

Inż. KAROL LÉDL

Prezes Czechosłowackiego Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców

Czechosłowackie Zrzeszenie Gazowników i Wodociągowców a rozwój myśli o współpracy słowiańskiej.

Do styczniowego zeszytu naszego czasopisma »Plyn a Voda« napisał miły kolega inż. W. Rabczewski, przewodniczący Związku Zrzeszeń Gazowników i Wodociągowców Słowiańskich, bardzo interesujący artykuł, w którym podał szczegółowy zarys wszystkich dążeń w kierunku zorganizowania Związku Słowiańskiego. Z treści przebija jego wielka miłość ku Słowiańszczyźnie i serdeczne braterstwo dla Jugosłowian i dla nas Czechosłowaków. Czechosłowackie Zrzeszenie Gazowników i Wodociągowców przyjmuje z podziękowaniem jego gorące wyrazy przyjaźni i chce wzamian za nie podać braciom Polakom w czechosłowackim zeszycie ich czasopisma »Gaz i Woda« — krótką historję Zrzeszenia Czechosłowackiego i jego pierwszych kroków do nawiązania współpracy słowiańskiej.

Poprzednikiem naszego Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców w dziedzinie komunalnej była »Sekcja Techniczna« przy Związku Miast Czeskich, utworzona w r. 1909, która dbała o rozwój gazownictwa na ziemiach czeskich. Wojna światowa zahamowała jej działalność, aż dopiero w r. 1919 wyrosło z niej samoistne Zrzeszenie Gazownicze Czechosłowackie. Po jednorocznym istnieniu, uchwalono jednogłośnie na walnym zebraniu w czasie I-go Zjazdu w Morawskiej Ostrawie, w dniach 18 i 19 lipca 1920 r., przyjąć do wspólnoty pracy także wodociągowców i techników z miejskich wydziałów techniczno-sanitarnych. Tą uchwałą powołano do życia Czechosłowackie Zrzeszenie Gazowników i Wodociągowców w jego dzisiejszym składzie. Zaraz w początkach zastanawiano się nad wydawaniem własnego fachowego czasopisma, którego pierwszy zeszyt ukazał się w maju 1921 r. pod nazwą »Plyn a Voda«. Początki jego były skromne — pierwszy rocznik obejmował tylko 92 strony, podczas gdy dzisiaj posiada ich około 400 — ale w ciągu kilku lat stało się ono trybuną najlepszych fachowców z dziedziny gazownictwa, wodociągarstwa i techniki zdrowotnej. Ten rozwój pisma i podniesienie jego poziomu są

w pierwszym rzędzie zasługą jego obecnego naczelnego redaktora inż. dra T. Keclika, albowiem potrafił on skupić dokoła siebie grono pilnych współpracowników, oddanych sprawie.

Pierwsze zetknięcie się Czechosłowackiego Zrzeszenia ze Zrzeszeniem Polskiem datuje się z r. 1925, kiedy rozpoczęto wymianę czasopisma Zrzeszenia Polskiego »Gaz i Woda« z naszym czasopismem »Plyn a Voda«. Przyjacielskie stosunki z Jugosłowianami nawiązano w r. 1926, wkrótce po powstaniu ich Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców. Na nasze doroczne zjazdy przybywały liczne delegacje braci Polaków i Jugosłowian, naodwrot zaś przedstawiciele naszego Zrzeszenia uczestniczyli w zjazdach polskich i jugosłowiańskich. Osobisty udział w zjazdach oraz poznawanie wspólnych i zgodnych celów zbliżyły nas stale. Mimo to nasze przyjazne stosunki nie miały żadnych określonych form organizacyjnych. Dopiero w czasie XII Zjazdu Czechosłowackiego Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców w Pardubicach w r. 1931 postawił inż. K. Lédl pierwszy konkretny wniosek, jednogłośnie przyjęty, aby Prezydjum Zrzeszenia Czechosłowackiego wraz z delegatami polskimi pp. inż. W. Rabczewskim, inż. Cz. Swierczewskim, inż. B. Dalborem i z delegatem jugosłowiańskim inż. S. Crnekovićem zastanowiło się nad stworzeniem organizacji gazowników i wodociągowców słowiańskich.

