

J. Goldmerstein i K. Stodieck.

W JAKI SPOSOB ODDYCHA MIASTO.

W s t ę p.

Zaledwie od lat 60-ciu podjęto po raz pierwszy systematyczne studia nad atmosferą miast i stwierdzono, że zawartość dwutlenku węgla w tej atmosferze pozostaje naogół niezmienna. Niezmiennosc ta polega na stale po sobie następujących procesach wytwarzania i zużycia dwutlenku węgla. ^{Związek} ~~ten~~ ten, niezbędny dla wzrostu roślin i dla utrzymania ciągłości życia roślinnego, powstaje w ziemi dzięki obecności ~~wielu~~ mikroorganizmów a wszystko to jest związane z ogrzewaniem oraz niektóre gałęzie przemysłu chemicznego przyczyniają się również do wyzwolania znacznej ilości dwutlenku węgla, o którym mowa. Ilość ta jest ^{jednak} w większości wypadków niższa od tej, jaką rośliny byłyby zdolne wchłonąć.

O ile wszakże równowaga między wytwarzaniem dwutlenku węgla a pochłanianiem tegoż dwutlenku z łatwością utrzymuje się sama przez się w przyrodzie, o tyle w miastach dzieje się pod tym względem inaczej. Pomimo to jednak zawsze dawalo się stwierdzić, że zawartość dwutlenku węgla w powietrzu w miastach pozostaje mniej więcej na jednym poziomie. Wszystkie doświadczenia, poczynione w ciągu wielu lat, dowiodły tego w całej pełni. W Berlinie nawet po skasowaniu lokomotyw na liniach kolei podziemnych i na liniach obwodowych nie można było zauważyć jakiegokolwiek dającej

się pod tym względem odczuć różnicy. Poszukiwania w tym kierunku czynione były za pomocą metody bardzo dokładnej, obmyślonej przez profesorów Hahn'a i Hirsch'a w celu ustalenia ilości sadzy, zawartej w atmosferze.

Jeżeli porównywać będziemy wyniki osiągnięte za pomocą tej metody dla określenia ilości dwutlenku węgla w powietrzu miast i wsi, znajdziemy tu tylko bardzo nieznaczną różnicę, a mianowicie 0.053% w pierwszym i 0.027% w drugim wypadku (Reineau).

Powstaje wobec tego pytanie, gdzie się podziwiewa dwutlenek węgla, wytwarzany w miastach w tak wielkiej ilości w wyniku procesów spalania, jakie zachodzą w instalacjach ogrzewania i oświetlenia, w samochodach i w ludzkich organizmach. To właśnie mamy zbadać.

Jako przykład wzięliśmy Berlin-Śródmieście, czyli obszar o mniej więcej 12 kilometrach średnicy, zamieszkiwany przez dwa miliony ludzi, w którym zatem na jednego mieszkańca przypada 56.5 mtr.² przestrzeni.

W Paryżu w obrębie dawnych fortyfikacji, czyli na przestrzeni 85 milionów mtr.² mieści się 2.900.000 mieszkańców, na jednego mieszkańca przypada zatem 29.3 mtr.²

Źródła wytwarzania się w mieście dwutlenku węgla.

A) Dwutlenek węgla, którego źródło stanowią oddechy ludzkie,

Powietrze, wydzielane przez człowieka, zawiera 4,3% CO². W ciągu godziny człowiek wydziela około 21 litrów powietrza, czyli 40 gr.CO², w ciągu 24 godzin ilość wydzielonego CO² wyniesie zatem 960 gr., czyli około 1 kg. Wynika stąd, że 2 miliony mieszkańców centrum miasta wytwarzają w ciągu doby dwa miliony kg. dwutlenku węgla.

B. Wydzielanie dwutlenku węgla przez samochody.

W Berlinie kursuje około 700 autobusów, zużywających w ciągu miesiąca 1:600.000 litrów benzyny. Benzyna zawiera około 85% chemicznie czystego węgla. Ciężar właściwy chemicznie czystego węgla ma się do ciężaru właściwego dwutlenku węgla jak 27:100; ciężar właściwy benzyny wynosi 0,7. Ilość dwutlenku węgla, dostarczanego atmosferze przez autobusy w ciągu jednej doby, wynosi zatem:

$$\frac{1.600.000}{30} \times 0,7 \times 0,85 \times \frac{100}{27} = 116.000 \text{ kg. CO}_2$$

W roku 1925 Meldau w Monatsblätter des Berliner Bezirksvereins des V.D.J. podał cyfrę miesięcznego zużycia benzyny w Berlinie dla 50.000 samochodów na 10.000.000 litrów. Dzisiaj ilość samochodów oblicza się na 105.000, przyjmując zatem, że zużycie benzyny wzrosło w tym samym stosunku, czyli, że się od tego czasu podwoiło, wydzielanie się dwutlenku węgla z tego źródła wyniesie:

$$\frac{20.000.000}{30} \times 0,7 \times 0,85 \times \frac{100}{27} = 1.470.000 \text{ kg. CO}_2$$

C. Dwutlenek węgla, pochodzący ze spalania w ogniskach.

Miasto Berlin zużywa w ciągu roku 7.600.000 ton węgla. Ponieważ węgiel zwykły zawiera około 80% węgla chemicznie czystego, ilość dwutlenku węgla, wydzielanego przez spalanie, wynosi około:

$$\frac{7.600.000.000}{365} \times 0,80 \times \frac{100}{27} = 60.000.000 \text{ kg. na dobę.}$$

Do liczby tej nie wchodzi węgiel, zużyty do wytwarzania gazu świetlnego. Gazownie berlińskie dostarczały w czerwcu 1930 roku 1.300.000 metrów sześciennych gazu na dobę. Ilość dwutlenku

węgla, wydzielanego przez spalanie tego gazu wyraża się cyfrą
 $1.300.000 \times 0.6 = 780.000 \text{ kg.}$

Reasumując ilości CO^2 pochodzące ze wszystkich powyższych
źródeł łącznie, otrzymujemy liczby następujące:

2.000.000 mieszkańców	2.000.000 kg. CO^2
105.000 samochodów (benzyna)	1.470.000 -
60.000.000 $\text{kg. dwutlenku węgla}$ pochodzącego ze spalania węgla. Z liczby tej bierzemy tylko 10% .x/	6.000.000 -
780.000 kg. , pochodzących ze spalania gazu świetlnego	780.000 -
	<hr/>
	10.250.000 kg. CO^2

na dobę co odpowiada 5.125.000 metrów sześciennych dwutlenku węgla dla jednej tylko dzielnicy śródmiejskiej Berlina.

Wyniki dotychczas otrzymane co do ilości dwutlenku węgla, wytwarzanego w danym mieście, są naogół miarodajne dla całej powierzchni tego miasta, w tych jednakże punktach, gdzie ruch jest szczególnie duży, w dzielnicach szczególnie zagęszczonych oraz ponad głowami tłumu pomiary wykazywały cyfry znacznie wyższe. Te wypadki szczególne będą przez nas dalej pokrótce omówione.

Jaka ilość dwutlenku węgla może być pochłonięta przez plantacje drzew w mieście?

x/ Instalacje ogrzewania odprowadzają dwutlenek węgla za pomocą kominów do wyższych warstw powietrza. Dzięki wysokiej temperaturze gazów dwutlenek węgla podnosi się dalej na znaczne wysokości. Wiatr, działając w kierunku ukośnym, odrzuca ku miastu zaledwie część tego dwutlenku węgla, wystarcza więc włączyć do rachunku tylko około 10% wyżej obliczonej ilości. W późniejszym czasie zajmiemy się zagadnieniem, dotyczącym przewyżki 90%, w innym zaś rachunku, w rozdziale III-cim, zatytułowanym "Czy działanie wiatru wystarcza do usunięcia dwutlenku węgla, wytwarzanego w mieście", będzie mowa o wypadku, gdy wiatr nie odrzuca w kierunku ku ziemi dwutlenku węgla, uchodzącego przez komin.

Możemy obliczyć ilość dwutlenku węgla, którą są w stanie pochłonąć drzewa Tiergartenu.

Tiergarten położony jest w centrum Berlina i jego powierzchnia wynosi około jednej trzeciej powierzchni Łasku Bulońskiego.

Tiergarten zajmuje około 3 milionów metrów kwadratowych z których - szeroką licząc - zaledwie połowa jest zadrzewiona. Jak wiadomo, metr kwadratowy roślinności może przeciętnie wchłonąć 0,8 g dwutlenku węgla. (CO_2) na godzinę.

Obliczenia nasze óprzemy na następujących założeniach:

1. że przestrzeń zadrzewiona odpowiada dziesięciokrotnie większej przestrzeni wchłaniającej, pokrytej roślinnością,
2. że wchłanianie dwutlenku węgla odbywa się przez 12 godzin dziennie.
3. że ilości dwutlenku węgla, wydzielanych w Tiergartenie w ciągu godzin nocnych, nie będziemy wcale brali w rachubę.

