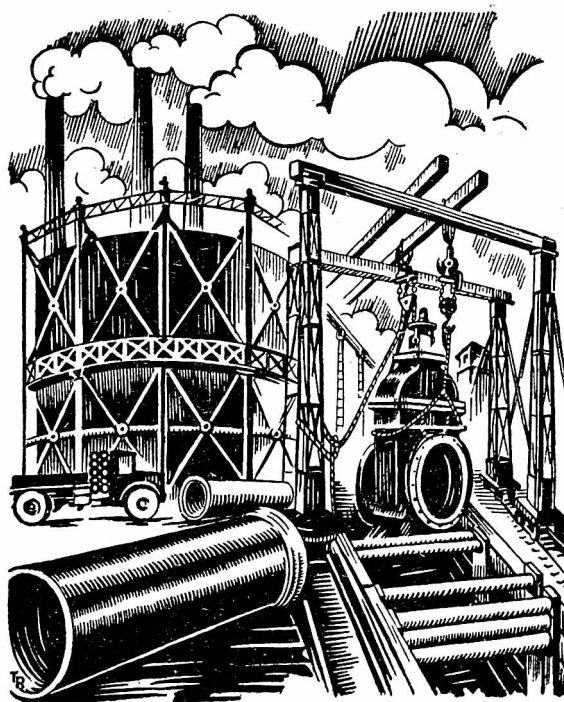


# GAZ, WODA

## TECHNIKA SANITARNA

— *miesięcznik* —



Nr 4

KWIECIEŃ 1954

ROK XXVIII

---

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

# GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA

M I E S I Ą C Z N I K

KOMITET REDAKCYJNY:

REDAKTOR NACZELNY: MGR INŻ. HENRYK JANCZEWSKI

REDAKTOR DZIAŁU GAZOWNICTWA: MGR INŻ. ROMUALD KIELKIEWICZ

REDAKTOR DZIAŁU WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI: MGR INŻ. JÓZEF LIEBFELD

REDAKTOR DZIAŁU TECHNIKI SANITARNEJ: DR INŻ. JAN JUST

REDAKTOR DZIAŁU INSTALACJI: DOC. DR INŻ. STEFAN KOŁODZIEJCZYK

SEKRETARZ REDAKCJI: ZOFIA KLIMASZEWSKA

REDAKTOR TECHNICZNY: DR JADWIGA WŁODEK-SANOJCA

NR 4

KWIECIEŃ 1954

ROK XXVIII

## T R E Ś Ć

Mgr inż. Zbigniew Bruliński i mgr inż. Jerzy Gańczarczyk — Ścieki z urządzeń do oczyszczania wody.

Bohdan Koziorowski — Oczyszczanie ścieków z produkcji antybiotyków.

Mgr inż. Tadeusz Gabryszewski — Obliczanie wewnętrznych przewodów kanalizacyjnych.

Mgr inż. Edward Mielcarzewicz — Obliczanie całkowitej straty ciśnienia w zamkniętej sieci wodociągowej.

Dr Marian Gajewski — Mikołaj Kopernik i pierwsze wodociągi w Polsce.

Dr inż. Henryk Walden — Badanie przepływu gazu w szorstkich gazociągach dalekosieźnych.

Mgr inż. Kazimierz Suszycki — Możliwości obniżenia temperatur obliczeniowych w ogrzewnictwie. Wiadomości praktyczne.

Usprawnienia i racjonalizacja.

Z życia Organizacji.

Z prasy zagranicznej.

Biuletyn Instytutu Gospodarki Komunalnej.

## С О Д Е Р Ж А Н И Е

Мгр инж. З. Брулиньски и мгр инж. И. Ганчарчик — Сточные воды в установках для очистки воды.

Б. Козёровски — Очистка сточных вод продукции антибиотиков.

Мгр инж. Т. Габрышевски — Расчёт внутренних канализационных проводов.

Мгр инж. Э. Мельцаревич — Расчёт общей утраты давления в замкнутой водопроводной сети.

Др М. Гаевски — Миколай Коперник и первые водопроводы в Польше.

Др Ч. Вальден — Исследование движения газа в шероховатых магистральных газопроводах.

Мгр инж. К. Сушицки — Возможность снижения расчетной температуры в теплотехнике.

Практические ведомости.

Усовершенствования и рационализация.

Организационная жизнь.

Из зарубежной печати.

Бюллетень Института Коммунального Хозяйства.

## SOMMAIRE

Mgr ing. Z. Bruliński et mgr ing. J. Gańczarczyk — „Égouts provenant des installations purifiant l'eau“.

B. Koziorowski — „Purification des égouts de la production des antibiotiques“.

Mgr ing. T. Gabryszewski — „Calcul des conduites de canalisation intérieures“.

Mgr ing. E. Mielcarzewicz — „Calcul de la perte totale de pression en réseau des conduites d'eau fermé“.

Dr M. Gajewski — „Nicolas Copernicus et les premières installations de l'eau en Pologne“.

Dr ing. H. Walden — „Etude du passage du gaz en conduites rudes à longue distance“.

Mgr ing. K. Suszycki — „Possibilités de l'abaissement des températures de calcul dans l'industrie du chauffage“.

Nouvelles pratiques

Améliorations et rationalisation

Activité de l'Association

Presse étrangère

Bulletin de l'Institut de l'Administration Communale

## IN THIS ISSUE

Z. Bruliński, Mgr Eng. and J. Gańczarczyk, Mgr Eng. — „Waste from water purifying plant“.

B. Koziorowski — „Purification of antibiotic production waste“.

T. Gabryszewski, Mgr Eng. — „Computation of inside canalisation piping“.

E. Mielcarzewicz, Mgr Eng. — „Computation of total pressure loss in a closed water pipes network“.

M. Gajewski, Dr — „Nicolas Copernicus and the first water supply works in Poland“.

H. Walden, Dr Eng. — „Study of gas flow in rough far reaching gas pipes“.

K. Suszycki, Mgr Eng. — „Possibilities of lowering basic temperatures in heating industry“.

Practical news.

Amelioration and rationalisation

The activity of the Association

Foreign press

Bulletin of the Communal Administration Institute

Redakcja i Administracja: Warszawa, ul. Czackiego 3/5. Tel. 67.461 wewn. 90.

Prenumerata: Półrocznie 36 zł. Kwartalnie 18 zł. Numer pojedynczy 6 zł.

Prenumeratę przyjmują listonosze i urzędy pocztowe.

Zakłady Graficzne i Wydawnicze Dom Słowa Polskiego. Zam. 1030/c z dnia 21.2.54. Podpisano do druku dn. 29.3.1954 r.

Nakład 3500. Ark. wyd. 6,5. Form. A4. Ark. druk. 4. Pap. V kl. druk sat. 5-B-12988



# GAZ, WODA, TECHNIKA SANITARNA

M I E S I Ą C Z N I K

O R G A N

STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW  
SANITARNYCH, OGRZEWNICTWA, GAZOWNICTWA I TERENÓW ZIELONYCH

Nr 4

KWIECIEŃ — 1954

ROK XXVIII

## II Zjazd Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej

W dniach od 10 do 17 marca 1954 r. odbył się w Warszawie II Zjazd Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej. Na Zjazd przybyło ponad 1200 delegatów z całego kraju, wybitnych aktywistów i działaczy partyjnych, przodowników pracy i racjonalizatorów, wybitnych literatów, artystów i naukowców, górników, hutników, włóknarzy, metalowców, budowlanych, przodujących chłopów spółdzielców i indywidualnych.

Zjazd był licznie obsesany przez delegatów zagranicznych. Przybyła na Zjazd delegacja KPZR z tow. N. S. Chruszczowem na czele, przybyły delegacje bratniej partii z całego świata, a więc z Chin, Francji, Czechosłowacji, Włoch, NRD, Rumunii, Bułgarii, Niemiec Zachodnich, Anglii, Mongolii, Hiszpanii, Węgier i wielu innych krajów.

W pierwszym dniu obrad referat sprawozdawczy KC PZPR wygłosił Przewodniczący Komitetu Centralnego PZPR, tow. Bolesław Bierut. W referacie tow. Bierut omówił charakter naszej rewolucji ludowej, podał ocenę sytuacji międzynarodowej, a także wskazał, po przeprowadzeniu głębokiej analizy, na wspaniałe osiągnięcia Polski Ludowej oraz na przebieg realizacji planu 6-letniego w przemyśle, rolnictwie, obrocie towarowym i inwestycjach. Mówiąc o wzroście stopy życiowej mas pracujących w okresie planu 6-letniego, tow. Bierut zwrócił uwagę na konieczność stworzenia w latach 1954—1955 warunków dla wzrostu realnych płac pracowników oraz dochodów pracujących chłopów o 15 — 20%.

W dalszej części referatu Przewodniczący KC omówił osiągnięcia Polski Ludowej na froncie oświaty, kultury, zdrowia i opieki społecznej oraz nakreślił zadania na najbliższy okres czasu w zakresie budowy polskiej kultury socjalistycznej. Mówiąc o osiągnięciach polityczno-ustrojowych i konieczności powołania rad gromadzkich tow. Bierut omówił wagę aktu historycznego, jakim było uchwalenie Konstytucji Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej dn. 22 lipca 1952 r., znaczenie Frontu Narodowego w walce o pokój i o realizację polityki uprzemysłowienia Polski, podkreślił konieczność większego wzmocnienia i rozszerzenia pracy rad narodowych oraz silniejszego ich związania z masami ludowymi.

Jedną z podstawowych teorii rewolucji i dyktatury proletariatu jest sojusz robotniczo-chłopski. Poruszając to zagadnienie tow. Bierut stwierdził, że stanowi ona naczelną zasadę polityki Partii w okresie budownictwa socjalizmu. Powołując się na historyczne wypowiedzi Lenina z 1921 r. i Stalina z 1952 r. (Ekonomiczne problemy socjalizmu w ZSRR) Przewodniczący KC PZPR wskazał, że właśnie sojusz robotniczo-chłopski jest niezawodną podstawą rosnącej szybko mocy i potęgi naszego ustroju, naszego państwa demokracji ludowej, państwa robotników i chłopów.

Omawiając w swoim referacie rolę, jaką odegrała Partia w okresie sprawozdawczym, w okresie ostrej walki klasowej i głębokich socjalistycznych przeobrażeń, tow. Bierut podkreślił stale wzrastającą rolę Partii we wszystkich dziedzinach życia naszego kraju. W okresie tym podniósł się niepomniernie autorytet i wpływ moralno-polityczny Partii wśród mas pracujących, które przekonały się, że Partia prowadzi Naród po jedynej słusznej drodze, której celem jest dobro człowieka pracy, szczęście Narodu i pomyślność Ojczyzny.

Kończąc swój referat tow. Bolesław Bierut stwierdził, że „proklamując ogólnonarodową walkę o poprawę bytu prostego człowieka, umacniając przyjaźń i braterstwo z narodami Kraju Rad, kraju zwycięskiego socjalizmu, najlepiej służymy sprawie pokoju i rozkwitu naszej Ojczyzny”.

W trzecim dniu obrad, po zakończeniu dyskusji nad sprawozdaniem Komitetu Centralnego — Zjazd przyjął do wiadomości i zatwierdził sprawozdanie Komitetu Centralnego, uznał linię polityczną Komitetu Centralnego za słuszną oraz przyjął referat tow. Bieruta za wytyczną działania Partii, w szczególności w walce o realizację doniosłego zadania umocnienia sojuszu robotniczo-chłopskiego i szybszego podnoszenia stopy życiowej mas pracujących.

W dalszych obradach Zjazdu, referat o głównych zadaniach gospodarczych dwóch ostatnich lat (1954—1955) planu 6-letniego wygłosił członek Biura Politycznego KC PZPR, tow. Hilary Minc, który omówił zagadnienia związane ze wzmocnieniem pomocy produkcyjnej dla rolnictwa, wzrostem produkcji przemysłowej artykułów szerokiego spożycia, niektórymi problemami przemysłu środków wytwórczości, kolejnictwem, postępowaniem technicznym, inwestycjami i budownictwem, wzrostem wydajności pracy i walką o obniżkę kosztów własnych.

W walce o podniesienie stopy życiowej, która będzie wymagała nowego rozstawienia sił i środków produkcji w naszej gospodarce narodowej, winien wziąć udział cały naród.

Kolejny referat „O zadaniach rozwoju rolnictwa w latach 1954—1955 i o zapewnieniu niezbędnych środków dla wzrostu produkcji rolniczej” wygłosił tow. Zenon Nowak. Niezależnie od nienadążania rolnictwa za socjalistycznym przemysłem istnieją nadmierne dysproporcje pomiędzy przemysłem i rolnictwem. Jednym z warunków produkcji rolniczej jest przejęcie przez wieś polską inicjatywy przodujących gospodarzy, przodujących spółdzielni produkcyjnych i PGR-ów.

Na wszystkich szczeblach naszej gospodarki narodowej, instancji partyjnych i rad narodowych, rolnictwo winno otrzymać wydatną pomoc i większą opiekę, by mogło spełniać swoje zadania.

W przedostatnim dniu Zjazdu, po wystłuchaniu referatu tow. Edwarda Ochaba pt. „O niektórych zadaniach organizacyjnych i zmianach w Statucie Partii” przyjęto uchwałę o zatwierdzeniu nowego Statutu PZPR.

W ostatnim dniu Zjazd dokonał wyboru członków Komitetu Centralnego oraz Komisji Rewizyjnej.

Podsumowując obrady, na zakończenie Zjazdu tow. Bierut stwierdził, że potwierdziły one całkowitą jedność myśli, nieugiętą wolę oraz spójność dążeń Partii i całego Narodu w wielkim dziele budownictwa nowego życia w Polsce Ludowej.



Mgr inż. ZBIGNIEW BRULIŃSKI

Mgr inż. JERZY GAŃCZARCZYK

Zakład Badań Wodociągowych  
i Kanalizacyjnych  
Politechniki Śląskiej.

## Ścieki z urządzeń do oczyszczania wody

Mówiąc o urządzeniach do oczyszczania wody mamy najczęściej na myśli filtry pośpieszne oraz stacje koagulacji wody. Wymienione wyżej urządzenia dają znaczne ilości ścieków nie nadających się często do bezpośredniego odprowadzenia do odbiornika. Problem oczyszczania wody wygląda więc nieco paradoksalnie zważywszy, że przy oczyszczaniu wody dla celów bytowo-gospodarczych czy też przemysłowych otrzymujemy nie tylko ścieki będące efektem takiego czy innego zużycia oczyszczonej wody, ale również ścieki z samych urządzeń dla jej oczyszczania. Krótka charakterystyka ilościowa i jakościowa ścieków z poszczególnych urządzeń do oczyszczania wody w świetle rozporządzenia Min. Gospod. Komun. z dnia 2.9.50 w sprawie określenia warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wpuszczane do zbiorników wód powierzchniowych i do ziemi (Dz. URP nr 41, poz. 371) pozwoli nam bliżej poznać wagę zagadnienia.

### A. Ścieki ze stacji filtrów pośpiesznych.

Jak wiadomo, filtry pośpieszne służą do oczyszczania wód metnych, zawierających zawieszinę typu niekoloidalnego. Ze względu na ekonomię działania filtrów z punktu widzenia ilości wody zużywanej do płukania złóż filtrowych, ilość zawiesziny w postaci suchej pozostałości wysuszonej do stałej wagi w temp. + 105°C, doprowadzanej w wodzie surowej na filtry pośpieszne, nie powinna przekraczać 50 mg/l. Zatem wody naturalne o większych zawartościach zawiesziny, nie dających się zredukować do wyżej wspomnianych 50 mg/l przez zastosowanie osadników, muszą być poddane uprzedniej koagulacji. Oczywiście, że w tym ostatnim wypadku ilość zawiesziny w wodzie doprowadzonej na filtry po osadnikach pokoagulacyjnych winna być mniejsza (15—20 mg/l a nawet mniej).

Na podstawie danych statystycznych ilość wody do płukania złóż filtrowych na różnych prawidłowo działających stacjach filtrów pośpiesznych waha się w granicach 3—10% ich dobowej wydajności. Przy przyjęciu doprowadzenia na filtry wód o zawartościach zawiesziny 15—50 mg/l, przy różnych procentowych ilościach wody zużywanej do płukania złóż, otrzymamy w niej następujące średnie koncentracje zawiesziny (tablica 1) obliczone z wzoru:

$$b = \frac{s}{p} \cdot 100$$

gdzie  $b$  — zawartość zawiesziny w wodzie z płukania złóż.

$s$  — „surowej,

$p$  — ilość „wody z „płukania filtrów w %  
całodobowej ich wydajności.

Podane w powyższej tablicy ilości zawiesziny w wodzie z płukania złóż traktować należy oczywiście jako przeciętne

dobowe i niezależne od wydajności stacji filtrów przy założeniu 100% efektu działania złóż. Na początku jednorazowego cyklu płukania złóż, ilości zawiesziny w wodzie z płukania będą większe od podanych w tabeli i zmniejszać się będą do zera, w miarę upływu czasu płukania. Jak widać z tablicy, koncentracja zawiesziny w wodzie z płukania filtrów jest znaczna, więc w każdym konkretnym przypadku należy przeanalizować możliwość bezpośredniego wpuszczenia tych ścieków do odbiornika.

$$\text{Ze wzoru: } R = \frac{Q}{q} = \frac{b \cdot a - x}{x}$$

Oznaczając przez:

$Q$  m<sup>3</sup>/sek — ilość wody w odbiorniku przy niskich stanach,

$a$  mg/l — ilość zawiesziny w wodzie odbiornika przy niskich stanach,

$q$  m<sup>3</sup>/sek — ilość ścieków ze stacji filtrów,

$b$  mg/l — ilość zawiesziny w ściekach ze stacji filtrów,

$x$  mg/l — dopuszczalne zwiększenie ilości zawiesziny w wodzie odbiornika I, II, wzgl. III kategorii w myśl rozp. MGK z 2.9.1950.

$R$  — potrzebne rozcieńczenie ścieków wodami odbiornika.

Obliczyć możemy potrzebne rozcieńczenia ścieków ze stacji filtrów wodami odbiornika, by dostosować się do wymogów wyżej wymienionego rozporządzenia MGK.

Przyjawszy ilość wody z płukania filtrów  $p = 10\%$  dla różnych zawartości zawiesziny w wodzie surowej „ $s$ ” z tablicy 1 i dla najczęściej spotykanych zawartości zawiesziny „ $a$ ” w wodach odbiorników przy stanach niskich, otrzymamy następujące potrzebne wartości koniecznego stopnia rozcieńczenia „ $R$ ” dla kategorii rzek wg podziału w rozporządzeniu MGK (tabl. 2).

Jak widać z tablic 1 i 2, ilości zawiesziny w wodach z płukania filtrów oraz potrzebne rozcieńczenia przy wprowadzaniu ich do odbiornika są duże, nawet przy przyjęciu najkorzystniejszych warunków np.  $p = 10\%$ ,  $s = 15$  mg/l,  $a = 50$  mg/l, rzeka kategorii III. W wypadku tym potrzebne rozcieńczenie wynosi  $R = 67$ , które w naszych warunkach hydrograficznych nieczęsto da się osiągnąć. Jeśli przyjmujemy, że przy powyższych założeniach odpływ ścieków z filtrów pośpiesznych o przeciętnych wymiarach złóż  $8,0 \cdot 4,0$  m = 32 m<sup>2</sup>, przy intensywności płukania 10 l/sek/m<sup>2</sup> wynosi  $q = 32 \cdot 10 = 320$  l/sek, to potrzebna ilość wody w odbiorniku winna wynosić  $Q = R \cdot q = 67 \cdot 320 = 21,44$  m<sup>3</sup>/sek.

Takie ilości przepływów w odbiornikach spotykamy w naszej praktyce rzadko, widzimy więc, że nawet przy tak korzystnych przyjęciach, jakie założono w powyższym przeliczeniu, przed wpuszczeniem ścieków z filtrów pośpiesznych do odbiornika, należy niejednokrotnie ilość zawiesziny w tych ściekach zmniejszyć.

Tablica 1

| Ilość wody<br>zużywanej<br>do płukania<br>pł w % | b — ilość zawiesziny w wodzie z płukania złóż dla s w mg/l |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                                  | s = 15                                                     | s = 20 | s = 25 | s = 30 | s = 35 | s = 40 | s = 45 | s = 50 |
| 3,0                                              | 500                                                        | 667    | 833    | 1000   | 1167   | 1334   | 1500   | 1667   |
| 3,5                                              | 429                                                        | 572    | 714    | 857    | 1000   | 1143   | 1286   | 1430   |
| 4,0                                              | 375                                                        | 500    | 625    | 750    | 875    | 1000   | 1125   | 1250   |
| 4,5                                              | 335                                                        | 445    | 556    | 667    | 778    | 888    | 1000   | 1111   |
| 5,0                                              | 300                                                        | 400    | 500    | 600    | 700    | 800    | 900    | 1000   |
| 5,5                                              | 273                                                        | 364    | 455    | 546    | 636    | 727    | 818    | 910    |
| 6,0                                              | 250                                                        | 333    | 417    | 500    | 584    | 667    | 750    | 834    |
| 6,5                                              | 231                                                        | 308    | 385    | 462    | 538    | 615    | 693    | 770    |
| 7,0                                              | 214                                                        | 286    | 357    | 429    | 500    | 572    | 643    | 714    |
| 7,5                                              | 200                                                        | 267    | 334    | 400    | 467    | 534    | 600    | 668    |
| 8,0                                              | 188                                                        | 250    | 313    | 375    | 438    | 500    | 563    | 625    |
| 8,5                                              | 177                                                        | 235    | 294    | 353    | 412    | 471    | 530    | 589    |
| 9,0                                              | 167                                                        | 222    | 278    | 334    | 389    | 445    | 500    | 556    |
| 9,5                                              | 158                                                        | 211    | 263    | 316    | 368    | 421    | 474    | 526    |
| 10,0                                             | 150                                                        | 200    | 250    | 300    | 350    | 400    | 450    | 500    |

Tablica 2

| b<br>w mg/l | Potrzebne rozcieńczenie R dla kategorii odbiorników I, II, III |     |     |             |     |     |             |     |     |             |     |     |             |     |     |
|-------------|----------------------------------------------------------------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------------|-----|-----|-------------|-----|-----|
|             | a = 10 mg/l                                                    |     |     | a = 20 mg/l |     |     | a = 30 mg/l |     |     | a = 40 mg/l |     |     | a = 50 mg/l |     |     |
|             | I                                                              | II  | III | I           | II  | III | I           | II  | III | I           | II  | III | I           | II  | III |
| 150         | 559                                                            | 186 | 93  | 519         | 173 | 87  | 479         | 160 | 80  | 439         | 147 | 74  | 399         | 133 | 67  |
| 200         | 759                                                            | 253 | 127 | 719         | 240 | 120 | 679         | 227 | 114 | 639         | 213 | 107 | 599         | 200 | 100 |
| 250         | 959                                                            | 320 | 160 | 919         | 307 | 154 | 879         | 293 | 147 | 839         | 280 | 140 | 799         | 267 | 134 |
| 300         | 1159                                                           | 387 | 194 | 1119        | 373 | 187 | 1079        | 360 | 180 | 1039        | 347 | 174 | 999         | 333 | 167 |
| 350         | 1359                                                           | 453 | 227 | 1319        | 440 | 220 | 1279        | 427 | 214 | 1239        | 413 | 207 | 1199        | 400 | 200 |
| 400         | 1559                                                           | 520 | 260 | 1519        | 507 | 254 | 1479        | 493 | 247 | 1439        | 480 | 240 | 1399        | 467 | 234 |
| 450         | 1759                                                           | 587 | 294 | 1719        | 573 | 287 | 1679        | 560 | 280 | 1639        | 547 | 274 | 1599        | 533 | 267 |
| 500         | 1959                                                           | 653 | 327 | 1919        | 640 | 320 | 1879        | 627 | 314 | 1839        | 613 | 307 | 1799        | 600 | 300 |

Analizując wymogi odnośnie wpuszczania ścieków z filtrów do odbiornika, należy oczywiście uwzględnić okoliczność zmniejszenia przepływu w rzece o ilość wody pobieranej przez stację filtrów, zaś dla rzek okręgów przemysłowych prowadzących olbrzymie ilości zawiesin przy małych objętościach przepływu wody w rzece, konieczne jest również dokładnie przeanalizować, jaką ilość zawiesiny „a” w rzece należy przyjąć do obliczenia potrzebnego rozcieńczenia ze wzoru

$$R = \frac{b - a - x}{x}, \text{ a więc czy faktycznie prowadzoną przez}$$

rzekę, czy też „idealną” tj. taką, jaka byłaby w rzece o zanieczyszczeniu naturalnym. Zdarzyć się bowiem może, że ilości faktyczne niesionej zawiesiny są tak duże, że obliczone potrzebne rozcieńczenie ścieków z filtrów pośpiesznych nie wykazywałoby konieczności oczyszczania tych ścieków.

#### B. Ścieki ze stacji koagulacji.

Metodę koagulacji stosujemy w procesie oczyszczania wody w wypadku konieczności usunięcia jej barwy względnie zawiesin koloidalnych, trudno opadających, nie dających się zredukować w osadnikach do ilości, które możemy już skierować na filtry pośpieszne bez obawy naruszania ekonomii pracy filtrów. Powstające w procesie oczyszczania wody przez koagulację znaczne ilości osadów pokoagulacyjnych są w wielu wypadkach poważną cechą ujemną tego sposobu oczyszczania. Z zagadnieniem tym spotykają się wszyscy pracujący w dziale oczyszczania wody zarówno w odnośnych zakładach badawczych jak w biurach projektów czy też przy eksploatacji stacji koagulacji.

Ilość osadu w g/m<sup>3</sup> wypadającego z oczyszczanej wody metodą koagulacji, można obliczyć z wzoru:

$$G = a + d(a_1 + a_2)$$

gdzie a — ilość zawiesin w oczyszczanej wodzie w g/m<sup>3</sup>  
d — dawka Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> wzgl. Fe SO<sub>3</sub> w g/m<sup>3</sup>, po przeliczeniu na produkt bezwodny,

a<sub>1</sub> — współczynnik zawartości nierozpuszczalnych domieszek w koagulancie, przyjmowany dla czystego technicznie siarczanu glinu — 0,08, dla niższych stopni czystości siarczanu glinu do 0,69, a dla siarczanu żelaza — 0,10,

a<sub>2</sub> — Współczynnik powstawania wodorotlenku wynoszący dla Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> → Al(OH)<sub>3</sub> — 0,46  
zaś dla Fe SO<sub>3</sub> → Fe(OH)<sub>3</sub> — 0,70

Wzór powyższy nie obejmuje trudnej do ujęcia ilości kołoidalnych i rozpuszczonych substancji usuwanych z wody przy koagulacji wód barwnych i nadaje się w zasadzie tylko do określenia ilości osadu pokoagulacyjnego z koagulacji wód mętnych.

Tablica (3) podaje ilości osadu pokoagulacyjnego dla wód o zawartości zawiesin od 10 mg/l — 100 mg/l.

Ze względu na zależność w szerokim zakresie wielkości dawki koagulantu od występujących różnych mętności i zabarwień wody surowej oraz różnej wydajności stacji koagulacji, trudno jest określić związane z tym różne ilości powstających osadów i szkodliwość wpuszczania ich do odbiornika, podobnie jak to określono dla ścieków ze stacji filtrów pośpiesznych. Sprawę tę należy w każdym wypadku indywidualnie przeanalizować.

Tutaj możemy tylko na przykładzie porównać wpływ osadów na odbiornik z wpływem na ten sam odbiornik ścieków ze stacji filtrów, co da pewien pogląd na tę sprawę.

Przyjmujemy, że z rzeki „A” o przepływie przy niskich stanach Q<sub>p</sub> = 12 m<sup>3</sup>/sek, o zawartości zawiesin trudno opadających a = 70 mg/l, barwie 30 mg/l Pt, pobieramy dla celów zaopatrzenia w wodę F-ki „B” Q<sub>z</sub> = 1,2 m<sup>3</sup>/sek wody.

Ze względów na produkcję F-ki „B” musimy w zupełności usunąć barwę i mętność wody. Z tego powodu ustalono konieczność oczyszczenia wody wg następującego schematu: koagulacja, osadniki pokoagulacyjne i następnie filtry pośpieszne. Laboratoryjnie ustalono dawkę Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> w ilości d = 30 mg/l. Po osadnikach pokoagulacyjnych woda przechodząca na filtry zawiera 15 mg/l zawiesin. Filtry zużywają na dobę wody płucznej w ilości p = 10% całodobowej wydajności. Intensywność płukania 10 l/sek/m<sup>2</sup>, co przy złożach o powierzchni 40 m<sup>2</sup> daje 400 l/sek odpływu.

Należy ustalić warunki wpuszczania ścieków do odbiornika ze względu na powiększenie ilości zawiesin. Rzeka kategorii I (wzgl. II lub III).

Rozwiązanie:

Z tablicy 3, dla d = 30 mg/l i a = 70 mg/l, ilość powstałego osadu pokoagulacyjnego wynosi G = 86 mg/l oczyszczanej wody. Przy przyjęciu u = 98% zawartości wody w otrzymanym osadzie, ilość jego wyniesie:

$$G' = G \frac{100}{100 - u} = 86 \frac{100}{100 - 98} = 4300 \text{ mg/l oczyszczanej}$$

wody, czyli w jednostce czasu:

$$G' \cdot Q_z = 4300 \cdot 1200 = 5.160.000 \text{ mg/sek} = 5.160 \text{ g/sek}$$

Przyjawszy c. wł. osadu g = 1,02, ilość odpływu z osadników przy ciągłym spuszczeniu osadów wyniesie:

$$q = \frac{5160}{1,02 \cdot 1000} = 5,06 \text{ l/sek.}$$

$$\text{o ilości zawiesiny } b = \frac{G \cdot 1200}{q} = \frac{86 \cdot 1200}{5,06} = 20400 \text{ mg/l.}$$

Konieczne rozcieńczenie winno wynosić w tym wypadku:

$$\text{dla rzek kat. I — } R_I = \frac{b - a - x}{x} = \frac{20400 - 70 - 0,25}{0,25} = 81319$$

Tablica 3

| Ilość zawiesin w wodzie surowej w mg/l | Ilość osadu pokoagulacyjnego b w mg/l oczyszczanej wody przy różnych dawkach koagulantu d w mg/l. |        |        |        |        |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                        | d = 20                                                                                            | d = 30 | d = 40 | d = 50 | d = 60 |
| a = 10                                 | 20,8                                                                                              | 26,2   | 31,6   | 37     | 42,4   |
| a = 20                                 | 30,8                                                                                              | 36,2   | 41,6   | 47     | 52,4   |
| a = 30                                 | 40,8                                                                                              | 46,2   | 51,6   | 57     | 62,4   |
| a = 40                                 | 50,8                                                                                              | 56,2   | 61,6   | 67     | 72,4   |
| a = 50                                 | 60,8                                                                                              | 66,2   | 71,6   | 77     | 82,4   |
| a = 60                                 | 70,8                                                                                              | 76,2   | 81,6   | 87     | 92,4   |
| a = 70                                 | 80,8                                                                                              | 86,2   | 91,6   | 97     | 102,4  |
| a = 80                                 | 90,8                                                                                              | 96,2   | 101,6  | 107    | 112,4  |
| a = 90                                 | 100,8                                                                                             | 106,2  | 111,6  | 117    | 122,4  |
| a = 100                                | 110,8                                                                                             | 116,2  | 121,6  | 127    | 132,4  |



$$\begin{aligned} \text{dla rzek kat. II} - R_{II} &= \frac{20400 - 70 - 0,75}{0,75} = 27106 \\ \text{" " " III} - R_{III} &= \frac{20400 - 70 - 1,5}{1,5} = 13552 \end{aligned}$$

podczas gdy możliwe do uzyskania rozcieńczenie przy przyjętych objętościach przepływu wynosi:

$$R = \frac{Q_p - Q_z}{q} = \frac{12000 - 1200}{5,06} = 2134$$

Jasne jest, że w przyjętych warunkach nie można odprowadzać tych ilości osadów do odbiornika. Potrzebne objętości przepływu w odbiorniku dla uzyskania obliczonego rozcieńczenia musiałyby wynosić:

$$\begin{aligned} \text{dla rzeki kat. I} - Q_I &= R_I \cdot q = 81,319 \cdot 5,06 = 412 \text{ m}^3/\text{sek} \\ \text{" " " II} - Q_{II} &= R_{II} \cdot q = 27,106 \cdot 5,06 = 137 \text{ m}^3/\text{sek} \\ \text{" " " III} - Q_{III} &= R_{III} \cdot q = 13,552 \cdot 5,06 = 69 \text{ m}^3/\text{sek} \end{aligned}$$

Przy przyjętych w przykładzie warunkach nie można więc odprowadzać osadów do odbiornika bez naruszenia obowiązujących przepisów. Biorąc pod uwagę, że dane w powyższym przykładzie nie są w naszych warunkach zjawiskiem sporadycznym, wydaje się konieczna rewizja wielkości dopuszczalnego zwiększenia ilości zawieszin w odbiornikach różnych kategorii. Sprawą tą zajmujemy się w następnym artykule. Wracając do naszego przykładu, przeanalizujemy obecnie warunki wprowadzenia do odbiornika ścieków ze stacji filtrów pośpiesznych.

Dla  $p = 10\%$  i  $s = 15 \text{ mg/l}$ , z tablicy 1 odczytamy koncentrację zawieszin w wodzie z płukania,  $b = 150 \text{ mg/l}$ ,

Potrzebne rozcieńczenia dla tej koncentracji i dla  $a = 70 \text{ mg/l}$ , wynoszą:

$$\begin{aligned} \text{dla rzeki kat. I} - R_I &= \frac{b-a-x}{x} = \frac{150 - 70 - 0,25}{0,25} = 319 \\ \text{" " " II} - R_{II} &= \frac{150 - 70 - 0,75}{0,75} = 107 \\ \text{" " " III} - R_{III} &= \frac{150 - 70 - 1,5}{1,5} = 54 \end{aligned}$$

dla których odpowiednie potrzebne objętości przepływu musiałyby wynosić:

$$Q_I = R_I \cdot q = 319 \cdot 400 = 129,6 \text{ m}^3/\text{sek}.$$

$$Q_{II} = R_{II} \cdot q = 107 \cdot 400 = 43,2 \text{ m}^3/\text{sek}.$$

$$Q_{III} = R_{III} \cdot q = 54 \cdot 400 = 21,6 \text{ m}^3/\text{sek}.$$

Z przykładu widać, że również ścieków z płukania filtrów w tym wypadku nie można wpuścić wprost do odbiornika, mimo, że w porównaniu z osadami pokoagulacyjnymi sytuacja jest o wiele korzystniejsza. Pamiętać należy, że w wypadku stosowania do koagulacji siarczanu żelazowego, czy też wapna, na skutek niekiedy większych dawek koagulantu, ilości osadów pokoagulacyjnych mogą być większe.

*Unieszkodliwianie ścieków ze stacji filtrów pośpiesznych i koagulacji wody.*

Z przedstawionego powyżej problemu ścieków z urządzeń do oczyszczania wody wynika niezbicie, w większości wypadków, konieczność ich podczyszczenia przed odprowa-

dzeniem do odbiorników zgodnie z rozprządzeniem Min. Gosp. Kom. z dnia 2.9.50 r. Jak wykazują uzyskane w przeprowadzonych przeliczeniach cyfry, zastosowanie przy stacjach filtrów pośpiesznych wyrównania odpływu zamiast niekontrolowanego odprowadzania ścieków do rzeki nie pomoże niekiedy w wystarczający sposób.

Dla unieszkodliwienia ścieków stacji filtrów pośpiesznych zastosować można osadniki, z których wypływ w zależności od konkretnych warunków i możliwości kierujemy wprost do odbiornika, z powrotem wraz z wodą surową na filtry, lub na stację koagulacji. Dla obniżenia zawartości zawiesziny w tych odpływach, w wypadku gdy oczyszczalnia wody obejmuje zarówno stację filtrów jak i koagulacji, możemy część osadów pokoagulacyjnych zawracać do osadników dla wody z płukania filtrów. Przy odpowiedniej konstrukcji tych osadników zawracane osady pokoagulacyjne spełniają rolę swoistych filtrów dla wody z płukania filtrów pośpiesznych. Osady z tych osadników odprowadza się na zalewy lub raczej na poletka osuszające i z kolei na hałdy.

