

Opracowanie agentowego modelu kolejkowego oraz ocena wpływu instalacji kas samoobsługowych na wydajność procesów kasowych w supermarketach

mgr Tomasz Antczak

Promotor: **prof. dr hab. inż. Rafał Weron**

Promotor pomocniczy: **dr inż. Jacek Zabawa**

Wrocław, 22.11.2022

Katedra Badań Operacyjnych i Inteligencji Biznesowej
Wydział Zarządzania
Politechnika Wrocławska

Działalność supermarketów

- Około **27,6%** udziału wartości sprzedaży detalicznej w Polsce
- Około **9,4 tys.** supermarketów w Polsce

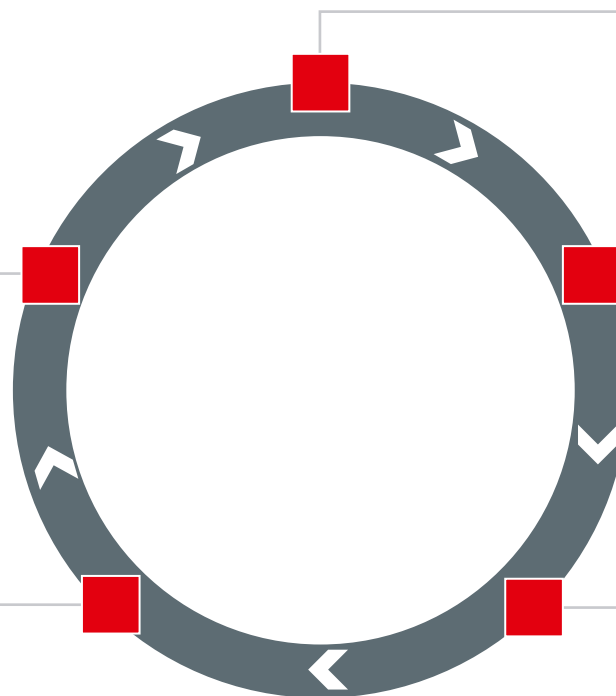
Proces kasowy w supermarkecie



Udoskonalanie procesów biznesowych

Ocena efektywność
procesu

Wdrożenie,
przeprowadzenie zmian
w procesie



Planowanie

Analiza
i przeprojektowanie
procesu

Pozyskanie zasobów

Dlaczego analiza procesu kasowego w supermarketach jest ważna?

- Proces kasowy to ważny czynnik wpływający na decyzje zakupowe klientów
- Koszty pracy kasjerów to istotny element całkowitych kosztów pracy personelu supermarketu
- Zmiana procesu kasowego wymaga oceny zasadności niezbędnych inwestycji (np. zakupu kas samoobsługowych)

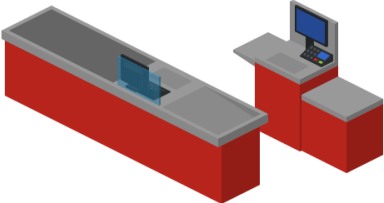


Dlaczego agentowy model kolejkowy?

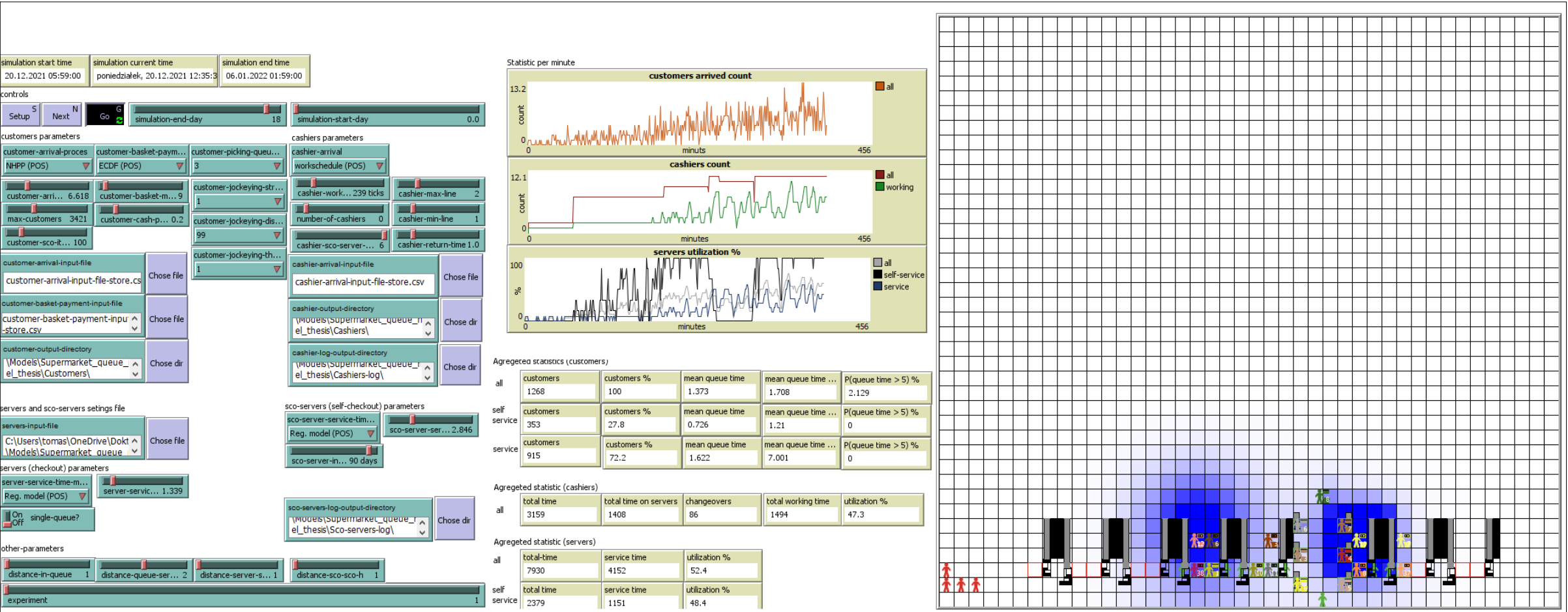


- Indywidualne decyzje i cechy **klientów**
- Różnorodność **stanowisk obsługi**
- Reguły pracy i dostępność **kasjerów**
- Interakcje pomiędzy **klientami, kasjerami i stanowiskami obsługi**

