

Amelia STASZOWSKA¹ i Marzenna R. DUDZIŃSKA¹

STĘŻENIA OZONU W POMIESZCZENIACH PRZEZNACZONYCH NA CZASOWY POBYT LUDZI

OZONE CONCENTRATIONS IN LUBLIN NON-OCCUPATIONAL ENVIRONMENTS

Abstrakt: Badania przeprowadzono w pomieszczeniach przeznaczonych na czasowy pobyt ludzi: w pokojach biurowych i punktach kserograficznych zlokalizowanych na terenie miasta Lublina. Badania stężenia ozonu w powietrzu wewnętrznym przeprowadzone zostały w dwóch okresach: w okresie letnim i w sezonie grzewczym. Próbkę do badań pobierano metodą pasywną. Pomiaru stężenia ozonu dokonano metodą spektrofotometryczną. Stężenia ozonu dla okresu letniego wyniosły: $0,01 \pm 0,04$ mg/m³ dla pomieszczeń biurowych oraz $0,008 \pm 0,176$ mg/m³ dla punktów kserograficznych. Natomiast w sezonie grzewczym stężenia ozonu kształtowały się w następujących przedziałach: $0,007 \pm 0,018$ mg/m³ dla pomieszczeń biurowych i $0,001 \pm 0,015$ mg/m³ dla punktów kserograficznych. W punktach kserograficznych dopuszczalne stężenie $0,15$ mg/m³ zostało przekroczone w sezonie letnim w dwóch przypadkach. W sezonie grzewczym nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnego stężenia w punktach kserograficznych. W przypadku pomieszczeń biurowych dopuszczalne stężenie wynoszące $0,15$ mg/m³ nie zostało przekroczone.

Słowa kluczowe: ozon, powietrze wewnętrzne, jakość powietrza wewnętrznego

Ozon jest powszechnym składnikiem powietrza wewnętrznego pomieszczeń i jednocześnie jednym z czynników chemicznych wpływających w dużej mierze na jakość tego powietrza [1]. Można wyróżnić dwa podstawowe procesy odpowiedzialne za obecność ozonu w powietrzu wewnętrznym. Są to: migracja ozonu wraz z infiltrującym powietrzem atmosferycznym oraz emisja ozonu ze źródeł wewnętrznych [2]. Ozon w powietrzu atmosferycznym powstaje w troposferze jako produkt reakcji fotochemicznych, zachodzących przy udziale węglowodorów, tlenku węgla i tlenków azotu. Jednak na stężenie ozonu w powietrzu wewnętrznym największy wpływ ma jego emisja z eksploatowanych, licznych w pomieszczeniach, urządzeń elektrycznych, np. drukarek laserowych, kserokopiarek, monitorów komputerowych, odbiorników TV oraz aparatów laboratoryjnych [3, 4]. Szczególnie duża emisja ozonu ma miejsce w pobliżu urządzeń, w których powstają wyładowania koronowe. Obecnie coraz częściej ozon jest wprowadzany do powietrza wewnętrznego celowo. Generują go urządzenia służące poprawie jakości powietrza wewnętrznego - jonizatory powietrza oraz elektrostatyczne odświeżacze powietrza. Według producentów tych urządzeń, ozon ma działać dezodoryzująco, usuwać nieprzyjemne zapachy farb, lakierów, środków chemii gospodarczej oraz dymu papierosowego. Ponadto ma niszczyć drobnoustroje, roztocza i pleśnie, a także ich formy przetrwalnikowe i zarodniki [5].

Należy jednak pamiętać, że ozon ze względu na swoją dużą reaktywność ma bezpośrednio wpływ na zdrowie użytkowników pomieszczeń. Może powodować u ludzi: kaszel, uczucie zmęczenia, podrażnienie dróg oddechowych i oczu, zmniejszenie pojemności płuc [6]. Ponadto może niszczyć materiały, z którymi ma styczność [7]. Stąd

¹ Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, tel. 81 538 44 04, email: a.staszowska@wis.pol.lublin.pl

istnieje potrzeba stałego monitoringu stężeń ozonu w pomieszczeniach, szczególnie przeznaczonych na czasowy pobyt ludzi, gdzie przeciętnie człowiek spędza nawet w ciągu doby do 90% swojego czasu poświęconego pracy.