W rok później, na Zjeździe w Pradze, w uroczystej i braterskiej atmosferze IX Wszechsokolskiego Zlotu, przystąpiono już do położenia pierwszych podwalin pod Związek Zrzeszeń Gazowników i Wodociągowców Słowiańskich, którego tymczasowym przewodniczącym wybrano — na wniosek Prezydjum Zrzeszenia Czechosłowackiego — najstarszego gazownika p. inż. Cz. Swierczewskiego. Na pierwszym konstytuującym posiedzeniu Zarządu Związku w Krakowie w dniu 24 października 1932 r. właściwym przewodniczącym wedle statutu wybrany został p. inż. W. Rabczewski.

Po dwuletnim istnieniu Związku możemy już z zadowoleniem stwierdzić, że pierwsze kroki w wspólnej pracy przyniosły zadawalające wyniki. Jesteśmy szczęśliwi, że zaliczamy się do pierwszych pionierów przyjaźni między wolnymi Słowianami, którzy nietylko powzięli myśl, ale i wprowadzili w czyn słowiańską współpracę na polu

techniki. Aby jednak nasze przyjacielskie stosunki nie utknęły, ale aby były nadal pogłębiane i rozszerzane, trzeba w przyszłości pokonać jeszcze wiele trudności, a dopiero wtedy wspólnota płodnej pracy będzie mogła przynieść owoce wszystkim zrzeszonym narodom słowiańskim.

Mamy nadzieję, że na naszych tegorocznych zjazdach powitamy braci Bułgarów, a wzmocnieni i utrwaleni w przekonaniu, że obrona przez nas droga jest właściwa, uczynimy znowu duży krok naprzód.

Dr Inż. MIŁOSŁAW HAVELKA

Zapotrzebowanie i wyrób pary w gazowniach.

Para jest bardzo ważnym czynnikiem w ruchu gazowni i to nie tylko pod względem technicznym, ale i gospodarczym. Zbyteczne jest zwracanie uwagi i szczegółowe omawianie znaczenia pary, która jest nie do zastąpienia przy napędzie ssaków i sprężarek, przy zgazowywaniu, destylacji i ogrzewaniu. Po stronie gospodarczej poświęca się jednak parze — z punktu widzenia ruchu gazowni — uwagę nie dość systematyczną, a to zarówno w czasopiśmie fachowych, jak i technologiach gazowniczych. Np. we francuskiej technologii *Masse Barila* niema o parze ani słowa. Podobnie w książce *Bertelsmanna* »*Lehrbuch der Leuchtgasindustrie*«. *Alwyne Meade* (»*Modern Gasworks Practice*«) zbywa parę kilku zdaniem, mimochodem przy wyrobie gazu wodnego. *A. Schäfer* (»*Einrichtung und Betrieb eines Gaswerkes*«, 4. Auflage 1929) zajmuje się szczegółowo gospodarką cieplną w gazowni, mimo to brak w tym bardzo dobrym podręczniku szeregu ważnych danych, np. o tem, jaką zdolność produkcyjną winny posiadać źródła pary w gazowni w stosunku do maksymalnej wytwórczości, danych o ilości pary popędowej i pary do celów ogrzewniczych, wskazówek dla optymalnego ciśnienia i przegrzania pary, bliższych danych o wyrobie pary z miazgi koksowej i t. d. W czasopiśmie fachowych porusza się dość często sprawy dotyczące gospodarki cieplnej, a zwłaszcza parowej w gazowni, brak jednak ujęcia krytycznego zebranych wiadomości, a zatem i pewnych wskazówek.

