

Analyza lidského chování během evakuace

J. Kislinger, J. Svoboda, A. Tomi
Gymnázium J. Vrchlického, Klatovy,
Gymnázium J. Š. Baara, Domažlice,
Gymnázium a obch. akademie, Mariánské Lázně

kislinger.j@seznam.cz, svoboda.honzik@post.cz, adam.tomi@email.cz

Abstrakt

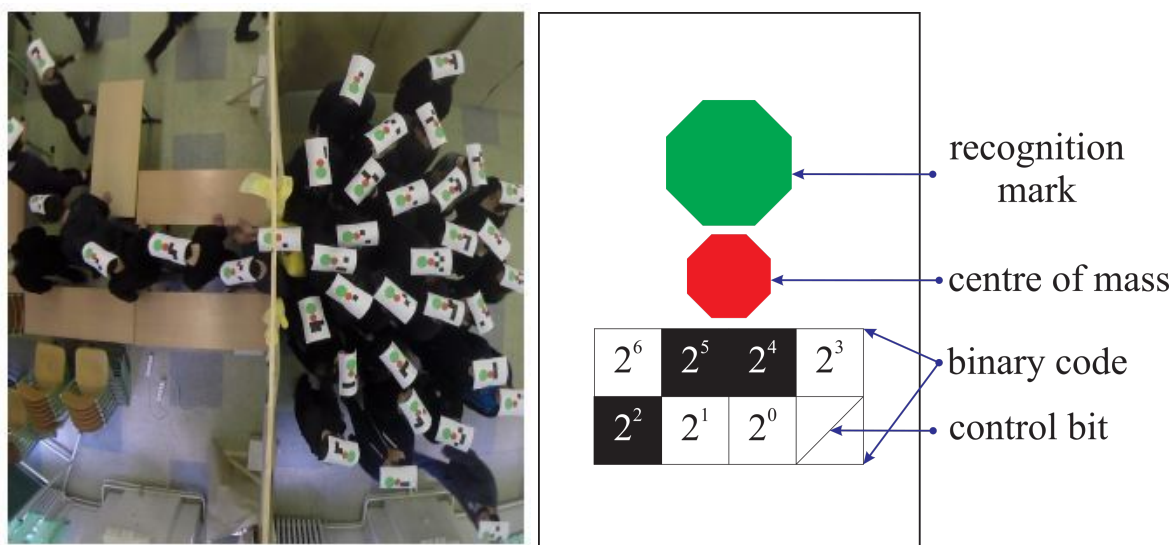
Kdykoliv se může stát, že se dostaneme do situace, ve které se bude potřebovat větší množství lidí dostat z nějaké místnosti. Tato studie je zaměřena na popis heterogenity v různých aspektech pohybu chodců (rychlosti, výběru trasy, nebo schopnosti protlačit se davem). Klíčovým bodem je čas strávený v místnosti v závislosti na uvedených veličinách.

1 Úvod

V dnešní době jsou evakuace stále častější. Proto se modelování pohybů osob pro predikci stává stále důležitější [3]. Pro jejich vylepšování zkoumáme reálné chování osob při opuštění místnosti. Zde se zaměříme na popis heterogenního davu při opuštění místnosti jedním východem. Budeme pracovat se dvěma hlavními objekty – trajektoriemi a osobami.

2 Původní experiment

V naší studii vycházíme z dat získaných při experimentu z roku 2016 [1]. Jednalo se o simulovanou evakuaci za pomoci studentů FJFI ČVUT v Praze. Ti byli pouštěni v různých intervalech do vybudované místnosti s jedním východem a na hlavách měli papír z důvodu identifikace na kamerovém záznamu (na obrázku 1). Proběhlo 10 kol vždy s rozdílnými podmínkami.



Obrázek 1: Záběr z experimentu (vlevo), identifikační kód (vpravo).

