Vysoká škola technická a ekonomická

v Českých Budějovicích

Posouzení logistiky evakuace vybrané budovy

Autor diplomové práce: Bc. Michal Krlín

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Rudolf Kampf, Ph.D., MBA

Oponent diplomové práce: prof. Ing. Gabriel Fedorko, PhD.

České Budějovice, 2022

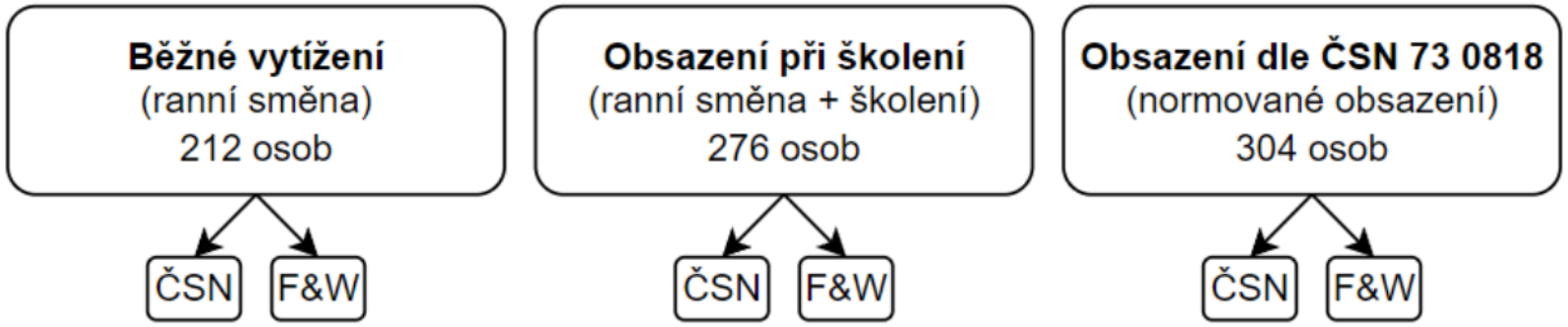
Cíl práce

- Cílem diplomové práce je za pomoci softwaru Pathfinder zpracovat simulaci logistického řešení evakuace vybrané budovy. Poté na základě analýzy současného stavu navrhnout opatření za účelem zefektivnění evakuačního procesu při mimořádných událostech.

Metodika práce

- Metody sběru dat
  - Analýza odborné literatury, norem a dokumentace
    - dokumentace požárně bezpečnostního řešení stavby
    - dokumentace pro provádění stavby
  - Rozhovory
    - personální oddělení
    - správa budov a protipožární ochrana
- Metody modelování a simulace
  - Tvorba simulačního modelu, agentů, profilů apod. v SW Pathfinder
  - Simulace třech modelových situací
- Metody měření a porovnávání
  - Porovnávání evakuačních časů a průběhu evakuace (před x po opatřeních)
- Metoda pozorování
  - Odhalení kritických míst

Modelové situace a simulační profily

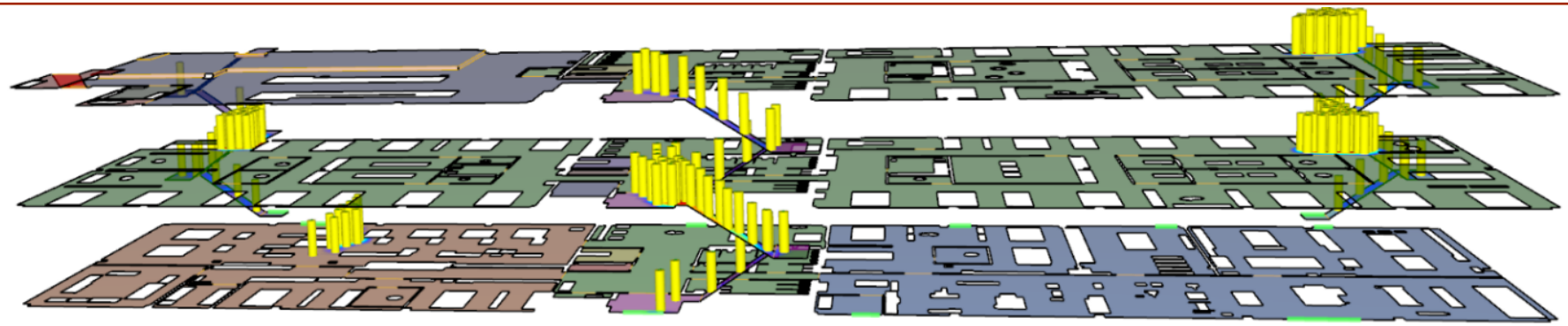


ČSN 73 0804	
Šířka těla agenta	44,25 [cm]
Barva	Žlutá
Maximální rychlost pohybu po rovině	0,5 [m/s]
Maximální rychlost pohybu po schodišti (dolů)	0,417 [m/s]

