

Problemy i rozwiązania wentylacji kuchni przemysłowych

Problems and solutions of ventilation in commercial kitchens

ANNA CHARKOWSKA

DOI 10.36119/15.2021.4.2

Wentylacja i klimatyzacja kuchni przemysłowych, ze względu na wymagania dotyczące bezpieczeństwa i komfortu pracy personelu, różnorodność pomieszczeń zaplecza gastronomicznego o różnych wymaganiach higienicznych oraz warunkach cieplno-wilgotnościowych, jest zagadnieniem, które dopiero od niedawna można rozwiązać z wykorzystaniem aktualnych aktów prawnych, opisujących najnowocześniejsze metody obliczeniowe i urządzenia. Wprowadzane od 2016 do 2020 roku kolejne części normy PN-EN 16282 pozwalają na zastosowanie w praktyce projektowej zalecanych rozwiązań wentylacji ogólnej nawiewno-wywiewnej i wentylacji wyciągowej powietrza przez okapy lub sufity wywiewne. W artykule, po przypomnieniu wycofanych krajowych Rozporządzeń, które odnosiły się do tego zagadnienia oraz Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady z 2004 roku, przedstawiono metody obliczeniowe powietrza wentylacyjnego (wstępne i dokładne) oraz opisano zalecenia dotyczące urządzeń wentylacyjnych stosowanych w kuchniach przemysłowych.

Słowa kluczowe: kuchnie przemysłowe, wentylacja, klimatyzacja, parametry powietrza, strumień powietrza wentylacyjnego, urządzenia wentylacyjne, okapy, sufity wentylacyjne, nawiewniki i wywiewniki, przewody wentylacyjne, separatory aerozoli, filtry powietrza, stałe urządzenia gaśnicze

Ventilation and air conditioning of commercial kitchens, due to the requirements for the safety and comfort of staff work, the variety of catering facilities with different hygienic requirements and thermal and humidity conditions, is an issue that can only recently be solved using current legal acts describing the most modern calculation methods and devices. The subsequent parts of the PN-EN 16282 standard, introduced from 2016 to 2020, allow for the use in design practice of the recommended general supply and exhaust ventilation solutions and air exhaust ventilation through kitchen hoods or exhaust ventilation ceilings. The article, after recalling the withdrawn national Regulations that referred to this issue and the Regulation (EC) of the European Parliament and of the Council of 2004, presents the calculation methods of ventilation air (preliminary and accurate) and describes the recommendations for ventilation devices used in commercial kitchens.

Keywords: commercial kitchens, ventilation, air conditioning, air parameters, ventilation air flow, ventilation equipment, hoods, ventilation ceilings, air supply device, air exhaust device, air ventilation ducts, aerosol separators, air filters, fixed fire suppression system

Wstęp

Wentylacja i klimatyzacja pomieszczeń zaplecza produkcyjnego obiektu gastronomicznego jest dla projektanta instalacji zagadnieniem ciekawym i często bardzo trudnym. Napotyka bowiem na problemy wynikające z występowania wielu rodzajów zanieczyszczeń powietrza, podziału obiektu na pomieszczenia i obszary o zróżnicowanym przeznaczeniu oraz różnych zanieczyszczeniach i związanych z tym koniecznością rozdzielania części czystej od brudnej, nie tylko za pomocą przegród, ale także poprzez obsługiwane oddzielnymi systemami

wentylacyjnymi. Pojawia się kwestia zgradowania często na niewielkiej przestrzeni dużej liczby urządzeń technologii kuchennej. W celu zapewnienia dobrych warunków pracy personelowi, konieczna jest odpowiednia wymiana powietrza w pomieszczeniach, odprowadzenie lub rozrzedzenie zanieczyszczeń powietrza oraz utrzymanie parametrów środowiskowych (temperatury, wilgotności i prędkości powietrza) w granicach, zapewniających komfort pracy i sprzyjających wysokiej wydajności pracy.

W zależności od przeznaczenia danego obszaru czy pomieszczenia, powietrze zanieczyszczone jest zapachami, tłuszczem,

parą wodną oraz gazowymi produktami spalania i obciążone ciepłem wydzielanym podczas przygotowania potraw.

Jak zauważono w [5], ze względu na wydzielanie zanieczyszczeń o działaniu kancerogennym i mutagennym, kuchnie powinny być traktowane jako obszary z występowaniem czynników uciążliwych lub szkodliwych dla zdrowia. Rodzaj i ilość zanieczyszczeń zależą w szczególności od ilości tłuszczu i temperatury, w jakiej przygotowywane są posiłki. Należą do nich w szczególności aldehydy o krótkich łańcuchach węglowych, takie jak: formaldehyd, aldehyd octowy i akroleina, a także silnie lotne nitrozoaminy

Dr inż. Anna Charkowska, <https://orcid.org/0000-0001-6060-9895> – Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska. Adres do korespondencji / Corresponding author: anna.charkowska@pw.edu.pl

i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (np. benzo-a-piren) [13].

W zakładzie gastronomicznym funkcjonalnie i przestrzennie są ze sobą powiązane pomieszczenia, z uwzględnieniem wymagań związanych z produkcją oraz kierunkiem przepływu towarów, pracowników i konsumentów [6].

Chociaż zakłady gastronomiczne cechuje ogromne zróżnicowanie, można rozróżnić następujące działy: magazynowy (z magazynami żywności), produkcyjny, ekspedycyjny (z rozdzielnią kelnerską, usytuowaną między salą konsumencką, zmywalnią naczyń stołowych a kuchnią i zmywalnią naczyń stołowych), handlowy, administracyjno-socjalny.

W dziale produkcyjnym znajdują się przygotowalnia wstępne i właściwe (przygotowalnia wstępna ziemniaków i warzyw, przygotowalnia wstępna mięsa, przygotowalnia wstępna ryb, pomieszczenie sterylizacji jaj, przygotowalnia właściwa mięsa, przygotowalnia właściwa ziemniaków i warzyw, przygotowalnia właściwa ryb), przygotowalnia wyrobów mącznych oraz przygotowalnia lodów i deserów, kuchnia potraw zimnych i kuchnia potraw gorących, magazyn dobowy, pokój szefa kuchni, zmywalnia naczyń kuchennych, zmywalnia naczyń stołowych, wydawalnia potraw (rozdzielnia kelnerska w restauracji). Kuch-

nia potraw zimnych służy do przygotowania potraw nie wymagających obróbki cieplnej (śniadań i kolacji), za wyjątkiem hoteli, w których w takim pomieszczeniu także przygotowuje się śniadania z daniami gorącymi, takimi jak potrawy z jaj, parówki, itp. [6]. W kuchni głównej (potraw gorących) przeprowadza się obróbkę właściwą (czystą) surowców (porcjowanie, panierowanie mięsa i ryb, rozdrabnianie warzyw i owoców lub formowanie potraw mącznych) oraz obróbkę termiczną potraw. Niezwykle istotny dla projektanta wentylacji, podział na część czystą i brudną obiektu można, przynajmniej częściowo, znaleźć w zapisach Rozporządzenia [26]. Natomiast nową i nowoczesną pomocą, wytycznymi, w kompleksowym podejściu do problematyki systemów wentylacji i klimatyzacji jest grupa norm PN-EN 16282 Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych. Obecnie (od lipca 2020 r.), jako normy polskie dostępnych jest osiem części tej normy. W niniejszym artykule zostały one opisane i przedstawiono najważniejsze poruszane w nich zagadnienia.

