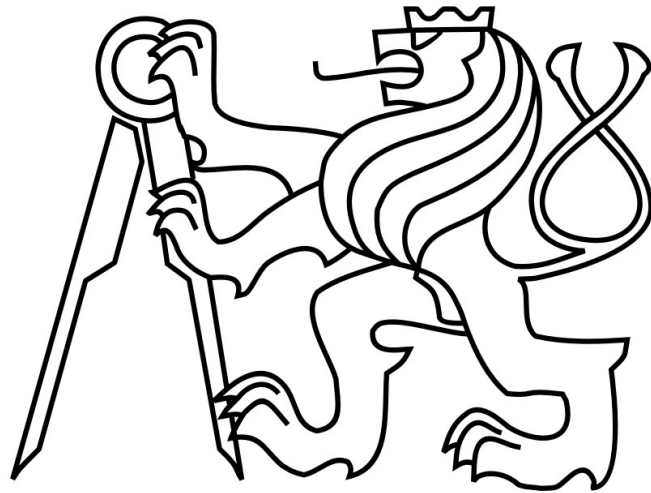


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**VLIV ZMĚNY ZATÍŽENÍ A PROVEDENÍ
DODATEČNÝCH OTVORŮ NA ÚNOSNOST
SVISLÝCH STYKŮ PANELOVÉHO SYSTÉMU PS69**

Vypracoval:

Bc. Filip Šalom

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Tomáš Čejka, Ph.D.

Studijní program:

Stavební inženýrství

Studijní obor:

Konstrukce pozemních staveb

Praha 2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Salom Jméno: Filip Osobní číslo: 507584
Zadávací katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb
Studijní program: Stavební inženýrství
Stud. obor/ spec.: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vliv změny zatížení a provedení dodatečných otvorů na únosnost svislých styků panelového systému PS69

Název diplomové práce anglicky: The influence of load changes and the execution of additional holes on the bearing capacity of vertical joints of the PS69 system

Pokyny pro vypracování:

- Předběžný stavebně technický průzkum vybraného objektu
- Charakteristika zvolené panelové soustavy
- Tvorba výpočetního modelu stěnové konstrukce
- Posouzení vybraných styků

Seznam doporučené literatury:


1. Němec, J., Pešek, J., Štěpánek, T., Ziegler, R.: Konstrukce pozemních staveb 79, Stavební fakulta ČVUT Praha 2001
2. Němec, J., Štěpánek, T., Wlaschke, R., Ziegler, R., POK: Průběhy deformační, vlnové, vlnové, ČVUT v Praze, Praha 2018
3. Němec, J. a kol: Průzkum a hodnocení stavebně technického stavu panelových domů, Informační centrum ČVUT, Praha 2000
4. Němec, J. a kol: Stavba a rekonstrukce nosných konstrukcí panelových domů, Informační centrum ČVUT, Praha 2000
5. Němec, J. a kol: Charakteristika nosů a parapetů nosných konstrukcí panelových domů, Informační centrum ČVUT, Praha 2000

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Tomáš Čejka, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 8.9.2022

Termín odevzdání DP v IS KOS: 9.1.2023

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


Podpis vedoucího práce



Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

8.9.2022

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Filip Šalom

Název diplomové práce: Vliv změny zatížení a provedení dodatečných otvorů na únosnost svislých styků panelového systému PS69

Základní část: KPS podíl: 100 %

Formulace úkolů: - Předběžný stavebně technický průzkum vybraného objektu - Charakteristika zvolené panelové soustavy - Tvorba výpočetního modelu stěnové konstrukce - Posouzení vybraných styků

Podpis vedoucího DP: [REDACTED]

Datum: 8. 9. 2022

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

2. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci na téma: „Vliv změny zatížení a provedení dodatečných otvorů na únosnost svislých styků panelového systému PS69“ vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce, pana doc. Ing. Tomáše Čejky, Ph.D. a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 9. 1. 2023

.....

Bc. Filip Šalom

Poděkování

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Tomáši Čejkovi, Ph.D. za skvělé odborné vedení, cenné rady a věcné připomínky při psaní této závěrečné práce. Stejně poděkování patří i panu Ing. Michalu Novákovi, Ph.D. při externí konzultaci. Dále bych chtěl poděkovat všem vyučujícím, kteří mi pomáhali při magisterském studiu prohlubovat mé znalosti.

VLIV ZMĚNY ZATÍŽENÍ A PROVEDENÍ
DODATEČNÝCH OTVORŮ NA ÚNOSNOST
SVISLÝCH STYKŮ PANELOVÉHO SYSTÉMU PS69

THE INFLUENCE OF LOAD CHANGES AND THE
EXECUTION OF ADDITIONAL HOLES ON THE
BEARING CAPACITY OF VERTICAL JOINTS OF
THE PS69 SYSTEM

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou změny zatížení a provádění nových otvorů do nosných panelů panelového domu PS69 s ověřením únosnosti svislých styků. V úvodní části práce bude krátce sepsána historie panelové výstavby v České republice se základními statistikami a počty panelových budov. Následně bude ukázáno rozdělení systémů nejen panelových, ale i skeletových objektů z hlediska rozponů. Také bude představena mapa panelových objektů ve městě Plzeň.

Obsahem práce je hlavně posouzení svislého styku dvou stěnových panelů. Posouzení bude provedeno od úplných základů výpočtu, to znamená, že bude nejdříve provedeno popsání panelového systému a následně jeho zařazení a určení konkrétního typu soustavy. Společně se zaříděním panelové soustavy bude proveden předběžný stavebně technický průzkum. Provede se výpočtový model dané soustavy a následně tento model bude posouzen podle platných i neplatných norem užívaných dříve při výstavbě panelových objektů. Posouzení proběhne pro různé kombinace modelů. Následně proběhne vyhodnocení výsledků s přehledem míry využitelnosti styku.

Klíčová slova

Panelový dům, panelový objekt, železobetonová stěna, panelová soustava, PS69, konstrukční styk, smykové napětí, smyková síla, mezní únosnost.

Abstract

The diploma thesis deals with the problem of changing the load and making new holes in the load-bearing panels of the building PS69 with the verification of the load-capacity of the vertical connections. In the introductory part of the work, the history of panel construction in the Czech Republic will be briefly written with basic statistics and numbers of panel buildings. Subsequently, the division of systems of not only panel, but also skeleton objects in terms of spans will be shown. A map of panel buildings in the city of Pilsen will also be presented.

The content of the work is mainly an assessment of the vertical connection of two Wall panels. The assessment will be carried out from the very basics of calculation, which means that the panel system will first be described, followed by its classification and determination of the specific type of system. Together with the classification of the panel system, a preliminary construction and technical survey will be carried out. A calculation model of the given system will be made and then this model will be assessed according to valid and invalid standards used earlier in the construction of panel buildings. The assessment will take place for different combinations of models. Subsequently, an evaluation of the results will take place with an overview of the level of usability of the connection.

Keywords

Panel house, panel object, reinforced concrete wall, panel system, PS69, structural connection, shear stress, shear force, ultimate bearing capacity.

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Historie panelových objektů	6
3. Panelové objekty v Plzni a České republice	8
4. Rozdělení systémů	9
4.1. Zděné systémy.....	9
4.2. Polopanelové (blokové) soustavy.....	9
4.3. Panelové soustavy	9
4.4. Montované skelety	12
5. Mapa panelových objektů v Plzni.....	14
6. Specifikace panelové soustavy PS69	17
6.1. Stručná charakteristika panelové soustavy.....	17
6.2. Období realizace a lokality výstavby	17
6.3. Údaje o nosné konstrukci	18
6.4. Stavební varianty PS69	21
7. Zatřídění posuzovaného objektu	24
8. Předběžný vizuální stavebně technický průzkum panelového objektu.....	25
8.1. Údaje o stavbě	25
8.2. Úvodní informace.....	25
8.3. Vstupní podklady	25
8.4. Poloha v sídlišti	25
8.5. Specifikace objektu	25
8.6. Stávající stav objektu.....	26
8.7. Popis provedených úprav a změn objektu.....	27
8.8. Závěr	27
9. Model panelové soustavy PS69	28

9.1. Posuzovaná stěna.....	28
9.2. Zatížení konstrukce podle ČSN 73 0035 – z. skupina 1	30
9.3. Zatížení konstrukce podle ČSN EN 1991 – z. skupina 2	34
9.4. Zatížení konstrukce podle ČSN EN 1991 – z. skupina 3	38
9.5. Zatížení konstrukce podle ČSN EN 1991 – z. skupina 4	43
9.6. Zatěžovací stavy ve skupinách zatížení.....	50
9.7. Dodatečné otvory	51
10. Zatížení statického modelu	55
11. Výpočet únosnosti svislého styku panelů	55
11.1. Výpočet podle původní normy ČSN 73 1211	55
11.2. Výpočet podle aktuálně platného Eurokódu 2.....	58
12. Zpracování výsledků ze statických modelů.....	60
12.1. Získání smykového napětí	60
13. Výčet hodnot zatížení a využitelnosti pro jednotlivé zatěžovací skupiny	62
14. Grafy využitelnosti styku v jednotlivých kombinacích	69
15. Vyhodnocení a závěr.....	77
16. Literatura.....	79
17. Seznamy	81
17.1. Seznam obrázků.....	81
17.2. Seznam tabulek.....	82
17.3. Seznam příloh.....	84
17.4. Seznam použitých programů	84

1. Úvod

Předmětem diplomové práce je posouzení únosnosti svislých styků panelového systému PS69 při změně zatížení a provedení dodatečných otvorů. V praxi se často stává, že obyvatelé panelového domu jakéhokoliv typu mění podlahy a vybourávají otvory do stěn, a to i nosných. Těmito změnami je nevědomě stavba ovlivňována změnou zatížení a tuhostí objektu. Tyto vlastnosti mohou být zásadní na únosnost prvků, jelikož stavby tohoto typu byly stavěny s vysokým využitím nosných konstrukcí, hlavně z důvodu snížení nákladů na výstavbu.

Tyto neznalosti ovšem nejsou pouze u obyvatel panelového objektu, ale v menší míře i mezi statiky, kteří u atypických panelových objektů nedokáží správně určit nosné a nenosné svislé konstrukce panelových domů. Důsledkem toho dochází k mnohým poruchám. Nehledě na to, že při projektování dodatečně prováděného otvoru se neřeší návaznost na ostatní nosné konstrukce, jelikož na takto rozsáhlé posouzení kvůli „pouze“ jednomu otvoru do nosné zdi nejsou lidé ochotni zaplatit.

Jedním z cílů práce je vytvořit představu o využití a únosnosti svislých styků daného objektu a to na základě výše zmíněných změn. Posouzení bude obnášet vytvoření modelu nosné stěny ve 2D rovině budovy a jeho zatížení v několika kombinacích.

Součástí práce bude také přehledová mapa panelových objektů v Plzni, která bude ukazovat typy a pozice jednotlivých panelových domů s určením jejich podlažnosti.

2. Historie panelových objektů

Myšlenka navrhování a výstavby díky prefabrikovaným a hotovým výrobkům z panelů vznikla již po první světové válce. Účel této myšlenky byl jednoduchý, postavit objekty, které měly poskytnout obyvatelům rychlé a levné bydlení. Tato technologie měla své dvě hlavní výhody. První výhoda je taková, že měla tato technologie výstavby vést ke snížení nákladů stavby. Druhá výhoda je, že prefabrikace vedla ke snížení pracnosti na stavbě. To vede k možnosti vybudovat velké množství panelových objektů s velkým množstvím bytů na relativně malé oblasti. První panelové domy známe z oblasti Nizozemska po první světové válce, následně se panelové domy objevily v Německu roku 1923. Celý panelový blok domů byl postaven v roce 1939 v Paříži. Podobné bloky domů byly stavěny v zemích jako Švédsko nebo Finsko.

V západních evropských zemích se nestavěly panelové objekty v tak masovém měřítku, jako ve východní Evropě. Panelové domy zde byly využívány nejen pro výstavbu měst, ale zejména i jako náhrada za zničené části města po druhé světové válce. Zde se panelové domy stavěly až do začátku devadesátých let minulého století. [1]

V ČSR byla díky poptávce po zajištění bydlení v průmyslových lokalitách a snaze o urychlení výstavby a její zefektivnění zavedena montovaná technologie (montované konstrukce). Tyto montované konstrukce se postupně rozvinuly do soustav celopanelových objektů, skeletů a prostorových jednotek. Počátek panelové výstavby v Československu je datován na rok 1940, kde byl postaven experimentální domek z panelů z monolitického betonu u firmy Baťa ve Zlíně. Panely byly prováděny přímo na staveništi. Po druhé světové válce ve městě pokračoval vývoj těchto soustav. Byla provedena výstavba jedno až třípodlažních dvojdomů. Další vývoj byl vznik pětipodlažního domu, který dostal označení G40 (ve zkratce to znamenalo Gottwaldov – 40 bytů). Posléze vznikly další systémy označené jako G55, G56, G57 s označením podle roku vzniku.



Obrázek 1: Starší panelová soustava T03B, sídliště Plzeň - Bory (foto: autor)

3. Panelové objekty v Plzni a České republice

Panelové stavby vyráběné a prováděné v České republice (počínaje soustavou typu G po poslední soustavu, například VVÚ-ETA či Larsen – Nilsen) mohly trpět menšími či většími problémy. Uvádí se, že v pouze v Praze je skoro 10 000 panelových objektů. V celé České republice pak přes 65 500 panelových objektů (uvádí se také až 80 000) [2]. V těchto panelových domech žije více než 2 721 400 obyvatel, což dělá necelých 26% obyvatelstva celé České republiky (v porovnání s hodnotami počtu obyvatel v česku vyplývající ze statistik v červnu roku 2020).

Není přesně známo, kolik panelových budov se postavilo v Plzni v minulých letech. Hodnoty nalezené na Českém statistickém úřadu se uvažují pouze budovy a byty od roku 2001 a výše. Odhadovaný počet panelových budov v Plzni jsou stovky až tisíce. Nejčastěji se jedná o panelové soustavy PS61, T06B a PS69 v různých variantách. Z toho pravděpodobně třetina z nich byla tvořena soustavami PS69. V těchto panelových domech žije asi přes 70 000 lidí (při započtení pouze hlavních sídlišť v Plzni), což pouze v Plzni dělá 40,8% populace (při uvážení 171 707 obyvatel Plzně v roce 2018). Toto číslo se ale ještě může zvýšit, kdybychom započtli i lokální stavby panelových budov nebo menší lokality s těmito stavbami. V rámci diplomové práce bylo také zpracováno zakreslení panelových objektů tohoto typu do katastrální mapy města. V mapě jsou patrná hlavní sídliště města Plzně.



Obrázek 2: Panelová soustava PS61, sídliště Plzeň - Bory (foto: autor)

4. Rozdělení systémů

Pod pojmem systémy nebo soustavy se většině lidí vybaví pouze klasické panelové soustavy. Je ovšem potřeba zmínit, že před vznikem celopanelových soustav vznikly také polopanelové nebo zděné soustavy domů.

4.1. Zděné systémy

Jedná se o soustavy s použitím dílčích prvků prefabrikace (stropy). Objekty postavené v tomto systému se značily:

T1, T5, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T120, T22, T42, T52

4.2. Polopanelové (blokové) soustavy

Jedná se o soustavy s použitím dílčích prvků prefabrikace (stropy, pláště). Objekty postavené v tomto systému se značily: *T01B, T02B, T03B*

4.3. Panelové soustavy

Jedná se o soustavy s použitím téměř všech prvků prefabrikace. Jednotlivé soustavy měly mimo základních typů i nespočet variant od nich odvozené, převážně se jednalo o různé krajské varianty. Rozdělovaly se převážně na malorozponové soustavy a středněrozponové soustavy. Velkorozponové soustavy se uvažují spíše pro skelety. Název napovídá, že tyto soustavy se dělily podle jejich rozponů jednotlivých traktů. Označení soustav je dáno dle místa použití nebo vzniku. Každé soustavy nevznikají pouze v jedné variantě, ale mají nespočet různých krajských variant:

4.3.1. Malorozponové soustavy

Osový modul stěn uvažován do 4,8 m.

- Soustavy G (Gottwaldov – Zlín)

První soustava

G40

G32, G55, G56

První celostátní soustava

G57 (severočeská varianta, Praha)

G58, G59

- Celostátní systémy (používané napříč městy a kraji)
 - Středočeská varianta **T06B**
 - Východočeská varianta **T06B-U, T06B-UA, T06B-CSP, T06B-E/84, T06B-U/88, T06B-Ve, T06B-Ec, T06B-Vč**
 - Jihočeská varianta **T06B.Jč, T06B-02/R71, T06B-02/R73**
 - Západočeská varianta **T06B**
 - Severočeská varianta **T06BU, T06BU-78**
 - Karlovarská varianta **T06B**
 - Severomoravská varianta **T06B-OS, T06B-BTS, T06B-OS-R, T06B-OS70**
 - v jižní části pak **T06B-OL, T06B-R73**
 - Jihomoravská varianta **T06B-PSP, T06B-KDU, T06B-PSB-U, T06B-PSB, T06B-KD**
- Soustavy OS (Ostrava)
 - Soustava vycházející z G57 **G-OS**
GOS64, GOS66, VP-OS
- Soustavy B (Brno)
 - Soustava vycházející z G57 **B60, B70, B70-360, BP70OS, B70R**
 - Severní Čechy **B70-U**
- Soustavy HK (Hradec Králové)
 - Hradec králové **HK60, HK65, HK69**
 - Pardubice **HKS70, HKSG**
- Soustavy PS (Plzeň)
 - Plzeň město **PS61, PS69, PS69/2, PS69/2E, PS69/3**
 - Jižní Čechy **PS69, PS69/2**

Plzeň – **PSO 81** (skeletopanelová soustava – jeden z mála objektů - Fakulta strojní, ZČU, případně další objekt na Nové hospodě).



Obrázek 3: Panelová soustava PSO81, Fakulta strojní, ZČU, Plzeň (foto: autor)

- Soustavy OP

Severomoravská varianta, Praha

OP1.11, OP1.13

OP1.21, OP1.31

4.3.2. Středněrozponové soustavy

Osový modul stěn uvažován do 6 m.

- Soustavy OS (Ostrava)

Věžová soustava

V-OS, VP-OS

- Celostátní systémy (experimentální)

T07B, T08B, T09B

- Praha a střední Čechy (poslední systémy)

4.3.3. Velkorozponové soustavy

Osový modul stěn uvažován od 6 m. Zde se jedná, až na jednu výjimku u soustavy HK, především o skeletopanelové nebo skeletové soustavy s velkým rozponem.

4.4. Montované skelety

Během výstavby panelových objektů se stavěly po celé republice mimo prefabrikovaných stěnových systémů také prefabrikované skeletové montované systémy. Při navrhování těchto objektů je výhodou jejich dispoziční variabilita v obou osách, kde tvar objektu je dán pouze rozmístěním sloupů. Tyto systémy mají relativně malou vlastní hmotnost, ovšem za cenu menší prostorové tuhosti objektu.

V 70-tých letech vypracoval Studijní a typizační ústav Praha dokumentaci, která navrhovala nové rozdělení skeletových konstrukcí do následujících kategorií [3]:

- I. Kategorie – skelet S 1.1 – lehká konstrukce se skrytými průvlaky
- II. Kategorie – skelet S 1.2 – střední konstrukce s tyčovými průvlaky
- III. Kategorie – skelet S 1.3 – těžká konstrukce s tyčovými průvlaky pro velká zatížení
- IV. Kategorie – unifikovaná konstrukce pro všechny kategorie

V pozdějších letech se skeletové systémy rozdělovaly do čtyř kategorií, které určovaly konstrukci podle půdorysných rozměrů a maximálního užitého zatížení počítané na konstrukce. Kategorie se určovaly takto:

- I. Půdorysné rozměry do 6x7,2 m a zatížení do 4,0 kN/m², pro nižší rozpětí více.
 - zástupci: **MS 71, MS-OB, MS-RP**
- II. Půdorysné rozměry do 7,2x7,2 m a zatížení do 7,5 kN/m² nebo půdorysné rozměry do 7,2x9,0 m a zatížení do 5,0 kN/m².
 - zástupci: **varianty soustavy S 1.2**
- III. Půdorysné rozměry do 9,0x12,0 m a zatížení do 5,0 kN/m² nebo půdorysné rozměry do 9,0x9,0 m a zatížení do 10,0 kN/m².
 - zástupci: **varianty soustavy S 1.3, UMS-72**

IV. Půdorysné rozměry do 12,0x12,0 m a zatížení do 10,0 kN/m² nebo půdorysné rozměry do 9,0x12,0 m a zatížení do 15,0 kN/m² nebo půdorysné rozměry do 9,0x6,0 m a zatížení do 20,0 kN/m².

- zástupci: **UMS-85**, **UKS/AB**

Je potřeba zmínit také montovaný systém **INTEGRO**, nebo **MS69**. Montovaný systém MS69 je raritou v tom ohledu, že se jedná o systém ne moc rozšířený. V tomto systému se vyskytla konstrukční chyba v navázání průvlaků, ta se napravila až v systému MS 71, který je daleko rozšířenější.

Montovaný systém INTEGRO je systém, který byl vyvinut v závodu IPP n. p. Bratislava. Došlo zde k unifikaci průřezů nosných prvků a jejich styků. Další rozměry (jako šířky, délky nebo vyztužení) bylo volitelné. Systém INTEGRO, může reagovat celkem pružně na uživatelské požadavky [3].



Obrázek 4: Původní montovaný skelet MS69, Přeštice (foto: Google Maps)



Obrázek 5: Nově zrekonstruovaný montovaný skelet MS69, Přeštice (foto: autor)

5. Mapa panelových objektů v Plzni

V rámci diplomové práce se pokračovalo v dosavadní práci na mapě, která lokalizuje panelové objekty ve městě Plzeň. Mapa se během studií zpracovávala společně s kolegou Bc. Davidem Smejkaem. Jednotlivé vyznačené objekty jsou určeny jak z vizuální prohlídky, tak případně z dochovaných fotografií. V Plzni můžeme narazit jak na zděné soustavy typu T16, tak na typické panelové soustavy PS61, PS69 nebo T06B. Jednotlivé systémy se koncentrují do sídlišť, které byly stavěny v různých fázích a časových obdobích.

Největší oblasti s panelovou výstavbou se nacházejí v Plzeňských sídlištích. Jedná se především o sídliště: Bolevec, Košutka, Lochotín, Přední Skvrňany, Zadní Skvrňany, Bory, Slovany, Lobzy, Doubravka a Vinice. Období výstavby sídlišť jsou naznačeny v přehledové mapě.

Z mapy je zřejmé, že město Plzeň sestává z historického centra, kde je naprostá absence panelových domů. Ovšem směrem ke krajním částem města (všech zmíněných katastrálních území) se v minulých dobách začalo s panelovou výstavbou.

Prvním panelovým sídlištěm postaveným v Plzni bylo sídliště Doubravka, kde se nachází podle nalezených informací přes 13 000 lidí v panelových domech. Začalo se stavět v letech 1959 – 1971. Sídliště Slovany se začalo stavět po válce roku 1953 (tzv. poválečná výstavba). Zde se poprvé objevily celostěnové panely. Sídliště Slovany poskytuje bydlení pro bezmála 25 500 lidí. Z několika zdrojů lze vyčíst, že sídliště Bory je koncepčně nejzdařilejší. Nachází se na jižním okraji Plzně. Je zde skoro 3000 bytů pro 8 750 obyvatel. Bylo vystavěno v letech 1965 až 1974. Sídliště Lochotín je časově nejmladší. Stavělo se v roce 1974 až 1980. Mělo by se zde nacházet přes 5100 bytů pro 18 300 obyvatel [4]. Do staré zástavby Bolevce bylo zařazeno také Bolevecké sídliště. Bolevecké sídliště svoji rozlohou je jedno z největších. Vystavěno bylo mezi roky 1978 – 1983.



