

Jakość powietrza w restauracjach typu fast-food

Monika Maciejewska, Andrzej Szczurek, Andi Azizah



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wroclawska

1

Wprowadzenie

- Rosnąca popularność restauracji szybkiej obsługi jest wyznacznikiem współczesnej kultury masowej.
- Są one przejawem stylu życia pokolenia X, Y i Z.
- Fast-foody odgrywają istotną rolę w zaspokajaniu potrzeb żywnościowych i żywieniowych, głównie konsumentów o niższych i średnich dochodach.
- Obecnie, osiągnęły taki poziom ekspansji, że stanowią ważną gałąź gospodarki.

2



Politechnika Wroclawska

2

Wprowadzenie

- Intensywny rozwój restauracji szybkiej obsługi przyniósł ich zwiększoną krytykę
- Kontrowersyjną jest kwestia jakości serwowanych posiłków.
- Badania naukowe wykazały, że gwałtowny wzrost sektora koreluje z epidemią otyłości, zwłaszcza w świecie zachodnim.
- Stanowi to zagrożenie dla zdrowia konsumentów i przekłada się na problem zdrowia publicznego.

3



Politechnika Wroclawska

3

Wprowadzenie

- Sektor fast-foodów jest także krytykowany ze względu na jego negatywny wpływ na środowisko.
- Emitowane zanieczyszczenia przyczyniają się do pogorszenia jakości powietrza zewnętrznego i wewnętrznego.
- Powodują one uciążliwości dla mieszkańców najbliższej okolicy.
- Nie pozostają także bez wpływu na pracowników lokali i ich klientów.

4



Politechnika Wroclawska

4

Wprowadzenie

- Do zanieczyszczeń emitowanych przez restauracje szybkiej obsługi należą: tlenek węgla (CO); ditlenek węgla (CO₂); tlenki azotu (NO_x); lotne związki organiczne LZO (szczególnie ważne są aldehydy); wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne; pył zawieszony (PM), w tym szczególnie PM 2.5, jak też o cząstkach <100 nm; aerozol oleju; para wodna.

5



Politechnika Wroclawska

5

Wprowadzenie

Istotne cechy funkcjonowania restauracji z punktu widzenia wpływu na powietrze wewnątrz, a poprzez to oddziaływania na pracowników, klientów i otoczenie:

- standaryzacja składu posiłków i metod ich przygotowania;
- względnie stały schemat funkcjonowania w ciągu doby;
- nieliczna obsługa i dynamiczny przepływ klientów;
- kuchnia otwarta w stosunku do strefy restauracyjnej;
- niewielkie rozmiary pomieszczeń;
- zróżnicowana jakość wentylacji (na ogół niska).

6



Politechnika Wroclawska

6

Problemy badawcze

- Problem 1. Rozpoznawalność faz pracy restauracji na podstawie ich wpływu na powietrze wewnętrzne.
- Problem 2. Międzystrefowa współzależność parametrów powietrza w strefach kuchennej i restauracyjnej.

7



Politechnika Wroclawska

7

Eksperyment

Tab. Krótka charakterystyka obiektów włączonych do badań.

Parametr	Wartość/poziom
Rodzaj restauracji	take-away (1), quick-service (4)
Powierzchnia	6-32 m ²
Obsługa	1-2
Czas pracy	9:00-22:00, 9:00-24:00 (weekend), 9:00-6:00 (weekend)
Godziny szczytu	13:00-16:00
Liczba klientów w ciągu doby	40-140
Menu	Kebab, falafel Tortilla, frytki, ryż Warzywa (sałatka) Baklava
Rodzaj mięsa	Kurczak, wołowina
Miejsce przygotowania	Gotowe od dostawcy, gotowe z domu, w kuchni
Rodzaj obróbki termicznej	Grill elektryczny (2/restaurację)
Wentylacja	Naturalna, Na ogół odciąg miejscowy ręcznie sterowany.