Koncepcja modelu procesu kasowego opartego na danych POS*

Źródło informacji:			
dane POS	- czas przybycia - cechy indywidualne	czas pracy	czas obsługi transakcji
- obserwacje - procedury firmy - rozmowy z personelem		reguły pracy	- dyscyplina i organizacja kolejek - czas występowania awarii i napraw
założenia	- decyzje: wybór kolejki - decyzje: przeskakiwanie między kolejkami		liczba i typy

Implementacja modelu procesu kasowego w NetLogo



<https://github.com/tant2002/Netlogo-Supermarket-Checkout-Process>

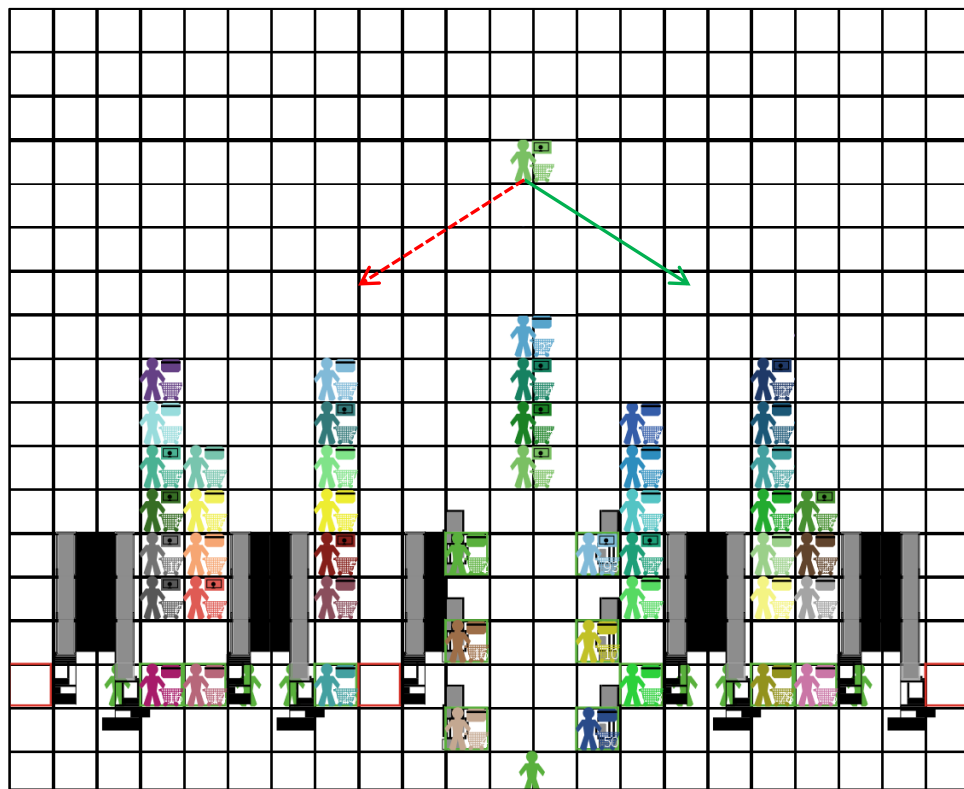
Cel pracy i problemy badawcze

Opracowanie modelu agentowego do wspomagania podejmowania decyzji dotyczących zarządzania procesami kasowymi w supermarketach

- **Problem I.** Jaki wpływ na wydajność procesu kasowego mają różne reguły wyboru kolejki przez klienta i przechodzenia między kolejkami w supermarketach?
- **Problem II.** Jaki wpływ na ryzyko rozprzestrzeniania się wirusa typu SARS-CoV-2 mają reguły dotyczące zachowania dystansu między klientami w strefie kasowej supermarketów?
- **Problem III.** Jaki wpływ na czas oczekiwania klientów w kolejkach i pracochoćność procesu kasowego ma instalacja kas samoobsługowych w supermarketach?

Problem badawczy I: badane scenariusze; wybór kolejki

Wybór kolejki (z ang. *queue picking*)

