

## „Řízení davu“ jako výzva pro bezpečnostní komunitu

doc. Mgr. Oldřich KRULÍK, Ph.D.

Mezinárodní bezpečnostní institut, z. ú.

**Shrnutí:** „Řízení davu“ (crowd management), zejména během zátěžových situací, respektive během akcí za účasti velkého množství osob, pak představuje konjunkturální disciplínu, prolínající se s aktuálně probíhajícím projektem bezpečnostního výzkumu v České republice. Sledovány mohou být výslovné podмноžiny tématu, jakými jsou modelování a monitorování davu („počítání davu“ je věnován samostatný výstup). Zatím se tomuto tématu věnují jen malé výzkumné a praktické týmy, které podle názoru některých spíše jen jinak pojmenovávají nebo graficky či jinak inovativně podchycují již delší dobu zavedené procesy. Tento stav se ale může časem změnit – a ti, kteří se tématu věnovali v předstihu, tak získají výhodu. Text je koncipován jako metarecenze k tématu, využitelná jako rozcestník pro další zainteresované badatele.

**Klíčová slova:** Řízení davu, místa velké koncentrace osob, dav, bezpečnost.

**Summary:** "Crowd management", especially during stressful situations, i.e. during events with the participation of a large number of people („crowd“), then represents a conjunctural discipline, intertwined with the currently ongoing security research project in the Czech Republic. Explicit subsets of the topic can be pursued, such as crowd modeling and monitoring ("crowd counting" is a separate output). So far, only small research and practical teams are devoted to this topic, which, in the opinion of some, rather just give a different name or graphically or otherwise innovatively capture processes that have been in place for a long time. However, this situation may change over time - and those who studied the topic in advance will gain an advantage. The text is designed as a meta-review on the topic, usable as a guide for other interested researchers.

**Keywords:** Crowd control, places of high concentration of people, crowd, security.



## Obsah

Základní zjištění, manažerské shrnutí.....	3
Úvod – věda o davu jako předmět odborného diskursu a praxe.....	5
Studie č. 1: Úvod do problematiky a případové studie týkající se bezpečnosti davu .....	5
Studie č. 2: Hustota stojícího davu.....	30
Studie č. 3: „Bezpečnost v číslech“ .....	34
Studie č. 4: Aplikovaná věda o davu. ....	35
Studie č. 5: Vizualizace pro potřeby vyhodnocování bezpečnosti davu .....	35
Studie č. 6: Bezpečnost davů a analýza rizika ve vztahu k davům .....	39
Studie č. 7: Dynamika davu a management diváctva .....	41
Studie č. 8: Pohled architekta .....	46
Studie č. 9: Předpoklady, týkající se pěší evakuace .....	48
Studie č. 10: Řízení proudu osob pro zajištění bezpečnosti pouti do Mekky.....	50
Studie č. 11 „Zalidnění“ velkokapacitních virtuálních prostředí .....	54
Studie č. 12: Řízení virtuálního davu na základě sémanticky rozšířené navigace .....	58
Studie č. 13: Dynamika davových neštěstí.....	59
Studie č. 14: Simulace dynamických vlastností paniky během útěku .....	63
Studie č. 15: Samoorganizovaná dynamika davu chodců: Experimenty, simulace a řešení .....	63
Studie č. 16: Dynamika strachu na veřejných místech: případová studie městských nákupních center .....	65
Studie č. 17: Přístup k modelování a simulaci davu .....	66
Studie č. 18: Simulace davu a její aplikace: Nedávný vývoj .....	67
Studie č. 19: Experimentální výzkum chování chodců .....	69
Studie č. 20: Chování a pohyb davu: Empirické metody.....	70
Studie č. 21: Lidské chování v rámci dynamiky evakuovaného davu .....	71
Studie č. 22: Hodnocení obnovy měst v Nigérii, případová studie nákupní arény Oshodi, Lagos .....	73
Studie č. 23: Charakterizace korelací oscilací toků na úzkých místech .....	73
Studie č. 24: Nákupní čtvrti a centra, trhy, sousedství, veřejná prostranství a městské zahrady odrážející praxi „place managementu“ v Berlíně .....	74
Studie č. 25: Oživení prostor pod městskými dálnicemi a mosty: Empirická studie .....	74
Studie č. 26: Analýza rizik pro významné koncertní akce: Výhody prozíravosti.....	75
Studie č. 27: Nástroje pro rychlé hodnocení trhu .....	76
Studie č. 28: Místo jako zkušební hranice.....	76
Studie č. 29: Dynamika davu chodců ve sbíhajících se trasách: Kritická revize fenoménu „Rychlejší je pomalejší“ .....	76
Studie č. 30: Environmentální výzvy: Posouzení rizik a omezení katastrof.....	77
Studie č. 31: Nejmodernější modely simulace pohybu davu .....	77
Studie č. 32: Odhad hustoty davu pomocí bezdrátové sítě senzorů.....	79
Studie č. 33: Sledování davu .....	80
Studie č. 34: Crowdsourced dohled a síťová data.....	80
ANNEX: Inspirace ze Spojeného království .....	81
Zdroje informací .....	84

## Základní zjištění, managerské shrnutí

- Problematika řízení davu, ideálně za využití pokročilých technologií, představuje sama o sobě progresivní téma, ideální z hlediska propojení veřejné správy a soukromých společností.
- Jedná se i téma slibné pro využívání kamerových systémů, které mohou odbourat lidský faktor s ohledem na obě výše uvedené proměnné či dílčí agendy.

### Základní doporučení, s důrazem na nejvíce relevantní aktéry a stakeholdery.

- V první fázi je vhodné mapovat aktuální stav poznání, existující technická či akademická vyjádření k tématu (co je aktuálně již možné a aplikované/aplikovatelné, případně za splnění jakých podmínek).
- Samostatně je třeba téma mapovat s ohledem na probíhající bezpečnostní výzkum.

### Analýza silných a slabých míst, příležitostí a hrozeb.

<b>Silná místa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existuje široké spektrum existujících řešení nebo i ucelených sekundárních studií (podkladů), které je možné v této souvislosti využít – a nestavět případné aktivity „na zelené louce“. Řada z těchto studií představují jednak syntézu poznání, jednak upozorňují na nesamozřejmé postupy, které je v této souvislosti možné využít.</li> </ul>
<b>Slabá místa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V kontextu bezpečnostní komunity se jedná o relativně opomíjené téma, případně o téma, které je vnímáno jak jako „vyřešení“, tak jako „neřešitelné“, přičemž ani jedno není zřejmě pravdou...</li> </ul>
<b>Příležitosti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Téma je perspektivně slibné jednak jako výzva z hlediska bezpečnostního výzkumu, ale i co se týče integrovaných nabídek soukromých aktérů v oblasti vývoje, výzkumu, výroby, opravy a dalších činností ve vztahu k moderním technologiím. Představuje to rovněž příležitost pro řadu soukromých bezpečnostních služeb (kdy progresivnější společnosti mohou získat konkurenční výhodu).</li> </ul>
<b>Hrozby</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Související vývoj může být natolik překotný, že s ním navazující právní rámec nebo organizační - a zejména i technické aspekty nebudou schopny držet krok.</li> <li>• Téma zároveň vyvolá z objektivních či subjektivních důvodů plošný odpor části veřejnosti (včetně osob, které dávají přednost „alternativním pravdám“).</li> <li>• Samostatné téma představuje závislost na „čínských“ technologiích, aniž by se nutně muselo jednat k jejich ovládnutí na dálku, v případě zhoršení mezinárodně-bezpečnostní situace.</li> </ul>

**Analýza politických, hospodářských, sociálních, technologických, právních a environmentálních faktorů (dopadů) konkrétního vývoje.**

<b>Možné politické dopady</b>	Téma představuje do určité míry primární (odpovědnost politických aktérů za zajišťování bezpečnosti) i sekundární (spory ohledně velikosti určitého politického shromáždění) politikum.
<b>Možné hospodářské dopady</b>	Nezvládnutí davová akce s sebou obvykle nese nemalé sekundární dopady a náklady. Preventivní investice naopak mohou být hospodářsky daleko únosnější (pokud pro ně ovšem existuje politická vůle, při vědomí dalších konkurenčních nákladových priorit, viz výše).
<b>Možné sociální dopady</b>	Viz výše, nezvládnutí davových akcí může souviset s řadou společenských výzev. Jedná se paralelně o výzvu z hlediska a priori omezení práva shromažďovacího (například v kontextu karanténních opatření). A naopak – kvalitně zvládnuté řízení davu představuje příslib relativně spokojené veřejnosti, přinejmenším ve srovnání s eventualitami zákazů a omezení akcí tohoto charakteru.
<b>Možné technologické dopady</b>	Téma představuje významnou technologickou výzvu, kdy proti sobě staví tradiční a vynořující se možnosti technologické povahy (které nicméně nemusí být veškerou populací vítány, například z obav ohledně ochrany lidských práv).
<b>Možné dopady na právní rámec</b>	Případné právní aspekty tématu jsou zatím vnímány jako nespécifikované; jejich případná konkretizace by byla více než žádoucí. Práva o povinnosti souvisejících relevantních aktérů (ve vztahu k pořádání hromadných akcí – nejenom co se týče, například tématu prevence šíření vysoce nakažlivých nemocí) by bylo vhodné do budoucna více specifikovat.
<b>Možné dopady na životní prostředí</b>	Případné aspekty v této oblasti je možné vnímat jako spíše sekundární nebo ad hoc, podle povahy případné situace nebo konkrétního incidentu.

## Úvod – věda o davu jako předmět odborného diskursu a praxe

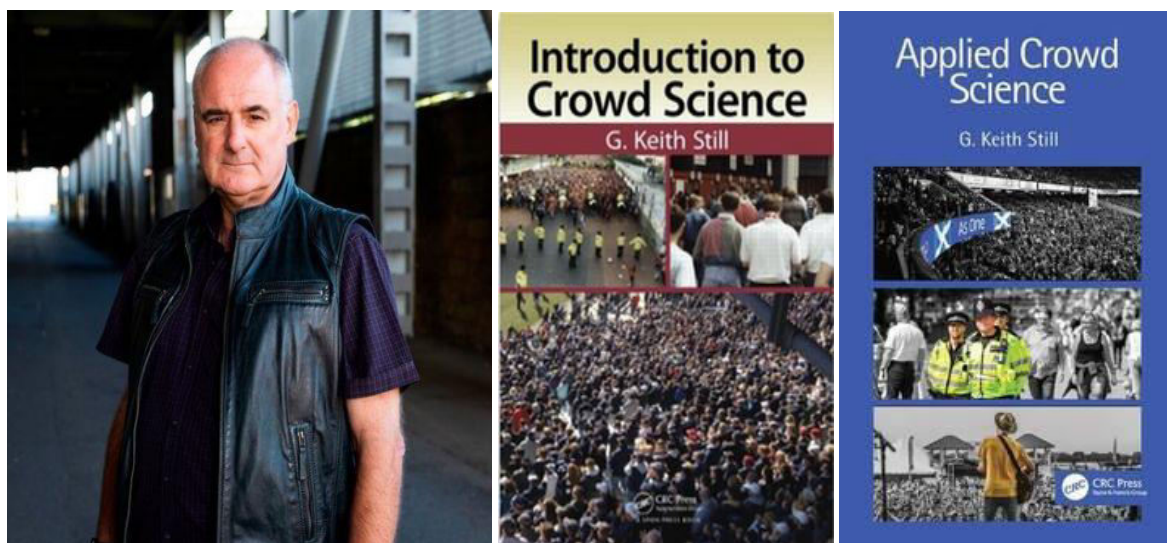
„Věda o davu“ (crowd science) je podle některých zainteresovaných autorů vznikající odbornou disciplínou, primárně motivovanou snahami o zajištění bezpečnosti davů v kriticky zatížených místech.<sup>1</sup> Ambicí příspěvku je zmapovat užívání souvisejících pojmů (zda a případně v jakém kontextu a jakými týmy autorů jsou aplikovány), stejně jako možné související případové studie či doporučení.

### Studie č. 1: Úvod do problematiky a případové studie týkající se bezpečnosti davu

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Keith STILL, profesor na Manchester Metropolitan University, vyvinul a zajišťuje magisterský program v oblasti bezpečnosti davu a analýzy rizik.<sup>2</sup> On a jeho tým představují průkopníky řešení tématu. V současnosti provozuje (provozují) poradenskou firmu na téma řízení davu. Jeho studie se zaměřují na využití plánovacích nástrojů pro místa veřejných shromáždění a akcí za účasti velkého množství osob. Se svým týmem konzultoval některé náročné projekty bezpečnosti davu ve světovém měřítku.

Jako příklad konkrétního výstupu může sloužit studie trojice autorů z Manchester Metropolitan University, do jejíž přípravy se vedle již zmíněného Keitha STILLA zapojili Marina PAPALEXI a David BAMFORD, a jejich kolega z Lancaster University, Yiyi FAN. Text představuje pojednání s cílem prozkoumat vývoj a aplikaci nástrojů pro řízení bezpečnosti davu – s důrazem na využití v praxi (optimalizace řízení davu a jeho potenciální propustnosti).<sup>3</sup>

**Ilustrace:** Keith STILL a titulní strany publikací, na kterých participoval.<sup>4</sup>



<sup>1</sup> CHAI, Yueting; Chunyan MIAO; Baowen SUN; Yongqing ZHENG and Quingzhong LI. Crowd Science and Engineering: Concept and Research Framework. International Journal of Crowd Science, 2017, No. 1, pp. 2-8.

<https://doi.org/10.1108/IJCS-01-2017-0004>; <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJCS-01-2017-0004/full/html>

<sup>2</sup> Crowd Risks Analysis Ltd. <https://crowdrisks.com/index.html>

<sup>3</sup> STILL, Keith, G.; Marina PAPALEXI; Yiyi FAN and David BAMFORD. Place Crowd Safety, Crowd Science? Case Studies and Application. Journal of Place Management and Development, April 2020. DOI: 10.1108/JPM-10-2019-0090.

<https://www.emerald.com/insight/1753-8335.htm>; <https://www.researchgate.net/publication/340713731>

<sup>4</sup> Professor Keith Still. University of Suffolk. <https://www.uos.ac.uk/people/professor-keith-still>

Introduction to Crowd Science. Routledge.

<https://www.routledge.com/Introduction-to-Crowd-Science/Still/p/book/9780367866709>

Applied Crowd Science. Routledge. <https://www.routledge.com/Applied-Crowd-Science/Still/p/book/9781138626560>

**Ilustrace:** Loga společností, spojených s osobou Keitha STILLA.<sup>5</sup>



**Ilustrace:** Vizuály, související s tvorbou týmu Keitha STILLA.<sup>6</sup>



**Indikativní anotace:** Jedná se o průnik několika studií, které jsou v poznámkách pod čarou **zvýrazněny**. Texty si kladou za cíl prozkoumat vývoj a aplikaci nástrojů pro řízení bezpečnosti davu na místě pro oblasti veřejného shromáždění a velkých akcí z pohledu odborníka. Model hodnocení rizik bezpečnosti davu je známý jako design, informace, řízení, vstup, oběh, výstup (DIM-ICE) a je implementován za účelem optimalizace bezpečnosti davu a potenciálně propustnosti. Tři kontrastní případové studie představují příklady některých z největších a nejnáročnějších světových projektů v oblasti bezpečnosti davu. Zjištění Příspěvek poskytuje určitý pohled na to, jak lze model DIM-ICE použít k podpoře strategického plánování při významných událostech, posouzení potenciálních rizik davu a k zamezení potenciálních problémů s bezpečností davu. Praktické důsledky Poskytuje další objasnění toho, co je efektivní praxe správy místa. Důkazy založené na případových studiích ukazují, že použití modelu DIM-ICE je užitečné pro rozpoznání potenciálních problémů s bezpečností davu na místě a identifikaci oblastí, které vyžadují zlepšení. Originalita/hodnota Věda o davu je nově se rozvíjející oblastí výzkumu, která je primárně motivována otázkami bezpečnosti davu na přeplněných místech; aplikace a hlášení modelu založeného na důkazech (tj. modelu DIM-ICE) k tomu přispívají. Text se zabývá výzkumnou mezerou související s implementací analytických nástrojů při charakterizaci dynamiky davu na místě. Zmíněn je rostoucí počet nehod a incidentů souvisejících s davem po celém světě. Tento text s využitím nástrojů, metod a praktických příkladů získaných z více než 20 let zkušeností poskytuje pochopení bezpečnosti davu. Stanovuje, jak může dojít k davovým nehodám a incidentům (zejména hromadným smrtelným úrazům v přeplněných prostorách). Autor zkoumá základní příčiny a implementuje techniky pro analýzu rizika davu a inženýrství bezpečnosti davu, které mohou pomoci minimalizovat a dokonce zcela eliminovat výskyt nežádoucích incidentů. Text nastiňuje jednoduchý modelovací přístup k analýze rizika davu a bezpečnosti davu na místech veřejného shromáždění. S ohledem na velké události a rozsáhlá městská prostředí se materiál zaměřuje na praktické prvky vývoje analýzy rizika davu a bezpečnostních aspektů plánu události.

<sup>5</sup> Crowd Risks Analysis Ltd. <https://crowdrisks.com/index.html>

Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis. <https://www.gkstill.com/Courses/index.html>

<sup>6</sup> Crowd Risks Analysis Ltd. <https://crowdrisks.com/index.html>

Nastiňuje řadu modelovacích technik, včetně liniových diagramů, které reprezentují tok davu, výpočty rychlosti, jakou se prostor může zaplnit, a doby, kterou tento prostor potřebuje k dosažení kritické a rozdrčené hustoty. Také určuje, co je třeba vzít v úvahu během fáze plánování a schvalování (licence/povolování) procesu události. Kniha se zabývá klíčovými otázkami a představuje systematický přístup k řízení davových rizik na složitých prostorech. Text poskytuje pochopení složitosti jevu, což pomůže naplánovat davy lidí na veřejných místech. Součástí pojednání jsou případové studie, představující některé, ve světovém měřítku náročné projekty, týkající se snah o zajištění bezpečnosti davů.

Existují konkrétní problémy spojené s konvenčními dokumenty o posouzení výzev ohledně bezpečnosti davu.<sup>7</sup> Studie z tohoto důvodu zkoumá výběr dostupné literatury k tématu. Autoři konstatují, že identifikované dokumenty dle jejich názoru směřují paušálně k nadhodnocování rizika. Příslušná dokumentace často vzniká přístupem "COPY+PASTE", bez toho, aby byly využity relevantní terénní či jinak získané informace, potřebné k řešení příslušných otázek v terénu.

Selhání může zapříčinit jak design místa, tak řízení (správa) akce nebo místa. Autoři jsou toho názoru, že chování davu není vždy primární příčinou nehod a incidentů. Po velkých incidentech, kdy se analyzují fakta, je dav sám o sobě jen zřídka příčinou neštěstí. Daleko častějším společným jmenovatelem je nevhodné využití prostoru. Je proto třeba neustále dbát na aspekty prostředí, které povedou k zajištění toho, aby byl konkrétní prostor vhodný pro určitý účel.<sup>8</sup>

Autoři přitom zároveň navazují na koncepci, kterou Keith STILL etabloval již v minulosti, a to konkrétně **Model hodnocení rizik bezpečnosti davu**, v originále Design, Information, Managements, Ingress, Circulation, Egress (DIM-ICE, v dalším textu pak používaný obvykle ve zkrácené formě jako „Model“).

Dokument poskytuje vhled do toho, jak lze Model použít k podpoře plánování ve vztahu k akcím za účasti velkého množství osob, včetně zabránění potenciálním souvisejícím problémům s bezpečností.<sup>9</sup>

Model zohledňuje tři základní kategorie možného systémového selhání, použitelné pro všechny incidenty související s davem, a to:<sup>10</sup>

- 1) návrh (design);
- 2) informace (information);
- 3) řízení (management).

---

<sup>7</sup> STILL, Keith, G. Introduction to Crowd Science. London: CRC Press, 2014. ISBN 978-0367866709.

STILL, Keith, G. Visualising risk Assessment for Crowd Safety. Journal of the International Centre for Sports Security, 2014, No. 1, p. 93. [http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol\\_2\\_n0\\_1/ICSS\\_Vol2.1.pdf](http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol_2_n0_1/ICSS_Vol2.1.pdf)

<sup>8</sup> KALANDIDES, Ares; Steve MILLINGTON; Cathy PARKER and Simon QUIN. Shopping Districts and Centres, Markets, Neighbourhoods, Public Squares, and Urban Gardens Reflecting upon Place Management Practice in Berlin. Journal of Place Management and Development, 2016, No. 3, pp. 351-359. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPM-D-09-2016-0059/full/html>

PARKER, Cathy. Place: The Trial Frontier. Journal of Place Management and Development, 2008, No. 1, pp. 5-14. [https://www.researchgate.net/publication/242337957\\_Extended\\_editorial\\_Place\\_-\\_the\\_trinal\\_frontier](https://www.researchgate.net/publication/242337957_Extended_editorial_Place_-_the_trinal_frontier)

<sup>9</sup> Safe Events. Twitter. <https://twitter.com/safeeventsie/status/894242958681231360>

<sup>10</sup> STILL, Keith, G. Safety in Numbers, iSquared, 2009, Summer, pp. 23-26; Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis. [https://www.gkstill.com/Support/Links/Documents/2009\\_still.pdf](https://www.gkstill.com/Support/Links/Documents/2009_still.pdf)

Model dále posuzuje tyto kategorie vůči třem identifikovaným fázím pohybu davu v prostředí s vysokou hustotou, konkrétně:

- 1) příchod (příjezd, ingress);
- 2) oběh (pohyb v rámci místa konání, circulation);
- 3) výstup (odjezd, egress).

Model následně kombinuje tyto prvky do maticového rámce – pro případ standardní situace a situace nestandardní („krizové“). Výsledkem je tedy celkem 18 polí.

Pro upřesnění a lepší komunikaci je doporučeno použít barevné kódování podle tří identifikovaných skupin, a to:

- Aspekty dobře organizované (zelená).
- Aspekty, které vyžadují zlepšení nebo sledování během události (jantarová).
- Aspekty, které je třeba zlepšit (červená).

Model je zpočátku vždy koncipován jako prázdná šablona. Promyšlení obsahu v každém rámečku podporuje jak analýzu rizik, tak pochopení příčin nehod a incidentů. Uživatel musí do každého z polí vložit odpovídající popis situace a barevný kód. Mezera v matici znamená mezeru ve znalostech – kterou je třeba vyplnit.

K Modelu samému pak autoři vztahují celou řadu charakteristik, ze kterých je možné vybírat:

- Model lze použít k identifikaci komplexních problémů spojených s bezpečností davu tím, že se vezme v úvahu hustota, chování a dynamika davů.
- Model slouží k porovnání provozních situací během takzvaných „normálních“ a poté „nouzových“ podmínek pro každou fázi a aspekt řízení, aby bylo možné plně pochopit dynamiku davu na akci.
- Model byl vyvinut na základě analýzy minulých katastrof a jejich základních příčin.
- Model přitahuje pozornost uživatele k promyšlení události v čase a prostoru.
- Model funguje jako prediktor davové aktivity a chování – jako návod „jak utvářet chování davů“.
- Model v nouzové situaci pomáhá uvědomit si řadu potenciálních problémů, souvisejících s bezpečností davu (davů), které musí organizátoři řešit, aby účastníkům nabídli bezpečné prostředí a úspěšnou akci, která pro ně bude znamenat pozitivní zkušenosti.<sup>11</sup>
- Model identifikuje zásady, které je třeba dodržet, s cílem předejít budoucím incidentům.
- Model vykazuje potenciál poskytnout na důkazech podloženou komplexní analýzu před událostí, během události a po události.<sup>12</sup>
- Model pomáhá porozumět trasám davů a upozorňuje na oblasti a časy s vysokým rizikem, což organizátorům umožňuje se s těmito výzvami (ideálně v předstihu) vypořádat.
- Model pomáhá vytvořit systém pro optimalizaci pohybu davu pomocí síťové analýzy.<sup>13</sup>
- Model pomáhá uživatelům zvážit fáze a vlivy davového chování.

<sup>11</sup> AL-ZAYDI, Zeyad, Q.; David Lorater NDZI; Yanyan YANG and Munirah L. KAMARUDIN. An Adaptive People Counting System with Dynamic Features Selection and Occlusion Handling. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 2016, pp. 218-225. <https://researchportal.port.ac.uk/en/publications/an-adaptive-people-counting-system-with-dynamic-features-selection>

<sup>12</sup> UPTON, Mick. Risk Analysis for Major Concert Events: The Benefits of Hindsight. Cabinet Office Seminar on Safety at Mass Crowd Events, 2004.

<http://patronmanagement.org/wp-content/uploads/2011/02/risk-assessment-research-England.pdf>

<sup>13</sup> STILL, Keith, G. Crowd Science and Crowd Counting. *Impact*, 2019, No. 1, pp. 19-23.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2058802X.2019.1594138>



**Tabulka:** Model hodnocení rizik bezpečnosti davu – „návod“ pro vyplnění.

Běžná situace			
	Vstup	Oběh	Výstup
Design	Prvky, které ovlivňují vstup na akci: zábrany, lokální geometrie, šířka tras, cesty a schodiště, vstupy, turnikety atd.	Prvky, které ovlivňují pohyby během akce (mid-event), jakými jsou šířky tras, schodiště, uspořádání zařízení, stánky s občerstvením atd.	Prvky, které ovlivňují odchod z akce: kapacita výstupů, složitost a geometrie tras, schodiště, chodby, dveře, brány atd.
Informace	Před akcí může chování davu ovlivnit mnoho aspektů (upozornění, mediální pokrytí, vstupenky a plakáty, místní znalost, předchozí akce, předpovědi počasí). Tyto aspekty je třeba posoudit a reagovat na ně modifikací informačních a navigačních systémů.	Uprostřed akce může nastat situace, generující mnoho protichůdných informací. To představuje zátěž pro bezpečnostní personál (dožadování se informací). Posuďte, jak může zátěžová situace dav ovlivnit a jak jej nejlépe informovat o doporučeném postupu.	Značení tras pro případ standardní situace ovlivňuje nejen směr, ale i rozložení davu. Zajistěte, aby byly všechny cesty zřetelně a viditelně označeny.
Řízení	Bezpečnostní personál nejen odvádí dav do nevhodnějších oblastí, ale také ovlivňuje chování davu (omezení chuligánství zvýšením viditelnosti bezpečnostních opatření – to je také svého druhu informace). Fronty mohou být aktivně řízeny a rovnoměrněji rozmístěny, pokud to přibližovací trasy umožní.	Během akce mohou stevardi aktivně řídit přesun davu.	Odcházející davy mohou být aktivně řízeny ve směru na konkrétní dílčí parkoviště, narozdíl od modelu, kdy všichni odjíždějí najednou.

Zátěžová, mimořádná či krizová situace			
	Vstup	Oběh	Výstup
Design	Jak se systém vypořádá se zátěžovou situací? Jedná se o zvažování širokého spektra strategií, včetně posouzení, jak dav od zátěžové situace odklonit.	Jak rychle lze příslušné místo evakuovat? Jsou zde dostatečné kapacitní únikové cesty?	Jak se únikový systém vypořádá se zátěžovými situacemi? Vyloučit nelze invakaci, respektive přístup „zůstaňte na místě“. Jak lze davu zabránit v opuštění prostor?
Informace	Jak budou davy během vstupu informovány o mimořádné události? Jaký typ informací, v jaké formě a s jakým obsahem je požadován?	Jak budou davy informovány o mimořádné události? Jaký typ informací, v jaké formě a s jakým obsahem je požadován? Aby dav konal, co je potřeba – pro to nestačí jen zanechání oznámení.	Jak by byly davy během výstupu informovány o mimořádné události? Jaký typ informací, v jaké formě a s jakým obsahem je požadován?
Řízení	Během vstupu se může pokusit do areálu vstoupit více osob, než je fyzicky možné (například akce „zdarma“). Davy potřebují aktivní správu, aby se zabránilo přeplnění prostoru a dalším negativním dopadům.	Během akce může nastat potřeba dav řídit (směřovat) pryč od nebezpečí.	Může být nutné, aby byl dav po vyklizení prostoru (řekněme na záchytné ploše) i několik hodin udržován v bezpečí, dokud hrozba/nebezpečí nepomine. Bude proto třeba dav průběžně informovat o vývoji situace.

Ilustrace: Příklad vyplněné šablony Modelu.<sup>14</sup>

Normal	Ingress	Circulation	Egress
<b>Design</b>	Suitable width provided for ingress. Pinch point on Main Street provides potential for elevated levels of risk.	Layout designed, identifying potential hazards. Correct space for circulation at 6000 capacity. Good sightlines within most of the venue.	Main Street pinch point a high density area. Other areas have suitable exit width. Clear sightlines to plan routes. Good access to transport links.
<b>Information</b>	Pre event information, signage and staff in position, providing stage times and site access information.	Good signage, PA announcements and staff easily identifiable and accessible.	Transport routes could be better identified. PA announcements have limited range. Staff are easily identifiable and accessible.
<b>Management</b>	FREE event with varied acts allows for staggered arrival profiles. Crowd management team available in appropriate numbers to work with arriving crowds.	Good communication systems in place. Clear roles defined for crowd management and Policing roles. Specialist teams in place (e.g. Pit Team)	Management of Main street area hard to enforce due to pinch point. Good management of crowds to transport links. Response teams available to provide extra assistance where needed.

Emergency	Ingress	Circulation	Egress
<b>Design</b>	Pinch point on Main Street. All other gates easily accessible. Space to queue or contain crowds	Layout designed, identifying potential hazards. Space for circulation at 6000 capacity. Space to redirect crowds to specific areas and gates	Main Street pinch point a high density area. Other areas have suitable exit width.
<b>Information</b>	Pre event information, signage and staff in position. PA available within event site. No way to distribute emergency information to crowd members before they arrive at the site.	Good signage, PA announcements and staff easily identifiable and accessible. No use of code words.	Emergency exit routes clearly visible but without specific emergency exits signs. Staff to relay information updates. Limited range of PA system and limited number of loud hailer.
<b>Management</b>	Staffing level and the ability to redirect crowds away from the venue are limited.	Good communication systems in place. Clear roles defined for crowd management and Policing roles. Lack of clarity on show stop procedure.	Management of Main Street area hard to enforce due to pinch point. Hard to change crowd flow due to external influences. Response teams available to provide extra assistance where needed.

<sup>14</sup> Safe Events. Twitter. <https://twitter.com/safeeventsie/status/894242958681231360>

### Proč je téma důležité? Jaké mohou být příčiny nežádoucího vývoje?

Podle autorů nárůst městské populace a větší frekvence a rostoucí objem počtu účastníků masových akce zvyšuje zájem výzkumníků a institucí o problémy dynamiky chodců (jednotlivců) a davů (skupin). Autoři jsou zároveň tohoto názoru, že počet a závažnost smrtelných davových katastrof při veřejných akcích s vysokou hustotou výrazně narůstá.<sup>15</sup>

Ačkoli je téma bezpečnosti osob v rámci míst velké koncentrace osob stále více vnímáno jako rychle rostoucí potenciální výzkumná oblast, dosud byly dle autorů tohoto pojednání prováděny toliko omezené empirické výzkumy chování, dynamiky a pohybu jednotlivých chodců a davu.<sup>16</sup> Z toho důvodu jsou nutné pokroky v oblasti identifikace a pochopení mechanismů, které mohou vést k davovým incidentům. Tyto výsledky jsou zásadní pro zajištění bezpečnosti v přeplněných prostředích.

Správa přeplněných míst je náročná a může vést k závažným selháním, o čemž svědčí příklady z různých dob a míst:<sup>17</sup>

- V roce 1902 zahynulo 25 osob a 517 dalších bylo zraněno, když se stadion West Stand v Glasgow zhroutil během mezinárodního fotbalového zápasu.
- Během pouti do Mekky dne 24. září 2015 zahynulo více než 700 osob a více než 850 dalších bylo zraněno.
- V roce 2019 zahynulo 16 osob a 101 dalších bylo zraněno v davu před stadionem v Antananarivu na Madagaskaru.
- Dne 6. prosince 2019 se konaly globální klimatické stávky ve 2 300 městech (153 zemích), přičemž při některých akcích došlo k násilnostem.

---

<sup>15</sup> **Poznámka:** S oběma konstatováními je zřejmě třeba zacházet opatrně, protože se může jednat o určitou zkratku, kdy tyto fenomény v historii lidstva v různých regionech oscilovaly. Toto konstatování tedy postrádá oporu v jednoznačných datech – z hlediska projektu je to ovšem nepodstatný aspekt. Ambicí projektu je řešit davové chování, bez ohledu na to, zda se situace „zhoršuje“ nebo se její vývoj nedá takto zjednodušeně hodnotit.

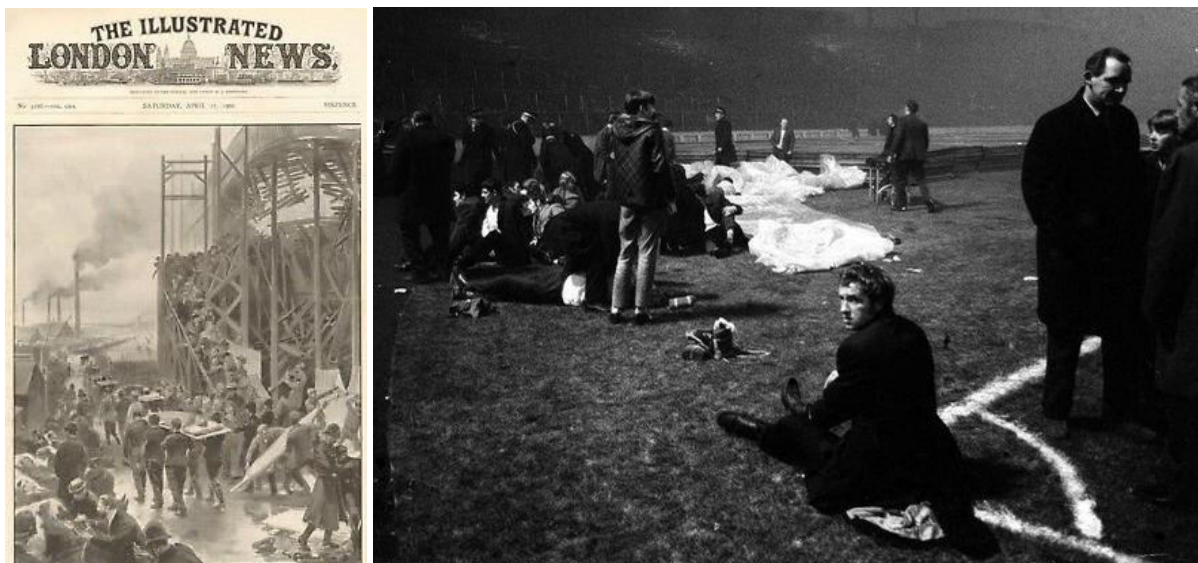
HAASE, Knut; Mathias KASPER; Matthes KOCH and Sven MÜLLER. A Pilgrim Scheduling Approach to Increase Safety During the Hajj. *Operations Research*, 2019, No. 2, pp. 376-406. <https://www.bwl.uni-hamburg.de/lvp/forschung/praemierungen/a-pilgrim-scheduling-approach-to-increase-safety-during-the-hajj.pdf>

<sup>16</sup> HELBING, Dirk; Anders JOHANSSON and Habib Zein AL-ABIDEEN. Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study. *Physical Review E*, 2007, No. 4.

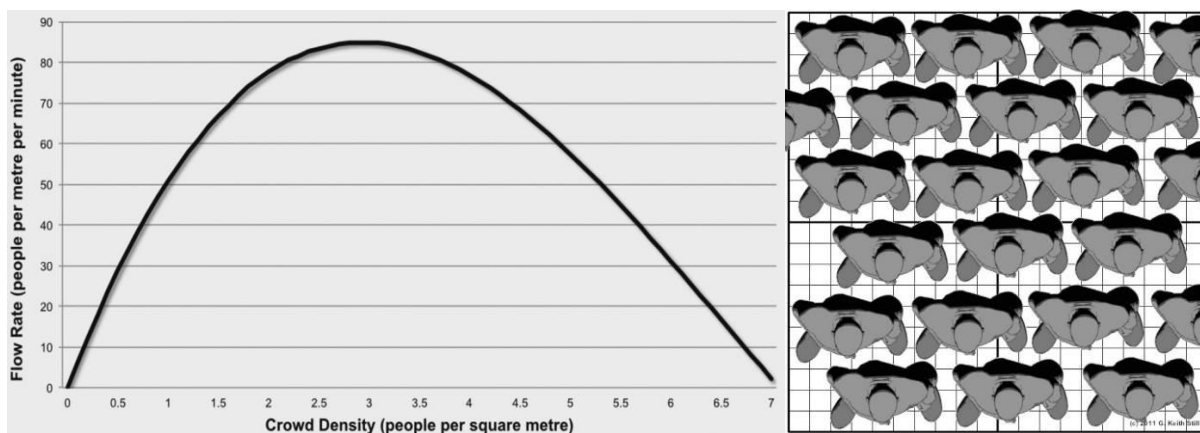
[https://www.researchgate.net/publication/6331112\\_Dynamics\\_of\\_crowd\\_disasters\\_An\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/6331112_Dynamics_of_crowd_disasters_An_empirical_study)  
HAGHANI, Milad and Majid SARVI. Crowd Behaviour and Motion: Empirical Methods. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2018, pp. 253-294. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191261517303788>  
SHAHHOSEINI, Zahra; Majid SARVI and Meead SABERI. Pedestrian Crowd Dynamics in Merging Sections: Revisiting the “Faster-is-Slower” Phenomenon. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2018, pp. 101-111. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378437117308956>

<sup>17</sup> STILL, Keith, G. *Crowd Science and Crowd Counting*. *Impact*, 2019, No. 1, pp. 19-23. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2058802X.2019.1594138>

**Ilustrace:** V roce 1902 se ve West Stand v Ibrox Parku, Glasgow, Skotsko, Spojené království, zhroutil část stadionu během mezinárodního fotbalového zápasu.<sup>18</sup> Na stejném místě se odehrálo neštěstí také roku 1971, kdy zahynulo dokonce 66 fanoušků.<sup>19</sup>



**Ilustrace:** Hustota davu versus možnost jeho pohybu (flow rate) optikou týmu Keitha STILLA.<sup>20</sup> Rozptýlený, a naopak velmi zahuštěný dav se pohybuje obvykle značně zvolna, kdežto „středně zahuštěný dav“ vykazuje největší potenciál pro incidenty, plynoucí z pohybu – počet 5 osob na m<sup>2</sup> se jeví být vhodným limitem pro stojící divácký dav.



<sup>18</sup> STILL, Keith, G. Crowd Science and Crowd Counting. Impact, 2019, No. 1, pp. 19-23.

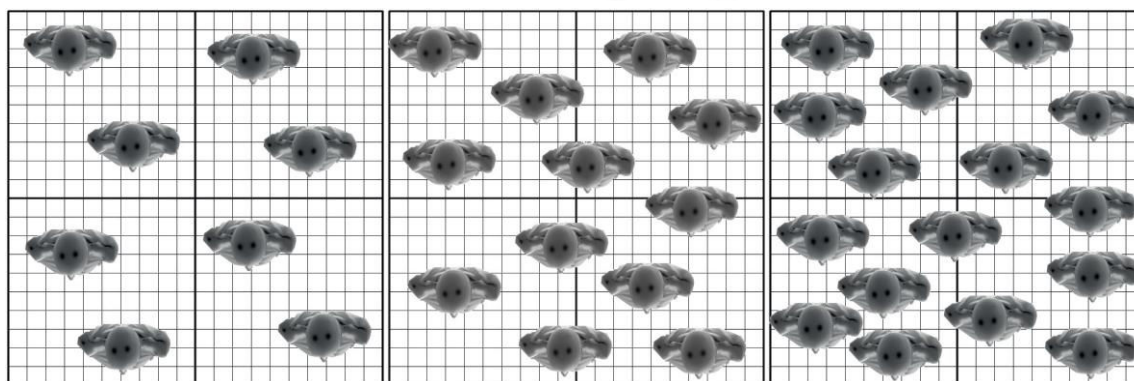
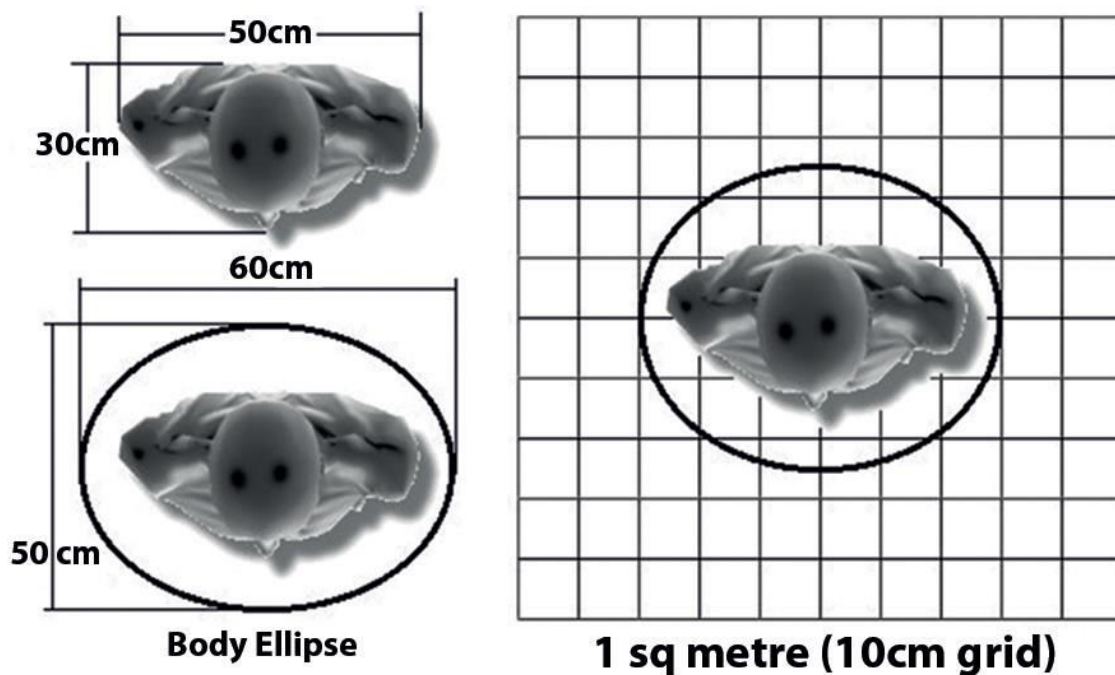
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2058802X.2019.1594138>

<sup>19</sup> DALGETTY, Lee. Remembering the 1971 Ibrox Stadium Disaster that Claimed the Lives of 66 Football Fans. Glasgow Live, 2. I. 2022. <https://www.glasgowlive.co.uk/news/history/remembering-1971-ibrox-stadium-disaster-22613031>

<sup>20</sup> STILL, Keith, G. Standing Crowd Density. Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis, 2011.

