

1 9 6 3

Nr 2 (7)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚĆ

WARSZAWA — MIEDZESZY

# PROBLEMY

# ŁĄCZNOŚĆ





# PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ROK 3

WARSZAWA 1963

2/7/

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Ośrodek Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Kolegium Redakcyjne:

Przewodniczący - mgr inż. Zenon Szpigler  
Z-ca Przewodniczącego - mgr inż. Władysław Cetner

Członkowie:

inż. Edmund Janowski, doc. Stefan Jasiński  
mgr Kazimierz Kotowski, mgr inż. Adam Moniuszko,  
mgr inż. Józef Możejko

Sekretarz Redakcji: Irena Kulko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności  
Ośrodek  
Informacji Techniczno-Ekonomicznej  
Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

---

Dział Wydawniczy OKW Instytutu Łączności  
Format B5. Nakład 500. Druk ukończono  
w październiku 1963 r.

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

TREŚĆ

J. WOJNIEWICZ - Klimatyzacja pomieszczeń central telefonicznych

Mgr inż. Janusz Wolniewicz

## KLIMATYZACJA POMIESZCZEŃ CENTRAL TELEFONICZNYCH

### 1. WSTĘP

Tytuł artykułu zachęca do przypomnienia na wstępie ogólnych określeń pojęcia klimatu oraz pochodnego od niego pojęcia klimatyzacji. Tak więc klimat określa się jako ogół zjawisk meteorologicznych, charakteryzujących średni stan atmosfery u jej podłoża nad dowolnym obszarem i w danym okresie czasu, warunkujących charakterystyczny dla nich na danym obszarze układ pogód. Różnica między klimatem i pogodą polega na tym, że można np. mówić o pogodzie jednego miesiąca /np. grudzień/ lub roku /np. rok 1947/, natomiast o klimacie - w całości wszystkich miesięcy grudniowych itd. Elementy, które stanowią o klimacie miejsca, są różnorodnego rodzaju: temperatura, wilgotność, opady atmosferyczne, zachmurzenie, promieniowanie słoneczne, wiatry, ciśnienie atmosferyczne, elektryczne warunki atmosfery, podczas gdy jako czynniki klimatyczne określa się przyczyny, które na elementy klimatu wpływają, jak położenie geograficzne, wysokość nad poziomem morza itd. Niejako "nośnikiem" większości elementów klimatu jest powietrze; mówimy więc o ciśnieniu, temperaturze i wilgotności powietrza, mierzymy temperaturę powietrza itd. Elementem dodatkowym i bardzo ważnym przenoszonym jeszcze przez powietrze są

zanieczyszczenia powietrza, to jest pył oraz gazy i pary substancji nie wynikające z jego naturalnego składu.

Klimaty różnią się mniej lub więcej zależnie od obszaru, którego klimat stanowią, a elementy klimatyczne zmieniają się również zależnie od okresów czasu, którymi mogą być pory roku, miesiące, dni, czy nawet części dnia. Zmiany te mają oczywiście bezpośredni wpływ na kształtowanie się warunków klimatycznych w budynkach i pomieszczeniach, dlatego też można mówić o klimacie wnętrza lub klimacie pomieszczenia. Dla wygody więc w dalszych rozważaniach przyjmiemy umowne pojęcie klimatu wnętrza, przy czym jako zasadnicze elementy tego klimatu będziemy uważali temperaturę, wilgotność, ruch powietrza /wymiana/ i jego zanieczyszczenia.

Od dawna już ludzie starają się poprawić klimat wnętrza, przy czym najpowszechniej znanym i stosowanym sposobem jest ogrzewanie pomieszczeń, przez co osiąga się pewną regulację w zasadzie jednego elementu klimatu - temperatury. Ponieważ jednak temperatura powietrza nie jest jedynym elementem mającym wpływ na dobre samopoczucie, zaczęto stopniowo wpływać na inne elementy klimatu wnętrza i w ten sposób doszło do pojęcia klimatyzacji. Klimatyzacja jest określana [8] jako sztuczne oddziaływanie na powietrze w celu regulacji jego temperatury, wilgotności, czystości i wymiany wg stawianych wymagań. Regulacja temperatury może być regulacją ogrzewania i chłodzenia. Regulacja wilgotności pociąga za sobą regulację nawilżania i suszenia powietrza. Funkcja oczyszczania polega na usuwaniu wszystkich lub części zanieczyszczeń, takich jak

kurz /pył/, dym, bakterie i gazy nieatmosferyczne. Sposób regulacji elementów klimatu pomieszczeń może być różnie rozwiązany, począwszy od prostej cyrkulacji powietrza pokojowego, dokonanej przez pojedynczy klimatyzator, aż do systemu centralnego. Urządzenia, które spełniają te funkcje, powszechnie są znane jako urządzenia klimatyzacyjne.

Temperatura i wilgotność powietrza zewnętrznego zmieniają się zależnie od pory roku. Dlatego też funkcje wykonywane przez urządzenia klimatyzacyjne muszą się również zmieniać. Czynności wykonywane przez urządzenia klimatyzacyjne można podzielić na:

1. Całoroczne - oczyszczanie i wymiana powietrza,
2. Związane z okresami ogrzewania lub funkcje "zimowe" - ogrzewanie i nawilżanie.
3. Związane z okresami chłodzenia lub funkcje "letnie" - chłodzenie i osuszanie.

System klimatyzacji, który wykonuje tylko funkcje 1 i 2 zwany jest "systemem klimatyzacji zimowej". Podobnie system, który wykonuje tylko funkcje 1 i 3 zwany jest "systemem klimatyzacji letniej". System, który wykonuje wszystkie trzy funkcje zwany jest "całorocznym systemem klimatyzacji". Chociaż w pewnych przypadkach, porach roku, a szczególnie w pewnych miejscowościach, może okazać się konieczne osuszanie połączone z niewielkim chłodzeniem lub bez chłodzenia, a nawet z ogrzewaniem, jednak zasada generalna stosunku temperatury i wilgotności odnosi się do punktów 2 i 3.

Cel klimatyzacji był pojmowany początkowo, a nawet czasem i teraz, w sensie tylko wytwarzania dobrego samopoczucia dla ludzi. Jednak zastosowania klimatyzacji rozszerzyły się, tak że dobre samopoczucie ludzi jest tylko jednym z celów istnienia klimatyzacji. Ściślej byłoby powiedzieć, że klimatyzacja może służyć każdemu lub obydwu podstawowym celom:

- 1/ poprawienia ludzkiego samopoczucia,
- 2/ doskonalenia procesów produkcyjnych.

Ostatnio klimatyzacja zaczyna coraz częściej trafiać do pomieszczeń central telefonicznych. Centrale telefoniczne, a zwłaszcza najbardziej istotne ich części, tj. sale stojakowe są wyposażone w ogromną ilość czułych i precyzyjnych urządzeń technicznych /zespoły przekaźników i wybieraków/. Właściwa praca tych urządzeń, jak wskazują wyniki badań, zależy w dużym stopniu od klimatu wnętrza sali. Następne rozdziały niniejszego artykułu zostały opracowane pod kątem widzenia klimatu i klimatyzacji pomieszczeń central telefonicznych, przy czym zasadniczą uwagę poświęcono wpływowi klimatu na urządzenia, a dobre samopoczucie ludzi potraktowano raczej marginesowo w wymiarze niezbędnym dla dopełnienia całości zagadnienia.

## 2. ZASADNICZE ELEMENTY KLIMATU WNIĘTRZA.

### ROZWAŻANIA FIZYCZNE

#### 2.1. Temperatura powietrza

Temperatura powietrza w pomieszczeniu zależy od ilości ciepła wytwarzanego przez różne źródła ciepła przy



uwzględnieniu strat lub zysków ciepła z powietrza zewnętrznego. Źródła ciepła mogą być rozmaite, a mianowicie: ciepło wydzielane przez ludzi, ciepło wydzielane przez oświetlenie, ciepło spowodowane napromieniowaniem słonecznym, ciepło wydzielane przez urządzenia grzewcze, procesy techniczne lub inne źródła oraz ciepło zyskiwane lub tracone na skutek dopływu powietrza zewnętrznego. Możemy wobec tego napisać wzór na bilans cieplny:

$$I_p = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 \text{ kcal/h}$$

gdzie:

- $I_1$  oznacza przyrost ciepła wydzielanego przez ludzi;
- $I_2$  oznacza przyrost ciepła wydzielanego przez oświetlenie;
- $I_3$  oznacza przyrost ciepła spowodowany promieniowaniem słońca;
- $I_4$  oznacza przyrost ciepła wydzielanego przez urządzenie grzewcze, procesy techniczne lub inne źródła ciepła,
- $I_5$  oznacza straty ciepła do chłodniejszego otoczenia, ewentualnie przyrost ciepła z otaczającego /zewnętrznego/ powietrza, przy czym w pierwszym przypadku  $I_5$  przyjmuje wartość ujemną, a w drugim - dodatnią. Wartość  $I_5$  zależna jest od temperatury i wielkości dopływu powietrza zewnętrznego;

$I_p$  oznacza przypadkowy przyrost ciepła, przy czym przyrost ten może przyjmować wartości dodatnie, ujemne lub równe zeru, zależnie od tego, jakie wartości przyjmuje  $I_5$ .

Poniżej przytoczono wg. H. Spülbeck'a i K.H. Steinkühlera [12] przykładowe obliczenie ilości ciepła wydzielonego z urządzeń zainstalowanych w pomieszczeniu centrali telefonicznej i ciepła spowodowanego napromienianiem słonecznym oraz wzrost związanej z tym temperatury.

#### P r z y k ł a d 1

Dwadzieścia siedem średnich i dużych central automatycznych, podlegających Dyrekcji Poczty Okręgu Düsseldorf, posiada objętość około 47000 m<sup>3</sup>. Pojemność tych central wynosi ok. 160000 NN. Na jedną centralę przypada przeciętnie 1740 m<sup>3</sup> objętości pomieszczenia i okrągło 5900 NN. Według R. Führera [12] zużycie energii elektrycznej jest następujące:

0,035 Ah na 1 rozmowę miejscową,

0,100 Ah na 1 automatyczną rozmowę międzymiastową.

W okręgu Düsseldorf przeprowadzono w jednym roku 340 milionów rozmów miejscowych i 84 miliony wychodzących rozmów międzymiastowych /96% jako rozmowy automatyczne/ przy ogólnej pojemności wszystkich CA, wynoszącej 234000 NN. Daje to na jedną dobę i 1 numer cztery rozmowy miejscowe i jedną rozmowę międzymiastową. Zużycie energii jest przy tym  $4 \times 0,05 + 1 \times 0,10 = 0,24$  Ah na jedną dobę i 1 numer. Wyliczono, że w linii abonenckiej

i aparacie telefonicznym strata energii wynosi 20%. Tak więc w sali wybierakowej zamienia się w ciepło  $0,24 \times 0,8 = 0,192$  Ah energii na jedną dobę i 1 numer, co przy współczynniku koncentracji  $k = 1/8$  wynosi  $0,192 \times 1/8 = 0,024$  Ah na godzinę największego ruchu. Przy napięciu 60 V energia tracona na ciepło wynosi 1,44 watogodzin, czyli 1,44 W na godzinę. W centrali telefonicznej o 5900 NN i objętości pomieszczenia  $V = 1740 \text{ m}^3$ , w każdej godzinie największego ruchu będzie zamieniana na ciepło energia:  $5900 \times 1,44 = 8500 \text{ Wh} = 8,5 \text{ kWh}$ . Ponieważ 1 kWh odpowiada ilości ciepła 860 kcal, w każdej więc godzinie największego ruchu powstaje ilość ciepła równa 7300 kcal.

Jeżeli okna sali stojaków wychodzą na południe, to jak wykazały pomiary, na skutek napromieniowania słonecznego dopływa do sali ok. 250 kcal ciepła na godzinę i  $1 \text{ m}^2$  okien. Zakładając, że sala stojaków ma np. 5 okien po  $2 \text{ m}^2$  powierzchni szkła wychodzących na południe, to w lecie przy silnym nasłonecznieniu dopływa do sali /bez stosowania specjalnych środków ochronnych/ jeszcze dalsze  $5 \times 2 \times 250 = 2500$  kcal ciepła na godzinę. Tak więc w godzinie największego ruchu powstaje razem  $I = 7300 + 2500 = 9800$  kcal ciepła.

Wzrost temperatury  $\Delta t$  powietrza oblicza się w założeniu, że nie ma odpływu ciepła na zewnątrz, wg wzoru:

$$\Delta t = \frac{I}{V \cdot c_p} \text{ [}^\circ\text{C]}]$$

gdzie  $c_p$  jest ciepłem właściwym powietrza i wynosi  $0,31 \text{ kcal/m}^3$ , stąd

$$\Delta t = \frac{9800}{1740 \cdot 0,31} \approx 18^{\circ}\text{C}$$

Powietrze w takim pomieszczeniu ogrzałoby się w ciągu godziny największego ruchu o ok.  $18^{\circ}\text{C}$ , gdyby ciepło nie było odprowadzane na zewnątrz.

## 2.2. Pomiar temperatury powietrza

Temperatura suchego zbiornika jest temperaturą powietrza wskazywaną przez termometr z suchym zbiornikiem rtęci. Zwyczajny termometr pokojowy jest termometrem z suchym zbiornikiem. Kiedy odczytujemy temperaturę pokojową, odczytujemy właśnie temperaturę suchego zbiornika.

Temperatura wilgotnego zbiornika jest temperaturą powietrza wskazywaną przez termometr ze zwilżonym zbiornikiem rtęci. Zbiornik rtęci jest wtedy owinięty koszulką z batystu lub muslinu nasyconą wodą i wystawiony na działanie ruchomego powietrza o dostatecznej szybkości przepływu po to, aby sukcesywnie dostarczać do koszulki porcje świeżego powietrza. Wskutek parowania wody z koszulki, zbiornik z rtęcią traci pewną ilość ciepła i termometr taki wskazuje temperaturę niższą niż termometr z suchym zbiornikiem.

Dokładne oznaczenie temperatury może być wykonane przy zastosowaniu termometru rtęciowego /odpowiednio dokładnego/ z osłoniętym zbiornikiem rtęci, co ma na celu usunięcie błędów w pomiarze, wywołanych przez wpływy promieniowania oteczenia. Dostatecznie dobrą osłonę stanowi płaszcz metalowy z otworami /dla umożliwienia prze-

pływu powietrza/ lub posrebrzenie zbiorniczka rtęci.

Nieruchomy termometr mierzy właściwie temperaturę tylko w miejscu swego ustawienia czy zawieszenia. Wskazania jego mogą dość znacznie odbiegać od właściwej temperatury ściany lub innych źródeł promieniowania. Jeszcze wrażliwszy jest termometr z wilgotnym zbiornikiem. Zastosowanie psychrometru Assmana, wytwarzającego sztuczny określony ciąg powietrza oraz posiadającego osłony metalowe wokół zbiorników termometrów, wydaje się najwłaściwszym rozwiązaniem dla dokładnego oznaczania temperatury powietrza. /Psychrometr Assmana pełni zresztą poza tym inną zasadniczą rolę przy określaniu wilgotności powietrza, o czym będzie mowa w rozdz. 2.4/.

### 2.3. Wilgotność powietrza

Rozróżnia się w zasadzie wartość bezwzględną i względną wilgotności. Wartość bezwzględna wilgotności /po niem. "absolute Feuchtigkeit"/ [9] mówi nam, ile gramów wody w stanie gazowym jest zawarte w jednostce objętości powietrza, przy czym jako jednostki używa się gram/ $m^3$  powietrza wilgotnego. Oprócz tego pojęcia, istnieje jeszcze pojęcie wilgotności właściwej /po niem. "spezifische Feuchtigkeit"/ [9] z używaną jednostką gram/kg powietrza wilgotnego oraz pojęcie tzw. stosunku zmieszania /po niem. "Mischungsverhältniss"/ [9] z używaną jednostką gram/kg powietrza suchego. Ponieważ  $1m^3$  powietrza w temperaturze  $20^{\circ}C$  waży ok. 1,2 kg, to np. wartość bezwzględna  $10 g/m^3$  odpowiada wartości 8,33g/kg

wilgotności właściwej lub  $10 \text{ g/kg}$  odpowiada  $12 \text{ g/m}^3$  powietrza. Różnica między wartościami liczbowymi wilgotności właściwej i stosunku zmieszania jest praktycznie do pominięcia. W Anglii i USA używa się innej jednostki do określenia zawartości wilgoci /po ang. "moisture content"/ [8] w powietrzu, a mianowicie gran/funt suchego powietrza, gdzie  $1 \text{ gran} = 0,0648 \text{ grama}$ , a  $1 \text{ funt} = 453,6 \text{ gramów}$ , stąd  $1 \text{ G/kg} \approx 7 \text{ granów/funt}$ . W umiarkowanym klimacie europejskim zawartość wilgoci w powietrzu zmienia się w granicach 1 do  $20 \text{ g/kg}$  powietrza.

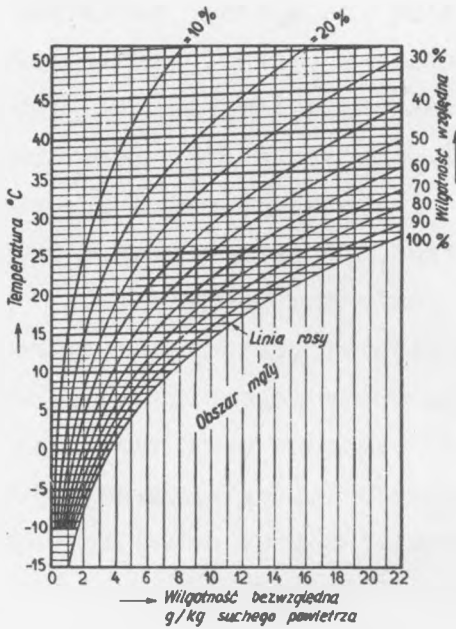
Dla wygody, w celu nie wprowadzania zbyt wielu pojęć, będziemy w dalszym ciągu operować tylko pojęciem wilgotności bezwzględnej rozciągając je niejako, niezbyt może formalnie, ale liczbowo wystarczająco ściśle na spotykane w niniejszym artykule różne jednostki / $\text{gram/m}^3$  powietrza wilgotnego,  $\text{gram/kg}$  powietrza wilgotnego oraz  $\text{gram/kg}$  powietrza suchego/.

Aby przekonać się, czy powietrze jest odpowiednio nawilżone, nie wystarczy znać tylko wartość wilgotności bezwzględnej, ale trzeba jeszcze znać temperaturę tego powietrza. Na przykład przy  $10 \text{ g}$  wody na  $1 \text{ kg}$  powietrza i temperaturze  $15^\circ\text{C}$  powietrze jest "wilgotne". Obniżenie temperatury tylko o  $2^\circ\text{C}$  będzie wystarczające, aby część pary wodnej zawartej w powietrzu mogła ulec kondensacji, przy czym mgiełka kropelek wody osadzi się na przedmiotach. Jeżeli natomiast przy tej samej zawartości wody osadzi się na przedmiotach. Jeżeli natomiast przy tej samej zawartości wody w powietrzu temperatura powietrza podniesie się np. do  $35^\circ\text{C}$ , powietrze takie można już uważać za "suche".

Przy danej temperaturze, powietrze może zawierać tylko określoną graniczną /najwyższą/ zawartość wody w stanie gazowym. Ta graniczna wartość jest zależna od temperatury i rośnie ze wzrostem temperatury /lub maleje z jej spadkiem/. Jeśli powietrze przy danej temperaturze zawiera wartość graniczną wody, to mówimy wtedy, że jest nasycone wodą /a właściwie parą wodną/ w 100%. Inaczej mówi się, że takie powietrze posiada 100% wilgotności względnej. Jeśli powietrze posiada np. tylko połowę granicznej ilości wody, wtedy jego wilgotność względna wynosi 50%. Wilgotność względna mówi nam, jaki procent najwyższej możliwej wilgotności /granicznej/ jest zawarty w powietrzu w danej chwili i przy danej temperaturze lub też pośrednio, jaki jest odstęp od nasycenia. Związek między temperaturą, wilgotnością bezwzględną oraz wilgotnością względną jest przedstawiony w formie wykresu na rys. 1. Poniżej podano przykładowe zastosowanie tego wykresu.