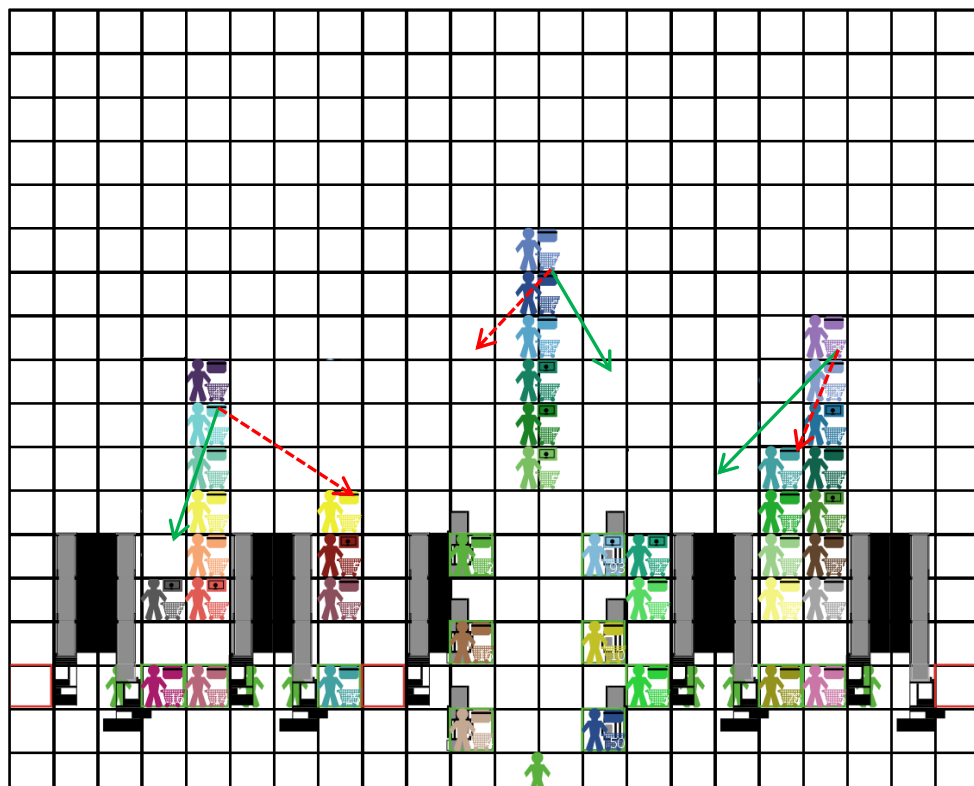


Badane scenariusze

- #0 Losowo (rozkład jednostajny)
- #1 Najmniejsza liczba klientów
- #2 Najmniejsza liczbą artykułów we wszystkich koszykach
- #3 Najniższy średni oczekiwany czas przebywania w kolejce
- #4 Najniższy (oszacowany za pomocą modelu regresji potęgowej) oczekiwany czas przebywania w kolejce

Problem badawczy I: badane scenariusze; przeskakiwanie między kolejkami

Przejścia (z ang. *jockeying*)



Badane scenariusze

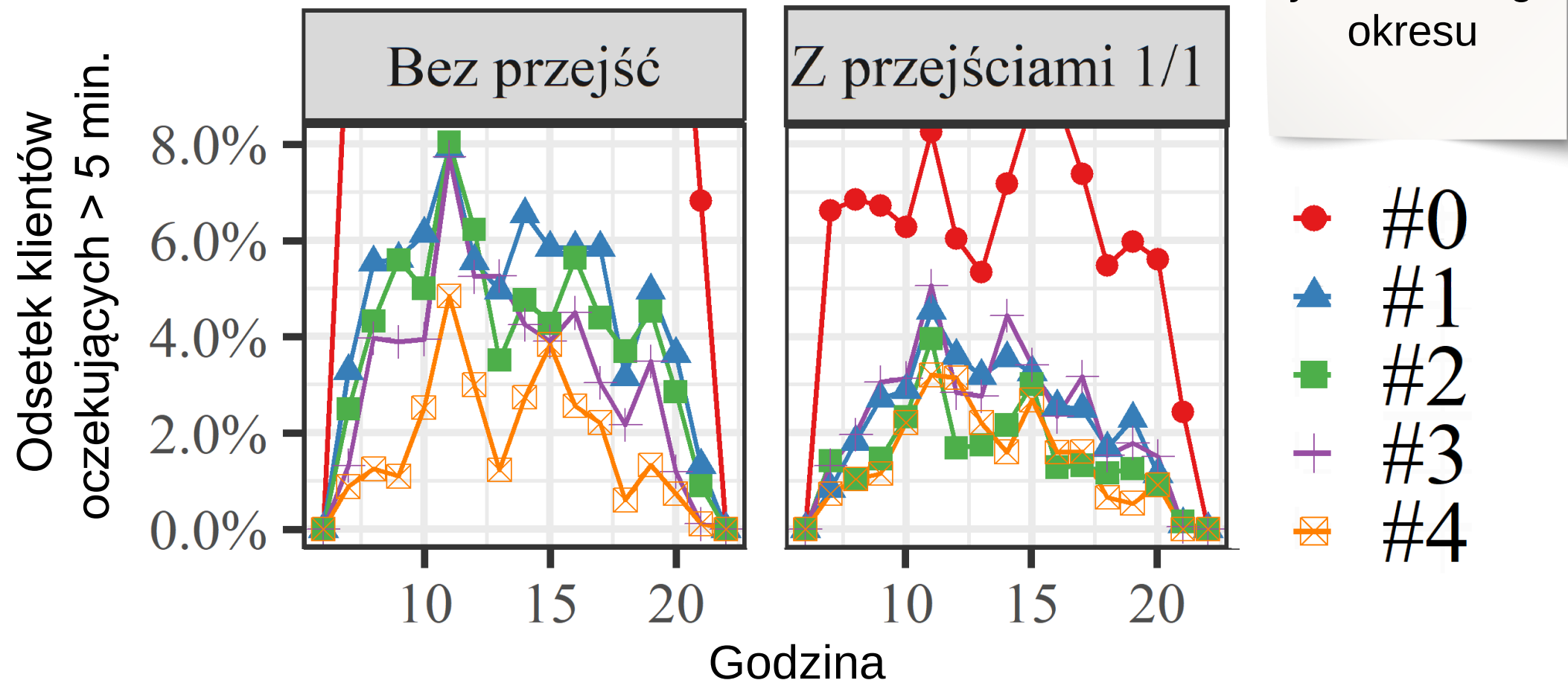
Bez przejść

Przejścia 1/1: tylko najbliższa kolejka, krótsza o min. 1 os.

Przejścia $\infty/2$: dowolna kolejka, krótsza o min. 2 os.

