

Symulacja ewakuacji z tunelu drogowego



Karol Błaszczak
Łukasz Chmielewski
Jakub Banach

Opis problemu

Temat projektu dotyczy symulacji ewakuacji z tunelu drogowego w warunkach zadymienia. Jest to ważne zagadnienie z zakresu bezpieczeństwa drogowego i zarządzania kryzysowego. Symulacja ma na celu zbadanie zachowania ludzi podczas ewakuacji z tunelu w sytuacji, w której występuje zadymienie lub pożar. Projekt zakłada wykorzystanie zaawansowanego modelu ewakuacji Floor Field, oraz symulacji ognia i zadymienia na automatach komórkowych.

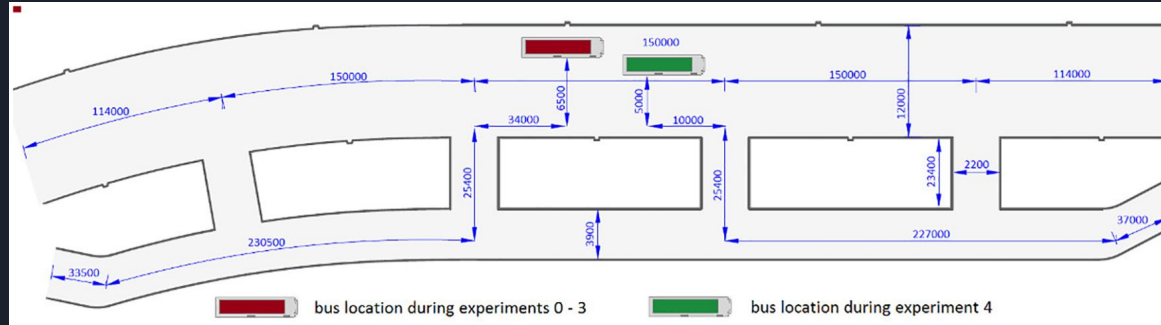
Tunel Laliki



Dane

Posiadamy dane dotyczące ewakuacji tunelu
Laliki przy różnych stopniach zadymienia:

- wymiary tunelu
- czasy ewakuacji (ludzi z autobusu)
- Rozkład liczby zespołów wieloosobowych
- prędkość przemieszczania w poszczególnych częściach

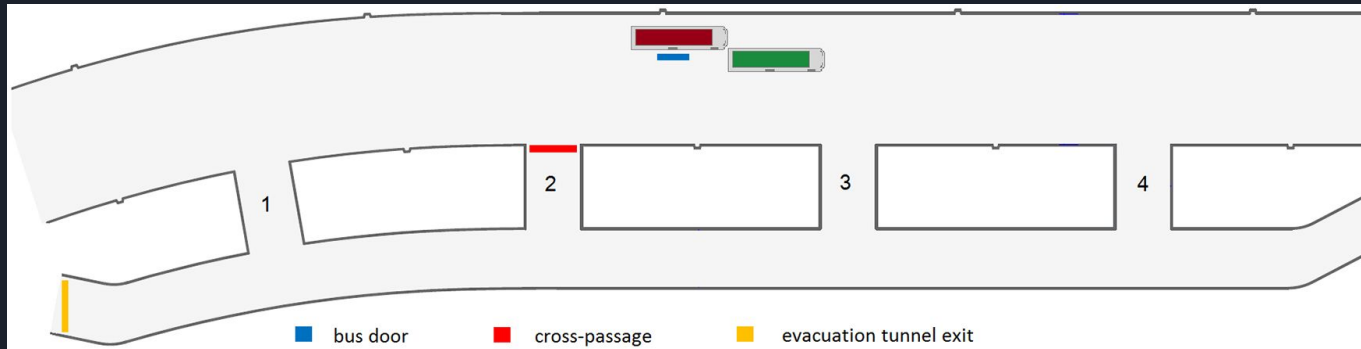
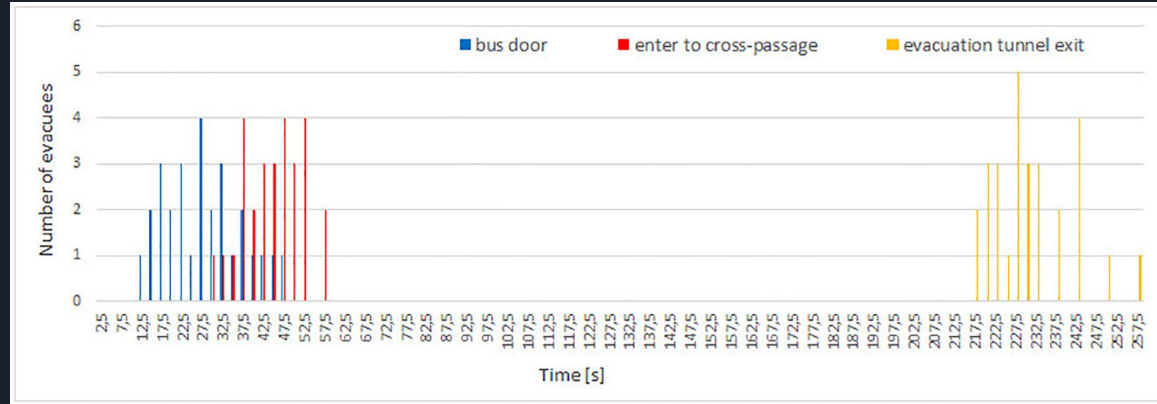