Material i metody

Próbki powietrza, w których analizowano stężenie ozonu, pochodziły z pomieszczeń przeznaczonych na czasowy pobyt ludzi - pomieszczeń biurowych (n = 15) i punktów kserograficznych (n = 8). Pomieszczenia biurowe zlokalizowane były w budynku Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej, natomiast punkty kserograficzne położone były w bliskim sąsiedztwie uczelni. Charakterystykę punktów pomiarowych zamieszono w tabelach 1 i 2.

Tabela 1
Charakterystyka punktów pomiarowych - pokoje biurowe

Table 1
Description of sampling sites - offices

Miejsce pobierania próbek	Piętro	Wentylacja	Materiał pokrycia podłogi	Urządzenia elektryczne
O-1	1	grawitacyjna	terakota	1 komputer osobisty
O-2	1	grawitacyjna	terakota	-
O-3	1	mechaniczna	terakota	5 komputerów osobistych
O-4	1	grawitacyjna	wykładzina	2 komputery osobiste, 2 drukarki laserowe
O-5	1	grawitacyjna	terakota	1 komputer osobisty, 1 laptop
O-6	2	grawitacyjna	wykładzina	1 komputer osobisty, 1 drukarka laserowa
O-7	2	grawitacyjna	wykładzina	2 komputery osobiste, 1 drukarka laserowa
O-8	2	grawitacyjna	wykładzina	3 komputery osobiste, 1 drukarka laserowa
O-9	2	grawitacyjna	wykładzina	2 komputery osobiste, 1 drukarka laserowa
O-10	2	grawitacyjna	wykładzina	2 komputery osobiste, 1 drukarka laserowa
O-11	3	grawitacyjna	wykładzina	2 komputery osobiste, 1 drukarka laserowa
O-12	3	grawitacyjna	wykładzina	2 komputery osobiste, 1 drukarka laserowa
O-13	3	grawitacyjna	wykładzina	1 komputer osobisty, 1 drukarka laserowa
O-14	3	grawitacyjna	parkiet	2 komputery osobiste, 1 drukarka laserowa
O-15	3	mechaniczna	parkiet	1 laptop 1 drukarka laserowa

Pokoje biurowe cechowała zbliżona kubatura, liczba okien, oświetlenie (lampy fluorescencyjne) oraz wykończenie. We wszystkich pomieszczeniach ściany były pomalowane farbą emulsyjną.

W przypadku punktów kserograficznych kubatura była niejednorodna. Wszystkie pomieszczenia były pomalowane farbami emulsyjnymi, a ich oświetlenie było podobne do oświetlenia pokoi biurowych.

Charakterystyka punktów pomiarowych - punkty kserograficzne

Tabela 2

Table 2

Description of sampling sites - Xerox points

Miejsce pobierania próbek	Piętro	Wentylacja	Materiał pokrycia podłogi	Charakterystyka urządzeń
X-1	0	grawitacyjna	terakota	2 kserokopiarki czarno-białe, 1 kserokopiarka kolorowa
X-2	0	grawitacyjna	wykładzina	1 kserokopiarka czarno-biała, 1 kserokopiarka kolorowa
X-3	1	mechaniczna	terakota	2 kserokopiarki czarno-białe, 1 kserokopiarka kolorowa
X-4	0	grawitacyjna	terakota	1 kserokopiarka czarno-biała wielkoformatowa, 1 kserokopiarka kolorowa wielkoformatowa
X-5	-1	grawitacyjna	lastryko	2 kserokopiarki czarno-białe
X-6	0	grawitacyjna	linoleum	2 kserokopiarki czarno-białe
X-7	0	grawitacyjna	terakota	3 kserokopiarki czarno-białe
X-8	0	klimatyzacja	terakota	2 kserokopiarki czarno-białe, 1 kserokopiarka kolorowa