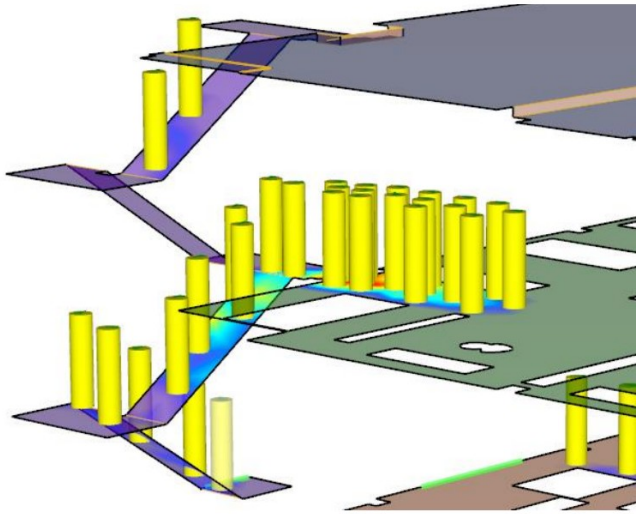
Fruin a Weidemann – pro muže	
Šířka těla agenta	47,5 [cm]
Barva	Modrá
Maximální rychlost pohybu po rovině	1,41 [m/s]
Maximální rychlost pohybu po schodišti (dolů)	1,01 [m/s]

Fruin a Weidemann – pro ženy	
Šířka těla agenta	41 [cm]
Barva	Červená
Maximální rychlost pohybu po rovině	1,27 [m/s]
Maximální rychlost pohybu po schodišti (dolů)	0,76 [m/s]