Obrázek 6: Řadová zástavba osmipatrové panelové soustavy PS69, v pozadí se tyčí panelový objekt PS69/2A, sídliště Plzeň - Bolevec (foto: autor)

Více informací nebylo možné dohledat, bylo by potřeba provést větší průzkum, například v archivech města. Avšak jako základní přehled rozsahu sídlišť a jejich zalidněnosti to postačí, aby si každý udělal představu o tom, jak jsou panelové systémy všeho druhu rozšířené, a že by se mělo brát ohled na jejich stav a statickou stránku objektů.

Celkovou přehledovou mapu katastrálních území lze nalézt v přílohách pod číslem P1.1. Pod číslem P1.2 jsou znázorněna jednotlivá sídliště v Plzni. V dalších přílohách (P1.3 – P1.12) se nacházejí jednotlivá sídliště s vyznačením panelových objektů rozdělených na jednotlivé typy.

6. Specifikace panelové soustavy PS69

Panelových soustav PS69 existuje několik druhů. Jednotlivé typy se od sebe liší tloušťkou konstrukcí, lepšími tepelně izolačními vlastnostmi nebo zvolenými materiály. Z těchto důvodů je nutné nejprve identifikovat zvolenou panelovou soustavu na základě známých parametrů.

6.1. Stručná charakteristika panelové soustavy

Jedná se o západočeskou malorozponovou montovanou deskostěnovou soustavu vyvinutou hlavně pro obytné budovy. Soustava je využitelná i pro objekty obdobného určení. Je založena na typizaci nosných prvků a obvodového pláště. Konstrukčně se jedná o příčný stěnový systém s panelovými stropy a obvodovým pláštěm. Průčelí je z nenosných panelů, nejprve z keramzitbetonu, následně se od roku 1977 používala sendvičová skladba v tloušťce 270 mm. V té době se přešlo také od stropu tloušťky 140 mm na tloušťku 150 mm.

Soustava má rozpon 3600 mm doplněný v modifikaci PS69-2 o rozpony 2400 mm a 4800 mm. Představuje samostatný objekt s několika moduly, z čehož 2 moduly jsou pro schodiště a obsahují střední podélnou ztužující stěnu. Existují sestavy více dvousekcí v řadové zástavbě, výjimečně jsou třísekce nebo jednosekce a existují dále věžové, pilové a bodové domy.

6.2. Období realizace a lokality výstavby

- **Období realizace:** 1970 - 1991
- **Rozsah a lokality výstavby:**
 - V Plzni (včetně variant): Bory
Skvrňany
Lochotín
Bolevec
Košutka
Vinice
 - V Praze sídliště Lhotka
 - Jižní Čechy

6.3. Údaje o nosné konstrukci

6.3.1. Základní údaje

- **Konstrukční systém:** Příčný stěnový se ztužující vnitřní podélnou stěnou
- **Modul konstr. systému:** 3,60 m (doplňkový modul 4,80 m a 2,40 m)
- **Konstrukční výška:** 2,80 m
- **Světlá výška:** 2,62 m
- **Počet podlaží:** 4, 6, 10 a 12 NP (nejvíce 14 podlaží) + suterén
- **Tyty objektů:** řadové ze sekcí (4, 6, 8, 10 NP)
Koncové (4, 6, 8, 10 NP)
Věžové (označení G, 12 a 14 NP)
Pilové (označení P, ustupující sekce)
Bodové domy (označení BO, 4 NP)
- **Hloubka sekcí:** 11,20 m, 12,40 m, 13,00 m, 13,20 m



Obrázek 7: Výškový objekt PS69 se 14-ti NP, sídliště Plzeň Bory (foto: autor)

6.3.2. Průčelní panely

U obvodových stěn suterénu byly používány panely ze železobetonu (betonu B250 – beton III) o tloušťce 240 mm. Pro výše položené nadzemní podlaží existují tři varianty obvodových průčelních panelů lišící se provedením a dobou používání.

Varianta 1 – parapetní dílec. Je proveden jako jednovrstvý s tloušťkou 270 mm z keramzitbetonu KB 60 v kombinaci s meziokenními vložkami a okenními pásy.

Varianta 2 – jednovrstvé celostěnové dílce. Provedeny z keramzitbetonu KB 60 tloušťky 270 mm.

Varianta 3 – sendvičový panel.

Vlivem revize normy ČSN 73 0540 z roku 1977 byl používán sendvičový panel šířky 270 mm (využívaný v soustavě PS69/2E).

6.3.3. Štítové panely

Štítové panely existují ve dvou variantách podle doby používání. Varianta 1 byla používána při vzniku systému PS69. Byl vyráběn jako sendvičový o tloušťce 240 mm. Druhá varianta byla tloušťky 270 mm. Panel byl zvětšen o izolaci vlivem revize normy ČSN 73 0540.

6.3.4. Stropní konstrukce

Stropní konstrukce sestávají z panelů tloušťky 140 mm, pro verzi PS69-2 až PS69-2E platí, že tloušťky jejich stropních panelů jsou zvětšeny na 150 mm. Základní stropní panel je panel výrobní šířky 2 390 mm, skladebně 2 400 mm. Existují doplňkové panely o šířce 1 200 mm a dalších šířkách 600 mm a 1 800 mm. Dále pak panely s obdélníkovým otvorem pro průchod svislého potrubí. Na krajním panelu stropní konstrukce je uložen panel průčelí. Tento nenosný panel je nesen v každém podlaží.

Panely pro rozpětí 3 600 mm jsou provedeny z betonu třídy III (označení v době výroby panelů odpovídá dnešnímu značení C16/20 dle normy ČSN EN 206). Panely pro rozpětí 2 400 mm jsou ze stejného betonu, pro rozpětí 4 800 mm je použita vyšší třída IV.

6.3.5. Nosnosti panelů

Poslední sériová varianta PS69-2E má návrhovou únosnost stanovenou podle původní normy ČSN 73 1201/86. Pro standartní stropní panel šířky 2 400 mm a výšce 150 mm je moment únosnosti $M_{Rd} = 40,11 \text{ kNm}$. Jsou použity i panely s vyšší únosností

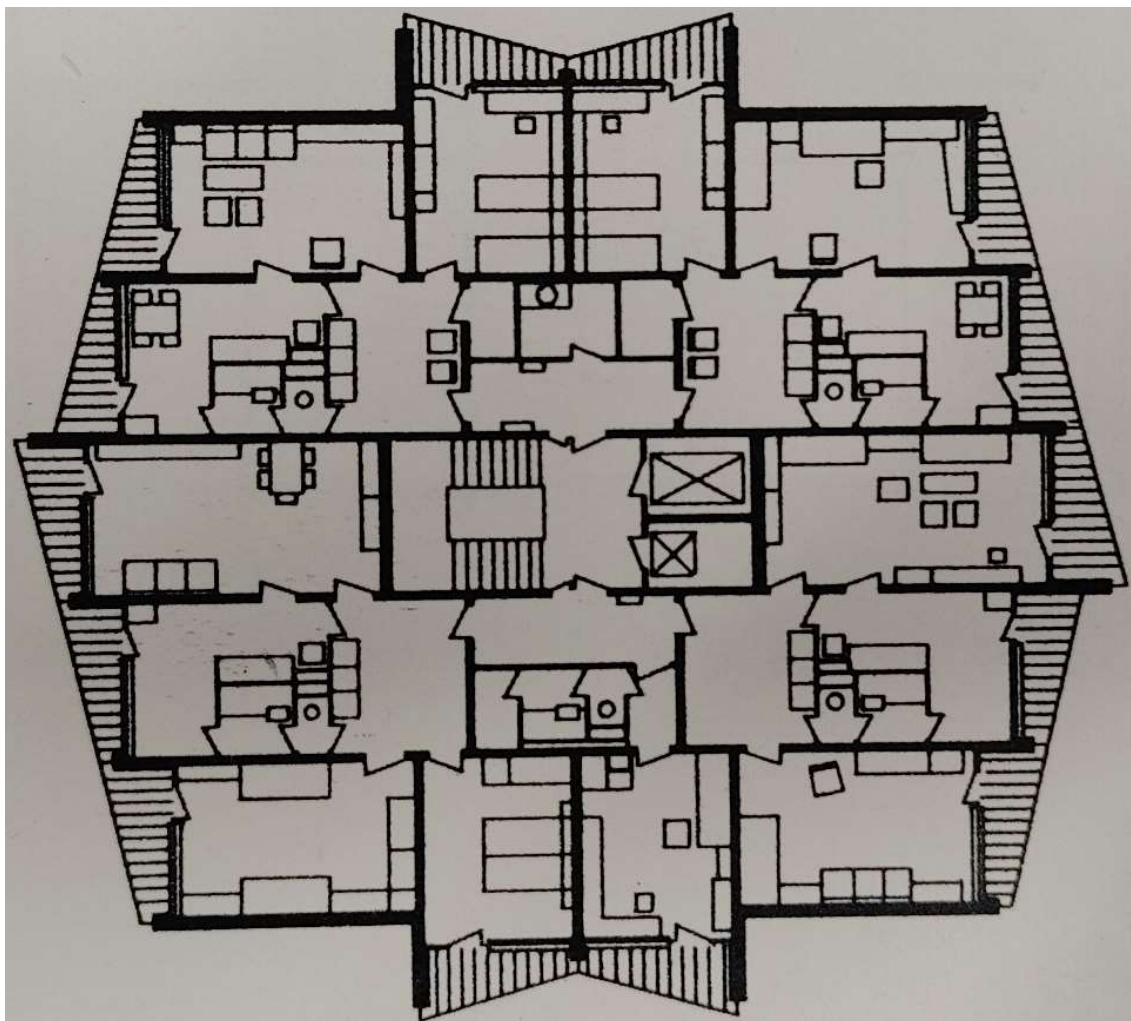
v místnostech s vyšším zatížením. Únosnost těchto panelů je $M_{Rd} = 50,5 \text{ kNm}$ a $M_{Rd} = 60,5 \text{ kNm}$.

6.3.6. Stěnové panely příčných stěn

Stěnové panely jsou navrženy a provedeny z prostého betonu třídy B 250 / B III o tloušťce 146 mm. Výztuž je doplněna pouze v místech otvorů (dveří a průchoďů) a pro uchycení ok ke zvednutí panelu. Panely jsou opatřeny dutinami pro rozvod elektroinstalací. Dílce příčných nosných stěn, štitů a průčelí byly montovány pomocí stavěcích šroubů. Zálivky svislých spár, věnců a lože pro osazení stěnových panelů byly prováděny z betonu B 170.

6.3.7. Stěnové panely podélných stěn

Stěnové panely jsou na celou šířku traktu. Existují plné a s dveřním otvorem. Tloušťky těchto panelů jsou 150 mm.



Obrázek 8: Půdorysné schéma výškového domu PS69

6.3.8. Výztuž věnců pod příčnými stěnami

Dle dokumentace tvoří výztuž pod příčnými stěnami dvojice podélně uložených profilů 12 z oceli J – 10338.

6.3.9. Konstrukce příček

Příčky byly montovány společně s montáží hrubé stavby. Příčky byly tloušťky 80 mm a vyráběly se ze železobetonu (beton B III). Příčky byly již od výroby kompletizované se zárubněmi a elektroinstalací.

6.3.10. Konstrukce podlah

Podlahy v těchto objektech dosahovaly zanedbatelných tlouštěk okolo 30 mm. Pochozí podlaha byla uložena na vyrovnávacím potěru přímo na betonu, chyběla kročejová izolace.

6.3.11. Základové konstrukce

Návrh založení byl proveden pro každý objekt individuálně podle základových poměrů v dané oblasti. Základy byly většinou navrhovány jako monolitické pasy. Mohou se ale ve složitějších základových. U mnohých projektových dokumentací je obsahem statických výpočtů pouze posouzení základových konstrukcí. Návrh ostatních nosných konstrukcí odkazuje na jiný projekt nebo stavbu.

6.3.12. Střešní konstrukce

Bylo užito dvouplášťové střechy s úžlabím uprostřed střechy. Mezi prvním a druhým pláštěm střechy byla provedena odvětrávaná mezera. Spádování je pomocí betonových trámek uložených nad stěnami. Tepelná izolace byla provedena z rohoží z minerální plsti (často cca 80 mm) a byla chráněna železobetonovou deskou s vodotěsnou krytinou. [21] [22] [23]

6.4. Stavební varianty PS69

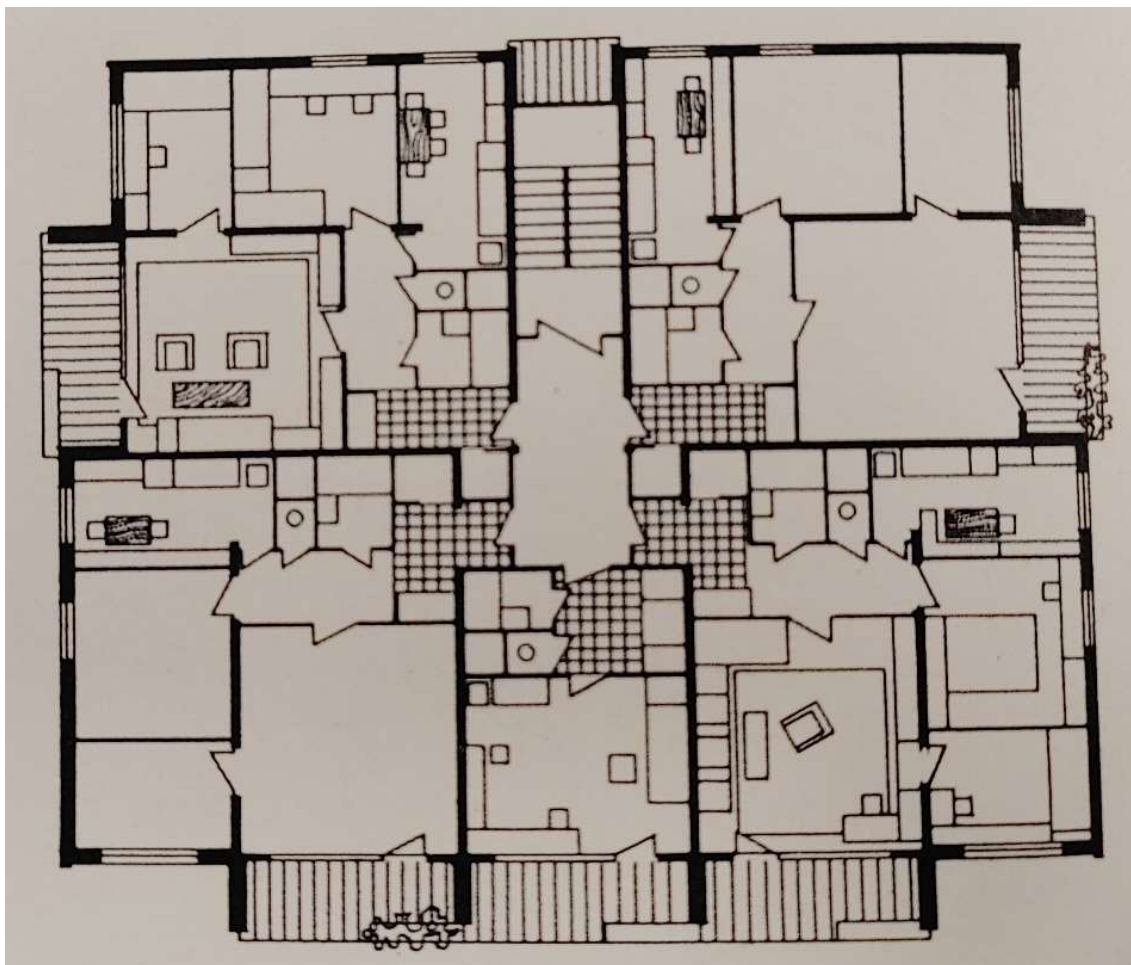
6.4.1. Původní PS69

Katalogy prvků jsou známy z října roku 1969 a následně druhá část z července 1973. Tloušťky panelů stropní konstrukce jsou 140 mm.

6.4.2. PS69/1

Tato verze vychází z předchozí soustavy PS69. Byla zde snaha o snížení pracnosti a navýšení uživatelského komfortu. Nedochozí k zásadním konstrukčním ani dispozičním

změnám. Přešlo se na pět tunovou technologii výstavby (byly použity díly o maximální váze 5 tun, na toto zatížení byl použit příslušný jeřáb). Sociální jádra z umakartu. Stropní i stěnové panely mají tloušťku 140 mm.



Obrázek 9: Půdorysné schéma standartního domu PS69

6.4.3. PS69/2

Jednotlivé prvky v katalogích od června roku 1977 (v roce 1980 proběhla aktualizace katalogu). Soustava bývá také označována jako PS69/2A. Přibyl nový modul 4800 mm (s hloubkou objektu 11 200 mm). Byly použity celostěnové sádkartonové příčky s dřevěným rámem, lehké celostěnové fasádní panely na bázi dřeva s kompletací vnějšími osinkocementovými deskami. Byly doplněny vstupní dílce.

Došlo ke změně tloušťek prvků. Stropní panely byly vyráběny v tloušťkách 150 mm z železobetonu (beton třídy III a IV). Stěnové panely se vyráběly v tloušťkách 146 mm (beton třídy III).

6.4.4. PS69/2E

Soustava vychází z PS69/2, v katalogu jí můžeme najít od srpna roku 1982. V soustavě dochází ke zvýšení tepelně izolační vrstvy u obvodových konstrukcí. V průčelí na 100 mm (polystyren). Ve štítových stěnách a parapetních dílcích pak na 80 mm (z původních 40ti). Sjednocení tlouštěk obvodových panelů na 270 mm. Ve střešní konstrukci došlo ke zvýšení tepelné izolace na 120 mm nebo 130 mm podle teplotní oblasti.

6.4.5. PS69/3

Vyhází z PS69/2. Jedná se pouze o experimentální objekt a byl realizován jen 1 na sídlišti Plzeň – Lochotín. U soustavy bylo využito prostorových a plošných prvků na bázi silikátů pro schodišťový prostor, prostor výtahu, pro podesty u výtahu a schodiště a také prostorových a plošných prvků z lehkých stavebních materiálů pro vstup do objektu a strojovnu výtahu.

7. Zatřídění posuzovaného objektu

Ze stávajících výkresů víme, že se jedná o panelový objekt PS69. Následně v podélném i příčném řezu objektu je zakreslena tloušťka stropní konstrukce 150 mm. Tyto panely byly použity až ve verzi PS69/2 z katalogu z roku 1977. I datum výstavby uvedené v projektové dokumentaci (duben 1979) [24] odkazuje na pozdější model systému. Vzhledem ke sjednoceným tloušťkám obvodových panelů na míru 270 mm by se mohlo zdát, že se jedná o PS69/2E. Ovšem nalezneme také detaily, díky kterým se o tento typ panelového objektu nejedná. Prvním je fakt, že objekt se objevil v katalogích až v roce 1982, tedy tři roky po výstavbě. Další fakt je ten, že objekt PS69/2E reaguje na změny v normě ČSN 73 0540 z roku 1977, jedná se hlavně o změny tloušťek zateplovacího systému. Zde došlo ke změně tloušťky zateplovacího systému pouze v obvodových stěnách, nikoliv ve střešní konstrukci, kde se počítá se stávající tloušťkou 60- 80 mm minerální plsti. Závěrem lze tedy konstatovat, že se jedná o systém **PS69/2A**, který již částečně reaguje na revizi normy ČSN 73 0540.



Obrázek 10: Posuzovaný objekt panelové soustavy PS69/2A, objekt 37 podle plánu výstavby z roku 1979, sídliště Plzeň Bolevec (foto: autor)

8. Předběžný vizuální stavebně technický průzkum panelového objektu

8.1. Údaje o stavbě

a)	Název stavby:	Bytový dům PS69/2A
b)	Místo stavby:	p. č. 3423, 3422, k. ú. Plzeň Bolevec
c)	Rok výstavby:	1979

8.2. Úvodní informace

Stavebně technický průzkum obsahuje hlavně:

- Popis stávajícího stavu konstrukcí z vnější strany objektu
- Kvalitou stavebních materiálů použitých při výstavbě
- Poruchami a vadami konstrukcí

8.3. Vstupní podklady

- Stávající dokumentace
- Vizuální prohlídka objektu s fotodokumentací
- Stávající platné normy
- Normy platné v roce 1979

8.4. Poloha v sídlišti

Bytový dům byl vystavěn na jihovýchodním okraji sídliště Bolevec, katastrální území Bolevec. Stavba je součástí komplexu bytových staveb, které obklopují park s mateřskou školou v centru. K panelovému domu je stávající příjezd z východní strany.

8.5. Specifikace objektu

Jak již bylo zmíněno, jedná se o panelový objekt typu PS69/2A, který se stavěl jako součást panelové výstavby v sídlišti Bolevec roku 1979 pod označením objekt 37. Objekt se skládá ze dvou sekcí, a to KL a KP a nachází se v ulici Nýřanská v Plzni. Hlavní přístup do obou sekcí je z této ulice. Jednotlivé sekce mají čísla popisná 2 a 4. Jedná se o jednu z vyšších staveb v té oblasti, tedy o dvanáctipodlažní bytový dům.

Obě sekce jsou postaveny podle standardní konstrukce tohoto typu, tedy příčného stěnového systému s osovými vzdálenostmi sekcí 3 600 mm a 4 800 mm. Celková výška

objektu je 37,77 m. Šířka budovy je 12,340 m, délka obou sekcí je 38,75 m. Vertikální pohyb osob je umožněn dvouramenným schodištěm s mezipodestou, v každé sekci jedním. Zakládací poměry stavby jsou jednoduché.

8.6. Stávající stav objektu

Svislé a vodorovné nosné konstrukce tvoří železobetonový panel tloušťky 150 mm z betonu třídy III. a IV. Obvodové panely jsou v tloušťce 270 mm v návaznosti na normu ČSN 73 0540. Z vnější strany je na první pohled patrné, že objekt je nově zateplen přibližně 200 tepelně izolačním materiálem, pravděpodobně tepelně izolační nehořlavou vatou. Vzhledem k tloušťce izolantu je na místě se domnívat, že zateplení je provedeno za účelem dostat objekt do co nejlepšího energetického hodnocení. Byla tedy pravděpodobně zateplena i střecha, a to minimálně 300 mm polystyrenu. Není vyloučeno, že stávající zateplení střechy bylo odstraněno a bylo provedeno nové zateplení s novou hydroizolační vrstvou.

Lze předpokládat, že jádro je stávající a typizované podle dochované projektové dokumentace.

Byla provedena výměna fasády společně s tepelnou izolací. S touto úpravou byly nahrazeny stávající okna za nová, plastová, pravděpodobně dvoudílná. Zároveň bylo provedeno nové oplechování a zámečnické konstrukce.

Počítá se, že stavební materiál byl proveden přesně podle prováděcí dokumentace. Což je i pravděpodobné vzhledem k tomu, že betonáž panelů byla prováděna prefou, nikoliv letnou betonáží na stavbě.

Z vizuální prohlídky nebyly zjištěny žádné vady ani poruchy, které by ohrožovaly nebo ovlivňovaly statiku budovy. Statický model pro potřeby diplomové práce lze namodelovat podle projektové dokumentace.