Daleko trudniej przedstawia się sprawa ze ściekami ze stacji koagulacji, które przedstawiają wysoko uwodnione osady pokoagulacyjne. Możemy je, podobnie jak osady z osadników dla wody z mycia filtrów pośpiesznych, skierować na dobrze zdrenowane poletka osuszające lub na zalewy, lecz dzięki dość powolnemu ich wysychaniu i znacznym ilościom wielkości tych terenów może być dość znaczna, co może kolidować z właściwym zagospodarowaniem terenu w okęgach nieraz gęsto zaludnionych i silnie zabudowanych, lub narażać na zastrzeżenia ze względów estetycznych lub architektonicznych.

Innym sposobem unieszkodliwienia osadów pokoagulacyjnych jest ich powrotna regeneracja na koagulanty. Takie rozwiązanie problemu osadów pokoagulacyjnych jest szczególnie atrakcyjne ze względu na ogólną dążność do zamknięcia wszelkich cykli technologicznych możliwie małą ilością produktów ubocznych i odpadkowych oraz ze względu na oszczędność zużycia chemikaliów stosowanych do oczyszczania wody. Prace nad rozwiązaniem tego problemu w sposób ekonomicznie uzasadniony prowadzone są w wielu zakładach naukowych na świecie. U nas w kraju Zakład Badań Wodociągowych i Kanalizacyjnych Politechniki Śląskiej prowadzi w tym kierunku owocne badania od 1951 r. i to zarówno nad regeneracją osadów z koagulacji wód mętnych jak i zabarwionych.

#### Streszczenie:

Przedstawiono wpływ ścieków z urządzeń do oczyszczania wody (stacji filtrów pośpiesznych i koagulacji) na odbiorniki w świetle rozporządzenia Min. Gosp. Komunalnej z dnia 2.9.50 r.

Problem ten naświetlono odnośnymi przykładami przeliczeń. Podano schematycznie sposób unieszkodliwienia tych ścieków.

#### L i t e r a t u r a :

1. Rozporządzenie Min. Gosp. Komunalnej z dnia 2.9.50 r. (Dz.U.R.P. Nr. 41, poz. 41, poz. 371).
2. A.W.W.A. Com. Rpt. — Jour A.W.W.A. 43 941 (1951)
3. A. P. Bláck — Jour, A.W.W.A. 41 819 (1949)
4. W. A. Kljaczko. A. A. Kastalskij — „Oczyszczanie wody dla przemysłowego wodospławienia” — Stroizdat 1950
5. B. T. Turczynowicz, M. J. Łapszin — „Osnovy regulirovaniia kaczestwa wody” — Izd. A. N. — 1950.
6. E. Czerkinskij — „Sanitarnyje uslowija spuska stocznych wod w wodojemy” — Izd. Min. Kom. Choz. 1951 r.

„Obniżka kosztów własnych jest nieodzownym warunkiem poprawy poziomu materialnego mas pracujących i rozwoju gospodarki narodowej.”

(Z też IX Plenum KC PZPR)

BOHDAN KOZIOROWSKI  
Dział Inżynierii Sanitarnej  
Państwowego Zakładu Higieny

## Oczyszczanie ścieków z produkcji antybiotyków

Pierwszy z produkowanych na dużą skalę antybiotyków — penicylinę — otrzymuje się na drodze fermentacji pleśniakowej zacieru składającego się z odcieków krochmalnianych (wyciąg namokowy kukurydzy), laktozy i pożywkowych soli nieorganicznych. Po zakończeniu okresu fermentacji grzybnia oddziela się od brzezki przez odsączenie. Następnie brzezkę zakwasza się do odpowiedniego pH kwasem fosforowym i usuwa z niej penicylinę za pomocą ekstrakcji octanem amylu. Roztwór penicyliny w rozpuszczalniku poddaje się ponownej ekstrakcji przy użyciu zbuforowanego roztworu chłorku sodowego, a wydzieloną penicylinę oczyszcza się ostatecznie przez ekstrakcję rozpuszczalnikiem organicznym, np. dwuchloroetylenem. W podobny sposób produkuje się inne antybiotyki, jak streptomycynę i aureomycynę. Do ekstrakcji tej ostatniej z brzezki używa się alkoholu butylowego.

W skład ścieków z fabryk antybiotyków wchodzi: 1) zużyta brzezka fermentacyjna, 2) wody z mycia podłóg i aparatury, 3) wody ściekowe zawierające kwasy, zasady i rozpuszczalniki stosowane do procesów oczyszczania produktu i 4) wody kondensacyjne ze skraplaczy barometrycznych z odparowania i suszarnia pod zmniejszonym ciśnieniem. Ścieki wymienione wyżej pod pkt. 1 wykazują przy produkcji penicyliny BZT<sub>5</sub> od 4000 do 13000 mg/l O<sub>2</sub> (2), o ile są zupełnie wolne od wytwarzanego produktu (6). Przy produkcji streptomycyny średnie BZT<sub>5</sub> zużytej brzezki wynosi ok. 2500 mg/l O<sub>2</sub> (6), a przy wytwarzaniu aureomycyny waha się w granicach od 4000 do 7000 mg/l O<sub>2</sub>. Należy podkreślić, że niekiedy, przy wadliwym przebiegu procesu fermentacyjnego, do kanału spuszcza się partię brzezki razem z grzybnia, w następstwie czego BZT<sub>5</sub> ścieków wzrasta do 20000 mg/l O<sub>2</sub> (6). W przypadkach bardzo dokładnego oddzielania grzybni od brzezki ścieki z procesów produkcji antybiotyków są względnie klarowne. Zawartość zawieszin, łącznie organicznych i nieorganicznych, w odsączonej brzezce penicylinowej wynosi ok. 400 mg/l (2). Pomimo tego ścieki te mają wygląd mleczno-żółtawy i nie ulegają łatwo sklarowaniu.

Wody z mycia podłóg i aparatury posiadają skład zbliżony do ścieków omówionych pod pkt. 1; ich BZT<sub>5</sub> wynosi 500 — 1500 mg/l O<sub>2</sub> (2); przy produkowaniu penicyliny są wyraźnie alkaliczne na skutek stosowania zasadowych związków chemicznych do usuwania zanieczyszczeń z aparatów i zbiorników — wień fermentacyjnych (6). Natomiast wody ściekowe z tych ostatnich, zaliczane do grupy 1, mają pH = 2 — 3, które zostaje podniesione do wartości 7,4 — 7,9 po zmieszaniu ze ściekami grupy 2. Wody ściekowe grupy 3 obejmują niedogony z kubów aparatów destylacyjnych, stosowanych do odzyskiwania rozpuszczalników organicznych, przy czym zawartość tych ostatnich w ściekach jest uwarunkowana ich rozpuszczalnością w wodzie. Wody kondensacyjne ze skraplaczy barometrycznych (zaliczone wyżej do grupy 4) są względnie nieznacznie zanieczyszczone, jednak otrzymywane np. przy produkcji aureomycyny posiadają BZT<sub>5</sub> w granicach 60—120 mg/l O<sub>2</sub>.

Skład ścieków otrzymywanych przy produkcji penicyliny (grupy 1) po zneutralizowaniu i usunięciu octanu amylu podany jest przykładowo w tablicy 1. Ich wysoka sucha pozostałość spowodowana jest znaczną zawartością rozpuszczalnych fosforanów (3).

Najbardziej kłopotliwą cechą ścieków pochodzących z produkcji antybiotyków jest nadawanie wodzie odbiornika przykrego zapachu rozpuszczalników organicznych. Oprócz tego te wody ściekowe powodują silne zużycie tlenu z wody odbiornika, wykorzystanego do procesów mineralizacji związków organicznych. Niekiedy, na skutek przedostawania się do ścieków fabryk antybiotyków pewnych ilości produktów, wykazują one niszczące działanie na szereg drobnoustrojów żyjących w wodzie odbiornika. Stwierdzono również, że ścieki z produkcji penicyliny odprowadzane do kanalizacji miejskiej zakłócają procesy przebiegające w komorach wydzielonej fermentacji. Zjawisko to powodowane jest przez sterylizujące działanie zawartych w tych ściekach pewnych ilości rozpuszczalników, używanych przy produkcji (szczególnie dwuchloroetylenu) na fermentowany osad (7).

Tablica 1. Skład zneutralizowanych ścieków z fermentacji penicyliny po odzyskaniu z nich octanu amylu (3).

| S k ł a d n i k                 | I l o ś ć                         |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| BZT <sub>5</sub> (w 18,3°)      | 4190 mg/l O <sub>2</sub>          |
| Sucha pozostałość (105°)        | 26800 mg/l                        |
| Strata przy prażeniu            | 10800 „                           |
| Cukry redukujące (jako glukoza) | 416 „                             |
| Cukry ogólnie                   | 913 „                             |
| Azot amonowy                    | 91 „ N <sub>NH<sub>3</sub></sub>  |
| Azot azotynowy                  | 28 „ N <sub>NO<sub>2</sub></sub>  |
| Azot azotanowy                  | 1,9 „ N <sub>NO<sub>3</sub></sub> |

Wody ściekowe otrzymywane przy produkcji antybiotyków unieszkodliwiane są częściowo już w zakładzie na skutek daleko posuniętej regeneracji stosowanych rozpuszczalników organicznych. Przy wytwarzaniu penicyliny neutralizuje się roztworem ługu sodowego otrzymaną po ekstrakcji brzezki kwaśną fazę wodną i rozpuszczalnik oddestylowuje się przy zastosowaniu kolumny rektyfikacyjnej (3). Regeneracja stosowanych rozpuszczalników jest nie tylko ważna z punktu widzenia gospodarczego, lecz i ze względu na zmniejszenie stężenia odpływających wód ściekowych. Np. przy produkcji aureomycyny każdy dostający się do ścieków kg alkoholu butylowego powoduje wzrost ich BZT o około 1,5 kg O<sub>2</sub> (1).

Wody ściekowe przemysłu antybiotyków nie ulegają sklarowaniu w osadnikach, a stosowanie koagulacji chemicznej nie daje również zmniejszenia ich BZT (2). Natomiast oczyszczanie z wykorzystaniem procesów życiowych drobnoustrojów daje całkiem zadowalające wyniki. Ścieki otrzymywane przy produkcji penicyliny i streptomycyny poddawane fermentacji anaerobowej wykazują zmniejszenie BZT<sub>5</sub> o około 80%. Fermentację w środowisku beztlenowym przeprowadza się z jednoczesnym stałym powolnym mieszaniem zawartości komory fermentacyjnej. Dopływ surowych ścieków reguluje się tak, żeby wynosił 5% na dobę w stosunku do pojemności komory.

Nie dające efektu działanie koagulantów na ścieki fabryk antybiotyków spowodowane jest tym, że znaczna większość związków, które powodują BZT wód ściekowych, występuje w roztworze. Z tego względu przeprowadzono szereg prób nad oczyszczaniem tych ścieków przez napowietrzanie z rozproszonymi organizmami (5). Na skutek niewielkich zawartości koloidów i zawieszin drobnocząstkowych w omawianych ściekach powstaje stosunkowo niedużo osadu w trakcie ich napowietrzania. Część uprzednio oczyszczonych tą metodą ścieków, w których znajdują się rozproszone drobnoustroje a nie skoagulowane w kłaczkach, jak przy osadzie czynnym, zwraca się jako środowisko zaszczepiające do nowej porcji surowych ścieków. W przypadku powstawania na skutek napowietrzania pewnych ilości osadu w oczyszczanych ściekach można je przed zwróceniem poddawać sklarowaniu w osadnikach. Należy podkreślić, że ilości powstającego osadu są znacznie mniejsze niż to ma miejsce przy napowietrzaniu ścieków o takim samym stężeniu wyrażonym w BZT, lecz powodowanym przez organiczne związki koloidowe lub nawet zawiesiny. Jak już było wspomniane wyżej, im ścieki zawierają więcej rozpuszczonych związków organicznych, tym trudniej przebiega proces powstawania kłaczek osadu czynnego. Przy uruchamianiu oczyszczania metodą napowietrzania z rozproszonymi organizmami zaszczepia się pierwszą partię oczyszczanych ścieków bądź zawiesziną ziemi ogrodowej, bądź ściekami domowymi. Po skończonym napowietrzaniu nie wydzielają się przed klarowaniem w osadniku tej części wód ściekowych, które mają służyć jako środowisko zaszczepiające dla następnej porcji ścieków surowych. Takie postępowanie nie wpływa na skuteczność oczyszczania, ani na przebieg zaszczepiania drobnoustrojami wód ściekowych.

**Tablica 2.** Skuteczność napowietrzania z rozproszonymi organizmami ścieków z produkcji streptomycyny (5).

| Kolejna porcja | BZT <sub>5</sub> ścieków po napowietrzaniu mg/l O <sub>2</sub> | Zmniejszenie BZT <sub>5</sub> w % |
|----------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1              | 275                                                            | 69,0                              |
| 2              | 220                                                            | 75,0                              |
| 3              | 85                                                             | 90,5                              |
| 5              | 123                                                            | 86,0                              |
| 7              | 90                                                             | 90,0                              |
| 8              | 113                                                            | 87,0                              |
| 12             | 87                                                             | 90,5                              |

W tablicy 2 podane są wyniki oczyszczania przeliczane na wielkość redukcji BZT<sub>5</sub> napowietrzanych z rozproszonymi organizmami ścieków z produkcji streptomycyny, zaszczepionych w pierwszej porcji zawieszoną ziemi ogrodowej. Napowietrzanie każdej kolejnej partii ścieków trwało 24 godziny. BZT<sub>5</sub> surowych ścieków wynosiło 885 mg/l O<sub>2</sub>. Do zaszczepienia następnych porcji używano 1/3 objętości ścieków oczyszczonych za pomocą napowietrzania.

Na podstawie wyników doświadczeń nad napowietrzaniem z rozproszonymi organizmami różnych stosunków objętości-

**Tablica 3.** Wpływ objętości środowiska zaszczepiającego na zmniejszenie BZT ścieków penicylinowych po napowietrzaniu z rozproszonymi organizmami (5)

| Stosunek objętościowy ścieków do zaszczepu | BZT <sub>5</sub> po napowietrzaniu mg/l O <sub>2</sub> | Zmniejszenie BZT <sub>5</sub> w % |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 0,4 : 1                                    | 1000                                                   | 77,5                              |
| 0,6 : 1                                    | 1030                                                   | 76,5                              |
| 0,8 : 1                                    | 1380                                                   | 68,5                              |
| 1,0 : 1                                    | 950                                                    | 78,5                              |
| 1,2 : 2                                    | 1200                                                   | 73,0                              |

wych zużytej brzojki penicylinowej i ścieków uprzednio napowietrzanych stwierdzono, że ilość zaszczepu nie odgrywa decydującej roli (tablica 3). Napowietrzanie każdej porcji ścieków trwało przy tych doświadczeniach 24 godziny, a BZT<sub>5</sub> surowych wód ściekowych wynosiło przeciętnie ok. 4400 mg/l O<sub>2</sub>. Dalsze badania wykazały, że odczyn ścieków w pewnych granicach nie wpływa na skuteczność oczyszczania. Zbliżone wyniki oczyszczania otrzymywano dla ścieków o pH = 6,4 jak i pH = 7,2 oraz stwierdzono, że w trakcie napowietrzania następuje wzrost pH (5).

Z danych przytoczonych w tablicy 4 wynika, że skuteczność oczyszczania za pomocą napowietrzania z rozproszonymi organizmami jest w wysokim stopniu zależna od stężenia surowych ścieków. Czas napowietrzania wynosił przy tych ostatnich doświadczeniach tak samo, jak poprzednio, 24 godziny, a stosunek objętościowy surowych ścieków do uprzednio napowietrzanych 2:1.

**Tablica 4.** Zmniejszenie BZT penicylinowych wód ściekowych uzyskane przez napowietrzanie z rozproszonymi organizmami (5)

| BZT <sub>5</sub> surowych ścieków mg/l O <sub>2</sub> | Ilość próbek surowych ścieków | Ilość próbek odpływów po napowietrzaniu | Średnie BZT <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub> |         |                  |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|---------|------------------|
|                                                       |                               |                                         | Surowe ścieki                                | Odpływy | Zmniejszenie w % |
| 1000—2000                                             | 8                             | 21                                      | 1350                                         | 265     | 80,5             |
| 2000—3000                                             | 4                             | 8                                       | 2725                                         | 632     | 77,0             |
| 3000—4000                                             | 7                             | 16                                      | 3406                                         | 1012    | 70,5             |
| 4000—10500                                            | 4                             | 8                                       | 7290                                         | 3940    | 46,0             |

Znaczną rolę odgrywa również czas trwania napowietrzania; im dłuższemu napowietrzaniu poddaje się ścieki, tym lepsze uzyskuje się wyniki oczyszczania (5).

Doświadczenia laboratoryjne autora nad skutecznością oczyszczania ścieków penicylinowych za pomocą napowietrzania z rozproszonymi organizmami na ogół wykazują zgodność wyników z przytoczonymi wyżej danymi z literatury. W tablicy 5 przedstawione są wyniki oczyszczania (wybrane z szeregu prób) ścieków rozcieńczonych dwukrotnie wodą wodociągową.

Czas napowietrzania wynosił dla każdego cyklu 22 godziny. Stwierdzono nieznaczny wzrost pH po napowietrzaniu, pienienie się i wyraźną zmianę zapachu.

W tablicy 6 przytoczone są wyniki innej serii doświadczeń. Badane w tej serii ścieki penicylinowe były rozcieńczone wodą wodociągową w stosunku 1:4.

**Tablica 5.** Skuteczność oczyszczania penicylinowych wód ściekowych przez napowietrzanie z rozproszonymi organizmami.

| Cykl | BZT <sub>5</sub> przed napowietrzaniem | BZT <sub>5</sub> po napowietrzaniu | Zmniejszenie BZT <sub>5</sub> w % |
|------|----------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1    | 3780                                   | 3513                               | 7,06                              |
| 2    | 5236                                   | 3240                               | 38,13                             |
| 3    | 4420                                   | 3580                               | 19,01                             |
| 4    | 4100                                   | 2760                               | 32,68                             |
| 5    | 4737                                   | 2788                               | 41,13                             |

Czas napowietrzania wynosił 22 godziny we wszystkich cyklach z wyjątkiem 3,5 i 6 (oznaczone — x), w których ścieki napowietrzano przez 46 godzin.

W obu przytoczonych seriach doświadczeń pierwszą porcję ścieków zaszczepiano zawieszoną ziemi ogrodowej. Następnie zaszczepiano sklarowanymi w ciągu 2 godzin w leju Imhoffa uprzednio napowietrzonymi ściekami. Przed zaszczepieniem i rozpoczęciem napowietrzania ścieki zostały zobojętnione roztworem ługu sodowego do pH ok. 6,5.

Doświadczenia te potwierdziły wyniki podane w tablicy 4, dotyczące wpływu stężenia ścieków na skuteczność oczyszczania. Przedłużenie czasu napowietrzania (tablica 6) wpływa na ogół na poprawienie wyników zmniejszenia BZT.

**Tablica 6.** Skuteczność oczyszczania penicylinowych wód ściekowych przez napowietrzanie z rozproszonymi organizmami.

| Cykl | BZT <sub>5</sub> przed napowietrzaniem | BZT <sub>5</sub> po napowietrzaniu | Zmniejszenie BZT <sub>5</sub> w % |
|------|----------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1    | 2320                                   | 1718                               | 25,95                             |
| 2    | 2995                                   | 904                                | 69,79                             |
| 3    | 3016                                   | 240*                               | 92,02                             |
| 4    | 2512                                   | 184                                | 92,68                             |
| 5    | 2464                                   | 32*                                | 98,72                             |
| 6    | 2816                                   | 40*                                | 98,35                             |
| 7    | 3264                                   | 720                                | 77,94                             |
| 8    | 2320                                   | 464                                | 80,00                             |
| 9    | 2576                                   | 224                                | 91,33                             |

\* Próby napowietrzane w ciągu 48 godzin

oczyszczanych ścieków. Należy zwrócić uwagę na stosunkowo niewielką redukcję stężenia ścieków w pierwszym cyklu napowietrzania z zawieszoną ziemi ogrodowej. Zjawisko to, jak również stopniowy wzrost skuteczności oczyszczania w następnych cyklach, należy tłumaczyć adaptacją drobnoustrojów do nowego środowiska.

Do typowego biologicznego oczyszczania ścieków z produkcji antybiotyków na złożach zraszanych konieczne jest ich rozcieńczenie czystą wodą. I tak, dla ścieków penicylinowych rozcieńczonych wodą do stężenia wyrażanego w wartości BZT<sub>5</sub> = 275 mg/l O<sub>2</sub> złoża zraszane niskoobciążone dają odpływy o BZT<sub>5</sub> wynoszącym 5,6—10,3 mg/l O<sub>2</sub>, czyli redukcja BZT dochodzi do 99%. Niekorzystnym zjawiskiem jest bardzo silne zarastanie pleśniakami w czasie pracy złóż tego typu (3). Złoża wysokoobciążone przy takim samym jak uprzednio stężeniu ścieków surowych dają odpływy



o BZT<sub>5</sub> w granicach 10 — 30 mg/l O<sub>2</sub>. Wykorzystując skuteczne działanie ziół wysokoobciążonych, jedna z fabryk penicyliny unieszkodliwia swoje ścieki w opodal położonej dwustopniowej oczyszczalni komunalnej. Jednak ze względu na to, że omawiana oczyszczalnia nieprzygotowana jest do przyjmowania znacznych ilości stężonych ścieków, gromadzi się na terenie fabryki w ciągu dnia wszystkie stężone odpływy, które odprowadza się do oczyszczalni w ciągu nocy, kiedy jest ona mniej obciążona ściekami miejskimi (3).

Ze względu na wspomnianą wyżej konieczność długotrwałego napowietrzania ścieków z produkcji antybiotyków z rozproszonymi organizmami przeprowadzono próby nad krótszym napowietrzaniem, które miało służyć jako wstępne oczyszczanie przed złożami zraszanymi. Najlepsze wyniki badań laboratoryjnych, bo wykazujące zmniejszenie BZT<sub>5</sub> ścieków o 96%, uzyskano przy wstępnym 4-godzinnym napowietrzaniu z rozproszonymi organizmami, rozcieńczeniu ścieków wodą w stosunku 1:4 i przepuszczaniu mieszaniny przez niskoobciążone złożo zraszane (2). W praktyce stosuje się wstępne oczyszczanie ścieków z produkcji antybiotyków za pomocą napowietrzania z rozproszonymi organizmami trwającego od 4 do 10 godzin (1).

Przy jednej z fabryk produkujących penicylinę została zbudowana oczyszczalnia, w której skład wchodzi: 1) dwie komory napowietrzania z rozproszonymi organizmami, gdzie ścieki przebywają 10 godzin, 2) dwa osadniki wstępne, 3) dwa złoża zraszane wysokoobciążone o wysokości 2,25 m, które mogą pracować niezależnie lub kolejno (dwustopniowo), 4) osadniki wtórne, 5) zbiornik kontaktowy do chlorowania z czasem przebywania ścieków 20 minut, 6) KWF i 7) poletka do suszenia osadu (6). W przypadku niemożności stosowania fermentacji osadu usuwa się go po odwodnieniu przez zakopywanie do ziemi (4). Żadne źródła nie podają, jak zostaje rozwiązana sprawa pienienia się ścieków w komorach napowietrzania z rozproszonymi organizmami. Autor w trakcie swoich badań stwierdził niekiedy niezwykle silne pienienie się napowietrzanych ścieków.

Oprócz wymienionych wyżej typowych metod oczyszczania ścieków z fabryk antybiotyków można ścieki z produkcji

aureomycyny wykorzystywać do wytwarzania drożdży paszowych (2). Drożdże gatunku *Torulopsis utilis* rozmnaża się na zużytej brzezce. Dobry rozwój organizmów występuje nawet przy zawartości aureomycyny w brzezce do 10 mg/l. Bardzo korzystny jest fakt, że świeżo odsączona brzezka nie wymaga sterylizacji ani nawet pasteuryzacji przed zaszczerpieniem jej drożdżami. Do brzezki dodaje się uprzednio 0,3% siarczanu amonowego i jednozasadowego ortofosforanu potasowego. Fermentację brzezki przeprowadza się metodą ciągłą przy stałym mieszanii i przedmuchiwaniu sterylnym powietrzem w temperaturze 26 — 28°. Po zaszczerpieniu pewnej porcji ścieków kulturą drożdży umożliwia się ich dostateczne rozmnożenie przez niedoprowadzenie nowych ilości wód ściekowych w ciągu 24 godzin. Następnie co pół godziny doprowadza się po 12,5% surowych ścieków w stosunku do objętości poddawanych fermentacji wód ściekowych. Odpływające ścieki po oddzieleniu drożdży mają BZT o ok. 50% mniejsze niż ścieki surowe (2).

#### Literatura:

1. Brown J. M., Aureomycin wastes, Sew. Ind. Wastes 24: 487 (1952).
2. Brown J. M. Niedercorn J. C., Antibiotics, Ind. Eng. Chem. 44: 468 (1952).
3. Eden G. E. i Lowden G. F., Treatment of waste waters from the manufacture of penicillin, Manuf. Chem. 23: 144 (1952).
4. Griffin G. E., Design of the additional treatment facilities, Sew. Ind. Wastes 24: 489 (1952).
5. Heukelekian H., Aeration of soluble organic wastes with nonflocculent growths, Ind. Eng. Chem. 41: 1412 (1949).
6. Hilgart A. A., Design and operation of a treatment plant for penicillin and streptomycin wastes, Sew. Ind. Wastes 22: 207 (1950).
7. Hurwitz E., Edmundson K. H. i Clarke S. M. Pharmaceutical waste treatment, Water and Sew. Wastes, 99: 202 (1952).

Mgr inż. TADEUSZ GABRYSZEWSKI

Z-ca prof. Politechniki Wrocławskiej

## Obliczanie wewnętrznych przewodów kanalizacyjnych

Obliczanie wewnętrznych przewodów kanalizacyjnych nie stanowi takiego zagadnienia, jak obliczanie przewodów wodociagowych. Zasada jest, że piony kanalizacyjne na całej swej długości posiadają jeden przekrój dostosowany do największego przepływu w pionie, a więc odpada obliczanie przekrojów pomiędzy kondygnacjami.

Przepływ w przewodach kanalizacyjnych wewnętrznych jest z reguły nieregularny. W pewnych okresach przepływ osiąga swoje maksimum i wówczas powinien przejść przez przewody wewnętrzne i dojść do odbiornika, tj. normalnie do kanału ulicznego. Przez przewody pionowe (piony) łatwo mogą przepłynąć znaczne ilości ścieków zanieczyszczonych (np. fekaliami), natomiast przewody poziome powinny być tak obliczone, by nieczystości te spływały przewodem, lecz nie osadzały się. Zasada więc będzie takie dobranie przekroju kanału domowego i jego spadku, by kanał ten sam utrzymywał się w czystości i nie wymagał stałego przepłukiwania go czy przetykania.

1. Przed omówieniem metod obliczania kanałów wewnętrznych przytoczę wyciąg z „przepisów miejscowych” dla m. Warszawy\*, które ogólnie wyznaczają średnice i spadki przewodów kanałowych (bez szczegółowych obliczeń), mianowicie:

- § 66 (1) Najmniejsze dopuszczalne spadki przewodów odpływowych na nieruchomości powinny wynosić:
- |                          |                |
|--------------------------|----------------|
| dla przewodów o średnicy | 100 mm — 0,03  |
| „ „ „ „                  | 150 mm — 0,02  |
| „ „ „ „                  | 200 mm — 0,015 |
| „ „ „ „                  | 250 mm — 0,01  |
| „ „ „ „                  | 300 mm — 0,01  |

- (2) Spadki mniejsze od wyżej wskazanych mogą być stosowane tylko w wyjątkowych wypadkach pod warunkiem zabezpieczenia odpowiedniego przemycania przewodów za pomocą specjalnych urządzeń.

\*) „Wodociągi i kanalizacja m. st. Warszawy 1886 — 1936”, W-wa, 1937 r.

§ 67 (1) Średnice przewodów powinny co najmniej wynosić:

A. Dla przewodów spustowych (pionów) i ich odgałęzień:

- |                                                                          |          |
|--------------------------------------------------------------------------|----------|
| a) od pojedynczego zlewu kuchennego, zmywaka wanny, umywalki lub pisuaru | 50 mm    |
| b) od kilku zlewów kuchennych, wanien, umywalki lub pisuarów             | 70 mm    |
| c) od klozetów wodnych                                                   | 100 mm   |
| d) od rynien deszczowych z ganków i balkonów                             | 50—70 mm |

|                                                |            |
|------------------------------------------------|------------|
| e) od rynien deszczowych zewnętrznych z dachów | 125—150 mm |
|------------------------------------------------|------------|

|                                                |            |
|------------------------------------------------|------------|
| f) od rynien deszczowych wewnętrznych z dachów | 100—150 mm |
|------------------------------------------------|------------|

B. Dla przewodów odpływowych (poziomych):

- |                                                                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| a) od zwykłych kuchni, pralni, łazienek i pisuarów, wpustów stajennych, piwnicznych itp.                                                  | 100 mm     |
| b) od dużych kuchni (restauracyjnych, hotelowych) klozetów, wpustów podwórzowych oraz przy kilku przewodach odpływowych razem połączonych | 100—150 mm |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| c) od rynien deszczowych | 125—150 mm |
|--------------------------|------------|

|                                                                 |                |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| d) dla głównego przewodu podwórzowego i więcej w razie potrzeby | 125—150—200 mm |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|

- (4) Dla nieruchomości o powierzchni liczącej ponad 3.000 m<sup>2</sup>, w razie przewidywanego znacznego odpływu wód ściekowych należy wyznaczać odpowiednie średnice przewodów na podstawie osobnego obliczenia.

Na podstawie powyżej przytoczonych przepisów można „przyjąć” pewne przekroje przewodów, ale nie można ich ściśle obliczyć. Dlatego podane powyżej normy mogą być stosowane jedynie orientacyjnie i w typowych budynkach, w których małe nagromadzenie urządzeń sanitarnych nie wymaga stosowania dokładniejszych metod rachunkowych.

Tablica 1

| Nazwa przyboru:          | Równoważnik N | Odpływ l/s | Średn. rury mm | Spadek przewod. |           |
|--------------------------|---------------|------------|----------------|-----------------|-----------|
|                          |               |            |                | normalny        | minimalny |
| 1. Zlew kuchenny         | 1,00          | 0,33       | 50             | 0,035           | 0,025     |
| 2. Umywalka              | 0,50          | 0,17       | 40-50          | 0,035           | 0,020     |
| 3. Zmywak                | 2,00          | 0,67       | 50             | 0,035           | 0,025     |
| 4. Wanna                 | 2,00          | 0,67       | 50             | 0,035           | 0,020     |
| 5. Natrysk               | 0,70          | 0,22       | 50             | 0,035           | 0,020     |
| 6. Ustęp (płuczka ciśn.) | 3,35          | 1,10       | 100            | 0,020           | 0,012     |
| 7. „ ( „ wys.)           | 3,60          | 1,20       | 100            | 0,020           | 0,012     |
| 8. „ ( „ nis.)           | 6,00          | 2,00       | 100            | 0,020           | 0,012     |
| 9. Pisuary pojed.        | 0,5           | 0,17       | 50             | 0,035           | 0,020     |
| 10. Bidet                | 0,5           | 0,17       | 50             | 0,035           | 0,025     |
| 11. Poidelko             | 0,25          | 0,08       | 25-50          | 0,020           | 0,010     |

## 2. Szczegółowe obliczanie sieci kanalizacyjnej

W budynkach bogato wyposażonych w urządzenia sanitarne, w pomieszczeniach fabrycznych przeznaczonych na pobyt ludzi, w zakładach kąpielowych natryskowych, w publicznych ustępach, a także w dużych, wielopiętrowych gmachach mieszkalnych i publicznych, wszędzie tam, gdzie mieć będziemy do czynienia z dużymi ilościami wód ściekowych, będziemy musieli dla wyznaczenia najbardziej odpowiedniego przekroju przewodu przeprowadzić odpowiednie obliczenia hydrauliczne.

Jedną z metod obliczeniowych przytaczam poniżej na podstawie technicznej literatury radzieckiej:

## 2. 1. Ogólne założenia

Przy obliczaniu sieci kanalizacyjnej opierać się będziemy na ilościach odpływów wód zużytych, przepływających w jednostce czasu przez obliczany odcinek kanału. Dla ułatwienia sprowadzamy wszystkie przybory sanitarne do wspólnego równoważnika, określającego wydatek poszczególnych przyborów, to jest taki odpływ, jaki będzie charakterystyczny dla danego typu przyboru.

Przyjmujemy, że takim równoważnikiem (jednostką odpływu) będzie odpływ z typowego zlewu kuchennego, wynoszący 0,33 l/sek. Dla takiego więc odpływu równoważnik = 1.

Na tablicy 1 przedstawiono ilość odpływów i odpowiadające im równoważniki, średnice rur odpływowych i ich spadki dla różnych przyborów sanitarnych.

## 2. 2. Obliczanie miarodajnego odpływu

Na podstawie powyższej tablicy można zestawić ilość (sumę) równoważników, odpowiadającą podłączonym do obliczanego odcinka kanalizacji przyborem — objętość odpływu jednak otrzymamy na podstawie wzorów doświadczalnych, w których uwzględnione jest również prawdopodobieństwo równoczesnego działania przyborów (w procentach).

a) Dla budynków mieszkalnych

$$Q = \frac{0,33 \cdot N \cdot P}{100} + q \text{ (l/sek)}$$

gdzie:

Q — miarodajny odpływ w l/sek.,

N — ilość (suma) równoważników, odpowiadająca ilości podłączonych przyborów,

P — procent równoczesnego działania przyborów

q — miarodajny odpływ największego podłączonego przyboru (l/sek)

0,33 — odpływ, odpowiadający jednostce odpływu (1 równoważnikowi) w l/sek.,

Tablica 2

| N  | P    | N   | P   | N   | P   | N     | P   |
|----|------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| 10 | 19,8 | 50  | 8,9 | 160 | 5,0 | 500   | 2,8 |
| 15 | 16,2 | 60  | 8,1 | 180 | 4,7 | 600   | 2,6 |
| 20 | 14,0 | 70  | 7,5 | 200 | 4,4 | 700   | 2,4 |
| 25 | 12,6 | 80  | 7,1 | 250 | 4,0 | 800   | 2,2 |
| 30 | 11,5 | 90  | 6,6 | 300 | 3,6 | 900   | 2,1 |
| 35 | 10,6 | 100 | 6,3 | 350 | 3,4 | 1 000 | 2,0 |
| 40 | 9,9  | 120 | 5,7 | 400 | 3,1 | 1 500 | 1,6 |
| 45 | 9,4  | 140 | 5,3 | 450 | 3,0 | 2 000 | 1,4 |

Zależność pomiędzy ilością podłączonych przyborów, sprowadzonych do wspólnego równoważnika (N), a ich równoczesnym działaniem, wyrażonym w procentach (P) — przedstawia tablica 2.

Np.: Jaki będzie maksymalny odpływ z budynku mieszkalnego 5-piętrowego, mającego następujące wyposażenie sanitarne: 12 ustępów splukiwanych, 12 wanien, 12 umywarek, 12 zlewów i 12 zmywaków?

Obliczamy najpierw sumę równoważników „N”, odpowiadającą liczbie zainstalowanych przyborów, posługując się tablicą 1, a więc:

$$N = 12 \times 3,6 + 12 \times 2 + 12 \times 0,5 + 12 \times 1,0 + 12 \times 2,0 = 43,2 + 24,0 + 6,0 + 12,0 + 24,0 = 109,2$$

Według tablicy 2 dla N = 109,2  $\approx$  110 odpowiednie P = 6,0.

Największy odpływ zainstalowanego pojedynczego przyboru wynosi (tablica 1):

$$q = 1,2 \text{ l/sek,}$$

a więc maksymalny odpływ

$$Q = \frac{0,33 \times 109,2 \times 6,0}{100} + 1,2 = 2,16 + 1,2 = 3,36 \text{ l/sek}$$

i dla tego odpływu obliczać będziemy główny kanał domowy wód zużytych.

b) W budynkach publicznych odpływ wód gospodarczych i fekalnych obliczamy wzorem

$$Q = \sum \frac{n \cdot P}{100} \cdot q_n \text{ (l/sek)}$$

gdzie:

Q — miarodajny odpływ ścieków w l/sek.

n — liczba podłączonych przyborów jednego rodzaju

P — procent równoczesnego działania podłączonych przyborów (wg tablicy 3)

q<sub>n</sub> — miarodajny odpływ z przyboru danego rodzaju (l/sek).