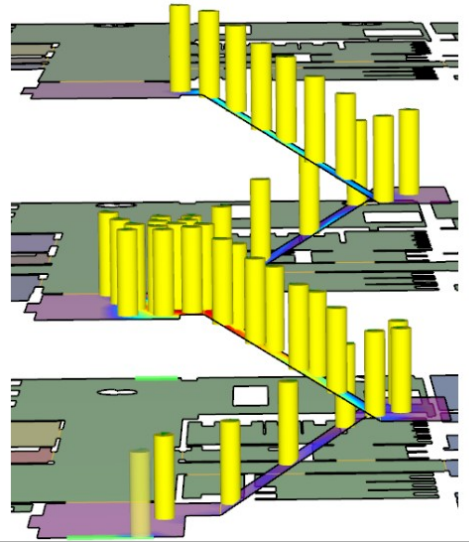
Kritická místa



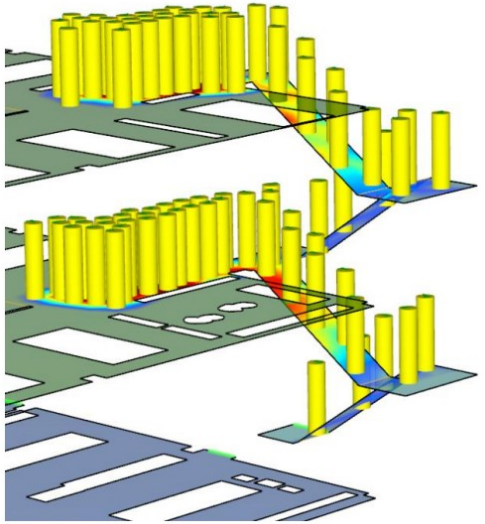
Levé venkovní schodiště



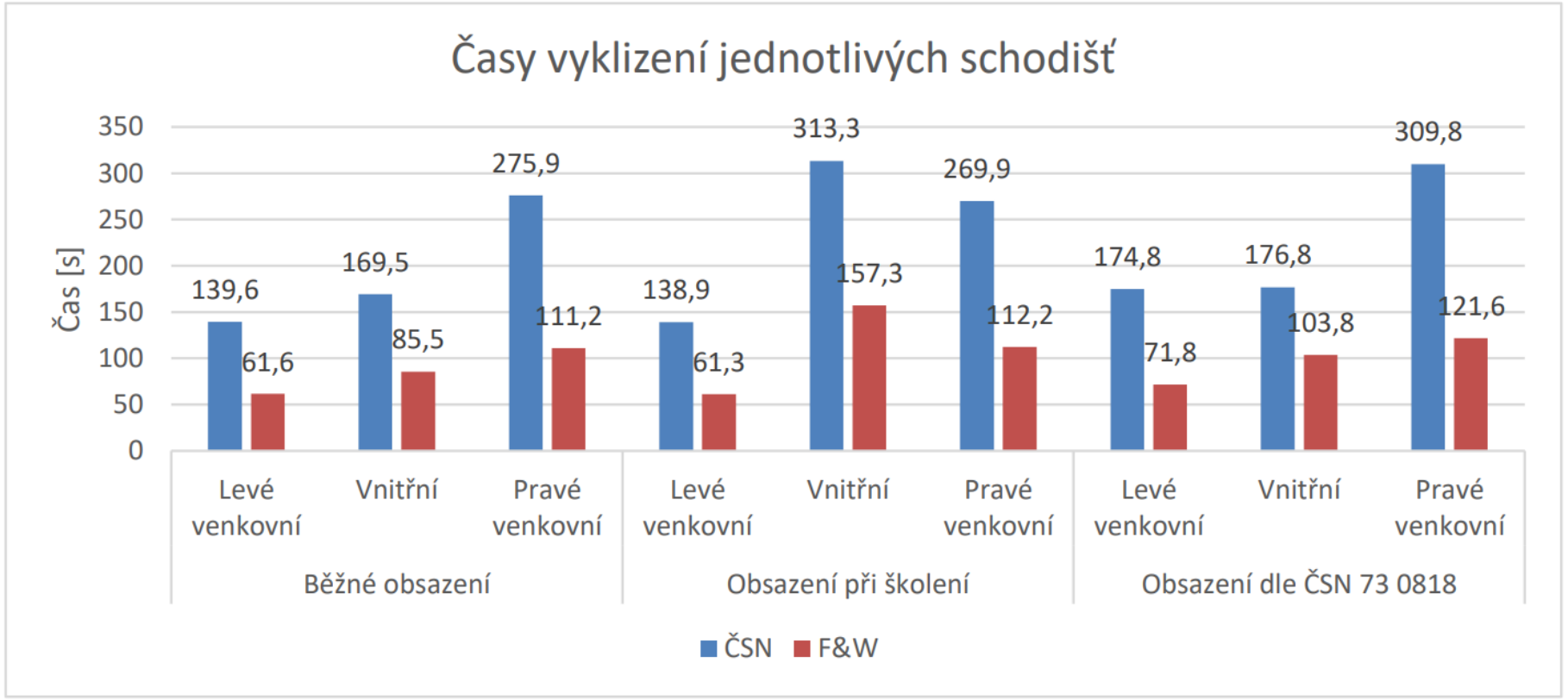
Vnitřní schodiště



Pravé venkovní schodiště



Srovnání výsledků simulací

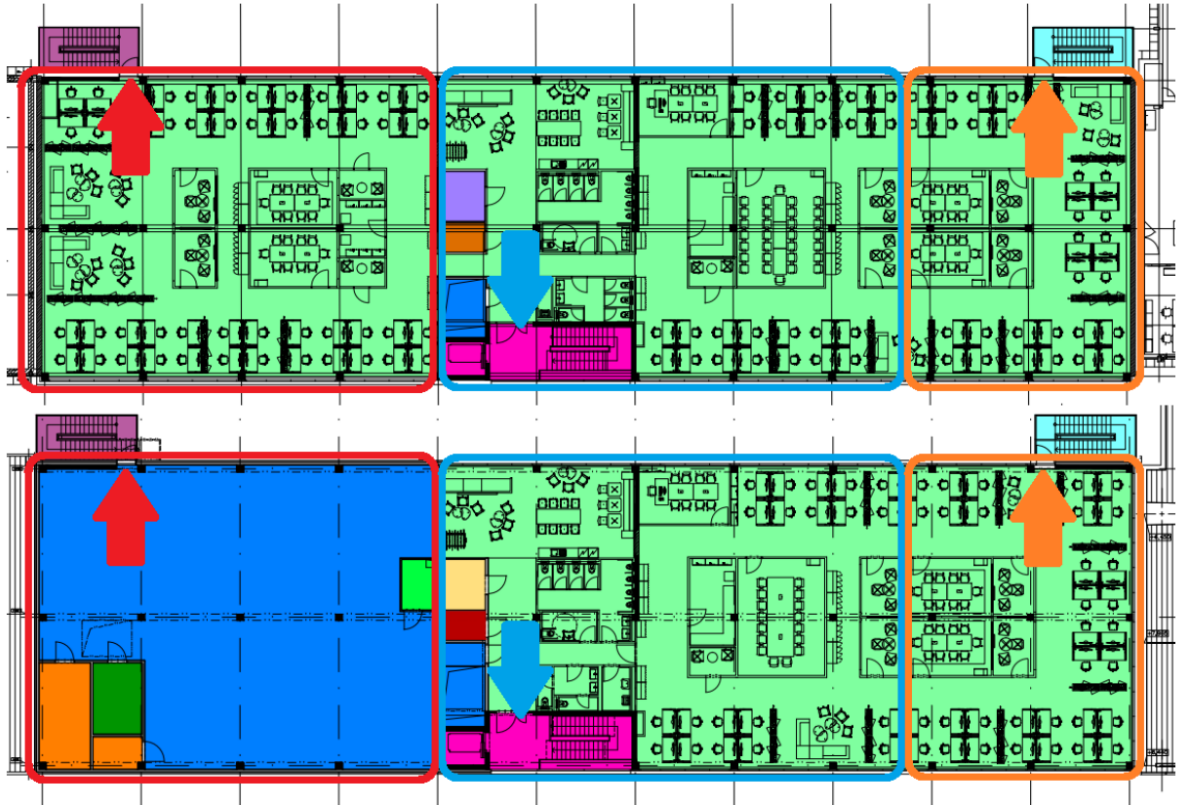


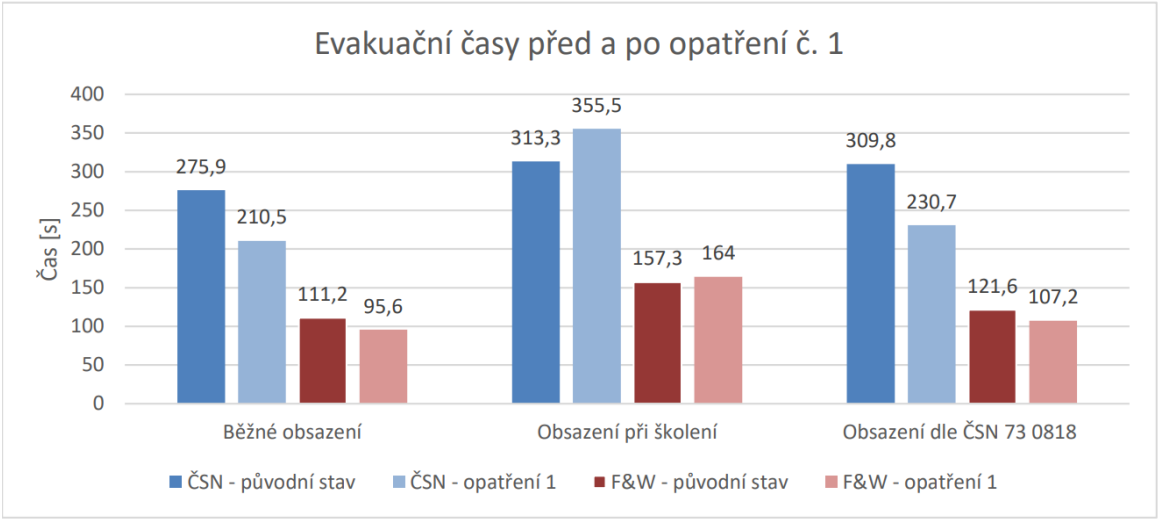
- Simulace dle ČSN jsou 1,99 až 2,55krát pomalejší než dle F&W
- Čas evakuace určuje nejvytíženější schodiště

Návrhy opatření

- Opatření č. 1 - Rozložení vytížení na všechna schodiště
- Opatření č. 2 - Výměna dveří vedoucích na venkovní schodiště za širší (z 90 cm na 110 cm)
- Opatření č. 3 - Instalace evakuačního výtahu namísto osobního
- Opatření č. 4 – Instalace dalších dveří ze školící místnosti 2.22 (1. NP, pravé křídlo)
- Opatření č. 5 – Instalace dalších dveří ze školící místnosti 3.19 (2. NP, pravé křídlo)
- Opatření č. 6 – Instalace dalších dveří z místnosti 1.11 do místnosti 1.10 (přízemí, levé křídlo)
- Opatření č. 7 - Upgrade CHÚC vnitřního schodiště z typu A na typ B (požární předsíň)

