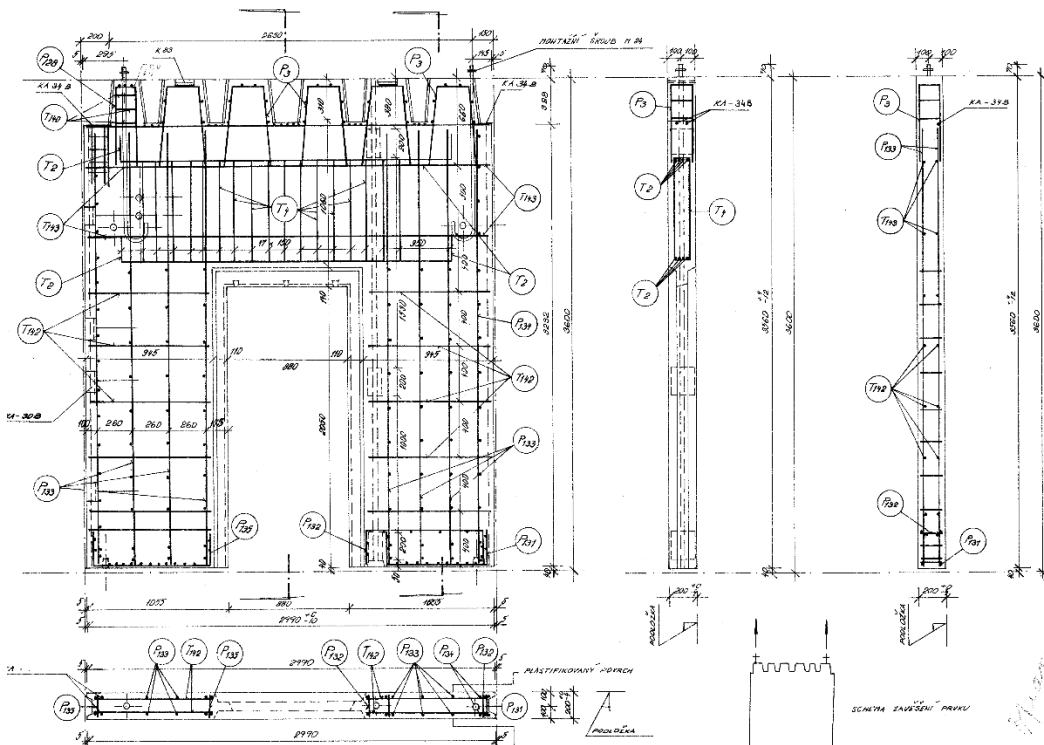
Stěnové panely mají po obvodě lemuující výztuž. Více vyztužené jsou v horní části panelů v místech zazubení. Pokud se v panelu nachází otvor, je silně vyztužené nadpraží otvoru. Více vyztužené jsou také tenčí pilíře v momentě, kdy je otvor umístěn více ke kraji. Při betonáži jsou do panelů umístěny transportní výztuže umožňující zvedání a přepravování panelu. Do horní části zazubení jsou vloženy ocelové desky, ke kterým jsou později přivařeny ostatní prvky. Minimální krytí výztuže je 20 mm. Průměr výztuže se pohybuje od 6 mm do 16 mm. Silná výztuž o průměru 16 a 10 mm se nachází v místě pilířku a nadpraží. Výztuž lemuující obrys panelu, jak po stranách, tak v horní a dolní části je o průměru 10 mm.



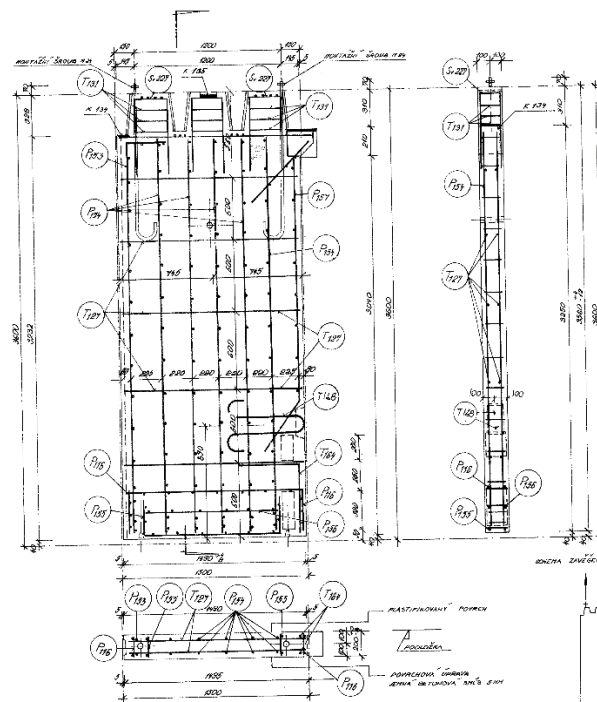
Obrázek 15: Schéma vyztužení vnitřního stěnového panelu  
Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987



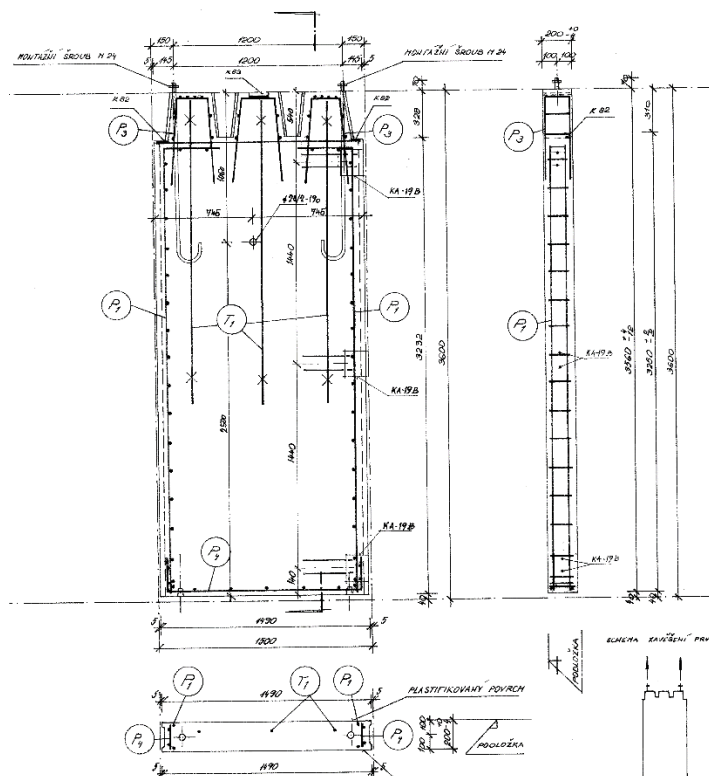
Obrázek 16: Schéma vyztužení vnitřního stěnového panelu s dveřním otvorem při kraji  
Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987



Obrázek 17: Schéma vyztužení vnitřního stěnového panelu s dveřním otvorem uprostřed  
Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987



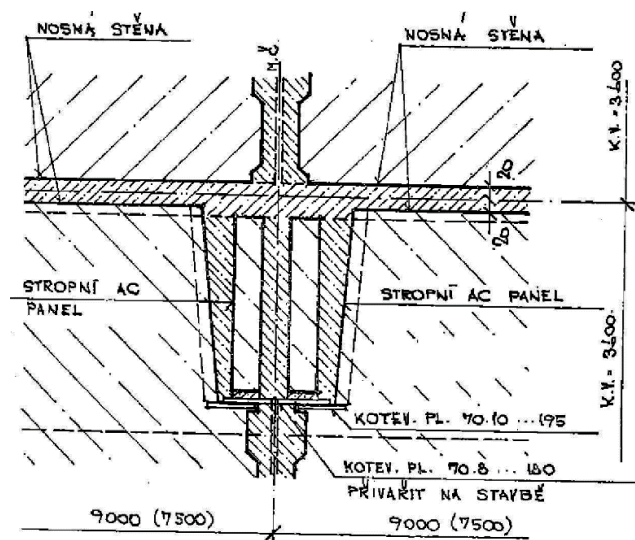
Obrázek 18: Schéma vyztužení vnitřního stěnového panelu s konzolí  
Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987



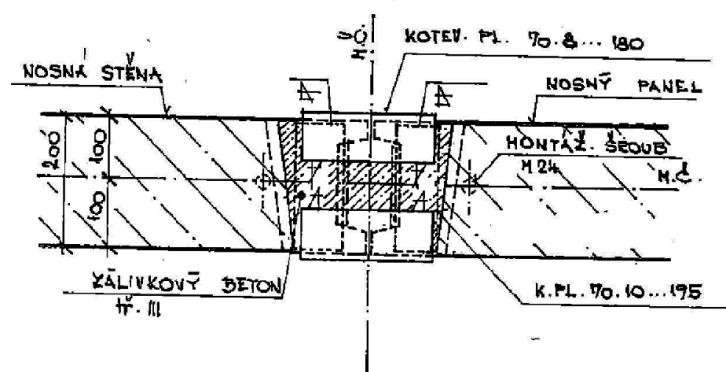
Obrázek 19: Schéma vyztužení vnitřního stěnového panelu zkrácený  
Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987

Stykování jednotlivých panelů je provedeno zalitím betonovou zálivkou svislých dutin s vloženou výztuží a přivařením ocelových destiček v horní části stěnového panelu.

Při osazování úložných konzolek stropních panelů do kapes ve stěně se vytvoří zámek, kdy po zalití betonové zálivky a přivaření ocelových destiček dojde k tuhému spojení. Stěnové panely jsou vyrovnány do správné polohy pomocí rektifikačních šroubů a podlité betonovou zálivkou.



Obrázek 20: Svislý řez styku stěna – stěna  
Zdroj: [9]

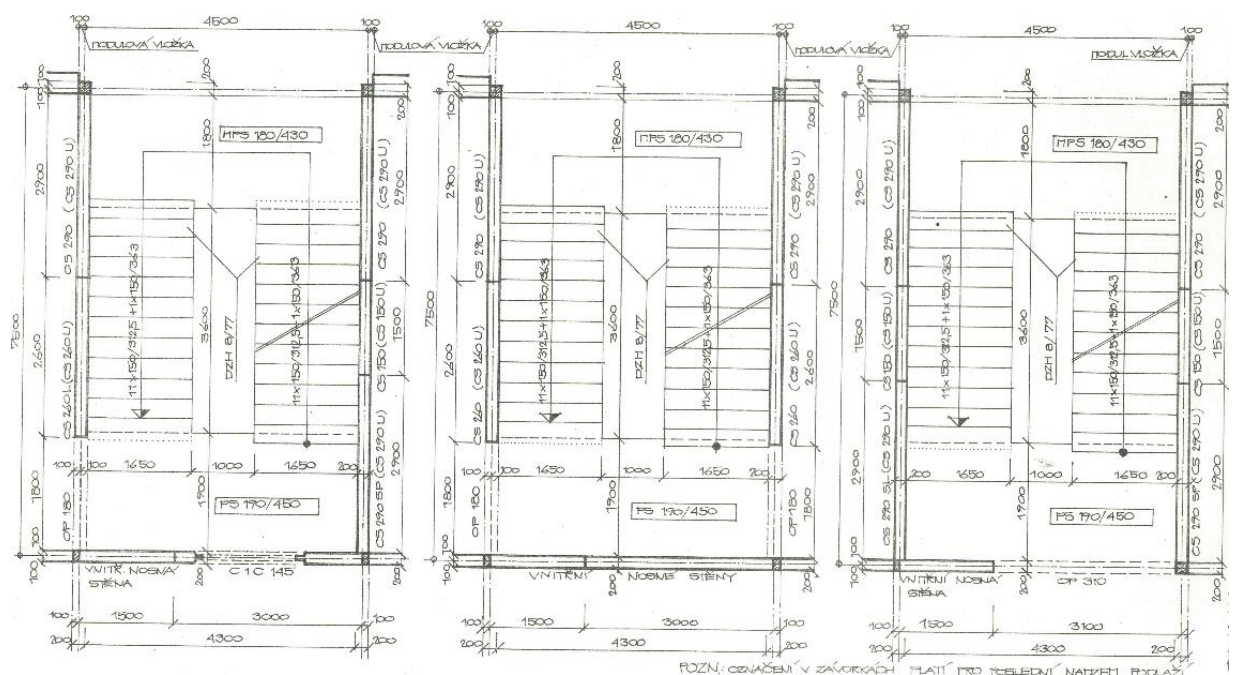


Obrázek 21: Půdorys napojení stěna – stěna  
Zdroj: [9]



### 5.3.2 Nosné stěny schodišťové

Schodišťové nosné stěny se nacházejí při bočních stranách schodiště a umožňují uložení podest, na které jsou dále uložena schodišťová ramena. Vyráběly se v tloušťce 200 mm. Používány byly v závislosti na použitém schodišťovém modulu a podle krajního, nebo vnitřního umístění. Pokud se jedná o vnější stěnu, jsou použity sendvičové panely, které jsou oproti vnitřní stěně doplněny o vnitřní vrstvu tepelné izolace a vnější pohledovou betonovou vrstvu.



Obrázek 22: Skladba schodiště v modulu 4,5x7,5 m

Zdroj: [11]

Tab. 3: Ukázka prvků schodišťových stěn

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Schodišťový prvek stěnový	3560	200	1490	1,026	2450	3. třída	-
Schodišťový prvek snížený	3560	200	1490	0,976	2340	3. třída	-

**Pokračování Tab.3**

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Schodišťový stěnový ukončující	3130	200	1490	0,902	2157	3. třída	-
Schodišťový prvek stěnový	3560	200	2590	1,019	4327	3. třída	-

**Pokračování Tab.3**

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Schodišťový stěnový ukončující	3130	200	2590	1,605	3921	3. třída	-
Schodišťový stěnový snížený pravý	3560	200	2890	1,945	4603	3. třída	-

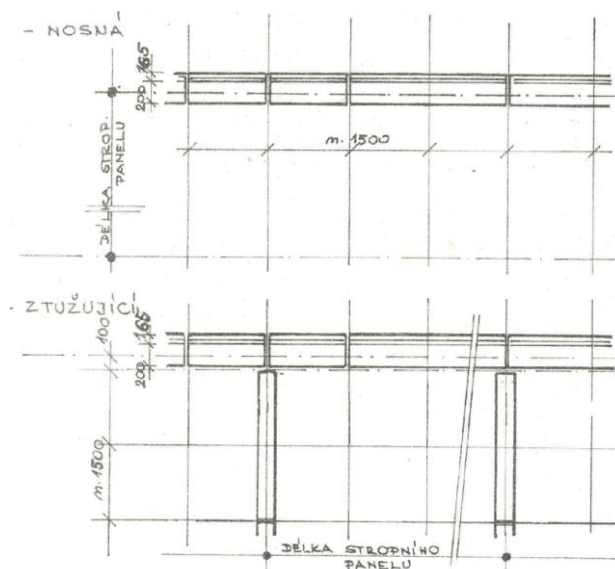
Pokračování Tab.3

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Schodišťová sendvičová stěna	3720	365	1990	2,568	4763	3. třída	-
Schodišťová sendvičová stěna snížená	3720	365	1490	1,895	3509	3. třída	-

Zdroj: [8]

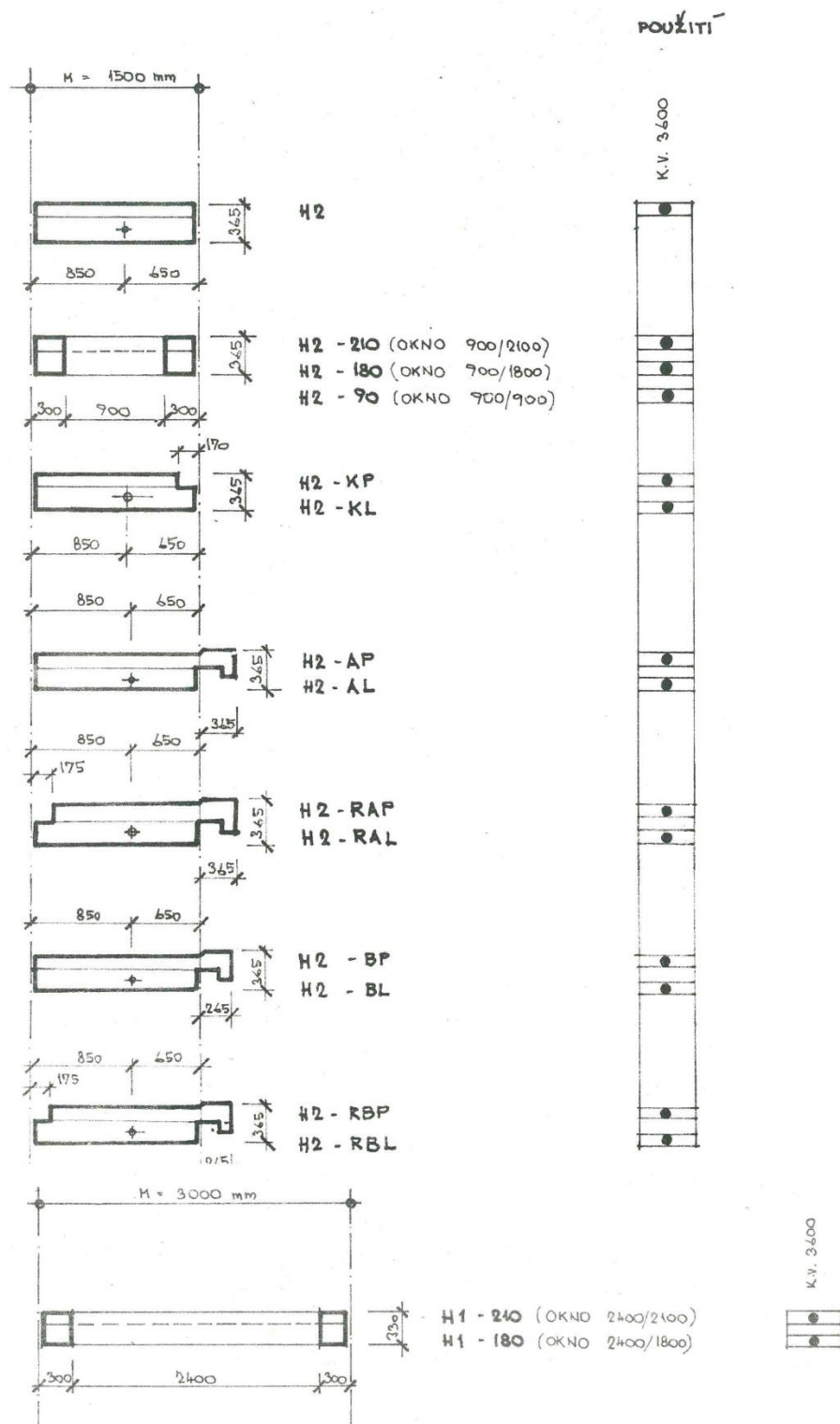
### 5.3.3 Nosné sendvičové štítové panely

Nosné sendvičové štítové panely jsou složeny ze tří částí. Celková tloušťka panelu je 365 mm. První část nacházející se na interiérové straně tvoří nosná železobetonová stěna z betonu B 250, 3. třídy. Hlavní nosná část má tloušťku 200 mm. Prostřední část tvoří tepelná izolace o tloušťce 80 mm. Přes tepelnou izolaci do nosné stěny je kotvená 3. část, která tvoří vnější plášť panelu. Pohledová část panelu je profilovaná. Vnější část je tvořena moniérkou v tloušťce 80 mm. Sendvičové panely se ukládaly na celou výšku podlaží. Výška panelu byla 3720 mm a štítové panely se daly použít pouze na konstrukční výšku 3 600 mm. Délka jednotlivých panelů se prováděla v délce 3 000 mm a 1 500 mm. Panely se vyráběly plnostěnné a s otvory pro okna. Největší otvor, který byl k dispozici byl o rozměru 2400/2100 mm a 2400/1800 mm, ostatní menší okenní otvory byly o velikosti 900/2100, 900/1800, 900/900 mm. Sendvičové panely mohou mít dvě funkce viz obr. 23. První funkce je nosná, tento případ nastane, pokud jsou stropní panely uloženy na sendvičové stěně. Druhá funkce je ztužující. K tomu dochází, pokud jsou sendvičové panely uloženo kolmo k nosným stěnám, na kterých jsou uloženy stropní panely.



Obrázek 23: Funkce stěny – půdorys

Zdroj: [11]



Obrázek 24: přehled štítových sendvičových panelů  
 Zdroj: [11]

**Tab. 4: Ukázka štitových sendvičových stěn**

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m³]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Štitová sendvičová stěna	3720	365	2990	1,960	3675	3. třída	780
Štitová sendvičová stěna	3720	365	1490	1,843	3457	3. třída	630



Pokračování Tab.4

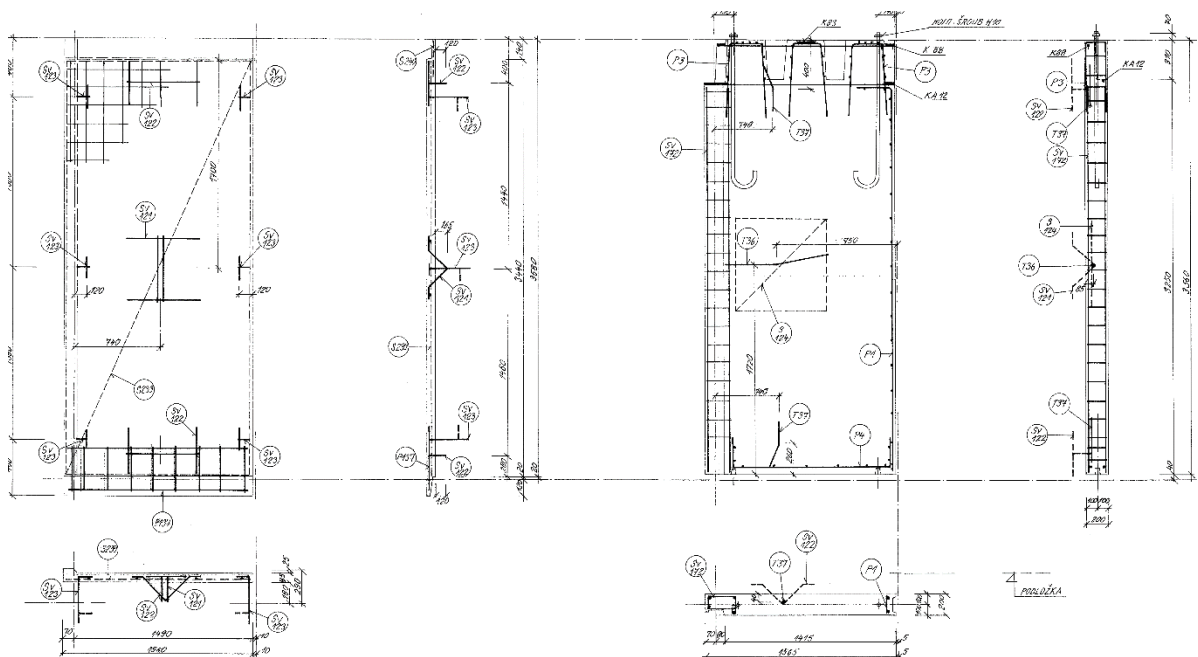
Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Štítová sendvičová stěna rohová, pravá	3720	365	1860	2,160	3864	3. třída	1363
Štítová sendvičová stěna koutová, pravá	3720	365	1490	1,749	3240	3. třída	1365

**Pokračování Tab.4**

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Štitová sendvičová stěna s oknem 90/180	3720	365	1490	1,285	2412	3. třída	630
Štitová sendvičová stěna s oknem 90/90	3720	365	1490	1,581	2951	3.rřída	630

Zdroj: [8]

Štítové sendvičové stěny mají po obvodě lemující výztuž. Více vyztužené jsou v horní části panelů v místech výřezů. Při betonáži jsou do panelů vloženy transportní výztuže umožňující zvedání a přepravování panelu. Do horní části výřezů jsou vloženy ocelové desky, ke kterým jsou později přivařeny ocelové desky spojující stěnový panel se stropním panelem. Minimální krytí výztuže je 20 mm. Průměr výztuže se pohybuje od 16 mm do 6 mm. Výztuž lemující obrys panelu, jak po stranách, tak v horní a dolní části, je průměru 10 mm. Exteriérová betonová část je s železobetonovou nosnou částí propojena výztuž jdoucí skrz tepelnou izolaci. Výztuž umožňující spojení těchto částí je o průměru 16 mm. Venkovní betonová část je vyztužena rabitzovým pletivem.



**Obrázek 25: Schéma výztuže štítového panelu**  
**Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987**



ocelových destiček. Stěnové panely jsou vyrovnány do správné polohy pomocí rektifikačních šroubů vyčnívajících z panelů. Na takto vyčnívající šrouby se osadí horní panel s dostatečnou mezerou mezi panely umožňující rektifikaci. Po vyrovnání se vzniklá mezera doleje zálivkovým betonem. Při osazení dvou štítových sendvičových panelů na sebe vzniká mezi tepelnou izolací a exteriérovou betonovou částí mezera s horizontálním průběhem, která je vyplněna v úrovni tepelné izolace těsnícím provazem vloženým do spáry při montáži. Na tento provazec navazuje těsnící profil o průměru 30 mm z mikroporézní pryže. Při spojení sousedních panelů stejného podlaží vzniká mezi panely svislá spára. Ochrana tepelné izolace proti pronikání vlhkosti je řešena vložením chloroprenového pásku o rozměru 40/10 mm do spáry u exteriérového líce panelu. Interiérová svislá spára mezi panely je zatřena maltou.

#### 5.3.4 Atiky

Atikové panely byly vyráběny ze železobetonu 3. třídy B 250. Atikový panel má celkovou tloušťku 250 mm. Celková výška včetně přetažení spodní části atiky přes sendvičový stěnový panel je 1050 mm. Délka jednotlivých atikových panelů byla vyráběna v délce 1,5 m, 2,6 m, 2,9 m, 3 m, 4,5 m. Atiky se rozlišují podle umístění. Byly navrženy atikové pásy rohové pravé a levé, koutové pravé a levé a atiky řadové. Atikové panely mají u spodního líce vloženou tepelnou izolaci z polystyrénu tl. 100 mm, která navazuje na svislou vrstvu tepelné izolace v sendvičovém panelu a vodorovnou tepelnou izolaci ve skladbě dvouplášťové střechy. Do atikového pásu byly provedeny obdélníkové otvory o výšce 170-180 mm a šířce 25-35 mm. Otvory v atice slouží k provětrávání vzduchové mezery ve dvouplášťové střeše. Atikové panely jsou stejně jako stěny ukládány na rektifikační šrouby. Zadní část atiky je přivařena pomocí ocelové konzole k ocelovému sloupku přivařeného k ocelové desce, která je součástí stropního panelu viz detail.

Hlavní vodorovná nosná výztuž v horní a spodní části atiky je o průměru 8 mm. Třmínky, které jsou v rozestupu po 300 mm od sebe jsou průměru 8 mm. Výztuž vytažená do spodního nosu atiky je z výztuže průměru 6 mm s rozestupy 300 mm od sebe. V každém atikovém panelu se nachází dvě montážní oka z výztuže průměru 12 mm.

Osazení atiky na štítový sendvičový panel se provádí na vyčnívající rektifikační šrouby ze spodního stěnového panelu. V místě umístěných ocelových destiček ve štítovém sendvičovém panelu, stropního panelu a atiky se kotvení provádí pomocí ocelové konzoly, která je ke všem těmto prvkům přivařena. V místě ocelové konzoly je přerušena vrstva tepelné izolace a po osazení dílce je nutné tyto místa doplnit o tepelnou izolaci. Vzniklá mezera mezi atikou a stěnou se podlévá betonovou zálivkou. Horizontální spára mezi atikou a stěnou v místě průběhu svislé tepelné izolace se vyplňuje těsnícím provazcem a pryžovým profilem o průměru 30 mm.

Tab. 5: Ukázka atikových dílců

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Atika řadová	1050	385	4480	-	-	3. třída	-
Atika koutová	1050	385	2880	-	-	3. třída	-
Atika rohová	1050	385	1675	-	-	3. třída	-





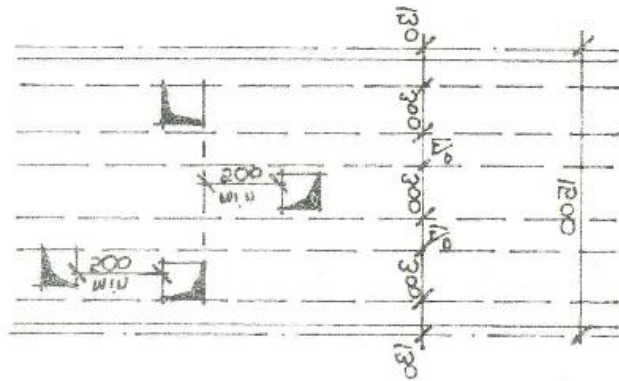
### 5.3.5 Stropní panely

Stropní panely soustavy PSO-81 byly navrženy jako železobetonové dutinové panely. Byly ukládány na modul délky 9 a 7,5 m. Šířka panelu byla 1500 mm a výška 400 mm. Rozlišují se panely normální, zesílené a kotevní viz. Tab. Mezi panely používány na stejný modul, se nacházely rozdíly v délkách, dle místa zabudování v konstrukci. Používaly se 3 druhy rozměrů. Nejdelší panel byl používán v čistě panelové výstavbě, kde měl při každé podpoře nosnou stěnu. Střední rozměr měl krajní panel, kdy jednou stranou ležel na štítové nosné stěně a druhou stranou byl uložen na průvlaku. Nejkratší délku měl panel uložený oboustranně na průvlacích. Krajní čela panelu byla opatřena úložnými konzolkami. Panely se ukládaly takovým způsobem, aby tyto konzolky zapadaly do kapes v průvlacích a stěnách a tvořily společným spojením těchto částí zámek. Boky panelů byly opatřeny kapsami, které po zalití betonovou zálivkou tvořili tuhou stropní tabuli.

Panely obsahovaly 3 dutiny, které v nutnosti provedení prostupů bylo možné provrtat při dodržení daných zásad záviselých na rozměru otvoru. Dovolené byly otvory 200x200 mm a 300x300 mm.

Pro otvory 200x200 mm platí: viz obr. 30

- Maximální množství v 1 panelu je 5 otvorů.
- Minimální vzdálenost v podélném směru mezi otvory je 500 mm.
- Minimální vzdálenost v příčném směru mezi otvory je 170 mm.