Np.: Jaki będzie maksymalny odpływ wód ściekowych z budynku publicznego o wyposażeniu: 20 ustępów splukiwanych, 10 umywarek, 20 pisuarów i 30 natrysków?

Obliczamy odpływy z poszczególnych przyborów według powyższego wzoru:

$$\begin{array}{lll} \text{ustępy:} & n_1 = 20 & P_1 = 10 & q_1 = 1,2 \\ \text{umywalki:} & n_2 = 10 & P_2 = 14,3 & q_2 = 0,17 \\ \text{pisuary:} & n_3 = 20 & P_3 = 10 & q_3 = 0,17 \\ \text{natryski:} & n_4 = 30 & P_4 = 8,2 & q_4 = 0,22 \end{array}$$

a więc odpływ maksymalny

$$Q = \frac{20 \cdot 10}{100} \cdot 1,2 + \frac{10 \cdot 14,3}{100} \cdot 0,17 + \frac{20 \cdot 10}{100} \cdot 0,17 + \frac{30 \cdot 8,2}{100} \cdot 0,22 = 2,4 + 0,24 + 0,34 + 0,53 = 3,51 \text{ l/sek}$$

Tablica 3

| n  | P    | n  | P   | n   | P   | n     | P   |
|----|------|----|-----|-----|-----|-------|-----|
| 10 | 14,3 | 35 | 7,6 | 100 | 4,5 | 350   | 2,4 |
| 12 | 12,9 | 40 | 7,1 | 120 | 4,1 | 400   | 2,2 |
| 14 | 12,0 | 45 | 6,7 | 140 | 3,8 | 500   | 2,0 |
| 16 | 11,2 | 50 | 6,3 | 160 | 3,6 | 600   | 1,8 |
| 18 | 10,5 | 60 | 5,8 | 180 | 3,4 | 700   | 1,7 |
| 20 | 10,0 | 70 | 5,4 | 200 | 3,2 | 800   | 1,6 |
| 25 | 9,0  | 80 | 5,0 | 250 | 2,8 | 900   | 1,5 |
| 30 | 8,2  | 90 | 4,7 | 300 | 2,6 | 1 000 | 1,4 |

i dla tego odpływu obliczać będziemy główny kanał domowy wód zużytych.

c) W pomieszczeniach przemysłowych przeznaczonych na pobyt ludzi należy przyjmować następujące procenty równoczesnego działania przyborów:

$$\begin{array}{ll} \text{dla zlewów i zmywaków} & P = 50\% \\ \text{dla ustępów, umywarek, poidelek} & P = 60\% \\ \text{dla natrysków} & P = 100\% \end{array}$$

Np.:

Maksymalny odpływ z hali natryskowej o 30 natryskach wyniosłoby według wzoru (b) i tablicy (3):

$$Q = \frac{n \cdot P}{100} \cdot q_n = \frac{30 \cdot 8,2}{100} \cdot 0,22 = 0,53 \text{ l/sek}$$

(patrz obliczenie poprzednie).

Ponieważ jednak wiemy, iż w pewnych porach dnia (np. po ukończeniu pracy) natryski będą działać wszystkie równocześnie ( $P = 100$ .) odpływ maksymalny wyniesie

$$q = \frac{n \cdot P}{100} \cdot q_n = 30 \cdot 0,22 = 6,60 \text{ l/sek},$$

i w takich przypadkach przewód będziemy liczyć na maksymalny odpływ, będący sumą odpływów pojedynczych przyborów.

2. 3. Obliczanie przekrojów i spadków kanałów poziomych (odpływowych):

Dla miarodajnych odpływów, ustalonych na podstawie powyżej przytoczonych wzorów, obliczać będziemy poziome przewody kanałowe, a więc ich przekrój i spadek.

Obliczenie przewodów kanałowych przeprowadzimy za pomocą jednego ze znanych wzorów:

a) Wzór Manninga.

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \text{ (m/sec.)}$$

gdzie:

$v$  — prędkość przepływu ścieków w przewodzie w m/sek.,

R — promień hydrauliczny w m

J — spadek zw. wody (przewodu),

n — współczynnik szorstkości: dla rur kanalizacyjnych

$n = 0.013$

Objętość przepływu:  $Q = A \cdot V$  (m<sup>3</sup>/sek.)

Podstawiając  $A = \frac{D^2\pi}{4}$  (m<sup>2</sup>)

$$R = \frac{D}{4} \text{ (m)}$$

gdzie:  $D$  — średnica rurociagu, otrzymamy następujące wzory:

$$(1) \quad V = 30,5 D^{2/3} J^{1/2} \quad (\text{m/sec.})$$

$$(2) \quad Q = 24.000 \, D^{8/3} \, J^{1/2} \quad (\text{l/sek.})$$

$$\text{lub } Q = 24 \cdot D^{8/3} J^{1/2} \quad (\text{m}^3/\text{sek.})$$

Na podstawie tego wzoru została zestawiona tablica 4, dla przewodów o  $\phi$  50,75,100,125,150 i 200 mm, a więc przewodów najczęściej używanych w sieci kanalizacyjnej wewnętrznej. Tablica ta dla poszczególnych średnic i spadków podaje objętość przepływu  $Q$  w l/sek oraz prędkość przepływu  $V$  w m/sek — przy całkowitym napełnieniu przekroju.

Np. miarodajny odpływ z pewnej części wewnętrznej sieci kanalizacyjnej wynosi  $Q = 10 \text{ l/sek.}$ , a spadek przewodu  $J = 0,04$  (1:25). Jaka średnica przewodu będzie konieczna przy całkowitym napełnieniu kanału?

Z tablicy 4 odczytamy, że średnica przewodu wyniesie  $\phi$  100 mm, gdyż przewód o tej średnicy przy całkowitym napełnieniu przeprowadzi 10,34 l/sek.

b) Wzór Pawłowskiego.

$$(1) \quad V = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = \frac{1}{n} R^y \cdot \sqrt{R \cdot J} \quad (\text{m/sek})$$

$$(2) \quad Q = A \cdot V \text{ (m}^3\text{/sek),}$$

gdzie:

$Q$  — objętość przepływu w m<sup>3</sup>/sek

$\bar{V}$  — średnia prędkość przepływu w m/sek.

A — powierzchnia przekroju rury (w m<sup>2</sup>)

$$R - \text{promień hydrauliczny} = \frac{D}{4} \text{ (w m)}$$

J — spadek zw. wody (linii ciśnienia lub przewodu)

 $n$  — współczynnik szorstkości = 0,013

y — wykładnik potęgowy zależny od R i n.

$$y = 2,5 \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \sqrt{R} (\sqrt{n} - 0,10)$$

Na podstawie tego wzoru została ułożona tablica 5, w której dla znanego  $Q$  (l/sek) i  $D$  (mm) można znaleźć spadek zw. wody (przewodu) i prędkość przepływu. Tablica ta została zestawiona dla objętości przepływu od 5—90 l/sek i przewodów o  $\varnothing$  100, 125, 150 i 200 mm przy całkowitym napełnieniu.

Obliczone tym wzorem straty ciśnienia, tj. spadki zwierciadła wody w przewodzie są nieco mniejsze od spadków obliczonych wg wzoru Manninga i mogą być stosowane raczej dla kanalizacji ogólnospławnej i deszczowej, gdzie warunki przepływu są korzystniejsze.

**Tablica 4** Z e s t a w i e n i e objętości i prędkości przepływu w przewodach kanatowych w zależności od typowych spadków wg wzoru Manninga przy całkowitym napełnieniu

[illegible]

**Tablica 5.** - Zestawienie spadków i prędkości przepływów dla różnych objętości przepływu i średnic wg wzoru Pawłowskiego przy całkowitym napełnieniu przekroju.

$$i = \frac{n^2 v^2}{R^{2y+1}} \quad v = \frac{R^y}{n} \sqrt{R \cdot i}$$

| Q<br>l/sek | D<br>mm | 100    |      | 125    |      | 150    |      | 200    |      |
|------------|---------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
|            |         | i      | v    | i      | v    | i      | v    | i      | v    |
| 5,0        | 5,0     | 0,0080 | 0,66 | 0,0024 | 0,41 | 0,0009 | 0,28 | 0,0002 | 0,16 |
| 5,5        | 5,5     | 0,0097 | 0,70 | 0,0029 | 0,45 | 0,0011 | 0,31 | 0,0002 | 0,18 |
| 6,0        | 6,0     | 0,0115 | 0,76 | 0,0035 | 0,49 | 0,0013 | 0,34 | 0,0003 | 0,19 |
| 6,5        | 6,5     | 0,0135 | 0,83 | 0,0041 | 0,53 | 0,0015 | 0,37 | 0,0003 | 0,21 |
| 7,0        | 7,0     | 0,0157 | 0,89 | 0,0048 | 0,57 | 0,0018 | 0,40 | 0,0004 | 0,22 |
| 7,5        | 7,5     | 0,0179 | 0,96 | 0,0055 | 0,61 | 0,0021 | 0,42 | 0,0004 | 0,24 |
| 8,0        | 8,0     | 0,0204 | 1,02 | 0,0062 | 0,65 | 0,0023 | 0,45 | 0,0005 | 0,25 |
| 8,5        | 8,5     | 0,0228 | 1,08 | 0,0070 | 0,69 | 0,0027 | 0,48 | 0,0006 | 0,27 |
| 9,0        | 9,0     | 0,0259 | 1,15 | 0,0079 | 0,73 | 0,0030 | 0,51 | 0,0006 | 0,29 |
| 9,5        | 9,5     | 0,0288 | 1,21 | 0,0088 | 0,77 | 0,0033 | 0,54 | 0,0007 | 0,30 |
| 10         | 10      | 0,0320 | 1,27 | 0,0097 | 0,81 | 0,0037 | 0,57 | 0,0008 | 0,32 |
| 11         | 11      | 0,0387 | 1,40 | 0,0118 | 0,90 | 0,0044 | 0,62 | 0,0010 | 0,35 |
| 12         | 12      | 0,0460 | 1,53 | 0,0140 | 0,98 | 0,0053 | 0,68 | 0,0011 | 0,38 |
| 13         | 13      | 0,0540 | 1,66 | 0,0164 | 1,06 | 0,0062 | 0,74 | 0,0013 | 0,41 |
| 14         | 14      | 0,0626 | 1,78 | 0,0191 | 1,14 | 0,0072 | 0,79 | 0,0015 | 0,45 |
| 15         | 15      | 0,0719 | 1,91 | 0,0219 | 1,22 | 0,0083 | 0,85 | 0,0018 | 0,48 |
| 16         | 16      | 0,0817 | 2,04 | 0,0249 | 1,30 | 0,0094 | 0,91 | 0,0020 | 0,51 |
| 17         | 17      | 0,0923 | 2,17 | 0,0281 | 1,38 | 0,0106 | 0,96 | 0,0023 | 0,54 |
| 18         | 18      | 0,1031 | 2,29 | 0,0315 | 1,47 | 0,0120 | 1,02 | 0,0026 | 0,57 |
| 19         | 19      | 0,1152 | 2,42 | 0,0351 | 1,55 | 0,0132 | 1,08 | 0,0029 | 0,60 |
| 20         | 20      | 0,1280 | 2,55 | 0,0389 | 1,63 | 0,0147 | 1,13 | 0,0032 | 0,64 |
| 22         | 22      | 0,1550 | 2,80 | 0,0471 | 1,79 | 0,0179 | 1,25 | 0,0038 | 0,70 |
| 24         | 24      |        |      | 0,0560 | 1,96 | 0,0212 | 1,36 | 0,0046 | 0,76 |
| 26         | 26      |        |      | 0,0656 | 2,12 | 0,0249 | 1,47 | 0,0053 | 0,83 |
| 28         | 28      |        |      | 0,0761 | 2,28 | 0,0288 | 1,59 | 0,0062 | 0,89 |
| 30         | 30      |        |      | 0,0876 | 2,45 | 0,0331 | 1,70 | 0,0071 | 0,96 |
| 35         | 35      |        |      | 0,1190 | 2,86 | 0,0450 | 1,98 | 0,0097 | 1,11 |
| 40         | 40      |        |      |        |      | 0,0588 | 2,27 | 0,0126 | 1,27 |
| 45         | 45      |        |      |        |      | 0,0743 | 2,55 | 0,0160 | 1,43 |
| 50         | 50      |        |      |        |      | 0,0918 | 2,83 | 0,0197 | 1,59 |
| 60         | 60      |        |      |        |      |        |      | 0,0284 | 1,91 |
| 70         | 70      |        |      |        |      |        |      | 0,0388 | 2,22 |
| 80         | 80      |        |      |        |      |        |      | 0,0506 | 2,54 |
| 90         | 90      |        |      |        |      |        |      | 0,0641 | 2,86 |

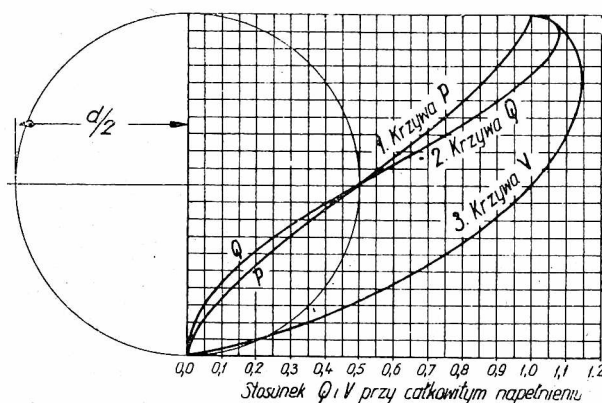
Przy obliczaniu przewodów kanalizacji wewnętrznej należy stosować następujące zasady:

- 1) Minimalne prędkości przepływu ścieków domowych i przemysłowych w przewodzie powinny wynosić co najmniej 0,7 m/sek, gdyż taka prędkość utrzymuje kanał w czystości.
- 2) Maksymalne prędkości przepływu ścieków nie powinny przekraczać w rurach kamionkowych, żeliwnych, stalowych i metalowych  $V = 5$  m/sek, w rurach betonowych, żelbetowych, eternitowych  $V = 3$  m/sek.
- 3) Głębokości napełnienia przewodów w czasie największego przepływu nie powinny przekraczać:
  - a. dla ścieków domowych
    - w rurach o  $\varnothing$  50—125 mm — 0,5 D
    - „ „ o  $\varnothing$  150—300 mm — 0,6 D
  - b. dla ścieków przemysłowych
    - w rurach o  $\varnothing$  50—150 mm — 0,7 D
    - „ „ o  $\varnothing$  200—300 mm — 0,8 D
- 4) Spadki przewodów kanałowych powinny wynosić (tablica 6):

**Tablica 6**

| Średnica przewodów | Spadek przewodu |           |
|--------------------|-----------------|-----------|
|                    | normalny        | minimalny |
| 50                 | 0,035           | 0,025     |
| 75                 | 0,025           | 0,015     |
| 100                | 0,020           | 0,012     |
| 125                | 0,015           | 0,010     |
| 150                | 0,010           | 0,008     |
| 200                | 0,008           | 0,006     |

- 5) Przeliczenie objętości i prędkości przepływu dla różnych głębokości napełnienia przewodu o przekroju kołowym może nastąpić za pomocą tablicy 4 lub 5, zestawionej dla całkowitego napełnienia przekroju, redukując otrzymane wielkości zależnie od stopnia napełnienia wg wykresu lub tablicy 7.



Rys. 1 — Krzywe sprawności przekroju kołowego: 1. — krzywa powierzchni P, 2. — krzywa wydatku Q, 3. — krzywa prędkości V

Np.

- a) Przewód o  $\varnothing$  125 mm i spadku 0,03 prowadzi przy całkowitym napełnieniu (tablica 4)  $Q = 16,30$  l/sek z prędkością  $v = 1,32$  m/sek. Jaka będzie objętość i prędkość przepływu przy napełnieniu 0,6 D, czyli  $0,6 \cdot 125 = 75$  mm?  $Q_1 = 16,30 \cdot 0,67 = 10,90$  l/sek, a  $V_1 = 1,32 \cdot 1,08 = 1,43$  m/sek.
- b) Miarodajny odpływ wynosi  $Q_1 = 15$  l/sek, spadek przewodu zaś  $J = 0,04 = 4\%$ . Jaki przekrój powinien mieć przewód kanałowy, jeżeli napełnienie jego ma wynosić 0,7 D (70% średnicy)?



Tablica 7

| Napełnienie | Pow. przepływu | Przepływ (wydatek) | Prędkość |
|-------------|----------------|--------------------|----------|
| h/d         | P              | Q                  | V        |
| 1,00        | 1,00           | 1,00               | 1,00     |
| 0,95        | 0,98           | 1,08               | 1,10     |
| 0,90        | 0,95           | 1,07               | 1,13     |
| 0,85        | 0,91           | 1,03               | 1,14     |
| 0,80        | 0,86           | 0,98               | 1,15     |
| 0,75        | 0,80           | 0,92               | 1,14     |
| 0,70        | 0,75           | 0,84               | 1,13     |
| 0,65        | 0,69           | 0,76               | 1,11     |
| 0,60        | 0,63           | 0,67               | 1,08     |
| 0,55        | 0,56           | 0,58               | 1,04     |
| 0,50        | 0,50           | 0,50               | 1,00     |
| 0,45        | 0,44           | 0,41               | 0,95     |
| 0,40        | 0,37           | 0,33               | 0,90     |
| 0,35        | 0,31           | 0,26               | 0,84     |
| 0,30        | 0,25           | 0,19               | 0,76     |
| 0,25        | 0,19           | 0,14               | 0,68     |
| 0,20        | 0,14           | 0,09               | 0,59     |
| 0,15        | 0,09           | 0,05               | 0,48     |
| 0,10        | 0,05           | 0,02               | 0,36     |
| 0,05        | 0,02           | 0,004              | 0,21     |
| 0,00        |                |                    |          |

Jaka będzie prędkość przepływu?

Aby posłużyć się tablicą 4 przeliczamy, jaka objętość przepływu przy całkowitym napełnieniu odpowiada objętości przepływu przy napełnieniu częściowym (0,7 D).

$$A \text{ więc } Q_0 = \frac{Q_1}{0,84} = \frac{15}{0,84} = 17,9 \text{ l/sek}$$

Przy spadku  $J = 0,04$  tej objętości przepływu odpowiada przekrój o  $\phi 125$  mm, który przeprowadzi przy całkowitym napełnieniu  $Q = 18,75$  l/sek. z prędkością  $V = 1,53$  m/sek.

Przyjmujemy więc przewód o  $\phi 125$  mm. Przy przepływie  $Q_1 = 15$  l/sek stosunek tego przepływu do przepływu przy całkowitym napełnieniu wyniesie

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{15}{18,75} = 0,80$$

Temu stosunkowi z wykresu odpowiada napełnienie  $h = 0,675$ , czyli  $125 \times 0,675 = 84$  mm. Przy tym napełnieniu prędkość przepływu wyniesie:

$$V_1 = V \cdot 1,12 = 1,53 \cdot 1,12 = 1,71 \text{ m/sek}$$

## 2. 4. Obliczanie przewodów deszczowych

Odprowadzanie wód opadowych (deszczowych) za pomocą przewodów kanałowych opiera się na zasadzie, że danym przewodem powinien odpłynąć deszcz ulewny o natężeniu zależnym od warunków klimatycznych. Przy obliczaniu wewnętrznych przewodów kanalizacyjnych natężenie deszczu w naszych warunkach klimatycznych należy przyjąć w wysokości ok. 180 l/sek.ha.

Poniżej podaję za literaturą radziecką tabelaryczne zestawienie powierzchni odwadnianych przez przewody o różnym spadku i średnicy. Pod uwagę wzięte są deszcze o natężeniu:

- 1) 50 mm/godz. co daje odpływ ok. 140 l/sek.ha.
- 2) 65 „ „ „ „ „ „ ok. 180 l/sek.ha.

Dla obu tych deszczów zostały zestawione tablice 8 i 9.

Tablica 8 podaje przy określonym natężeniu deszczu wielkość odwadnianych szczelnych powierzchni przez przewody poziome o różnych średnicach i spadkach przy całkowitym napełnieniu.

Tablica 9

| Natężenie deszczu |           | Wielkość odwadnianej powierzchni w m <sup>2</sup> na przewód pionowy o $\phi$ mm |     |       |       |       |
|-------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|-------|
| mm/g.             | l/sek. ha | 75                                                                               | 100 | 125   | 150   | 200   |
| 50                | 140       | 490                                                                              | 880 | 1.370 | 1.970 | 3.500 |
| 65                | 180       | 380                                                                              | 670 | 1.050 | 1.520 | 2.700 |

Tablica 9 podaje wielkości odwadnianych powierzchni dachowych przez pionowe rury deszczowe.

Powierzchnie odwadniane mierzone są w m<sup>2</sup> rzutu poziomego. Gdy ścieki przemysłowe będziemy wpuszczać do przewodów deszczowych, obliczanych według przytoczonych tablic, należy objętość przepływu tych ścieków przeliczyć na powierzchnię zlewni (w m<sup>2</sup>), a następnie dla otrzymanej w ten sposób sumarycznej powierzchni przyjąć odpowiedni przekrój i spadek przewodu. Przeliczenia tego dokonuje się wzorem:

$$A = q \cdot k$$

gdzie:

A — pow. zlewni w m<sup>2</sup>

q — ilość odpływu wód przemysłowych (w l/sek)

k — współczynnik zależny od natężenia deszczu,

a to:

dla deszczu o nat. 50 mm/godz.  $\cong 140$  l/sek.ha  $k = 72$

„ „ „ „ 65 „ „  $\cong 180$  l/sek.ha  $k = 55$

Np. odpływ ścieków przemysłowych  $q = 20$  l/sek. Mamy go wprowadzić do kanalizacji deszczowej, do kanału odwadniającego już powierzchnię  $A_1 = 1\,100$  m<sup>2</sup> przy spadku przewodu  $i = 3\%$ . Przyjmując natężenie deszczu 180 l/sek. ha wystarczy przy danym spadku przewód o  $\phi 150$  mm (tablica 8.).

Tablica 8

| Natężenie deszczu |           | Średn. rury mm | Wielkość odwadnianej powierzchni w m <sup>2</sup> przy spadku przewodów |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-----------|----------------|-------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| mm/godz.          | l/sek. ha |                | 0,003                                                                   | 0,005 | 0,006 | 0,008 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,030 | 0,040 | 0,050 |
| 50                | 140       | 75             |                                                                         |       |       |       | 90    | 110   | 120   | 150   | 170   | 150   |
|                   |           | 100            |                                                                         | 130   | 140   | 170   | 190   | 210   | 260   | 320   | 370   | 420   |
|                   |           | 125            | 180                                                                     | 240   | 260   | 300   | 340   | 410   | 470   | 580   | 670   | 750   |
|                   |           | 150            | 450                                                                     | 600   | 650   | 750   | 850   | 1000  | 1200  | 1450  | 1650  | 1850  |
|                   |           | 200            | 1300                                                                    | 1650  | 1850  | 2100  | 2950  | 2900  | 3350  | 4100  | 4750  | 5300  |
|                   |           | 250            | 2350                                                                    | 3050  | 3300  | 3850  | 4300  | 5250  | 6050  | 7410  | 8550  | 9600  |
|                   |           | 300            | 3800                                                                    | 4950  | 5400  | 6250  | 6950  | 8550  | 9850  | 12050 | 13950 | 15600 |
| 65                | 180       | 75             |                                                                         |       |       |       | 70    | 80    | 90    | 110   | 130   | 150   |
|                   |           | 100            |                                                                         | 100   | 110   | 130   | 140   | 160   | 200   | 250   | 280   | 320   |
|                   |           | 125            | 140                                                                     | 180   | 200   | 230   | 260   | 320   | 360   | 440   | 510   | 570   |
|                   |           | 150            | 350                                                                     | 450   | 500   | 570   | 650   | 800   | 900   | 1100  | 1300  | 1400  |
|                   |           | 200            | 1000                                                                    | 1300  | 1400  | 1600  | 1800  | 2200  | 2550  | 3450  | 3600  | 4050  |
|                   |           | 250            | 1800                                                                    | 2300  | 2550  | 2950  | 3250  | 4000  | 4750  | 5650  | 6550  | 7300  |
|                   |           | 300            | 2900                                                                    | 3750  | 4150  | 4750  | 5300  | 6500  | 7550  | 9200  | 10650 | 11900 |

Włączając ścieki przemysłowe o podanym odpływie, przeliczamy ten odpływ na powierzchnię, a więc:

$$A_2 = q \cdot k = 20 \cdot 55 = 1100 \text{ m}^2$$

Miarodajna powierzchnia odwadniana wynosi więc:

$$A = A_1 + A_2 = 1100 + 1100 = 2200 \text{ m}^2$$

Dla odwodnienia tej powierzchni potrzebny będzie przewód o  $\varnothing$  200 mm, o spadku co najmniej 1,5%.

Mgr inż. EDWARD MIELCARZEWICZ

Zakład Wodociągów i Kanalizacji  
Politechniki Wrocławskiej

## Obliczanie całkowitej straty ciśnienia w zamkniętej sieci wodociągowej

Przy projektowaniu pompowni wodociągowych zasadniczo nie jest nam potrzebny dokładny rozkład ciśnienia w całej sieci, jednak dla doboru pomp musimy znać całkowitą stratę ciśnienia pomiędzy pompownią a najodleglejszym względnie najniekorzystniejszym punktem sieci. Obliczenie tej straty którejkolwiek z normalnych metod kolejnych przybliżeń jest dość uciążliwe, a przy wielopięściowej sieci zamkniętej, pomimo wszystko, długotrwałe.

W tych przypadkach znacznie dogodniejsze jest zastosowanie obliczenia średniej straty ciśnienia w całej sieci. Obliczenie to opiera się na tych samych założeniach co każda metoda iteracji. Przyjmuje się tu jedynie pewne dodatkowe warunki, pozwalające na szybkie otrzymanie dokładnej wartości pełnej straty ciśnienia w całej zamkniętej sieci, bez dokładnego wyrównywania poszczególnych pierścieni, co dla doboru pompy przy projektowaniu pompowni jest zupełnie wystarczające. Ten sposób obliczenia można również z powodzeniem stosować w projektach wstępnych sieci wodociągowej przy sprawdzaniu przyjętych średnic. W zamkniętej sieci przewodów przepływ wody od punktu początkowego do końcowego odbywa się normalnie wszystkimi odcinkami równocześnie. W związku z tym pomiędzy punktem początkowym a końcowym sieci można sobie wyobrazić szereg dróg przepływu, których trasa może przebiegać przez dowolną kombinację odcinków, byle tylko kierunek jej był zgodny z ogólnym kierunkiem ruchu wody. Całkowitą stratę ciśnienia w zamkniętej sieci oblicza się właśnie jako średnią arytmetyczną z wielkości strat, obliczonych dla wszystkich możliwych dróg przepływu.

Zazwyczaj hydrauliczne obliczenie zamkniętej sieci sprowadza się do rozwiązania następujących równań równowagi:

$$\sum Q = 0 \text{ — warunek równowagi węzłów}$$

$$\sum h = 0 \text{ — warunek równowagi pierścienia.}$$

Pierwsze z nich oznacza, że w zamkniętej sieci ilość wody odpływającej z węzła musi się równać ilości dopływającej. Drugie zaś oznacza, że suma strat ciśnienia w każdym dowolnym obwodzie zamkniętym równa jest zeru.

Tok postępowania przy nowej metodzie jest analogiczny, jak przy metodzie kolejnych przybliżeń<sup>1)</sup> z tym, że dosyć dokładną wartość średniej straty ciśnienia otrzymujemy już po wprowadzeniu pierwszej poprawki, gdyż jak wykazują przykłady obliczeń, średnia całkowita strata ciśnienia znacznie wcześniej osiąga wartość rzeczywistą aniżeli ciśnienia w poszczególnych węzłach.

Wprowadzenie formuły na obliczenie średniej wielkości całkowitej straty ciśnienia w zamkniętej sieci opieramy, podobnie jak w metodzie iteracji, na wprowadzeniu poprawek przepływów w pierścieniach.

Wprowadzenie wzoru:

Wychodzimy z ogólnego wzoru na jednostkową stratę ciśnienia przy przepływie wody ruchem burzliwym-jednostajnym w przewodach zamkniętych:

$$J_m = C_m \cdot Q_m^2 \quad (1)$$

przy czym  $C_m$  = współczynnik oporu przewodu, zależny od średnicy i szorstkości jego ścian<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Autora: „Obliczanie straty ciśnienia w zamkniętej sieci wodociągowej metodą kolejnych przybliżeń“ GWT nr 5 z roku 1953.

### Literatura

1. Gabryszewski: Domowe instalacje wod.-kan. część II, (skrypt).
2. Korsakow — Polakow: Sprawoznik Santiechnika. Moskwa 1948.
3. Pawłow — Lenskij: Wodosnabżenie i kanalizacja. Moskwa 1951.
4. Spysznov: Sanitarnaja tiechnika. Moskwa 1947.
5. Żukow: Kanalizacja. Moskwa 1951.

$Q_m$  = przepływ wody przez odcinek „m“, założony przy zachowaniu warunku równowagi węzłów:  
 $\sum Q = 0$ .

Strata ciśnienia na odcinku o długości  $L_m$  wyniesie zatem:

$$h_m = C_m \cdot L_m \cdot Q_m^2 \quad (2)$$

podstawiając za  $C_m \cdot L_m = k_m$  = współczynnik oporu odcinka otrzymujemy ostateczny wzór na stratę ciśnienia na odcinku:

$$h_m = k_m \cdot Q_m^2 \quad (3)$$

Natomiast stratę ciśnienia na jednej z możliwych dróg przepływu otrzymamy przez zsumowanie strat na odcinkach, wchodzących w skład tejże drogi:

$$H_{dr} = \sum_{dr} k_m \cdot Q_m^2$$

Średnią wielkość całkowitej straty ciśnienia po pierwszym rozdziale przepływów obliczamy przez zsumowanie strat, wyliczonych dla wszystkich możliwych dróg przepływu i podziale tej sumy przez ilość tych dróg:

$$H_{sr} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \sum_{dr} k_m \cdot Q_m^2 \quad (4)$$

przy czym znak  $\sum_{i=1}^M$  oznacza zsumowanie po wszystkich możliwych drogach;  $M$  oznacza ilość możliwych dróg.

Obliczona w ten sposób dla założonych przepływów wartość  $H_{sr}$  różni się zawsze od rzeczywistej wielkości całkowitej straty ciśnienia o pewną odchyłkę  $\Delta H$ . Zmniejszenie tej odchyłki uzyskamy przez wprowadzenie do przepływów na odcinkach odpowiednich poprawek  $\Delta Q_m$  i wówczas wzór (4) przyjmie następującą postać:

$$H_{sr} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \sum_{dr} k_m (Q_m + \Delta Q_m)^2 \quad (5)$$

gdzie  $\Delta Q_m$  jest poprawką przepływu na odcinku. Przy zsumowaniu strat po wszystkich możliwych drogach strata ciśnienia każdego odcinka wejdzie do tej sumy tyle razy, ile dróg przechodzi przez dany odcinek. Ażeby uprościć operacje rachunkowe wprowadzamy pojęcie „ilość przejść“, określające ilość dróg przechodzących przez dany odcinek. Teraz sumowanie po wszystkich możliwych drogach możemy zastąpić sumowaniem po odcinkach. Wprowadzając to uproszczenie możemy wzór (5) wyrazić następująco:

$$H_{sr} = \frac{1}{M} \sum_{odc} p_m k_m (Q_m + \Delta Q_m)^2 \quad (6)$$

przy czym:

$p_m$  — oznacza ilość przejść przez dowolny odcinek,  
 $\sum_{odc}$  — oznacza sumowanie we wszystkich odcinkach.

Po rozwinięciu tego wyrażenia otrzymamy:

$$H_{sr} = \frac{1}{M} \left\{ \sum_{odc} p_m k_m Q_m^2 + 2 \sum_{odc} p_m k_m Q_m \Delta Q_m + \dots \right\} \quad (7)$$

Wyrazy, w których  $\Delta Q_m$  występuje w potęgach drugiej, odrzucamy jako bardzo małe w porównaniu do  $Q_m$ .

W drugiej części wyrażenia (7), tj. w sumie:

$$\sum_{\text{odc}} p_m k_m Q_m \Delta Q_m \quad (8)$$

występuje jako stały mnożnik poprawka przepływu na odcinku  $\Delta Q_m$ , która jest równa sumie poprawek  $\Delta Q$ , obliczonych dla rozdzielanych odcinkiem „m” pierścieni lub wprost poprawce  $\Delta Q$ , o ile rozpatrywany odcinek jest zewnętrzny.

Poprawkę przepływu  $\Delta Q$  dla dowolnego pierścienia obliczamy z następującego wzoru<sup>1)</sup>:

$$\Delta Q = - \frac{\Delta h}{2 \sum k_m Q_m} \quad (9)$$

przy czym  $\Delta h$  jest to odchyłka ciśnienia w pierścieniu, którą otrzymujemy przez zsumowanie w pierścieniu strat ciśnienia na odcinkach wg następującego wzoru:

$$\Delta h = \sum \pm k_m Q_m^2 \quad (10)$$

Znaki (+) i (−) odnoszą się do kierunków przepływu w pierścieniu; zazwyczaj przyjmujemy, że znak (+) oznacza przepływ w prawo, a (−) w lewo w stosunku do rozpatrywanego pierścienia.

Dla ułatwienia obliczeń przekształcamy wyrażenie (8) porządkując wyrazy według pierścieni i wówczas suma ta przyjmie następującą formę:

$$\sum_{\text{odc}} p_m k_m Q_m \Delta Q_m = \sum_{\text{pierśc.}} \Delta Q \sum \pm p_m k_m Q_m \quad (11)$$

przy czym znak:

$\sum_{\text{pierśc.}}$  oznacza sumowanie po wszystkich pierścieniach,

$\sum$  oznacza sumowanie w jednym pierścieniu,

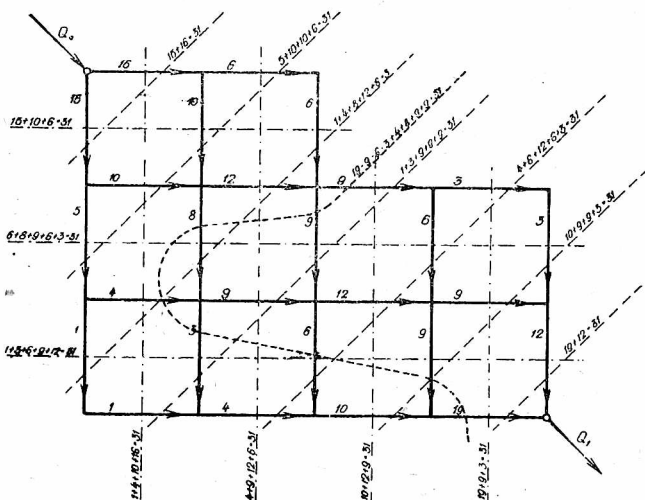
$\Delta Q$  oznacza poprawkę przepływu w jednym pierścieniu.

W ten sposób doszliśmy ostatecznie do tego, że sumowanie po wszystkich drogach, a następnie odcinkach, przekształciliśmy w dogodniejsze znacznie sumowanie po pierścieniach. Po tym przekształceniu wzór na obliczenie średniej wartości całkowitej straty ciśnienia przedstawia się następująco:

$$H_{\text{sr}} = \frac{1}{M} \left\{ \sum_{\text{odc}} p k Q^2 + 2 \sum_{\text{pierśc.}} \Delta Q \sum \pm p k Q \right\} \quad (12)$$

Podstawiając za  $\Delta Q \sum \pm p k Q = R$  otrzymamy ostateczną i najdogodniejszą do obliczenia postać wzoru

$$H_{\text{sr}} = \frac{1}{M} \left\{ \sum_{\text{odc}} p k Q^2 + 2 \sum_{\text{pierśc.}} R \right\} \quad (13)$$



Rys. 1 — Potwierdzenie drugiej zasady obliczania ilości dróg przepływu

Ażeby praktycznie korzystać z tego wzoru, konieczna jest znajomość ilości możliwych dróg przepływu w całej sieci — M oraz ilości przejść przez każdy odcinek sieci — p.