<https://www.gkstill.com/Support/crowd-density/CrowdDensity-1.html>

Ilustrace: Alternativní pohled na obdobné téma.<sup>21</sup>



<sup>21</sup> STILL, Keith, G. Safety in Numbers, iSquared, 2009, Summer, pp. 23-26; Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis. [https://www.gkstill.com/Support/Links/Documents/2009\\_still.pdf](https://www.gkstill.com/Support/Links/Documents/2009_still.pdf)

### Jaká může být dynamika davu a jakou roli v tématu bezpečnosti sehrává?

Dav může být definován jako velká skupina jednotlivců (více než 100 osob,  $N=100P+$ ) v rámci stejného prostoru, jejichž pohyby zároveň pokračují po delší dobu (více než 30, 32 minut,  $t=1960s+$ ), v závislosti na převážně lokálních interakcích (alespoň 1 osoba na  $m^2$ ;  $k=1P/m^{2+}$ ). Rychlost pohybu davu se měří na metr za minutu. Riziko se zvyšuje s hustotou a rychlostí pohybu a přechází do vysokého rizika, když hustota překročí určitý bod, například osoba/ $m^2$ .<sup>22</sup>

Z definice je patrné, že údaje  $N$  (počet jedinců),  $k$  (hustota osob na ploše) a  $t$  (čas, rychlost pohybu osob) jsou klíčovými prvky chování (pohybu/dynamiky) davu.<sup>23</sup> Dav není sbírkou několika jednotlivců, ale daleko spíše může vykazovat vysoce komplexní dynamiku. Záleží nezřídka i na dalších psychologických a sociálních faktorech. Tato dynamika může vykazovat řadu více či méně očekávaných, nebo naopak neočekávaných důsledků, jako třeba:<sup>24</sup>

- Strukturování davu do podoby „jízdního“ pruhu.
- Zahuštění davu v úzkých místech, zejména na vstupu a výstupu do určitého dílčího areálu.
- Snaha mnoha osob o přesun do rychlejší části davu tuto část naopak zpomalí.

Častou příčinou davových katastrof je přeplněnost (overcrowding) určitého zařízení nebo plochy.<sup>25</sup> Pokud přetížení dosáhne kritické úrovně, pohyb davu přejde do vzorce stop-and-go a nakonec způsobí turbulence (náhodné, nezamýšlené přesuny skupin ve všech možných směrech).<sup>26</sup>

„Motivovaný dav“ (směřující na akci) není přitom rovněž totéž jako „unavený dav“ opouštějící místo konání sportovní nebo kulturní akce, či „nejistý dav“ během bezpečnostního incidentu.

<sup>22</sup> STILL, Keith, G. Standing Crowd Density. Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis, 2011.

<https://www.gkstill.com/Support/crowd-density/CrowdDensity-1.html>

DAAMEN, Winnie and Serge HOOGENDOORN. Experimental Research of Pedestrian Walking Behavior. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2003, No. 1, pp. 20-30.

[https://www.researchgate.net/publication/224010813\\_Experimental\\_Research\\_of\\_Pedestrian\\_Walking\\_Behavior](https://www.researchgate.net/publication/224010813_Experimental_Research_of_Pedestrian_Walking_Behavior)

<sup>23</sup> DUIVES, Dorine, C.; Winnie DAAMEN and Serge, P. HOOGENDOORN. State-of-the-Art Crowd Motion Simulation Models. Transportation Research; Part C: Emerging Technologies, 2013, p. 194.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968090X13000351>

<sup>24</sup> HELBING, Dirk; Luboš BUZNA; Anders JOHANSSON and Torsten WERNER. Self-Organized Pedestrian Crowd Dynamics: Experiments, Simulations, and Design Solutions. Transportation Science, 2005, No. 1, pp. 1-24.

[https://www.researchgate.net/publication/220413168\\_Self-](https://www.researchgate.net/publication/220413168_Self-Organized_Pedestrian_Crowd_Dynamics_Experiments_Simulations_and_Design_Solutions)

[Organized\\_Pedestrian\\_Crowd\\_Dynamics\\_Experiments\\_Simulations\\_and\\_Design\\_Solutions](https://www.researchgate.net/publication/220413168_Self-Organized_Pedestrian_Crowd_Dynamics_Experiments_Simulations_and_Design_Solutions)

HELBING, Dirk; Illés FARKAS and Tamás VICSEK. Simulating Dynamical Features of Escape Panic. Nature, 2000, No. 6803, pp. 487. <https://www.nature.com/articles/35035023>

KRETZ, Tobias; Marko WÖLKI and Michael SCHRECKENBERG. Characterizing Correlations of Flow Oscillations at Bottlenecks. Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2006 No. 2.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-5468/2006/02/p02005>; [https://www.researchgate.net/](https://www.researchgate.net/publication/1849230_characterizing_correlations_of_flow_oscillations_at_bottlenecks)

[publication/1849230\\_characterizing\\_correlations\\_of\\_flow\\_oscillations\\_at\\_bottlenecks](https://www.researchgate.net/publication/1849230_characterizing_correlations_of_flow_oscillations_at_bottlenecks)

GEORGOUDAS, Ioakeim; Georgios SIRAKOULIS and Ioannis ANDREADIS. An Anticipative Crowd Management System Preventing Clogging in Exits during Pedestrian Evacuation Processes. Institute of Electrical and Electronics Engineers Systems Journal, 2010, No. 1, pp. 129-141. [https://www.researchgate.net/publication/224203208\\_An\\_Anticipative\\_Crowd](https://www.researchgate.net/publication/224203208_An_Anticipative_Crowd_Management_System_Preventing_Clogging_in_Exits_During_Pedestrian_Evacuation_Processes)

[\\_Management\\_System\\_Preventing\\_Clogging\\_in\\_Exits\\_During\\_Pedestrian\\_Evacuation\\_Processes](https://www.researchgate.net/publication/224203208_An_Anticipative_Crowd_Management_System_Preventing_Clogging_in_Exits_During_Pedestrian_Evacuation_Processes)

SHAHHOSEINI, Zahra; Majid SARVI and Meead SABERI. Pedestrian Crowd Dynamics in Merging Sections: Revisiting the “Faster-is-Slower” Phenomenon. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 2018,

pp. 101-111. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378437117308956>

<sup>25</sup> HAASE, Knut; Mathias KASPER; Matthes KOCH and Sven MÜLLER. A Pilgrim Scheduling Approach to Increase Safety During the Hajj. Operations Research, 2019, No. 2, pp. 376-406. [https://www.bwl.uni-](https://www.bwl.uni-hamburg.de/lvp/forschung/praemierungen/a-pilgrim-scheduling-approach-to-increase-safety-during-the-hajj.pdf)

[hamburg.de/lvp/forschung/praemierungen/a-pilgrim-scheduling-approach-to-increase-safety-during-the-hajj.pdf](https://www.bwl.uni-hamburg.de/lvp/forschung/praemierungen/a-pilgrim-scheduling-approach-to-increase-safety-during-the-hajj.pdf)

<sup>26</sup> HELBING, Dirk; Anders JOHANSSON and Habib Zein Al-ABIDEEN. Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study. Physical Review E, 2007, No. 4.

[https://www.researchgate.net/publication/6331112\\_Dynamics\\_of\\_crowd\\_disasters\\_An\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/6331112_Dynamics_of_crowd_disasters_An_empirical_study)

Autorský kolektiv analyzoval celkem 68 prostředí, rovnající se celkovému ročnímu dopadu na více než 1,6 miliardy jednotlivců, kteří se ve sledovaných místech nebo na sledovaných akcích vyskytovali (roky 1999 až 2019).

### Existuje věda o davu?

Téma je autory vnímáno jako vznikající oblast výzkumu, motivovaná problémy bezpečnosti davu ve stále přetíženějších prostředích.<sup>27</sup> Tento obor se týká studia vlivu hustoty, dynamiky a chování davu. Koncept vychází z prací, které lze označit za studie o tom, jak se davy tvoří a pohybují.<sup>28</sup>

Ve vztahu k davové vědě byla dle autorů v existující literatuře diskutována zejména následující trojice aspektů, které budou podrobněji diskutovány níže:

- modelování davu;
- počítání davu;
- monitorování a řízení davu (včetně analýzy rizik ve vztahu k davu).

### Modelování davu

**Modelování davu** je založeno na simulaci davových scénářů za různých okolností a tvorbou robustních prezentací pro pochopení scény. Je to nezbytný aspekt, sloužící k efektivnímu monitorování a řízení davů.<sup>29</sup>

Existuje řada technik a virtuálních nástrojů, sloužící modelování, zkoumající chování davu za různých okolností.<sup>30</sup>

<sup>27</sup> CHAI, Yueting; Chunyan MIAO; Baowen SUN; Yongqing ZHENG and Qingzhong LI. Crowd Science and Engineering: Concept and Research Framework. International Journal of Crowd Science, 2017, No. 1, pp. 2-8. <https://doi.org/10.1108/IJCS-01-2017-0004>; <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJCS-01-2017-0004/full/html>

STILL, Keith, G. Introduction to Crowd Science. London: CRC Press, 2014. ISBN 978-0367866709.

STILL, Keith, G. Visualising risk Assessment for Crowd Safety. Journal of the International Centre for Sports Security, 2014, No. 1, p. 93. [http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol\\_2\\_n0\\_1/ICSS\\_Vol2.1.pdf](http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol_2_n0_1/ICSS_Vol2.1.pdf)

<sup>28</sup> STILL, Keith, G. Introduction to Crowd Science. London: CRC Press, 2014. ISBN 978-0367866709.

STILL, Keith, G. Visualising risk Assessment for Crowd Safety. Journal of the International Centre for Sports Security, 2014, No. 1, p. 93. [http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol\\_2\\_n0\\_1/ICSS\\_Vol2.1.pdf](http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol_2_n0_1/ICSS_Vol2.1.pdf)

<sup>29</sup> XU, Ming-Liang; Hao JIANG; Xiaogang JIN and Zhigang DENG. Crowd Simulation and Its Applications: Recent Advances. Journal of Computer Science and Technology, 2014, No. 5, pp. 799-811. [https://www.researchgate.net/publication/287729088\\_Crowd\\_Simulation\\_and\\_Its\\_Applications\\_Recent\\_Advances](https://www.researchgate.net/publication/287729088_Crowd_Simulation_and_Its_Applications_Recent_Advances)

BELLOMO, Nicola; Livio GIBELLI et al. Human Behaviours in Evacuation Crowd Dynamics: From Modelling to "Big Data" Toward Crisis Management. Physics of Life Reviews, 2016, pp. 1-21. DOI:10.1016/j.plrev.2016.05.014. [https://www.researchgate.net/publication/303635755\\_Human\\_behaviours\\_in\\_evacuation\\_crowd\\_dynamics\\_From\\_modelling\\_to\\_big\\_data\\_toward\\_crisis\\_management](https://www.researchgate.net/publication/303635755_Human_behaviours_in_evacuation_crowd_dynamics_From_modelling_to_big_data_toward_crisis_management)

<https://www.semanticscholar.org/paper/Human-behaviours-in-evacuation-crowd-dynamics%3A-From-Bellomo-Clarke/0dfbd4e53b90a3969e56119333521af5bfad0cb6>

<sup>30</sup> BANDINI, Stefania; Mizar Luca FEDERICI and Giuseppe VIZZARI. Situated Cellular Agents Approach to Crowd Modeling and Simulation. Cybernetics and Systems, 2007, No. 7, pp. 729-753. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01969720701534141>

YERSIN, Barbara; Jonathan MAÏM; Pablo de Heras CIECHOMSKI; Sébastien SCHERTENLEIB and Daniel THALMANN. Steering a Virtual Crowd Based on a Semantically Augmented Navigation Graphed", Proceedings of the First International Workshop on Crowd Simulation (V-CROWDS 2005), Lausanne: Ecole Polytechnique Fed' erale de Lausanne, 2005, pp. 169-178. [https://www.researchgate.net/publication/37449984\\_steering\\_a\\_virtual\\_crowd\\_based\\_on\\_a\\_semantically\\_augmented\\_navigation\\_graph](https://www.researchgate.net/publication/37449984_steering_a_virtual_crowd_based_on_a_semantically_augmented_navigation_graph); <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.88.1746&rep=rep1&type=pdf>

YERSIN, Barbara; Jonathan MAÏM; Julien PETTRÉ and Daniel THALMANN. Crowd Patches: Populating Large-Scale Virtual Environments for Real-Time Applications. Proceedings of the 2009 Symposium on Interactive 3D Graphics and Games. Boston: ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games, 2009, pp. 207-214. DOI: [ff10.1145/1507149.1507184](https://hal.inria.fr/inria-00555638/document/); <https://hal.inria.fr/inria-00555638/document/>

HAGHANI, Milad and Majid SARVI. Crowd Behaviour and Motion: Empirical Methods. Transportation Research Part B: Methodological, 2018, pp. 253-294. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191261517303788>

Popisná síla těchto metodik pro praktické využití však nemusí být vždy zřejmá. To je do značné míry přičítáno nedostatku důkazní základny ohledně toho, jak jsou které modely kalibrovány nebo validovány.

Některé práce se zaměřují na vnější atributy davu, jakými jsou pohybové vzorce a koordinované pozice jednotlivců; jiné studie se zaměřují na to, jak se sociální chování davu objevuje v průběhu času v důsledku vnějších příčin.

Čisté matematické přístupy a analytické modely nejsou vždy pro tento účel adekvátní, s tím, že konvenční proces hodnocení rizik je matematicky zkrácený.<sup>31</sup>

Klasické přístupy k modelování davu lze uvažovat v makroskopických a mikro-skopických měřících.<sup>32</sup>

- **Makroskopické** modely zacházejí s davovým systémem jako s celkem a jsou obvykle navrženy tak, aby dosáhly simulace v reálném čase pro velké davy, kde chování každého jednotlivce není primárním výzkumným objektem.
- **Mikroskopické** modely jsou určeny pouze pro menší davy, s cílem dosáhnout simulace v reálném čase, s důrazem na individuální chování a jejich interakci, založené na složitých kognitivních modelech.<sup>33</sup>

### Počítání davu

**Počítání davu** (crowd counting) je důležitým úkonem pro provozní a bezpečnostní účely. Systémy, disponující těmito funkcemi mohou být vysoce efektivními nástroji pro zvládání davu.<sup>34</sup> **K tématu se daleko podrobněji vztahuje samostatný working paper.**

Pro počítání davu se používají různé nevizuální a vizuální metody, jakými jsou počítadla,<sup>35</sup> měření rozdílové hmotnosti,<sup>36</sup> infračervené paprsky a bezdrátové senzorové sítě.<sup>37</sup> Vizuální systémy počítání

<sup>31</sup> HELBING, Dirk; Anders JOHANSSON and Habib Zein Al-ABIDEEN. Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study. *Physical Review E*, 2007, No. 4. [https://www.researchgate.net/publication/6331112\\_Dynamics\\_of\\_crowd\\_disasters\\_An\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/6331112_Dynamics_of_crowd_disasters_An_empirical_study)

<sup>32</sup> XU, Ming-Liang; Hao JIANG; Xiaogang JIN and Zhigang DENG. Crowd Simulation and Its Applications: Recent Advances. *Journal of Computer Science and Technology*, 2014, No. 5, pp. 799-811. [https://www.researchgate.net/publication/287729088\\_Crowd\\_Simulation\\_and\\_Its\\_Applications\\_Recent\\_Advances](https://www.researchgate.net/publication/287729088_Crowd_Simulation_and_Its_Applications_Recent_Advances)

BELLOMO, Nicola; Livio GIBELLI et al. Human Behaviours in Evacuation Crowd Dynamics: From Modelling to “Big Data” Toward Crisis Management. *Physics of Life Reviews*, 2016, pp. 1-21. DOI:10.1016/j.plrev.2016.05.014. [https://www.researchgate.net/publication/303635755\\_Human\\_behaviours\\_in\\_evacuation\\_crowd\\_dynamics\\_From\\_modelling\\_to\\_big\\_data\\_toward\\_crisis\\_management](https://www.researchgate.net/publication/303635755_Human_behaviours_in_evacuation_crowd_dynamics_From_modelling_to_big_data_toward_crisis_management); <https://www.semanticscholar.org/paper/Human-behaviours-in-evacuation-crowd-dynamics%3A-From-Bellomo-Clarke/Odfbd4e53b90a3969e56119333521af5bfad0cb6>

<sup>33</sup> BANDINI, Stefania; Mizar Luca FEDERICI and Giuseppe VIZZARI. Situated Cellular Agents Approach to Crowd Modeling and Simulation. *Cybernetics and Systems*, 2007, No. 7, pp. 729-753. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01969720701534141>

<sup>34</sup> AL-ZAYDI, Zeyad, Q.; David Lorater NDZI; Yanyan YANG and Munirah L. KAMARUDIN. An Adaptive People Counting System with Dynamic Features Selection and Occlusion Handling. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 2016, pp. 218-225. <https://researchportal.port.ac.uk/en/publications/an-adaptive-people-counting-system-with-dynamic-features-selectio>

<sup>35</sup> LEV, Larry; Linda BREWER and Garry STEPHENSON. Tools for Rapid Market Assessments. Oregon Small Farms Technical Report No. 6; Special Report 1088-E, 2008. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/sr1088.pdf>

<sup>36</sup> DOS REIS, João Vasco Dantas. Image Descriptors for Counting People with Uncalibrated Cameras. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/74079/2/31824.pdf>

<sup>37</sup> YUAN, Yaoyuan; Chen QIU; Wei XI and Jizhong ZHAO. Crowd Density Estimation Using Wireless Sensor Networks. Seventh International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2011, pp. 138-145. [https://www.researchgate.net/publication/220963402\\_Crowd\\_Density\\_Estimation\\_Using\\_Wireless\\_Sensor\\_Networks](https://www.researchgate.net/publication/220963402_Crowd_Density_Estimation_Using_Wireless_Sensor_Networks)

DI DOMENICO, Simone; Gionvanni PECORARO; Ernestina CIANCA and Mauro DE SANCTIS. Trained-Once Device-Free Crowd Counting and Occupancy Estimation Using Wifi: A Doppler Spectrum Based Approach. Institute of Electrical and Electronics Engineers 12th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016, pp. 1-8.



davů lze nasadit pomocí **různých typů kamer**. Metody založené na počítačovém vidění jsou jednou z nejlepších možností, protože kamery se staly všudypřítomnými a jejich používání roste.

Ve srovnání s metodologií založenou na počítačovém vidění je třeba další nevizuální metody pečlivě naplánovat a nasadit pro specifické účely – přičemž jejich přesnost je často nižší.<sup>38</sup>

Výzkum počítání lidí v řídkých prostředích je dobře zvládnut, ale stále existuje mnoho výzev a omezení, které je třeba překonat v přeplněných prostředích.<sup>39</sup>

### **Monitorování a řízení davu**

Nedostatek znalostí o tom, jak zacházet s překážkami pro pohyb davu, může ovlivnit pohyb davů v jakýchkoli prostředích, přičemž v přeplněných prostředích se účinek absence této dovednosti výrazně zvyšuje.

Z tohoto důvodu je třeba, aby každý manager, odpovědný za bezpečnost davů, disponoval co nejpřesnější a nejoperativnější metodou (nástrojem) pro měření dopadů existence překážek na pohyb davu.

Zkušenosti ukazují, že organizátoři akcí obvykle značně nadhodnotí navrhovaná čísla a úřady pak mobilizují více sil a prostředků, než je třeba – což je pak ex post vnímáno jako nepřiměřená reakce.

Důležitým aspektem monitorování a managementu davu je související analýza rizik.<sup>40</sup>

### **Typologie davů**

Velká shromáždění chodců se nacházejí v uzavřených prostředích, jakými jsou nákupní centra, stadiony, vlaková nádraží a v otevřených prostředích, jakými jsou chodníky a parky.<sup>41</sup>

Davy se dle zjištění autorů navíc dělí do tří skupin, podle „úrovně hustoty davu“ (crowd density):

- **Vysoká koncentrace davu (high crowd density):** Náboženské festivaly, nádražní areály, prostředky a zařízení městské hromadné dopravy, zejména metra, největší sportovní akce (olympiády, mistrovství).
- **Střední koncentrace davu (medium crowd density):** Stadiony (běžné sportovní akce – fotbalové zápasy), obchodní střediska, některé konference (jednorázové, unikátní), plochy v zastavěných oblastech.
- **Nízká koncentrace davu (low crowd density):** Přehlídky, konference (některé, opakující se), protestní akce, předváděcí akce, kulturní akce.

---

[https://www.researchgate.net/publication/311426069\\_Trained-Once\\_Device-Free\\_Crowd\\_Counting\\_and\\_Occupancy\\_Estimation\\_Using\\_WiFi\\_A\\_Doppler\\_Spectrum\\_Based\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/311426069_Trained-Once_Device-Free_Crowd_Counting_and_Occupancy_Estimation_Using_WiFi_A_Doppler_Spectrum_Based_Approach)

<sup>38</sup> LI, Jingwen; Lei HUANG and Chang-ping LIU. Robust People Counting in Video Surveillance: Dataset and System.

Klagenfurt: Institute of Electrical and Electronics Engineers International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2011, pp. 54-59. <https://www.semanticscholar.org/paper/People-Counting-across-Multiple-Cameras-for-Video-Li-Huang/b314fe82ebca995d2d64a44275e77e8cb0e4a2a0>

<sup>39</sup> HOU, Ya-Li and Grantham G. K. PANG. People Counting and Human Detection in a Challenging Situation. Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans, 2010, No. 1, pp. 24-33. <https://hub.hku.hk/bitstream/10722/73494/1/Content.pdf?accept=1>

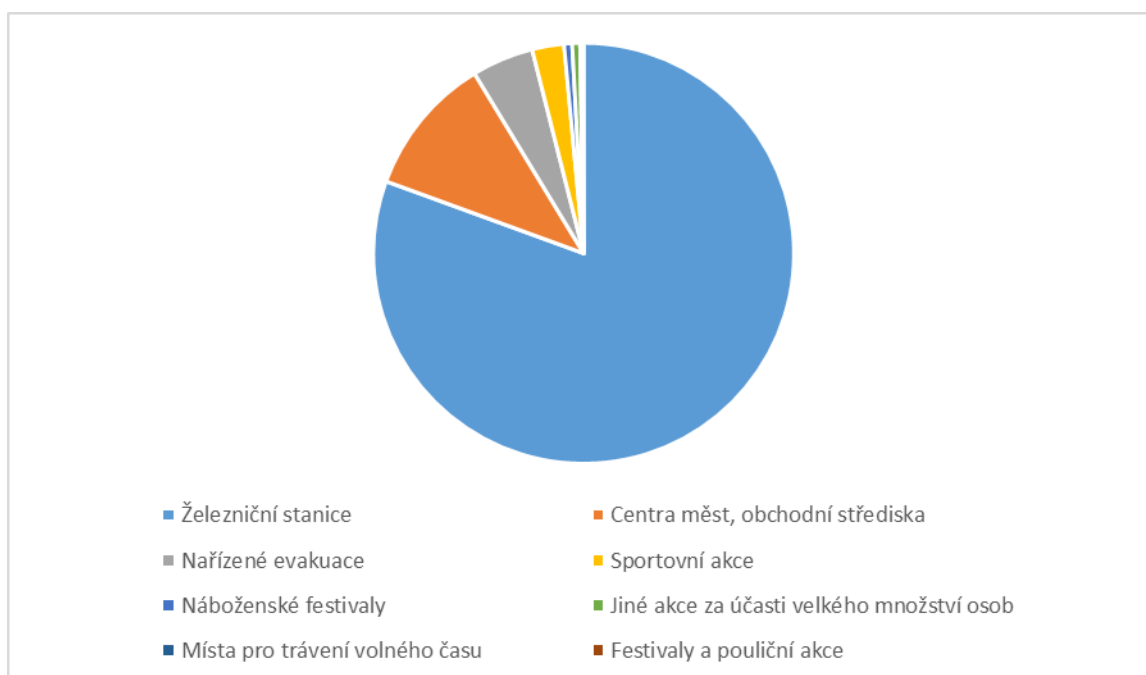
<sup>40</sup> SMITH, Keith. Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster. London: Routledge, 2003. ISBN 978-0415681063

<sup>41</sup> HAASE, Knut; Mathias KASPER; Matthes KOCH and Sven MÜLLER. A Pilgrim Scheduling Approach to Increase Safety During the Hajj. Operations Research, 2019, No. 2, pp. 376-406.

<https://www.bwl.uni-hamburg.de/lvp/forschung/paemierungen/a-pilgrim-scheduling-approach-to-increase-safety-during-the-hajj.pdf>

Tabulka a graf: Typologie sledovaných prostředí, davů.

Typ prostředí	Počet projektů a konkrétních prostředí nebo jejich typologie	Počet osob, které se za rok v uvedeném prostředí vyskytují
Železniční stanice	6 (Spojené království)	1 304 360 500
Centra měst, obchodní střediska	8 (Spojené království, Spojené státy americké, Spojené arabské emiráty, Saúdská Arábie)	174 169 000
Nařízené evakuace	7 (Spojené království)	76 765 020
Sportovní akce	17 (Spojené království, Spojené státy americké, Austrálie, Turecko)	39 599 850
Náboženské festivaly	4 (Saúdská Arábie, ale i svátek Divali ve Spojeném království)	10 000 120
Jiné akce za účasti velkého množství osob	16 (Spojené království, Spojené státy americké, Kanada)	9 907 000
Místa pro trávení volného času	7 (Malajsie, Spojené království)	3 050 100
Festivaly a pouliční akce	4 (Spojené království)	1 270 000



### **Případové studie**

Část textu podává zprávu o aplikaci Modelu ve třech velkých a náročných projektech, zaměřených na bezpečnost davu:

- 1) Olympiáda v Sydney.
- 2) Canary Wharf.
- 3) Stadion Murrayfield.

Každý z případů nastiňuje kontext a dopad aplikace Modelu. Je však třeba vnímat tu skutečnost, že některé přesné podrobnosti (zejména metriky a provozní detaily) musí být z bezpečnostních důvodů zůstat neveřejné.

#### ***Případová studie č. 1: Olympiáda v Sydney.***

V Sydney se v září 2000 konaly 24. olympijské hry. Akce se zúčastnilo přibližně 11 000 sportovců a celkem bylo prodáno 6,7 milionu vstupenek (což znamená zaplnění 92,4 % kapacit). Před zahájením her si organizátoři uvědomili, že musí analyzovat optimální propustnost areálů, minimalizovat související bezpečnostní rizika a zajistit úspěšnou akci. Plná kapacita systému činila 80 000 lidí za hodinu – 82 osob na metr za minutu. I když tedy byla známá kapacita areálu, nebylo snadné odhadnout počet osob, kteří se neúčastní akce jako takové, a kteří se jen pohybují v areálu (a chtějí se stát součástí olympijské atmosféry). Proto došlo k žádosti o externí poradenství, jak této výzvě čelit. Za normálních podmínek byly hlavní identifikované výzvy v areálu následující:

- Design: Vzhledem k tomu, že nebylo možné odhadnout počet osob bez vstupenek v areálu, existovaly obavy, týkající se potíží s pohybem účastníků a dalšími navazujícími bezpečnostní problémy. Analýza dat odhalila, že cesta z míst, jako je Sydney, do místa akce, bude trvat přibližně dvě hodiny. Účastníci byli proto informováni organizátory, že je vhodné, aby byli na akci čtyři hodiny v předstihu, aby se docílilo větší rozložení časů příjezdu účastníků (a zároveň došlo k vyššímu výnosu z prodeje občerstvení a dalšího zboží).
- Informace: Během cirkulace a odchodu osob z areálu bylo související značení vyhodnoceno jako nejasné.
- Řízení: V areálu chyběl podrobný plán evakuace, což znamená další potenciální problém s bezpečností davu.

**Tabulka:** Aplikace Modelu (Rizikového modelu DIM-ICE) na případ Olympiády v Sydney.

Běžná situace			
	Vstup	Oběh	Výstup
Design	Kapacity prostoru jsou známé. Koridor na vstupu je široký 7 metrů.	Místo konání akcí je rozlehlé, disponuje čtyřmi velkoplošnými obrazovkami, které mohou pomoci „naředit“ dav diváků.	Výstupový koridor, identický s koridorem vstupu, je omezen šířkou 7 metrů.
	Omezení, možnost shlukování osob.	Potenciál přeplnění, osoby v rámci prostoru mohou přecházet z místa na místo.	Omezená možnost rychlého vyklizení prostoru.
	Počet osob bez vstupenky nelze odhadnout.	Počet osob bez vstupenky nelze odhadnout. To představuje výzvu pro zvládnání davu.	Počet osob bez vstupenky nelze odhadnout. To představuje výzvu pro zvládnání davu.
Informace	Informace o příjezdových časech, distribuované v předstihu, mohou zabránit komplikacím při vstupu.	Nejasné značení pro pohyb chodců v areálu.	Je třeba informace distribuovat v předstihu, ideálně prostřednictvím internetových stránek.
Řízení	Počet osob bez vstupenky nelze odhadnout. To představuje potenciál komplikací na vstupu.	Výzvu představují osoby v areálu, pohybující se bez jasného cíle („nasávající atmosféru“).	Náhlý pohyb osob v případě mimořádné události může značně zkomplikovat případný zásah bezpečnostních a záchranných složek.
	Byl implementován plán řízení dopravy, včetně posílení dopravního značení a využití dobrovolníků pro řízení provozu.		

Zátěžová, mimořádná či krizová situace			
	Vstup	Oběh	Výstup
Design	V lokalitě jsou k dispozici bezpečnostní služby, včetně zdravotníků, připravených poskytovat první pomoc.	Výzvu představují osoby v areálu, pohybující se bez jasného cíle, a které omezují kapacitu pro pohyb v rámci areálu.	V případě potřeby je možné operativně zprovoznit (otevřít) další únikové cesty (východy).
Informace	Je zapotřební více informací o počtu přicházejících osob v čase.	Areál je tak složitě strukturován, že zde není potenciál pro ze všech míst viditelnou světelnou či jinou podobnou signalizaci (obrazovky, světelné tabule).	Únikové trajektorie nejsou vždy jednoznačně a zdaleka viditelně značeny (světla, šipky)
Řízení	Areál postrádá jednoznačný a detailní evakuační plán.	Areál postrádá jednoznačný a detailní evakuační plán.	Areál postrádá jednoznačný a detailní evakuační plán.

### ***Případová studie č. 2: Canary Wharf***

Na počátku XXI. století finanční centrum Canary Wharf v Londýně ve Spojeném království zažívalo nejméně dvě „hrozby bombou“ týdně. Londýnská Metropolitní policie čelila komplikacím při řešení těchto problémů, protože postrádala oficiální respektive zákonnou pravomoc zahájit evakuaci oblastí nebo prostor, pokud nehrozí bezprostřední ohrožení života (existují právní i finanční omezení pro evakuaci velkého bankovního centra kvůli vysokému počtu falešných poplachů).

Neexistoval žádný systém pro kvantifikaci úrovně ohrožení. Proto bylo rozhodnuto, že pro každou budovu, která bude evakuována, bude vyžadován postup založený na doložených důkazech. To sloužilo dvojímu účelu – ochraně životů a minimalizaci potenciálního rizika soudních sporů.

Samotný areál je komplikovaný. Jedná se o ostrov obklopený vodou, jehož výstupní body a nouzové přístupové cesty jsou omezeny.

S použitím Modelu byla provedena transparentní a robustní analýza prostoru. Byly identifikovány oblasti, které vyžadovaly další vylepšení, aby se předešlo případným problémům s bezpečností davu. Za běžných podmínek byly hlavní identifikované výzvy v areálu následující:

- Design: Omezená kapacita dostupných komunikací, která může způsobit vážné bezpečnostní problémy, protože je obtížné nasměrovat osoby, aby se vzdálily od potenciálních hrozeb v areálu.
- Informace: Významným problémem je nedostatek informací k identifikaci závažnosti hrozb a informací o kapacitě evakuačních tras směrem od míst hrozeb.
- Řízení: Model identifikoval potřebu podrobného evakuačního plánu, který by policistům pomohl dodržovat standardizované postupy a vyhnout se potenciálním problémům, souvisejícím s bezpečností davu.

Na základě Modelu byl vyvinut zakázkový software, který analyzuje celou lokalitu pomocí koordinovaných sítí. Umístění jakékoli potenciální hrozby je označeno specifickou mřížkou a závažnost hrozby je identifikovaná fyzickým rádiem možného dopadu. Algoritmy poskytují informace potřebné k identifikaci tras, kudy je případně možné směřovat osoby při evakuaci. Komplikujícím faktorem projektu bylo, že se neustále mění související trasy (stavební práce, opravy, změny uspořádání areálu), což vylučuje statická řešení. Software vyžaduje neustálou aktualizaci a vývoj, aby významné informace o kapacitě a dostupnosti tras byly co nejrobustnější a nejpresnější. Použití Modelu v součtu poskytlo tolik potřebné řešení, založené na důkazech pro vysoce komplexní a proměnlivou problémovou oblast.

Řešení je propojeno s mapami a videoklipy, založenými na informacích pro směřování osob k výstupu. Místo vytlačování lidí z budov jsou stevardi cvičeni, aby odvedli lidi pryč od hrozby, což nemusí být totéž. Instrukce pro zaměstnance zní „následovat dav“. Vše je spojeno s výcvikovým programem pro všechny úrovně velení a řízení na místě.

**Tabulka:** Aplikace Modelu (Rizikového modelu DIM-ICE) na případ Canary Wharf.

Běžná situace			
	Vstup	Oběh	Výstup
Design	Omezená kapacita využitelných tras.	Slabiny systému, který by mohl navigovat veřejnost k opuštění prostor žádoucím směrem.	Omezená kapacita evakuačních tras a jejich uzlů.
	Limity, týkající se přístupových komunikací pro potřeby bezpečnostních složek.		
Informace	Nedostatek informací k identifikaci stěžejních výzev (hrozeb).	Absence systému, navigujícího veřejnost k opuštění prostor žádoucím směrem.	Absence informací o kapacitě konkrétních tras, zejména s ohledem na vyvedení veřejnosti z ohrožených prostor.
Řízení	Nezbytnost vytvoření systému informací o kapacitě konkrétních tras.	Prakticky žádná příprava na možné zvládnání (řízení) případů přeplnění určitých úseků.	Prakticky žádná příprava na možné zvládnání (řízení) případů přeplnění určitých úseků.
	Prakticky žádná příprava na možné zvládnání (řízení) případů přeplnění určitých úseků.		
	Slabiny, týkající se výcviku relevantních zaměstnanců na všech úrovních velení a zapojení. Potenciál pro efektivnější komunikaci s veřejností během zátěžových situací.	Slabiny, týkající se výcviku relevantních zaměstnanců na všech úrovních velení a zapojení. Potenciál pro efektivnější komunikaci s veřejností během zátěžových situací.	Slabiny, týkající se výcviku relevantních zaměstnanců na všech úrovních velení a zapojení. Potenciál pro efektivnější komunikaci s veřejností během zátěžových situací.

Zátěžová, mimořádná či krizová situace			
	Vstup	Oběh	Výstup
Design	Omezená kapacita využitelných tras.	Slabiny systému, který by mohl navigovat veřejnost k opuštění prostor žádoucím směrem.	Omezená kapacita evakuačních tras a jejich uzlů.
Informace	Nedostatek informací k identifikaci stěžejních výzev (hrozeb).	Absence systému, navigujícího veřejnost k opuštění prostor žádoucím směrem.	Absence informací o kapacitě konkrétních tras, zejména s ohledem na vyvedení veřejnosti z ohrožených prostor.
Řízení	Areál postrádá jednoznačný a detailní evakuační plán.	Areál postrádá jednoznačný a detailní evakuační plán.	Areál postrádá jednoznačný a detailní evakuační plán.

### ***Případová studie č. 3: Stadion Murrayfield.***

Murrayfield je sportovní stadion, nacházející se západně od Edinburghu. Je to největší stadion ve Skotsku, s kapacitou 67 144 sedadel. Je domovem skotského ragby a také hostí hudební akce. V listopadu 2018 zde bylo zapotřebí odborné poradenství ohledně bezpečnosti davu. Důvodem bylo zahájení stavby nové budovy v bezprostřední blízkosti stadionu, což vedlo k předpokladu změny využitelnosti oblasti (například pro doplňkový prodej a služby) – a to jak během výstavby, tak i po ní. Bylo nutné prozkoumat, jak se dav přizpůsobí novému prostředí. Na staveništi zároveň došlo k několika lehkým zraněním fanoušků, což představovalo další výzvu, jak z hlediska zdravotního, tak z hlediska potenciálních soudních sporů.

Pro potřeby Modelu byla data shromážděna prostřednictvím průzkumu místa (přítomnost expertů na místě – detailní prohlídka areálu, využití informací ze záznamů kamerových systémů). Okolo 90 % aspektů stadionu výrazně převyšovalo standardy vhodné pro stadiony této velikosti, ale byly identifikovány i kritické prvky, které vyžadovaly revizi. Na základě analýzy dat byla naformulována relevantní doporučení. Za normálních podmínek byly hlavní identifikované výzvy v areálu následující:

- **Design:** Analýza prokázala na skutečnost, že na západním konci stadionu je oblast s poměrně vysokou hustotou proudění osob (v důsledku toho byl merchandising v této oblasti vysoce ziskový), kde pohybu osob překážely odpadkové koše. Identifikovaná úzká oblast může způsobit potíže ve fázi vstupu, oběhu a výstupu. Bylo doporučeno zvětšení šířky koridoru a přesunutí odpadkových košů mimo oblast s vysokou cirkulací osob.
- **Informace:** Návštěvníci mohou být konfrontováni s potížemi při opuštění stadionu kvůli nejasnému značení.
- **Řízení:** Procesy hodnocení rizik musí být trvale aktualizovány, což je kritický požadavek pro vytvoření bezpečného prostředí. Stavba nové budovy změnila dynamiku proudění osob dovnitř a ven ze stadionu, zejména pokud by nouzová situace vyžadovala rychlé vyklizení areálu.

V rámci řešení byl navržen nástroj ve formě **excellové tabulky**, sumarizující informace, jakými jsou časy zahájení událostí, časy a kapacita přepravy, časy ve frontě, doba chůze na stadion a doba pobytu. Tento přístup pomohl identifikaci počtu osob, které v rámci areálu cirkulují. Metoda poskytla návštěvníkům informace, které jim umožnily modifikovat své plány, aby dorazili na stadion včas, bez nepříjemností (nehody, incidenty, dlouhé čekací doby).

**Tabulka:** Aplikace Modelu (Rizikového modelu DIM-ICE) na případ Stadionu Murrayfield.

Běžná situace			
	Vstup	Oběh	Výstup
Design	Omezené kapacity přístupových cest.	Existence úzkých míst.	Omezené kapacity cest pro opuštění areálu.
	Rozmístění ad hoc stánků pro doplňkový prodej je vždy známo v předstihu.		
Informace	Nejasné značení cest pro příchod nebo příjezd.	Nejednoznačné značení pro pohyb v areálu.	Nejasné značení únikových cest (cest pro odchod).
Řízení	Omezená komunikace mezi stavebními experty a současnými provozovateli zařízení; areál oproti původnímu stavu pozměnily přístavby.		
	Procesy vyhodnocování míry rizik (risk assesment) vyžadují aktualizaci.		

Zátěžová, mimořádná či krizová situace			
	Vstup	Oběh	Výstup
Design	Omezené kapacity přístupových cest.	Existence úzkých míst.	Omezené kapacity cest pro opuštění areálu.
Informace	Nejasné značení cest pro příchod nebo příjezd.	Nejednoznačné značení pro pohyb v areálu.	Nejasné značení únikových cest.
Řízení	Areál postrádá procesy pro vyhodnocování míry rizik (risk assesment).	Související dokumenty pro oblast analýzy rizik se neaktualizují.	Související podkladové dokumenty se neaktualizují.