Wychodząc z tych założeń, dochodzimy do wniosku, że Tiergarten może wchłonąć w ciągu doby:

$$1.500.000 \times 10 \times 0.8 \times 12 = 144.000.000 \text{ g } \text{CO}_2$$

czyli zaledwie 1 1/2% dwutlenku węgla, zawartego w zanieczyszczonym powietrzu Berlina (144.000 kg. na 10.250.000 kg.).

Jest przy tym rzeczą wysoce charakterystyczną, że drzewa nie są w stanie wchłonąć więcej nad 70% ilości dwutlenku węgla, wydzielonej przez mieszkańców (144.000 na 2.000.000 kg.).

Tak więc nawet tak obszerne parki, jak Tiergarten, nie odgrywają, praktycznie biorąc, żadnej roli, jeśli chodzi o usunięcie z powietrza nad Berlinem nadmiaru zawartego w nim dwutlenku węgla.

Na podstawie ostatnio ogłoszonych danych, dotyczących krą-
żenia autobusów, ciężarówek i samochodów na obszarze Tiergarte-
nu, ustaliliśmy, że ogólna długość drogi przez nie przebytej
na tym obszarze sięga 100.000 kilometrów.

Przyjmując przeciętne zużycie benzyny w stosunku 15 litrów
na 100 km. przebytej drogi, ilość pochodzącego z tego źródła
dwutlenku węgla wyniesie

$$\frac{100.000}{100} \times 15 \times 0.85 \times 0.7 \times \frac{100}{27} = 33.000 \text{ kg. CO}_2$$

czyli około 1/4 tej ilości, jaką Tiergarten może wchłonąć w
ciągu doby. Wynika stąd, że w chwilach największego nasilenia
ruchu samochodów na obszarze Tiergartenu, same już one wytwarza-
ją tyle dwutlenku węgla, ile tylko Tiergarten jest w stanie
pochłonąć; w przyszłości daje się przewidywać taki stan rzeczy,
że wobec dalszego wzrostu nasilenia ruchu samochodowego w Ber-
linie, tak jak i w innych wielkich stolicach, niezadługo już
Tiergarten nie będzie mógł wchłaniać chociażby nawet tylko tych
ilości dwutlenku węgla, jakie wytwarzać będą krążące na jego
obszarze samochody.

Czy działania wiatru wystarczą do usuwania dwutlenku
węgla, wytwarzającego się w mieście?

Zbadaliśmy wpływ roślinności na zawartość dwutlenku węgla
w atmosferze. Naogół wiatr uważany jest, jako drugi czynnik
wielkiej wagi w kierunku usuwania zanieczyszczonego powietrza.
Kierunek wiatru jest zwykle dla danej miejscowości jednakowy
i kąt nachylenia, jaki kierunek ten tworzy z płaszczyzną po-
ziomą, waha się w granicach od 3 do 10 stopni. Wynika stąd, że
wiatr przepędza zanieczyszczone powietrze poprzez całe miasto.

Poza tym przekonamy się, że dla usunięcia wyżej obliczonych ilości dwutlenku węgla trzeba byłoby wiatru szczególnie gwałtownego. Raz jeszcze położmy nacisk na okoliczność wyżej już wspomnianą, że różnica między zawartością CO^2 w różnych dzielnicach miasta i w okolicach z nimi sąsiadujących jest bardzo nieznaczna, wynosząc 0.033% w pierwszym i 0.027% w drugim wypadku, stanowiąc zatem tylko 6 jednostek CO^2 na 100.000 jednostek powietrza.

Zawartość CO^2 w powietrzu, przepływającym przez miasto w postaci wiatru, nie może więc zwiększyć się bardziej, niż o 6/100.000, ilość zaś powietrza, odpowiadająca ilości zawartej w nim dwutlenku węgla, wynosi :

$$5.125.000 \text{ m}^3 \times \frac{100.000}{6} = 85.000.000.000 \text{ m}^3 \text{ na dobę.}$$

Jest rzeczą ciekawą określić szybkość, z jaką wiatr powinienby spędnąć tę ilość powietrza poprzez ulice miasta, którego dzielnica centralna posiada 12 kilometrów średnicy i którego wszystkie ulice razem wzięte mierzą około 2 kilometrów szerokości, inaczej mówiąc, dla ulicy o szerokości 2 km., otoczonej budynkami o wysokości 20 metrów, stała i nieprzerwana szybkość wiatru musiałaby wynosić:

$$\frac{85.000.000.000}{2.000.20.24} = 88 \text{ km/godz.} = 24 \text{ m/sek.}$$

Jak widać z tablicy niżej przytoczonej na tego rodzaju szybkość dla oczyszczenia powietrza z dwutlenku węgla liczyć niepodobna.

Szybkość wiatru w kierunku poziomym wzrasta zwykle wraz z wysokością i podwaja się w granicach między ziemią a poziomem 500 metrów; od tej chwili przyspieszenie staje się powolniejsze. Siłę wiatru mierzy się w Bełżynie o godz. 7-ej zrana, o 14-ej popołudniu i o 22-ej wieczorem. Odnosne liczby przeciętne wskazuje następująca tablica:

	1923	1924	1925	1926	1927
Przeciętna maksymalna siła wiatru w ciągu roku	3,6 m/s kwiecień	3,8 m/s czerwiec	3,3 m/s czerwiec	4,3 m/s lipiec	4,4 m/s kwiecień
Przeciętna minimalna siła wiatru w ciągu roku	1,4 m/s marzec	0,5 m/s grudzień	1,3 m/s listopad	1,5 m/s luty	1,4 m/s luty.

W jaki zatem sposób oddycha miasto ?

Przekonaliśmy się już, że ani parki, ani wiatr nie są w stanie usunąć znacznych ilości dwutlenku węgla, wydzielanych przez miasto, gdzież jednak w takim razie dwutlenek ten może się podziewać? Jest rzeczą niewątpliwą, że powietrze się oczyszcza, dowiodły tego wszystkie odnośne badania. Odpowiedź jest prosta. Usuwanie dwutlenku węgla, wytwarzającego się w mieście, może odbywać się jedynie dzięki prądom atmosferycznym pionowym, które zaledwie dają się zauważyć. Następujący przykład wystarczy, by wykazać nieznaczną szybkość tych prądów, wznoszących się do góry:

Wewnętrzny obwód Berlina posiada 12 kilometrów średnicy, czyli $36 \times 3,14 = 113,04 \text{ km}^2$ powierzchni, zabudowanej tylko w połowie, resztę bowiem pochłaniają ulice, podwórza i place publiczne. O ile zatem chodzi o prądy pionowe, w rachubę brać można jedynie około 55 km^2 czyli $55.000.000 \text{ m}^2$. Jeżeli więc w myśl poprzednich założeń do usunięcia CO_2 potrzeba 83 miliardów metrów sześciennych powietrza na dobę, szybkość pionowa powietrza na całej powierzchni winna wynosić przeciętnie

$$\frac{85.000.000.000}{55.000.000 \times 24} = 65 \text{ m/godzin lub } 0,018 \text{ metrów na sekundę}$$

Ten niesmiernie słaby lecz wystarczający a niezbędny pionowy ruch powietrza istnieje zawsze i jest rzeczą ciekawą stwierdzić, że tak nieznaczną szybkość pionową, nie przenoszącą 0,018 metrów na sekundę, wywołuje ten sam skutek co wiatr, wiejący

w kierunku poziomym z szybkością 24 m/sek. ten sam więc skutek osiąga się przy szybkości pionowej 1330 razy mniejszej aniżeli szybkość pozioma.

Co się tyczy szybkości turbulencji pionowej, jest ona mniej więcej 700 razy mniejsza od szybkości wiatru.

Jeżeli wiatr nie spycha ku ziemi żadnych śladów dwutlenku węgla, pochodzącego z kominów, pozostaje do usunięcia jedynie CO_2 wytworzone przez 2.000.000 mieszkańców - 2.000.000 kg. CO_2
" " " 105.000 samochodów - 1.470.000 " "
czyli łącznie 3.470.000 kg. CO_2

albo 1.735.000 m³ dwutlenku węgla.

Przyjmując jak poprzednio stosunek 6 części CO_2 na 100.000 części powietrza, niezbędna objętość powietrza wyniesie:

$$1.735.000 \times \frac{100.000}{6} = 28.900.000.000 \text{ mtr. sześć.}$$

szybkość zaś wiatru stanowić będzie:

$$\frac{28.900.000.000}{2.000 \times 20 \times 24} = 30 \text{ km/g} = 8 \text{ m/sek.}$$

Dla odnowienia powietrza na ulicach przeciętna jego szybkość pionowa winna wynosić na całej powierzchni

$$\frac{28.900.000.000}{55.000.000 \times 24} = 22 \text{ m/g.} = 0,006 \text{ m/sek. zaledwie.}$$

Określmy jeszcze, za pomocą obliczenia, do jakiej wysokości sięgać będzie słup powietrza ze zwiększoną zawartością CO_2 , jeżeli przyjąć, że wiatr posiada nieznaczną szybkość 1 m/sek.