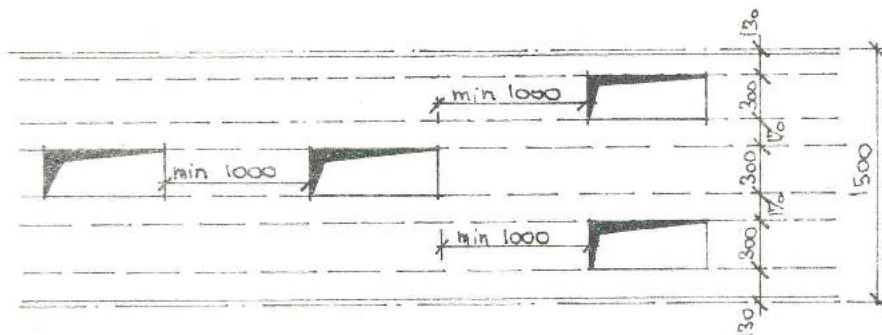


Obrázek 29: Ukázka možného rozmístění otvorů 200x200 mm  
Zdroj: [11]

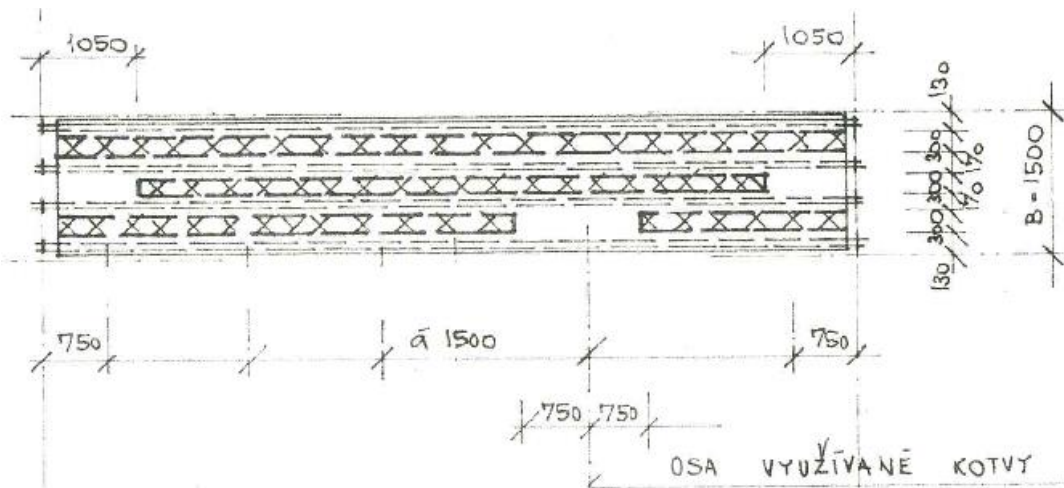
Pro otvory 300x300 mm platí: viz obr. 31

- Do jedné dutiny mohou být umístěné pouze dva otvory.
- Minimální vzdálenost otvorů je 1000 mm.
- Otvory nesmí být umístěny vedle sebe v dutinách.
- Při každém použití je nutný statický posudek.

Otvory se nesmí používat v místech zabudovaných ocelových desk viz obr. 32



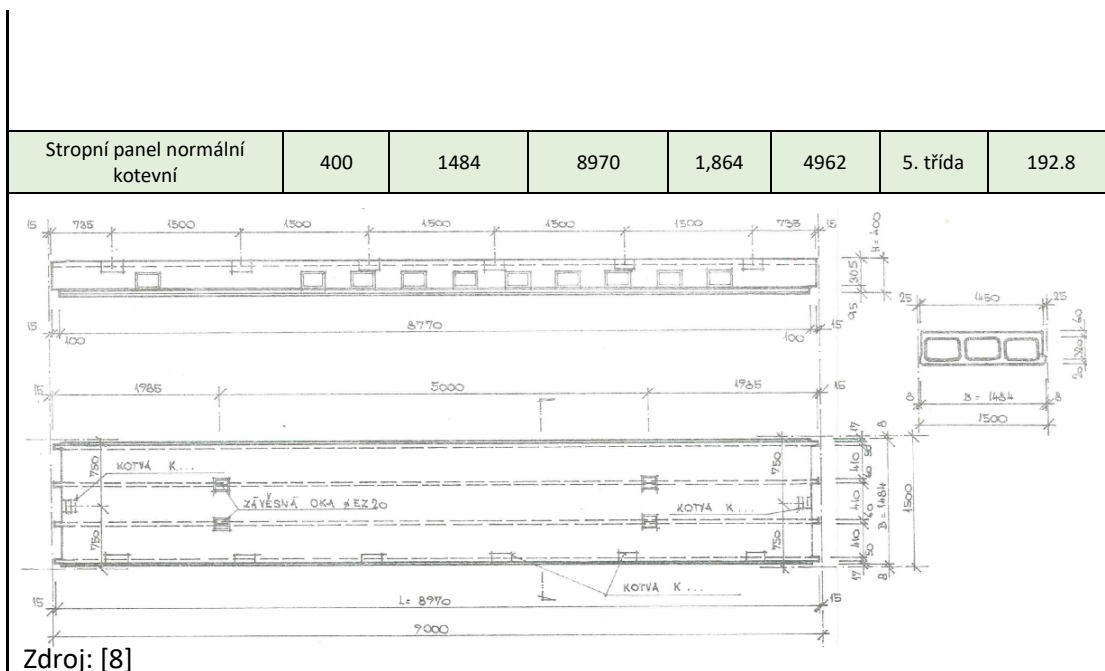
Obrázek 30: Umístění otvorů pro otvor 300x300mm  
Zdroj: [11]



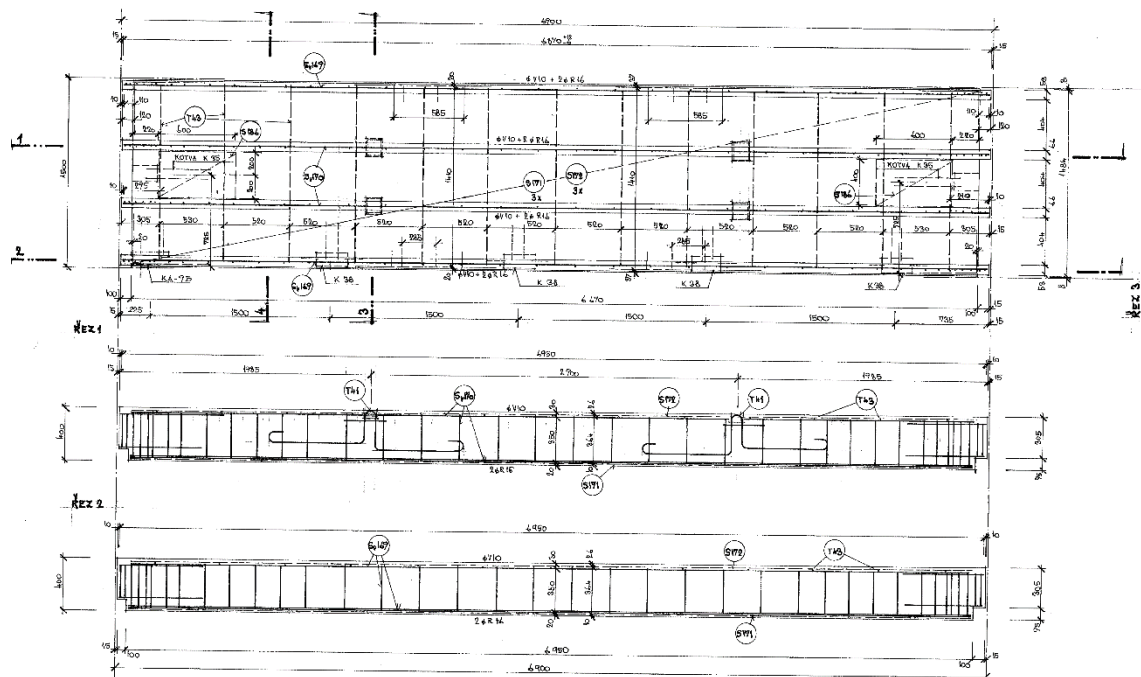
Obrázek 31: Možné umístění otvorů  
Zdroj: [11]

Tab. 6: Ukázka stropních panelů

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Stropní panel normální	400	1484	5970	1,864	4901	5. třída	192,8
Stropní panel normální, kracený	400	1484	8370	1,736	4534	5. třída	158,4

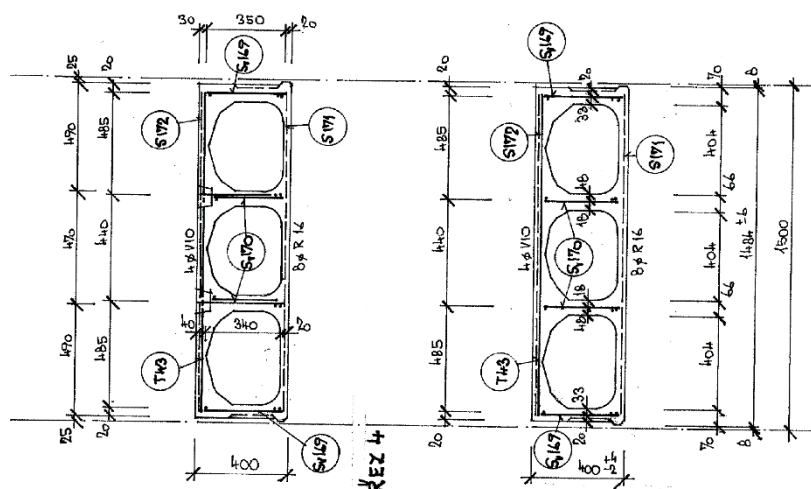


Pro stropní panely byl použit beton 5. třídy s minimálním krytí výztuže 20 mm. Při spodním a horním líci panelu jsou použité výztužné sítě s oky 100x100 mm a průměru prutů 4 mm. Hlavní nosná výztuž u spodního líce panelu v podélném směru umístěná v místě žebra je provedená ze dvou prutů o průměru 20 mm.



Obrázek 32: Výkres výztuže-půdorys, podélný řez

Zdroj: [19] Výrobní dokumentace 1987

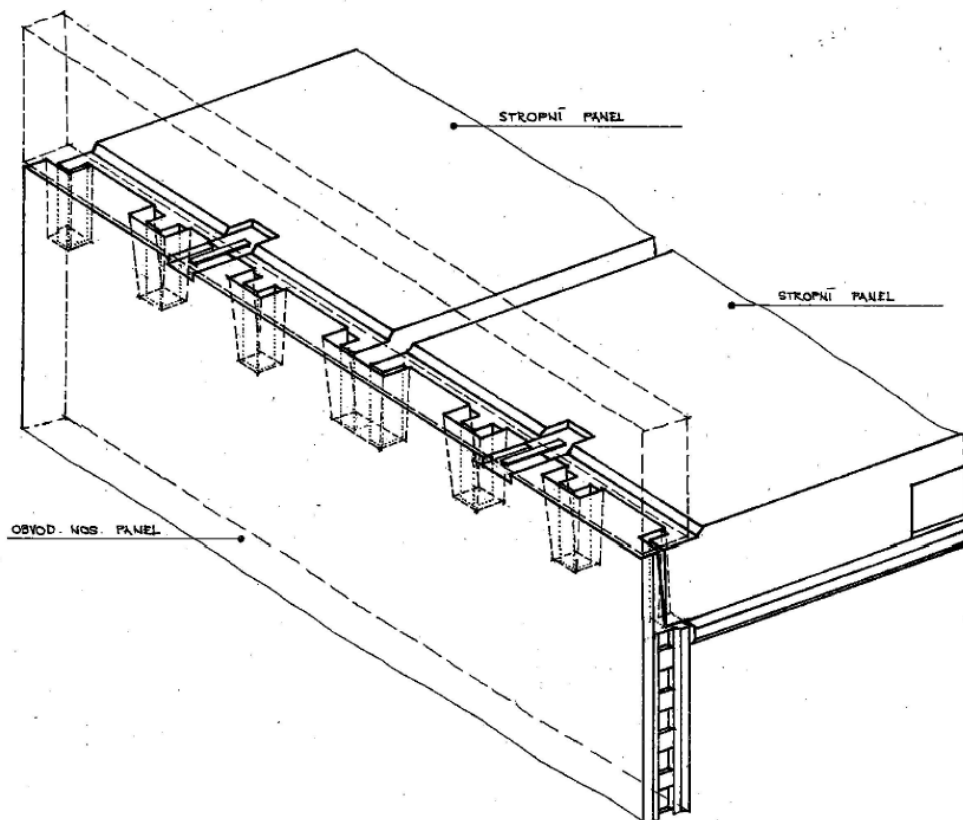


Obrázek 33: Výkres výztuže-příčné řezu

Zdroj: [19] Výrobní dokumentace 1987

Při uložení stropních panelů se vzniklé mezery mezi panely zalívají betonovou zálivkou. Panely jsou na bocích opatřené kapsami, které po zalití umožňují pevnější spojení panelů mezi sebou a vytváří tak tuhou stropní desku. Panely uložené na průvlacích nebo stěnách jsou vybavené kotvícími deskami. Tyto desky se nachá-

zejí na stejných místech taktéž na průvlaku a stěně. K těmto deskám se přivařuje přiložená ocelová deska vytvářející tuhé spojení.

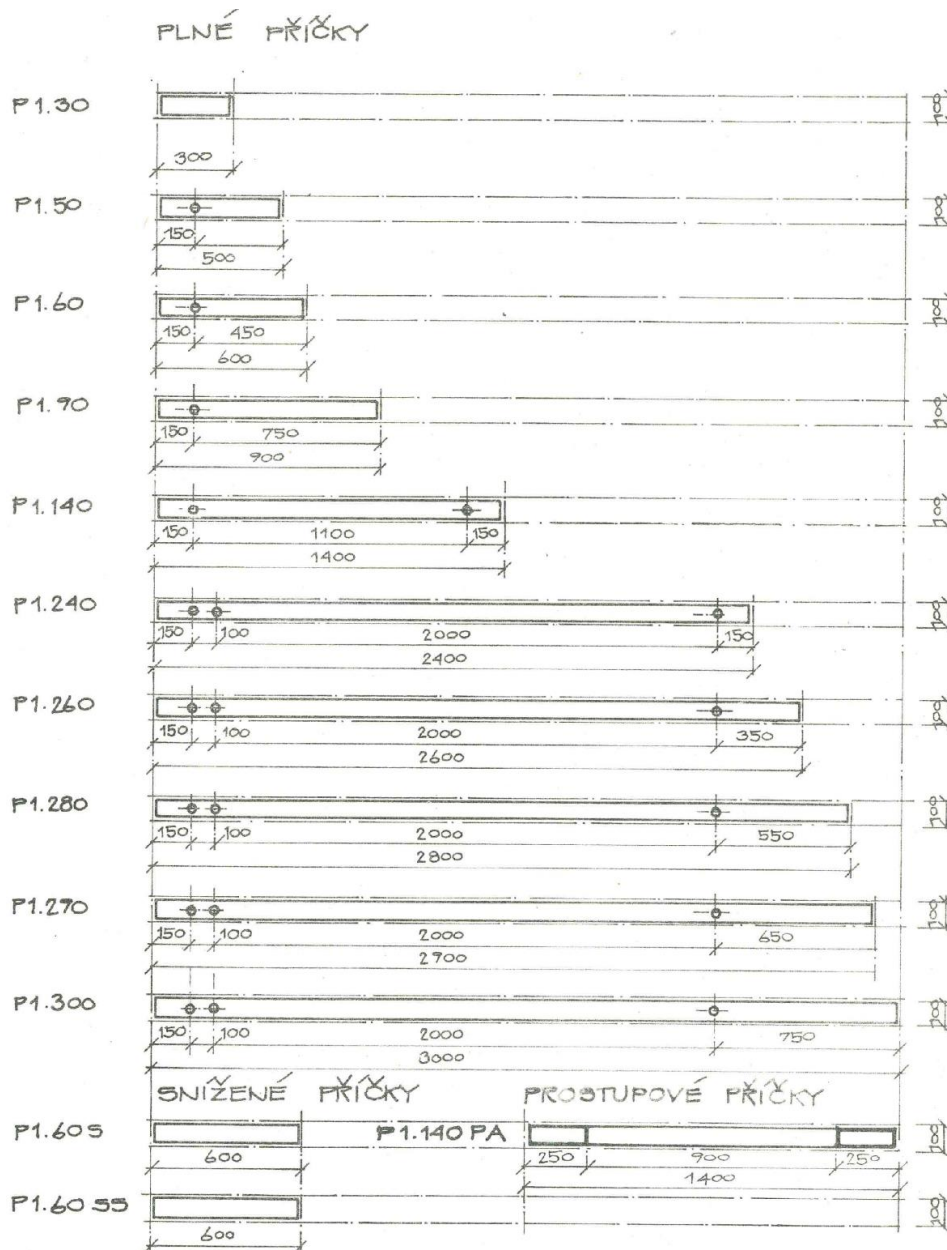


Obrázek 34: Uložení stropního panelu na obvodovou stěnu  
Zdroj: [9]

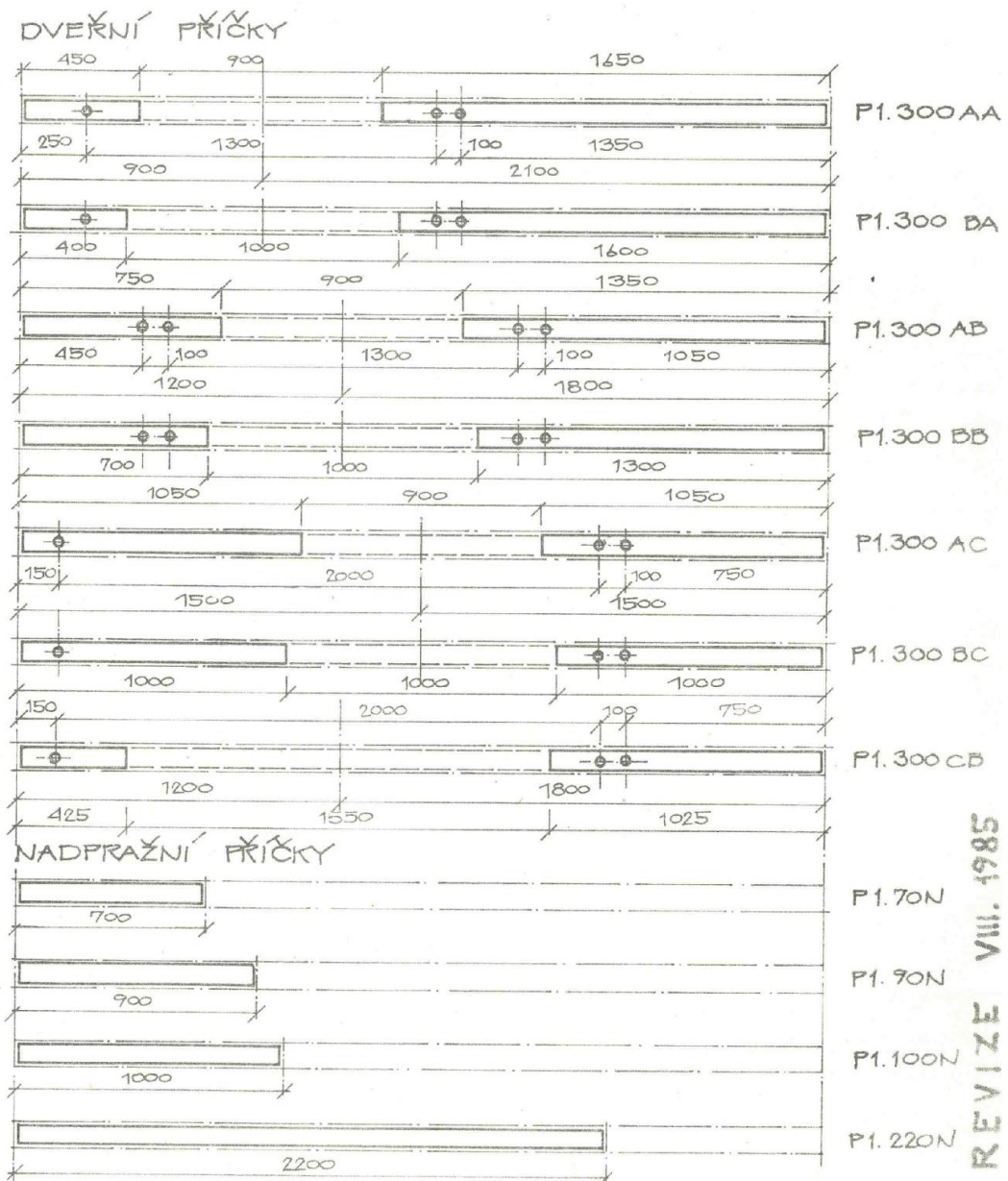
### 5.3.6 Betonové příčky

System PSO 81 umožňuje díky svým zapuštěným průvlakům do úrovně stropního panelu prefabrikaci betonových příček. Betonové příčky se vyráběly v tloušťce panelu 80 mm se skladebnou šířkou 100 mm. Výška příčky byla 3 150 mm na výšku celého podlaží. Vyráběly se jako příčky bez otvorů, s otvory pro dveře nebo pro prostupy instalací viz obr. 34. V každé příčce jsou svislé dutiny pro vedení instalací. Tyto dutiny byly zaslepené pórabetonovými vložkami, které se mohly v případě nutnosti vyvrtat a umožnit přístup do těchto dutin. Svislé duti-

ny byly prováděny o průměru 33 mm a byly zpravidla umístěné po stranách otvorů pro dveře.



Obrázek 35: Typy plných příček  
Zdroj: [11]



Obrázek 36: Přehled dveřních příček  
Zdroj: [11]



Tab. 7: Ukázka betonových příček plných

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Příčkový panel plný	3150	80	880	0,215	520	3. třída	-
<p>Technical drawing of a full concrete partition panel. It includes a front elevation, a side elevation, and a detail of the top edge. The front elevation shows a panel with a total height of 3150 mm and a width of 880 mm. It features a mounting hole (MONT. OTVOR) at the top, a diameter of 33 mm, and various internal dimensions such as 1500 mm, 1000 mm, and 200 mm. Annotations include 'PŘEBETONOVK VLOŽKA 100/200/70' and 'PŘEBET. VLOŽKA 100/200/70'. The side elevation shows a thickness of 80 mm and a length of 2380 mm. The detail shows a top edge with a diameter of 33 mm and a width of 80 mm.</p>							
Příčkový panel plný	3150	80	2380	0,586	1395	3. třída	-
<p>Technical drawing of a full concrete partition panel. It includes a front elevation, a side elevation, and a detail of the top edge. The front elevation shows a panel with a total height of 3150 mm and a width of 2380 mm. It features a diameter of 33 mm and various internal dimensions such as 1500 mm, 1000 mm, and 200 mm. Annotations include 'PŘEBETONOVK VLOŽKA 100/200/70' and 'PŘEBET. VLOŽKA 100/200/70'. The side elevation shows a thickness of 80 mm and a length of 2380 mm. The detail shows a top edge with a diameter of 33 mm and a width of 80 mm.</p>							

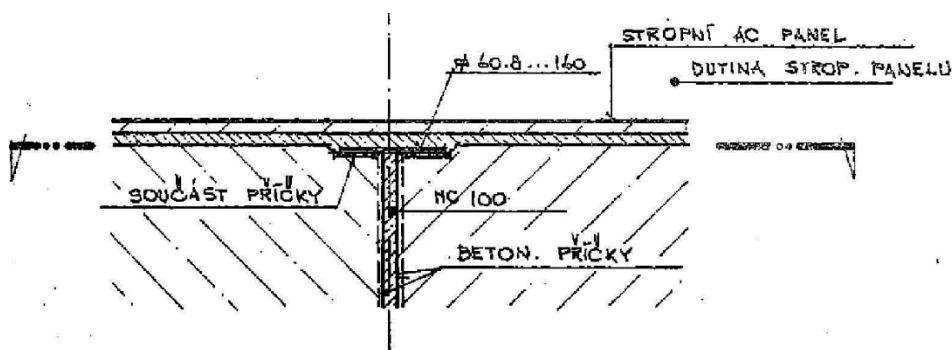
Zdroj: [8]

**Tab. 8: Ukázka betonových příček s dveřním otvorem**

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Příčkový panel dveřní	3150	80	2980	0,586	1402	3. třída	-
Příčkový panel dveřní	3150	80	2980	0,470	1151	3. třída	-

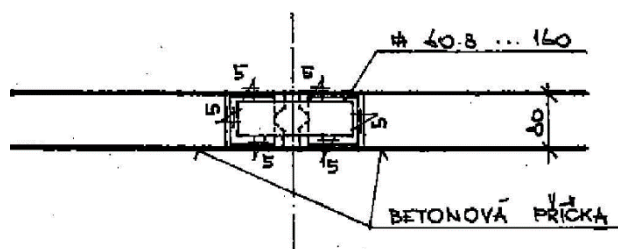
Zdroj: [8]

Při montáži příček se v horních částech mezi sebou spojí přivařením ocelové destičky a svislá spára mezi příčkami se vyplní cementovou maltou. Příčky jsou ukončené 30 mm pod stropním panelem a vniklá mezera je vyplněna maltou viz obr. 38 a obr. 39.



Obrázek 37: Svislý řez napojením příček

Zdroj: [9]



Obrázek 38: Vodorovný řez napojením příček

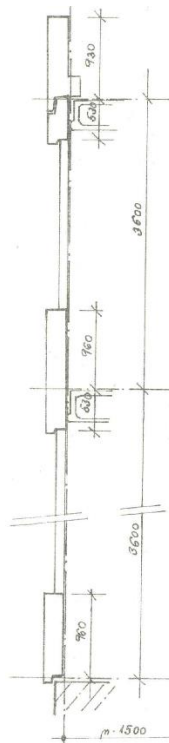
Zdroj: [9]

### 5.3.7 Parapetní sendvičové pasy

Parapetní pasy jsou navrženy v tloušťce 260 mm. Výška parapetu v běžném podlaží, kde parapetní pás tvoří současně parapet okna v horní části, a v dolní části nadpraží okna ve spodním patře, jsou použity parapetní pasy o výšce 1535 mm. V jiném případě, kde ve spodní části pas nenavazuje na pás oken, jsou použity parapetní pasy výšky 1045 mm. Pokud se jedná o parapetní pás tvořící pouze nadpraží oken a navazuje v horní části na jiný prvek, např. atikový prvek, je použit pas horní, který je vyráběn o výšce 560 mm viz obr. 40. Nejdelší parapetní pas bez

přerušení je na délku 7 500 mm. Pasy jsou složeny ze tří částí. Stejně jako nosné sendvičové stěny jsou tvořeny železobetonovou částí tl. 100 mm na vnitřní straně, vloženou tepelnou izolací tl. 80 mm a vnější betonovou částí tl. 80 mm. Parapetní pasy jsou na vnější straně profilovány drážkováním. Parapetní sendvičové pasy jsou navrženy společně v kombinaci s pásy oken a lehkých meziokenních vložek. Sendvičové parapetní pasy jsou rozděleny na pasy horní, dolní a normální.

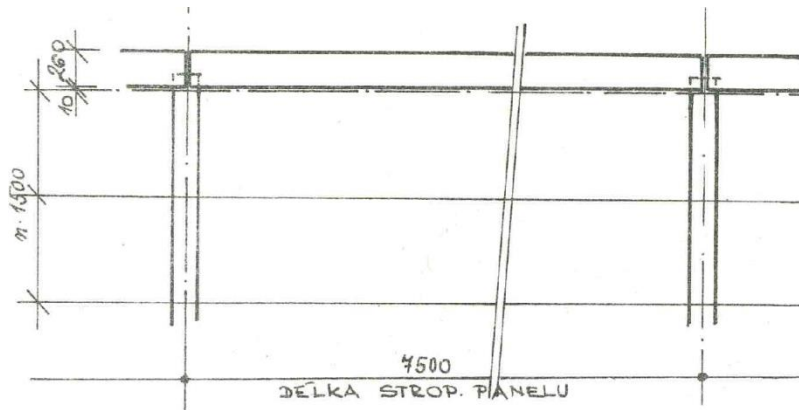
Horní a dolní strana parapetního pasu je řešena takovým způsobem, aby při vložení okenních výplní navazoval okenní rám na vrstvu tepelné izolace vložené v parapetu a byly tak minimalizovány tepelné mosty v místě připojovací spáry.



**Obrázek 39: Svislý řez skladbou parapetních pasů**  
**Zdroj: [11]**

Ukotvení parapetních pasů se liší v závislosti na použitém systému a typu parapetního pasu. Při použití v příčném panelovém systému viz obr.41, se parapetní pas ukládá na železobetonové konzole ukončujících stěnových panelů a v horní

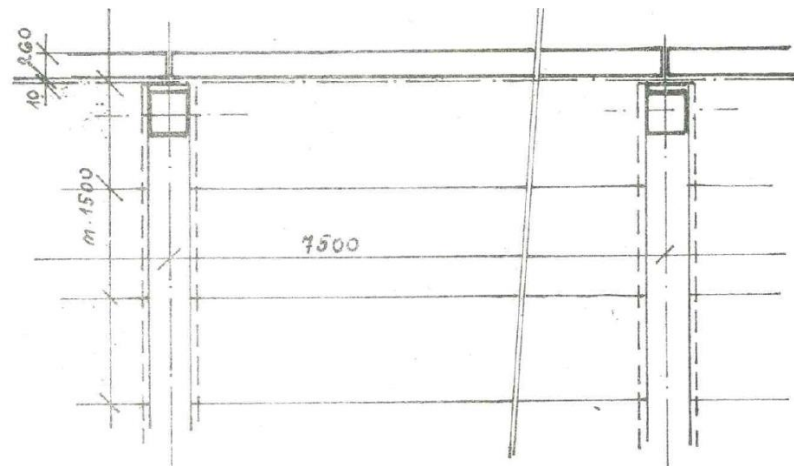
části se kotví ke kotvicím okům ve stěně. Po délce jsou parapetní pasy přichyceny ke stropu skrz ocelové destičky v boku horní úrovně stropního panelu a parapetního pasu.