Opatření č. 1 – Rozložení vytížení na všechna schodiště

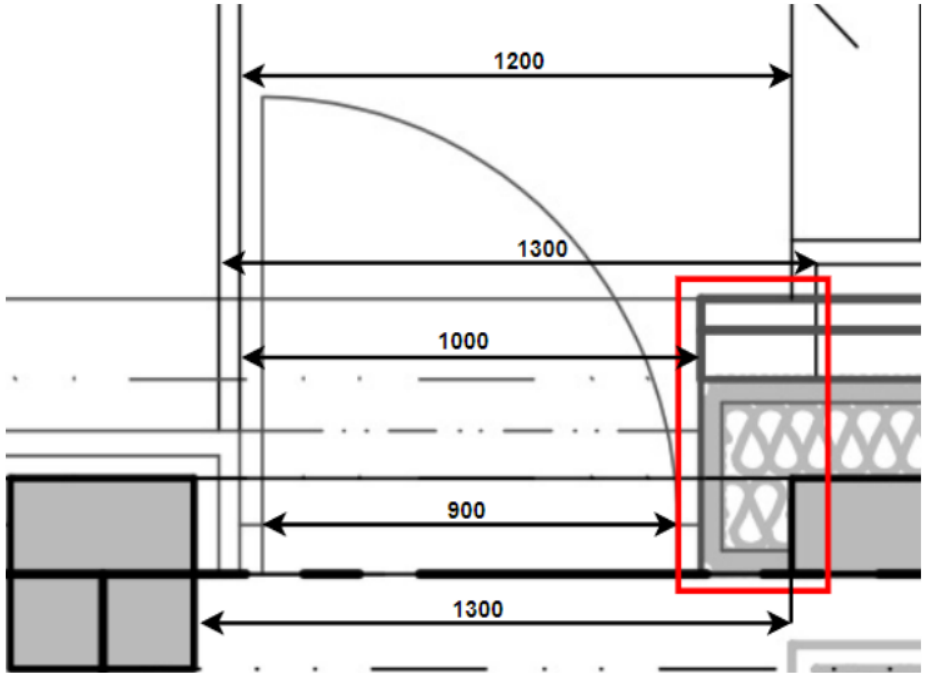


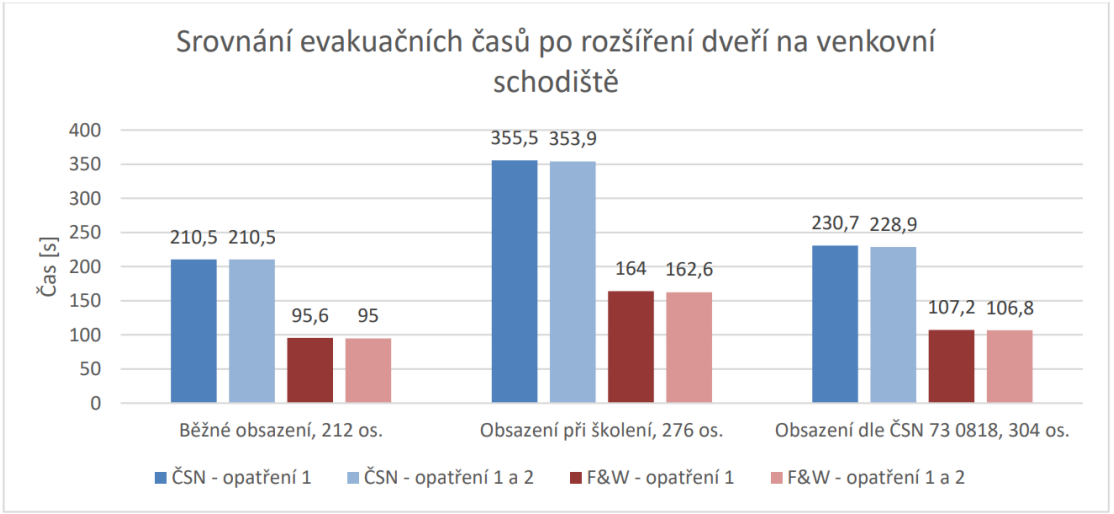


Druh modelové situace	ČSN [s]	[%]	F&W [s]	[%]
Běžné obsazení, 212 os.	65,4	23,70	15,6	14,03
Obsazení při školení, 276 os.	-42,2	-13,47	-6,7	-4,26
Obsazení dle ČSN 73 0818, 304 os.	79,1	25,53	14,4	11,84