Wymagania prawne

Wymagania prawne dotyczące wymiany powietrza i wentylacji czy klima-

tyzacji w zakładach produkujących lub wprowadzających do obrotu środki spożywcze były przedstawione w poniższych rozporządzeniach (do ich uchylecia w 2000 i 2006 roku):

- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 lutego 2000 r. w sprawie warunków sanitarnych oraz zasad przestrzegania higieny przy produkcji i obrocie środkami spożywczymi, używkami i substancjami dodatkowymi dozwolonymi (Dz.U.2000.30.377) [26],
 - Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 kwietnia 2004 r. w sprawie wymagań higieniczno-sanitarnych w zakładach produkujących lub wprowadzających do obrotu środki spożywcze (Dz.U. 2004.104.1096) [25].
- Na mocy Ustawy [29] wymaga się, aby podmioty działające na rynku spożywczym były obowiązane przestrzegać w zakładach wymagań higienicznych określonych w Rozporządzeniu (WE) Nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady (Art. 59.1) [23].

Wymienione w [29] Rozporządzenie (WE) [23] dotyczy higieny środków spożywczych. W Załączniku II zamieszczono ogólne wymogi higieny dla wszystkich przedsiębiorstw sektora spożywczego. Rozdział I tego załącznika ma zastosowanie do wszystkich pomieszczeń

Tabela 1. Porównanie wymagań dotyczących wentylacji w zakładach gastronomicznych
Table 1. Comparison of ventilation requirements in catering establishments

| Dz.U. 2000.30.377 [26] | Dz.U. 2004.104.1096 [25] | Rozporządzenie (WE) Nr 852/2004 [23] |
|--|--|---|
| <p>§10.11 (...) W pomieszczeniach produkcyjnych, do których ze względów technicznych oraz szczególnych wymagań higieny produkcji nie jest wskazane stosowanie okien otwieranych, należy zapewnić właściwą wymianę powietrza przez zastosowanie wentylacji mechanicznej, a w razie potrzeby – klimatyzacji.</p> <p>§13.1. W pomieszczeniach powinna być wentylacja grawitacyjna lub mechaniczna, zgodna z wymaganiami bezpieczeństwa i higieny pracy.</p> <p>2. Nad otwartymi urządzeniami, z których wydobywa się para, pył, dym itp., powinny być zainstalowane okapy z wyciągiem mechanicznym (odciągi miejscowe)</p> <p>3. Na otworach wentylacyjnych powinny być zainstalowane kratki z materiału nierdzewnego, o konstrukcji łatwej do zdejmowania (demontażu) i mycia.</p> <p>4. Usytuowanie nawiewu i wywiewu powietrza powinno umożliwiać swobodny ruch powietrza w całym pomieszczeniu, bez tworzenia się tzw. martwych stref. Kierunek przepływu powietrza powinien odbywać się od strony, w której nie występują zanieczyszczenia gazowe, tj. od strony czystej do strony brudnej pomieszczenia.</p> <p>5. Pomieszczenia o różnym poziomie wymagań sanitarnych nie mogą być łączone we wspólny układ wentylacji mechanicznej.</p> <p>§14.1 (...) temperatura i wilgotność w pomieszczeniach powinny być dostosowane do wykonywanych w nich czynności i odpowiadać wymogom bezpieczeństwa i higieny pracy.</p> <p>§31.2 Procesy produkcyjne brudne, jak np. czyszczenie warzyw, ryb, mycie i dezynfekcja jaj, muszą być prowadzone w wydzielonych pomieszczeniach, z zachowaniem izolacji od procesów produkcyjnych czystych.</p> <p>3. Wszystkie etapy procesu produkcyjnego, łącznie z pakowaniem, a w zakładach żywienia zbiorowego – łącznie z wydawaniem potraw konsumentom, powinny przebiegać bez zbędnych przestojów w warunkach chroniących artykuły spożywcze przed zanieczyszczeniem, zepsuciem i rozwojem drobnoustrojów chorobotwórczych.</p> | <p>§7.1. W pomieszczeniach zapewnia się, stosownie do potrzeb, grawitacyjną lub mechaniczną wentylację, wykluczając możliwość przepływu powietrza z obszaru zanieczyszczonego do obszaru czystego.</p> <p>2. Systemy wentylacyjne muszą być tak skonstruowane, aby umożliwić łatwy dostęp do filtrów i innych części wymagających czyszczenia lub wymiany.</p> <p>3. Otwory rewizyjne nie mogą znajdować się w pomieszczeniach produkcyjnych lub obróbki żywności</p> <p>§19.2. Przedsiębiorcy wykonujący działalność w obiektach, o których mowa w ust. 1 (obiekty ruchome i tymczasowe), oraz prowadzący automaty zapewniają w szczególności:</p> <p>6) dostęp do odpowiednich urządzeń służących do utrzymania i monitorowania właściwych warunków temperatury żywności,</p> <p>7) przechowywanie żywności w sposób pozwalający na uniknięcie ryzyka jej zanieczyszczenia</p> | <p>Załącznik II, Rozdział I, Ogólne wymagania dotyczące pomieszczeń żywnościowych:</p> <p>5. Muszą istnieć odpowiednie i wystarczające systemy naturalnej lub mechanicznej wentylacji. Trzeba unikać mechanicznego przepływu powietrza z obszarów skażonych do obszarów czystych. Systemy wentylacyjne muszą być tak skonstruowane, aby umożliwić łatwy dostęp do filtrów i innych części wymagających czyszczenia lub wymiany.</p> |

żywnościowych, z wyjątkiem tych, do których stosuje się rozdział III, a rozdział II dotyczy wszystkich pomieszczeń, w których przygotowuje się, poddaje obróbce lub przetwarza żywność, z wyjątkiem miejsc spożywania i pomieszczeń, do których stosuje się rozdział III. Jedyne w Rozdziale I zapisano wymagania dotyczące wentylacji.