#### P r z y k ł a d 2

Powietrze o temp.  $20^{\circ}\text{C}$  i bezwzględnej wilgotności 9 g/kG posiada 60% wilgotności względnej. Jeżeli ogrzać to powietrze do temperatury  $25^{\circ}\text{C}$ , pozostawiając tę samą wilgotność bezwzględną, to wilgotność względna zmniejszy się do 45%. Jeżeli natomiast oziębimy to powietrze do  $13^{\circ}\text{C}$ , wtedy zostanie osiągnięty punkt rosy /wilgotność względna = 100%/. Przy dalszym oziębianiu powietrza do  $7^{\circ}\text{C}$ , z każdego kilograma powietrza wydzieli się /skropli/  $9 - 6 = 3$  gramy wody.



Rys. 1. Związek między temperaturą, wilgotnością bezwzględną i względną powietrza

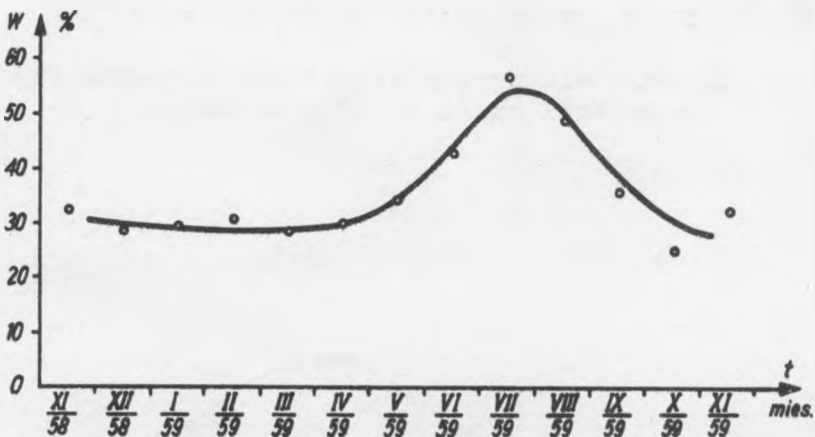
Powietrze będzie teraz zawierać 6 g wody w stanie gazowym na kilogram powietrza, która to wartość wynika z przecięcia się linii rosy z linią stałej temperatury  $7^{\circ}\text{C}$ .

Wilgotność bezwzględna w pomieszczeniu posiada tę samą wartość co wilgotność bezwzględna powietrza zewnętrznego, o ile nie istnieją w pomieszczeniu dodatkowe źródła wilgoci. Takimi źródłami są ludzie oraz procesy powstające przy paleniu się materiałów zawierających wodór. Człowiek dorosły normalnie ubrany przy lekkiej pracy w pozycji siedzącej wydziela w nieruchomym powietrzu o temperaturze  $20^{\circ}\text{C}$  ok. 40 g pary wodnej na godzinę przy wilgotności powietrza 30-70% [3]. Ilość wydzielanej pary



jest zależna od temperatury powietrza i rośnie z jej wzrostem /lub maleje ze spadkiem/.

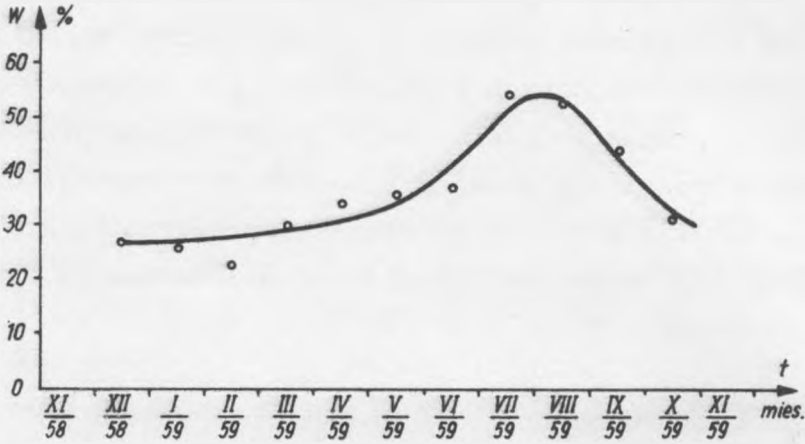
Instytut Łączności prowadził w roku 1958/59/60 badania zmian wilgotności względnej i temperatury w kilku centralach telefonicznych w Polsce [15]. W obiektach tych ustawiono hygrografy i termografy, rejestrujące przebieg zmian wilgotności względnej i temperatury w funkcji czasu. Na podstawie otrzymanego wykresu opracowano krzywe zmian średniej wilgotności względnej miesięcznej w okresie rocznym /rys. 2, 3, 4 i 5/.



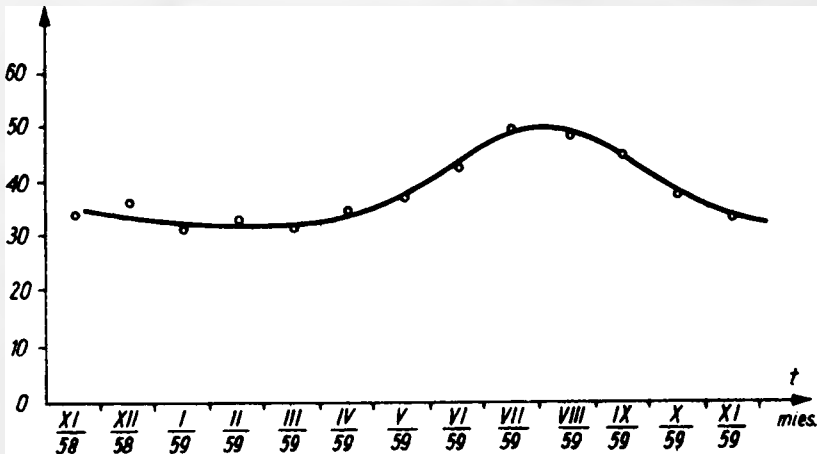
Rys. 2. Średnia miesięczna wilgotność względna /w/ w funkcji czasu /t/ dla CA Czackiego

Jak widać z wykresu, maksimum średniej wilgotności względnej przypada na przełomie miesięcy lipiec - sierpień i waha się w granicach 50-60%. Maksima lokalne, trwające ok. od 2 do 12 godz, osiągały wartości dochodzące do 71-75%, a minima lokalne o wartości nawet 10-15% trwały każdorazowo 4 + 8 godzin. W tablicy 1 podano za-

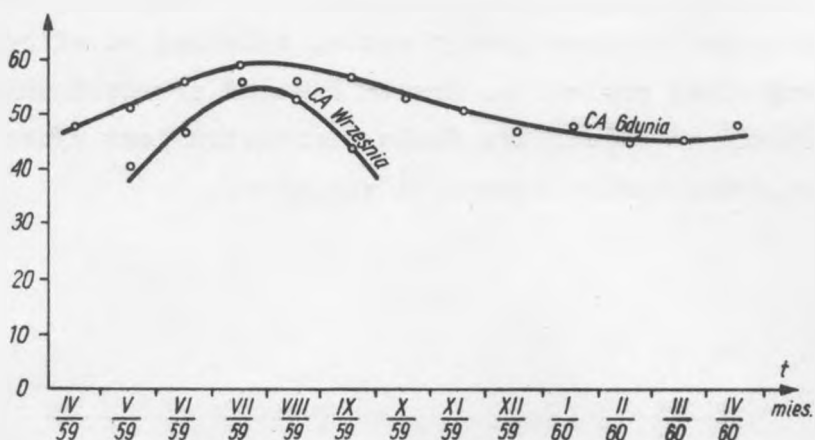
rejestrowane w tym okresie czasu ekstremalne temperatury w objętych badaniami pomieszczeniach.



Rys. 3. Średnia miesięczna wilgotność względna /w/ w funkcji czasu /t/ dla CA Wola



Rys. 4. Średnia miesięczna wilgotność względna /w/ w funkcji czasu /t/ dla CA Piękna



Rys. 5. Średnia miesięczna wilgotność względna /w/ w funkcji czasu /t/ dla CA Gdynia i Września

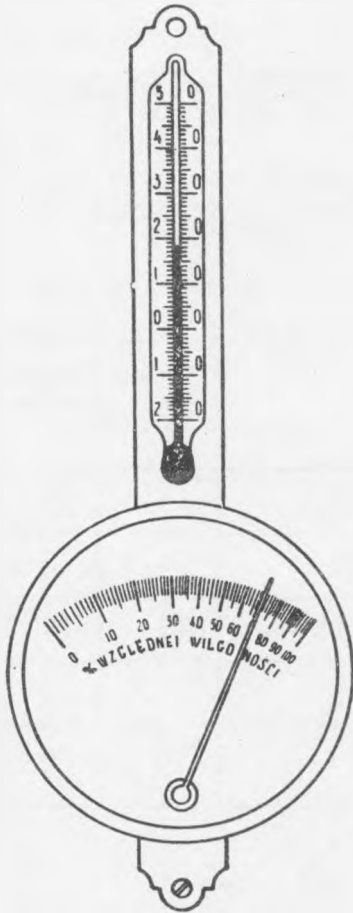
T a b l i c a 1

Obiekt	Okres rejestracji	Temp. min. °C	Temp. maks. °C
CA Czackiego	5.XI.1958 - 2.XI.1959	19,5	32
CA Piękna	6.XI.1958 - 26.X.1959	14,5	31
CA Wola	24.XI.1958 - 16.XI.1959	13	31,5
CA Gdynia	20.IV.1959 - 7.XII.1959	17,5	34
CA Września	23.IV.1959 - 5.X.1959	18	30

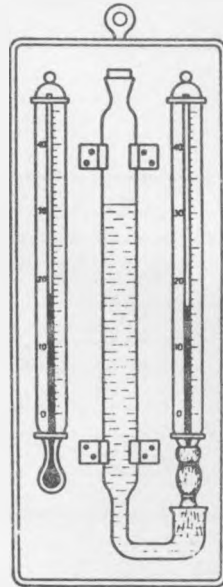
#### 2.4. Przyrządy do pomiarów wilgotności

Powszechnie dotychczas używanymi przyrządami do pomiarów wilgotności w centralach telefonicznych są higrometry włosowe oraz psychrometry Augusta.

Higrometr włosowy /rys. 6/ działa na zasadzie zmiennej długości odfłuszczonego włosa, zależnej od wilgotności względnej powietrza. System dźwigni przenosi zmiany wydłużenia na wskazówkę. Skala higrometru jest wycechowana w procentach wilgotności względnej.



Rys. 6. Higrometr włosowy produkcji polskiej



Rys. 7. Psychrometr Augusta

Psychrometr Augusta /rys. 7/ składa się z dwóch termometrów umieszczanych zazwyczaj na deseczce. Jeden termometr jest z suchym zbiornikiem rtęci, a drugi z wilgotnym, przy czym rozwiązanie jest tego rodzaju, że pod tym drugim termometrem jest umieszczony zbiorniczek z wodą. Na zbiornik z rtęcią termometru "wilgotnego" jest naciągnięta koszulka z materiału tekstylnego, która drugim końcem jest zanurzona w zbiorniczku z wodą. W tym więc układzie jeden z termometrów posiada zbiornik z rtęcią ciągle wilgotny. Psychrometry te zaopatrywane są w tablice, z których na podstawie wskazań obydwu termometrów odczytuje się wilgotność względną powietrza.

Badania prowadzone przez Instytut Łączności [14] wykazały całkowitą nieprzydatność psychrometrów Augusta do pomiarów wilgotności w pomieszczeniach zamkniętych oraz poważne wady higrometrów włosowych, ograniczające zakres ich stosowania. Badane higrometry włosowe, będące uprzednio przez dłuższy czas w eksploatacji, wykazywały wilgotność względną przeciętnie o 20-30% wyższą od wartości rzeczywistej. Przyczyną tego było przebywanie higrometrów przez czas dłuższy w atmosferze o niskiej wilgotności względnej oraz wpływ kurzu na włosy pomiarowe.

Jak podają w swoim artykule H. Spülheck i K.H. Steinkühler [12], na dokładność wskazań higrometrów włosowych wpływają: wahania temperatury powodując zmiany w wydłużalności cieplnej włosów; skutek starzenia się, punkt zerowy higrometru może się przesunąć do 20% wilgotności względnej; na skutek gromadzenia się pyłu na włosach pomiarowych mogą powstawać fałszywe wskazania sięgające aż

do 30% rzeczywistej wilgotności względnej, a gazy zawierające amoniak lub kwasy czynią w krótkim czasie włosy pomiarowe nie do użytku.

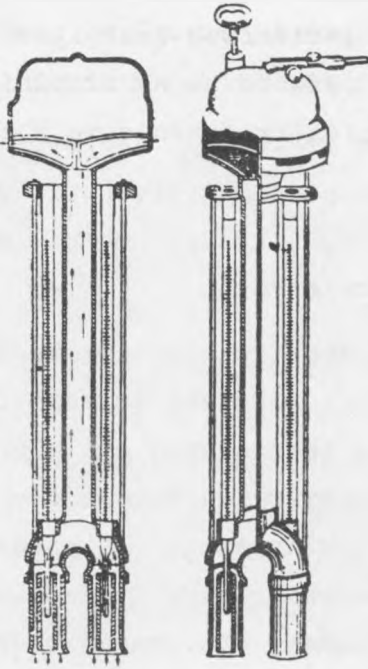
Badane psychrometry Augusta [14] również wykazywały wilgotność względną przeciętnie o 20-30% wyższą od wartości rzeczywistej. Na fałszywy stan wskazań psychrometrów Augusta składa się wiele czynników. Szybkość parowania wody w powietrzu jest tym większa, im wyższa jest temperatura powietrza, im większa jest powierzchnia swobodna wody i im mniej jest pary wodnej w powietrzu ponad wodą. Wskazania termometru ze zwilżonym zbiornikiem zależą od ruchu powietrza, a więc przewiew czy prąd powietrza unoszący parę powiększa szybkość parowania. Dla prawidłowych pomiarów jest więc konieczne utrzymanie stałego, określonego przepływu powietrza. Oprócz tego wskazania termometrów są oczywiście zależne od dokładności ich wykonania oraz narażone na obarczenie błędem na skutek promieniowania. Dostępne na rynku krajowym psychrometry Augusta posiadają właściwie wszystkie możliwe wady, a mianowicie:

- 1/ termometry są za mało dokładne,
- 2/ zbiorniki z rtęcią termometrów posiadają różne wymiary i kształt, co wpływa w termometrze ze zwilżonym zbiornikiem na szybkość parowania /chłodzenia/,
- 3/ zbiorniki z rtęcią nie są chronione przed wpływem promieniowania,

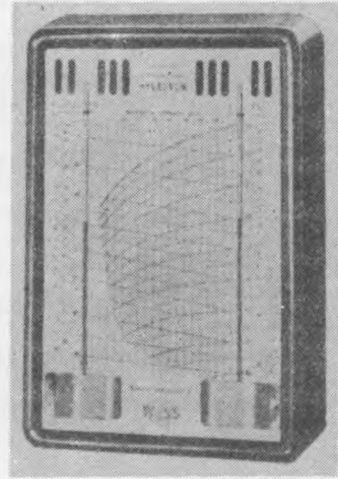
- 4/ koszulka termometru "wilgotnego" jest na ogół wykonywana z niewłaściwego materiału,
- 5/ konstrukcja psychrometru utrudnia przepływ powietrza wokół zbiorników z rtęcią,
- 6/ tablice psychrometryczne, w które są zaopatrzone psychrometry Augusta są wykonane dla prędkości powietrza dużo wyższych niż te, z którymi można się liczyć w pomieszczeniu zamkniętym.

Żadnej z tych wad nie posiada konstrukcja psychrometru aspiracyjnego Assmana /rys. 8/. Końcówki termometrów są tu umieszczone w wypolerowanej rozdwojonej na końcu rurze metalowej. Wiatraczek uruchamiany za pomocą mechanizmu zegarowego lub silniczka elektrycznego wytwarza stały ciąg powietrza w rurze o szybkości ok. 2 m/sek. Nad wiatraczkiem jest umieszczony bębenek, obserwacja którego pozwala na kontrolę obrotów wiatraczka. Zbiornik z rtęcią termometru wilgotnego jest owinięty tkaniną, którą zwilża się wodą destylowaną na czas pomiaru. Na podstawie wskazań termometrów /poza wskazaniem temperatury powietrza/ można odczytać z odpowiednich dla psychrometru Assmana tablic dokładną wartość wilgotności względnej /dokładność ok. 1%/ , bezwzględnej oraz inne pochodne wartości, jak temperaturę punktu rosy, ciśnienie cząstkowe itp.

W Niemieckiej Republice Federalnej ukazał się od niedawna na rynku uniwersalny miernik wilgotności "Hygronom" /rys. 9/. Przyrząd ten wskazuje wilgotność względną i bezwzględną, temperaturę otoczenia, temperaturę punktu



Rys. 8. Psychrometr aspiracyjny Assmana



Rys. 9. Miernik wilgotności "Hygronom" produkcji NRF

rosy, odstęp od punktu rosy, ciśnienie cząstkowe i ciśnienie pary nasyconej. Zasada działania jest następująca. Na rurkę szklaną jest naciągnięta koszulka z włókien szklanych, nasyconych roztworem chlorku litu  $\text{LiCl}$ . Na koszulce są nawinięte dwa druty ze szlachetnego metalu w ten sposób, że nie dotykają się wzajemnie. Dwa końce drutów są przyłączone do 24-woltowego uzwojenia transformatora. Kiedy higroskopijna sól  $\text{LiCl}$  pobierze wilgoć z otoczenia, wtedy wilgotny roztwór soli staje się przewodzącym. Płynący wtedy prąd zmienny na skutek ciepłego dzia-



łania podnosi temperaturę roztworu i ciśnienie pary wodnej nad roztworem oraz osusza roztwór, który w stanie wysuszonym staje się nieprzewodzący. Sucha sól znów pobiera wilgoć, wskutek czego prąd zaczyna płynąć, podnosić temperaturę i ciśnienie pary wodnej, suszyć roztwór itd. Po krótkim czasie temperatura roztworu ustala się na wartości bliskiej temperatury przemiany, która odpowiada zrównaniu się ciśnień pary wodnej nad roztworem i w otoczeniu. Temperatura ta, którą wskazuje stojący w omawianej szklanej rurce termometr, jest miarą bezwzględnej wilgotności, ciśnienia cząstkowego pary wodnej i punktu rosy. Wielkości te można bezpośrednio odczytać na odpowiednich skalach tego termometru. Termometr ten znajduje się z lewej strony przyrządu. Termometr z prawej strony pokazuje temperaturę powietrza w pomieszczeniu. Punkty przecięcia krzywych łączących termometry pozwalają na odczytanie wilgotności względnej w procentach. Odległość od punktu rosy jest różnicą wskazań obydwu termometrów.

## 2.5. Zanieczyszczenia powietrza

### 2.5.1. Pył

Jako pył określa się stałe cząstki, których wielkość waha się w granicach od 1 do  $200 \mu / 1 \mu = 1/1000 \text{ mm}$ . Cząsteczki wielkości mikrona odpowiadają cząsteczkom dymu z papierosa. Cząsteczka taka jako pojedyncza jest oczywiście niewidoczna gołym okiem. Cząsteczki o wielkości 100 do  $200 \mu$  są już widoczne i mogą być wyczuwalne w pal-

cach. Unoszący się w powietrzu i osiadający na przedmiotach, ziemi lub podłodze /powszechnie zwany kurzem/ jest na ogół mieszaniną pyłów różnych rodzajów i wielkości. Znajdują się w nim długie, gołym okiem dostrzegalne włókna tekstylne, ziarenka piasku, cząsteczki popiołu i koksu, starte cząsteczki gumy i innych ciał stałych aż do mikroskopijnie małych cząstek sadzy i dymu. Cząsteczki te porywane są przez prądy powietrzne i w powietrzu nieruchomym /na ogół w pomieszczeniu/ opadają stopniowo na ziemię /na podłogę/ lub znajdujące się na niej przedmioty, przy czym zależnie od wielkości cząstek, szybkość opadania waha się w granicach 0,03 do 100 cm/sek.