**Tabulka:** Sumarizace proměnných ve vztahu k případovým studiím.

Projekt	Olympiáda v Sydney	Canary Wharf	Stadion Murrayfield
Rok	2000	2003	2018
Cíl	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimalizace propustnosti davu.</li> <li>• Minimalizace bezpečnostních rizik davu.</li> <li>• Zajištění úspěšné a příjemné akce.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimalizace propustnosti davu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimalizace propustnosti davu.</li> </ul>
Problém	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nejasnost ohledně reálného počtu osob v areálu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Policie postrádá oficiální či zákonnou pravomoc nařídit evakuaci.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vznikající nová budova – přizpůsobí se novému prostředí?</li> <li>• Na místě došlo ke dvěma lehkým zraněním – byly stávající bezpečnostní postupy dostatečné?</li> </ul>
Řešení	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Větší důraz na pohyb osob účastnících se akcí.</li> <li>• Vývoj jednosměrného systému optimalizujícího pohyb davu pomocí teorie síťové analýzy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Použití modelu pomohlo analyzovat kapacitu všech existujících dostupných tras a optimalizovalo pohyb davu směrem od místa případného incidentu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Použití Modelu pomohlo analyzovat aktuální situaci.</li> <li>• Poskytnutí souboru doporučení.</li> </ul>
Přínosy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Byla provedena identifikace očekávaného počtu účastníků (osob) pohybujících se v areálu.</li> <li>• Informace poskytnuté návštěvníkům umožnily řídit jejich časový rozvrh tak, aniž by je konfrontoval nějaký nepříjemný incident</li> <li>• Došlo k vylepšení návrhu systému řazení nově přichozích osob.</li> <li>• Bylo dosaženo celkově úspěšné akce a zvýšila se spokojenost účastníků.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poskytnuté informace, týkající se tras s maximální kapacitou.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Více než 90 % bezpečnostních proměnných v areálu bylo nadstandardních.</li> <li>• Byly identifikovány oblasti, které vyžadovaly zlepšení stávajícího hodnocení rizik.</li> <li>• Byl vylepšen návrh systému pohybu v areálu.</li> <li>• Stadion demonstruje neustálé hodnocení a zlepšování procesu řízení rizik.</li> <li>• Zvýšila se spokojenost účastníků.</li> </ul>
Množství osob, ovlivněných doporučeními projektu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Okolo 6 800 000 během her.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Okolo 90 000 za den.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Až 67 000 na akci.</li> </ul>

### Jaká zjištění a doporučení studie přináší? Co ve sledovaném kontextu funguje a co nefunguje?

Vhodné strategie zohledňují preference účastníků, zlepšují kvalitu míst v různých kontextech a snižují bezpečnostní rizika.<sup>42</sup> Vhodné postupy zdůrazňují důležitost vývoje environmentálních návrhů pro zvýšení bezpečnosti davu.<sup>43</sup>

Je zapotřebí odpovídající formalizované školení v oblasti zásad a technik řízení davu, aby se zvýšilo povědomí a poskytl informace o vhodných nástrojích, které lze použít, aby se zabránilo bezpečnostním rizikům ve vztahu k davu.<sup>44</sup>

Nabízeny jsou učební kurzy pro praktiky, které čerpají z pozadí poskytnutého prezentovanými případy.

Častou příčinou davových katastrof je přeplněnost. Vizuální metody slouží k jasnému určení, kde k tomuto jevu může potenciálně dojít.<sup>45</sup> Pokud je tento přístup aplikován a podporován informovaným operačním týmem, umožňuje rychlou identifikaci vysoce rizikových oblastí. Poté lze zvážit a implementovat alternativní požadavky na návrh místa, komunikaci a řízení, aby bylo možné na místě vyvinout a přijmout vhodné provozní strategie. To přesahuje aspekty, nastíněné v dosavadní dostupné literatuře.<sup>46</sup>

---

<sup>42</sup> LAK, Azadeh; Mina RAMEZANI and Reinaneh AGHAMOLAEI. Reviving the Lost Spaces under Urban Highways and Bridges: An Empirical Study. *Journal of Place Management and Development*, 2019, No. 4, p. 469. [https://www.researchgate.net/publication/335464513\\_Reviving\\_the\\_Lost\\_spaces\\_under\\_urban\\_highways\\_and\\_bridges\\_An\\_Empirical\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/335464513_Reviving_the_Lost_spaces_under_urban_highways_and_bridges_An_Empirical_Study)  
IBEM, Eziyi, O.; Obiyoha UWAKONYE and Egidario B. ADUWO. An Appraisal of Urban Renewal in Nigeria a Case Study of the Nigerian Army Shopping Arena, Oshodi-Lagos. *Journal of Place Management and Development*, 2013, No. 2, pp. 155-170. <https://core.ac.uk/download/pdf/32224631.pdf>

<sup>43</sup> BADIORA, Wumi and Bashir ODUFUWA. Fear Dynamics in Public Places: A Case Study of Urban Shopping Centers. *Journal of Place Management and Development*, 2019, No. 2, pp. 248-270. [https://www.researchgate.net/publication/331942694\\_Fear\\_dynamics\\_in\\_public\\_places\\_a\\_case\\_study\\_of\\_urban\\_shopping\\_centers](https://www.researchgate.net/publication/331942694_Fear_dynamics_in_public_places_a_case_study_of_urban_shopping_centers)

<sup>44</sup> FRUIN, John, J. Crowd Dynamics and Auditorium Management. *International Association of Auditorium Managers; Auditorium News*, 1984; Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis. <https://www.gkstill.com/Support/crowd-flow/fruin/Fruin3.html>

FRUIN, John, J. The Causes and Prevention of Crowd Disasters. London: International Conference on Engineering for Crowd Safety, 1993; Crowd Safe, 2002. <https://www.workingwithcrowds.com/wp-content/uploads/2018/02/the-causes-and-prevention-of-crowd-disasters-by-john-j.-fruin-ph.d.-p.e..pdf>

<sup>45</sup> HAASE, Knut; Mathias KASPER; Matthes KOCH and Sven MÜLLER. A Pilgrim Scheduling Approach to Increase Safety During the Hajj. *Operations Research*, 2019, No. 2, pp. 376-406. <https://www.bwl.uni-hamburg.de/lvp/forschung/praemierungen/a-pilgrim-scheduling-approach-to-increase-safety-during-the-hajj.pdf>

<sup>46</sup> HELBING, Dirk; Luboš BUZNA; Anders JOHANSSON and Torsten WERNER. Self-Organized Pedestrian Crowd Dynamics: Experiments, Simulations, and Design Solutions. *Transportation Science*, 2005, No. 1, pp. 1-24. [https://www.researchgate.net/publication/220413168\\_Self-Organized\\_Pedestrian\\_Crowd\\_Dynamics\\_Experiments\\_Simulations\\_and\\_Design\\_Solutions](https://www.researchgate.net/publication/220413168_Self-Organized_Pedestrian_Crowd_Dynamics_Experiments_Simulations_and_Design_Solutions)

HELBING, Dirk; Illés FARKAS and Tamás VICSEK. Simulating Dynamical Features of Escape Panic. *Nature*, 2000, No. 6803, pp. 487. <https://www.nature.com/articles/35035023>

KRETZ, Tobias; Marko WÖLKI and Michael SCHRECKENBERG. Characterizing Correlations of Flow Oscillations at Bottlenecks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2006 No. 2. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-5468/2006/02/P02005>;

[https://www.researchgate.net/publication/1849230\\_Characterizing\\_correlations\\_of\\_flow\\_oscillations\\_at\\_bottlenecks](https://www.researchgate.net/publication/1849230_Characterizing_correlations_of_flow_oscillations_at_bottlenecks)

GEORGOUDAS, Ioakeim; Georgios SIRAKOULIS and Ioannis ANDREADIS. An Anticipative Crowd Management System Preventing Clogging in Exits during Pedestrian Evacuation Processes. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Systems Journal*, 2010, No. 1, pp. 129-141. [https://www.researchgate.net/publication/224203208\\_An\\_Anticipative\\_Crowd\\_Management\\_System\\_Preventing\\_Clogging\\_in\\_Exits\\_During\\_Pedestrian\\_Evacuation\\_Processes](https://www.researchgate.net/publication/224203208_An_Anticipative_Crowd_Management_System_Preventing_Clogging_in_Exits_During_Pedestrian_Evacuation_Processes)

SHAHHOSEINI, Zahra; Majid SARVI and Meead SABERI. Pedestrian Crowd Dynamics in Merging Sections: Revisiting the "Faster-is-Slower" Phenomenon. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2018, pp. 101-111. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378437117308956>

Účastníkům/veřejnosti musí být jasně sděleny adekvátní informace o pohybu davu (rozmístění stěžejních prvků v areálu, nouzové východy), a to způsobem, který vylučuje jakýkoli prostor pro nejednoznačnost.<sup>47</sup>

Model je při použití s jinými nástroji a znalostmi komplexní metodou analýzy, založenou na analýze rizik. Implementace Modelu pomáhá plánovačům událostí identifikovat místa a potenciálně vysoce rizikové časy a kontrolovat je pomocí efektivního návrhu místa, informačních systémů a strategií řízení.

Model poskytuje řešení složitých bezpečnostních problémů jejich zjednodušením na prvky ke zvážení, což je vícestupňový přístup k celkovému procesu plánování událostí (přiblížení a následné oddálení, aby byl zřejmý celkový dopad na událost), poskytující informace požadované pro fázi plánování.<sup>48</sup>

Koncept se nachází mezi tradičními přístupy modelování davu, uvažovanými v rámci makroskopických (zacházení s davem jako celkem) a mikroskopických (menší davy, simulace v reálném čase, individuální chování a interakce) měřítek.<sup>49</sup> Podobným způsobem je před událostí vyžadováno použití Modelu pro vytvoření plánu davového rizika; například vstupní a výstupní cesty musí vykazovat dostatečnou velikost, aby bezpečně pokryly předpokládané davy, a proto se vyhnuly kongescím, které mohou nastat.<sup>50</sup>

Pouze robustnost a relevance určité aplikace<sup>51</sup> a vytváří tolik potřebnou důkazní základnu<sup>52</sup> pro informované operativní rozhodování.

Model není vhodné používat izolovaně. Není to nic více, ale ani nic méně, než jeden z mnoha nástrojů (součást sady nástrojů), které mohou být použity s ohledem na bezpečnost při

---

<sup>47</sup> DUIVES, Dorine, C.; Winnie DAAMEN and Serge, P. HOOGENDOORN. State-of-the-Art Crowd Motion Simulation Models. Transportation Research; Part C: Emerging Technologies, 2013, p. 193-209.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968090X13000351>

<sup>48</sup> STILL, Keith, G. Fruin—Levels of Service. Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis, 2015.

<https://www.gkstill.com/Support/crowd-flow/fruin/Fruin1.html>

<sup>49</sup> XU, Ming-Liang; Hao JIANG; Xiaogang JIN and Zhigang DENG. Crowd Simulation and Its Applications: Recent Advances.

Journal of Computer Science and Technology, 2014, No. 5, pp. 799-811. [https://www.researchgate.net/publication/287729088\\_Crowd\\_Simulation\\_and\\_Its\\_Applications\\_Recent\\_Advances](https://www.researchgate.net/publication/287729088_Crowd_Simulation_and_Its_Applications_Recent_Advances)

BELLOMO, Nicola; Livio GIBELLI et al. Human Behaviours in Evacuation Crowd Dynamics: From Modelling to “Big Data” Toward Crisis Management. Physics of Life Reviews, 2016, pp. 1-21. DOI:10.1016/j.plrev.2016.05.014.

[https://www.researchgate.net/publication/303635755\\_Human\\_behaviours\\_in\\_evacuation\\_crowd\\_dynamics\\_From\\_modelling\\_to\\_big\\_data\\_toward\\_crisis\\_management](https://www.researchgate.net/publication/303635755_Human_behaviours_in_evacuation_crowd_dynamics_From_modelling_to_big_data_toward_crisis_management); <https://www.semanticscholar.org/paper/Human-behaviours-in-evacuation-crowd-dynamics%3A-From-Bellomo-Clarke/Odfbd4e53b90a3969e56119333521af5bfad0cb6>

YERSIN, Barbara; Jonathan MAÏM; Pablo de Heras CIECHOMSKI; Sébastien SCHERTENLEIB and Daniel THALMANN. Steering a Virtual Crowd Based on a Semantically Augmented Navigation Graphed”, Proceedings of the First International Workshop on Crowd Simulation (V-CROWDS 2005), Lausanne: Ecole Polytechnique Fed' erale de Lausanne, 2005, pp. 169-178.

[https://www.researchgate.net/publication/37449984\\_Steering\\_a\\_Virtual\\_Crowd\\_Based\\_on\\_a\\_Semantically\\_Augmented\\_Navigation\\_Graph](https://www.researchgate.net/publication/37449984_Steering_a_Virtual_Crowd_Based_on_a_Semantically_Augmented_Navigation_Graph); <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.88.1746&rep=rep1&type=pdf>

YERSIN, Barbara; Jonathan MAÏM; Julien PETTRÉ and Daniel THALMANN. Crowd Patches: Populating Large-Scale Virtual Environments for Real-Time Applications. Proceedings of the 2009 Symposium on Interactive 3D Graphics and Games.

Boston: ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games, 2009, pp. 207-214. DOI:

[ff10.1145/1507149.1507184](https://hal.inria.fr/inria-00555638/document/); <https://hal.inria.fr/inria-00555638/document/>

<sup>50</sup> STILL, Keith, G. Introduction to Crowd Science. London: CRC Press, 2014. ISBN 978-0367866709.

STILL, Keith, G. Visualising risk Assessment for Crowd Safety. Journal of the International Centre for Sports Security, 2014, No. 1, p. 93. [http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol\\_2\\_n0\\_1/ICSS\\_Vol2.1.pdf](http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol_2_n0_1/ICSS_Vol2.1.pdf)

<sup>51</sup> STILL, Keith, G. Introduction to Crowd Science. London: CRC Press, 2014. ISBN 978-0367866709.

STILL, Keith, G. Visualising risk Assessment for Crowd Safety. Journal of the International Centre for Sports Security, 2014, No. 1, p. 93. [http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol\\_2\\_n0\\_1/ICSS\\_Vol2.1.pdf](http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol_2_n0_1/ICSS_Vol2.1.pdf)

<sup>52</sup> HELBING, Dirk; Anders JOHANSSON and Habib Zein Al-ABIDEEN. Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study.

Physical Review E, 2007, No. 4.

[https://www.researchgate.net/publication/6331112\\_Dynamics\\_of\\_crowd\\_disasters\\_An\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/6331112_Dynamics_of_crowd_disasters_An_empirical_study)

správě místa velké koncentrace osob.<sup>53</sup> Každé místo (každá akce) je přitom neopakovatelné, specifické, a vyžaduje poněkud jiný přístup.

## Shrnutí

Dokument informuje o implementaci nástroje pro řízení bezpečnosti davu, a deklaruje, že je praktickým, nikoli koncepčním dokumentem, s důrazem na to, jak potenciálně snížit problémy s bezpečností davu.<sup>54</sup> Model (Rizikový model DIM-ICE), dle názoru autorů řeší mezeru ve výzkumu související s implementací analytických nástrojů při charakterizaci dynamiky davu.<sup>55</sup>

Výzkum obvykle dospěl k názoru, že konstrukční prvky (nevhodnost areálů) jsou základní příčinou neštěstí v řadě případů. Je třeba trvale provádět odpovídající analýzu rizik, aby se výrazně snížila úmrtí a vážná zranění, která s davy souvisí.<sup>56</sup>

Případové studie prezentované v tomto dokumentu se snaží informovat o výzvách a omezeních přeplněných prostředí, kterým organizátoři čelí. Panuje snaha zaměřit se na identifikaci a pochopení sociálních a technologických aspektů prostředí, které v ideálním případě vedou k tomu, že je určité prostředí „vhodné pro daný účel“, tedy pro pořádání akcí za účasti velkého množství osob.<sup>57</sup>

Příspěvek poskytuje informace, týkající se aplikací, založených na důkazech. Vhodné strategie návrhu, které zohledňují preference účastníků, zlepšují kvalitu míst v různých kontextech a snižují bezpečnostní rizika.

<sup>53</sup> HOU, Ya-Li and Grantham G. K. PANG. People Counting and Human Detection in a Challenging Situation. Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans, 2010, No. 1, pp. 24-33. <https://hub.hku.hk/bitstream/10722/73494/1/Content.pdf?accept=1>

<sup>54</sup> BADIORA, Wumi and Bashir ODUFUWA. Fear Dynamics in Public Places: A Case Study of Urban Shopping Centers. Journal of Place Management and Development, 2019, No. 2, pp. 248-270. [https://www.researchgate.net/publication/331942694\\_Fear\\_dynamics\\_in\\_public\\_places\\_a\\_case\\_study\\_of\\_urban\\_shopping\\_centers](https://www.researchgate.net/publication/331942694_Fear_dynamics_in_public_places_a_case_study_of_urban_shopping_centers)  
IBEM, Eziyi, O.; Obiyoha UWAKONYE and Egidario B. ADUWO. An Appraisal of Urban Renewal in Nigeria a Case Study of the Nigerian Army Shopping Arena, Oshodi-Lagos. Journal of Place Management and Development, 2013, No. 2, pp. 155-170. <https://core.ac.uk/download/pdf/32224631.pdf>

KALANDIDES, Ares; Steve MILLINGTON; Cathy PARKER and Simon QUIN. Shopping Districts and Centres, Markets, Neighbourhoods, Public Squares, and Urban Gardens Reflecting upon Place Management Practice in Berlin. Journal of Place Management and Development, 2016, No. 3, pp. 351-359.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPM-09-2016-0059/full/html>

PARKER, Cathy. Place: The Trial Frontier. Journal of Place Management and Development, 2008, No. 1, pp. 5-14.

[https://www.researchgate.net/publication/242337957\\_Extended\\_editorial\\_Place\\_-\\_the\\_trinal\\_frontier](https://www.researchgate.net/publication/242337957_Extended_editorial_Place_-_the_trinal_frontier)

PASQUINELLI, Cecilia; Georgios, KOUKOUFIKIS and David GOGISHVILI. Beyond Eventification: Capacity Building in Post-Disaster Temporariness. Journal of Place Management and Development, 2018, No. 1, pp. 88-101.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPM-03-2017-0025/full/html>

<sup>55</sup> HELBING, Dirk; Anders JOHANSSON and Habib Zein Al-ABIDEEN. Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study. Physical Review E, 2007, No. 4. [https://www.researchgate.net/publication/6331112\\_Dynamics\\_of\\_crowd\\_disasters\\_An\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/6331112_Dynamics_of_crowd_disasters_An_empirical_study)

<sup>56</sup> LAK, Azadeh; Mina RAMEZANI and Reinaneh AGHAMOLAEI. Reviving the Lost Spaces under Urban Highways and Bridges: An Empirical Study. Journal of Place Management and Development, 2019, No. 4, p. 469. [https://www.researchgate.net/publication/335464513\\_Reviving\\_the\\_Lost\\_spaces\\_under\\_urban\\_highways\\_and\\_bridges\\_An\\_Empirical\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/335464513_Reviving_the_Lost_spaces_under_urban_highways_and_bridges_An_Empirical_Study)

IBEM, Eziyi, O.; Obiyoha UWAKONYE and Egidario B. ADUWO. An Appraisal of Urban Renewal in Nigeria a Case Study of the Nigerian Army Shopping Arena, Oshodi-Lagos. Journal of Place Management and Development, 2013, No. 2, pp. 155-170. <https://core.ac.uk/download/pdf/32224631.pdf>

<sup>57</sup> HELBING, Dirk; Anders JOHANSSON and Habib Zein Al-ABIDEEN. Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study. Physical Review E, 2007, No. 4.

[https://www.researchgate.net/publication/6331112\\_Dynamics\\_of\\_crowd\\_disasters\\_An\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/6331112_Dynamics_of_crowd_disasters_An_empirical_study)

KALANDIDES, Ares; Steve MILLINGTON; Cathy PARKER and Simon QUIN. Shopping Districts and Centres, Markets, Neighbourhoods, Public Squares, and Urban Gardens Reflecting upon Place Management Practice in Berlin. Journal of Place Management and Development, 2016, No. 3, pp. 351-359.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPM-09-2016-0059/full/html>

PARKER, Cathy. Place: The Trial Frontier. Journal of Place Management and Development, 2008, No. 1, pp. 5-14.

[https://www.researchgate.net/publication/242337957\\_Extended\\_editorial\\_Place\\_-\\_the\\_trinal\\_frontier](https://www.researchgate.net/publication/242337957_Extended_editorial_Place_-_the_trinal_frontier)

Téma je identifikováno jako vznikající oblast výzkumu, motivovaná problémy bezpečnosti davu ve stále přetíženějších prostředích.<sup>58</sup>

Text chce přispět do rozpravy na téma, co je efektivní praxe správy míst (co je důležité, co je úspěšné, co je životaschopné a co je spravedlivé?). Studie z tohoto důvodu poskytuje rovněž odrazový můstek pro další pochopení souvisejících pojmů. „Vylepšené znalosti a efektivnější praxe správy místa mohou přispět k budování areálů, které jsou úspěšnější, kde se lépe žije, a které jsou spravedlivější“.<sup>59</sup> Konečnou ambicí všech snah je generování pozitivních a měřitelných dopadů na rozvoj místa, nejen na konkrétní události, ale na společnost jako celek.<sup>60</sup>

Aby se tento vývoj posunul dále, je třeba další výzkum aspektů bezpečnosti davu, kultivování davové vědy a její aplikace.

---

<sup>58</sup> CHAI, Yueting; Chunyan MIAO; Baowen SUN; Yongqing ZHENG and Qingzhong LI. Crowd Science and Engineering: Concept and Research Framework. *International Journal of Crowd Science*, 2017, No. 1, pp. 2-8. <https://doi.org/10.1108/IJCS-01-2017-0004>; <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJCS-01-2017-0004/full/html>

<sup>59</sup> KALANDIDES, Ares; Steve MILLINGTON; Cathy PARKER and Simon QUIN. Shopping Districts and Centres, Markets, Neighbourhoods, Public Squares, and Urban Gardens Reflecting upon Place Management Practice in Berlin. *Journal of Place Management and Development*, 2016, No. 3, pp. 358.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPM-09-2016-0059/full/html>

KRULÍK, Oldřich. Urban resilience, smart cities a vysoce nakažlivé choroby jako příležitost. *Population Protection*. Lázně Bohdaneč: Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, 2021, roč. 13, č. 1, s. 5-38. ISSN 1803-635X.

<http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/43/377.pdf>

KRULÍK, Oldřich. "Chytrá města" a související bezpečnostní výzvy. *Bezpečnost s profesionály*. Praha: Komora podniků komerční bezpečnosti České republiky, 2021, č. 4, s. 11-14.

[https://www.kpkbcr.cz/wp-content/uploads/KPKB\\_01\\_2022\\_nahled.pdf](https://www.kpkbcr.cz/wp-content/uploads/KPKB_01_2022_nahled.pdf)

<sup>60</sup> KALANDIDES, Ares; Steve MILLINGTON; Cathy PARKER and Simon QUIN. Shopping Districts and Centres, Markets, Neighbourhoods, Public Squares, and Urban Gardens Reflecting upon Place Management Practice in Berlin. *Journal of Place Management and Development*, 2016, No. 3, pp. 351-359.

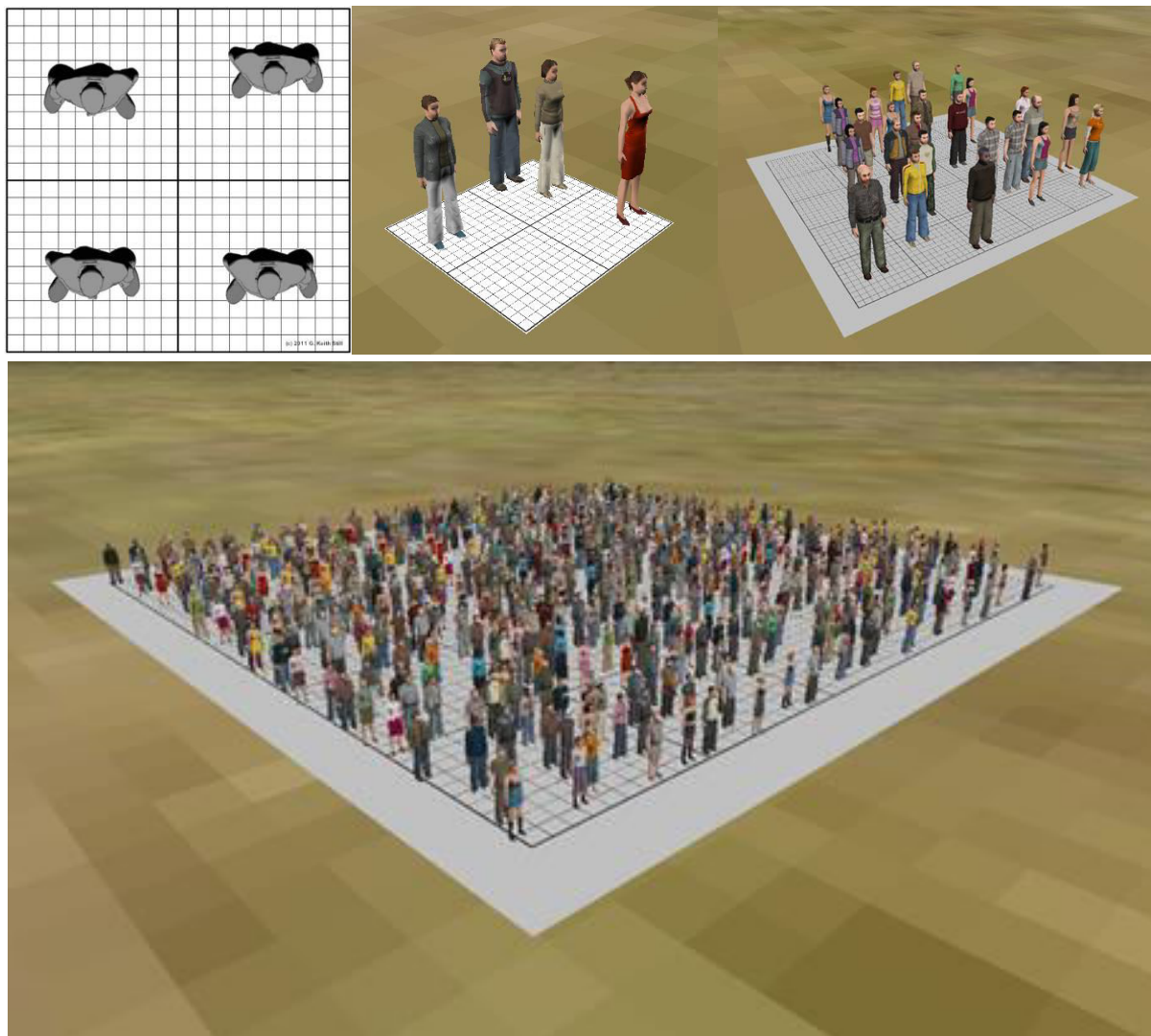
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPM-09-2016-0059/full/html>

## Studie č. 2: Hustota stojícího davu...<sup>61</sup>

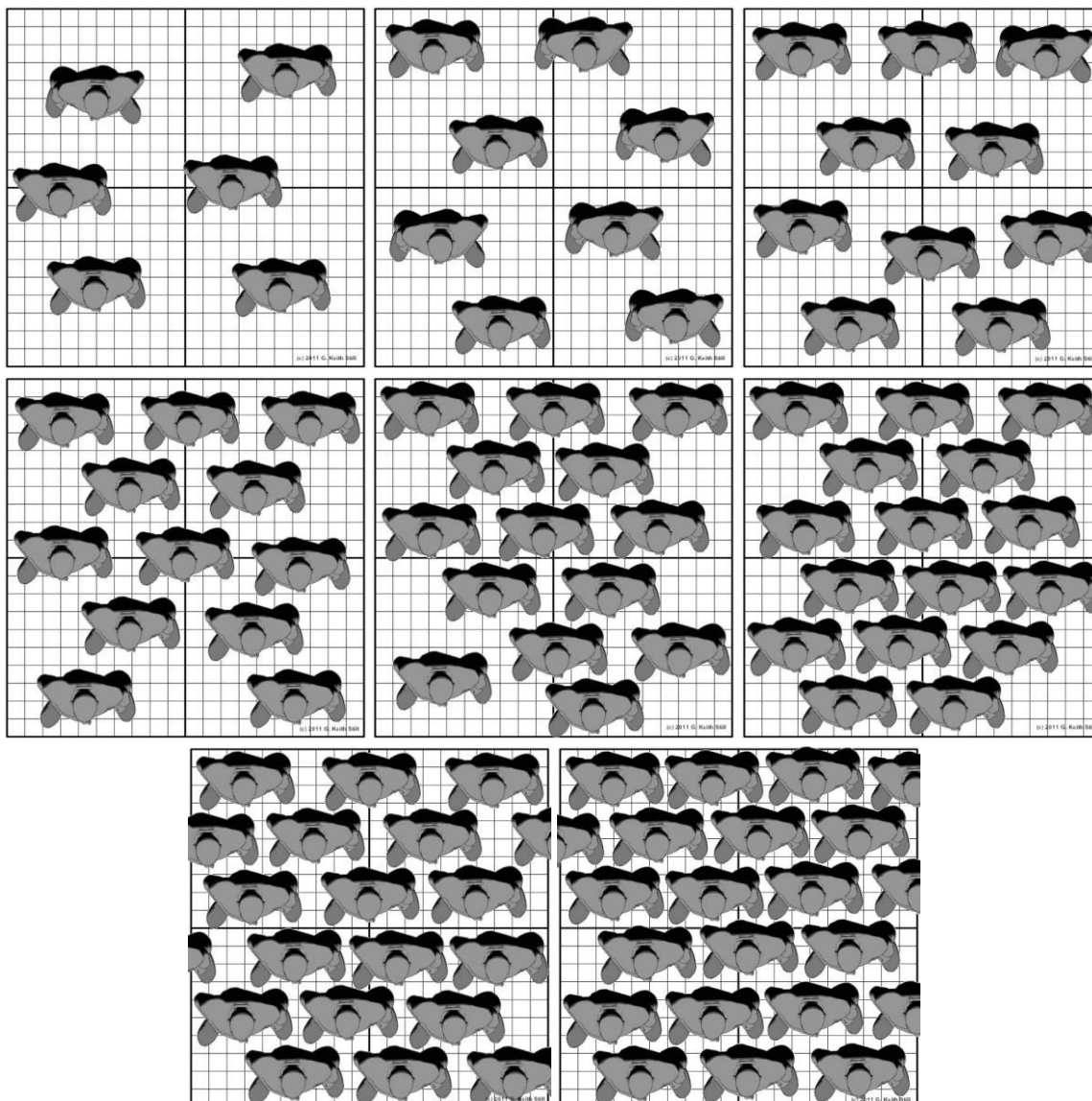
**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Manchester Metropolitan University; průkopník řešení tématu, v současnosti řídící vlastní poradenskou firmu na téma řízení davu.

**Indikativní anotace:** Tématem pojednání, internetového rozcestníku, je vliv hustoty davu (počet lidí na metr čtvereční) na stojící dav a pohybující se dav je důležité pochopit pro bezpečnost davu. Chcete-li například posoudit efektivitu pohybu davu, propustnost a míru zaplnění pro místa veřejného shromáždění, musíte porozumět relativním rizikům hustoty stojícího davu i pohybující se hustoty davu. Níže uvedené diagramy znázorňují hustotu stání v lidech na metr čtvereční.

Nahoře je obrázek vytvořen s jednou osobou v každém čtverci, pod 1 osobou na metr čtvereční, ale s náhodným rozložením (2 osoby na jednom čtverci a 0 osob na čtvrtém). Oba tyto obrázky představují hustotu balení 1 osobu na metr čtvereční. Davy se zřídka shlukují v pravidelné formaci.



<sup>61</sup> STILL, Keith, G. Standing Crowd Density. Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis, 2011. <https://www.gkstill.com/Support/crowd-density/CrowdDensity-1.html>



K dispozici je i video z prostoru 100 metrů čtverečních s balením narůstajícím z 1 osoby na metr čtvereční na 10 osob na metr čtvereční. To slouží k ilustraci toho, jak může dav vypadat v situacích s nízkým a vysokým rizikem. Bezpečnostní limity pro akce jsou obvykle stanoveny na 2 osoby na metr čtvereční (UK Event Guidance).<sup>62</sup> Pro pohyblivý systém řazení uvádí navádění 4 osoby na metr čtvereční. Směrnice (UK Green Guide - Guide to Safety at Sports Grounds) uvádí 4,7 lidí na metr čtvereční pro stojící pozorovací plochy, ale nezdůrazňuje, že do analýzy hustoty je třeba započítat demografické údaje (jednotlivé velikosti).

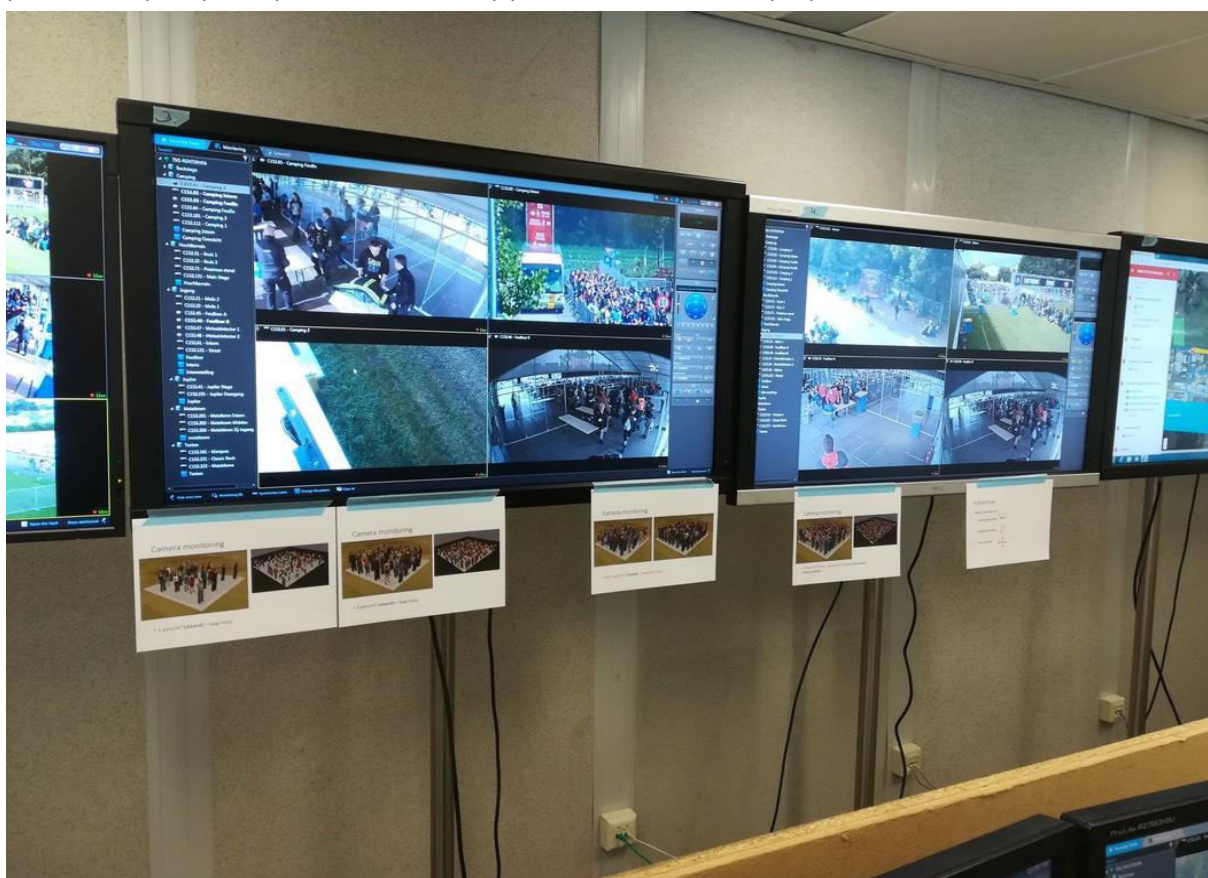
<sup>62</sup> Events Guidance for Buyers of Security. United Kingdom Government, 13. VII. 2022. <https://www.gov.uk/government/publications/events-guidance-for-buyers-of-security>  
New Guidance Document Brings Together the Core Elements of Event Safety Management. Sports Grounds Safety Authority, 21. IX. 2021. <https://sgsa.org.uk/new-guidance-document-brings-together-the-core-elements-of-event-safety-management/>  
Guidance on Running Events Safely. Health and Safety Executive. <https://www.hse.gov.uk/event-safety/>







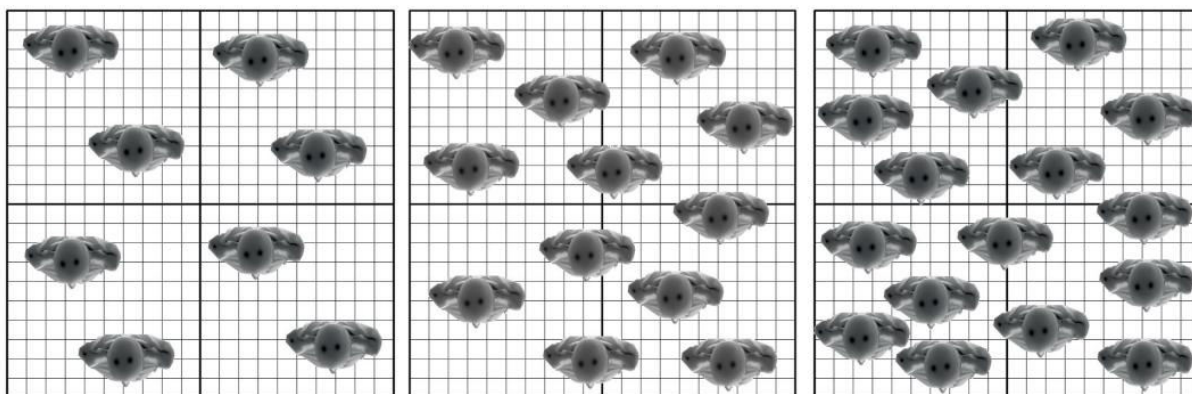
Z níže uvedených odkazů si lze prohlédnout 10m mřížku, která pomůže vizualizovat hustoty a velikosti davu. Chystám se vytvořit celou řadu davů na pozadí, aby fungovaly jako tréninková pomůcka a poskytovaly referenční vizuály pro hodnocení hustoty a počtu davů.



### Studie č. 3: „Bezpečnost v číslech“<sup>63</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Manchester Metropolitan University; průkopníci řešení tématu, v současnosti řídící vlastní poradenskou firmu na téma řízení davu.

**Indikativní anotace:** Text vyzdvihuje roli Keitha STILLA jako neformálního badatele, propojujícího teorii a praxi. Still vyvinul koncept simulace pohybu davu, které využívají celulární mřížku k modelování jednotlivců nebo „agentů“. Jsou to diskrétní matematické modely, kde každá buňka v mřížce může mít jeden z konečného počtu stavů. Jak čas postupuje, systém se vyvíjí podle sady pravidel, která určují nový stav každé buňky z hlediska stavů sousedních buněk na mřížce. Ve Stillově modelu davu celulárních automatů tato „pravidla“ uvádějí, že každý jedinec se bude snažit posunout do požadovaného koncového bodu, udržovat optimální rychlost a udržovat minimální vzdálenost mezi sebou a okolními objekty. Existuje také zpoždění v reakci jednotlivce na změny v prostředí (kvůli času, který mozek potřebuje k asimilaci informací). K modelování dynamiky systému podle těchto pravidel je použit algoritmus nejmenšího úsilí. Tento algoritmus hledá nejsnazší trasu (trasu, při které jednotlivec urazí nejkratší vzdálenost nejrychlejším tempem). Model jako je tento, je obvykle kombinován s prostorovou a síťovou analýzou oblasti, ve které se dav pohybuje. Celkové davové chování je naléhavý fenomén, což znamená, že složité vzorce vznikají z jednoduchých interakcí mezi částmi systému.



<sup>63</sup> PELLING, Kirstie; STILL, Keith, G. Safety in Numbers, iSquared, 2009, Summer, pp. 23-26;

Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis. [https://www.gkstill.com/Support/Links/Documents/2009\\_still.pdf](https://www.gkstill.com/Support/Links/Documents/2009_still.pdf)

## Studie č. 4: Aplikovaná věda o davu.<sup>64</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Opět se jedná o výstup Manchester Metropolitan University; průkopník řešení tématu, v současnosti provozující poradenskou firmu na téma řízení davu.

**Indikativní anotace:** Publikace nastiňuje teorii a aplikace kurzu bezpečnosti davu, který Keith Still vyvíjel a vyučoval po celém světě více než třicet let. Zahrnuje pozadí a aplikace nástrojů pro hodnocení davového rizika, stejně jako eseje a případové studie od mezinárodních uživatelů (Velká Británie, Irsko, Kanada, Austrálie, Nizozemsko, Belgie a Japonsko). Kurzy jsou povinným školením pro všechny velitele veřejných akcí britské policie. Tento text pokrývá legislativu a pokyny pro bezpečnost davu na místech veřejného shromáždění a nastiňuje požadavky na hodnocení rizika davu pro masová shromáždění. Čerpá ze zkušeností odborných svědků Keitha Stilla a zdůrazňuje oba problémy, kterým musíte porozumět pro plánování akce.