**Obrázek 40: použití parapetního pasu v panelovém systému**  
Zdroj: [11]

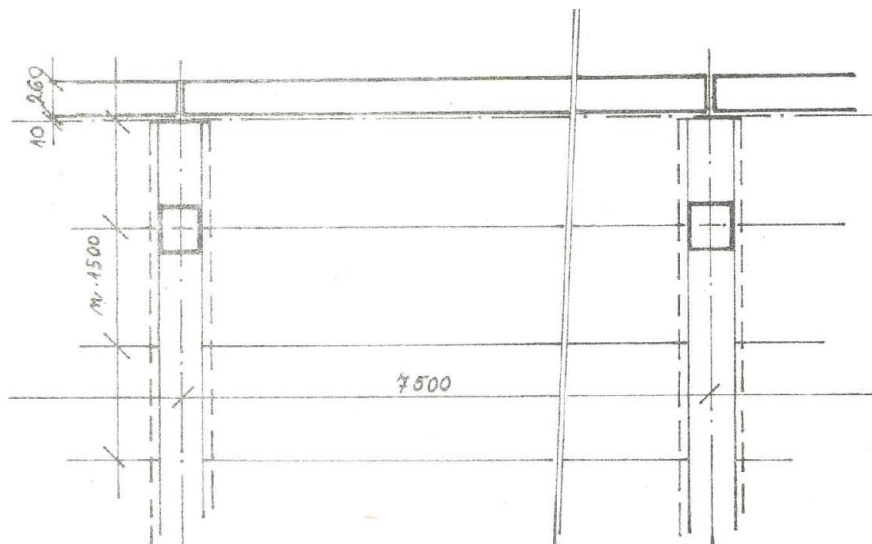
Při použití parapetního pasu ve skeletovém systému jsou tři způsoby ukotvení v závislosti na orientaci příčlí a jejich vykonzolování.

Pokud jsou parapetní pasy ukládány ve stejném směru jako stropní panely a čela příčlí nejsou vykonzolována viz obr. 42, kotví se na čela příčlí pomocí ocelových konzol tvaru Z v krajích místech pasu a v podélném směru jsou pasy ukotveny k ocelovým deskám v horní části stropního panelu. V místě sloupů jsou pasy ukotveny k připraveným kotvicím okům v kapse sloupu.



**Obrázek 41: Použití parapetního pasu ve skeletovém systému bez vykonzolování**  
**Zdroj: Katalog skladebných zásad PSO 81**

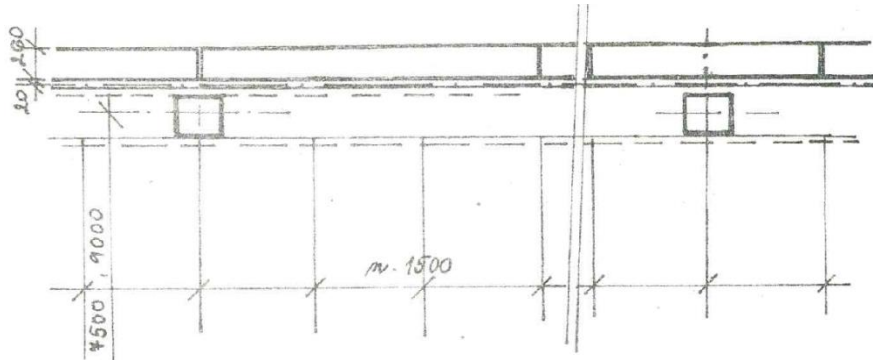
Pokud jsou parapetní pasy ve stejném směru jako stropní panely a konce příčlí jsou vykonzolovány viz obr. 43, nemůže dojít u parapetních pasů k jejich ukotvení v horní části, čímž by došlo k vyvrácení parapetního pasu. Z těchto důvodů se v místech příčlí doplňují ocelové konzole, na kterých jsou pasy uloženy o ocelový sloupek, ke kterému je parapetní pas v horní části přivařen.



**Obrázek 42: Použití parapetního pasu ve skeletovém systému s vykonzolováním**  
**Zdroj: Katalog skladebných zásad PSO 81**

V případě uložení parapetního pasu ve stejném směru jako příčle viz obr. 44, jsou parapetní pasy kotveny k příčlím v místech kapes pomocí ocelové konzole

tvaru Z a navíc přivařením k ocelovým deskám v horní úrovni přičle nacházejících se po stranách. V místech sloupů jsou taktéž kotveny ke kotevním okům ve sloupu. Mezery vzniklé mezi sloupy a parapetními pasy jsou vyzděny nebo dobetonovány.

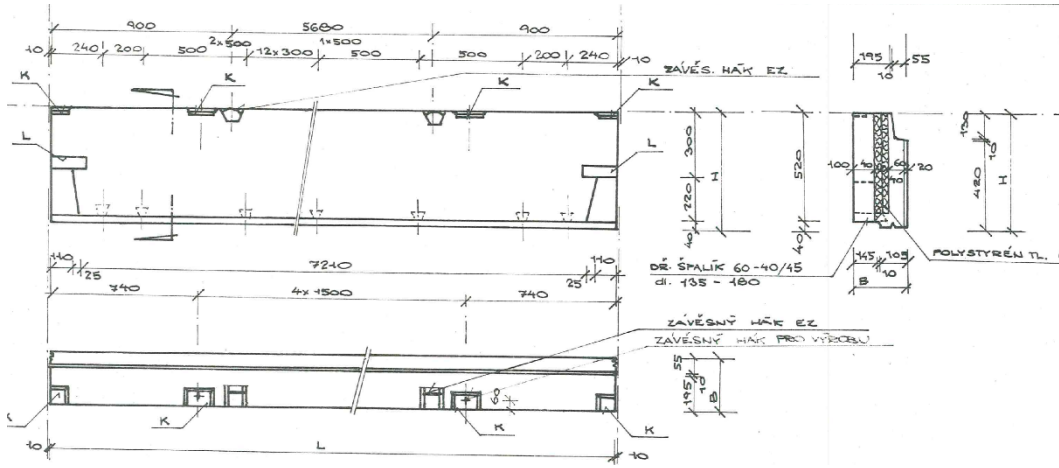


**Obrázek 43: Použití parapetního pasu ve skeletovém systému podél přičle**  
**Zdroj: Katalog skladebných zásad PSO 81**

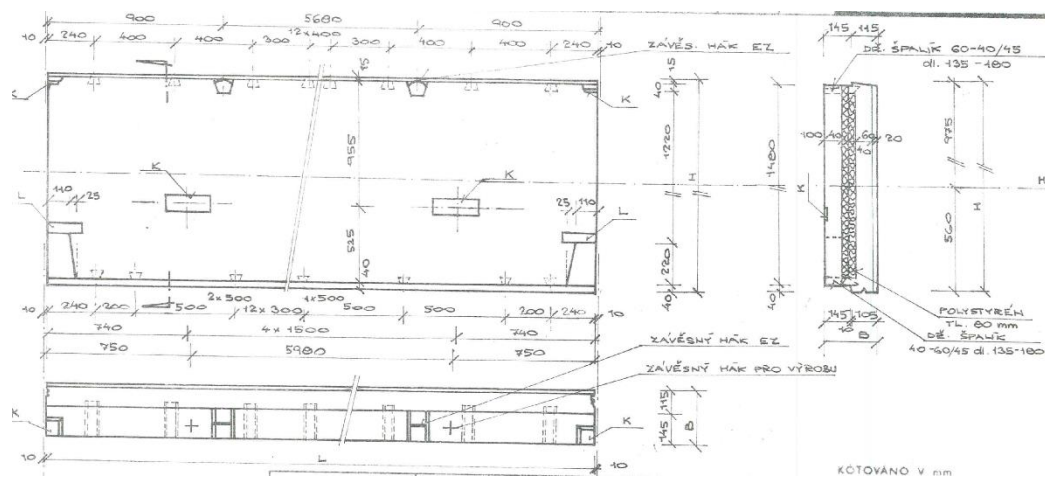
**Tab. 9: Ukázka parapetních sendvičových pasů**

Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Parapetní pas sendvičový dolní	1045	260	2980	-	-	3. třída	-

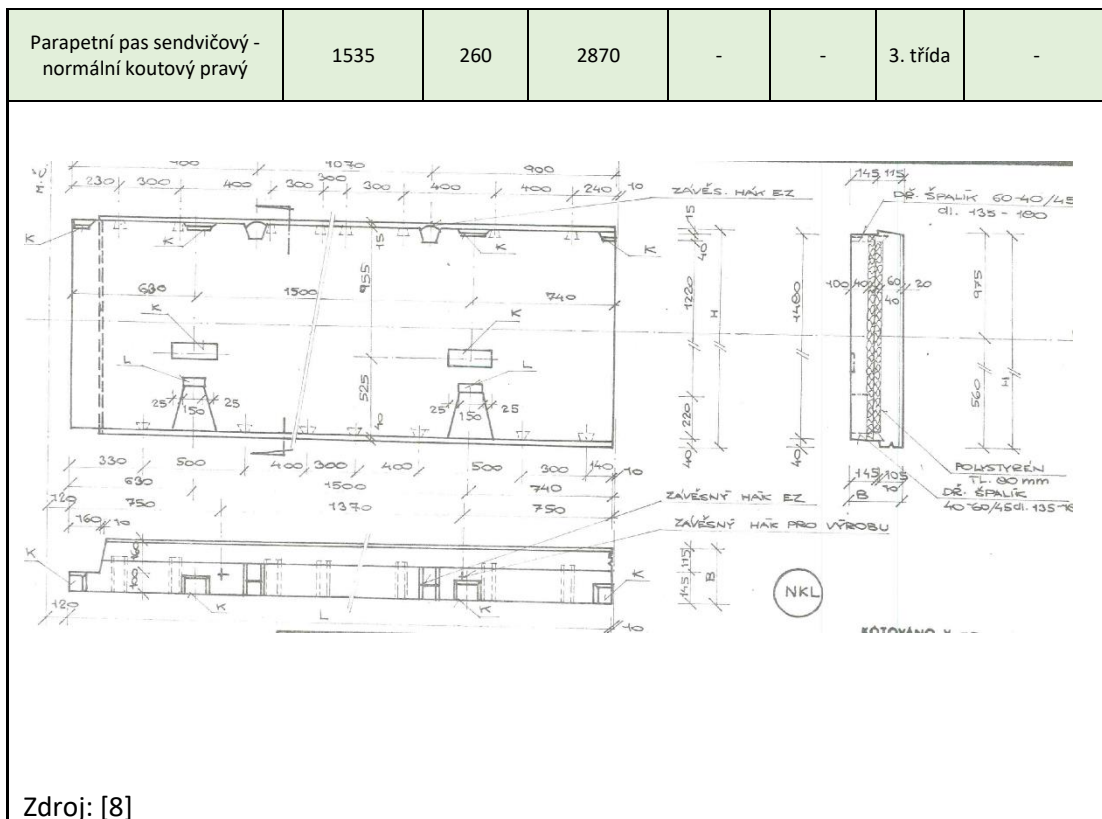
Parapetní pas sendvičový horní	560	260	7480	-	-	3. třída	-
--------------------------------	-----	-----	------	---	---	----------	---



Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m³]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
Parapetní pas sendvičový normální	1535	260	7480	-	-	3. třída	-



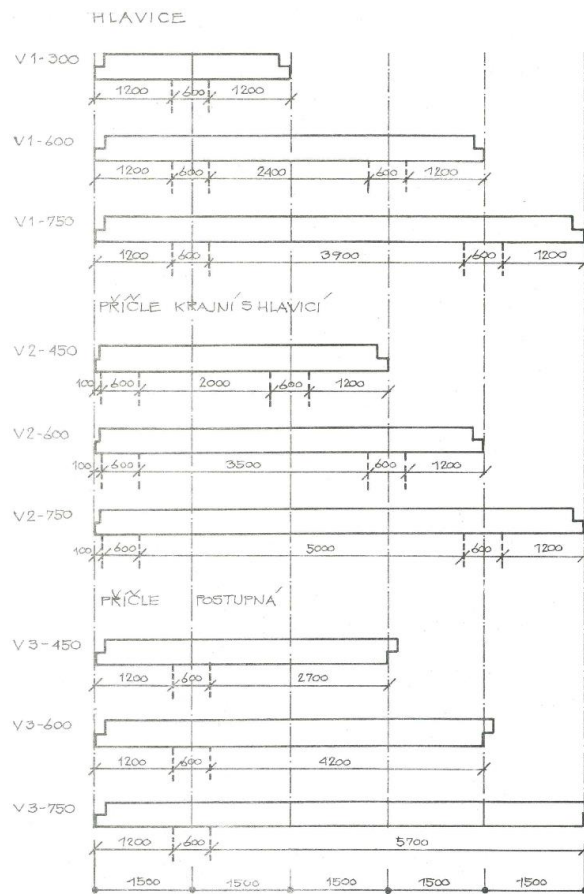




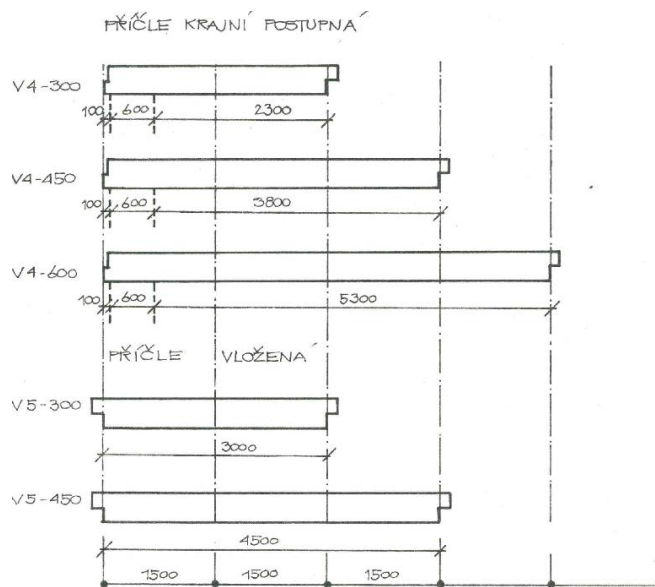
Zdroj: [8]

### 5.3.8 Příčle

Směr kladení příčlí v systému PSO 81 může být jak podélně, tak příčně orientován. Dělí se na hlavice, příčle krajní s hlavicí, příčle postupná, příčle krajní postupná a příčle vložená viz obr.45. Délky příčlí jsou děleny po modulech o rozměru 1500 mm, který je stejný jako šířka panelu. Napojení příčlí na sebe je provedeno vždy uložením horní příruby jedné příčle na spodní přírubu příčle vedlejší. Příčle byly vyráběny v tloušťce 400 mm a šířce 800 mm. Použitý beton na výrobu příčlí byl B 330 4. třídy. Podél příčlí byly stejně jako u nosných stěn provedeny kapsy pro uložení konzolek stropních panelů, nebo pro vložení konzol na ukotvení parapetních pasů. Stejná výška příčle jako u stropního panelu a způsob uložení způsobil, že došlo k vytvoření rovného podhledu. Ze statického hlediska vložené příčle nesmí být použity v případě jednostranného zatížení stropním panelem.



Obrázek 44: Druhy hlavic a krajních příčl s hlavicí  
Zdroj: [11]



Obrázek 45: Druhy příčl krajních postupných a vložených  
Zdroj: [11]

Funkce příčlí ve skeletové soustavě je přenášení zatížení ze stropních panelů do hlavic a sloupů. Příčle se na sloupy osazují v místech předem připravených otvorů kónického tvaru o průměru při horním povrchu příčle 60 mm a při dolním povrchu 50 mm. Osová vzdálenost mezi těmito otvory je 500 mm v podélném směru a 366 mm v příčném směru. Stabilita a tuhost styčnicku u styku se sloupem je zajištěna působením svislého zatížení od samotné konstrukce.

K zajištění spojení příčlí se stropními panely slouží zalití mezer betonovou zálivkou a přivařením ocelové desky, která je navařena na předem připravených ocelových deskách v příčli a panelu. Tyto ocelové desky zabudované v prvku již ve výrobě slouží taktéž k přivaření sendvičových parapetních pasů v případě, kdy se jedná o krajní příčli.

Konce příčlí jsou na přírubách v místech styků s vedlejší příčlí opatřeny okováním rohů ocelovými úhelníky. Každá příčle je opatřena dvěma závěsnými oky z ocelového prutu o průměru 20 mm vyčnívajícím 80 mm nad horní povrch příčle.

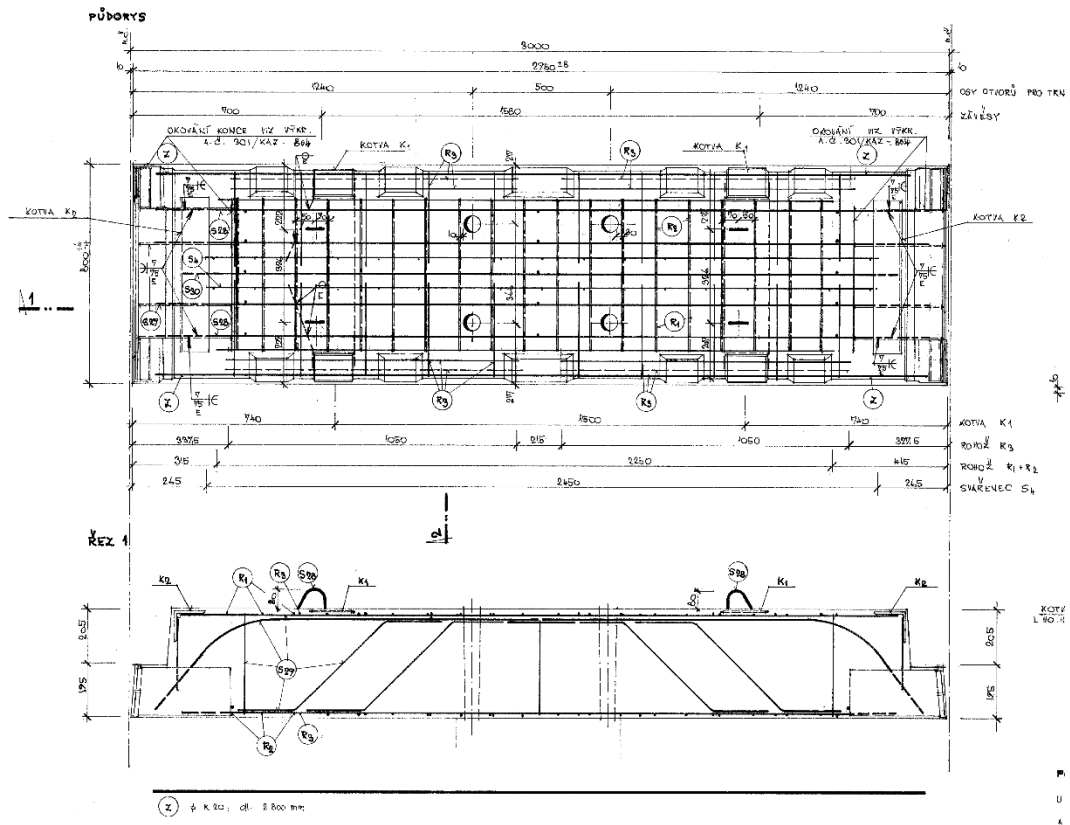
Z důvodů stability nesmí dojít v případě vložených příčlí k jednostrannému zatížení od stropních panelů. U tohoto typu příčle je nutno zajistit pouze oboustranného zatížení. Při nedodržení hrozí klopení na zatěžovanou stranu.

Tab. 10: Ukázka příčlí

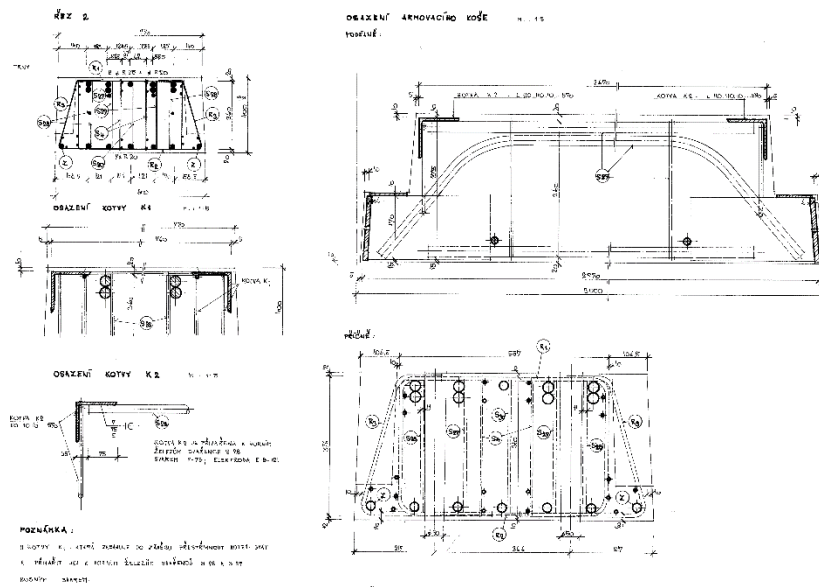
Název prvku	Rozměry [mm]			Objem prvku [m <sup>3</sup> ]	Hmotnost prvku [kg]	Druh betonu	Výpočetní únosnost [kN]
	H	B	L				
příčle krajní s hlavicí	400	800	4480	1,277	-	4. třída	-

Příčle vložené	400	800	4730	1,328	-	4. třída	-
----------------	-----	-----	------	-------	---	----------	---



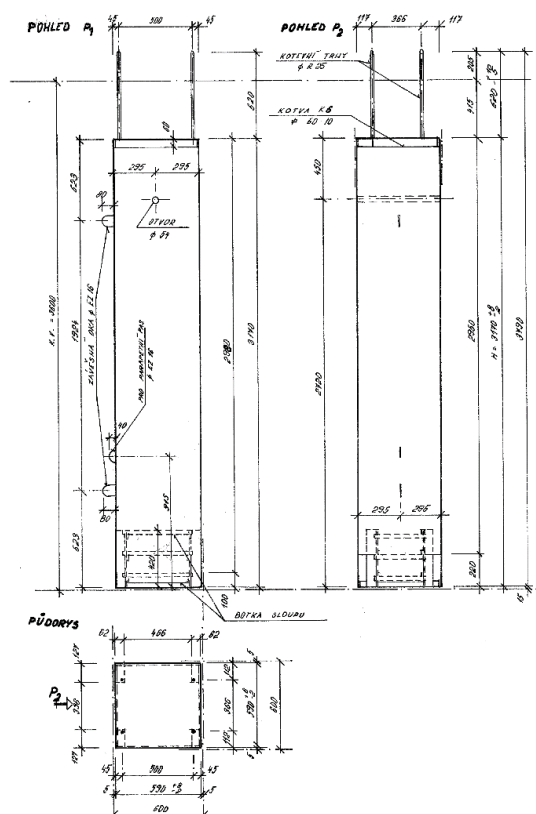
Obrázek 46: Vyztužení příčle  
Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987



Obrázek 47: Příčné řezy výztuže příčle  
Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987

### 5.3.9 Sloupy

Železobetonové prefabrikované sloupy se vyráběly z betonu 4. třídy. Půdorysný rozměr sloupů je čtvercový 590/590 mm. Skladebný rozměr je 600/600 mm. Na konstrukční výšku 3 600 mm se používala délka sloupu o rozměru 3 170 mm a na výšku 4 600 mm se používala délka 3 770 mm. Ze sloupů se ponechávala vyčnívat výztuž pro ukotvení sloupů ve vyšších podlažích. Na tuto výztuž se nasunula příčel skrz připravené otvory. Při provádění dalšího podlaží byly při montáži sloupy ukotveny navařením botky sloupu na vyčnívající výztuž a mezera mezi průběžným průvlakem a sloupem byla vyplněna betonovou záplivkou. V přízemí se používají prodloužené sloupy z důvodu nutnosti zasunout botku sloupu do prefabrikované železobetonové patky systému PSO-81. Strany sloupů jsou opatřeny závěsnými oky pro manipulaci se sloupem při montáži. Na stejné straně jsou osazena oka v kapsách pro přichycení parapetních pasů.



Obrázek 48: Tvar sloupy

Zdroj: [19] Výrobní dokumentace z roku 1987



## 6 Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni

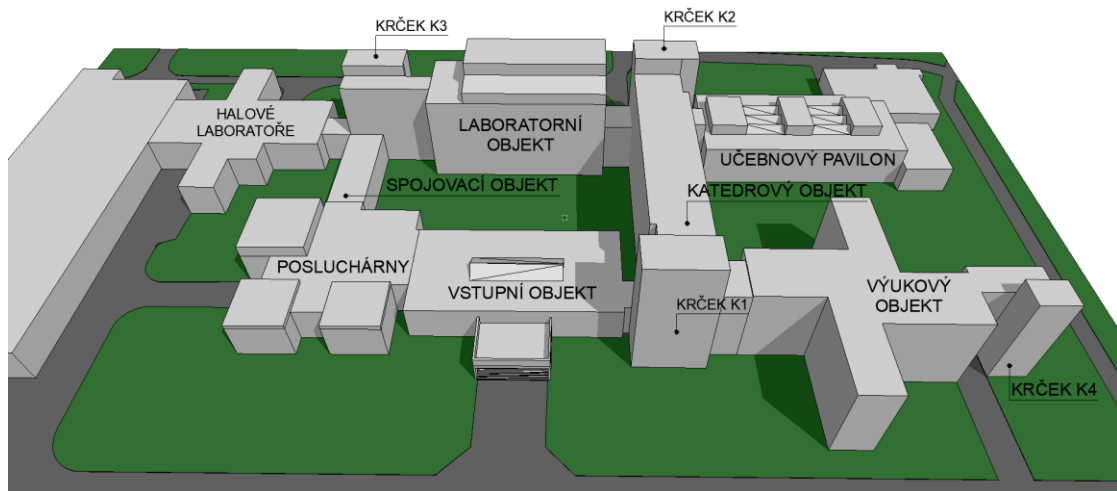
Umístění Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni se nachází na zeleném trojúhelníku v univerzitním areálu na Borech, kde se kromě Fakulty strojní se nachází taktéž Fakulta elektrotechnická, Fakulta umění a designu Ladislava Sutnara a Fakulta aplikovaných věd. Tento areál fakult je pak dále rozvíjen univerzitní knihovnou, budovou rektorátu ZČU, menzou, katedrou tělovýchovy a sportu a výzkumné Regionální inovační centrum elektrotechniky. Všechny tyto objekty jsou spojené chodníky umožňující pohybu studentů po areálu.

Fakulta strojní, jak už bylo zmíněno, je postavena z prefabrikovaného železobetonového systému PSO 81, kdy je použita kombinace jak stěnového, tak skeletového systému. Objekt se začal realizovat na přelomu 80. a 90. let 20. století, a proto i v dnešní době vykazují použité konstrukce dobrý stav. Objekt je složen z několika vzájemně napojených budov nebo spojených pomocí spojovacích krčků. Tvar objektu je velice členitý a každá budova je odlišně řešena podle konkrétního účelu užívání viz obr.51.

Areál fakulty obsahuje:

- vstupní object
- posluchárny
- výukový object
- katedrový object
- učebnový pavilion
- laboratorní object
- halové laboratoře
- krček K1, krček K2, krček K3, krček K4





**Obrázek 50: Schéma rozvržení areálu Fakulty strojní**  
**Zdroj: Autor**

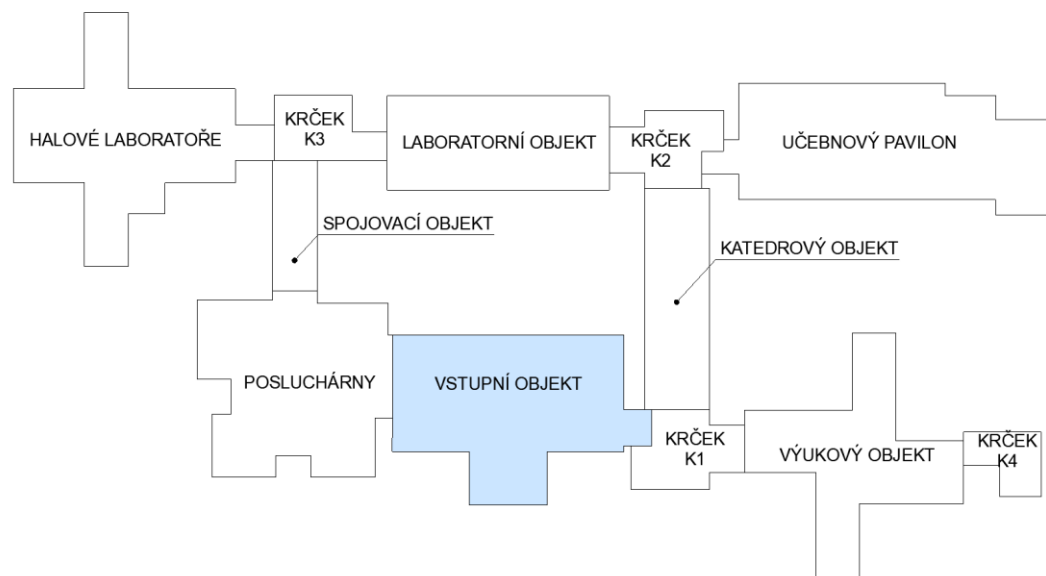
O tento návrh objektu, se v 80. letech zasloužil pan Ing. Arch. Pavel Němeček, CSc, který vypracoval architektonický návrh viz obr. 52 a dále sloužil jako hlavní projektant projektu. Statickou část projektu zpracoval Ing. Antonín Postřihač, CSc.