- Nízké náklady na realizaci
- Značný přínos – doporučeno k realizaci

Opatření č. 2 - Výměna dveří vedoucích na venkovní schodiště za širší

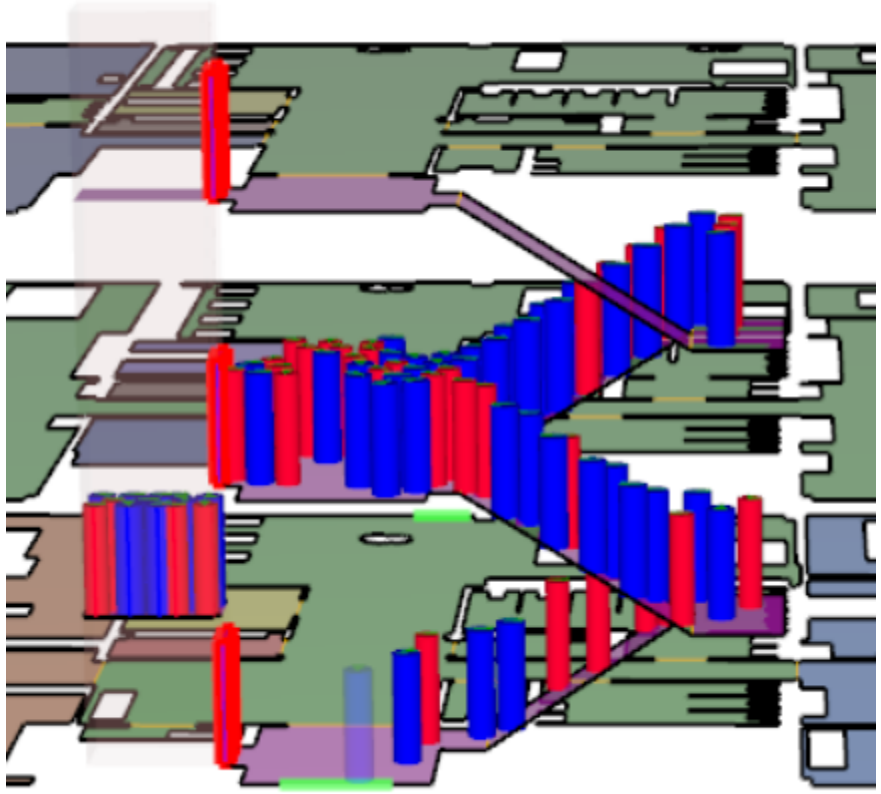


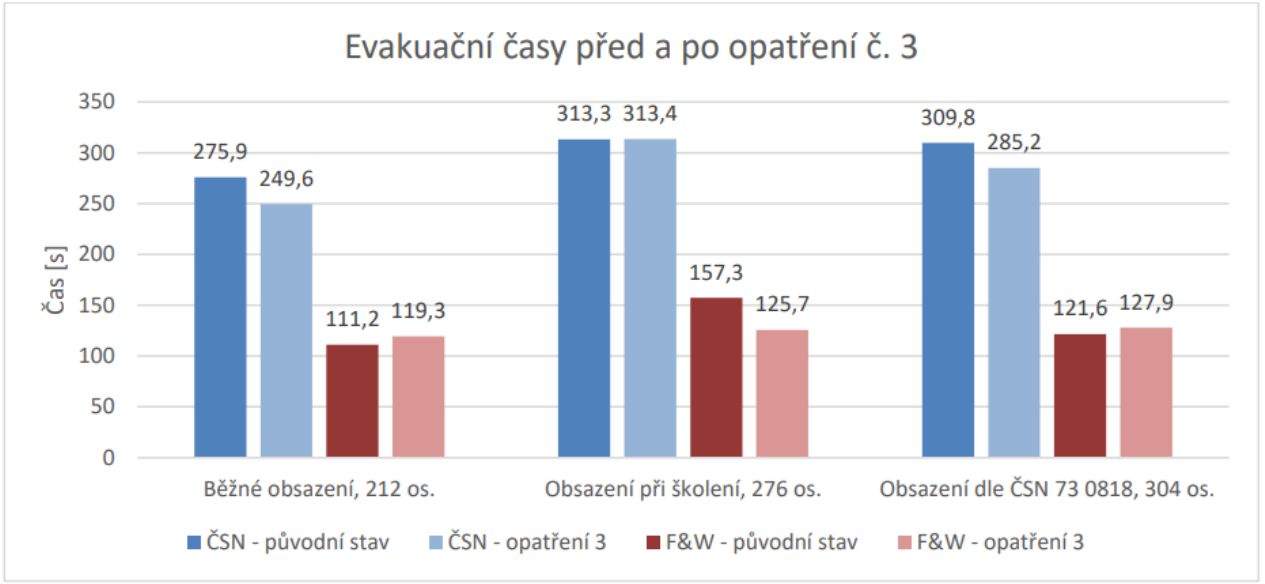


Druh modelové situace	ČSN [s]	[%]	F&W [s]	[%]
Běžné obsazení, 212 os.	0	0,00	0,6	0,63
Obsazení při školení, 276 os.	1,6	0,45	1,4	0,85
Obsazení dle ČSN 73 0818, 304 os.	1,8	0,78	0,4	0,37