W Wytycznych dotyczących wykonania niektórych przepisów rozporządzenia (WE) nr 852/2004 [32] zamieszczono m.in. wyjaśnienia pojęć stosowanych w [23]. Stwierdzono, że pojęcie „pomieszczenia żywnościowe” nie ogranicza się do pomieszczeń, w których pracuje się ze środkami spożywczymi lub się je przetwarza. Dodatkowo obejmują one, w odpowiednich przypadkach, bezpośredni sąsiadujący obszar w obrębie terenu prowadzenia działalności przez przedsiębiorstwo spożywcze [32]. Z tego też powodu w tabeli 1 zacytowano wymagania dotyczące wentylacji z Rozdziału I.

W tabeli 1 zamieszczono wymagania dotyczące wymiany powietrza, wentylacji, klimatyzacji oraz parametrów powietrza w zakładach gastronomicznych, podane w [23], [25], [26]. Dodane też zostały zalecenia dotyczące przechowywania żywności, gdyż wiąże się to z np. kierunkiem przepływu powietrza oraz przykładowe pomieszczenia brudne (rozdzielenie systemów wentylacji).

Na podstawie zapisów w aktualnych i w uchylonych dokumentach prawnych, projektant nie uzyskuje pełnej wiedzy dotyczącej wentylacji i klimatyzacji części produkcyjnej zakładów gastronomicznych. Z tego też powodu, jeszcze niedawno jedynym rozwiązaniem było albo odniesienie się do Wytycznych wydanych w 1980 roku [31], albo zastosowanie zasad projektowania wentylacji przedstawionych w wytycznych VDI 2052-1 [30] i 7 częściach normy DIN 18869 [2].

W efekcie prac Komitetu Technicznego CEN/TC 156 „Ventilation for buildings” pojawiły się normy z grupy EN 16282, przyjęte, począwszy od 2016 do 2020 roku, jako normy polskie:

1. PN-EN 16282-1:2017-09E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 1: Ogólne wymagania włącznie z metodą obliczeń.
2. PN-EN 16282-2:2016-12E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 2: Wentylacyjne okapy kuchenne; projektowanie i wymagania dotyczące bezpieczeństwa.
3. PN-EN 16282-3:2016-12E, Wypos-

zenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 3: Kuchenne sufitowe wentylacyjne; projektowanie i wymagania dotyczące bezpieczeństwa.

4. PN-EN 16282-4:2016-12E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 4: Wloty i wyloty powietrza; projektowanie i wymagania dotyczące bezpieczeństwa.
5. PN-EN 16282-5:2017-09E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 5: Kanaty wentylacyjne; Projektowanie i wymiarowanie.
6. PN-EN 16282-6:2020-06, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 6: Separatory aerozoli; Projektowanie i wymagania dotyczące bezpieczeństwa
7. PN-EN 16282-7:2017-09E Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 7: Instalacja i wykorzystanie stałych urządzeń gaśniczych.
8. PN-EN 16282-8:2017-09E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 8: Instalacje do oczyszczania oparów z gotowania; Wymagania i badania.

Czytając zapisy w normach EN 16282 jest oczywiste, że są one oparte na wytycznych VDI 2052 [30] i grupie norm DIN 18869 [2] [28]. Jest to, z punktu widzenia polskich projektantów, duże udogodnienie – niemiecka metodyka obliczeniowa była i jest bowiem dość często stosowana i na nią powołują się niektóre firmy oferujące urządzenia wentylacyjne dla kuchni zawodowych.

Aby na koniec podkreślić, że problem wentylacji w części produkcyjnej obiektów gastronomicznych był od bardzo dawna brany w Polsce pod uwagę przez ustawodawcę, dobrze jest zajrzeć do uchylonego dopiero w dn. 21.07.2000 r. Rozporządzenia Ministra Opieki Społecznej z dnia 13 maja 1937 r. w sprawie przepisów sanitarnych dla publicznych miejsc spożycia [24], w którym odniesiono się do konieczności zapewnienia wymiany powietrza zarówno w pomieszczeniach dla gości, jak i dla pracowników, narzucając następujące wymagania:

§ 8. 1. Kuchnie powinny być dostatecznie obszerne, widne, suche i należycie przewietrzane; powinny mieć (...) odpowiednie urządzenia wentylacyjne.

§ 2. 2. Pomieszczenia przeznaczone

dla gości powinny być dokładnie przewietrzane codziennie po zamknięciu zakładu i przed jego otwarciem; w czasie, gdy zakład jest czynny, wymiana powietrza powinna odbywać się drogą sztucznej wentylacji, a jeśli na to pozwala ciepota zewnętrzna, również przez otwieranie okien, tak aby powietrze stałe było czyste.

3. W porze chłodnej pomieszczenia, w których przebywają goście i pracownicy, powinny być ogrzewane.

Wentylacja ogólna i miejscowa

Wentylacja ogólna części produkcyjnej

W pierwszej części normy PN-EN 16282-1 [13] przedstawiono wymagania cieplno-wilgotnościowe, rodzaje przepływu powietrza, prędkość powietrza w strefie pracy, dopuszczalny poziom dźwięku oraz metodykę obliczeniową strumienia powietrza dla wentylacji ogólnej i miejscowej wentylacji wywiewnej oraz podstawowe zalecenia higieniczne.

Jak stwierdzono w [13], podczas przygotowania żywności, przechowywania i dystrybucji ze względów higienicznych należy zapobiegać jej skażeniu drobnoustrojami przez przepływający strumień powietrza wentylacyjnego, a także zapobiegać przenoszeniu się w strumieniu powietrza zapachów, zanieczyszczeń i substancji gazowych. W przypadku istnienia różnych wymagań higienicznych dla poszczególnych obszarów kuchni, wymagania te należy spełnić poprzez odpowiednią organizację przepływu strumienia powietrza w pomieszczeniu/pomieszczeniach. Jednak, jeśli to możliwe, wszystkie strumienie powietrza nawiewanego i wywiewanego dla poszczególnych stref powinny być zbilansowane w obrębie całej kuchni. Dopuszcza się niewielkie podciśnienie powietrza w kuchni w stosunku do otaczających ją obszarów. W takim przypadku należy wykluczyć przepływ powietrza z pomieszczeń o niższych standardach higienicznych. Instalacja wentylacji i klimatyzacji musi doprowadzać wyłącznie powietrze zewnętrzne. Wymiennik do odzysku ciepła może być zastosowany jedynie po odpowiedniej filtracji powietrza usuwanego.