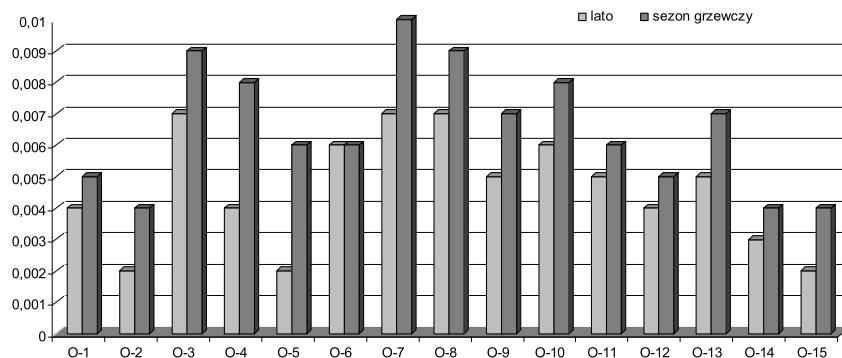
Pomiar stężenia ozonu odbywał się metodą pasywną z użyciem dozymetrów firmy *Radiello*. Zgodnie z zaleceniami producenta dozymetry umieszczane były w odległości około 20÷30 cm od urządzeń mogących emitować ozon. Czas ekspozycji wynosił 7 dni. Dozymetry *Radiello* zbudowane są z trzech części: kartrydża wypełnionego żelmem krzemionkowym, korpusu dyfuzyjnego i zawieszki. W przypadku oznaczania ozonu zastosowano korpus RAD 120-1 i wkład sorpcyjny RAD-172. Po zakończonej ekspozycji wkłady adsorpcyjne zostały wyjęte z obudów, przy czym każdy z wkładów został szczelnie zamknięty w plastikowej rurce. Otrzymane próbki poddane zostały następnie analizie spektrofotometrycznej przy użyciu spektrofotometru typu U-1500, HITACHI.

Wyniki i ich omówienie

We wszystkich badanych pomieszczeniach biurowych i punktach kserograficznych wykryto obecność ozonu w powietrzu wewnętrznym zarówno w sezonie grzewczym, jak i letnim. Stężenia ozonu w badanych punktach pomiarowych zamieszczono na rysunkach 1 i 2. W żadnym z pokoi biurowych nie zostało przekroczone dopuszczalne stężenie ozonu, czyli $0,15 \text{ mg/m}^3$. Miało to jednak miejsce w przypadku dwóch punktów kserograficznych i dotyczyło sezonu letniego. Wyższe stężenia odnotowano w pomieszczeniach z większą liczbą sprzętu elektronicznego.

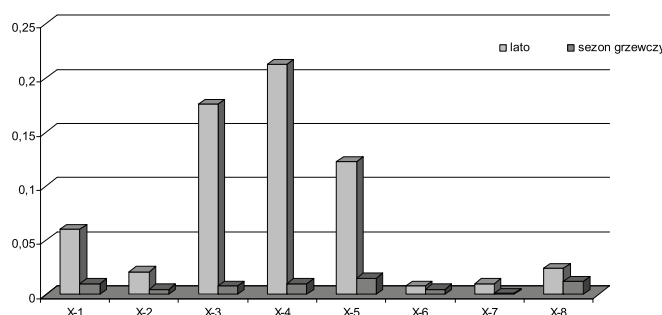
Analizując oba wykresy, można zauważyć następującą tendencję: w przypadku pokoi biurowych stężenia ozonu były wyższe w sezonie grzewczym. Można to tłumaczyć mniejszą częstotliwością wietrzenia pomieszczeń. Natomiast w punktach kserograficznych

zdecydowanie większe stężenia oznaczono w sezonie letnim, był to okres sesji egzaminacyjnej i związanego z tym zwiększenia liczby wykonywanych kopii i wydruków.