Pyły mogą być ogólnie sklasyfikowane jako pochodzenia wewnętrznego i zewnętrznego.

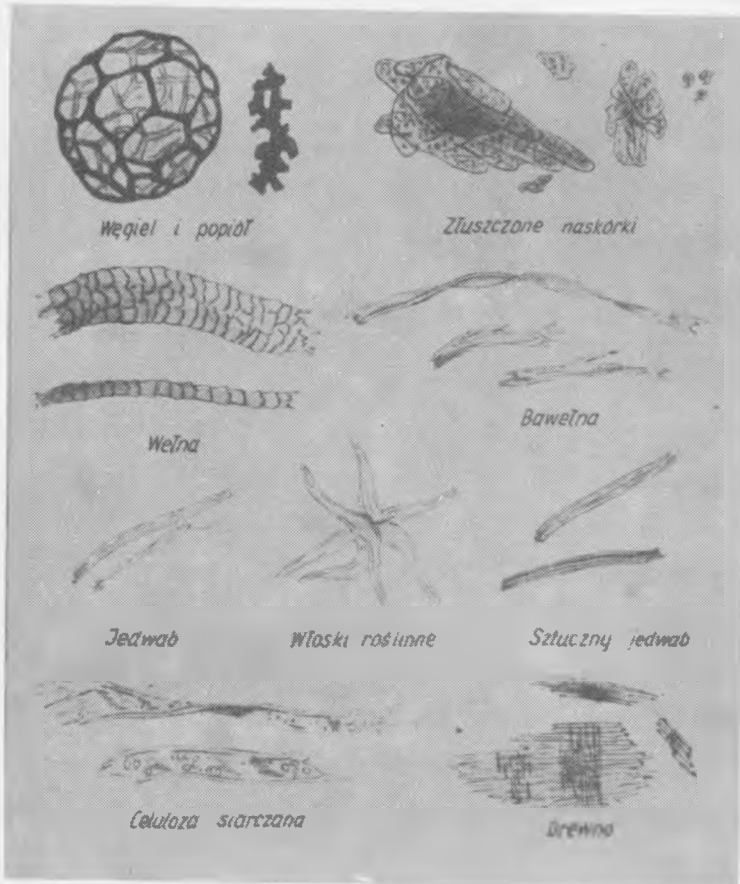
Pyły pochodzenia wewnętrznego zawierają włókna tekstylne powstałe przez strzępienie się ubrań oraz strzępienie włókien kabli w oplocie włóknistym przy ich przekładaniu lub przesuwaniu w sali stojakowej, włókna i miążgę drzewną powstałe przez strzępienie się papieru, zużyczone naskórki pochodzenia ludzkiego, produkty zużycia aparatów i zanieczyszczenia powstałe w procesie produkcyjnym i instalacji.

Pyły pochodzenia zewnętrznego zawierające popioły, cząsteczki koksu, sadze i substancje mineralne a nieraz i roślinne mogą się przedostawać do pomieszczenia sali stojakowej z brudnych butów lub z powietrzem zewnętrznym.

Na rysunku 10 są pokazane różne rodzaje cząsteczek pyłu.

Największa ilość pyłu dostaje się do sali stojaków z

powietrza zewnętrznego w okolicach uprzemysłowionych bogatych w pył, przez otwarte drzwi i okna lub przez nie-szczelności w oknach i drzwiach.



Rys. 10. Niektóre rodzaje pyłów mających ujemny wpływ na prace zestyków /powiększenie 100-krotne/

W zanieczyszczaniu powietrza biorą udział trzy główne źródła:

- 1/ przemysł ciężki, a szczególnie hutnictwo, piece koksownicze, zakłady chemiczne i cementownie, jak rów-

niez wszelkiego rodzaju zakłady produkcyjne, w których znajdują się wielkie kotłownie;

2/ przemysł drobny i gospodarstwa domowe;

3/ środki komunikacji, jak kolej i pojazdy mechaniczne.

W źródłach tych wyróżnić można takie, które wydzielają pyły i dymy oraz takie, które wydzielają gazy i pary. W przeciwieństwie do gazów i par, dym składa się z drobnych stałych cząsteczek. Uchodzące z kominów dużych i małych palenisk chmury dymu zawierają jako stałe cząsteczki wielkie ilości niespalonego węgla i lotnego popiołu. Ilość lotnego popiołu ze spalonego węgla wynosi w najlepszym przypadku 5-15%, a przy mniej wartościowym węglu może dochodzić aż do 40%. Z komina przemysłowego spada niekiedy w odległości równej jego 10-krotnej wysokości ponad 3 kg pyłu miesięcznie na każde 100 m<sup>2</sup> powierzchni ziemi. W gęsto zabudowanym okręgu przemysłowym powierzchnia pokryta pyłem może osiągać 20 do 30 km<sup>2</sup> [12].

Również gospodarstwa domowe i małe zakłady przemysłowe przyczyniają się w poważnej mierze do zanieczyszczenia powietrza. Na przykład w Duisburgu w 1955 roku 20 do 25% całego zapotrzebowania węgla kamiennego spalono w gospodarstwach domowych i drobnym przemyśle [12]. Paleniska gospodarstw domowych, a szczególnie drobnego przemysłu często są przestarzałe i do tego nierzadko niewłaściwie obsługiwane, tak że w spalinach obok lotnego popiołu znajdują się jeszcze pod postacią dymu lub sadzy żarzące cząsteczki węgla niespalone lub tylko częściowo spalone.

Dym i sadze powstają także przy spalaniu wszelkiego rodzaju mieszanek palnych i dlatego te źródła również nie mogą być pominięte.

Zanieczyszczenia powietrza powodowane przez kolej i pojazdy mechaniczne mają tylko miejscowe znaczenie. Przeważnie obserwuje się zanieczyszczenia powietrza na znacz-



Rys. 11. Nagromadzony pył we wnętrzu wentylatora

nym obszarze w okolicy dużych i towarowych dworców oraz na gęsto uczęszczanych trasach kolejowych. Na przykład opad pyłu na trasie kolei Remagen - Bonn w NRF przed elektryfikacją wynosił  $1,23 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$  powierzchni, a na trasie Bonn - Köln -  $1,88 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$  powierzchni na miesiąc [12].

Rysunek 11 pokazuje wnętrze, zainstalowanego w centrali telefonicznej, wentylatora po zdjęciu filtra powietrza. Można tu ocenić jak wielka ilość pyłu z powietrza zewnętrznego osadza się między wiatraczkiem a filtrem w okolicach, w których opad pyłu jest duży.

Charakterystyczne jest zjawisko, że ilość unoszącego się pyłu w powietrzu wewnątrz zamkniętych pomieszczeń jest nieraz wyższa niż na zewnątrz pomieszczenia. Kiedy mianowicie wiatr wieje w okna pomieszczenia, to przy większej szybkości wiatru pył z powietrza zewnętrznego przedostaje się ciągle i dość intensywnie przez nie-szczelności okien do wnętrza; natomiast w miejscach wypływu pyłu szybkość jego przenoszenia jest znacznie mniejsza, gdyż oczywiście w pomieszczeniu nie może być mowy o jakichś wiatrach tak że tylko część jego opuszcza pomieszczenie. Stąd dochodzi do tego, że w pomieszczeniach nieużytkowanych odkłada się wkrótce warstwa pyłu, składająca się przeważnie z pyłu najdrobniejszego.

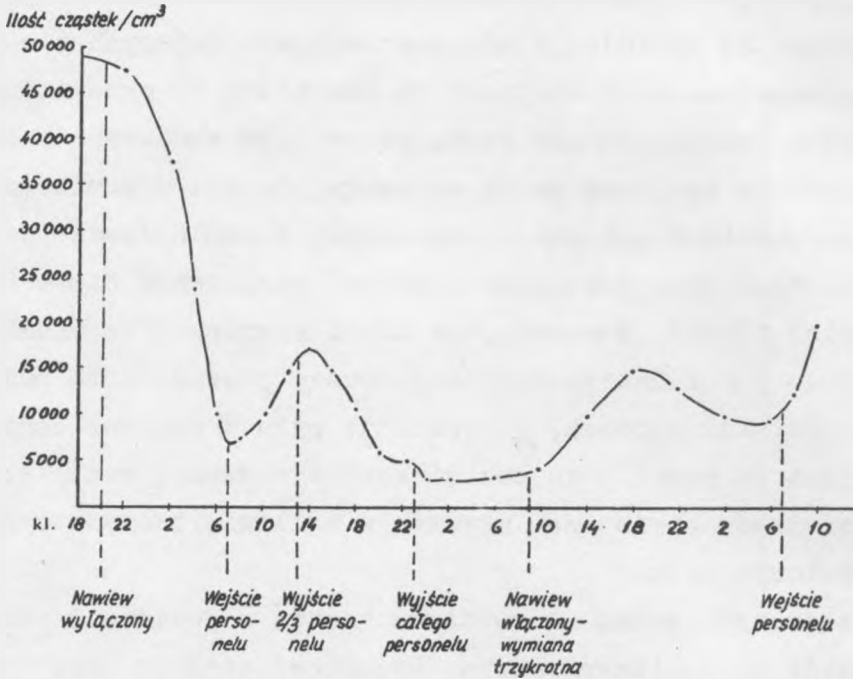
### 2.5.2. Pomiary pyłu

Pomiary pyłu prowadzone w sali stojaków centrali telefonicznej w Essen przez Instytut Badawczy Pyłu wykazały, że koncentracja pyłu w pomieszczeniu tym wynosiła w dzień  $1,51 \text{ mg/m}^3$  powietrza, a w nocy  $1,25 \text{ mg/m}^3$  [12]. Wartości te są średnimi z pomiarów prowadzonych w ciągu 6 dni. Na podstawie pomiarów przyjęto  $0,5 \text{ mg/m}^3$  jako wartość średniego zapylenia powietrza zewnętrznego w miastach przemysłowych. Wynika stąd, że koncentracja pyłu w sali stojaków w dzień była 3 razy większa niż w powie-

trzu zewnętrznym. Mniejsza ilość pyłu w powietrzu podczas nocy /koncentracja pyłu w czasie dwóch godzin spadła aż do  $0,8 \text{ mg/m}^3$ / wskazuje na wpływ pracującego w sali personelu. Personel poruszając się powoduje ruch powietrza, przez co następuje unoszenie się i skłębianie pyłu osiadłego na podłodze i urządzeniach znajdujących się na sali. Omawiana sala stojaków CA posiadała 32 okna i tylko jedno urządzenie nawiewne, które było wbudowane w okno. Badania optyczne pyłów wykazały, że pył w pomieszczeniu pochodził w przeważającej ilości z węgla /sadze/ i żużla. Włókienka tekstylne i piasek znajdowały się w niewielkiej ilości. Przeważająca ilość cząstek była wielkości 3 do  $5 \mu$ . Instytut Pyłowy, który prowadził te badania, postawił wniosek, że redukcja pyłu w pomieszczeniu nie jest do pomyślenia bez ciągłej wymuszonej wentylacji sal stojaków powietrzem czystym w możliwie dużym stopniu pozbawionym pyłu.

Cząsteczki pyłu, które się znajdują w powietrzu sali stojaków są w ciągłym ruchu. Najwięcej cząstek pyłu leży jednak na podłodze i innych powierzchniach poziomych. Cząsteczki te są poruszane przez prądy powietrzne wywoływane przez przechodzące lub pracujące osoby, otwieranie okien lub przez powietrze napływające z urządzeń klimatyzacyjnych. Badania prowadzone przez f-mę L.M. Ericsson [5] wykazały również wahania koncentracji pyłu w zależności od ruchu powietrza w pomieszczeniu. Rysunek 12 pokazuje krzywą wahań koncentracji pyłu w centrali automatycznej systemu ARF 10 o pojemności 20000 NN. Z krzywej tej widać związek między koncentracją pyłu a ilością obecnego

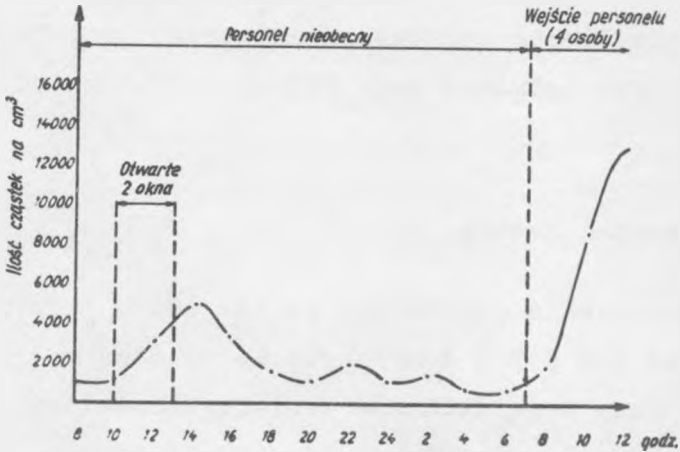
personelu oraz ilością wymian powietrza na godzinę. Rysunek 13 pokazuje również w innym badanym obiekcie wpływ otwierania okien na koncentrację pyłu [4].



Rys. 12. Wahania koncentracji pyłu w centrali automatycznej ARF 10 o pojemności 20000 NN przy normalnej 9-krotnej i obniżonej 3-krotnej wymianie powietrza na godzinę oraz wahaniach wilgotności  $57 \pm 63\%$  i temperatury  $+25,6^{\circ}\text{C} \pm 26,2^{\circ}\text{C}$

Dla właściwej oceny pyłów należy wykonać przede wszystkim analizę pyłu wg rodzaju, wielkości ziaren i ich ilości. Rodzaj pyłu ocenia się już przeważnie na podstawie źródła pochodzenia /lotny popiół, kurz uliczny, sadze, pył kamienny, włókienka itp./.. Wielkość ziaren i ich pro-





Rys. 13. Zmiany koncentracji pyłu w sali stojaków

centowy udział mogą być określone za pomocą aparatu osadowego. W aparacie tym ustala się wielkości ziaren na podstawie różnych szybkości opadania cząstek w płynie. Można również rozdzielić różnej wielkości ziarna w tzw. "wietrznym siewniku". Tutaj w skierowanym w górę strumieniu powietrza cięższe ziarna pozostają w dole, a lżejsze są unieszone bardziej w górę. Istniejącą w powietrzu koncentrację pyłu można określić w sposób następujący: przez filtr, którego ciężar ustala się najpierw dokładnie, przedmucha się określoną większą ilość badanego powietrza. Następnie ustala się ilość samego pyłu przez ponowne dokładne zważenie filtru nasyconego pyłem. Można również za pomocą małej pompy tłokowej zassać określoną ilość badanego powietrza i potem wdychnąć je na

tarczę pokrytą środkiem lepiącym. Cząsteczki pyłu zatrzymane w ten sposób na tarczy są potem oglądane i liczone pod mikroskopem. Zależnie od urządzenia pomiarowego, ilość pyłu zostaje podana w  $\text{mg}/\text{m}^3$  lub  $\text{g}/\text{m}^3$  powietrza lub jako liczba cząstek na  $\text{cm}^3$  powietrza,  $\text{T}/\text{cm}^3$ . Poza wymienionymi istnieje cały szereg innych metod analizy pyłu.

### 2.5.3. Domieszki gazowe

Zanieczyszczenia gazowe nie są tak łatwo optycznie dostrzegalne jak pył i dym /chyba że wchodzi w grę gazy barwione/. Gazy mają jednak w zanieczyszczeniu atmosfery większy udział niż pyły; a ponadto są one na ogół szkodliwe dla zdrowia, nawet przy mniejszej ich koncentracji. Obok tlenku i dwutlenku węgla, które powstają przy spalaniu paliw stałych, płynnych i gazowych, przy tych samych procesach spalania powstaje także w dużej ilości dwutlenek siarki, ponieważ substancje palne zawierają również siarkę. W okolicach uprzemysłowionych, tam gdzie są zakłady hutnicze i chemiczne, należy się jeszcze liczyć z gazem fosforowym i chlorowym. W okolicach nadmorskich wilgotne powietrze zawiera pewne ilości rozpuszczonych soli, głównie chlorku sodu. W samych pomieszczeniach mogą powstawać również gazy zawierające olej, na skutek używania filtrów zwilżanych olejem oraz gazy powstałe na skutek parowania wosku używanego do podłóg, lakierów bakelitowych z nowych urządzeń itp.

## 2.6. Ruch powietrza. Wymiana samoczynna

Siłą naturalną wywołującą ruch powietrza jest różnica ciężarów różnych jego warstw. Warunkiem wymiany powietrza wewnętrznego jest różnica ciśnień pomiędzy ciśnieniem wewnątrz pomieszczenia i na zewnątrz budynku. Drugim warunkiem jest przepuszczalność ścian budynku. Zależy ona od porowatości materiałów budowlanych, nieszczelności powstałych przy wiązaniu różnych elementów budowlanych, np. murów i okien, a wreszcie od otworów służących do wymiany powietrza. Wielkość wymiany będzie więc zależała od różnicy ciśnień i od oporów, które powietrze napotyka na swojej drodze. Różnica ciśnień jest wywołana naturalnymi warunkami ruchu powietrza, jak np. różnicą temperatur mas powietrza czy naporem wiatru. Wymiana odbywa się oczywiście z obszaru wyższego do obszaru niższego ciśnienia. Różnica ciśnień powietrza wewnętrznego i zewnętrznego jest tym większa, im większa jest różnica temperatury wewnętrznej i zewnętrznej oraz im większa jest wysokość pomieszczenia. Wymiana powietrza w pomieszczeniu odbywa się w płaszczyźnie pionowej i poziomej. Wymiana samoczynna pozioma odbywa się głównie przez szczeliny w oknach i drzwiach, a w budynkach drewnianych również przez szczeliny między deskami. Przenikanie powietrza przez szpary, nieszczelności i pory wskutek różnicy temperatur i istnienia wiatru nazywa się infiltracją. Przez szczeliny te powietrze może przechodzić ze stosunkowo dużą szybkością, wskutek czego w masie powietrza wypełniającego pomieszczenie powstają prą-

dy miejscowe o dużej nieraz prędkości, mogące powodować przykre dla ustroju ludzkiego przeciągi. Zmienność wiatru, zarówno co do kierunku jak i prędkości, wywołuje dużą zmienność wielkości wietrzenia naturalnego. Ilość wprowadzonego świeżego powietrza na godzinę może być odniesiona do objętości pomieszczenia. Jedna wymiana na godzinę lub wymiana jednokrotna znaczy, że objętość świeżego powietrza wprowadzanego w każdej godzinie do pomieszczenia jest równa objętości pomieszczenia. Dla określenia liczby wymian wzbogaca się powietrze dwutlenkiem węgla, określa stężenie początkowe, następnie po pewnym czasie obserwacji oznacza stężenie końcowe. Do obliczenia służy wzór:

$$L = \frac{V}{t} \lg \frac{k_a - k}{k_e - k}$$

gdzie:

- L - liczba wymian na godzinę,
- V - pojemność pomieszczenia,
- t - czas obserwacji w godz.,
- $k_a$  - stężenie początkowe  $\text{CO}_2$  /po wzbogaceniu/,
- $k_e$  - stężenie końcowe,
- k - stężenie  $\text{CO}_2$  w powietrzu zewnętrznym.

## 2.7. Przyrządy do pomiarów prędkości przepływu powietrza

**A n e m o m e t r s k r z y d e ł k o w y .** Do celów sanitarno-technicznych używa się specjalnych anemometrów

skrzydełkowych z urządzeniem zegarowym, za pomocą którego odczytuje się bezpośrednio prędkości przepływu powietrza w m/sek. Zwykły zakres pomiarów wynosi od 0,2 do 20 m/sek. Anemometry te muszą być legalizowane; przy małych prędkościach dają bardzo dokładne wartości. Anemometr podaje dokładnie tylko prędkości tego strumienia powietrza, który działa bezpośrednio na płaszczyznę jego wiatraczka. Pomiar prędkości przepływu przy np. większych otworach wlotowych lub wylotowych muszą być w związku z tym dokonywane w różnych punktach ich przekrojów, po czym oblicza się średnią z kilku pomiarów.