Zastrzeżono w [13], że wymagania higieniczne należy uzgodnić z technologiem kuchni, projektantami instalacji wentylacji i klimatyzacji oraz, w razie potrzeby, organami nadzoru.

Proponuje się dwa rozwiązania przepływu powietrza wentylacyjnego w kuchni głównej: wentylację mieszącą (z poziomym i pionowym nawiewem powietrza za pomocą nawiewników umieszczonych

w suficie lub w ścianie oraz nawiewem przez moduły wentylacyjne stanowiące integralną część okapu) i wyporową (nawiewniki sufitowe, nawiewniki ściennie zawieszane nad strefą pracy na wysokości 2,0 m i nawiewniki podłogowe, montowane tuż nad na wysokości 0,2 m).

Analizując badania warunków przepływu powietrza w kuchni głównej zauważono, że rozwiązaniem prowadzącym do znaczącej poprawy jakości powietrza jest wentylacja wyporowa. I z tego powodu ten system przedstawiono w [13] jako preferowany.

W normie [13] zamieszczono wykres psychrometryczny z naniesionym obszarem komfortu, ograniczonym przez wartości temperatury powietrza 18-26°C, wilgotności względnej 30-90% i zawartości wilgoci 11,5 g/kg. Temperatura powietrza w pomieszczeniach kuchennych i w zmywalni powinna zawierać się w zakresie 18-26°C, wyjąwszy sytuację i obszary, w których przekroczenie górnej granicy jest nieuniknione ze względu na procesy technologiczne. Zalecany zakres nie obejmuje sezonowej, podwyższonej temperatury powietrza. Na podstawie krajowych wymagań powinno się podejmować decyzję o zastosowaniu chłodzenia powietrza. Parametry powietrza zostały przedstawione dla pracownika ubranego w odzież o współczynniku izolacyjności cieplnej wynoszącej 0,6 clo.

Ponieważ w kuchniach nie zawsze i nie w każdym miejscu można zapewnić wskazane w normie zalecane parametry powietrza, ocenione jako komfortowe, projekt systemu wentylacji i klimatyzacji można oprzeć na maksymalnej zawartości wilgoci w powietrzu wynoszącej 16,5 g/kg. Jednak podkreślono, że w obszarach komfortu zawartość wilgoci w powietrzu powinna wynosić maksymalnie 11,5 g/kg, a wilgotność względna 65%. Z powodu braku wiarygodnych danych dotyczących wymaganej dolnej granicy wilgotności względnej powietrza, można przyjąć wilgotność względną wynoszącą 30% jako granicę komfortu (niezależnie od temperatury powietrza w pomieszczeniu), przy czym dopuszczalne są sporadyczne spadki wilgotności względnej poniżej tej wartości.

Kolejnym parametrem kształtującym środowisko powietrzne jest prędkość powietrza. W strefie pracy jest ona zależna od temperatury powietrza. Wynosi od 0,22 m/s dla temperatury 18°C do 0,54 m/s dla 34°C.

Podczas kontroli warunków ciepło-wilgotnościowych temperaturę i wilgotność powietrza powinno się mierzyć na wysoko-

ści 1,10 m nad podłogą w odległości 0,50 m od urządzeń technologicznych, a prędkość powietrza na wysokości 1,70 m.

Strumienie powietrza usuwanego przez okapy/wywiewne sufity wentylacyjne

W celu określenia strumienia powietrza usuwanego przez okap lub sufit wywiewny w [13] rozróżniono dwa rodzaje obliczeń:

- obliczenia wstępne (wskaźnikowe) jako punkt wyjścia w pierwszych fazach projektu (zaznaczono, że szczególnie dla kuchni gorącej nie mogą one zastąpić dokładnych obliczeń; proponowane są do stosowania w przypadku braku lub niepełnych danych dotyczących wyposażenia kuchni):

- wskaźnikowe ilości powietrza wentylacyjnego w zależności od powierzchni i przeznaczenia, np. dla kuchni od 90 do 120 m³/h m² podłogi,
- metoda obliczeniowa oparta na wartości prędkości powietrza w wolnej przestrzeni pomiędzy wlotem powietrza do okapu i płaszczyzną roboczą urządzenia kuchennego (prędkość od 0,15 do 0,3 m/s) stosowana, gdy znane są podstawowe informacje o urządzeniach technologicznych; w obliczeniach uwzględnia się, poza ww. prędkością, obwód okapu i odległość pomiędzy wlotem do okapu i powierzchnią roboczą,

- obliczenia szczegółowe (metoda dokładna) - metoda ciepła konwekcyjnego.

W metodzie ciepła konwekcyjnego, służącej do obliczenia strumienia powietrza usuwanego przez okap lub sufit, a w konsekwencji do doboru i wymiarowania okapu lub sufitu, zalecanej także np. w wytycznych brytyjskich [27], uwzględnia się:

- ciepło jawne oddawane w wyniku konwekcji,
- średnicę hydrauliczną okapu,
- odległość pomiędzy powierzchnią roboczą a płaszczyzną wlotu powietrza do okapu,
- współczynnik równoczesności pracy urządzeń kuchennych,
- współczynnik korekcyjny, związany z lokalizacją urządzeń kuchennych (dla okapu przyściennego 0,63, dla okapu nad wyspą kuchenną 1,0),
- współczynnik korekcyjny, związany z rodzajem wentylacji i typem nawiewników (wentylacja mieszająca 1,2-1,25, wentylacja wyporowa 1,05-1,1).

W celu określenia ciepła oddawanego w wyniku konwekcji przez użytkowane urządzenia kuchenne, można zastosować wartości wskaźnikowe podane w jednej z tabel w normie [13], określone jako ciepło jawne całkowite wydzielane przez dane urządzenie odniesione do jego mocy znamionowej (przyjęto uproszczenie, że zarówno ciepło oddane w wyniku konwekcji, jak i na drodze promieniowania stanowi 50% całkowitego ciepła jawnego). W [13] zamieszczono wykaz najczęściej stosowanych w kuchniach urządzeń technologicznych wydzielających ciepło jawne i parę wodną (lub tylko ciepło) i dla nich podano wskaźniki służące do obliczenia ciepła konwekcyjnego i emisji pary wodnej (analogicznie jak w przypadku wydzielanego przez urządzenia ciepła, odniesione do mocy znamionowej urządzenia kuchennego).

Ponieważ w kuchni gorącej podczas przygotowania potraw poza ciepłem wydziela się także para wodna, zaleca się wykonanie także obliczenia strumienia powietrza usuwanego przez okap określonego w oparciu o emisję pary wodnej. Większy ze strumieni powietrza uzyskany po wykonaniu obu obliczeń będzie podstawą wymiarowania okapu lub sufitu wywiewnego.