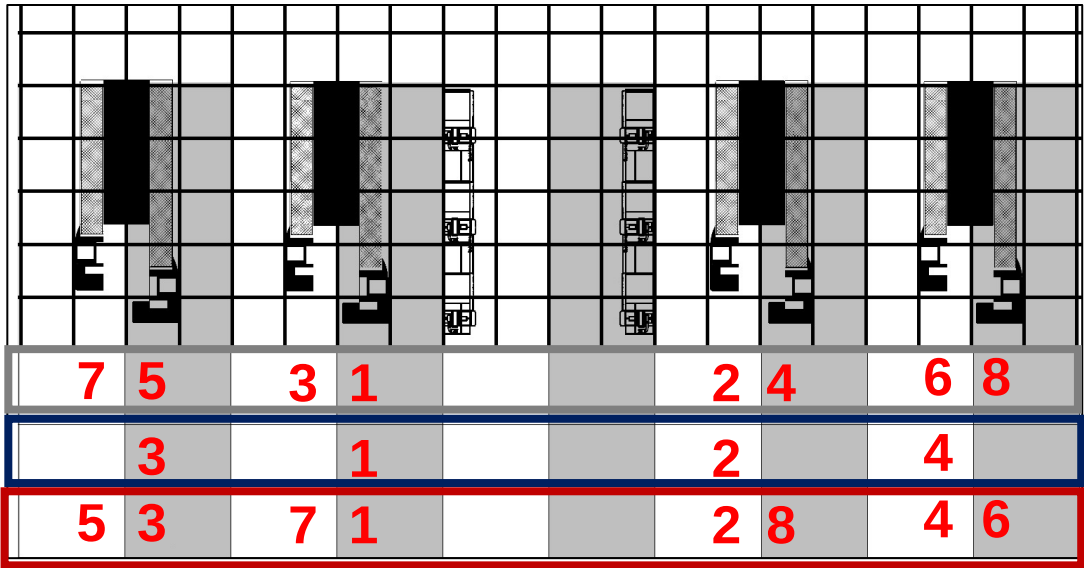
Przejścia $\infty/1$: dowolna kolejka, krótsza o min. 1 os.

Problem badawczy I: wyniki



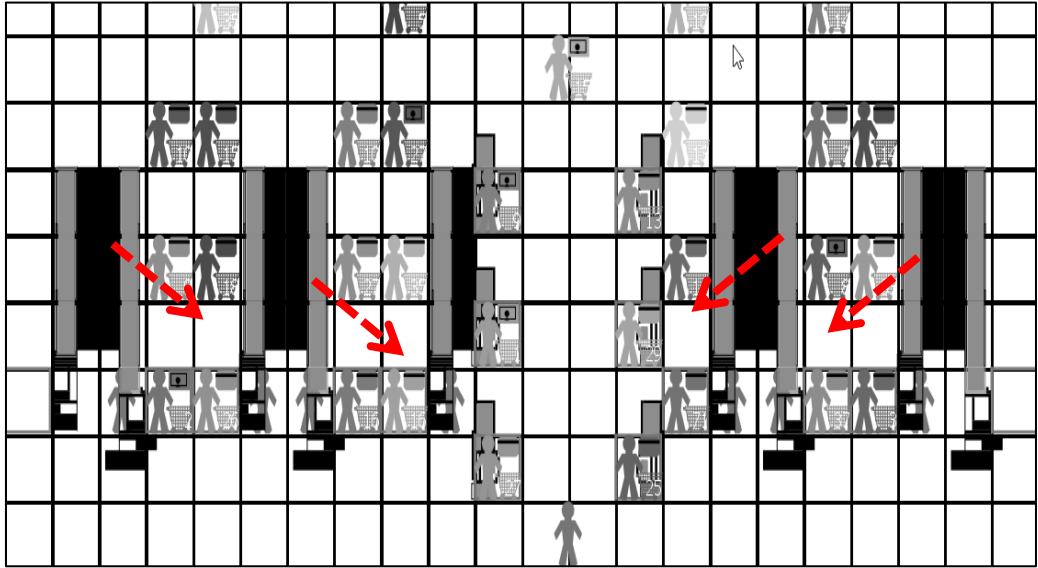
Problem badawczy II: ryzyko rozprzestrzeniania się wirusa typu SARS-CoV-2

Kolejności otwarcia kas
(dystans między kolejkami)