W tym wypadku otrzymamy:

$$\frac{85.000.000.000}{1,00 \times 3600 \times 24 \times 12.000} = \text{około 83 metrów.}$$

Wynik powyższego obliczenia dowodzi w sposób stanowczy, że przy ~~całej~~ powolności prądów powietrznych, wznoszących się do góry, miasto oddycha w kierunku pionowym.

Żałować należy, że nie przeprowadzono w tej sprawie żadnych badań z dziedziny meteorologii.

Wszystkie pomiary szybkości, w ostatnich czasach przeprowadzone, miały na widoku jedynie szybownictwo, natomiast kwestie tu przez nas poruszane nie wzbudziły, o ile się zdaje, żadnego zainteresowania. Nie zdano sobie zupełnie sprawy z wielkiej wagi przewietrzenia, jakiemu ulegają miasta w kierunku pionowym i źródła powstawania na ich gruncie pionowych prądów powietrznych nigdy jeszcze nie zostały wyjaśnione. Zauważmy wszakże, że na wsi stwierdzono istnienie bardzo słabego stałego prądu powietrza w kierunku pionowym o szybkości 0.052 m/sek do wysokości 1.600 metrów. Według naszych obliczeń, potrzebna nam jest tylko szybkość 0.018 metrów na wysokość 83 metrów, dalej jednak się przekonamy, że szybkość pionowa powietrza jest w miastach większa, aniżeli na wsi.

"Skoro tylko słońce wstanie i zaczyna ogrzewać ziemię, w odziemnych nieruchomych dotąd masach powietrza powstaje ruch, znajdujący swój wyraz w prądach wznoszących się ku górze oraz w turbulencji. Powietrze, płynące w górę, miesza się z powietrzem, które opada w dół, aby je zastąpić" (Hann-Stüring).

Daje się stwierdzić, że na to, aby powietrze podniosło się w pewnym miejscu o jeden metr w górę, wystarcza różnica temperatury, wynosząca 0,3°, czyli biorąc teoretycznie 3° na 100 metrów (w praktyce 3,4° na 100 metrów).

W ciągu dnia powierzchnia ziemi jest o wiele cieplejsza od powietrza i to zarówno zimą jak i latem, przy czym w lecie

różnica ta jest dwa do trzech razy większa, aniżeli w zimie. Przeciętna temperatura powierzchni ziemi w ciągu całej doby jest, zwłaszcza latem, wyższa od temperatury powietrza.

Fakty te wskazują, że szybkości różnice temperatury, potrzebne miastu do oddychania, są w rzeczywistości znacznie wyższe od norm, ustalonych w naszych obliczeniach.

Z żalem stwierdzamy, że, o ile nam wiadomo, nigdy jeszcze nie przystąpiono do jakichkolwiek pomiarów pionowych prądów powietrza wewnątrz jakiegos miasta. Prądy te mają niewątpliwie szybkość (turbulencję) o wiele znaczniejszą od takiejże szybkości na wsi, która wynosi tylko 0,05 m/sek. W istocie, szybkości pionowego ruchu powietrza w mieście sprzyjają jeszcze czynniki następujące:

1. bardziej wysoka temperatura powierzchni ziemi, ponieważ materiały, użyte do budowy ulic i domów, wydzielają o wiele więcej ciepła,
2. różnica temperatury powierzchni, wystawionych na słońce, i pozostających w cieniu,
3. bardziej wysokie temperatury w mieście, procesy życiowe spalanie zachodzące w instalacjach ogrzewania, samochodach i t.p.
4. wiatr, który napotykając na przeszkody i obijając się o ściany domów, pociąga za sobą w górę całe warstwy powietrza.

Gdy robiono w Paryżu pomiary na wieży Eiffa na wysokości 300 metrów ponad miastem, dziwiono się, że ilość dwutlenku węgla na tym poziomie okazała się wyższa aniżeli przy samej ziemi. Daje się to łatwo pojąć na podstawie tego, cośmy wyżej powiedzieli; tak właśnie być musiało i jest to dowód potwier-

dzających słuszność twierdzenia o oddychaniu miasta w kierunku pionowym. Widzieliśmy już, że co najmniej 90% olbrzymich ilości dwutlenku węgla, będącego produktem rozmaitych procesów spalania dostaje się do górnych warstw atmosfery, przy czym, jak wiadać na przykładach wyżej podanych, te ilości, które sięgają bezpośrednio warstw górnych, sześciokrotnie niemal przewyższają te ilości, które zatrzymują się ponad samym miastem. Przy 50-stopniowej różnicy temperatury między gazami spalinowymi, pochodzącymi z kominów, a powietrzem otaczającym, dwutlenek węgla unosi się w górę do wysokości 1450 metrów. Jak wiadomo, znaczna różnica temperatur powoduje szybkość początkową o wiele wyższą od przyjętej przez nas 0,05 m. oraz silniejszą turbulencję.

Wobec tego dwutlenek węgla szybciej dociera do górnych warstw atmosfery i jest zatem bardzo możliwe, że na poziomie przewyższającym wieżę Eiffla (np. 500 metrów) dwutlenek węgla znajduje się w ilości większej, aniżeli na wysokości 300 metrów.

Łunne zgromadzenia.

Można przyjąć, że w zebraniach publicznych pod otwartym niebem na metr kwadratowy powierzchni przypada około sześciu osób, które wydzielają

$$\frac{1 \times 6}{24 \times 3600} = 0,00007 \text{ kg.} = 0,000,035 \text{ m}^3 \text{ dwutlenku węgla na sekundę.}$$

Biorąc za podstawę wyżej obliczoną szybkość pionową 0,052 m/sek zwiększenie ilości dwutlenku węgla w powietrzu wyniesie

$$\frac{0,000,035 \times 100}{0,052} = 0,067\%, \text{ czyli } 67 \text{ jednostek } \text{CO}_2 \text{ na } 100.000$$

jednostek powietrza. Wobec tego, że poza tym w powietrzu stale jest obecny dwutlenek węgla w ilości 27 jednostek na 100.000 jednostek powietrza, czyni to razem 94 jednostki CO_2 , czyli 0,094%.

Wnętrza mieszkań zawierają przeciętnie 5 razy więcej dwutlenku węgla, aniżeli ulice, zatłoczone przez przechodniów, i często-
kroć stwierdzano tu obecność dwutlenku węgla sięgającą 0,5%.

Jeśli temperatura zewnętrzna jest niższa od temperatury powietrza wydychanego, różnica ta jeszcze bardziej wzrasta, z tego więc widać, jak niezmiernie skuteczne jest pionowe oddychanie miasta.

Intensywny ruch samochodowy.

Przyjmijmy, że w nieprzerwanym szeregu samochodów, pędzących z szybkością 40 km/g. każdy wóz zajmuje na ulicy powierzchnię o 9 metrach długości na 3.50 m. szerokości. Przy całkowitym spalaniu benzyny samochody te wydziela:

$$\frac{\frac{15 \times 40}{100} \times 0.85 \times 0,7 \times \frac{100}{27}}{9 \times 3,5 \times 3.600} = 0,000.116 \text{ kg.}$$

czyli 0,000058 m³ na sekundę dwutlenku węgla.

Całe to mnóstwo samochodów spowoduje przyrost CO² w powietrzu w ilości:

$$\frac{0,000.058 \times 100}{0,052} = 0,111\%$$

czyli w ilości 111 jednostek CO² na 100.000 jednostek powietrza. Gdy do tego dodamy 27 jednostek, stale obecnych w powietrzu, otrzymamy 138 jednostek CO² na 100.000 jednostek powietrza.

Temperatura gazów spalinowych jest zawsze wyższa od temperatury powietrza, a co z tym idzie, zawartość dwutlenku węgla w powietrzu jest niższa od wynikającej z naszych obliczeń.

Jest rzeczą oczywistą, że w tunelach, gdzie nie mogą powstać warunki turbulencyjne, naturalne przewietrzenie odbywa się w sposób najbardziej wadliwy.

Próbowano zarówno w Europie, jak i w Ameryce określić zawartość CO^2 w gazach spalinowych, wydzielanych podczas biegu samochodów. Profesor Kohn-Abrest z Paryża proponuje przyjąć za podstawę stosunek : $\frac{CO}{CO_2} = 1$. Stosunek ten w naszym wypadku prowadzi do wyniku $0,111:2 = 0,055\% CO$. W Berlinie w niektórych wypadkach znaleziono istotnie aż do $0,04\% CO$.

W niektórych wypadkach tunelach amerykańskich napotymano nawet zawartość CO w wysokości od $0,05$ aż do $0,1\%$.