- Vysoké náklady na realizaci
- Zanedbatelný přínos – nedoporučeno k realizaci

Opatření č. 3 - Instalace evakuačního výtahu namísto osobního

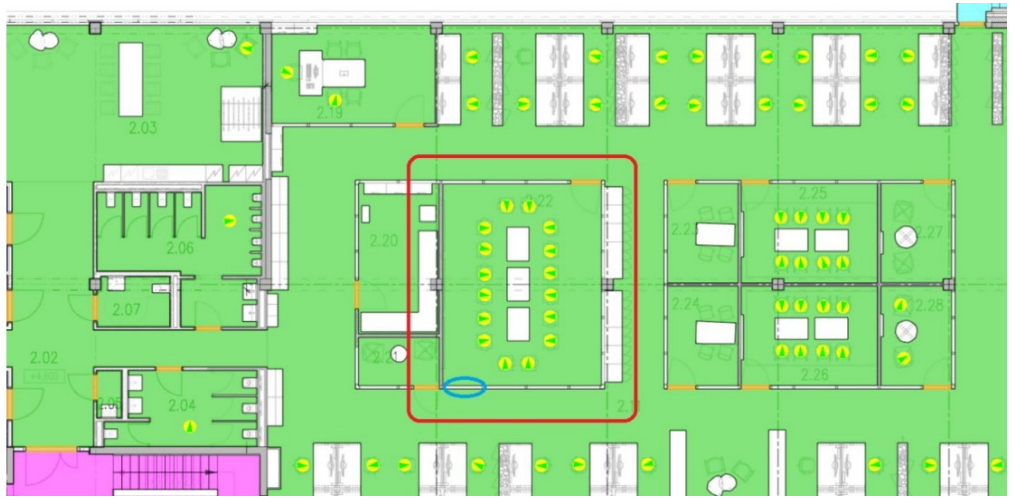


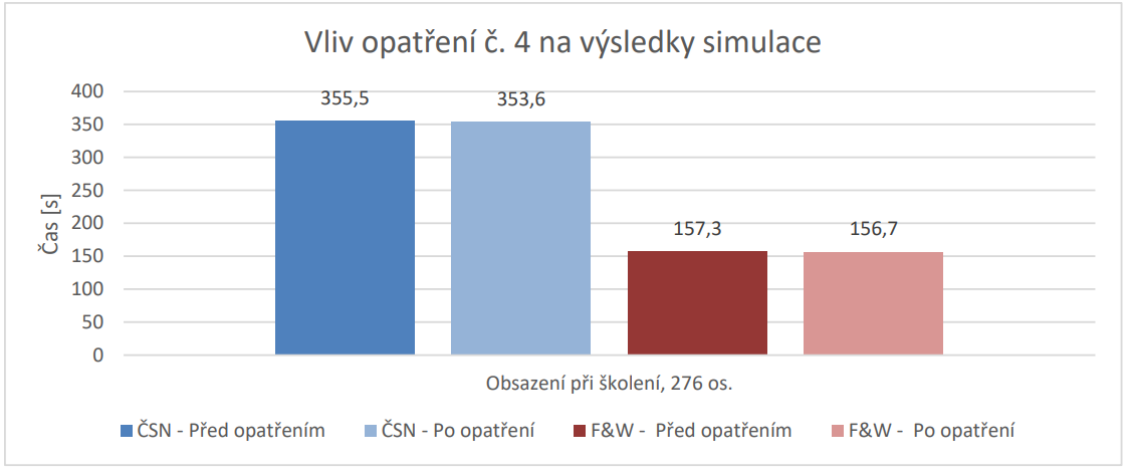


Druh modelové situace	ČSN [s]	[%]	F&W [s]	[%]
Běžné obsazení, 212 os.	26,3	9,53	-8,1	-7,28
Obsazení při školení, 276 os.	-0,1	-0,03	31,6	20,09
Obsazení dle ČSN 73 0818, 304 os.	24,6	7,94	-6,3	-5,18

- Potenciál realizace se odvíjí od dispozicí stávajícího výtahu
- Při zachování původního vybavení doporučeno k realizaci

Opatření č. 4 a 5 – Instalace dalších dveří ze školících místností

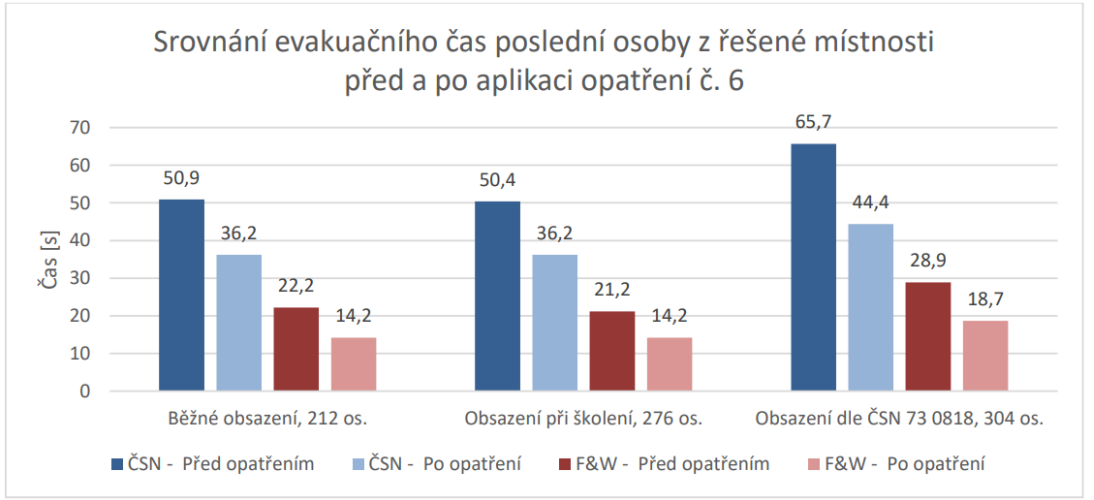




Druh modelové situace	ČSN [s]	[%]	F&W [s]	[%]
Obsazení při školení, 276 os.	1,9	0,53	0,6	0,38