**Obrázek 51: Ing. Arch. Pavel Němeček - Fakulta strojní, perspektivní pohled**  
**Zdroj: Architektura ČSR XLIII, 1984, č.9, str. 404**

## 6.1 Vstupní objekt

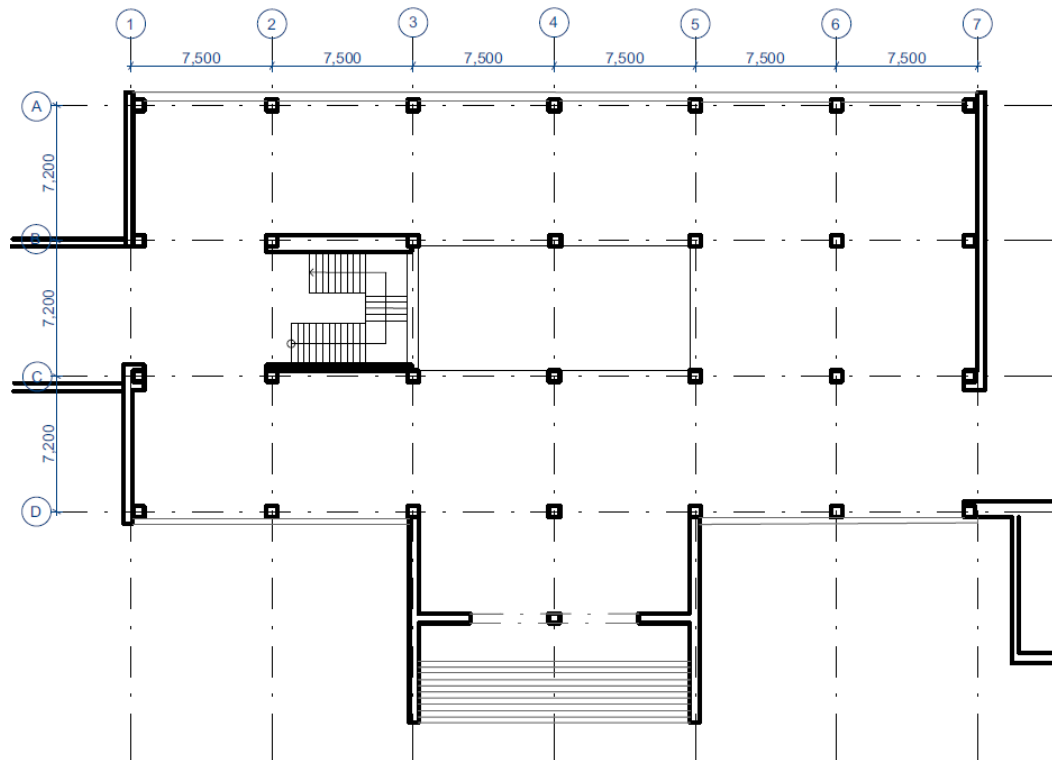
Vstupní objekt se nachází na jižní straně komplexu budov fakulty. Je k němu přímý přístup od místního parkoviště a autobusové zastávky. Objekt je umístěn mezi objekt poslucháren a spojovací krčec K1, který dále umožňuje pohyb do katedrového a výukového objektu viz obr. 53. V objektu se nachází vstupní hala s vrátnicí, bufet, kavárna s přístupem do atria, kanceláře a spojovací chodby se schodištěm vedoucími do dalších objektů. [7]



Obrázek 52: Schéma umístění vstupního objektu  
Zdroj: Autor

### 6.1.1 Konstrukční systém

Základním konstrukčním principem vstupního objektu je panelová soustava PSO 81 doplněná o další konstrukce nespádající do této soustavy. Patří sem například vyzdívky a monolitické konstrukce. Objekt je třípodlažní a konstrukční výška je 4,2 m v 1. podzemním podlaží a 3,6 m v ostatních nadzemních podlažích. V podélném směru je objekt dělen na 7 modulů v osové vzdálenosti 7,5 m a v příčném směru na 4 moduly s osovou vzdáleností 7,2 m. [7]



Obrázek 53: Konstruktivní schéma vstupního objektu

Zdroj: Autor

### 6.1.2 Základové konstrukce

Základové konstrukce, které se nacházejí pod podlažím 1. PP jsou navrženy z monolitických železobetonových pasů z betonu třídy B3. U podkladního betonu byl použit beton B2. Základové konstrukce pod podlažím 1.NP jsou navrženy ze základových patek, spojené pasy a jsou provedeny z prostého betonu. Betonové pasy jsou provedeny z betonu třídy B2 a betonové patky z betonu B3. Podkladní beton je navržen z betonu B2 v tloušťce 100 mm a 200 mm. [7]

### 6.1.3 Izolace spodní stavby

Izolace proti zemní vlhkosti jsou provedené z hydroizolačních fólií Netex P 701 chráněnou geotextilií. Sloupy jsou odizolované izolačním nátěrem botky sloupu už z výroby a vodorovná hydroizolace je přetažena až na sloup. [7]

#### **6.1.4 Svislé konstrukce**

Pro vstupní objekt byl jako hlavní systém použit montovaný skelet. Svislé konstrukce se skládají z prefabrikovaných sloupů, sendvičových panelů, vnitřních výplňových panelů a podélného ztužení. Je zde zvolen podélný nosný systém. Kromě systému PSO 81, jsou zde použité vyzdívky jako nosné stěny u štítové stěny v 1. NP a u stěn sousedících s objektem poslucháren. Obvodový plášť je tvořen ze sendvičových parapetních panelů tl. 265 mm a štítových sendvičových panelů tl. 365 mm. Příčky jsou zděné tl. 100,125, 150 a 200 mm. [7]

#### **6.1.5 Vodorovné konstrukce**

Vodorovné konstrukce jsou provedeny jako prefabrikované železobetonové dutinové panely soustavy PSO 81 o tloušťce 400 mm. Délky stropních panelů jsou 7,2 m, 7,5 m nebo zkrácené. Kromě panelů PSO 81 byly použity panely jiných systémů, např. ZIP Bratislava, SP, PPD. [7]

#### **6.1.6 Schodiště**

Nouzové schodiště nacházející se u hygienického zázemí a komunikačního krčku K1 je provedeno nabetonováním stupně na ztracené bednění PZD desek. Obklady stupňů schodiště jsou navrženy z broušené žuly.

Venkovní schodiště u vstupu do objektu je provedeno nabetonováním stupňů na železobetonové desce.

Schodiště spojující 1.PP a 2. NP je z ocelové konstrukce z ocelových schodnic a mezi nimi nabetonovanými stupni v ocelovém bednění. [7]

#### **6.1.7 Podlahy**

Ve 2. NP jsou použity podlahy o celkové tloušťce 50 mm a 80 mm. V přízemí jsou tyto podlahy doplněny o tepelnou izolaci z pěnového polystyrenu, hydroizolaci a ochranný potěr. [7]

**Skladby podlah:****Podlahy tloušťky 110 mm:**

- keramická dlažba	tl. 8 mm
- cementová malta	tl. 12 mm
- betonová mazanina	tl. 48 mm
- asfaltová lepenka A 400H	tl. 2 mm
- pěnový polystyren	tl. 20 mm
- cementový potěr	tl. 15 mm
- hydroizolační fólie Netex F 701	tl. 5 mm

**Podlahy tl. 280 mm**

- lepená izolační podlahovina PVC – Novoplast	tl. 3 mm
- betonová mazanina	tl. 125 mm
- asfaltová lepenka A 400 H	tl. 2 mm
- pěnový polystyren	tl. 50 mm
- betonová mazanina	tl. 90 mm
- cementový potěr	tl. 15 mm
- hydroizolační fólie Netex F 701	tl. 5 mm

**Podlahy tl. 80 mm**

- kamenná dlažba	tl. 30 mm
- maltové lože	tl. 15 mm
- cementový potěr	tl. 35 mm
- keramická dlažba	tl. 8 mm
- cementová malta	tl. 14 mm
- betonová mazanina	tl. 40 mm
- asfaltová lepenka A 400 H	tl. 3 mm
- Fibrex	tl. 17 mm

**6.1.8 Střešní plášť**

Střešní plášť je navržen jako dvouplášťová plochá střecha s provětrávanou mezerou. Spodní část střechy tvoří železobetonová konstrukce s vrstvou tepelné izolace. Horní nosnou část střechy tvoří železobetonové panely tl. 80 mm s betono-

vou mazaninou tl. 30 mm ve spádu. Spád je vytvořen uložením panelů na cihlovou vyzdívku s rozdílnou výškou na každé straně. [7]

**Skladba střešního pláště:**

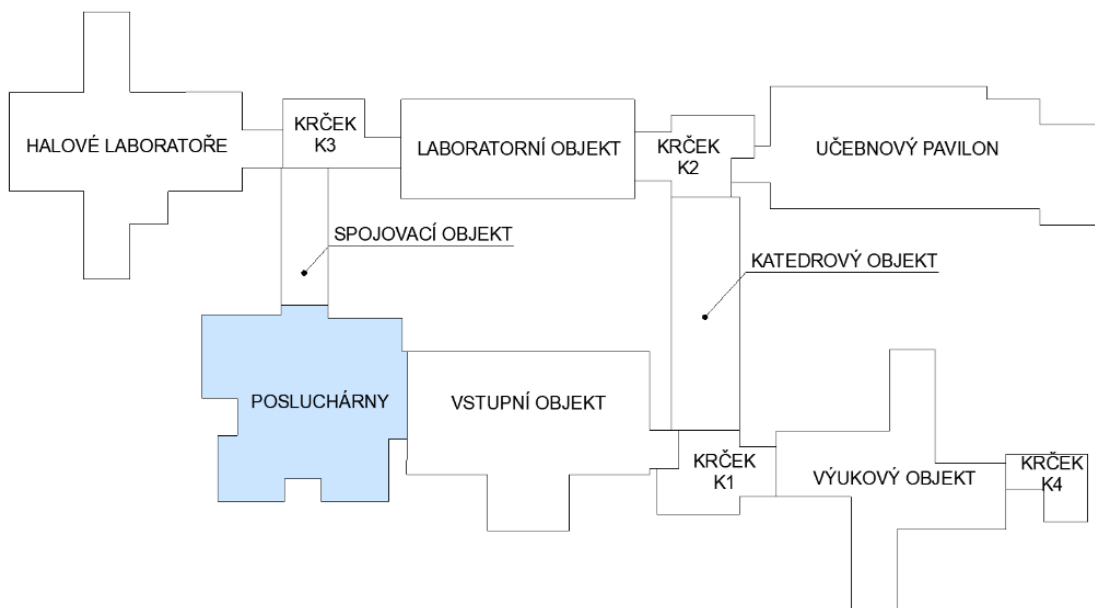
- Asfaltový modifikovaný pás s břidlicovým posypem.
- Reflexol
- Ochranný nátěr SA-IV
- NAIP typ S
- Penetrační nátěr
- Vyrovňovací cementový potěr tl. 30 mm dilatovaný ve čtvercích 2/2 m
- Stření panely SP kladené ve spádu
- Vzduchová mezera
- Tepelná izolace Itaver 12 tl. 120 mm
- Stropní nosná deska PSO-81



**Obrázek 54: Čelní pohled na vstupní objekt**  
**Zdroj: Autor**

## 6.2 Posluchárny

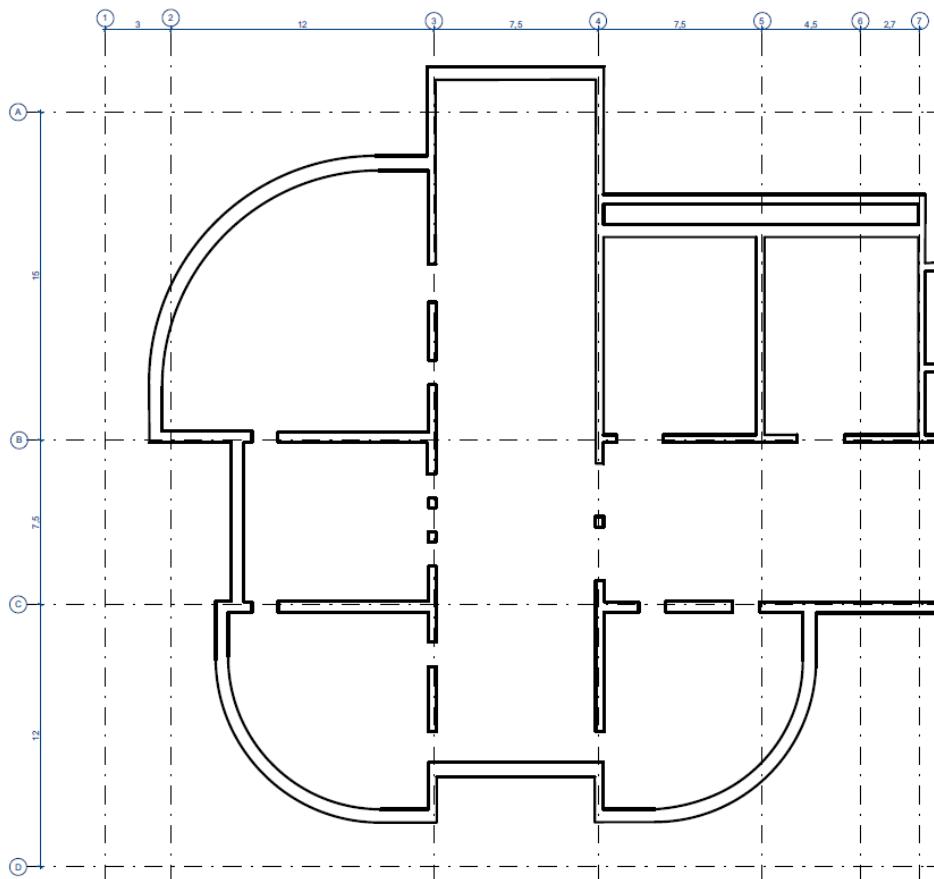
Objekt poslucháren je situován v uzavřeném prostoru mezi vstupním objektem a přes spojovací chodbu se napojuje na Krček K3. V objektu se nachází 5 přednáškových hal. V suterénu objektu se nachází technické místnosti s hygienickým zázemím a jídelnou. [7]



Obrázek 55: Schéma umístění poslucháren

### 6.2.1 Konstrukční systém

Objekt je založen na železobetonové základové desce se svislými nosnými železobetonovými monolitickými stěnami. Vodorovné konstrukce jsou železobetonové monolitické stropní desky. Kříž komunikačních chodeb má stropy ze stropních dílců PSO-81. Střechu nad posluchárnami tvoří ocelová konstrukce. Objekt je dvoupodlažní a konstrukční výška je 4,2 m v 1. podzemním podlaží a v 1. nadzemním podlaží je výška 9,24 m nebo 6,99 m. Objekt je dělený v jednom směru na 8 modulů, které se od sebe vzdáleny 3 m, 12 m, 7,5 m, 7,35 m, 4,5 m, 2,7 m. Ve druhém směru je objekt dělen na 4 moduly v osové vzdálenosti 15m, 7,5 m, 12m. [7]



Obrázek 56: Konstruktivní schéma poslucháren  
Zdroj: Autor

### 6.2.2 Základové konstrukce

Základové konstrukce tvoří železobetonová základová deska z betonu B3 -250 ve dvou výškových úrovních.

### 6.2.3 Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce jsou převážně železobetonové monolitické stěny z betonu B3 -250 s tloušťkou 300 mm, 460 mm, 600 mm. Stěny mezi posluchárny jsou ze zdiva tl. 375 mm a tl. 250 mm. Obvodové pláště obsahují soustavy oken tvořící prosklené stěny. Okna jsou tvořena dvojskly s hliníkovými profily. [7]



#### **6.2.4 Vodorovné konstrukce**

Stropní konstrukce tvoří železobetonové panely PSO-81 a ocelobetonové konstrukce. Zastřešení nad posluchárnami je z ocelobetonové konstrukce s trapézovým plechem a železobetonové desky. Střechu v nižší úrovni tvoří železobetonové panely soustavy PSO-81. [7]

#### **6.2.5 Schodiště**

V severní části objektu se nachází schodiště, které je vyskládáno z prvků soustavy MS-71 a PSO-81 s dobetonávkou. [7]

#### **6.2.6 Střešní plášť**

Střešní plášť je tvořen dvěma druhy ploché střechy. V horních částech nad přednáškovými sály se nachází jednoplášťová střecha. Na ocelobetonovou konstrukci je uložena tepelná izolace tl. 100 mm, asfaltová lepenka, betonová mazanina a konečná hydroizolační vrstva je ze souvrství asfaltových pásů. Z původních dvou oxidovaných pásů a nový modifikovaný asfaltový pás. Spodní části střechy tvoří dvouplášťová střecha s provětrávanou vzduchovou mezerou. Na spodní železobetonové konstrukci je uložena minerální tepelná izolace tl. 120-150 mm. Horní plášť dvouplášťové střechy tvoří železobetonová deska tl. 80 mm s betonovou mazaninou tl. 40-100 mm. Konečné hydroizolační souvrství je provedeno shodně s jednoplášťovou střechou. [7]



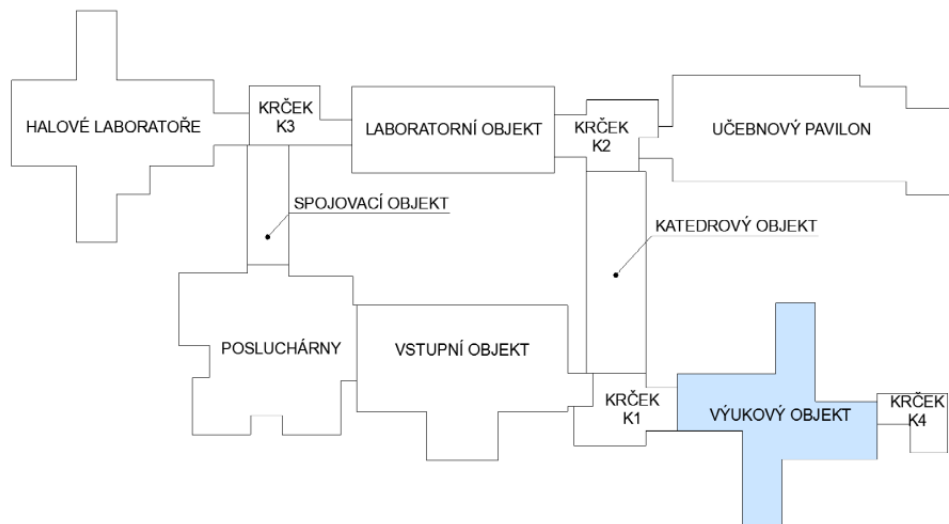
**Obrázek 57: Jižní pohled na posluchárny**  
**Zdroj: Autor**



**Obrázek 58: Západní pohled na posluchárny**  
**Zdroj: Autor**

### 6.3 Výukový objekt

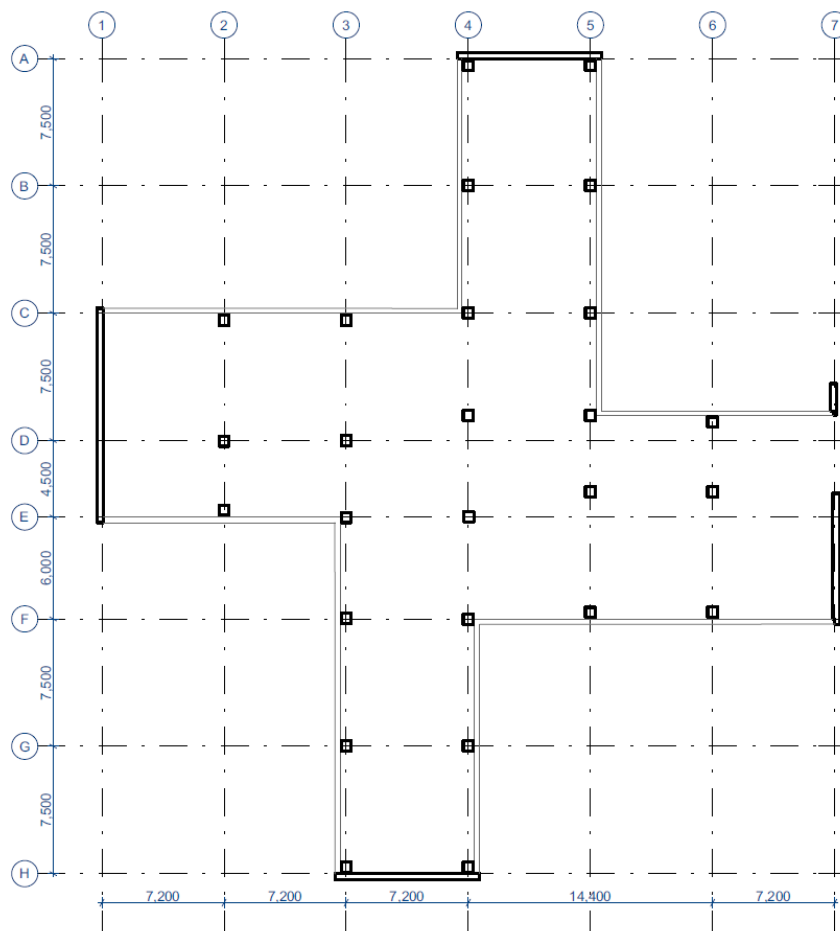
Výukový objekt se nachází na jižní straně fakulty a je umístěn mezi spojovacím krčkem K1 a krčkem K4. V objektu se nachází kanceláře, učebny, copy centrum a vývojová kancelář WITTE Automotive.



**Obrázek 59: Schéma umístění výukového objektu**  
Zdroj: Autor

#### 6.3.1 Konstrukční systém

Konstrukční systém objektu je zvolen jako železobetonový prefabrikovaný skelet systému PSO-81. Objekt je pětipodlažní s konstrukční výškou 4,2 m v 1.PP a 3,6 m v ostatních nadzemních podlažích. Objekt má tvar kříže a v podélném směru je dělen na 6 modulů s osovou vzdáleností sloupů 7,2 m. V příčném směru je objekt dělen na 9 modulů s osovou vzdáleností sloupů 7,5m, 7,5m, 6m, 1,5m 3m, 1,5m, 6m, 7,5m, 7,5m. [7]



Obrázek 60: Konstruktivní schéma výukového objektu  
Zdroj: Autor

### 6.3.2 Základové konstrukce

Založení objektu je na železobetonových monolitických základových pasech. [7]

### 6.3.3 Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce tvoří železobetonové prefabrikované sloupy. Obvodový plášť je tvořen celostěnovými sendvičovými panely ve štítu každého křídla. Ostatní části obvodového pláště tvoří parapetní panely s pásy oken na celé délce průčelí. [7]

### 6.3.4 Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukce tvoří železobetonové panely PSO-81 v tloušťce 400 mm. Jsou použity typové panely v modulu 7,5 m a 6 m. V místech, kde nemohly být použity se nacházejí tyto panely zkrácené. [7]

### 6.3.5 Střešní plášť

Střecha je řešená jako dvouplášťová s provětrávanou vzduchovou mezerou. Na spodní železobetonové konstrukci je uložena minerální tepelná izolace tl. 120 a 150 mm. Horní plášť dvouplášťové střechy tvoří železobetonová deska tl. 80 mm s betonovou mazaninou tl. 40 mm. Konečnou hydroizolační vrstvu střechu tvoří souvrství třech oxidovaných pásů. [7]



**Obrázek 61: Pohled na výukový objekt 1**  
Zdroj: Autor



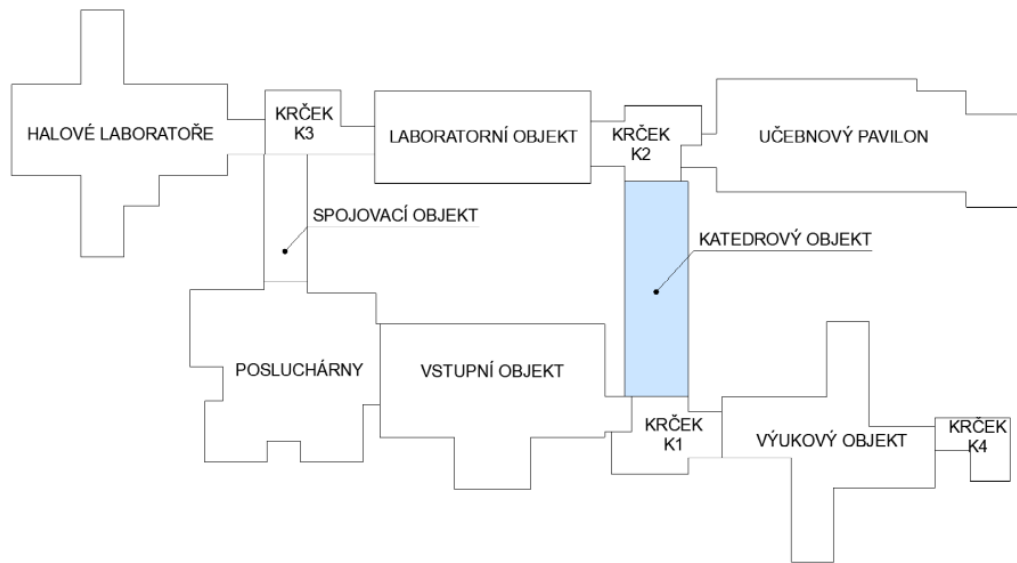
**Obrázek 62: Pohled na výukový objekt 2**  
Zdroj: Autor



**Obrázek 63: Pohled na výukový objekt 3**  
Zdroj: Autor

## 6.4 Katedrový objekt

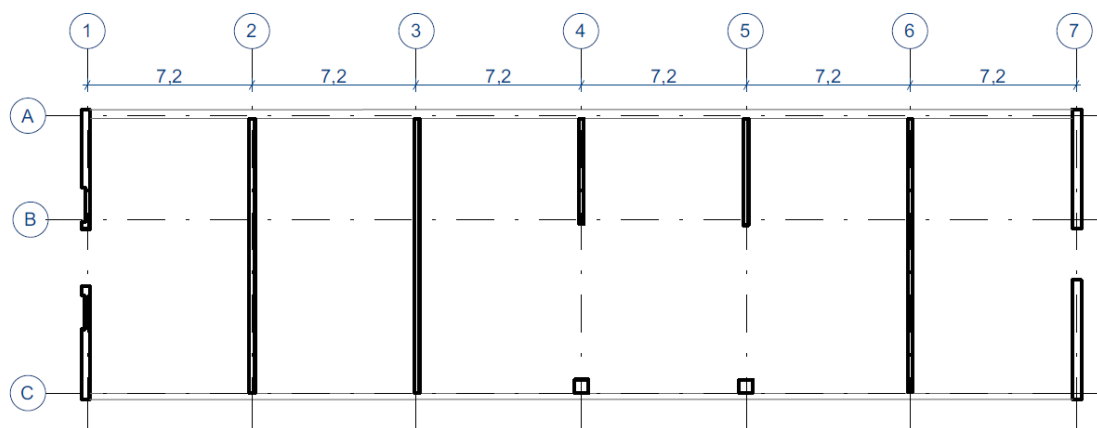
Katedrový objekt se nachází na střední části fakulty a je umístěn mezi spojovacím krčkem K1 a krčkem K2. V objektu se nachází kanceláře. Část objektu je vyčleněna pro Fakultu ekonomickou.



Obrázek 64: Schéma umístění katedrového objektu  
Zdroj: Autor

#### 6.4.1 Konstrukční systém

Konstrukční systém katedrového objektu se skládá ze stěnového systému prefabrikovaných sendvičových panelů a stropních prefabrikovaných dutinových panelů. Objekt je osmipodlažní. [7]



Obrázek 65: Konstrukční schéma katedrového objektu  
Zdroj: Autor

#### 6.4.2 Základové konstrukce

Založení objektu je na železobetonových monolitických základových pasech.