Experiment section	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
experiment 1 the main tunnel	0.895	1.211	1.056	0.083
experiment 1 the evacuation tunnel	1.542	1.808	1.706	0.058
experiment 2 the main tunnel	0.917	2.422	1.321	0.375
experiment 2 the evacuation tunnel	1.489	1.953	1.635	0.081
experiment 3 the main tunnel	0.893	2.044	1.221	0.295
experiment 3 the evacuation tunnel	2.569	5.760	3.835	0.719

Dane

Posiadamy dane dotyczące ewakuacji tunelu Laliki przy różnych stopniach zadymienia:

- wymiary tunelu
- czasy ewakuacji (ludzi z autobusu)
- Rozkład liczby zespołów wieloosobowych
- prędkość przemieszczania w poszczególnych częściach

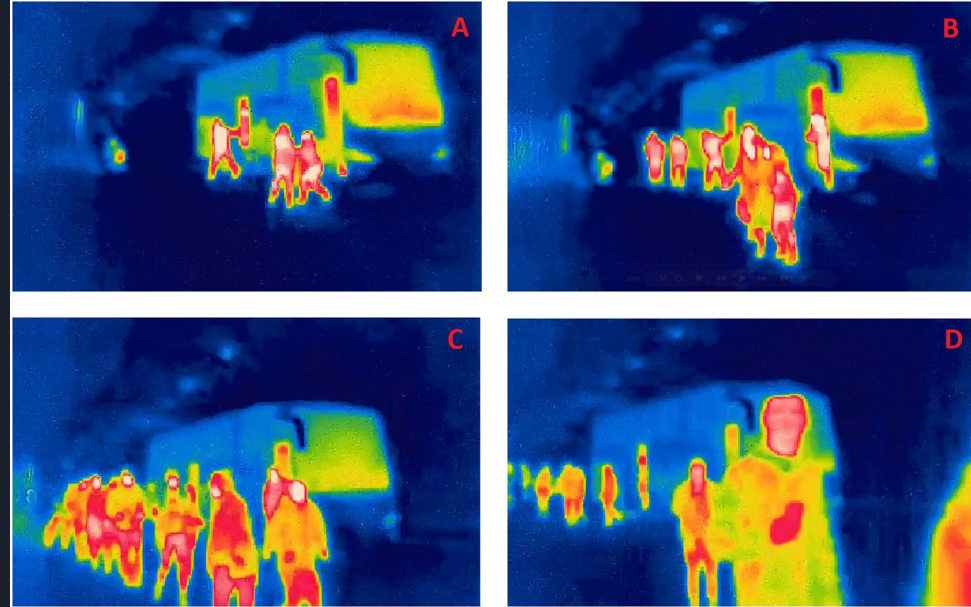
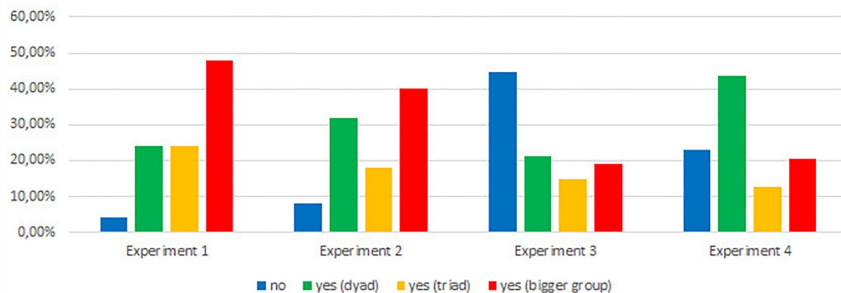