## Studie č. 5: Vizualizace pro potřeby vyhodnocování bezpečnosti davu<sup>65</sup>

*Motto: "Moudrý člověk se učí chybami druhých, hlupák svými." (latinské přísloví).*

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Manchester Metropolitan University; průkopník řešení tématu, v současnosti řídící vlastní poradenskou firmu na téma řízení davu.

**Indikativní anotace:** Jednou z interaktivních demonstrací, které lze na workshopech k tématu bezpečnosti davů použít, je série experimentů. Ty jsou důležité, aby účastníci porozuměli jak fyzickým (počet lidí na metr čtvereční), tak psychologickým (jak se cítíte) faktorům v přeplněných prostorech. Experimenty ilustrují běžné selhání v plánování událostí: pokusení zaměřit se na kapacitu a ne na to, jak budou prostory využívány. Můžeme mít například pro akci k dispozici rozsáhlou plochu, ale přesto budeme mít problémy s rozložením davu, pokud je jeviště špatně navrženo nebo vstupní a výstupní systémy nejsou vhodně uspořádané, dostatečně široké nebo postrádají dostatečnou kapacitu. Tyto druhy problémů se mohou vyskytnout na úzkých místech v místě události a v jejím okolí. Vyniká řada modelů pro statické i dynamické prostory; oblasti, kde je dav převážně stacionární (statický) a kde se převážně pohybuje (dynamický), aby pomohl plánovači událostí, licenčnímu důstojníkovi a operačním týmům rozpoznat rizika davu. Pokud zkoumáme základní příčiny celosvětových nehod souvisejících s davem, zjistíme, že existují některé základní (kořenové/distální) prvky společné. Ve všech případech se nehody/incidenty nestávají jen tak – vždy existuje příčina. Základní příčinou je obvykle nedostatečné povědomí o problémech souvisejících s hustotou a tokem davu. Vysoká hustota vytváří mezilidskou sílu, která, pokud není kontrolována, může být smrtelná. Síly davu mohou dosáhnout úrovně, kterým je téměř nemožné odolat nebo je ovládat. Prakticky všechna úmrtí davu jsou způsobena kompresivní asfyxií, a nikoli ušlapáním, o kterém informují média. Důkazy o ohnutých ocelových zábradlích po několika smrtelných incidentech s davem ukazují, že síly více než 4 500 newtonů síly jsou způsobeny tlacením a dominovým efektem lidí opírajících se o sebe. "Došlo ke kompresivnímu udušení způsobenému lidmi, kteří byli naskládáni vertikálně, jeden na druhého, nebo horizontálními tlakovými a naklánějícími se silami. Při incidentu na fotbalovém stadionu Ibrox Park policie oznámila, že hromada těl byla vysoká 3 metry. Lidé na dně pocítili tlak na hrudi 3 600 až 4 000 newtonů, za předpokladu, že polovina hmotnosti těch nahoře byla soustředěna

<sup>64</sup> STILL, Keith. Applied Crowd Science. London: Routledge. ISBN 978-1138626560.  
<https://www.routledge.com/Applied-Crowd-Science/Still/p/book/9781138626560>

<sup>65</sup> STILL, Keith, G. Visualising Risk Assessment for Crowd Safety. Journal of the International Centre for Sports Security, 2014, No. 1, p. 93. [http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol\\_2\\_n0\\_1/ICSS\\_Vol2.1.pdf](http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol_2_n0_1/ICSS_Vol2.1.pdf)



v oblasti horní části těla. "Horizontální síly dostatečné k vyvolání kompresivní asfyxie by byly dynamičtější, když se lidé tlačili proti sobě, aby získali prostor k dýchání. Při incidentu na rockovém koncertu v Cincinnati byla nalezena řada těl přibližně 9 m od zdi poblíž vchodu. To naznačuje, že tlaky davu pravděpodobně přicházely z obou směrů, když se zadní řady tlačily dopředu a přední řady se tlačily od zdi. Experimenty na stanovení koncentrovaných sil na zábradlí v důsledku naklánění a tlačení ukázaly, že může dojít k síle 30 až 75 % hmotnosti účastníka. Při simulované „panice“ bylo 5 osob schopno vyvinout sílu 3 430 newtonů. Za posledních 27 let došlo k řadě významných davových katastrof. Níže je krátký seznam (ne úplný). Přezkoumali jsme faktory/prvky těchto katastrof, abychom pochopili, jak k nim došlo a jak předvídat/připravovat/předcházet podobným incidentům, které se v budoucnu vyskytnou. Model rizika DIM-ICE lze upravit tak, aby lépe porozuměl příčinným souvislostem nehod/incidentů a jak můžeme vyvinout lepší výukový program, abychom se pokusili předejít budoucím nehodám, které mají podobné základní příčiny. To je její účel, analýza rizik (s použitím historického rámce jako reference). Jak lze vidět z výše uvedeného, existuje vysoké procento katastrof souvisejících s designem - ty jsou obvykle tam, kde je více lidí, které prostor může bezpečně pojmut. Jako když se snažíte nalít litr do půllitrového hrnce... nevejde se, přeteče. Jedním z klíčových prvků modelování davu je pochopit kapacitu prostoru, jak rychle se zaplní a jak dlouho bude trvat, než dosáhne kritické hustoty. To nevyžaduje složité počítačové simulace, protože jednoduchá analýza kapacity prvního průchodu nám dává jasné náznaky, zda bude systém fungovat (nebo potřebuje radikální změnu návrhu). V podstatě, pokud systém selže při aproximaci prvního průchodu, měl by být zamítnut a je třeba prozkoumat alternativní řešení. Náš tým se podílel na řadě případů soudních znalců, jak ve Velké Británii, tak v USA. Pracoval také v Saúdské Arábii (projekty civilní obrany a hadždž). Davová rizika jsou dynamická, protože se mohou v průběhu času měnit, někdy velmi rychle, často příliš rychle reagovat (pokud si nejste vědomi možného poškození). Davová rizika jsou závislá na řadě faktorů a vlivů. Pochopení toho, jak se rizika s časem mění, je tedy základem pro vývoj robustního plánu řízení davu. Pokud nevíte, kolik lidí může přijít – nejprve zhodnoťte maximální kapacitu a poté připravte plán pro 50 % z tohoto počtu, 100 % z tohoto počtu a 500 % z tohoto počtu. Porovnejte stupně rizika u každé možnosti. Vytvořte samostatný plán pro každou možnost. Nesnažte se dát všechny plány do jedné masivní složky – rozdělte problémy do fází (vstup-cirkulace-výstup). Rozdělte je v manuálu události a rozdělte událost do časových pásem (jak se událost odehrává, dochází k různým věcem). Uspořádejte manuál jako storyboard, který se vyvíjí tak, jak se bude vyvíjet událost. Udělejte z toho čitelný dokument. Ilustrujte to obrázky a diagramy pohybu davu. Nejdůležitější je, že pojem „riziko“ je obecně považován za hodnotu (pravděpodobnost x následek = riziko). Ale riziko je dynamické. Rizika se mohou časem měnit. Řízení rizik je proces od identifikace rizika až po řízení, snižování nebo eliminaci rizika. To vyžaduje vlastnictví rizik – konkrétně kdo měří, sleduje, řídí a zmírňuje vaše rizika? Riziko není statická hodnota – vykazuje dynamický charakter. Ano, existují rizika, která jsou statická (lze jim přiřadit jednu hodnotu), ale rozlišujete ve svém prostředí statická a dynamická rizika? Jak tato rizika identifikujete při hodnocení rizik, používáte pro statická i dynamická rizika jednotnou hodnotu? Měli byste rozlišovat - pokud ne, proč ne? Jako příklad (z mé vlastní oblasti) je riziko zakopnutí, uklouznutí a pádů před začátkem akce nulové (žádné davy lidí), poté se toto riziko zvyšuje na vstupních bodech (v závislosti na terénu, počtu lidí, vstupu systém atd.) pak znovu nižší (ale ne nula) během události (vnitřní pohyb davu kolem místa) a znovu vyšší při výstupu. Riziko zakopnutí, uklouznutí a pádů je při nouzovém výstupu náhle velmi VYSOKÉ. Obvykle se však riziko (zakopnutí, uklouznutí a pád) při hodnocení rizika zobrazí pouze jako jedna číselná (statická) hodnota. Neexistuje žádná dimenze času a obvykle neexistují žádné odkazy na konkrétní podmínky nebo časy, které se týkají měřítek tohoto konkrétního rizika. Pokud vezmeme v úvahu jen tento jednoduchý příklad zakopnutí, uklouznutí a pádů - nejlépe jej popíšeme jako sérii map. Lze to nazvat kvalitativní mapou rizik – něco, z čeho mohu na mapě vidět místo, čas, trvání a závažnost rizika (stačí červená, oranžová, zelená). Každá mapa by měla ukazovat, kde jsou rizika v čase (každá mapa ukazuje jiný čas 9:00, 10:00, 11:00 atd.) a každá mapa barevně (červená-



jantarová-zelená pro vysoké, střední, nízké) podle místa. Učím tyto základní principy, abych ilustroval, jak se riziko může vyvíjet, náhle měnit, a to ze své podstaty – dynamicky.

Year	Location	Scale of the incident	Failure Elements
1989	Hillsborough, UK	96 dead, 400 injured (Overcrowding)	Design (Throughput)
1990	Mina Valley, Saudi Arabia	1426 pilgrims crushed (Overcrowding)	Design (Throughput)
1991	Orkney, South Africa	42 dead, many injured (Overcrowding/riot)	Design (Capacity + Crazying)
1994	Jamarat, Saudi Arabia	266 pilgrims crushed, 98 injured (Overcrowding)	Design (Throughput)
1996	Guatemala City	83 crushed, 180 injured (Overcrowding)	Design (Capacity + Forged Tickets)
1997	Jamarat, Saudi Arabia	22 pilgrims crushed, 43 injured (Overcrowding)	Design (Throughput)
1998	Jamarat, Saudi Arabia	118 pilgrims crushed, 434 injured (Overcrowding)	Design (Throughput)
1999	Kerala, India	51 killed, 150 injured in stampede (Reaction)	Information (Weather + Running)
1999	Minsk, Belarus	53 killed, 190 injured in stampede (Reaction)	Information (Weather + Running)
2001	Ellis Park, South Africa	43 dead, 200+ injured (Over capacity - Overcrowding)	Design (Capacity + Crazying)
2001	Aracaju, Brazil	4 dead, including 3 children (Reaction)	Information (Handouts + Crazying)
2002	Yokohama, Japan	10 trampled, Mall crowd craze (Reaction)	Information (Handouts + Crazying)
2001	Jamarat, Saudi Arabia	35 pilgrims crushed, 179 injured (Overcrowding)	Design (Throughput)
2004	Jamarat, Saudi Arabia	249 pilgrims crushed, 252 injured (Overcrowding)	Design (Throughput)
2004	Beijing, China	37 dead, 15 injured in crowd crush (Overcrowding)	Design (Throughput)
2006	Jamarat, Saudi Arabia	363 dead, 389 injured crowd crush (Overcrowding)	Design (Throughput)
2006	Manila, Philippines	74 dead, 300 injured crowd crush (Reaction)	Design (Throughput)
2006	Yemen, Middle East	51 dead, 238 injured crowd crush (Reaction)	Information (Political Rally)
2008	Himachal Pradesh, India	146 dead, 50 injured in stampede (Narrow road)	Design (Throughput)
2008	Pasuran, Java	23 dead, dozens injured in Ramadan (Reaction)	Information (Handouts)
2009	Abidjan, Ivory Coast	22 dead, 132 injured Football (Reaction)	Design (Throughput)
2009	Birmingham (JLS), UK	60 injured, 4 hospitalised (JLS) (Reaction)	Design (Capacity + Arrival Profile)
2010	Timbuktu, Mali, West Africa	26 dead, 55 injured (Overcrowding)	Design (Throughput)
2010	Kunda, North India	63 dead, 44 injured (Overcrowding - narrow road)	Design (Throughput)
2010	Johannesburg, South Africa	14 injured (Overcrowding at entry gates)	Information (Forged Tickets)
2010	Duisburg, Germany.	21 dead, 511 injured (Overcrowding)	Design (Throughput)
2010	Bihar, India	10 dead, dozens injured (Reaction)	Information (Over Reaction)
2010	Nairobi, Kenya	7 dead, 70 injured (Reaction)	Information (Rain Stopped)
2010	Phnom Penh, Cambodia	347 dead, 395 injured (Overcrowding)	Design (Capacity)



Year	Location	Scale of the incident	Failure Elements
2011	Kerala, India	102 dead, 44 injured (Overcrowding)	Design (Capacity)
2011	Bamako, Mali	36 dead, 70 Injured (Overcrowding)	Design (Capacity)
2011	Brazzaville, Congo	7 dead, 30 Injured (Overcrowding)	Design (Capacity)
2011	Jakarta, Indonesia	2 dead, 13 Injured (Overcrowding)	Information (Poor Ticket Allocation)
2012	Port Said, Egypt	74 dead, over 1,000 Injured (Overcrowding + rioting)	Design (Throughput + Riot)
2012	Cairo (copic), Egypt	3 dead, dozens injured (Overcrowding)	Design (Throughput)
2013	Abidjan, Ivory Coast	62 dead, dozens injured (Overcrowding)	Design (Capacity + Crazing)
2013	Allahabad, Northern India	36 dead, 31 injured (Overcrowding, railway platform)	Design (Capacity + Crowd management)
2013	Hubei, China	4 Dead, 14 injured (Overcrowding on stairs - school)	Crowd Management
2013	Datia, India	50 dead, 100+ injured (Overcrowding)	Design (Capacity + Crowd management)
2013	Anambra, Nigeria	28 dead, 200+ injured (Overreaction/Design - call of "fire")	Design (Capacity and crazing)
2014	Ningxia, China	14 Dead, 10 Injured (Design/Overcrowding- food handouts)	Design (Crowd flow, Crowd management)
2014	Mumbai, India	20 dead, 40 injured (Overcrowding, narrow streets)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2015	Shanghai, China	36 dead, 46 injured - crowd crushing (overcrowding)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2015	Mina Valley, Saudi Arabia	1500+ dead, thousands injured (overcrowding)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2016	Lucknow, India	24 dead, 20 injured (overcrowding on bridge)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2016	Falls festival, Australia	60 injured on egress (slope, scheduling, overcapacity)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2017	Uíge, Angola	17 dead, 61 injured (ingress, overcapacity)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2017	Lusaka, Zambia	8 dead, 28 injured (food aid, queueing)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2017	Tegucigalpa, Honduras	4 dead, 25 injured (ingress, overcapacity)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2017	Turin, Italy	1 dead, 1500 injured (firework mistaken for bomb)	False alarm (Information)
2017	Lilongwe, Malawi	8 dead, 40 injured (ingress, overcapacity)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2017	Dakar, Senegal	8 dead, 40 injured (tear gas, management)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2017	Mbour, Senegal	8 dead, 60 injured (ingress, overcapacity)	Management (police - tear gas)
2017	Johannesburg, South Africa	2 dead, 17 injured (ingress, overcapacity)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2017	Mumbai, India	22 dead, 39 injured (overcapacity, bridge)	Overcrowding, Information
2017	Sidi Boulaalam, Morocco.	15 dead, 40 injured (queueing)	Design (Capacity, Crowd Flow)
2018	Caracas, Venezuela	17 dead, dozens injured (tear gas - management)	Tear gas in crowded space
2018	Nice, France	30 injured (firework mistaken for bomb)	False alarm (Information)
2018	Celtic Park, Scotland	5 injured (design, management)	Management - Crowd Flow
2018	Madagascar	1 dead, 40 injured (Design, Management)	Design (ingress crush)
2018	Luanda, Angola	5 dead, 7 injured	Management (gates shut)
2018	Corinaldo, Italy	6 dead, 59 injured	Design (bridge/barrier collapse)

## Studie č. 6: Bezpečnost davů a analýza rizika ve vztahu k davům<sup>66</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Opět se jedná o výstup průkopníků řešení tématu, v současnosti provozujících poradenskou firmu na téma řízení davu.

**Indikativní anotace:** Jedná se víceméně pouze o skupinu vizualizací, s doprovodným komentářem.

**Ilustrace:** Hustota davu (lidé na metr čtvereční) a tok davu (lidé na metr za minutu) spolu souvisí.

LoS	Density (ped/m <sup>2</sup> )	Space (m <sup>2</sup> /ped)	Space (ft <sup>2</sup> /ped)	Flow Rate (ped/min/m)	Flow Rate (ped/min/ft)	Av. Speed (m/s)	Av. Speed (ft/min)	Capacity v/c ratio
LoS A	≤ 0.27	≥ 3.24	≥ 35	≤ 23	≤ 7	≥ 1.3	260	0.0 to 0.3
LoS B	0.43 to 0.31	2.32 to 3.24	25 to 35	23 to 33	7 to 10	1.27	250	0.3 to 0.4
LoS C	0.72 to 0.43	1.39 to 2.32	15 to 25	33 to 49	10 to 15	1.22	240	0.4 to 0.6
LoS D	1.08 to 0.72	0.93 to 1.39	10 to 15	49 to 66	13 to 20	1.14	225	0.6 to 0.8
LoS E	2.17 to 1.08	0.46 to 0.93	5 to 10	66 to 82	20 to 25	0.76	150	0.8 to 1.0
LoS F	> 2.17	≤ 0.46	< 5	variable	variable	≤ 0.76	≤ 150	variable

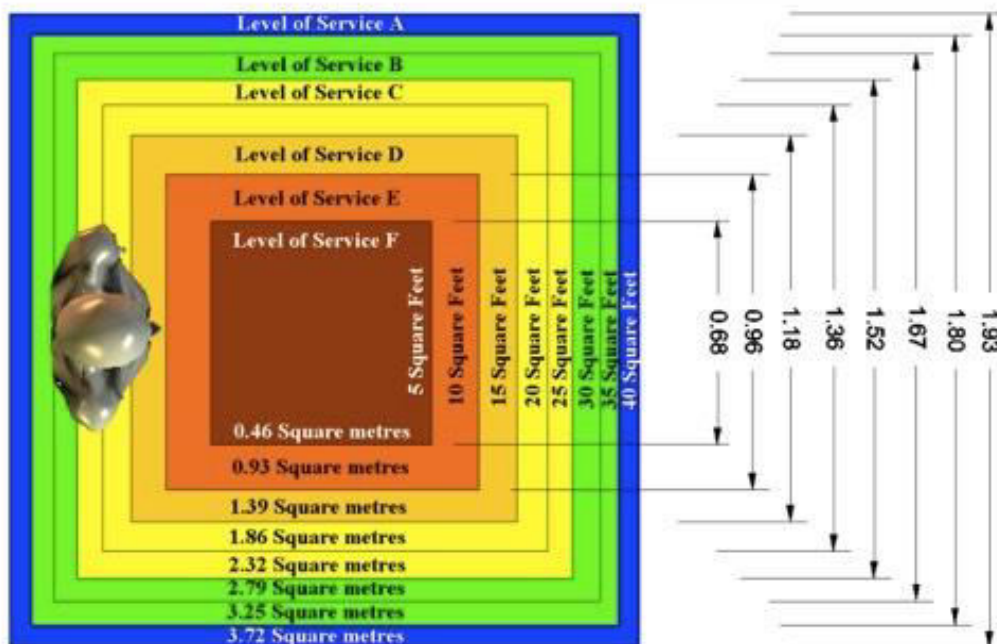
**Ilustrace:** Tabulka se převede na následující diagram hustoty versus vývojový diagram (animovaný níže). Což je často znázorněno na obrázku níže.

Walkway LOS		Waiting Area LOS	
LOS A	 ≥ 35 ft <sup>2</sup> /p, avg. speed 260 ft/min	LOS A	 ≥ 13 ft <sup>2</sup> per person
LOS B	 25-35 ft <sup>2</sup> /p, avg. speed 250 ft/min	LOS B	 10-13 ft <sup>2</sup> per person
LOS C	 15-25 ft <sup>2</sup> /p, avg. speed 240 ft/min	LOS C	 7-10 ft <sup>2</sup> per person
LOS D	 10-15 ft <sup>2</sup> /p, avg. speed 225 ft/min	LOS D	 3-7 ft <sup>2</sup> per person
LOS E	 5-10 ft <sup>2</sup> /p, avg. speed 150 ft/min	LOS E	 2-3 ft <sup>2</sup> per person
LOS F	 < 5 ft <sup>2</sup> /p, avg. speed < 150 ft/min	LOS F	 < 2 ft <sup>2</sup> per person

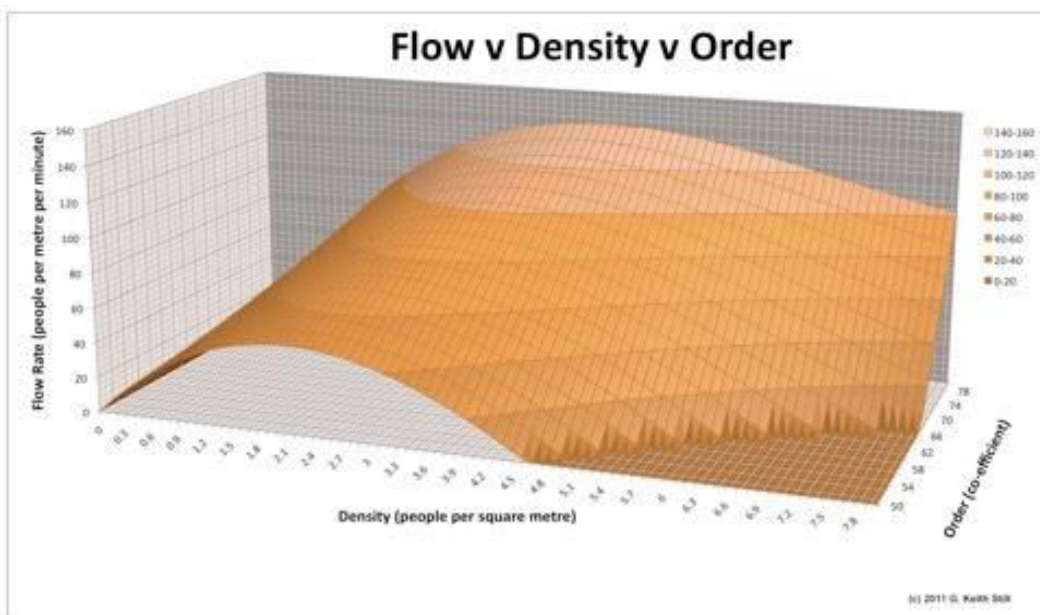
Se zvyšující se hustotou se zvyšuje průtok, ale pouze dokud není dosaženo kritické hustoty. Tato kritická hustota se může pro různé události/davy lišit. Jak se hustota (počet lidí na metr čtvereční) zvyšuje nad kritickou hustotu, proudění davu začíná klesat. Tok davu je také funkcí davového řádu, pochodující armády mohou dosáhnout větší rychlosti proudění při vyšších hustotách než smíšený demografický dav. Znázorníme graf průtoku versus hustota pomocí barvy a grafiky pro znázornění hustoty. Řada dokumentů a norem používá oblast na osobu. To může být matoucí a doporučujeme, abyste vždy používali osoby na metr čtvereční – je snazší si to představit a zachovává to jasnost pro bezpečnost davu. Barevná škála také naznačuje riziko. Ukázky při výuce nebo u klientů mohou být provedeny za pomoci jednoduchého provázku (plocha 1 metr čtvereční), kdy účastníci měří čas, kdy skupina lidí ujde 10 metrů. Je to ilustrativní experiment – ale reflektuje zobrazenou křivku. Se zvýšenou hustotou se průtok zvyšuje, ale pouze dokud není dosaženo kritické hustoty (2-3 osoby na metr čtvereční). Tato kritická hustota se může pro různé události/davy lišit.

<sup>66</sup> STILL, Keith; FRUIN, John, J. Levels of Service. Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis, 2015. <https://www.gkstill.com/Support/crowd-flow/fruin/Fruin1.html>

**Ilustrace:** Téma lze zpřehlednit pomocí následující prostorové metriky (stopy a metry).



**Ilustrace:** Když se hustota (počet lidí na metr čtvereční) zvyšuje nad kritickou hustotu, rychlost proudění davu začíná klesat. Crowd flow je také funkcí davového řádu. Například armády pochodující v kroku mohou dosáhnout většího průtoku při vyšších hustotách než smíšený demografický dav. Jinými slovy, pořádek v davu může zvýšit průtok, jak je znázorněno na 3osém grafu níže.





## Studie č. 7: Dynamika davu a management diváctva<sup>67</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Specialista na analýzu pěší dopravy a návrh oběhového systému budov. Byl konzultantem pro návrh a analýzu oběhových prvků v dopravních terminálech, výškových budovách a zábavních zařízeních a při plánování akcí.

**Indikativní anotace:** Text z roku 1984 (tedy před zkušeností s teroristickými útoky roku 2001) operuje se stěžejními proměnnými k tématu:

Mezi mnoha dovednostmi požadovanými od manažerů hlediště je porozumění dynamice davu a vztahu davu k návrhu a správě zařízení. Koncentrace velkých skupin lidí se běžně vyskytují na různých místech. Například přes New York World Trade Center se každý den pohybuje 50 000 zaměstnanců a 80 000 návštěvníků a komplex využívá 260 výtahů a 53 eskalátorů pro vertikální dopravu v rámci dvou 110patrových kancelářských věží a dalších budov obklopujících jeho široké náměstí. Mnoho velkých dopravních terminálů obsluží denně více než 100 000 cestujících. Také davy této velikosti nejsou na venkovních stadionech ničím neobvyklým. Kvalita lidské zkušenosti v každém z těchto prostředí je do značné míry určována interakcí architektonického návrhu budovy a efektivního řízení davu. Možná ještě důležitější je, že tyto faktory určují také bezpečnost veřejnosti.

Bylo zaznamenáno mnoho incidentů, kdy nekontrolované shlukování mělo za následek zranění a v některých případech i smrt. Katastrofa během koncertu kapely „The Who“ v Cincinnati v roce 1979, při níž bylo zabito 11 osob, dramaticky zdůraznila smrtící potenciál nekontrolovaných davů. K těmto úmrtím došlo, když 18 000 dychtivých skalních fanoušků spěchalo ke vchodu do areálu, kde se koncert konal. Podobné incidenty ukazují, že k takovým katastrofám může dojít v jakémkoli typu skupiny nebo prostředí. Sedm lidí bylo zabito v brazilské Fortelegeze a dalších sedm v Kinshase v Zairu davem během turné papeže Jana Pavla II. v roce 1980. Existuje dlouhý seznam obětí davu na mezinárodních fotbalových stadionech, včetně incidentu z roku 1970 v Glasgow ve Skotsku, který si vyžádal 66 mrtvých a 200 zranění. Naštěstí jsou velké davové katastrofy, jako jsou tyto, vzácné, ale pády související s davem a další nehody spojené s tlačáním jsou relativně běžné. Tyto nehody často vedou k nárokům na odpovědnost na základě obvinění z nedbalosti při návrhu nebo správě zařízení. Zjistilo se, že většina těchto nehod byla způsobena osobní nedbalostí, ale některé odhalují nepochopení dynamiky davů. V textu je uveden "model" systémové analýzy, který pomáhá vysvětlit tuto dynamiku. Poprvé jsem tento model použil jako konzultant pracovní skupiny vyšetřující katastrofu Cincinnati Coliseum. Model poskytuje jednoduchý základ pro pochopení davu a jeho vztahu k facility managementu a navrhování míst pro veřejné shromáždění.

**Dynamika davů:** V zásadě existují v každé davové situaci čtyři vzájemně se ovlivňující prvky: čas, prostor, informace a energie. Čas je jednoduše období, během kterého dochází k nahromadění; prostor, velikost a konfigurace obsazené oblasti; informace, vjemy lidí v davu, skutečné nebo domnělé, které způsobují, že podnikne nějakou skupinovou akci; a energie, tlaky vytvářené hromadnými chodci, které mohou mít za následek nehody a smrt. Analýza více než tuctu vážných davových incidentů ukázala, že ve všech případech hrály tyto prvky kritickou roli a že strategie řízení založené na jednom nebo více z těchto prvků mohly odvrátit nebo výrazně snížit účinky davu.

**Čas:** Manažeři hlediště jsou obeznámeni s vlivem času na tlačenci. Všichni pozorovali rozdíly v dopravních charakteristikách mezi postupným příchodem návštěvníků před představením ve srovnání s hromadným exodem, který nastává bezprostředně po něm. Kvůli kratšímu časovému rozpětí na konci představení jsou zařízení pro chodce zdaněna na maximum a často dochází k hustému shlukování. Výjimkou z tohoto vzoru jsou události „brzkého příjezdu“, kde se může před

<sup>67</sup> FRUIN, John, J. Crowd Dynamics and Auditorium Management. International Association of Auditorium Managers; Auditorium News, 1984; Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis. <https://www.gkstill.com/Support/crowd-flow/fruin/Fruin3.html>

otevřením brány nahromadit velká akumulace čtenářů. Přehled davových katastrof ukazuje, že k nim obvykle dochází v krátkých časových obdobích, kdy byla dočasně překročena kritická kapacita zařízení, ale intenzivní tlak na využívání zařízení pokračuje. Obvykle se dav stále tlačí vpřed, protože neví, jaké podmínky jsou v úzkém hrdle. Ti, kdo jsou v úzkých, zjišťují, že je nemožné odolat tlaku davu zezadu.

**Prostor:** Tento prvek je při analýze davových efektů zvažován dvěma způsoby. První je kritická hustota nebo průměrná plocha na osobu, která se vyskytuje v nekontrolovaných davech, a druhá je konkrétní architektonická konfigurace nebo typ zařízení pro pěší. Když průměrné hustoty v davu dosáhnou přibližné plochy lidského těla - asi jeden a půl čtvereční stopy na osobu, individuální ovládání pohybu se stane nemožným a jevy jako rázové vlny se budou šířit davem a způsobí náhlé nekontrolované vlny, které uvolňují ničivou sílu davu. Architektonické prvky, které se typicky podílejí na nebezpečných hromadných incidentech, jsou ty, které pevně omezují lidi v neadekvátním prostoru nebo nejsou správně navrženy pro tlak davu a efektivní masový pohyb. To zahrnuje chodby a schodiště neadekvátní šířky, nedostatečný počet dveří nebo bran, eskalátorů a ochranných zábradlí, které jsou buď příliš nízké, nebo nejsou k dispozici vůbec. Drobné konstrukční nedostatky, které za normálních dopravních podmínek nepředstavují žádné zjevné problémy, mohou být zvýrazněny v davech, což může vést k nebezpečnějším nehodám s „dominovým efektem“. Tento efekt nejlépe ilustruje nehoda na pohyblivém chodníku z roku 1970 (Japonsko, 42 osob zraněno, když jeden člověk spadl u východu ze systému). V tomto případě způsobila nahromadění mechanická charakteristika pohybu, ale většina davových incidentů vykazuje stejný druh nepřetržitého tlaku.

**Informace:** Vnímání lidí v davu určuje, zda tlačení davu bude jen nepříjemným zážitkem, nebo skončí katastrofou. Lidé v davu nemají široký přehled o tom, co se kolem nich děje, a pokud nedostanou směřodáté informace ze spolehlivého zdroje, budou jednat na základě spekulací ostatních poblíž. Pokud existuje pocit nebezpečí, může reakce lidského letu způsobit náhlý typ pohybu, který uvolní nahromaděnou energii davu. Může se také objevit opak odezvy letu – „šílenost“ nebo soutěžní tahanice o dosažení nějakého intenzivně žádaného nebo ceněného cíle. Cincinnati Coliseum a incidenty z turné papeže jsou příklady typu spěchu, kde žádná hrozba neexistuje. V systémové analýze se na informace nahlíží i jinak. Například vstupenky, které vyžadují, aby čtenáři používali různé vchody, jsou informačním prvkem, který snižuje přeplněnost tím, že čtenáře rozprostírá na větší a oddělenější plochu. Dalším příkladem je lístek podle času příjezdu, jako jsou ty, které se používají při prohlídce výstavy King Tut (Tutanchámon), které regulují příchody návštěvníků tím, že je rozloží na delší časové období. Rezervovanou místenku lze oproti běžnému vstupnému považovat za informační prvek, protože snižuje naléhavost spojenou s pokusy o získání „lepšího“ místa.

**Energie:** Fenomenální síly, které produkuje dav, jakmile dosáhne kritické hustoty, je téměř nemožné zastavit. V nekontrolovaných davových situacích jsou běžné zprávy o doslova zvednutí osob z bot a o strhnutí oblečení. Lidé, kteří přežili davové katastrofy, hlásí potíže s dýcháním kvůli tlaku davu a asfyxie<sup>68</sup>, velmi pravděpodobně zvýrazněná strachem, je častější příčinou úmrtí davu než dupání. Jako náznak zapojených sil bylo selhání ocelového zábradlí pod tlakem davu zaznamenáno při katastrofě na fotbalovém stadionu v Glasgow ve Skotsku. Ohnuté ocelové zábradlí bylo pozorováno také v Cincinnati. Síla potřebná k ohnutí ocelového zábradlí o průměru 2 palce 30 palců nad základnou se odhaduje na 1 000 liber.

<sup>68</sup> Viz i případy z roku 2022 v České republice.

Na diskotéce ve Slušovicích se v tlačeni zranilo osm lidí, z toho pět vážně. ČT 24, 30. X. 2022.

[https://ct24admin.ceskatelevize.cz/domaci/3539773-na-diskotece-ve-slusovicich-se-v-tlaceni-zranilo-osm-lidi-z-toho-pet-vazne?\\_ga=2.38110243.1860271231.1668413192-1233889622.1668413191](https://ct24admin.ceskatelevize.cz/domaci/3539773-na-diskotece-ve-slusovicich-se-v-tlaceni-zranilo-osm-lidi-z-toho-pet-vazne?_ga=2.38110243.1860271231.1668413192-1233889622.1668413191)

V tlačeni je třeba vzepřít se a nekřičet, radí šéf pražské záchranky. ČT 24, 30. X. 2022.

<https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/3539795-v-tlaceni-je-treba-vzeprit-se-a-nekricet-radi-sef-prazske-zachranky>



**Řízení davu:** Manažeři hlediště mohou využít prvky modelu systému času, prostoru a informací k vývoji kontrolních strategií, aby se zabránilo výskytu kritických davových sil. Cílem strategií řízení založených na čase je zabránit hromadění velkého počtu čtenářů v krátkých časových obdobích. To vyžaduje, aby fyzické vybavení a personál byly přiměřené, aby vyhovovaly očekávaným průtokům návštěvníků. Je-li to možné, měla by být rychlost příchodu čtenářů řízena tak, aby se zabránilo hromadění davu, které překračuje kapacitu zpracování brány.

**Měření:** Jedná se o strategii, která se někdy používá ke kontrole rychlosti příchodů a stupně shlukování na známém úzkém místě pro chodce. Tato technika se používá v Madison Square Garden na konci představení, aby se omezil počet návštěvníků vstupujících na přistání eskalátorů. Obsluha zahrady reguluje proudění do těchto odpočívadel, aby udržela bezpečnou úroveň obsazenosti. Obsluha může v případě potřeby také rychle vypnout eskalátory. Tuto techniku lze použít na schodech, v blízkosti otevřených balkonů, dveří nebo vstupních bran, kde by nekontrolované shlukování mohlo způsobit problémy. Most pro pěší spojující Oakland Stadium se systémem metra BART v San Franciscu je navržen jako metrový, přičemž kapacita mostu pro pěší je omezena na kapacitu metra pro cestující. Měření musí být prováděno opatrně, protože také vytváří hromadění čekajících chodců. Správné plánování měření udržuje čekací fronty mimo úzké místo v oblastech, kde je možná lepší kontrola.

**Náklady za zpracování:** Je třeba u manažerů pěstovat smysl pro kapacity patronů a rychlost zpracování všech zařízení a prostor pro chodce, za které jsou odpovědní. Krátké počty pomocí stopek a ručního počítadla mohou být provedeny z počítadel vstupenek, schodů, dveří, eskalátorů, kontrolních místností a tak dále, aby se vyvinul tento „pocit“. Sazby zpracování se budou lišit podle typu akce a čtenářů. Publikum na hokejovém zápase bude přirozeně hodně odlišné od toho v dětském cirkusu. Je třeba pečlivě poznamenat rozdíly v dopravních charakteristikách zařízení pro pěší. Schodiště mají menší kapacitu než chodby nebo rampy a tam, kde se obě protínají, se vyvinou zálohy. Schodiště o stejné šířce jako eskalátor, vykazuje přibližně stejnou kapacitu pro pěší, ale eskalátor přitom představuje nebezpečnější mechanickou charakteristiku. Z tohoto důvodu musí být vstupní a výstupní přístupy eskalátorů udržovány bez překážek nebo konfliktů s jinými dopravními toky.

**Obsazenost:** V čekárnách umožní 20 čtverečních stop na osobu relativně volný pohyb; 10 čtverečních stop, pohyb s nutností interakce s ostatními, a pokud se jedná o 5 čtverečních stop, musí všichni stát, nebo se dotýkat ostatních – s malou schopností se volně pohybovat. Jedná se o úroveň obsazenosti, kterou vidíte ve většině běžných situací čekání, jako jsou přístupy k rušnému eskalátoru nebo schodišti. Při přibližně 3 čtverečních stopách na osobu dojde k nedobrovolnému doteku a kartáčování druhých, což je psychologický práh, kterému bychom se měli ve většině veřejných situací obecně vyhýbat. Pod 2 čtvereční stopy na osobu se mohou začít vyvíjet potenciálně nebezpečné davové síly a psychický stres.

**Architektonický design:** Aby se zabránilo shlukování a usnadnil pohyb chodců, měla by místa veřejného shromáždění poskytovat několik rozptýlených vchodů a východů spíše než centralizované. Dobře navržená hlediště mají charakteristické přímé linie toku patronů a jasné linie pohledu. Kruhové a úzké průchody, „dogleg“ cesty, zakryté dveře a schodiště a nejednoznačné cesty vytvářejí zmatek a v situaci nouzového letu mohou způsobit katastrofu. V takových nouzových situacích se „přímka viditelnosti“ stává „přímkou letu“.

**Sdělení:** Informační strategie pro úpravu časových, prostorových a energetických prvků davového modelu nezahrnují pouze použití všech typů médií, ale také rozvoj dobře naplánované komunikační sítě zahrnující manažera, zaměstnance, patrony a místní policii a pohotovostní služby. Musí být stanoven a opakovaně posilován jasný řetězec odpovědnosti za kontrolu davu a nouzové postupy. To vyžaduje formální určení orgánu, který bude otevírat a zavírat zařízení pro chodce, vydávat veřejná oznámení související s kontrolou davu a přivolávat záchranné služby. Musí být rozvíjeno a aktivně udržováno spojení s místní policií, hasiči a lékařskými službami a příslušné role musí být jasné



definovány písemně, nebo efektivněji ve formě organizačního schématu. Speciální akce, které zvyšují návštěvnost patronů nad rámec běžného, vyžadují pečlivou kontrolu plánu řízení davu a přiměřenosti zařízení hlediště a personálu.

Dostupnost a spolehlivost komunikačního zařízení a prostředky jeho použití jsou faktory pro správu davu. Systém místního rozhlasu musí být připojen k obvodu nouzového osvětlení nebo jinému záložnímu napájení, aby bylo zajištěno, že při výpadku proudu bude komunikace s návštěvníky možná. Výpadek proudu byl příčinou davové katastrofy, která si vyžádala mnoho životů ve veřejné budově v Indii. Tam, kde personál používá obousměrné vysílačky, by měla být ověřena kompatibilita s místním komunikačním zařízením záchranné služby.

Okamžitá komunikace s patrony je dobrý způsob, jak rychle zmírnit potenciálně nebezpečnou davovou situaci, ale formu a formulaci zprávy je třeba volit pečlivě. Nepochopená zpráva nebo zpráva, která vyvolává pocit naléhavosti nebo ohrožení osobní bezpečnosti, může situaci zhoršit. Doporučené komunikační techniky a typické zprávy, které se mají používat při řešení mimořádných situací, by měly být zahrnuty do plánu zvládnání davu a měly by být zahrnuty do školení zaměstnanců.

**Studie č. 7: Příčiny a prevence davových neštěstí<sup>69</sup>**

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Specialista na analýzu pěší dopravy a návrh oběhového systému budov. Byl konzultantem pro návrh a analýzu oběhových prvků v dopravních terminálech, výškových budovách a zábavních zařízeních a při plánování akcí. Na jeho výstupech dále staví mnozí současnější výzkumníci.