### 6.4.3 Svislé konstrukce

Svislé nosné konstrukce tvoří železobetonové prefabrikované sloupy. Obvodový plášť je tvořen celostěnovými sendvičovými panely ve štítu a uvnitř objektu se nachází vnitřní nosné stěny. Ostatní části obvodového pláště tvoří parapetní panely s pásy oken na celé délce průčelí. [7]

### 6.4.4 Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukce tvoří železobetonové panely PSO-81 v tloušťce 400 mm. Jsou použity typové panely v modulu 7,5 m a 6 m. V místech, kde nemohly být použity se nacházejí tyto panely zkrácené. [7]

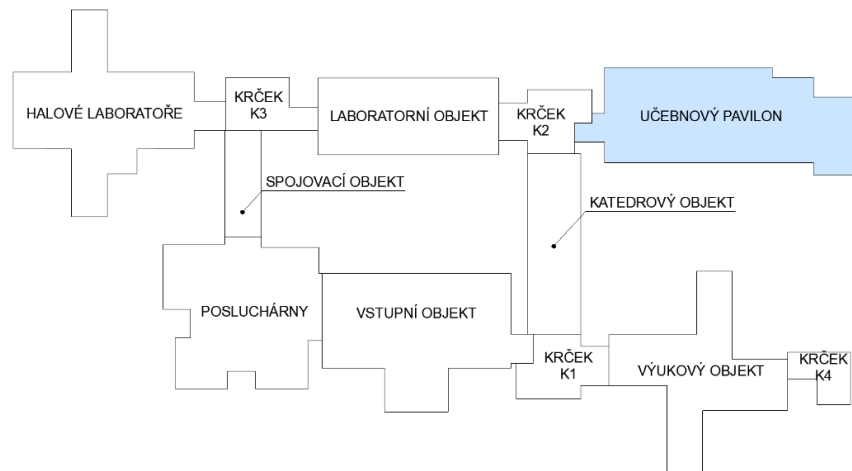
### 6.4.5 Střešní plášť

Střecha je řešená jako dvouplášťová s provětrávanou vzduchovou mezerou. Na spodní železobetonové konstrukci je uložena minerální tepelná izolace tl. 120 a 150 mm. Horní plášť dvouplášťové střechy tvoří železobetonová deska tl. 80 mm s betonovou mazaninou tl. 40 mm. Konečnou hydroizolační vrstvu střechu tvoří souvrství třech oxidovaných pásů. [7]

## 6.5 Učebnový pavilon

Učebnový pavilon se nachází v severovýchodní části fakulty, jedná se o krajní objekt napojující se na komunikační krček K2. V učebnovém pavilonu se nachází hlavně kanceláře, učebny a přednášková hala nacházející se na samém konci objektu. V posledním nadzemním podlaží se nachází technické místnosti se vzduchotechnikou. [7]



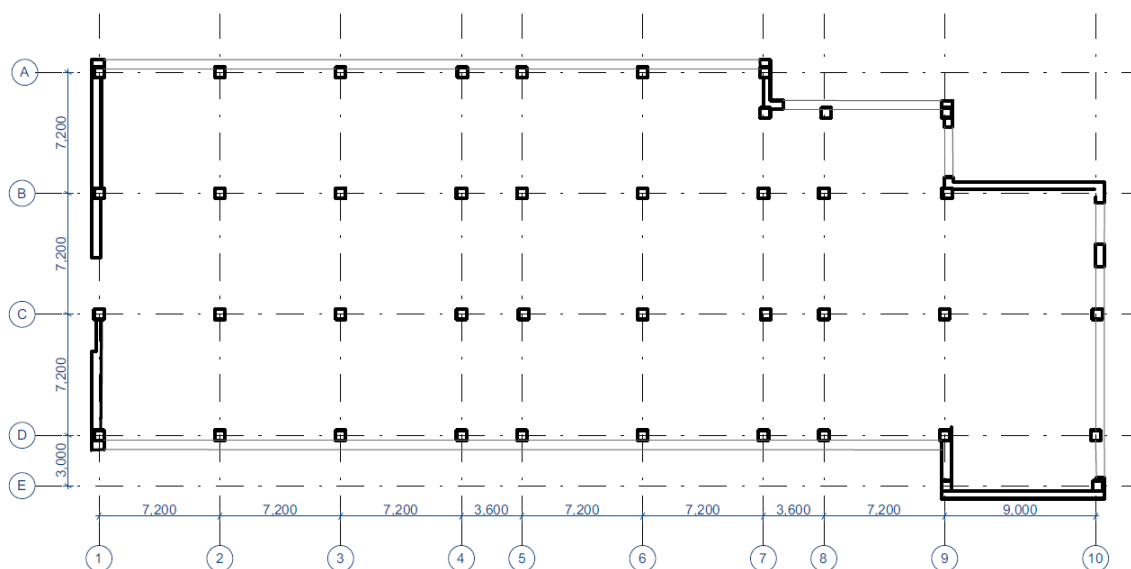


**Obrázek 66: Schéma umístění učebnového pavilonu**

Zdroj: Autor

### 6.5.1 Konstrukční systém

Objekt je čtyřpodlažní. Konstrukční výška nadzemních podlaží je 3,6m. Objekt je navržen jako železobetonový skelet. Je rozdělen podélně do 9 modulů o osových vzdálenostech 9, 7,2 m a 3,6 m. Ve druhém směru je rozdělen na 4 moduly po 7,2 a 3 metrech. [7]



**Obrázek 67: Konstrukční schéma učebnového pavilonu**

Zdroj: Autor

### **6.5.2 Základové konstrukce**

Založení objektu je na betonových patkách. [7]

### **6.5.3 Svislé konstrukce**

V železobetonovém skeletu učebnového pavilonu je obvodový plášť proveden z vyzdívaných stěn. Taktéž vnitřní nenosné stěny jsou provedeny ze zdiva. [7]

### **6.5.4 Vodorovné konstrukce**

Stropy jsou uloženy v příčném směru v modulech 7,2 a 3,6 m. Dále jsou použité stropní prvky, které jsou zkrácené a atypické. Jsou použity železobetonové monolitické stropy. [7]

### **6.5.5 Střešní plášť**

Střeška je koncipovaná jako dvouplášťová provětrávaná. Spodní část tvoří železobetonový strop a na něm uložená minerální tepelná izolace v tloušťce 120 mm a 150 mm. Horní část pláště střechy je tvořena z dřevěných trámů pobitými dřevěným bedněním tl. 24 mm. Hydroizolační vrstva je složena ze dvou vrstev PVC-P fólií uložených na ochranné geotextílii. První vrstva hydroizolace je původní. Druhá vrstva je dodatečně později provedená. [7]



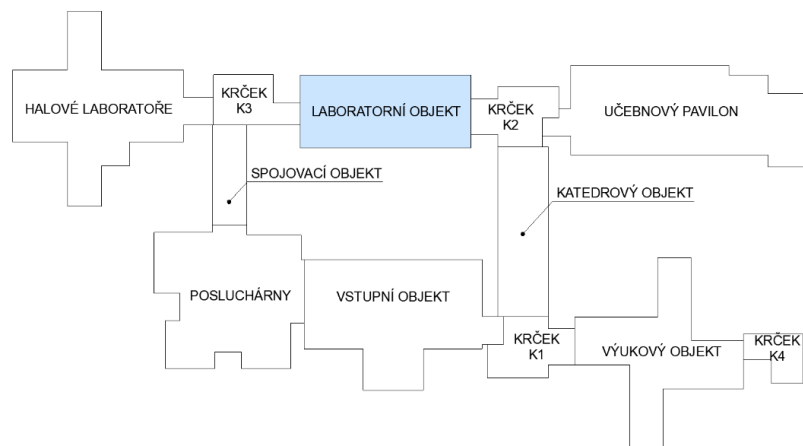
**Obrázek 68: Pohled na učebnový pavilon**  
Zdroj: Autor



**Obrázek 69: Pohled na střechu učebnového pavilonu**  
Zdroj: Autor

## 6.6 Laboratorní objekt

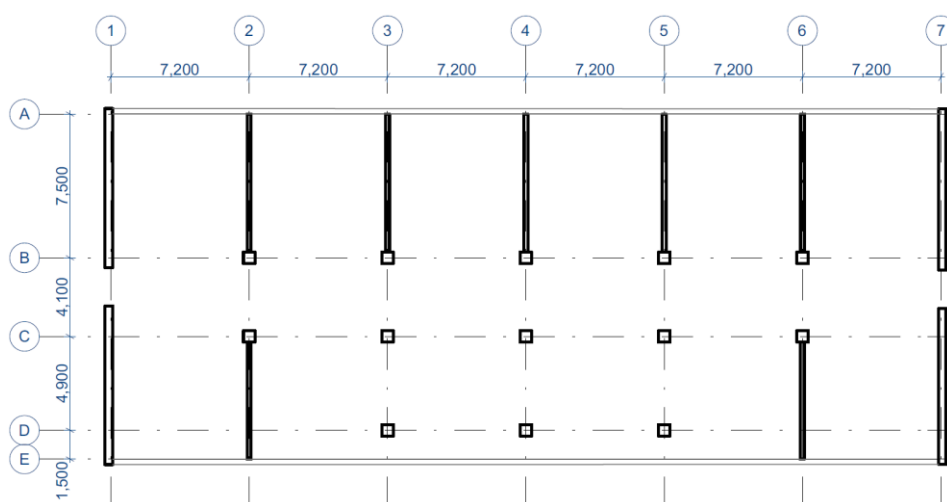
Laboratorní objekt se nachází na severní straně fakulty, mezi spojovacím krčkem K2 a K3. V objektu se nachází především laboratoře a kanceláře. V roce 2001 zde došlo k dostavbě 8. podlaží.



**Obrázek 70: Schéma umístění laboratorního objektu**  
Zdroj: Autor

### 6.6.1 Konstrukční systém

Objekt je osmipodlažní. Je řešen jako železobetonový kombinovaný systém, kde nosnou konstrukci tvoří nosné stěny orientovány v příčném směru s vloženými vnitřními sloupy, železobetonovými průvlaky a stropními panely. Konstrukční výška je v nadzemních podlažích 3,6 m a v 1. podzemním podlaží 4,2 m. V podélném směru je objekt rozdělen do 6 modulů o osový vzdálenostech 7,2 m. V příčném směru 5 modulů v osové vzdálenosti 7,5 m, 4,5 m, 4,1 m a 1,5m. [7]



**Obrázek 71: Konstrukční schéma laboratorního objektu**  
Zdroj: Autor

### 6.6.2 Základové konstrukce

Založení objektu je na betonových pasech výšky 1400 mm a šířky 4000 mm. [7]

### 6.6.3 Svislé konstrukce

Nosnou svislou konstrukci objektu tvoří nosné panelové stěny příčně orientované. Do vnitřního podélného modulu bylo vloženo jedno pole ze železobetonového skeletu se dvěma protilehlými sloupy. Obvodový plášť je tvořen parapetními panely. [7]

### 6.6.4 Vodorovné konstrukce

Stropy jsou provedeny ze stropních dutinových panelů kladeny v podélném směru na nosné stěny a průvlaky. Průvlaky nesoucí stropní panely jsou uloženy ve vnitřních polích v místech sloupů. [7]

### 6.6.5 Střešní plášť

Na objektu se nachází tři typy střešního pláště. Ve všech případech se jedná o plochou střechu. Na severní straně je provedena střecha jednoplášťová, spádovaná pomocí lehčeného betonu a jako hydroizolační vrstva tu slouží souvrství tří oxidovaných asfaltových pásů

Jižní část střechy a střecha nad nově provedenou nástavbou je provedená jako plochá střecha na nosné části ve sklonu z trapézového plechu, na kterém je uložena tepelná izolace z pěnového polystyrenu tl. 100 mm a hydroizolační vrstva z asfaltových pásů.

Západní stranu střechy tvoří plochá dvouplášťová střecha. Na spodní stropní desce je uložena minerální vata ve dvou vrstvách o celkové tloušťce 100 mm. Horní plášť je tvořen železobetonovou deskou ve spádu tl. 80 mm, na které je proveden

cementový potěr tl. 30 mm. Hydroizolační vrstva je tvořena vrstvou dvou oxidovaných asfaltových pásů. [7]



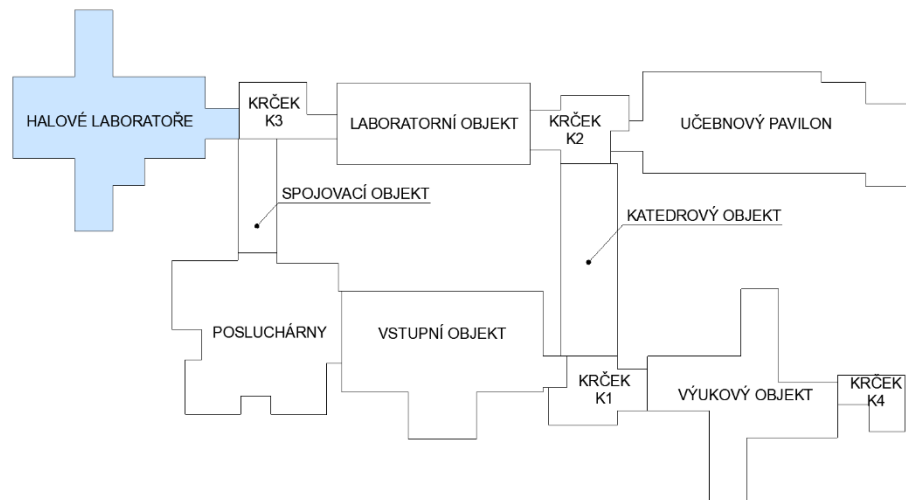
**Obrázek 72: Pohled na laboratorního objektu**  
**Zdroj: Autor**



**Obrázek 73: Pohled na střechu laboratorního objektu**  
**Zdroj: Autor**

## 6.7 Halové laboratoře

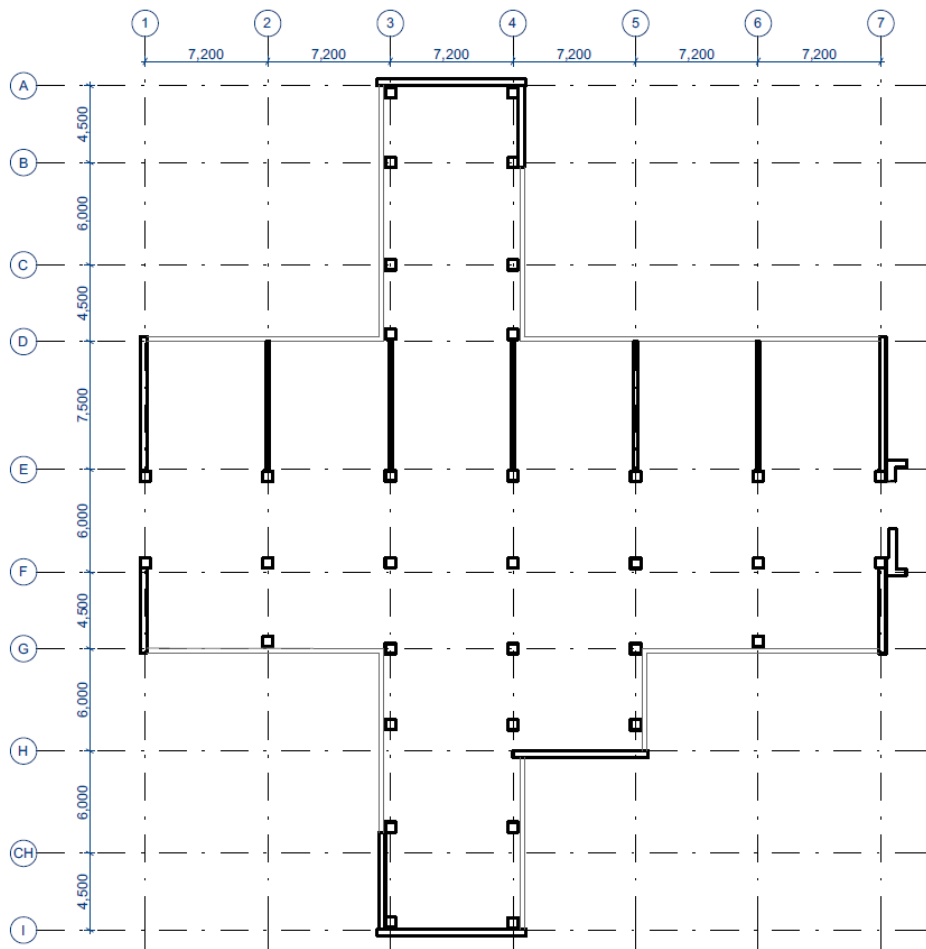
Halové laboratoře se nacházejí v severozápadní části univerzity a je umístěn mezi komunikačním krčkem K3 a univerzitními dílnami. Objekt je členitého půdorysu a nachází se v něm zejména kanceláře, učebny a laboratoře.



**Obrázek 74: Schéma umístění halových laboratoří**  
Zdroj: Autor

### 6.7.1 Konstrukční systém

Objekt je dvoupodlažní. Konstrukční systém je skeletopanelový PSO-81. Podélně je objekt rozdělen po 6 modulech o osové vzdálenosti 7,2 m a příčně po 6 modulech o osové vzdálenosti 4,5 m, 6, 7,5 m. Konstrukční výšky podlaží jsou 3,4 m. [7]



Obrázek 75: Konstruktivní schéma halových laboratoří  
Zdroj: Autor

### 6.7.2 Základové konstrukce

Objekt je založen na základových patkách PSO-81 uložené na podkladním betonu tl. 100 mm. Pod obvodovým pláštěm se nachází základové pasy z prostého betonu. [7]

### 6.7.3 Svislé konstrukce

Svislé konstrukce jsou tvořeny nosnými sloupy o rozměru 600x600 mm, sendvičovými panely umístěnými ve štítech a vnitřní nosné stěnové panely. Obvodový plášť je vytvořen parapetními panely. Vnitřní nenosné příčky jsou



použity v co největší míře jako panelové o tloušťce 100 mm. Ostatní příčky jsou vyzděné z dutinových příčkovek tl. 150 mm a z tvárnic tl. 200 mm. [7]

#### 6.7.4 Vodorovné konstrukce

Vodorovnou nosnou část tvoří průvlaky uložené v příčném směru, na kterých jsou uloženy dutinové panely tl. 400 mm ukládané na modul široký 7,2 m. [7]

#### 6.7.5 Střešní plášť

Střešní plášť tvoří dvouplášťová střecha s provětrávanou mezerou. Na stropních panelech je uložena tepelná izolace z minerálních desek o celkové tloušťce 140 mm. Jsou zde použity 3 vrstvy o tloušťce 50, 50 a 40 mm z důvodů vystřídání spár. Horní plášť střechy tvoří železobetonové desky pokryté cementovým potěrem tl. 30 mm dilatovaným ve čtvercích o rozměru 2x2 m. Na cementovém potěru je hydroizolační vrstva ze souvrství tří asfaltových pásů, Alvenbit a 2x Sklobit. [7]



Obrázek 76: Pohled na halové laboratoře č.1  
Zdroj: Autor



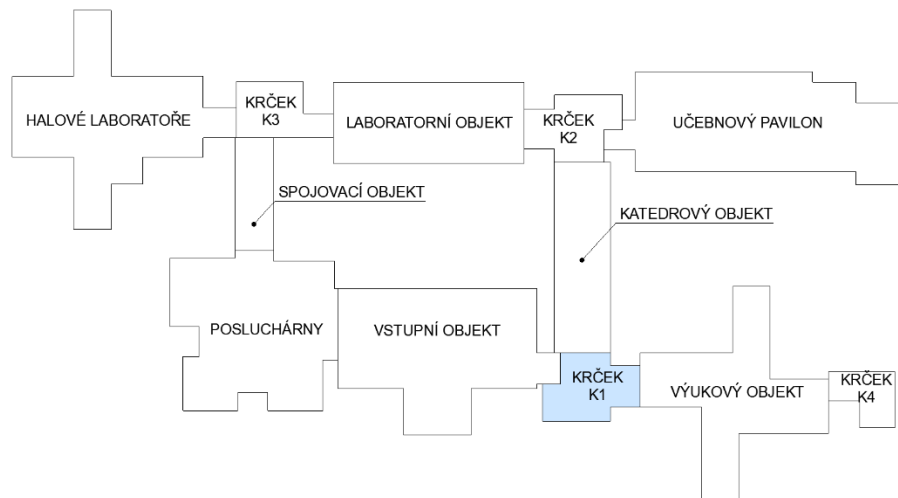
**Obrázek 77: Pohled na halové laboratoře č.2**  
**Zdroj: Autor**



**Obrázek 78: Pohled na halové laboratoře č.3**  
**Zdroj: Autor**

## 6.8 Krček K1

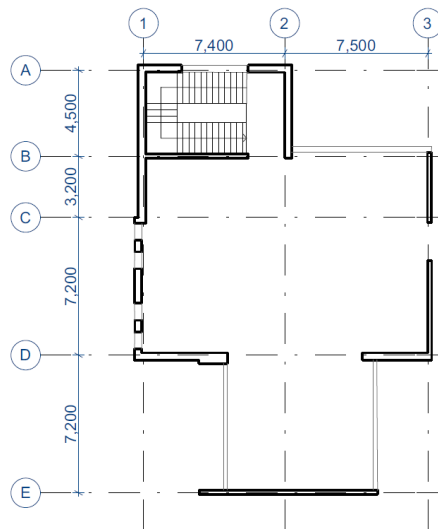
Krček K1 se nachází na jižní straně fakulty a spojuje dohromady výukový objekt ze západní strany, katedrový objekt ze severní a vstupní objekt z východní strany, na který navazuje pouze v 1. NP. V komunikačním krčku se nachází výtah, schodiště, na něj navazující chodby a sociální zázemí.



**Obrázek 79: Schéma umístění krčku K1**  
Zdroj: Autor

### 6.8.1 Konstrukční systém

Objekt je navržen ze skeletopanelového soustavy PSO-81. Tento objekt je řešen pouze z panelové výstavby. Objekt je devítipodlažní s konstrukční výškou 4,2 m u nadzemních podlaží a 3,6 m u podzemního podlaží. Od všech objektů je komunikační krček oddělen dilatační spárou.



Obrázek 80: Konstrukční schéma Krčku K1  
Zdroj: Autor

### 6.8.2 Základové konstrukce

Objekt je postaven na betonových monolitických základových pasech z betonu B3, které jsou uloženy na podkladním betonu.

### 6.8.3 Svislé konstrukce

Obvodový plášť je tvořen sendvičovými stěnovými panely tl. 365 soustavy PSO-81 a parapetními panely v místech s okny. Vedle schodiště se nachází vnitřní nosná stěna tl. 200 mm.

Příčky v sociálně hygienických prostorech jsou zděné v tl. 150 mm z cihel klasického formátu a dutých příčkovek tl. 100 mm. Příčky záchodových kabin jsou vyzdívány do ocelových U profilů ve výšce 200 mm nad podlahou a o celkové výšce 2 100 mm. Část sendvičových panelů je z exteriérové strany obloženo ocelovým obložením v měděné barvě.

#### **6.8.4 Vodorovné konstrukce**

Stropní nosná konstrukce je tvořena prefabrikovanými stropními dutinovými panely tl. 400 mm ze soustavy PSO-81.

#### **6.8.5 Schodiště**

V objektu se nachází dvouramenné schodiště s mezipodestou. Schodišťové stupně jsou provedeny z nabetonovaných stupňů na železobetonové desce. Mezipodesty jsou uloženy na štítové stěně a vnitřní protilehlé stěně. Šířka schodišťového ramene je 1380 mm.

#### **6.8.6 Střešní plášť**

Střešní plášť tvoří dvouplášťová střecha. Spodní plášť je tvořen tepelnou izolací tl. 120 mm volně uložené na stropních panelech. Provětrávaná vzduchová mezera mezi horním a spodním pláštěm je odvětrávaná otvory v atikových panelech. Horní plášť tvoří železobetonová deska kladená ve spádu s dilatovanou, ve čtvercích 2x2m betonovou mazaninou tl. 30 mm, na které je položeno souvrství dvou vrstev hydroizolace z oxidovaných asfaltových pásů a třetího modifikovaného asfaltového pásu.



Obrázek 81: Pohled na Krček K1  
Zdroj: Autor

## 6.9 Teplotně fyzikální posouzení obvodových konstrukcí objektu

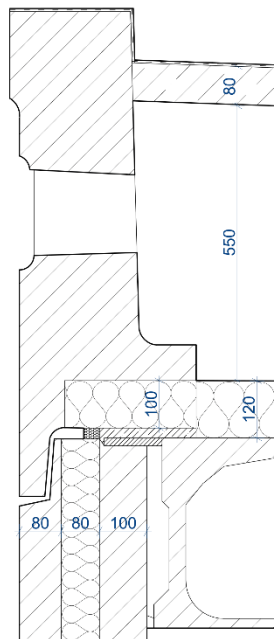
Objekt Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni byl postaven podle projektu vytvořeného v 80. letech 20. století dle v té době platných norem. Postupem času, kdy dochází ke stálému zvyšování nároků na součinitele prostupu tepla, došly stávající konstrukce do stavu, kdy již nevyhovují dnešním požadavkům.

Z tohoto důvodu je nutné provést dodatečné zateplení obalových konstrukcí objektu s přihlédnutím na současný stav použitých materiálů, či současné vady a poškození. V tomto případě stavebních úprav se jedná o obvodový plášť a střešní plášť. V konečné fázi návrhu musí být proveden výpočet a jeho výsledky musí odpovídat platné normě ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov z roku 2011.

Níže uvedené výpočty byly provedeny v program Teplo 2017 EDU a Area 2017 EDU.

### 6.9.1 Střešní plášť

Střešní pláště jsou na většině střech Fakulty strojní provedeny jako dvouplášťové střechy. Dvouplášťová střecha je provedena s provětrávanou vzduchovou mezerou pomocí otvorů v atice. Horní plášť je tvořen železobetonovými deskami ve spádu s tloušťkou 80 mm, na které je provedena vrstva ze tří asfaltových hydroizolačních pásů. Spodní plášť střechy je tvořen minerální tepelnou izolací v tloušťce 120 mm. Bylo zjištěno, že ve stávající skladbě není provedena parotěsná zábrana mezi stropním panelem a tepelnou izolací viz obr. 84.



**Obrázek 82: Detail atiky**  
Zdroj: Autor

Pro zjištění, zdali je vůbec nutné dvouplášťovou střechu zateplovat bylo nutné provést výpočet součinitele prostupu tepla. Do výpočtu byl započítán pouze dolní plášť střechy s tepelnou izolací viz tab. 11.

Podle normy ČSN 73 0540 z roku 1979 byl požadovaný odpor konstrukce v teplotní oblasti  $-15^{\circ}\text{C}$  pro ploché střechy  $1,8 \text{ m}^2\text{K/W}$  a součinitel prostupu tepla  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Tab. 11: Zadání skladby dolního pláště

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenná	0.0050	0.8800	840.0	1600.0	6.0	0.0000
2	Dutinový panel	0.4000	1.2000	840.0	1200.0	23.0	0.0000
3	Tepelná izolac	0.1200	0.0600	800.0	160.0	1.0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Zdroj: Teplo 2017 EDU

Výpočtem bylo zjištěno:

Tepelný odpor konstrukce R: 2,339 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0,394 W/m<sup>2</sup>K bez přírážek

0,44 W/m<sup>2</sup>K s přírážkou 0,05

Podle normy ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov platí:

Tab. 12: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	<b>U<sub>N,20</sub></b>	<b>U<sub>rec,20</sub></b>	<b>U<sub>pas,20</sub></b>
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15-0,10

Zdroj: ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov, oddíl 5.2.1, tabulka č. 3

Pokud budeme navrhovat novou skladbu střechy na doporučené hodnoty, musíme zlepšit součinitel prostupu tepla z 0,44 W/m<sup>2</sup>K na 0,16 W/m<sup>2</sup>K, tedy celkem o 0,28 W/m<sup>2</sup>K.

Úpravu dvouplášťové střechy lze provést několika způsoby, kdy každé řešení má své výhody a nevýhody a je na zvážení, ke které úpravě v rámci možností realizačních a finančních se stavebník s dodavatelem dohodnou.



Prvním způsobem, jak docílit zlepšení tepelně izolačních vlastností provětrávané střechy je rozebrání horního pláště a doplněním tepelné izolace spodního pláště. V rámci stavu stávající tepelné izolace se lze rozhodnout o doplnění vrstvy, tak aby součinitel prostupu tepla odpovídal doporučené hodnotě  $U_{rec,20}$ , nebo se rozhodnout o odstranění staré tepelné izolace a provedením zcela nové vrstvy, včetně parotěsné zábrany, která zde v současné době chybí. Při prohlídce provětrávané dutiny v roce 2017 firmou DEKTRADE bylo zjištěno, že v některých místech střech není tepelná izolace souvisle rozložena a tloušťka izolace je velmi proměnlivá viz obr. 85,86,87.



**Obrázek 83: Provedení tepelné izolace dvouplášťové střechy spojovacího krčku K2**  
**Zdroj: Dektrade**



**Obrázek 84: Provedení tepelné izolace dvouplášťové střechy katedrového objektu  
Zdroj: Dektrade**



**Obrázek 85: Provedení tepelné izolace dvouplášťové střechy laboratorního objektu  
Zdroj: Dektrade**

Toto řešení je z hlediska funkčnosti dvouplášťové střechy s provětrávanou mezerou technicky nejdokonalejší a ze všech možných úprav nejméně rizikové. Bohužel největší nevýhodou je velká finanční a časová náročnost. Horní plášť je tvořen železobetonovými deskami o tl. 80 mm

a k odstranění bude nutná těžká mechanizace. V průběhu odstraňování horního pláště může vlivem zatékání srážkové vody dojít k nasáknutí tepelné izolace vodou a zatékání do objektu. I přes zateplení obvodového pláště a doplněním tepelné izolace do spodního pláště bude docházet k tepelnému mostu v místě atiky. [5]

Tab. 13: Návrh nové skladby dolního pláště

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenná	0.0050	0.8800	840.0	1600.0	6.0	0.0000
2	Dutinový panel	0.4000	1.2000	840.0	1200.0	23.0	0.0000
3	Minerální tepe	0.3400	0.0390	800.0	160.0	1.0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Zdroj: Teplo 2017 EDU

Výpočtem bylo zjištěno:

Tepelný odpor konstrukce R: 9,057 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0,108 W/m<sup>2</sup>K bez přírážek

**0,16 W/m<sup>2</sup>K** s přírážkou 0,05

Ke kondenzaci v konstrukci nedochází.

Takto navržená skladba při součinitele prostupu tepla 0,16 W/m<sup>2</sup>K vyhovuje požadavku, kdy doporučená hodnota U<sub>rec,20</sub> je 0,16 W/m<sup>2</sup>K. [14],[15],[16]

Druhý způsob zateplení dvouplášťové střechy je foukaná tepelná izolace. Tento způsob patří mezi nedestruktivní, kdy zateplení provádíme skrz větrací otvory v atice ve vyvrtných otvorech v horním plášti, který se nemusí rozebírat. Při tomto návrh musí být zvolen takový izolační materiál, který bude nehořlavý s nízkým difuzním odporem. Při nafoukání tepelné izolace dojde ke ztenčení větracné vzduchové mezery, a proto musí být provedeno zintenzivnění větrání, do datečně provedenými větracími komínky v ploše střechy. Celý návrh musí být

ověřen výpočtem, zdali nově vytvořená vzduchová mezera spolehlivě odvádí vlhkost ze střešní dutiny.

Dalším způsobem, jak provést zateplení dvouplášťové střechy je zateplení horního pláště, kdy s touto úpravou souvisí i zateplení obvodového pláště s přetažením tepelné izolace přes otvory v atice. Tímto způsobem dochází ke změně dvouplášťové střechy s větranou mezerou na dvouplášťovou střechu s mezerou nevětranou, která se chová jako jednoplášťová.

Zateplení je vyřešeno provedením nové tepelné izolace na stávající horní plášť s doplněním povlakové hydroizolace z PVC s nízkým difuzním odporem. Původní hydroizolační souvrství, které se po zateplení nachází mezi spádovanou železobetonovou deskou a novou tepelnou izolací, plní funkci parotěsné zábrany viz obr. 88.

V případě, že by byla prokázána vlhkost v původní vrstvě tepelné izolace je nutné, aby po zateplení střešního pláště nedošlo k uzavření otvorů v atice a bylo umožněno dostatečné vyschnutí. Poté lze přistoupit k zateplení stěn atiky a uzavření otvorů.

Toto zdánlivě jednoduché řešení v sobě ale ukrývá jeden veliký problém, a tím je uzavření vzduchové dutiny, následná kondenzace vodní páry na spodním povrchu horního pláště a boků atiky a stékání kondenzátu do tepelné izolace a interiéru.

Varianta, jak tomuto problému předejít, nebo snížit množství zkondenzované vodní páry natolik, aby byla schopna se během roku z konstrukce odpařit, je vytvoření expanzní funkce dutiny. Tuto funkci zajistíme neuzavřením všech větracích otvorů úplně a vzduchovou dutinu napojíme na ovzduší v exteriéru. Vhodně vložených větracích dutinek do původních větracích otvorů umožníme vyrovnání přtlaku vodních par nahromaděných v uzavřené dutině.

Pozornost musí být soustředěna i na prostupy vedené střechou, patří sem například dešťové svody. Tyto konstrukce musí být obaleny tepelnou izolací, aby na jejich povrchu nedocházelo ke kondenzaci vodních par. [5]

Při návrhu skladby konstrukce je důležité vědět, jak uvažovat uzavřenou vzduchovou mezeru. Dle ČSN EN 6946 v článku 5.3.1 lze nevětranou vzduchovou mezeru uvažovat pokud:

- Nedochází ke zřetelnému proudění vzduchu a dutina není propojena s prostředím přilehlým ke konstrukci.
- Vzduchová mezera, která není od vnějšího prostředí oddělena souvislou vrstvou, ale je s ním spojena malými otvory a tyto otvory neumožňují zřetelné proudění a nepřesahují  $500 \text{ mm}^2$  na každý m délky pro svislé vzduchové vrstvy, nebo  $500 \text{ mm}^2$  na každý  $\text{m}^2$  plochy povrchu pro vodorovné vzduchové mezery.