Dane

Posiadamy dane dotyczące ewakuacji tunelu Laliki przy różnych stopniach zadymienia:

- wymiary tunelu
- czasy ewakuacji (ludzi z autobusu)
- Rozkład liczby zespołów wieloosobowych
- prędkość przemieszczania w poszczególnych częściach

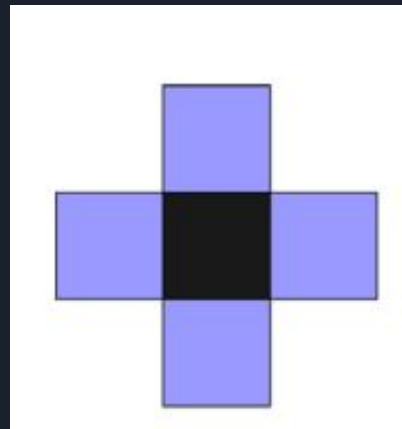
Evacuation in group with other persons



Modelowanie symulacji

Podczas modelowania symulacji, posłużymy się automatem komórkowym, z następującymi parametrami:

- typ siatki: dwuwymiarowa
- sąsiedztwo: Von Neumanna
- metoda aktualizacji: synchroniczna - czyli cała siatka automatu jest aktualizowana równocześnie.



Sąsiedztwo Von Neumanna

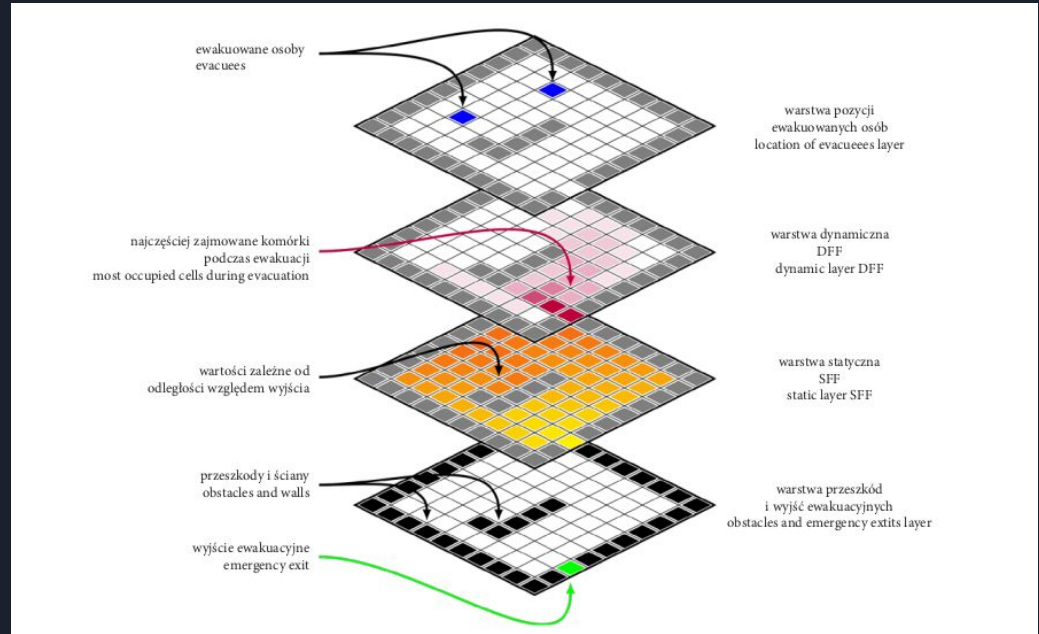
Model Floor Field

Chcemy zastosować podstawowy model Floor Field, który zakłada tworzenie warstw siatki modelującej. Składa się z:

- warstwy pozycji
- warstwy dynamicznej
- warstwy statycznej
- warstwy przeszkód

Wartość pola statycznego dla pola xy:

$$S_{xy} = |x_{exit} - x| + |y_{exit} - y|$$





Przejście w modelu