Artykułem swym nie zamierzam usunąć tych braków, albowiem nie mam do dyspozycji ani potrzebnych materiałów ani odpowiedniej ilości miejsca. Chcę tylko w grubych zarysach przedstawić

gospodarkę parą w gazowni i zwrócić w ten sposób uwagę na jej znaczenie ze względu na inwestycje i ruch.

I. Zapotrzebowanie pary.

Zapotrzebowanie pary w gazowniach podaje dr *Geipert* (*G. W. F.*, 1921, str. 115) w ilości 130 kg na 100 m³ wyrobionego gazu. *A. Kolar* (»*Verwendung von Kleinkoks im Eigenbetriebe*«. *G. W. F.*, 1932, str. 255) podaje zużycie pary w gazowniach wiedeńskich w r. 1930 również w ilości 1300 kg na 1000 m³ wyrobionego gazu.

Cyfry te są miarodajne tylko dla większych gazowni, które posiadają duże zapotrzebowanie pary dla ogrzewania i destylacji. W pewnych wypadkach zużycie pary może być nawet jeszcze wyższe. Dla mniejszych jednak gazowni cyfra ta zdaje się być zbyt wysoka, jak to postaram się udowodnić.

Wedle sposobu zużycia możemy podzielić parę w gazowniach na 3 grupy:

- a) parę popędową,
- b) „ do destylacji i zgazowywania,
- c) „ do celów grzejnych.

Aby uzyskać obraz całkowitego zapotrzebowania pary i jej rozdziału w ruchu, weźmy jako przykład gazownię o rocznej produkcji około 50 000 000 m³ gazu. Zakład tej wielkości jest już tak rozbudowany, że występują w nim zazwyczaj wszystkie sposoby użytkowania pary. Wybierzmy dla naszego przykładu gazownię, która posiada komory pionowe z dodawaniem pary przy końcu okresu destylacyjnego, centralne generatory dla opalania pieców i destylacji smoły, dalej destylarnię smoły, fabrykę siarczanu amonowego, benzolownię, 2 zbiorniki gazowe mokre po 100 000 m³, łazienki robotnicze, parowe ogrzewanie budynków, garaży i t. d.

Z uzyskanego tą drogą zestawienia będzie można łatwo wypośrodkować zapotrzebowanie pary dla większych i mniejszych zakładów.

Para popędowa. Ze względu na istotę ruchu wymagają niektóre aparaty wyłącznie popędu parowego. Jedynie zastępczo zaopatruje się niektóre maszyny w popęd elektryczny.

Dla naszego przykładu trzeba wziąć pod uwagę następujące zasadnicze pozycje w zapotrzebowaniu pary popędowej:

- 3 ssaki, każdy o sprawności 6 000 m³/godz;
- 1 dmuchawa dla generatorów centralnych o sprawności ok. 13 000 m³/godz (w rezerwie 1 maszyna z popędem elektrycznym);

2 sprężarki dla tłoczenia gazu do sieci rur, każda o sprawności 8 000 m³/godz (w rezerwie 1 sprężarka z popędem elektrycznym);

1 ssak turbinowy dla gazów spalinowych z piecowni o sprawności 400 m³/min (w rezerwie 1 maszyna z popędem elektrycznym);

1 pompa turbinowa do zasilania kotłów o sprawności 10 000 l/godz (w rezerwie 1 elektryczna);

6 maszyn parowych dla popędu płóczek naftalenowych i amonjakalnych, każda o mocy 4 KM;

6 różnych pomp parowych dla kotła opalającego ciepłem odlotowym, pompowania oleju w benzolowni i t. p. o łącznej mocy ok. 12 KM.