**K a t a t e r m o m e t r .** Katatermometr jest to termometr spirytusowy lub rtęciowy o długiej rurce i dużym zbiorniczku. Na rurce są oznaczone jedynie temperatury 38,0 i 35,0°C. Wykorzystuje tu się efekt wielkości chłodzenia przy ruchu powietrza. Przed użyciem katatermometr podgrzewa się do temperatury powyżej 38°C, a następnie umieszcza w statywie i za pomocą stopera określa się czas, w jakim słupek rtęci /lub alkoholu/ opada od temp. 38°C do temp. 35°C. Wielkość ochłodzenia  $H$  otrzymuje się ze wzoru:

$$H = \frac{F}{t}$$

gdzie:

$F$  - jest wartością legalizacyjną katatermometru,

$t$  - czasem notowanym.

Znając wartość  $\frac{H}{t}$ , gdzie jest różnicą pomiędzy średnią temperaturą przyrządu 36,5°C a temperaturą powietrza,

ze specjalnych tablic można odczytać prędkość przepływu powietrza. Za pomocą katatermometru można mierzyć ruchy powietrza bardzo słabe i wielokierunkowe, czego nie można uzyskać żadnym anemometrem.

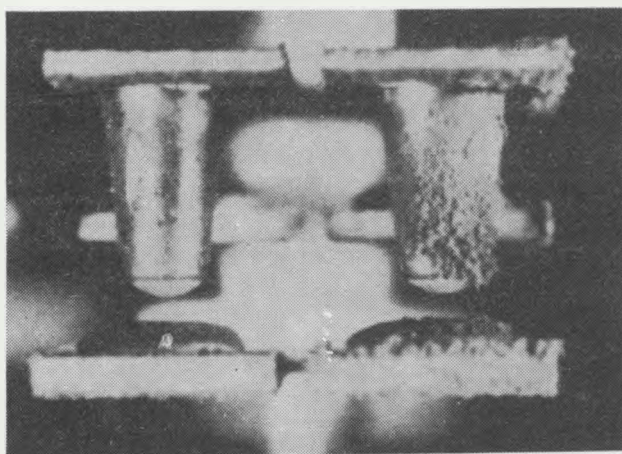
Oprócz w/w przyrządów, do pomiarów bardzo małych prędkości przepływu powietrza są używane jeszcze anemometry żarzeniowe i jonowe.

### 3. ODDZIAŁYWANIE KLIMATU WNEŹTRZA

#### 3.1. Wpływ klimatu na urządzenia central telefonicznych

Jak już było powiedziane, elementy klimatu zmieniają się dla danego miejsca i to znacznie w czasie. Zmiany te wywołują oczywiście również znaczne zmiany w klimacie wnętrza. Badania i doświadczenia eksploatacyjne zebrane w kilku krajach wykazały, że dla prawidłowego funkcjonowania urządzeń centrali telefonicznej zmiany klimatu wnętrza muszą być utrzymane w dosyć wąskich granicach. Dlatego też wszędzie tam, gdzie elementy klimatu wnętrza nie są poprawiane w sposób sztuczny, należy się liczyć z gorszym w mniejszym lub większym stopniu funkcjonowaniem centrali. Na niewłaściwym poziomie i niewłaściwych granicach utrzymywane elementy klimatu wnętrza wpływają przede wszystkim na pracę zestyków i to zarówno ślizgowych /wybieraki/, jak i dotykowych /przekazniki/, na korozję części metalowych /a więc i zestyków/ oraz na pogorszenie własności materiałów izolacyjnych.

Już dawno stwierdzono wyraźną zależność zakłóceń działania urządzeń centrali od koncentracji pyłu. Pył jest wrogiem nr 1 zestyków. Pył unoszący się w powietrzu osiada i utrzymuje się na styczkach przekaźników oraz mechanizmach i polach stykowych wybieraków, częściowo wskutek powszechnego zjawiska przyczepności mechanicznej /adhezji/, a częściowo wskutek przyciągania elektrostatycznego przez zestyki będące pod napięciem. Poza tym w chwili rozwarcia zestyków powstaje strefa zjonizowana dookoła styczek i cząsteczki pyłu znajdujące się w tej strefie zostają naładowane i przyciągnięte do sąsiadujących powierzchni styczek. Rysunek 14 pokazuje powiększone zdjęcie zestyków, na których widać wyraźnie osad pyłu



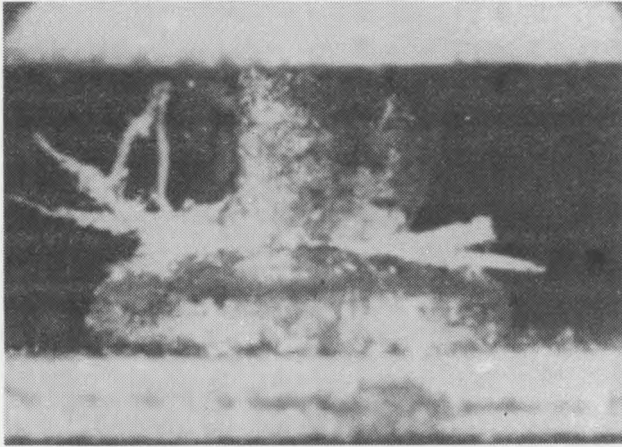
Rys. 14. Osad pyłu na zestykach

ku. Pył powoduje wadliwe działanie zestyków, a więc przerwy, wahania oporności zestyków, a te ostatnie mogą wpły-

wać bądź na przebiegi łączeniowe, bądź też powodować w obwodach rozmównych szumy pogarszając zrozumiałość. Pył wpływa również na przedłużenie iskry w szczelinie styku przy przerywaniu obwodu elektrycznego i w ten sposób przyczynia się do zwiększenia czasu trwania łuku. Poza tym pył współdziała przy pokrywaniu się powierzchni styku błonkami śniedzi na skutek akcji chemicznej lub przyczynia się do zmiany struktury błonki już istniejącej.

W USA przeprowadzono interesujące badania dotyczące pochodzenia i wielkości cząstek pyłu powodujących przerwy w zestykach. Badania te wykazały, że 80% fałszywych przerw w zestykach spowodowane było przez cząsteczki pyłu o średnicy większej niż  $25 \mu$  /niektóre źródła podają  $50 \mu$  /. Cząsteczki te pochodziły z włókien tekstylnych, a mianowicie z włókien bawełny, jedwabiu, jedwabiu sztucznego i innych tekstyliów obecnych w pomieszczeniu centrali telefonicznej i pochodzących z ubrań oraz izolacji kabli. Rysunek 15 pokazuje zdjęcie zestyku, w którym powstała fałszywa przerwa wywołana cząstkami włókien tekstylnych. Powodem powstałych 20% fałszywych przerw w zestykach były większe i cięższe cząsteczki pochodzenia zewnętrznego, jak piasek, sadze oraz lekkie cząsteczki pochodzenia roślinnego. Cząsteczki węgla natomiast, szczególnie kiedy są mniejsze od  $2 \mu$  wpływają tylko nieznacznie na działanie urządzeń. Z drugiej znowu strony drobniejsze cząsteczki mogą również wywołać zakłócenia w zestykach na skutek sprasowywania się i tworzenia większych skupień. Te drobne i najdrobniejsze cząsteczki pyłu o tyle są ważniejsze od cząstek grubszych, że te o-





Rys. 15. Przerwa zestyku spowodowana cząsteczkami włókien tekstylnych

statnie nie zawsze na skutek większego ich ciężaru mogą się utrzymać np. między pionowo usytuowanymi zestykami przekaźników i wkrótce opadają na podłogę. Pył ziarnisty powoduje zwiększenie zużycia /ścierania się/ powierzchni ślizgowych wybieraków i również zwiększa elektryczną oporność "przejścia". Wyschnięte i przez to stwardniałe cząsteczki pyłu działają na wycinki pola stykowego wybieraków jak papier ścierny. Pył tworzy w przypadku znajdującej się na polach stykowych cienkiej warstewki oleju - ciemną warstewkę smaru, która wywołuje zakłócenia.

Nowsze badania wykazały, że nie tylko cząsteczki ciał stałych w formie pyłu, lecz również substancje gazowe są szkodliwe dla zestyków. Działanie np. gazowego dwutlenku siarki na styczki srebrne powoduje powstanie na nich siarczynu srebrowego  $Ag_2SO_3$  /białawy osad, który pod wpływem

światła i ciepła najpierw staje się brązowy, a potem czarny/, co po dłuższym czasie doprowadza do zakłóceń w pracy zestyków. Jeżeli na styczki działa siarkowódor  $H_2S$ /, to powoduje on powstanie na nich siarczku srebra  $Ag_2S$ . Spostrzeżenie badaczy, że zmiana barwy styczek nie świadczy o niezdolności zestyku do pracy, gdyż cienka błonka śniedzi spowodowana oddziaływaniem siarkowodoru nie jest szkodliwa, jest słuszne z tym zastrzeżeniem, że błonka taka nie musi, ale może spowodować fałszywą przerwę zestyku. Nie należy również zapominać o stałym wzroście grubości takiej błonki.

W bardzo ścisłej zależności z koncentracją i wpływem zanieczyszczeń powietrza jest jego wilgotność. Przy wyższej wilgotności powietrza lekkie cząsteczki pyłu stają się cięższe dzięki przyczepianiu się do cząstek wody. Ponadto w wilgotnym powietrzu cząsteczki pyłu w mniejszym stopniu ładują się elektrostatycznie niż w powietrzu suchym. Przy niskiej wilgotności intensywniejsze jest wytwarzanie się pyłu z izolacji bawełnianej przewodów, ubrań itp. niż przy wilgotności wyższej. H. Müller /NRF/ w artykule p.t. "Kontaktstörungen in Wählämtern" stwierdził na podstawie przeprowadzonych pomiarów w dużej centrali telefonicznej wyposażonej w przekaźniki okrągłe, że zakłóceń powodowanych "złymi stykami" pojawiało się przeciętnie 4,5-krotnie mniej przy wilgotności 70% niż przy wilgotności 40 do 35%.

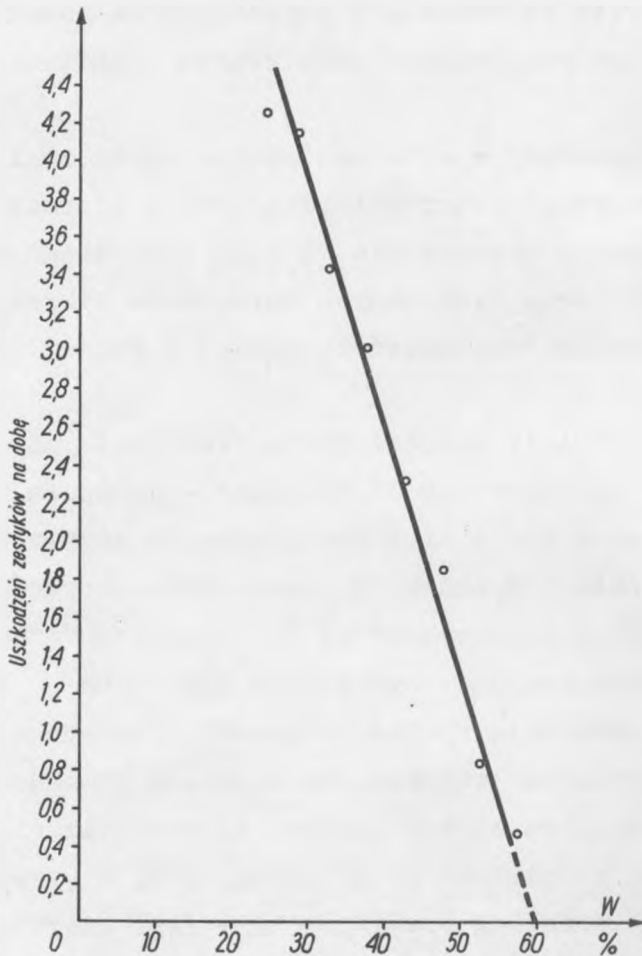
Instytut Łączności również prowadził badania wpływu wilgotności na pracę zestyków przekaźników central automatycznych systemu Strowgera 32 A [15]. Hygrografy zain-

stalowane w kilku centralach okresowo kontrolowane i regulowane przez porównanie z psychrometrem Assmana kreśliły w ciągu ok. jednego roku krzywą wilgotności względnej.

Na tak powstały wykres naniesiono uszkodzenia spowodowane fałszywymi przerwami zestyków, w postaci punktów umiejscawianych odpowiednio wg daty powstałego uszkodzenia. Na podstawie tych danych opracowano wykresy częstości powstawania "uszkodzeń zestyków" w funkcji wilgotności.

Rysunki 16 i 17 przedstawiają częstości powstawania "uszkodzeń zestyków" na CA "Piękna" - Warszawa w przełącznikach zespołów wybieraków liniowych zwykłych /WLX/ i PBX-owych /WLX/. Rysunek 18 przedstawia częstość powstawania "uszkodzeń zestyków" na CA "Czackiego" - Warszawa w przełącznikach zespołów wybieraków liniowych PBX-owych /WLX/. Na podstawie wyników z przeanalizowanego materiału można wyciągnąć wniosek, że częstość powstawania uszkodzeń zestyków maleje liniowo ze wzrostem wilgotności względnej w przedziale od 0% do ok. 60%. W przedziale od 60% do 100% przebieg prawdopodobnie jest odwrotny na co zdawałyby się wskazywać pewne dane z zebranego materiału, jednakże jego szczupłość nakazuje tu ostrożność w wyciąganiu wniosków.

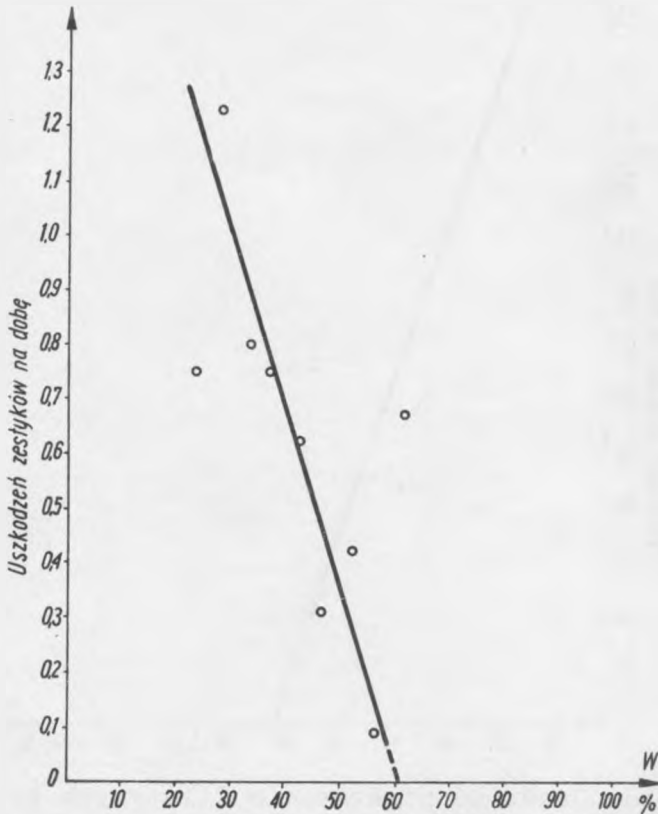
Wilgotność powietrza wpływa również pośrednio na zużywanie się powierzchni styków ślizgowych. Jest ogólnie znanym faktem, że tarcie między płaszczyznami ślizgowymi zmniejsza się ze wzrostem wilgotności. Dzieje się to na skutek tego, że woda adsorbowana jest na powierzchniach



Rys. 16. Częstość powstawania fałszywych przerw zestyków przekaźników zespołów WLX w funkcji wilgotności względnej /w/ dla CA Piękna

wystawionych na działanie wilgotnego powietrza i utworzona w ten sposób warstewka posiada właściwości smaru.

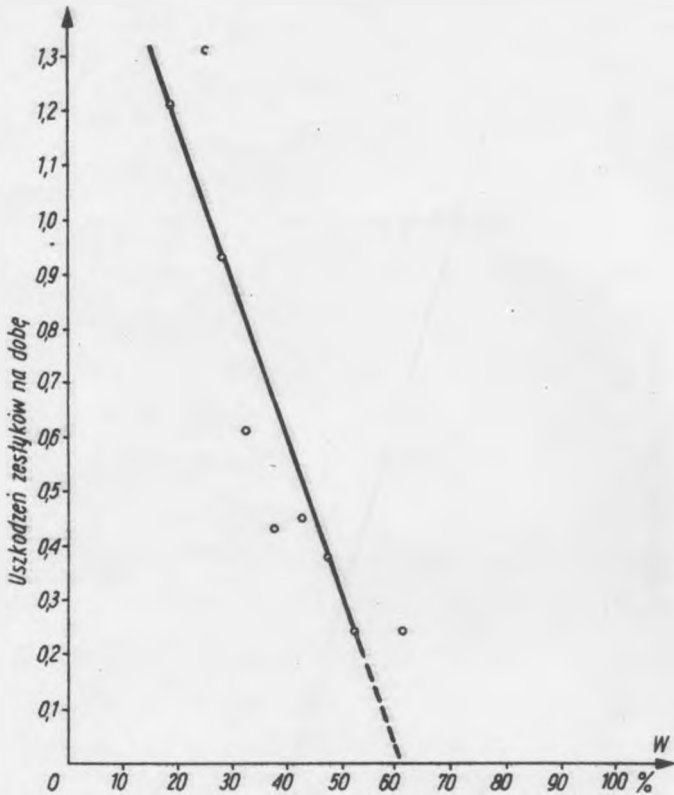
Ruch powietrza przyczynia się pośrednio do zwiększenia ilości fałszywych przerw zestyków w ten sposób, że z



Rys. 17. Częstość powstawania fałszywych przerw zestyków przekładników zespołów WLN w funkcji wilgotności względnej /w/ dla CA Pięknia

jego wzrostem zwiększa się koncentracja pyłu w powietrzu, co znow daje skutki opisane poprzednio.

Z dotychczasowych rozważań wynikała znaczna szkodliwość powietrza suchego. Zbyt wysoka wilgotność względna wpływa jednak też szkodliwie, przyczyniając się do powstawania tzw. korozji atmosferycznej metali oraz pogarszania się własności materiałów izolacyjnych. Korozja atmosferyczna jest najważniejszą częścią zagadnienia ko-



Rys. 18. Częstość powstawania fałszywych przerw zestyków przekąźników zespołów WIX w funkcji wilgotności względnej /w/ dla CA Czackiego

rozji metali i stanowi ona specjalny przypadek korozji elektrochemicznej przebiegającej w warstewce wilgoci. Z obniżeniem temperatury lub przy podwyższeniu ilości pary wodnej w powietrzu może być osiągnięty punkt rosy i na metalu osadzą się drobne kropelki wody. Zależnie od charakteru metalu, stanu powierzchni i stopnia przesyce-  
 nia powietrza parą, kropelki te mogą być większe lub  
 mniejsze. W dalszym ciągu kropelki rosy mogą się złąć  
 razem i utworzyć ciągłą warstewkę wilgoci. Jeśli po-

wierzchnia metalu jest szorstka lub pokryta pyłem, albo warstewką produktów korozji, to na długo przedtem zanim zostanie w powietrzu osiągnięty punkt rosy, we wszystkich wgłębieniach, porach i pęknięciach kondensuje się para i powstaje warstewka wody. Składniki atmosfery tj. azot, tlen i dwutlenek węgla oraz różne domieszki razowe, jak  $\text{SO}_2$ , tlenki azotu,  $\text{HCl}$  i inne przy powstawaniu rosy rozpuszczają się w niej. Tym samym wilgoć osadzająca się na powierzchni metalu składa się nie z czystej wody, lecz z roztworu gazów w wodzie. W atmosferze morskiej znajdują się cząsteczki soli morskiej, zatem wilgoć tej atmosfery może zawierać chlorki i w niektórych przypadkach siarczany. Podobnie jak w przypadku zanurzenia metalu w roztworze, proces korozji może się rozpocząć pod kropelkami lub warstewką wilgoci przy czym wilgoć pełni rolę elektrolitu. Ze wzrostem kropel lub warstewki wilgoci opór elektrolitu maleje i natężenie prądu korozji rośnie. Rozpuszczone w warstewce wilgoci tlenki siarki, azotu,  $\text{HCl}$ , sole  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4/2\text{SO}_4$  i tym podobne podwyższają przewodność elektryczną elektrolitu, czyli sprzyjają wzrostowi natężenia prądu korozji. Pył również wpływa na szybkość korozji atmosferycznej, jednak nie wszystkie cząstki pyłu są jednakowo szkodliwe. Na przykład pył węglowy jest nieaktywny, jednak silnie adsorbuje z powietrza gazy aktywne, zwłaszcza  $\text{SO}_2$ , dlatego też silnie przyspiesza korozję atmosferyczną. Do pyłów nieaktywnych i nieadsorbujących gazów z powietrza należą cząsteczki piasku, przeważnie  $\text{SiO}_2$ . Doświadczenia badaczy wykazują, że gwałtowny wzrost szybkości korozji

w powietrzu zanieczyszczonym zaczyna się przy wilgotności względnej dużo niższej od punktu nasycenia, czyli, że gruba warstewka wilgoci może powstawać na długo przed osiągnięciem punktu rosy. Wyjaśnia się to higroskopijnością produktów korozji. Na przykład powstająca na metalu cienka warstewka siarczanu adsorbuje wilgoć z powietrza, tworząc warstewkę wilgoci dużej grubości. Cząsteczki węgla i niektórych soli są również higroskopijne i dlatego w miejscach, gdzie osiadły one na powierzchni metalu, gromadzi się wilgoć. Produkty korozji na powierzchniach styków równie jak pył mogą wywoływać fałszywe przerwy zestyków lub powodować szumy w obwodach rozmównych. H.J. Bowcott i A.J. Cleaver [2] podają, że korozja powodowana wilgocią zawartą w powietrzu jest do pominięcia, jeśli wilgotność względna utrzymuje się poniżej pewnej krytycznej wartości, w zasadzie 70%, chociaż wartość ta może być niższa, jeśli powierzchnia metalu jest pokryta substancjami higroskopijnymi.