3 Veličiny

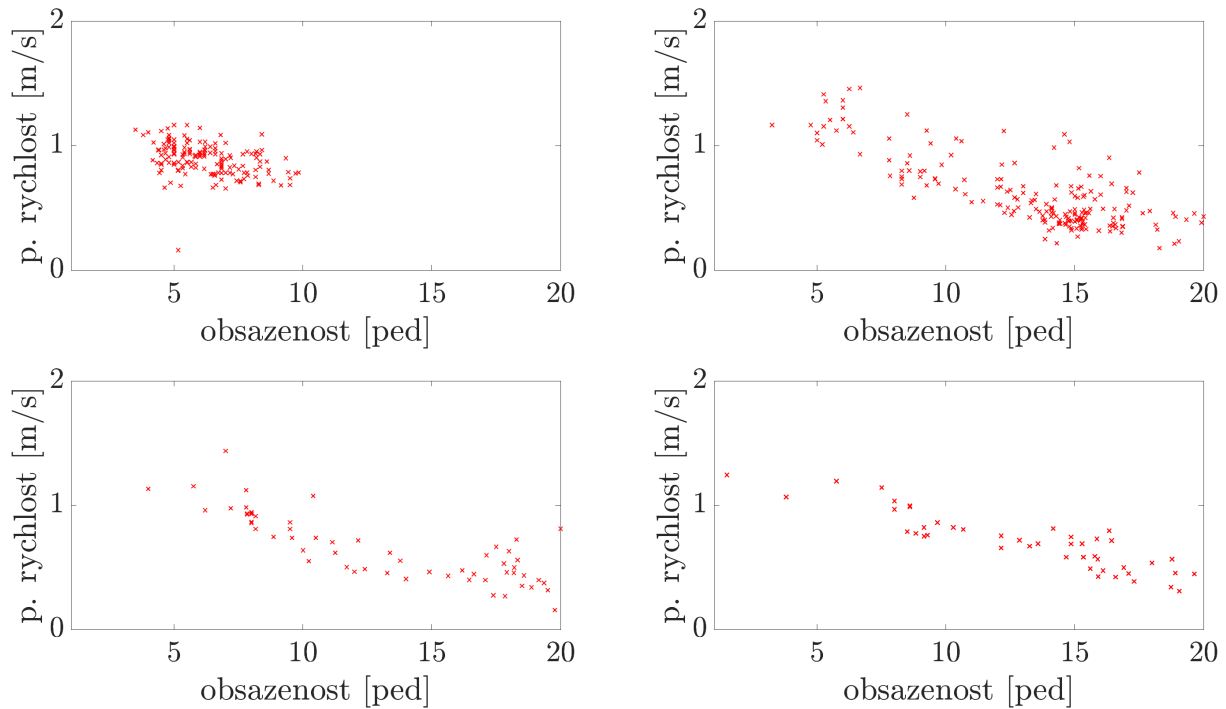
K popisu chování chodců při pohybu z místnosti je zapotřebí použít několik veličin získaných z kamerového záznamu. Základem je čas průchodu (tt) - čas strávený v místnosti. Z času průchodu a délky místnosti vyplývá průměrná rychlost, kterou se osoba pohybovala. Počet osob v místnosti (v určitém čase) se nazývá obsazenost. Poslední pro nás důležitou veličinou je tok osob z místnosti, který reprezentuje změnu počtu osob v místnosti za daný čas.

4 Analýza lidského chování

Ze všech kol jsme vybrali čtyři kola popisující odlišná chování davu: kolo 2 - plynulý pohyb; kolo 3 - stabilní shluk; kolo 7 - zvětšování davu; kolo 10 - zahlcení místnosti.

Rychlost pohybu chodců

Pro jednotlivá kola jsme do grafu vynášeli průměrné rychlosti v závislosti na obsazenosti (obrázek 2). V kole 2