**Indikativní anotace:** Davy se vyskytují často, obvykle bez vážnějších problémů. Nedostatky místa konání a nedostatečné řízení davu občas vedou ke zraněním a úmrtím. Jsou popsány hlavní davové incidenty. Extrémní tlačence představuje individuální ztrátu kontroly a psychické i fyziologické problémy. Pro základní pochopení davových katastrof je navržen jednoduchý model se zkratkou „PĚST“. Prvky akronymu jsou definovány jako síla davu (F); informace (I), na základě kterých dav jedná; použitý fyzický prostor (S), a to jak z hlediska individuální hustoty, tak architektonických prvků ve větším měřítku; a Čas (T), doba trvání incidentu. Model se používá k ilustraci charakteristik davu a k vytvoření pokynů pro prevenci davových katastrof. Dochází k závěru, že informace a komunikace v reálném čase jsou klíčovými faktory při předcházení davovým katastrofám. Doporučuje se formální certifikace davového manažera pro místa s 500 a více osobami. **Překročení kapacity určitého zařízení nebo prostranství představuje běžnou zkušenost:** V moderní společnosti se často vyskytují davy nebo velké koncentrace lidí. Velká sportovní nebo zábavní událost může přilákat 70 000 zapálených fanoušků. Velké dopravní terminály, jako je New York Grand Central Terminal a Pennsylvania Station pojme 200 000 cestujících každý všední den. Bývalý kancelářský a maloobchodní komplex New York World Trade Center měl údajně až 50 000 zaměstnanců a 80 000 denních návštěvníků. Dvě tranzitní stanice byly v areálu a tři další tranzitní stanice byly poblíž. Více než 1 milion diváků sleduje každoroční průvod Tournament of Roses na 9 km dlouhé trase v Pasadeně v Kalifornii. Obvykle tato velká shromáždění lidí probíhají bez vážnějších problémů. Kombinace nedostatečného vybavení a nedostatečného zvládnutí davu má občas za následek zranění a smrt. **Příklady davových katastrof:** Smrtící potenciál davů je ilustrován popisy velkých davových incidentů. Tento vzorek ukazuje, že k davovým incidentům dochází na nejrůznějších místech a za různých okolností. Mnohem častěji dochází k menším incidentům, které mají za následek pády způsobené davem a další zranění. Letecký kryt V roce 1943 během druhé světové války zemřelo 173 osob na kompresivní **asfyxii** a 92 zraněných v úkrytu londýnského metra poté, co někdo spadl na vstupní schodiště v nižší úrovni. Lidé na povrchu, vzrušení zvuky bombardování, se dál tlačili vpřed. To vedlo ke spleťtí mase lidstva na schodech, u které záchranářům trvalo 3 hodiny, než mrtvá těla rozpletli.

<sup>69</sup> FRUIN, John, J. The Causes and Prevention of Crowd Disasters. London: International Conference on Engineering for Crowd Safety, 1993; Crowd Safe, 2002. <https://www.semanticscholar.org/paper/the-causes-and-prevention-of-crowd-disasters-fruin/467d5d641b43f4f7eaca3703e0b2390c60a685b2>



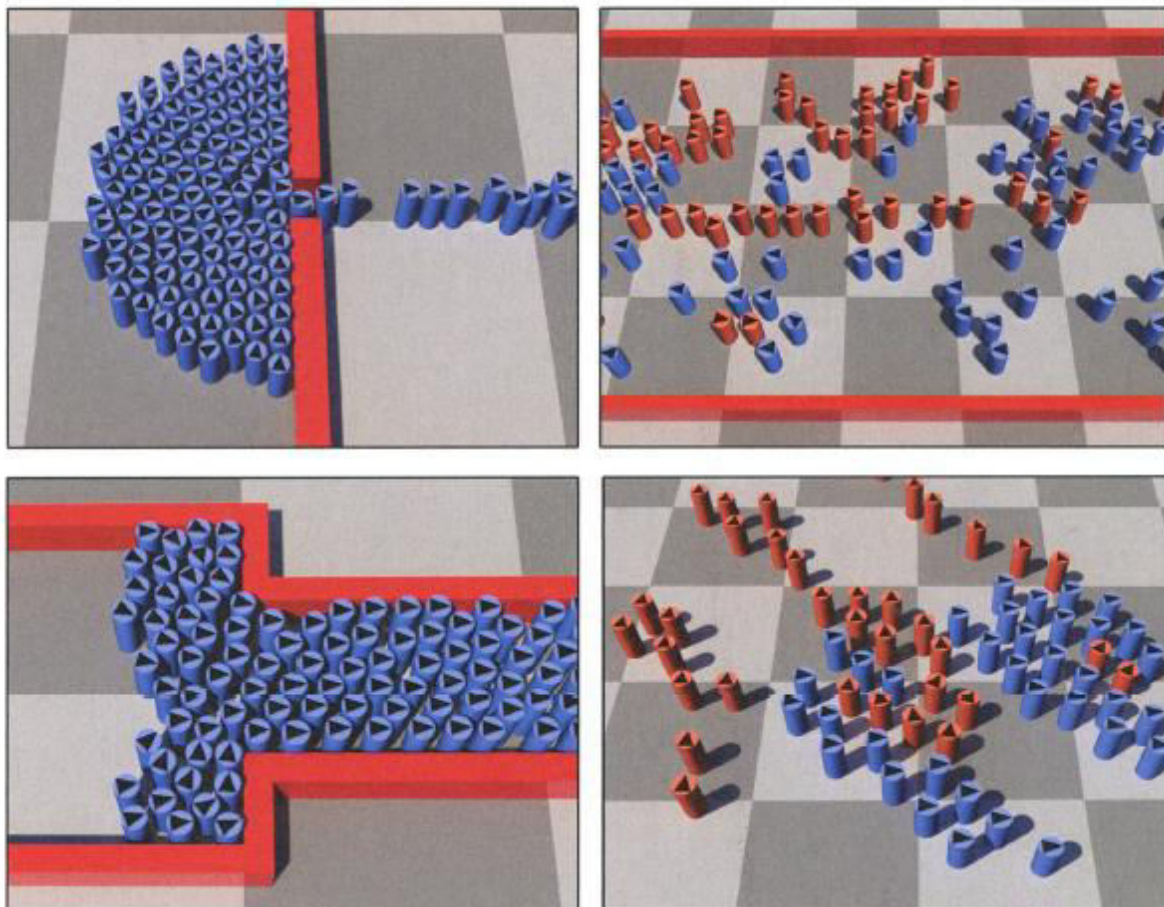
## Studie č. 8: Pohled architekta<sup>70</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Ioannis KARAMOUZAS, který sám sebe vnímá jako crowd researchera, je postdoktorským spolupracovníkem na katedře informatiky a inženýrství na University of Minnesota. Podle jeho zjištění se manévry chodců mohou zdát náhodné, ale chování davu vykazuje matematický řád. Rostoucí pole analýzy a simulace davu (zde doslova označené jako **davová věda**) redukuje lidské interakce na algoritmy, přičemž se se svým týmem zaměřuje na pomoc stavebním inženýrům, aby se prostor pro chodce stal bezpečnějším. **Text je koncipován jako rozhovor s tímto expertem.**

**Indikativní anotace:** Pohyb chodců je veden nutností vyhnout se kolizi. Chodci podvědomě vypočítávají rychlost ostatních osob a upravují svou, aby se případně vzájemně vyhnuli. Zvažují, jak zvládat zúžení a křižovatky. Jednotliví chodci promýšlejí interakci mezi individuálními cíli a zákony pohybu davu, který chodcům umožňuje složité formace a manévry. Veřejná místa mohou pro chodce sehrávat roli doslova překážkové dráhy. Každé místo je přitom specifické – náměstí, park, křižovatka, sportovní nebo kulturní akce. Vše vyžaduje „specifickou choreografii“. Úroveň nepohodlí neboli „interakční energie“ se drasticky zvyšuje, pokud se zvýší možnost srážky. Čím blíže se osoby blíží možnému střetu, tím nepříjemněji se cítí a tím více energie vynakládají, aby střetu zabránily. Jak se lidé vyhýbají kolizi při telefonování, psaní textových zpráv a interakci s přáteli a dopravou? Vědci zprvu předpokládali, že se chodci chovají jako nabitě částice: Když se přiblíží příliš blízko, cítí odpuzivou sílu. Nyní je zřejmé, že tomu tak není. Dva přátelé jdou vedle sebe. I když mohou jít velmi blízko sebe, necítí potřebu se rozcházet. Interakce chodců jsou v zásadě předvídatelné. Jak se osoby pohybují davem, neustále extrapolují do budoucnosti a počítají, jak daleko jsou od srážky. Chodci se snaží dosáhnout cíle své cesty, ale zároveň se snaží nenarážet do jiných lidí. Aby to bylo ještě složitější, nejedná se jen o jednotlivce, ale i dvojice a větší skupiny chodců. Práce s davem propojuje poznatky psychologie a fyziky. Chování chodců přímo vyplývá z psychologie očekávání. Na ucpaném chodníku nastává tendence přizpůsobovat rychlost vlastní rychlosti osob před námi. To vede k samovolnému vytváření jízdních pruhů, které chodcům umožňují efektivně řešit kolize. Tyto teoretické předpoklady potvrdil monitoring okolo 1 500 trajektorií chodců natočených kamerami v univerzitních kampusech, obchodních centrech a jiných potenciálně úzkých místech. Frustrující je doba, kterou každý divák potřebuje k opuštění sportovní nebo kulturní akce. Přitom vzorová řešení tu jsou k dispozici už staletí – včetně Kolosea v Římě, které je dodnes inspirativní budovou. Simulace a modelování může také pomoci při rozhodování o návrhu v malém měřítku – například nejlepší způsob, jak umístit stánky s občerstvením na stadionu, aniž by to způsobovaly komplikace. Simulací lze doslova **měřit míru nepohodlí davu v rámci areálů nebo budov**. Simulace prošly obrovským vývojem, jelikož **pokroky v technologii kamer** umožnily sledování chodců ve velkém měřítku. Podle autora bude záhy (studie je z roku 2015) možné v reálném čase analyzovat videa, zachycující davy, respektive týkající se hromadných shromáždění (koncerty, sportovní akce, protesty) a varovat účastníky před konkrétním chováním nebo směrem pohybu (a směřovat je do relativního bezpečí), ještě než nastanou vyhrcošeně nebezpečné situace.

<sup>70</sup> CANNELL, Michael. Crowd Computing. Landscape Architecture Magazine, 2015, No. 6, p. 48, 50. <https://www.jstor.org/stable/44796677>

**Ilustrace:** Vizualizace, týkající se chování různě strukturovaných davů v různém prostředí.





## Studie č. 9: Předpoklady, týkající se pěší evakuace<sup>71</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Democritus University of Thrace, Řecko.

**Indikativní anotace:** Text představuje předvídací systém, který funguje během procesů evakuace chodců a zabraňuje únikovým bodům z kongescí. Procesní rámec systému zahrnuje čtyři diskrétní fáze: a) detekce a sledování chodců, b) odhad možné trasy pro velmi blízkou budoucnost s indikací možné kongesce ve výjezdech, c) návrh volných a blízkých únikových alternativ, a d) aktivace naváděcích signálů, zvukových a optických. Detekce a sledování chodců je založeno na vylepšené implementaci systému navrženého jinými autory, který zahrnuje informace o vzhledu i pohybu v téměř reálném čase. V každém okamžiku lze detekované chodce okamžitě definovat jako výchozí stav druhé fáze systému, tedy modelu odhadu trasy. Odhad trasy umožňuje dynamický model inspirovaný elektrostaticky indukovanými potenciálními poli. Model kombinuje elektrostaticky indukovaná potenciální pole, aby začlenil flexibilitu do pohybu chodců. Je založen na celulárním automatu (cellular automata, CA)<sup>72</sup>, čímž využívá jejich vlastní schopnosti efektivně reprezentovat fenomény libovolné složitosti. Předpokládaná zácpa při výstupu z davu vede k rychlé aktivaci zvukových a optických signálů, které navádějí chodce k alternativním únikovým bodům. Anticipativní davový management nebyl důkladně využit a tento systém má za cíl vytvořit efektivní návrh.

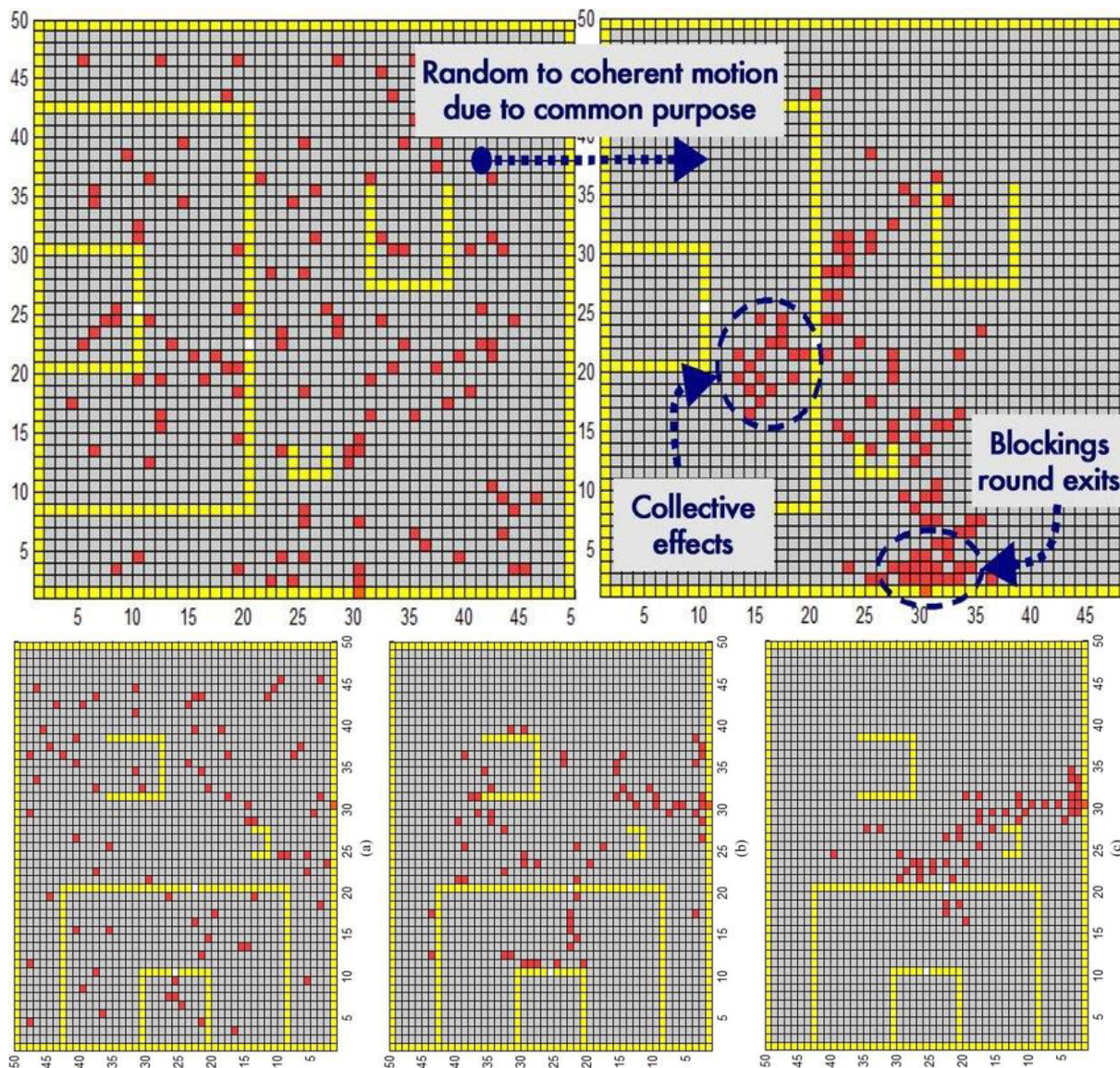
---

<sup>71</sup> GEORGIOUDAS, Ioakeim; Georgios SIRAKOULIS and Ioannis ANDREADIS. An Anticipative Crowd Management System Preventing Clogging in Exits during Pedestrian Evacuation Processes. Institute of Electrical and Electronics Engineers Systems Journal, 2010, No. 1, pp. 129-141. [https://www.researchgate.net/publication/224203208\\_an\\_anticipative\\_crowd\\_management\\_system\\_preventing\\_clogging\\_in\\_exits\\_during\\_pedestrian\\_evacuation\\_processes](https://www.researchgate.net/publication/224203208_an_anticipative_crowd_management_system_preventing_clogging_in_exits_during_pedestrian_evacuation_processes)

<sup>72</sup> Cellular Automaton. MathWorld. <https://mathworld.wolfram.com/CellularAutomaton.html>



**Ilustrace:** Schematické schéma systému pro dynamické navádění evakuace davu za havarijních podmínek. Velkou výzvu pak představují překážky ve tvaru písmene „U“.



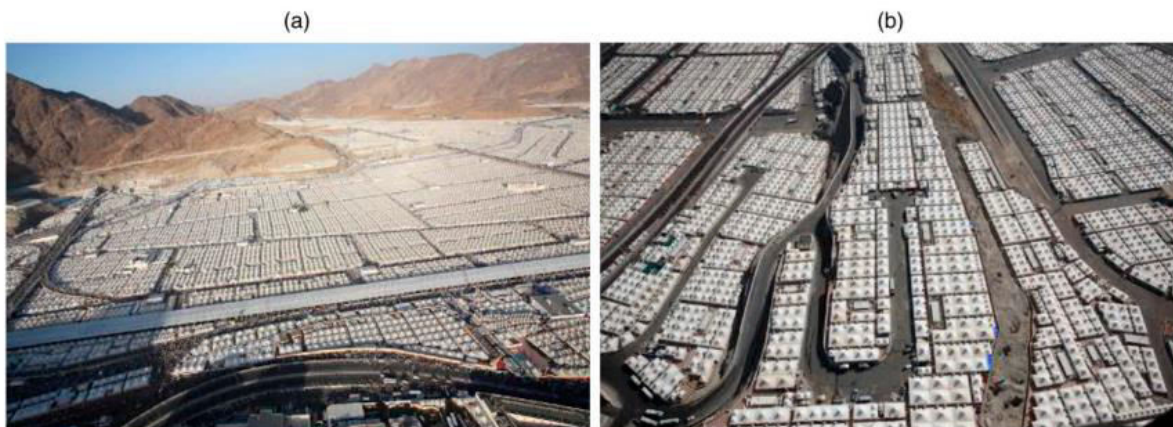
**Studie č. 10: Řízení proudu osob pro zajištění bezpečnosti pouti do Mekky<sup>73</sup>**

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Knut Haase je ředitelem Institutu pro dopravu na univerzitě v Hamburku v Německu. Získal diplom a doktorský titul a kvalifikaci přednášek v obchodní administrativě na univerzitě v Kielu, Kiel, Německo. Jeho výzkumná témata jsou zaměřena na optimalizační přístupy pro řešení rozsáhlých problémů s aplikacemi v logistice a veřejné dopravě. Mathias Kasper je výzkumný a pedagogický asistent na Technické univerzitě v Drážďanech. Je držitelem magisterského titulu v oboru ekonomie dopravy na Technické univerzitě v Drážďanech. Jeho výzkumná témata jsou zaměřena na davovou dynamiku a optimalizační přístupy pro řešení rozsáhlých problémů. Matthes Koch vystudoval ekonomiku dopravy a logistiky na Technické univerzitě v Drážďanech. Jeho výzkum zahrnuje práci na současných přístupech k plánování vozidel a posádek pro dopravní společnosti. Je doktorandem na univerzitě v Hamburku a pracuje na technické integraci plánování, controllingu a správy dat pro systém řízení davu. Sven Müller je profesorem podnikové ekonomiky dopravy na Institutu pro dopravu a infrastrukturu na University of Applied Sciences Karlsruhe, Karlsruhe, Německo. Je držitelem titulu PhD v oboru ekonomie dopravy a logistiky na Technické univerzitě v Drážďanech, Drážďany, Německo. Jeho výzkum se zaměřuje na integraci prediktivní a preskriptivní analytiky s aplikacemi pro dopravu, logistiku, energetiku, maloobchod a zdravotnictví.

**Indikativní anotace:** Hadždž – velká pouť do Mekky v Saúdské Arábii – je jedním z pěti pilířů islámu. Každý rok provádějí rituály hadždž až čtyři miliony poutníků. To z něj dělá jednu z největších akcí za účasti pohybujících se davů na světě. Ramy al-Jamarat – symbolické kamenování dábila – představuje obzvláště přeplněný rituál. Až do roku 2006 byla tato akce opakovaně zastíněna těžkými davovými katastrofami. Aby se zabránilo takovým katastrofám, saúdské úřady zahájily komplexní program pro správu davu. Novým příspěvkem k těmto snahám byl vývoj optimalizovaného rozvrhu pro poutníky provádějící rituál kamenování. Rozpis poutníků předepisuje konkrétní trasy a časové úseky pro všechny registrované skupiny poutníků. Společně přidělené trasy přísně prosazují jednosměrné toky směrem k rituálnímu místu a z něj. V tomto článku představujeme model a přístup k řešení problému Pilgrim Scheduling Problem. Náš vícestupňový postup nejprve prostorově vyhlazuje využití kapacity infrastruktury, aby se zabránilo nebezpečné hustotě chodců v síti. V dalším kroku optimalizace minimalizuje celkovou nespokojenost s naplánovanými časovými úseky. Pilgrim Scheduling Problem řešíme heuristikou oprav a optimalizace a následně simulujeme výsledky, abychom identifikovali potřebné úpravy omezení plánování. Naše numerická studie ukazuje, že tento přístup řeší případy s více než 2,3 miliony proměnných v průměru za méně než 10 minut. Zároveň mezera mezi optimálním řešením a horní hranicí nikdy nepřekročí 0,28 %. Plánovací přístup byl nedílnou součástí procesu plánování hadždž v letech 2007–2014 a 2016–2017. V těchto letech nedošlo k žádné davové katastrofě. Náš přístup nebyl uplatněn v roce 2015, kdy v blízkosti místa rituálu došlo k silné tlačenci davu. Stručně probereme možné příčiny a následky této havárie.

<sup>73</sup> HAASE, Knut; Mathias KASPER; Matthes KOCH and Sven MÜLLER. A Pilgrim Scheduling Approach to Increase Safety During the Hajj. *Operations Research*, 2019, No. 2, pp. 376-406.  
<https://www.bwl.uni-hamburg.de/lvp/forschung/paemierungen/a-pilgrim-scheduling-approach-to-increase-safety-during-the-hajj.pdf>; <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/opre.2018.1798>

Ilustrace k tématu, snahy eliminovat kongesce v souvislosti s „kamenováním ďábla“ a na cestě do této lokality z tábořišť pro poutníky.



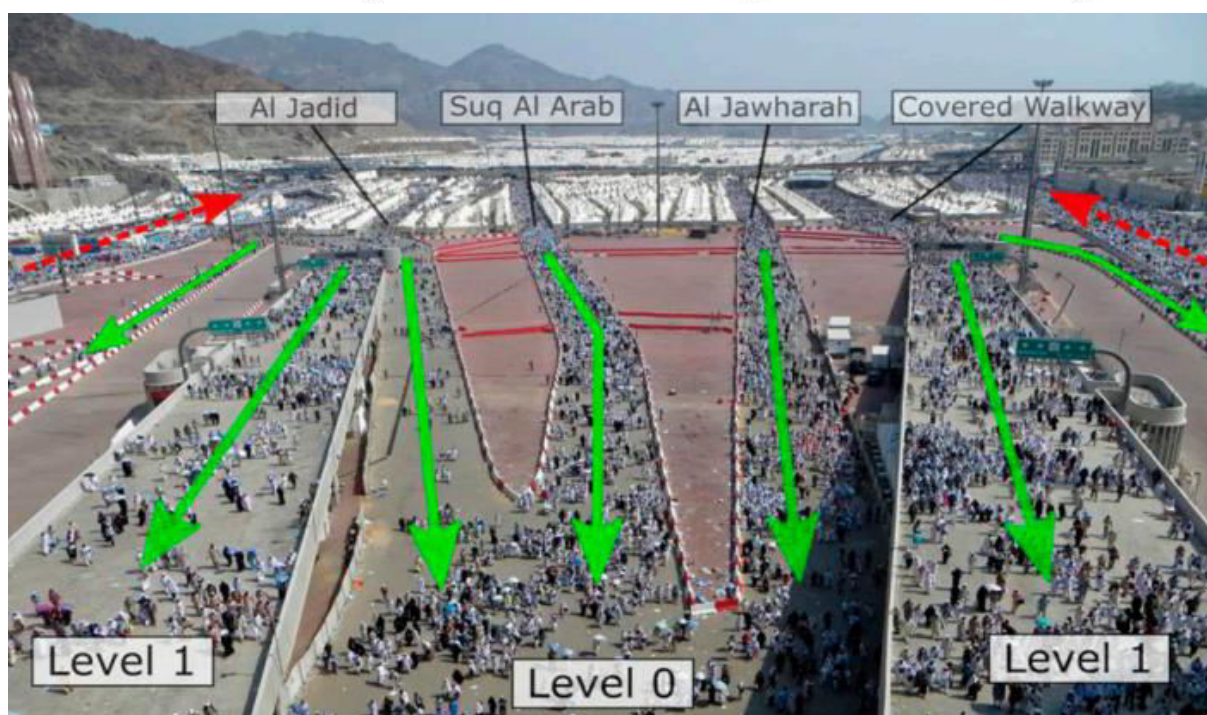
Mena valley overview towards north-north-east

Detailed view of tents and streets



Tent entrance gates

Illegal tents at the Jamarat Bridge



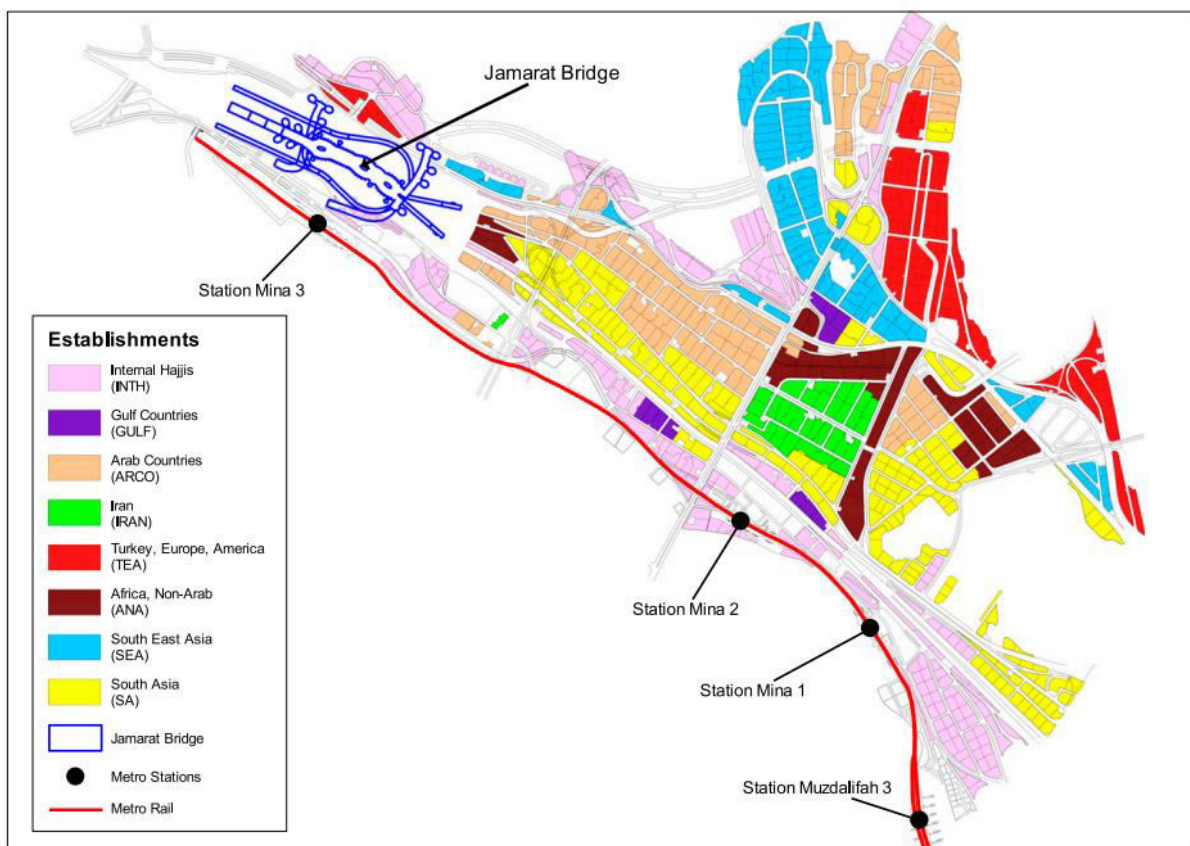
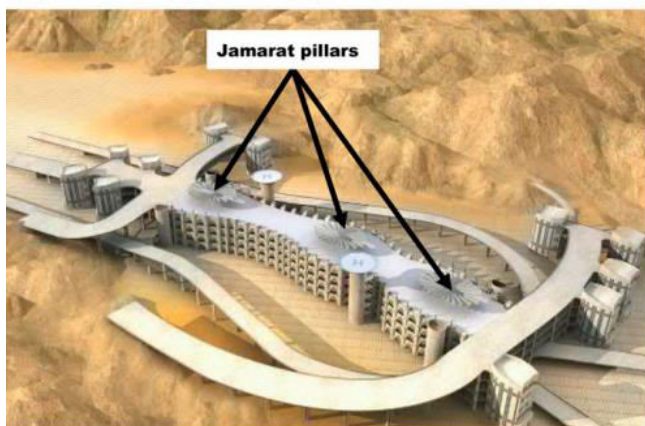
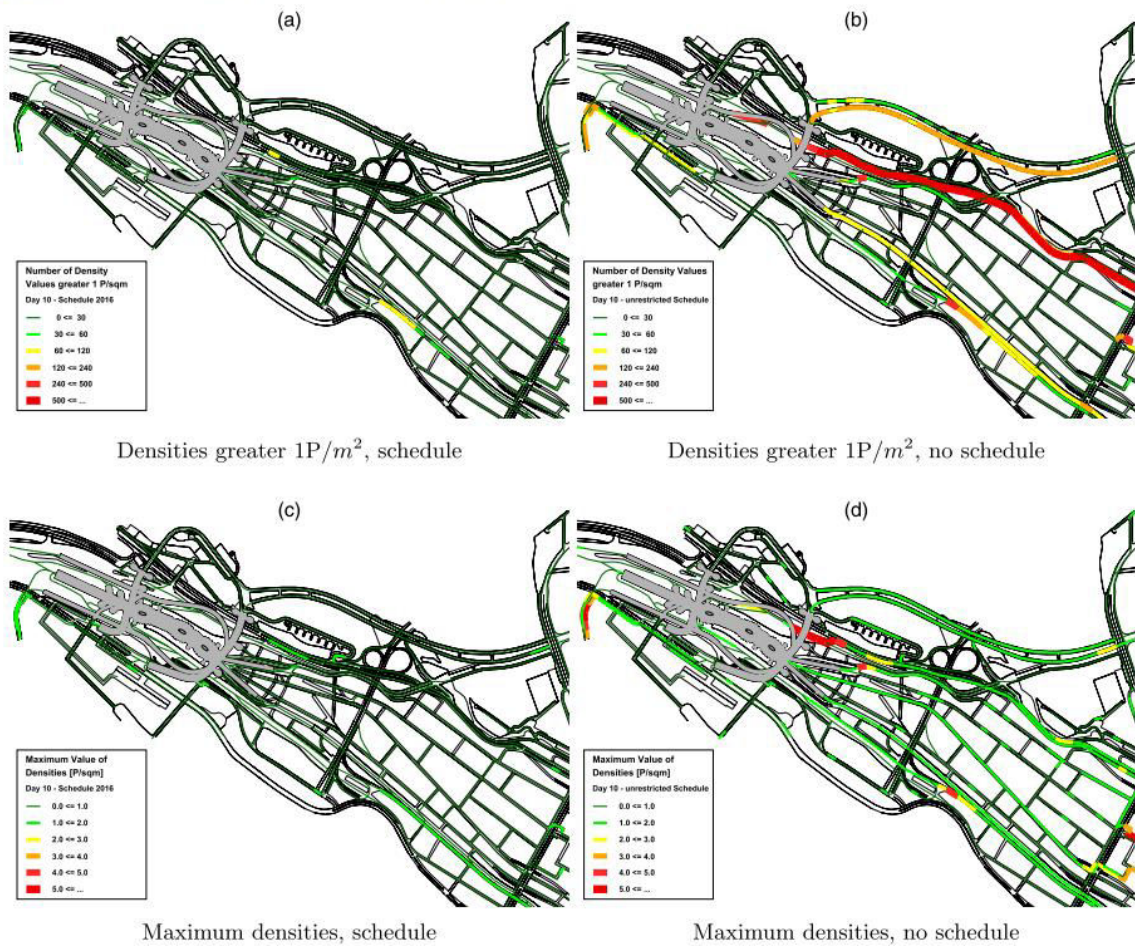


Figure 12. (Color online) Simulation Results for Hajj in 2016—Day 10

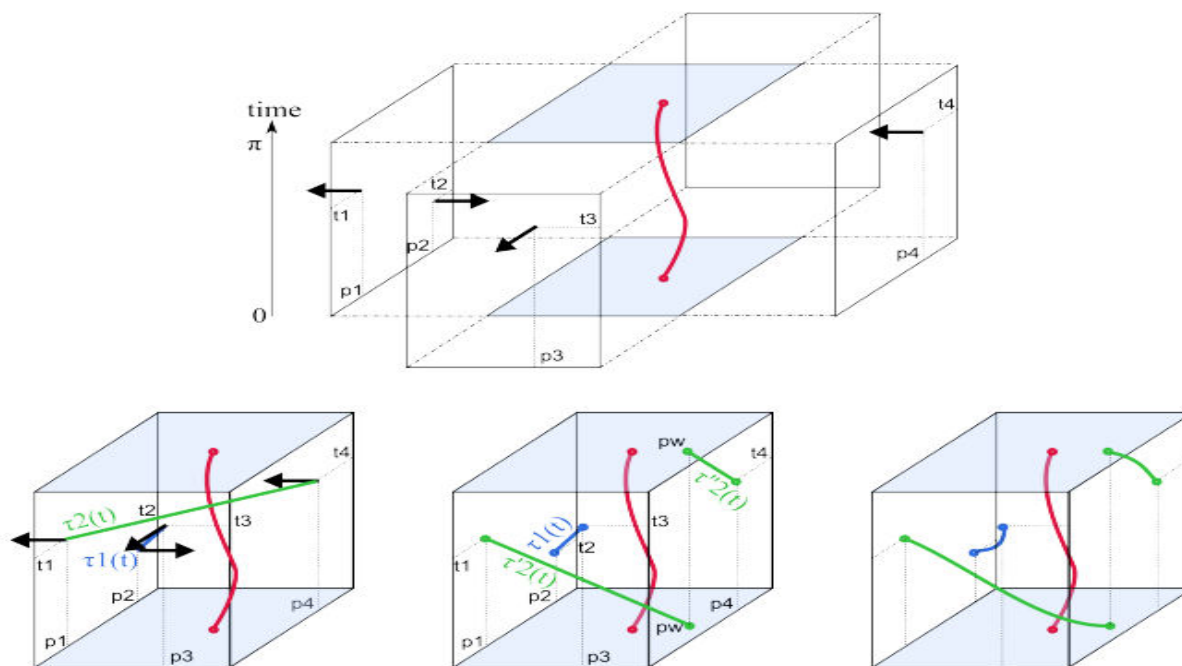


## Studie č. 11 „Zalidnění“ velkokapacitních virtuálních prostředí<sup>74</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Jedná se o experty, působící v rámci Švýcarského spolkového technologického institutu v Lausanne (Swiss Federal Institute of Technology).

**Indikativní anotace:** Naplňování virtuálních prostředí (VE) velkými davy je téma, které se řeší již několik let. Byla navržena řešení, která nabízejí realistické trajektorie i interaktivitu, ale omezení rozměrů prostředí zůstávají s ohledem na hustotu obyvatelstva. V tomto článku rozšiřujeme koncept pohybových záplat, k hustému osídlení velkých prostředí. Stavíme populaci ze sady bloků obsahujících předem vypočítanou místní simulaci davu. Každý blok se nazývá davová záplata. Řešíme problém s výpočetními záplatami, jejich sestavováním k vytvoření virtuálních prostředí a řízením jejich obsahu tak, aby odpovídal potřebám návrhářů. Naším hlavním přínosem je poskytnout drastické snížení výpočetních potřeb pro simulaci virtuálního davu za běhu. Můžeme tak zvládnout hustou populaci v rozsáhlých prostředích s dosud nikdy nedosaženými výkony. Naše výsledky ilustrují populaci potenciálně nekonečného města v reálném čase s realistickými a různorodými davy interagujícími mezi sebou a jejich prostředím. Diskutujeme výhody a nevýhody navrhovaného řešení a jeho možná vylepšení v budoucnu.

**Ilustrace:** Dvě čtvercové záplaty. Endogenní bod provádí periodickou animaci v patchi: jeho počáteční a koncová pozice  $\tau(0)$  a  $\tau(\pi)$  jsou stejné. Exogenní bod vykonává periodický pohyb, i když jeho trajektorie opustí pole v čase  $t_1$  a znovu se objeví v  $t_2$  na druhé straně pole.



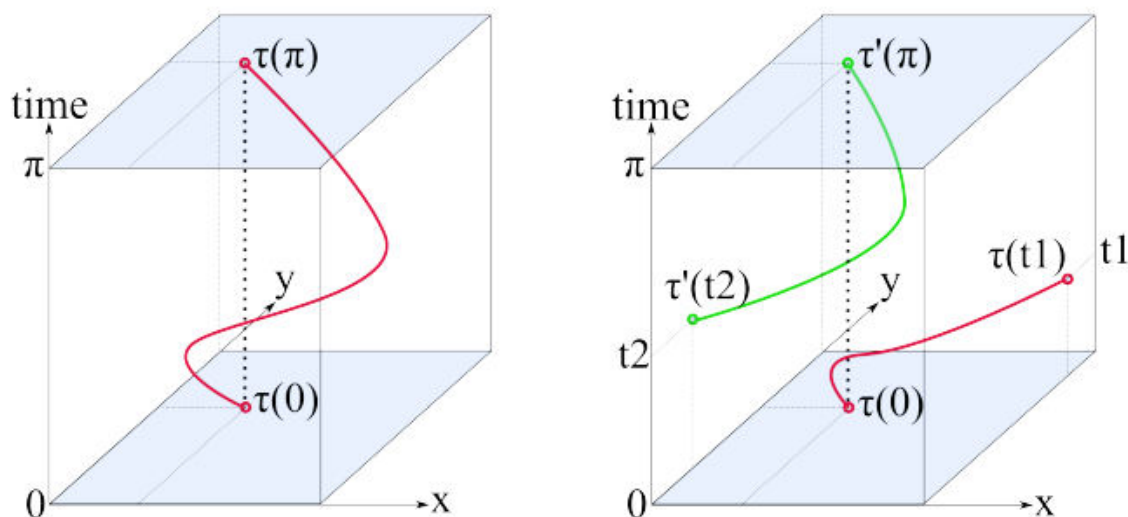
<sup>74</sup> YERSIN, Barbara; Jonathan MAÏM; Julien PETTRÉ and Daniel THALMANN. Crowd Patches: Populating Large-Scale Virtual Environments for Real-Time Applications. Proceedings of the 2009 Symposium on Interactive 3D Graphics and Games. Boston: ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games, 2009, pp. 207-214.  
DOI: [ff10.1145/1507149.1507184](https://doi.org/10.1145/1507149.1507184); <https://hal.inria.fr/inria-00555638/document/>

Podobné viz: YERSIN, Barbara; Jonathan MAÏM; Julien PETTRÉ and Daniel THALMANN. Challenges in Crowd Simulation, 2009. [https://www.researchgate.net/publication/312944477\\_Challenges\\_in\\_Crowd\\_Simulation](https://www.researchgate.net/publication/312944477_Challenges_in_Crowd_Simulation)  
PETTRÉ, Jullien; Pablo de HERAS CIECHOMSKI; Jonathan MAÏM; Barbara YERSIN; Jean-Paul LAUMOND and Daniel THALMANN. Real-Time Navigating Crowds. Computer Animation and Virtual Worlds, 2006, vol. 17, p. 445-455.  
[https://www.academia.edu/410358/Real\\_time\\_Navigating\\_Crowds\\_Scalable\\_Simulation\\_and\\_Rendering](https://www.academia.edu/410358/Real_time_Navigating_Crowds_Scalable_Simulation_and_Rendering)

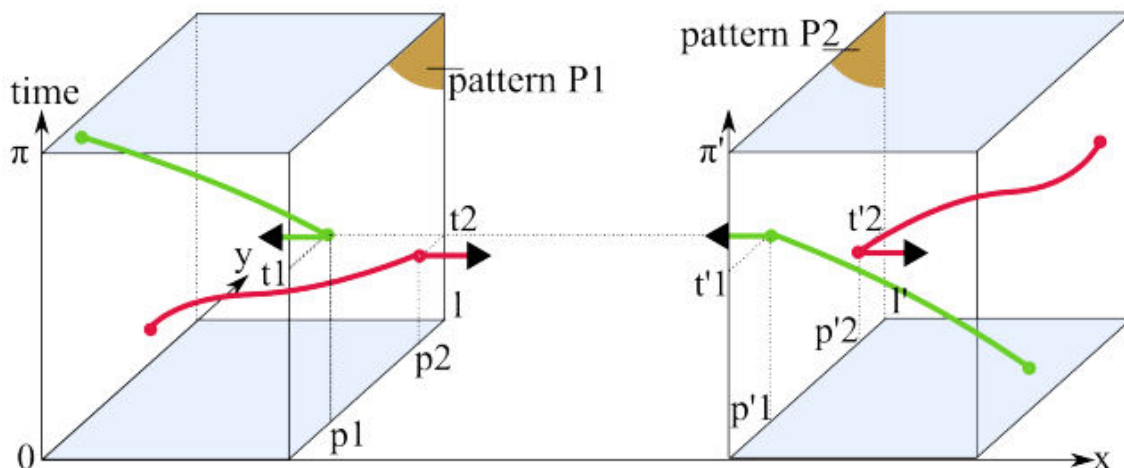
**Ilustrace:** Prostředí úspěšně naplněná davovými záplatami. (Vlevo) Procedurálně vypočítaná pěší ulice, kde jsou záplaty generovány za běhu. (Vlevo uprostřed) Stejný obrázek odhalující okraje políček a jejich trajektorie. (Vpravo uprostřed) Předdefinované městské prostředí, kde se opravy počítají offline. (Vpravo) Stejný obrázek se zjevnými hranicemi políček a trajektoriemi.