Temperatura i wilgotność powietrza mają również poważny wpływ na własności materiałów izolacyjnych. Oporność izolacji kabli, przewodów lub cewek maleje ze wzrostem wilgotności, przy czym przy wilgotnościach w obszarze do 50% zwykle wzrost wilgotności nie wywołuje praktycznej różnicy, natomiast przy wilgotności 70% do 80% wzrost wilgotności może spowodować uszkodzenie izolacji [4]. Wartość wilgotności nie powinna się również wahać w zbyt szerokich granicach ze względu na zmiany, które mogą zachodzić w niektórych materiałach izolacyjnych stosowanych w urządzeniach /np. pęcznienie przekładek izo-



lacyjnych w zespołach zestyków/. Zbyt wysoka temperatura może powodować deformację i mechaniczne naprężenia materiałów podatnych na działanie temperatury. Temperatura niska może powodować spowolnienie działania mechanizmów, a szron /oczywiście przy mrozie/ - dodatkowo korozję.

### 3.2. Wpływ klimatu na samopoczucie ludzi

Dobre samopoczucie człowieka jest wyrazem harmonii panującej między człowiekiem a otoczeniem, a ściślej między człowiekiem i klimatem.

Temperatura powietrza ma dla ludzkiej gospodarki cieplnej decydujące znaczenie i jest wyraźnym wskaźnikiem samopoczucia. Oprócz temperatury powietrza odgrywa również ważną rolę temperatura powierzchni otaczających, źródeł grzejnych, ziemi, chmur itp. Zwłaszcza w pomieszczeniu zamkniętym średnia temperatura promieniowania może być wielkością najbardziej miarodajną.

Zawartość pary wodnej w powietrzu wywiera skomplikowany wpływ na przemianę cieplną zachodzącą w organizmie, a zatem i na samopoczucie człowieka. Ustalono, że znaczna zawartość pary wodnej jest uciążliwa nie tylko wtedy, kiedy koncentracja jej powoduje parność, lecz nawet przy średniej temperaturze, wtedy kiedy następuje wzmożenie wytwarzania ciepła przy pracy. Doświadczenia uczą, że wysoka wilgotność względna w temperaturze niskiej wywołuje uczucie zimna /zdętwienie/, a w temperaturze wyższej uczucie gorąca /duszność/. Często się słyszy, że

zbyttnia suchość powietrza jest szkodliwa dla zdrowia. Jak dotąd nie ma jednak na to uzasadnionych dowodów. Odczuwanie suchości w nosie i w gardle tłumaczono jako skutek zbyt silnego parowania wody z narządu oddechowego. Intensywniejsze oddawanie wody w bardziej suchym powietrzu jest wprawdzie powodem wzrostu pragnienia oraz wysychania skóry i błon śluzowych, lecz nie wyczerpuje zapasów wodnych ciała co najmniej tak długo, jak długo może człowiek gasić pragnienie i w zasadzie suche powietrze nie wywołuje poważniejszych zakłóceń w samopoczuciu. Człowiek odczuwa wilgotność względną, która nie decyduje o stopniu parowania wody w przewodzie oddechowym i w przypadku odczuwania suchości mamy do czynienia nie z reakcją fizyczną na suchość powietrza lecz reakcją fizjologiczną na podwyższoną temperaturę powietrza. Ponadto powietrze suche ułatwia powstawanie i przenoszenie pyłu. Osoby mówiące dużo, często chrypną i tracą wskutek tego dobre samopoczucie. Nie jest to jednak spowodowane przez suche powietrze, lecz przede wszystkim przez wdychanie pyłu. Brak ruchu powietrza lub tak lekki jego ruch, że można go uważać za stan bezruchu, wywołuje niezbyt dobre samopoczucie, zwłaszcza w warunkach, jakie panują zazwyczaj w pomieszczeniach zamkniętych. Oddychanie na wolnym powietrzu jest łatwiejsze w porównaniu z oddychaniem w pomieszczeniu zamkniętym o dobrym powietrzu nie tylko wskutek jego odmiennego składu chemicznego, lecz także dlatego, że zewnętrzny nieustający ruch powietrza wywiera bardzo dodatni wpływ na ukrwienie skóry, co jest warunkiem przyjemnego odczuwania ciepła.

Zbyt silny ruch powietrza jest jednak także odczuwany jako nieprzyjemny lub nieznośny. Ruch taki nazywa się przeciągiem. Przeciągi mogą być przyczyną przeziębień prowadzących do innych chorób. W pomieszczeniach zamkniętych przeciągi powstają jako prądy powietrza przypadkowe wskutek nieszczelności okien lub drzwi, jako opadające masy powietrza po ochłodzeniu na zimnych powierzchniach okien lub murów zewnętrznych, oraz jako skutki wadliwie zaprojektowanych czy wykonanych urządzeń klimatyzacyjnych.

#### 4. WYMAGANIA STAWIANE ELEMENTOM KLIMATU POMIESZCZEŃ CENTRAL TELEFONICZNYCH

Telecommunications Handbook [16] nie podaje liczbowych zaleceń dotyczących elementów klimatu central położonych w klimacie umiarkowanym. Zaleca się tu tylko 3-krotną wymianę filtrowanego powietrza; dla warunków tropikalnych natomiast przewiduje się urządzenia klimatyzacyjne utrzymujące wilgotność względną w pomieszczeniach central, w granicach 55% - 63%.

W artykule R.W. Hopwooda [6] zalecona jest również 3-krotna wymiana powietrza.

T. Kaczyński, A. Stankiewicz i C. Cywiński [7] podają dopuszczalne granice wilgotności względnej dla pomieszczeń CA na 45 - 75%, podkreślając niebezpieczeństwo kondensacji pary wodnej przy wilgotności powyżej 75% na skutek gwałtowniejszego obniżenia się temperatury.

R. Nocuń, Z. Nowakowski i B. Gryglas /Przepisy Eksploatacji Automatycznych Central Telefonicznych Systemu Maszynowego z Wybierakami 500-numerowymi, Firmy L.M. Ericsson - MŁ-IŁ 1960 r./ przytaczają zalecenia firmy L.M. Ericsson, wg których wilgotność względna może się wahać w granicach 55-70%.

K.G. Hansson [5] zaleca utrzymywanie wilgotności względnej w pomieszczeniach CA w granicach 50 - 80%, ograniczając jednocześnie wymianę powietrza na maksimum 2 - 3-krotną w ciągu godziny /za częsta wymiana może powodować szkodliwe poruszanie osiadłego pyłu/.

F-ma L.M. Ericsson zaleca [4] utrzymywanie wilgotności względnej na poziomie 60  $\pm$  10%. Drugim zaleceniem jest utrzymanie w sali stojaków temperatury nie niższej od temperatury zewnętrznej, niż o 4°C. Jako minimalną dopuszczalną temperaturę z punktu widzenia pracy urządzeń podano temperaturę powyżej 0°C.

W dokumencie pt. "Wymagania techniczne na telefoniczne centrale automatyczne małej pojemności z wybierakami krzyżowymi oraz na łącza dwunumerowe i reduktory łączy" przyjętym na konferencji Specjalistów OWŁ w 1962 r. w Berlinie, ustalono, że małe CA nowego systemu powinny pracować prawidłowo przy wilgotności względnej 40 - 80% i temperaturze otoczenia +5°C  $\pm$  +40°C z zastrzeżeniem sprawdzenia prawidłowej pracy przy zbiegu wartości granicznych.

H. Spülbeck i K.H. Steinkühler [12] podają następujące wartości: Najkorzystniejsza temperatura dla ludzi w zamkniętym pomieszczeniu waha się w granicach 18  $\pm$  24°C.

Przy tych temperaturach najkorzystniejsza wilgotność bezwzględna może się wahać w granicach  $8 \pm 12$  g/kg powietrza; ponadto powinno być zapewnione doprowadzanie świeżego powietrza w wysokości  $25 \text{ m}^3$  na godzinę na jedną osobę. Urządzenia CA pracują bez zarzutu w granicach temperatury  $+10^\circ \pm +40^\circ \text{C}$ . Autorzy operują tu pojęciem wilgotności bezwzględnej i podają, że wilgotność ta dla zakresu temperatur powszechnie spotykanego w dozorowanych CA powinna być utrzymywana na poziomie  $8,3$  g/kg, co odpowiada wilgotności względnej 65% przy temp.  $18^\circ \text{C}$  oraz 45% przy temp.  $24^\circ \text{C}$ . W celu niedopuszczenia niekontrolowanego dopływu pyłu do sali stojaków należy utrzymać niewielkie nadciśnienie, do czego niezbędna jest przynajmniej 3-krotna wymiana powietrza.

W projekcie 1 normy VDE 0800/...59 podane jest określenie suchych i wilgotnych pomieszczeń technicznych: "Suche pomieszczenia techniczne są takie, w których wartość wilgotności względnej zawiera się poniżej 30% przy  $35^\circ \text{C}$  i poniżej 75% przy ok.  $18^\circ \text{C}$ , co odpowiada wartości wilgotności bezwzględnej do  $12 \text{ g/m}^3$ . Zakres ten może być rozciągnięty przy temperaturach poniżej  $16^\circ \text{C}$  do wilgotności względnej 85%, kiedy przy gwałtownym dopływie cieplejszego powietrza nie zachodzi obawa przekroczenia  $12 \text{ g/m}^3$  lub osiadania wilgoci na częściach urządzeń. Pomieszczenia techniczne, w których wartość wilgotności bezwzględnej przekracza  $12 \text{ g/m}^3$  i osiąga najwyżej  $16 \text{ g/m}^3$  zaliczają się również do suchych, kiedy temperatura powietrza jest wyższa od  $18^\circ \text{C}$ , ale nie ma obawy przekroczenia wartości wilgotności względnej 75%".

H. Spülbeck [13] przytaczając powyższe podkreśla, że nie można operować tylko samym pojęciem wilgotności bezwzględnej lub samym pojęciem wilgotności względnej i podaje jako najkorzystniejsze wartości wilgotności w zależności od temperatury ujęte w tablicy 2; przyjmując, że temperatura w sali stojaków może się wahać w ciągu roku w granicach  $15^{\circ}\text{C}$  do  $30^{\circ}\text{C}$ .

T a b l i c a 2

Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Wilgotność		
	bezwzględna		względna
	$\text{g}/\text{m}^3$	$\text{g}/\text{kg}$	%
15	9,6	8	75
20	10,8	9	60
25	12	10	50
30	13,2	11	40

Wnioskując na podstawie powyższych zaleceń oraz biorąc pod uwagę rozważania zawarte w rozdz. 3 - pożądane byłoby utrzymanie wilgotności względnej w salach stojaków CA w granicach 50-65%. Granica dolna wilgotności nie powinna być przekraczana z uwagi na związany z tym szkodliwy wzrost koncentracji pyłu w pomieszczeniu; przekroczenie górnej granicy mogłoby powodować niebezpieczeństwo korozji. Temperatura w sali stojaków powinna być utrzymywana na poziomie  $20^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$  z uwagi na samopoczucie personelu. 3-krotna wymiana powietrza na godzinę powinna zapewnić utrzymanie niewielkiego nadciśnienia w

pomieszczeniu nawet przy niezbyt szczelnych oknach. Większa ilość wymian powietrza na godzinę nie jest korzystna z uwagi na poruszanie osiadłego pyłu. W literaturze omawiającej klimat wnętrza central telefonicznych podkreśla się jako najistotniejsze zagadnienie ochronę urządzeń przed pyłem, jednak nigdzie nie podano wymagań liczbowych odnośnie dopuszczalnej koncentracji pyłu.

## 5. ŚRODKI I URZĄDZENIA SŁUŻĄCE DO POPRAWIENIA KLIMATU POMIESZCZEŃ CENTRAL TELEFONICZNYCH

### 5.1. Środki i urządzenia przeciw zanieczyszczeniom powietrza

#### 5.1.1. Pył z brudnych butów

W celu zabezpieczenia przeciw przenoszeniu się pyłu z brudnych butów do sali stojaków należy starannie czyścić buty przed wejściem do sali na wycieraczkę bądź w specjalnej komorze ze szczoteczkami. Znane są za granicą i z powodzeniem stosowane urządzenia ze szczoteczkami obracającymi się elektrycznie. Przed drzwiami wejściowymi do sali stojaków powinna leżeć ryflowana mata gumowa tak duża, żeby nie można było jej ominąć przed wejściem. Dzięki temu czyszczenie butów zostaje w pewnym stopniu wymuszone. Najlepszym jednak chyba rozwiązaniem jest zmiana zakurzonych lub zabrudzonych butów przed wejściem do sali na czyste pantofle domowe. Należy tu jednak zaznaczyć, że nie wolno używać pantofli filcowych, gdyż te strzępiąc się, stają się źródłem pyłu tekstylnego.

### 5.1.2. Pył tekstylny

Ponieważ pył tekstylny powstaje m.in. przez strzępienie się ubrań, wchodzenie do sali stojaków należy ograniczyć tylko do niezbędnego personelu. W związku z tym celowe jest wywieszenie tablicy z zakazem wstępu na drzwiach sali stojaków. W miarę możliwości personel sali stojaków powinien zmiernić ubranie i zakładać fartuchy lub kombinezony monterskie z możliwie niestrzępiących się materiałów. Prawie całkiem niestrzępiące są fartuchy z nowo wprowadzanych tworzyw sztucznych.

Przy przekładaniu lub poruszaniu istniejących w sali stojaków kabli w oplocie włóknistym występuje strzępienie się włókien. W ostatnich czasach zaczęto stosować kable w izolacji z tworzyw sztucznych, co niewątpliwie wyeliminuje jedno z poważnych źródeł pyłu.

W celu dalszego ograniczenia pyłu musi istnieć zakaz otwierania i rozpakowywania skrzyń na sali stojaków przy budowie i rozbudowie urządzeń, jak również zakaz trzymania w sali niepotrzebnych przedmiotów.

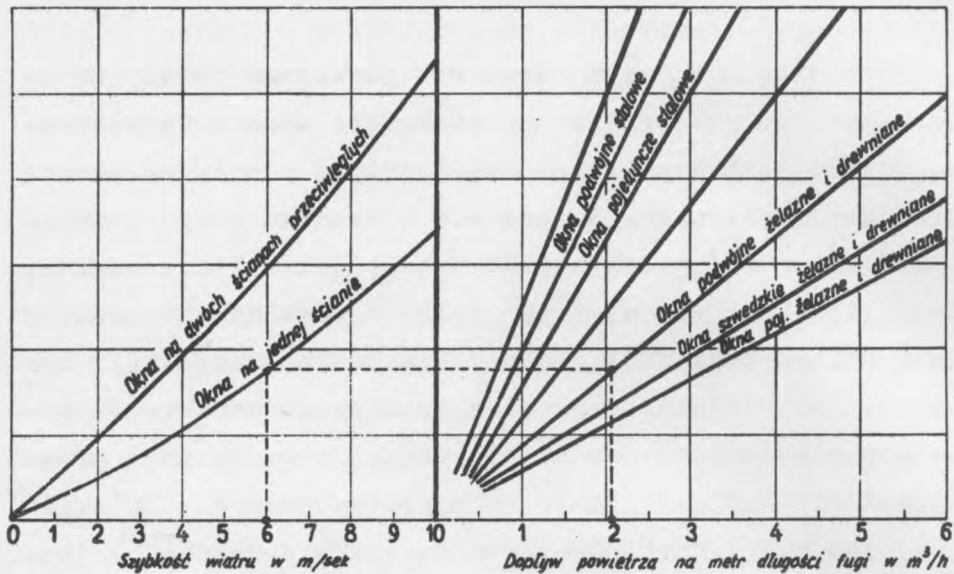
### 5.1.3. Pył metalowy

W celu uniknięcia pyłu metalowego urządzenia warsztatowe i stoły pracy do remontu wybieraków nie mogą znajdować się bezpośrednio w sali stojaków. Stanowiska te powinny być przeniesione do pomieszczeń sąsiednich lub przynajmniej odgródzone od sali stojaków oszkloną ścianką drewnianą.



#### 5.1.4. Pył z powietrza zewnętrznego

W okolicach o dużym zapyleniu powietrza należy przede wszystkim zawsze trzymać zamknięte okna i wprowadzać do sali stojaków powietrze oczyszczone z pyłu za pomocą urządzeń nawiewnych. Zaleca się w związku z tym odjąć zamki okienne i w ten sposób urządzić zamykanie okien, żeby je można było otwierać tylko specjalnym kluczem w celu np. umycia. Okna powinny być bardzo szczelne, tak żeby pył nie mógł się przedostawać przez szpary. Stosuje się niekiedy uszczelnianie szczelin w oknach przez nakładanie lub naklejanie taśm ze specjalnych materiałów, jak ołów, guma, tworzywa sztuczne piankowe itp. Ołów jednak nie jest zbyt skutecznym środkiem, gdyż nie posiada wystarczającej sprężystości, guma natomiast pod wpływem promieni słonecznych staje się krucha i pęka. Innym środkiem jest wstrzykiwanie w szczeliny okienne płynnego materiału szybko krzepnącego, który po stwardnieniu odcina drogę powietrzu. Okna podwójne przepuszczają naturalnie mniej pyłu niż pojedyncze i są dlatego w salach stojaków zalecane. Jak bardzo istotne jest zwrócenie uwagi na rodzaj i szczelność okien widać to na rys. 19, na którym przedstawiono zależność między dopływem powietrza przez nieszczelności okien a szybkością wiatru i różnymi rodzajami okien [12]. Jeśli przykładowo sala stojaków posiada okna tylko na jednej ścianie i wieje wiatr w okna z szybkością 6 m/sek, to przy oknie podwójnym drewnianym lub żelaznym wpływa do sali  $2,1 \text{ m}^3$  powietrza na 1 m długości fugi okiennej na godzinę; przy



Rys. 19. Przepływ powietrza przez zamknięte okna

oknach pojedynczych dopływ powietrza w tym przypadku wzrasta do  $3,3 \text{ m}^3/\text{h}$ . Jeszcze gorzej wygląda sytuacja, jeśli okna znajdują się również na ścianie przeciwległej. W takim przypadku, przy poprzednich założeniach, przepływ powietrza przez 1 m długości fugi wynosi odpowiednio  $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$  lub  $5,5 \text{ m}^3/\text{h}$ . Z rysunku 19 widać dalej, że okna tzw. szwedzkie, w których dwie szyby są oprawione w jedną ramę są niewiele lepsze od okien pojedynczych. Znacznie lepsze są okna podwójne, gdyż posiadają one oddzielne ramy. Dobrym rozwiązaniem jest, kiedy zewnętrzne szyby okienne są razem z ramami wmurowane na stałe. Zewnętrzna strona okien może być wtedy czyszczona tylko z zewnątrz. Okno wewnętrzne może być otwierane w celu oczyszczenia pozostałych trzech

stron szyb. Najszczęśliwsze są stalowe okna podwójne.