- #0 #1
- #2 #3
- #4 #5

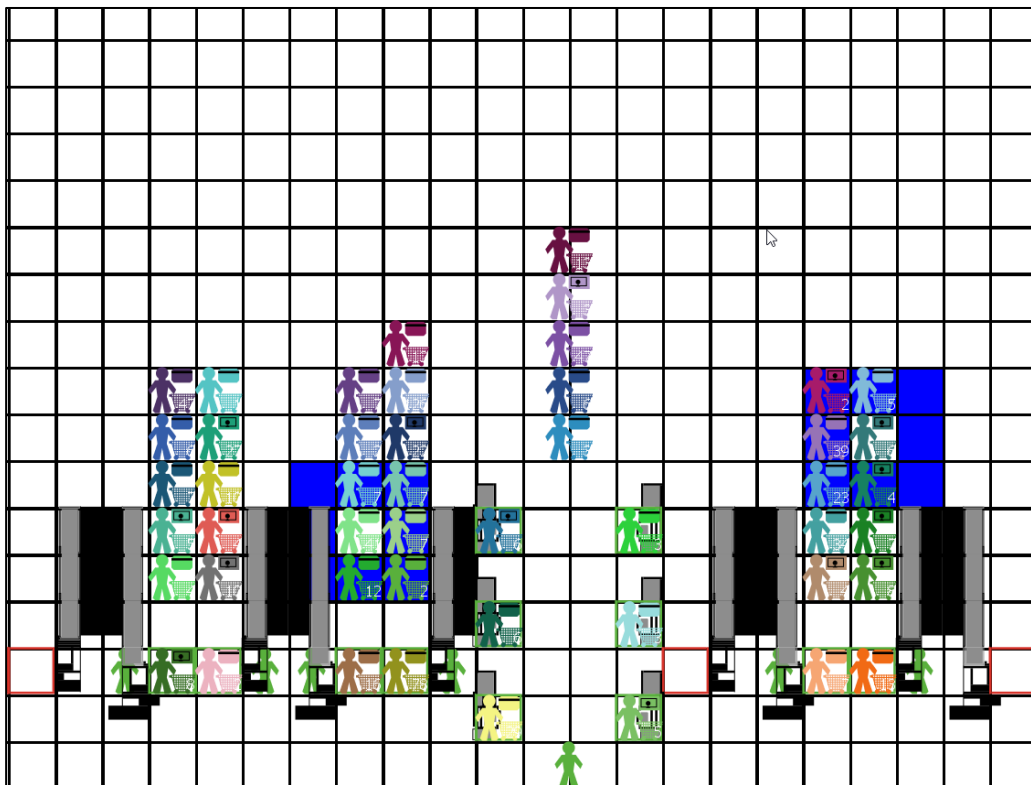
Dystans w kolejce



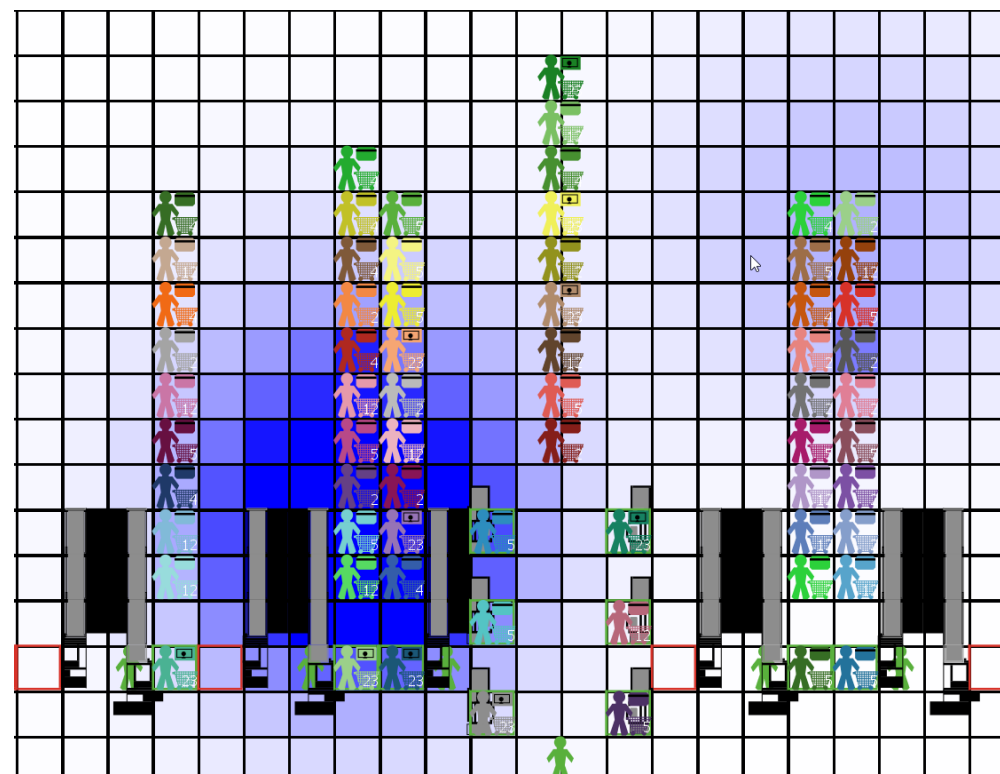
- #1
- #3
- #5

Problem badawczy II: ocena ryzyka zarażenia

Niebezpieczny kontakt
(czas)