Nedaleko stavby se nachází tramvajová linka, která může způsobit potíže s případnými otřesy. Na starších fotografiích, které byly pořízeny ještě před zateplením, nejsou patrné žádné trhliny ani poruchy způsobené těmito otřesy. Ostatní vlivy, jako jsou povětrnostní podmínky, které by mohly mít vliv na mikro trhlinky uvnitř stavby, případně jinou poruchou, nemohou být zdokumentovány [5].

8.7. Popis provedených úprav a změn objektu

Jelikož se jedná o soukromý objekt, který obývají různí vlastníci, není možné provést vnitřní prohlídku bytů, sklepů a vnější prohlídku střešní konstrukce.

Světlá výška místností v bytech nedovolovala nějaké razantní navýšení podlah bytů. Mohlo dojít ale k jejich změně a zvýšení tak zatížení konstrukcí. Dále také v každém bytě mohlo dojít k aplikaci nízkého podhledu.

V současném stavu se nepočítá, že by došlo v nadměrné míře k vybourání dodatečného otvoru v nosných svislých konstrukcích. Pro účely práce budou otvory namodelovány v nejméně pravděpodobných místech v různých kombinacích.

8.8. Závěr

Stavba nevykazuje žádné závažné poruchy, které by ovlivňovaly jak obyvatele bytů, tak okolní objekty. Vnitřní prostory nemohly být zdokumentovány, ale předpokládá se, že stavba netrpí žádnými závažnými poruchami [6] [7] [8].



Obrázek 11: Posuzovaný objekt PS69/2A s nově provedeným zateplením, sídliště Plzeň Bolevec (foto: autor)

9. Model panelové soustavy PS69

Cílem práce je zjistit namáhání v předem vybraných stycích jednotlivých panelů. Po identifikaci panelové soustavy a zjištění jejího fungování je možné provést model stěny. Výpočet a posouzení bude probíhat v několika krocích, stejně tak zatížení konstrukce. Model bude nejprve zatížen podle původní normy ČSN 73 0035, platné v době provádění konstrukce (Zatěžovací skupina 1). Následně bude model zatížen podle současně platných zatížení a platných postupů v ČSN EN 1991, a to pouze svislými zatíženími a beze změn skladeb podlahy - původní skladby a materiály (Zatěžovací skupina 2). Třetí zatěžovací skupinou bude zatížení podle ČSN EN 1991 s uvážením směn skladeb podlahy a materiálů. Poslední zatěžovací skupinou bude přidání vodorovné zatížení větrem k třetí zatěžovací skupině. Budou zjišťovány rozdíly ve výsledcích všech hodnot. Modely budou také opatřeny o otvory vybourané v nosných stěnách. Po těchto úpravách bude model vyhodnocen. Při výpočtech je důležité, aby hodnoty, které vznikly ze zatížení podle původní normy ČSN 73 0035, byly posuzovány také dle dříve platných norem, konkrétně ČSN 73 1211. Naopak hodnoty vzniklé na základě zatížení podle aktuálně platného Eurokodu je potřeba také posuzovat podle současných norem.

Pro výpočet napětí ve stěnových panelech a konstrukčních stycích bylo potřeba konstrukci panelového objektu vymodelovat ve 3D statickém programu za použití deskostěnových nosníků s vlastnostmi materiálů odpovídající dané době výroby.

Pro statické výpočty a posouzení bude vypracován pouze 2D model posuzované stěny objektu.

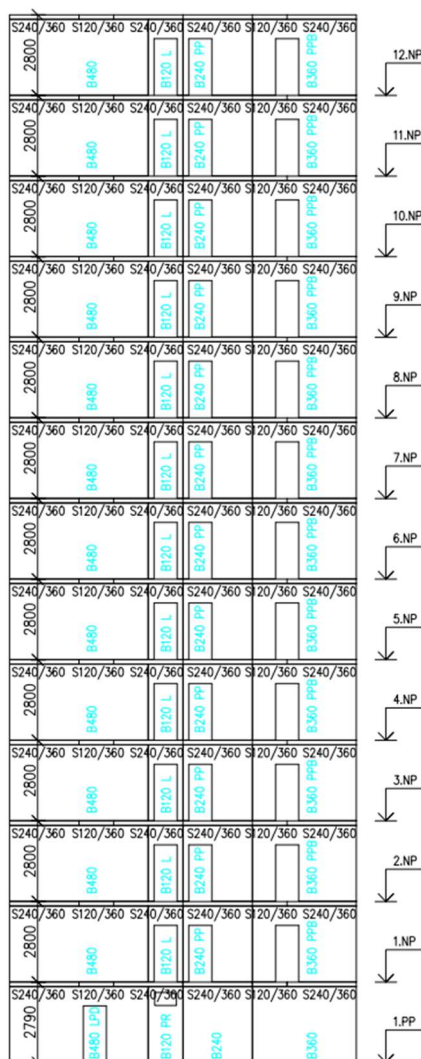
Pro tento účel byl zvolen statický program Scia Engineer. Styky jednotlivých panelů budou namodelovány pomocí tenkého proužku materiálu s menším modulem pružnosti, aby zde došlo k napodobení chování styku panelů.

9.1. Posuzovaná stěna

Bude posouzena vnitřní nosná příčná stěna daného panelového systému. Stěna sestává z různých typů panelů, které jsou spolu spojeny typickými styky. Stěna v sobě obsahuje stávající otvory v určitých panelech, které byly už takto montovány. Pozice a rozměry otvorů, společně se skladebními rozměry panelů byly vzaty z původního katalogu panelové soustavy PS69/2E [9].

Tabulka 1: Typy panelů použitých ve výpočtovém modelu

Značení	Typ	Délka/Výška [mm]	Šířka [mm]	Tloušťka [mm]	Otvor [mmxmm]	Ot. Od kraje. [mm]	Třída betonu
B480	stěnový	2 630	4 794	146	-	-	III.
B480 LPD	stěnový	2 630	4 794	146	800x1 960	2 547	III.
B120 PR	stěnový	2 630	1 194	750x450	222	III.	
B120 L	stěnový	2 630	1 194	146	800x1 960	197	III.
B240	stěnový	2 630	2 394	146	-	-	III.
B240 PP	stěnový	2 630	2 394	146	800x1960	197	III.
B360	stěnový	2 630	3 594	146	-	-	III.
B360 PPB	stěnový	2 630	3 594	146	800x1 960	797	III.
S240/360	stropní	3 570	2 390	150	-	-	III.
S120/360	stropní	3 570	1 190	150	-	-	III.



Obrázek 12: Skladba vodorovných a svislých panelů uvažovaných ve výpočtu

9.2. Zatížení konstrukce podle ČSN 73 0035 – z. skupina 1

V této skupině bude konstrukce zatížena podle aktuálně neplatné normy ČSN 73 0035 s použitím tehdejších hodnot a součinitelů zatížení. Tabulky a výpočty byly provedeny v programu Excel s přesnými hodnotami, součty jednotlivých výpočtů mohou být zaokrouhleny.

Během navrhování a posuzování modelu a konstrukce pro účely diplomové práce byly využity následující zdroje [10] [11] [12] [13]:

- Normy: ČSN 73 0035: Zatížení stavebních konstrukcí
ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí
ČSN 73 1205: Betonové konstrukce. Základní ustanovení pro navrhování
ČSN 73 1211: Navrhování betonových konstrukcí panelových budov

Použité hodnoty stálého zatížení vycházejí z hmotností navržených skladeb ve stávající projektové dokumentaci a z běžně uvažovaných hmotností materiálů.

9.2.1. Stálá zatížení

9.2.1.1. Vlastní tíha konstrukce

Vlastní tíha nosných konstrukcí je samostatný zatěžovací stav a je programem vypočtena automaticky. Do programu byla zadána objemová tíha betonu hodnotou $\rho_k = 24,0 \text{ kN/m}^3$ pro stěnové panely, jelikož se jedná o prostý beton jen slabě vyztužený.

9.2.1.2. Vlastní tíha kce stropu

Tabulka 2: Vlastní tíha konstrukce stropu – Zatěžovací skupina 1

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Normová hodnota ρ_k [kN/m ³]
Stropní panel	150	0,150	25,0	3,75
Celkem				3,75

9.2.1.3. Vlastní tíha podlahy v 1. NP

Jedná se o podlahu nad nevytápěným prostorem. Zde byla skladba podlahy o něco tlustší vzhledem k aplikaci podlahového polystyrenu, než u ostatních nadzemních

podlaží. Skladebně se udává 50 mm. I přes fakt, že skladba podlahy se zde pohybuje mezi těmi tlustšími, které byly v objektu prováděny, jedná se o tloušťku v zásadě zanedbatelnou.

Tabulka 3: Skladba podlahy v 1.NP – Zatěžovací skupina I

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Normová hodnota ρ_k [kN/m ²]
Volně položené PVC + podložka	5	0,005	14,0	0,07
Cementový potěr + síť	30	0,030	22,0	0,66
Lepenka A400H	1	0,001	6,0	0,01
Polystyren	20	0,020	0,3	0,01
Celkem				0,74

9.2.1.4. Vlastní tíha podlahy v běžném NP

Tloušťka podlahy je zde naprosto zanedbatelná, pohybuje se pouze okolo 30 mm.

Tabulka 4: Skladba podlahy v běžném NP – Zatěžovací skupina I

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Normová hodnota ρ_k [kN/m ²]
Volně položené PVC + podložka	5	0,005	14,0	0,10
Cementový potěr + síť	30	0,030	22,0	0,66
Celkem				0,73

9.2.1.5. Skladba konstrukce střechy

U objektů typu PS69/2A byly použity dvouplášťové střechy s tepelnou izolací z minerální plsti. Tloušťka druhé nosné desky nedosahovala takové tloušťky jako standardní stropní panel. Jedná se o desku o tloušťce 80 mm.

Tabulka 5: Skladba střešní konstrukce – Zatěžovací skupina I

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Normová hodnota ρ_k [kN/m ²]
Vodotěsná krytina	10	0,010	12,8	0,13
Železobetonové desky	80	0,080	25,0	2,00
Vzduchová mezera	-	-	-	-
Minerální plst'	80	0,080	0,45	0,04
Celkem				2,16

9.2.2. Proměnná / nahodilá / zatížení podlah

Velikost proměnného zatížení dle ČSN 73 0035, tabulka 3. Užité rovnoměrná zatížení stropů a střech mají následující hodnoty:

- Byty včetně předsíní a chodeb (pořadové číslo 1 v tabulce 3): $1,5 \text{ kN/m}^2$
- Terasy a ploché střechy (pořadové číslo 11 v tabulce 3): $0,75 \text{ kN/m}^2$

9.2.3. Zatížení sněhem

Hodnoty vzaty dle ČSN 73 0035, příloha 4 – Mapa sněhových oblastí na území tehdejšího ČSSR.

- Pro oblast I je základní tíha sněhu s_0 : $0,5 \text{ kN/m}^2$

Normové zatížení dle vzorce: $s_n = s_0 * \mu_0 * \kappa = 0,5 * 1,0 * 0,9 = 0,45 \text{ kN/m}^2$

9.2.4. Zatížení větrem

Pro výpočet bude uvažováno pouze svislé zatížení konstrukce, zatížení větrem bude zanedbáno.

9.2.5. Zatěžovací stavy

Stálé + proměnné zatížení – kombinace ve výpočtu

Tabulka 6: Kombinační součinitele – Zatěžovací skupina 1

Typ prvku	Hodnota součinitele
Konstrukce a výrobky: Betonové	1,1
Výrobky zhotovené na staveništi	1,3
Užitné zatížení stropů - rovnoměrná	1,4
Zatížení sněhem	1,4

Tabulka 7: Hodnota součinitele ψ_c – Zatěžovací skupina 1

Typ prvku	Hodnota součinitele
Nejvyšší zatížení	1,0
Druhé nejvyšší zatížení	0,9
Ostatní zatížení	0,6

9.2.6. Pravidla pro tvorbu kombinací

9.2.6.1. Kombinace návrhová

$$\sum \gamma_G * G_n + \sum \gamma_D * D_n + \psi_c \sum_{i \geq 1} \gamma_K * K_n$$

9.2.6.2. Kombinace charakteristická

$$\sum G_n + \sum D_n + \psi_c \sum_{i \geq 1} K_n$$

9.2.7. Hodnoty zatížení aplikovaných na konstrukce

Předpokládá se zatěžovací šířka stropních konstrukcí 3,6 m dle stávající projektové dokumentace se zatížením na metr běžný.

Tabulka 8: Hodnoty zatížení modelu podle ČSN 73 0035 - – Zatěžovací skupina 1

Označení	Název stavu	Normová hodnota ρ_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka [m]	Normová hodnota ρ_k [kN/m]
ZS 1	Vlastní tíha	-	-	-
ZS 2	Zatížení od nosné kce stropu	3,75	3,6	13,5
ZS 3	Zatížení od podlahy v 1.NP	0,74	3,6	2,7
ZS 4	Zatížení od podlahy v běžném NP	0,73	3,6	2,6
ZS 5	Zatížení od střešní konstrukce	2,16	3,6	7,8
ZS 6	Užitné zatížení – byty a předsíně	1,50	3,6	5,4
ZS 7	Užitné zatížení - sníh	0,45	3,6	1,6
ZS 8	Užitné zatížení – ploché střechy	0,75	3,6	2,7

Tabulka 9: Hodnoty součinitelů zatížení – Zatěžovací skupina 1

Označení	Název stavu	Kombinační součinitel	Součinitel ψ_c
ZS 1	Vlastní tíha	1,1	-
ZS 2	Zatížení od nosné kce stropu	1,1	-
ZS 3	Zatížení od podlahy v 1.NP	1,3	-
ZS 4	Zatížení od podlahy v běžném NP	1,3	-
ZS 5	Zatížení od střešní konstrukce	1,3	-
ZS 6	Užitné zatížení – byty a předsíně	1,4	1,0
ZS 7	Užitné zatížení - sníh	1,4	0,6
ZS 8	Užitné zatížení – ploché střechy	1,4	0,9

9.3. Zatížení konstrukce podle ČSN EN 1991 – z. skupina 2

V této skupině bude konstrukce zatížena podle aktuálně platné normy ČSN EN 1991 s použitím aktuálních hodnot a součinitelů zatížení pro původní skladby. Tabulky a výpočty byly provedeny v programu Excel s přesnými hodnotami, součty jednotlivých výpočtů mohou být zaokrouhleny.

Během navrhování a posuzování modelu a konstrukce pro účely diplomové práce byly využity následující zdroje [14] [15] [16] [17] [18] [19]:

- Normy: ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí
 - ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
 - ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
 - ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Zatížení větrem
 - ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
 - ČSN EN 1992-1-4: Navrhování betonových konstrukcí – Navrhování kotvení do betonu
- Použité hodnoty stálého zatížení vycházejí z hmotností navržených skladeb ve stávající projektové dokumentaci a z běžně uvažovaných hmotností materiálů.

9.3.1. Stálá zatížení

9.3.1.1. Vlastní tíha konstrukce

Vlastní tíha nosných konstrukcí je samostatný zatěžovací stav a je programem vypočtena automaticky. Do programu byla zadána objemová tíha betonu hodnotou $\rho_k = 24,0 \text{ kN/m}^3$ pro stěnové panely, jelikož se jedná o prostý beton jen slabě vyztužený.

9.3.1.2. Vlastní tíha podlahy v 1. NP

Jedná se o podlahu nad nevytápěným prostorem. Skladebně se udává 50 mm. Běžná nášlapná vrstva podlahy je provedena z podlahového volně položeného.

Tabulka 10: Skladba podlahy v 1.NP – Zatěžovací skupina 2

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Volně položené PVC + podložka	5	0,005	14,0	0,07
Cementový potěr + síť	30	0,030	22,0	0,66
Lepenka A400H	1	0,001	6,0	0,01
Polystyren	20	0,020	0,3	0,01
Stropní panel	150	0,150	25,0	3,75
Celkem				4,49

9.3.1.3. Vlastní tíha podlahy v běžném NP

Tloušťka podlahy je zde naprosto zanedbatelná, pohybuje se pouze okolo 30 mm.

Tabulka 11: Skladba podlahy v běžném NP – Zatěžovací skupina 2

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Volně položené PVC + podložka	5	0,005	14,0	0,07
Cementový potěr + síť	30	0,030	22,0	0,66
Stropní panel	150	0,150	25,0	3,75
Celkem				4,48

9.3.1.4. Skladba konstrukce střechy

U objektů typu PS69/2A byly použity dvouplášťové střechy s tepelnou izolací z minerální plsti. Tloušťka druhé nosné desky nedosahovala takové tloušťky jako standartní stropní panel. Jedná se o desku o tloušťce 80 mm.

Tabulka 12: Skladba střešní konstrukce – Zatěžovací skupina 2

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Vodotěsná krytina	10	0,010	12,8	0,13
Železobetonové desky	80	0,080	25,0	2,00
Vzduchová mezera	-	-	-	-
Minerální plst'	80	0,080	0,45	0,04
Stropní panel	150	0,150	25,0	3,75
Celkem				5,91

9.3.2. Proměnná / nahodilá / zatížení podlah

Velikost proměnného zatížení dle ČSN EN 1991-1-1. Užitná rovnoměrná zatížení stropů a střech mají následující hodnoty:

- Užitná zatížení kategorie A (tabulka 6.2): $1,5 \text{ kN/m}^2$
- Užitná zatížení kategorie H (tabulka 6.10): $0,75 \text{ kN/m}^2$

9.3.3. Zatížení sněhem

Hodnoty vzaty dle ČSN EN 1991-1-3, příloha NA. 4 – Mapa sněhových oblastí České republiky

- Pro oblast I je základní tíha sněhu s_k : $0,7 \text{ kN/m}^2$

Normové zatížení sněhem dle vzorce:

$$s = \mu_i * c_e * c_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

9.3.4. Zatížení větrem

Pro výpočet bude uvažováno pouze svislé zatížení konstrukce, zatížení větrem bude zanedbáno.

9.3.5. Zatěžovací stavy

Stálé + proměnné zatížení – kombinace ve výpočtu

Tabulka 13: Kombinační součinitele – Zatěžovací skupina 2

Typ prvku	Hodnota součinitele
Stálé zatížení	1,35
Užitné zatížení	1,50
Zatížení sněhem	1,50

Tabulka 14: Hodnota součinitele ψ_i pro kategorii A – Zatěžovací skupina 2

Typ prvku	Hodnota součinitele
Redukční součinitel ψ_0	0,7
Redukční součinitel ψ_1	0,5
Redukční součinitel ψ_2	0,3

9.3.6. Pravidla pro tvorbu kombinací

9.3.6.1. Kombinace pro posouzení 1. MS

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} * G_{k,j}) + \gamma_P * P + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} (\gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

9.3.6.2. Kombinace pro posouzení 2. MS – charakteristická kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

9.3.7. Hodnoty zatížení aplikovaných na konstrukci

Předpokládá se zatěžovací šířka stropních konstrukcí 3,6 m dle stávající projektové dokumentace se zatížením na metr běžný.

Tabulka 15: Hodnoty zatížení modelu podle ČSN EN 1991-1 – Zatěžovací skupina 2

Označení	Název stavu	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka [m]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m]
ZS 1	Vlastní tíha	-	-	-
ZS 9	Zatížení od podlahy v 1.NP	4,49	3,6	16,2
ZS 10	Zatížení od podlahy v běžném NP	4,48	3,6	16,1
ZS 11	Zatížení od střešní konstrukce	5,91	3,6	21,3
ZS 12	Užitné zatížení – Kategorie A	1,50	3,6	5,4
ZS 13	Užitné zatížení - sníh	0,56	3,6	2,0
ZS 8	Užitné zatížení – ploché střechy	0,75	3,6	2,7

Tabulka 16: Hodnoty součinitelů zatížení – Zatěžovací skupina 2

Označení	Název stavu	Kombinační součinitel	Součinitel ψ_i
ZS 1	Vlastní tíha	1,35	-
ZS 9	Zatížení od podlahy v 1.NP	1,35	-
ZS 10	Zatížení od podlahy v běžném NP	1,35	-
ZS 11	Zatížení od střešní konstrukce	1,35	-
ZS 12	Užitné zatížení – Kategorie A	1,5	-
ZS 13	Užitné zatížení - sníh	1,5	0,5
ZS 8	Užitné zatížení – ploché střechy	1,5	0,7

9.4. Zatížení konstrukce podle ČSN EN 1991 – z. skupina 3

V této skupině bude stejné zatížení jako ve skupině zatížení 2 s tím rozdílem, že budou použity jiné skladby konstrukcí běžně prováděné v dnešní době při rekonstrukcích. Tabulky a výpočty byly provedeny v programu Excel s přesnými hodnotami, součty jednotlivých výpočtů mohou být zaokrouhleny.

Během navrhování a posuzování modelu a konstrukce pro účely diplomové práce byly využity následující zdroje [14] [15] [16] [17] [18] [19]:

- Normy: ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí
 - ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
 - ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
 - ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Zatížení větrem
 - ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
 - ČSN EN 1992-1-4: Navrhování betonových konstrukcí – Navrhování kotvení do betonu
- Použité hodnoty stálého zatížení vycházejí z hmotností navržených skladeb ve stávající projektové dokumentaci a z běžně uvažovaných hmotností materiálů.

9.4.1. Stálá zatížení

9.4.1.1. Vlastní tíha konstrukce

Vlastní tíha nosných konstrukcí je samostatný zatěžovací stav a je programem vypočtena automaticky. Do programu byla zadána objemová tíha betonu hodnotou $\rho_k = 24,0 \text{ kN/m}^3$ pro stěnové panely, jelikož se jedná o prostý beton jen slabě vyztužený.

9.4.1.2. Vlastní tíha podlahy v 1. NP

Tabulka 17: Skladba podlahy v 1.NP – Zatěžovací skupina 3

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Keramická dlažba	5	0,005	23,0	0,12
Lepidlo pod keramické dl.	5	0,005	20,0	0,10
Betonová vrstva	50	0,050	25,0	1,25
PE folie	-	-	-	0,01
Tepelně izolační PIR desky	20	0,020	1,0	0,02
Stropní panel	150	0,150	25,0	3,75
Celkem				5,25

9.4.1.3. Vlastní tíha podlahy v běžném NP

Tabulka 18: Skladba podlahy v běžném NP – Zatěžovací skupina 3

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Keramická dlažba	5	0,005	23,0	0,12
Lepidlo pod keramické dl.	5	0,005	20,0	0,10
Betonová vrstva	50	0,050	25,0	1,25
PE folie	-	-	-	0,01
Akusticky izolační desky	10	0,01	1,0	0,01
Stropní panel	150	0,150	25,0	3,75
Celkem				5,24

9.4.1.4. Skladba konstrukce střechy

U objektů typu PS69/2A byly použity dvouplášťové střechy s tepelnou izolací z minerální plsti. Místo stávající horní skladby budou vrstvy nahrazeny novými vrstvami.