Zaleca się wyposażać salę stojaków w możliwie małą ilość okien, przy czym okna te powinny posiadać również małe wymiary. Korzystne jest również budowanie sali stojaków w ogóle bez okien. Tak np. sala stojaków w Düsseldorfie zamiast okien posiada 10 ścianek wykonanych z bloków szklanych; ścianki te są przedzielone wąskimi żebrami. Można także otoczyć salę stojaków ze wszystkich stron korytarzem oddzielającym ją od pomieszczeń biurowych i warsztatowych. Przy tym rozwiązaniu można niewielkim kosztem stworzyć stałe korzystne warunki klimatyczne.

W celu zabezpieczenia przed powstawaniem silniejszych strumieni powietrza na skutek otwierania drzwi wejściowych, co powoduje unoszenie się i skłębianie osiadłego pyłu, należy stosować przy drzwiach wejściowych służące powietrzną nie zapominając o tym, że pierwsze drzwi służące muszą być już zamknięte, zanim otworzy się drzwi drugie do sali stojaków.

#### 5.1.5. Filtry przeciwpyłowe

Aby postawione w rozdz. 4 wymagania stawiane elementom klimatu wnętrza mogły być spełnione, należy doprowadzać do sali stojaków pewne ilości świeżego powietrza. Oczywiście powietrze to powinno zawierać możliwie mało pyłu i w tym celu w wentylatorach nawiewnych stosuje się filtry przeciwpyłowe.

Filtr charakteryzuje się m.in. zdolnością odpylania, która jest zależna z jednej strony od wielkości porów w

filtrze, a z drugiej strony od udziału różnych wielkości ziaren w pyłe. Większość ziaren pyłu, które są większe niż średnie otwory porów, zostanie naturalnie zatrzymana, a cząstki pyłu, które są mniejsze, zostaną w przeważającej ilości przepuszczone. Zdolność odpylenia określa się jako procentowy udział pyłu zatrzymanego w filtrze. Zawartość pyłu zatrzymywanego przez filtr jest zależna od udziału różnych wielkości ziaren w danym rodzaju pyłu, jak to widać z tablicy 3, na której są pokazane przykładowo dwa rodzaje pyłów [12].

T a b l i c a 3

Wielkość ziaren pyłu	Pierwszy rodzaj pyłu		Drugi rodzaj pyłu	
	udział w %	procent odpylenia	udział w %	procent odpylenia
1	2	3	4	5
100 $\mu$	39		10	
50 do 100 $\mu$	32		15	
30 do 50 $\mu$	19	90	19	44
20 do 30 $\mu$	4	94	30	74
10 do 20 $\mu$	3	97	19	93
5 do 10 $\mu$	1,5	98,5	4	97
1 do 5 $\mu$	1	99,5	2	99
0 do 1 $\mu$	0,5	100	1	100
S u m a	100		100	

Kolumny 2 i 4 w tablicy przedstawiają procentowy udział cząstek pyłów odpowiadający podanym w kolumnie 1

wielkościom ziaren. Ze składu procentowego widać, że pierwszy rodzaj pyłu jest pyłem stosunkowo grubym, podczas gdy w drugim rodzaju pyłu zawarte są raczej drobniejsze cząsteczki, których główny udział przypada na wielkości 20 do 30  $\mu$ . W kolumnach 3 i 5 podane są odpowiadające procenty odpylenia. Rozważmy tu kilka przypadków:

Jeżeli użyć dla obydwu rodzajów pyłów takiego samego filtra, który przepuszcza tylko cząsteczki pyłu poniżej 1  $\mu$ , wtedy zdolność odpylania filtra dla pierwszego rodzaju pyłu wyniesie 99,5%, a dla drugiego - 99%. Jeśli zastosujemy inny filtr, który przepuszcza cząstki do 5 $\mu$ , wtedy zdolności odpylania będą odpowiednio 98,5% i 97%. Szczególnie jaskrawa różnica nastąpi w zdolnościach odpylania, kiedy do obydwu rodzajów pyłu użyje się trochę grubszych filtrów, przepuszczających cząstki poniżej 20  $\mu$ . Dla pierwszego rodzaju pyłu zdolność odpylania filtra wyniesie 94%, a dla drugiego rodzaju - tylko 74%, przy założeniu, że obydwa filtry są równoważące.

Przy ocenie filtrów należy zawsze zwracać uwagę, do jakiego składu pyłu odnosi się podana zdolność odpylania. Stąd też wynikła konieczność wprowadzenia dokładnie zdefiniowanego pyłu wzorcowego. W Niemieckiej Republice Federalnej np. jako pył wzorcowy podaje się lotny pył elektrowni w Marbach.

Rozróżnia się filtry działające na zasadzie elektrycznej i mechanicznej.

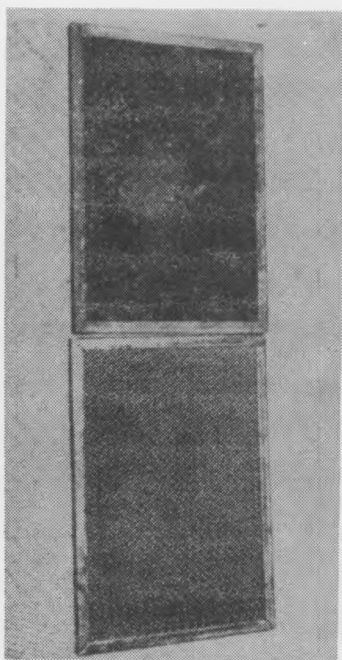
Zasada działania filtra elektrycznego jest następują-

ca. Filtr posiada dwie płyty metalowe umieszczone prostopadle do strumienia powietrza. Podczas gdy jedna płyta jest uziemiona, druga posiada wysoki potencjał elektryczny o wartości kilku tysięcy woltów prądu stałego, wobec czego między płytami powstaje silne pole elektryczne. Między te płyty zostaje skierowany strumień zapyłonego powietrza. Cząstki pyłu ładują się w polu elektrycznym i zostają przyciągnięte przez płyty. W praktyce montuje się wiele par takich płyt gęsto obok siebie, dzięki czemu wpadający szeroki strumień powietrza zostaje podzielony na wiele bocznych strumyków i pył zostaje odchyłony w kierunku płyt na bardzo krótkiej drodze w silnym polu elektrycznym, osadzając się na nich. Chociaż zdolność odpylania takich filtrów jest bardzo wysoka, nie zaleca się stosować tego rodzaju filtrów dla sal stojakowych, ponieważ jeszcze ok. 1% pyłu przedostaje się przez filtr razem ze strumieniem powietrza. Cząsteczki te będąc silnie naładowane osiadają na stykach pól wybieraków i sprężyn przekaźników, silnie przy tym przylegając.

Z przyczyn ww. - dla central telefonicznych wchodzi w rachubę tylko filtry o działaniu mechanicznym, przy czym tutaj rozróżnia się filmy olejowe i suche filtry warstwowe.

Do niedawna używało się prawie wyłącznie filtrów olejowych. Działanie tych filtrów polega na tym, że przy silnym strumieniu powietrza cząsteczki pyłu uderzają o zwilżoną olejem tkaninę metalową; strumienie powietrza rozgałęziają się przy tym, silnie wirują i gwałtownie od-

chylają. Główna ilość pyłu osadza się przy tym na licznych zwilżonych olejem węzłach oczek siatki metalowej i zostaje związana ze znajdującym się tam olejem. Wykorzystany jest przy tym efekt odbicia. Rysunek 20 pokazuje filtr metalowy oczyszczony oraz napełniony pyłem. Filtry te posiadają jednak następujące wady. Sadze i dym nie zostają związane z olejem, gdyż są bardzo lekkie i często trochę tylko naolejone cząstki gładko przedostają się przez każdy zakręt filtru i docierają do pomieszczenia. Kiedy w przypadku zatrzymania wentylatorów nawiewnych rura ssąca nie będzie szczelnie zamknięta, co nie zawsze jest możliwe, to na skutek zewnętrznego nacisku wiatru powstaje w filtrze pełzający ruch powietrza. Nie występują tu już nagłe odchylenia torów pyłów i potrzebny efekt odbijania, drobne cząsteczki nie są zatrzymywane, gdyż oczka plecionki drucianej ze względów wytrzymałościowych nie mogą być zbyt małe. Przy takim pełznącym strumieniu powietrza, cząstki pyłu razem ze strumieniem zbaczają do otworów oczek i przedostają się do wnętrza sali. Filtry olejowe charakteryzują się właśnie większą zdolnością odpylania



Rys. 20. Filtr czysty i napełniony pyłem /filtry zwilżane olejem/

przy silniejszym strumieniu powietrza. Z drugiej strony, przy silniejszym strumieniu powietrza, które przechodząc przez filtr porywa ze sobą cząsteczki oleju, co z kolei jest niekorzystne dla pracy urządzeń.

Z powodu wymienionych wad filtrów olejowych, zaczęto stosować w ostatnich czasach filtry warstwowe. Filtry te składają się z płyt od jednego do kilku centymetrów grubości, sprasowanych z włosów zwierzęcych lub włókien sztucznych. Włókienka takie są też czasami związane środkiem klejącym, a brzegi płyty filtru mogą być wulkanizowane. Można również przerabiać odpowiednio na płyty, mikroporowate termoplastyczne tworzywa sztuczne, jak PVC w ten sposób, żeby otrzymać materiał na filtr o z góry określonej porowatości. Gdy powietrze zawierające pył zostanie skierowane na suchy filtr warstwowy, wtedy na skutek sitowego działania filtru pył zostaje zatrzymany. Tworzy się przede wszystkim na powierzchni filtru, ale częściowo także i wewnątrz płyty osadowa warstwa pyłu, która z jednej strony zwiększa oporność przepływu powietrza, a z drugiej strony wzmacnia działanie sitowe. Nasylenie filtru pyłem objawia się zwiększonym oporem filtru dla przepływającego strumienia powietrza. Suchy filtr warstwowy oczyszcza się przez wytrzepanie i wydmuchanie sprężonym powietrzem, lub przez wymycie w zimnej wodzie z dodatkiem sody. Po dokładnym oczyszczeniu filtry te nadają się znów do użytku.

Oprócz omówionych powyżej filtrów, które w zasadzie przepuszczają cząstki pyłu od 1 do 3  $\mu$ , istnieją filtry zatrzymujące cząstki pyłu aż do 0,1  $\mu$ , a więc również i



dym. Osiąga się tu zdolność odpylania 99,98%. Posiadają one tę wadę, że po nasyceniu nie nadają się do powtórne-  
go użycia. Filtry te używane są głównie w przemyśle che-  
micznym i w instytutach biologicznych.

Dla oczyszczania powietrza w sali stojaków wystarczają-  
ją zwykłe suche filtry warstwowe.

#### 5.1.6. Domieszki gazowe

Domieszki gazowe zawarte w powietrzu z uwagi na ich  
ujemne działanie na urządzenia, co było omówione w  
rozd. 3, nie powinny być dopuszczone do sali stojaków.  
Niestety, dotychczas nie ma jeszcze możliwości zabezpie-  
czenia pomieszczeń przed dopływem domieszek gazowych po-  
wietrza. Używanie suchych filtrów warstwowych zamiast  
filtrów olejowych i zaniechanie stosowania wosku do  
pielęgnacji podłóg pozwala tylko uniknąć pewnego wzboga-  
cenia powietrza w gazy zawierające olej.

#### 5.2. Środki i urządzenia do regulacji temperatury i wymiany powietrza

Stosunkowo najprościej układają się warunki dla ma-  
łych, nieobsługiwanych budynków central w okolicach wol-  
nych od pyłów. Budynki takie powinny być pozbawione o-  
kien. Dla ogrzania pomieszczeń wystarczający jest w za-  
sadzie elektryczny grzejnik, który może być włączany w  
czasie obecności konserwatora. Otwór nawiewny w pobliżu  
podłogi oraz otwór wyciągowy w pobliżu sufitu stwarzają  
wentylację naturalną. W przypadku okolicy bardziej zapy-  
lonej budynek taki /pomieszczenie sali stojaków/ powi-  
nien posiadać już wentylację sztuczną, przy czym powie-

trze powinno wchodzić przez filtr. Pomieszczenie powinno być szczelne i posiadać podwójne drzwi.

W dużych centralach telefonicznych ze stałą obecnością personelu w salach stojaków wymiana naturalna powietrza, którą można szacować na jednokrotną wymianę w ciągu godziny jest już niewystarczająca. Takie względy, jak konieczność doprowadzenia odpowiedniej ilości świeżego powietrza dla personelu oraz odprowadzenie wytwarzanego ciepła decydują o wprowadzeniu sztucznej wentylacji. Ponadto przez wprowadzenie sztucznego nawiewu można uzyskać w sali stojaków niewielkie nadciśnienie, które chronić będzie urządzenie przed napływem niekontrolowanego zapyłonego powietrza przez szpary w oknach i drzwiach.

Jak wynika z rozważań w rozdz. 2.1. przykład 1, należy się liczyć z poważną ilością ciepła wytwarzaną w okresie całego roku przez urządzenie, a w okresie letnim dodatkowo z ilością ciepła powstałą na skutek napromieniowania słonecznego.

Ogólne wytyczne co do sytuowania sal stojaków i wyposażenia w odpowiednie okna w celu zabezpieczenia się przed pyłem odnoszą się również do zabezpieczenia przed nadmierną temperaturą. Zaskony słoneczne zawieszane od wewnętrznej strony okien nie spełniają roli ochronnej przed promieniowaniem cieplnym, zatrzymując tylko w pewnym stopniu promieniowanie świetlne. Między oknem i zaskoną występuje silne nagrzewanie powietrza i powstałe ciepło jest oddawane powietrzu wewnątrz pomieszczenia. Ponadto zaskony tekstylne są palne, a zaskony z tworzyw sztucznych trudnopalnych wydzielają często pod wpływem działania promieni słonecznych jony chloru, co jak wiado-

mo jest szkodliwe dla urządzeń. Poza tym zasłony takie szybko kruszeją i ciemnieją.

Znacznie lepsze są żaluzje wykonane z pasków lekkich metali, lakierowanych na wysoki połysk, dzięki czemu odbijają one znaczną część promieni ciepłych. Przeprowadzone w NRF pomiary [12] wykazały, że jeżeli w pomieszczeniu tuż za nieosłoniętymi oknami temperatura w lecie przy silnym nasłonecznieniu osiągała  $60^{\circ}\text{C}$ , a poza roletami  $40^{\circ}\text{C}$ , to przy użyciu biało lakierowanych żaluzji wynosiła tylko  $26^{\circ}\text{C}$ . Żaluzje takie pozwalają poza tym na korzystniejszy rozdział promieni słonecznych w głębi pomieszczenia. Jeśli mianowicie płytki żaluzji ustawić trochę skośnie do góry lub nawet poziomo, to wtedy promienie słoneczne będą odbijane na sufit pomieszczenia centrali, skąd rozpraszają się naświetlając równomiernie wnętrze sali. Unika się wtedy bezpośredniego napromieniowania urządzeń. Najwięcej ciepła słonecznego zatrzymują żaluzje zewnętrzne i dlatego w projektach nowych budynków central należałoby je już stosować.

Korzystna jest również budowa ściany zewnętrznej w ten sposób, że między oknami znajdują się silnie wystające żebra betonowe, dzięki czemu powstaje szeroki cień i słońce może tylko wtedy bezpośrednio świecić do pomieszczenia, kiedy jego promienie padają prostopadle lub prawie prostopadle w szyby okienne. Jeśli promienie słoneczne padają ukośnie do ściany budynku, wtedy żebra zasłaniają przed bezpośrednim napromieniowaniem.

Napromieniowanie ciepłe może być również silnie osłabione przez zastosowanie specjalnego szkła termoluk-

sowego dla okien lub sufitów. Szkło takie składa się z dwóch płyt szklanych i przestrzeni międzypłytkowej /grubości 1 do 3 mm/ wypełnionej włóknem szklanym. Przez takie szkło przedostaje się do sali światło rozproszone. Całkowita przepuszczalność światła dla promieni padających prostopadle wynosi tu ok. 60%. Napromieniowanie cieplne w lecie jest przeciętnie o 70% osłabione, a wypromieniowanie ciepła w zimę zmniejsza się o 25%. Wadą szkła termoluksowego jest to, że jest ono nieprzezroczyste, a tylko przeświecające. Daje się to jednak dobrze wykorzystać, kiedy światło dzienne ma wpadać z góry, przez szyby w suficie.

Rozważmy teraz dalszy ciąg przykładu 1. Jeśli w rozważanym tam pomieszczeniu dopuszcza się wzrost temperatury tylko o  $5^{\circ}\text{C}$ , np. w lecie od  $22^{\circ}\text{C}$  do  $27^{\circ}\text{C}$ , wtedy potrzebna do ochłodzenia ilość powietrza będzie wynosić:

$$V = \frac{I}{\Delta t \times c_p} = \frac{9800}{5 \times 0,31} = 6300 \text{ m}^3$$

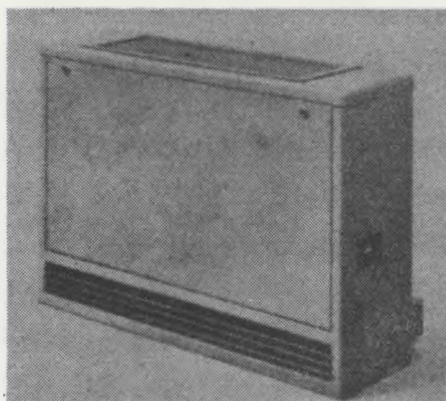
a ponieważ pomieszczenie posiada objętość  $1740 \text{ m}^3$ , potrzebna jest  $\frac{6300}{1740} = 3,6$ -krotna wymiana powietrza na godzinę w celu odprowadzenia wytworzonej nadwyżki ciepła. Przyjmując, że część całkowitej ilości ciepła zostanie wchłonięta przez ściany i odprowadzona przez szyby okien od strony północnej i wschodniej, jak również przez wszystkie szyby okienne po zachodzie słońca, to w ciepłe dni letnie konieczna będzie ok. 3-krotna wymiana powietrza w czasie godzin największego ruchu, aby zapobiec zbyt wysokiemu wzrostowi temperatury. Powietrze to

powinno być doprowadzane w miarę możliwości od strony północnej, a odprowadzane w stronę południową.

W wolnych od pyłu okolicach można by tę wymianę powietrza osiągnąć przez otwieranie okien. Przy zapyłonym jednak powietrzu zewnętrznym okna muszą być ciągle zamknięte. Przewidziane są więc do tego celu specjalne urządzenia nawiewne i wyciągowe.

Urządzenia nawiewne, jeśli zachodziła potrzeba ich instalowania dodatkowo w już istniejącym budynku, wbudowano dawniej w okno, w ten sposób, że jedną szybę okienną zastępowano deską z wyciętym otworem. Oprócz elektrycznie uruchamianego wentylatora skrzydełkowego, który wtłaczał do pomieszczenia ok.  $500 \text{ m}^3$  powietrza na godzinę, przewidziany był jeszcze elektryczny grzejnik mocy 4 do 5 kW, który ogrzewał wtłaczane powietrze w dni chłodne o ok.  $10^\circ\text{C}$ . Wtłaczane powietrze musiało naturalnie przechodzić przez wbudowany w urządzenie filtr przeciwpylowy. Wbudowane w oknach urządzenia psują oczywiście elewację budynku, a ich wydajność jest dla większych sal stojaków za mała.