Transmisja aerozolowa
SARS-CoV-2

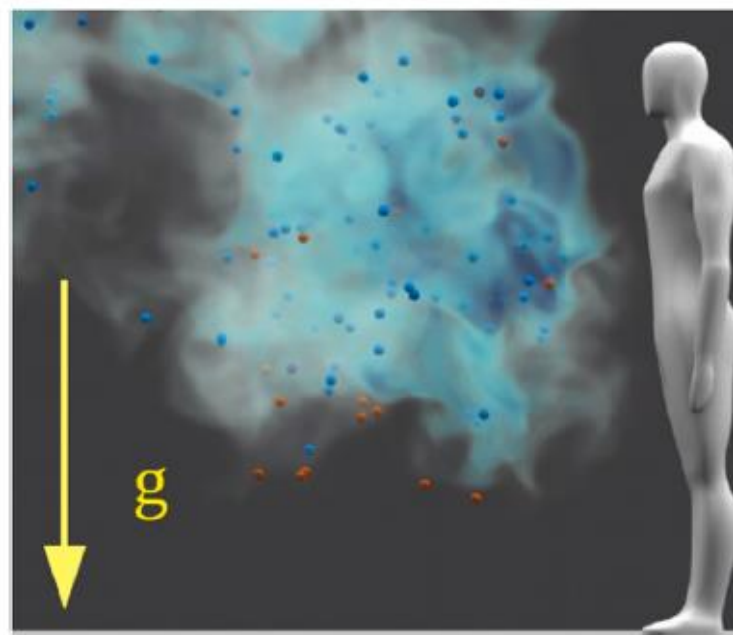




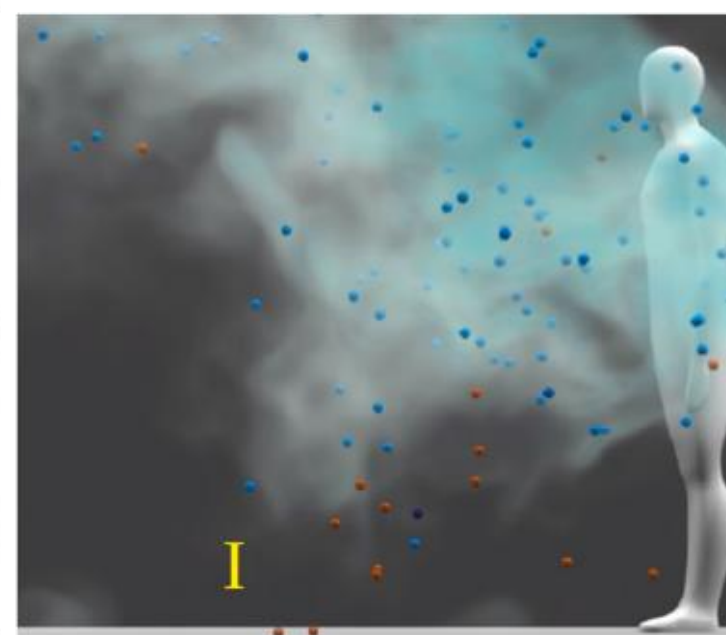
Modelling aerosol transport and virus exposure with numerical simulations in relation to SARS-CoV-2 transmission by inhalation indoors

Ville Vuorinen^{a,*}, Mia Aarnio^{b,1}, Mikko Alava^h,
Mikko Auvinen^b, Nallannan Balasubramanian^e,
Nick Hayward^e, Antti Hellsten^b, Simo Hostikka^g,
Ilkka Kivistö^l, Marko Korhonen^h, Risto Kosonen^a,
Heikki J. Nieminen^e, Petteri Peltonen^a, Juho Po
Henri Salmenjoki^h, Tarja Sironen^{j,k}, Monika Öst