Jeżeli przyjmiemy, że wyszczególnione maszyny, zużywające parę, pracują przez cały rok, elektrycznych zaś urządzeń używa się tylko w najkonieczniejszych przypadkach, dalej, że dysponujemy parą o nadciśnieniu 12 atm i przegrzaną do ok. 300° C, otrzymamy dla normalnego ruchu następujące dane:

ssaki dla gazu produkcyjnego . . .	4 000 tonn/rok
dmuchawa dla generatorów . . .	8 500 " "
sprężarki	4 000 " "
ssak turbinowy dla spalin	5 000 " "
pompa turbinowa dla zasilania kotłów	360 " "
maszyny parowe dla popędu płóczek	800 " "
pompy parowe	500 " "
	<hr/>
	23 160 tonn/rok

Para do destylacji i zgazowywania.

Ogólną ilość pary tego rodzaju obliczamy na podstawie ustalonych danych, dotyczących właściwego zużycia na poszczególne surowce. I tak, para do komór destylacyjnych wynosi ok. 5% w przeliczeniu na węgiel. Dla centralnych generatorów potrzeba ok. 0,45 kg pary na kg koksu. Dla wyrobu benzolu potrzeba 7,5 kg pary na kg rafinowanego benzolu. Wyrób siarczanu amonowego wymaga ok. 5,7 kg pary na kg siarczanu. Dla odwodnienia smoły parą potrzeba ok. 100 kg na tonnę smoły.

Dla rozważanej przez nas gazowni otrzymamy zatem następujące cyfry:

para dla komór (5% z 12 500 wagonów)	6 250 tonn
" " generatorów (17 500 tonn koksu)	8 000 "
benzolownia (900 tonn rafinowanego benzolu)	6 750 "
wyrób siarczanu amonowego (900 tonn siarczanu)	5 150 "
przeróbka smoły (5 000 tonn smoły)	500 "
	<hr/>
razem . . .	26 650 tonn

Para dla celów grzejnych. Najważniejszymi odbiorcami pary grzejnej w gazowniach są: ogrzewanie budynków, ogrzewanie zbiorników, łazienki robotnicze i ewent. ogrzewanie różnych zbiorników na smołę, oleje itp.

Danych, dotyczących ogrzewania zbiorników, niema naogół ani w fachowej literaturze ani w prospektach firm. Ogrzewanie to jest zależne przede wszystkim od miejscowych warunków klimatycznych. Opierając się na naszych pomiarach, przeprowadzonych na zbiorniku mokrym objętości 75 000 m³, można przyjąć jako podstawę dla obliczenia ogrzewania zbiornika w naszym klimacie następujące cyfry: zbiornik o 100 000 m³ potrzebuje dla ogrzewania 1 000 kg nasyconej pary na godzinę przy mrozie —10° C. W naszym klimacie jest przeciętnie w roku 35÷40 dni, w czasie których trzeba ogrzewać na 100%, i 50 dni, w czasie których wystarczy ogrzewanie na 50% lub mniej (ewent. tylko w nocy).

Jeżeli chodzi o ogrzewanie budynków, zużycie pary może być w poszczególnych zakładach bardzo rozmaite, zależnie od tego, czy zakład posiada większe budynki administracyjne, garaże itp. W rozważanym przez nas przykładzie kubatura ogrzewanych budynków wynosi około 40÷50 000 m³. W naszym klimacie potrzeba na ogrzewanie maksymalnie 15 Kal/m³/godz przy okresie ogrzewania ok. 180 dni w roku.

Łazienki robotnicze zużywają zazwyczaj również dość znaczne ilości pary. Według naszego doświadczenia potrzeba ok. 20 kg pary na jednego kąpiącego się. W zakładzie tej wielkości, jak rozważany, frekwencja w łazienkach robotniczych wynosi ok. 200 osób na dzień.