Skuteczniejsze okazały się urządzenia nawiewne szafkowe /Belüfter in Truhenform/. Ustawiane na miejscu grzejników centralnego ogrzewania pod oknami zajmują mało miejsca i estetycznie wyglądają, jak to widać na rys. 21. Urządzenia te są wykonywane [12] w różnych wielkościach zależnie od wydajności, która waha się w granicach 500 - 1600  $\text{m}^3$  powietrza na godzinę. Odpowiednio do tego posiadają wymiary: szerokość 1000 - 1400 mm, głębokość 300 - 400 mm i wysokość 750 - 850 mm. Szafki te są zaopa-

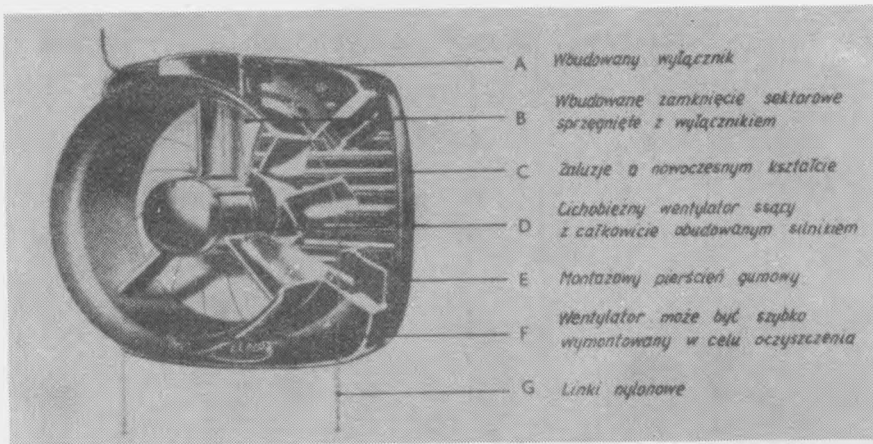


Rys. 21. Urządzenie nawiewne szafkowe  
o wydajności  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$

trzone dodatkowo w końcówkę rurową służącą do doprowadzania powietrza zewnętrznego i kratkę do zasysania powietrza z pomieszczenia. Przystawialna klapa umożliwia doprowadzenie powietrza tylko zewnętrznego albo tylko wewnętrznego lub mieszanego. Znajdujący się w szafie suchy filtr warstwowy posiada zdolność odpylania ok. 98%. Oczyszczone powietrze wtłaczane jest za pomocą dwóch lub trzech wentylatorów wprawianych w ruch małymi silnikami o mocy 80 do 200 W, poprzez grzejnik. Jako grzejników używa się bądź żebrowanych węzownic podłączanych do centralnego urządzenia grzejnego, bądź elektrycznego grzejnika o mocy od 2 do 7 kW zależnie od wielkości urządzeń. Powietrze oczyszczone i ogrzane zostaje wtłaczane przez kratkę znajdującą się w górnej części urządzenia do pomieszczenia. Podczas gdy w okresie zimowym urządzenia nawiewne służą do wprowadzania do sali stojaków oczyszczono-

nego powietrza oraz dla utrzymania niewielkiego nadciśnienia /3 do 5 mm słupy wody/ jako zabezpieczenie przed dopływającym przez szpary okienne i drzwiowe oraz kanały kablowe pyłem, to w ciepłe dni letnie współdziałają one oprócz tego z urządzeniami wyciągowymi w celu odprowadzenia nagromadzonego w sali ciepła /oczywiście grzejniki są wtedy wyłączone/.

Urządzenia wyciągowe powinny być umieszczane na ścianie przeciwległej do tej, przy której są ustawione urządzenia nawiewne, przez co osiąga się skuteczną wentylację poprzeczną pomieszczenia. Przewidziane do tych celów zwykłe otwory w ścianie posiadające na zewnątrz kłapy żaluzjowe z listew blaszanych niezbyt się nadają, gdyż wtedy przy zatrzymaniu urządzenia nawiewnego może się przedostawać pył przez nieszczelne żaluzje do wnętrza pomieszczenia. Poza tym otwory te nie są w stanie odprowadzić dostatecznej ilości powietrza. Dlatego też najczęściej stosuje się specjalne wentylatory wyciągowe, które muszą być tak wykonane, żeby przy ich zatrzymaniu nie mogło się przedostawać przez nie zapyłone powietrze zewnętrzne. Szczególnie nadają się do tego celu wentylatory z zasłoną sektorową podobną do przysłony w aparatach fotograficznych /rys. 22/. W celu uruchomienia wentylatora pociąga się za linkę, która powoduje otwarcie dotąd zamkniętej zasłony sektorowej, przy czym w czasie tej czynności zostaje uruchomiony wyłącznik silnika wentylatora. Wyłączenia dokonuje się drugą linką, powodującą zamknięcie przysłony z jednoczesnym wyłączeniem silnika. Kiedy zachodzi potrzeba wbudowania dodatkowego wentylatora wy-



Rys. 22. Wentylator wyciągowy z zamknięciem sektorowym

ciągowego, można go zainstalować w oknie /przy przebija-  
 niu muru wytworzyłoby się dużo pyłu/. Istniejące cienkie  
 szyby zostają wtedy zastąpione szybami ze szkła grubego  
 z wyciętymi odpowiednimi otworami, w które zostaje wpro-  
 wadzony wentylator.

Urządzenia nawiewne i wyciągowe powinny być elektrycz-  
 nie tak sprzężone, żeby wentylator wyciągowy tylko wtedy  
 mógł być czynny, kiedy włączone jest urządzenie nawiewne.  
 Jeśli mianowicie wyłączone są urządzenia nawiewne, a czyn-  
 ne tylko wyciągowe, to powstaje wtedy w sali podciśnie-  
 nie, wskutek czego nieprzefiltrowane zapyłone powietrze  
 przedostaje się do sali w sposób niekontrolowany przez  
 wszystkie szczeliny. W celu utrzymania w sali stojaków  
 niewielkiego nadciśnienia /3 do 5 mm słupy wody/, ilość  
 powietrza wyciąganego powinna być o 15% mniejsza od po-  
 wietrza włączanego. Osiąga się to np. przez stosowanie



parami szafek nawiewnych o wydajności 500 lub 1000 m<sup>3</sup> powietrza na godzinę i wentylatorów wyciągowych o wydajności odpowiednio 425 lub 350 m<sup>3</sup> powietrza na godzinę [12].

### 5.3. Środki i urządzenia do regulacji wilgotności powietrza

#### 5.3.1. Nawilżanie powietrza

Z rysunku 1 widać, że w zimie, np. przy wilgotności względnej 80% i temperaturze 0°C, wilgotność bezwzględna wynosi tylko 3 g/kg. Jeśli powietrze to ogrzejemy do temperatury 20°C /temperatura pomieszczenia/, to również z rys. 1 widać, że wilgotność względna w pomieszczeniu spadnie do 22%. Na ogół ludzie uważają, że kiedy na jesieni lub w zimie powiedzmy przy 5°C pada deszcz, to powietrze jest pełne wilgoci /100% wilgotności względnej/ i nie mogłoby być już więcej dowilżone. Dzieje się to jednak tylko wtedy, kiedy powietrze jak w naszym przypadku posiada temperaturę 5°C, lecz powietrze takie zawiera tylko 5,3 g wody na kilogram powietrza, jak to widać na linii rosy przy 5°C. Jeśli takie powietrze wpłynie do sali stojaków i zostanie ogrzane do 20°C, to względna jego wilgotność będzie już tylko wynosić 33%. Widać z tego, że właśnie w zimnej porze roku powietrze zewnętrzne doprowadzane do sali stojaków musi być nawilżane w celu spełnienia wymagań stawianych dla pomieszczeń central telefonicznych. Do tej pory jeszcze na ogół sądzi się, że powietrze można dostatecznie nawilżyć przez zawieszenie na kaloryferach nawilżaczy z porowatej gliny

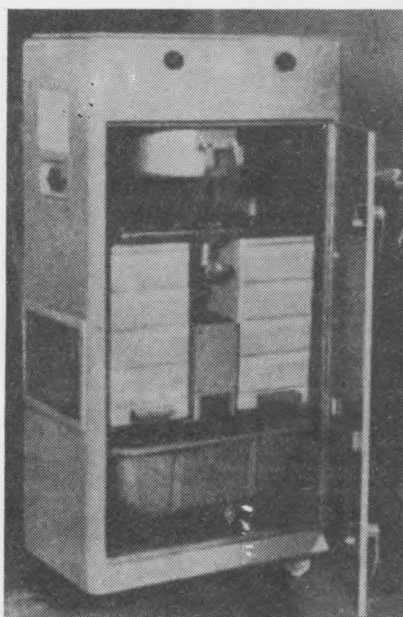
wypełnionych wodą lub mokre ścierki. Proste obliczenie wykazuje jednak, że wyparowana w ten sposób ilość wody jest o wiele za mała, aby podwyższyć wilgotność w pomieszczeniu w widoczny sposób.

### P r z y k ł a d 3 [12]

Rozpatrzmy średniej wielkości salę stojaków CA o objętości  $660 \text{ m}^3$ . W celu osiągnięcia niewielkiego nadciśnienia w pomieszczeniu potrzebna jest co najmniej 3-krotna wymiana powietrza, a więc trzeba doprowadzić do sali stojaków w ciągu godziny ok.  $2000 \text{ m}^3$  powietrza. Załóżmy, że w zimie panuje przez dłuższy czas temperatura zewnętrzna  $0^\circ\text{C}$  przy względnej wilgotności 80%, co jak już na początku było określone odpowiada zawartości wody tylko 3 g na jeden kilogram powietrza. Aby przy temperaturze  $20^\circ\text{C}$  osiągnąć wymaganą wilgotność względną 60%, tj. wilgotność bezwzględną w wysokości 9 g/kg, powietrza, każdemu kilogramowi powietrza należy dodać  $9 - 3 = 6$  g wody. Przy ciężarze właściwym powietrza  $1,2 \text{ kg/m}^3$ , trzeba by odparować w ciągu godziny  $6 \times 1,2 \times 2000 = 14,4 \text{ kg}$  wody. Do tego niestety muszą być już zainstalowane specjalne urządzenia do nawilżania powietrza.

Powszechnie używane nawilżacze są budowane w kształcie szafy /nawilżacze produkcji krajowej stosowane w niektórych centralach telefonicznych mają inny kształt/ i pracują na zasadzie ulotnienia wody. W dolnej części szafki znajduje się wanna na wodę. Woda z wanny jest wyciągana za pomocą pompy odśrodkowej o wydajności pompowania 600 l wody na godzinę i przez rurę z kilkudziesię-

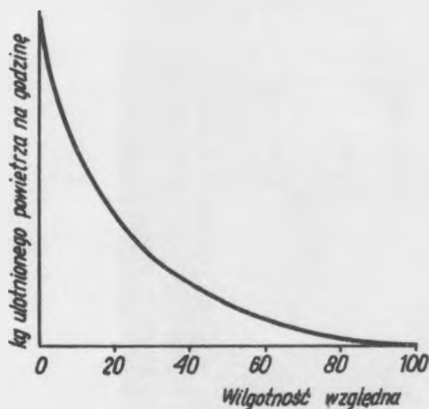
sięcioma małymi otworkami wyrzucana do górnej przestrzeni szafy, skąd przedostaje się potem do tzw. komory zraszania. Komora zraszania jest zbudowana z płytek, a przestrzenie między nimi są wypełnione kłaczkami ze sztucznego włókna. Dzięki temu powstaje duża powierzchnia u-  
latniania /kilkanaście metrów kwadratowych/, przez którą przechodzi strumień powietrza wytwarzany przez wbudowany wentylator o wydajności  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ . Nadwyżka wody spływa z powrotem do wanny. Ten typ nawilżacza /rys.23/



Rys. 23. Nowszy typ nawilżacza /prod. NRF/

jest bardziej nowoczesny i posiada dodatkowo suchy filtr warstwowy o zdolności odpylania 98%. Wstawienie filtra przeciwpyłowego okazuje się celowe, gdyż do nawilżaczy

przedostaje się jeszcze pewna ilość pyłu z niezbyt dokładnie przefiltrowanego powietrza z urządzeń nawiewnych, jak również pył pochodzenia wewnętrznego. Wydajność tego typu nawilżaczy zależy od panującej w pomieszczeniu wilgotności względnej i została przedstawiona w jej funkcji na rys. 24. Zależnie od panującej w pomieszczeniu wilgotności nawilżacz tego typu może ulotnić od 1 do 2,5 l wody na godzinę. Taka wydajność jest dla rozważanego wyżej przykładu 3 o wiele za mała. Aby ulotnić 14,4 kg wody na godzinę, trzeba by zastosować przynajmniej  $14,4 : 2 = 7$  nawilżaczy.



Rys. 24. Wydajność nawilżacza w funkcji względnej wilgotności otoczenia

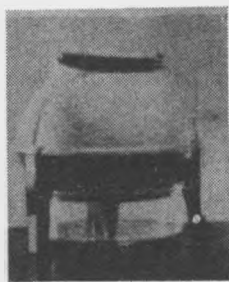
Instytut Łączności przeprowadził ekspertyzę prototypowego nawilżacza wykonanego w kraju dla potrzeb Resortu Łączności. Nawilżacz ten jest skonstruowany w ten sposób, że w wannie z wodą obraca się szereg dziurkowanych tarcz częściowo zanurzonych w wodzie. Tarcze te

obracając się porywają ze sobą cząsteczki wody. W górnej części nawilżacza znajduje się wentylator, który wciąga powietrze na obracające się zwilżone wodą tarcze. Nawilżone powietrze wydostaje się do pomieszczenia przez boczne otwory nawilżacza. Nawilżacz był zainstalowany na okres próbny na jednej z podwarszawskich central telefonicznych o objętości pomieszczenia sali stojaków ok.  $440 \text{ m}^3$ . Przeprowadzone badania wykazały, że wydajność nawilżacza wynosiła średnio ok.  $1,3 \text{ l}$  wody na godzinę przy wilgotności względnej zmieniającej się w granicach 20 do 40%. Przy czynnym nawilżaczu, po 2 do 3 godzinach od chwili jego włączenia, zaobserwowano maksymalny wzrost wilgotności względnej ok. 13%, a wilgotności bezwzględnej o ok.  $2,1 \text{ g/m}^3$ .

Ze względu na niską wydajność nawilżaczy pracujących w systemie ulatniania zachodzi potrzeba szukania urządzeń o większej wydajności, pracujących na innej zasadzie. Urządzenia pracujące na zasadzie odparowywania, w których ogrzewana w naczyniach woda gotuje się i para zostaje odprowadzona w powietrze, posiadają wprawdzie dużą wydajność nawilżania, ale nie wchodzi w rachubę z dwóch względów. Zużycie energii na ogrzanie i wyparowanie  $1 \text{ kg}$  wody na godzinę wynosi teoretycznie /bez strat ciepła/  $620 \text{ kcal}$  lub  $0,72 \text{ kWh}$ , podczas gdy do ulotnienia tej samej ilości wody w ciągu jednej godziny potrzebny jest wentylator o mocy tylko  $125 \text{ W}$ . Drugim względem jest obawa przed niebezpieczeństwem kondensacji gorącej pary wodnej na chłodnych częściach metalowych w pobliżu źródła parowania.

Bardzo skutecznym i tanim sposobem jest zastosowanie zasady rozpylania wody poprzez dysze lub tarcze obrotowe w kształcie turbin. Do obszernej komory wstrzykuje się wodę z dysz przy nadciśnieniu 1 atmosfery, wskutek czego wytwarza się drobna mgła wodna. Sprężone powietrze doprowadzone do komory strumieniem przeciwnie skierowanym zostaje silnie wzbogacone wilgocią i wdmuchiwane do pomieszczenia.

Inne rozwiązania polegają na doprowadzeniu wody za pomocą rurek do szybko obracających się tarcz napędzanych silnikiem elektrycznym. Wskutek ruchu obrotowego tarcz woda spływa promieniowo cienką warstewką po powierzchni tarcz, po opuszczeniu których rozbija się na drobne kropelki. Dalsze bardziej drobne rozbitcie /na kropelki mgły/ uzyskuje się przez uderzanie tych kropelek w

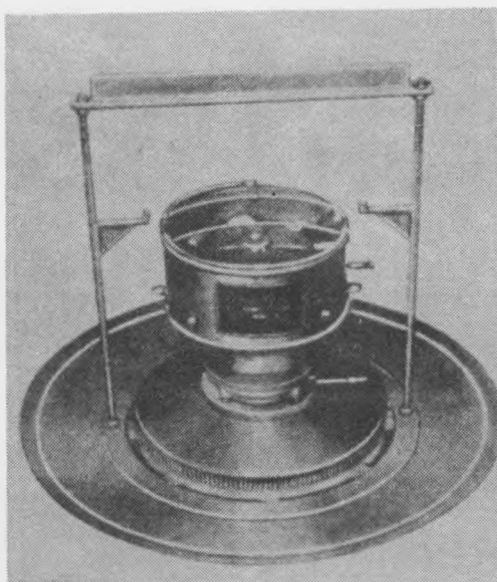


Rys. 25. Aparat  
aerazolowy do roz-  
pylania wody /prod.  
NRF/

specjalną kratkę rozpylającą. Przepływające pod ciśnieniem powietrze porywa mgłę wodną do pomieszczenia. Przez zmianę ciśnienia sprężonego powietrza można rozpyloną ilość wody regulować w granicach 0,6 do 30 kg/h. Nawilzacze tego typu nazywane są też aparatami aerazolowymi /aerazol jest to roztwór koloidalny, w którym ośrodkiem rozpraszającym jest gaz - w przypadku nawilzacza jest to roztwór koloidalny wody w

powietrzu/. Rysunek 25 przedstawia aparat aerazolowy produkcji NRF o wydajności 1 l wody i 200 m<sup>3</sup> powietrza

na godzinę oraz poborze mocy 75 W /wymiary  $\varnothing$  340x340 mm/. Większe tego typu aparaty mogą rozpylić do 6 l wody na godzinę /przy poborze mocy 200 W i wymiarach 450 x 550/. Rysunek 26 natomiast przedstawia aparat produkcji angielskiej o wydajności 8 kg wody na godzinę przy poborze mocy ok. 93 W /wymiary  $\varnothing$  660 x 700 mm/.



Rys. 26. Aparat nawilżający BJC produkcji firmy Air Control Instalations Ltd.

W dobrym aparacie aerozolowym kropelki mgły są wielkości 0,1 do 20  $\mu$ . Aparaty wytwarzające większe kropelki nie nadają się do nawilżania powietrza w sali stożków. Swego rodzaju kontrolą jakości może być umieszczenie szybki szklanej w odległości 1 metra od aparatu, przy czym szybka nie powinna potnieć ani być zwilżana. Z powodu dużej powierzchni rozpylonych cząstek wody w sto-

sunku do ich objętości woda paruje tu bardzo szybko. Z jednego  $\text{cm}^3$  wody powstaje przy wielkości cząstek  $10 \mu\text{-ok}$ . 2 miliardy cząstek wody o sumarycznej powierzchni  $6300 \text{ cm}^2$ .

Przy wszystkich urządzeniach nawilżających, które posiadają wanny napełniane wodą, zarówno w wodzie, jak i na jej powierzchni, powstają wodorosty, kolonie bakterii i mikroorganizmy, wskutek czego przy ich rozpyleniu wydzielają się nieprzyjemne zapachy. Zapobiega się rozrostowi tych organizmów przez dodawanie do wody małych kulek z porowatej masy nasyconej aktywnym roztworem koloidalnym srebra.

W bardzo dużych salach stojaków utrzymywanie na właściwym poziomie elementów klimatu jest bardzo trudne, sala stojaków o przykładowej objętości  $2000 \text{ m}^3$  wymaga przy 3-krotnej wymianie dostarczenia  $6000 \text{ m}^3$  powietrza na godzinę. Do tego celu konieczne byłoby zainstalowanie 6 szt. urządzeń nawiewnych szafkowych i 6 wentylatorów wyciągowych. Dla nawilżenia powietrza przy warunkach zewnętrznych  $0^\circ\text{C}$  i 80% wilgotności względnej trzeba rozprzecznić w powietrzu  $6000 \text{ m}^3/\text{h} \times 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 6 \text{ g}/\text{kg} = 43200 \text{ g} = 43 \text{ kg}$  wody na godzinę. Do tego trzeba by teoretycznie zainstalować 22 nawilżacze pracujące na zasadzie ulatniania. W sumie więc otrzymujemy 34 pojedyncze aparaty.