Slabě větranou vzduchovou mezeru lze uvažovat pokud:

- Je zajištěna pouze omezená výměna vzduchu prostřednictvím otvorů od  $500 \text{ mm}^2$  do  $1500 \text{ mm}^2$  na každý metr délky pro svislé vzduchové vrstvy, nebo od  $500 \text{ mm}^2$  do  $1500 \text{ mm}^2$  na každý  $\text{m}^2$  plochy povrchu pro vodorovné vzduchové vrstvy.

Výpočtový tepelný odpor slabě větrané vzduchové vrstvy je roven jedné polovině odpovídající hodnoty podle tab. 14. [14],[15],[16], [17]

Tab. 14: Tepelný odpor nevětraných vzduchových vrstev ( $m^2K/W$ )

Tloušťka vzduchové vrstvy mm	Směr tepelného toku		
	nahoru	vodorovně	dolů
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

POZNÁMKA - Mezihlé hodnoty mohou být stanoveny lineární interpolací.

Zdroj: ČSN EN 6946

Do návrhu skladby střechy se uvažovala minerální tepelná izolace o tl. 300 mm a povlaková hydroizolace z PVC.

Tab. 15: Zadání skladby S1 navrhovaného střešního pláště

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Dutinový panel	0.4000	1.2000	840.0	1200.0	23.0	0.0000
2	původní tep. i	0.1200	0.0560	880.0	100.0	1.1	0.0000
3	Uzavřená vzduc	0.3000	1.8750	1010.0	1.2	0.0	0.0000
4	Železobeton	0.0800	1.5800	1020.0	2400.0	29.0	0.0000
5	Asfaltový pás	0.0050	0.2100	1470.0	1200.0	50000.0	0.0000
6	Desky z minerá	0.3000	0.0380	800.0	40.0	1.0	0.0000
7	PVC fólie	0.0015	0.3500	1470.0	1335.0	10200.0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Zdroj: Teplo 2017 EDU

Výpočtem bylo zjištěno:

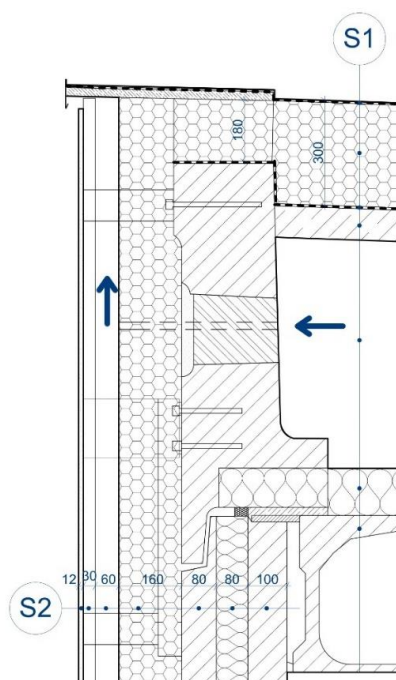
Tepelný odpor konstrukce R:  $10,610 m^2K/W$

Součinitel prostupu tepla konstrukce U:  $0,093 W/m^2K$  bez přírážek

**$0,14 W/m^2K$**  s přírážkou 0,05

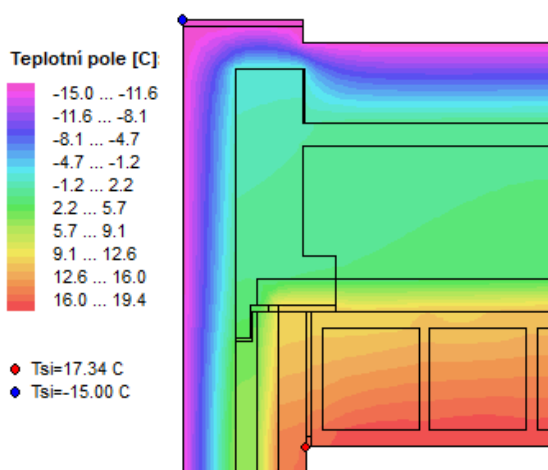
Takto navržená skladba při součinitele prostupu tepla  **$0,14 W/m^2K$**  vyhovuje požadavku, kdy doporučená hodnota  $U_{rec,20} = 0,16 W/m^2K$ . [14],[15],[16]

Na obrázku č. 90 můžeme vidět průběh relativní vlhkosti v uzavřené dutině bez expanzní funkce a oblast kondenzace viz obr. 91. Z výsledků můžeme říct, že v takto navržené skladbě a provedení detailu se bude kondenzát vyskytovat vždy, pokud neprovedeme systém malých otvorů v atice umožňující vyrovnání tlaků vodních par nahromaděných v uzavřené vzduchové dutině.

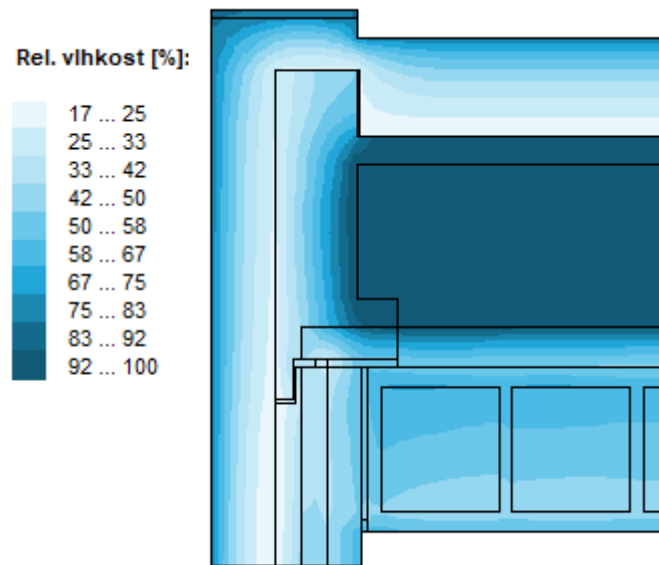


Obrázek 86: Detail zateplení atiky

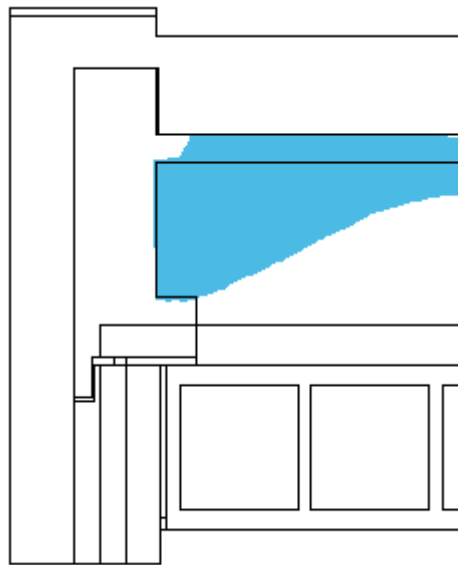
Zdroj: Autor



Obrázek 87: Atika-průběh teplot po zateplení střešního a obvodového pláště



Obrázek 88: Atika-relativní vlhkost



Obrázek 89: Oblast kondenzace vodní páry v detailu  
Zdroj: Teplo 2017 EDU



### 6.9.2 Obvodový plášť

Obvodový plášť není tvořen v celém objektu jednou konstrukcí, ale je sestaven z několika různých prvků. Tvoří ho štítové nosné sendvičové stěny, parapetní sendvičové panely a atikové panely. Štítové sendvičové stěny a parapetní panely mají skladbu stěny složenou ze tří částí. Vnější betonová vrstva je tvořena moniérkou tloušťky 80 mm, vnitřní vrstva je tvořena tepelnou izolací z polystyrénových desek tl. 80 mm a vnitřní nosná vrstva je tvořena železobetonem tloušťky 200 mm u štítové stěny a 100 mm u parapetního panelu.

V době realizace objektu platil, dne normy ČSN 73 0540:1979 požadavek na vnější stěnu pro oblast  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tepelný odpor  $R_N = 0,95\text{ m}^2\text{K/W}$  a součinitel prostupu tepla  $U = 0,89\text{ W/m}^2\text{K}$ .

Z tohoto důvodu v dnešní době tloušťka tepelné izolace v konstrukci již není dostačující a je potřeba ji doplnit o další vrstvu tepelné izolace tak, aby součinitel prostupu tepla nově navržené skladby vyhovoval požadavkům současné platné normy ČSN 73 0540-2 viz tab.16. a byly odstraněny stávající tepelné mosty nacházejících se ve stykách jednotlivých panelů, v rozích panelů a napojení atiky na stropní a štítový panel. Kromě zateplení musí dojít i k osazení nových oken v místech stávajících otvorů.

**Tab. 16: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla**

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25	0,18-0,12
		lehká: 0,20	

Objekt se nachází v prostoru dalších fakult Západočeské univerzity v Plzni a podružných objektů a návrh nového zateplení fasády by měl tuto skutečnost zohledňovat a být zvolen takový systém, který bude mít moderní reprezentativní charakter a svým vzhledem představovat významnost univerzity.

Vlivem možných netěsností mezi panely vzniklých degradací materiálu vyplňující spáry obvodových panelů umožňující průnik vlhkosti a možného výskytu kondenzace v původní tepelně izolační vrstvě, jeví se jako nejlepší volba použití typu difúzně otevřené konstrukce zateplení.

Z tohoto důvodu je obvodový plášť navržen z provětrávané fasády s obkladovými deskami ukotvené k roštu z hliníkových profilů.

Do posouzení zateplení byla započítána pouze skladba k provětrávané vzduchové dutině viz tab. 17.

**Tab. 17: Zadaní skladby konstrukce štítového panelu**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Omítka vápenná	0.0050	0.8800	840.0	1600.0	6.0	0.0000
2	Železobeton	0.2000	1.5800	1020.0	2400.0	29.0	0.0000
3	Desky z EPS s	0.0800	0.0600	1270.0	50.0	55.0	0.0000
4	Železobeton	0.0800	1.5800	1020.0	2400.0	29.0	0.0000
5	Minerální tep.	0.2000	0.0380	800.0	50.0	1.0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

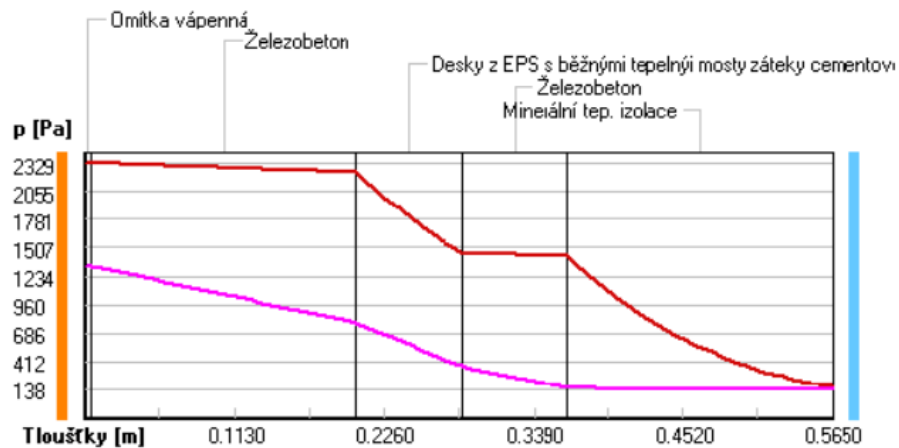
Výpočtem bylo zjištěno:

Tepelný odpor konstrukce R: 6,779 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0,142 W/m<sup>2</sup>K bez přírážek

**0,19 W/m<sup>2</sup>K s přírážkou 0,05**

Ke kondenzaci v konstrukci nedochází viz obr. 92



Obrázek 90: Částečné tlaky vodní páry v místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách  
Zdroj: Teplo 2017 EDU

Tab. 18: Zadání skladby S2 parapetního pasu

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Oμίtka vápenná	0.0050	0.8800	840.0	1600.0	6.0	0.0000
2	Železobeton	0.1000	1.5800	1020.0	2400.0	29.0	0.0000
3	Desky z EPS s	0.0800	0.0600	1270.0	50.0	55.0	0.0000
4	Železobeton	0.0800	1.5800	1020.0	2400.0	29.0	0.0000
5	Minerální tep.	0.2000	0.0380	800.0	50.0	1.0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Výpočtem bylo zjištěno:

Tepelný odpor konstrukce R: 6,716 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0,143 W/m<sup>2</sup>K bez přírážek

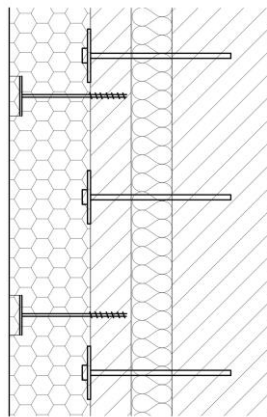
**0,19 W/m<sup>2</sup>K s přírážkou 0,05**

Takto navržené skladby při součiniteli prostupu tepla **0,19 W/m<sup>2</sup>K** vyhovují požadavku, kdy doporučená hodnota **U<sub>rec,20</sub> = 0,25 W/m<sup>2</sup>K**. [14],[15],[16]

Při realizaci nového pláště budou ponechány všechny původní části obvodových konstrukcí. Vnější slabě betonová moniérka je slabě vyztužená a kotvená do nosné železobetonové stěny, kdy sama o sobě není schopná zvládnout zatížení

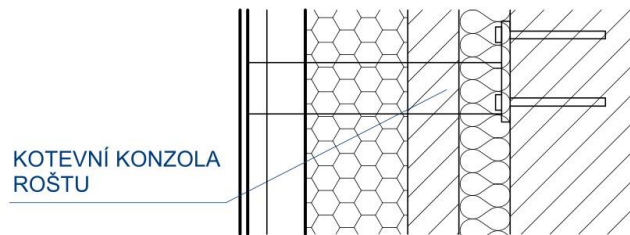
od hmotnosti nové konstrukce a stav kotev procházejících skrz tepelnou izolaci nemusí být ve vyhovujícím stavu. Proto je nutné, aby byla zajištěna její stabilita i po provedení zateplení a ukotvení nového pláště.

První způsob jak toto provést, je dokotvení betonové desky v ploše do takové míry, aby byla schopná přenášet zatížení od zateplení. Toto řešení lze aplikovat u kontaktních zateplovacích systémů, které nezatěžují obkladní betonovou desku tak, jako provětrávané fasády z obkladových desek a hliníkového roštu.



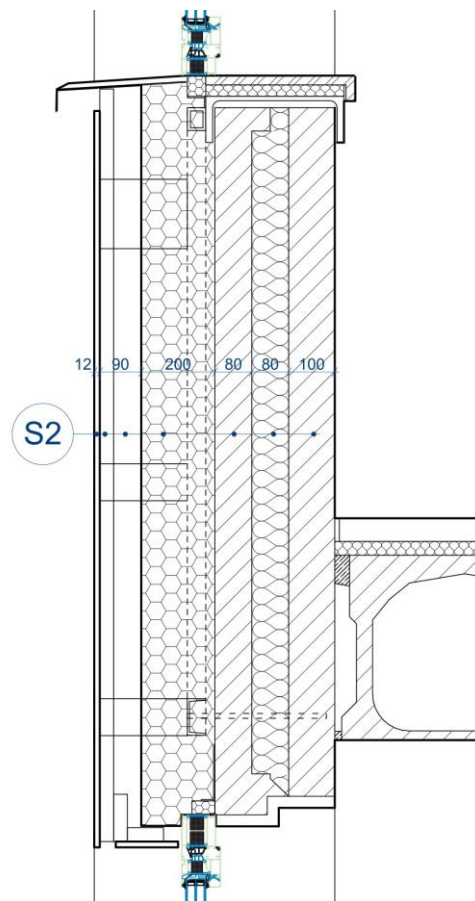
**Obrázek 91: Dokotvení obkladové betonové desky**  
**Zdroj: Autor**

Druhý způsob je kotvení hliníkového roštu přímo do nosné železobetonové části skrz otvor v původní tepelné izolaci a betonové obkladové desce. U soustavy PSO 81 je toto možné provést pouze v případě atikového pasu a štítové nosné sendvičové stěny, která má u železobetonové části tloušťku 200 mm. Parapetní pasy mají tloušťku nosné části pouze 100 mm a nejsou schopny sami zvládnout takové zatížení.

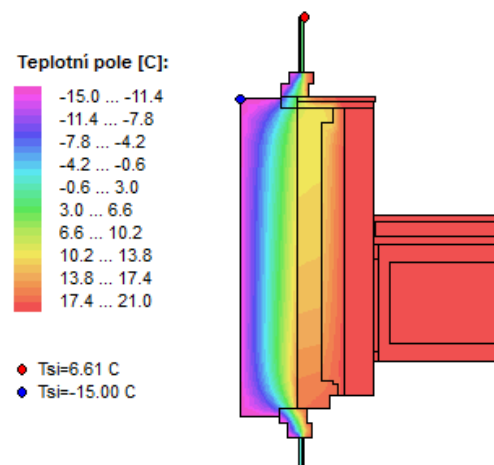


**Obrázek 92: Kotvení roštu skrz obkladovou desku**  
**Zdroj: Autor**

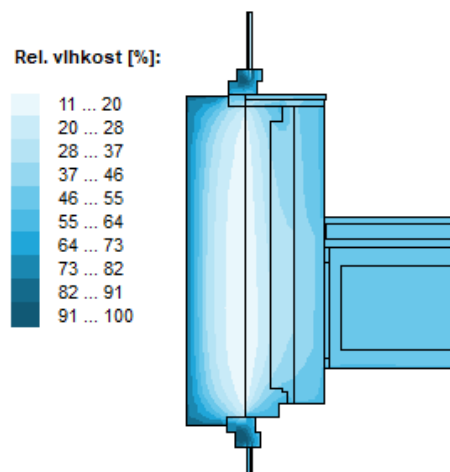
U parapetních pasů v soustavě PSO 81 je nutné provést podpůrnou ocelovou konstrukci nového obvodového pláště, kotvenou do železobetonových sloupů po stranách parapetního pasu a v kotevní oblasti parapetního pasu v úrovni stropního panelu viz obr. 95.



**Obrázek 93: Provětrávaná fasáda bez zásahu do parapetního pasu**  
**Zdroj: Autor**



**Obrázek 94: Průběh teplot v parapetním pasu**  
Zdroj: Teplo 2017 EDU



**Obrázek 95: Průběh relativních vlhkostí v parapetním pasu**  
Zdroj: Teplo 2017 EDU

Příkladem návrhu nového obvodového pláště Fakulty strojní je architektonický návrh Ing. arch. Pavla Němečka, CSc. a Ing. arch. Daniela Němečka. Touto studií je dokázo, že i přes to, že panelové a skeletové objekty jsou záležitostí minulého století a při slově panelový dům se každému člověku se vybaví nepěkně barevné monotónní fasády panelových staveb, lze správným návrhem tyto objekty architektonicky vyzdvihnout a dát jim vzhled, kterým dokážou konkurovat i těm nejmodernějším stavbám.



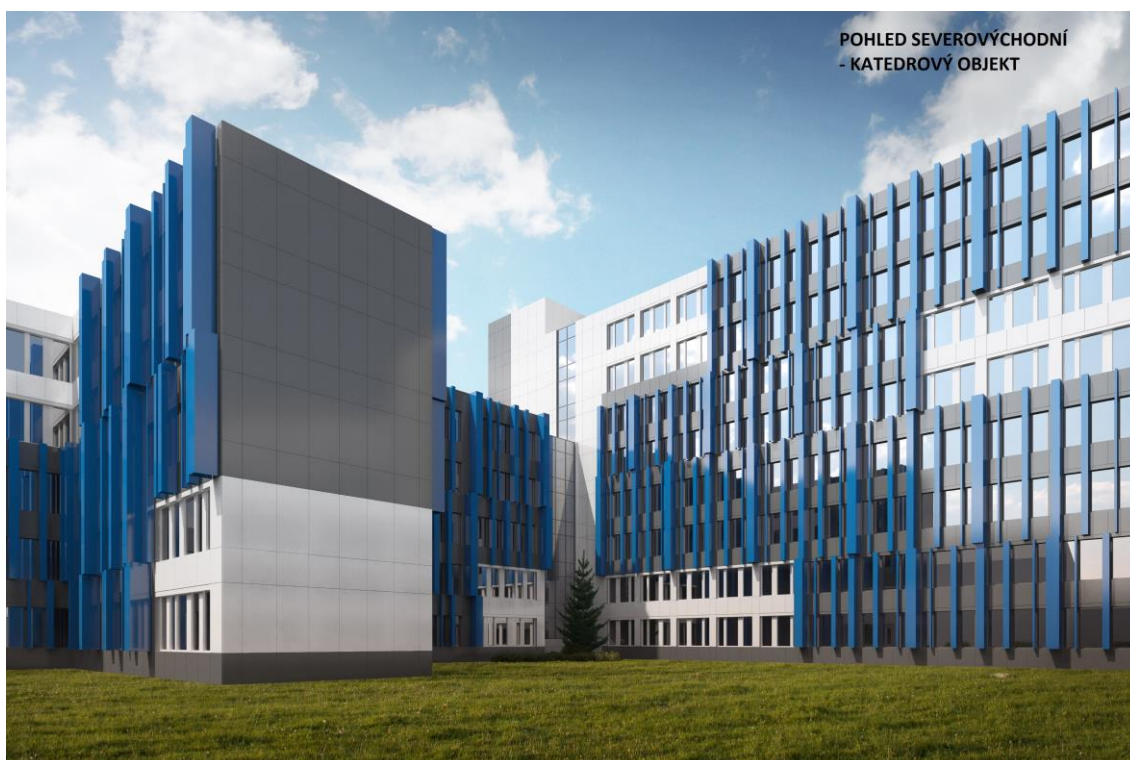
**Obrázek 96: Jižní pohled-Fakulta strojní**  
**Autor: Ing. arch. Pavel Němeček, CSc., Ing. arch. Daniel Němeček**



**Obrázek 97: Pohled jižní-Fakulta strojní**  
**Autor: Ing. arch. Pavel Němeček, CSc., Ing. arch. Daniel Němeček**



**Obrázek 98: Pohled jihozápadní-Fakulta strojní**  
**Autor: Ing. arch. Pavel Němeček, CSc., Ing. arch. Daniel Němeček**



**Obrázek 99: Pohled severovýchodní-Fakulta strojní**  
**Autor: Ing. arch. Pavel Němeček, CSc., Ing. arch. Daniel Němeček**



## 7 Závěr

Ze všech shromážděných podkladů a informací o soustavě PSO 81 bylo zjištěno, že při návrhu soustavy byly převzaty poznatky vycházejících ze zkušeností a výzkumů prováděných na starších panelových a skeletových soustavách. Zároveň měla splňovat požadavky občanských staveb z hlediska rozponu stropní konstrukce, užitého zatížení, skladebnosti příček a kombinace stěnové a skeletové konstrukce v jednom konstrukčním systému. Z tohoto vyplývá největší výhoda soustavy PSO 81, která umožňuje kombinaci všech vlastností těchto dvou systémů. Ze skeletového systému využívá možnost velkých rozponů stropů až 9 m a dispozičních variant. Ze stěnového systému využívá jeho funkci ztužení, kdy vložením stěn do skeletového systému získáváme velkou prostorovou tuhost. Díky rovným podhledům pomocí zapuštěných průvlaků lze provádět prefabrikované příčky, a tím dochází i k dalšímu urychlení procesu výstavby, kde odpadá proces vyzdívání.

Styky všech prvků byly provedeny kombinací betonové zálivky a vzájemného spojení provařením ocelových destiček zabetonovaných v jednotlivých dílech. Stěnové dílce byly opatřeny po stranách ozuby, které zabezpečovaly tuhé spojení a dokázali lépe přenášet smykové zatížení. Do svislých spár styků byla vkládána svislá výztuž a tam, kde bylo potřeba většího vyztužení, byla použita žebříčkovitá výztuž. Horní strany vnitřních stěnových panelů, nosných štítových stěn a příčlí byly opatřeny kapsami, do kterých se ukládali stropní panely pomocí úložných konzolek. Po uložení konzolek byly tyto kapsy vylity zálivkovým betonem. Všechny tyto úpravy dávají konstrukci dostatečnou tuhost a únosnost svislých styků stěnových dílců a podélných styků svislých dílců jak ve vodorovné, tak svislé rovině. Stěnové dílce se ukládali na montážní šrouby a sloupy byly ukotveny přivařením k výztuži spodního sloupu provlečené skrz příčli. Stěny byly oproti starším panelovým systémům více vyztuženy. Konstrukční výztuž se zde nacházela po obvodě panelu, v patě panelu, tak kolem otvorů a nadpraží otvoru. Více byly vyztuženy i oblasti kolem kapes v horních částech panelu. Všechny obvodové prvky tu byly

provedeny již s vloženou vrstvou tepelné izolace tloušťky 80 mm a snahou minimalizování tepelných mostů v detailech, jako byla například vložená tepelná izolace ve spodní části atiky a stěn přízemních podlaží s návazností na vodorovnou tepelnou izolaci střechy a základové desky. I přes všechna opatření nebyly eliminovány tepelné mosty v místech svislých a podélných spar napojení stěnových panelů, atik a parapetních pasů. V soustavě jsou navrženy dutinové stropní panely o tloušťce 400 mm kladených na nejdelší rozpon 7,5 a 9 m. Stěnové dílce, atiky, parapetní pasy jsou z betonu 3. třídy (C16/20), stropní panely z betonu 5. třídy (C30/35), příčle a sloupy z betonu 4. třídy (C25/30).

V návaznosti na informace o soustavě PSO 81 a shromážděné stavební dokumentace Fakulty strojní jakožto jediného zástupce, byl proveden popis konstrukčního a technického řešení. Objekt Fakulty je složen z několika objektů, jak výškově, tak tvarově odlišně řešených a vzájemně komunikačně propojených. I přesto, že je objekt řešen v soustavě PSO 81, je mnoho částí řešeno jako atypických a doplněných o monolitickou a zděnou technologii. Konstrukční systém je zvolen tak, aby nejlépe vyhovoval plánovanému využití objektu. Nacházejí se zde objekty s čistě panelovou technologií (katedrový objekt), tak s čistě skeletovou technologií (výukový objekt), ostatní objekty jsou provedeny kombinací těchto dvou systémů. Konstrukční výška je zde 3,6 m u ostatních nadzemních podlaží a 4,2 m u 1. nadzemního podlaží. Obvodový plášť je složen ze sendvičových štítových panelů, sendvičových parapetních pasů a v horní části atikových pasů. Střešní plášť je na všech objektech řešen jako dvouplášťová střecha s provětrávanou mezerou s tloušťkou tepelné izolace pohybující se od 100 mm do 120 mm.

Z důvodů nevyhovujícího obvodového pláště a střešního pláště z hlediska tepelně izolačních vlastností byly na základě výpočtů podle současných norem ČSN 73 0540 navrženy úpravy zahrnující zateplení těchto částí. U rekonstrukce dvouplášťové střechy se nabízí několik variant provedení. Technicky nejdokonalejší způsob je demontáž horního pláště a přidání tepelné izolace do spodního pláště se zanecháním funkce větrané vzduchové mezery. Tento způsob byl vyloučen

z důvodů velké finanční a technologické náročnosti. Dalším způsobem zvoleným jako nejvhodnějším je zateplení horního pláště a uzavření větrané mezery ve střeše. Toto řešení je velice problematické z hlediska kondenzace vodních par ve vzduchové dutině, a proto je tento způsob proveditelný pouze v případě vytvoření větracích trubiček, umožnění vyrovnání tlaků mezi vnitřním a venkovním vzduchem a pouze s ověřením bilance množství vlhkosti v dutině. Navrženo bylo zateplení tloušťky 300 mm se součinitelem prostupu tepla ploché střechy  $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Zateplení obvodového pláště bylo navrženo jako provětrávaná fasáda s obkladovými deskami z důvodu možného výskytu vlhkosti v sendvičových panelech vlivem netěsnosti ve sparách mezi panely. Tloušťka minerální tepelné izolace byla navržena 200 mm s celkovým součinitelem prostupu tepla  $0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Stávající obkladové betonové desky v sendvičových panelech a parapetech svým vyztužením a ukotvením neumožňují přímé zavěšení hliníkového roštu fasády, a proto je nutné kotvení provést skrz tepelnou izolaci na nosnou železobetonovou část stěny a v případě parapetů přenést kotvení fasády do sousedních nosných prvků pomocnou ocelovou konstrukcí.

Na závěr práce je ukázán architektonický návrh Ing. arch. Pavla Němečka, CSc. a Ing. arch. Daniela Němečka. *„Cílem návrhu je nové pojetí objektů, které bude ukazovat moderní směr uvažování Západočeské univerzity. Současně má návrh jasně deklarovat velikost této instituce s mezinárodním přesahem.“* [19]

Na konci přiložené přílohy obsahují výkresy detailů jednotlivých spojů nosné konstrukce a konstrukce nenosného obvodového pláště.

## 8 Seznam použité literatury

- [1] ČAPEK, Miroslav a Miroslav RŮŽIČKA. *Montované betonové skeletové konstrukce*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1976. Řada stavební literatury. SNTL.
- [2] ČERVENKA, Leoš. *Obvodové konstrukce panelových budov: Poruchy staveb*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-1762-3.
- [3] ŠUBRT, Roman. *Požadavky norem na tepelné izolace* [online]. 23.1.2006 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/3015-pozadavky-norem-na-tepelne-izolace>
- [4] Panelové domy [online]. 2010, [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <http://panelovedomy.ekowatt.cz/>
- [5] Dvouplášťové střechy I: Zásady pro opravy nebo rekonstrukci větrané dvouplášťové ploché střechy [online]. 4.5.2009 [cit. 2019-01-12]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/strechy/5611-dvouplastove-strechy-i>
- [6] Co nejvíc pálí dvouplášťové střechy [online]. 4.11.2016 [cit. 2019-01-12]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/14881-co-nejvic-pali-dvouplastove-strechy>
- [7] Ing. arch. Pavel NĚMEČEK, CSc., Dokumentace architektonicko-stavebního řešení Fakulty strojní ZČU v Plzni. Plzeň, 1987.
- [8] HAPLOVÁ, Pavla, Ivana KAZDOVÁ a Edita ČEČKOVÁ. POZEMNÍ STAVBY N.P. PLZEŇ. PSO 81: II. 3. b) Katalog prvků. Druhé vydání. Plzeň.
- [9] POZEMNÍ STAVBY N.P. PLZEŇ. PSO 81: Skeletopanelová soustava pro občanské stavby. Plzeň, 1985.
- [10] HAPLOVÁ, Pavla, Ivana KAZDOVÁ, Edita ČEČKOVÁ, Antonín POSTŘIHAČ a František KALOUŠ. POZEMNÍ STAVBY N.P. PLZEŇ. PSO 81: II. 3. a) Katalog detail nosné konstrukce-technologie panelová. Druhé vydání. Plzeň, 1985.
- [11] POSTŘIHAČ, Antonín, František KALOUŠ, Vladimír HONZÍK, et al. POZEMNÍ STAVBY N.P. PLZEŇ. PSO 81: II. 3. a) Katalog skladebných prvků. Druhé vydání. Plzeň, 1985.
- [12] POSTŘIHAČ, Antonín, Pavla HAPLOVÁ a Edita ČEČKOVÁ. POZEMNÍ STAVBY N.P. PLZEŇ. PSO 81: II. 3. g) Katalog detailů nenosného obvodového pláště. Druhé vydání. Plzeň, 1985.