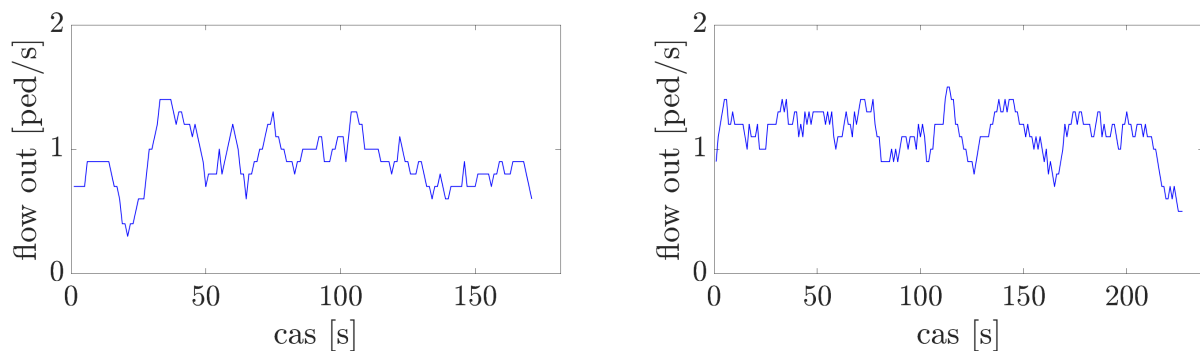


Obrázek 2: Průměrná rychlost chodců v závislosti na obsazenosti místnosti pro kolo 2 (vlevo nahoře), kolo 3 (vpravo nahoře), kolo 7 (vlevo dole) a kolo 10 (vpravo dole).

se obsazenost ustanovila kolem 7 osob - osoby plynule procházely a měly podobnou rychlost. V kole 3 obsazenost vzrůstala k 15 osobám, okamžik ustálení shluků, a v rychlosti je vidět sestupný trend. V kole 7 a 10 se vyskytuje stejná závislost s tím rozdílem, že počet osob se neustálí, ale stále roste.

Tok chodců z místnosti

Dále jsme zkoumali tok z místnosti. Grafy (obrázek 3) ukazují závislost na čase. Pro kolo 2 byl tok shodný s



Obrázek 3: Graf 5: kolo 2 (vlevo), Graf 6: kolo 7 (vpravo).

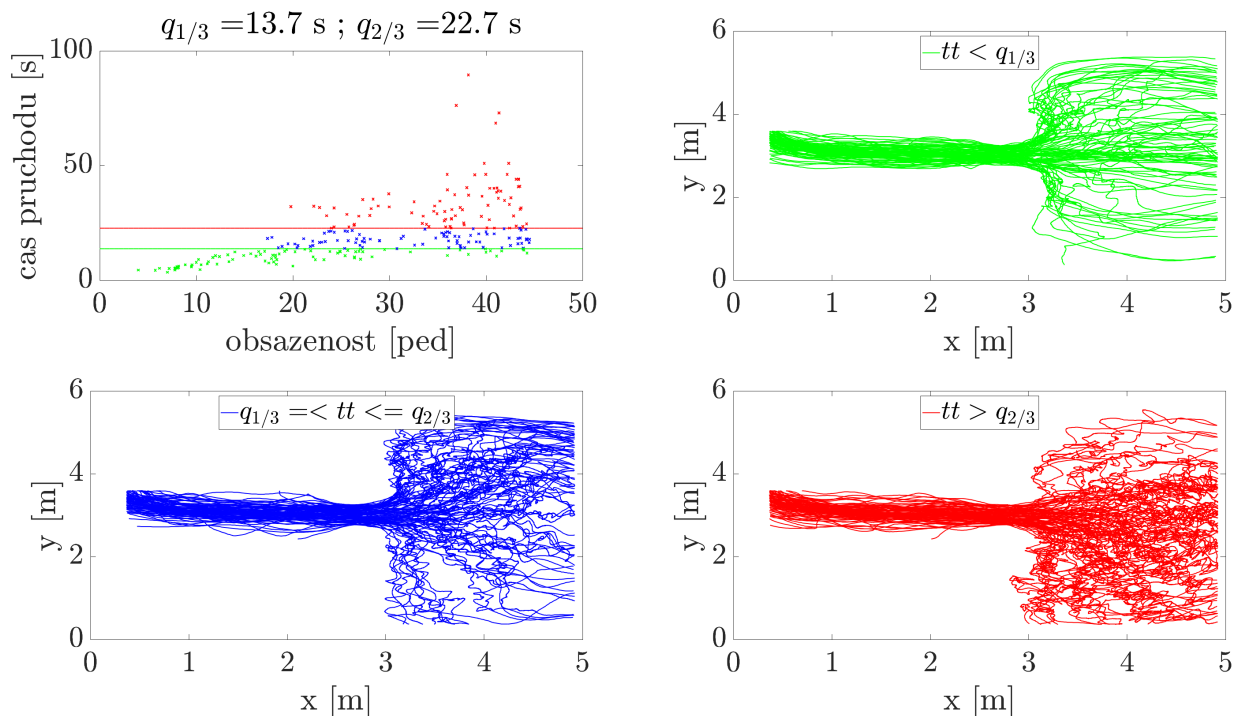
počtem lidí vcházejících do místnosti - počet lidí se v určitém okamžiku ustálil (viz). Tok je nižší než v ostatních