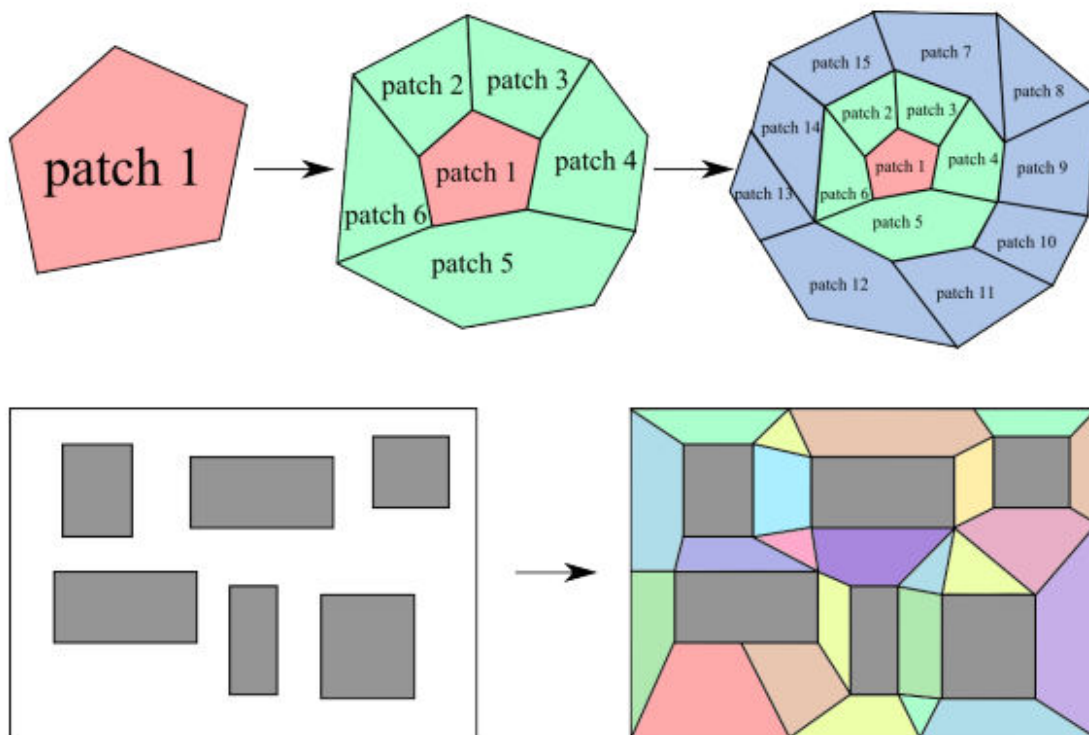
**Ilustrace:** Dvě čtvercová pole, jejichž vzory mají zrcadlené podmínky a lze je tedy spojit: bod po zelené trajektorii může plynule přecházet z pravého pole na levý, zatímco bod s červenou trajektorií se pohybuje zleva doprava.



**Ilustrace:** Výpočet exogenních trajektorií ve čtvercovém poličku. (Nahoře) vzory tvořící patch uvádí 2 vstupní a 2 výstupní body. Náplast také obsahuje 1 endogenní předem definovanou trajektorii. (Vlevo dole) vstupní a výstupní body z různých vzorů jsou náhodně spojeni. Zelená trajektorie je neproveditelná; vrací se v čase. (Uprostřed dole) Zelená trajektorie je rozdělena na 2 trajektorie na pozici  $p_w$ : 2 chodci ji využijí během jednoho období. (Vpravo dole) Exogenní trajektorie jsou aktualizovány metodou založenou na částicích, aby se zabránilo kolizím mezi objekty.

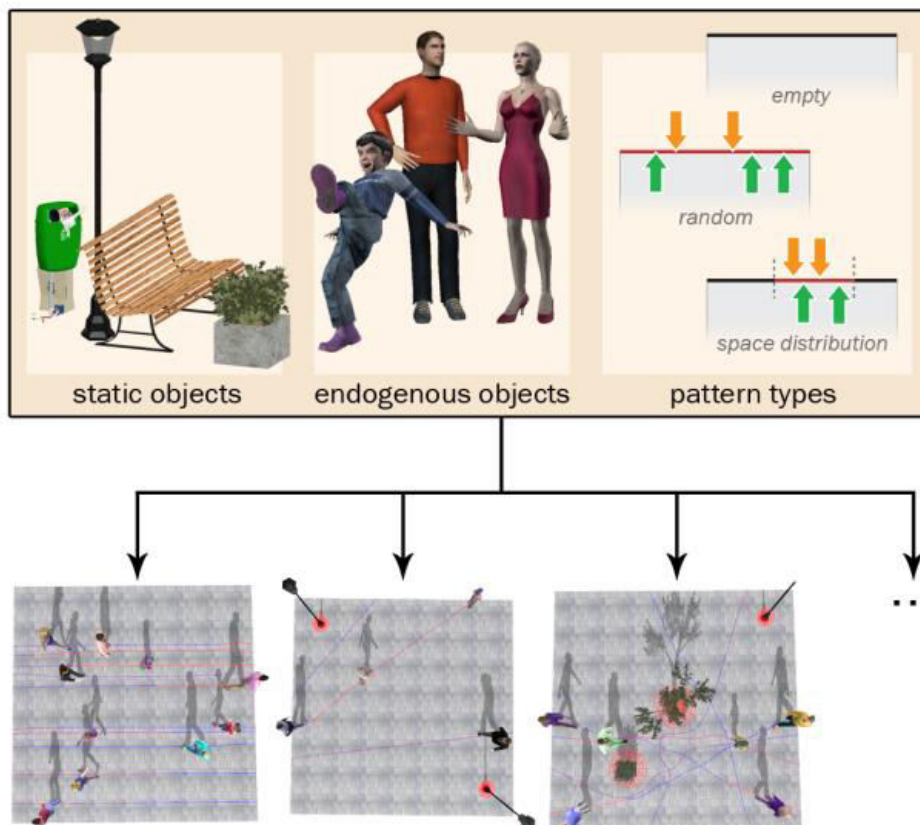


**Ilustrace:** Vytváření světů pomocí (nahore) techniky zdola nahoru, například procedurální generování, nebo (dole) přístupu shora dolů, počínaje geometrickým modelem prostředí





**Ilustrace:** K vybudování živé pěší ulice použijeme (vlevo) statické překážky (uprostřed) endogenní překážky a (vpravo) specifické vzory. (dole) Z těchto sad nejprve definujeme několik šablon záplat. Nakonec je každá šablona vytvořena tak, aby výsledkem byly různé záplaty.





## Studie č. 12: Řízení virtuálního davu na základě sémanticky rozšířené navigace<sup>75</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Jedná se o experty, působící v rámci Švýcarského spolkového technologického institutu v Lausanne (Swiss Federal Institute of Technology).

**Indikativní anotace:** V tomto článku je demonstrováno vylepšení animací chování davu: na základě navigačního grafu (1) lze přidávat v reálném čase sémantické informace do různých zón virtuálního světa. S intuitivním GUI lze řídit virtuální avatary pomocí instrukcí na vysoké úrovni. Vykreslování virtuálních osob je vylepšeno dvěma způsoby: za prvé, počet možných spojů pro virtuální lidi se zvyšuje komprimací jejich matic před jejich odesláním na grafickou kartu, a za druhé se místo billboardů pro vzdálené lidi používají statické sítě. Představujeme také způsob, jakým vytváříme a používáme mnoho různých animací chůze a běhu, abychom obměňovali pohyby davu. Výsledky jsou ilustrovány aplikací, kde je dav více než 5 000 virtuálních osob řízen v městském prostředí.

---

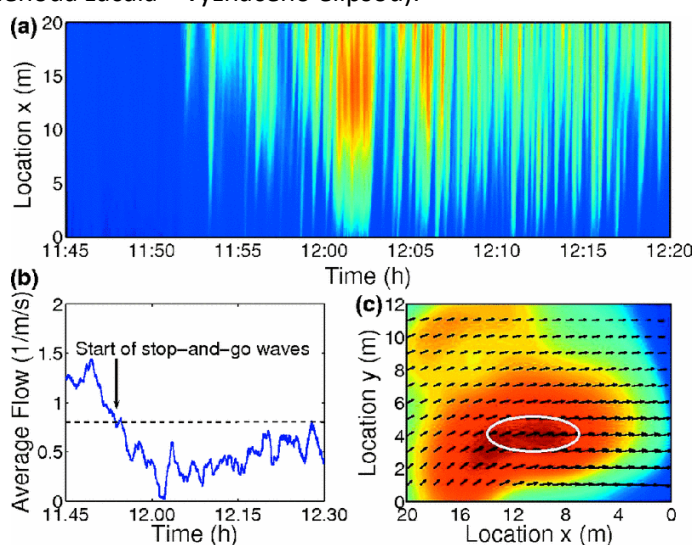
<sup>75</sup> YERSIN, Barbara; Jonathan MAÏM; Pablo de Heras CIECHOMSKI; Sébastien SCHERTENLEIB and Daniel THALMANN. Steering a Virtual Crowd Based on a Semantically Augmented Navigation Graphed. Proceedings of the First International Workshop on Crowd Simulation (V-CROWDS 2005), Lausanne: Ecole Polytechnique Fed' erale de Lausanne, 2005, pp. 169-178.  
[https://www.researchgate.net/publication/37449984\\_steering\\_a\\_virtual\\_crowd\\_based\\_on\\_a\\_semantically\\_augmented\\_navigation\\_graph](https://www.researchgate.net/publication/37449984_steering_a_virtual_crowd_based_on_a_semantically_augmented_navigation_graph)

## Studie č. 13: Dynamika davových neštěstí<sup>76</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Švýcarský federální technologický institut, Zürich, Švýcarsko; University of Bristol, Spojené království.

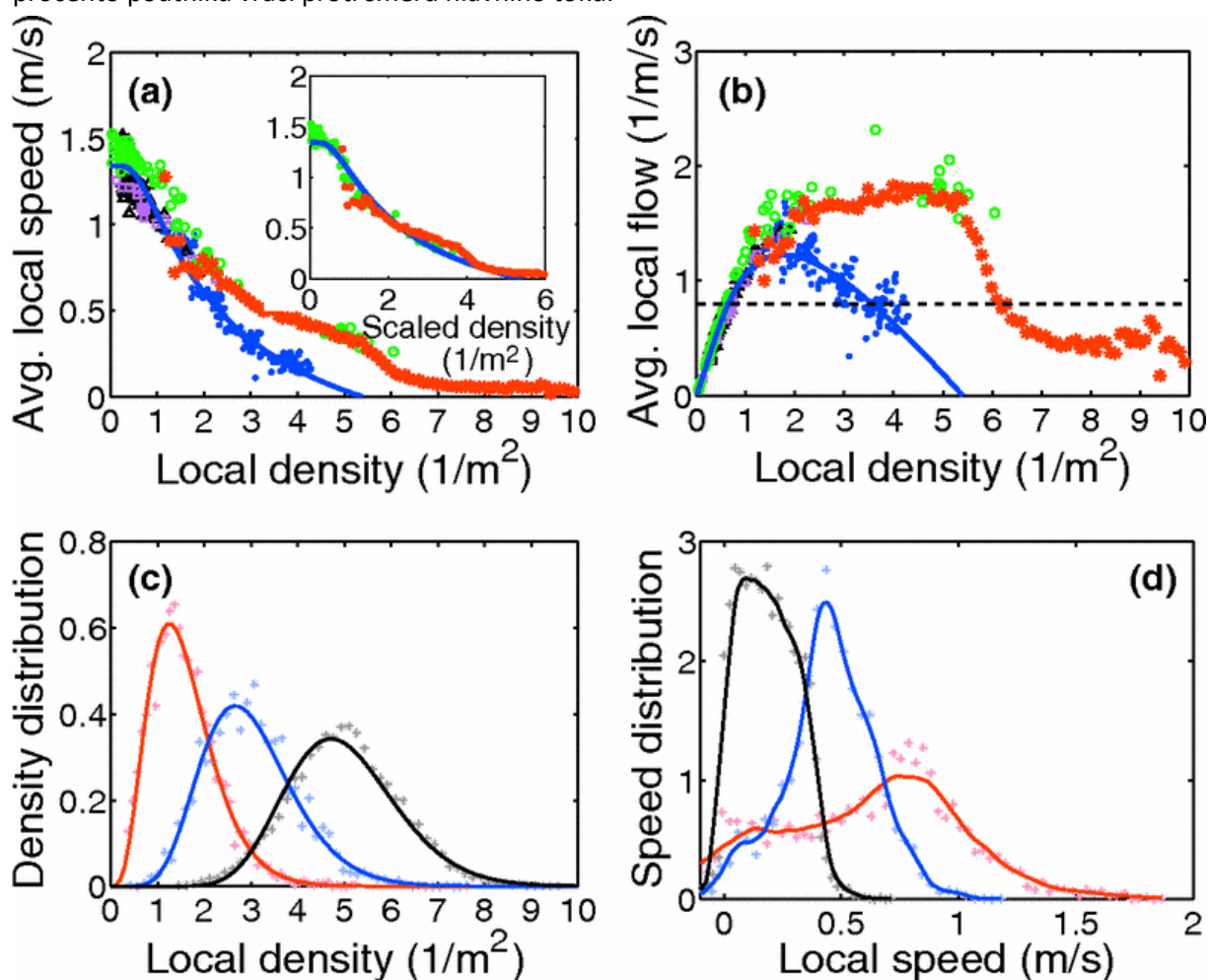
**Indikativní anotace:** Mnoho pozorování dynamiky davu chodců, včetně různých samo-organizačních jevů, bylo úspěšně popsáno pomocí jednoduchých mnohočásticových modelů. Z etických důvodů však existuje vážný nedostatek experimentálních dat týkajících se davové paniky. Proto jsme analyzovali videozáznamy davové katastrofy během hadždž v roce 1426 (12. ledna 2006). Odhalují dva následné náhlé přechody z laminárního na stop-and-go a „turbulentní“ proudění, které zpochybňuje mnohé předchozí simulační modely. Zatímco přechod od laminárního k proudění typu stop-and-go podporuje nedávný model úzkých toků, následný přechod k turbulentnímu proudění není dosud dobře objasněn. Náhlé uvolnění tlaku způsobuje náhlé přesuny a pády a podupání lidí. Poznatky této studie o důvodech kritických davových podmínkách jsou důležité pro organizaci bezpečnějších hromadných akcí. Zejména umožňují pochopit, kde a kdy k davovým nehodám dochází. Vedly také k organizačním změnám, které zajistily bezpečný hadždž.

**Ilustrace:** Po laminární fázi vykazuje hustota poutníků náhlý přechod k vlnám stop-and-go kolem 11:53. Zobrazené hustoty byly určeny Gaussovým vyhlazováním v prostoru a čase. Modrá barva odpovídá nízkým hustotám; žluté a oranžové barvy odrážejí vysoké hodnoty. (b) Průměrný průtok jako funkce času. Pokles průměrného toku chodců pod hodnotu 0,8 osoby na metr a sekundu se shoduje s výskytem vln typu „stop-and-go“; Na místě závislé rychlostní pole  $U^{\vec{r}}(r^{\vec{r}})=\langle V^{\vec{r}}(r^{\vec{r}},t) \rangle_t$  pohybu poutníka (kde závorky označují průměr přes indexovou proměnnou – tj. v čase). Šipky představují rychlosti chodců, zprůměrované za období od 11:45 do 12:30 dne 12. ledna 2006. Hodnocení se zaměřilo na středovou oblast 20 m × 12 m našich videozáznamů. Souřadnice x označuje vzdálenost k nájedu na most Jamarat a ukazuje naproti směru jeho vjezdu. Je vidět slučování chodců přicházejících z různých směrů, což způsobilo efekt úzkého hrdla. Obrysový graf pod šipkami představuje „tlak“  $P(r^{\vec{r}})=\rho(r^{\vec{r}})Varr^{\vec{r}}(V^{\vec{r}})$ , který jsme definovali jako průměrnou hustotu chodců  $\rho(r^{\vec{r}})$  krát rozptyl rychlosti  $Varr^{\vec{r}}(V^{\vec{r}})=\langle [V^{\vec{r}}(r^{\vec{r}},t)-U^{\vec{r}}(r^{\vec{r}})]^2 \rangle_t$  kolem průměrné rychlosti  $U(r^{\vec{r}})$ . Tmavě červená oblast představuje nejvyšší hodnoty „tlaku“, kde došlo k nejnásilnější dynamice (kde lidé klopýtli a kde nehoda začala – vyznačeno elipsou).



<sup>76</sup> HELBING, Dirk; Anders JOHANSSON and Habib Zein Al-ABIDEEN. Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study. Physical Review E, 2007, No. 4. [https://www.researchgate.net/publication/6331112\\_Dynamics\\_of\\_crowd\\_disasters\\_An\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/6331112_Dynamics_of_crowd_disasters_An_empirical_study)

**Ilustrace:** Průměr místních rychlostí  $V(\vec{r},t)=\|V^{\vec{r}}(\vec{r},t)\|$  jako funkce místní hustoty  $\rho(\vec{r},t)$ . Naše vlastní datové body jsou pro  $R=1\text{m}$  a jsou zobrazeny jako červené hvězdy. Další symboly odpovídají údajům Fruina (černé trojúhelníky), Moriho a Tsukaguchiho (zelené kroužky), Polus et al. (fialové čtverce) a Seyfried et al. (modré body), získané jinými metodami měření. Pevná křivka je od Weidmanna. Měřítko hustoty faktorem 0,7 (a data Mori faktorem 0,6) se naše data stanou kompatibilní s Weidmannovou křivkou (viz příloha); tj. je velmi důležité vzít v úvahu různé průměrné projektované tělesné plochy lidí v různých zemích. Všimněte si však, že průměrná místní rychlost se při extrémních hustotách nerovná nule. (b) Průměr místních průtoků  $Q(\vec{r},t)=\rho(\vec{r},t)V(\vec{r},t)$  jako funkce místní hustoty  $\rho(\vec{r},t)$ . Použili jsme stejné symboly jako v (a). Všimněte si druhého vrcholu průtoku – tj. místního maxima při 9 osob/m<sup>2</sup>. (c) Rozdělení místních hustot  $\rho$  pro danou průměrnou hustotu  $\rho$  (červená, 1,6 osob/m<sup>2</sup>; modrá, 3,0 osob/m<sup>2</sup>; černá, 5,0 osob/m<sup>2</sup>). Rozdělení  $\gamma$  dobře odpovídá histogramům s 50 zásobníky (plné čáry). (d) Rozdělení místních rychlostí pro stejné průměrné hustoty  $\rho$  jako v (c) (stejně barvy pro stejné hustoty). Rozdělení se odchylují od očekávaného normálního rozdělení, protože mnoho poutníků je součástí velkých skupin včetně lidí vysokého věku. Plné čáry jsou vyhlazené křivky, které slouží jako vodítka pro oko. Všimněte si, že při nízké hustotě se malé procento poutníků vrací proti směru hlavního toku.



## Studie č. 14: Simulace dynamických vlastností paniky během útěku<sup>77</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Švýcarský federální technologický institut, Zürich, Švýcarsko; Hungarian Academy of Sciences; Eötvös Loránd University - Maďarsko.

**Indikativní anotace:** Jednou z nejničivějších forem kolektivního lidského chování je druh davové tlačence vyvolané panikou, která často vede k úmrtím, když jsou lidé drceni nebo šlapáni. Někdy je toto chování spuštěno v situacích ohrožujících život, jako jsou požáry v přeplněných budovách; jindy mohou vznikat tlačence během spěchu ohledně nalezení vhodného sedadla nebo zdánlivě bez příčiny. Přestože inženýři hledají způsoby, jak zmírnit rozsah takových katastrof, zdá se, že jejich frekvence roste s počtem a velikostí hromadných událostí. Ale systematické studie panického chování a kvantitativní teorie schopné předpovědět takovou dynamiku davu jsou vzácné. Zde využíváme model chování chodců ke zkoumání mechanismů (a předpokladů) paniky a rušení nekoordinovaným pohybem v davech. Naše simulace navrhuje praktické způsoby, jak předcházet nebezpečným tlakům davu. Navíc nacházíme optimální strategii pro útěk z místnosti zaplněné kouřem, která zahrnuje směs individualistického chování a kolektivního „stádního“ instinktu.

## Studie č. 15: Samoorganizovaná dynamika davu chodců: Experimenty, simulace a řešení<sup>78</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Švýcarský federální technologický institut, Zürich, Švýcarsko; University of Bristol, Spojené království; Žilinská univerzita v Žilině.

**Indikativní anotace:** S cílem otestovat simulační modely toků chodců, provedli jsme experimenty pro koridory, úzká místa a křižovatky. Naše vyhodnocení videozáznamů ukazuje, že geometrické okrajové podmínky nejsou relevantní pouze pro kapacitu prvků pěších zařízení, ale ovlivňují i rozložení chodců v časovém odstupu, což naznačuje existenci jevů sebeorganizace. Po kalibraci vhodných modelů lze tyto poznatky využít ke zlepšení návrhových prvků zařízení pro pěší a výstupových tras. Ukazuje se, že „překážky“ mohou stabilizovat vzorce proudění a učinit je tekutějšími. Navíc lze optimalizovat protínající se toky s využitím fenoménu "tvorby pruhů". Navrhujeme také zvětšit průměry únikových cest na stadionech, v divadlech a přednáškových sálech, aby se předešlo dlouhým čekacím dobám pro lidi vzadu a rázovým vlnám způsobeným netrpělivostí v případech nouzové evakuace. Kromě toho mohou klikaté geometrie a sloupy snížit tlak v panikařících davech. Očekává se, že navržená konstrukční řešení v budoucnu zvýší efektivitu a bezpečnost vlakových nádraží, letištních terminálů, stadionů, divadel, veřejných budov a hromadných akcí. Jako příklady aplikací uvádíme evakuaci osobních lodí a simulaci poutních proudů na mostě Jamarat. Řeší se také adaptivní únikové naváděcí systémy, systémy optimálních cest a simulace městských toků chodců.

<sup>77</sup> HELBING, Dirk; Illés FARKAS and Tamás VICSEK. Simulating Dynamical Features of Escape Panic. Nature, 2000, No. 6803, pp. 487. <https://www.nature.com/articles/35035023>;

[https://www.researchgate.net/publication/12295370\\_Simulating\\_Dynamic\\_Features\\_of\\_Escape\\_Panic](https://www.researchgate.net/publication/12295370_Simulating_Dynamic_Features_of_Escape_Panic)

<sup>78</sup> HELBING, Dirk; Luboš BUZNA; Anders JOHANSSON and Torsten WERNER. Self-Organized Pedestrian Crowd Dynamics: Experiments, Simulations, and Design Solutions. Transportation Science, 2005, No. 1, pp. 1-24.

[https://www.researchgate.net/publication/220413168\\_self-organized\\_pedestrian\\_crowd\\_dynamics\\_experiments\\_simulations\\_and\\_design\\_solutions](https://www.researchgate.net/publication/220413168_self-organized_pedestrian_crowd_dynamics_experiments_simulations_and_design_solutions)

**Ilustrace:** Téma je uvedeno emotivními záběry z vyhocených incidentů v nedávné minulosti. Pak je pozornost věnována reakci davu na úzké místo, kdy se dav samoreguluje, optimalizuje, čím více se blíží k úzkému místu, veřejnost se doslova „zippuje“ jako automobily. Seberegulace se týká i existence dvou úzkých míst na trase (jeden dav putuje jedním a druhý dav druhým směrem).

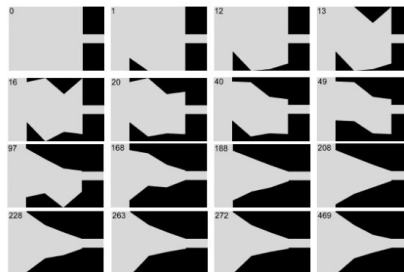


Figure 12. Different phases in the evolutionary optimization of a bottleneck.

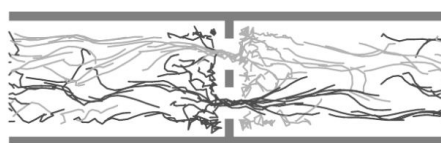


Figure 13. If two alternative passageways are available, pedestrians walking in opposite directions use different doors as a result of self-organization.

**Ilustrace:** Podobně jako na trávníku nebo v pustině si poutníci sami vyšlapou cestičky, tak totéž se děje v pohybujícím či statickém davu (třeba na koncertě).



(a)

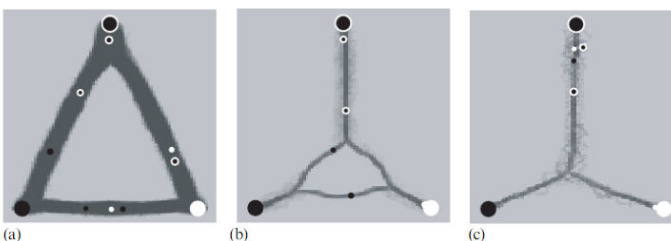


Figure 16. The structure of the emerging trail system (dark gray) essentially depends on the persistence parameter  $\kappa$ . If  $\kappa$  is large, a direct way system results (a). If  $\kappa$  is small, a minimal way system is formed (c). Otherwise a compromise between both extremes will develop (b), which looks similar to the main trail system in the center of figure 14(a). In the above three pictures all pedestrians (small disks) are represented by the same symbols as their respective destinations (large disks).



(b)

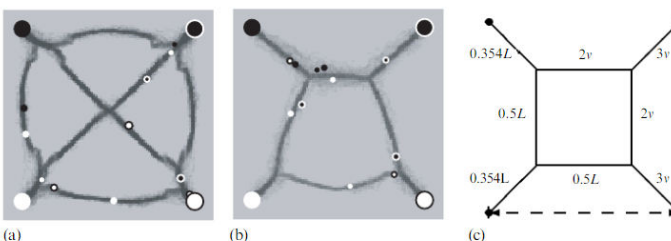


Figure 17. The left and middle graphics illustrate the formation of trail systems according to our simulations. Small disks represent pedestrians on their way, and large disks their different entry points and destinations. The pedestrians use, with a frequency  $v$ , each of the six connections between the four entry points and destinations in the corners of a square with edge length  $L$ . Starting with a spatially homogeneous ground, the chosen ways change considerably over time.

## Studie č. 16: Dynamika strachu na veřejných místech: případová studie městských nákupních center<sup>79</sup>

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Olabisi Onabanjo University. Abo-Iwoye, Nigérie.

**Indikativní anotace:** Tato studie zkoumá vztahy mezi některými důležitými faktory a vnímanou osobní bezpečností na veřejných místech, na příkladu (případové studii) dvou nigerijských nákupních centrech. Individuální vlastnosti ovlivňují vnímanou osobní bezpečnost v nákupním centru a vnímaná bezpečnost uživatelů je ovlivněna environmentálními atributy nákupních center. Design/Methodika/Přístup. K výběru účastníků byla použita technika systematického vzorkování. Respondenti byli požádáni, aby odpověděli na uzavřené otázky týkající se spokojenosti s environmentálním designem, socioekonomických a demografických charakteristik a využití nákupních center. Průzkum dokončilo 440 uživatelů: 219 z Aleshinloye a 221 z Gbagi. Environmentální design, socioekonomické a demografické charakteristiky a také využití nákupních center jsou nezávislé proměnné, zatímco vnímaná bezpečnost je závislá proměnná. Zjištění Výsledky ukazují, že strach z kriminality byl nejdůležitějším faktorem vysvětlujícím 28,16 % celkového rozptylu ve vnímané bezpečnosti. Existuje také silná souvislost mezi vnímanou bezpečností a používáním nákupních center, protože Aleshinloye, které je vnímáno jako bezpečnější, bylo používáno častěji než Gbagi. Kromě toho se environmentální design jeví jako významný faktor pro vnímanou bezpečnost v nákupních centrech, protože uživatelé zařízení Aleshinloye mají větší pocit bezpečí před zločinem, větší schopnost najít cestu a větší spokojenost s ekologickým designem než uživatelé z Gbagi. Praktické aplikace Studie doporučuje ustanovení o designu nebo bezpečnostních opatřeních, která zabraňují strachu z kriminality a zlepšují schopnost najít cestu a spokojenost s ekologickým designem v městských nákupních zařízeních. Konkrétně je důležité zavádět opatření, jako jsou funkční a moderní kamerové systémy, funkční osvětlení, stejně jako soukromý bezpečnostní personál, zejména pro ženy a starší osoby, protože tato opatření mohou zvýšit jejich pocit osobní bezpečnosti.

---

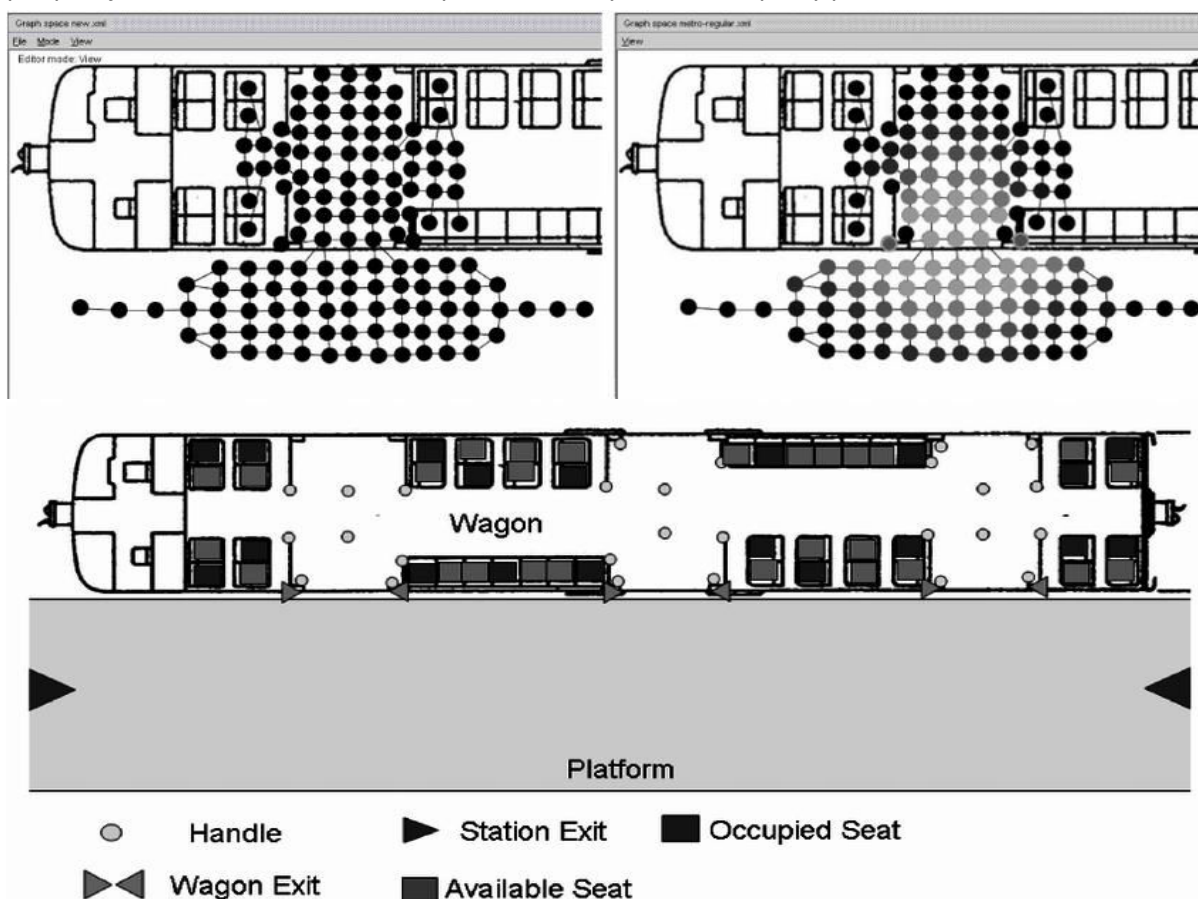
<sup>79</sup> BADIORA, Wumi and Bashir ODUFUWA. Fear Dynamics in Public Places: A Case Study of Urban Shopping Centers. *Journal of Place Management and Development*, 2019, No. 2, pp. 248-270. [https://www.researchgate.net/publication/331942694\\_Fear\\_dynamics\\_in\\_public\\_places\\_a\\_case\\_study\\_of\\_urban\\_shopping\\_centers](https://www.researchgate.net/publication/331942694_Fear_dynamics_in_public_places_a_case_study_of_urban_shopping_centers); <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPM-11-2018-0084/full/html>

## Studie č. 17: Přístup k modelování a simulaci davu

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Università degli Studi di Milano-Bicocca, Itálie.

**Indikativní anotace:** Článek<sup>80</sup> popisuje multiagentní přístup k modelování a simulaci davu. Po krátkém představení modelu Situated Cellular Agents jsou představeny pokyny pro přístup k modelování davu jako způsob podpory komunikace mezi různými aktéry, kteří jsou součástí týmu simulačního projektu. Tento přístup je poté aplikován k popisu komplexního scénáře poskytujícího směs konkurenčního a kooperativního chování pro chodce: stanice metra. Nakonec je představen modul podporující efektivní 3D vizualizaci simulované dynamiky davu jako nástroj pro komunikaci výsledků simulace s rozhodovacími pravomocemi a neodborníky na davové jevy. Tato práce je předběžným výsledkem projektu Social Mobile Entities in Silico (SMES) a byla částečně financována laboratoří New and Old Mobility Analysis and Design for the Information Society (NOMADIS) v kontextu společnosti Quality of Life in the Information (QUASI) multidisciplinární výzkumný program v informační společnosti.

**Ilustrace:** Diskretizace části prostředí a rozšíření polí spojených s dveřmi vagonu v nástroji podporujícím definici simulovaného prostoru. Nehybnné aktivní prvky prostředí.



<sup>80</sup> BANDINI, Stefania; Mizar Luca FEDERICI and Giuseppe VIZZARI. Situated Cellular Agents Approach to Crowd Modeling and Simulation. *Cybernetics and Systems*, 2007, No. 7, pp. 729-753.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01969720701534141>;  
[https://www.researchgate.net/publication/220231376\\_situated\\_cellular\\_agents\\_approach\\_to\\_crowd\\_modeling\\_and\\_simulation](https://www.researchgate.net/publication/220231376_situated_cellular_agents_approach_to_crowd_modeling_and_simulation)



## Studie č. 18: Simulace davu a její aplikace: Nedávný vývoj

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Zhejiang University.

**Indikativní anotace:** Tento článek<sup>81</sup> pojednává o nejmodernějších technikách simulace davu a jejich vybraných aplikacích se zaměřením na naše nedávné výzkumné pokroky v této rychle rostoucí oblasti výzkumu. Nejprve poskytneme kategorizovaný přehled hlavních metodologií simulace davu. Poté popíšeme naše nedávné výzkumné pokroky v oblasti evakuace davu, davu chodců, vytváření davu, simulace dopravy a simulace roje. Nakonec nabízíme naše názory na výzvy výzkumu otevřené simulace davu a poukazujeme na potenciální budoucí směry v této oblasti.

**Ilustrace** k tématu, zřejmě s důrazem na prostředí z Čínské lidové republiky.



(a)



(b)

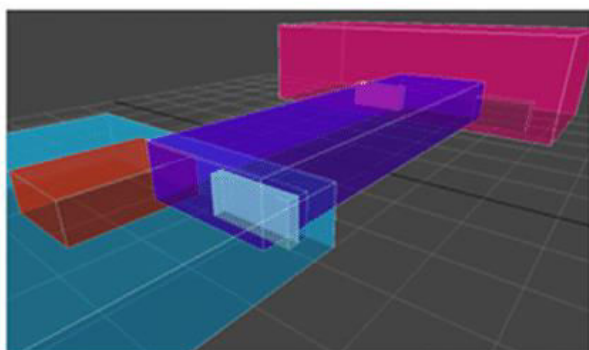


(c)

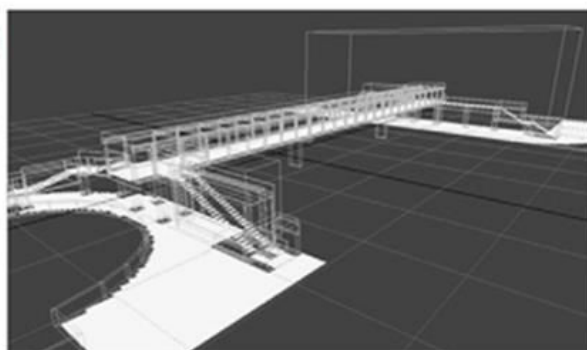
<sup>81</sup> XU, Ming-Liang; Hao JIANG; Xiaogang JIN and Zhigang DENG. Crowd Simulation and Its Applications: Recent Advances. Journal of Computer Science and Technology, 2014, No. 5, pp. 799-811.  
[https://www.researchgate.net/publication/287729088\\_crowd\\_simulation\\_and\\_its\\_applications\\_recent\\_advances](https://www.researchgate.net/publication/287729088_crowd_simulation_and_its_applications_recent_advances)



(a)



(b)



(c)

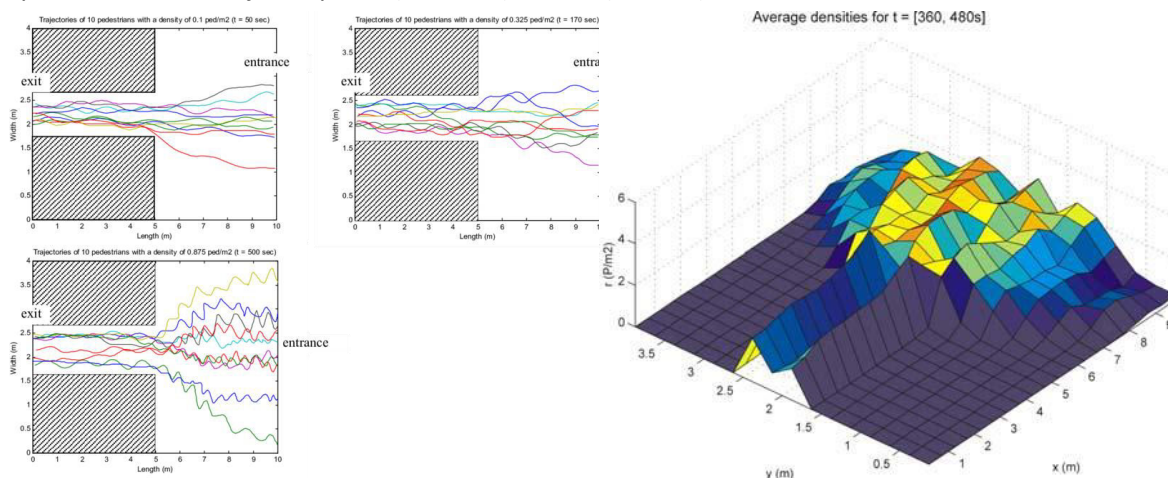


## Studie č. 19: Experimentální výzkum chování chodců

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Delft University of Technology.

**Indikativní anotace:** Pro posouzení návrhu pěší infrastruktury, jaká může být budována v rámci dopravních přestupních stanic, nákupních center, sportovních stadionů atd., a také pro podporu plánování jízdních řádů veřejné dopravy jsou zapotřebí nástroje, které projektantům při jejich činnostech pomohou.<sup>82</sup> Za tímto účelem mohou být a byly použity mikroskopické a makroskopické modely chování chodců. Ke kalibraci a ověření takových modelů a také k získání lepšího náhledu na charakteristiky chování chodců za různých okolností jsou zapotřebí velmi podrobné údaje o aktuální situaci. Delft University of Technology provedla experimentální výzkum toku chodců a experiment (určení procesních proměnných, nastavení měření atd.). Výsledná mikroskopická data byla aplikována i při modelování situací v úzkých hrdlech. Byly vypracovány mikroskopické i makroskopické charakteristiky chování chodců (jednotlivců, skupin, davů). Určité využitelné výsledky se týkají způsobu, jakou roli mohou úzká hrdla sehrávat jak sama o sobě, nebo s ohledem na prostory v jejich blízkosti (například místo, kde návštěvníci čekají na kontrolu vstupenek, než budou turniketem vpuštěni do areálu).

**Ilustrace: Vlevo:** Příklad trajektorií chodců pro tři různé situace (a: hustota =  $0,1 \text{ P/m}^2$ ; b: hustota =  $0,325 \text{ P/m}^2$ ; c: hustota =  $0,875 \text{ P/m}^2$ ). Chodci jdou zprava ( $x = 10 \text{ m}$ ) doleva ( $x = 0 \text{ m}$ ); **Vpravo:** a-f Hustoty a střední rychlosti (ve směru  $x$ ) pro příklad úzkého hrdla pro různá časová období během experimentu. Chodci jdou zprava ( $x = 10 \text{ m}$ ) doleva ( $x = 0 \text{ m}$ ).