Stwierdzono również, że godzina czasu wystarcza, aby cząsteczki krwi do połowy wypełniły się CO zamiast O , gdy otaczające powietrze zawiera już $0,07\% CO$. Znane są wypadki, gdy ilość CO we krwi ulega zwiększeniu, dochodzącemu aż do 25% u policjantów, normujących ruch uliczny w miejscach najbardziej zatłoczonych. Wzrost ilości CO w powietrzu w granicach od $0,20$ do $0,35\%$ może być śmiertelny, wzrost zaś ponad $0,01\%$ staje się już szkodliwy dla zdrowia. Jedynie oddech pionowy miast, unoszenie się powietrza do góry chroni nas od szkodliwego wpływu wytwarzanych w mieście gazów. W tych wypadkach szczególnie niepomysłnych, o których tu mowa, zawartość CO^2 może być dwudziestokrotnie wyższa aniżeli to przyjmowaliśmy w naszych dawniejszych przykładach, opartych na przeciętnych danych i może ona podnieść się z 6 do 111% ; stosuje się to również i do CO , którego zawartość może wzrosnąć od 0 do 55 , szkodliwość działania wzrasta zatem proporcjonalnie do gęstości zanieczyszczenia.

Ilość dwutlenku węgla, zawarta w powietrzu w warunkach normalnych, z zupełnym pominięciem wypadków szczególnych, służyła nam jedynie, jako wskaźnik stopnia czystości powietrza, gdyż szkodliwe jego zanieczyszczenie jest ściśle uzależnione od wspom-



nianej wyżej zawartości dwutlenku węgla, którego ilość pozwala właśnie ocenić do jakiego stopnia powietrze w mieście ulega odświeżeniu.

Stwierdziliśmy, że same drzewa Tiergartenu odgrywają siłą tylko rolę, jeśli chodzi o zmniejszenie procentowej zawartości dwutlenku węgla w powietrzu Berlina.

Ujemne strony zbyt gęstej zabudowy miasta nie mogą nigdy być wyrównane drogą zakładania obszernych parków. Bez względu na wielkość obszaru parków, dużych czy średnich, powietrze w rzeczywistości pozostaje zawsze takie same, ponieważ wentylacja odbywa się jedynie w kierunku pionowym.

Koszty zakładania parków (dużych czy średnich) są mniej więcej proporcjonalne od ich obszaru.

Narzuca nam się zatem pytanie: czy jest rzeczą bardziej korzystną tworzenie kilku obszernych parków, czy też należy raczej dążyć do rozporządzania większą liczbą parków średniej wielkości, rozrzuconych po różnych częściach miasta?

Aby na pytanie to odpowiedzieć, wystarczy obliczyć ilość osób, które uczęszczają do parków dużych i średnich, w stosunku do zajmowanej przez nie powierzchni.

Oto co w sprawie tej pisze Berliner Tageblatt z dnia 30 sierpnia 1931 roku:

Czy mieszkaniec Berlina udaje się do Tiergartenu dla wypoczynku, czy też może wolałby on mieć w pobliżu swego mieszkania ogrody o mniej znacznych rozmiarach?

Aby sprawę tę dokładnie wyjaśnić, p.p.inżynier I. Goldmerstein i profesor K. Stodiek przeprowadzili drobiazgowo obliczenia, w bardzo piękny słoneczny dzień sierpniowy. Między godziną 10-tą

zrana a lo-tą wieczorem notowano wszystkie osoby wchodzące do Tiergartenu.i stamtąd wychodzące; wyniki tych obserwacji zaznaczone zostały na załączonym wykresie (fig.1). Liczba przechodniów była zestawiona przez 24 kontrolerów na podstawie zwykłych metod statystycznych zarządu miejskiego.

W ciągu powyższego czasu, od godz.10 do 22 przez bramy Tiergartenu weszło 30.190 osób, wyszło zaś 28.784 osób, pozostało zatem w parku po godz.10-iej wieczór 1.406 osób. Krzywe wykresu wyraźnie wskazują liczby osób wchodzących i wychodzących w ciągu każdej godziny dnia. Krzywa dolna wykazuje liczbę osób, pozostających w Tiergardenie w ciągu każdej godziny, przy czym daje się stwierdzić, że pomiędzy ~~któregoś~~ godziną 13-tą a 14-tą, czyli w porze posiłku, Tiergarten niemal całkowicie pustoszeje, podczas gdy cyfra najwyższa (1997) osiągnięta zostaje pomiędzy godz.20-tą a 21-szą.

Liczba osób, odwiedzających park, zestawiona w dniu szczególnie sprzyjającym, doprowadza nas do wniosków natury rozmaitej. Tak więc można stwierdzić, że każdy z odwiedzających przebywa w Tiergardenie przeciętnie nie więcej nad 50 minut. Około 90% przechodniów przecina jedynie park w celu załatwienia swych interesów, idąc przeważnie w kierunku, łączącym stację kolejową ZOO ze stacją w Tiergardenie, równoległe do linii kolei podziemnej. Tak więc, jak to można stwierdzić na wykresie, zaledwie 10% przechodniów można uważać za osoby, istotnie odwiedzające Tiergarten, liczba zaś osób pozostających w parku, wynosi, jak to wskazuje krzywa dolna wykresu, zaledwie niecałe 2.000 czyli mniej niż 10% liczby ogólnej.

Stwierdzenie w jakich godzinach odbywa się wchodzenie i wychodzenie publiczności oraz ustanowienie ścisłej w tym względzie kontroli, pozwoliło na przeprowadzenie porównania między Tiergartenem a innymi mniejszej wagi parkami w Berlinie, jako to Weberwiese, Boxhagener Platz i Bayerischer Platz, przy czym stwierdzono, że w 250 razy obszerniejszym Tiergartenie było tylko dwa i pół raza więcej osób odwiedzających, aniżeli w parkach mniejszych - wychodzi więc na to, że na przykład Weberwiese jest stokrotnie liczniej odwiedzana od Tiergartenu.

Miejscą, zarezerwowane w Tiergartenie dla zabawy dzieci, były w dniu letnim, o którym wyżej mowa, niemal zupełnie puste. Naliczono tam zaledwie 163 dzieci, podczas gdy na znacznie mniejszym placu, przeznaczonym na ten cel w Weberwiese, bawiło się 800 dzieci, czyli pięć razy więcej aniżeli w całym Tiergartenie.

Przy porównywaniu małych ogrodów między sobą daje się zauważyć niemal jednakową liczbę osób odwiedzających. Można stąd wnioskować, że potrzeby i gusta zamożniejszych mieszkańców Bayerischer Platz'u są zupełnie takie same, co i mieszkańców dzielnicy robotniczej.

A zatem ludność miasta nie odwiedza parków bardziej oddalonych; tym samym staje się uzasadnionym żądanie, aby po miastach projektować mniejsze, ale liczne ogrody w miejsce obszernych parków.

Tworzenie małych ogrodów tego rodzaju w rozmaitych dzielnicach miasta nie przedstawia trudności.

Z badań wyżej opisanych i z wyników przez nie dostarczonych wypływa wniosek, że jest rzeczą bardziej racjonalną, aby sumy przeznaczone na zakładanie i utrzymywanie obszernych parków były

obracane raczej na tworzenie i upiększanie licznych parków małych, położonych w pobliżu domów mieszkalnych w rozmaitych dzielnicach. Jak wykazują przeprowadzone w tym względzie badania te liczne miejsca wypoczynku, w odpowiedni sposób rozmieszczone, są stokrotnie więcej uczęszczane, aniżeli obszerne parki. Są zatem bardziej poszukiwane przez publiczność.

Konieczność planowania dla wielkich miast obszernej przestrzeni, pokrytych zielonością.

I. Dzieci nie powinny bawić się na ulicy ze względu na możliwość związanych z tym wypadków, dla ich zdrowia jest jednak rzeczą konieczną, aby zabawy odbywały się na świeżym powietrzu, matki powinny zatem mieć możliwość jaknajczęstszego wywożenia dzieci w ich wózkach na miejsca przeznaczone do zabawy. W wielkich skupieniach miejskich jest to możliwe tylko wówczas, gdy miejsca te odległe są zaledwie o kilka minut drogi od mieszkania i wówczas korzystają z nich zarówno matki jak i dzieci ze swymi wózkami.

Co się tyczy osób dorosłych, większość z nich po całodzienniej pracy jest tak zmęczona, że nie czuje się już na siłach, by udać się do parku, o ile park ten znajduje się daleko. Trzeba więc, aby dorośli mogli korzystać ze skwerów, chociażby niewielkich, ale położonych w pobliżu mieszkania. Skwery te zrana i w ciągu dnia zajęte są również przez dzieci i ich matki, wieczorem jednak udają się tam dorośli po pracy.¹⁾

1) Ogólna powierzchnia skwerów dla dwudziestu okręgów Paryża powinna obejmować tylko 0,015 x 85.250.000 = 1.278.750 m.kw., co równa się zaledwie 1/7 części obszaru Łasku Bulońskiego, albo 1/16 części obszaru Łasku Bulońskiego i Łasku w Vincennes, razem wziętych.