Tabulka 19: Skladba střešní konstrukce – Zatěžovací skupina 3

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Hydroizolační asfaltové pásy	20	0,020	12,8	0,26
Tepelná izolace střešní kce	300	0,300	0,5	0,15
Železobetonové desky	80	0,080	25,0	2,00
Vzduchová mezera	-	-	-	-
Minerální plst'	80	0,080	0,45	0,04
Stropní panel	150	0,150	25,0	3,75
Celkem				6,19

9.4.2. Proměnná / nahodilá / zatížení podlah

Velikost proměnného zatížení dle ČSN EN 1991-1-1. Užitná rovnoměrná zatížení stropů a střech mají následující hodnoty:

- Užitná zatížení kategorie A (tabulka 6.2): $1,5 \text{ kN/m}^2$
- Užitná zatížení kategorie H (tabulka 6.10): $0,75 \text{ kN/m}^2$

9.4.3. Zatížení sněhem

Hodnoty vzaty dle ČSN EN 1991-1-3, příloha NA. 4 – Mapa sněhových oblastí České republiky

- Pro oblast I je základní tíha sněhu s_k : $0,7 \text{ kN/m}^2$

Normové zatížení sněhem dle vzorce:

$$s = \mu_i * c_e * c_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

9.4.4. Zatížení větrem

Pro výpočet bude uvažováno pouze svislé zatížení konstrukce, zatížení větrem bude zanedbáno.

9.4.5. Zatížení dodatečným zateplením

Při provádění předběžného stavebně technického průzkumu bylo zjištěno dodatečné zateplení obvodové konstrukce. Tloušťka tepelného izolantu je cca 200 mm. Vzhledem k výšce objektu se pravděpodobně jedná o minerální vatu.

Tabulka 20: Zatížení dodatečným zateplením – Zatěžovací skupina 3

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Tepelná izolace	200	0,200	0,5	0,1

9.4.6. Zatěžovací stavy

Stálé + proměnné zatížení – kombinace ve výpočtu

Tabulka 21: Kombinační součinitele – Zatěžovací skupina 3

Typ prvku	Hodnota součinitele
Stálé zatížení	1,35
Užitné zatížení	1,50
Zatížení sněhem	1,50

Tabulka 22: Hodnota součinitele ψ_i pro kategorii A – Zatěžovací skupina 3

Typ prvku	Hodnota součinitele
Redukční součinitel ψ_0	0,7
Redukční součinitel ψ_1	0,5
Redukční součinitel ψ_2	0,3

9.4.7. Pravidla pro tvorbu kombinací

9.4.7.1. Kombinace pro posouzení 1. MS

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} * G_{k,j}) + \gamma_P * P + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} (\gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

9.4.7.2. Kombinace pro posouzení 2. MS – charakteristická kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

9.4.8. Hodnoty zatížení aplikovaných na konstrukci

Předpokládá se zatěžovací šířka stropních konstrukcí 3,6 m dle stávající projektové dokumentace se zatížením na metr běžný.

Tabulka 23: Hodnoty zatížení modelu podle ČSN EN 1991-1 – Zatěžovací skupina 3

Označení	Název stavu	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m²]	Zatěžovací šířka [m]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m]
ZS 1	Vlastní tíha	-	-	-
ZS 14	Zatížení od podlahy v 1.NP	5,25	3,6	18,9
ZS 15	Zatížení od podlahy v běžném NP	5,24	3,6	18,9
ZS 16	Zatížení od střešní konstrukce	6,19	3,6	22,3
ZS 17	Zatížení od zateplení fasády	0,10	3,6	0,4
ZS 12	Užitné zatížení – Kategorie A	1,50	3,6	5,4
ZS 13	Užitné zatížení - sníh	0,56	3,6	2,0
ZS 8	Užitné zatížení – ploché střechy	0,75	3,6	2,7

Tabulka 24: Hodnoty součinitelů zatížení – Zatěžovací skupina 3

Označení	Název stavu	Kombinační součinitel	Součinitel ψ_i
ZS 1	Vlastní tíha	1,35	-
ZS 14	Zatížení od podlahy v 1.NP	1,35	-
ZS 15	Zatížení od podlahy v běžném NP	1,35	-
ZS 16	Zatížení od střešní konstrukce	1,35	-
ZS 17	Zatížení od zateplení fasády	1,35	-
ZS 12	Užitné zatížení – Kategorie A	1,5	-
ZS 13	Užitné zatížení - sníh	1,5	0,5
ZS 8	Užitné zatížení – ploché střechy	1,5	0,7

9.5. Zatížení konstrukce podle ČSN EN 1991 – z. skupina 4

V této skupině bude stejné zatížení jako ve skupině zatížení 3 s tím rozdílem, že bude přidán jeden zatěžovací stav vodorovného zatížení od větru. Tabulky a výpočty byly provedeny v programu Excel s přesnými hodnotami, součty jednotlivých výpočtů mohou být zaokrouhleny.

Během navrhování a posuzování modelu a konstrukce pro účely diplomové práce byly využity následující zdroje [14] [15] [16] [17] [18] [19]:

- Normy: ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí
 - ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
 - ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
 - ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Zatížení větrem
 - ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
 - ČSN EN 1992-1-4: Navrhování betonových konstrukcí – Navrhování kotvení do betonu
- Použité hodnoty stálého zatížení vycházejí z hmotností navržených skladeb ve stávající projektové dokumentaci a z běžně uvažovaných hmotností materiálů.

9.5.1. Stálá zatížení

9.5.1.1. Vlastní tíha konstrukce

Vlastní tíha nosných konstrukcí je samostatný zatěžovací stav a je programem vypočtena automaticky. Do programu byla zadána objemová tíha betonu hodnotou $\rho_k = 24,0 \text{ kN/m}^3$ pro stěnové panely, jelikož se jedná o prostý beton jen slabě vyztužený.

9.5.1.2. Vlastní tíha podlahy v 1. NP

Tabulka 25: Skladba podlahy v 1.NP – Zatěžovací skupina 4

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Keramická dlažba	5	0,005	23,0	0,12
Lepidlo pod keramické dl.	5	0,005	20,0	0,10
Betonová vrstva	50	0,050	25,0	1,25
PE folie	-	-	-	0,01
Tepelně izolační PIR desky	20	0,020	1,0	0,02
Stropní panel	150	0,150	25,0	3,75
Celkem				5,25

9.5.1.3. Vlastní tíha podlahy v běžném NP

Tabulka 26: Skladba podlahy v běžném NP – Zatěžovací skupina 4

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Keramická dlažba	5	0,005	23,0	0,12
Lepidlo pod keramické dl.	5	0,005	20,0	0,10
Betonová vrstva	50	0,050	25,0	1,25
PE folie	-	-	-	0,01
Akusticky izolační desky	10	0,01	1,0	0,01
Stropní panel	150	0,150	25,0	3,75
Celkem				5,24

9.5.1.4. Skladba konstrukce střechy

U objektů typu PS69/2A byly použity dvouplášťové střechy s tepelnou izolací z minerální plsti. Místo stávající horní skladby budou vrstvy nahrazeny novými vrstvami.

Tabulka 27: Skladba střešní konstrukce – Zatěžovací skupina 4

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Hydroizolační asfaltové pásy	20	0,020	12,8	0,26
Tepelná izolace střešní kce	300	0,300	0,5	0,15
Železobetonové desky	80	0,080	25,0	2,00
Vzduchová mezera	-	-	-	-
Minerální plst'	80	0,080	0,45	0,04
Stropní panel	150	0,150	25,0	3,75
Celkem				6,19

9.5.2. Proměnná / nahodilá / zatížení podlah

Velikost proměnného zatížení dle ČSN EN 1991-1-1. Užitná rovnoměrná zatížení stropů a střech mají následující hodnoty:

- Užitná zatížení kategorie A (tabulka 6.2): $1,5 \text{ kN/m}^2$
- Užitná zatížení kategorie H (tabulka 6.10): $0,75 \text{ kN/m}^2$

9.5.3. Zatížení sněhem

Hodnoty vzaty dle ČSN EN 1991-1-3, příloha NA. 4 – Mapa sněhových oblastí České republiky

- Pro oblast I je základní tíha sněhu s_k : $0,7 \text{ kN/m}^2$

Normové zatížení sněhem dle vzorce:

$$s = \mu_i * c_e * c_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

9.5.4. Zatížení větrem

9.5.4.1. Zatížení větrem pro výšku $h = b = 12,34$ m

1. PŘEDPOKLADY STATICKÉHO VÝPOČTU

1.1 ZATÍŽENÍ VĚTREM

objekt Diplomová práce

1.1.1. MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK VĚTRU

Zatížení dle ČSN EN 1991-1-4 /duben 2007/ a EN 1991-1-4
Eurokod 1 - část 1-4: Obecná zatížení - zatížení větrem

Základní zadání

oblast	zahrnuje vliv nadm. výšky - zadání z mapy		
/ Uhřetě /			
výchozí základní rychlost větru v_{b0}	m/s	22,500	m/s
součinitel směru c_{dir}	=	1,000	v ČR
součinitel období c_{season}	=	1,000	v ČR
výška objektu h		12,340	m

základní rychlost větru v_b

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} = 22,500 \text{ m/s}$$

základní dynamický tlak q_b

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,250 \cdot 22,500^2 = 316,408 \text{ Pa} = 0,316 \text{ kN/m}^2$$

kde hustota $\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$

střední rychlost větru v_m

$$v_m = c_f(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b \text{ pro } h = 12,340 \text{ m} = 18,0127 \text{ m/s}$$

kde:

součinitel orografie $c_0 = 1,000$ v ČR
součinitel drsnosti terénu $\alpha_r = \text{viz výpočet}$

zadání z_0

z_0 - parametr drsnosti	=	0,300
---------------------------	---	-------

podle oblasti a terénu - podrobnější tab. 4.1 EN 1991-1-4

I břeh jezera a vodorovné oblasti	0,010
II s nízkou vegetací /tráva/ a izol. překážkami/stromy, budovy/	0,050
III pokrytí vegetací nebo budovami nebo izolované překážky ve vzdálenosti max 20 násobek výšky /les, vesnice, předměstí/	0,300
IV min. 15% povrchu pokryto budovami nad 15 metrů výšky /města/	1,000

$$\text{součinitel terénu } k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,III})^{0,07} = 0,21539$$

$$\text{součinitel drsnosti terénu } \alpha_r = k_r \cdot \ln(z / z_0)$$

$$c_f \text{ pro: } h = 12,340 \text{ m} = 0,80056$$

Intenzita turbulence I_v

$$I_v = k_1 / (c_0 \cdot \ln(z / z_0)) \text{ pro } h = z = 12,340 \text{ m} = 0,26905$$

součinitel turbulence $k_1 = 1$ v ČR

Maximální dynamický tlak q_p

$$q_p = (1 + 7 I_v) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,585 \text{ kN/m}^2$$

součinitel expozice c_e

$$c_e = q_p / q_b = 1,848$$

Obrázek 13: Výpočet maximálního tlaku větru podle ČSN EN 1991-1-4 v programu Excel pro spodní část

9.5.4.2. Zatížení větrem pro výšku $h = b = 37,77 \text{ m}$

1. PŘEDPOKLADY STATICKÉHO VÝPOČTU

1.1 ZATÍŽENÍ VĚTREM

objekt Diplomová práce

1.1.1. MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK VĚTRU

Zatížení dle ČSN EN 1991-1-4 /duben 2007/ a EN 1991-1-4

Eurokod 1 - část 1-4: Obecná zatížení - zatížení větrem

Základní zadání

oblast	zahrnuje vliv nadm. výšky - zadání z mapy / Uhřetice /		
výchozí základní rychlost větru v_{b0}	m/s	22,500	m/s
součinitel směru	c_{dir}	= 1,000	v ČR
součinitel období	c_{season}	= 1,000	v ČR
výška objektu	h	37,770	m

základní rychlost větru

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} = 22,500 \text{ m/s}$$

základní dynamický tlak

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,250 \cdot 22,500^2 = 316,406 \text{ Pa} = 0,316 \text{ kN/m}^2$$

kde hustota $\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$

střední rychlost větru

$$v_m = c_f(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b \text{ pro } h = 37,770 \text{ m} \quad 23,434 \text{ m/s}$$

kde:

$$\text{součinitel orografie } c_0 = 1,000 \text{ v ČR}$$

$$\text{součinitel drsnosti terénu } \alpha = \text{viz výpočet}$$

zadání z_0

z_0 - parametr drsnosti		=	0,300	
---------------------------	--	---	-------	--

podle oblasti a terénu - podrobněji tab. 4.1 EN 1991-1-4

I břeh jezera a vodorovné oblasti	0,010
II s nízkou vegetací /tráva/ a izol. překážkami /stromy, budovy/	0,050
III pokrytí vegetací nebo budovami nebo izolované překážky ve vzdálenosti max 20 násobek výšky /les, vesnice, předměstí/	0,300
IV min. 15% povrchu pokryto budovami nad 15 metrů výšky /města/	1,000

$$\text{součinitel terénu } k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,21539$$

$$\text{součinitel drsnosti terénu } \alpha = k_r \cdot \ln(z / z_0)$$

$$c_f \text{ pro: } h = 37,770 \text{ m} \quad 1,04151$$

Intenzita turbulence

$$I_v = k_1 / (c_0 \cdot \ln(z / z_0)) \text{ pro } h = z = 37,770 \text{ m} = 0,2068$$

$$\text{součinitel turbulence } k_1 = 1 \text{ v ČR}$$

Maximální dynamický tlak

$$q_p = (1 + 7 I_v) \cdot 0,5 \cdot r \cdot v_m^2 \text{ pro } h = 37,770 \text{ m} = 0,840 \text{ kN/m}^2$$

součinitel expozice c_e

$$c_e = q_p / q_b \text{ pro } h = 37,770 \text{ m} = 2,655$$

Obrázek 14: Výpočet maximálního tlaku větru podle ČSN EN 1991-1-4 v programu Excel pro horní část

Při zadávání zatížení větrem byly uvažovány součinitele C_{pe} v hodnotách 0,8 a -0,7 podle ČSN EN 1991-1-4 ed. 2.

9.5.4.3. Zatížení větrem pro střední část stavby

Zatížení pro střední část stavby bude pravidelně rozděleno po výšce. (viz zatěžovací stav ZS 20).

9.5.5. Zatížení dodatečným zateplením

Při provádění předběžného stavebně technického průzkumu bylo zjištěno dodatečné zateplení obvodové konstrukce. Tloušťka tepelného izolantu je cca 200 mm. Vzhledem k výšce objektu se pravděpodobně jedná o minerální vatu.

Tabulka 28: Zatížení dodatečným zateplením – Zatěžovací skupina 4

Název vrstvy	Tloušťka [mm]	Tloušťka [m]	Objemová tíha [kN/m ³]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
Tepelná izolace	200	0,200	0,5	0,1

9.5.6. Zatěžovací stavy

Stálé + proměnné zatížení – kombinace ve výpočtu

Tabulka 29: Kombinační součinitele – Zatěžovací skupina 4

Typ prvku	Hodnota součinitele
Stálé zatížení	1,35
Užitné zatížení	1,50
Zatížení sněhem	1,50

Tabulka 30: Hodnota součinitele ψ_i pro kategorii A – Zatěžovací skupina 4

Typ prvku	Hodnota součinitele
Redukční součinitel ψ_0	0,7
Redukční součinitel ψ_1	0,5
Redukční součinitel ψ_2	0,3

9.5.7. Pravidla pro tvorbu kombinací

9.5.7.1. Kombinace pro posouzení 1. MS

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} * G_{k,j}) + \gamma_P * P + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} (\gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

9.5.7.2. Kombinace pro posouzení 2. MS – charakteristická kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

9.5.8. Hodnoty zatížení aplikovaných na konstrukci

Předpokládá se zatěžovací šířka stropních konstrukcí 3,6 m.

Tabulka 31: Hodnoty zatížení modelu podle ČSN EN 1991-1 – Zatěžovací skupina 4

Označení	Název stavu	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]	Zatěžovací šířka [m]	Charakteristická hodnota ρ_k [kN/m ²]
ZS 1	Vlastní tíha	-	-	-
ZS 14	Zatížení od podlahy v 1.NP	5,25	3,6	18,9
ZS 15	Zatížení od podlahy v běžném NP	5,24	3,6	18,9
ZS 16	Zatížení od střešní konstrukce	6,20	3,6	22,3
ZS 17	Zatížení od zateplení fasády	0,10	3,6	0,4
ZS 12	Užitné zatížení – Kategorie A	1,50	3,6	5,4
ZS 13	Užitné zatížení - sníh	0,56	3,6	2,0
ZS 8	Užitné zatížení – ploché střechy	0,75	3,6	2,7
ZS 18	Užitné zatížení – příčný vítr	různé	3,6	různé

Tabulka 32: Hodnoty součinitelů zatížení – Zatěžovací skupina 4

Označení	Název stavu	Kombinační součinitel	Součinitel ψ_i
ZS 1	Vlastní tíha	1,35	-
ZS 14	Zatížení od podlahy v 1.NP	1,35	-
ZS 15	Zatížení od podlahy v běžném NP	1,35	-
ZS 16	Zatížení od střešní konstrukce	1,35	-
ZS 17	Zatížení od zateplení fasády	1,35	-
ZS 12	Užitné zatížení – Kategorie A	1,5	-
ZS 13	Užitné zatížení - sníh	1,5	0,3
ZS 8	Užitné zatížení – ploché střechy	1,5	0,5
ZS 18	Užitné zatížení – příčný vítr	1,5	0,7

9.6. Zatěžovací stavy ve skupinách zatížení

Tabulka 33: Zatěžovací stavy v zatěžovacích skupinách

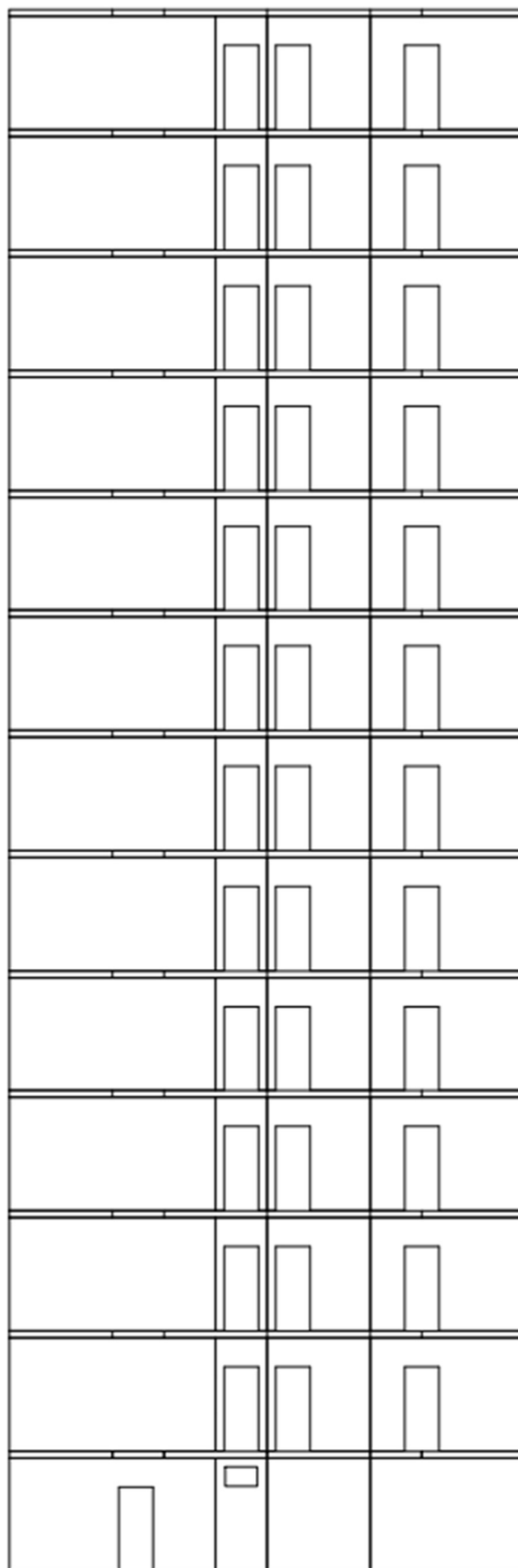
Označení	Název stavu	Skupina zatížení 1	Skupina zatížení 2	Skupina zatížení 3	Skupina zatížení 2
ZS 1	Vlastní tíha	x	x	x	x
ZS 2	Zatížení od nosné kce stropu	x			
ZS 3	Zatížení od podlahy v 1.NP	x			
ZS 4	Zatížení od podlahy v běžném NP	x			
ZS 5	Zatížení od střešní konstrukce	x			
ZS 6	Užitné zatížení – byty a předsíně	x			
ZS 7	Užitné zatížení - sníh	x			
ZS 8	Užitné zatížení – ploché střechy	x	x	x	x
ZS 9	Zatížení od podlahy v 1.NP		x		
ZS 10	Zatížení od podlahy v běžném NP		x		
ZS 11	Zatížení od střešní konstrukce		x		
ZS 12	Užitné zatížení – Kategorie A		x	x	x
ZS 13	Užitné zatížení - sníh		x	x	x
ZS 14	Zatížení od podlahy v 1.NP			x	x
ZS 15	Zatížení od podlahy v běžném NP			x	x
ZS 16	Zatížení od střešní konstrukce			x	x
ZS 17	Zatížení od zateplení fasády			x	x
ZS 18	Užitné zatížení - příčný vítr				x

9.7. Dodatečné otvory

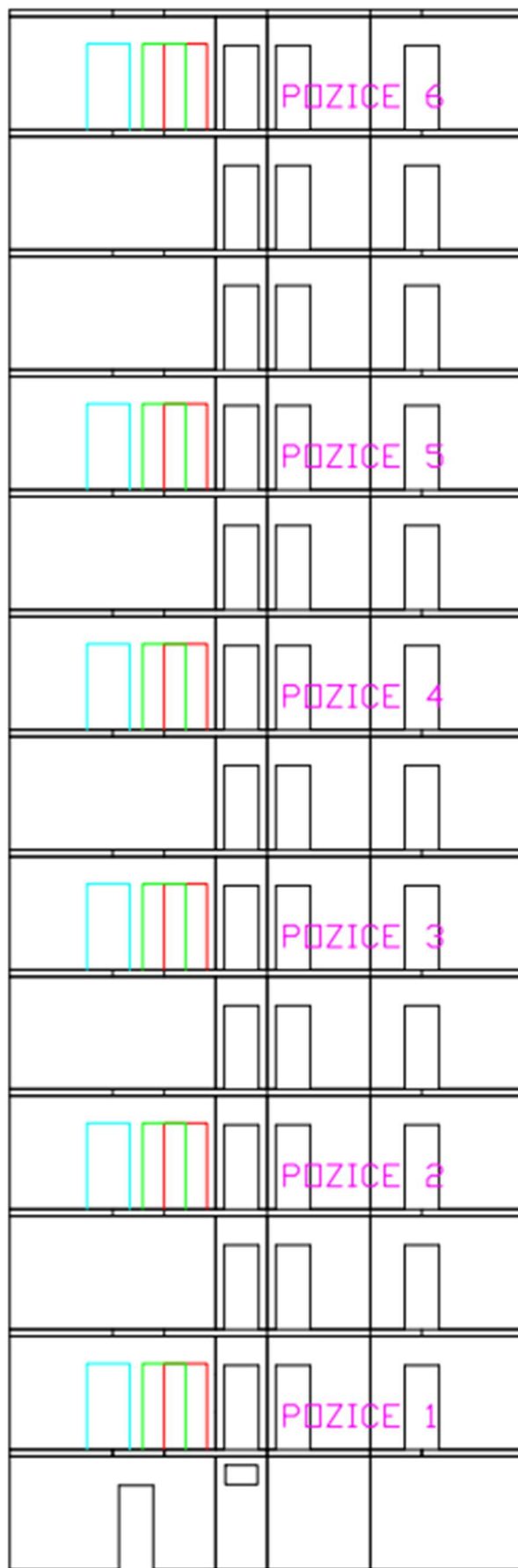
Pro parametrické výpočty napětí ve svislé spáře bude model doplněn o otvory, které budou simulovat nově vybourané průchody mezi místnostmi o různých šířkách a pozicích. Otvory se umístí do největšího stěnového panelu B480, a to 200 mm od posuzované spáry. Otvor se následně bude posouvat ob patro. Vznikne několik kombinací výpočtu. Stejný otvor bude vložen na vzdálenost 700 mm od svislé spáry a bude provedena stejná kombinace pro rozmístění po patrech konstrukce. To stejné se provede i pro otvor ve vzdálenosti 2000 mm od svislé spáry. Všechny tyto kombinace budou provedeny jak pro malý otvor šířky 1000 mm, tak pro velký otvor šířky 2000 mm. Vznikne tedy celkem 148 variant výpočetních modelů pro různé skupiny zatížení a různou pozici otvoru, včetně modelů bez dodatečných otvorů.