Time = 60s

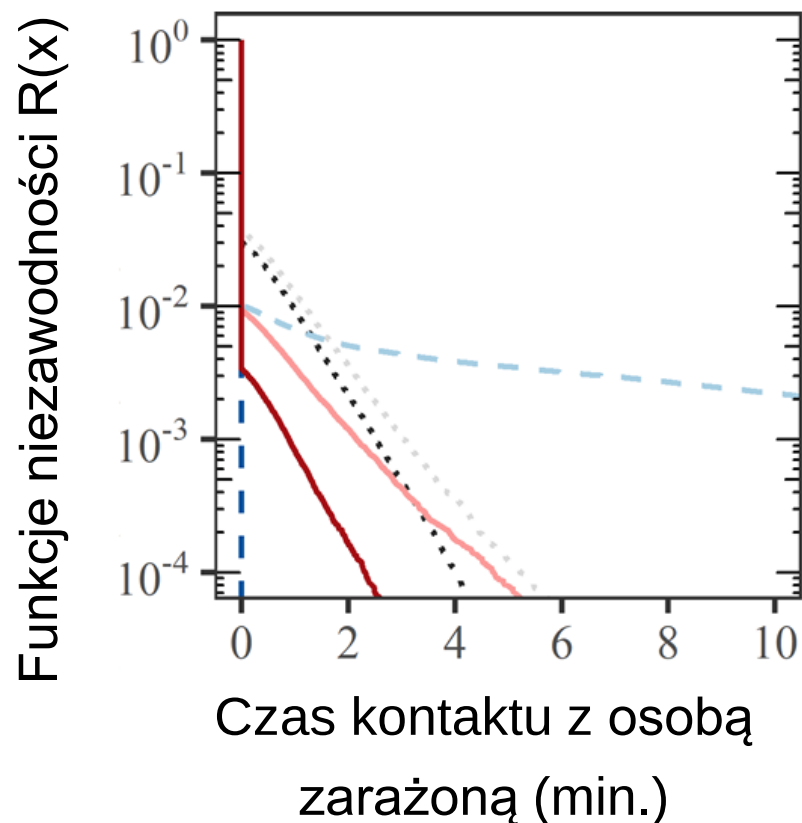


Time = 120s

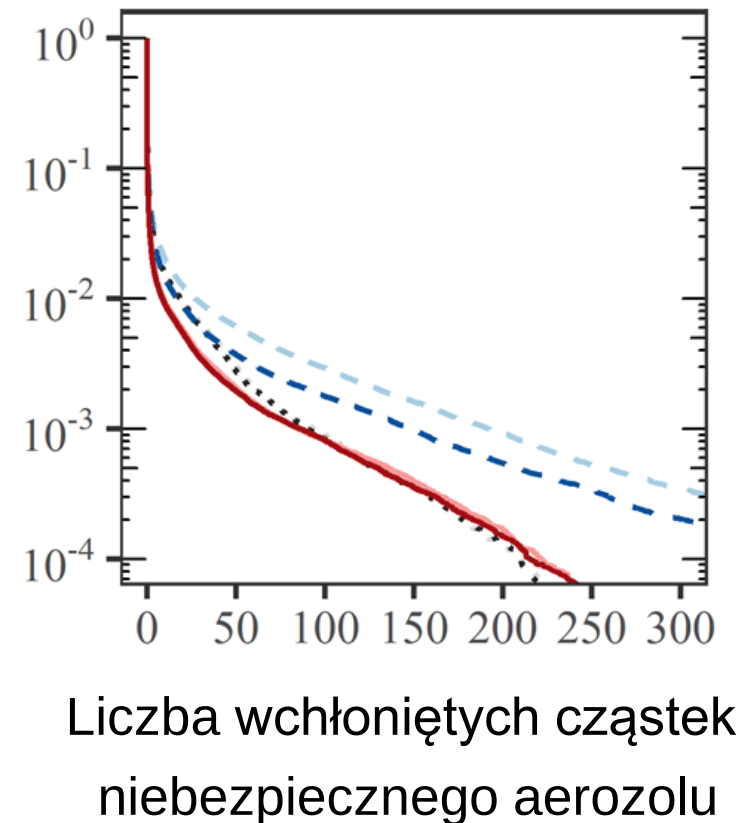


Problem badawczy II: wyniki

Niebezpieczny kontakt

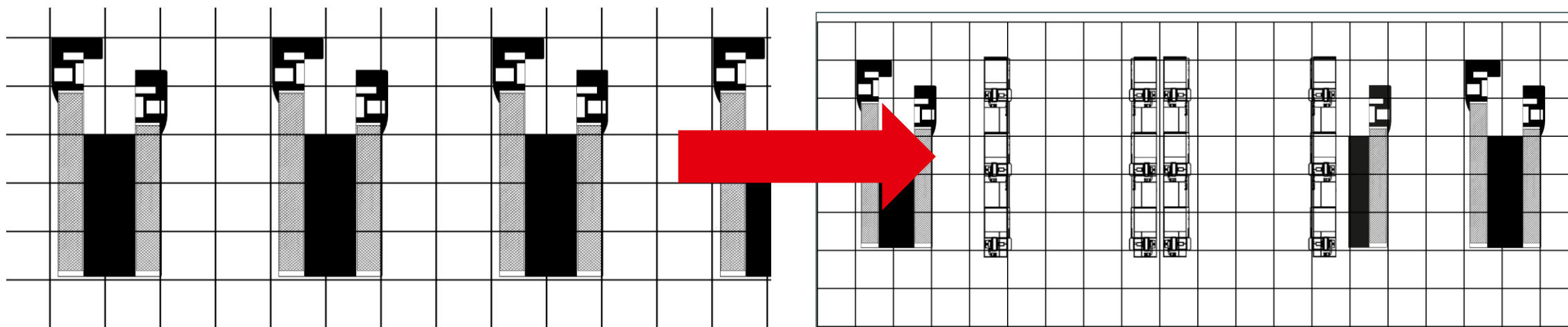


Transmisja aerozolowa SARS-CoV-2

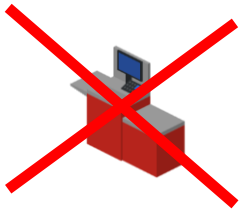
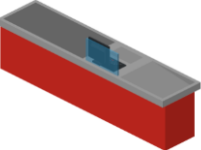
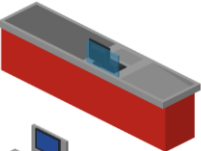
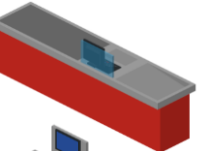


$R(x)$ - odsetek klientów dla których zarejestrowano badaną wartość $\geq x$

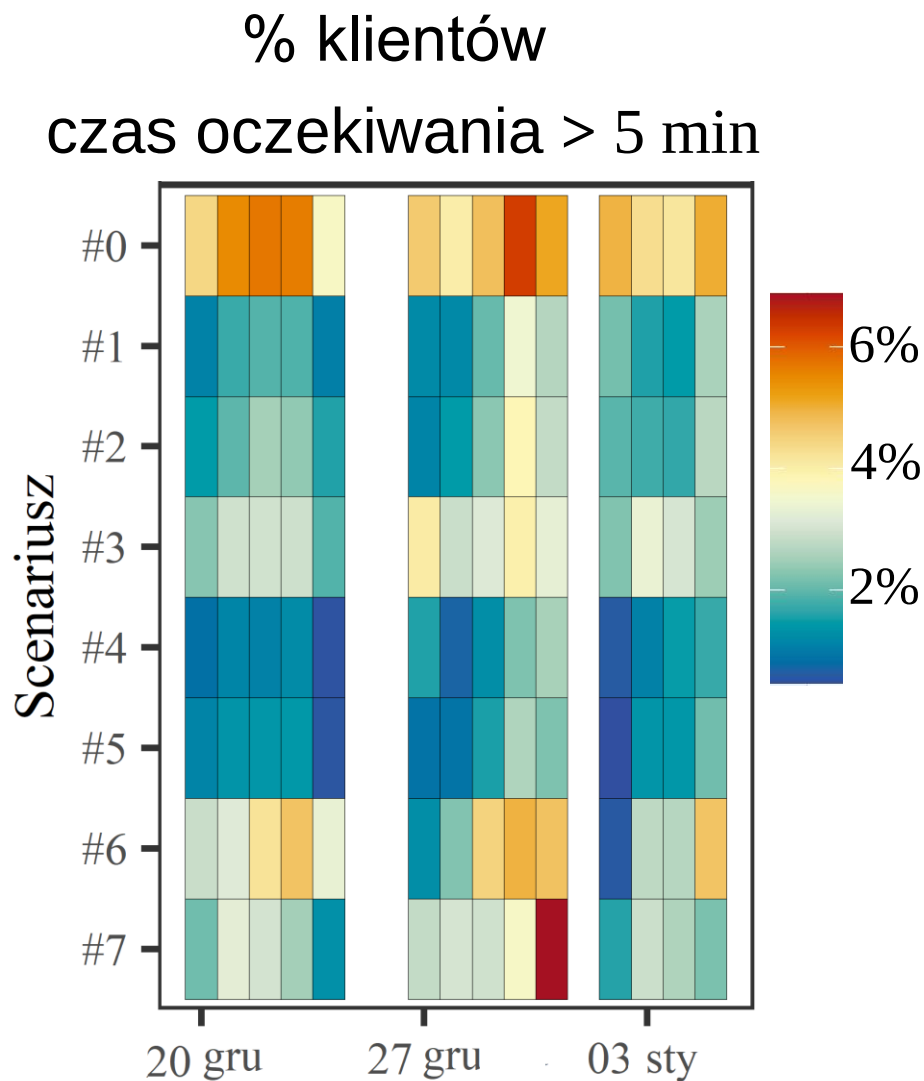
Problem badawczy III: instalacja kas samoobsługowych