Natomiast ogólna powierzchnia skwerów, istniejących obecnie w dwudziestu okręgach Paryża, wynosi 2.440.000 m.kw. (nie licząc Łasku Bulońskiego i Łasku w Vincennes). Jest to więc niemal dwa razy więcej, aniżeli to, co uważamy za niezbędne. Niestety, wszystkie te oazy zieloności rozrzucone są bardzo nierównomiernie. Tak na przykład w 1-ym okręgu powierzchnia

II. W niedziele i święta znaczna część ludności miejskiej opuszcza miasto celem udania się w jego okolice; liczba spacerowiczów tej kategorii wzrasta z roku na rok. Ludność odczuwa potrzebę chociażby raz w tygodniu odwiedzić się na łonie natury, odetchnąć lepszym powietrzem i zapomnieć o wielkomiejskich kłopotach. Jest więc rzeczą ważną, aby w okolicy miasta znajdowały się lasy, woda bieżąca lub w basenach i plażach, sztuczne w razie potrzeby, z których wszyscy mogliby korzystać. Rzeczą najważniejszą jest to, aby środki komunikacji pomiędzy miastem a wspomnianymi miejscowościami podmiejskimi były jaknajszybsze i mało kosztowne. Odległość przeciętna powinna wynosić około 25 kilometrów.

III. Bardzo dobrą jest rzeczą tworzenie szeregu alei spacerowych nawet względnie niezbyt szerokich (40-50 m), prowadzących do środka miasta, które służyłyby publiczności, udającej się za interesami lub z powrotem; jak również amatorom pieszych spacerów. W takim jednak razie trzeba, aby aleje te nie były włączane do

pokryta zielenią jest stosunkowo 100 razy większa, aniżeli w okręgach 12-ym i 13-ym. Przeciwnie, okręgi 2, 12 i 13 mają 5 razy mniej zieleni od tego, co w naszych oczach stanowi niezbędne minimum, w okręgach zaś 2, 9, 10, 11, 12, 13, 18 i 20-ym przestrzeń zieleni jest mniejsza od normy przez nas przyjętej.

A przy tym nawet wewnątrz poszczególnych dzielnic zieleność jest rozłożona w sposób nierównomierny. Gdy powierzchnia skwerów jest mniejsza od 200 x 200 metrów, wartość ich z punktu widzenia higieny obniża się bardzo szybko i to w stosunku bardzo znacznie przewyższającym samo zmniejszenie powierzchni.

Jeśli przyjmemy, że z pośród ludności odwiedzającej dany skwer ten, kto mieszka najdalej ma do swego domu odległość 750 mtr. czyli 10 minut drogi, przeciętny czas, potrzebny dla ludności na dojście do skweru, nie przekroczy 5 minut. Przy powierzchni skweru, obliczonej na 200 x 200 = 40.000 metrów wyniesie ona tylko 1 i 1/2% całej powierzchni dzielnicy, która ze skweru tego korzysta.

sieci ulic o ruchu wyjątkowym. Rozwiązanie idealne polegałoby na tym, aby cała szerokość takiej alei była rezerwowana wyłącznie dla pieszych.

IV. Do bardzo jeszcze niedawnych czasów obszerne parki służyły prawie wyłącznie spacerowiczom w niedziele i święta, niezależnie od tego, jak daleko znajdowały się ich mieszkania, w miarę jednak znacznego rozwoju środków komunikacji pomiędzy miastem a jego okolicami oraz dzięki stałemu obniżaniu kosztów przejazdu parki te straciły obecnie większość odwiedzających; w dni powszednie zresztą były one już i przed tym bardzo mało uczęszczane.

Potwierdzenie słuszności naszych obliczeń przez doświad-
czenia, poczynione w Berlinie.

Okoliczności przez nas stwierdzone były przedmiotem szczegółowej dyskusji w Instytucie Meteorologicznym. Dyskusja ta, w której wzięli udział pp.profesorowie Van Fieker, Dyrektor Pruskiego Instytutu Meteorologicznego, Radaa Stanu Suring, Dyrektor Obserwatorium Meteorologicznego i Magnetycznego w Podzdamie, Prof. dr. Pottinger, Stodieck, Profesor Szkoły Politechnicznej w Charlottenburgu, Inżynier Goldmerstein, miała na celu ustalenie podstaw dla badań nad przewietrzaniem wielkich miast i wynikami, jakie mogą być w tym kierunku osiągnięte. Konferencja, o której mowa, doszła do wniosku, że byłoby rzeczą szczególnie ważną otrzymać potwierdzenie obliczeń, poczynionych przez pp.Goldmersteina i Stodiecka za pomocą przeprowadzonych właściwą metodą poszukiwań praktycznych. Postanowiono zatem poczynić odpowiednie doświadczenia na ulicach Berlina, przy czym chodziło o zbadanie nie tylko "pionowego oddychania" lecz również i o wpływ, jaki na przewietrzanie miasta wywierają czynniki następujące:

1. godziny dnia,
2. wysokości,
3. ściany domów,
4. bruk uliczny,
5. szerokość ulic,
6. strona słoneczna i będąca w cieniu,
7. plantacje drzew,
8. składnik pionowy wiatru, wiejącego poziomo, po odbiciu od dachów i ścian,
9. wpływy nocne,

Badania tych x/, podjętych wogóle poraz pierwszy, dokonano w dniach 27 i 28 lipca 1931 r. Obserwacje czynione na trzech ulicach, w 3-5 różnych punktach ulicy w przecięciu poprzecznym i na 4 różnych wysokościach, zianowicie na wysokości 16 centymetrów, 3,75 m, 7 metrów i 12 metrów ponad ziemią. W ten sam sposób postąpiono przy badaniu ciasnego podwórka oraz wąskiej uliczki prywatnej.

Do doświadczeń tych był potrzebny maszt teleskopijny.

P.dr.Kölzer, radca rządowy w Ministerstwie Reichswehry, zbudował już tego rodzaju maszt, osadzony na samochodzie, do badania siły wiatru dla celów meteorologii wojskowej. Dla umożliwienia nam naszych badań uprzejmie postawił onk powyższe urządzenie do naszej dyspozycji. Maszt o którym wyżej mowa, mógł osiągać wysokość 12 metrów. Samochód był już zaopatrzony w anemometr, wskazujący szybkość wiatrów ponad 50 cm/sek, oraz w anezoskop. Urządzenia te zostały uzupełnione przez anemometr dla wiatrów o sile poniżej 50 cm/sek. i przez termometr elektryczny. Do mierzenia ruchu pio-

x/ Szczegóły doświadczeń przytoczone w Meteorologische Zeitschrift z marca 1933 r.

nowego powietrza posługiwaliśmy się anemometrem elektrycznym, umocowanym na końcu rurki pionowej. Wilgotność powietrza w pobliżu ziemi była również mierzona za pomocą psychrometru Assmann'a do bezpośredniego odczytywania. Rozmieszczenie przyrządów pomiarowych na maszcie teleskopijnym i instalacja, w jaką był zaopatrzony samochód, ułatwiały całą pracę. Powyższe przyrządy pomiarowe połączone były za pomocą odpowiednich linek z instrumentami samozapisującymi (za wyjątkiem psychrometru Assmann'a), znajdującymi się wewnątrz wozu. Pomiarów czyniono były bez przerwy, zarówno w dzień jak i w nocy.

Doświadczenia te całkowicie dowiodły słuszności naszych twierdzeń. Dostarczyły one nawet dowodu, że w nocy pionowy prąd powietrza jest silniejszy od wiatru, co należy szczególnie mocno podkreślić. Stanowi to dowód bezwzględny, że miasto istotnie oddycha w kierunku pionowym. Ciekawe różnice dało się ustalić w odświeżeniu powietrza, jakiemu ulegają:

1. ulica, a ciasne podwórko,
2. strona ulicy słoneczna, a strona będąca w cieniu,
3. powietrze w godzinach dziennych, a nocnych,
4. ulica zadrzewiona, a drzew nie posiadająca,

Doświadczenia nasze pozwoliły stwierdzić, że szybkość ruchu pionowego powietrza w ulicy zwykłej jest o 100%, w wąskiej zaś uliczce prywatnej o 50% wyższa od tej szybkości, jaka powstaje w ciasnym podwórku domowym; doświadczenia te wykazały również, że urządzenie, z którego korzystaliśmy, w zupełności odpowiada warunkom wielkiego miasta i pozwala zwłaszcza na ustalenie niezbędnych twierdzeń, wiążących się z zagadnieniem odświeżania powietrza.

Znajomość odnośnych wyników posiada najwyższe znaczenie dla architektów i urbanistów, pozwalając im z góry zdawać sobie sprawę i oceniać warunki, w jakich odbywać się będzie odwiezanie powietrza we wznoszonych przez nich budowlach.

Opinia Prof. Dr. Suringa, Rady Rządowej

(Wyciąg z pracy "Der wirtschaftliche Ausbau der Grosstadt"

V.D.I. - Verlag, Berlin.

W pracy swej "W jaki sposób oddycha miasto?" pp. I. Goldmerstein i K. Stodieck ustalili już zasadę, opartą zarówno na rozważaniach teoretycznych, jak i na doświadczeniach praktycznych, w myśl której miasto oddycha przede wszystkim w kierunku pionowym. Na poparcie prawa tego brakowało jeszcze wówczas niezawodnych dowodów z dziedziny meteorologii i poszukiwania w tym kierunku rozpoczęto w roku 1931. W sprawozdaniu, złożonym przez p. Albrecht'a, czytamy mianowicie: "Poszukiwania te w zupełności dowiodły słuszności twierdzeń autorów pracy "w jaki sposób oddycha miasto?". Można było wykazać, że w nocy pionowe prądy powietrza działają silniej od wiatru, co zasługuje na szczególną uwagę. Stanowi to dowód niezaprzeczony, że miasto istotnie oddycha w kierunku pionowym".