Duże ułatwienie w obliczeniu tych wielkości stanowią następujące trzy zasady:

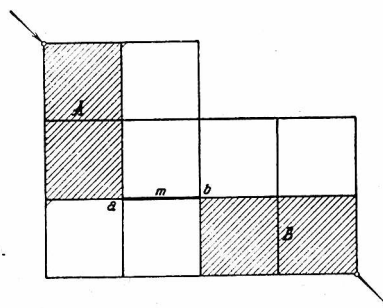
1. Ilość dróg dochodzących do węzła równa się ilości dróg wychodzących z tegoż węzła, gdyż w zamkniętej sieci żadna droga przepływu wody, przebiegająca od punktu początkowego do końcowego, nie kończy się w dowolnym węźle, lecz jest przedłużona aż do końcowego węzła sieci.
2. Sumaryczna ilość dróg, przechodzących przez dowolne cięcie dzielące sieć na dwie części, tak że punkty początkowy i końcowy znajdują się po przeciwnych stronach, jest w każdym przecięciu jednakowa i równa się całkowitej ilości możliwych dróg sieci. Jedyny warunek, że jedno cięcie nie może przecinać żadnego odcinka dwukrotnie (rys. 1). Zasada ta jest uzasadniona tym, że żadna z dróg nie urywa się wewnątrz sieci. Przy sumowaniu należy uwzględniać kierunki przepływów przez przecięte odcinki w stosunku do zrobionego cięcia, np. w prawo (+), a w lewo (−). Jakkolwiek sumujemy algebraicznie, to jednak wynik ma zawsze znak dodatni (odrzucając znaki i bierzemy tylko wartość bezwzględną).
3. Ilość przejść przez dany odcinek równa się iloczynowi liczby dróg łączących początek sieci z początkiem odcinka przez ilość dróg łączących koniec odcinka z końcowym punktem sieci (rys. 2).

Słuszność tego prawa można dowieść w ten sposób, że każda z X dróg, dochodzących do odcinka, może być przedłużona Y razy w Y kierunkach, wychodzących z odcinka, a zmierzających do końcowego punktu sieci.

A zatem:

$$p_m = X \cdot Y$$

Stąd wniosek, że można określić ilość przejść przez odcinek bardziej skomplikowanej sieci, wyodrębniając z niej dwie prostsze sieci A i B (rys. 2), połączone rozpatrywanym odcinkiem, dla których ilość dróg jest znana, lub też może być łatwo obliczona. Na rysunku 3 podano schematy prostych sieci z obliczeniem ogólnej ilości możliwych dróg przepływu.



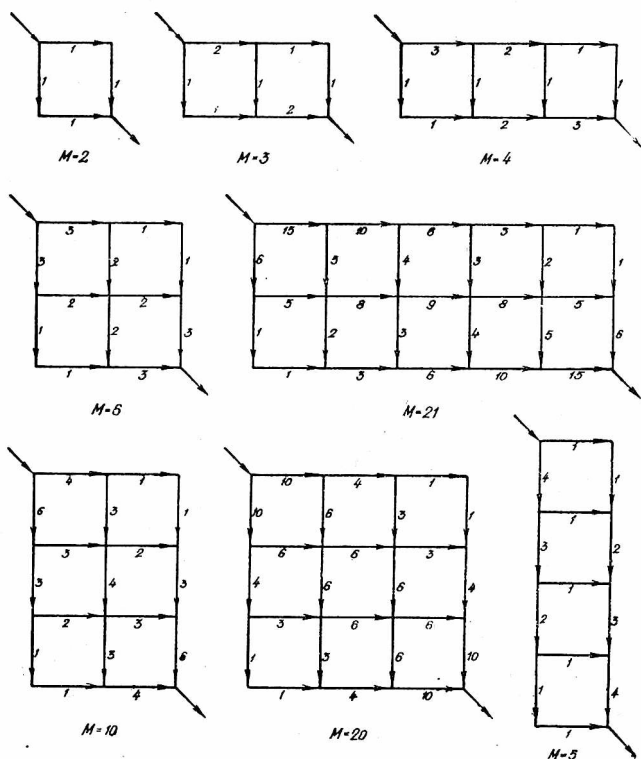
Rys. 2 — Obliczenie ilości przejść przez odcinek „m” przy użyciu trzeciej zasady

Technika przeprowadzania obliczenia.

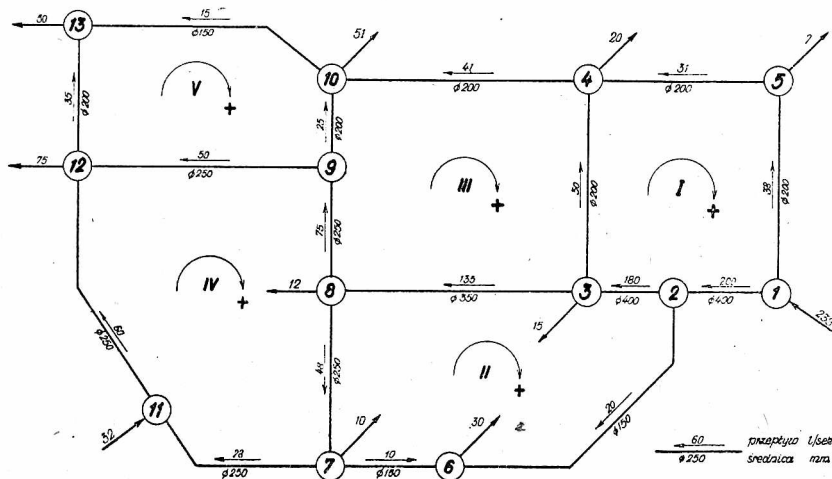
Obliczenie rozpoczynamy od schematu obliczeniowego sieci (rys. 4), na który nanosimy średnice przewodów, długości odcinków i rozbiory w węzłach, a następnie wykonujemy pierwsze założenie kierunków i ilości przepływów we wszystkich odcinkach sieci przy uwzględnieniu warunku równowagi węzłów  $\sum Q = 0$ . Szczególnie ważne jest dobre założenie kierunków przepływów, gdyż w razie zaistnienia — w toku obliczeń — zmiany kierunku na którymkolwiek odcinku, ulega także zmianie ilość dróg w sieci oraz ilość przejść przez część odcinków, a zatem obliczenie trzeba rozpocząć od nowa.

Wszelkie rozbiory bezpośrednie pomiędzy węzłami (np. w wodociągach miejskich, rozbiory „po drodze”) grupujemy dla uproszczenia w węzłach (po połowie na każdy), przy czym obliczenie nic nie traci na swej dokładności. Z kolei przystępujemy do obliczenia ilości dróg w całej sieci i ilości przejść przez wszystkie odcinki (rys. 5).

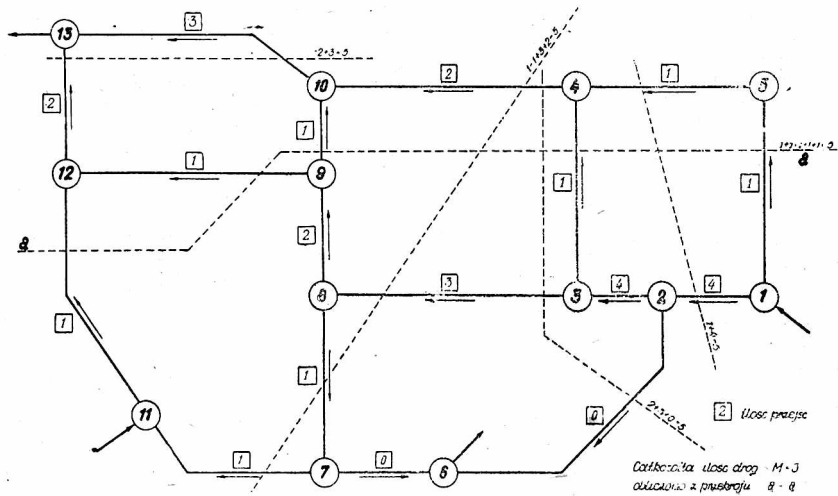
Obliczenie zaczynamy od tych odcinków, dla których będzie to najłatwiej wykonać. Weźmy np. odcinek 5 — 4.



Rys. 3 — Ilość możliwych dróg przepływu i ilość przejść przez odcinki w prostych sieciach wodociagowych



Rys. 4 — Schemat rozbioru wody wg pierwszego założenia



Rys. 5 — Obliczenie ilości dróg i przejść

Do punktu nr 5, będącego początkiem odcinka, można dojść z węzła — 1 — tylko po jednej drodze: 1 — 5. Z końcowego punktu tegoż odcinka nr 4 można wyjść do węzła 13 także tylko jedną drogą: 4 — 10 — 13. Wobec tego, zgodnie z trzecią zasadą, liczba dróg, przechodzących przez odcinek 5 — 4, wyniesie:

$$p_{5-4} = 1 \cdot 1 = 1$$

W podobny sposób, posługując się trzecią zasadą, łatwo obliczymy ilość przejść dla innych odcinków:

$$p_{3-4} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$p_{9-10} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$p_{9-12} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$p_{7-11} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$p_{11-12} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$p_{10-4} = 2 \cdot 1 = 2$$

Teraz, posługując się drugą zasadą, robimy cięcie a — a i sumujemy ilości przejść przynależne przeciętym odcinkom — otrzymujemy stąd:

$$M = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5$$

Znając ilość możliwych dróg przepływu w całej sieci, obliczamy — przy użyciu drugiej zasady — ilości przejść przez pozostałe odcinki (rys. 5).

$$p_{1-2} = 4$$

$$p_{3-8} = 3$$

$$p_{13-3} = 3$$

Na odcinkach 2 — 6 i 7 — 6 ilość przejść równa jest zero, ponieważ w punkcie 6 rozbiór wody zaopatrywany jest przez wszystkie zbiegające się w nim odcinki, a kierunki przepływu na tych odcinkach są skierowane do punktu 6. Stąd też przez punkt ten nie przechodzi żadna droga zmierzająca do punktu 13 i dlatego stanowi on niejako drugi punkt końcowy sieci.

Po pierwszym rozdzieleniu kierunków i ilości przepływów, obliczeniu ilości dróg i przejść dla całej sieci przystępujemy do właściwego obliczenia. Obliczenie przeprowadza się w formie tablicy, gdyż wówczas jest znacznie przejrzystsze i łatwiejsze do kontroli (tablica 1).

W odpowiednich kolumnach wypisujemy: numery pierścieni, odcinków, długości i średnice odcinków, ilości przejść i przepływów przez odcinki. Te ostatnie wpisujemy według pierwszego założenia z oznaczeniem przez (+) kierunków przepływów w prawo, a przez (—) w lewo w stosunku do pierścienia. Równocześnie obliczamy dla każdego odcinka współczynnik oporu  $k$ , przy czym stosując do wyliczenia wzór (3), dzielimy  $C_m$  przez 1000 000, aby moc przepływu  $Q$  wyrażać w litrach na sekundę<sup>2)</sup>. Z kolei wypełniamy kolumny 8, 9, 10 i 11 dla wszystkich pierścieni i obliczamy dla każdego pierścienia odchyłki  $\Delta h$  i  $\Delta Q$  wg wzorów (9) i (10), p o czym wartości  $R$  (kol. 12).

Przy wypełnianiu kolumny nr 11 należy pamiętać, że wyrażenia  $pkQ_1^2$  sumujemy po wszystkich odcinkach, a nie w każdym pierścieniu osobno. Dlatego też na odcinkach rozdzielających dwa przyległe pierścienie i występujących w związku z tym dwukrotnie w tablicy obliczeniowej wyrażenie  $pkQ_1^2$  może być wypisane tylko jeden raz. Po zsumowaniu pionowym kolumny 11 i 12 obliczamy łatwo wg wzoru (12) średnią wartość całkowitej straty ciśnienia dla założonych przepływów.

W naszym przykładzie:

$$\sum pkQ_1^2 = 67,56; \quad \sum R = -0,0807$$

odc. pierśc.

<sup>2)</sup> Wartości  $C_m$  dla najczęściej stosowanych średnic podano w GWT nr 5 z r. 1953, str. 144.



*Tablica I*  
*Przykład obliczenia całkowitej straty ciśnienia \**

| Nr<br>punktowa | Wzrost<br>m | Ciężar<br>kg | Ciężar<br>m | Ciężar<br>m | Ciężar<br>m | Prętosze przybliżenie                                |               |                              |                       |                         |                                                               | Drugie przybliżenie                                   |                |               |                              |                       |                         |                                                               |
|----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------------------------------|---------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|---------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                |             |              |             |             |             | $Q_1$<br>1/sek                                       | $K \cdot Q_1$ | $h \cdot K \cdot Q_1^2$<br>m | $p \cdot K \cdot Q_1$ | $p \cdot K \cdot Q_1^2$ | $R_1 =$<br>$\Delta Q_1 \cdot \frac{p \cdot K \cdot Q_1}{Q_1}$ | $\Delta Q_1$<br>1/sek                                 | $Q_2$<br>1/sek | $K \cdot Q_2$ | $h \cdot K \cdot Q_2^2$<br>m | $p \cdot K \cdot Q_2$ | $p \cdot K \cdot Q_2^2$ | $R_2 =$<br>$\Delta Q_2 \cdot \frac{p \cdot K \cdot Q_2}{Q_2}$ |
| 1              | 2           | 3            | 4           | 5           | 6           | 7                                                    | 8             | 9                            | 10                    | 11                      | 12                                                            | 13                                                    | 14             | 15            | 16                           | 17                    | 18                      | 19                                                            |
| I              | 1-2         | 200          | 400         | 0,00004264  | 4           | +200                                                 | 0,0085        | +1,706                       | +0,0341               | 6,824                   | -0,1484                                                       | +2,75                                                 | +202,75        | 0,0086        | +1,753                       | +0,0345               | 7,012                   | -0,0247                                                       |
|                | 2-3         | 125          | 400         | 0,00002665  | 4           | +180                                                 | 0,0048        | +0,864                       | +0,0192               | 3,456                   |                                                               | $\frac{+1,91}{+2,75}$                                 | +184,66        | 0,0049        | +0,908                       | +0,0197               | 3,632                   |                                                               |
|                | 3-4         | 300          | 200         | 0,00257850  | 1           | +30                                                  | 0,0774        | +2,321                       | +0,0774               | 2,321                   |                                                               | $\frac{-2,14}{+2,75}$                                 | +30,61         | 0,0789        | +2,422                       | +0,0789               | 2,422                   |                                                               |
|                | 4-5         | 325          | 200         | 0,00279340  | 1           | -31                                                  | 0,0666        | -2,684                       | -0,0666               | 2,684                   |                                                               | +2,75                                                 | -28,25         | 0,0788        | -2,225                       | -0,0788               | 2,225                   |                                                               |
|                | 5-1         | 300          | 200         | 0,00257850  | 1           | -38                                                  | 0,0380        | -3,725                       | -0,0380               | 3,723                   |                                                               | +2,75                                                 | -35,25         | 0,0908        | -3,212                       | -0,0909               | 3,212                   |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $\Sigma$                                             | 0,2755        | -1,516                       | -0,0539               |                         |                                                               | $\Sigma$                                              | 0,2620         | -0,354        | -0,0365                      |                       |                         |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $\Delta Q_1 = -\frac{1,516}{2 \cdot 0,2755} = +2,75$ |               |                              |                       |                         |                                                               | $\Delta Q_2 = -\frac{0,354}{2 \cdot 0,2620} = +0,675$ |                |               |                              |                       |                         |                                                               |
| II             | 2-6         | 450          | 150         | 0,01793780  | 0           | +20                                                  | 0,3588        | +7,175                       | —                     | —                       | +0,2103                                                       | -1,91                                                 | +18,09         | 0,3244        | +5,880                       | —                     | —                       | -0,0606                                                       |
|                | 6-7         | 175          | 150         | 0,00697550  | 0           | -10                                                  | 0,0698        | -0,698                       | —                     | —                       |                                                               | $\frac{-1,91}{-1,91}$                                 | -11,91         | 0,0832        | -0,991                       | —                     | —                       |                                                               |
|                | 7-8         | 200          | 250         | 0,00052280  | 1           | -48                                                  | 0,0251        | -1,208                       | -0,0251               | 1,208                   |                                                               | $\frac{-2,14}{-1,91}$                                 | -50,20         | 0,0262        | -1,320                       | -0,0262               | 1,320                   |                                                               |
|                | 8-3         | 375          | 350         | 0,00016294  | 3           | -135                                                 | 0,0219        | -2,974                       | -0,0658               | 8,922                   |                                                               | $\frac{-2,75}{-1,91}$                                 | -139,05        | 0,0227        | -3,152                       | -0,0680               | 9,456                   |                                                               |
|                | 3-2         | 125          | 400         | 0,00002665  | 4           | -180                                                 | 0,0048        | -0,864                       | -0,0192               | —                       |                                                               | $\frac{-2,75}{-1,91}$                                 | -184,66        | 0,0049        | -0,908                       | -0,0197               | —                       |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $\Sigma$                                             | 0,4804        | +1,831                       | -0,1101               |                         |                                                               | $\Sigma$                                              | 0,4614         | -0,499        | -0,1139                      |                       |                         |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $\Delta Q_1 = -\frac{1,831}{2 \cdot 0,4804} = -1,91$ |               |                              |                       |                         |                                                               | $\Delta Q_2 = -\frac{0,491}{2 \cdot 0,4614} = +0,532$ |                |               |                              |                       |                         |                                                               |
| III            | 4-3         | 300          | 200         | 0,00257850  | 1           | -30                                                  | 0,0774        | -2,321                       | -0,0774               | —                       | -0,3334                                                       | $\frac{-2,75}{+2,14}$                                 | -30,61         | 0,0789        | -2,422                       | +0,0789               | —                       | +0,0020                                                       |
|                | 3-8         | 375          | 350         | 0,00016294  | 3           | +135                                                 | 0,0219        | +2,974                       | +0,0658               | —                       |                                                               | $\frac{+1,91}{+2,14}$                                 | +139,05        | 0,0227        | +3,152                       | +0,0680               | —                       |                                                               |
|                | 8-9         | 200          | 250         | 0,00052280  | 2           | +75                                                  | 0,0492        | +2,942                       | +0,0985               | 5,884                   |                                                               | $\frac{-0,29}{+2,14}$                                 | +76,85         | 0,0402        | +3,092                       | +0,0804               | 6,184                   |                                                               |
|                | 9-10        | 100          | 200         | 0,00085950  | 1           | +25                                                  | 0,0214        | +0,537                       | +0,0214               | 0,537                   |                                                               | $\frac{+0,37}{+2,14}$                                 | +27,51         | 0,0228        | +0,604                       | +0,0228               | 0,604                   |                                                               |
|                | 10-4        | 375          | 200         | 0,00322310  | 2           | -41                                                  | 0,1321        | -5,417                       | -0,2642               | 10,834                  |                                                               | $\frac{+2,14}{+2,14}$                                 | -38,86         | 0,1221        | -4,620                       | -0,2442               | 9,240                   |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $\Sigma$                                             | 0,3021        | -1,285                       | -0,1558               |                         |                                                               | $\Sigma$                                              | 0,2867         | -0,194        | +0,0059                      |                       |                         |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $\Delta Q_1 = -\frac{1,285}{2 \cdot 0,3021} = +2,14$ |               |                              |                       |                         |                                                               | $\Delta Q_2 = -\frac{0,194}{2 \cdot 0,2867} = +0,338$ |                |               |                              |                       |                         |                                                               |
| IV             | 9-8         | 200          | 250         | 0,00052280  | 2           | -75                                                  | 0,0492        | -2,942                       | -0,0985               | —                       | -0,0123                                                       | $\frac{-2,14}{+0,29}$                                 | -78,86         | 0,0402        | -3,092                       | -0,0804               | —                       | -0,0030                                                       |
|                | 8-7         | 200          | 250         | 0,00052280  | 1           | +48                                                  | 0,0251        | +1,208                       | +0,0251               | —                       |                                                               | $\frac{+1,91}{+0,29}$                                 | +50,20         | 0,0262        | +1,320                       | +0,0262               | —                       |                                                               |
|                | 7-11        | 300          | 250         | 0,00078420  | 1           | +28                                                  | 0,0220        | +0,617                       | +0,0219               | 0,617                   |                                                               | +0,29                                                 | +28,29         | 0,0222        | +0,627                       | +0,0222               | 0,627                   |                                                               |
|                | 11-12       | 350          | 250         | 0,00091490  | 1           | +60                                                  | 0,0549        | +3,292                       | +0,0549               | 3,292                   |                                                               | +0,29                                                 | +60,29         | 0,0551        | +3,325                       | +0,0552               | 3,325                   |                                                               |
|                | 12-9        | 350          | 250         | 0,00091490  | 1           | -50                                                  | 0,0457        | -2,290                       | -0,0457               | 2,290                   |                                                               | $\frac{+0,37}{+0,29}$                                 | -49,34         | 0,0452        | -2,231                       | -0,0452               | 2,231                   |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $\Sigma$                                             | 0,1969        | -0,115                       | -0,0423               |                         |                                                               | $\Sigma$                                              | 0,1883         | -0,051        | -0,0220                      |                       |                         |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $\Delta Q_1 = -\frac{0,115}{2 \cdot 0,1969} = +0,29$ |               |                              |                       |                         |                                                               | $\Delta Q_2 = -\frac{0,051}{2 \cdot 0,1889} = +0,135$ |                |               |                              |                       |                         |                                                               |
| V              | 10-9        | 100          | 200         | 0,00085950  | 1           | -25                                                  | 0,0214        | -0,537                       | -0,0214               | —                       | +0,2121                                                       | $\frac{-2,14}{-0,37}$                                 | -27,51         | 0,0228        | -0,604                       | -0,0228               | —                       | +0,0178                                                       |
|                | 9-12        | 350          | 250         | 0,00091490  | 1           | +50                                                  | 0,0457        | +2,290                       | +0,0457               | —                       |                                                               | $\frac{-0,29}{-0,37}$                                 | +49,34         | 0,0452        | +2,231                       | +0,0452               | —                       |                                                               |
|                | 12-13       | 200          | 200         | 0,00171900  | 2           | +30                                                  | 0,0601        | +2,105                       | +0,1202               | 4,210                   |                                                               | -0,37                                                 | +34,63         | 0,0596        | +2,065                       | +0,1192               | 4,130                   |                                                               |
|                | 13-10       | 400          | 150         | 0,01594400  | 3           | 10                                                   | 0,2392        | -3,585                       | -0,7176               | 10,755                  |                                                               | -0,37                                                 | -15,37         | 0,2451        | -3,654                       | -0,4903               | 10,962                  |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $\Sigma$                                             | 0,3664        | +0,273                       | -0,5731               | 67,557                  | -0,0807                                                       | $\Sigma$                                              | 0,3727         | +0,038        | -0,3487                      | 66,582                | -0,0685                 |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $\Delta Q_1 = -\frac{0,273}{2 \cdot 0,3664} = -0,37$ |               |                              |                       |                         |                                                               | $\Delta Q_2 = -\frac{0,038}{2 \cdot 0,3727} = -0,051$ |                |               |                              |                       |                         |                                                               |
|                |             |              |             |             |             | $H_1 = \frac{1}{5}[67,557 + 2(-0,0807)] = 13,48 m$   |               |                              |                       |                         |                                                               | $H_2 = \frac{1}{5}[66,582 + 2(-0,0685)] = 13,29 m$    |                |               |                              |                       |                         |                                                               |

i wobec tego

$$H_{sr1} = \frac{1}{5} \left\{ 67,56 + 2 (-0,0807) \right\} = 13,48 \text{ m}$$

Z uwagi na niewielkie odchyłki w pierścieniach (0,29 — 1,83 m) można by przerwać obliczenie i przyjąć wyliczoną wartość 13,48 m za wystarczająco dokładną. Jednak w celu pokazania, jakiego rzędu błędem jest obarczony wynik pierwszego przybliżenia, przeprowadzimy kompletne obliczenie dla drugiego przybliżenia.

Podstawą drugiego przybliżenia są wartości  $Q_2$ , które otrzymujemy przez dodanie do uprzednio założonych przepływów  $Q_1$  obliczonych w pierwszym przybliżeniu poprawek  $\Delta Q_1$ . Należy przy tym zwrócić uwagę na to, że na odcinkach rozdzielających dwa pierścienie,  $\Delta Q$  jest sumą poprawek, obliczonych dla obydwu przyległych pierścieni. Po przeliczeniu drugiego przybliżenia otrzymamy następujące wyniki:

$$\sum_{\text{ode.}} p \cdot k \cdot Q_2^2 = 66,58; \quad \sum_{\text{pierśc.}} R = -0,0685$$

zaś:

$$H_{sr2} = \frac{1}{5} \left\{ 66,58 + 2 (-0,0685) \right\} = 13,29 \text{ m}$$

W pierwszym przybliżeniu otrzymaliśmy  $H_{sr1} = 13,48 \text{ m}$ , a zatem różnica wynosi 0,19 m, co stanowi zaledwie 1,35% w stosunku do dokładniejszej wartości. Taka różnica nie ma oczywiście przy określaniu ciśnienia na pompie żadnego praktycznego znaczenia. Wykonanie trzeciego przybliżenia w naszym przypadku nie wniesie już żadnej istotnej poprawki, gdyż jak wykazują wykonane tą metodą obliczenia — druga odchyłka w stosunku do pierwszej jest kilkakrotnie mniejsza.

Porównując wyniki omawianej metody z normalną metodą kolejnych przybliżeń należy stwierdzić, że pomimo iż odchyłki ciśnienia w pierścieniach po drugim przybliżeniu są już niewielkie i wynoszą 0,038 — 0,499 m — to jednak w obliczeniu całkowitej straty ciśnienia przez zsumowanie strat na odcinkach otrzymamy duże rozbieżności, np.:

dla drogi: 1 — 2 — 3 — 4 — 10 — 13

$$H = 1,753 + 0,908 + 2,422 + 4,62 + 3,654 = 12,457 \text{ m}$$

zaś dla drogi: 1 — 5 — 4 — 10 — 13

$$H = 3,212 + 2,225 + 4,62 + 3,654 = 13,711 \text{ m}$$

a zatem różnica wynosi 1,254 m.

Analiza powyższa potwierdza to, co powiedziano na wstępie, że średnia strata ciśnienia, obliczona nową metodą, znacznie wcześniej osiąga wartość rzeczywistą, aniżeli ciśnienia w poszczególnych węzłach.

Jak wynika z przeliczonego przykładu, można śmiało stwierdzić, że projektanci, mający rutynę w obliczeniach sieci wodociagowych, będą mogli już po pierwszym prowizorycznym obliczeniu określić stratę ciśnienia w sieci, a więc i ciśnienia na pompie. Mniej wprawni osiągną niewątpliwie dobry rezultat już po powtórnych przeliczeniach.

Po wykonaniu — w myśl zasad przedstawionych uprzednio — pierwszego przeliczenia można w pewnych warunkach wprowadzić do następnych przybliżeń pewne uproszczenie, zaoszczędzające w efekcie sporo czasu. Otóż o ile obliczona dla pierwszego przybliżenia  $\sum R$  (jej bez-

względna wartość) jest bardzo mała w porównaniu do całkowitej ilości dróg  $M$ , to obliczanie jej w następnych przybliżeniach można całkowicie pominąć. Przyjmujemy zasadę, że o ile bezwzględna wartość:

$$\sum_{\text{pierśc.}} R \leq \frac{1}{20} M \text{ — dla dokładnych obliczeń, względnie}$$

$$\sum_{\text{pierśc.}} R \leq \frac{1}{4} M \text{ — dla prowizorycznych przeliczeń to}$$

przy wykonywaniu drugiego, wzg. trzeciego przybliżenia pomijamy obliczenie  $\sum_{\text{pierśc.}} R$ , a co za tym idzie obliczenie wyraża-

żeń:

$$p \cdot k \cdot Q_2^2 \text{ oraz } R = \Delta Q_2 \cdot p \cdot k \cdot Q_2$$

Popelniany przy tym błąd może osiągnąć co najwyżej wartość:

$$0,10 \text{ m dla pierwszego przypadku,}$$

$$0,50 \text{ m dla drugiego przypadku.}$$

Przy zastosowaniu powyższego uproszczenia, dla dalszych przybliżeń, wzór (13) na średnią stratę ciśnienia w sieci uprości się i przyjmie następującą postać:

$$H_{sr} = \frac{1}{M} \sum p \cdot k \cdot Q_2^2 \quad (14)$$

Stąd wniosek, że przed przystąpieniem do drugiego przybliżenia należy sprawdzić, czy nie da się zastosować wyżej omówionego uproszczenia. Jeżeli okaże się to możliwe, to obliczamy najpierw wartości  $p \cdot k \cdot Q_2^2$  a następnie wzorem (14) obliczamy  $H_{sr}$ , i porównujemy z wynikiem pierwszego przybliżenia. Jeżeli stwierdzimy, że różnica jest niewielka, a dokładność obliczenia będzie wystarczająca, to na tym kończymy obliczenie, pomijając wykonanie dalszych przybliżeń oraz obliczenie wyrażen  $k \cdot Q_2^2$  oraz  $h = k \cdot Q_2^2$  potrzebnych do obliczenia poprawek przepływu.

W odniesieniu do przytoczonego przykładu obliczenia uproszczenie to wyrazi się następująco:

Z pierwszego przybliżenia wynika, że

$$\sum_{\text{pierśc.}} R < \frac{1}{20} M$$

i wynosi:  $\sum_{\text{pierśc.}} R = 0,0807 = 0,016 M$  — gdzie  $M = 5$

Pomijając przy obliczeniu drugiego przybliżenia  $R$  otrzymamy:

$$H_{sr2} = \frac{1}{5} \cdot 66,58 = 13,32 \text{ m}$$

tj. o 3 cm więcej aniżeli licząc dokładnie, a zatem w naszym przykładzie można było z powodzeniem opuścić  $R$ .

#### L i t e r a t u r a :

Łobaczew: Prijomy rasczeta wodoprowodnych setej — Moskwa 1950.

Autor: Obliczanie straty ciśnienia w zamkniętej sieci wodociagowej GWT nr 5 z r. 1953.

DR MARIAN GAJEWSKI

## Mikołaj Kopernik i pierwsze wodociągi w Polsce

Przytaczamy niżej spis miast\*) (w obecnych granicach naszego państwa), o wodociągach których mamy historyczne wzmianki do końca XVIII wieku. Są to wzmianki o nadaniu przywileju o budowie, o zawarciu umowy z budowniczym, o samej budowie czy przebudowie lub zniszczeniu itp. W spisie podajemy datę budowy opartą o źródłowe dane.

Znak „b. d.“ przy nazwie miasta oznacza brak dokładniej-

\*) Wymieniony spis miast jest podany na końcu artykułu.

szej daty — istnienie jednak wodociągu w danym mieście w okresie XIII — XVIII wieku nie ulega wątpliwości.

Oprócz tych, w wielu miejscowościach, nie będących obecnie miastami, istniały w owych czasach wodociągi. Wśród nich wymienić można: Frombork, Czchów, Babice, Miłakowo, Pieniężno, Mydlniki, Nowy Korczyn, Wiślica, Szydłów. Zaznaczyć należy, że wszystkie prawie wodociągi na obszarze Mazowsza, Małopolski, a także częściowo i Wielkopolski, istniejące uprzednio, zostały zniszczone w czasie na-

jazdu szwedzkiego i ewentualnie zbudowane na nowo dopiero w XIX w. Wiele natomiast wodociągów na Śląsku i Pomorzu, jak np. we Wrocławiu, Bolesławcu (w którym są pierwsze na kontynencie Europy pola zalewane od 1559 r.), Malborku i innych, istnieje i funkcjonuje od XIII — XIV w. lub później — bez przerwy, sukcesywnie modernizowanych i odpowiednio rozbudowanych.

Ciekawe i trudne techniczne problemy podnoszenia i rozprowadzania wody od wielu wieków pociągały najwybitniejsze umysły. Zajmowali się nimi również najwięksi ludzie Odrodzenia, jak Leonardo da Vinci, Galileusz i inni. Nie byłoby więc nic w tym niezwykłego, gdyby i nasz wielki Kopernik interesował się nimi.

A oto, jak stan badań historycznych nad tą sprawą przedstawia się obecnie.

Jeremi Wasiutyński w swej książce pt. „Kopernik, twórca nowego nieba” Warszawa 1938 r. na str. 520 — 2 pisze, iż J. Brożek, profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego, podchwycił powiastkę, że „wodociąg frauenburski, doprowadzający wodę z rzeki Baudy aż na wzgórze katedralne, był dziełem Kopernika” i że „epigram Brożka ubrał tradycję w pozory dokumentalne, tym bardziej, że został wyryty na tablicy marmurowej, którą z inicjatywy kanonika Schultza umieszczono w 1735 r. na wieży wodociągu”.

Według Glinkiewicza („Z ziemi warmińskiej 1872”) umieszczenie tablicy nastąpiło w 1720 r.

Wasiutyński wykazuje dalej przy pomocy dostępnych mu dokumentów, że „kanał do Grodu Pani istniał już w 1427 r., a koło podnoszące wodę na szczyt wzgórza zbudował z polecenia kapituły der Kunstreiche Meister Valentin Hendel, Rohrmeister in Breslau dopiero w 1571/2 roku”.

Mimo to, sam Wasiutyński o wiadomości Brożka mówi, że „tkwiło w tym może ziarno prawdy, bo w bibliotece frauenburskiej znajdował się w XVI wieku podręcznik „O wodociągach” J. Frontinusa.

Inni poważni badacze, jak Bruchnalski, Birkenmeier o wodociągowych zainteresowaniach Kopernika nic nie mówią.

Natomiast pomniejsi szperacze, zarówno polscy, jak i niemieccy, zarówno historycy, historycy kultury, jak i ze zrozumiałych, zawodowych względów — technicy sanitarni, którym miło by było widzieć w Koperniku swego patrona — treści epigramu Brożka podchwycili, uszczegółowili i rozbudowali najpewniej przy pomocy dodatkowych danych.

Z Niemców o tej sprawie piszą: „Annalen der Chymie und Physik” w 1826 r., Wutzke „Bemerkungen ueber Gewaesser die Ostseekueste” w 1830 r., L. Prowe „Hat Copernicus Wasserleitung angelegt”, w 1865 r. Wilhelm IV dopilnowuje, by pomnik Kopernika odsłonięty dnia 25.10.1853 r. w Toruniu został postawiony na studni, z której budową wielki astronom miał podobno coś wspólnego i by fakt ten symbolizował jego zainteresowanie tymi urządzeniami.

Z Polaków, oprócz wspomnianego Brożka, piszą o tym: K. Hartknoch w 1682 r., T. Czacki i Molski w „Nowym Pamietniku Warszawskim” w 1802 r., ks. I. Chodyński w „Dykcjonarzu Uczonych Polaków” w 1833 r., K. Hube rektor U. J. w 1841 r., J. Radwański w „Żywocie M. Kopernika” w 1853 r., Baliński w „Starożytnej Polsce”, „Kopernikijana” w 1873 r., Giedroyc w „Wodociągi i kanały miejskie” w 1910 r., Piekarski

w „Żarys dziejów wodociągów miejskich w Polsce przed-rozbiorowej” w 1932 r., Gembarszewski w „M. Kopernik i wodociągi na Warmii i Pomorzu” w 1933 r. i inni.

Najczęściej przypisuje się Kopernikowi budowę lub udział w budowie wodociągów we Fromborku i Grudziądzu, a ponadto jeszcze w Toruniu, Gdańsku, Lubawie, Braniewie, Działdowie, Pieniężnie, Miłakowie, Pastęku i Kwidzynie. Chociaż więc wodociągi we Fromborku odpadają najpewniej jako dzieło Kopernika, warto przytoczyć ich opis i dzieje.

Napis Brożka miał brzmienie:

„His pa(r)t iuntur aquae sursum propeare coactae  
Ne careat sitiens incolae montis ope.  
Quod natura negat tribuit Copernicus arte  
Unum pro cunctis fama loquatur opus”

„Tutaj wody podbite zmuszone zostały płynąć na wysokość, aby tam ich mieszkańców gasiły pragnienie. Czego odmówiła przyroda, tego sztuką dokonał Kopernik. Ten czyn jedyny, obok innych rozgłosił sławę jego”. (Tłumaczenie Z. Zienkiewicza w „Tygodniku Ilustrowanym” w 1865 r.).