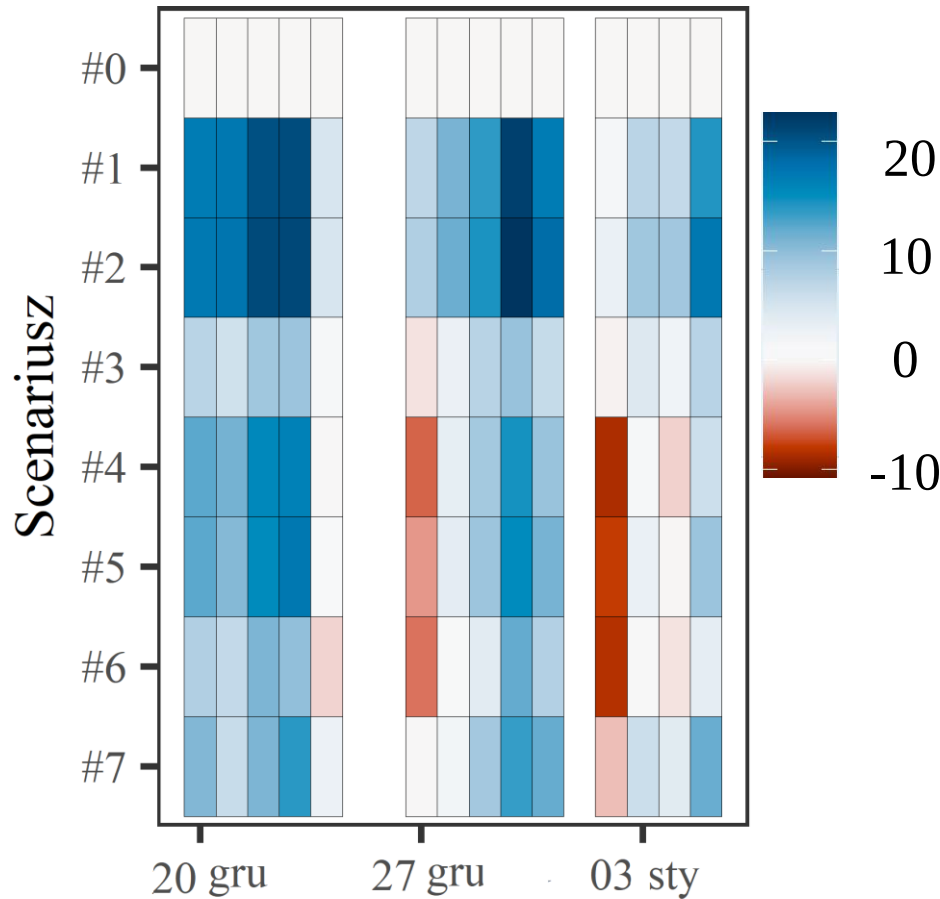
Problem badawczy III: badane scenariusze

		100% 	50% 	25% 	0% 
17x 	#0	-	-	-	-
14x  6x 	-	#0	#2	-	#3
12x  12x 	-	#4	#5	#6	#7

Problem badawczy III: wyniki



Oszczędność/strata
czasu pracy kasjera (godziny)



Wnioski: **problem badawczy I**

- Decyzje o wyborze kolejki bazujące na dokładniejszym oszacowaniu czasu oczekiwaniu są korzystne
- Przeskakiwanie pomiędzy kolejkami (nawet tylko do sąsiedniej kolejki) znacząco ogranicza znaczenie dokładniejszego oszacowania czasu oczekiwania przy wyborze kolejki

Wnioski: **problem badawczy II**

- Reguły nakazujące zachowanie dystansu pomiędzy kolejkami mogą (choć nie muszą) ograniczyć ryzyko rozprzestrzeniania się wirusa typu SARS-CoV-2 w strefie kasowej supermarketu
- Reguły bazujące na całkowitym zamknięciu części stanowisk kasowych (w celu zachowania dystansu) zwiększają ryzyko rozprzestrzeniania się wirusa typu SARS-CoV-2 w strefie kasowej supermarketu

Wnioski: **problem badawczy III**

- Wprowadzenie kas samoobsługowych jest zasadniczo korzystne zarówno perspektywy klienta (czas oczekiwania w kolejce) i menadżera (czas pracy kasjerów)
- Liczba i typ kas samoobsługowych powinna być dostosowywana indywidualnie do danej lokalizacji
- Zbyt duże zastąpienie kas obsługowych kasami samoobsługowymi i brak urządzeń do obsługi transakcji gotówkowych może być (w pewnych okresach) niekorzystne dla wydajności procesu

Publikacje

- Antczak, T., Weron, R., Zabawa, J., *Data-driven simulation modeling of the checkout process in supermarkets: Insights for decision support in retail operations*. IEEE Access 8 (2020) 228841-228852; *IF= 3.367, 100 pkt MEiN*
- Antczak, T., Weron, R., Point of sale (POS) data from a supermarket: Transactions and cashier operations. Data 4(2) (2019) 67; *20 pkt MEiN*
- Antczak, T., Skorupa, B., Szurlej, M., Weron, R., Zabawa, J., *Simulation modeling of epidemic risk in supermarkets: Investigating the impact of social distancing and checkout zone design*. Lecture Notes in Computer Science 12742 (2021) 26-33; *konferencja rangi CORE A, 140 pkt MEiN*

Dziękuję za uwagę !