Reasumując swe pierwsze badania, dotyczące również wymiany ciepła ponad powierzchnię płaską, p. Albrecht stworzył następujący szemat dla ruchu powietrza w ulicach wielkiego miasta? gdy słońce znajduje się wysoko nad horyzontem i działanie jego jest energiczne, najwyższe temperatury dają się stwierdzić na dachach, a to w związku z dobrą izolacją mieszkań oraz ciezną jak zwykle w Berlinie, powierzchnią dachów, pochłaniającą wszyst-

kie niemal promienie słoneczne. Nagrzane w ten sposób powietrze ponad dachami wznosi się do góry, a na to miejsce spływają masy powietrza, znajdujące się na tej samej wysokości ponad ulicami. Krążenie powietrza odbywa się zatem od dołu do góry ponad domami i od góry do dołu ponad ulicami i podwórzami. Na ulicach o kierunku ze wschodu na zachód jedna strona domów nagrzewa się również pod działaniem słońca, ze względu jednak na biały lub wogóło jasny kolor murów, na okna i t.p., nagrzewanie to jest o wiele słabsze aniżeli ponad dachami i temperatura powietrza, wznoszącego się w górę od strony słonecznej, różni się zaledwie o kilka stopni od zimniejszego powietrza, napływającego ze strony przeciwnej. Należy więc przypuszczać, że tylko pewna część powietrza, ogrzanego po stronie słonecznej, dosięga dachów i warstw wyżej położonych, natomiast inna część, ważniejsza, przepływa z powrotem ulicę i ulega oziębieniu pod wpływem chłodniejszych murów strony przeciwnej, stwarzając w ten sposób krążenie pomiędzy murami jednej ulicy. Krążenie to uzupełnia drogą naturalną przepływ powietrza zależny od ogólnej cyrkulacji i pochodzący z warstw wyżej położonych.

W ten sposób właściwe odświeżanie powietrza w mieście jest zapewnione dzięki temu, że na wysokości dachów odbywa się cyrkulacja powietrza, dopływającego z ulic na dachy, oraz cyrkulacja wewnętrzna w łonie samych ulic, nie zaś dzięki słabym ruchom powietrza przy ziemi. Cyrkulacja ta w niektórych wypadkach poszczególnych może oczywiście stać się bardziej złożoną. Wywiana powietrza, zachodząca na podwórzu, różni się tylko o tyle, że pionowy prąd powietrza po stronie słonecznej podwórza zaczyna wznosić się do góry dopiero na pewnej wysokości. Na ulicy o kierunku północno-południowym obie strony ulicy we wczesnych popo-

łudniowych godzinach ulegają działaniu promieni słonecznych i powietrze spływa tam będzie nie po jednej stronie lecz po środku ulicy.

Jeszcze większe znaczenie dla oświetlenia powietrza w mieście należy prawdopodobnie przypisać przejawom zachodzącym w nocy. W noc jasną i zwykle spokojną dachy ulegają silnemu ochłodzeniu, o wiele znaczniejszemu aniżeli wszędzie dokoła. Powietrze oziębione spływa ku ziemi, w pewnej odległości od ścian jeszcze nagranych, wypychając stamtąd powietrze cieplejsze. W wielu wypadkach tego rodzaju odnawianie się powietrza odbywa się również po podwórzach.

Byłoby oczywiście pożądaną, aby powyższy schemat krążenia powietrza mógł być praktycznie stwierdzony. Pruski Instytut Meteorologiczny i Obserwatorium w Poczdamie, czyniąc zadość pilnemu żądaniu, ustaliły szczegółowy program i przystąpiły ostatecznie do przeprowadzenia odnośnych badań.

Różne prądy, składające się na wymianę powietrzem zbadane będą z uwzględnieniem warunków meteorologicznych, szerokości ulic, powierzchni podwórek, plantacji drzew, miejsc wystawionych na słońce lub pozostających w cieniu, wysokości budynków i t.p. Również za pomocą ściśle pomiarów badane będą warstwy dymu. Jedyne obliczenia, sprawy tej dotyczące, oparte są na prawach turbulencji.

I obecnie już wiadomo, że gazy spalinowe, zawierające znaczną ilość delikatnej sadzy, wznoszą się o wiele wyżej i rozchodzą się o wiele dalej, aniżeli dymy, pochodzące z ognisk domowych. Tak na przykład w Bergen w Norwegii stwierdzono obecność w powietrzu gazów, które mogły pochodzić jedynie z fabryk angielskich.

Opinia prof.dr.Franz'a, radcy rządowego.

W roku 1931 ukazała się niewielka praca pp.J.Goldmersteina i K.Stodiecka pod tytułem "W jaki sposób oddycha miasto", której autorzy dowiedli za pomocą drobiazgowych badań, że do przewietrzania wielkich miast przyczyniają się przede wszystkim pionowe prądy powietrzne. Prądy te są niezależne, rozłożone równomiernie ponad zabudowaną powierzchnią i działanie ich jest stałe.

Ujawnienie tego, nieznanego dotąd, faktu pozwala zadać sobie pytanie, czy jest jeszcze rzeczą uzasadnioną starać się o usunięcie z centrum miast zakładów przemysłowych i handlowych. Narzuca się tu odpowiedź przecząca. Skoro przekonaliśmy się, że usuwanie zanieczyszczonego powietrza odbywa się w takim kierunku, iż sąsiedztwo fabryk i warsztatów nie przynosi żadnej szkody obszarom zamieszkanym, nie ma żadnej więcej racji usuwać te fabryki i warsztaty, z drugiej bowiem strony nie da się zaprzeczyć, iż utrzymanie ich wewnątrz tych obszarów przedstawia znaczne korzyści. Tak więc narzuca się niemal z konieczności następujący plan idealnego miasta: w samym środku - biura zarządu i instalacje miejskie; w pasie otaczającym ten ośrodek centralny, niekoniecznie jednak koncentrycznym, - zakłady przemysłowe i handlowe i wreszcie pas zewnętrzny bez ściśle określonych granic, przeznaczony na mieszkania; ten ostatni pas może mieć formę promienistą. Rozkład tego rodzaju zapewni największą ekonomię czasu, możliwie najbarziej zbliżając do siebie zakresy działania administracji i przemysłu, które muszą w przyszłości przystosowywać się do wymagań coraz krótszego dnia pracy. Przestrzeń, którą rozporządzać będą przemysł i handel, ulegnie zwiększeniu a zakłady, znajdujące się na tym obszarze, wolne już od stawianego im

zarzutu zatrucia powietrza, będą miały zapewnione pole działania w sposób najbardziej dla nich ekonomiczny i nawet w miarę dalszego ich rozrastania się nie będą w żadnym razie przynosić szkody mieszkańcom szerokiego pasa zewnętrznego.

W pasie tym nie będą naogół istniały żadne zakłady przemysłowe ani handlowe, z drugiej zaś strony zakładom przemysłowym wewnątrz miasta nie będzie groziło, jak w latach ostatnich, przenoszenie w kierunku zewnętrznym za cenę ciężkich ofiar, pozostaną zaś one natomiast tam, gdzie nie przynoszą żadnej szkody. O ile poszczególne zakłady wymagałyby rozszerzenia, stare sąsiednie budynki mieszkalne będą musiały im ustąpić miejsca, przemieszczając się w kierunku peryferii.

Metoda ta pozwoli zastąpić w sposób racjonalny obecne chaotyczne nagromadzenie zabudowań przemysłowych i mieszkalnych. Można ją stosować do miast już istniejących, które powstawały stopniowo i w drodze ścierania się sprzecznych poglądów, może więc ona podlegać wielostronnej krytyce, zarazem jednak ułatwia możliwość uwydatnienia na wielu przykładach, w jaki sposób dają się rozwiązywać zagadnienia największej wagi.

Zagadnienia te dzielą się na trzy grupy:

1. administracja i gospodarka miejska,
2. handel i przemysł,
3. mieszkania,

Jeśli wziąć za przykład miasto Berlin, nikt nie ma zamiaru przebudowywać je według wyżej omówionego planu. Cel, jaki należy sobie postawić, o ile chodzi o przemysł, polega nie na tym, by stworzyć geometrycznie doskonałą powierzchnię kołistą, lecz jedynie na tym, by przemysł ten został skupiony w centrum miasta oraz aby był on wyodrębniony od dzielnic mieszkaniowych.

Wyciągi z ocen krytycznych.

Wyciąg z pracy dr. E.H. Heineau:

"Dwutlenek węgla a roślinność"

Wiatry zachodnie, wiejące z Atlantyku w kierunku Europy, zawierają naogół mniej niż 0,03% CO^2 (3/10.000), podczas gdy wiatry wschodnie, które wieją z Europy w kierunku Oceanu, odznaczają się większą zawartością dwutlenku węgla.