Veškeré výsledné hodnoty následně budou vloženy do grafu a vzájemně porovnány. Tím se ukáží vlivy dodatečných zatížení otvorů na smykovou únosnost svislých spár.

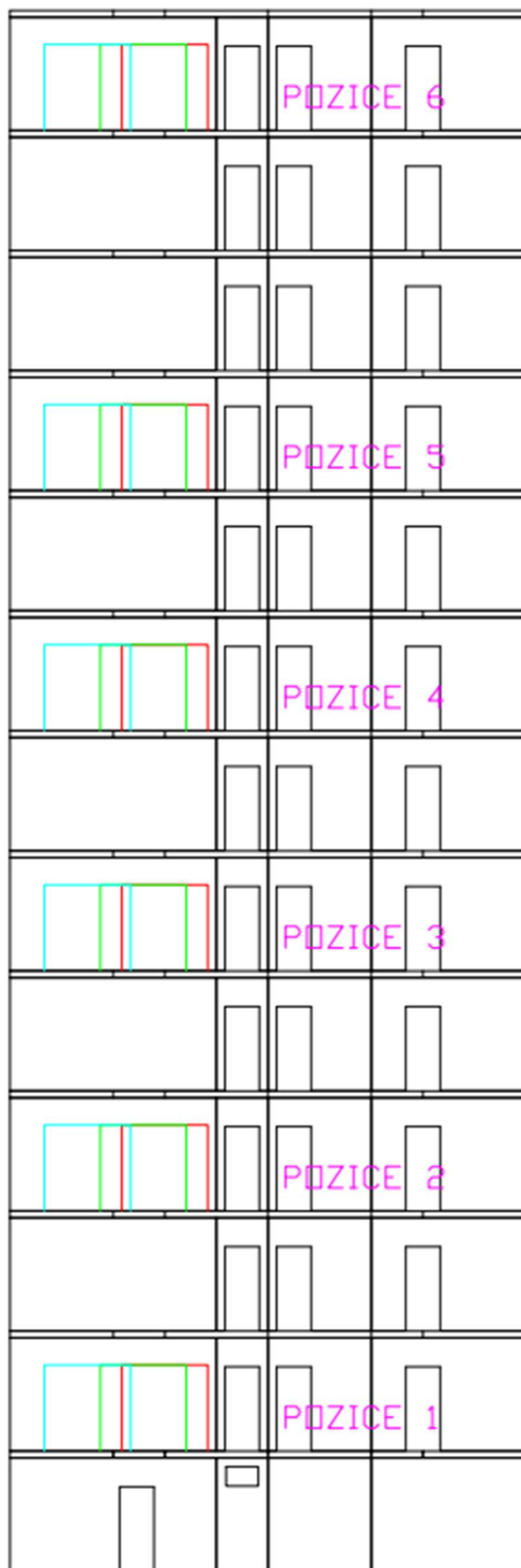
Následující modely vystihují, v jakém systému budou otvory umístovány. Nejdříve bude posouzena svislá spára bez dodatečných otvorů. Následně budou umístěny červené otvory na pozici 1, následně na pozici 2 a tak dále. Červené otvory zároveň pozičně odpovídají vzdálenosti 200 mm od posuzované spáry. Následují otvory zelené a modré. Zelené otvory odpovídají vzdálenosti 700 mm od svislé spáry a modré vzdálenosti 2000 mm od svislé spáry.



Obrázek 15: Výpočtový model bez dodatečných otvorů



Obrázek 16: Výpočtový model pro dodatečné otvory s šířkou 1000 mm



Obrázek 17: Výpočtový model pro dodatečné otvory s šířkou 2000 mm

10. Zatížení statického modelu

Statický model bude zatížen liniovým spojitým zatížením po patrech konstrukce. Vlastní tíha stěn je programem vygenerována automaticky, objemová tíha zadaného betonu bude nastavena na $\rho_k = 24,0 \text{ kN/m}^3$. Zatížení statického modelu je přiloženo v Příloze 2.

11. Výpočet únosnosti svislého styku panelů

11.1. Výpočet podle původní normy ČSN 73 1211

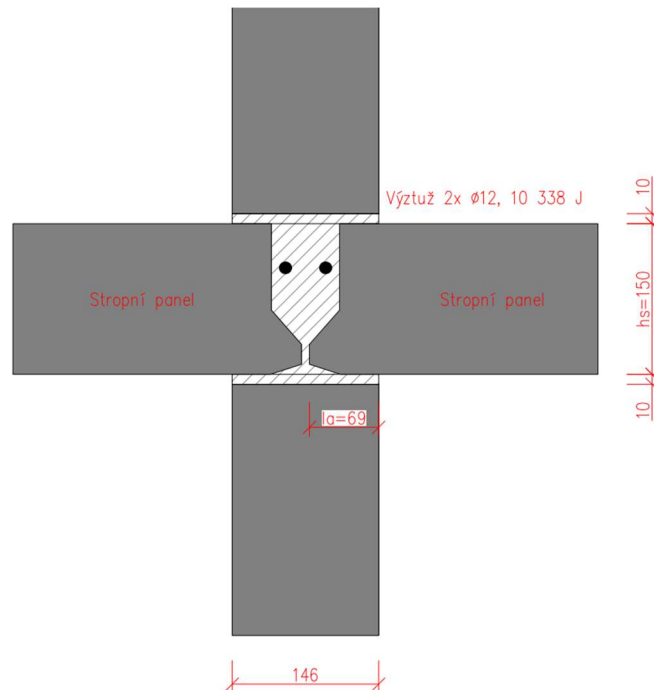
Následující výpočet byl proveden na základě původní normy ČSN 73 1211 – Navrhování betonových konstrukcí panelových budov. Při výpočtu byly využity také normy ČSN 73 1201 – Navrhování betonových konstrukcí a ČSN 73 1205 – Betonové konstrukce, na které základní norma také odkazuje. Pro názornost provedu jeden výpočet podle ČSN 73 1211 pro statický model bez dodatečných otvorů, zatížení a zatížen podle ČSN 73 0035 [13].

V příloze číslo 3 bude posouzení styků provedeno v programu Excel, ve kterém bude naprogramován dále popsáný výpočet. Vzhledem k náročnosti výpočtu, který obsahuje mnoho proměnných a součinitelů, se doporučuje popis výpočtu procházet s naprogramovaným výpočtem v Excelu.

Nyní se může přistoupit k samotnému postupu výpočtu. Jako první si je potřeba zjistit základní vstupní údaje pro výpočet únosnosti svislé spáry. První hodnotou je délka převázání styku l_a , která je rovná vzdálenosti okraje stropního dílce od styku. Tato hodnota je dána hodnotou 69 mm. Tloušťka stropní h_s desky je u tohoto panelového systému 150 mm. Z vypočtených hodnot se vypočte pro naši potřebu pomocný součinitel $X = l_a / h_s$, který je zde roven číslu 0,46. Jeho využití bude v pozdější části při výpočtu součinitele κ_a .

Z horní hrany na styk působí svislé normálové napětí, které je vzato z vloženého řezu do vodorovné spáry, pomocí zobrazení normálového napětí. Pro náš případ dostáváme průměrnou hodnotu napětí $\sigma_x = 420,2 \text{ kPa}$. Pro tento druh výpočtu se může únosnost mírně měnit v závislosti změny normálového napětí pro každou kombinaci.

Pro stěnové panely se nevyužívala svislá výztuž vkládaná do svislé spáry, ani nebyly aplikovány pro panely ocelová oka pro zavázání panelů. Z tohoto důvodu je zvolena největší vzdálenost mezi vložkami v různých úrovních v jednom nadzemním podlaží (hlř) rovnou konstrukční výšce – 2 630 mm. (Pro 1/3 výšky panelu je nastavena hodnota 875 mm).



Obrázek 18: Schéma řezu vodorovným stykem panelů

Při výpočtu se používá velké množství součinitelů, které jsou popsány v různých normách. Dle ČSN 73 1205 je vzata hodnota součinitele spolehlivosti pro beton v tlaku ($\gamma_{mb} = 1,3$) a součinitel spolehlivosti pro beton v tahu ($\gamma_{mbt} = 1,5$). V normě ČSN 73 1211 je popsáno použití součinitele vlivu dynamického účinku primárního poškození na pevnost v tlaku a tahu betonu a stykové malty. V rámci bezpečnosti bude vzat součinitel $\gamma_{b,ex} = 1,0$. Následuje součinitel místního snížení pevnosti stykového betonu a stykové malty v tlaku a tahu. Zde se používá pevná hodnota $\gamma_{bbf} = 0,85$. Stěnové panely byly z boku opatřeny profilovaným betonem (hmoždíky), které zlepšovaly spolupůsobení zálivkové malty a betonu dílce. Na těchto hmoždících a jejich schopnosti přenesení smykových sil také závisí únosnost styku. Střední šířka hmoždíku b_{dow} je 73,60 mm. Je potřeba si také zjistit jeho střední výšku $h_{dow,c} = 75,50$ mm a střední tloušťku $t_{dow,c} = 13,00$ mm. Počet těchto hmoždíků na výšce panelu je 9 ($n_h = 9$). Pro třetinovou výšku se hodnota $n_h = 3$. Po zjištění středních rozměrů hmoždíků je možno provést výpočet plochy betonové části průřezu $A_b = h_{dow,c} * b_{dow} * n_h = 50\,011,2$ mm². Celková plocha průřezu

včetně dutin (A) je obdobná, jelikož se v průřezu nenachází žádné dutiny. Po zjištění hodnot A_b a A se může zjistit součinitel vlivu svislých dutin na pevnost betonu γ_{bh} , který díky podílům stejných čísel je roven 1. Výše zmíněné součinitele jsou potřeba ke zjištění součinitelů podmínek působení stykového betonu ($\gamma_{bf} = \gamma_{bh} * \gamma_{b,ex} * \gamma_{bbf} = 0,85$) a součinitele podmínek působení betonu γ_b , který se vypočte obdobně jako γ_{bf} . Jelikož se počítá stropní panel v místě, kde nedochází ke stykování vodorovné věncové výztuže, zvolí se součinitel podmínek působení betonářské výztuže $\gamma_s = 1$.

Následně se přejde k výpočtu součinitele délky převázání styku stropním dílcem κ_a . Pokud pomocná hodnota X spočtena výše je menší nebo rovna číslu 1, vypočte se součinitel podle vzorce: $\kappa_a = 1 - (1 - l_a/h_c)^2$. Při nedodržení podmínky je hodnota rovna číslu 1. Součinitel působení styku ω_a zvolíme jako 1, jelikož se jedná o tlačný styk (alternativa je číslo 4). Následuje součinitel únosnosti vložky κ_s , který volíme roven číslu 1 (uvažuje se nepřerušovaná vložka). Poslední ze součinitelů je Součinitel vlivu rozdělení vodorovných vložek po výšce styku ω_s , vypočtený ze vztahu $0,85 + (1 - y) * 0,225$, kde y je pomocná hodnota podílu vzdálenosti vložek a konstrukční výšky (l_s/h_{lf}).

Nyní je potřeba si stanovit normové a výpočtové pevnosti materiálů, které jsou k nalezení v původních normách ČSN. Jedná se především o normovou pevnost betonu v tlaku (R_{bfm} pro třídu betonu III), normovou pevnost betonu v tahu (R_{bftn} pro třídu betonu III), normovou pevnost betonu stropního dílce v tahu (R_{bstn} , stejné jako R_{bftn}), normovou pevnost betonářské výztuže v tahu i tlaku (R_{sn} pro ocel 10 338 J). Dále jsou potřeba výpočtové hodnoty z výše zmíněných normových hodnot.

Aktuálně dostáváme veškeré potřebné údaje pro výpočet únosnosti hmoždinek. Začne se výpočtem vodorovného průmětu účinné opěrné plochy betonové hmoždinky $A_{dow,c} = t_{dow,c} * b_{dow} = 956,80 \text{ mm}^2$. Dále se může vypočítat také plocha průřezu účinnou částí hmoždinky rovnoběžnou s rovinou styku $A_{dow,s} = h_{dow,c} * b_{dow} = 5556,80 \text{ mm}^2$. Pro některé výpočty potřebujeme znát detail provedení vodorovného styku mezi stěnovými a stropními panely. Z něj si můžeme zjistit následující informace: Plochu svislého průřezu věncem $A_{bfv} = 7690 \text{ mm}^2$. Následuje plocha spolupůsobících částí stropních dílců $A_{bsv} = 59 210 \text{ mm}^2$. Také se vypočte střední plocha vodorovného průřezu části stropních dílců $A_{ba} = 14210 \text{ mm}^2$. Vypočtu si plochu ocelových vodorovných prutů ve věnci (jiné pruty se ve výpočtu pro daný systém neuvažují) $A_s = 113 \text{ mm}^2$. Celkem jsou tam dva kusy výztuže, celková plocha je tedy 226 mm^2 . Plochu svislého styku A_{bv} zjistíme

vynásobením tloušťky stěny a výšky panelu, jelikož výpočet provádíme pro celý styku panelu. Ab_v je tedy rovno hodnotě $383\,980\text{ mm}^2$.

Po zjištění všech ploch již můžeme přejít k výpočtu únosností hmoždinek. Výpočtová hodnota posouvající síly na mezi únosnosti hmoždinek má dva vzorce, ze kterých se vezme ta menší hodnota. První vzorec je $Q_{dow,u} = A_{dow,c} * \gamma_{bf} * R_{bfd}$. Zde je výsledná hodnota $10,01\text{ kN}$. Další vzorec je $Q_{dow,u} = 2 * A_{dow,s} * \gamma_{bf} * R_{bfd}$. U druhého vzorce je hodnota únosnosti $8,82\text{ kN}$. Lze tedy uvažovat s touto hodnotou. Následuje hodnota posouvající síly na mezi únosnosti věnce $Q_{bfu} = 2 * \gamma_{bf} * R_{bfd} * A_{bfv} = 12,20\text{ kN}$. Po ní je zde posouvající síla na mezi únosnosti stropních dílců, který je popsán vzorcem $Q_{bsu} = 2 * \gamma_b * R_{bstd} * A_{bsv} = 66,65\text{ kN}$. Zde je ale omezení hodnotou maximálně $\omega_a * A_{ba} * \sigma_x = 5,97\text{ kN}$. Maximálně lze uvažovat tuto hodnotu. Nyní sečteme všechny hodnoty únosnosti a dostaneme $Q_{bu} = 97,52\text{ kN}$. Pokud bude splněna podmínka $N_s \geq 0,2 * Q_{bu}$, vypočteme výpočtovou hodnotu posouvající síly takto: $Q_{ju} = (Q_{bu} + 0,8 * (N_s - 0,2 * Q_{bu})) * \omega_{sx} = 115,74\text{ kN}$ na výšku panelu.

Maximální hodnota únosnosti styku na výšku panelu je tedy 116 kN (76 kN pro třetinu výšky styku). Teď můžeme přejít ke zjištění maximální smykové síly ve styku panelů.

11.2. Výpočet podle aktuálně platného Eurokódu 2

Výpočet podle původní normy není problém, jelikož se v tehdejších dobách stavěly panelové domy aktivně a normy s nimi počítaly. V dnešních platných normách a Eurokódech není bohužel zmínka o výpočtu těchto styků. Jediné, co můžeme pro náš případ použít, je článek 6.2.5 – Smyk ve styčné ploše mezi betony různého stáří, který se nachází v ČSN EN 1992-1-1 ed.2 – 2011. Zároveň lze použít článek 6.2.2 – Prvky nevyžadující návrh smykové výztuže, který se nachází ve stejné normě. Analogicky můžeme stanovit únosnost styku pomocí součtu dílčích únosností, jako v předchozím výpočtu.

Pro následující výpočet je opět dobré si připravit danou přílohu výpočtu únosnosti styku podle ČSN EN 1992 [18].

Jako první je možné provést výpočet únosnosti stropních dílců, a to podle článku 6.2.2. V tomto odstavci jsou k dispozici dvě rovnice, z nichž jedna uvažuje s výztuží v panelech v podélném směru, kde s ní prakticky nelze počítat. Tento vzoreček je omezen

minimální hodnotou, která je dána druhým vzorcem. Je tedy patrné, že v je potřeba uvažovat s druhým limitním vzorcem. Zde je potřeba určit několik dílčích hodnot. Jako první je hodnota normálového napětí v průřezu. Při této hodnotě lze uvážit také bezpečnost výpočtu a zvolit normálové napětí 0. Touto hodnotou zároveň vypadne hodnota k_1 , která by měla hodnotu 0,15 dle NP45. Nejmenší šířku průřezu v tlačené oblasti b_w je rovna tloušťce stropní desky d , tedy 150 mm. Poslední člen je v_{min} , která je rovna hodnotě $0,035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$. Hodnota k se vypočte podle vzorce $1 + \sqrt{200/d}$ s omezením 2,0. Jako charakteristická hodnota betonu v tlaku f_{ck} je zvolena hodnota 16 MPa. Výsledná dílčí únosnost $V_{Rd,c1}$ je 17,82 kN.

Pro výpočet únosnosti věnce lze také použít stejný článek, ale s využitím prvního ze vzorců. Při tomto výpočtu lze také zanedbat hodnotu normálového napětí. Jako první lze vypočítat hodnotu $C_{Rd,c}$, která je dána podílem čísla 0,18 a součinitele γ_c , který je roven 1,5. Součinitel $C_{Rd,c}$ je tedy 0,12. Hodnota k se vypočte podle vzorce $1 + \sqrt{200/d}$ s omezením 2,0. Pro vypočtení součinitele ρ_l je potřeba stanovit plochu tahové výztuže, nejmenší šířku průřezu v tažené oblasti $b_w = 68$ mm a výšku průřezu $d = 120$ mm. Hodnota součinitele ρ_l je opět omezena hodnotou 0,02. Charakteristická hodnota betonu (zálivky) tlaku f_{ck} je dána podle dokumentace hodnotou 11,5 MPa. Nyní lze přistoupit k výpočtu únosnosti $V_{Rd,c2}$, kde vychází hodnota 5,57 kN.

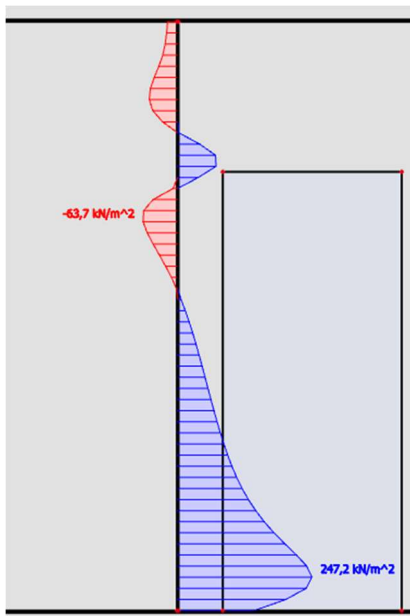
Poslední částí je výpočet hmoždíků, který se provede podle článku 6.2.5. Zde bude výpočet vcelku jednoduchý, i když je vzoreček ze všech nejsložitější. Lze zanedbat několik hodnot. Primárně zvolíme $f_{yk} = 0$. Zároveň zanedbáme hodnotu napětí vyvozené minimální vnější normálovou silou. Tím odpadne celá pravá část vzorce a zbyde pouze část $V_{Rd,c3} = c * f_{ctd}$ s omezením $0,5 * v * f_{cd}$. Součinitel c je dán hodnotou 0,40, jelikož se jedná o povrch se zazuběním. Hodnota f_{ctd} je velmi malá, jelikož charakteristická únosnost zálivky v tahu je maximálně 1,1 MPa, její návrhová hodnota je pak 0,73 MPa. Mezní hodnota pro únosnost je 1,55 MPa. Až sem hodnota únosnosti nedosahuje, pohybuje se pouze na hodnotě 0,29 MPa. Únosnost této části styku je pak jen 14,67 kN. Celková únosnost styku je pouze 38 kN. Únosnost na třetinu výšky styku je pak 26 kN.

Z těchto výsledků je patrné, že jelikož není výpočet uzpůsoben přímo na výpočet styku dvou panelů u panelového systému, pohybuje se celková únosnost na malých hodnotách.

12. Zpracování výsledků ze statických modelů

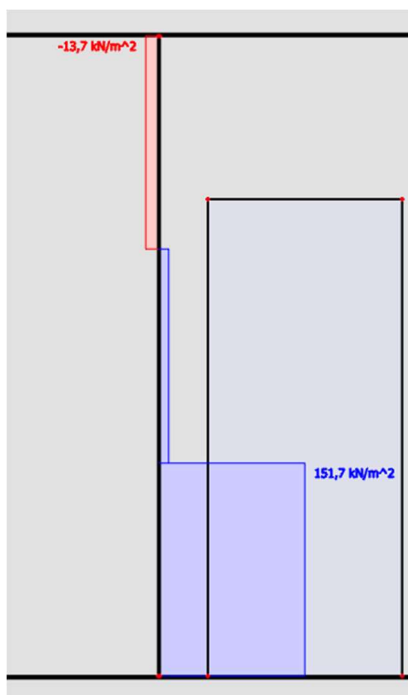
12.1. Získání smykového napětí

Po provedení zatížení statického modelu a následných kombinací je potřeba z modelů získat hodnoty, které se porovnávají s hodnotami maximální únosnosti svislého styku. Posuzovaným svislým stykem v prvním nadzemním podlaží se provede řez, který odhaluje přesný průběh smykového napětí τ_{xy} daným místem. Jelikož program Scia nabízí velké množství výsledků, byla správnost vykreslovaných napětí zkontrolována na základě externího pokusu vykreslení napětí podle knihy Konstrukce pozemních staveb 70, strana 102. [20]



Obrázek 19: Příklad přesného výsledku smykového napětí

Tento řez, který ukazuje přesný průběh smykového napětí, se může rozdělit na tři další podřezy, které se zprůměrují a ukáží lokální maximální hodnoty. Ty se zprůměrují a dovolí nám tak snadno vypočítat smykovou sílu.



Obrázek 20: Příklad výstupu tří řezů a jejich zprůměrování

Ze všech tří řezu se vezme maximální hodnota. Ta se vynásobí šířkou stěnového panelu a jeho třetinovou výškou (celou výškou v případě, že se počítá únosnost styku na celou výšku panelu. Ovšem při výpočtu smykové síly na celou výšku panelu se musí vzít průměrná hodnota z původního řezu nerozděleného na třetiny). Tímto postupem se získá smyková síla na jednu třetinu výšky (případně pro celou výšku). Pro daný příklad se vynásobí smyková síla $151,7 \text{ kN/m}^2$ šířkou Panelu $0,146 \text{ m}$ a třetinou výšky $0,875 \text{ m}$ dostaneme hodnotu $19,4 \text{ kN/třetinu výšky}$. Tuto hodnotu a hodnotu únosnosti styku dvou panelů lze již porovnat.