<sup>82</sup> DAAMEN, Winnie and Serge HOOGENDOORN. Experimental Research of Pedestrian Walking Behavior. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2003, No. 1, pp. 20-30.  
[https://www.researchgate.net/publication/224010813\\_Experimental\\_Research\\_of\\_Pedestrian\\_Walking\\_Behavior](https://www.researchgate.net/publication/224010813_Experimental_Research_of_Pedestrian_Walking_Behavior)



## Studie č. 20: Chování a pohyb davu: Empirické metody

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Sydney, University Nového Jižního Walesu, Austrálie.

**Indikativní anotace:** Bezpečnost osob v přeplněných prostředích byla uznána jako důležitá a rychle se rozvíjející výzkumná oblast s významnými důsledky pro městské plánování, management akcí, projektování budov, požární bezpečnost a záchranné služby, ale i ve vztahu k celé řadě dalších výzev.<sup>83</sup> Tento proud výzkumu je zaměřen na vedení bezpečných návrhů a efektivních evakuačních plánů pomocí simulace nouzových scénářů a odhadu opatření, jako je celková doba evakuace. Velká část výzkumu byla věnována také vývoji modelovacích nástrojů se schopností identifikovat (a tím předcházet) okolnostem, které vedou k nepohodlí davu, haváriím nebo katastrofám na hromadných shromážděních a veřejných zařízeních. Bylo však namítáno, že empirické znalosti v této oblasti zaostávají za teoretickým vývojem a výpočetními schopnostmi. To způsobilo, že popisná síla stávajících modelů pro reprodukci přirozeného chování lidí byla sporná vzhledem k tomu, že v mnoha případech chybí spolehlivá a dobře podmíněná data pro účely validace modelu nebo kalibrace. Vzhledem k tomu, že převážná většina empirických poznatků v této rychle se rozvíjející a interdisciplinární oblasti je velmi nedávná, stále chybí přehled existující literatury. Autoři shromažďují existující empirické poznatky v této oblasti v komplexním přehledu (založeném na průzkumu více než 160 studií omezených na ty, které byly publikovány v recenzovaných časopisech od roku 1995), abychom pomohli překlenout tuto mezeru. V této souvislosti panuje snaha zavádět kategorizační systém příslušných technik sběru dat tím, že uznáváme sedm obecných empirických přístupů. Rozlišovány jsou také různé aspekty lidského chování související s davovým chováním tím, že jsou strukturovány do perspektivy z hlediska tří obecných úrovní „rozhodování“. Diskutovány jsou také výhody a nevýhody jednotlivých technik sběru dat (stěžejní identifikované mezery a málo prozkoumaná témata v současné literatuře). Hlavní závěr studie zní, že empirické důkazy v této oblasti jsou do značné míry rozptýlené a dokonce v některých případech smíšené a protichůdné, což vyžaduje jednodušší systém terminologie a definic problémů a také jednotné metody měření, aby bylo možné výsledky různých studií replikovat a srovnávat. Stávající soubor empirických studií vykazuje jasnou nerovnováhu při řešení různých aspektů lidského chování, přičemž určité (ale zásadní) aspekty (jako je „čas před pohybem“ a „volba činnosti“) jsou nesprávně pochopeny (na rozdíl od podle našich znalostí a množství dat například o „chování při chůzi“). Text operuje s názorem, že předchozí studie převážně vykazovaly silnější tendenci studovat chování založené na agregovaných opatřeních, na rozdíl od pokusů o sběr dat na individuální úrovni. Autoři doufají, že jejich poznatky stanoví jasnější cesty pro rozvoj znalostí v této oblasti; napomohou strukturovat budoucí návrhy experimentů a pomohou dalším výzkumníkům vytvořit lépe informované hypotézy respektive zvolit nejvhodnější metody sběru dat ve vztahu ke stanoveným výzkumným otázkám.

<sup>83</sup> HAGHANI, Milad and Majid SARVI. Crowd Behaviour and Motion: Empirical Methods. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2018, pp. 253-294. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191261517303788>

## Studie č. 21: Lidské chování v rámci dynamiky evakuovaného davu

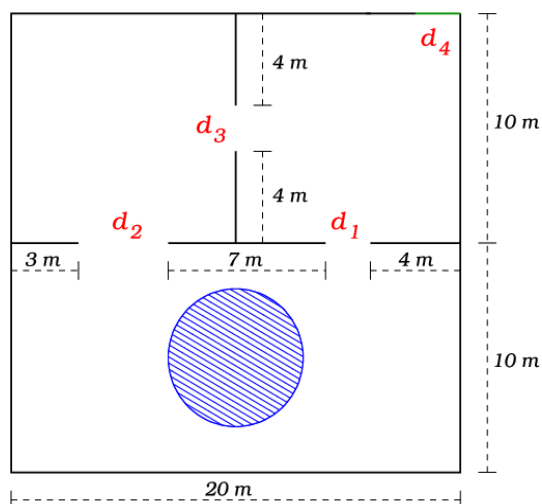
**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** University of Granada; The University of Edinburgh.

**Indikativní anotace:** Článek<sup>84</sup> se týká pochopení lidského chování a krizového řízení davů v extrémních situacích, jakými mohou být evakuace v rámci komplikované zástavby. První část se zaměřuje na pochopení hlavních rysů davu, na který je nahlíženo jako na živý a složitý systém. Hlavní pojmy jsou následně v druhé části věnovány kritické analýze matematických modelů vhodných k zachycení souvisejících procesů, pokud je to možné. Třetí část se pak zaměřuje na využití modelu odvozeného metodami matematické kinetické teorie a teoretickými nástroji evoluční teorie her k bezpečnostním činnostem. Je ukázáno, jak tento model dokáže zobrazit zátěžové situace, s cílem minimalizovat pravděpodobnost (eventualitu) katastrofického vývoje.

**Ilustrace:** Tabulka: Chodcův rozhodovací proces. Chodci nejprve změni směr pohybu a poté pravděpodobně upraví svou rychlost. Chodci, kteří jsou blízko stěny, snižují složku rychlosti kolmou ke stěně lineárně se vzdáleností od stěny samotné, přičemž rychlost udržují konstantní. Hranaté závorky označují funkční závislost.

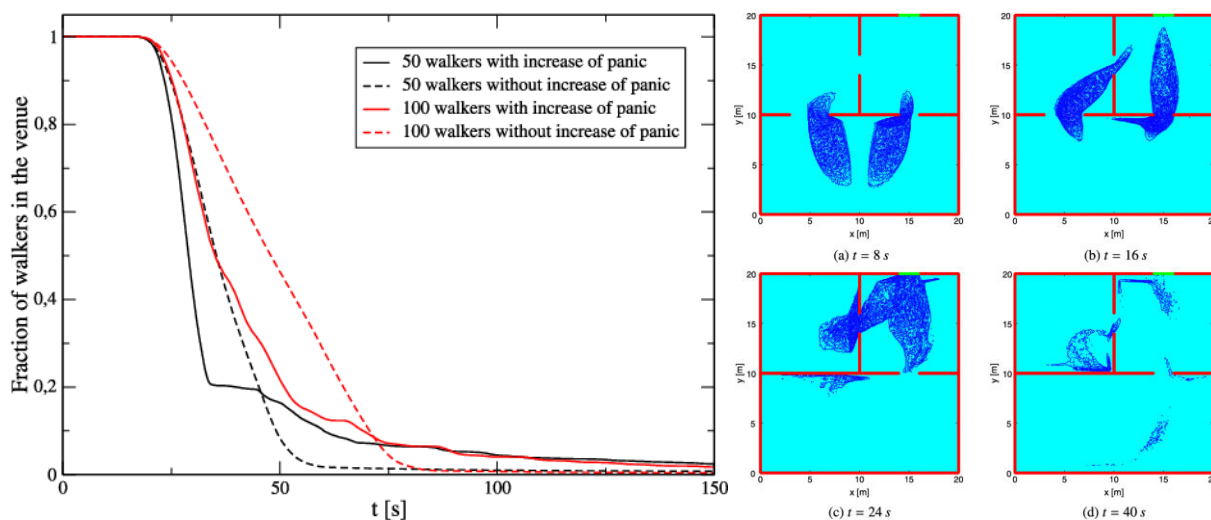
	Condition	Transition	Probability
Interactions	$\forall \theta_*$	$\theta_* \rightarrow \tilde{\theta} = \theta^{(p)}[\rho, \xi]$	1
	$v_* \leq \xi$	$v_* \rightarrow \tilde{v} = \xi + \gamma(1 - \tilde{\rho}_p[\rho, \xi])(\gamma\xi_{\text{LIM}} - \xi)$	$\gamma(1 - \tilde{\rho}_p[\rho, \xi])$
		$v_* \rightarrow \tilde{v} = v_*$	$1 - \gamma(1 - \tilde{\rho}_p[\rho, \xi])$
	$v_* > \xi$	$v_* \rightarrow \tilde{v} = \xi - \tilde{\rho}_p[\rho, \xi]\xi$	$(1 - \gamma C)\tilde{\rho}_p[\rho, \xi]$
		$v_* \rightarrow \tilde{v} = v_*$	$1 - (1 - \gamma C)\tilde{\rho}_p[\rho, \xi]$
Boundary	$d_* < d_w$	$\tilde{\theta} \rightarrow \theta = \theta^{(w)}$	1
		$\tilde{v} \rightarrow v = \tilde{v}$	1

**Ilustrace:** Geometrie místa konání konkrétní události.

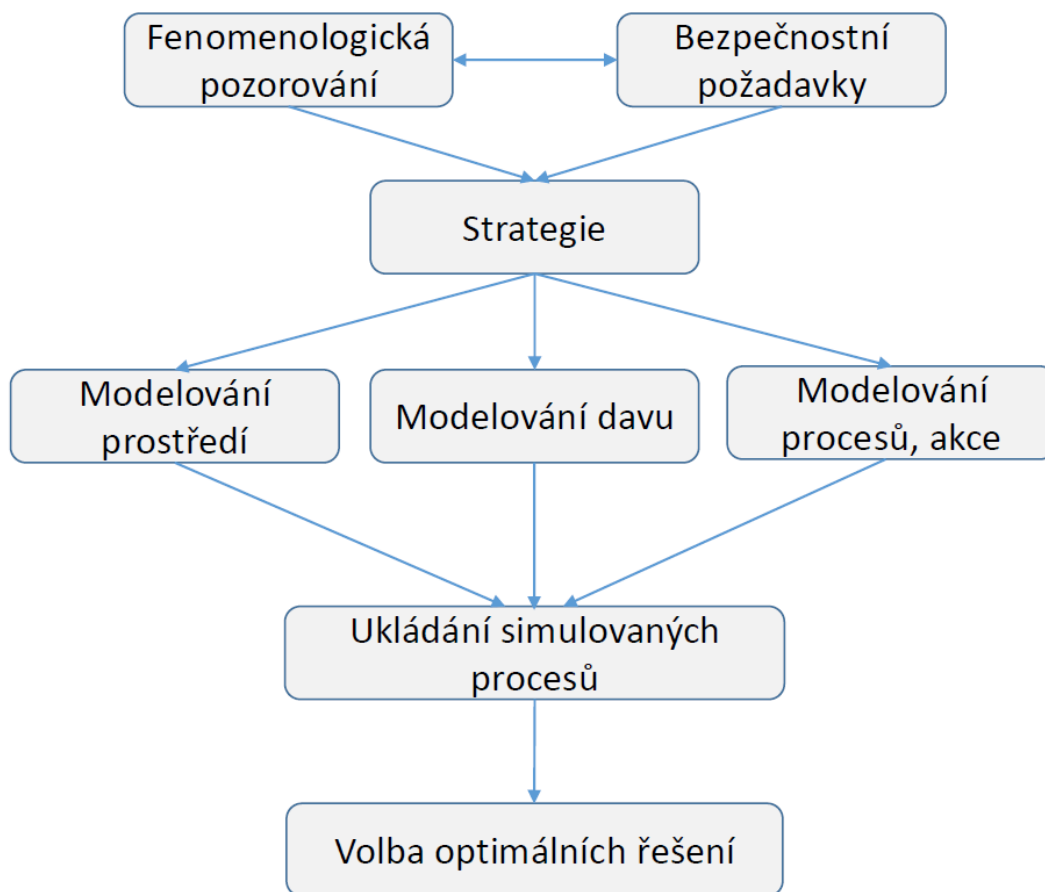


<sup>84</sup> BELLOMO, Nicola; Livio GIBELLI et al. Human Behaviours in Evacuation Crowd Dynamics: From Modelling to “Big Data” Toward Crisis Management. *Physics of Life Reviews*, 2016, pp. 1-21. DOI:10.1016/j.plrev.2016.05.014. [https://www.researchgate.net/publication/303635755\\_human\\_behaviours\\_in\\_evacuation\\_crowd\\_dynamics\\_from\\_modelling\\_to\\_big\\_data\\_toward\\_crisis\\_management](https://www.researchgate.net/publication/303635755_human_behaviours_in_evacuation_crowd_dynamics_from_modelling_to_big_data_toward_crisis_management); <https://www.semanticscholar.org/paper/human-behaviours-in-evacuation-crowd-dynamics%3a-from-bellomo-clarke/0dfbd4e53b90a3969e56119333521af5bfad0cb6>

**Ilustrace:** Chování osob v místnosti v průběhu času. Evakuace davu složeného z 50 (černé čáry) a 100 (červené čáry) chodců, kdy se parametr  $\beta$  mění z 0,5 na 0,8 (plné čáry) a zůstává na konstantní hodnotě 0,5 (přerušované čáry; **vlevo**). Konturové grafy hustoty davu složeného z 50 chodců opouštějících místnost v různých okamžicích. Panika změnila  $\beta$  z 0,5 na 0,8, když se dveře (únikový východ, únikový koridor obecně) zavřou (**vpravo**).



**Ilustrace:** Posloupnost souvisejících procesů jako celek.





## Studie č. 22: Hodnocení obnovy měst v Nigérii, případová studie nákupní arény Oshodi, Lagos

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Covenant University, Ota, Nigérie.

**Indikativní anotace:** Účelem dokumentu<sup>85</sup> je zhodnotit udržitelnost projektu obnovy měst, na příkladu nákupní arény Oshodi v Lagose v Nigérii. Pro studii byl přijat design výzkumu případové studie a byly použity jak kvantitativní, tak kvalitativní metody sběru dat. Data byla sbírána od náhodně vybraných 94 operátorů v obchodním komplexu pomocí strukturovaných dotazníků, přičemž byly vedeny ústní rozhovory se dvěma záměrně vybranými členy týmu projektového managementu. Data byla také shromážděna prostřednictvím nezúčastněného pozorování a analyzována pomocí deskriptivní statistiky a analýzy obsahu. Projekt byl realizován systémem build-operate-transfer (BOT)<sup>86</sup> a uživatelé byli celkově spokojeni s poskytnutým zázemím, s výjimkou inženýrských sítí. Přístup k veřejnému zařízení, vytváření pracovních příležitostí, zapojení komunity a pocit vlastnictví, jakož i poskytování zázemí pro chodce a řidiče (vozidla) byly považovány za optimální, zatímco dodržování principu zeleného designu a výstavby bylo hodnoceno jako přispívající k udržitelnosti projektu. Praktické důsledky – Přijetí BOT může usnadnit přístup k fondům na projekty obnovy měst v rozvíjejících se zemích. Vytváření pracovních příležitostí, zajištění spokojenosti uživatelů, zapojení komunity a kompatibilita s životním prostředím může podpořit udržitelnost projektů obnovy měst v rozvíjejících se zemích.

## Studie č. 23: Charakterizace korelací oscilací toků na úzkých místech

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** University of Duisburg, Německo.

**Indikativní anotace:** "Kmitání" se vyskytuje ve zcela odlišných druzích mnohočásticových systémů, když se dvě skupiny částic s různými směry pohybu setkají nebo protínají na určitém místě. Představen je model pohybu chodce, který je schopen reprodukovat kmity s různými charakteristikami. Ukázalo se, že Wald-Wolfowitzův test a Gillisova korelovaná náhodná procházka obsahují pozorovatelné veličiny, které lze použít k charakterizaci různých druhů oscilací. S určitou rezervou se pak jedná i o použití ve vztahu k chování osob, ne pouze částic v roztoku.<sup>87</sup>

<sup>85</sup> IBEM, Eziyi, O.; Obiyoha UWAKONYE and Egidario B. ADUWO. An Appraisal of Urban Renewal in Nigeria a Case Study of the Nigerian Army Shopping Arena, Oshodi-Lagos. *Journal of Place Management and Development*, 2013, No. 2, pp. 155-170. <https://core.ac.uk/download/pdf/32224631.pdf>

<sup>86</sup> WRIGHT, Gavin. Build, Operate, Transfer. TechTarget, 2023. <https://www.techtarget.com/whatis/definition/BOOT-build-own-operate-and-transfer>

<sup>87</sup> KRETZ, Tobias; Marko WÖLKI and Michael SCHRECKENBERG. Characterizing Correlations of Flow Oscillations at Bottlenecks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2006 No. 2. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-5468/2006/02/P02005>; [https://www.researchgate.net/publication/1849230\\_Characterizing\\_correlations\\_of\\_flow\\_oscillations\\_at\\_bottlenecks](https://www.researchgate.net/publication/1849230_Characterizing_correlations_of_flow_oscillations_at_bottlenecks)

## Studie č. 24: Nákupní čtvrti a centra, trhy, susedství, veřejná prostranství a městské zahrady odrážející praxi „place managementu“ v Berlíně

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Manchester Metropolitan University, Spojené království.

**Indikativní anotace:** Autoři ve studii<sup>88</sup> popisují konkrétní lokality v Berlíně z hlediska „place managementu“: City West (nákupní čtvrť), Bikini Berlin (nákupní centrum), Visit Berlin (organizace destinačního managementu), Leopoldplatz (veřejné náměstí), Brunnenstrasse a Bayerischer Platz Quartier (obytné čtvrti), Markthalle IX (krytá tržnice) a Prinzessinnengarten (městská zahrada) atd. Nabízí různorodý pohled na to, jak byly různé oblasti a funkce města spravovány, udržovány, rozvíjeny a propagovány. Klíčové poznatky získané a identifikované v dokumentu jsou následující: Place management jako praxe sestává z osob, kteří s vášní pracují v partnerství v kontextu „mozaiky“ místa. Tento přístup vykazuje vlastní politické, právní, ekonomické, technologické a sociální prostředí. Lidé se o místech svého pobytu a pohybu v nejširším smyslu slova dozví více. Place management je více podobný zahradničení než architektuře. Závěry vyvozené v tomto dokumentu jsou založeny především na pozorováních facilitátorů studijní cesty spolu s některými komentáři a zpětnou vazbou od delegátů.

## Studie č. 25: Oživení prostor pod městskými dálnicemi a mosty: Empirická studie

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Shahid Beheshti University, Teherán, Írán.

**Indikativní anotace:** Rychlý rozvoj infrastruktury městského pohybu vytvořil ve městech zanedbané lokality. Tato studie si klade za cíl poskytnout preference uživatelů pro návrhy revitalizace zanedbaných prostor, které jsou vedlejším produktem mimoúrovňových městských dálnic a mostů, s cílem vyvinout koncepční model pro lepší environmentální design. Tento výzkum<sup>89</sup> je prováděn kombinací jak kvalitativních, tak kvantitativních metod. V první fázi, aby bylo možné prozkoumat preference občanů v oblasti životního prostředí na základě techniky Q-Sort a hloubkových rozhovorů, byly podněty 50 uživatelů zváženy až do nasycení dat. Preference lidí pro návrhy řešení pod městskými mosty byly extrahovány obsahovou analýzou v kvalitativní fázi. V kvantitativní fázi za účelem ověření těchto preferencí byla extrahovaná témata a podtémata zkoumána 144 odborníky v designových studiích pomocí webového dotazníku založeného na výsledcích první fáze. Platnost modelu byla potvrzena konfirmační faktorovou analýzou (confirmatory factor Analysis, CFA).<sup>90</sup> Zjištění: Ukazuje se, že preference uživatelů kladou důraz na designové strategie, jakými je zabezpečení, fyzická soudržnost, viditelnost, vitalita, bohatství, pocit sounáležitosti a pohodlí při návrhu ztracených prostor. Celkově tato studie zdůrazňuje empirickou studii potřeb a očekávání uživatelů od ztracených městských prostorů. Příspěvek hodnotí kvalitu prostor pod městskými dálnicemi, zejména se zaměřením na preference nejširší veřejnosti, namísto názorů odborníků.

<sup>88</sup> KALANDIDES, Ares; Steve MILLINGTON; Cathy PARKER and Simon QUIN. Shopping Districts and Centres, Markets, Neighbourhoods, Public Squares, and Urban Gardens Reflecting upon Place Management Practice in Berlin. *Journal of Place Management and Development*, 2016, No. 3, pp. 351-359. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPMD-09-2016-0059/full/html>; [https://www.researchgate.net/publication/309517295\\_Shopping\\_districts\\_and\\_centres\\_markets\\_neighbourhoods\\_public\\_squares\\_and\\_urban\\_gardens\\_reflecting\\_upon\\_place\\_management\\_practice\\_in\\_Berlin](https://www.researchgate.net/publication/309517295_Shopping_districts_and_centres_markets_neighbourhoods_public_squares_and_urban_gardens_reflecting_upon_place_management_practice_in_Berlin)

<sup>89</sup> LAK, Azadeh; Mina RAMEZANI and Reinaneh AGHAMOLAEI. Reviving the Lost Spaces under Urban Highways and Bridges: An Empirical Study. *Journal of Place Management and Development*, 2019, No. 4, p. 469. [https://www.researchgate.net/publication/335464513\\_reviving\\_the\\_lost\\_spaces\\_under\\_urban\\_highways\\_and\\_bridges\\_an\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/335464513_reviving_the_lost_spaces_under_urban_highways_and_bridges_an_empirical_study)

<sup>90</sup> SOUKUP, Petr. Faktorová analýza jako známá neznámá (aneb metoda hlavních komponent a varimax není vždy ideální postup). *Sociologický časopis*, 2021, č. 4. <https://doi.org/10.13060/csr.2021.021>; <https://sreview.soc.cas.cz/getrevsrc.php?identification=public&mag=csr&raid=179&type=fin&ver=1>



## Studie č. 26: Analýza rizik pro významné koncertní akce: Výhody prozíravosti

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Autor nebo spoluautor několika studií na téma zábavního průmyslu a jeho bezpečnostních aspektů.

**Indikativní anotace:** Článek<sup>91</sup> tvrdí, že hodnocení rizik souvisejících s bezpečností davu na současné koncertní akci, které je založeno pouze na kvantitativních měřeních, je zásadně chybné. Společný přístup k posouzení rizika je přezkoumán a argumentuje se nutností přijmout čtyřrozměrný přístup k identifikaci rizik. Logickým výchozím bodem pro diskusi o normách bezpečnosti koncertního davu je zvážení úrovně smrtelných nehod, k nimž došlo na koncertních akcích v posledních letech. Koneckonců, pokud došlo k velmi málo smrtelným nehodám, diskuse o zlepšení bezpečnosti davu by se mohla zdát zbytečná. Poskytnuté údaje ilustrují a) míru smrtelných nehod, ke kterým došlo, b) okolnosti, za kterých k nehodám došlo, a c) zjištěné kategorie rizik. Rok 1974 byl zvolen jako výchozí bod pro výzkum. Tento rok byl vybrán na základě toho, že to byl rok, kdy byl ve Spojeném království zaveden zákon o zdraví a bezpečnosti při práci. Poté byl na mezinárodní úrovni proveden empirický výzkum s cílem shromáždit údaje o nehodách/incidentech, ke kterým došlo v období 1974-2003. aby se zjistilo, zda existují podobnosti mezi smrtelnými incidenty, ke kterým došlo na koncertech, které se konaly tisíce kilometrů od sebe. Poté byl proveden přezkum vyšetřovacích zpráv a publikované literatury o smrtelných incidentech. Smrtelné incidenty zahrnující požár nebo kriminální chování byly poté vynechány na základě toho, že hlavní příčina úmrtí a zranění členů davu byla jasně identifikována. To umožnilo zaměřit pozornost na incidenty, kde hlavní příčina nebyla vysvětlena, a byl učiněn předpoklad, že incident/nehodu způsobilo iracionální davové chování.

**Tabulka:** Incidenty, při kterých došlo k obětem na životech.

Rok	Místo	Oběti	Kontext
1974	White City, Spojené království	1	Natlačení na jeviště
1979	Cincinnati, Spojené státy americké	11	Tlačení během příchodu
1986	Long Beach, Spojené státy americké	3	Pád z pódia
1986	Seattle, Spojené státy americké	1	Natlačení na jeviště
1987	Nashville, Spojené státy americké	2	Tlačení během příchodu
1989	Donington, Spojené království	2	Natlačení na jeviště
1991	Salt Lake City, Spojené státy americké	3	Natlačení na jeviště
1992	Kostarika	1	Tlačení během příchodu
1992	Jižní Korea	1	Natlačení na jeviště
1993	Hong Kong	1	Natlačení na jeviště
1994	New York, Spojené státy americké	1	Stage diving
1995	Londýn, Spojené království	1	Stage diving
1995	Izrael	3	Tlačení během příchodu
1996	Kolumbie	3	Tlačení během příchodu
1996	Irsko	2	Natlačení na jeviště
1996	Jižní Korea	2	Natlačení na jeviště
1997	Michigan, Spojené státy americké	1	Pád z pódia
1997	Düsseldorf, Německo	1	Natlačení na jeviště
1997	Brazílie	7	Pád z pódia
1999	Bělorusko	53	Tlačení během odchodu
1999	Rakousko	5	Tlačení během odchodu
1999	Švédsko	1	Natlačení na jeviště
2000	Dánsko	9	Natlačení na jeviště
2000	Baltimore, Spojené státy americké	1	Pád z pódia
2001	Indonésie	4	Tlačení během odchodu
2001	Belgie	1	Pád z pódia
2001	Austrálie	1	Natlačení na jeviště
2002	Venezuela	11	Tlačení během příchodu
2003	Brazílie	3	Tlačení během příchodu
Celkem		136	

<sup>91</sup> UPTON, Mick. Risk Analysis for Major Concert Events: The Benefits of Hindsight. Cabinet Office Seminar on Safety at Mass Crowd Events, 2004.

<http://patronmanagement.org/wp-content/uploads/2011/02/risk-assessment-research-England.pdf>



## Studie č. 27: Nástroje pro rychlé hodnocení trhu

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Oregon State University, Spojené státy americké.

**Indikativní anotace:** Jedná se o snahu zefektivnit fungování „farmářských trhů“ v rámci Oregonu, tak aby byly stále pitoreskní a zajímavé pro návštěvníky, ale aby se zároveň nestaly bezpečnostní „pastí“ v případě konkrétní zátěžové respektive mimořádné události.<sup>92</sup>

## Studie č. 28: Místo jako zkušební hranice

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Manchester Metropolitan University, Spojené království.

**Indikativní anotace:** Účelem textu<sup>93</sup> je představit téma správy místa (place management) a shrnuje aktuální praktické a teoretické výklady na toto téma, které byly napsány redakční radou. Úvodník stanoví širší tématu správy místa a také předpovídá několik předběžných předpovědí o tom, kam by se výzkum v této oblasti mohl v budoucnu ubírat. Redakce vyzývá k většímu společnému výzkumu mezi akademiky a odborníky z praxe, aby se zajistilo, že výzkum bude akademicky podložený, ale prakticky relevantní. Text je dobrým úvodem do předmětu správy místa a bylo by vhodné, aby jej studovali akademici nebo odborníci z praxe, kteří se o uvedené téma zajímají.

## Studie č. 29: Dynamika davu chodců ve sbíhajících se trasách: Kritická revize fenoménu „Rychlejší je pomalejší“

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Centre for Disaster Management and Public Safety, Department of Infrastructure Engineering, The University of Melbourne, Australia.

**Indikativní anotace:** Studium chování davu v „úzkých místech“ se stalo předmětem rostoucího zájmu z mnoha důvodů.<sup>94</sup> Tato otázka vykazuje zvláště důležité praktické aplikace pro bezpečnost chodců, zejména v zátěžových situacích. Především prostřednictvím simulace v některých teoretických studiích, a také prostřednictvím několika experimentů, bylo konstatováno, že za určitých okolností může zvýšená snaha uniknout z určitého prostoru situaci spíše zhoršit, a způsobit další zpoždění, ačkoli experimentální důkazy takových předpokladů jsou spíše smíšené. Dimenze tohoto komplexního jevu známého jako efekt „rychlejší-je pomalejší“ mají zásadní význam pro pochopení vzhledem k jeho potenciálním praktickým důsledkům pro krizové řízení. Kontextové požadavky na pozorování tohoto jevu je třeba teprve identifikovat. Není jasné, zda je politika „neurychlování“ univerzálně prospěšná a vhodná ve scénáři evakuace. V rámci studie je tento jev experimentálně zkoumán ve vztahu k tokům chodců na splývajících úsecích jako společný geometrický rys výstupu davu. V laboratorních experimentech s vysokou hustotou byly zkoumány různé úhly sloučení a tři různé režimy rychlosti. Všechna měření přerušení toku a účinnosti výstupu naznačovala, že chodci byli vypouštěni rychleji, když se pohybovali zvýšenou rychlostí. Pozorovali jsme také jasné závislosti mezi rychlostí a fyzickým uspořádáním s určitými návrhy, které jasně převyšují ostatní. Bez ohledu na

<sup>92</sup> LEV, Larry; Linda BREWER and Garry STEPHENSON. Tools for Rapid Market Assessments. Oregon Small Farms Technical Report No. 6; Special Report 1088-E, 2008.

<https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/sr1088.pdf>

<sup>93</sup> PARKER, Cathy. Place: The Trial Frontier. Journal of Place Management and Development, 2008, No. 1, pp. 5-14.

[https://www.researchgate.net/publication/242337957\\_extended\\_editorial\\_place\\_-\\_the\\_trinal\\_frontier](https://www.researchgate.net/publication/242337957_extended_editorial_place_-_the_trinal_frontier)

<sup>94</sup> SHAHHOSEINI, Zahra; Majid SARVI and Meead SABERI. Pedestrian Crowd Dynamics in Merging Sections: Revisiting the “Faster-is-Slower” Phenomenon. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 2018, pp. 101-111.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378437117308956>

design byla pozorována rychlejší propustnost a větší velikost skupiny osob, když byl chodcům dán pokyn, aby běželi. Výsledky naznačují, že pozorování efektu rychlejší-je-pomalejší může vyžadovat určité kritické podmínky, včetně příliš úzkých průchodů vzhledem k velikosti množiny zapojených osob (chodců), aby se vytvořily dlouhodobé fronty. Předpoklad rychlejší-je-pomalejší nemusí být univerzální a mohou nastat okolnosti, kdy rychlejší je ve skutečnosti rychlejší pro evakuované osoby. Ve světle těchto zjištění autoři navrhují, že je důležité tyto podmínky identifikovat a formulovat, aby je bylo možné v modelech od sebe oddělit. Zavádějící nadměrná generalizace může mít nezamýšlené nepříznivé důsledky pro řízení bezpečné evakuace, a to zdůrazňuje potřebu dalšího zkoumání tohoto jevu. Experimenty replikovaly výstup a únik davů chodců ve splývajících kanálech. K provádění experimentálních úkolů bylo využito 150 figurantů. Experimenty se uskutečnily dne 2. února 2015 ve sportovním centru v Melbourne.

### Studie č. 30: Environmentální výzvy: Posouzení rizik a omezení katastrof

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** University of Stirling, Skotsko, Spojené království.

**Indikativní anotace:** Publikace<sup>95</sup> integruje materii z prostředí přírodních a společenských věd, aby ilustrovala, jak přírodní a lidské systémy interagují, aby ohrozily komunity všech velikostí a ve všech fázích ekonomického rozvoje. Rovněž podrobně vysvětluje různá opatření, která jsou k dispozici ke snížení pokračujících ztrát na životech a majetku. První část této zavedené učebnice definuje základní pojmy nebezpečí, riziko, zranitelnost a katastrofa. Pozornost je věnována vývoji teorie, měřítkům a vzorcům dopadů katastrof a optimálním strategiím řízení potřebným k minimalizaci budoucího dopadu škodlivých událostí. Druhá část využívá konzistentní strukturu kapitol, aby demonstrovala, jak jednotlivá nebezpečí, jako jsou zemětřesení, silné bouře, povodně a sucha, plus biofyzikální a technologické procesy vytvářejí výrazné dopady a výzvy po celém světě. Způsoby, kterými mohou různé společnosti pozitivně reagovat na tyto hrozby, jsou pevně zasazeny do kontextu udržitelného rozvoje a globálních změn životního prostředí. Toto značně přepracované vydání obsahuje novou závěrečnou kapitolu, která shrnuje globalizaci nebezpečí a kriticky zkoumá nejnovější pohledy na katastrofy související s klimatem a nové pohledy na spolehlivost údajů o katastrofách, snížení rizika katastrof, silných bouří, sucha a technologických rizik.

### Studie č. 31: Nejmodernější modely simulace pohybu davu

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Delft University of Technology, Nizozemsko.

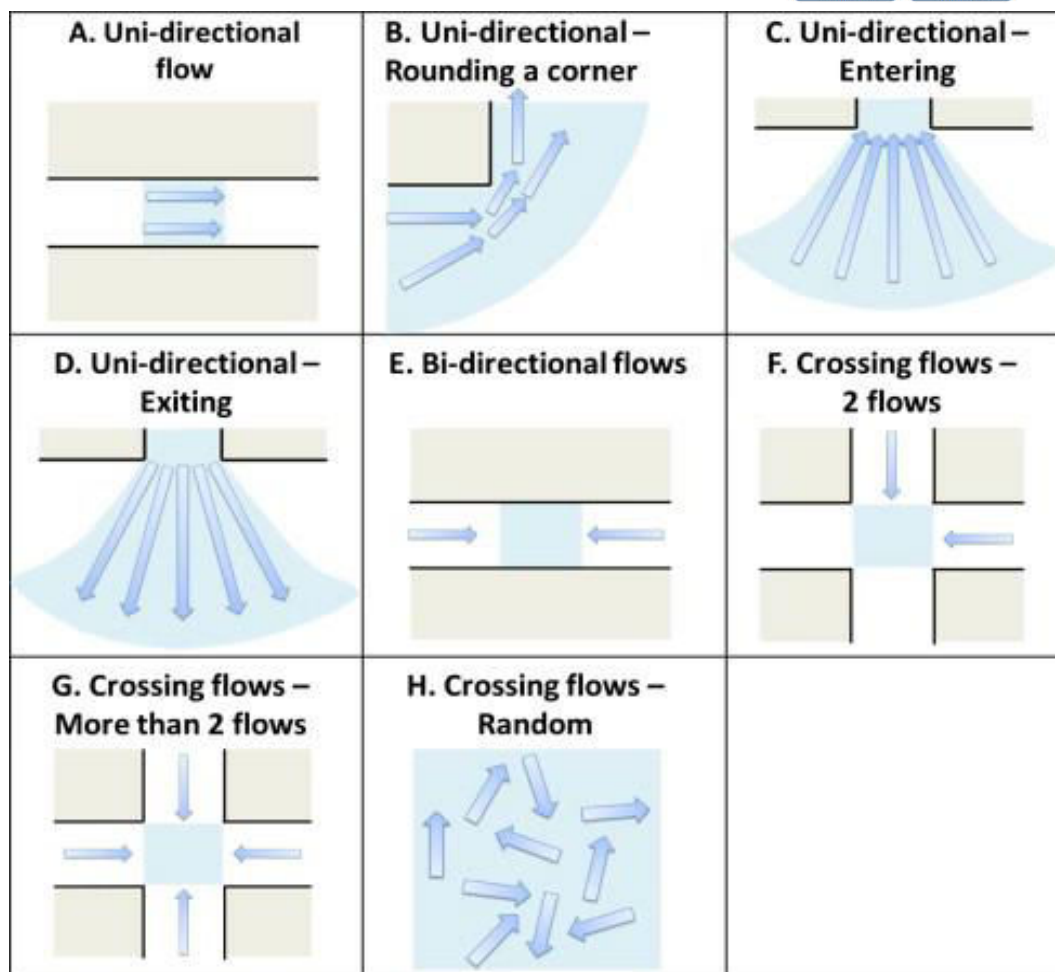
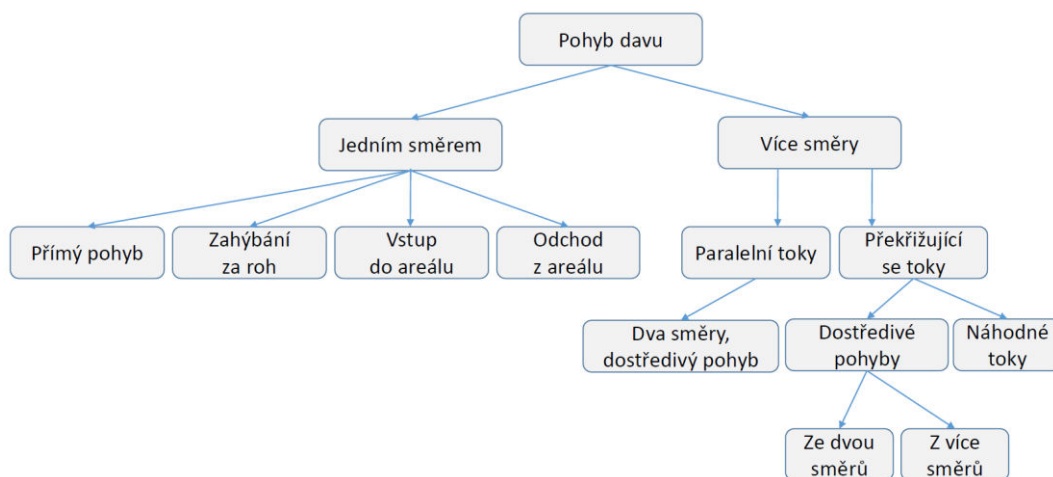
**Indikativní anotace:** V současné době se modely simulace chodců používají k předpovědi, kde, kdy a proč vznikají nebezpečné pohyby davu s vysokou hustotou.<sup>96</sup> Je však sporné, zda modely vyvinuté pro situace s nízkou hustotou lze použít k simulaci pohybu davu s vysokou hustotou. Cílem příspěvku je zhodnotit existující modely simulace chodců s ohledem na známé davové jevy s cílem zjistit, zda tyto modely lze skutečně použít pro simulaci davů s vysokou hustotou a ukázat případné mezery v oblasti výzkumu modelování simulace chodců. Článek poskytuje určitý přehled modelů simulace pohybu davu posledních desetiletí. Tvrdí se, že jakýkoli model používaný pro simulaci davu je schopen nasimulovat většinu eventualit (jevů uvedených v tomto článku). V textu jsou diskutovány

<sup>95</sup> SMITH, Keith; SMITH, Keith. *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster*. London: Routledge, 2003. ISBN 978-0-41568-106-3. <https://www.routledge.com/Environmental-Hazards-Assessing-Risk-and-Reducing-Disaster/Smith-Smith/p/book/9780415681063>

<sup>96</sup> DUIVES, Dorine, C.; Winnie DAAMEN and Serge, P. HOOGENDOORN. *State-of-the-Art Crowd Motion Simulation Models*. Transportation Research; Part C: Emerging Technologies, 2013, p. 193-209. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968090X13000351>

celulární automaty, modely sociálních sil, modely založené na rychlosti, modely kontinua, hybridní modely, modely chování a síťové modely. Srovnání ukazuje, že modely lze zhruba rozdělit na pomalé, ale vysoce přesné mikroskopické pokusy o modelování a velmi rychlé, ale behaviorálně sporné pokusy o makroskopické modelování. Pro obě sady modelů existuje využití, které je velmi závislé na aplikaci, pro kterou byl model původně vyvinut. Pro praktické aplikace, které vyžadují přesnost i rychlost, jsou však současné modely simulace chodců nedostatečné.

**Ilustrace:** Typologie možných pohybů davu, jako „strom“ možností a jako schematické vizualizace.

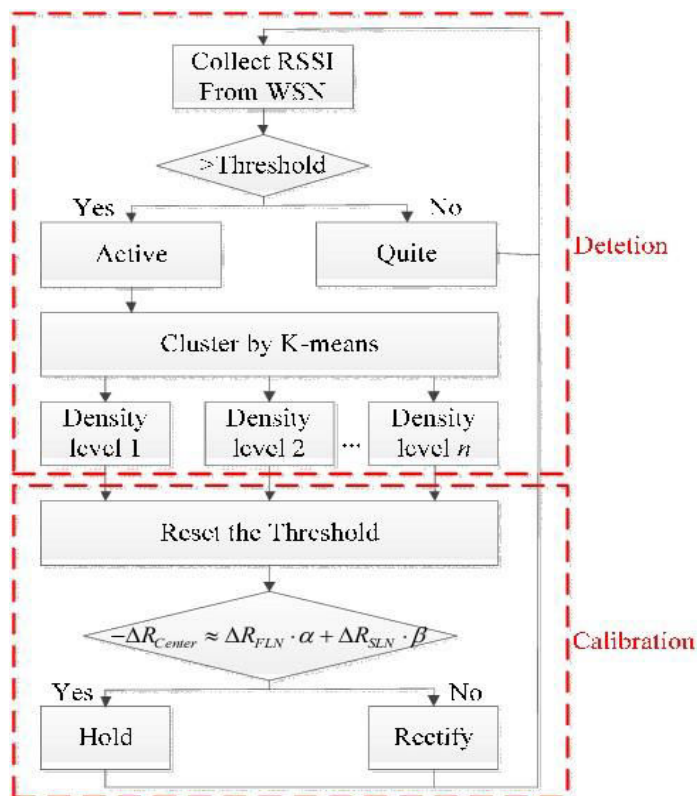


## Studie č. 32: Odhad hustoty davu pomocí bezdrátové sítě senzorů

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** Michigan State University; Xi'an Jiaotong-Liverpool University, Spojené království.