Urządzenia wodociągowe we Fromborku (stale przez wymienionych wyżej pisarzy polskich zwanym — Narzyce) T. Czacki tak opisuje: w 1802 r. „Kopernik o pół mili rzekę Baudę 15 1/2-lokciową służył pochyłą podnosi, krętą pochyłością prowadzi, młyn stawia, obok niego wielkie koło — to podnosi wodę na szczyt wieży i rurami na górę wytryskującą pędzi wodę. Każdy kanonik na swoim dziedzińcu miał jej dostatek. Popsuta machina została; ograniczona w 1772 r. w dochodach kapituła, teraz ma wielkim kosztem tę machinę i rury naprawić.

Podanie jest między uczczeniemi w tem miejscu, że wzoru tej machiny żądano dla Ludwika XIV.”

Wspomniane „Annalen” w 1826 r. podają, że wodociąg jeszcze działa dobrze, ale wieża bliska jest upadku, można w niej widzieć osł koła, czyli wał przyrząteczny oraz miedziany zbiornik.

W 1834 r. urządzenia te są już zniszczone.

Mimo więc, że obecny, daleko posunięty stan badań nad Kopernikiem wykazuje, iż wielki astronom nie zostawił na piśmie większej rozprawy na ten temat, że na pewno nie stworzył teorii, szkół czy poważniejszego wynalazku z nim związanego — warto by jeszcze raz prześledzić jego czynne, praktyczne życie i od tej strony; zwłaszcza, że nie ma obecnie żadnych technicznych przeszkód w dotarciu do archiwów miast (jeśli ocalały), w których rzekomo budował, naprawiał, lub konsultował budowę wodociągów. Liczba tych miast oraz ciągła i uparta tradycja muszą o czymś świadczyć. Wydaje się, że faktu tego nie można skwitować stwierdzeniem, że „Brożek podchwycił powiastkę”, ani też odwrotnie widzieć „ziarno prawdy” w tym, że w bibliotece, z której korzystał Kopernik, była książka o wodociągach.

Może do rozwiązania tych i wielu innych zagadnień przyczyni się cenny zbiór archiwaliów kapituły fromborskiej, zawarty w piętnastu skrzyniach, przekazanych nam w 1953 r. przez Związek Radziecki, a dotychczas jeszcze nie zbadany. Może materiały te rzucać nowe światło na wiele niejasnych dotychczas zagadnień z życia Mikołaja Kopernika. Czekamy na odpowiedź historyków.

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| Biecz 1464—5 r.       | Kłodzko 1582 r.      |
| Bolesławiec XIII w.   | Kołobrzeg 1300 r.    |
| Braniewo XVI w.       | Kościan b. d.        |
| Brzeg 1569 r.         | Kraków 1286 r.       |
| Brześć Kuj. 1549 r.   | Krosno 1461 r.       |
| Bydgoszcz 1523 r.     | Krosno Odrz. 1538 r. |
| Bystrzyca Kł. 1514 r. | Kwidzyn 1480 r.      |
| Działdowo XVI w.      | Legnica 1368 r.      |
| Elbląg b. d.          | Leszno XVI w.        |
| Gdańsk XIV w.         | Limanowa 1575 r.     |
| Gliwice 1531 r.       | Lubawa 1539 r.       |
| Głogów 1442 r.        | Lublin 1453 r.       |
| Głogówek 1597 r.      | Lubsko b. d.         |
| Grudziądz 1368 r.     | Łomża 1558 r.        |
| Gubin b. d.           | Malbork XIII w.      |
| Jarosław 1652 r.      | Mikołów b. d.        |
| Jeziorany b. d.       | Myślenice XIV w.     |
| Kalisz 1537 r.        | Niemcza 1282 r.      |

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| Niemodlin b. d.    | Sanok 1510 r.     |
| Nowy Sącz 1465 r.  | Sieradz b. d.     |
| Oława 1597 r.      | Stawno 1746 r.    |
| Opatów 1518 r.     | Stupsk XVII w.    |
| Opoczno 1550 r.    | Sulęcín 1541 r.   |
| Otmuchów 1529 r.   | Szadek 1541 r.    |
| Pastęk XVI w.      | Świdnica b. d.    |
| Pilzno 1467 r.     | Tczew 1542 r.     |
| Płock 1498 r.      | Toruń XVI w.      |
| Poznań 1282 r.     | Tyczyn b. d.      |
| Prabuty 1575 r.    | Warszawa 1598 r.  |
| Proszowice 1532 r. | Warta 1556 r.     |
| Przemyśl 1530 r.   | Wieluń 1532 r.    |
| Pyzdry 1539 r.     | Włocławek 1565 r. |
| Racibórz b. d.     | Wrocław 1272 r.   |
| Reszel XV w.       | Zator 1569 r.     |
| Rybnik b. d.       | Zgorzelec 1467 r. |
| Sandomierz 1531 r. |                   |

Dr inż. HENRYK WALDEN

# Badanie przepływu gazu w szorstkich gazociągach dalekosieźnych

## I. Warunki przepływu gazu w szorstkich rurach.

W warunkach przepływu burzliwego w gazociągach szorstkich rozróżniamy trzy zakresy zależności współczynnika oporów  $\lambda$  od liczby Reynoldsa  $Re$  i od względnej szorstkości wewnętrznej rur.

### 1. Zakres oporów w gładkich rurach

W zakresie tym  $\lambda = f(Re)$ , czyli zależy tylko od liczby Reynoldsa, a grubość laminarnej warstwy przyściennej  $\delta$  jest większa od średniej wartości szorstkości bezwzględnej  $e$ . W zakresie oporów gładkich  $\delta > e$  tj. występy szorstkości wewnętrznej pogrążone są w przyściennej warstwie laminarnej. W tym przypadku współczynnik  $\lambda$  obliczamy ze wzoru Końalkowa:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,8 \log Re - 1,5 \quad (1)$$

### 2. Zakres przejściowy oporów

W miarę wzrostu liczby  $Re$  zmniejsza się grubość warstwy przyściennej  $\delta$ . Zakres przejściowy oporów następuje wtedy, gdy  $\delta$  nieznacznie różni się od wartości  $e$ . Dla zakresu  $10^5 < Re < 10^7$  otrzymaliśmy następujący wzór do obliczeń współczynnika oporów w przejściowej strefie przepływu burzliwego

$$\lambda = 0,177 Re^{-0,17} \quad (2)$$

oraz

$$Q = \frac{655}{\Delta^{0,454}} D^{2,64} \left[ \frac{P_1^2 - P_2^2}{Z_{sr} L T} \right]^{0,546} \quad (3)$$

### 3. Zakres oporów w szorstkich rurach

Dla bardzo dużych wartości liczby Reynoldsa  $Re > 10^7$  występy szorstkości wewnętrznej gazociągów wynurzają się z warstwy przyściennej i przy  $\delta < e$  wywołują przepływ zupełnie burzliwy. Jest to zakres kwadratowej zależności oporów, charakteryzujący się tym, że  $\lambda$  nie zależy od  $Re$ , a zależy wyłącznie od szorstkości wewnętrznej gazociągów  $\epsilon$ . Na podstawie zależności

$$\lambda = 0,0587 \epsilon^{0,1858} \quad (4)$$

otrzymaliśmy wzór do obliczeń gazociągów dalekosieźnych dla rur zupełnie szorstkich:

$$Q = \frac{426}{\epsilon^{0,093}} D^{2,5} \left[ \frac{P_1^2 - P_2^2}{\Delta Z_{sr} L T} \right]^{0,5} \quad (5)$$

gdzie:

$Q$  —  $m^3/\text{dobę}$  — wydajność gazociągu przy  $T_0 = 293^\circ K$ ,  $P_0 = 1 \text{ atm}$ ,  
 $P_1$  i  $P_2$  atm — początkowe i końcowe ciśnienie gazociągu,  
 $T^\circ K$  — bezwzględna temperatura gazu,  
 $D$  — cm — wewnętrzna średnica gazociągu,  
 $L$  — km — długość gazociągu,  
 $Z_{sr}$  — średni współczynnik ściśliwości gazu,

$\Delta = \frac{\gamma_g}{\gamma_p}$  stosunek ciężaru właściwego gazu do powietrza  
 $\epsilon = \frac{e}{r}$  względna szorstkość wewnętrzna rur (stos. sz.

bezwzgl. do prom). Badanie przepływu gazu w rurociągach szorstkich oraz wyznaczenie wewnętrznej szorstkości  $\epsilon$  jest problemem bardzo trudnym i mało oświetlonym w literaturze.

Każdy gazociąg ma swoją specyficzną szorstkość, która zależy od materiału, technologii produkcji rur, od czasu eksploatacji gazociągu, średnicy i czystości wewnątrz gazociągu, od zawartości w gazie związków hydratów, ilości i jakości styków, kołnierzy, muf, zaworów itd.

Zawartość w gazie siarkowodoru i wody przyspiesza proces wewnętrznej korozji gazociągów. Obecność w gazie pyłu

wywołuje w czasie przepływu gazu szlifowanie i polerowanie wewnętrznej powierzchni rur.

W czasie budowy i eksploatacji gazociąg zanieczyszcza się obcymi przedmiotami oraz zatyka się korkami powstającymi z hydratów lub z siarczku żelaza. Proces ten przyczynia się do zwiększenia szorstkości wewnętrznej oraz do zmniejszenia przekroju poprzecznego rur. W związku z tym zmniejsza się wydajność oraz sprawność, a co za tym idzie — efekt ekonomiczny gazociągów w czasie eksploatacji.

Zasadniczym warunkiem racjonalnej budowy i eksploatacji gazociągów jest ciągłe śledzenie za czystością wewnątrz gazociągów, niedopuszczanie do zanieczyszczenia rur obcymi przedmiotami, prowadzenie systematycznego oczyszczania i przedmuchiwanie gazociągu, stosowanie środków zapobiegających działaniu korozji wewnętrznej drogą ciągłego oczyszczania i osuszania gazu.

Stosowanie powyższych środków przyczyni się niewątpliwie do zwiększenia efektywności w pracy gazociągów dalekosieźnych.

## II. Metody wyznaczenia szorstkości gazociągów

Do wyznaczenia szorstkości wewnętrznej stosowaliśmy następujące metody:

1. hydrauliczną,
2. optyczną,
3. piezoelektryczną,
4. odbitkową.

Przy pomocy przytoczonych wyżej sposobów badaliśmy i porównywaliśmy szorstkość nowych, eksploatowanych i starych rur.

Dla zorientowania się w jakości i dokładności oceny szorstkości wewnętrznej rur podaję niżej krótki opis wymienionych metod badania szorstkości gazociągów dalekosieźnych.

### 1. Metoda hydrauliczna

Jest rzeczą niemożliwą przeprowadzić dokładne badanie i ocenę szorstkości danego gazociągu drogą wykonania bezpośrednich pomiarów profilu gazociągu będącego w eksploatacji, ponieważ szorstkość zmienia się w zależności od korozji, szlifującego działania pyłu, starości rur, ilości i jakości styków, stopnia zanieczyszczenia itd.

Jedyną metodą, służącą do wyznaczenia średniej wartości szorstkości rur z uwzględnieniem wszystkich czynników wpływających na zmianę szorstkości — jest metoda hydrauliczna.

Metoda ta polega na obliczeniu współczynnika oporów  $\lambda$ , który jest funkcją parametrów przepływu gazu w zakresie kwadratowej zależności oporów:

$$\lambda = 0,14228 \frac{(P_1^2 - P_2^2) D^5}{L T Q^2 \Delta Z_{sr}} \quad (6)$$

W zakresie tym otrzymaliśmy empiryczną zależność (4). Z funkcji (4) otrzymaliśmy

$$\epsilon = (17\lambda)^{5,38} \quad (7)$$

Znając  $\lambda$  z równania (6) obliczamy z funkcji (7) średnią wartość względnej szorstkości wewnętrznej  $\epsilon$  gazociągów dalekosieźnych. Obliczywszy tą metodą dla gazociągu A wartość  $\lambda = 0,013$  otrzymaliśmy  $\epsilon = 0,0003$ , oraz dla gazociągu C —  $\lambda = 0,015$ , a  $\epsilon = 0,0006$ .

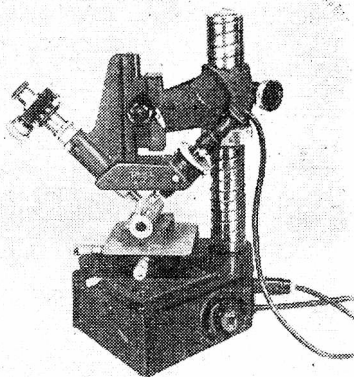
Mankamentem tej metody jest to, że nie podaje ona profilu badanej powierzchni a tylko średnią wartość szorstkości bezwzględnej.

### 2. Metoda optyczna

Podwójny mikroskop służy do pomiarów profilu szorstkości powierzchni płaskiej i wklęsłej w zakresie od 1 do 100  $\mu$ .

Podwójny mikroskop modelu MJS — 11 (rys. 1) zaopatrzone jest w dwa tubusy — świetlny i optyczny — ustawione pod kątem  $90^\circ$ . Tubusy i stolik przedmiotowy mon-





Rys. 1 — Podwójny mikroskop MJS-11

owane są na masywnym statywie. Długość posuwu stolika w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach wynosi 10 mm.

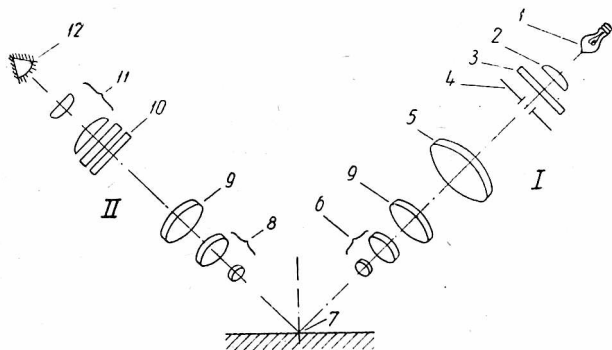
Na rys. 2 przedstawiono schemat optyczny podwójnego mikroskopu. Obiektyw tubusu świetlnego (6) rzutuje obraz szczeliny (4) oświetlonej lampą elektryczną (1) przez soczewkę kondensatora (2) i przez dodatkową soczewkę (5) na płaszczyznę badanego przedmiotu (7). Rzut tej szczeliny obserwuje się przez tubus optyczny, który składa się z obiektywu (8) identycznego z obiektywem (6) oraz z mikrometru okularowego (11).

Obraz szczeliny po odbiciu się od badanej powierzchni szorstkiej rzutuje się przez obiektyw (8) na płaszczyznę siatki (10) mikrometru. Obserwując obraz szczeliny rzutowany na badany przedmiot — widzimy w płaszczyźnie siatki okularu zniekształcony obraz szczeliny. Wielkość deformacji szczeliny zależy od wysokości występow szorstkości. Na tym polega zasada działania podwójnego mikroskopu.

### 3. Metoda piezoelektryczna

Szorstkość wewnętrzną rur metodą piezoelektryczną badaliśmy przy pomocy profilografu Brusha. Automatycznie działające urządzenie do badania powierzchni oraz pomiaru jej szorstkości przedstawiono na rys. 3.

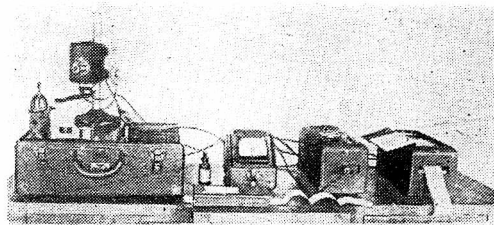
Piezoelektryczny profilograf Brusha składa się z głowicy umocowanej na ciężkiej podstawie z wysuwającym ramieniem zakończonym czujnikiem piezoelektrycznym, z wzmacniaczem lampowego z miernikiem wycechowanym w jednostkach szorstkości i z urządzenia piszącego. W głowicy jest umieszczony silnik synchroniczny napędzający krzywkę, która wywołuje krótkie ruchy podłużne ramienia. Czujnik piezoelektryczny zawiera igłę diamentową o promieniu ostrza poniżej 0,01 mm, która dotyka powierzchni przedmiotu i jest dociskana sprężyną z siłą nie przekraczającą 0,05 grama. Ruch igły diamentowej powodowany nierównościami badanej powierzchni, przenosi się na element piezoelektryczny, który drgając wytwarza zmieniające się napięcie; napięcie to po wzmocnieniu uruchamia wskaźnik prądowy oraz aparat piszący. Średnia wartość nierówności wykrywanych i rejestrowanych za pomocą profilografu Brusha dochodzi do 0,01 mm. Ponadto otrzymujemy wykreślony na taśmie profil nierówności.



Rys. 2 — Schemat optyczny podwójnego mikroskopu

### 4. Metoda odbitkowa

Do pomiarów nierówności powierzchni wewnętrznej rur, przekraczających 0,01 mm, stosowaliśmy metodę odbitek. Badany odcinek powierzchni metalu zalewa się parafiną, która w stanie ciekłym wypełnia wszystkie nierówności powierzchni. Po ostygnięciu parafiny zdejmujemy się z badanej powierzchni warstwę o grubości od 3—5 mm oraz sporządza się szereg przekrojów, które dają nam profil nierówności powierzchni. Nierówność profilu odbitki wyznacza się metodą oceny mikroskopowej. Metoda odbitek nie jest dokładna, ponieważ parafina po ochłodzeniu częściowo się kurczy, wskutek czego nie odtwarza ona ściśle nierówności badanej powierzchni. W związku z tym metoda powyższa daje przede wszystkim jakościową ocenę szorstkości.



Rys. 3 — Piezoelektryczny profilograf Brusha

### III. Badanie szorstkości wewnętrznej nowych, eksploatawanych i starych gazociągów.

Oprócz zastosowanej na szeregu gazociągów hydraulicznej metody wyznaczenia średniej szorstkości rur, przeprowadziliśmy bezpośrednio badania profilów nierówności 56 próbek rur gazociagowych, przytoczonych wyżej metodami.

Próbki te podzieliśmy pod względem wieku na trzy kategorie:

1. Nowe rury.
2. Rury magistralnych gazociągów.
3. Stare rury.

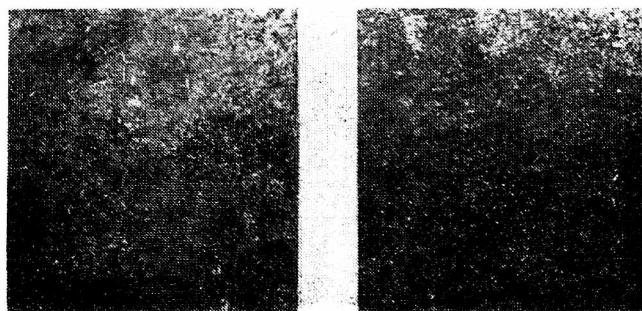
Badanie nowych rur przeprowadzono metodą optyczną i piezoelektryczną.

Rury magistralnych gazociągów badano metodą hydrauliczną, optyczną i piezoelektryczną. Ocenę szorstkości starych rur przeprowadzono metodą odbitek.

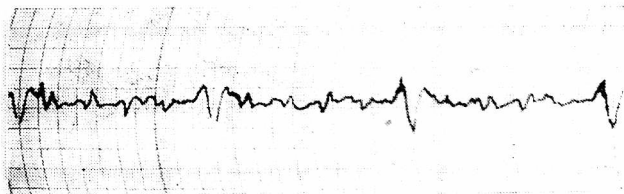
#### 1. Szorstkość nowych rur.

Szorstkość nowych rur jest bardzo różnorodna i zależy od sposobu ich produkcji. Na rys. 4 i 5 przedstawiono wewnętrzną powierzchnię oraz profil nierówności nowych rur produkcji zakładu A. Rys. 6 i 7 analogicznie przedstawiają nowe rury produkcji zakładu B.

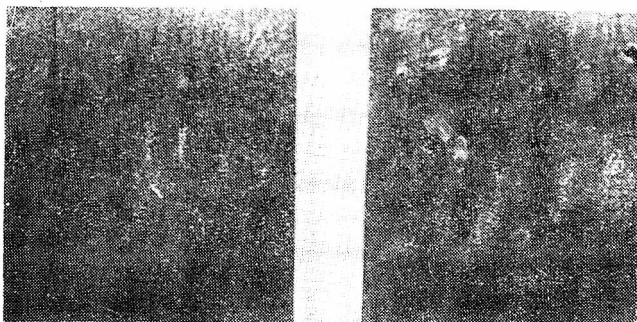
Już na pierwszy rzut oka widzimy, że wewnętrzna powierzchnia rur zakładu A posiada formę ziarnistą, a występy rozmieszczone są dość równomiernie na wewnętrznej powierzchni rury. Zupełnie inną formę powierzchni wewnętrznej mają rury zakładu B. Występy są tu rozmieszczone dość chaotycznie, tu i ówdzie widać pewne ogniska nierówności o formie ziarnistej, jak również i miejsca gładkie. Otrzymane z profilografu Brusha profile tych rur są na rys. 5 i 7 powiększone w kierunku pionowym 400 razy, a w kierunku poziomym 16 razy. Porównując te profile ze sobą zauważymy, że średnia wartość szorstkości rur za-



Rys. 4 — Wewnętrzna powierzchnia rur zakładu A



Rys. 5 — Profil nierówności rur zakładu A



Rys. 6 — Wewnętrzna powierzchnia nowych rur zakładu B

kładu A ( $e = 0,068$  mm) jest trzykrotnie większa od szorstkości rur zakładu B ( $e = 0,022$  mm). Ta duża szorstkość rur zakładu A powoduje zwiększenie strat hydraulicznych o 12% w porównaniu z rurami produkcji zakładu B.

Przykład ten pokazuje, że celem zmniejszenia kosztów transportu gazu, technologiczny proces produkcji rur powinien pójść w kierunku maksymalnej gładkości wewnętrznej powierzchni rur.

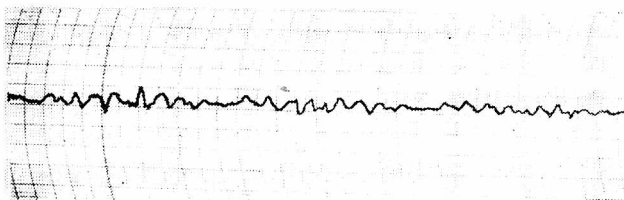
Oprócz tego szorstkość nowych rur produkcji zakładu A w dużym stopniu przewyższa szorstkość wewnętrzną gazociągu dalekosiężnego A, który jest już w eksploatacji 8 lat. Natomiast szorstkość rur zakładu B jest znacznie mniejsza od szorstkości gazociągu A. Ta nieprawidłowość jest spowodowana z jednej strony różnorodnością sposobu produkcji rur, a z drugiej strony zmianą szorstkości, powstałą w procesie eksploatacji gazociągów.

## 2. Szorstkość eksploatowanych gazociągów.

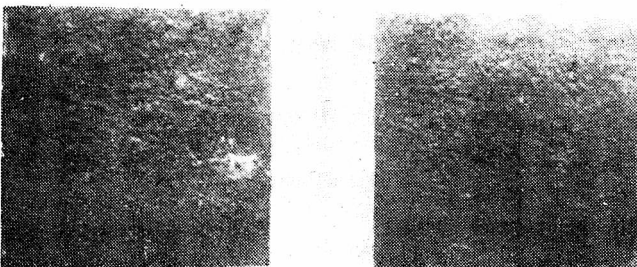
W wyniku naszych badań ustaliliśmy, że szorstkość eksploatowanych gazociągów zależy w pierwszym rzędzie od procesu korozji wewnętrznej lub od procesu szlifowania wewnętrznej powierzchni rur.

Jak wynika z rys. 8, 9, 10, 11 absolutna szorstkość gazociągu C ( $e = 0,07$  mm) przewyższa szorstkość gazociągu A ( $e = 0,05$  mm).

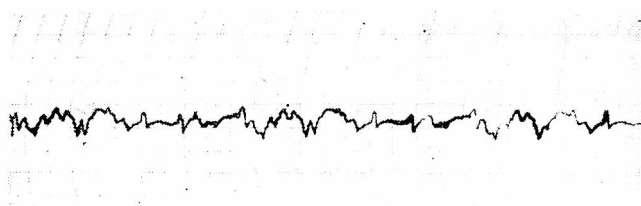
Należy podkreślić, że gazociąg A znajduje się dwa razy dłużej w eksploatacji niż gazociąg C. Biorąc pod uwagę to, że gaz ziemny transportowany zarówno przez gazociąg A jak



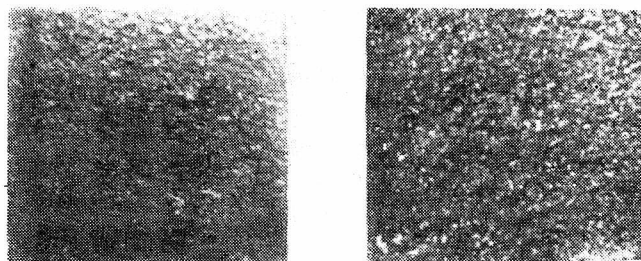
Rys. 7 — Profil nierówności rur zakładu B



Rys. 8 — Wewnętrzna powierzchnia gazociągu dalekosiężnego A



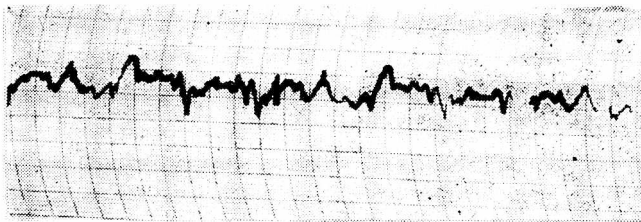
Rys. 9 — Profil szorstkości wewnętrznej gazociągu A



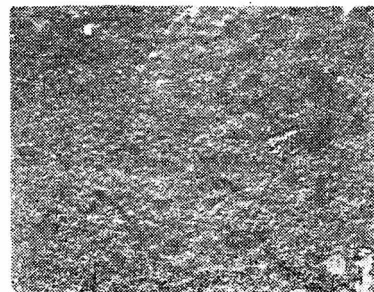
Rys. 10 — Wewnętrzna powierzchnia gazociągu dalekosiężnego C

i gazociąg C jest oczyszczony od składników wywołujących korozję, przyczyną różnej szorstkości wymienionych gazociągów stanowi prawdopodobnie większa szorstkość i zanieczyszczenie gazociągu C jeszcze przed rozpoczęciem eksploatacji. Na rys. 8 i 9 przedstawiono wewnętrzną powierzchnię i profil szorstkości gazociągu A. Występy szorstkości wewnętrznej tego gazociągu nie są rozmieszczone równomiernie na powierzchni rury. Są tu i ówdzie miejsca gładkie z konturem zębatym, wewnątrz którego rozrzucone są ogniska szorstkości. Jak widać na rys. 10, 11 występy szorstkości gazociągu C rozmieszczone są bardziej równomiernie na wewnętrznej powierzchni. Porównując profilogramy tych gazociągów widać, że nierówności powierzchni wewn. gazociągu C są większe od gazociągu A. Im większa jest szorstkość wewnętrzna rur, tym większe są opory hydrauliczne i tym większe są straty energii przepływu.

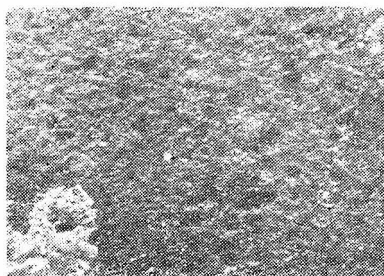
W związku z tym w czasie eksploatacji powinniśmy dążyć do minimalnej szorstkości wewnętrznej gazociągów. Osiągnąć to możemy drogą systematycznego oczyszczania gazociągu z zanieczyszczeń, a gazu z tych elementów, które wywołują proces korozji wewnętrznej. Niemniej ważnym środkiem do zmniejszenia szorstkości wewnętrznej jest proces szlifowania wewnętrznej powierzchni rur prowadzony przez zawarty w gazie pył. Dzięki zastosowaniu przytoczonych wyżej środków, zmierzających do zmniejszenia szorstkości w zależności od czasu eksploatacji zmniejszymy w znacznym stopniu straty energetyczne, a co za tym idzie i koszty eksploatacji gazociągów dalekosiężnych.



Rys. 11 — Profil szorstkości wewnętrznej gazociągu C



Rys. 12 — Wewnętrzna powierzchnia 20-letniej rury



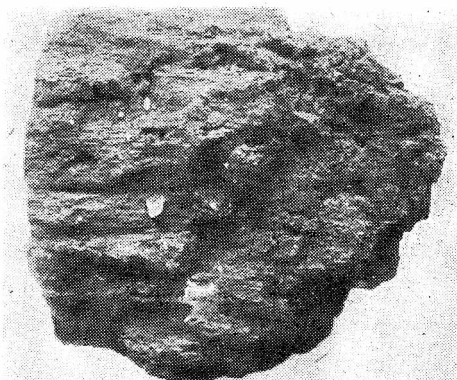
Rys. 13 — Wewnętrzna powierzchnia 30-letniej rury

### 3. Szorstkość starych rur.

Szorstkość starych rur pokrytych wewnątrz rdzą określono metodą odbitek. Badaliśmy próbki gazociągów, będących w eksploatacji od 20 — 32 lat. W wyniku przeprowadzonych pomiarów szorstkości przekonaliśmy się, że ze wzrostem czasu eksploatacji rur od 20 — 32 lat szorstkość rośnie od 0,4 do 1,4 mm.

Na rys. 12 i 13 przedstawiono wewnętrzną powierzchnię gazociągów, z których pierwszy był w eksploatacji 20 lat, a drugi 30 lat. Jak wyraźnie widać z fotografii szorstkość 20-letniej rury jest znacznie mniejsza od szorstkości 30-letniej.

Do kategorii starych rur należą te gazociągi, które są bardzo zanieczyszczone i w których szybko rozwija się proces korozji wewnętrznej. Wskutek działania siarkowodoru na powierzchnię metalową rury tworzy się wewnątrz rury gruby osad z siarczku żelaza, który stwarza dodatkowe opory dla przepływu gazu. Na rys. 14 i 15 przedstawiono próbki tych osadów, które w szczególnie dużej ilości występują w gazociągu C.



Rys. 14 — Osady z siarczku żelaza występujące w gazociągu C

Osady te odznaczają się bardzo dużą szorstkością, różnorodną formą i zdolnością ścisłego przylegania do wewnętrznej powierzchni rur. Stopień kształtowania się tych ciał zależy od ilości siarkowodoru zawartego w gazie, od stopnia zanieczyszczenia gazociągu, od szybkości przepływu gazu, od działania korozji i od czasu trwania eksploatacji gazociągów.

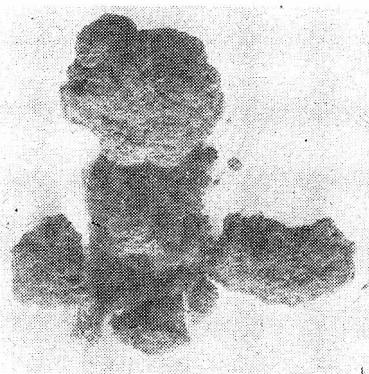
### 4. Tablica szorstkości bezwzględnej gazociągów dalekosieżnych.

W wyniku przeprowadzonych badań i pomiarów szorstkości wewnętrznej gazociągów przytoczonymi wyżej metodami, opracowano tablicę dla wyboru parametru szorstkości gazociągów w zależności od czasu trwania eksploatacji.

Tablica szorstkości bezwzględnej gazociągów dalekosieżnych

| L.p. | Rodzaj rurociągów        | WTJ Murin | CAGJ Idełczyk | Hala-wiks i Bauer | Moody | Autor     |
|------|--------------------------|-----------|---------------|-------------------|-------|-----------|
| 1    | Nowe rury stalowe        | 0,02—0,06 | 0,035—0,07    | —                 | 0,045 | 0,02—0,07 |
| 2    | Rurociągi w eksploatacji | 0,1—0,2   | 0,115         | 0,04              | —     | 0,04—0,1  |
| 3    | Stare rurociągi          | 1,0       | —             | —                 | —     | 0,4—1,4   |

Z tablicy tej wynika, że nasze zakresy szorstkości nowych, eksploatowanych i starych rur odpowiadają całkowicie wartościom bezwzględnej szorstkości rur stalowych otrzymanych z doświadczeń WTJ, CAGI, Bauera i Galavicsa oraz Moody.



Rys. 15 — Osady z siarczku żelaza występujące w gazociągu C

### IV. Wnioski ogólne.

1. Przy projektowaniu gazociągów dalekosieżnych należy kierować się szorstkością nowych rur, ponieważ w czasie racjonalnej eksploatacji zachodzi tendencja do zmniejszenia się szorstkości wewnętrznej rur.

2. Opracowana przez nas tablica służy do wyboru wartości szorstkości w zależności od czasu trwania eksploatacji gazociągów dalekosieżnych.

3. Szerokość nowych rur w zależności od sposobu ich wykonania może być zarówno mniejsza jak i większa od szorstkości rurociągów będących w eksploatacji.

4. Na zmienność wewnętrznej szorstkości gazociągów dalekosieżnych wpływają następujące czynniki:

- a) proces wewnętrznej korozji powoduje zwiększenie się szorstkości,
- b) proces szlifowania i polerowania wewnętrznej powierzchni rur wywołany zawartością w gazie pyłu.

5. Racjonalna eksploatacja gazociągów dalekosieżnych polega na systematycznym oczyszczaniu wewnętrznej powierzchni gazociągów z zanieczyszczeń oraz na wyeliminowaniu z gazu składników wywołujących proces wewnętrznej korozji.

6. Celem zmniejszenia kosztów transportu gazu na dalekie odległości, technologiczny proces produkcji rur powinien pójść w kierunku maksymalnej gładkości wewnętrznej powierzchni rur.

CENTRALNY INSTYTUT DOKUMENTACJI NAUKOWO-TECHNICZNEJ, Warszawa, Al. Niepodległości 188, dostarcza racjonalizatorom, technikom, inżynierom, naukowcom dokumentów naukowo-technicznych, tj.

- a) karty dokumentacyjne
- b) zestawienia bibliograficzne
- c) fotokopie artykułów
- d) mikrofilmy
- e) wykazy publikacji technicznych w formie abonamentu
- f) tłumaczenia

Materiały CIDNT oszczędzają wiele czasu i wysiłku racjonalizatorom.



Mgr inż. KAZIMIERZ SUSZYCKI

## Możliwości obniżenia temperatur obliczeniowych w ogrzewnictwie

*Tematem powyższego artykułu jest uzasadnienie możliwości obniżenia temperatur obliczeniowych w ogrzewnictwie i uzyskanie na tej drodze oszczędności materiałowych.*

*Jest to trzecia praca mgr inż. K. Suszyckiego drukowana na powyższy temat na łamach naszego czasopisma i wraz z poprzednimi reprezentuje indywidualne stanowisko Autora, nie podzielane przez ogół ogrzewników polskich. Ze względów powyższych może być jedynie materiałem dyskusyjnym.*

### Redakcja

Stosownie do wymagań Polskich Norm (PN-B-102 z listopada 1946 roku pt. „Temperatury obliczeniowe pomieszczeń ogrzewanych”) ustalono temperatury, jakie przyjmuje się do obliczania instalacji ogrzewniczych przy sporządzaniu projektów budowlanych. Nie trzeba na to żadnych dowodów, że im wyższe są temperatury ujemne zewnętrzne oraz silniejszy wiatr, tym więcej musimy wytworzyć ciepła, aby zapewnić odpowiednią temperaturę mieszkania. Jest rzeczą jasną, że im staranniej będą dobrane elementy tworzące budowę, tym bardziej ekonomiczne będzie rozwiązanie problemów ogrzewania.

Założenia projektowe ściśle powiązane z rodzajem budowy z góry narzucają obliczenie bilansów cieplnych mieszkań. Jeśli wykonanie będzie niestaranne, a eksploatacja wadliwa, niefachowa, czy też zastosowane będą inne materiały niż przewidują projekty, to trudno mówić o utrzymaniu odpowiednich temperatur w czasie okresu ogrzewczego. Dobór odpowiednich elementów konstrukcyjnych ścian zewnętrznych budynku ma duże znaczenie w ogólnym bilansie ciepła. Monitor nr 31 z 1951 roku określa maksymalne wartości „k” dla ścian zewnętrznych: 1 Kal/m<sup>2</sup>h°C.

Z porównania „k” dla okien, drzwi i murów możemy wyciągnąć wniosek, że przez otwory w murach uchodzi proporcjonalnie dużo więcej ciepła, aniżeli przez same mury.