Kalkulacja przejścia będzie obliczana za pomocą następującego wzoru:

$$p_{ij} = NM_{ij} \exp(\alpha D_{ij}) \exp(\beta S_{ij}) (1 - n_{ij}) d_{ij}$$

gdzie:

p_{ij} - prawdopodobieństwo przejścia do komórki o współrzędnych (i, j)

N - współczynnik normalizacji

M_{ij} - wartość z macierzy komórki podstawowej

D_{ij} - wartość warstwy dynamicznej

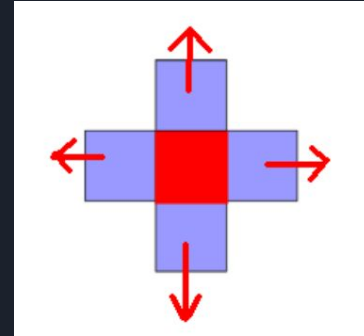
S_{ij} - wartość warstwy statycznej

n_{ij} - wartość określająca czy komórka nie jest zajęta przez przeszkodę

d_{ij} - wartość określająca czy komórka nie jest zajęta przez inną osobę

Symulacja pożaru

Symulację pożaru, stworzymy w oparciu o automat komórkowy dodając kolejną warstwę dynamiczną, reprezentującą rozprzestrzenianie się ognia oraz dymu



Kierunki rozchodzenia się ognia/dymu

Musimy zaadaptować prawdopodobieństwo przejścia w modelu dodając nowe pole:

$$p_{ij} = NM_{ij} \exp(\alpha D_{ij}) \exp(\beta S_{ij}) (1 - n_{ij}) (d_{ij} \exp(\gamma(1 - F_{ij})))$$

F_{ij} - wartość warstwy dynamicznej pożaru/dymu na polu (i, j)