Finální posouzení je potom jednoduché porovnání obou hodnot výpočtu, kde zatížení styku nesmí být větší, než jeho únosnost. Zde vychází $19,4 \text{ kN} < 76 \text{ kN}$. Styk tedy vyhovuje s využitelností $25,5\%$.

Styk můžeme posoudit také na výšku panelu s tím, že uděláme průměrnou hodnotu ne ze třech řezů, ale z řezu celým stykem a do výpočtu uvažují všechny hmoždíky.

13. Výčet hodnot zatížení a využitelnosti pro jednotlivé zatěžovací skupiny

Ze všech hodnot a všech kombinací vznikly následující hodnoty. Jelikož se jedná o mnoho různých kombinací, bylo potřeba zavést označení kombinace, podle které se snáze bude určovat daný zatěžovací stav, otvor, jeho rozměr a jeho pozice. Příklad označení kombinace je následující:

ZS2 / 2000 / 700 / 3

Vysvětlení značení je jednoduché. První část před lomítkem značí, o jakou se jedná zatěžovací skupinu. Druhé číslo je velikost otvoru, pro kterou je daná kombinace počítána. Předposlední číslo je vzdálenost otvoru od posuzovaného styku a poslední číslo je jeho pozice. V téhle ukázkové kombinaci se tedy jedná o kombinaci takovou, kde se počítá se zatěžovací skupinou 2 a s otvorem šířky 2000 mm vzdáleným 700 mm od posuzovaného styku umístěným v pozici 3, tedy v pátém nadzemním podlaží.

Tabulka 34: Zatěžovací skupina 1, bez otvoru

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$Q_{st;h}$ [kN]	$Q_{st;1/3h}$ [kN]	$Q_{ju;h}$ [kN]	$Q_{ju;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS1/0/0/1	49,6	151,7	19,05	19,38	116	78	16,5	24,9

Tabulka 35: Zatěžovací skupina 1, otvor 200 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$Q_{st;h}$ [kN]	$Q_{st;1/3h}$ [kN]	$Q_{ju;h}$ [kN]	$Q_{ju;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS1/1000/200/1	113,2	226,40	43,47	28,92	115	77	37,8	37,4
ZS1/1000/200/2	35,1	138,5	13,48	17,69	115	78	11,7	22,8
ZS1/1000/200/3	46,2	149,0	17,74	19,03	116	78	15,3	24,4
ZS1/1000/200/4	48,5	150,5	18,62	19,23	116	78	16,1	24,7
ZS1/1000/200/5	49,2	151,1	18,89	19,30	116	78	16,3	24,8
ZS1/1000/200/6	49,4	152,0	18,97	19,42	116	78	16,4	24,9
ZS1/2000/200/1	139,6	279,2	53,60	35,67	115	77	46,7	46,3
ZS1/2000/200/2	5,20	111,4	2,00	14,23	115	77	1,7	18,5
ZS1/2000/200/3	40,9	145,4	15,70	18,57	116	78	13,6	23,9
ZS1/2000/200/4	47,0	149,0	18,05	19,03	116	78	15,6	24,4
ZS1/2000/200/5	48,7	150,1	18,70	19,23	116	78	16,2	24,7
ZS1/2000/200/6	49,3	151,0	18,93	19,29	116	78	16,4	24,7

Tabulka 36: Zatěžovací skupina 1, otvor 700 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$Q_{sd;h}$ [kN]	$Q_{sd;1/3h}$ [kN]	$Q_{ju;h}$ [kN]	$Q_{ju;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS1/1000 / 700 /1	52,0	214,1	19,97	27,35	116	78	17,3	35,1
ZS1/1000 / 700 /2	30,4	138,1	11,67	19,64	115	78	10,1	22,7
ZS1/1000 / 700 /3	47,0	149,6	18,05	19,11	116	78	15,6	24,5
ZS1/1000 / 700 /4	48,8	150,9	18,74	19,28	116	78	16,2	24,7
ZS1/1000 / 700 /5	49,4	151,4	18,97	19,34	116	78	16,4	24,8
ZS1/1000 / 700 /6	49,5	152,2	19,01	19,44	116	78	16,4	24,9
ZS1/2000 / 700 /1	41,3	259,4	15,86	33,14	116	78	13,7	42,5
ZS1/2000 / 700 /2	7,0	115,1	2,69	14,70	115	77	2,3	19,0
ZS1/2000 / 700 /3	43,5	147,0	16,70	18,78	116	78	14,4	24,1
ZS1/2000 / 700 /4	47,8	149,7	18,35	19,12	116	78	15,9	24,5
ZS1/2000 / 700 /5	49,0	150,8	18,82	19,26	116	78	16,3	24,7
ZS1/2000 / 700 /6	49,4	151,2	18,97	19,32	116	78	16,4	24,8

Tabulka 37: Zatěžovací skupina 1, otvor 2000 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$Q_{sd;h}$ [kN]	$Q_{sd;1/3h}$ [kN]	$Q_{ju;h}$ [kN]	$Q_{ju;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS1/1000 / 2000 /1	42,2	185,6	16,20	23,71	116	78	14,0	30,3
ZS1/1000 / 2000 /2	34,6	142,5	13,29	18,20	116	78	11,5	23,3
ZS1/1000 / 2000 /3	48,6	150,5	18,66	19,23	116	78	16,1	24,7
ZS1/1000 / 2000 /4	49,3	151,3	18,93	19,33	116	78	16,4	24,8
ZS1/1000 / 2000 /5	49,5	151,5	19,01	19,35	116	78	16,4	24,8
ZS1/1000 / 2000 /6	49,5	152,2	19,01	19,44	116	78	16,4	24,9
ZS1/2000 / 2000 /1	49,0	276,2	18,82	35,28	117	79	16,1	44,8
ZS1/2000 / 2000 /2	26,0	137,2	9,98	17,53	116	78	8,6	22,5
ZS1/2000 / 2000 /3	48,4	149,4	18,58	19,09	116	78	16,1	24,4
ZS1/2000 / 2000 /4	49,2	150,7	18,89	19,25	116	78	16,3	24,7
ZS1/2000 / 2000 /5	49,3	151,1	18,93	19,30	116	78	16,4	24,8
ZS1/2000 / 2000 /6	49,4	151,2	18,97	19,32	116	78	16,4	24,8

Tabulka 38: Zatěžovací skupina 2, bez otvoru

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS2/0 / 0 /1	58,7	178,6	22,54	22,82	38	26	59,2	88,3

Tabulka 39: Zatěžovací skupina 2, otvor 200 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS2/ 1000 / 200 /1	133,2	266,3	51,15	34,02	38	26	134,4	131,7
ZS2/ 1000 / 200 /2	41,7	163,1	16,01	20,84	38	26	42,1	79,7
ZS2/ 1000 / 200 /3	54,7	175,4	21,00	22,41	38	26	55,2	86,8
ZS2/ 1000 / 200 /4	57,4	177,3	22,04	22,65	38	26	57,9	87,7
ZS2/ 1000 / 200 /5	58,3	178,0	22,39	22,74	38	26	59,0	88,0
ZS2/ 1000 / 200 /6	58,5	179,0	22,46	22,87	38	26	59,0	88,5
ZS2/ 2000 / 200 /1	164,2	328,3	63,05	41,94	38	26	165,5	162,4
ZS2/ 2000 / 200 /2	5,7	131,2	2,19	16,76	38	26	5,8	60,0
ZS2/ 2000 / 200 /3	48,5	171,2	18,62	21,87	38	26	48,9	84,7
ZS2/ 2000 / 200 /4	55,6	175,4	21,35	22,41	38	26	56,1	86,8
ZS2/ 2000 / 200 /5	57,7	177,2	22,16	22,64	38	26	58,2	87,7
ZS2/ 2000 / 200 /6	58,3	177,8	22,39	22,71	38	26	58,8	87,9

Tabulka 40: Zatěžovací skupina 2, otvor 700 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS2/ 1000 / 700 /1	61,3	251,6	23,54	32,14	38	26	61,8	124,5
ZS2/ 1000 / 700 /2	36,1	162,4	13,86	20,75	38	26	36,4	80,3
ZS2/ 1000 / 700 /3	55,6	176,0	21,35	22,48	38	26	56,1	87,1
ZS2/ 1000 / 700 /4	57,7	177,5	22,16	22,68	38	26	58,2	87,8
ZS2/ 1000 / 700 /5	58,3	178,0	22,39	22,74	38	26	58,8	88,0
ZS2/ 1000 / 700 /6	58,5	179,0	22,46	22,87	38	26	59,0	88,5
ZS2/ 2000 / 700 /1	48,8	304,8	18,74	37,94	38	26	49,2	150,8
ZS2/ 2000 / 700 /2	7,9	135,5	3,03	17,31	38	26	8,0	67,0
ZS2/ 2000 / 700 /3	51,4	172,9	19,74	22,09	38	26	51,9	85,5
ZS2/ 2000 / 700 /4	56,5	176,1	21,69	22,50	38	26	57,0	87,1
ZS2/ 2000 / 700 /5	57,9	177,4	22,23	22,66	38	26	58,4	87,8
ZS2/ 2000 / 700 /6	58,3	177,8	22,39	22,71	38	26	58,8	87,9

Tabulka 41: Zatěžovací skupina 2, otvor 2000 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS2/ 1000 / 2000 /1	49,9	218,2	19,16	27,88	38	26	50,3	107,9
ZS2/ 1000 / 2000 /2	40,9	167,6	15,70	21,41	38	26	41,3	82,9
ZS2/ 1000 / 2000 /3	57,5	177,0	22,08	22,61	38	26	58,0	87,6
ZS2/ 1000 / 2000 /4	58,3	177,9	22,39	22,73	38	26	58,8	88,0
ZS2/ 1000 / 2000 /5	58,6	178,1	22,50	22,75	38	26	59,1	88,1
ZS2/ 1000 / 2000 /6	58,5	179,0	22,46	22,87	38	26	59,0	88,5
ZS2/ 2000 / 2000 /1	57,9	324,6	22,23	41,47	38	26	58,4	160,6
ZS2/ 2000 / 2000 /2	30,9	161,4	11,86	20,62	38	26	31,2	79,8
ZS2/ 2000 / 2000 /3	57,2	175,7	21,96	22,45	38	26	57,7	86,9
ZS2/ 2000 / 2000 /4	58,1	177,3	22,31	22,65	38	26	58,6	87,7
ZS2/ 2000 / 2000 /5	58,3	177,7	22,39	22,70	38	26	58,8	87,9
ZS2/ 2000 / 2000 /6	58,3	177,8	22,39	22,71	38	26	58,8	87,9

Tabulka 42: Zatěžovací skupina 3, bez otvoru

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS3/ 0 / 0 /1	63,5	194,9	24,38	24,90	38	26	64,1	96,4

Tabulka 43: Zatěžovací skupina 3, otvor 200 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS3/ 1000 / 200 /1	145,4	290,9	55,83	37,16	38	26	146,7	143,9
ZS3/ 1000 / 200 /2	44,9	177,9	17,24	22,73	38	26	45,3	88,0
ZS3/ 1000 / 200 /3	59,1	191,4	22,69	24,45	38	26	59,6	94,7
ZS3/ 1000 / 200 /4	62,1	193,4	23,85	24,71	38	26	62,7	95,7
ZS3/ 1000 / 200 /5	63,0	194,2	24,19	24,81	38	26	63,6	96,1
ZS3/ 1000 / 200 /6	63,3	195,3	24,31	24,95	38	26	63,9	96,6
ZS3/ 2000 / 200 /1	179,3	358,7	68,85	45,82	38	26	180,9	177,4
ZS3/ 2000 / 200 /2	6,9	143,1	2,65	18,28	38	26	7,0	70,8
ZS3/ 2000 / 200 /3	52,4	186,8	20,12	23,86	38	26	52,9	92,4
ZS3/ 2000 / 200 /4	60,1	191,4	23,08	24,45	38	26	60,6	94,7
ZS3/ 2000 / 200 /5	62,4	193,3	23,96	24,69	38	26	63,0	95,6
ZS3/ 2000 / 200 /6	63,1	194,1	24,23	24,80	38	26	63,7	96,0

Tabulka 44: Zatěžovací skupina 3, otvor 700 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS3/ 1000 / 700 /1	66,5	274,8	25,53	35,11	38	26	67,1	135,9
ZS3/ 1000 / 700 /2	38,8	177,2	14,90	22,64	38	26	39,1	87,7
ZS3/ 1000 / 700 /3	60,0	192,0	23,04	24,53	38	26	60,5	95,0
ZS3/ 1000 / 700 /4	62,4	193,7	23,96	24,75	38	26	63,0	95,8
ZS3/ 1000 / 700 /5	63,1	194,2	24,23	24,81	38	26	63,7	96,1
ZS3/ 1000 / 700 /6	63,3	195,4	24,31	24,96	38	26	63,9	96,7
ZS3/ 2000 / 700 /1	52,9	333,1	20,31	42,55	38	26	53,4	164,8
ZS3/ 2000 / 700 /2	9,3	147,8	3,57	18,88	38	26	9,4	73,1
ZS3/ 2000 / 700 /3	55,6	188,7	21,35	24,11	38	26	56,1	93,3
ZS3/ 2000 / 700 /4	61,1	192,1	23,46	24,54	38	26	62,1	95,0
ZS3/ 2000 / 700 /5	62,6	193,6	24,04	24,73	38	26	63,2	95,8
ZS3/ 2000 / 700 /6	63,1	194,1	24,33	24,80	38	26	63,1	96,0

Tabulka 45: Zatěžovací skupina 3, otvor 2000 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS3/ 1000 / 2000 /1	54,0	238,3	20,73	30,44	38	26	54,5	117,9
ZS3/ 1000 / 2000 /2	44,0	182,9	16,90	23,37	38	26	44,4	90,5
ZS3/ 1000 / 2000 /3	62,1	193,1	23,85	24,67	38	26	62,7	95,5
ZS3/ 1000 / 2000 /4	63,0	194,1	24,19	24,80	38	26	63,6	96,0
ZS3/ 1000 / 2000 /5	63,2	194,4	24,27	24,83	38	26	63,8	96,2
ZS3/ 1000 / 2000 /6	63,3	195,3	24,31	24,95	38	26	63,9	96,6
ZS3/ 2000 / 2000 /1	62,9	355,0	24,15	45,35	38	26	63,5	175,6
ZS3/ 2000 / 2000 /2	33,0	176,1	12,67	22,50	38	26	33,3	87,1
ZS3/ 2000 / 2000 /3	61,8	191,7	23,73	24,49	38	26	62,4	94,8
ZS3/ 2000 / 2000 /4	62,9	193,4	24,15	24,71	38	26	63,5	95,7
ZS3/ 2000 / 2000 /5	63,0	193,9	24,19	24,77	38	26	63,6	95,9
ZS3/ 2000 / 2000 /6	63,1	194,0	24,23	24,78	38	26	63,7	96,0

Tabulka 46: Zatěžovací skupina 4, bez otvoru

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS4/ 0 / 0 /1	123,3	272,3	47,34	34,79	38	26	124,4	134,7

Tabulka 47: Zatěžovací skupina 4, otvor 200 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS4/ 1000 / 200 /1	173,2	250,7	66,51	32,03	38	26	174,7	124,0
ZS4/ 1000 / 200 /2	109,9	258,4	42,20	33,01	38	26	110,9	127,8
ZS4/ 1000 / 200 /3	119,5	269,5	45,89	34,43	38	26	120,6	133,3
ZS4/ 1000 / 200 /4	122,1	271,0	46,88	34,62	38	26	123,2	134,1
ZS4/ 1000 / 200 /5	122,9	271,6	47,19	34,70	38	26	124,0	134,3
ZS4/ 1000 / 200 /6	123,1	273,1	47,27	34,89	38	26	124,2	135,1
ZS4/ 2000 / 200 /1	210,0	308,2	80,64	39,37	38	26	211,9	152,5
ZS4/ 2000 / 200 /2	62,2	225,7	23,88	28,83	38	26	62,8	111,6
ZS4/ 2000 / 200 /3	113,3	265,6	43,50	33,93	38	26	114,3	131,4
ZS4/ 2000 / 200 /4	120,3	269,1	46,19	34,38	38	26	121,4	133,1
ZS4/ 2000 / 200 /5	122,3	270,8	46,96	34,59	38	26	123,4	134,0
ZS4/ 2000 / 200 /6	122,9	271,5	47,19	34,68	38	26	124,0	134,3

Tabulka 48: Zatěžovací skupina 4, otvor 700 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS4/ 1000 / 700 /1	147,9	405,3	56,79	51,78	38	26	149,2	200,5
ZS4/ 1000 / 700 /2	125,1	284,6	48,04	36,36	38	26	126,2	140,8
ZS4/ 1000 / 700 /3	141,6	297,2	54,37	37,97	38	26	142,9	140,8
ZS4/ 1000 / 700 /4	143,6	298,5	55,14	38,13	38	26	144,9	147,7
ZS4/ 1000 / 700 /5	144,2	298,9	55,37	38,18	38	26	145,5	147,9
ZS4/ 1000 / 700 /6	144,3	300,4	55,41	38,38	38	26	145,6	148,6
ZS4/ 2000 / 700 /1	149,0	480,0	57,21	61,32	38	26	150,3	237,4
ZS4/ 2000 / 700 /2	81,6	257,2	31,3	32,86	38	26	82,3	127,2
ZS4/ 2000 / 700 /3	137,5	294,8	52,8	37,66	38	26	138,7	145,8
ZS4/ 2000 / 700 /4	142,3	297,1	54,64	37,95	38	26	143,6	147,0
ZS4/ 2000 / 700 /5	143,7	298,3	55,18	38,11	38	26	145,0	147,6
ZS4/ 2000 / 700 /6	144,1	298,7	55,33	38,16	38	26	145,4	147,8

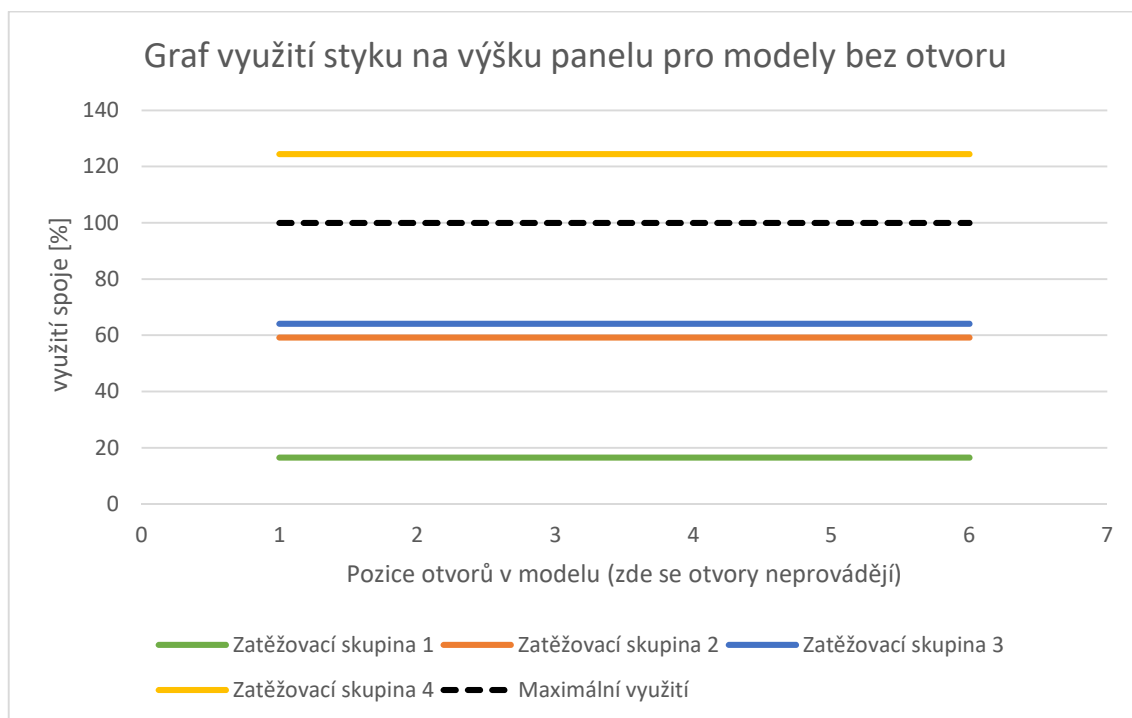
Tabulka 49: Zatěžovací skupina 4, otvor 2000 mm od kraje

Označení kombinace	$\tau_{xy;h}$ [kPa]	$\tau_{xy;1/3h}$ [kPa]	$R_{Ed;h}$ [kN]	$R_{Ed;1/3h}$ [kN]	$V_{Rd;h}$ [kN]	$V_{Rd;1/3h}$ [kN]	Využití na h [%]	Využití na 1/3 h [%]
ZS4/ 1000 / 2000 /1	152,6	357,8	58,60	45,71	38	26	154,0	177,0
ZS4/ 1000 / 2000 /2	126,5	287,9	48,57	36,78	38	26	127,6	142,4
ZS4/ 1000 / 2000 /3	143,3	298,0	55,02	38,07	38	26	144,6	147,4
ZS4/ 1000 / 2000 /4	144,1	298,8	55,33	38,17	38	26	145,4	147,8
ZS4/ 1000 / 2000 /5	144,3	299,0	55,41	38,20	38	26	145,6	147,9
ZS4/ 1000 / 2000 /6	144,3	300,4	55,41	38,38	38	26	145,6	148,6
ZS4/ 2000 / 2000 /1	170,4	466,7	65,43	59,62	38	26	171,9	230,9
ZS4/ 2000 / 2000 /2	115,2	280,6	44,23	35,85	38	26	116,2	138,8
ZS4/ 2000 / 2000 /3	143,0	297,3	54,91	37,98	38	26	144,3	147,1
ZS4/ 2000 / 2000 /4	143,9	298,2	55,25	38,10	38	26	145,2	147,5
ZS4/ 2000 / 2000 /5	144,1	298,6	55,33	38,15	38	26	145,4	147,7
ZS4/ 2000 / 2000 /6	144,1	298,7	55,33	38,16	38	26	145,4	147,8

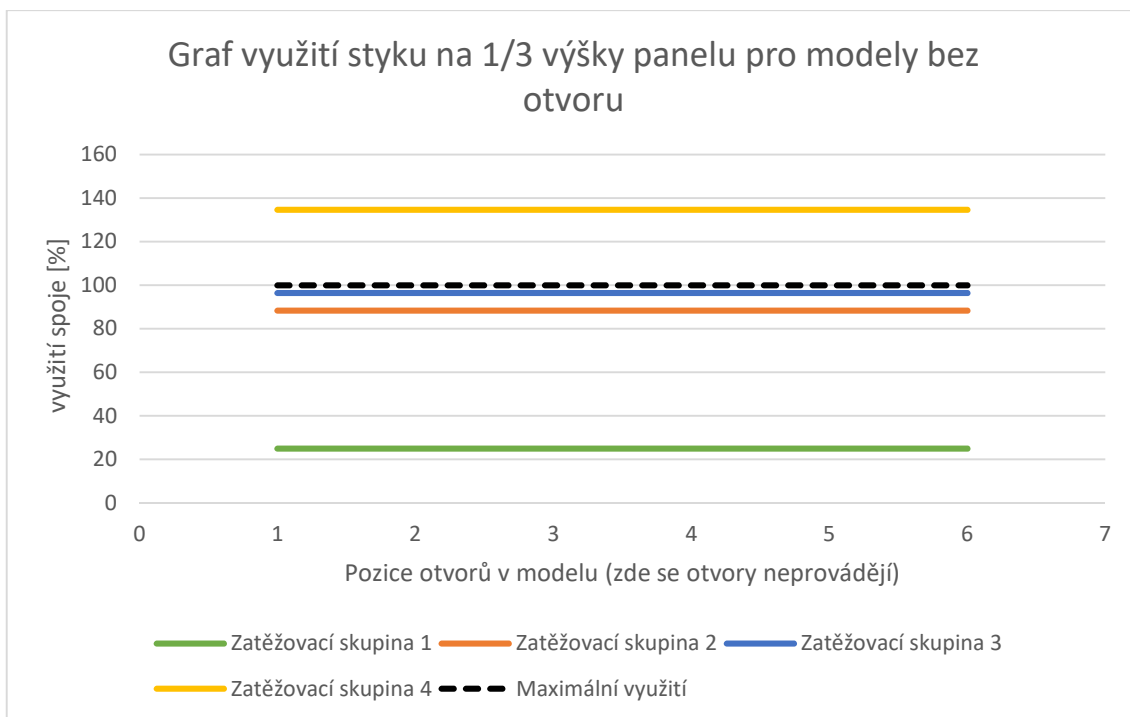
14. Grafy využitelnosti styku v jednotlivých kombinacích

Jelikož se jedná o mnoho kombinací výpočtu a tabulkové výsledky nemusejí být dostatečně přehledné, je potřeba výsledky vložit do grafu a dostat tak graficky přijatelnější výstupy. Je ovšem skoro nereálné vložit všechny hodnoty do jednoho grafu, proto je potřeba udělat několik kombinací, kde se prokáže rozdíl ve výsledcích jednotlivých zatěžovacích skupin.