1. Bilanse cieplne uwzględniają odpowiednie konstrukcje murów, otworów oraz dodatki wynikające z położenia budynku w stosunku do stron świata, narożne pomieszczenia ilości ścian zewnętrznych czy też działanie wiatru itd. Stąd wniosek: bilanse cieplne przewidują wszystkie straty przez dane pomieszczenie.

Dobre wykonawstwo to zachowanie wszystkich założeń przyjętych w projekcie, zapewnione ciepło w budynku i w rezultacie utrzymanie założonych temperatur wewnątrz mieszkania, podczas okresu ogrzewczego, oczywiście o ile eksploatacja będzie prawidłowa.

Postaramy się spojrzeć na budynek z punktu widzenia użytkownika. Użytkownik wprowadzając się do mieszkania przede wszystkim winien zwrócić uwagę na otwory zewnętrzne. Żle wykonane otwory, nieodpowiednio osadzone w murze z pozostawieniem szczelin między futryną a murem, to katastrofa dla mieszkańca. Postaramy się to udowodnić poniżej na przykładzie.

2. Wymiana powietrza w pomieszczeniach jest spowodowana infiltracją i eksfiltracją. Infiltracja to przenikanie powietrza do pomieszczeń oraz eksfiltracja — przenikanie powietrza z wnętrza na zewnątrz. Zjawisko wymiany powstaje na skutek różnicy ciśnienia po wewnętrznej i zewnętrznej stronie powierzchni ścian ograniczających pomieszczenie, a to wywołane jest różnicą temperatury zewnętrznej i wewnętrznej oraz oddziaływaniem wiatru. Szczelność ścian, stropów, drzwi i okien w budynkach ma podstawowe znaczenie przy naturalnej wymianie powietrza. Ściany budowanych obecnie domów są z reguły wykonywane z cegły, pustaków gruzobetonowych lub bloków betonu porowatego na zaprawie wapiennej lub cementowej, otynkowane przynajmniej jednostronnie od wewnątrz.

W Związku Radzieckim przeprowadzono badania nad szczelnością takich ścian. Badania te wykazały, że przenikanie przez nie powietrza jest bardzo małe i wynosi ci 0,058 kg/m<sup>2</sup>h. ściany — przy różnicy ciśnień 1 mm H<sub>2</sub>O dla grubości ściany 64 cm. Przenikanie przez stropy o konstruk-

cji ceglanej lub betonowej jest również bardzo małe i wynosi dla stropu żelbetowego płytowego grub. 8 cm i tynku 1 cm — 0,00054 kg/m<sup>2</sup>h na 1 mm H<sub>2</sub>O. Dla stropów składowanych z gotowych elementów prefabrykowanych, ewentualnie stropów drewnianych, które uważamy za porowate z wykonaną warstwą tynków grubości około 2 cm — przenikanie powietrza wynosi 0,058 kg/m<sup>2</sup>h i 1 mm H<sub>2</sub>O.

Natomiast przenikanie powietrza przez okna i drzwi Akademii Architektury ZSRR w 1948 r. określa:

- a) dla drzwi na 50 kg/m<sup>2</sup>h i 1 mm H<sub>2</sub>O
- b) dla okna na 30 kg/m<sup>2</sup>h i 1 mm H<sub>2</sub>O

Gdybyśmy przeliczyli wymianę powietrza dla dowolnego przykładu, to przekonalibyśmy się, że przy zastosowaniu różnych uszczelnień do okien może by się udało obniżyć wymianę powietrza przez okna 4-krotnie i doprowadzić do 7—8 kg/m<sup>2</sup>h i 1 mm różnicy ciśnienia oraz przy zastosowaniu drzwi podwójnych, przez drzwi do 34 kg/m<sup>2</sup>h i 1 mm H<sub>2</sub>O ciśnienia. Łączna wymiana dla danego pomieszczenia przez drzwi i okna wyniosłaby 90% całej wymienianej ilości powietrza.

Razem z powietrzem uchodzi ciepło. Możemy wobec tego stwierdzić, że większość ciepła ucieka na zewnątrz przez otwory. Akademia Architektury Związku Radzieckiego badanie to przeprowadziła dla dobrze wykonanych otworów, widać więc jak ważnym problemem w bilansach ciepła pomieszczeń są dobrze wykonane otwory. Możemy zaryzykować twierdzenie, że w 80—90% wypadkach zimne mieszkania — to zle i wadliwie osadzone otwory. Futryny okienne powinny być ściśle związane z murami za pomocą odpowiednio wyrobionych węgarów oraz dokładnie uszczelnione sznurem. Po jakimś czasie, np. 1 roku, uszczelnienie powinno być sprawdzone i ewentualnie uzupełnione.

W obecnym układzie wykonawstwa kontrola uszczelnień winna być przeprowadzona przez zarządy nieruchomości.

Sprawa stolarki nie jest mniej ważna, gdyż nieszczelności powstałe z ustawionych mokrych otworów nie dadzą się usunąć. W tym przypadku mogą być jedynie pomocne dodatkowe roboty stolarskie, które usuną źle wykonane otwory. Przechowywanie stolarki na budowie wielokrotnie dobrze wykonanej może całkowicie tę stolarkę zepsuć. Nasiąknięta wilgocią stolarka osadzona w takim stanie w murach nie da się w żadnym przypadku doprowadzić do poprawnego stanu użytkowego. Mamy pewne dane z terenu, że stolarka jest wykonywana coraz lepiej, z drzewa wyschniętego, impregnowana, a tylko niedokładności przy wykonywaniu otworów lub wadliwym osadzeniu zmieniają właściwy bilans ciepła przyjęty w obliczeniach centralnego ogrzewania. Rezultatem tego są niedogrzone mieszkania, za co powinny ponosić odpowiedzialność przedsiębiorstwa budowlane.

3. Eksploatacja złałów ogrzewczych to czynnik w ogrzewaniu nie mniej ważny od innych. Utrzymanie odpowiedniej temperatury w mieszkaniach jest zależne również od dobrej obsługi. Żle wyregulowane i zapowietrzane złady dobrze grzać nie będą. Temperatura w kotłach powinna być utrzymana w zależności od temperatury zewnętrznej. Tymczasem obsługa złałów, a przede wszystkim kotłowni, źle przeszkolona nie zdaje sobie często sprawy z wyżej wymienionych kardynalnych zasad dobrego funkcjonowania systemów ogrzewczych.

W grę wchodzi również wadliwe premiowanie obsługi kotłowni za oszczędność w gospodarce opałem. Obsługa kotłowni, chcąc uzyskać premię za oszczędną gospodarkę, przeważnie utrzymuje niższe temperatury w kotłach niż tego przepisy wymagają. Powiązanie temperatury w kotłach z temperaturą zewnętrzną przy uwzględnieniu rodzaju i nasilenia wiatrów jest bardzo ściśle. Nie można oszczędzać węgla przez obniżanie temperatur w kotłach, bo to bezpośrednio odbije się na użytkowniku, na mieszkańcach. Dobrze wyszkolona obsługa powinna właściwie interpretować przepisy o oszczędności w gospodarce opałem.

Jeśli więc warunki wymienione w punktach 1, 2, 3 będą spełnione — to w mieszkaniach nie może być zimno. Sam zład dobrze zaprojektowany ze źle obsadzonymi i wadliwymi



otworami oraz niedostatecznie wyszkolona obsługa nie poprawi warunków cieplnych w mieszkaniach, przeciwnie spowodować może wiele szkód materialnych i ujemnie wpłynie na stan zdrowotny mieszkańców.

4. Komitet Normalizacyjny przy ustalaniu temperatury wewnątrz pomieszczeń oparł się na wynikach badań w tej dziedzinie przy uwzględnieniu różnych czynników, które tu mają wpływ. Dla mieszkań użytkowych przyjęto temperaturę 18°. W Niemczech znany higienista Abel zaleca w biurach temperaturę 16° (u nas przyjmuje się w obliczeniach 20°). W Kanadzie w mieszkaniach przyjęto temperaturę 16°. Należy zwrócić uwagę, że wg Th Hubbard w Ameryce przed 100 laty uważano temperaturę 13° za normalną pokojową i stosowano zasadę utrzymywania temperatury nie poniżej +10°, a nie powyżej +16°. Wprowadzona w Stanach Zjednoczonych obecnie wysokość temperatury pokojowej 20° do 21° spowodowała wydelikacenie i wzrost skłonności do zaziębień. Np. żołnierze amerykańscy podczas wojny światowej wykazywali mniejszą odporność na przeziębienie niż żołnierze kanadyjscy (Ritschel str. 129). Daleki jestem od tego, aby wyciągać jakieś wnioski na niekorzyść przyjętych temperatur wewnętrznych, jednak chcę podkreślić, że pewne zmiany w wewnętrznych temperaturach podczas okresu ogrzewczego są możliwe bez szkody dla użytkowników. Temperatury zewnętrzne przyjęte do obliczeń złażów zdarzają się bardzo rzadko. Dla tych temperatur przy obliczeniach uwzględniamy wszystkie dodatki, jak na naroża, wiatry i strony świata. W czasie trwania zewnętrznych temperatur obliczeniowych właściwie wiatry nie istnieją. Argument więc, że wiatry podczas silnych mrozów są dla nas groźne, nie jest istotny. Przy niższej temperaturze mogą być silniejsze wiatry, ale wtedy możemy na złażdzie utrzymać wyższą temperaturę w zależności od siły wiatru, która pozwoli zapewnić odpowiednią wewnętrzną temperaturę obliczeniową w pomieszczeniach.

Dokładne zestawienia trwania średnich dobowych temperatur dla Warszawy i Stalinogrodu przeprowadzone przeze mnie na podstawie wykazów PIMH wykazały, że temperatura średnia dobową poniżej — 20° w przeliczeniu dla okresu 1897—1950 trwa średnio 0,035 dnia. Dla Stalinogrodu biorąc pod uwagę lata 1930—1952 — 0,09 dnia. Natomiast wg danych klimatologicznych radzieckich średni okres trwania temperatury obliczeniowej dla Moskwy tj. poniżej — 30° trwa 0,64 dni (średnia dobową) termin średniej dobowej temperatury stosowany przez PIMH oznacza średnią temperaturę dobową obliczeniową na podstawie trzech obserwacji o godz. 7, 13 i 21. Wyniki obserwacji o godz. 7 i 13 sumuje się dodając do tego dwukrotną obserwację z godz. 21. W ten sposób otrzymaną sumę 4 obserwacji dzieli się przez 4, a wynik ilustruje dokładnie średnią dobową, inaczej średnią dzienną. Wg opinii PIMH średnia radziecka temperatura dobową ma takie same znaczenie. Z porównania wyżej wymienionych średnich czasokresów trwania temperatur wyższych niż obliczeniowe wyraźnie widać, że nasze czasokresy są mniejsze.

Gdybyśmy przyjęli zewnętrzne temperatury obliczeniowe dla Warszawy i Stalinogrodu zamiast — 20° na — 18°, to czasokresy temperatur wyższych od — 18° trwałyby średnio:

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| Warszawa    | — 0,594 dnia/na rok |
| Stalinogród | — 0,437 dnia/na rok |

w stosunku do Moskwy, dla której temperatura obliczeniowa wynosi — 30° = 0,64 dnia. W tym wypadku porównanie to byłoby całkowicie uzasadnione i dowodów nie potrzeba na korektę takiej temperatury.

Radziecka Powszechna Akademia Architektury w rozpracowanych normach temperatury wewnętrznej mieszkalnych domów pozwala na czas silnych mrozów na obniżenie wewnętrznej temperatury w mieszkaniach o średnio 4°. Ostatnio uczeni radzieccy ustalają obliczeniowe temperatury na podstawie obserwacji ostatnich 25 lat kolejno po sobie następujących.

Dla każdego roku ustala się średnią dzienną temperaturę z 5 dni najzimniejszych, kolejno po sobie następujących w danym okresie ogrzewczym. W ten sposób obliczone średnie temperatury z 25 lat dodaje się i dzieli przez 25. Liczba, którą otrzymamy z podzielenia jest temperaturą obliczeniową dla danej miejscowości. Tak obliczone temperatury dla ZSRR podane są w projekcie „Urocznych Położenia” — przygotowane do zatwierdzenia przez najwyższe czynniki państwa. Należy podkreślić, że ogrzewnicy radzieccy, z nie-

licznymi wyjątkami, opowiedzieli się za wyżej podaną rewizją temperatur obliczeniowych. W tym wypadku temperatura obliczeniowa dla Moskwy wyniesie — 25°, zamiast dotychczas stosowanej — 30° i trwać będzie średnio w roku 2,64 dnia.

Biuletyn PKPG z dnia 28.II.53 r. przewiduje obniżenie obliczeniowej temperatury dla Warszawy na — 16°. Czas trwania tej temperatury wyniesie średnio:

|                  |            |
|------------------|------------|
| dla Warszawy     | 1,464 dnia |
| dla Stalinogrodu | 1,350 dnia |

Z porównania tych cyfr widzimy wyraźnie, że czasokresy dla naszych warunków będą korzystniejsze niż dla Moskwy — podane w „Urocznych Położenia”. Należy zaznaczyć, że chociaż to jest projekt obniżenia temperatur obliczeniowych przez radzieckich ogrzewników, to praktycznie energetycy w porozumieniu z ogrzewnikami wprowadzili to obniżenie, podłączając do elektrowni ciepłych budynki o kubaturze zwiększonej o 10% w stosunku do uprzednio przewidzianych do ogrzewania z danego źródła ciepła. Przy tak zwiększonych bilansach cieplnych elektrociepłowni pracują już kilka lat nie dając powodu do narzekania mieszkańcom osiedli. Ogrzewnicy radzieccy podają to za przykład ilustrujący możliwość obniżenia temperatury obliczeniowej dla całego obszaru ZSRR.

Wysunięta przez autora propozycja obniżenia temperatur dla naszych warunków, podana w artykule w miesięczniku „Gaz, Woda, Technika” w numerze 9 z września 53 r. przekazana była za pośrednictwem CZB Projektowych w 52 r. do PKPG, co znalazło swój wyraz w biuletynie PKPG z dnia 28.II.1953 r.

Radzieccy uczeni w projekcie „Uroczne Położenie” biorą za podstawę do obliczenia temperatury obliczeniowej średnie dobowe z 25 lat, jak wyżej wykazano. Natomiast dla Warszawy średnia z absolutnych minimów notowanych przez okres 1905—1949 wynosi dla:

|          |         |
|----------|---------|
| stycznia | — 15,5° |
| lutego   | — 14,0° |
| grudnia  | — 13,0° |

Temperatury absolutne minimalne, to najniższe temperatury notowane na termometrze minimalnym w poszczególnych miesiącach. Czas trwania takiej temperatury jest bardzo krótki. Natomiast zestawienie średnie dobowe wg radzieckiej metody za okres 1926 — do 1952 r. z pominięciem lat 1944 i 49 (wobec braku danych) wynosi dla Warszawy za okres 25 lat — średnio — 12,51°. Przebieg temperatur średnich dobowych w tym okresie wykazuje załączona tablica.

Dla zobrazowania całości podam jeszcze to, że obecnie w ZSRR przyjmowane temperatury obliczeniowe dla Brześcia i dla Białegostoku wynoszą — 19°, wobec przyjmowanych przez nas — 23°.

Wg niemieckiego czasopisma technicznego przedwojennego pt. „Wärmebedarf der Räume” wydawanego przez Technische Zentrale w Berlinie, w Poznańskim przyjmowano temperatury obliczeniowe na — 15°, natomiast my liczymy złady ogrzewcze na — 18°. Obecny projekt obniżenia temperatur zewnętrznych obliczeniowych podaje temperaturę — 14° dla tej części Polski. Wg książki pod tytułem „Klimatologia Ziemi Polskiej” opracowanej przez R. Mereckiego, obejmującej okres obserwacyjny 1851—1900 rok, możemy stwierdzić, że temperatury obliczeniowe dla Odessy i Warszawy winny odpowiadać sobie. Tymczasem temperatura obliczeniowa dla Warszawy na podstawie dotychczasowych naszych norm odpowiada Kijowowi.

| Miejscowość | styczeń | luty  | grudzień |
|-------------|---------|-------|----------|
| Kijów       | — 6,2   | — 5,5 | — 4,3    |
| Warszawa    | — 3,6   | — 2,3 | — 2,3    |
| Odessa      | — 3,2   | — 2,4 | — 0,6    |

Możemy wziąć do porównań tylko miesiące: styczeń i luty, ponieważ nasilenia największych mrozów przypadają na te miesiące. Miesiąc grudzień nie jest w ogrzewnictwie dominującym miesiącem w wyznaczaniu temperatur obliczeniowych.

Temperatury obliczeniowe dla tych miejscowości wynoszą obecnie: Warszawa — 20°, Kijów — 20° i Odessa — 16°. Wszystkie te dane i porównania są dostatecznym dowodem słuszności koniecznego zrewidowania temperatur obliczenio-

T a b l i c a. Średnie dobowe z lat 1926 do 1952 (z wyjątkiem roku 1944) obliczone na podstawie obserwacji z każdego roku z pięciu dni najzimniejszych, kolejno po sobie następujących i wybieranych z miesięcy stycznia, lutego, grudnia.

| Rok                     | I                                                   | II                                                  | XII                                                 | Rok                     | I                                                  | II                                                 | XII                                                | Rok                     | I                                                   | II                                                 | XII                                                |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1926<br>—53,5<br>stycz. | — 5,8<br>—14,3<br>—14,9<br>—15,1<br>— 3,4<br>—53,5  | — 2,9<br>— 5,7<br>— 6,0<br>— 3,5<br>+ 0,7<br>—46,0  | —10,6<br>—12,6<br>—12,2<br>— 5,6<br>— 5,2<br>—46,0  | 1927<br>—67,7<br>grudz. | — 2,6<br>— 6,4<br>— 8,6<br>— 6,4<br>— 3,7<br>—53,2 | — 6,2<br>—11,5<br>—11,8<br>—13,0<br>—10,7<br>—53,2 | — 9,4<br>+ 3,9<br>—14,6<br>—16,5<br>—13,3<br>—67,7 | 1928<br>—53,8<br>grudz. | — 4,9<br>— 8,5<br>— 9,5<br>— 5,0<br>— 2,4<br>—53,8  | — 2,5<br>— 5,0<br>— 3,9<br>— 6,3<br>— 5,3<br>—53,8 | —15,0<br>—11,8<br>—10,9<br>— 6,9<br>— 9,2<br>—53,8 |
| 1929<br>—113,4<br>luty  | — 9,4<br>—10,5<br>—11,2<br>—12,8<br>—11,4<br>—113,4 | —25,8<br>—27,1<br>—22,8<br>—20,6<br>—17,1<br>—113,4 | — 5,4<br>— 1,4<br>— 3,4<br>— 6,9<br>— 8,5<br>—113,4 | 1930<br>—39,1<br>grudz. | + 0,3<br>— 1,1<br>— 3,0<br>— 2,9<br>— 2,1<br>—39,1 | — 1,2<br>— 0,8<br>— 2,3<br>— 3,0<br>— 1,4<br>—39,1 | — 7,5<br>—12,6<br>— 5,4<br>— 7,2<br>— 6,4<br>—39,1 | 1934<br>—38,7<br>luty   | — 5,0<br>—12,2<br>— 6,6<br>— 0,6<br>— 0,6<br>—25    | — 6,5<br>— 6,5<br>— 9,7<br>— 8,4<br>— 7,6<br>—38,7 | — 1,8<br>— 5,6<br>— 9,0<br>— 3,4<br>— 1,7<br>—21,5 |
| 1932<br>—54,6<br>luty   | — 4,2<br>— 2,8<br>— 2,2<br>— 9,4<br>— 0,8<br>—54,6  | —15,0<br>—15,8<br>—12,0<br>— 7,7<br>— 4,1<br>—54,6  | + 0,6<br>— 0,4<br>— 1,8<br>— 3,1<br>— 2,6<br>—54,6  | 1933<br>—83,2<br>stycz. | —13,6<br>—14,0<br>—16,9<br>—20,2<br>—18,5<br>—83,2 | — 5,6<br>— 8,7<br>— 6,2<br>— 7,6<br>— 6,5<br>—76,9 | —18,1<br>—18,0<br>—17,8<br>—11,4<br>—11,6<br>—76,9 | 1934<br>—34,5<br>grudz. | — 2,1<br>— 5,2<br>— 6,1<br>— 9,1<br>— 0,6<br>—23,1  | — 8,5<br>— 6,2<br>— 6,0<br>— 5,7<br>— 2,2<br>—28,6 | — 5,4<br>— 5,8<br>— 8,2<br>— 8,9<br>— 6,2<br>—34,5 |
| 1935<br>—94,8<br>stycz. | —14,5<br>—20,8<br>—20,8<br>—19,5<br>—19,2<br>—94,8  | — 8,9<br>— 9,2<br>— 8,9<br>—12,3<br>—11,3<br>—94,8  | — 2,8<br>— 4,6<br>— 4,3<br>— 1,6<br>— 0,6<br>—94,8  | 1936<br>—53,8<br>luty   | — 0,8<br>+ 0,2<br>— 1,8<br>— 0,9<br>— 0,8<br>—53,8 | — 7,3<br>— 8,1<br>—10,0<br>—14,4<br>—14,0<br>—53,8 | — 0,9<br>— 2,0<br>— 1,7<br>— 2,2<br>— 0,2<br>—53,8 | 1937<br>—69,9<br>stycz. | —11,5<br>—14,4<br>—16,0<br>—15,5<br>—12,5<br>—69,9  | — 1,3<br>— 2,8<br>— 4,2<br>— 6,3<br>— 2,8<br>—69,9 | — 6,8<br>— 8,4<br>— 3,7<br>— 5,6<br>— 6,5<br>—69,9 |
| 1938<br>—75,0<br>grudz. | — 9,2<br>—10,2<br>— 9,5<br>—17,8<br>— 9,0<br>—75,0  | — 4,4<br>— 5,6<br>— 7,3<br>— 5,5<br>— 1,3<br>—75,0  | —12,6<br>—15,1<br>—17,1<br>—16,4<br>—13,8<br>—75,0  | 1939<br>—61,4<br>grudz. | + 0,6<br>— 4,3<br>— 4,8<br>— 3,5<br>— 2,2<br>—61,4 | — 3,0<br>— 0,2<br>— 0,4<br>+ 0,2<br>+ 1,7<br>—61,4 | —14,4<br>—11,1<br>—14,4<br>—15,5<br>— 6,0<br>—61,4 | 1940<br>102,0<br>stycz. | —18,4<br>—22,6<br>—24,7<br>—22,6<br>—13,7<br>—102,0 | —18,6<br>—21,2<br>—19,6<br>—17,8<br>—16,8<br>—94,0 | —12,3<br>—13,1<br>—14,4<br>—12,0<br>— 9,6<br>—94,0 |
| 1941<br>—79,5<br>stycz. | —15,6<br>—13,6<br>—17,8<br>—16,6<br>—15,9<br>—79,5  | —10,5<br>— 4,4<br>— 5,7<br>— 6,5<br>— 7,3<br>—79,5  | — 6,6<br>—13,8<br>— 8,6<br>— 4,8<br>— 9,4<br>—79,5  | 1942<br>—71,8<br>stycz. | —15,3<br>—15,3<br>—15,2<br>—13,4<br>—12,6<br>—71,8 | — 9,6<br>—15,0<br>—12,8<br>— 8,1<br>— 8,1<br>—71,8 | — 3,6<br>— 7,7<br>— 4,1<br>— 3,8<br>— 1,6<br>—71,8 | 1943<br>—61,9<br>stycz. | — 9,8<br>—14,2<br>—13,6<br>—14,9<br>— 9,4<br>—61,9  | + 1,8<br>— 2,2<br>— 0,4<br>— 2,0<br>— 1,0<br>—61,9 | — 5,1<br>— 3,4<br>— 3,8<br>— 3,4<br>— 2,8<br>—61,9 |
| 1944<br>brak<br>luty    | + 0,1<br>— 1,7<br>— 1,4<br>— 4,9<br>— 2,0<br>—32,4  | — 5,8<br>— 6,5<br>— 5,2<br>— 7,3<br>— 7,6<br>—32,4  | brak                                                | 1945<br>—50,2<br>grudz. | brak                                               | brak                                               | — 5,0<br>—10,1<br>—10,3<br>—12,4<br>—12,4<br>—50,2 | 1946<br>—56,3<br>grudz. | — 7,8<br>— 7,2<br>— 5,3<br>— 5,8<br>— 6,9<br>—56,3  | — 5,1<br>— 7,0<br>— 6,8<br>+ 0,4<br>— 2,8<br>—56,3 | — 9,5<br>—11,5<br>—13,3<br>—12,0<br>—10,0<br>—56,3 |
| 1947<br>—81,3<br>luty   | —16,8<br>—19,9<br>—16,5<br>—14,4<br>—13,4<br>—81,0  | —16,0<br>—18,2<br>—16,2<br>—14,0<br>—16,3<br>—81,3  | — 3,9<br>— 5,7<br>— 5,8<br>— 4,1<br>— 5,7<br>—81,3  | 1948<br>—50,7<br>luty   | — 1,6<br>— 3,6<br>— 3,6<br>— 1,2<br>+ 0,9<br>—50,7 | — 7,5<br>—10,2<br>—13,8<br>—13,2<br>— 6,0<br>—50,7 | — 3,7<br>— 5,0<br>— 3,0<br>— 1,2<br>— 1,0<br>—50,7 | 1949<br>—21,4<br>luty   | — 3,5<br>— 4,6<br>— 2,0<br>— 0,5<br>— 1,0<br>—21,4  | — 9,1<br>— 9,1<br>— 1,4<br>— 0,3<br>— 1,5<br>—21,4 |                                                    |
| 1950<br>—66,6<br>stycz. | — 2,6<br>—19,5<br>—22,1<br>—16,6<br>— 5,8<br>—66,6  | —12,4<br>—11,2<br>—10,0<br>— 7,0<br>— 3,0<br>—66,6  | — 5,0<br>— 6,6<br>— 9,2<br>— 6,4<br>— 7,6<br>—66,6  | 1951<br>—46,4<br>stycz. | — 8,2<br>—10,8<br>—13,3<br>— 7,1<br>— 7,0<br>—46,4 | — 9,3<br>— 8,7<br>— 7,5<br>— 7,3<br>— 3,2<br>—46,4 | — 0,5<br>— 0,1<br>— 0,1<br>— 2,2<br>+ 1,9<br>—46,4 | 1952<br>—20,4<br>stycz. | — 5,6<br>— 2,9<br>— 4,5<br>— 3,7<br>— 3,7<br>—20,4  | — 3,0<br>— 2,0<br>— 3,3<br>— 4,7<br>— 4,7<br>—19,8 | — 3,1<br>— 5,4<br>— 4,0<br>— 3,7<br>— 3,6<br>—19,8 |

Suma temperatur 125 najzimniejszych dni z różnych miesięcy za okres jak wyżej, wynosi — 1.564,3°.

Średnia temperatura dobowa wyniesie — 12,51°.

W rubryce roku, pod datą, podano sumę najzimniejszych 5 dni z okresu zimowego danego roku.

Zestawienie wykonano na podstawie roczników PIMH. Zamiast roku 1949 uwzględniono rok 1945.

wych. Temperatury minimalne, krótkotrwałe nie powinny wpłynąć na wielkość urządzeń ogrzewczych. Zakumulowane ciepło przez budynki, podwyższenie temperatur w źródłach ciepła z jednoczesnym minimalnym obniżeniem temperatury w mieszkaniach na czas silnych mrozów, z powodzeniem zrównoważy częściowy, chwilowy większy ubytek ciepła w zładach. Obniżenie temperatury w mieszkaniach na okres krótki, tj. maksymalnych mrozów, nie może być powodem obliczenia zładów ogrzewczych na maksymalne zewnętrzne temperatury. W Warszawie np. temperatura średnia dobowo poniżej  $-20^{\circ}$  w okresie 1897 — 1950 zdarzyła się w styczniu 9 razy, w lutym 9 razy. Razem temperatury te w okresie pięćdziesięcioletnim trwały 18 dni. Obniżenia temperatury obliczeniowej dla Warszawy do  $-16^{\circ}$ , wg zestawienia średnich dobowych dla lat 1897 — 1950, tj. okresu 50-letniego, wynosiły w miesiącu listopadzie 1 dzień, w grudniu 10 dni, w styczniu 42 dni, w lutym 26 dni — razem w tym okresie wynoszą 79 dni, co w przeliczeniu da średnio 1,464 dnia na 1 rok, jak to wyżej wykazano.

W naszym klimacie najbardziej groźne okresy dla zdrowia to wczesna wiosna i jesień, wtedy, kiedy rozpoczynają się szarugi, a temperatura ulega wyraźnym wahaniom. Mroźne zimy nigdy nie były powodem chorób. Chwilowe obniżenie temperatury w mieszkaniach możemy z powodzeniem przetrzymać używając cieplejszych okryć.

Proponowana obniżka temperatur obliczeniowych o ca 10% nie może spowodować w żadnym wypadku ujemnych skutków dla zdrowia mieszkańców, jeśli przedsiębiorstwa

wykazą trochę dobrej woli i staranności, a zarządy nieruchomości będą prawidłowo eksploatowały złady ogrzewcze. Przez okazaną dobrą wolę przedsiębiorstw budowlanych i eksploatujących można zapewnić zładom ustalone bilanse cieplne przyjęte w obliczeniach projektowych.

Obniżenie temperatur obliczeniowych odpowiadające 10% różnicy temperatur wewnętrznej i zewnętrznej spowoduje zmniejszenie zużycia żelaza, przy budowie ogrzewań centralnych ca o 10%, co w przeliczeniu na wagę da nam ca 6000 ton rocznie oszczędności żelaza. Stawka jest bardzo duża, ponieważ umożliwi zaopatrzenie nowych budynków w centralne ogrzewanie bez użycia dodatkowych ilości żelaza, kosztów i robocizny.

#### Literatura:

- 1) Ritschel — Podręcznik ogrzewania i wietrzenia.
- 2) Maksimow — Otoplenie i wentylacje.
- 3) Liwczak — Wentylacje mnogoetażnych żytych otomów.
- 4) A. D. Bogusławskij — Ekonomika domowych otopitелnych sistem.
- 5) Klimatologia Ziemi Polskich.
- 6) Dane z Państwowego Instytutu Meteorologicznego w Warszawie.
- 7) Czasopismo techniczne „Wärmebedarf der Räume“.
- 8) Zasięgnięte informacje od delegacji naszych przedstawicieli z pobytu w ZSRR.
- 9) PIMH — w Warszawie.

## Wiadomości praktyczne

### Suwak kątowy do obliczeń strat ciepła

Opracowanie projektu centralnego ogrzewania musi być poprzedzone obliczeniem strat ciepła. Tylko tą drogą jest możliwe osiągnięcie w ogrzewanych pomieszczeniach odpowiedniej temperatury przy określonej temperaturze zewnętrznej. Obliczenia strat ciepła są wykonywane w oparciu o normy, przy użyciu odpowiednich formularzy, w których mamy do wypełnienia 17 rubryk. Toteż obliczenie to jest połączone z dużą pracą pisemną i znużeniem, co powoduje dość często błędy rachunkowe.

Myśl ludzka od dłuższego czasu poszukiwała drogi dla ułatwienia tej pracy. Wynikiem tych poszukiwań jest kątowny suwak do obliczeń strat ciepła, opis którego ukazał się w artykule inż. W. Krasnitzkyego „Rechenwinkel für die Wärmeverlustberechnung von Gebäude“ w czasopiśmie Gesundheits Ingenieur nr 19/20 1953 r.

Przy obliczaniu strat ciepła mamy szereg czynności obliczeniowych, które mogą być znacznie ułatwione przy użyciu pewnego przyrządu.

W budynku, dla którego obliczamy straty ciepła, mamy przeważnie okna o jednakowych wymiarach, podłogi i sufity w różnych pomieszczeniach posiadają jednakową szerokość; wysokość pomieszczeń także jest prawie zawsze stała. Różnice temperatur i współczynniki przenikania ciepła  $k$  dla wielu pomieszczeń są te same. Ulega zmianie tylko długość względnie szerokość przegrody chłodzącej.

Zjawisko to zostało wykorzystane przy opracowaniu kątownego suwaka do obliczeń strat ciepła tak, aby przy możliwie najmniejszej ilości nastawień uzyskać jak najdalej posunięty wynik ostateczny.

Przy użyciu kątownego suwaka obliczamy straty ciepła dla całej kondygnacji, kolejno dla przegród o tej samej konstrukcji i tym samym  $k$ .

Dla okien używamy różnicy współczynników przenikania ciepła między oknem a ścianą.

Obliczamy więc kolejno straty ciepła okien, murów zewnętrznych, murów wewnętrznych, sufitów i podłóg, a uzyskane wyniki wpisujemy na planach przy poszczególnych pomieszczeniach i następnie sumujemy.

W ten sposób uzyskane zasadnicze straty ciepła zwiększamy o odpowiednie dodatki, uwzględniające wszystkie czynniki wpływające na zwiększenie zapotrzebowania ciepła.

Obliczenia strat ciepła opiera się na znanym ogólnie wzorze

$$Q = 1 \cdot h \cdot k (t_w - t_z)$$

gdzie:

- $Q$  — kcal/h,
- $l$  — długość przegrody chłodzącej w m,
- $h$  — wysokość lub szerokość przegrody chłodzącej w m,
- $k$  — współczynnik przenikania ciepła w kcal/m<sup>2</sup>h<sup>0</sup>C,
- $t_w - t_z$  — różnica temperatur między temperaturą wewnętrzną i zewnętrzną.

W tym równaniu możemy wartość  $k (t_w - t_z)$  zastąpić przez strumień cieplny  $q$  — tj. ilość ciepła przenikającą przez 1 m<sup>2</sup> przegrody chłodzącej, przy różnicy temperatur  $t_w - t_z$  w ciągu godziny.

A więc otrzymamy  $Q = 1 \cdot h \cdot q$

Celem ułatwienia obliczeń wartości  $q$  wskazane jest ująć w tabelę ułożoną w odniesieniu do różnicy temperatur. Iloczyn  $h \cdot q$  zastępujemy wartością  $l \cdot q$  i otrzymujemy formę wzoru:

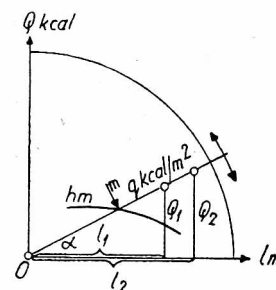
$$Q = 1 \cdot l \cdot q$$

Dla jednakowej wysokości ( $h$ ), jednakowego współczynnika ciepła ( $k$ ) i stałej różnicy temperatur, straty ciepła przez przegrodę będą zmieniały się zależnie od jej długości.

W układzie współrzędnych (rys. 1) o odciętych  $l$  i rzędnych  $Q$ , możemy uzyskać powiązanie podziałki logarytmicznej wartości  $q$  na promieniu — wektorze z krzywymi, wyrażającymi różne wysokości pomieszczeń. Przy obracaniu wektora dokoła punktu  $O$  naprowadzamy wskaźnik  $m$  dla wartości  $q$  na krzywą danej wysokości pomieszczenia. Na skutek tego ustawienia uzyskujemy kąt  $\alpha$ , w zależności od  $q$  i  $h$ . W ten sposób możemy bezpośrednio odczytać wartość  $l \cdot q = Q$ .

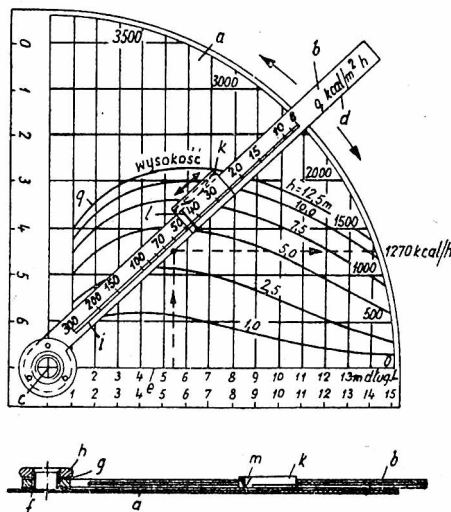
Stąd widzimy, że dla obliczenia strat ciepła wystarczy na przyrządzie jedynie ustawić wartości  $h$  i  $q$ , a następnie przyrząd kolejno układać na planie budynku w poszczególnych pomieszczeniach o jednakowych wartościach  $h$  i  $q$ , odczytując bezpośrednio wartości  $Q$  dla danej przegrody, w zależności od jej długości „ $l$ “; zapisy odczytanych wartości możemy umieszczać na planie obok pomieszczenia.