- [13] HONZÍK, Vladimír, František KALOUŠ. POZEMNÍ STAVBY N.P. PLZEŇ. Doplněk k technické zprávě projektového podkladu stavební soustavy PSO 81. Plzeň, 1987.
- [14] ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov - část 1: Terminologie. 2005.
- [15] ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov - část 2: Požadavky. 2011.
- [16] ČSN 73 0540: Tepelná ochrana budov - část 4: Výpočtové metody. 2005.
- [17] ČSN EN ISO 6946: Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda. 1998.
- [18] HONZÍK, Vladimír a František KALOUŠ. Výrobní dokumentace soustavy PSO 81. 1987
- [19] Ing. arch. Pavel NĚMEČEK, CSc., Ing. arch. Daniel NĚMEČEK. Studie nových fasád pro zateplení objektu Univerzitní 22, Západočeská univerzita, Plzeň. 2017.

## **9 Seznam použitého softwaru**

Archicad 20 EDU

Autocad EDU

Teplo 2017 EDU

Area 2017 EDU

Microsoft office 2016

# Přílohy

## Seznam příloh

1) Detaily nosné konstrukce	143
2) Detaily nenosného obvodového pláště	158



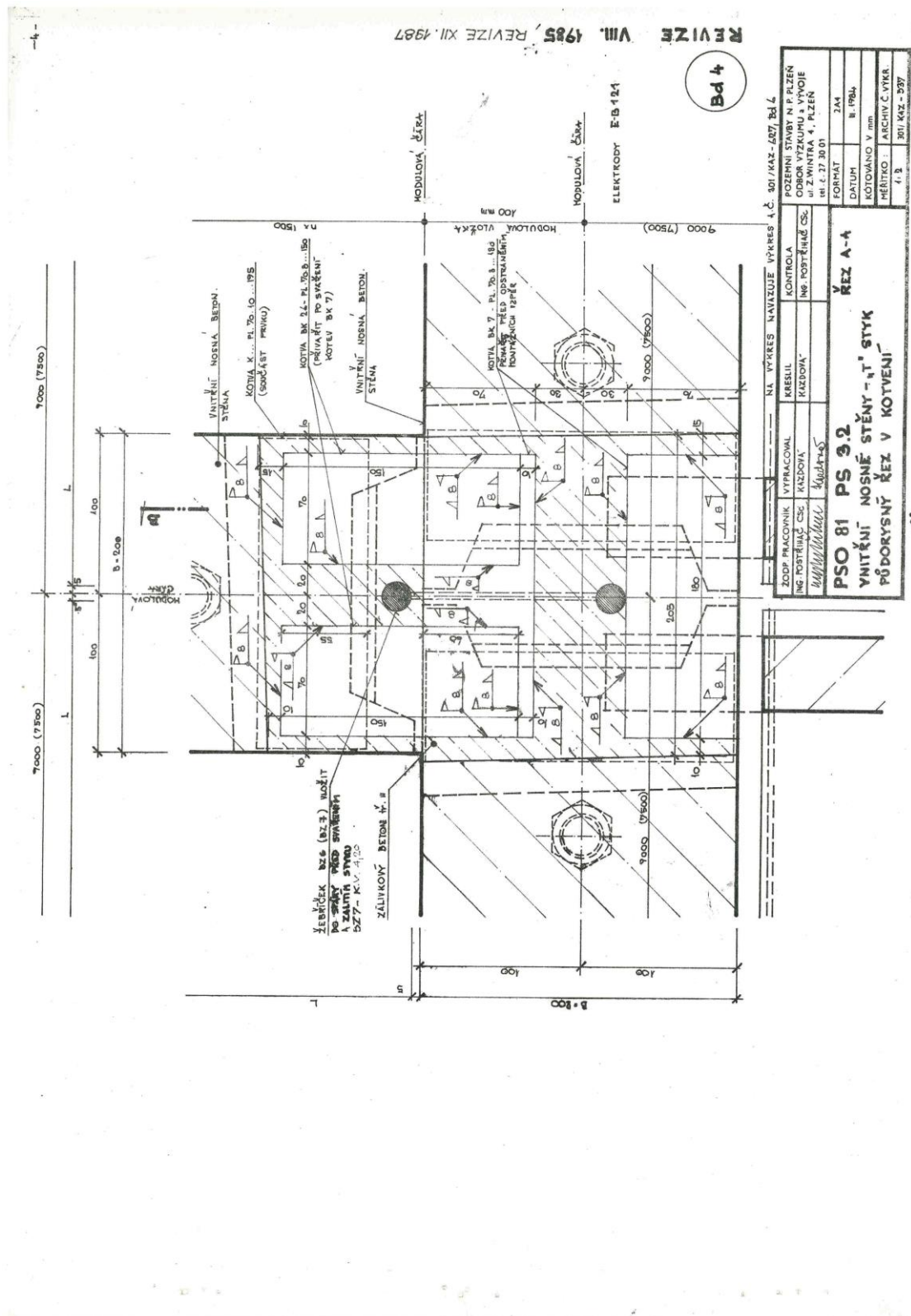












REVIZNÍ VIII. 1985 REVIZE XII. 1987

NA VPKES NAVAZUJE VPKES I.Č. 301/KAZ-287/Bd 4	
ZODP. PRACOVNÍK	VYPRACOVÁV
ING. POSTŘILÁČ CSK	KAZDOVA
KRESLIL	KAZDOVA
KONTROLA	ING. POSTŘILÁČ CSK
POZEMNÍ STAVBY N P PLZEŇ	
ODBOR VÝZKUMU A VÝVOJE	
ul. Z WINTRA 4, PLZEŇ	
tel. 2.77 30 01	
FORMÁT	A4
DATUM	8. 1984
KOTOVANO V mm	
MĚŘÍTKO	ARCHIV C. VPKR
	301/KAZ-287

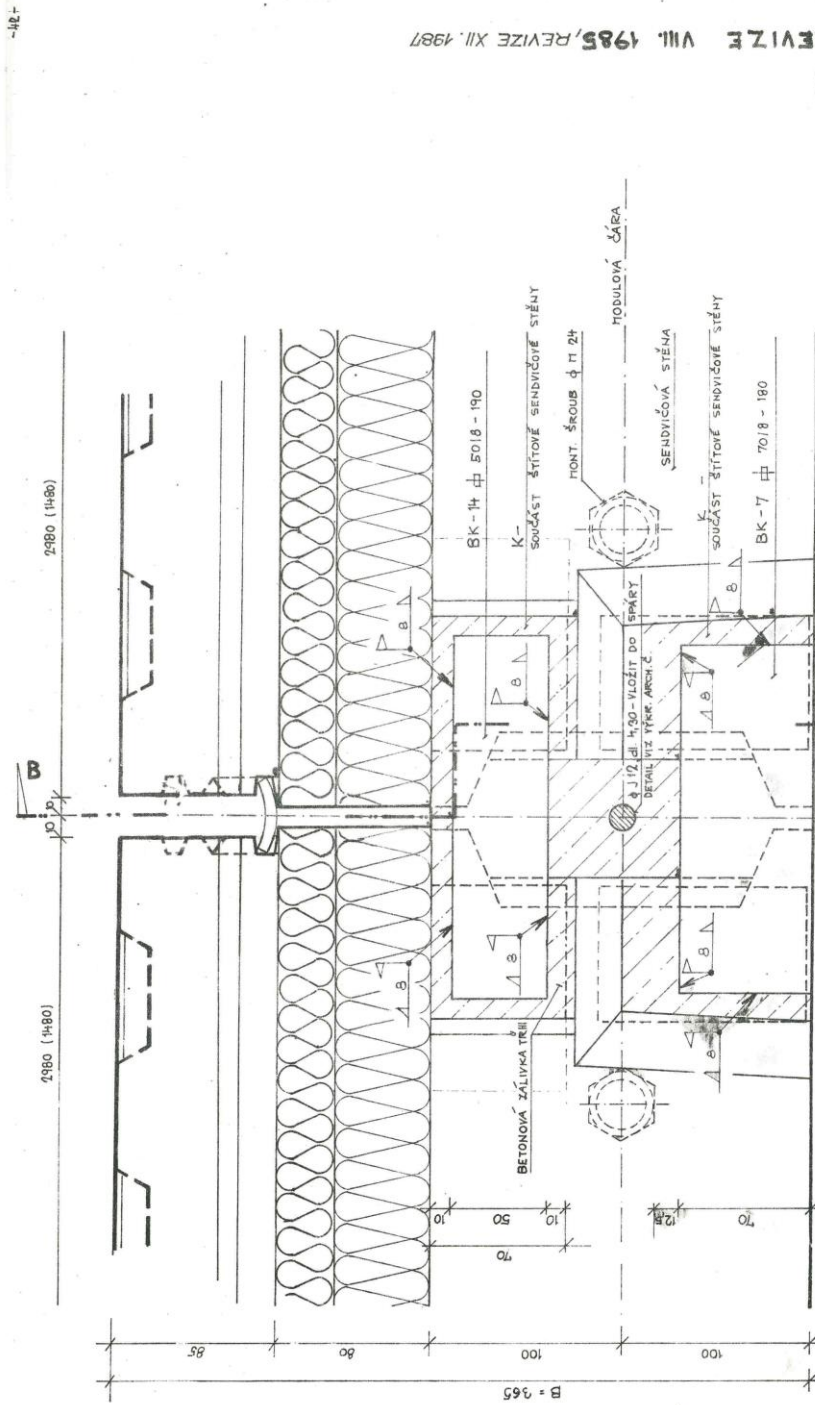
**PSO 81 PS 3.2.**  
**VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY - "I" STYK**  
**PŮDORYSNÝ ŘEZ V KOTVENÍ**

Bd 4









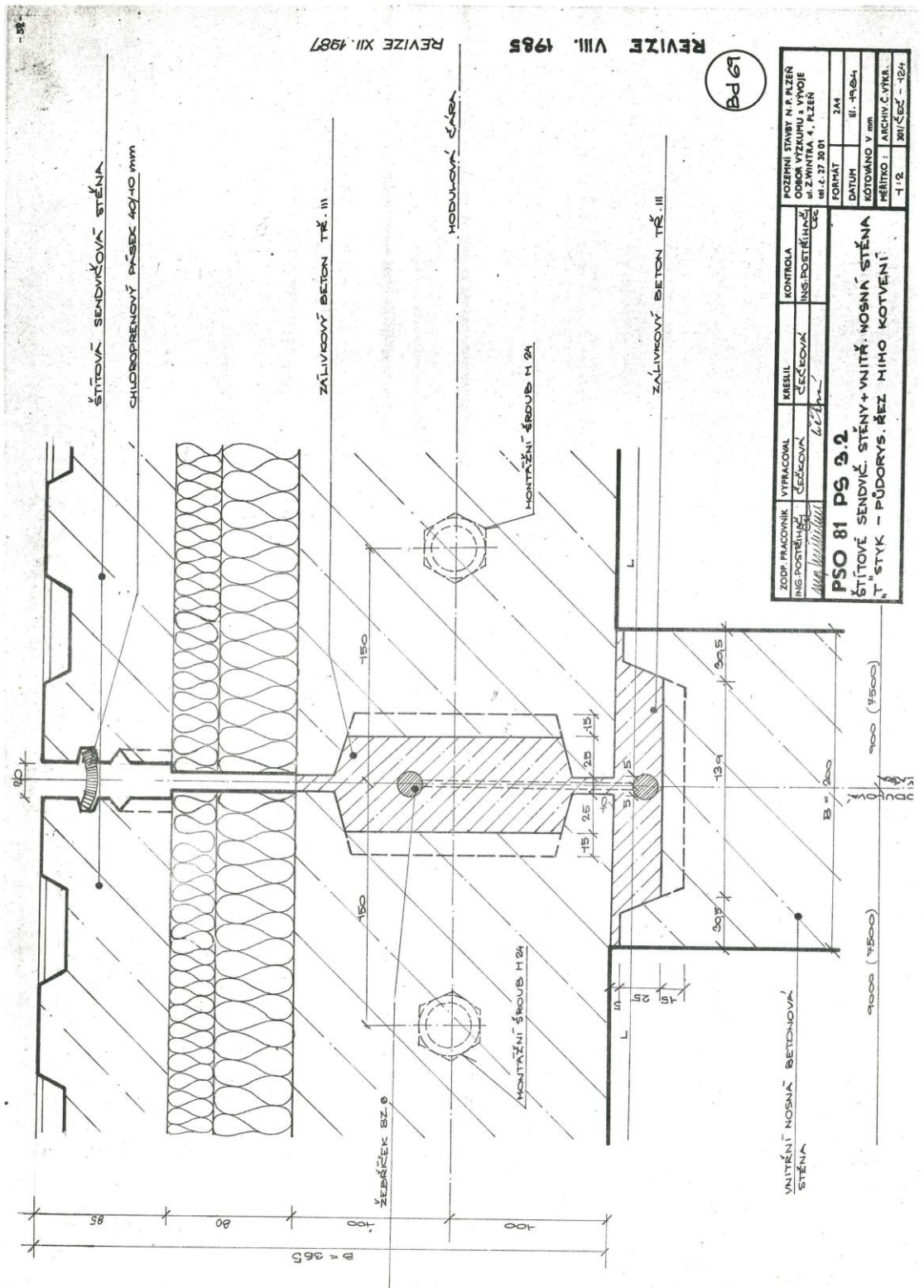
REVIZE VIII. 1985, REVIZE XII. 1987

Bd-11

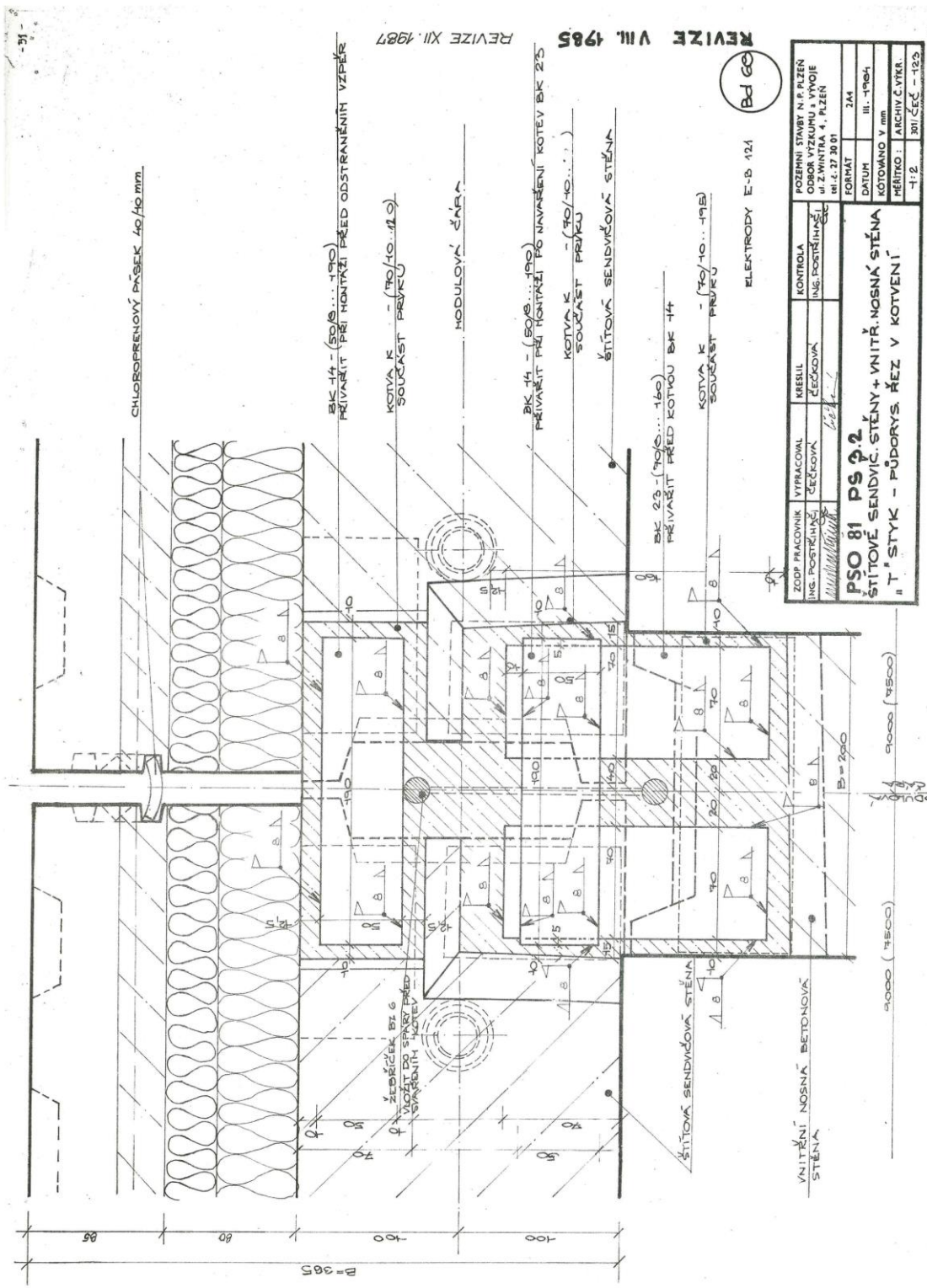
ELEKTRODY E-B-421

NA VÝKRES NAVAZUJE VÝKRES ARCHIV. Č. 9011 ŠM - 2

ZODP. PRACOVNÍK	VYPRACOVAN	KRESLIL	KONTROLA	POZEMNÍ STAVBY N. P. P. IZEN
ING. HAFLOVA	ŠTANDELOVA	ŠTANDELOVA	ING. POSTŘIBAC ESE	OBOR VÝZKUMU A VÝVOJE
	filipovská	filipovská		ul. Z. MINTKA 4, P. IZEN
PSO 81 PS 9.2				et. z. 27.30.01
ŠTÍTOVÁ SENDEVIČOVÁ STĚNA - ŠTÍTOVÁ SENDEVIČOVÁ STĚNA				FORMÁT 244
PŮDORYSNÝ ŘEZ V MÍSTĚ KOTVENÍ				DATUM III. 1984
				KOTOVANO V mm
				MĚŘÍTKO ARCHIV. Č. VYK.
				1:2
				301/ŠM - 1



ZODP. PRACOVNÍK ING. POŠTALSKÝ	VYPRACOVAN ČESKOVÁ	KREJČIL ČESKOVÁ	KONTROLA ING. POŠTALSKÝ	POZEMNÍ STAVBY N.P. P.ŽEN ODKOR VÝZKUMU + VÝVOJE ul. Z. WINKLA 4, P.ŽEN tel. 2. 27. 30. 01
PSO 81 PS 3.2			FORMÁT	2 A4
ŠTĚTOVÉ SENDVIČ. STĚNY + VNITŘ. NOSNÁ STĚNA			DATUM	III. 1984
T. STYK - PŮDORYS. ŘEZ MIMO KOTVENÍ			KOTOVANO V mm	
			MĚRKO:	ARCHIV Č.VTKA.
			1:2	301/ČSČ - 424



ZODP. PRACOVNÍK	VYPRACOVAN	KRESLIL	KONTROLA	POZEPNÍ STAVBY N. P. PLZEN
ING. POŠTRNÁK	ČEJKOVÁ	ČEJKOVÁ	ING. POŠTRNÁK	ODBOR VÝZKUMU A VÝVOJE
				II ZÁVITKA 4, PLZEN
				III. 27. 80 01
				FORMAT
				244
				DATAUM
				III. 1984
				KOTOVANO V mm
				MĚŘÍTKO: ARCHIV. VÝKŘ.
				-1:2
				301/ČEČ
				125

**PSO 81 PS 2**  
**ŠTÍTOVÉ SENDVIČ. STĚNY + VNITŘ. NOSNÁ STĚNA**  
**II T' STYK - PŮDORYS. ŘEZ V KOTVENÍ**

REVIZE VIII. 1985

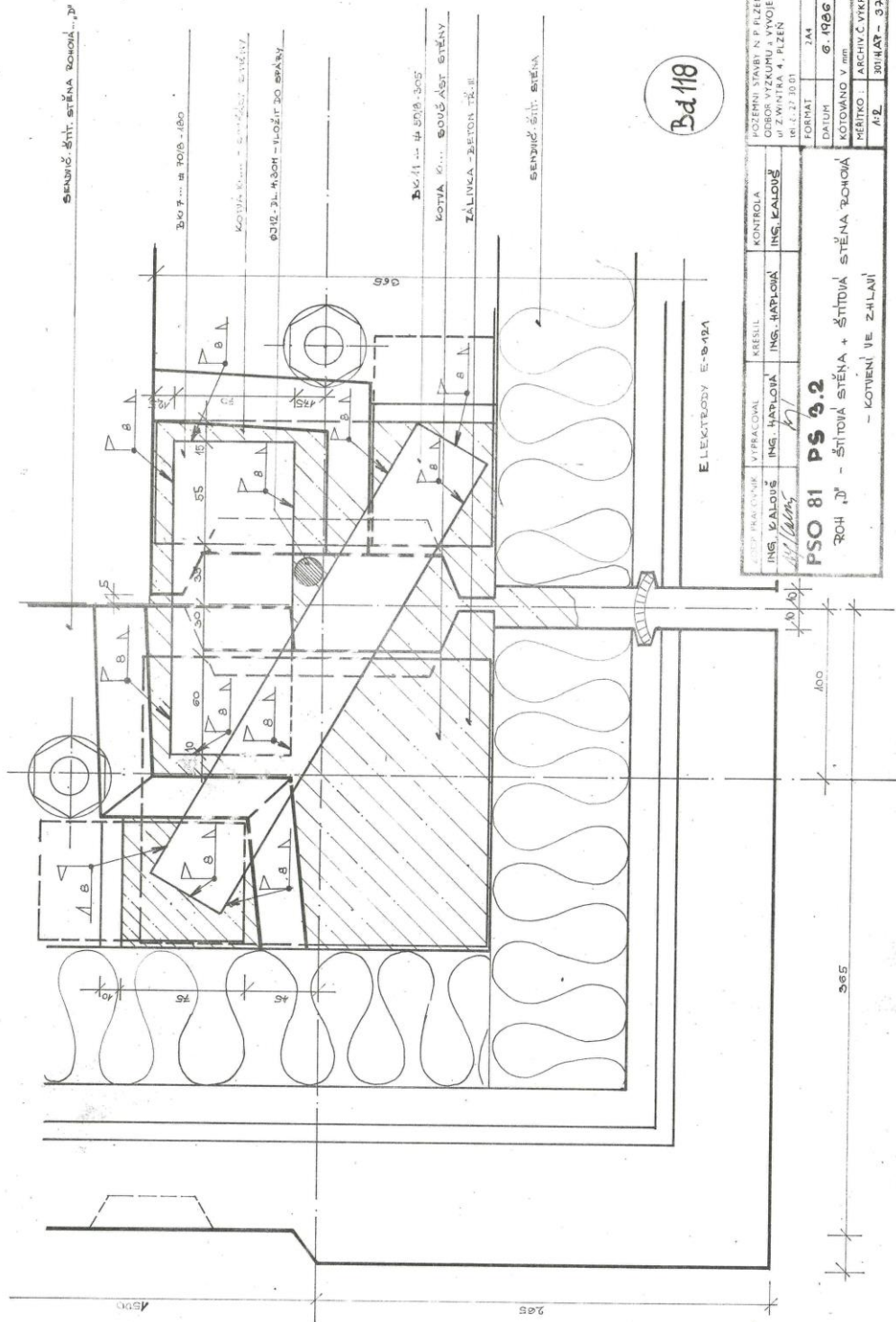
REVIZE XII. 1987

ELEKTROPY E-B 124

P 365

-57-

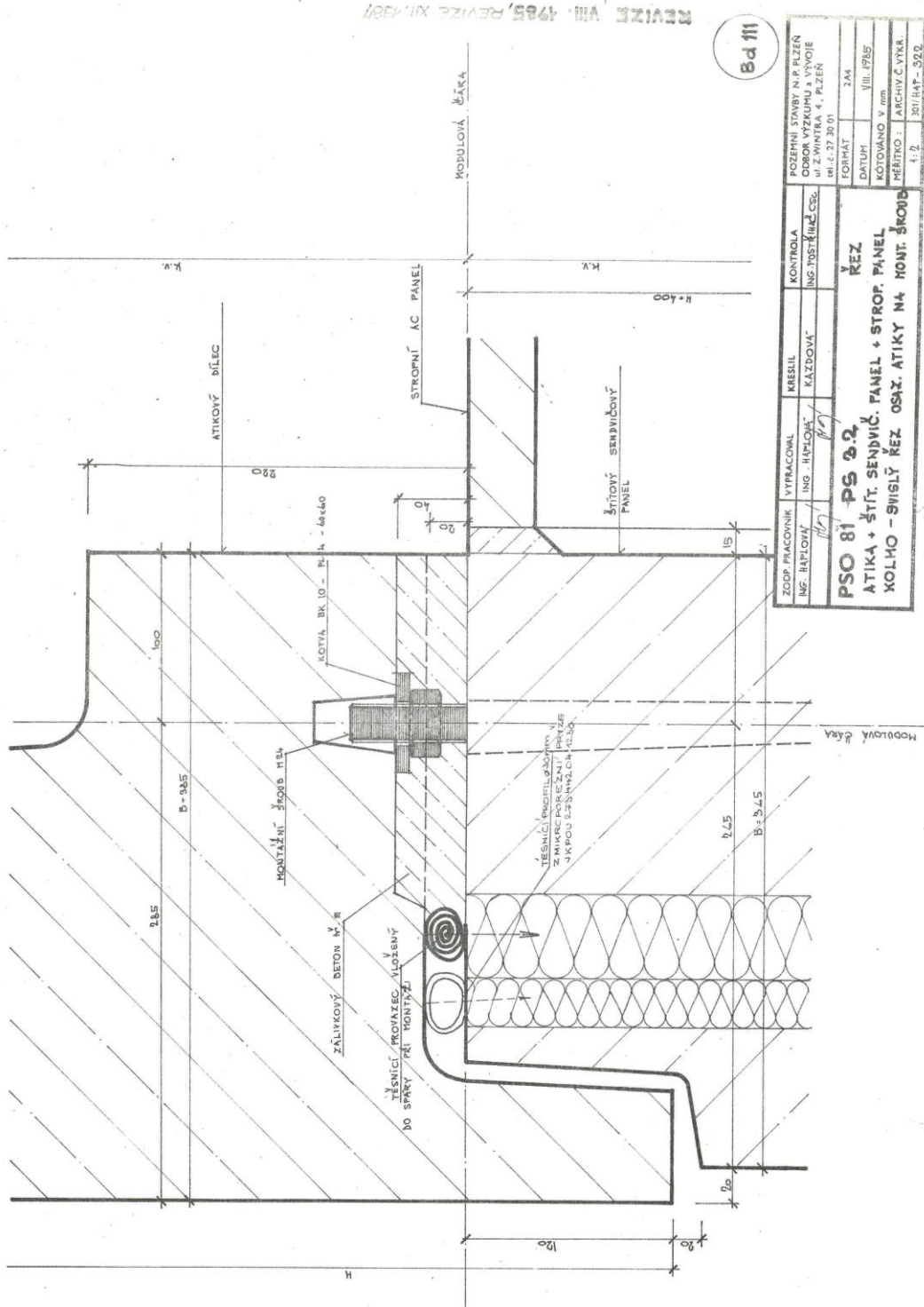
REVIZE XII. 1987



PROJEKTANT	INS. VÁLDOUS	INS. HAPLOVA	INS. HAPLOVA	KRESLIL	INS. HAPLOVA	INS. KALOUS	KONTROLA	INS. KALOUS	PROJEKTANT	INS. VÁLDOUS	INS. HAPLOVA	INS. HAPLOVA	INS. KALOUS	INS. KALOUS
PROJEKTANT	INS. VÁLDOUS	INS. HAPLOVA	INS. HAPLOVA	KRESLIL	INS. HAPLOVA	INS. KALOUS	KONTROLA	INS. KALOUS	PROJEKTANT	INS. VÁLDOUS	INS. HAPLOVA	INS. HAPLOVA	INS. KALOUS	INS. KALOUS
PSO 81 PS 3.2 ROH, JZ - ŠITOVÁ STĚNA + ŠITOVÁ STĚNA ŽOHOVÁ - KOTVENÍ VE ZÁKLANÍ														
FORMÁT	244	DATAUM	6. 1986											
KOTOVANÓ V mm		MĚRITKO	1:2											
ARCHIV. Č. VYKR.	301/HAT - 374													