Nejprve budou ukázány výsledky pro panely bez otvorů. Následně budou vykresleny grafy využití styku pro jednotlivé zatěžovací skupiny. Nakonec budou porovnány zatěžovací stavy ZS1 a ZS2 společně se ZS1 a ZS4, tím budou ukázány rozdíly mezi posouzením podle původní normy a podle aktuálního Eurokódu.



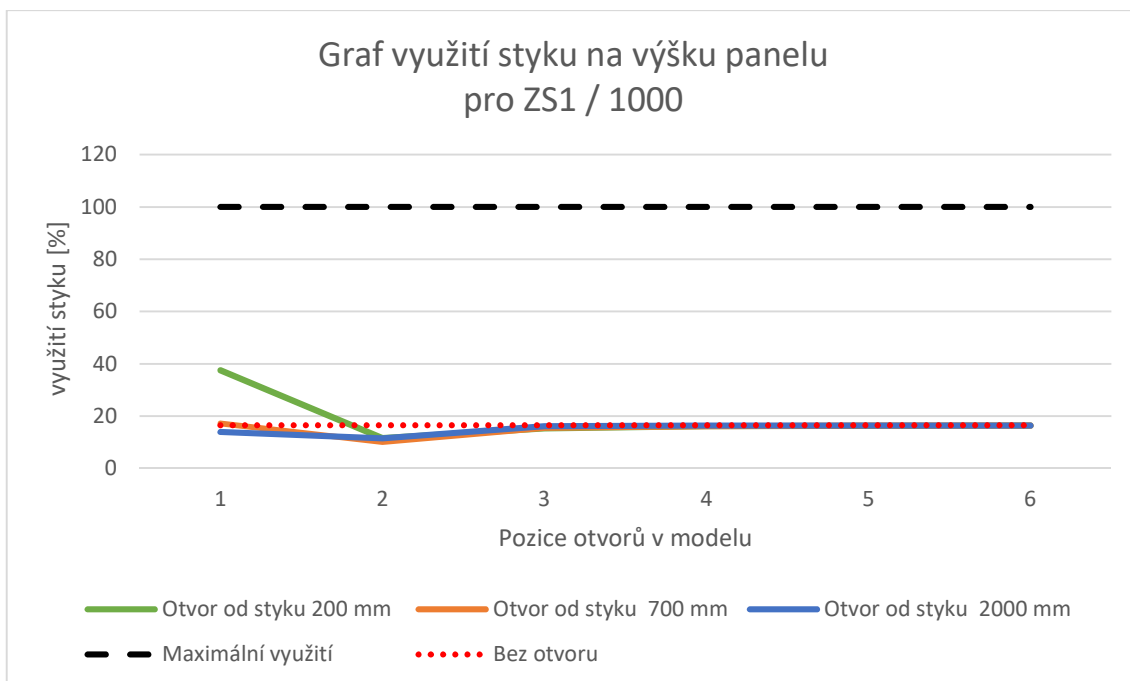
Obrázek 21: Graf porovnání využitelnosti styku na výšku panelu pro modely bez otvorů



Obrázek 22: Graf porovnání využitelnosti styku na 1/3 výšky panelu pro modely bez otvorů

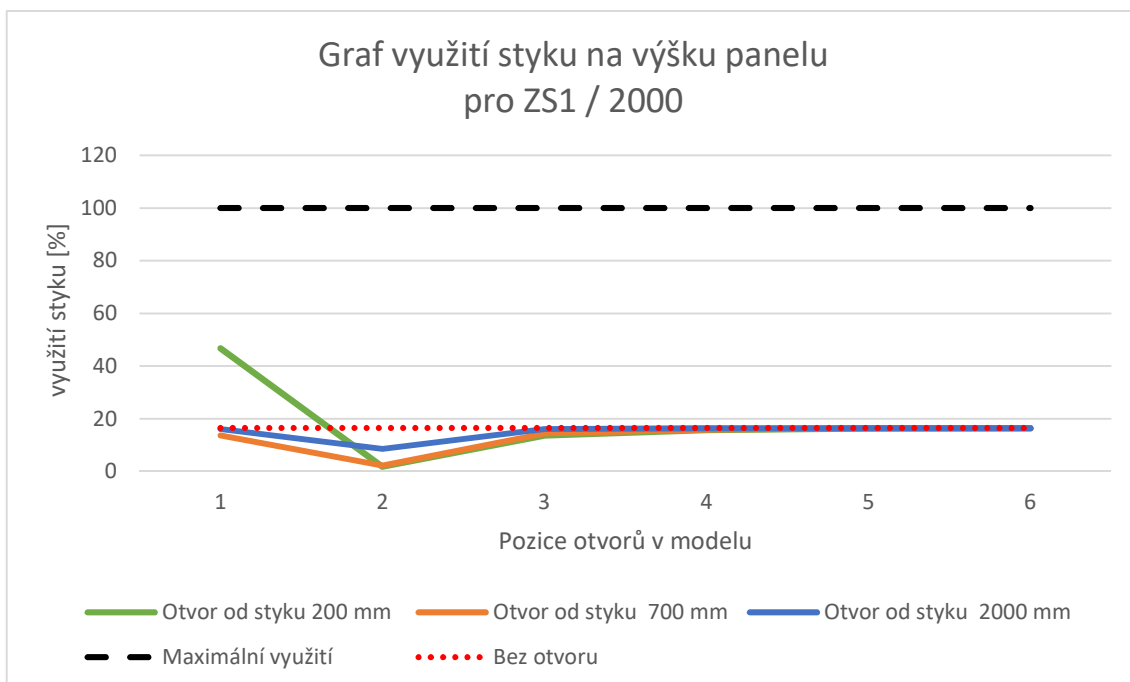
Na předchozích grafech je patrné, že pouhým přepočtem modelu podle aktuálních norem vzroste využitelnost styku o 40 % – 50 %. Mírné navýšení zatížení zvýší využitelnost pouze málo. Ovšem přidáním vodorovného zatížení formou tlaku a sání větru vzroste využitelnost až nad nevyhovující mez únosnosti.

V následujících grafech budou ukázány extrémní výsledky pro využití styku panelu na celou jeho výšku. Ostatní výsledky budou ukázány v příloze číslo 4.

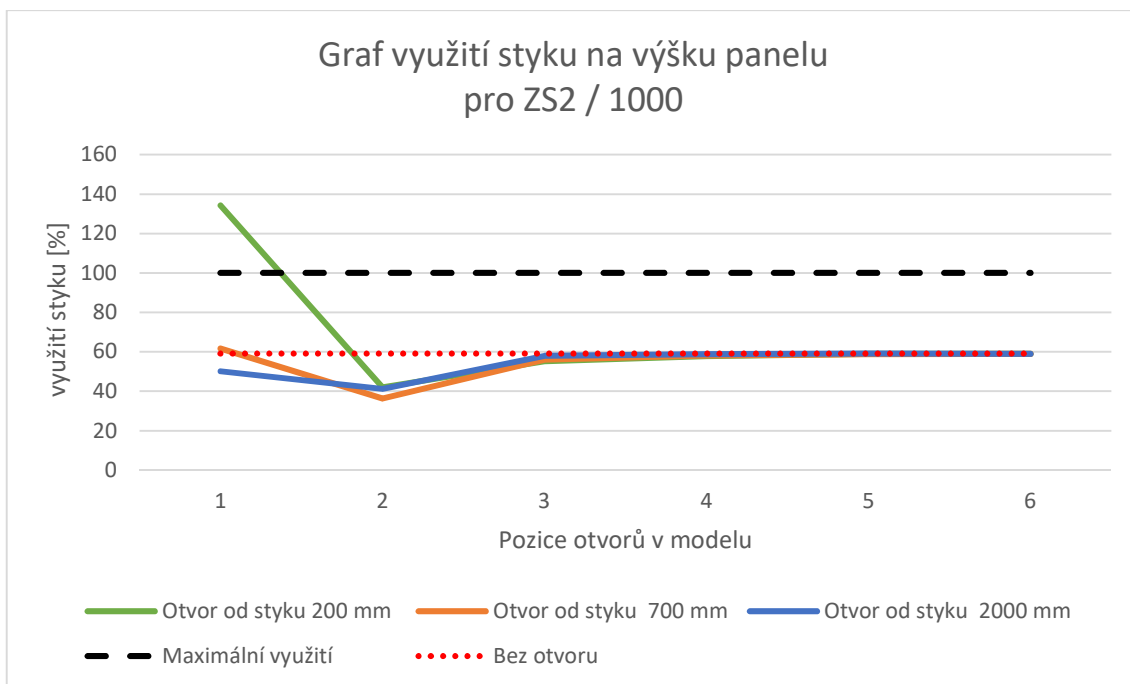


Obrázek 23: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS1 / 1000

Graf dokazuje, že umístěním otvoru v úrovni 1. NP (pozice 1) dojde ke zvýšení využití styku. Jeho přemístěním do 3. NP (pozice 2) dochází k redistribuci sil. Tím lokálně dojde ke snížení využitelnosti styku. Následně s dalšími pozicemi se využitelnost styku blíží k původní využitelnosti styku bez otvorů. Tento podobný jev je patrný u všech grafů zatížených svislým zatížením.

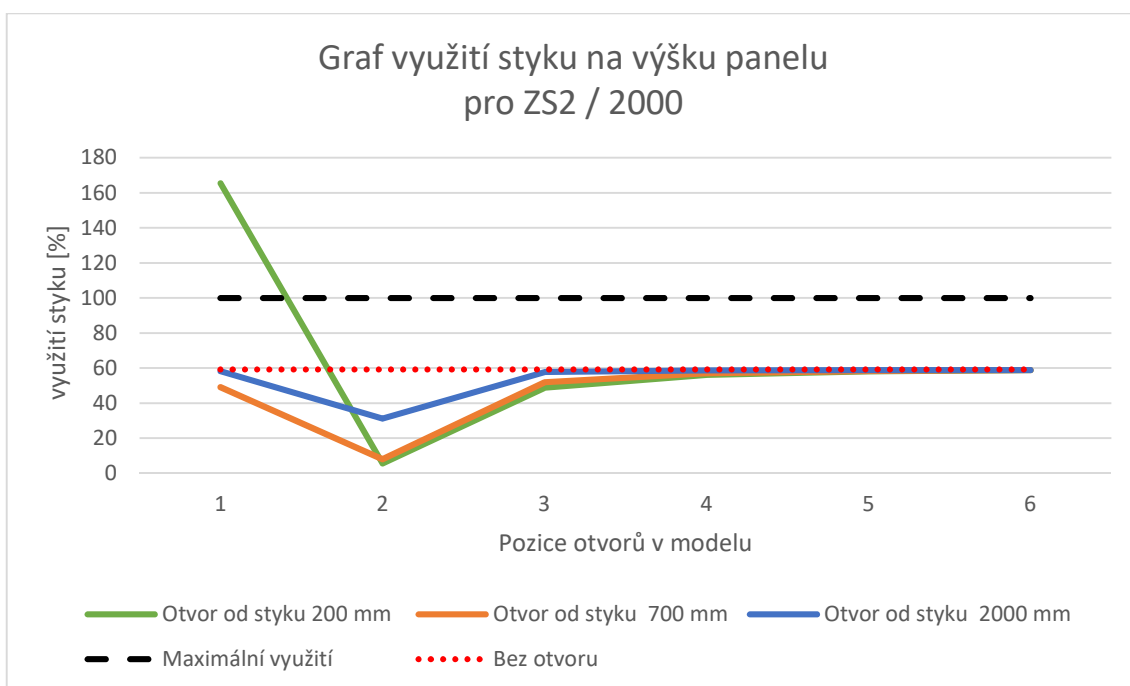


Obrázek 24: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS1 / 2000

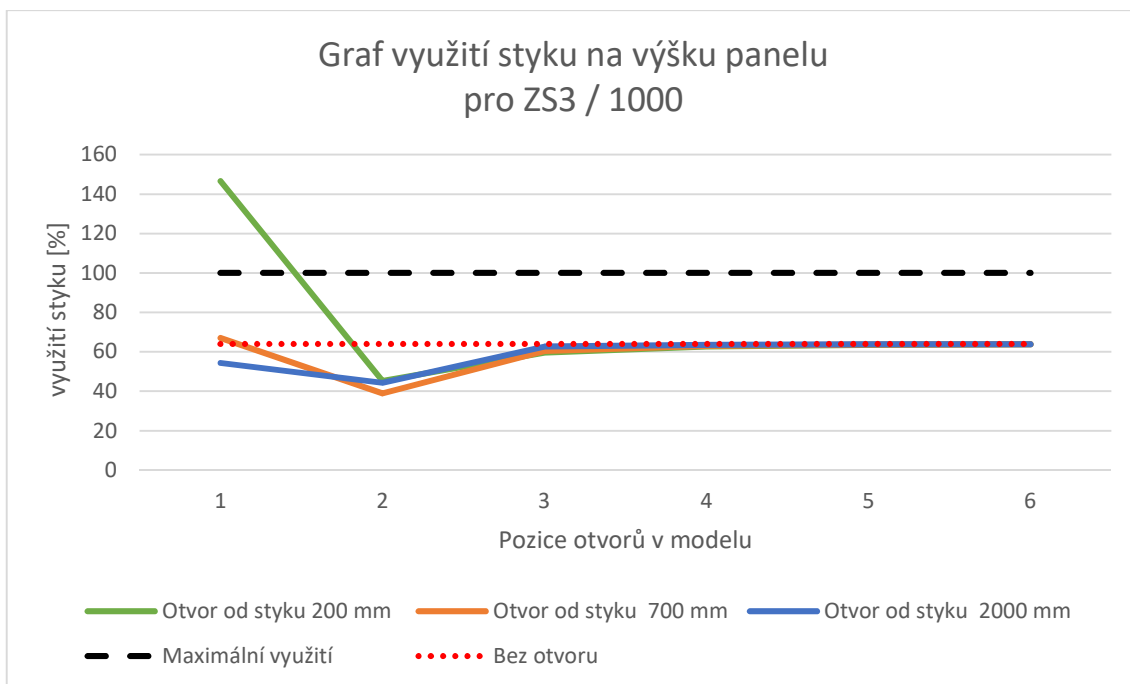


Obrázek 25: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS2 / 1000

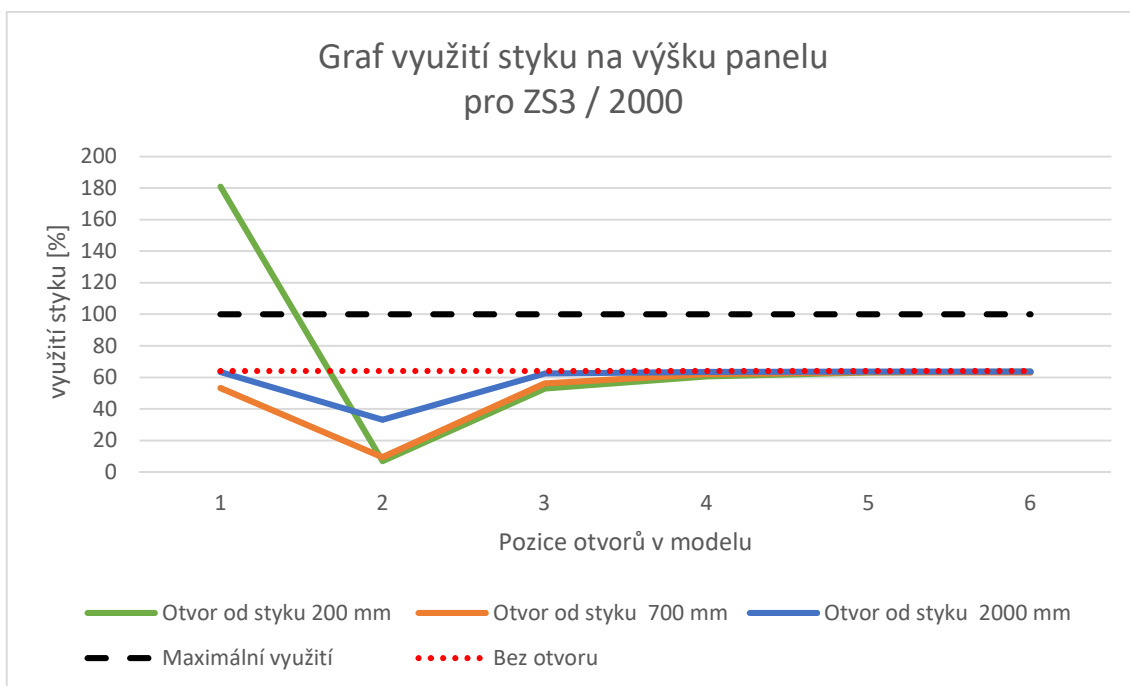
Zde je vidět první využití styku, které přesahuje hranici 100%. Jedná se pouze o jednu pozici, kdy byl otvor vybourán těsně vedle styku.



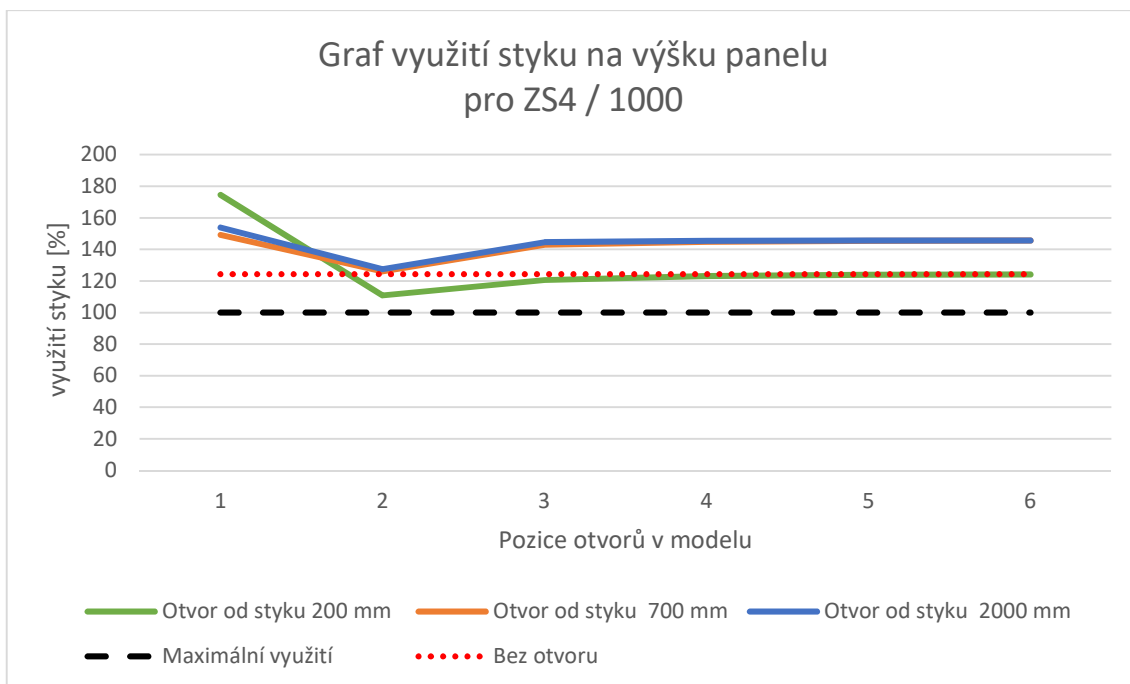
Obrázek 26: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS2 / 2000



Obrázek 27: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS3 / 1000

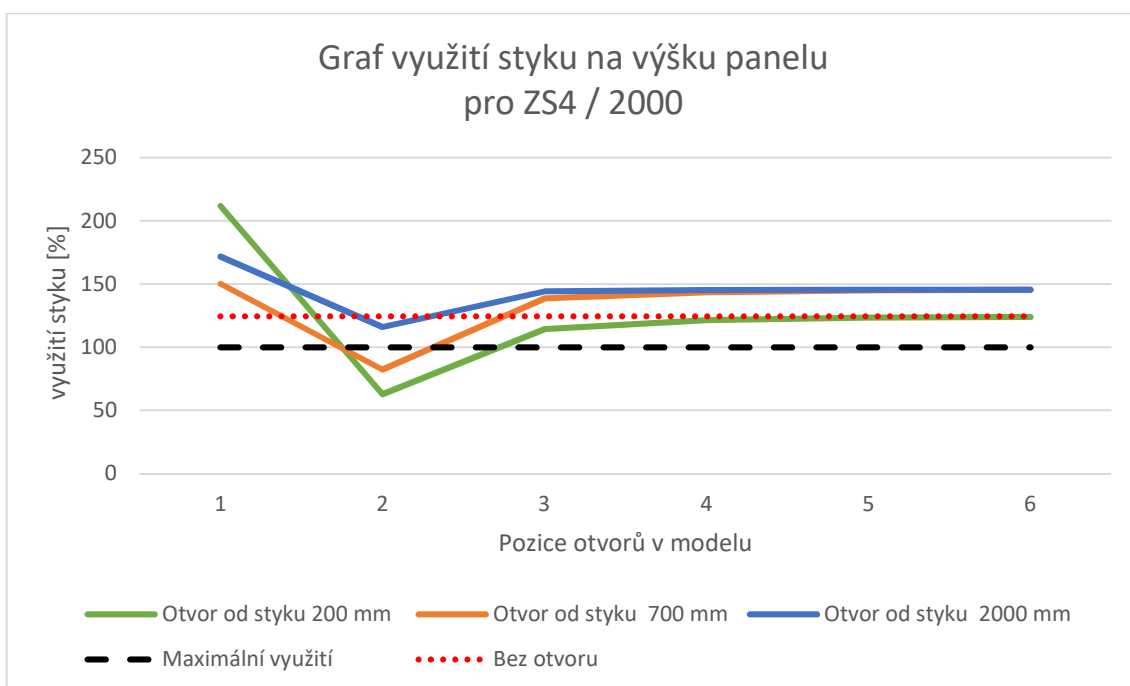


Obrázek 28: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS3 / 2000

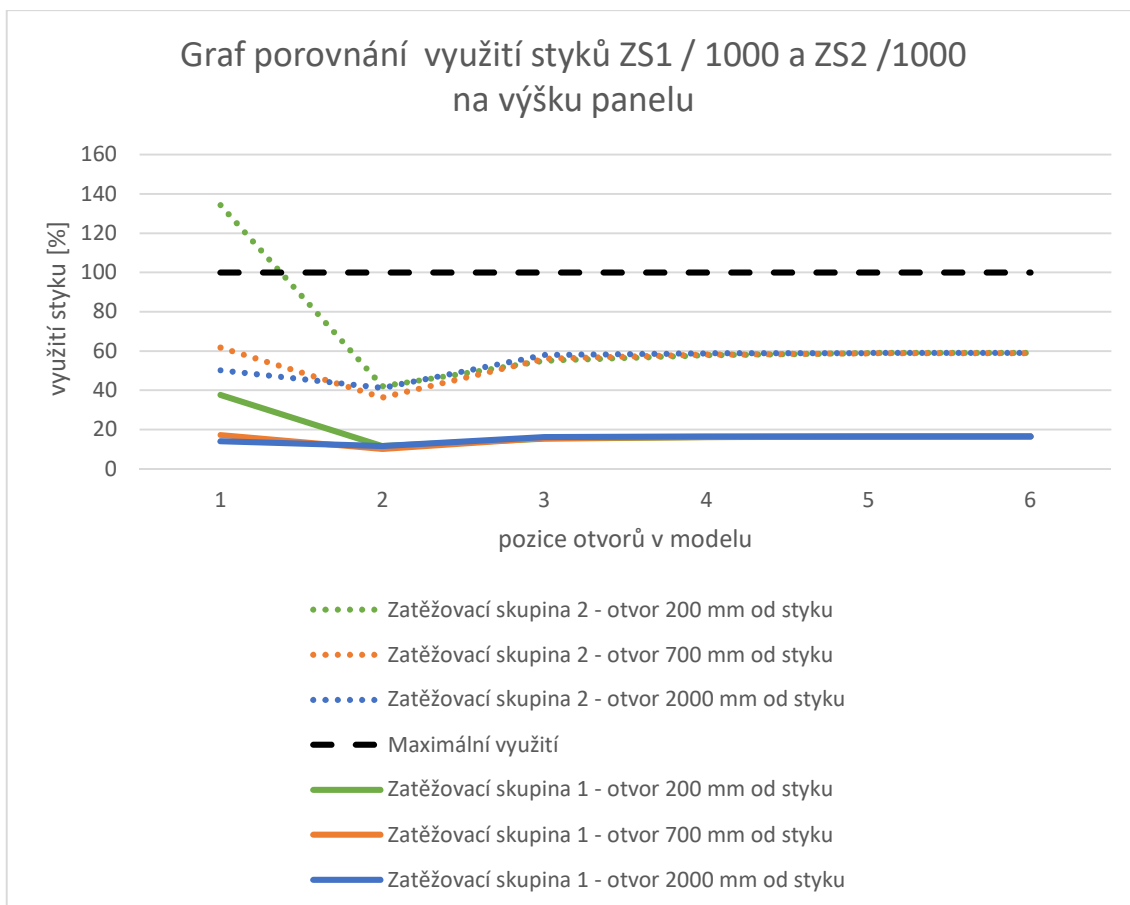


Obrázek 29: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS4 / 1000

Přidáním vodorovného zatížení do modelu vzrostla využitelnost ve všech oblastech nad mez únosnosti.