W normie [13] zaznaczono, że w przypadku zastosowania okapu indukcyjnego (ze strugą powietrza nawiewaną z obrzeża okapu w kierunku otworu wylotowego powietrza usuwanego z okapu, zwaną wiązką wychwytną, wspomagającą usuwanie gorącego powietrza spod okapu przez filtry do przewodów wywiewnych, powodując zwiększenie efektywności pracy okapu), do strumienia powietrza usuwanego obliczonego z wykorzystaniem metody ciepła konwekcyjnego (lub emisji pary wodnej) należy dodać wiązkę indukcyjną wychwytną. W przypadku okapów kondensacyjnych usuwających ciepłe i wilgotne powietrze w zmywalni strumień powietrza musi być obliczony na podstawie emisji pary wodnej.

Dla pomieszczeń pomocniczych, takich jak np. przygotowalnia mięsa, ryb, drobiu, warzyw proponuje się obliczanie strumienia powietrza wentylacyjnego na podstawie wartości wskaźnikowych (25 m³/h m² podłogi) [13].

Wzory, tabele i wykresy służące do obliczenia strumieni powietrza zostały zamieszczone w publikacjach [1], [7].

Okapy i sufity kuchenne

W części 2 i 3 normy [14], [15] opisano rodzaje i typy okapów kuchennych

oraz kuchennych sufitów wentylacyjnych ze szczególnym zwróceniem uwagi na wymagania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy.

Zostały sklasyfikowane, opisane i zilustrowane różne rozwiązania okapów (oznaczenia od B1 do B12) i stropów nawiewnych i wywiewnych (oznaczenia od C1 do C3). W [3] zauważono, że najbardziej popularnymi okapami w Polsce są okapy:

- wywiewne skrzyńowe (B1, B6),
- kompensacyjne z nawiewem powietrza świeżego (B5),
- kompensacyjne z systemami indukcyjnymi (z tzw. wiązką wychwytującą) i z nawiewem powietrza świeżego (B4, B10).

Okapy niskiego montażu oznaczone jako B11 przeznaczone są głównie dla frytkownic, B12 dla grilli, a okapy indukcyjne ze skośnym dachem (B3) mogą mieć zastosowanie wszędzie tam, gdzie wytwarzana jest bardzo duża ilość pary wodnej [4].

Zwrócono uwagę na wymagania dotyczące konstrukcji okapu wynikające z konieczności zapewnienia higieny podczas przygotowywania potraw poprzez zlikwidowanie zagrożenia związanego ze skapywaniem tłuszczu z filtra i innych elementów konstrukcyjnych okapów.

Zalecono, aby okap (dolna krawędź okapu) był zawieszony nad podłogą na wysokości 2,0 – 2,5 m. W przypadku okapów o specjalnych funkcjach (osłony grilli i okapy barowe / kontuarowe) odległość może być inna, np. dla okapu nad grillem: równa lub mniejsza niż 1,2 m. Natomiast odległość pomiędzy najniższą umieszczoną krawędzią znajdującego się w okapie separatora aerozoli (filtra tłuszczowego) a górną krawędzią powierzchni roboczej powinna wynosić co najmniej 0,45 m, aby uniknąć ryzyka wystąpienia za wysokiej temperatury lub pożaru w separatorze. Jeśli ta odległość jest mniejsza niż 0,45 m, należy zainstalować system tłumienia ognia.

Ważnym aspektem wymiarowania okapu lub stropu wywiewnego jest określenie jego wysięgu. Różnica wymiarów tych urządzeń i znajdującego się pod nimi miejsca przygotowania potraw (wysięg okapu/stropu) jest określona przez kąt rozptyłu strumienia ciepłego powietrza unoszącego się konwekcyjnie z nad stanowiska pracy do okapu/stropu. Wynosi on 15° dla okapu zawieszzonego do wysokości 2,3 m i 20° dla okapu zawieszzonego powyżej 2,3 m nad podłogą i musi być określany w stosunku do wewnętrznej krawędzi okapu. Wysięg okapu musi wynosić przynajmniej 30 cm, a jeśli jest to okap nad np. piecem konwek-

cyjno-parowym (z otwieranymi do przodu drzwiczkami) 60 cm.

Zalecana prędkość przepływu powietrza z okapu powinna wynosić 4 m/s i nie może przekraczać 6 m/s. Króćce powietrza wywiewanego powinny być wyposażone w urządzenie umożliwiające regulację strumienia objętości [14].

Elementy konstrukcyjne okapów i stropów powinny być wykonane ze stali nierdzewnej. Norma dopuszcza zastosowanie aluminium (lub miedzi) do wykonania elementów wykończenia powierzchni nawiewników w okapach. Z reguły stal nierdzewna stosowana w gastronomii to stal AISI 304. W przypadkach, w których są wyższe wymogi antykorozyjne, np. w okapach morskich, stosuje się stal AISI 316 o podwyższonych właściwościach [3].

Zaleca się stosowanie w okapach zintegrowanych urządzeń czyszczących separatory aerozolu (bez konieczności ich demontażu). Powinna istnieć możliwość automatycznego i ręcznego uruchamiania procesu mycia lub czyszczenia z kontrolą czasu za pomocą zewnętrznej jednostki sterującej [14].

W normie [15] opisano budowę wentylacyjnych sufitów kuchennych nawiewnych i wywiewnych: otwartych i zamkniętych. Identycznie, jak w przypadku okapów, zanieczyszczone powietrze wywiewane z kuchni z wykorzystaniem sufitu wywiewnego, należy oczyścić przed wlotem do przewodu powietrznego lub plenum wentylacyjnego za pomocą skutecznego separatora aerozoli.

Powietrze nawiewane przez sufit kuchenny powinno być doprowadzane do strefy pracy z małą prędkością. Panele powietrza nawiewanego należy rozmieścić w taki sposób, aby zapewnić skuteczny odbiór zysków ciepła. Strefy powietrza nawiewanego nie powinny znajdować się nad sprzętem służącym do cieplnej obróbki żywności. Przepływający strumień powietrza nawiewanego nie może zakłócać przepływu strumienia powietrza konwekcyjnego z nad urządzeń technologicznych.