Woda morską, wziętą jako całość utrzymuje się w równowadze z powietrzem pod względem zawartości dwutlenku węgla, pozostającą mniej więcej na poziomie od 0.00026 do 0.00027. Gdy zatem wiatr wieje od strony lądu dwutlenek węgla jest wchłaniany przez morze. Jest rzeczą niezawodną, że zanim rozpoczęło się spalanie węgla na wielką skalę, zawartość CO^2 była niższa.

Obecnie, powietrze obfitujące w dwutlenek węgla stale odpływa z krajów przemysłowych w kierunku morza, wchłaniającego nadmiar dwutlenku węgla.

Mamy bardzo niewiele ścisłych podstaw, by wykazać istnienie tego rodzaju wyciągu, niemniej jednak prof. Kohn-Abrest w Paryżu^{x/} przystąpił ostatnio, w czerwcu i lipcu 1927 r., do szeregu badań na wieży Eiffla, których celem było zmierzenie zawartości CO^2 w powietrzu na różnych wysokościach. W dniu 15 czerwca o godz. 10 m.47 przy kierunku wiatru północno-wschodnim stwierdzono, że zawartość CO^2 przy ziemi oraz na wysokościach 57 i 115 metrów wynosiła 0,00031, na wysokości zaś 288 metrów - 0,000375. W dniu 25 lipca o godz. 10 m.10 przy tymże kierunku wiatru znaleziono u podstawy wieży tylko 0,000225 CO^2 , podczas gdy na wysokości

x/ Chimie et Industrie - tomy 19-20. Rok 1926, zeszyty 6.

288 mtr. zawartość CO^2 wynosiła 0,00030. Niezależnie od tych pomiarów dorywczych przystąpiono na platformie, położonej na wysokości 288 mtr. do próby o charakterze stałym, trwającej od godziny 11-ej do 15-ej, przy czym osiągnięto zawartość 0,00034.

Jest wysoce godne uwagi, że przez obydwa dni, o których mowa, przy samej ziemi nie wykryto wcale obecności tlenu węgla, natomiast 15 czerwca na wysokości 57 metrów otrzymano 0,000015 CO a na wysokości 115 metrów - 0,00001 CO , podczas gdy na wysokości 288 metrów zawartość ta spadła do zera. Drugiego dnia (25 lipca) wcale również nie wykryto tlenu węgla przy samej ziemi, prawie zaś wcale na wysokości 288 metrów, gdzie znaleziono zaledwie nieznaczne jego ślady. Tak więc powietrze u stóp Wieży Eiffla na Polu Marsowym jest bardzo czyste i nie zawiera wcale, jakby można było tego oczekiwać, gazu, będącego produktem spalania; przeciwnie, zawartość CO^2 i CO w powietrzu wyraźnie się zwiększa ze wzrostem wysokości.

Stwierdzenia powyższe dowodzą, że nowa teoria, wyłożona w pracy inż. Goldmersteina i prof. Stodlecka pod tytułem "W jaki sposób oddycha miasto" odpowiada rzeczywistości i że miasto istotnie oddycha tylko w kierunku pionowym. Jedynie ta teoria pozwala zrozumieć uderzające wyniki wyżej przytoczonych badań.

Dla miasta Berlina można byłoby przedsięwziąć analogiczne doświadczenia, posługując się w tym celu różnymi wieżami, obsługującymi stacje T.S.F., a wyniki pomiarów dokonanych przy wiatrach z zachodu i ze wschodu mogłyby się przyczynić do wyjaśnienia omawianych zagadnień.

W dalszym ciągu przytaczamy również kilka charakterystycznych wyciągów z krytyk, które się ukazały w niemieckich czasopiśmiech technicznych.

Wyciąg z "Gesundheits Ingenieur"

(rok 1931 Nr.45)

W jaki sposób oddycha miasto?

Autorzy, opierając się na fakcie słabego zwiększania się zawartości CO^2 w powietrzu, tam nawet gdzie ludność jest najgęstsza i ruch publiczności największy, dochodzą do wniosku, że powietrze oczyszcza się samo przez się i że właściwość tę należy zawdzięczać okoliczności, iż cyrkulacja powietrza w kierunku pionowym ustala się samoczynnie. Znaczny stopień nagrzewania się ulic i budynków wytwarza obszar depresji z cyrkulacją powietrza, wznoszącą się w kierunku pionowym, dzięki czemu zanieczyszczone powietrze uchodzi do wyższych warstw atmosfery, na jego zaś miejsce schodzi ku dołowi prąd powietrza świeżego. Wydaje się, że nawet bardzo obszerne parki nie stanowią istotnie doniosłego czynnika w kierunku uzdrowotnienia powietrza a wpływ ich sięga niezbyt daleko. Nawet i wiatr nie jest w stanie usuwać wytwarzającego się dwutlenku węgla, ani też nie dałoby się wykazać aby roślinność parków i ogrodów mogła w dostatecznym stopniu wchłaniać nadmiar tego dwutlenku. Według obliczeń autora, Tiergarten może pochłoniąć zaledwie 1/14 część CO^2 , wytwarzanego przez oddechy mieszkańców Berlina. Wynika stąd, iż w razie rozrastania się miasta byłoby rzeczą sztywną tworzyć parki o wielkim obszarze, korzystniejsze jest natomiast planowanie obszernej dzielnicy, wyposażonej w większą ilość parków mniejszych. Wydaje się rzeczą niemożliwą, aby niedogodnością, połączonym z ciasnotą ulic związana w starych dzielnicach miasta, można było zaradzić

drogą tworzenia obszernych parków.

Jakkolwiekby jednak były uzasadnione wnioski autora co do roli parków pod względem ich wpływu na zdrowotność powietrza, nie należy zapominać, że jedynie wielkie przestrzenie, pokryte roślinnością, pozwalają dorosłym mieszkańcom miasta moralnie odpocząć po wielkomięjskich trudach i kłopotach; dla dzieci oczywiście sprawa ta przedstawia się odmiennie.

Wyciąg z artykułu dr. inż. F. Biedla z Essen
p.t. "Jak oddycha miasto", zamieszczonego w
"Gesundheits-Ingenieur" (rok 1932 nr.45).

Jeżeli przyjmiesz, że średnica właściwego miasta Berlina wynosi 12 kilometrów, szerokość wszystkich ulic razem wziętych 2 kilometry, a przeciętna wysokość budynków 20 metrów, nie należy sobie wyobrażać, że słup powietrza, przeciągającego przez ulice, posiada również tylko 20 metrów wysokości, w takim bowiem razie kominy budynków, wytwarzające dwutlenek węgla w wielkiej ilości, pozostawałyby zupełnie poza przeciągiem powietrza.

W wyżej podanej ilości 10.250.000 kg. dwutlenku węgla ilość ^{zbiórku} ~~kwasy~~, wydzielonego przez kominy stanowi około 60%, należy za tym przyjąć, że ponad dachami znajduje się warstwa powietrza tejże objętości (12.000 x 20), której zadaniem jest usuwanie gazów spalinyowych, pochodzących z kominów. Rachunek przedstawia się w takim razie o wiele korzystniej, zwłaszcza gdy się weźmie pod uwagę, że podwórza, wchodzące w skład większości budynków (i które razem z ulicami dają 8.000 m. x 20 m.) są również wymiatane przez wiatr i powinny zatem być brane w rachubę. Na to aby zawartość normalna dwutlenku węgla w powietrzu (0.027%) nie

przekroczyła 0,033% potrzebna jest ilość powietrza, wynosząca 85.000.000.000 metrów sześciennych.

Powyższe założenia prowadzą do następującego obliczenia:

$$\frac{85.000.000.000}{(8.000 \times 20 + 12.000 \times 20) 24} = 8.800 \text{ m/godz.} = 2,4 \text{ m/sek.}$$

Tak więc szybkość ruchu powietrza wynosi nie więcej nad 1/10 szybkości wyliczonej przez autorów. Jest ona niższa od przeciętnej szybkości maksymalnej wiatru, która za okres 5 lat wyniosła 3,9 m/sek. O ileby szybkości były jeszcze niższe od 2,4 m/sek. powstałoby stąd nieznaczne zwiększenie zawartości dwutlenku węgla, która mogłaby wówczas przekroczyć 0,033%.

To wszystko bynajmniej nie oznacza, aby oczyszczanie atmosfery nie miało się odbywać również pod wpływem prądów pionowych powstających już na mocy naturalnych warunków turbulencji. Istotnie słusznym rozwiązaniem jest w rzeczywistości rozwiązanie pośrednie, polegające na wspólnym działaniu cyrkulacji pionowej i poziomej, w myśl zasady trójkąta szybkości. Należy też liczyć się z tym, że na pewnej wysokości cyrkulacja pozioma działa o wiele energiczniej. W naszym obszarze przemysłowym, ponad którym w czasie normalnym rozciąga się gęsta chmura dymu, można z łatwością zauważyć z wyżyny strony południowej tego obszaru, że chmura ta posiada bardzo wyraźnie zaznaczoną granicę górną podczas gdy w kierunku poziomym rozciąga się ona bardzo daleko ponad całą okolicą.