Rys. 2 pokazuje przyrząd widziany z boku i z góry.



Rys. 1 — Schemat przebiegu obliczeń.

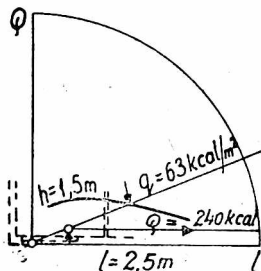




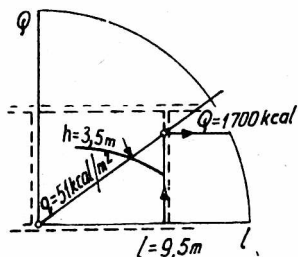
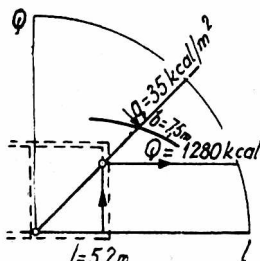
Rys. 2 — Suwak kątowy do obliczeń strat ciepła

## Konstrukcja przyrządu

Przyrząd ten składa się z przezroczystej płytki „a” z nieprzezroczystym nastawczym ramieniem „b”, które obraca się w punkcie „c” i wykonane jest tak, że dolna krawędź „d” ramienia nastawczego pokrywa się z osią punktu „c”. Na płytce „a” mamy naniesiony układ współrzędnych, w którym odcięte wyrażają długość „l” powierzchni chłodzącej, a rzędne dają poszukiwane straty ciepła  $Q$  w kcal/h. Wrysowane krzywe  $h$  odpowiadają różnym wysokościami względnie szerokościom przegrody chłodzącej. Punkt c ramienia nastawczego pokrywa się z punktem zerowym układu współrzędnych. Ramię nastawcze w tym punkcie jest umocowane za pomocą metalowej tulejki  $f$  i śruby zaciskowej w ten sposób, że punkt  $O$  początku układu współrzędnych jest widoczny.

Rys. 3 — Przykład: dane okno  
 $q = 63 \text{ kcal/m}^2$ ,  $h = 1,5 \text{ m}$ ,  
 $l = 2,5 \text{ m}$ . Odczytano  $Q = 240 \text{ kcal/h}$ .

Na nieprzezroczystym ramieniu nastawczym  $b$  mamy naniesioną logarytmiczną podziałkę wartości  $q$ . Po ramieniu posuwa się przezroczysty suwak z kreską celowniczą  $l$ , którą nastawiamy na odpowiednią wartość  $q$ . Na bocznej krawędzi suwaka mamy wskaźnik  $m$ , który przez obracanie ramienia nastawczego może być naprowadzony na krzywą żądanej wysokości  $h$ . Tak nastawiony przyrząd zostaje nałożony na plan budynku i ustawiony punktem zerowym na początek rozpatrywanej przegrody, linia zaś „e” ma się pokrywać z linią ściany.

Rys. 4 — Przykład: dane:  
ściana zewnętrzna  $q = 51 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ ,  $h = 3,5 \text{ m}$ ,  $l = 9,5 \text{ m}$ . Odczytano  $Q = 1700 \text{ kcal/h}$ .Rys. 5 — Przykład: dane:  
sufit  $q = 35 \text{ kcal/m}^2$ , szerokość =  $7,5 \text{ m}$ , długość =  $5,2 \text{ m}$ . Odczytano  $Q = 1280 \text{ kcal/h}$ .

Z końca długości rozpatrywanej przegrody posuwamy się wzdłuż linii prostopadłej do góry aż do przecięcia się z dolną krawędzią ramienia nastawczego, następnie od tego punktu posuwamy się na prawo linią równoległą do odciętych odczytując wartość  $Q$  w kcal/h.

Wrysowana przerywana linia na rys. 2 ilustruje nam przykład obliczenia strat ciepła dla przegrody o długości  $l = 5,5 \text{ m}$ , wysokość  $h = 5,0 \text{ m}$  i  $q = 46 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h}}$  — wynik

$Q = 1270 \text{ kcal/h}$ .

Rezultat trzech mnożników  $l \cdot h \cdot q$  dla nastawionych wartości  $h$  i  $q$  i różnych długości  $l$  jest stale widoczny, a co za tym idzie stale może być kontrolowany.

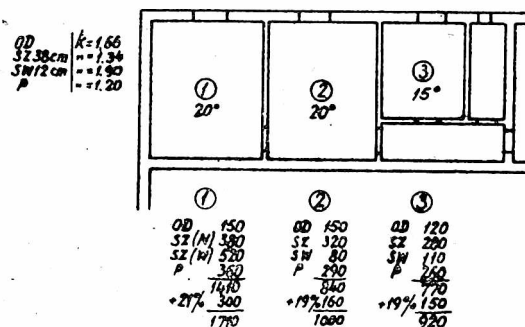
Podłogi i sufity obliczamy w podobny sposób.

Przy szerokości okien poniżej  $1 \text{ m}$ , nie jesteśmy w stanie odczytać wartości  $q$  ze względów konstrukcyjnych przyrządu; wówczas odnajdujemy wartość  $Q$  dla podwójnej szerokości okna, a następnie wynik dzielimy w pamięci przez  $2$ , co nie sprawia zbyt wielkiej trudności.

Rys. 3, 4 i 5 pokazują schematycznie różne przykłady obliczeń strat ciepła dla okien, ścian zewnętrznych i podłóg.

Rys. 6 pokazuje część planu budynku z wpisanymi wartościami współczynnika  $k$  i stratami ciepła dla poszczególnych pomieszczeń.

Suwak kątowy opisany powyżej, daje wystarczającą dokładność obliczeń, a jednocześnie skraca czas pracy projektanta na obliczenie strat ciepła co najmniej o połowę, daje łatwość kontroli obliczeń, zmniejsza prawdopodobieństwo błędów oraz czyni zbędnymi formularze; osiąga się tu pewne oszczędności



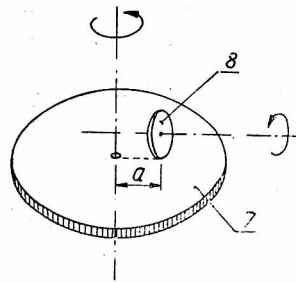
Rys. 6 — Plan kondygnacji z wpisanymi stratami ciepła.

na papierze a ponadto tę korzyść, że straty ciepłone wpisane na planach, trafiają na budowę, co nie zawsze dotychczas bywa uwzględniane.

mgr inż. Maksymilian Malicki

## Mechaniczny licznik ciepły

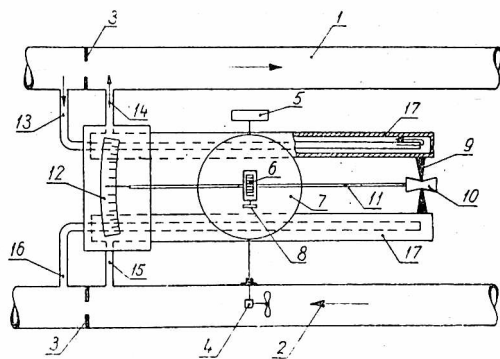
W związku z rozbudową miejskich sieci ciepłowniczych, zachodzi konieczność pomiaru ilości ciepła pobieranego przez poszczególnych abonentów sieci, aby umożliwić prawidłowe rozliczenie się za pobraną energię cieplną. Do tego celu niezbędny jest przyrząd, który by pozwalał na rejestrację pobieranych ilości ciepła. Ciekawym i stosunkowo prostym rozwiązaniem takiego przyrządu jest mechaniczny licznik, opracowany przez prof. dr L. K. Jakimowa, znajdujący praktyczne zastosowanie w Związku Radzieckim. Licznik służy do pomiarów ilości ciepła dostarczanego za pośrednictwem wody gorącej abonentom miejskich sieci ciepłowniczych. Podstawową jego częścią (schemat tego licznika pokazany jest na rys. 2) jest wodomierz śrubowy (4) napędzający poziomą tarczę (7), która z kolei porusza opierając się o nią i mogące przesuwac się wzdłuż jej promienia kółeczko napędowe (8) właściwego licznika.



Rys. 1

Ilość obrotów tego kółeczka napędowego zależy od ilości obrotów napędzającej go tarczy oraz od odległości „a”, w jakiej się ono znajduje od jej osi obrotu (rys. 1). Jeśli odległość „a” będzie proporcjonalna do





Rys. 2

różnicy temperatur wody zasilającej i powrotnej, to wówczas ilość obrotów kółka napędowego będzie proporcjonalna do ilości ciepła oddanego przez wodę zasilającą. Dla uzyskania tej proporcjonalności, kołeczko napędowe, wraz z licznikiem jego obrotów (6), przymocowane jest do poziomej strzałki (11) położonej nad tarczą napędową; wychylenia tej strzałki powodowane są zmianą długości rurek (17) przekazywaną strzałce poprzez klinowe trzpienie (9) przymocowane do nich i odpowiednich kształtów graniastosłup (10) umieszczony między tymi trzpieniami.

Przez jedną z rurek (17) przepływa woda zasilająca, skierowana do niej przewodem (13), a wracająca (14) przez drugą wodą powrotną; rurki te są ze sobą w jednym końcu

połączone na stałe, drugie ich końce z klinowymi trzpieniami (9) są swobodne. Różne temperatury przepływającej przez nie wody, powodują przesunięcie się wzajemnie, wskutek rozszerzalności cieplnej, swobodnych końców rurek (17). Wielkość tego przesunięcia jest proporcjonalna do różnicy temperatur wody zasilającej i powrotnej; decyduje ona o wychyleniu strzałki (11), a co za tym idzie i przesunięcie kółka napędowego (7) licznika.

Strzałka (11) swym swobodnym końcem wskazuje na podziałce (12) różnice temperatur wody zasilającej powrotnej.

W wypadku gdyby temperatury wody zasilającej i powrotnej były sobie równe, kółeczko napędowe (8) znalazłoby się w środku poziomej tarczy poruszanej przez wodomierz.

Międruki porukami (13 i 14) oraz (15 i 16) łączącymi rurki (17) z przewodem wody zasilającej (1) i powrotnej (2), dla skierowania większej ilości wody do rurek (17) wbudowane są przepony (3) stawiające opór 1 m H<sub>2</sub>O.

Srednica kółka napędowego może być tak dobrana, aby licznik jego obrotów wskazywał ilości oddanego ciepła w 1.000.000 kcal.

Dokładność opisanego licznika ciepła wynosi  $\pm 2\%$ . Dla kontroli wskazań licznika w miejscu jego ustawienia wbudowane są w przewód powrotny i zasilający termometry rtęciowe; różnica ich wskazań oraz licznik (5) wodomierza pozwalają na periodyczną kontrolę wskazań licznika ciepła.

mgr inż. Witold Wasilewski

## L i t e r a t u r a

Biuletień Stroitielnoj Tiechniki, nr 13/1953. M. A. Aksjenow,  
M. B. Pjerlin: „Tieplowyje sieti“, str. 165.

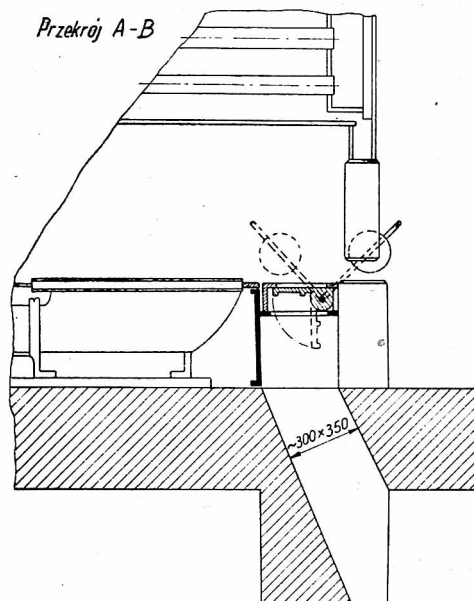
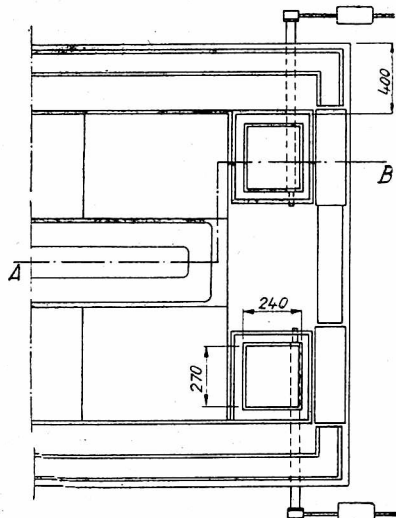
## Usprawnienia i racjonalizacja

## Umieszczenie drzwiczek wyczystnych w kotłach

W województwie bydgoskim centralne kotłownie na osiedlach robotniczych posiadają kotły systemu „Kotowicza”. Kotły te miały tę wadę, że ich obsługa, to znaczy szlakowanie i odpopielanie odbywało się przez wyciąganie żarzącego się popiołu i szlaki z gazami przez drzwiczki na zewnątrz kotła. Oczyszczanie takie powodowało wydzielanie się kurzu oraz czadu obok żaru bezpośredniego, wysoce szkodliwego dla obsługi kotłów. Zdarzały się wypadki, że obsługa kotłów z powodu częstego zaczadzenia zapadała na zdrowiu i wymawiała pracę.

Mając na uwadze higieniczne warunki kotłowni, zdrowie pracowników oraz skrócenie czasu czyszczenia kotła zastosowano udoskonalenie. Udoskonalenie polega na wybudowaniu wewnątrz kotła, w przedniej jego płaszczyźnie przyrusz-  
towej, dwóch klap żeliwnych popielniko-  
wych z dźwignią w ramie. Powyższy  
pomysł daje następujące korzyści:

Odpopielanie i odfosforyzowanie odbywa się wewnątrz kotła, przez co pył, szlaka i gazy spalinowe nie wydobywają się na zewnątrz kotła. Czas trwania oczyszczania kotłów został skrócony o 40% tak, że pracę 3 palaczy przy czyszczeniu może wykonać 2. Powyższy pomysł zastosowano już na centralnych kotłowniach osiedli Kapuściska i Leśnego.



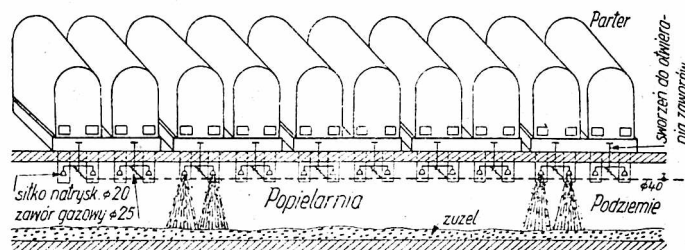
Komisja odbiorcza przy próbnym paleniu stwierdziła sprawność powyższego udoskonalenia oraz korzyści dla zdrowia obsługi i estetycznego wyglądu kotłowni.

Jan Markowski i Bernard Kubera

## Urządzenie do gaszenia żużla

Projekt kotłowni centralnej na 10 kotłów KCO—80 W przewidywał jeden kurek czerpialny ze złączką do węża w popielarni dla polewania wygarniętego żaru i popiołu z kotłów.

Mając na uwadze zdrowotne warunki palaczy zastosowano na osiedlu Kapuściską w podziemiu kotłowni specjalne urządzenie do gaszenia żaru i popiołu, polegające na zainstalowaniu pod każdym kotłem po dwa natryski  $\varnothing$  20 mm, otwierane w czasie gaszenia sworznem, umieszczonym w stropie przed kotłem.



Przy wyżej opisanym urządzeniu gaszenie żaru i żużla odbywa się bez narażenia zdrowia palaczy, gdyż wykonuje się to zewnętrznie przez otwieranie zaworu sworzniem, a nie jak przewidywał projekt — polewanie węzłem przez palacza, narażonego w podziemiu na zaczadzenie.

Powyższe urządzenie zastosowane tytułem próby w kotłowni Kapuściska zostało przez komisję ostatecznego odbioru w dniu 15.X.53 r. zatwierdzone, tak pod względem bhp jak i oszczędności na czasie, z zaleceniem wykonania takiego urządzenia we wszystkich kotłowniach.

Jan Markowski

## Z życia Organizacji

### Kursy SNIT SOG na stopień inżyniera

W celu przyjęcia z pomocą Kolegom ubiegającym się o tytuł inżyniera na podstawie ustawy z dn. 28.I.48 r., uzupełnienia i ugruntowania wiadomości teoretycznych z podstawowych przedmiotów i technicznych z dziedziny swej specjalności, Stowarzyszenie Nauk. Techn. Inż. i Techn. Sanitarnych, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Terenów Zielonych przystąpiło w ubiegłym roku do organizowania specjalnych kursów przygotowawczych, korespondencyjnych.

I turnus kursu dla kandydatów ubiegających się o tytuł inżyniera w zakresie instalacji sanitarnych zakończył się w dn. 17.XI.1953 r. Na zamknięciu kursu prezes SNIT SOG kol. St. Wojnarowicz podkreślił obowiązki, jakie spoczywają na inteligencji technicznej w związku z realizacją wytycznych IX Plenum KC PZPR, a w szczególności roli inżynierów w walce o wykonanie postawionych zadań. Przedstawiciele kursantów z poszczególnych ośrodków konsultacyjnych SNIT SOG złożyli w imieniu słuchaczy serdeczne podziękowanie Zarządowi Głównemu i Kierownikowi Kursu za wiele trudu i pracy, jakie włożono w zorganizowanie kursu, za dobrą organizację i wiele cennych wiadomości, jakie uczestnicy wynieśli ze studiów. Na zakończenie Kol. Prezes rozdał świadectwa ukończenia kursu słuchaczom, życząc pomyślnych wyników na egzaminie i w pracy zawodowej. Kurs ukończyło 180 słuchaczy.

W dniu 19 stycznia 1954 r. odbyło się otwarcie kursu przygotowawczego na stopień inżyniera z zakresu gazownictwa. Biorąc pod uwagę potrzeby i kierunki rozwoju gazownictwa w okresie powojennym zostały utworzone dwa równoległe kierunki kształcenia, a mianowicie: w zakresie produkcji gazu oraz w zakresie rozprowadzania gazu, z uwzględnieniem dla każdego kierunku specjalizacji całości podstawowych wiadomości niezbędnych dla inżynierów zarówno jednego jak i drugiego kierunku.

Otwarcia kursu dokonał nacz. dyr. Centr. Zarz. Gazownictwa inż. Adam Epsztajn, omawiając charakter i rozwój obecnego gazownictwa w Polsce Ludowej i zmiany, jakie zaszły w okresie powojennym, powiększenie zużycia gazu, rozbudowę sieci dalekosiężnych i wykorzystanie wszelkich źródeł gazu — ziemnego i koksowniczego dla gazyfikacji kraju. Inż. Epsztajn zwrócił uwagę na wyniki dotychczasowe oraz na zadania, jakie stoją przed gazownikami w związku

z IX Plenum KC PZPR, kładąc nacisk na konieczność zwiększenia kadr i podniesienia ich poziomu w związku z aktualnymi zagadnieniami, życząc wytrwałości w pracy i pomyślnych rezultatów nauki wszystkim kursantom.

Po wiadomościach dotyczących organizacji kursu podanych przez kierownika kursu inż. A. Lautera, pierwszy wykład wygłosił inż. Jan Kłosiński n. t. programu szkolenia i potrzeby powtórzenia materiału nauczania z nawiązaniem do gazownictwa. Wykładowca wskazał na przykłady powiązania w gazownictwie wiadomości teoretycznych z matematyki, fizyki i chemii z praktycznymi zadaniami i zastosowaniem w ruchu oraz korzyści wynikające z dobrego zrozumienia tych zasad i stosowania ich w praktyce. Szereg podanych przykładów miał naprowadzić kursantów na konieczność przypomnienia sobie, względnie pogłębienia wiadomości teoretycznych, bez których zrozumienie niektórych zjawisk zachodzących w ruchu staje się trudne, a niejednokrotnie niemożliwe. Również zwrócono uwagę na ważność podstaw teoretycznych dla ruchowca w związku z ruchem racjonalizatorskim i usprawnieniami, które są w całości zagadnieniami przemysłu przyczynkiem do postępu technicznego. Inż. Kłosiński zwrócił się wreszcie do wszystkich Kolegów Inżynierów, aby jak najbardziej szli z pomocą kursantom przez udzielanie im porad i pomocy w opanowywaniu materiału objętego kursem, zobowiązując się sam do udzielania takiej pomocy.

Następny wykład wygłosił inż. R. Kielkiewicz pt. „Chemia węgla”, który obejmował zagadnienia pochodzenia paliw kopalnych z omówieniem najważniejszych składników flory i fauny. Przytoczono asymilację tlenu węgla przez rośliny jako reakcję fotochemicznej syntezy węglowodanów oraz warunki, w których nastąpiło powstawanie pokładów kopalnych paliw. Ponadto omówiono podział i charakterystykę paliw stałych oraz odmiany petrograficzne węgla i własności poszczególnych odmian.

Ostatni wykład pt. „Podstawy rozprowadzania gazu” wygłosił inż. T. Staszewicz.

W kursie bierze udział 56 uczestników. Czas trwania kursu 10 miesięcy.

SNIT SOG przygotowuje w krótkim czasie uruchomienie II turnusu kursu przygotowawczego na stopień inżyniera w zakresie instalacji sanitarnych.

## Z prasy zagranicznej

### Ulepszenie metod technologicznych przy oczyszczaniu wody do picia.

L. Kulskij. *Metody utuczszienija tiechnologii oczystki pitjevoj wody. Ziliszczno-Kommunalnoje Choziajstwo.*

Instytut Ogólnej i Nieorganicznej Chemii Akademii Nauk USSR (IONCh AN USSR) przeprowadził szereg badań, mających na celu znalezienie nowych, udoskonalonych metod oczyszczania i dezynfekcji wody oraz opracowanie zmechanizowanej aparatury.

W wyniku badań zalecono zmianę koagulantu glinowego na bardziej efektywne związki: „chlorek żelazowy” i „mieszany koagulant” (mieszanina chlorku żelazowego z nieoczyszczonym siarczanem glinu).

Przy zastosowaniu mieszaniny chlorku żelazowego i siarczanu glinu w stosunku wagowym 1:1-2:1, prędkość powstawania kłaczków w znacznym mniejszym stopniu zależy od temperatury i pH wody, niż przy wprowadzeniu do wody samego siarczanu glinu. Woda oczyszczona za pomocą „mieszanego koagulantu” nie tworzy później osadów. Powstawanie głównej masy kłaczków i ich opadanie, nawet przy niskiej temperaturze wody, kończy się w osadniku. Mieszanina

koagulantów posiada także przewagę nad czystym chlorem żelazowym. Przy użyciu chlorku żelazowego, po opadnięciu głównej masy grubszych kłaczków, pozostaje w wodzie przez czas dłuższy dużo zawieszonych drobnych kłaczków wodorotlenku żelaza. Przy zastosowaniu mieszaniny koagulantu osadzanie się obydwu wodorotlenków zachodzi prędko i jednocześnie. Jak wykazały badania, zastosowanie „mieszanego koagulantu” przy niskiej temperaturze (0,1—0,5°) i niskiej barwie w znacznym stopniu wpływa na zaoszczędzenie odczynników, zwłaszcza przy dłuższych (do 24 godz.) przerwach w podawaniu koagulantu. Podobne przerwy bez pogorszenia jakości wody są możliwe dzięki dodatkowemu pochłanianiu domieszek kłaczkami wodorotlenków, zatrzymanymi na filtrach. W r. 1951 Ministerstwo Gospodarki Komunalnej wydało instrukcję w sprawie stosowania koagulantu mieszanego i chlorku żelaza. Dla otrzymywania chlorku żelaza bezpośrednio na wodociągach opracowano pewne kontaktowe urządzenie.

Zmniejszenie zużycia koagulantu i przyśpieszenie procesu powstawania kłaczków może być osiągnięte również za pomocą przepuszczania słabego prądu przez wodę, w której

zachodzi koagulacja. Półtechniczne badania wykazały, że zużycie energii elektrycznej nie przekracza 10–20 kWh na 1000 m<sup>3</sup> wody.

Odbarwianie wody jest to przeważnie proces adsorpcyjny. Stwierdzono, że przy oczyszczaniu wody za pomocą koagulantów zostaje wykorzystana nie więcej niż połowa odbarwiającej zdolności wodorotlenku żelaza i glinu. Pełniejsze wykorzystanie odbarwiających własności koagulantu następuje przy zastosowaniu przeciwprądu, przy czym jednocześnie obniża się dawka koagulantu. Metoda powyższa jest szczególnie pożyteczna przy oczyszczaniu miękkich wód humusowych, w których na skutek niskiej rezerwy zasadowości zastosowanie koagulantu powoduje silny wzrost agresywności wody. Zasada metody polega na tym, że oczyszczana woda dostaje się najpierw do osadnika z zawieszoną poprzednio już używanych kłaczek wodorotlenków glinu i żelaza. Po przejściu przez warstwę zawieszin woda ulega znacznemu oczyszczeniu. W celu ostatecznego jej odbarwienia, woda zostaje skierowana do drugiego zbiornika, do którego doprowadza się niewielką ilość świeżego koagulantu. Nadmiar osadu w miarę nagromadzenia się odprowadza się do pierwszego osadnika. Prąd wody i zawieszonego osadu skierowane są naprzeciw siebie, na skutek czego osad stale styka się z oczyszczaną wodą. Dawka koagulantu w tej metodzie może być obniżona czterokrotnie bez obniżenia jakości odbarwiania wody. Metoda przeciwprądu może być zastosowana również do usuwania pewnych substancji rozpuszczonych (np. fenoli, chlorofenoli), produktów rozkładu sinic, a także substancji wydzielanych przez różne grzybki. Celem jest dodanie do zawieszin wodorotlenków glinu i żelaza pewnej ilości węgla aktywnego. Jednocześnie z ulepszeniem metody koagulacji rozpracowywano metody walki z agresywnością wody. Agresywny dwutlenek węgla powstaje w wodzie przy koagulacji, jako rezultat hydrolizy wprowadzanych soli żelaza i glinu. Ilość dwutlenku węgla jest proporcjonalna do dawki koagulantu. W celu obniżenia własności agresywnych wody dodaje się do komory reakcyjnej zawiesziny kredy. Dobre wyniki otrzymano również stosując filtrację oczyszczanej wody przez warstwę marmuru. W celu stabilizacji wody zmontowano filtr o połączonej działaniu, posiadający zarówno filtrujące jak i stabilizujące własności. W tym celu wystarczy wprowadzić na zwykły filtr pośpieszny warstwę drobnego marmuru o grubości 20–40 cm i o wielkości ziaren 1–3 mm. Obok metod polepszania organoleptycznych własności wody przebadano procesy dezynfekcji wody za pomocą chloru i innych substancji oraz związane z tym aparaturę (chlorownice itp.). Opracowano nowe konstrukcje próżniowych chlorownic: LK—10—o wydajności od 2–20 kg/godz., LK—11—o wydajności od 0,5 do 4,5 kg/godz. i LK—10—o małej wydajności od 40 do 800 g/godz.

Rozpatrzone wyżej metody umożliwiają polepszenie własności wody do picia. Zarówno one, jak nowa aparatura, mogą być z wielką korzyścią zastosowane na wodociągach ZSRR.

W. D.

#### Charakterystyka pewnych typów potencjalnych ognisk malarii w strefie zbiorników wodnych.

A. D. Potumordwinow. Charakteristika niekotorich tipow potencjalnych oczagow malarii w zonie wodochraniliszcz. *Gigiena i Sanitaria*, 8 (1953).

Endemiczne ognisko malarii charakteryzuje się obecnością zarazka (chorych ludzi), przenosiela, warunków środowiska, zapewniających zamknięcie cyklu sporogonii zarodźca malarii u komara, a również warunków, zabezpieczających przeniesienie malarii od chorego człowieka do zdrowego. Rozerwanie tego łańcucha w jakimkolwiek ogniwie winno prowadzić do likwidacji endemicznego ogniska. Sukcesy walki z malarią w ciągu ostatnich lat doprowadziły do tego, że zachorowalność na malarię znikła w wielu miejscach na skutek braku ognia, odpowiadającego obecności zarazka.

Tymczasem wg wszystkich innych wskaźników (obecność przenosiela warunków do zamknięcia cyklu) miejsca te mogłyby podtrzymać endemię malarii. W ten sposób brak zarazka przerwał proces epidemiczny, jednak nie wyłączył możliwości miejscowych wybuchów malarii w warunkach pojawienia się zarazka.

Wynika stąd, że niektóre endemiczne ogniska malarii przeszły w stan potencjalnych ognisk. Dla charakterystyki potencjalnych ognisk malarii, przybrzeżnej strefy dużych zbiorników wodnych, należy rozpatrzyć podstawowe czyn-

niki, wpływające na formowanie się endemicznych ognisk malarii. Czynniki te można rozbić na trzy grupy.

Do pierwszej grupy należą czynniki, które nie zależą bezpośrednio od woli człowieka: zewnętrzna temperatura, częstota, siła i kierunek wiatru, opady, obecność komarów, długość epidemicznego sezonu itd.

Do drugiej grupy zalicza się niestale czynniki epidemiologiczne, np. warunki spotkania człowieka z komarem, w zależności od warunków pracy i bytu człowieka.

Do trzeciej grupy zalicza się czynniki o względnie stałym działaniu: rozmieszczenie i charakter anofelogennych terenów, rozmieszczenie ludności, faktor zooprofilaktyczny (który zależy od ilości, rozmieszczenia i utrzymania zwierząt domowych).

W oparciu o powyższe czynniki można wytypować potencjalne ogniska malaryczne. Z epidemiologicznego punktu widzenia w związku z rozprzestrzenianiem się malarii duże znaczenie posiada plan zabudowań osiedli oraz orientacja budynków gospodarczych. Orientacja zagród budynkami gospodarczymi (chlewy, stajnie) w stronę anofelogennych obszarów jest bardzo wskazana, gdyż stwarza linię ochronną pomiędzy zbiornikiem wodnym i domami mieszkalnymi, tj. zoobarię chroniącą budynki mieszkalne przed nadlatywaniem komarów od strony zbiornika. Przy orientacji zagród budynkami mieszkalnymi w stronę płycizn, gdy pomieszczenia dla zwierząt znajdują się za domem mieszkalnym, efekt zooprofilaktyki znacznie spada i nawet może powodować rezultat ujemny, gdyż część komarów zwabiona zapachem zwierząt napotka na drodze swego lotu domy mieszkalne i zatrzyma się w nich, nie docleciwszy do budynków gospodarczych.

Z kolei autor rozpatruje różne możliwości powstawania potencjalnych ognisk malarii przy różnych zbiornikach wodnych, w zależności od typu zbiornika, konfiguracji terenu, położenia osiedla itd.

Na zakończenie dochodzi autor do poniższych wniosków:

1. Osiągnięcia w walce z zachorowalnością na malarię, wyrażające się likwidacją zapadania na malarię w wielu rejonach ZSRR, nie zwalniają od obowiązku stosowania profilaktycznych środków przy budowie zbiorników wodnych i innych hydroukładów, gdyż część osiedli położona w ich strefie brzegowej pozostaje potencjalnymi ogniskami malarii. Lokalne wybuchy zachorowań następują tam z chwilą pojawienia się zarazka, przy jednoczesnym osłabieniu walki z przenosieliem.

2. Uwzględnienie cech charakterystycznych planowania osiedli i powstających obszarów płycizn pozwala podzielić te osiedla na kilka typów potencjalnych ognisk malarii. Najbardziej skomplikowane warunki powstają w osiedlach położonych nad spiętrzonymi dopływami zaporę i na brzegach zasadniczego zbiornika, obok obszernych płycizn.

3. Zasadnicze profilaktyczne zapobieganie przeciwko rozprzestrzenianiu się malarii w miejscach potencjalnych ognisk powinno polegać na pogłębianiu zbiorników wodnych, zwłaszcza przy brzegach, w strefie położenia osiedli.

4. Przy przenoszeniu osiedli ze stref zalewanych i podmokłych należy wybrać najbardziej bezpieczne pod względem malarycznym tereny na budowę osiedli i zwrócić uwagę na odpowiednie rozplanowanie osiedla, które mogłoby maksymalnie zmniejszyć możliwości przylatywania komarów do osiedla. W miarę możliwości powinna być również wykorzystana ochronna rola zwierząt domowych (zooprofilaktyka).

W. D.

#### Obliczanie napowietrznej sieci gazowej.

W czasopiśmie *Journal des Usines à Gaz* Nr 4, z kwietnia 1953 r. ukazał się bardzo ciekawy artykuł dyr. M. J. Delaruelle, prof. M. A. Kammerera oraz inż. M. P. Renouarda pt. „Obliczanie napowietrznej sieci gazowej”.

Autorzy przeprowadzają teoretyczne rozważania przymusowych warunków, na jakie wystawiona jest gazowa sieć napowietrzna podtrzymywana przez słupy w ten sposób, że przewód przyjmuje widoczne wygięcia.

Warunkami tymi są:

- 1 — natężenie spowodowane bezpośrednim działaniem ciśnienia wewnętrznego gazu,
- 2 — natężenie siły pociągowej poprzecznej spowodowanej ciśnieniem gazu,
- 3 — natężenie siły pociągowej podłużnej spowodowanej ciężarem przewodu,
- 4 — natężenie zgięcia spowodowane wygięciem przewodu.



Na ciężar przewodu oddziałują, prócz ciężaru samego rurociągu: ciężar wody w przewodzie, wpływ wiatru, wpływ śniegu, wpływ szronu oraz wpływ ciśnienia wewnętrznego gazu.

Wszystkie warunki, których działaniom podlega napowietrzny rurociąg gazowy, obrazują autorzy odpowiednimi wzorami i przeliczeniami. Jak przeliczenia te wykazują, to instalowanie rurociągów napowietrznych wydaje się możliwe maksymalnie dla średnic do 150 mm, a raczej należałoby się ograniczyć do średnicy 100 mm.

Jan Wyżnikiewicz

#### Klejony filtr piaskowo-żwirowy

Inż. B. K. Konopkin — *Pieczano-grawijnyj klejennyj filtr. Gidrotechnika i melioracija Nr 11, 1953 r.*

Zaopatrzenie w wodę kołchozów i sowchozów jest oparte w większości wypadków na wodach gruntowych. W związku z tym dla studzien wierconych odczuwa się brak filtrów niezawodnej, prostej i taniej konstrukcji.

Rozpowszechnione są filtry siatkowe, które w porównaniu z filtrami innych konstrukcji posiadają szereg zalet. Zasadniczą ich zaletą jest możliwość wykonywania filtrów o niewielkiej średnicy zewnętrznej, przy tym filtry siatkowe są łatwe do zakładania. Jednakże mają one i szereg istotnych wad, do których należą duże opory przy wejściu wody, szczególnie w piaskach drobnoziarnistych, skłonność do zatykania się mechanicznego i chemicznego, korozja chemiczna i elektrolityczna, mała wytrzymałość. Ponadto w terenie odczuwa się brak siatki.

Filtry żwirowe nie mają tych wad i nadają się do stosowania w piaskach drobnoziarnistych. Filtry żwirowe istniejących konstrukcji wymagają jednak otworów wiertniczych o dużej średnicy, a ich wykonanie uzależnione jest od wysokich kwalifikacji majstrów. Wady te wpływają hamująco na szerokie zastosowanie filtrów żwirowych.

Dla uniknięcia wspomnianych wyżej wad filtrów żwirowych autor proponuje zastosowanie klejonych filtrów piaskowo-żwirowych własnego pomysłu.

Filtr ten może być wykonany na powierzchni ziemi, grubość jego jest nieco większa niż filtru siatkowego o 1,5 — 2 cm. Konstrukcja filtru charakteryzuje się tym, że rura perforowana stanowiąca szkielet filtru jest oklejona żwirem a następnie piaskiem o frakcjach stopniowo malejących. Do budowy filtru należy używać żwir i piasek dobrze przemyty i przesortowany. Średnica ziaren każdej następnej warstwy (licząc w kierunku do rury) powinna być większa 1,5 — 2 razy od średnicy ziaren warstwy poprzedzającej:

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{\delta_2}{\delta_3} = \frac{\delta_3}{\delta_4} = 1,5 - 2,0$$

Średnice otworów rury filtrowej winny być takie, aby żwir przylegający do rury nie mógł przez te otwory przechodzić. Stosunek średnicy ziaren ostatniej, zewnętrznej warstwy filtru do średnicy ziaren warstwy wodonośnej przyjmuje się równy około 10. Klej powinien dobrze rozpuszczać się w wodzie.