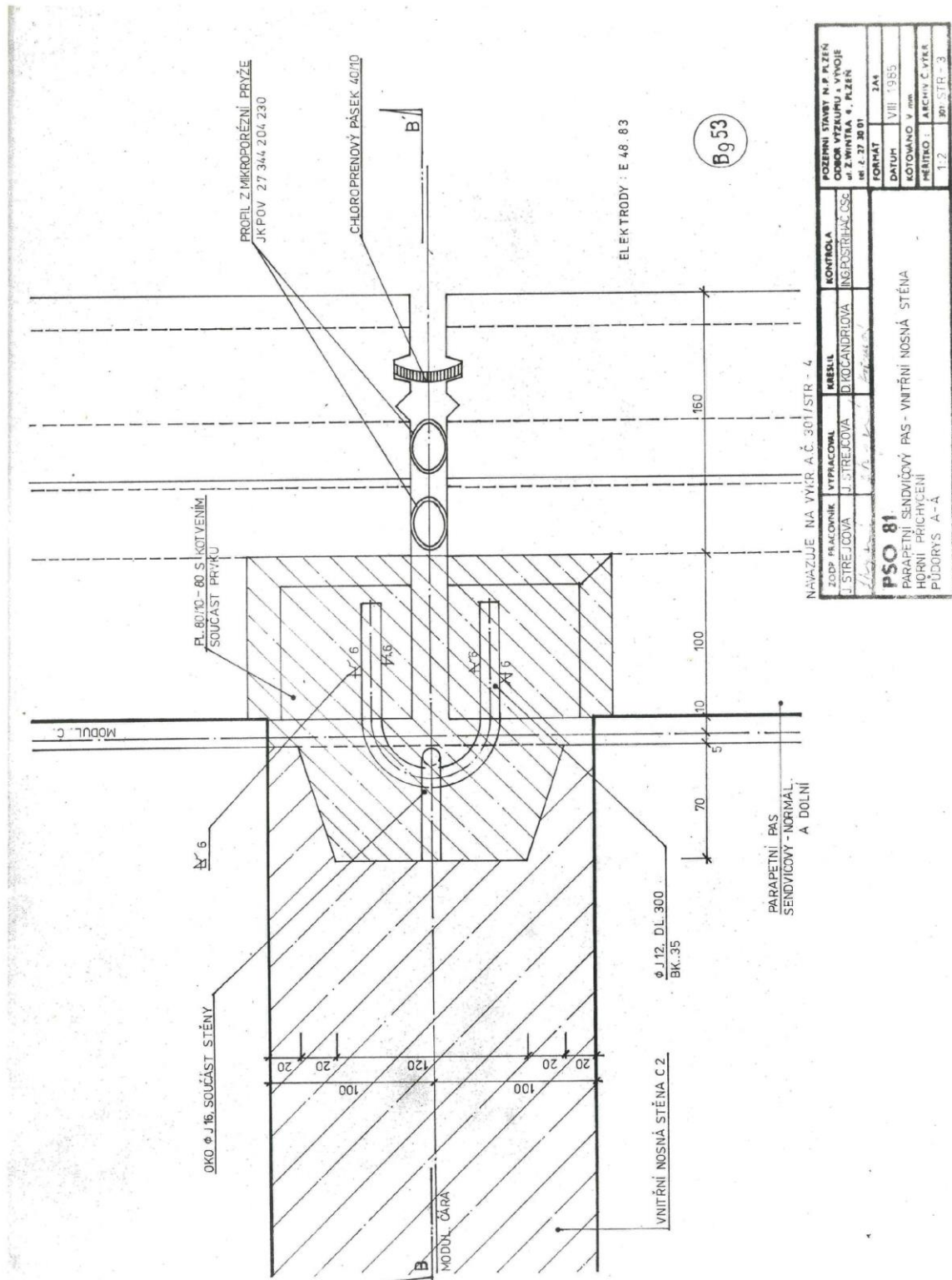






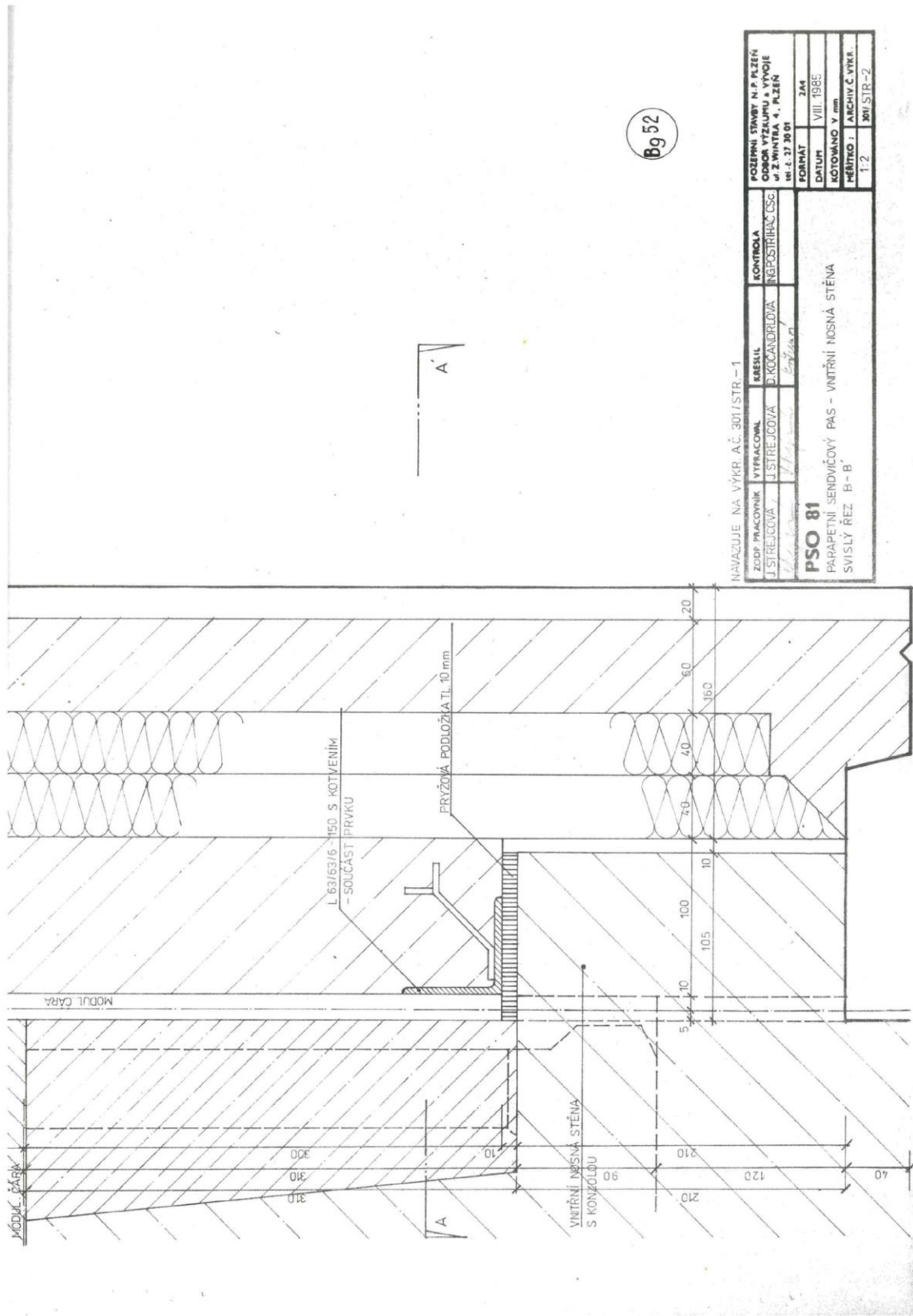
REVIZNÍ VÍM. 1985, REVIZE XI. 1987

ZODP. PRACOVNÍK ING. HÁPLOVÝ	VYPRACOVANÝ ING. HÁPLOVÝ	KRESELIL KALŽDOVÁ	KONTROLA ING. PŠTŘAVLÍNEC	POZEMNÍ STAVBY N. P. PLZEŇ ODBOR VÝZKUMU a VÝVOJE ul. Z. WINTERA 4, PLZEŇ PR. 4. 27. 30. 01
<b>PSO 81 - PS 3.2.</b> ATIKA + ŠTÍT, SENDVIČ. PANEĽ + STROP. PANEĽ KOLHO - SÍLSY ŘEZ OSAX. ATIKY NA MONT. ŠROUB			FORMÁT ZAM	DATUM VIII. 1985
			KOTOVANO V mm	
			MĚTKO : ARCHIV C. VYKR.	
			1:2	
			301/HAF - 522	



KONTROLA		KONTROLA	
ZODP. PRACOVNÍK	VYPRACOVAN	KRESLIL	PROJEKTOVAN
J. STREJČOVÁ	J. STREJČOVÁ	D. KOCANURIDOVÁ	ING. POSPIŠILAC OŠE
NAVAZUJE NA VÝKŘ. A.Č. 301 / STR. - 4			
<b>PSO 81</b>			
PARAPETNÍ SENDVIČOVÝ PAS - VNIŘNÍ NOSNÁ STĚNA			
HORNÍ PRICHTYCENÍ			
PŮDORYS A-A			
POZEMNÍ STAVBY N. P. P. ŽEŇ	ODSOK VZRUŠENÍ VÝHOJE	OF. Z. VINTAA 4. P. ŽEŇ	OF. Z. 27 30 01
FORMÁT	ZNAČ	DATUM	VIII. 1955
KOTOVANĚ	V. min.	MĚŘITKO	1:2
ARCHIV. Č. VÝKŘ.	801-STR-3		



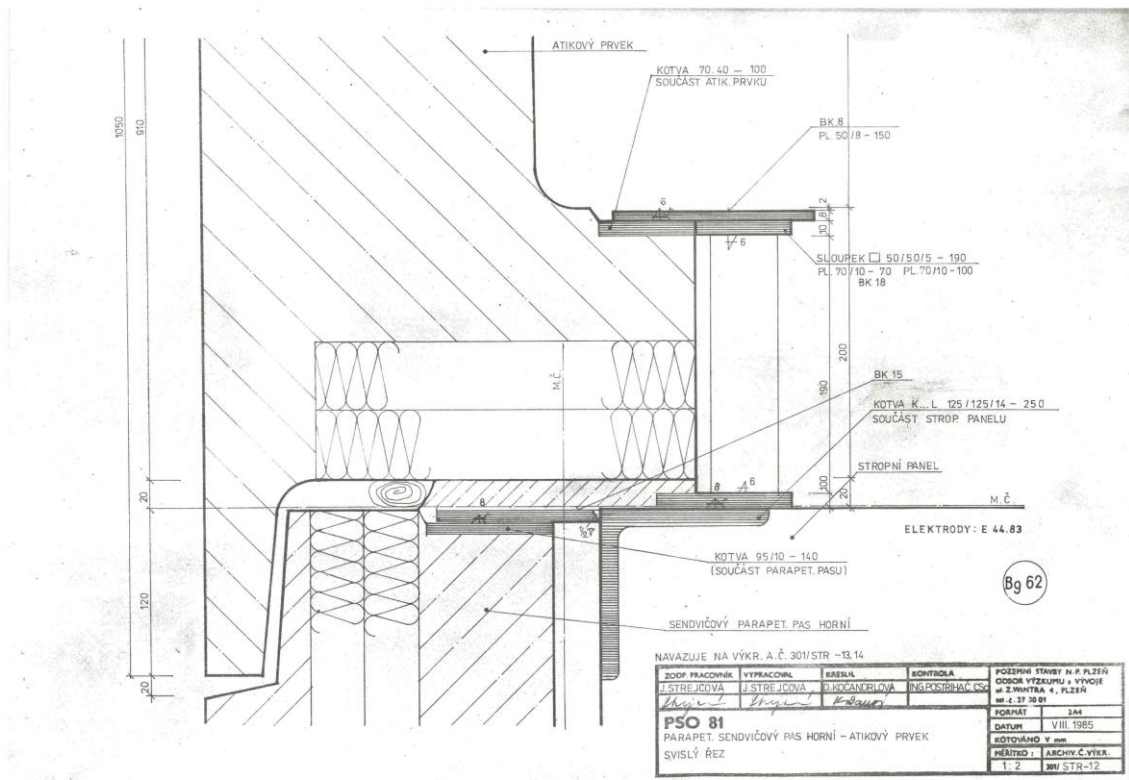


NAVAZUJE NA VÝKR. AČ. 301/STR.-1

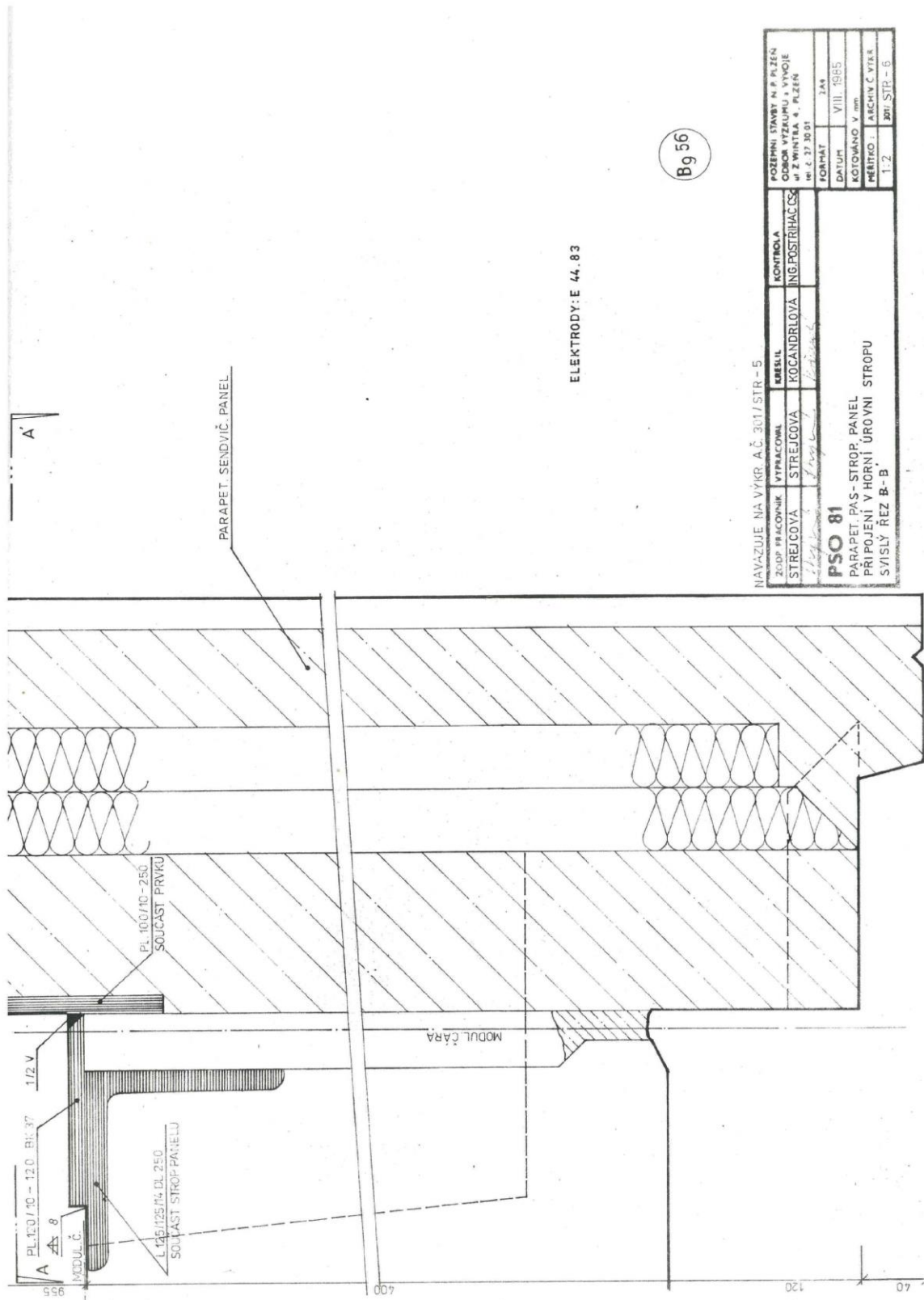
ZODP. PRACOVNÍK J. STREJČOVÁ	VYTRACOVNÍK J. STREJČOVÁ	KRESLIL D. KOCANDRLOVÁ	KONTROLA ING. STRIHAČ OSE	POZEMNÍ STAVBY N. P. PLZEŇ ODBOR VÝZKUMU A VÝVOJE U Z. WINTKA 4., PLZEŇ IN. č. 27 30 01
FORMÁT 244				DATA VIII. 1985
KOTOVANO V mm				HEBTOKO : ARCHIV Č. VTKR.
1:2				301/STR.-2

**PSO 81**

PARAPETNÍ SENDVIČOVÝ PAS - VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA  
SVISLÝ REZ B-B'







ELEKTRODY: E 44, 83

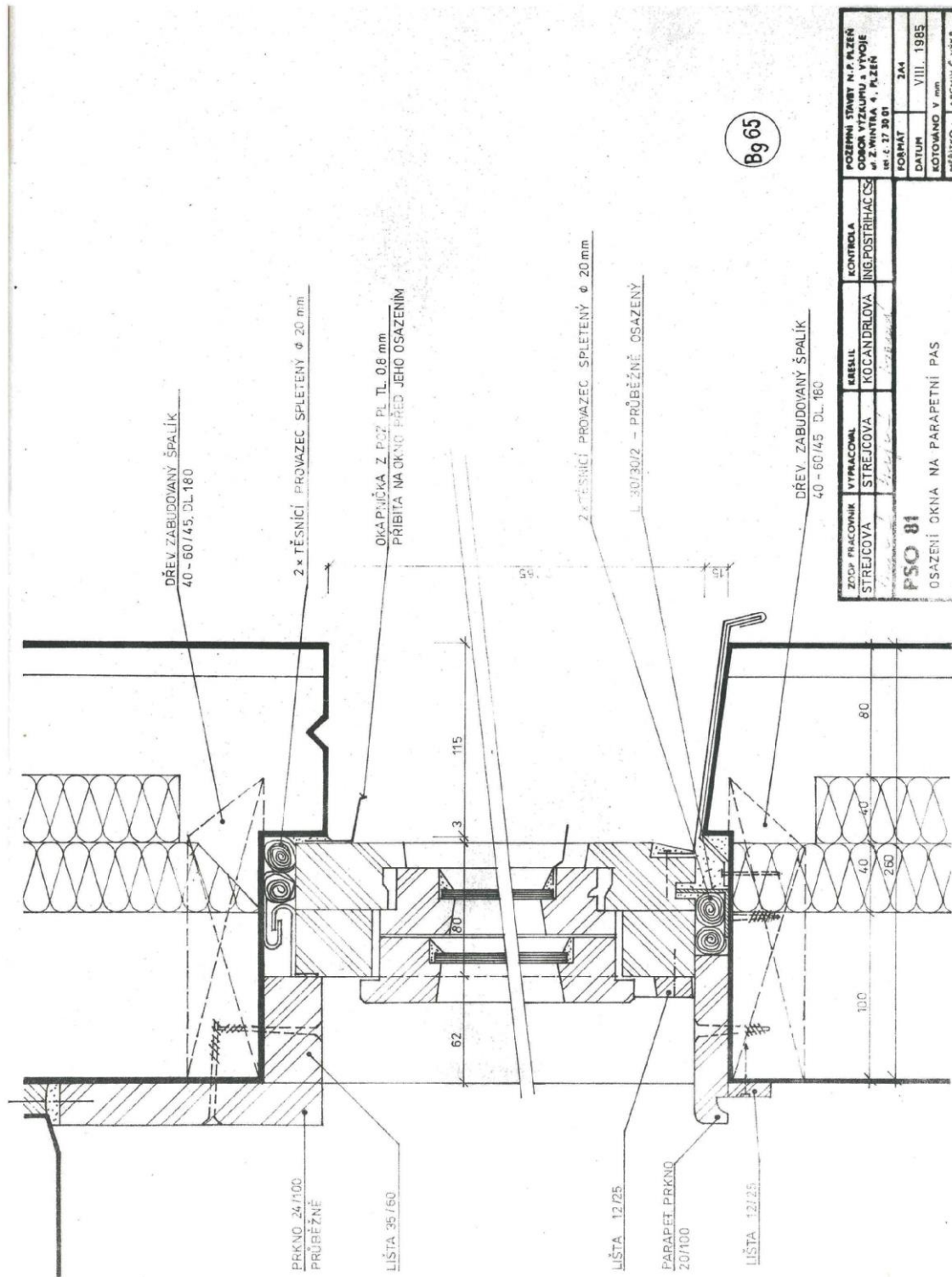
B9 56

NAVÁZUJÍ NA VÝKŘ. A.Č. 301/STR - 5

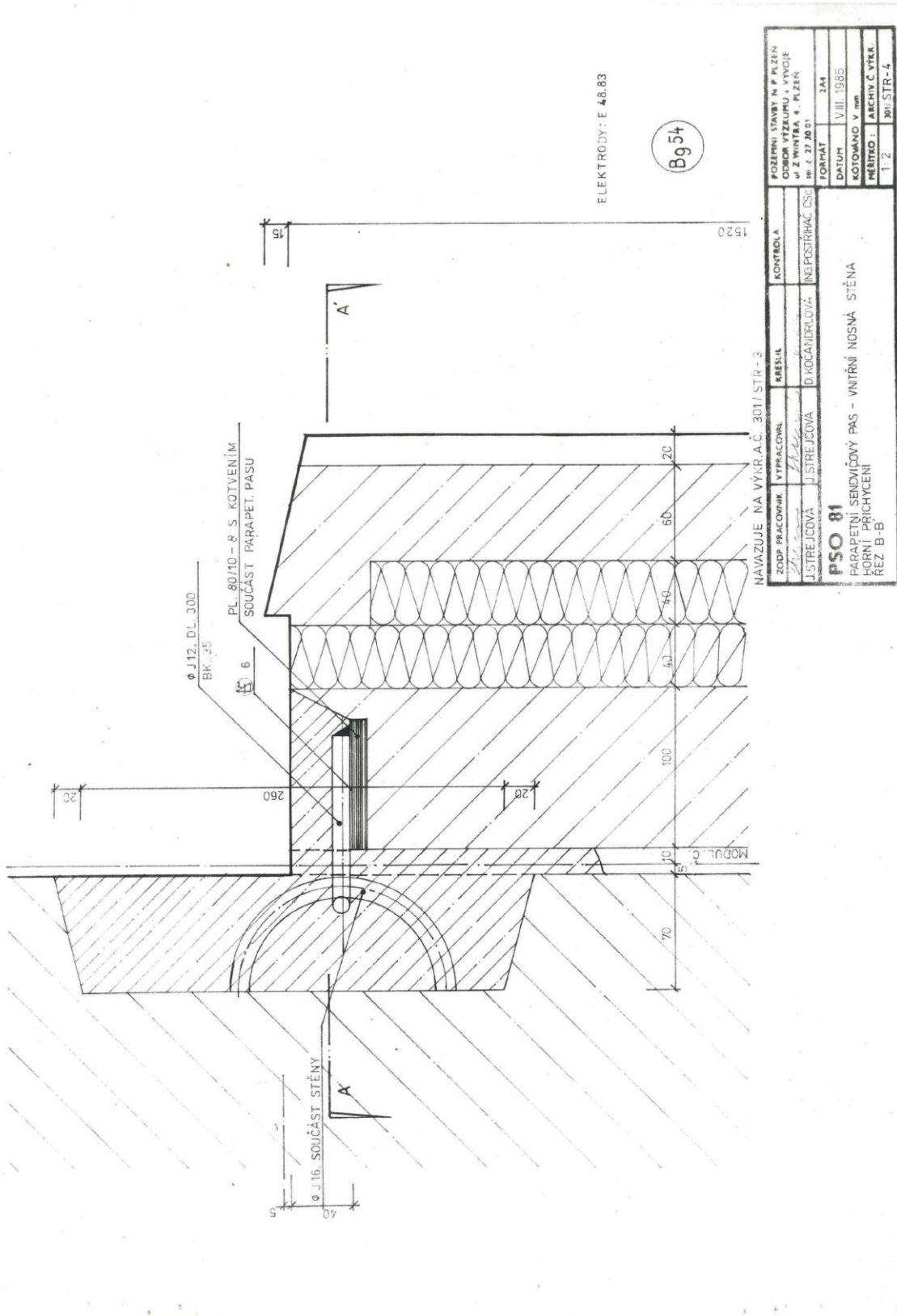
ZODP. PRACOVNÍK	VYPRACOVANIL	KONTROLA	POZEMNÍ STAVBY NA P. PLZENI
STŘEŠICOVA	STŘEŠICOVA	KOCANORLOVA	ODKON. VÝZKUPU A VÝVOJE
			U Z. WINTERA 4., PLZENI
			tel. č. 27 30 01
			FORMÁT
			2A8
			DATUM
			VIII. 1985
			KOTOVANO V mm
			MĚŘITKO
			1:2
			301/STR - 6

**PSO 81**  
 PARAPET PAS-STŘEŠNÍ PANEL  
 PŘIPOJENÍ V HORNÍ ÚROVNI STŘEŠU  
 S VÍŠLÝ REZ B-B





ZODP. PRÁCOVNÍK STREJČOVÁ	VYPRACOVAN STREJČOVÁ	KRESLIL KOCANDRLOVA	KONTROLA ING. POSTRIHAC CS
PSO 81 OSAZENÍ OKNA NA PARAPETNÍ PAS			
POZEMNÍ STAVBY N. P. PLZEN ODBOR VÝZKUMU A VÝVOJE až Z. WINKLA 9, PLZEN tel. č. 27 20 01	FORMÁT 3/4	DATUM VIII. 1985	KOTOVÁNÍ V. JIN MĚŘITKO: ARCHIT. Č. VTKA 1:2 MŠ ST. 15



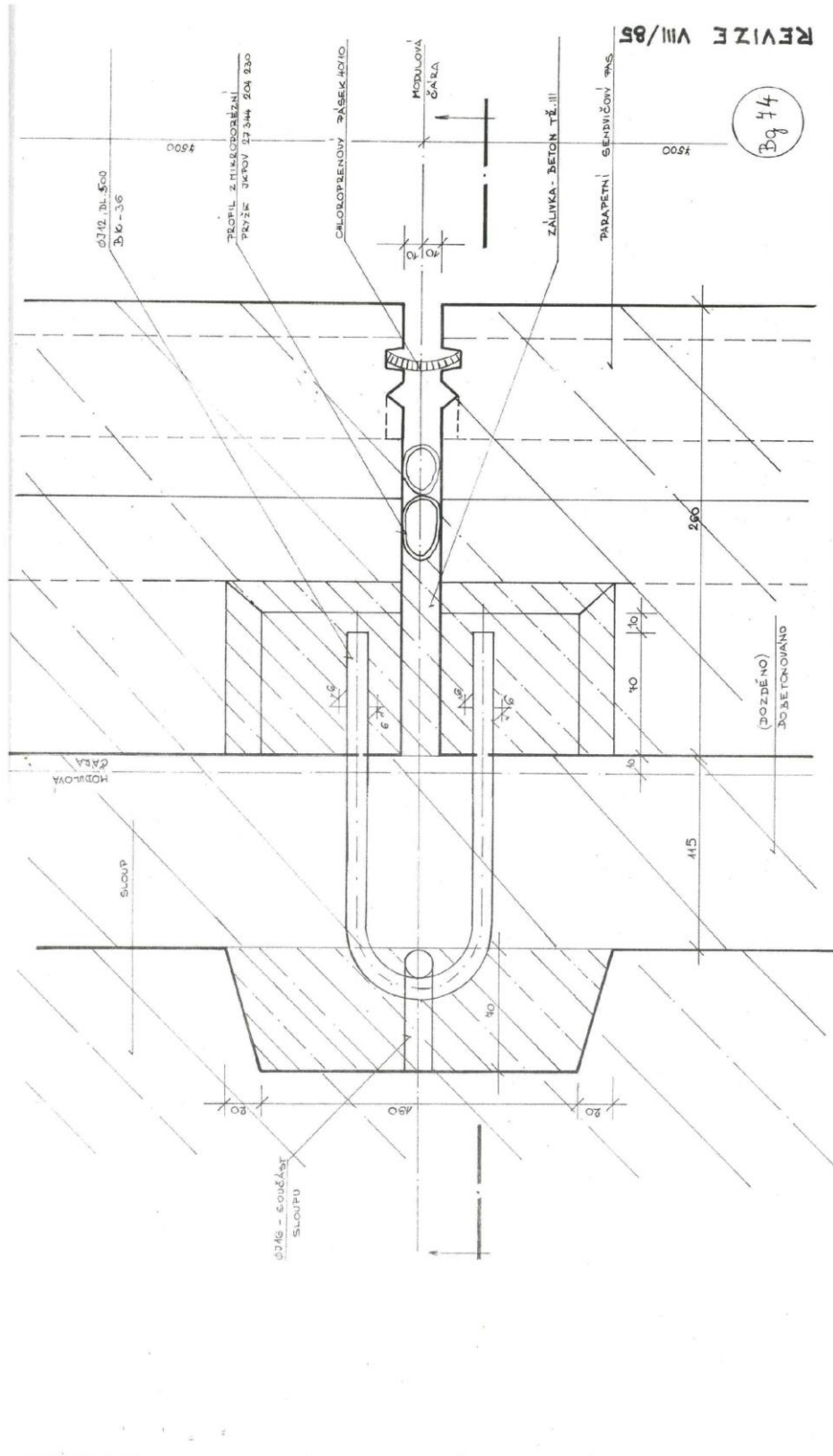
NAVAZUJE NA VÝK.R.A.C. 301/STR-3

ZODP. PRÁCOVNÍK	VYPRACOVNĚL	KRESLIL	KONTROLA	POZEMNÍ STAVBY N. P. ZLÍN ODBOJ VÝZKUMU A VÝVOJE U Z. WINTRA 4. P. ZLÍN IČ. Z. 27.20.01
J. STREJČOVÁ	J. STREJČOVÁ	D. KOČÁNDPŘILOVÁ	ING. POSPÍRHÁČ, O.S.C.	
<b>PSO 81</b>				FORMÁT 3A4
PARAPETNÍ SENOVÍČOVÝ PAS - VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA PORNÍ PRŮCHYCNÍ REZ B-B				DATUM VIII. 1985
				KOTOVANO V mm
				MĚŘITKO: 1:2
				ARCHIV Č. VTKR. 301/STR-4









ZOUP PRACOVNÍK	VYPRACOVAL	KRESLIL	KONTROLA	POZEMNÍ STAVBY N P PLZEN
INS. HAPLOVA	INS. HAPLOVA	INS. HAPLOVA	INS. POSTEINAGLOVA	PROJEKT ZAHRADY A VYVOJE
				Ø 176x4 204 230
				MI 4.27.30.01
				FORMAT
				244
				Ø 1035
				KÓTOVÁNO V JIM
				MĚRITKO
				ARCHIV Č VĚR
				1:2
				201/447-302

**PSO 81**

PARAETNÍ SENYIČOVÝ PAS + SLOUP - KOTVENÍ / PASU

KOTVENÍ - PŮDORYS

ELEKTRODA E.48.83