Takie nagromadzenie aparatów jest niekorzystne z następujących powodów:

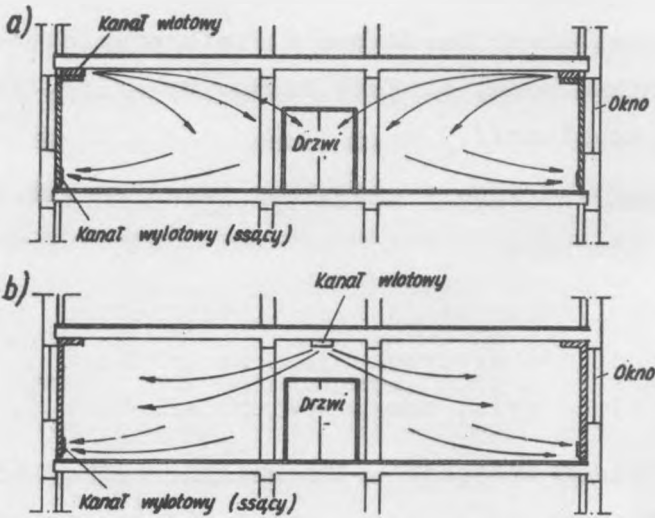
1. W mocno zatłoczonej sali nawilżacze musiałyby stać w przejściach.



2. Każdy aparat posiada własny silnik, tak że jednocześnie byłyby w ruchu 34 silniki.
3. Koszt tej ilości aparatów jest stosunkowo poważny.
4. Filtry 28 aparatów napełnione pyłem muszą być wyjęte w sali stojaków i przez nią przenoszone do oczyszczenia, co przy nieuważnym obchodzeniu się z nimi może spowodować wysypanie się znacznej ilości pyłu.
5. Wanny 22 nawilzaczy muszą być w zimie prawie codziennie napełniane wodą, co jest bardzo uciążliwe /transport wody kubełkami/.
6. Dla urządzeń nawiewnych muszą być wykonane w ścianie dodatkowe otwory.
7. Ponieważ nawilzacze stoją w sali rozdzielone, podczas ich pracy zostaje wzburzona jeszcze istniejąca choć niewielka ilość pyłu, czego powinno się unikać.

W dużych salach stojaków można uniknąć wszystkich tych wad przez zastosowanie jednego urządzenia centralnej klimatyzacji w oddzielnym pomieszczeniu. Potrzebna jest wtedy w zasadzie tylko jedna pompa powietrzna i jedna pompa wodna. Dla rozprowadzania i odprowadzania powietrza w sali stojaków można np. wzdłuż obydwu dłuższych ścian sali umieścić pod sufitem po dwa kanały blaszane umieszczone jeden pod drugim, przy czym kanał górny posiada w określonych odstępach otwory wydmuchowe z zastawialnymi ruchomymi kratkami dla doprowadzenia nawilżonego świeżego powietrza. Do odprowadzenia powietrza zużytego mogą być przewidziane w pobliżu podłogi kanały ssące, które

biegną prostopadłe po ścianie w górę i kończą się w kanale dolnym pod sufitem. Kanalem tym powietrze zużyte jest odprowadzane na zewnątrz lub z powrotem do centralnego urządzenia klimatyzacyjnego. Najkorzystniejszy rozkład jest przedstawiony na rys. 27. Świeże powietrze jest tu wciągane w pobliżu sufitu, a powietrze zużyte odpro-



Rys. 27. Korzystny rozpływ powietrza w sali sto-  
 jaków: a/ kanał wlotowy na ścianach bocznych,  
 b/ kanał wlotowy w środku sali

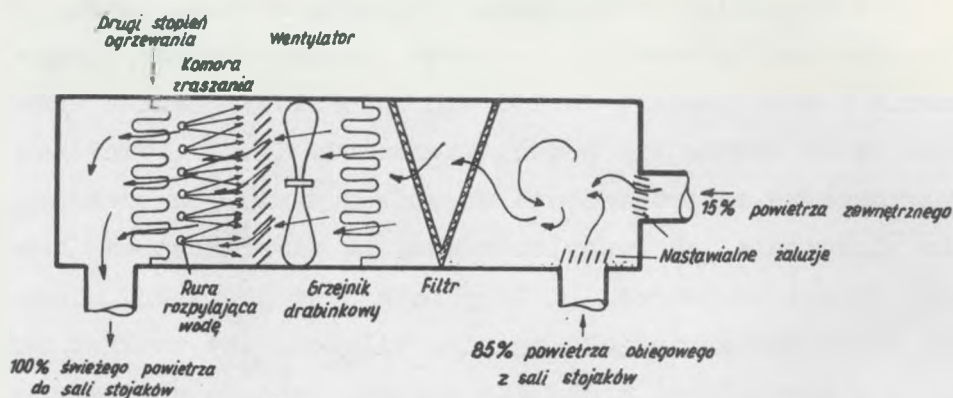
wadzone w pobliżu podłogi. Dzięki takiemu rozwiązaniu następuje dobre przepłukiwanie pomieszczenia, tym bardziej że powietrze wędruje z góry na dół między stojakami, wskutek czego pył nie może unosić się do góry, lecz zostaje wsysany przy podłodze. Pionowe kanały ssące mogą posiadać również w pobliżu sufitu po jednym otworze ssącym w dowolny sposób otwieranym lub zamkniętym. Dzię-

ki temu możliwe jest w okresie zimowym odprowadzanie zapyłonego powietrza w pobliżu podłogi, a w lecie spiętrzonego ciepłego powietrza pod sufitem.

W okresie zimowym doprowadzane świeże powietrze musi być silnie nawilżone i ogrzane. Nie jest przy tym celowe pokrywanie całkowitego zapotrzebowania powietrza powietrzem świeżym i odprowadzanie zużytego powietrza na zewnątrz. Pracujący w sali stojaków personel potrzebuje tylko ok.  $25 \text{ m}^3$  świeżego powietrza na godzinę dla zapewnienia swobodnego oddychania. Znacznie większa ilość powietrza jest potrzebna z powodów już omówionych /utrzymania nadciśnienia/, do których należałoby jeszcze dodać jeden ważniejszy powód. Mianowicie jest niemożliwe równomierne rozprowadzenie w pomieszczeniu niezbędnej do ulotnienia lub rozpylenia wody za pośrednictwem małej ilości powietrza. Do tego celu jest potrzebna wielka ilość powietrza jako nośnika wilgoci, aby uniknąć skupienia się wilgoci w okolicy miejsca dopływu powietrza do sali i przez to nierównomiernego jej rozdzielania w całej przestrzeni powietrznej. Gdyby chcieć doprowadzić z zewnątrz całkowitą ilość powietrza świeżego, to całą tę ilość trzeba by ogrzewać od temperatury zewnętrznej do temperatury pokojowej, do czego potrzebny byłby duży nakład energii. Oprócz tego, należałoby doprowadzić dużo wody w celu odpowiedniego nawilżenia suchego powietrza. Dlatego też w okresie zimowym zaleca się używać tylko 15% świeżego powietrza i mieszać je z 85% powietrza zużytego odzyskiwanego w procesie tzw. recyrkulacji. Powietrze zużyte posiada już wymaganą temperaturę poko-

ową i dostateczną ilość wilgoci. Zapotrzebowanie na wodę i ciepło obniża się w tym kombinowanym systemie do ok. 20%.

Rysunek 28 przedstawia schemat obiegu powietrza w centralnym urządzeniu klimatyzacyjnym w systemie klimatyzacji zimowej. W komorze wstępnej miesza się powietrze świeże z powietrzem zużyтым. Duży przekrój tej komory



Rys. 28. Schemat obiegu powietrza w centralnym urządzeniu klimatyzacyjnym w systemie klimatyzacji zimowej

powoduje małą prędkość powietrza, wobec czego grubsze cząsteczki pyłu mogą opaść na dno. Mieszanka powietrza zostaje potem przeprowadzona przez suchy filtr warstwowy i tu zostaje odpylona. Następnie powietrze nagrzewa się przechodząc przez grzejnik i zostaje wessane przez wentylator do przyległej komory zraszania, gdzie zostaje w odpowiednim stopniu nawilgocone rozpylonymi cząsteczkami wody. Wreszcie następuje ponowne podgrzanie powietrza, aby zwrócić mu stracone ciepło przy ulatnianiu wody i aby

utrzymać dostateczny odstęp od punktu rosy. Powietrze zostaje przy tym ogrzane o kilka stopni powyżej temperatury pokojowej w celu pokrycia strat ciepła powstających przy spadku ciśnienia przy wypływie z kanału blaszanego do sali stojaków. Przy zastosowaniu automatycznej regulacji można utrzymywać w pomieszczeniu wymaganą temperaturę z tolerancją  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  i względną wilgotność z tolerancją  $\pm 2\%$ .

### 5.3.2 Osuszanie powietrza

Podczas gdy w zimie powietrze zwykle zawiera zbyt mało wilgoci, to w okresie letnim jest ono często za wilgotne i w związku z tym muszą być przedsięwzięte specjalne środki do odciążenia z powietrza części wilgoci.

Szczególne niebezpieczeństwo powstaje przy nagłym ochłodzeniu silnie nagrzanego i przesyconego wilgocią powietrza, co może mieć miejsce np. po burzy lub we wczesnych godzinach rannych. Jeśli np. powietrze przy  $27^{\circ}\text{C}$  i 90% wilgotności względnej oziębi się do temperatury  $20^{\circ}\text{C}$ , to z rys. 1 możemy zaobserwować następujący przebieg. Przy  $27^{\circ}\text{C}$  powietrze zawierało 20,5 g wody na kilogram powietrza. Obniżenie temperatury tylko o  $2^{\circ}\text{C}$  spowodowało już lekkie przekroczenie punktu rosy. Przy dalszym ochłodzeniu do  $20^{\circ}\text{C}$ , powietrze takie może zawierać tylko 14,8 g wody w formie gazowej, a więc  $20,5 - 14,8 = 5,7$  g wody na każdy kilogram powietrza musi się wydzielić w postaci rosy. Obserwuje się to zjawisko w lecie na mokrej trawie. Jeśli w tych warunkach otworzyć w

lecie okna sali stojaków, to powietrze w sali szybko się ochłodzi i rosa osiadzie na wszystkich przedmiotach. Wiadać z tego wyraźnie, że okna sali powinny być zamknięte nie tylko z powodu przenikania pyłu, lecz również w celu zabezpieczenia przed dopływem zbyt suchego powietrza w zimie, a zbyt wilgotnego w lecie.

Osuszanie powietrza przeprowadza się dwiema metodami: albo wykorzystując własności higroskopijne pewnych soli, albo przez oziębianie powietrza poniżej punktu rosy, dzięki czemu część pary wodnej można wykroplić.

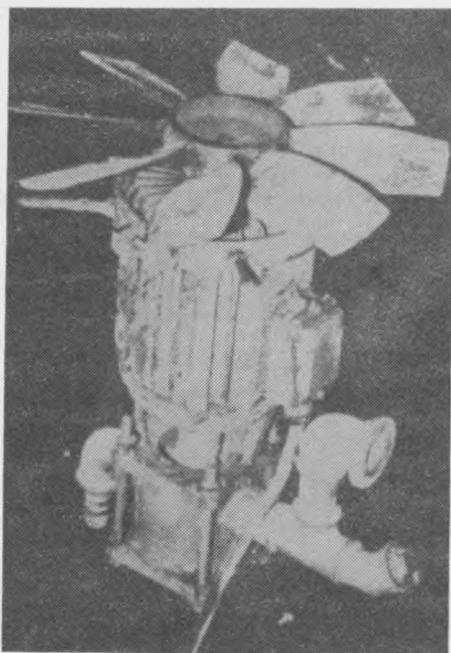
Pierwsza metoda polega na przepuszczeniu wilgotnego powietrza przez kilka warstw bardzo higroskopijnego chlorku wapnia  $\text{CaCl}_2$  /lub żelu krzemionkowego/, umieszczonych w specjalnej wykonanej z blachy szafce. Chlorek wapnia pochłania wilgoć z powietrza, a ta z kolei stopniowo przechodzi w stan cieczy. Ponad warstwami chlorku jest zainstalowany wentylator, który zasysa powietrze wilgotne i skierowuje je ku dołowi, a powietrze osuszona włącza poprzez górną część szafki do pomieszczenia. Do wad urządzenia zaliczyć można niską jego wydajność w porównaniu z objętością szafki, przy czym wydajność ta spada w miarę chłonięcia wody. Poza tym wydmuchiwane powietrze zawiera pewną ilość chlorku wapnia, który osadza się na pokrywie aparatu i w otoczeniu, a z kolei usuwanie tego osadu jest czynnością nieprzyjemną i brudzącą. Do kosztów energii elektrycznej dochodzą koszty bieżące związane z regeneracją chlorku wapnia.

Powszechnie używane urządzenia to urządzenia pracujące na zasadzie przekraczania punktu rosy przez ochładzanie

nie wilgotnego powietrza. Zwykle przenośne urządzenia w wykonaniu szafkowym posiada chłodnicę i wentylator. Zasyrane przez wentylator powietrze ochładza się silnie na żeberkach chłodniczych, przekraczając przy tym punkt rosy i wytrąca krople wody, które osiadają w wannie. Ochłodzone i osuszone powietrze przepływając obok gorącego kompresora ogrzewa się do temperatury pokojowej i opuszcza aparat. Zależnie od zawartości wilgoci i temperatury powietrza wykrapla się w ciągu godziny ok. 150 g wody. W dużych salach stojaków przy bardzo wilgotnym powietrzu trzeba postawić większą ilość takich aparatów.

### 5.3.3. Skutki używania niewłaściwej wody do nawilżaczy

Woda wodociągowa zawiera na ogół w mniejszej lub większej ilości rozpuszczone sole, jak chlorki, siarczany, krzemiany itp. Woda taka używana do nawilżaczy powoduje osadzanie się soli w otworkach rurek nawilżaczy zatykając je po pewnym czasie, jak również wszędzie wewnątrz urządzeń tworząc grube warstwy osadu atakujące części metalowe. Urządzenia te stać się mogą z tego powodu już po roku lub dwóch latach nie do użytku. Na rysunku 29 wiadać silnik urządzenia nawilżającego zaopatrzony w wiatraczek skrzydełkowy pokryty grubym osadem soli wytworzonym w czasie dwóch sezonów nawilżania. W związku z tym stwierdzone, że ciągle używane nawilżacze należy gruntownie przejrzeć już po upływie pół do jednego roku pracy i zdjąć wytworzony osad soli. Najmniej przyjemną rzeczą jest fakt, że osad ten tworzy się również na



Rys. 29. Wentylator nawilżacza pokryty grubą warstwą soli osadowej

wszystkich przedmiotach w sali stojaków, a więc i na jej urządzeniach, co może doprowadzić do zakłóceń w pracy centrali. Jeśli w szczególności tworzą się suche warstwy soli, to z jednej strony mogą one wywoływać szybkie ścieranie się współpracujących mechanicznie części wybieraków przez swoje szlifujące działanie, a z drugiej strony powodować niekontrolowany wzrost oporności zestyków. Na skutek zawartego w warstwie soli bardzo higroskopijnego chlorku magnezu należy się liczyć, że sól taka nigdy całkowicie nie wyschnie, lecz z czasem rozprzynie się cienką, ledwo widoczną warstewką. Warstewka ta-



ka jest silnym elektrolitem tworzącym lokalne ogniwa elektryczne powodujące korozję metali oraz powodujące pęcznienie warstw izolacyjnych.

Z tych powodów należy wodę używaną do nawilżaczy pozabawić szkodliwych soli. Otrzymywanie takiej wody za pomocą destylacji jest kosztowne. Dużo tańszym sposobem jest odsolenie wody na drodze chemicznej, do czego służą specjalne aparaty.

#### 5.4. Konserwacja urządzeń klimatyzacyjnych

Ciągłość pracy i sprawność działania urządzeń klimatyzacyjnych mają bardzo duże znaczenie dla pracy centrali telefonicznej. Źle konserwowane urządzenia są gorsze od żadnego. Ważne jest więc zapewnienie fachowej obsługi urządzeń klimatyzacyjnych.

Szczególnie poważne następstwa mogą wynikać przy przerwach pracy elementów chłodzących lub urządzeń osuszających. Przy znacznie wyższej temperaturze powietrza zewnętrznego, ciepłe powietrze wchodzące do sali ochładza się i jeśli jest ono dostatecznie wilgotne, powoduje skraplanie się wody na zimniejszych urządzeniach.

#### 6. KIEDY STOSOWAĆ KLIMATYZACJĘ ?

Podanie zdecydowanych zaleceń, kiedy należy stosować klimatyzację jest trudne, gdyż zależy to od miejscowych warunków.

Centrale niedozorowane, nawet duże, rzadko odwiedzane i znajdujące się w okolicach o małym zapyleniu pracu-

ją najlepiej, jak wynika z doświadczeń zagranicznych, kiedy pył nie jest poruszany. Duże natomiast centrale dozorowane, szczególnie w miejscowościach o dużym zapyleniu, powinny mieć klimatyzację. W klimacie suchym, zwłaszcza w zimie, konieczne jest nawilżanie nawet w centralach nie-  
dozorowanych. Jako ogólną wskazówkę można by podać dla dużych central stosowanie klimatyzacji centralnej, a dla central małych - pojedynczych urządzeń nawilżających, nawiewnych itp. Należy zwrócić wreszcie uwagę, że chociaż wyposażenie budynku w urządzenia klimatyzacyjne jest dość kosztowną inwestycją, to jest ona zazwyczaj uzasadniona, gdyż przyczynia się do większej pewności pracy centrali i zmniejszenia kosztów konserwacji.

#### WYKAZ LITERATURY

1. G.W. Akimow: Podstawy nauki o korozji i ochronie metali /r. 1952/.
2. H.J. Bowcott i A.J. Cleaver: Corrosion of electrical components by their atmospheric environment. The Proceedings of The Institution of Electrical Engineers. Part B, Supplement Nr 22 /r. 1962/.
3. F. Bradtke i W. Liese: Pomiary klimatyczne wewnątrz i na zewnątrz budynków. Arkady /r. 1958/.
4. F-ma L.M. Ericsson: When planning telephone buildings /r. 1958/.
5. K.G. Hansson: Voraussetzungen für die rationelle Instandhaltung von L.M. Ericssons Selbstwählern.

Ericsson Review 4/1955 r.

6. R.W. Hopwood: Ventilation of Apparatus Rooms. The Post Office Electrical Engineers Journal /styczeń 1962 r./
7. T. Kaczyński, A. Stankiewicz, C. Cywiński: Przepisy eksploatacji automatycznych central telefonicznych Strowgera. MŁ-IŁ 1959 r.
8. Honeywell Regulator Company: Engineering Manual of Automatic Control for Commercial air Conditioning /1958 r./.
9. K. Keil: Handwörterbuch der Meteorologie /1950 r./.
10. H.J. Keefer: Dust on Relay Contacts. Bell Laboratories Record 1/1957 r.
11. B. Nowakowski: Zasady wietrzenia i ogrzewania zakładów pracy. PWT 1955 r.
12. H. Spülbeck i K.H. Steinkühler: Die Regelung der Luftverhältnisse in Wählerräumen. Der Fernmelde Ingenieur 5 i 11/1959 r.
13. H. Spülbeck: 'Automatische Regelung der Feuchte der Luft in Wählerräumen in Abhängigkeit von der Temperatur. Fernmelde Praxis 17/1960 r.
14. J. Wolniewicz: Zagadnienie pomiarów wilgotności w pomieszczeniach telefonicznych central automatycznych. IŁ 1960 r.
15. J. Wolniewicz, J. Bogdanowicz: Wpływ wilgotności otoczenia na pracę styków w przekaźnikach CA systemu Strowgera. IŁ 1961 r.
16. ATM: Telecommunications Handbook /Vol. 1, Sec. 2/.