Nawiewniki i wywiewniki dla wentylacji ogólnej

W normie [16] sklasyfikowano nawiewniki zalecane do wentylacji ogólnej kuchni – wyporowe zamontowane nad podłogą (ozn. D1) i sufitowe (ozn. D2) oraz nawiewniki wentylacji mieszającej – z nawiewem pionowym, poziomym i styczonym powietrza (ozn. D3). Tylko dla pomieszczeń pomocniczych zaproponowano zastosowanie nawiewników tkaninowych (tekstylnych)

(ozn. D4). Ze względu na występowanie w powietrzu w strefie pracy aerozoli, zalecono stosowanie wywiewników powietrza z separatorami (ozn. D6) w pomieszczeniach: kuchni głównej, przygotowalni (miejsc do porcjowania), wydawalni potraw, obszarów do serwowania posiłków (również w sali konsumenckiej), zmywalni naczyń kuchennych, zmywalni naczyń stołowych. W pozostałych pomieszczeniach można stosować wymienniki bez separatorów (ozn. D5).

Zwrócono uwagę na konieczność kontroli stanu higienicznego części wewnętrznych nawiewników powietrza pod kątem zanieczyszczenia (co najmniej raz na pół roku) i w razie potrzeby ich czyszczenia. Natomiast kontrolę czystości powierzchni zewnętrznych zaleca się przeprowadzać codziennie. Nawiewniki tkaninowe i ich poszczególne części także należy regularnie czyścić, nie rzadziej niż co pół roku, a w przypadku widocznego zabrudzenia uprać w wodzie o temperaturze nie niższej niż 60°C przynajmniej przez 15 minut. Analogicznie jak nawiewniki, wywiewniki bez separatora aerozolu i ich poszczególne części należy regularnie czyścić, a ich kontrolę przeprowadzać co najmniej raz na pół roku. Kontrola i czyszczenie separatorów aerozoli zostały omówione w normie [18].

Przewody wentylacyjne

W normie [17] przedstawiono zasady projektowania i wymiarowania sieci przewodów wentylacyjnych, określono wymagane klasy szczelności, zasady kontroli i czyszczenia wnętrza przewodów, jak również klasy filtrów powietrza nawiewanego.

Do wykonania przewodów zalecono zastosowanie materiałów nieulegających deformacji w przypadku pożaru. Wymieniono: stal, stal nierdzewną, beton lub materiały syntetyczne samogasnące w kontakcie z ogniem. Wykluczono stosowanie przewodów elastycznych.

W celu zwymiarowania przewodów zalecono odpowiednie prędkości powietrza w poszczególnych odcinkach instalacji (np. w odgałęzieniach 3-4 m/s, w przewodzie głównym: 4-6 m/s).

Pod względem szczelności przewody powietrza zewnętrznego i nawiewne o przekroju kołowym i prostokątnym powinny spełniać wymagania norm PN-EN 12237:2005P [10] lub PN-EN 1507:2007P [11] - przynajmniej klasa szczelności B, a przewody wywiewne i wyciągowe - klasa szczelności C.

Zwraca się uwagę, że w celu zmniejszenia ryzyka pożaru i łatwiejszego

czyszczenia wnętrza przewodów wywiewnych usuwających powietrze z kuchni z osadzonych zanieczyszczeń, powietrze nimi usuwane powinno być na włocie do przewodu wywiewnego oczyszczone za pomocą skutecznego separatora aerozoli.

Powietrze nawiewane powinno być oczyszczone za pomocą dwóch filtrów powietrza: filtra wstępnego przynajmniej klasy M5 i filtra dokładnego przynajmniej klasy F7, choć preferowany jest filtr klasy F9 (wg klasyfikacji zamieszczonej w normie PN-EN 779:2012E [21]). Jeśli w części wywiewnej instalacji zastosowano filtr węglowy i/lub wymiennik do odzysku ciepła, należy rozważyć dodatkową filtrację powietrza (nie podano dokładniejszych zaleceń). Odnosząc się do najnowszej klasyfikacji filtrów powietrza dla wentylacji ogólnej zamieszczonej w normie PN-EN ISO 16890-1:2019P [22] można przyjąć, że klasie M5 odpowiada klasa ePM10 60%, klasie F7 - ePM1 60%, klasie F9 - ePM1 80-85%.

Zwrócono uwagę na konieczność czyszczenia wnętrza instalacji i związanej z tym konieczność zaprojektowania i wykonania otworów rewizyjnych z klapami rewizyjnymi: przed i za przepustnicami, przeciwpożarowymi klapami odcinającymi, tłumikami o przekroju kwadratowym, wymiennikiem do odzysku ciepła, za tłumikami o przekroju kołowym [17]. Wymiary otworów powinny być zgodne z zaleceniami zamieszczonymi w normie PN-EN 12097:2007P [9]. W prostych odcinkach przewodów należy montować otwory rewizyjne maksymalnie co 3,0 m [17]. W przewodach wywiewnych i wyciągowych z okapów otwory rewizyjne muszą być zlokalizowane przy trójnikach, zmianach przekroju przewodu, kolanach i miejscach montażu elementów instalacji.

Na czystość instalacji należy zwrócić uwagę już na etapie transportu i składowania na placu budowy. Zamontowane przewody wentylacyjne i wyposażenie powinny być regularnie, przynajmniej raz na 6 miesięcy, kontrolowane pod kątem wystąpienia zanieczyszczeń i w razie potrzeby – czyszczone. Kontroli należy poddać przynajmniej następujące elementy instalacji: filtry, przepustnice, wentylatory, wymienniki do odzysku ciepła, nagrzewnice i chłodnice. Ze względu na wysokie ryzyko mikrobiologiczne, należy zwrócić uwagę na możliwość pojawienia się kondensatu.

Przynajmniej raz w roku (lub częściej, jeśli są takie wymagania narzucone przez nadzór), cała instalacja musi być dokładnie skontrolowana i testowana pod kątem prawidłowego działania.

Metody czyszczenia instalacji z pyłu i dopuszczalne ilości zanieczyszczeń pyłowych zostały omówione w normie PN-EN 15780:2011E [12] (nie opisano w tej normie metody usuwania warstwy tłuszczu).

Separatory tłuszczu

Norma PN-EN 16282-6 [18] dotyczy projektowania, instalacji i eksploatacji separatorów aerozoli wykorzystywanych w systemach wentylacyjnych w kuchniach przemysłowych.

W grupie norm PN-EN 16282 wprowadzono definicje takich urządzeń oczyszczających powietrze, jak separator i filtr. Określono separator jako urządzenie do efektywnego oddzielania unoszących się w powietrzu cząstek stałych lub ciekłych, działające w efekcie działania sił mechanicznych, które powodują wytrącanie cząstek ze strumienia powietrza, a filtr jako specyficzny separator magazynujący w swojej strukturze zanieczyszczenia, wykonany w postaci uporządkowanej lub nieuporządkowanej struktury wielu pojedynczych włókien, siatki drucianej lub materiałów porowatych (przykładem filtra z włókien są filtry tkaninowe, z siatki drucianej – filtry siatkowe, przykładem materiałów porowatych – węgiel aktywny).