Celem niniejszych rozważań jest wyłącznie chęć zwrócenia uwagi na to, iż nie należy niedocenić znaczenia poziomych prądów powietrza dla oddziaływania powietrza w dziedzi.^{x/}

x/ Dr. Niedel nie zauważył, że do naszych obliczeń przyjęliśmy zaledwie 10% dwutlenku węgla, pochodzącego z kominów, i że szybkość 8 m. na sekundę potrzebna jest nawet wówczas, gdy kominy nie są wcale brane w rachubę (jak to stwierdziliśmy wyżej na str. 8-ej).

Zróbmy teraz obliczenie podstawowe cyfr, proponowanych przez dr. Riedla:

2.000.000 mieszkańców	2.000.000 kg. CO ²
105.000 samochodów	1.470.000 " "
60.000.000 kg. dwutlenku węgla pochodzącego ze spalania węgla	60.000.000 " "
780.000 kg. CO ² będące produktem spalania gazów	780.000 " "

Ogółem	64.250.000 kg. CO ²

czyli 32.125.000 m³ dwutlenku węgla.

Należy zatem rozporządzać ilością powietrza:

$$32.125.000 \times \frac{100.000}{6} = 535.000.000.000 \text{ m.}^3$$

Brzyjmując wzór dr. Riedla, otrzymujemy:

$$\frac{535.000.000.000}{(8.000 \times 20 + 12.000 \times 20)} = 55,5 \text{ kilometro-godzin}$$

lub 15,5 metrów na sekundę a nie 2,40, jak to wynika z mylnego obliczenia dr. Riedla.

Na innym miejscu Dr. Riedel mówi, że przeciętna szybkość wiatru w Berlinie wynosi 3,9 metrów na sekundę, możemy wszakże powołać się na takie przykłady, jak szybkość przeciętna w grudniu 1924 oraz w marcu 1923 r., gdy szybkość w pierwszym przypadku wynosiła zaledwie 0,5, w drugim zaś 1,4.

Bywają dnie, gdy przeciętna szybkość wiatru jest jeszcze niższa, a nawet wówczas, gdy były czynione doświadczenia, szybkość pionowa przewyższała szybkość poziomą. Instytut Meteorologiczny w swym sprawozdaniu o sprawie tej pisał co następuje: "Z poczynionych doświadczeń wynika nawet, że w ciągu nocy prąd pionowy powietrza jest silniejszy od wiatru, co zasługiwałoby na szczególną uwagę. Jest to dowód stanowczy, że miasto istotnie oddycha "w kierunku pionowym".

Wyciąg z artykułu Dra Philalethesa Kuhn'a, Dyrektora
Instytutu Higieny przy Uniwersytecie w Gießen, ogłoszonego w "Gesundheits Ingenieur", Rok 1932 Nr.15.

Idąc za tym rozumowaniem, musimy z konieczności dojść do wniosku, że przestrzenie wolne, przestrzenie pokryte roślinnością i wreszcie przestrzenie nawodnione nie powinny być uważane jedynie jako mające na celu przyjemność dla oczu, lecz przede wszystkim jako takie, po których publiczność wolno krąży dla jej największego dobra. Dochodzimy zatem do ustalenia aksjomatu, że tam wszędzie, gdzie istnieje zieloność i gdzie planuje się jej zasadzenie, publiczności służyć powinno prawo odbywania spacerów, od takiej jednak swobody poglądów na tę sprawę jesteśmy jeszcze dalecy. Na przykład w wielkim parku drezdeńskim spacerowicze nie-dzielni zniewoleni są krążyć po alejach niemal krok w krok jeden za drugim, i nikt nie ma prawa wchodzić na trawniki. Te ostatnie powinnyby jednak być właśnie przeznaczone na miejsce gier, sportów i tańców młodzieży. Wspaniały ten park powinienby być wykorzystany w zupełnie inny sposób, aniżeli to się dzieje w rzeczywistości. Oczywiście jednak wprowadzenie jakichkolwiek zmian w tym kierunku uzależnione jest od szeregu kwestii takich, jak uprawa drzew i trawników, których to kwestii nie będę tu poruszał.

Z rozważań tych można jeszcze wyprowadzić wniosek, że nie jest pożądanym sporządzenie planów, w myśl których wysepki zieleności byłyby tu i ówdzie rozrzucone pośród ogromnej ilości budynków. Wysepki takie byłyby zupełnie niewystarczające, gdyż chcąc dojść do nich, publiczność musiałaby odbywać długą drogę wzdłuż ulic.

Od zieleni mamy prawo oczekiwać nie tylko zadowolenia dla wzroku i wypoczynku dla umysłu; ciepło jakie daje listowie, brak kurzu i powietrze wolne od zapachu samochodów nie mogą nas zadowolić. Rzecz najciężniejszą jest zawsze możliwość spacerowania po trawie i dowolnego po niej krącenia. Uderzający tego przykład dostarcza nam w Dreźnie tak zwana Bürgerwiese (łąka mieszczkańska), położona w ten sposób, że doprowadza niemal do samego ratusza, a zatem do serca miasta. Kto z okolic tej łąki pragnie przejść się po wielkim parku, ten nie dąży tu ulicami, lecz przechodzi niezawodnie przez łąkę nawet w tych wypadkach, gdy zmuszony jest przez to nadłożyć drogi. Zwłaszcza latem, w dni upalne, każdy mieszkaniec śródmieścia udaje się na tę łąkę, jak tylko może najwcześniej.

Należałoby w starych miastach, gdy tylko zjawia się po temu okazja, na przykład przy burzeniu starych ulic, dążyć do tworzenia miejscowości tego rodzaju.

Badania Goldmerstein'a i Stodiecka dotyczące pionowego odświeżania powietrza w miastach mają oczywiście duże znaczenie znacznie to jednak nabierze wartości naprawdę praktycznej jedynie wówczas, gdy badania te dadzą się uzgodnić z badaniami higienistów. Prowadzi mnie to do ponownego wyrażenia życzenia, które już niejednokrotnie wypowiadałem, aby przy wyższych szkołach technicznych powstawały wydziały higieny. Dla higienisty możliwość pracowania na Politechnice w Charlottenburgu z takimi specjalistami jak Goldmerstein i Stodieck-Rassner byłaby owocną i pełną korzyści a i technicy mogliby również odnieść tylko korzyść z tego rodzaju współpracy.

Wyciąg z artykułu Dr. Inż. Herberta Gönera z Halli (Saale), ogłoszonego w "Gesundheits Ingenieur" (Rok 1932 Nr. 31).

Pogląd, wyrażony przez Goldmerstein'a i Stodleck'a a polegający na tym, że jedynie krążenie powietrza w kierunku pionowym ma znaczenie dla odświeżania powietrza w miastach, opiera się na obliczeniach, potwierdzonych przez Riedla.

Nie ulega wątpliwości, że cyrkulacja pionowa odgrywa w tym względzie główną rolę i że w samym centrum miasta, zwykle bardzo zacieśnionym, jest to może jedyny sposób odświeżania powietrza, na peryferiach jednak, na przedmieściach i we wszystkich miejscach słabo zabudowanych nie należy niedoceniać cyrkulacji powietrza w kierunku poziomym, chociaż znaczenie tej ostatniej może być różne w zależności od położenia i miejscowych warunków każdej dzielnicy. Wydaje się zatem słusznym trzymać się proponowanej od pewnego czasu metody, aby przy budowie miast nowych unikać bloków murów zamkniętych ze wszystkich stron.

Przestrzenie poświęcone sportom są niezawodnie niezbędne jest jednak rzeczą konieczną zamykać je wśród terenów, przeznaczonych na wypoczynek. Należy zresztą zauważyć w tym względzie że te ostatnie powinny być zamknięte dla ruchu nieograniczonego i że mogą one służyć tylko pewnej liczbie osób, nie należy znaczej w stosunku do całej ludności miasta i to tylko w ograniczonych dniach a nawet godzinach. Tu również należy mieć na względzie tylko cel istotny i zachować właściwą miarę.

Troska o dostarczenie mieszkańcom miasta przestrzeni pokrytych zielonością i o stworzenie dla nich miejsc wypoczynku

powinna stać się dla urbanistów niemieckich jednym z najgłówniejszych zadań. Dobrze przemyślany plan tego rodzaju urządzeń i jaknajracjonalniejsze i najbardziej ekonomiczne zużycowanie środków, jakimi się w tym względzie rozporządza, stanowią zasadniczy warunek twórczości w tym kierunku.

S p i s r z e c z y .

wstęp.	str. 1
Zróżnicowanie wytwarzania się w mieście dwutlenku węgla.	" 2
Czy działania wiatru wystarczą do usuwania dwutlenku węgla, wytwarzającego się w mieście "	6
W jaki zatem sposób oddycha miasto?	" 8
Zonieczność planowania dla wielkich miast obszernych przestrzeni, pokrytych zielenią "	18
Potwierdzenie słuszności naszych obliczeń przez doświadczenia poczynione w Berlinie.	" 20
Wyciągi z ocen krytycznych.	" 28