Rys. 1. Stężenie ozonu w pomieszczeniach biurowych [mg/dm³]

Fig. 1. Ozone concentrations in offices [mg/dm³]



Rys. 2. Stężenie ozonu w punktach kserograficznych [mg/dm³]

Fig. 2. Ozone concentrations in Xerox points [mg/dm³]

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały obecność ozonu w każdym z rozpatrywanych pomieszczeń zarówno w sezonie letnim, jak i w sezonie grzewczym. W analizowanych punktach pomiarowych stężenie ozonu zależało głównie od liczby urządzeń elektrycznych, czasu ich pracy oraz od częstotliwości wietrzenia pomieszczeń. Wpływ ozonu z infiltrującego powietrza atmosferycznego można zaniedbać, gdyż wszystkie pomieszczenia znajdowały się w odległości min. 150 m od ruchliwych ciągów komunikacyjnych. Takie stwierdzenie potwierdza fakt, że w pokojach biurowych bez względu na lokalizację w obrębie budynku nie zauważono znaczących różnic w stężeniu ozonu w pokojach na parterze i na wyższych kondygnacjach.

Literatura

- [1] Weschler C.J.: Indoor Air, 2000, **10**, 269-288.
- [2] Allen R., Wadden R. i Ross E.: Amer. Ind. Associat. J., 1978, **39**, 466-471.
- [3] Maupeti F., Nicolas M. i Ramalho O.: Atmos. Environ., 2007, **41**, 3129-3138.
- [4] Oparczyk G. i Koniecznyński J.: Ochr. Powiet. Probl. Odpad., 2003, **37**(3), 76-80.
- [5] Protczak A. i Trzeszczyński J.: Ochr. Powiet. Probl. Odpad., 2000, **34**(2), 47-49.
- [6] Sabersky R., Sinema D. i Shair F.: Environ. Sci. Technol., 1973, **4**, 347-353.
- [7] Wolkoff P.: Atmos. Environ., 1990, **33**, 2129-2130.

INDOOR OZONE CONCENTRATIONS IN LUBLIN NON-OCCUPATIONAL ENVIRONMENTS

Faculty of Environmental Engineering, Lublin University of Technology

Abstract: Ozone is the common component of indoor air. Because of its high reactivity it plays an important role in forming of indoor air quality, which influence directly on health of interior occupants. It is a well-known fact, that ozone can damage the respiratory system, inflames and irritates respiratory tissues, and can worsen asthmatic symptoms in individuals with asthma. Ozone exposure can produce symptoms such as coughing, chest tightness and impaired breathing. Elevated exposures have the potential to induce permanent lung damage, and even increase the risk of premature death in persons with poor health. Hence, there is a need to measure the concentrations of ozone in indoor air environments. The indoor ozone concentration depends on the outdoor ozone concentrations, the rate at which indoor air is exchanged with outdoor air, interior air circulation, indoor sources of ozone (eg ozone generators, electrostatic air cleaners, photocopiers, and laser printers), the rate at which ozone is removed by indoor surfaces, and reactions between ozone and other chemicals in the air. The objective of this study was to examine ozone concentrations in indoor air in selected non-occupational environments: office rooms and Xerox service points. Summer time and cold (heating) season was examined. Samples were collected using passive method. The ozone concentration on summer time was within the range of $0.04\div 0.01$ mg/m³ for office rooms and $0.008\div 0.176$ mg/m³ for Xerox points. In two examined Xerox places the permitted level of ozone (0.15 mg/m³) was exceeded in summer time. In cold time the permitted level of ozone was not exceeded in any Xerox points. In offices rooms the permitted level of ozone was not achieved.

Keywords: ozone, indoor air, indoor air quality, non-occupational environments