Zaznaczono, że nie jest dozwolone stosowanie filtrów siatkowych jako jedyne go stopnia filtracji. Można je używać w kombinacji z separatorami i stanowią wówczas drugi stopień oczyszczania. Separator powinien być skonstruowany w taki sposób, aby zapewnić samoczynne odprowadzanie aerozolu (tłuszczu), bez możliwości gromadzenia tłuszczu, chyba, że element, w którym gromadzi się tłuszcz jest zintegrowany z separatorem i nie jest możliwe cofnięcie się tłuszczu do instalacji.

Różniono dwa rodzaje separatorów tłuszczu (filtrów tłuszczowych) przeznaczonych do okapów i sufitów wywiewnych: F-1 – spełniające wymagania testu penetracji płomienia, F-2 – nie spełniające tych wymagań. Separatory typu F-2 nie mogą być stosowane nad urządzeniami technologicznymi o podwyższonym ryzyku pożaru. Podczas testu penetracji płomienia sprawdza się, czy podczas trwającego 1 minutę badania nie pojawiły się za separatorem płomienie. Wymaganie dla separatora typu F-1 podczas testu - brak płomienia za separatorem.

Stałe urządzenia gaśnicze.

W normie PN-EN 16282-7 [19] opisano wykorzystanie stałych urządzeń gaśniczych. Wszystkie urządzenia kuch-

ne, w których wykorzystuje się olej lub inny tłuszcz, uważane są za stwarzające zagrożenie pożarowe i powinny być z tego powodu odpowiednio zabezpieczone. Przede wszystkim dotyczy to frytkownicy uważanych za urządzenia o podwyższonym ryzyku wystąpienia pożaru [3], jak również patelni uchylnych, urządzeń do smażenia i grillowania, płyt grillowych, patelni typu wok, pieców i urządzeń na paliwa stałe [18].

Elementy stałego systemu przeciwpożarowego mogą być mocowane do okapów i sufitów używanych do doprowadzania i odprowadzania powietrza z kuchni. Mogą znajdować się w strumieniu powietrza, ale w taki sposób, aby nie zakłócały ani przepływu powietrza podczas wentylacji, ani pracy w kuchni (w szczególności w strefach pracy chronionych urządzeń).

Oczyszczanie powietrza usuwanego z oparów/aerozoli

W normie [20] opisano następujące urządzenia służące do oczyszczania usuwanego powietrza z oparów (aerozoli) powstających podczas obróbki termicznej żywności:

- lampy UV-C,
- ozonatory,
- urządzenia wytwarzające mgłę wodną,
- urządzenia wytwarzające mikrobiologiczne oddziaływanie na aerozole,
- urządzenia wytwarzające utlenianie fotokatalityczne.

Zasada działania lamp UV-C opiera się na wykorzystaniu krótkofalowego promieniowania UV (fotoliza) oraz reakcji chemicznej ozonu (O₃) z cząsteczkami organicznymi (utlenianie). Cząsteczki tłuszczu pod wpływem fotolizy ulegają rozpadowi. Jednocześnie zachodzi proces ozonowania. Pozostałościami procesów są woda, dwutlenek węgla i niewielka ilość spolimeryzowanego tłuszczu [20]. Aby efekt rozkładania tłuszczu i redukcji zapachów był jak najlepszy, usuwane powietrze powinno mieć kontakt z ozonem przez co najmniej 3 sekundy [8].

W celu zapewnienia bezpiecznej pracy w pobliżu okapu z lampami UV-C, w [20] podano maksymalną dopuszczalną wartość natężenia promieniowania UV wynoszącą 0,5 mW/m² w odległości 10 cm od urządzenia.

Ze względu na bezpieczeństwo pracowników konieczne są czujniki np. ciśnienia powietrza i przepływu powietrza przez filtr. W przypadku zbyt małego strumienia objętości powietrza ze względów bezpieczeństwa urządzenie musi być wyłączone. Ma to zapobiegać przedostawaniu się

ozonu do miejsca pracy. Lampy UV mogą być włączone jedynie wtedy, gdy pracuje wentylator powietrza usuwanego.

Stężenie ozonu w usuwanym powietrzu z budynku nie może przekraczać 10 ppm (chyba, że krajowe przepisy ustawowe i wykonawcze przewidują bardziej rygorystyczne wymagania).

Praca ozonatorów opiera się na oddziaływaniu pola elektrycznego między elektrodami, w których z tlenu w powietrzu wytwarzany jest ozon, a cząsteczki aerozolu tłuszczowego i zapachowe są poddawane rozpadowi w wyniku reakcji chemicznej (utlenianie). Podobnie jak w przypadku lamp UV-C konieczne są czujniki ciśnienia lub przepływu powietrza. Stężenie ozonu w powietrzu usuwanym z budynku nie może przekroczyć 10 ppm.

Urządzenia wytwarzające mgłę wodną znajdują się w przestrzeni wyciągowej okapu, przez którą przepływa powietrze usuwane z miejsca termicznej obróbki żywności. Zanieczyszczona woda musi być odprowadzona do kanalizacji. Poza oczyszczaniem usuwanego powietrza z zanieczyszczeń, zimna mgła wodna ochładza powietrze oraz zapobiega wprowadzeniu do przestrzeni wyciągowej okapu iskier i płomieni.

W okapach z urządzeniami wykorzystujące utlenianie fotokatalityczne także nie może być przekroczone maksymalne natężenie promieniowania UV-C (0,5 mW/m² mierzone w odległości 10 cm od urządzenia) i stężenie ozonu w powietrzu usuwanym z budynku w miejscu jego usuwania na zewnątrz (10 ppm). W celu zabezpieczenia przed dostawaniem się ozonu do kuchni, konieczne są czujniki ciśnienia lub przepływu powietrza w okapie.

Przed urządzeniem fotokatalitycznym należy zamontować filtr klasy F9 według normy PN-EN 779:2021E [21] (ePM1 80% według PN-EN ISO 16890-1:2019P [22]), wykonany z materiałów odpornych na promieniowanie UV i ozon.

Podsumowanie

Po latach stosowania metod obliczania strumienia powietrza usuwanego przez okapy w kuchniach przemysłowych opartych na wzorach Dalla Valle z przyjmowanego do obliczeń prędkości porywania powietrza lub prędkości powietrza w przestrzeni pomiędzy blatem roboczym a wlotem powietrza do okapu lub zakładania w projekcie, że np. w kuchniach gorących należy zapewnić określoną krotność wymiany powietrza (maksymalnie 40 wymian na godzinę), niezależnie od wielkości zysków ciepła pochodzących od

urządzeń technologicznych, projektanci uzyskali bardziej wiarygodną metodę obliczeniową. Zalecana w normie PN-EN 16282-1:2017-09E [13] metoda ciepła konwekcyjnego pozwala na prawidłowy dobór wielkości okapów lub stropów wywiewnych wynikający z emisji ciepła przez urządzenia technologicznie faktycznie stosowane w danym obiekcie gastronomicznym.