kolech z důvodu menšího počtu osob v místnosti. V kole 7 se tok od začátku pohybuje kolem jedné hodnoty - tok z místnosti se blíží kapacitě východu.

Analýza optimální strategie

Pro grafické zobrazení používáme trajektorie jednotlivců, které byly zaznamenány kamerou při sedmém kole experimentu. Ty jsme rozdělili dle času potřebného k průchodu celé místnosti do tří skupin dle třetinových kvantilů z důvodu stejného četnostního zastoupení ve všech skupinách. Všechny časy průchodů jsme vynesli do grafu v závislosti na obsazenosti.

V prvním grafu je většina trajektorií ze začátku evakuace, tj. před vytvořením davu, což je vidět na obrázku 4



Obrázek 4: časy průchodů v závislosti na obsazenosti (vlevo nahoře), trajektorie osob sedmého kola v místnosti rozdělené dle kvantilů (vpravo nahoře, dole vlevo i vpravo).

(vpravo nahoře). Při menší obsazenosti totiž osoba projde rychleji. Trajektorie, které prošly davem, se vyznačují klikatěním, tj. pohyb osoby a její hlavy stojící na místě, a jsou vidět na obrázku 4 (vlevo a vpravo dole). Na obrázku 4 (vlevo dole) je největší koncentrace po krajích davu a naopak na obrázku 4 (vpravo dole) jsou vedeny trajektorie hlavně středem. O osobách s trajektorií znázorněnou na obrázku 4 (vlevo dole) procházející středem můžeme říct, že jsou agresivnější a mají tendenci se protlačovat davem. Opakem jsou krajní trajektorie na obrázku 4 (vpravo dole).

5 Závěr

Nejrychleji se evakuují osoby bezprostředně po začátku evakuace. V tu chvíli se ještě nevytvořil dav a osoby mohou bez problému prostupovat. S rostoucím počtem lidí v místnosti záleží na individuální strategii jedince. Část lidí se snaží protlačit davem - tyto osoby se dostanou k východu rychleji bez ohledu na zvolenou trasu. Zároveň z analýzy vyplynulo, že cesta po kraji davu je optimálnější. Došli jsme k závěru, že cesta k nejrychlejší evakuaci je kombinace těchto tří aspektů.

Poděkování

Naše poděkování si hlavně zaslouží Ing. Jana Vacková za poskytnutou pomoc při vypracování tohoto projektu. Další poděkování patří FJFI ČVUT v Praze a celému týmu TV@J 2019 za poskytnutí zázemí a vynikající organizaci akce.

Reference

- [1] Bukáček, Marek; Hrabák, Pavel; Krbálek, Milan. Microscopic travel-time analysis of bottleneck experiments. *Transportmetrica A: transport science*, 14, 375–391, 2018.
- [2] Bukáček, Marek; Vacková, Jana. Evaluation of pedestrian density distribution with respect to the velocity response. *Traffic and Granular Flow'17*, Springer, 2019.
- [3] Schadschneider, Andreas; Chowdhury, Debashish; Nishinari, Katsuhiro. *Stochastic transport in complex systems: from molecules to vehicles*. Elsevier, 2010.