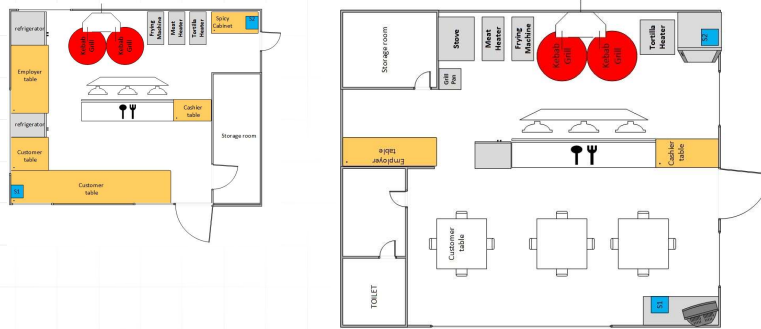
8



Politechnika Wroclawska

8

Eksperyment



Rys. Aranżacja wnętrza w przykładowych restauracjach typu „fast-food”, włączonych do badań. Mała (po lewej) i większa (po prawej).

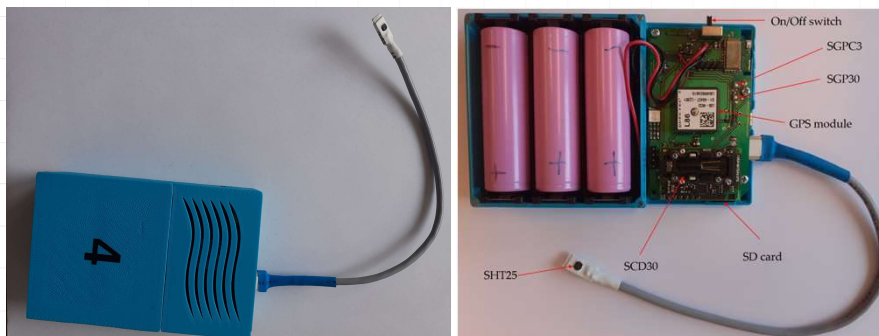
9



Politechnika Wroclawska

9

Eksperyment



Rys. Urządzenie czujnikowe 12×8×2.5 cm (LTSiBJP). Moduły czujnikowe: SHT25 - T i RH; SCD30 - CO₂, T i RH ; SGP30 - TVOC, SGPC3 - TVOC.

10



Politechnika Wroclawska

10

Problem 1
Rozpoznawalność fazy pracy restauracji
na podstawie jej wpływu na powietrze wewnętrzne.

11



Politechnika Wroclawska

11

Metody

Tab. Fazy funkcjonowania restauracji

Symbol	Nazwa
NH	Godziny nocne
OP	Otwarcie i przygotowanie restauracji
FP	Przygotowanie żywności
OH	Obsługa klientów
CL	Sprzątanie

12



Politechnika Wroclawska

12

Metody

- Dla rozpoznawania wpływu poszczególnych faz pracy posłużono się odpowiedziami czujników T, RH, CO₂ i TVOC łącznie.
- Zbadano przydatność pomiarów prowadzonych w strefie:
 - kuchennej,
 - restauracyjnej,
 - kuchennej i restauracyjnej.
- Jako klasyfikator zastosowano las drzew losowych.

13



Politechnika Wroclawska

13

Metody

- Klasyfikator uczono z użyciem 70% ogólnego zbioru danych a testowano z użyciem 30% tego zbioru.
- Efektywność rozpoznawania oceniono na zbiorze testowym.
- Posłużono się prawdopodobieństwem warunkowym poprawnego rozpoznania danej fazy pracy restauracji.
- Osobno analizowano każdą fazę.