Wykonany na powierzchni ziemi klejony filtr piaskowo-żwirowy opuszcza się do otworu i odsłania przez podciągnięcie rur cembrowych.

Klej w otworze przy zetknięciu się z wodą rozpuszcza się i jest spompowywany wraz z wodą. W czasie pracy filtr uszczelnia się jeszcze cząstkami gruntu warstwy wodonośnej.

Wykonanie doświadczalnego filtru pokazało, że oklejanie filtru jest bardzo kłopotliwe. Klej zasychał bardzo wolno uniemożliwiając wczesną zmianę położenia rury i szybkie wykonanie filtru. Przy niedostatecznym wyschnięciu klej nie trzyma się rury, powstają zgrubienia powodujące niejednakową grubość filtru.

Filtr doświadczalny został umieszczony w skrzyni z piaskiem nasyconym wodą na okres tygodnia. W okresie tym podwodowano dwa razy przepływ wody. Po odkryciu filtru nie stwierdzono oznak kleju.

Do wykonania warstw filtracyjnych ze żwiru i piasku użyto specjalnych form. Do form tych ustawionych na rurze perforowanej, uprzednio posmarowanych smarem, nasypano kolejno 5 warstw żwiru i piasku: 10 — 7 mm, 7 — 5 mm, 5 — 3 mm, 3 — 2 mm, 2 — 1 mm. Łączna grubość tych 5 warstw wynosiła 4,5 cm. Nasypane warstwy uprzednio na-

wilgocone polewano niewielką ilością kleju (używano zwykłego kleju kancelaryjnego).

Formę z nasykanymi warstwami pozostawiono dla zaschnięcia kleju na 10 godzin. W okresie tym zaschły dobrze warstwy skrajne, warstwy środkowe nie zaschły. Dla obrócenia rury celem wykonania zasypu następnego segmentu poprzedzający zasyp wzmacniano specjalnym uchwytem.

Warstwę filtracyjną z piasku i żwiru można także w razie potrzeby wykonać na pełnej rurze posmarowanej olejem i przenieść na właściwą rurę filtrową.

Według autora do wykonania opisanych klejonych filtrów piaskowo-żwirowych niekonieczni są wykwalifikowani pracownicy.

inż. A. Kępiński, inż. S. Zieliński

#### Akademia Gospodarki Komunalnej w ZSRR i jej „punkt oparcia“

(Żiliszczno-komunalnoje Choziajstwo, Nr 8, 1953).

Dla zwiększenia łączności nauki z produkcją, Radziecka Akademia Gospodarki Komunalnej im. K. D. Pamfilowa rozpoczęła w 1951 r. organizowanie tzw. „punktów oparcia“ w terenie. Zadaniem tych punktów jest: wykonywanie pod kierunkiem Akademii prac naukowo-dosлідczalnych na tematy związane z gospodarką komunalną i mieszkaniową, mające największe znaczenie dla danego miasta, przedsiębiorstwa lub zakładu; przeniesienie do produkcji i eksploatacji wyników prac naukowych; rozpowszechnienie doświadczeń nowatorów; okazanie pomocy naukowo-technicznej wynalazcom i racjonalizatorom; postawienie tematyki aktualnych problemów gospodarki komunalnej, potrzebnych dla rozwiązania opracowania naukowego; współdziałania ze specjalistami gospodarki komunalnej dla podwyższenia ich kwalifikacji zawodowych; propagowanie prac naukowych Akademii drogą odczytów i referatów w zakładach i przedsiębiorstwach miejskich.

Cały szereg takich punktów, zorganizowanych przy poszczególnych zakładach, wykonuje doświadczalne sprawdzanie prac naukowych Akademii w warunkach produkcji i eksploatacji. „Punkt oparcia“ Akademii przy stacji Rublewskiej wodociągu Moskiewskiego stał się dobrze wyposażonym, naukowo-dosлідczalnym laboratorium, w którym pracownicy naukowcy Akademii łącznie z pracownikami produkcji opracowali nowy typ filtra pospiesznego, tzw. filtr AKCh, o wydajności 2 razy większej od filtrów istniejących. Doświadczenia przeprowadzone w miastach Gorkim i Ufie potwierdziły wysokie zalety eksploatacyjne filtrów AKCh. Obecnie „punkt oparcia“ na stacji Rublewskiej przeprowadza badania zjawiska tworzenia się kłaczków przy koagulacji oraz studia nad problemem nierównomierności spożycia wody.

„Punkt oparcia“ w Gorkim i Ufie bada działania nowych kontaktowych klarowników, które zastępują całą grupę urządzeń oczyszczających dotychczas stosowanego typu, złożone z kamer reakcji, osadników i filtrów. Cały proces oczyszczania wody dokonuje się w jednym naczyniu — klarowniku, z ziarnistym wypełnieniem. Zastosowanie klarownika zmniejsza 4 — 6-krotnie objętość urządzeń oczyszczających i odpowiednio potania ich budowę.

„Punkt oparcia“ w Ufie przeprowadza ponadto doświadczenia z dezynfekcją wody za pomocą promieni ultrafioletowych. Uzdatnianie wody przy tej metodzie nie jest droższe niż przy innych sposobach, posiada zaś tę zaletę, że woda zostaje pozbawiona bakterii bez zmiany składu chemicznego.

Kierownicy wymienionych „punktów oparcia“ Akademii są laureatami nagrody Stalinowskiej.

W. P.

#### S p r o s t o w a n i e

Artykuł: „Siarka z gazów przemysłowych“ umieszczony w dziale „Z prasy zagranicznej“ w numerze 10/1953, był opracowany na podstawie:

1. Zurcher P. Petr. Proc. 7, Nr 3,333-338 (1952)
2. H. H. Jegorow, M. M. Dmitriew, D. D. Zykw-Oczistka od siery koksowno i drugih goriuczich gazow, Moskwa 1950,



# BIULETYN INSTYTUTU GOSPODARKI KOMUNALNEJ

Warszawa, ul. Górnośląska 20. pok. 85. tel. 85061 wew. 133

DODATEK DO Nr 4 MIESIĘCZNIKA „GAZ, WODA I TECHNIKA SANITARNA”

ROK III

WARSZAWA - KWIECIEŃ 1954

Nr 2

Prof. TADEUSZ MAZUREK  
i Mgr Inż. Z. BRZYWCZY-KUŃSKA

## Bieżące prace Działu Techniki Komunalnej IGK

Prace Działu Techniki Komunalnej są przewidywane do realizacji na trzech zasadniczych odcinkach, a mianowicie: 1) w Pracowni Komunikacji Miejskich, 2) w Pracowni Energetyki i 3) w Pracowni Zieleni. Wobec zaś tego, że Instytut znajduje się jeszcze w fazie organizacji, nie przewiduje się większych prac w Pracowni Ulic i Placów Miejskich oraz w Pracowni Kapitałnych Remontów budynków mieszkalnych w miastach.

Pracownia komunikacji miejskich koncentruje się na trzech zasadniczych problemach, a mianowicie na problemie taboru komunikacji miejskich, na problemie planowania sieci komunikacji miejskich, a wreszcie na problemie zagadnień torowych i zagadnień sieci zasilającej.

Problem taboru komunikacji miejskich obejmuje sprawę wozów: tramwajowego, trolejbusowego i autobusowego. Potrzeba znormalizowania u nas taboru komunikacji miejskich jest tak oczywista, że należy żałować jedynie spóźnionych w stosunku do roku 1945 studiów nad tym zagadnieniem, a sam fakt nierozwiązania jej dotychczas podkreśla pilność i aktualność tych tematów.

Posiadanie szeregu typów wozów nastęrcza liczne niedogodności zarówno z punktu widzenia utrudnienia i podrożeńia napraw, gospodarki w zajezdniach, a także z punktu widzenia wyzyskania przełotności linii szczególnie komunikacji szynowych. Kursowanie bowiem na jednej linii tramwajowej wozów różnych typów powoduje, że przełotność linii wyznacza wóz najbardziej powolny, a co za tym idzie ewentualne zalety innych wozów nie mogą być wyzyskane. Należy również podkreślić walory ujednolajnienia gospodarki torowej, jakie daje znormalizowany typ wozu powodujący jednostajne zużycie torów. Wszystkie te metody powodują, że już od szeregu lat dążyło się u nas do ujednolajnienia i wyboru właściwego typu wozu, czego wyrazem było powołanie przez Związek Przedsiębiorstw Komunikacyjnych specjalnej komisji, która pod przewodnictwem ob. inż. Kuźmickiego prowadziła odpowiednie prace zaraz po ukończeniu wojny. Niestety, po śmierci inż. Kuźmickiego prace te nie dobiegły do końca, co spowodowało potrzebę podjęcia ich przez Instytut Gospodarki Komunalnej.

W roku 1953 przeprowadzono studia nad zagadnieniem jednego czy też kilku typów wozów tramwajowych, które należałoby produkować dla naszych potrzeb. W r. 1954 IGK ustalił wybór własnych rozwiązań, jako podstawę teoretyczną, niezbędną do prowadzenia produkcji wozu tramwajowego.

Zagadnienie wozu trolejbusowego zostało w r. 1953 rozpracowane całkowicie w IGK z ustaleniem właściwego typu wozu. Prace te przebiegają w ścisłym kontakcie z Dep. Techniki Ministerstwa Przemysłu Maszynowego i Głównym Instytutem Elektrotechniki (Zakład Trakcji Elektrycznej), co pozwala obecnie nadać formę realną zagadnieniu produkcji trolejbusów.

W podobnym kierunku przebiegają prace odnośnie ustalenia typu wozu autobusowego. Zapoczątkowane w r. 1953 w ścisłym kontakcie z Instytutem Techniki Samochodowej wchodzi obecnie w fazę końcową w kierunku stworzenia podstawy teoretycznej, niezbędnej do świadomego prowadzenia produkcji wozu autobusowego.

Problem planowania sieci komunikacyjnej jest jednym z najbardziej kluczowych problemów w komunikacjach miejskich, problemem nowym i nie sprecyzowanym dotychczas jednoznacznie w literaturze technicznej. Zagadnienie to, niezwykle ważne dla projektantów i podnoszone jako bardzo ważne dla gospodarki narodowej przez Towarzystwo Urbanistów Polskich, zostało podjęte w roku 1954 przez IGK.

Jako punkt wyjścia dla badań IGK, będą zapoczątkowane w r. 1954 prace nad zagadnieniem potoków pasażerskich

w komunikacjach miejskich oraz nad wyborem właściwych środków transportowych w tych komunikacjach.

Oba te zagadnienia zostały wstawione i ujęte programem w r. 1953 w IGK, a w roku 1954 przewiduje się ich ukończenie w odniesieniu do kilku typowych miast polskich w oparciu o badania izochronowe.

Podkreślić tu należy, że dane z literatury zagranicznej oparte o inną lokalną specyfikę wymagają dostosowania do warunków polskich i dlatego nie mogą być używane przez projektantów bez większych korekt, trudnych niejednokrotnie do wykonania na terenie biur projektowych.

Problem torów tramwajowych jest obecnie b. ważny z uwagi na wyraźne zacofanie tej dziedziny i na nienadążanie nie tylko za postępem technicznym krajów zagranicznych, ale także za osiągnięciami innych pokrewnych działów techniki np. kolejnictwa.

Zagadnienie spawania szyn, tak kluczowe w tramwajowej gospodarce, wymaga przeanalizowania — czy obecnie stosowane materiały są odpowiednie pod względem ekonomicznym i technicznym, tym bardziej że w tej dziedzinie daje się zauważyć duży postęp techniczny powodowany rozwojem metalownictwa. IGK w roku 1954 podejmuje prace w tej dziedzinie prowadzone w ścisłym kontakcie z zainteresowanymi czynnikami.

Sprawa właściwej pracy torów tramwajowych różnych konstrukcji i na różnych torowiskach będzie w r. 1954 przedmiotem badań prowadzonych przez MPK w Warszawie na ternowych odcinkach doświadczalnych. Badania te będą zaczątkiem utworzenia tramwajowej stacji drogowej w MPK Warszawa, nad którą IGK obejmie nadzór naukowy.

W roku 1954 Dział Techniki Komunalnej IGK zamierza również w ścisłej współpracy z Instytutem Techniki Budowlanej przeprowadzić studia nad współczynnikiem podłoża torów tramwajowych ułożonych na ulicach miejskich, co stanowić będzie wstęp do badań nad wyzyskaniem ukrytych rezerw tkwiących niejednokrotnie w nawierzchni tramwajowej i zapoczątkuje prace nad ulepszeniem i znormalizowaniem tej nawierzchni.

Prace prowadzone przez Centralny Zarząd PUK nad ustaleniem cykli remontowych dla torów tramwajowych otoczone będą również opieką naukową IGK, podobnie jak i analogiczne prace dotyczące cykli remontowych dla sieci tramwajowej i dla wozu tramwajowego typu N.

Podkreślić należy aktualność i ważność dla gospodarki narodowej zagadnień torowych, ważnych z punktu widzenia wymagań praktyki i nie mogących być niejednokrotnie realizowanymi wobec szczupłości kadr Instytutu.

Do takich zagadnień należy zagadnienie osuwisk na tramwajach górnośląskich, nader ważne i ciekawe z punktu widzenia zarówno geologii inżynierskiej, jak i techniki komunikacyjno-drogowej. Zagadnienie to nie może być realizowane z braku środków, którymi dysponuje IGK, aczkolwiek dojrzało ono do rozwiązania, ponieważ na kilkudziesięciu kilometrach torów tramwajowych występują te usuwiska utrudniające eksploatację.

2. Pracownia Energetyki w roku 1954 prowadzić będzie prace nad ogrzewaniem zdalacynnym osiedli.

Ogrzewanie to w oparciu o ciepłownię z zastosowaniem kotłów parowych nie jest dotychczas rozpracowane w oparciu o elektrociepłownię, aczkolwiek dałoby to największe efekty cieplne i gospodarcze. W tym stanie rzeczy rozpracowanie zagadnienia w oparciu o literaturę i o doświadczenia instytucji projektowych staje się rzeczą nader pilną, tym bardziej, że gospodarka komunalna eksploatuje urządzenia ogrzewania zdalacynnego i jest zainteresowana w możliwie najlepszym ich ustawieniu.

Praca ta stanowić będzie ważny wkład Pracowni Energetyki na tym nie zbadanym dotychczas u nas odcinku.

Pracownia Energetyki prowadzić będzie również i w roku 1954 prace nad dostosowaniem postępu techniki gazowniczej Min. Górnictwa dla potrzeb gazowni komunalnych, co pozwoli uzyskać efekty ekonomiczne w tej dziedzinie.

Z zakresu komunikacji miejskich opracowywane są następujące normatywy techniczne projektowania:

„Ntp sieci górnej tramwajowej i trolejbusowej“ zatwierdzony przez PKPG w 1953 r.,

„Ntp pasm komunikacyjnych“ opracowany w 1953 r. został wykorzystany w normatywach urbanistycznych,

„Ntp szyn tramwajowych“ znajduje się w opiniowaniu,

„Ntp przystanków komunikacji miejskiej“ znajduje się w opiniowaniu,

„Ntp zajezdni tramwajowej“ znajduje się w opiniowaniu,

„Ntp torów i rozjazdów tramwajowych“,

„Metody pomiaru ruchu na ulicach“,

„Ntp ulic“,

„Ntp oświetlenia publicznych miejsc otwartych“,

„Ntp sygnalizacji dla regulacji ruchu ulicznego“ oraz

„Ntp zajezdni trolejbusowej, autobusowej i taksówkowej“, zostaną opracowane w II kwartale 1954 r.

### 3. Pracownia Terenów Zielonych.

Zielen w miastach socjalistycznych doceniana jest w całej pełni, specjalny nacisk położony jest na zwiększenie ilości zieleni miejskiej, przy projektowaniu i rozbudowie tych miast, z uwagi na jej doniosłe znaczenie dla warunków bytowych ludności. Zielen ma wpływ: na higienę miasta, na mikroklimat, tłumienie hałasów oraz na wartości plastyczne.

Ilość zieleni z kilku metrów<sup>2</sup> na jednego mieszkańca okresu przedwojennego wzrasta w szybkim tempie do kilkunastu metrów, a w niedalekiej przyszłości wzrośnie przeciętnie do kilkudziesięciu na mieszkańca.

Budowa zieleni oraz jej konserwacja wymaga coraz większych nakładów, pociąga też za sobą konieczność zwiększenia produkcji, a co za tym idzie sprawniejszej organizacji nowych metod pracy.

Instytut Gospodarki Komunalnej przy współpracy zakładów naukowych wyższych uczelni i pokrewnych instytutów, oraz opierając się na doświadczeniu najlepszych fachowców, teoretyków i praktyków pracujących w terenie, dąży do rozwiązania najpilniejszych zagadnień.

W roku 1953, tj. w pierwszym roku powołania do życia komórki terenów zielonych podjęte zostały następujące prace:

#### I. 1) „Zestawienie i analiza materiałów dotyczących kosztów konserwacji zieleni w miastach“.

Opracowano i wysłano kwestionariusze do kilku wytypowanych zarządów zieleni miejskiej. Nadesłane dane pozwolą na ustalenie kosztów konserwacji poszczególnych typów zieleni jak: parki, skwery, ulice zadrzewione. Przy analizie można będzie ponadto określić pracochłonność poszczególnych zabiegów technicznych, co z kolei przyczyni się do szukania lepszych rozwiązań najbardziej pracochłonnych czynności, bądź to przez szukanie nowych metod organizacji pracy, bądź też wprowadzenie mechanizacji.

#### 2) Drugi temat równie aktualny przy szybkim wzroście zieleni w miastach to:

„Dobory drzew i wytyczne do projektowania zadrzewień ulicznych w miastach“.

Ustalenie właściwego materiału roślinnego, który byłby odporny na niesprzyjające dla rozwoju roślin warunki, panujące zwłaszcza w dużych miastach przemysłowych, pozwoli na bardziej ekonomiczne wykorzystanie materiału oraz wpłynie na jego zdrowotność i wygląd zewnętrzny.

#### 3) Trzecia praca z zakresu produkcji ma za zadanie:

„Opracowanie wskaźników techniczno-ekonomicznych dla eksploatacji produkcji szklarniowej i inspektowej z 1 m<sup>2</sup> i w grunтовой z 1 ara“.

W Związku Radzieckim przewiduje się dwie doniczki kwiatów na mieszkańca, u nas nie ma w tym zakresie żadnych wskaźników, ale należy się liczyć, że ze wzrostem stopy życiowej ludności, szybko także wzrośnie zapotrzebowanie na rośliny ozdobne, więc praca ta jest bardzo aktualna.

Wszystkie opracowania wyżej wymienione można by określić jako pionierskie, ponieważ dotychczas nie było opublikowanych prac z tej dziedziny, zwłaszcza jeżeli chodzi o temat pierwszy i trzeci.

#### II. W Instytucie podjęte zostały również prace nad normatywami technicznymi projektowania urządzeń komunalnych.

Miedzy innymi opracowano 9 normatywów z zakresu terenów zielonych. Normatywy te mają na celu podanie wytycznych przy projektowaniu nowych obiektów oraz uporządkowanie podstawowych działów terenów zielonych.

W zakresie projektowania opracowano:

1) „Normatyw techniczny projektowania pracowniczego ogrodu działkowego“, zatwierdzony przez PKPG.

2) „Normatyw techniczny projektowania parku spacerowo-wypoczynkowego“ w opiniowaniu.

3) „Normatyw techniczny projektowania zieleni śródblokowej“ w opiniowaniu.

Normatywy te podają zasięg terytorialny obiektu, powierzchnię w odniesieniu do ilości mieszkańców, zagospodarowanie terenu, a m. in. stosunek dróg do zieleni oraz ich wielkość. Normatywy omawiają: zaopatrzenie w wodę, ogrodzenie, budynki administracyjno-gospodarcze oraz normy ilościowe i przestrzenne urządzeń użytku ogólnego.

4) „Normatyw techniczny projektowania cmentarza komunalnego dla miast typowej wielkości“ w opiniowaniu.

Normatyw zawiera określenie wielkości terenu cmentarza, dla miast czterech typów, które wynika ze sposobu obliczania powierzchni terenu grzebalnego. Normatyw przewiduje 4 m<sup>2</sup> pow. na 1 mieszkańca, przy stosunku powierzchni grzebalnych i niegrzebalnych 40% do 60%, i okresu trwania grobów przez 20 lat. Przy projektowaniu norm cmentarnych o charakterze parkowo-leśnym procent powierzchni niegrzebalnych może ulec zwiększeniu do 75%.

W normatywie uwzględniono lokalizację terenu, wielkość mogił, drogi i place, ogrodzenie, pomieszczenie administracyjno-mieszkalne oraz dom przedpogrzebowy.

#### 5) Uzupełnieniem wymienionych normatywów jest:

„Normatyw wyposażenia w urządzenia wodno-kanalizacyjne, oświetlenie, ustępy itp. terenów zieleni miejskiej“ w opiniowaniu.

Normatyw omawia ułożenie sieci wodociągowo-kanalizacyjnej, zapotrzebowanie dobowe wody do podlewania roślin oraz dróg. Odnosnie oświetlenia ustala głębokość położenia kabla, rozstaw lamp i siłę światła, wreszcie przewiduje urządzenia sanitarne dla potrzeb zieleni miejskiej w opiniowaniu.

Normatywy z dziedziny produkcji to przede wszystkim:

#### 6) „Normy produkcji szkółkarskiej dla potrzeb zieleni miejskiej“ w opiniowaniu.

W normatywie omówiona jest sprawa zmianowania: w szkółce siewnej, dla roślin iglastych, dla krzewów liściastych, dla drzew szybko i wolno rosnących. Uwzględniony jest ubytek w trakcie produkcji, wydajność z jednostki powierzchni, zużycie materiałów oraz zakres stosowania wskaźników.

Drugi normatyw odnoszący się do produkcji to:

#### 7) „Normalizacja doboru drzew i krzewów dla potrzeb zieleni miejskiej“ w opiniowaniu.

Jest to korekta doborów opracowanych przed dwoma laty przez Zakład Terenów Zieleni I.U.A.

Uzupełnieniem wyżej wymienionych normatywów jest:

#### 8) „Katalog normatywny taboru, narzędzi i sprzętu ogrodniczego terenów zieleni miejskiej“ w zatwierdzeniu.

#### 9) „Normatyw techniczny baz gospodarczych obsługi zieleni dla miast“ w opiniowaniu.

Pierwszym z tych normatywów jest spis narzędzi, maszyn i taboru niezbędnych dla normalnej działalności zarządów Zieleni Miejskiej z podaniem zastosowania i charakterystyki technicznej każdej pozycji katalogu. Narzędzia podane w katalogu uwzględniają:

a) uprawę gleby, roboty ziemne, odgruzowawcze i drogowe,

b) konserwację terenów zielonych,

c) konserwację lasów komunalnych,

d) prace pielęgnacyjne i sprzęt w zakresie produkcji roślinnej, maszyny do walki z chorobami i szkodnikami roślin oraz przyrządy miernicze.

#### 10) „Normatyw techniczny projektowania baz gospodarczych zieleni miejskiej“ omawia gospodarce ośrodki ogrodnicze, biorąc pod uwagę wielkość rejonu obsługi zieleni, ilość zatrudnienia, przy uwzględnieniu warunków przyrodniczych i technicznych.

Ustala się szczegółowo wielkość budynków, ich konstrukcję oraz urządzenie wnętrz.

W roku 1954 kontynuuje się prace rozpoczęte w ub. roku, z nowych prac podjęto opracowanie:

„Dobór drzew i krzewów dla Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego“.



# Warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1954

Administracja Czasopism Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej, Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Wydawnictwa Komunikacyjne i Filmowa Agencja Wydawnicza wprowadzają następujące warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1954.

| L. p. | Nazwa czasopisma | A b o n a m e n t |            |           |               |            |           |
|-------|------------------|-------------------|------------|-----------|---------------|------------|-----------|
|       |                  | Opłata normalna   |            |           | Opłata ulgowa |            |           |
|       |                  | roczna            | pół-roczna | kwartalna | roczna        | pół-roczna | kwartalna |
| 1     | 2                | 3                 | 4          | 5         | 6             | 7          | 8         |

## CZASOPISMA NAUKOWO-TECHNICZNE

|                                      |       |      |       |      |       |       |
|--------------------------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| 1. Architektura                      | 180,— | 90,— | 45,—  | 90,— | 45,—  | 22,50 |
| 2. Budownictwo Przemysłowe           | 108,— | 54,— | 27,—  | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 3. Gazeta Cukrownicza (kwartalnik)   | 18,—  | 9,—  | 4,50  | 12,— | 6,—   | 3,—   |
| 4. Gaz, Woda i Techn. Sanit.         | 72,—  | 36,— | 18,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 5. Gospodarka Wodna                  | 96,—  | 48,— | 24,—  | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 6. Gospodarka Ciepła (dwumies.)      | 48,—  | 24,— | —     | —    | —     | —     |
| 7. Inżynieria i Budownictwo          | 108,— | 54,— | 27,—  | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 8. Materiały Budowlane               | 72,—  | 36,— | 18,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 9. Odzież                            | 54,—  | 27,— | 13,50 | —    | —     | —     |
| 10. Ochrona Pracy                    | 72,—  | 36,— | 18,—  | —    | —     | —     |
| 11. Poligrafika (dwumies.)           | 36,—  | 18,— | —     | 18,— | 9,—   | —     |
| 12. Przegląd Budowlany               | 108,— | 54,— | 27,—  | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 13. Przegląd Elektrotechn.           | 108,— | 54,— | 27,—  | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 14. Przegląd Geodezyjny              | 72,—  | 36,— | 18,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 15. Przegląd Mechaniczny             | 108,— | 54,— | 27,—  | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 16. Przegląd Papierniczy             | 60,—  | 30,— | 15,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 17. Przegląd Skórzany                | 60,—  | 30,— | 15,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 18. Przegląd Spawalnictwa            | 54,—  | 27,— | 13,50 | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 19. Przemysł Chemiczny               | 108,— | 54,— | 27,—  | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 20. Przegląd Techniczny              | 108,— | 54,— | 27,—  | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 21. Przegląd Telekomunik.            | 72,—  | 36,— | 18,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 22. Przemysł Drzewny                 | 72,—  | 36,— | 18,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 23. Przemysł Rolny i Spoż.           | 90,—  | 45,— | 22,50 | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 24. Przemysł Włókienniczy (dwumies.) | 54,—  | 27,— | —     | 27,— | 13,50 | —     |
| 25. Szkło i Ceramika                 | 54,—  | 27,— | 13,50 | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 26. Technika Lotnicza (dwumies.)     | 54,—  | 27,— | —     | 36,— | 18,—  | —     |
| 27. Technika Motoryzacyjna           | 72,—  | 36,— | 18,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 28. Cement, Wapno, Gips              | 54,—  | 27,— | 13,50 | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 29. Drogownictwo                     | 72,—  | 36,— | 18,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 30. Energetyka (dwumies.)            | 72,—  | 36,— | —     | 36,— | 18,—  | —     |
| 31. Hutnik                           | 108,— | 54,— | 27,—  | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 32. Nafta                            | 72,—  | 36,— | 18,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |
| 33. Przegląd Górniczy                | 108,— | 54,— | 27,—  | 54,— | 27,—  | 13,50 |
| 34. Przegląd Odlewnictwa             | 72,—  | 36,— | 18,—  | 36,— | 18,—  | 9,—   |

## CZASOPISMA POPULARNO-TECHNICZNE

|                              |       |      |       |      |      |      |
|------------------------------|-------|------|-------|------|------|------|
| 35. Chemik                   | 54,—  | 27,— | 13,50 | 18,— | 9,—  | 4,50 |
| 36. Horyzonty Techniki       | 36,—  | 18,— | 9,—   | —    | —    | —    |
| 37. Mechanik                 | 108,— | 54,— | 27,—  | 36,— | 18,— | 9,—  |
| 38. Motoryzacja              | 60,—  | 30,— | 15,—  | 18,— | 9,—  | 4,50 |
| 39. Technik Przem. Spożywc.  | 36,—  | 18,— | 9,—   | —    | —    | —    |
| 40. Gospodarka Węglem        | 36,—  | 18,— | 9,—   | —    | —    | —    |
| 41. Wiadomości Elektrotechn. | 36,—  | 18,— | 9,—   | 18,— | 9,—  | 4,50 |
| 42. Wiadomości Telekomunik.  | 36,—  | 18,— | 9,—   | 18,— | 9,—  | 4,50 |
| 43. Wiadomości Górnicze      | 54,—  | 27,— | 13,50 | 18,— | 9,—  | 4,50 |
| 44. Wiadomości Hutnicze      | 54,—  | 27,— | 13,50 | 18,— | 9,—  | 4,50 |
| 45. Włókiennictwo            | 36,—  | 18,— | 9,—   | —    | —    | —    |
| 46. Kinotechnik              | 36,—  | 18,— | 9,—   | —    | —    | —    |

Przy czasopismach: „Technik Przemysłu Spożywczego“, „Horyzonty Techniki“, „Włókiennictwo“, „Odzież“, „Ochrona Pracy“, „Gospodarka Ciepła“, „Gospodarka Węglem“ i „Kinotechnik“ — ze względu na niskie ceny obowiązujące tylko prenumerata normalna.

## PRENUMERATA NORMALNA

Zgłoszenia na prenumeratę normalną na rok 1954 przyjmują wyłącznie urzędy pocztowe oraz listonosze miejskie i wiejskie.

Termin zgłaszania prenumeraty normalnej na okres kwartalny, półroczny lub roczny upływa z dniem 10 każdego miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.

## PRENUMERATA ULGOWA

### A. CZASOPISMA NAUKOWO-TECHNICZNE

Z prenumeraty ulgowej czasopism naukowo-technicznych na rok 1954 korzystać mogą jedynie:

- 1) członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych, zrzeszonych w NOT
- 2) członkowie Klubów Techniki i Racjonalizacji
- 3) studenci szkół wyższych

### B. CZASOPISMA POPULARNO-TECHNICZNE

Z prenumeraty ulgowej czasopism popularno-technicznych na rok 1954 korzystać mogą:

- 1) członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych
- 2) członkowie Klubów Techniki i Racjonalizacji
- 3) studenci szkół wyższych
- 4) uczniowie szkół zawodowych

### Sposób zamawiania prenumeraty ulgowej

Zamówienia na prenumeratę ulgową powinny być sporządzane zbiorowo — nie imiennie, lecz ilościowo — na każdy tytuł czasopisma oddzielnie, nie mniej niż 5 egzemplarzy każdego tytułu.

Zamówienia te łącznie z należnością przyjmować będą koła zakładowe, a od członków nie zrzeszonych w kołach — oddziały stowarzyszeń naukowo-technicznych, przekazując je w odpowiednich terminach bezpośrednio do PPK „Ruch“ w Warszawie, Stalingrodzie lub w Łodzi, w zależności od miejsca wychodzenia czasopisma.

Analogiczny tryb postępowania obowiązuje studentów i uczniów szkół zawodowych z tym, iż na uczelniach prenumeratę przyjmować będą koła naukowe uczelni, a w szkołach zawodowych — dyrekcja szkoły.

### Terminy składania zgłoszeń na prenumeratę ulgową

Zamówienia kwartalne na 1954 r. należy zgłaszać w terminach:

II kwartał do 1 marca 1954 r.

III „ „ 1 czerwca 1954 r.

IV „ „ 1 września 1954 r.

Należność za prenumeratę zbiorową, ulgową lub normalną dla czasopism nie mających ceny ulgowej należy wpłacać na następujące konta:

dla czasopism poz. od 1 do 8

„ 10 „ 15

„ 18 „ 23

„ 25 „ 27, 29, 36, 37,  
38, 39, 41, 42  
i 46

PPK „Ruch“, Warszawa, Centralna Ekspedycja, ul. Śrebrna 12 konto PKO Nr I-14000/110;

dla czasopism poz. 9, 16, 17, 24 i 45. Oddział PPK „Ruch“ w Łodzi, konto PKO Nr VII-9907/110;

dla czasopism poz. 28 i od 30 do 35 oraz poz. 40, 43 i 44, Oddział PPK „Ruch“ Stalingród, konto PKO Nr III-17763/110.



## PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

### NOWOŚCI WYDAWNICZE

- Bryś S., Pufal Z.: **Spawanie cynku i jego stopów.** S. 84, zł 5.70
- Ciupak M.: **Organizacja dyspozytorskiego systemu zarządzania w przemyśle lekkim.** S. 68, zł 5.—
- Dzikowski A.: **Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle kowalskim.** S. 34, zł 2.—
- Goryński J.: **Standardy budowlane. Budownictwo mieszkaniowe.** S. 155, zł 10.70
- Hora E.: **Mechanizacja przeładunku i składowania materiałów budowlanych.** S. 102, zł 7.—
- Kafel M.: **Mały ilustrowany słownik techniki wydawniczej.** S. 112, zł 15.— (w oprawie)
- Konrad Z.: **Fermy bydła.** Serafin S.: **Fermy trzody chlewnej.** Poradnik architekta. Instytut Urbanistyki i Architektury. S. 50, zł 7.30
- Mączyński Z.: **Poradnik budowlany dla architektów.** S. 840, zł 74.50 (w oprawie)
- Nechay J.: **Jak przygotować beton.** Seria „Będę fachowcem”. S. 59, zł 3.—
- Roguski A.: **Urządzenia do kompensacji ziemnozwarciowej.** Działanie i eksploatacja. S. 51, zł 3.50
- Rosenberg S.: **Materiały ogniotrwałe.** Metody badań laboratoryjnych i kontroli technicznej. S. 195, zł 15.60
- Skłodowski A., Zanoziński Z.: **Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle ślusarskim.** S. 50, zł 3.50
- Świgoń S.: **Uchwyty i przyrządy z masami zaciskającymi.** S. 56, zł 5.—
- Technologia kwasu siarkowego.** Opracowali: Malin K. M., Arkin N. Ł., Borieskow G. K., Slinko M. G. Tłum. z ros. S. Bretsznajder. S. 393, zł 45.20 (w oprawie)
- Walewski A.: **Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle blacharskim i kotlarskim.** S. 40, zł 3.50
- Wasiljew B. D.: **Wznoszenie budowli na gruntach o dużej ścisłości.** Dświadczenia z dziedziny fundamentowania. Tłum. z ros. wyd. 2. M. Ossowiecki. S. 92, zł 7.40

### KSIAŻKI WYDANE POPRZEDNIO

- Gosztowtt L.: **Rurociągi i armatura.** 1953, s. 224, zł 19.50 (w oprawie)
- Madej R.: **Oszczędna gospodarka parą w przemyśle.** 1953, s. 151, zł 15.80
- Nowakowski W.: **Metody oczyszczania wody zasilającej kotły parowe.** Wyd. 2 uzupełnione. 1953, s. 192, zł 13.60
- Olczakowski W.: **Zmiękczenie wody w wymiennikach sodowych.** 1953, s. 51, zł 2.80
- Olczakowski W., Ficki Z.: **Woda w zakładach przemysłowych.** 1952, s. 258, zł 19.30
- Przychodzki J.: **Straty ciśnienia w armaturze wodociągowej.** 1952, s. 26, zł 4.90
- Riedl R.: **Urządzenia i ruch gazowni.** Tłum. z czesk. L. Obidowicz i J. Czaplicka. 1952, s. 588, zł 63.—
- Rietschel H.: **Podręcznik ogrzewania i wietrzenia.** Tłum. z niem. W. Kamler. Część I. Wyd. 2. 1950, s. 260, zł 37.50. Część 2. 1950, s. 188, zł 20.—
- Solecki T.: **Zakłady kąpielowe.** Projektowanie i budowa. 1953, s. 128, zł 9.70
- Rosner W.: **Kontrola ruchu urządzeń do ulepszania wody.** 1950, s. 95, zł 6.50
- Stefanowski B.: **Chłodnictwo.** Wyd. 3. 1952, s. 367, zł 36.20
- Tuszyński W.: **Woda w zakładzie mleczarskim.** 1953, s. 104, zł 6.—
- Wilk Z.: **Gaz ziemny.** 1952, s. 655, zł 58.70
- Wołoszyn W.: **Generatory gazowe w zarysie.** 1951, s. 220, zł 14.40

Do nabycia w księgarniach technicznych **DOMU KSIAŻKI**  
i u kolporterów zakładowych.