Algorytm Social Distancing

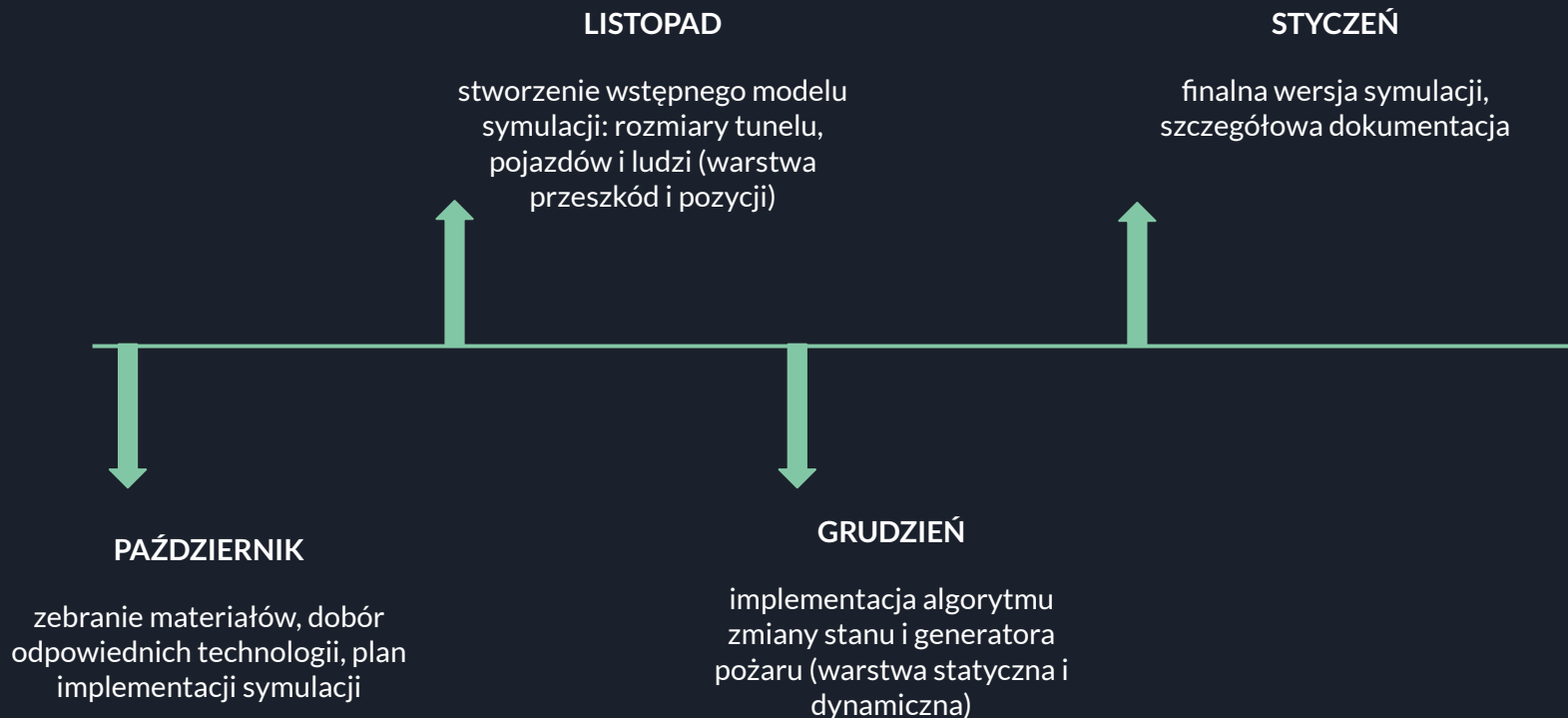
Aby uwzględnić "social distancing" w modelu Floor Field, chcemy dodać warunki lub czynniki, które wpływają na decyzje ewakuujących się osób w sposób, który zachęca do utrzymywania bezpiecznej odległości od innych. Modyfikujemy pola przemieszczeń w taki sposób, że punkty reprezentujące tłoczne obszary będą miały wyższe wartości pola przemieszczeń, co sprawi, że osoby unikną tych obszarów w miarę możliwości. Sprowadza się to na dodanie kolejnej dynamicznej warstwy i aktualizacji wzoru na prawdopodobieństwo przemieszczenia

$$p_{ij} = NM_{ij} \exp(\alpha D_{ij}) \exp(\beta S_{ij}) (1 - n_{ij}) (d_{ij}) \exp(\gamma(1 - F_{ij})) \exp(\delta(1 - C_{ij}))$$

C_{ij} - wartość warstwy dynamicznej reprezentującej "tłum ludzi" pola (i, j)



Harmonogram prac





Bibliografia

Szczegółowe dane do symulacji

- <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0201732#pone.0201732.ref010>
- <https://www.polsl.pl/rt4/badania-wentylacji-pozarowej-w-tunelach-drogowych/>

Automaty komórkowe w modelowaniu ewakuacji:

- <https://bibliotekanauki.pl/articles/373258.pdf>