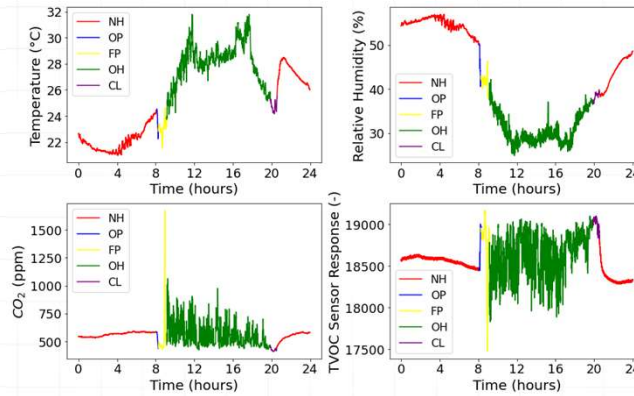
14



Politechnika Wroclawska

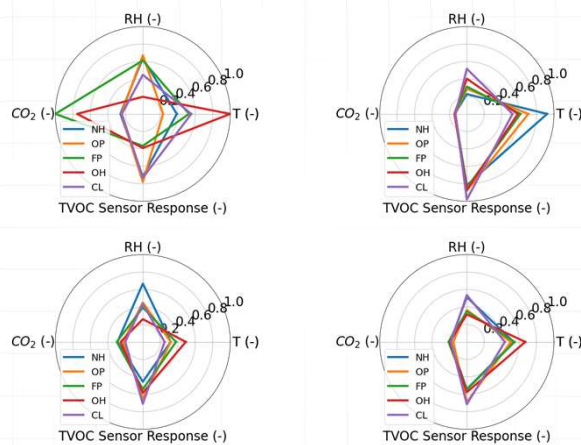
14

Wyniki



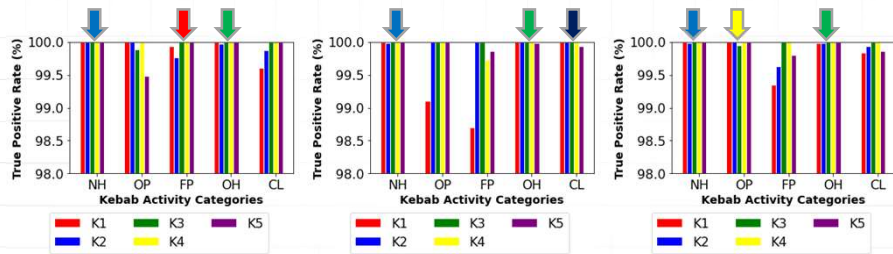
Rys. Szeregi czasowe parametrów mierzonych urządzeniem czujnikowym w okresie doby – przykład. [1]

Wyniki



Rys. Obiekt 1. Strefa kuchenna (góraż). Strefa restauracyjna (dół). [1] Rys. Obiekt 2. Strefa kuchenna (góraż). Strefa restauracyjna (dół). [1]

Wyniki



Rys. Efektywność rozpoznania fazy pracy restauracji na podstawie pomiarów prowadzonych: w strefie kuchennej (po lewej), w strefie restauracyjnej (środek), w obu strefach (po prawej). [1]

Problem 2

Międzystrefowa współzależność parametrów powietrza w strefach kuchennej i restauracyjnej.

Wyniki

- Analizę objęto obiekty, w których strefy kuchenna i restauracyjna były fragmentami jednej przestrzeni, wydzielonymi tylko funkcjonalnie.
- Zbadano współzależność każdego parametru powietrza T, RH, CO₂ i TVOC między strefami.
- Analizę wykonano w dwóch skalach czasowych:
 - długiej; Podzielono dobę na czas zamknięcia restauracji i czas pracy restauracji;
 - krótkiej; Podzielono dobę na odcinki 10 min.

19



Politechnika Wroclawska

19

Metody

- Dla zbadania międzystrefowej współzależności parametrów powietrza w strefie kuchennej i restauracyjnej zastosowano informację wzajemną.

$$MI(V_1; V_2) = \int_{v_2} \int_{v_1} P_{(v_1, v_2)}(v_1, v_2) \log \left(\frac{P_{(v_1, v_2)}(v_1, v_2)}{P_{V_1}(v_1)P_{V_2}(v_2)} \right) dv_1 dv_2$$

gdzie: V_1 to paramter V mierzony w strefie kuchennej
a V_2 to ten sam paramter mierzony w strefie restauracyjnej.