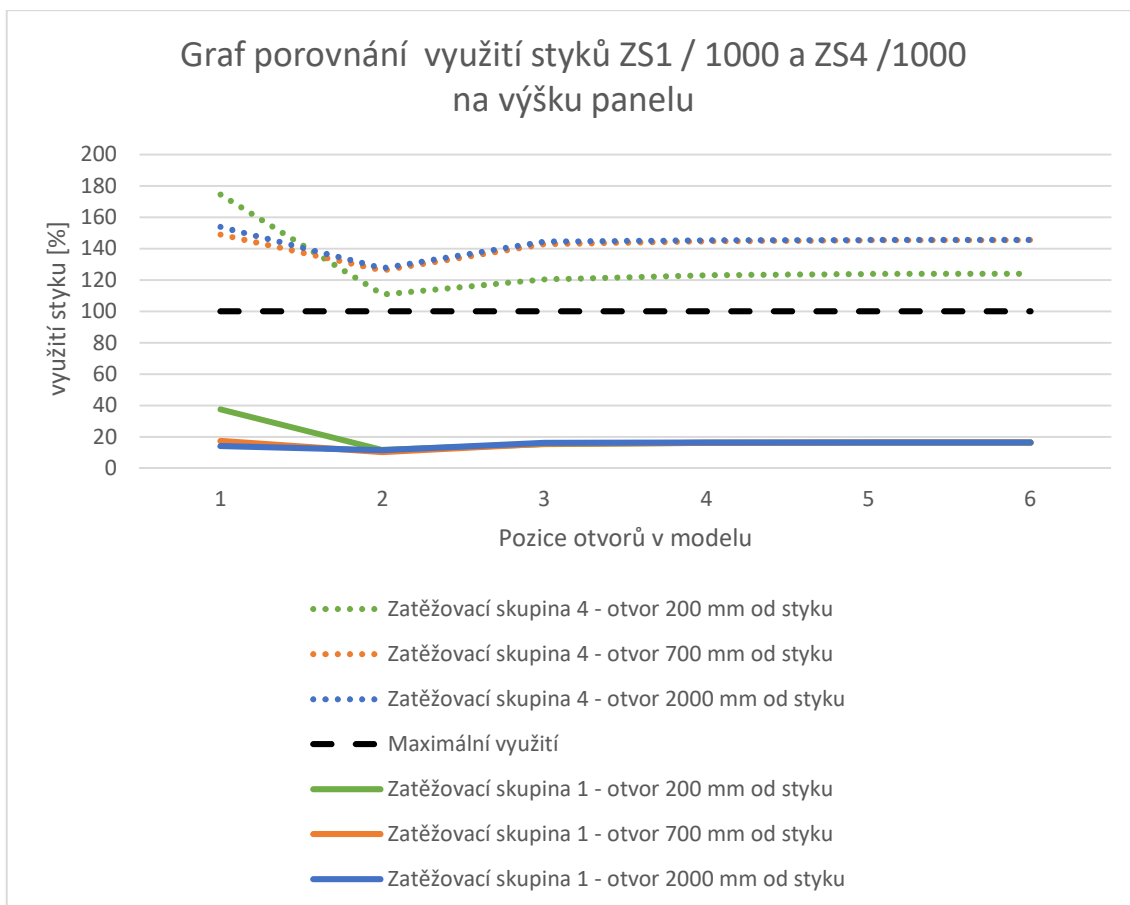


Obrázek 30: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS4 / 2000



Obrázek 31: Porovnání využitelnosti styku zatěžovacích skupin 1 a 2

Graf zobrazuje porovnání využitelnosti styku. Jedná se o zatěžovací skupinu 1, tedy výpočet a zatížení podle původních norem a o zatěžovací skupinu 2, tedy přepočtené zatížení a únosnosti styku podle aktuálních Eurokódů. Skladby podlah zůstaly nezměněny. Nárůst využitelnosti je zde více než 50 %, lokálně dosahuje až k 100%.



Obrázek 32: Porovnání využitelnosti styku zatěžovacích skupin 1 a 4

Přidáním nových skladeb podlah, vodorovného zatížení větrem a přepočtem podle aktuálně platných Eurokódů dojde k výraznému zvýšení využitelnosti styku až nad hranici 100%.

Obrázky 31 a 32 jsou grafy vykreslení využitelnosti styků daných zatěžovacích skupin. Hodnoty pro ně byly vzaty z tabulek číslo 39 – 41 a 47 – 49. Maximální dosažená hodnota využitelnosti styku je pro kombinaci ZS4/2000/2000/1 na 1/3 výšky panelu dána hodnotou 230,9 %.

15. Vyhodnocení a závěr

Předkládaná diplomová práce je zaměřená na posouzení svislého styku dvou stěnových panelů panelového objektu PS69/2A při různých otvorech ve stěně. Panel je umístěn v prvním nadzemním podlaží z celkových dvanácti nadzemních podlaží. Posouzení svislého styku bylo provedeno na základě tehdejších norem a předpisů s následným posouzením a zatížením styků podle aktuálně platných norem pro zatížení a betonové konstrukce – Eurokódů, a to v několika zatěžovacích stavech.

Předběžné odborné odhady v této práci ukázaly, že více než čtvrtina obyvatel České republiky žije v panelových objektech stavěných v druhé polovině minulého století. Ve městě Plzeň je toto číslo odhadováno až na číslo přesahující 40%. Současné společenské standardy se od minulých liší. Nastává tedy potřeba úprav panelových domů. Ta je možná pouze na základě znalostí fungování těchto systémů a na schopnosti správně reagovat na odlišný panelový systém, než je právě PS69. Z přílohy 1 je patrné, že panelových soustav je pouze v Plzni obrovské množství, a to byly zmapovány pouze základní soustavy. Nehledě na to, že v České republice existuje nespočet soustav a jejich krajských a jiných variant. Společně se skeletovými, skeletopanelovými, polopanelovými a zděnými soustavami se dostáváme na velké číslo možností s tím, že ne všechny byly dokonale z dnešního pohledu navrženy a mohou disponovat řadou chyb. Návrh odpovídal tehdejší znalostem a technickým a realizačním možnostem.

V práci je zkoumán vybraný svislý styk dvou stěnových panelů v prvním nadzemním podlaží v celkem čtyřech zatěžovacích skupinách. První zatěžovací skupina uvažovala skladby podle původní dokumentace. Do modelu byly následně umístěovány otvory šířky 1000 mm a 2000 mm ve vzdálenosti 200 mm od styku, 700 mm a 2000 mm od styku. Pro celý výpočet bylo provedeno celkem 148 kombinací výpočtu. Značné množství výsledků ukázalo, že původní norma ČSN 73 1211 byla přímo stavěná na výpočet styků jednotlivých panelů, a proto zde nebyl problém s únosností ani při vybourání otvorů. Při přepočtu a změně zatížení modelu podle Eurokódů nastala změna ve využitelnosti, která rapidně vzrostla, lokálně až za hranici únosnosti. Přidání vodorovného zatížení simulující vítr nastal další skok ve využitelnosti, kde se styk pohybuje už téměř stále za hranicí únosnosti. Při bližším průzkumu posouzení podle ČSN EN 1992-1-1 je patrné, že vzorec uvažující únosnost styku mezi panely s ozuby počítá pouze s 40% únosnosti v tahu výplňové malty, kde se tato únosnost při 100% pohybuje

okolo 1,1 MPa. Celý vzorec uvažuje s únosností vodorovné výztuže ve styku, která zde ale není. Z tohoto důvodu je celá únosnost styku velmi omezená. Tato hodnota ale není moc reálná, jelikož původní norma byla stavěna podle zatěžovacích zkoušek panelového styku na prostý smyk, takže hodnota vypočtená starší normou by měla více odpovídat realitě, než hodnota vypočtena podle Eurokódu.

Ve městě Plzni je velké množství panelových objektů a v České republice existují ještě daleko větší množství variant. Výpočet styku podle ČSN 73 1211 dokazuje, že styk vyhovuje s bezpečnou rezervou. Přepočet podle Eurokódů posune využitelnost styku až za hranici využitelnosti. Výsledky vycházejí z rozboru pro výškový dvanáctipodlažní objekt. Pro nižší objekty bude zřejmě posudek styku vycházet příznivěji. Z předchozích poznatků lze konstatovat, že norma ČSN EN 1992-1-1, podle které se současně musí řídit každý projektant, je nevhodná použít při posouzení svislého panelového styku u panelového systému PS69. Tak tomu pravděpodobně bude i u systému využívající podobný princip styků panelů. Pro posouzení styků je nejlepší možnost vrátit se ke staré, ale neplatné normě. Toto doporučení podporuje i to, že za třicet let užívání panelových domů v Plzni nejsou známy nějaké významné poruchy v místě svislého styku mezi panely u systému PS69.

16. Literatura

- [1] Panelový dům, 2022. Wikipedia.
https://cs.wikipedia.org/wiki/Panelov%C3%BD_d%C5%AFm (accessed Dec 17, 2022).
- [2] <https://magazin.aktualne.cz/bydleni/r~f6e0ed3ac93911e786cf0cc47ab5f122/> (accessed Dec 17, 2022).
- [3] Hájek, P. *Konstrukce pozemních staveb - cvičení montované konstrukční systémy*, 1989th ed.; Editační středisko ČVUT: Praha, 1989.
- [4] Sýkora, M.; Suda, S.; et al. *Tvořivá léta*, 1974th ed.; Krajská projektová a inženýrská organizace v Plzni: Plzeň, 1974.
- [5] Witzany, J.; Čejka, T.; et al. *Průzkum a hodnocení stavebně technického stavu panelových budov*, 2000th ed.; MPO ČR: Praha, 2000.
- [6] Witzany, J.; Čejka, T.; Wasserbauer, R.; Zigler, R. *PDR - Poruchy, degradace a rekonstrukce*, 2010th ed.; České vysoké učení technické v Praze: Praha, 2010.
- [7] Witzany, J.; Čejka, T.; et al. *Charakteristické vady a poruchy nosných konstrukcí panelových domů*, 2000th ed.; MPO ČR: Praha, 2000.
- [8] Witzany, J.; et al. *Komplexní regenerace nosné konstrukce panelových domů v soustavě PS69 (PS69/2)*, 2000th ed.; České vysoké učení technické - Fakulta stavební: Praha, 2000.
- [9] Autor neznámý; et al. *Katalog prvků PS69-2E*, -th ed.; Pozemní stavby PLZEŇ: Plzeň, -.
- [10] ČSN 73 0035: Zatížení stavebních konstrukcí
- [11] ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí
- [12] ČSN 73 1205: Betonové konstrukce. Základní ustanovení pro navrhování
- [13] ČSN 73 1211: Navrhování betonových konstrukcí panelových budov
- [14] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

- [15] ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Část 1-1: Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení budov
- [16] ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí: Obecká zatížení – Zatížení sněhem
- [17] ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí: Obecká zatížení – Zatížení větrem
- [18] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní a inženýrské stavby
- [19] ČSN EN 1992-1-4: Navrhování betonových konstrukcí – Navrhování kotvení do betonu
- [20] Witzany, J.; Pašek, J.; Čejka, T.; Zigler, R. *Konstrukce pozemních staveb 70*, 2003th ed.; Vydavatelství ČVUT: Praha, 2003.
- [21] Vejvara, L.; *Typizované prefabrikované panelové soustavy v západních Čechách*, 2017th ed.; ČKAIT OK Plzeň: Plzeň, 2017.
- [22] Vejvara, L.; *Učební texty pro studenty ZČU – předmět KME/STS7: Panelové systémy 1 až 4, hlavní Plzeňské varianty*, 2020th ed.; Plzeň, 2020.
- [23] Vejvara, L.; *Učební texty pro studenty ZČU – předmět KME/STS7: Úvod k předmětu – pro studenty 1 STS 7*, 2020th ed.; Plzeň, 2020.
- [24] Původní dochovaná dokumentace objektu 37 a 38 z roku 1979, sídliště Bolevec

17. Seznamy

17.1. Seznam obrázků

Obrázek 1: Starší panelová soustava T03B, sídliště Plzeň - Bory (foto: autor)	7
Obrázek 2: Panelová soustava PS61, sídliště Plzeň - Bory (foto: autor)	8
Obrázek 3: Panelová soustava PSO81, Fakulta strojní, ZČU, Plzeň (foto: autor)	11
Obrázek 4: Původní montovaný skelet MS69, Přeštice (foto: Google Maps).....	13
Obrázek 5: Nově zrekonstruovaný montovaný skelet MS69, Přeštice (foto: autor)	14
Obrázek 6: Řadová zástavba osmipatrové panelové soustavy PS69, v pozadí se tyčí panelový objekt PS69/2A, sídliště Plzeň - Bolevec (foto: autor)	15
Obrázek 7: Výškový objekt PS69 se 14-ti NP, sídliště Plzeň Bory (foto: autor)	18
Obrázek 8: Půdorysné schéma výškového domu PS69	20
Obrázek 9: Půdorysné schéma standartního domu PS69.....	22
Obrázek 10: Posuzovaný objekt panelové soustavy PS69/2A, objekt 37 podle plánu výstavby z roku 1979, sídliště Plzeň Bolevec (foto: autor)	24
Obrázek 11: Posuzovaný objekt PS69/2A s nově provedeným zateplením, sídliště Plzeň Bolevec (foto: autor)	27
Obrázek 12: Skladba vodorovných a svislých panelů uvažovaných ve výpočtu	29
Obrázek 13: Výpočet maximálního tlaku větru podle ČSN EN 1991-1-4 v programu Excel pro spodní část	46
Obrázek 14: Výpočet maximálního tlaku větru podle ČSN EN 1991-1-4 v programu Excel pro horní část	47
Obrázek 15: Výpočtový model bez dodatečných otvorů.....	52
Obrázek 16: Výpočtový model pro dodatečné otvory s šířkou 1000 mm	53
Obrázek 17: Výpočtový model pro dodatečné otvory s šířkou 2000 mm	54
Obrázek 18: Schéma řezu vodorovným stykem panelů.....	56
Obrázek 19: Příklad přesného výsledku smykového napětí	60
Obrázek 20: Příklad výstupu tří řezů a jejich zprůměrování	61
Obrázek 21: Graf porovnání využitelnosti styku na výšku panelu pro modely bez otvorů	69
Obrázek 22: Graf porovnání využitelnosti styku na 1/3 výšky panelu pro modely bez otvorů	70
Obrázek 23: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS1 / 1000.....	71
Obrázek 24: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS1 / 2000.....	71

Obrázek 25: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS2 / 1000.....	72
Obrázek 26: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS2 / 2000.....	72
Obrázek 27: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS3 / 1000.....	73
Obrázek 28: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS3 / 2000.....	73
Obrázek 29: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS4 / 1000.....	74
Obrázek 30: Graf využití styku na výšku panelu pro ZS4 / 2000.....	74
Obrázek 31: Porovnání využitelnosti styku zatěžovacích skupin 1 a 2.....	75
Obrázek 32: Porovnání využitelnosti styku zatěžovacích skupin 1 a 4.....	76

17.2. Seznam tabulek

Tabulka 1: Typy panelů použitých ve výpočtovém modelu.....	29
Tabulka 2: Vlastní tíha konstrukce stropu – Zatěžovací skupina 1	30
Tabulka 3: Skladba podlahy v 1.NP – Zatěžovací skupina 1	31
Tabulka 4: Skladba podlahy v běžném NP – Zatěžovací skupina 1	31
Tabulka 5: Skladba střešní konstrukce – Zatěžovací skupina 1	31
Tabulka 6: Kombinační součinitele – Zatěžovací skupina 1	32
Tabulka 7: Hodnota součinitele ψ_c – Zatěžovací skupina 1	32
Tabulka 8: Hodnoty zatížení modelu podle ČSN 73 0035 - – Zatěžovací skupina 1 ...	33
Tabulka 9: Hodnoty součinitelů zatížení – Zatěžovací skupina 1	33
Tabulka 10: Skladba podlahy v 1.NP – Zatěžovací skupina 2	35
Tabulka 11: Skladba podlahy v běžném NP – Zatěžovací skupina 2.....	35
Tabulka 12: Skladba střešní konstrukce – Zatěžovací skupina 2	35
Tabulka 13: Kombinační součinitele – Zatěžovací skupina 2	36
Tabulka 14: Hodnota součinitele ψ_i pro kategorii A – Zatěžovací skupina 2	36
Tabulka 15: Hodnoty zatížení modelu podle ČSN EN 1991-1 – Zatěžovací skupina 2	37
Tabulka 16: Hodnoty součinitelů zatížení – Zatěžovací skupina 2	37
Tabulka 17: Skladba podlahy v 1.NP – Zatěžovací skupina 3	39
Tabulka 18: Skladba podlahy v běžném NP – Zatěžovací skupina 3.....	39
Tabulka 19: Skladba střešní konstrukce – Zatěžovací skupina 3	39
Tabulka 20: Zatížení dodatečným zateplením – Zatěžovací skupina 3	40
Tabulka 21: Kombinační součinitele – Zatěžovací skupina 3	41
Tabulka 22: Hodnota součinitele ψ_i pro kategorii A – Zatěžovací skupina 3	41
Tabulka 23: Hodnoty zatížení modelu podle ČSN EN 1991-1 – Zatěžovací skupina 3	42

Tabulka 24: Hodnoty součinitelů zatížení – Zatěžovací skupina 3	42
Tabulka 25: Skladba podlahy v 1.NP – Zatěžovací skupina 4	44
Tabulka 26: Skladba podlahy v běžném NP – Zatěžovací skupina 4	44
Tabulka 27: Skladba střešní konstrukce – Zatěžovací skupina 4	44
Tabulka 28: Zatížení dodatečným zateplením – Zatěžovací skupina 4	48
Tabulka 29: Kombinační součinitele – Zatěžovací skupina 4	48
Tabulka 30: Hodnota součinitele ψ pro kategorii A – Zatěžovací skupina 4	48
Tabulka 31: Hodnoty zatížení modelu podle ČSN EN 1991-1 – Zatěžovací skupina 4	49
Tabulka 32: Hodnoty součinitelů zatížení – Zatěžovací skupina 4	49
Tabulka 33: Zatěžovací stavy v zatěžovacích skupinách	50
Tabulka 34: Zatěžovací skupina 1, bez otvoru	62
Tabulka 35: Zatěžovací skupina 1, otvor 200 mm od kraje.....	62
Tabulka 36: Zatěžovací skupina 1, otvor 700 mm od kraje.....	63
Tabulka 37: Zatěžovací skupina 1, otvor 2000 mm od kraje.....	63
Tabulka 38: Zatěžovací skupina 2, bez otvoru	63
Tabulka 39: Zatěžovací skupina 2, otvor 200 mm od kraje.....	64
Tabulka 40: Zatěžovací skupina 2, otvor 700 mm od kraje.....	64
Tabulka 41: Zatěžovací skupina 2, otvor 2000 mm od kraje.....	65
Tabulka 42: Zatěžovací skupina 3, bez otvoru	65
Tabulka 43: Zatěžovací skupina 3, otvor 200 mm od kraje.....	65
Tabulka 44: Zatěžovací skupina 3, otvor 700 mm od kraje.....	66
Tabulka 45: Zatěžovací skupina 3, otvor 2000 mm od kraje.....	66
Tabulka 46: Zatěžovací skupina 4, bez otvoru	66
Tabulka 47: Zatěžovací skupina 4, otvor 200 mm od kraje.....	67
Tabulka 48: Zatěžovací skupina 4, otvor 700 mm od kraje.....	67
Tabulka 49: Zatěžovací skupina 4, otvor 2000 mm od kraje.....	68

17.3. Seznam příloh

- Příloha 1 – Přehled panelových soustav
- Příloha 2 – Jednotlivé zatěžovací stavy aplikované na modely
- Příloha 3 – Výpočet únosnosti styků a výpočtové napětí ve stycích
- Příloha 4 – Grafy využitelnosti styků

17.4. Seznam použitých programů

Veškeré programy byly využity ve studentských nebo plných verzích.

- Scia Engineer 21.1
- Word 2016
- Excel 2016
- Cadkon+ 2023