- Více únikových cest – bezpečností výhoda
- Praktická výhoda – lepší průchodnost budovy
- Doporučeno k realizaci

Opatření č. 6 – Instalace dalších dveří z místnosti 1.11 do místnosti 1.10

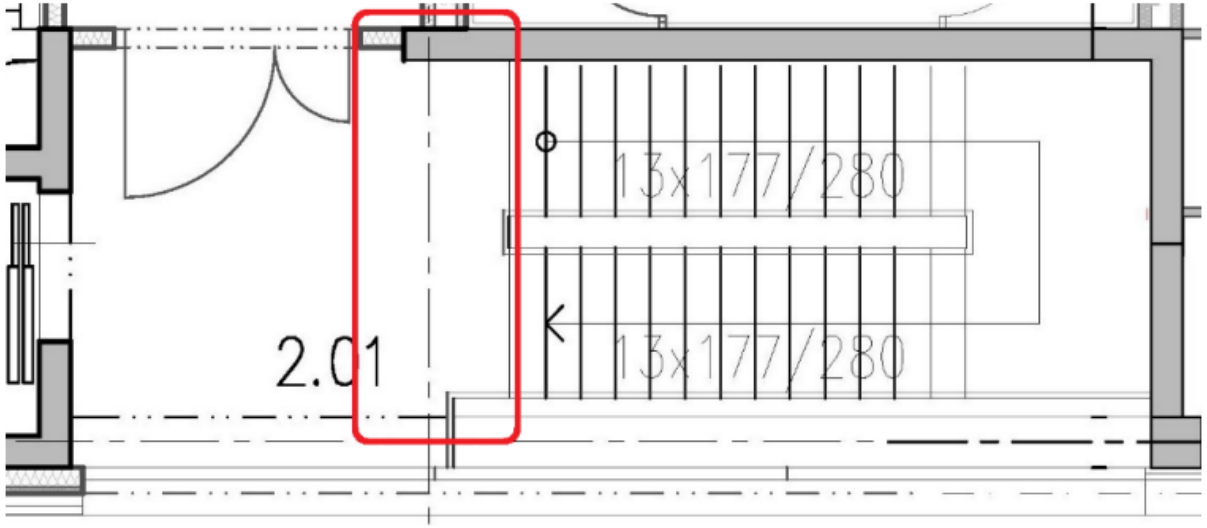


Druh modelové situace	ČSN [s]	[%]	F&W [s]	[%]
Běžné obsazení, 212 os.	14,7	28,88	8	36,04
Obsazení při školení, 276 os.	14,2	28,17	7	33,02
Obsazení dle ČSN 73 0818, 304 os.	21,3	32,42	10,2	35,29

- Více únikových cest – bezpečností výhoda
- Praktická výhoda – lepší průchodnost budovy
- Doporučeno k realizaci

Opatření č. 7 - Upgrade CHÚC vnitřního schodiště z typu A na typ B

- Nárůst bezpečné doby z 10 na 20 minut (dle normy ČSN 73 0804)
- Dva způsoby realizace:
  - Samostatně větraná požární předsíň
  - Přetlakové větrání v prostoru schodiště



- Vysoké náklady na realizaci
- Nadbytečné vzhledem k aktuálnímu vybavení budovy – nedoporučeno k realizaci

Závěrečné shrnutí

- Analýza dokumentů, zhodnocení současného stavu
- Tvorba simulačního modelu, profilů, nastavení agentů
- Simulace 3 modelových situací, jejich srovnání, odhalení kritických míst
- Návrh 7 opatření, jejich simulace a srovnání s původním stavem
- Technické zhodnocení - 5 opatření doporučeno k realizaci
- Naplnění cíle

Děkuji za pozornost

Doplňující dotazy – vedoucí práce

- Budou vaše opatření realizované?
  - Opatření č. 1 je v jednání.
- Jaké další opatření (která povedou ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti evakuace) lze v budově realizovat?
  - Úprava vedení kabelu VN do strojovny.

Doplňující dotazy – oponent práce

- Existujú aj iné špecificky zamerané simulačné nástroje špecificky zamerané na oblasť logistiky krízových situácii resp. evakuácie budov?
  - Ano, např. software Steps, Simulex, BuildingEXODUS, příp. PyroSIM pro modelování požárů.