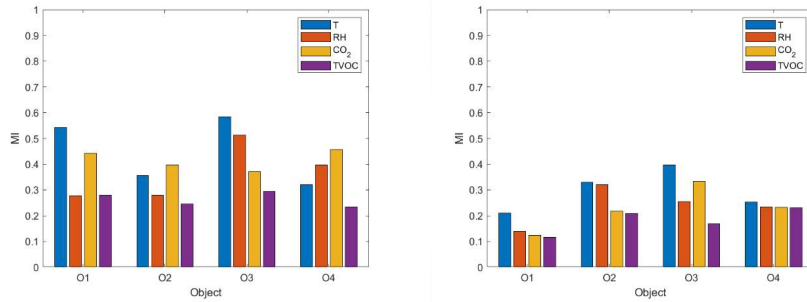
20



Politechnika Wroclawska

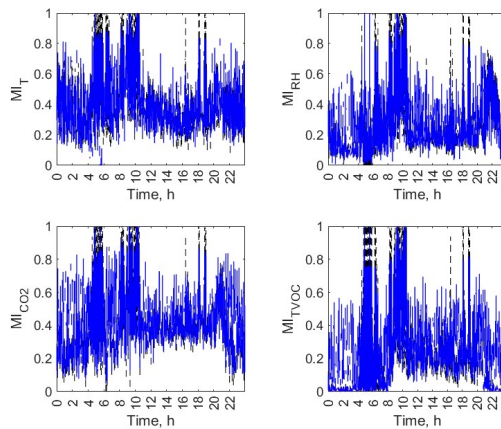
20

Wyniki



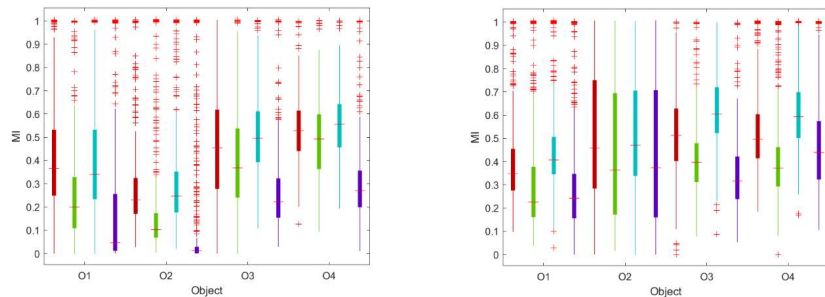
Rys. Informacja wzajemna dla parametrów powietrza w strefach kuchennej i restauracyjnej w porze nocnej (po lewej) i w czasie pracy restauracji po prawej). [2]

Wyniki



Rys. Zmienność krótkookresowej informacji wzajemnej parametrów powietrza w strefach na przestrzeni doby. [2]

Wyniki



Rys. Krótkookresowa informacja wzajemna dla parametrów powietrza w strefach kuchennej i restauracyjnej w porze nocnej (po lewej) i w czasie pracy restauracji po prawej). T (czerwony), RH (zielony), CO₂ (błękitny), TVOC (fioletowy). [2]

23



Politechnika Wroclawska

Wnioski

- Jest możliwe efektywne rozpoznanie faz pracy restauracji na podstawie kilku parametrów powietrza wewnętrznego monitorowanych łącznie, z użyciem klasyfikatora.
- Fazy pracy restauracji różnie odzwierciedlają się w parametrach powietrza w strefie kuchennej i restauracyjnej.
- Międzystrefowa współzależność parametrów powietrza jest zróżnicowana i zależy od przyjętej skali czasowej.
- W krótkich okresach czasu współzależność koreluje pozytywnie z aktywnością restauracji. W długich – odwrotnie.
- Najśłabszą współzależność stwierdzono dla TVOC. Ten parametr wymaga monitoringu wielostrefowego.

24



Politechnika Wroclawska

Literatura

1. Andrzej Szczurek, Andi Azizah, Monika Maciejewska. *The detection of activities occurring inside quick service restaurants that influence air quality*. *Sensors*. 2022, 22(11), 4056, 1–16.
2. Monika Maciejewska, Andi Azizah, Andrzej Szczurek. *Co-dependency of IAQ in functionally different zones of open-kitchen restaurants based on sensor measurements explored via mutual information analysis*. *Sensors*. 2023, 23(17), 7630, 1–23.



Dziękuję za uwagę