Omówienie w kolejnych częściach tej normy urządzeń wentylacyjnych stosowanych do wentylacji ogólnej nawiewno-wywiewnej, pozwala na poszukiwanie rozwiązań wśród nawiewników wyporowych (uznanych w normie jako zalecanych ze względu na komfort pracowników i optymalną współpracę z okapami) oraz nawiewników działających w reżimie wentylacji mieszającej i wentylacyjnych sufitów nawiewnych. Także przedstawienie najnowszych rozwiązań urządzeń oczyszczających powietrze usuwane przez okapy lub sufit wentylacyjny pozwala na zapoznanie się z ich zaletami i problemami pojawiającymi się podczas ich stosowania.

LITERATURA

- [9] Charkowska A., Wytyczne projektowania wentylacji i klimatyzacji profesjonalnych kuchni – normy PN-EN 16282-1 ÷ PN-EN 16282-9, Cyrkulacja, nr 45, maj 2018, s. 54-60
- [10] DIN 18869, Equipment for commercial kitchens - Components for ventilation
- [11] Dzikowski R., Okapy w kuchniach profesjonalnych – projektowanie i bezpieczeństwo, Cyrkulacja, nr 45, maj 2018, s. 60-66
- [12] Dzikowski R., Wymiarowanie okapów kuchennych. Bilans powietrza dla kuchni, prezentacja Forum Wentylacja 2018
- [13] <https://airidea.pl/prawidlowa-wentylacja-kuchni-co-trzeba-wiedziec/>
- [14] Koziorowska B, Biernat M., Projektowanie technologiczne zakładów gastronomicznych, kuchni hotelowych i szpitalnych, wyd. gastro-projekt.pl
- [15] Leciej-Pirczewska D., Projektowanie wentylacji kuchni zbiorowego żywienia zgodne z normami PN-EN 16282-1 oraz VDI 2052, Instal, 2019, nr 4, s. 22-28
- [16] Okapy kuchenne z filtrem UV Combilux, Jeven
- [17] PN-EN 12097:2007P, Wentylacja budynków -- Sieć przewodów -- Wymagania dotyczące elementów składowych sieci przewodów ułatwiających konserwację sieci przewodów
- [18] PN-EN 12237:2005P, Wentylacja budynków -- Sieć przewodów -- Wytrzymałość i szczelność przewodów z blachy o przekroju kołowym
- [19] PN-EN 1507:2007P, Wentylacja budynków -- Przewody wentylacyjne z blachy o przekroju prostokątnym -- Wymagania dotyczące wytrzymałości i szczelności
- [20] PN-EN 15780:2011E, Wentylacja budynków -- Sieć przewodów -- Czystość systemów wentylacji
- [21] PN-EN 16282-1:2017-09E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 1: Ogólne wymagania włącznie z metodą obliczeń
- [22] PN-EN 16282-2:2016-12E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 2: Wentylacyjne okapy kuchenne; projektowanie i wymagania dotyczące bezpieczeństwa

- [23] PN-EN 16282-3:2016-12E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 3: Kuchenne sufit wentylacyjne; projektowanie i wymagania dotyczące bezpieczeństwa
- [24] PN-EN 16282-4:2016-12E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 4: Wloty i wyloty powietrza; projektowanie i wymagania dotyczące bezpieczeństwa
- [25] PN-EN 16282-5:2017-09E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 5: Kanały wentylacyjne; Projektowanie i wymiarowanie
- [26] PN-EN 16282-6:2020-06, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 6: Separatory aerozoli; Projektowanie i wymagania dotyczące bezpieczeństwa
- [27] PN-EN 16282-7:2017-09E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 7: Instalacja i wykorzystanie statycznych urządzeń gaśniczych
- [28] PN-EN 16282-8:2017-09E, Wyposażenie kuchni przemysłowych - Elementy składowe do wentylacji kuchni przemysłowych - Część 8: Instalacje do oczyszczania oparów z gotowania; Wymagania i badania
- [29] PN-EN 779:2012E, Przeciwpływowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej -- Określanie parametrów filtracyjnych
- [30] PN-EN ISO 16890-1: 2019P, Przeciwpływowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej -- Część 1: Specyfikacje techniczne, wymagania i system klasyfikacji określony na podstawie skuteczności filtracji cząstek pyłu (ePM)
- [31] Rozporządzenie (WE) Nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych, Dz.U. L 139 z 30.4.2004
- [32] Rozporządzenie Ministra Opieki Społecznej z dnia 13 maja 1937 r. w sprawie przepisów sanitarnych dla publicznych miejsc spożycia, Dz.U. 1937.41.327, data uchylenia: 2000-07-21
- [33] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 kwietnia 2004 r. w sprawie wymagań higieniczno-sanitarnych w zakładach produkujących lub wprowadzających do obrotu środki spożywcze, Dz.U. 2004.104.1096
- [34] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 lutego 2000 r. w sprawie warunków sanitarnych oraz zasad przestrzegania higieny przy produkcji obrocie środkami spożywczymi, używkami i substancjami dodatkowymi dozwolonymi, Dz.U.2000.30.377
- [35] Specification for Kitchen Ventilation Systems, HVCA (Heating and Ventilating Contractors' Association), DW/172, 2005, Wlk. Brytania
- [36] Tale-Yazdi G., Überblick zur neuen Norm prEN 16282. Einrichtungen zur Be- und Entlüftung von gewerblichen Küchen, SANITÄR+HEIZUNGS TECHNIK 7/2013, s. 62-66
- [37] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia, Dz.U. 2006.171.1225
- [38] VDI 2052-1, Raumlufttechnische Anlagen für Küchen (Ventilation equipment for kitchens), 04-2017
- [39] Wyszatko L. Obliczanie wentylacji kuchni, Biuro Studiów i Projektów Handlu Wewnętrznego i Usług w Warszawie, Warszawa, 1980
- [40] Wytyczne dotyczące wykonania niektórych przepisów rozporządzenia (WE) nr 852/2004 w sprawie higieny środków spożywczych, Komisja Europejska Dyrekcja Generalna ds. Zdrowia i Konsumentów, SANCO/1731/2008 Rev. 6, Bruksela, 2009, <https://gis.gov.pl/> (dostęp: 16.02.2021).