**Indikativní anotace:** Odhad rozložení davu je zásadní výzvou pro různé technologické aplikace. Ačkoli většina výzkumů poskytla řešení založená na technologiích obrázků a videí, vysoké náklady na nasazení a přílišná závislost na jasném světle omezují rozsah jeho použití. V textu<sup>97</sup> je zmíněna možnost použití bezdrátové senzorové sítě (WSN),<sup>98</sup> původně určené k vyrovnání nedostatků kamery. Přístup, který autoři prezentují, je vykládán jako inovativní a interaktivní proces, který obsahuje dvě fáze v každém časovém úseku. V kroku detekce je hustota davu rozdělena do různých úrovní podle dat získaných bezdrátovou senzorovou sítí za využití indikátoru síly přijímaného signálu (Received Signal Strength Indicator, RSSI) pomocí algoritmu metodou nejbližších středů (K-means).<sup>99</sup> V kalibračním kroku jsou eliminovány šумы a další odhady odchylek na základě prostorově-časové korelace rozložení davu. Kromě toho autoři implementovali a vyhodnotili algoritmus rozsáhlými experimenty v reálném světě s použitím 16 senzorových uzlů a rozsáhlých simulací. Výsledky ukazují, že prezentovaný algoritmus vykazuje přesný, efektivní a konzistentní výkon.

**Ilustrace.** Vizualizace procesu, popsaného v rámci studie.



<sup>97</sup> YUAN, Yaoxuan; Chen QIU; Wei XI and Jizhong ZHAO. Crowd Density Estimation Using Wireless Sensor Networks. Seventh International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2011, pp. 138-145.

[https://www.researchgate.net/publication/220963402\\_crowd\\_density\\_estimation\\_using\\_wireless\\_sensor\\_networks](https://www.researchgate.net/publication/220963402_crowd_density_estimation_using_wireless_sensor_networks)

<sup>98</sup> Zavádění bezdrátových senzorových sítí. Vše o průmyslu, 29. I. 2018.

<https://www.vseoprmyslu.cz/automatizace/site-a-komunikace/zavadeni-bezdratovych-senzorovych-siti.html>

<sup>99</sup> Shlukování. České vysoké učení technické.

[https://cw.fel.cvut.cz/old/\\_media/courses/a6m33dvz/dvz2017-02-shlukovani.pdf](https://cw.fel.cvut.cz/old/_media/courses/a6m33dvz/dvz2017-02-shlukovani.pdf)

## Studie č. 33: Sledování davu

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** University of Oulu, Finsko.

**Indikativní anotace:** Nedávno zaznamenané rozšíření zájmu o témata zabezpečení míst velké koncentrace osob vedlo k růstu ve vývoji technologií analýzy chování davu. Navzdory rostoucímu významu sledování davu v nouzovém plánování však jeho dopady na chápání bezpečnosti a sledování byly jen málo diskutovány. Na případu sledování davu v Tokiu text<sup>100</sup> zkoumá způsoby, jakými jsou davy simulovány, monitorovány a zabezpečeny pomocí technologie analýzy chování davu, a diskutuje o důsledcích na politiku bezpečnosti. Zaznává zde, že sledování davu představuje jedinečnou formu biopolitiky bezpečnosti, která se nezaměřuje na individuální osobu nebo sociální skupinu obyvatel, ale na městský dav jako celek. Síla normalizace v davovém dohledu působí preventivně prostřednictvím kodifikace davového chování, které je prostorově a dočasně specifické. Studie také zpochybňuje zavedení davového dohledu ve vztahu k rasové logice podezírání a tvrdí, že navzdory jeho vzhledu jako nediskriminační a „ne-rasový“, davový dohled zahrnuje rasové kódování davového chování a městského prostoru. Text končí výzvou po zavádění metod sledování davu jako technologie hraniční kontroly, která přeorientuje stávající způsoby (ne)zajišťování bezpečnosti, například, na letištích.

## Studie č. 34: Crowdsourced dohled a síťová data

**Pozadí autora nebo autorského kolektivu:** University of Wisconsin; Wisconsin; Spojené státy americké.

**Indikativní anotace:** Možnosti crowdsourcovaného sledování se v posledních letech rozšířily, protože data nahraná na sociální sítě lze těžit, distribuovat, sestavovat, mapovat a analyzovat ze strany kohokoli, kdo k nim disponuje neomezeným připojením. Tyto datové body jsou nutně fragmentované a částečné, otevřené pro interpretaci a spoléhají na algoritmy pro vyhledávání a třídění. Navzdory těmto omezením byly použity k vytvoření komplexních reprezentací prostoru, subjektů a mocenských vztahů, když se uživatelé internetu pokoušejí rekonstruovat a zkoumat události, zatímco se vyvíjejí. V textu<sup>101</sup> autor zmiňuje případ hromadného sledování, který se objevil po výbuchu dvou bomb na Bostonském maratonu v roce 2013. Zaměřuje se na akce konkrétního fóra, které vývoj události rozklíčovalo. Studie popisuje, jak algoritmické možnosti, internetové kultury, imaginace sledování a vizuální epistemologie přispěly ke strukturování myšlení, jednání a subjektivity nejenom v případě zátěžových událostí. Případová studie zde posloužila jako způsob, jak prozkoumat momenty spletité účasti, a takto umožňuje zpětně reagovat na událost uprostřed jejího vývoje.

<sup>100</sup> NISHIYAMA, Hidefumi. Crowd surveillance. *Security Dialogue*, 2018, vol. 49, No. 3 (June 2018), pp. 200-216. <https://www.jstor.org/stable/26502292>

<sup>101</sup> LALLY, Nick. Crowdsourced Surveillance and Networked Data. *Security Dialogue*, vol 48, No. 1, pp. 63-77. <https://www.jstor.org/stable/26294202>

## ANNEX: Inspirace ze Spojeného království<sup>102</sup>

### Místa koncentrace velkého počtu osob jako specifická bezpečnostní výzva

Místa koncentrace velkého počtu osob (crowded places), představují v současné době rozvoje nových forem terorismu jednu z nejdůležitějších bezpečnostních výzev. Z hlediska protiteroristických opatření ve vztahu k celé řadě možných míst a vhodných lokalit, které mohou být vyhodnoceny jako potenciální cíl teroristického útoku, představuje zajištění ochrany a bezpečnosti všech přítomných osob klíčové hledisko prováděných bezpečnostních operací. O crowded places lze můžeme hovořit jako o specifickém prvku kritické infrastruktury, a jak názorně ukazuje následující graf, též o „zbytkové kategorii“ infrastruktury veřejné.

Právě Spojené království patří „tahouny“ této agendy, a to i v mezinárodním srovnání.<sup>103</sup>

V rámci státu existovaly manuály pro celkem 11 prostředí, označitelných za crowded places (pro prostředí restaurací a barů byly vytvořeny manuály dva: detailní a stručný/letákový). Odkaz na prostředí „Kina a divadla“ je však nyní (srpen 2012) neaktivní. Lze však předpokládat, že jeho případný obsah nebude nijak zásadně přelomový. Řada manuálů se ostatně překrývá, respektive není vždy zřejmé, k jakému prostředí se vztahují. Například „Návštěvnické atrakce“ se mohou překrývat s „Modlitebnami“. Zcela nejšířejí pak lze chápat „Akce za účasti velkého množství osob“ (major actions), což mohou být jak hudební festivaly pod širým nebem, tak velké sportovní akce, velké nákupní akce, bohoslužby nebo školní promoce.

Manuály (jejichž rozsah osciluje od 54 do 80 stran) se drží víceméně stejné struktury:

- Celkem 3 „teoretické“ kapitoly: „Úvod“ popisující eventualitu teroristického útoku jako možná nepravděpodobnou, ale jako něco, co nelze ve vztahu k místům, kde se koncentruje velké množství osob, rozhodně vyloučit. Obsahem všech je i teoretická pasáž „Zvládání rizika“ (Managing the Risk) a „Řízení kontinuity podnikání“ (Business Continuity Management) popisující zajišťování bezpečnosti jako nikdy nekončící proces, jako něco, co nebude nikdy jednou provždy zvládnuto a na co je možné za čas resignovat. Zároveň je zdůrazněno, že se nejedná pouze o něco, k čemu soukromá společnost či jiná instituce „nucena“ vládou, ale něco, co je v nejvlastnějším zájmu firmy či instituce. K „teoretickému rámci“ lze přiřadit i různě umístěnou pasáž, popisující výstražný protiteroristický systém, zavedený v srpnu 2006.
- Celkem 16 praktických kapitol (viz tabulka), které se někdy liší pořadím či méně pozměněným názvem.
- Jednostránkové formuláře/checklisty (těch je nanejvýš 9: A až J).
- Dvoustránkový formulář „výhružka bombovým útokem“.
- Odkazy na další informace nebo kontakty na relevantní instituce.

<sup>102</sup> Jedná se o modifikaci textu:

KRULÍK, Oldřich. Spojené království a ochrana kritické infrastruktury a „crowded places“. Ochrana & Bezpečnost, 2014, č. 4. [http://ochab.ezin.cz/O-a-B\\_2014-2015\\_D/2014-2015\\_D\\_05\\_krulik.pdf](http://ochab.ezin.cz/O-a-B_2014-2015_D/2014-2015_D_05_krulik.pdf)

<sup>103</sup> O tom svědčí i mezinárodní projekty EU-SEC a EU-SEC II, do kterých se zapojily bezmála všechny členské státy Evropské unie – ovšem s výjimkou České republiky.

Coordinating Research programmes on Security during Major Events in Europe. CORDIS.

[http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=proj.document&pj\\_rcn=7899032](http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=proj.document&pj_rcn=7899032)

The EU-SEC II Consortium Establishes the European House of Major Events Security. European Commission, 13. X. 2011. [http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item\\_id=5487](http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=5487)

EU-SEC II: Coordinating National Research Programmes and Policies on Security at Major Events in Europe. United Nations Interregional Crime and Justice Research Institute; European Commission. 8. VII. 2008.

[http://www.osservatoriosport.interno.it/eu\\_sec/presentazioni/contaretti3.pdf](http://www.osservatoriosport.interno.it/eu_sec/presentazioni/contaretti3.pdf)



Po etapě několika let, kdy se podklady pro jednotlivá prostředí více lišily (a existovaly i speciální mutace například pro Skotsko, kde existuje do určité míry odlišný právní rámec), jsme nyní svědky **zestejnění obsahu uvedených manuálů.**



Logika ponechání či vypuštění určitých pasáží přitom není vždy zjevná. Například ani manuál pro velké akce (festivaly) pod širým nebem nepostrádá zřejmě málo využitelnou pasáž o nutnosti kontroly pošty a kurýrních zásilek; naopak „Obchodní centra“ (a „Modlitebny“) postrádají přílohu (ale ne samotnou informační pasáž) o jednorázových akcích za účasti VIP. Přinejmenším v České republice však akce za účasti VIP v obchodních centrech patří mezi osvědčené marketingové instrumenty a nebylo by vhodné podcenit možnost jejich zneužití teroristy. Modlitebnám nechybí formulář k tématu kontinuity podnikání, u hotelů, hypermarketů nebo restaurací byl ale vypuštěn. Vysloveně matoucí je vypuštění doporučení a formulářů k tématu evakuace u celkem pěti prostředí. Management fotbalového stadionu je tak upozorněn na úskalí počítačových virů, ale téma evakuace je pro něj poněkud ve stínu.

I tak jsou ale nyní dokumenty v zásadních ohledech podobné. Odlišné jsou tak nakonec často pouze ilustrace (často celostránkové, ve vztahu k popisovanému prostředí), předmluvy (věcně příslušných ministrů nebo jiných činitelů), informace o legislativním rámci a kontaktech na zainteresované instituce (obě pasáže mohou u konkrétních specifických oblastí – jako je třeba zdravotnictví či školství – výrazně odlišné od jiných oblastí).

„Zestejnění“ je třeba chápat jako krok, který **velmi usnadňuje možné přjetí konkrétních rad a doporučení v jiné zemi, včetně České republiky.** Takový dokument by (při vypuštění celostránkových ilustrací) nemusel být delší než 60 stran (jádro textu) plus stručné vyměnitelné listy pro určitá specifická prostředí. Přístup České republiky by se přitom mohl pokusit pokrýt i některé oblasti, které je z hlediska Spojeného království třeba chápat jako **zbytkové kategorie** („obyčejné“ náměstí a ulice; veřejně přístupné instituce, kde se mohou tvořit fronty, související s určitou správní agendou; nádraží, přestupní stanice ve vztahu k libovolným druhům dopravy a prostředky hromadné přepravy osob).



**Tabulka:** Strukturu dokumentů bude nejhodnější demonstrovat prostřednictvím přehledu, který porovná pasáže, určené jednotlivým adresátům (provozovatelům určitých „crowded places“):

Doporučovaná opatření (pasáže manuálu)	Bary, restaurace a noční kluby Bars, Pubs and Nightclubs	Nákupní střediska Shopping Centers	Stadiony a arény Stadia and Arenas	Návštěvnické atrakce <sup>104</sup> Visitor Attractions	Hotely a restaurace Hotels and Restaurants	Akce za účasti velkého množství osob <sup>105</sup> Major Events	Obchodní střediska Commercial Centres	Vyšší vzdělávací zařízení Higher and Further Education	Zdravotnická zařízení Health	Modlitebny Places of Worship
Obálka										
Rozsah textu	54	68	62	68	70	80	74	79	78	77
Úvod	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Zvládání rizika	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Bezpečnostní plánování	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Fyzická bezpečnost	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Správa areálů (good housekeeping)	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Kontrola na vstupu	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Kamerové systémy	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Malé poštovní a kurýrní zásilky	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Bezpečnostní prohlídky prostor (osob atd.)	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Plánování evakuace	ANO	ANO	NE	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Personální politika (screening zaměstnanců)	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Informační bezpečnost	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Vjezd vozidel naplněných výbušninou	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Chemické, biologické, radiologické látky	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Sebevražedné útoky	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Útoky střelnou a jinou zbraní	ANO	ANO	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Komunikační politika (komunikace s médii)	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Nepřátelská obhlídka (hostile reconnaissance)	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Významné akce, například za účasti VIP	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Formulář management kontinuity podnikání	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Formulář správa areálů	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Formulář kontrola na vstupu	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Formulář kamerové systémy	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Formulář bezpečnostní prohlídky	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Formulář evakuace (invakuace)	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Formulář personální politika	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Formulář informační bezpečnost	NE	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Formulář komunikační politika	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Formulář významné akce	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	ANO	ANO	NE
Formulář výhružka bombovým útokem	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Publikace pro další studium a kontakty	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO

<sup>104</sup> Muzea, výstavy, vánoční trhy atd.

<sup>105</sup> Festivaly pod širým nebem atd.

## Zdroje informací

- [1]. AL-ZAYDI, Zeyad, Q.; David Lorater NDZI; Yanyan YANG and Munirah L. KAMARUDIN. An Adaptive People Counting System with Dynamic Features Selection and Occlusion Handling. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 2016, pp. 218-225. <https://researchportal.port.ac.uk/en/publications/an-adaptive-people-counting-system-with-dynamic-features-selectio>
- [2]. Applied Crowd Science. Routledge. <https://www.routledge.com/Applied-Crowd-Science/Still/p/book/9781138626560>
- [3]. BADIORA, Wumi and Bashir ODUFUWA. Fear Dynamics in Public Places: A Case Study of Urban Shopping Centers. *Journal of Place Management and Development*, 2019, No. 2, pp. 248-270. [https://www.researchgate.net/publication/331942694\\_Fear\\_dynamics\\_in\\_public\\_places\\_a\\_case\\_study\\_of\\_urban\\_shopping\\_centers](https://www.researchgate.net/publication/331942694_Fear_dynamics_in_public_places_a_case_study_of_urban_shopping_centers); <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPMD-11-2018-0084/full/html>
- [4]. BANDINI, Stefania; Mizar Luca FEDERICI and Giuseppe VIZZARI. Situated Cellular Agents Approach to Crowd Modeling and Simulation. *Cybernetics and Systems*, 2007, No. 7, pp. 729-753. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01969720701534141>; [https://www.researchgate.net/publication/220231376\\_situated\\_cellular\\_agents\\_approach\\_to\\_crowd\\_modeling\\_and\\_simulation](https://www.researchgate.net/publication/220231376_situated_cellular_agents_approach_to_crowd_modeling_and_simulation)
- [5]. BELLOMO, Nicola; Livio GIBELLI et al. Human Behaviours in Evacuation Crowd Dynamics: From Modelling to “Big Data” Toward Crisis Management. *Physics of Life Reviews*, 2016, pp. 1-21. DOI:10.1016/j.plrev.2016.05.014. [https://www.researchgate.net/publication/303635755\\_Human\\_behaviours\\_in\\_evacuation\\_crowd\\_dynamics\\_From\\_modelling\\_to\\_big\\_data\\_toward\\_crisis\\_management](https://www.researchgate.net/publication/303635755_Human_behaviours_in_evacuation_crowd_dynamics_From_modelling_to_big_data_toward_crisis_management); <https://www.semanticscholar.org/paper/Human-behaviours-in-evacuation-crowd-dynamics%3A-From-Bellomo-Clarke/Odfbd4e53b90a3969e56119333521af5bfad0cb6>
- [6]. CANNELL, Michael. Crowd Computing. *Landscape Architecture Magazine*, 2015, No. 6, p. 48, 50. <https://www.jstor.org/stable/44796677>
- [7]. Cellular Automaton. MathWorld. <https://mathworld.wolfram.com/CellularAutomaton.html>
- [8]. Coordinating Research programmes on Security during Major Events in Europe. CORDIS. [http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=proj.document&pj\\_rcn=7899032](http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=proj.document&pj_rcn=7899032)
- [9]. Crowd Management. VDT Technology. <https://www.vdttechnology.com/crowd-management/>
- [10]. Crowd Risks Analysis Ltd. <https://crowdrisks.com/index.html>
- [11]. DAAMEN, Winnie and Serge HOOGENDOORN. Experimental Research of Pedestrian Walking Behavior. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2003, No. 1, pp. 20-30. [https://www.researchgate.net/publication/224010813\\_Experimental\\_Research\\_of\\_Pedestrian\\_Walking\\_Behavior](https://www.researchgate.net/publication/224010813_Experimental_Research_of_Pedestrian_Walking_Behavior)
- [12]. DALGETTY, Lee. Remembering the 1971 Ibrox Stadium Disaster that Claimed the Lives of 66 Football Fans. *Glasgow Live*, 2. I. 2022. <https://www.glasgowlive.co.uk/news/history/remembering-1971-ibrox-stadium-disaster-22613031>
- [13]. DI DOMENICO, Simone; Gionvanni PECORARO; Ernestina CIANCA and Mauro DE SANCTIS. Trained-Once Device-Free Crowd Counting and Occupancy Estimation Using Wifi: A Doppler Spectrum Based Approach. *Institute of Electrical and Electronics Engineers 12th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016, pp. 1-8. [https://www.researchgate.net/publication/311426069\\_Trained-Once\\_Device-Free\\_Crowd\\_Counting\\_and\\_Occupancy\\_Estimation\\_Using\\_WiFi\\_A\\_Doppler\\_Spectrum\\_Based\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/311426069_Trained-Once_Device-Free_Crowd_Counting_and_Occupancy_Estimation_Using_WiFi_A_Doppler_Spectrum_Based_Approach)



- [14]. Digitální modelování evakuačních plánů v zájmových stavbách a měkkých cílech s prvky umělé inteligence. STARFOS; Technologická agentura České republiky.  
[https://starfos.tacr.cz/cs/project/VB01000034?query\\_code=5ieyaacrunpa](https://starfos.tacr.cz/cs/project/VB01000034?query_code=5ieyaacrunpa)
- [15]. Digitální modelování evakuačních plánů v zájmových stavbách a měkkých cílech s prvky umělé inteligence. Mezinárodní bezpečnostní institut, z. u. <https://www.mbi.expert/digitalni-modelovani-evakuacnich-planu-v-zajmovych-stavbach-a-mekkych-cilech-s-prvky-umele-inteligence/>
- [16]. DOS REIS, João Vasco Dantas. Image Descriptors for Counting People with Uncalibrated Cameras. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/74079/2/31824.pdf>
- [17]. DUIVES, Dorine, C.; Winnie DAAMEN and Serge, P. HOOGENDOORN. State-of-the-Art Crowd Motion Simulation Models. Transportation Research; Part C: Emerging Technologies, 2013, p. 193-209. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968090X13000351>
- [18]. EU-SEC II: Coordinating National Research Programmes and Policies on Security at Major Events in Europe. United Nations Interregional Crime and Justice Research Institute; European Commission. 8. VII. 2008.  
[http://www.osservatoriosport.interno.it/eu\\_sec/presentazioni/contaretti3.pdf](http://www.osservatoriosport.interno.it/eu_sec/presentazioni/contaretti3.pdf)
- [19]. Events Guidance for Buyers of Security. United Kingdom Government, 13. VII. 2022.  
<https://www.gov.uk/government/publications/events-guidance-for-buyers-of-security>
- [20]. FRUIN, John, J. Crowd Dynamics and Auditorium Management. International Association of Auditorium Managers; Auditorium News, 1984; Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis. <https://www.gkstill.com/Support/crowd-flow/fruin/Fruin3.html>
- [21]. FRUIN, John, J. The Causes and Prevention of Crowd Disasters. London: International Conference on Engineering for Crowd Safety, 1993; Crowd Safe, 2002.  
<https://www.workingwithcrowds.com/wp-content/uploads/2018/02/the-causes-and-prevention-of-crowd-disasters-by-john-j.-fruin-ph.d.-p.e..pdf>
- [22]. FRUIN, John, J. The Causes and Prevention of Crowd Disasters. London: International Conference on Engineering for Crowd Safety, 1993; Crowd Safe, 2002.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/the-causes-and-prevention-of-crowd-disasters-fruin/467d5d641b43f4f7eaca3703e0b2390c60a685b2>
- [23]. GEORGOUDAS, Ioakeim; Georgios SIRAKOULIS and Ioannis ANDREADIS. An Anticipative Crowd Management System Preventing Clogging in Exits during Pedestrian Evacuation Processes. Institute of Electrical and Electronics Engineers Systems Journal, 2010, No. 1, pp. 129-141.  
[https://www.researchgate.net/publication/224203208\\_an\\_anticipative\\_crowd\\_management\\_system\\_preventing\\_clogging\\_in\\_exits\\_during\\_pedestrian\\_evacuation\\_processes](https://www.researchgate.net/publication/224203208_an_anticipative_crowd_management_system_preventing_clogging_in_exits_during_pedestrian_evacuation_processes)
- [24]. Guidance on Running Events Safely. Health and Safety Executive.  
<https://www.hse.gov.uk/event-safety/>
- [25]. HAASE, Knut; Mathias KASPER; Matthes KOCH and Sven MÜLLER. A Pilgrim Scheduling Approach to Increase Safety During the Hajj. Operations Research, 2019, No. 2, pp. 376-406.  
<https://www.bwl.uni-hamburg.de/lvp/forschung/paeremierungen/a-pilgrim-scheduling-approach-to-increase-safety-during-the-hajj.pdf>;  
<https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/opre.2018.1798>
- [26]. HAGHANI, Milad and Majid SARVI. Crowd Behaviour and Motion: Empirical Methods. Transportation Research Part B: Methodological, 2018, pp. 253-294.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191261517303788>
- [27]. HELBING, Dirk; Anders JOHANSSON and Habib Zein Al-ABIDEEN. Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study. Physical Review E, 2007, No. 4. [https://www.researchgate.net/publication/6331112\\_Dynamics\\_of\\_crowd\\_disasters\\_An\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/6331112_Dynamics_of_crowd_disasters_An_empirical_study)

- [28]. HELBING, Dirk; Anders JOHANSSON and Habib Zein Al-ABIDEEN. Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study. *Physical Review E*, 2007, No. 4. [https://www.researchgate.net/publication/6331112\\_Dynamics\\_of\\_crowd\\_disasters\\_An\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/6331112_Dynamics_of_crowd_disasters_An_empirical_study)
- [29]. HELBING, Dirk; Illés FARKAS and Tamás VICSEK. Simulating Dynamical Features of Escape Panic. *Nature*, 2000, No. 6803, pp. 487. <https://www.nature.com/articles/35035023>; [https://www.researchgate.net/publication/12295370\\_Simulating\\_Dynamic\\_Features\\_of\\_Escape\\_Panic](https://www.researchgate.net/publication/12295370_Simulating_Dynamic_Features_of_Escape_Panic)
- [30]. HELBING, Dirk; Luboš BUZNA; Anders JOHANSSON and Torsten WERNER. Self-Organized Pedestrian Crowd Dynamics: Experiments, Simulations, and Design Solutions. *Transportation Science*, 2005, No. 1, pp. 1-24. [https://www.researchgate.net/publication/220413168\\_self-organized\\_pedestrian\\_crowd\\_dynamics\\_experiments\\_simulations\\_and\\_design\\_solutions](https://www.researchgate.net/publication/220413168_self-organized_pedestrian_crowd_dynamics_experiments_simulations_and_design_solutions)
- [31]. HOU, Ya-Li and Grantham G. K. PANG. People Counting and Human Detection in a Challenging Situation. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*, 2010, No. 1, pp. 24-33. <https://hub.hku.hk/bitstream/10722/73494/1/Content.pdf?accept=1>
- [32]. CHAI, Yueting; Chunyan MIAO; Baowen SUN; Yongqing ZHENG and Quingzhong LI. Crowd Science and Engineering: Concept and Research Framework. *International Journal of Crowd Science*, 2017, No. 1, pp. 2-8. <https://doi.org/10.1108/IJCS-01-2017-0004>; <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJCS-01-2017-0004/full/html>
- [33]. IBEM, Eziyi, O.; Obiyoha UWAKONYE and Egidario B. ADUWO. An Appraisal of Urban Renewal in Nigeria a Case Study of the Nigerian Army Shopping Arena, Oshodi-Lagos. *Journal of Place Management and Development*, 2013, No. 2, pp. 155-170. <https://core.ac.uk/download/pdf/32224631.pdf>
- [34]. Introduction to Crowd Science. Routledge. <https://www.routledge.com/Introduction-to-Crowd-Science/Still/p/book/9780367866709>
- [35]. KALANDIDES, Ares; Steve MILLINGTON; Cathy PARKER and Simon QUIN. Shopping Districts and Centres, Markets, Neighbourhoods, Public Squares, and Urban Gardens Reflecting upon Place Management Practice in Berlin. *Journal of Place Management and Development*, 2016, No. 3, pp. 351-359. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPM-D-09-2016-0059/full/html>; [https://www.researchgate.net/publication/309517295\\_Shopping\\_districts\\_and\\_centres\\_markets\\_neighbourhoods\\_public\\_squares\\_and\\_urban\\_gardens\\_Reflecting\\_upon\\_place\\_management\\_practice\\_in\\_Berlin](https://www.researchgate.net/publication/309517295_Shopping_districts_and_centres_markets_neighbourhoods_public_squares_and_urban_gardens_Reflecting_upon_place_management_practice_in_Berlin)
- [36]. Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis. <https://www.gkstill.com/Courses/index.html>
- [37]. KRETZ, Tobias; Marko WÖLKI and Michael SCHRECKENBERG. Characterizing Correlations of Flow Oscillations at Bottlenecks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2006 No. 2. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-5468/2006/02/P02005>; [https://www.researchgate.net/publication/1849230\\_Characterizing\\_correlations\\_of\\_flow\\_oscillations\\_at\\_bottlenecks](https://www.researchgate.net/publication/1849230_Characterizing_correlations_of_flow_oscillations_at_bottlenecks)
- [38]. KRULÍK, Oldřich. "Chytrá města" a související bezpečnostní výzvy. *Bezpečnost s profesionály*. Praha: Komora podniků komerční bezpečnosti České republiky, 2021, č. 4, s. 11-14. [https://www.kpkbcr.cz/wp-content/uploads/KPKB\\_01\\_2022\\_nahled.pdf](https://www.kpkbcr.cz/wp-content/uploads/KPKB_01_2022_nahled.pdf)
- [39]. KRULÍK, Oldřich. Spojené království a ochrana kritické infrastruktury a „crowded places“. *Ochrana & Bezpečnost*, 2014, č. 4. [http://ochab.ezin.cz/O-a-B\\_2014-2015\\_D/2014-2015\\_D\\_05\\_krulik.pdf](http://ochab.ezin.cz/O-a-B_2014-2015_D/2014-2015_D_05_krulik.pdf)
- [40]. KRULÍK, Oldřich. Urban resilience, smart cities a vysoce nakažlivé choroby jako příležitost. *Population Protection*. Lázně Bohdaneč: Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, 2021, roč. 13, č. 1, s. 5-38. ISSN 1803-635X. <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/43/377.pdf>



- [41]. LAK, Azadeh; Mina RAMEZANI and Reinaneh AGHAMOLAEI. Reviving the Lost Spaces under Urban Highways and Bridges: An Empirical Study. *Journal of Place Management and Development*, 2019, No. 4, p. 469.  
[https://www.researchgate.net/publication/335464513\\_reviving\\_the\\_lost\\_spaces\\_under\\_urban\\_highways\\_and\\_bridges\\_an\\_empirical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/335464513_reviving_the_lost_spaces_under_urban_highways_and_bridges_an_empirical_study)
- [42]. LALLY, Nick. Crowdsourced Surveillance and Networked Data. *Security Dialogue*, vol 48, No. 1, pp. 63-77. <https://www.jstor.org/stable/26294202>
- [43]. LEV, Larry; Linda BREWER and Garry STEPHENSON. Tools for Rapid Market Assessments. Oregon Small Farms Technical Report No. 6; Special Report 1088-E, 2008.  
<https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/sr1088.pdf>
- [44]. LI, Jingwen; Lei HUANG and Chang-ping LIU. Robust People Counting in Video Surveillance: Dataset and System. Klagenfurt: Institute of Electrical and Electronics Engineers International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2011, pp. 54-59.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/People-Counting-across-Multiple-Cameras-for-Video-Li-Huang/b314fe82ebca995d2d64a44275e77e8cb0e4a2a0>
- [45]. Modern-Day Engineers vs. The Romans. Oasys.  
<https://www.oasys-software.com/news/modern-day-engineers-vs-romans/>
- [46]. Na diskotéce ve Slušovicích se v tlačenici zranilo osm lidí, z toho pět vážně. ČT 24, 30. X. 2022.  
[https://ct24admin.ceskatelevize.cz/domaci/3539773-na-diskotece-ve-slusovicich-se-v-tlacenici-zranilo-osm-lidi-z-toho-pet-vazne?\\_ga=2.38110243.1860271231.1668413192-1233889622.1668413191](https://ct24admin.ceskatelevize.cz/domaci/3539773-na-diskotece-ve-slusovicich-se-v-tlacenici-zranilo-osm-lidi-z-toho-pet-vazne?_ga=2.38110243.1860271231.1668413192-1233889622.1668413191)
- [47]. New Guidance Document Brings Together the Core Elements of Event Safety Management. Sports Grounds Safety Authority, 21. IX. 2021. <https://sgsa.org.uk/new-guidance-document-brings-together-the-core-elements-of-event-safety-management/>
- [48]. NISHIYAMA, Hidefumi. Crowd surveillance. *Security Dialogue*, 2018, vol. 49, No. 3 (June 2018), pp. 200-216. <https://www.jstor.org/stable/26502292>
- [49]. PARKER, Cathy. Place: The Trial Frontier. *Journal of Place Management and Development*, 2008, No. 1, pp. 5-14. [https://www.researchgate.net/publication/242337957\\_Extended\\_editorial\\_Place\\_-\\_the\\_trinal\\_frontier](https://www.researchgate.net/publication/242337957_Extended_editorial_Place_-_the_trinal_frontier)
- [50]. PARKER, Cathy. Place: The Trial Frontier. *Journal of Place Management and Development*, 2008, No. 1, pp. 5-14.  
[https://www.researchgate.net/publication/242337957\\_Extended\\_editorial\\_Place\\_-\\_the\\_trinal\\_frontier](https://www.researchgate.net/publication/242337957_Extended_editorial_Place_-_the_trinal_frontier)
- [51]. PASQUINELLI, Cecilia; Georgios, KOUKOUFIKIS and David GOGISHVILI. Beyond Eventification: Capacity Building in Post-Disaster Temporariness. *Journal of Place Management and Development*, 2018, No. 1, pp. 88-101.  
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JPM-03-2017-0025/full/html>
- [52]. PELLING, Kirstie; STILL, Keith, G. Safety in Numbers, iSquared, 2009, Summer, pp. 23-26; Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis.  
[https://www.gkstill.com/Support/Links/Documents/2009\\_still.pdf](https://www.gkstill.com/Support/Links/Documents/2009_still.pdf)
- [53]. PETTRE, Jullien; Pablo de HERAS CIECHOMSKI; Jonathan MAÏM; Barbara YERSIN; Jean-Paul LAUMOND and Daniel THALMANN. Real-Time Navigating Crowds. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 2006, vol. 17, p. 445-455. [https://www.academia.edu/410358/real\\_time\\_navigating\\_crowds\\_scalable\\_simulation\\_and\\_rendering](https://www.academia.edu/410358/real_time_navigating_crowds_scalable_simulation_and_rendering)
- [54]. Professor Keith Still. University of Suffolk. <https://www.uos.ac.uk/people/professor-keith-still>
- [55]. Safe Events. Twitter. <https://twitter.com/safeeventsie/status/894242958681231360>
- [56]. SHAHHOSEINI, Zahra; Majid SARVI and Meead SABERI. Pedestrian Crowd Dynamics in Merging Sections: Revisiting the “Faster-is-Slower” Phenomenon. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2018, pp. 101-111.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378437117308956>



- [57]. Shlukování. České vysoké učení technické.  
[https://cw.fel.cvut.cz/old/\\_media/courses/a6m33dvz/dvz2017-02-shlukovani.pdf](https://cw.fel.cvut.cz/old/_media/courses/a6m33dvz/dvz2017-02-shlukovani.pdf)
- [58]. SMITH, Keith. Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster. London: Routledge, 2003. ISBN 978-0415681063
- [59]. SMITH, Keith; SMITH, Keith. Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster. London: Routledge, 2003. ISBN 978-0-41568-106-3.  
<https://www.routledge.com/Environmental-Hazards-Assessing-Risk-and-Reducing-Disaster/Smith-Smith/p/book/9780415681063>
- [60]. SOUKUP, Petr. Faktorová analýza jako známá neznámá (aneb metoda hlavních komponent a varimax není vždy ideální postup). Sociologický časopis, 2021, č. 4. <https://doi.org/10.13060/csr.2021.021>; <https://sreview.soc.cas.cz/getrevsrc.php?identification=public&mag=csr&raid=179&type=fin&ver=1>
- [61]. STILL, Keith, G. Crowd Science and Crowd Counting. Impact, 2019, No. 1, pp. 19-23.  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2058802X.2019.1594138>
- [62]. STILL, Keith, G. Fruin—Levels of Service. Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis, 2015.  
<https://www.gkstill.com/Support/crowd-flow/fruin/Fruin1.html>
- [63]. STILL, Keith, G. Introduction to Crowd Science. London: CRC Press, 2014. ISBN 978-0367866709.
- [64]. STILL, Keith, G. Safety in Numbers, iSquared, 2009, Summer, pp. 23-26; Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis.  
[https://www.gkstill.com/Support/Links/Documents/2009\\_still.pdf](https://www.gkstill.com/Support/Links/Documents/2009_still.pdf)
- [65]. STILL, Keith, G. Standing Crowd Density. Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis, 2011. <https://www.gkstill.com/Support/crowd-density/CrowdDensity-1.html>
- [66]. STILL, Keith, G. Visualising Risk Assessment for Crowd Safety. Journal of the International Centre for Sports Security, 2014, No. 1, p. 93. [http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol\\_2\\_n0\\_1/ICSS\\_Vol2.1.pdf](http://icss-journal.newsdeskmedia.com/images/Upload/Vol_2_n0_1/ICSS_Vol2.1.pdf)
- [67]. STILL, Keith, G.; Marina PAPALEXI; Yiyi FAN and David BAMFORD. Place Crowd Safety, Crowd Science? Case Studies and Application. Journal of Place Management and Development, April 2020. DOI: 10.1108/JPMD-10-2019-0090. <https://www.emerald.com/insight/1753-8335.htm>; <https://www.researchgate.net/publication/340713731>
- [68]. STILL, Keith. Applied Crowd Science. London: Routledge. ISBN 978-1138626560.  
<https://www.routledge.com/Applied-Crowd-Science/Still/p/book/9781138626560>
- [69]. STILL, Keith; FRUIN, John, J. Levels of Service. Keith Still: Crowd Safety and Crowd Risk Analysis, 2015. <https://www.gkstill.com/Support/crowd-flow/fruin/Fruin1.html>
- [70]. The EU-SEC II Consortium Establishes the European House of Major Events Security. European Commission, 13. X. 2011.  
[http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item\\_id=5487](http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=5487)
- [71]. UPTON, Mick. Risk Analysis for Major Concert Events: The Benefits of Hindsight. Cabinet Office Seminar on Safety at Mass Crowd Events, 2004. <http://patronmanagement.org/wp-content/uploads/2011/02/risk-assessment-research-England.pdf>
- [72]. V tlačenici je třeba vzepřít se a nekřičet, radí šéf pražské záchranky. ČT 24, 30. X. 2022.  
<https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/3539795-v-tlacenici-je-treba-vzeprit-se-a-nekricet-radi-sef-prazske-zachranky>
- [73]. WRIGHT, Gavin. Build, Operate, Transfer. TechTarget, 2023.  
<https://www.techtarget.com/whatis/definition/BOOT-build-own-operate-and-transfer>
- [74]. XU, Ming-Liang; Hao JIANG; Xiaogang JIN and Zhigang DENG. Crowd Simulation and Its Applications: Recent Advances. Journal of Computer Science and Technology, 2014, No. 5, pp. 799-811. [https://www.researchgate.net/publication/287729088\\_crowd\\_simulation\\_and\\_its\\_applications\\_recent\\_advances](https://www.researchgate.net/publication/287729088_crowd_simulation_and_its_applications_recent_advances)



- [75]. YERSIN, Barbara; Jonathan MAÏM; Julien PETTRÉ and Daniel THALMANN. Crowd Patches: Populating Large-Scale Virtual Environments for Real-Time Applications. Proceedings of the 2009 Symposium on Interactive 3D Graphics and Games. Boston: ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games, 2009, pp. 207-214. DOI: [10.1145/1507149.1507184](https://doi.org/10.1145/1507149.1507184); <https://hal.inria.fr/inria-00555638/document/>
- [76]. YERSIN, Barbara; Jonathan MAÏM; Julien PETTRÉ and Daniel THALMANN. Challenges in Crowd Simulation, 2009. [https://www.researchgate.net/publication/312944477\\_Challenges\\_in\\_Crowd\\_Simulation](https://www.researchgate.net/publication/312944477_Challenges_in_Crowd_Simulation)
- [77]. YERSIN, Barbara; Jonathan MAÏM; Pablo de Heras CIECHOMSKI; Sébastien SCHERTENLEIB and Daniel THALMANN. Steering a Virtual Crowd Based on a Semantically Augmented Navigation Graphed", Proceedings of the First International Workshop on Crowd Simulation (V-CROWDS 2005), Lausanne: Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2005, pp. 169-178. [https://www.researchgate.net/publication/37449984\\_steering\\_a\\_virtual\\_crowd\\_based\\_on\\_a\\_semantically\\_augmented\\_navigation\\_graph](https://www.researchgate.net/publication/37449984_steering_a_virtual_crowd_based_on_a_semantically_augmented_navigation_graph); <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.88.1746&rep=rep1&type=pdf>
- [78]. YUAN, Yaoxuan; Chen QIU; Wei XI and Jizhong ZHAO. Crowd Density Estimation Using Wireless Sensor Networks. Seventh International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2011, pp. 138-145. [https://www.researchgate.net/publication/220963402\\_crowd\\_density\\_estimation\\_using\\_wireless\\_sensor\\_networks](https://www.researchgate.net/publication/220963402_crowd_density_estimation_using_wireless_sensor_networks)
- [79]. Zavádění bezdrátových senzorových sítí. Vše o průmyslu, 29. I. 2018. <https://www.vseoprmyslu.cz/automatizace/site-a-komunikace/zavadeni-bezdratovych-senzorovych-siti.html>

---

Working Papers Mezinárodního bezpečnostního institutu z. ú. si kladou za cíl přispět do domácí odborné diskuse o aktuálních (nejenom) bezpečnostních tématech. Vedle sumarizace aktuálního stavu poznání je prostor věnován formulování relevantních doporučení pro veřejnou i soukromou sféru.