Zapotrzebowanie zatem pary do celów grzejnych wynosić będzie w naszym przypadku:

ogrzewanie zbiorników . . .	3 200 tonn/rok
" budynków	6 500 " "
para dla łazienek	1 500 " "
	<hr/>
	11 200 tonn/rok

Całkowite zapotrzebowanie pary. Z wyżej przytoczonych cyfr okazuje się, że gazownia z roczną produkcją 50 000 000 m³ gazu potrzebuje następujące ilości pary:

para popędowa	23 160 tonn/rok
" do destylacji i zgazowywania	26 650 " "
" do ogrzewania	11 200 " "
	<hr/>
razem . . .	61 010 tonn/rok

Na 100 m³ wyrobionego gazu przypada zatem ok. 122 kg pary. Dane Geiperta o zapotrzebowaniu pary w gazowniach są więc ściśle. Odnosi się to jednak tylko do dużych gazowni. W mniejszych zakładach bez benzolowni, destylarni smoły, fabryki siarczanu, bez sprężarek dla tłoczenia gazu, ewent. i bez ssaka dla spalin, t. j. w gazowniach z kominem, bez centralnych generatorów itp., zużycie pary na 100 m³ wyrobionego gazu jest znacznie niższe i wynosi zależnie od miejscowych warunków tylko ok. 80÷100 kg.

Przy naszych obliczeniach pary napędowej nie uwzględniliśmy zastępczego popędu elektrycznego niektórych maszyn. Trzeba jednak zaznaczyć, że zastępczy napęd elektryczny szeregu maszyn może być niekiedy korzystny, np. napęd ssaków dla spalin, dmuchawy dla generatorów, pompy turbinowej zasilającej, sprężarek do tłoczenia gazu itp., jednym słowem przede wszystkim napęd maszyn o możliwie jednostajnym obciążeniu, służących do takich celów, gdzie momentalne zatrzymanie nie powoduje specjalnych trudności. Dzisiaj, przy nieznacznej ilości przerw w dostawie prądu elektrycznego trzeba dokładnie zastanowić się nad tem, które maszyny możnaby chociażby zastępczo wyposażyć w napęd elektryczny, tańszy w inwestycji, a dalej nad tem, w jakiej mierze należy z napędu elektrycznego korzystać. Do tego trzeba jednak znać koszt popędu elektrycznego w porównaniu z popędem parowym. W przybliżeniu można powiedzieć, że tam, gdzie cena 1 kWh nie przekracza 12÷15-krotnego kosztu wytworzenia 1 kg pary, opłaca się używać o ile możliwości prądu elektrycznego.

W naszym przypadku, posługując się często zastępczymi maszynami z napędem elektrycznym, można obniżyć zużycie pary popędowej o 30÷40%.

Straty pary. Dotychczas braliśmy pod uwagę zużycie pary mierzone lub oceniane bezpośrednio przy urządzeniu odbiorczym. Te cyfry różnią się jednak w gazowniach znacznie w stosunku do pomiaru odbioru pary bezpośrednio przy źródle. Różnica ta powstaje wskutek niezwykle dużej straty na kondensację. R. Liebetanz (*Die messtechnische Erfassung der Dampfverteilung im Gaswerk*, G. W. F., 1932, str. 246) ocenia w swem zestawieniu stratę wskutek kondensacji na 1÷5% zależnie od miejscowych warunków. Inni fachowcy podają straty na kondensację dla mniej rozczłokowanych zakładów na ok. 10%. W rzeczywistości straty wskutek kondensacji w rozległych gazowniach, z szeregiem stosunkowo małych, daleko od

siebie umieszczonych urządzeń odbiorczych, są znacznie wyższe i dochodzą do ok. 20% całkowitej wytwórczości.

Przyczyna wysokiej straty wskutek kondensacji tkwi zazwyczaj już w samym projekcie gazowni. Albowiem zakłady są zazwyczaj projektowane raczej z punktu widzenia transportu materiałów, kwestji zaś rozprowadzenia pary nie uwzględnia się należycie przy projektowaniu. Z tego powodu przewody parowe są bardzo długie, z małym obciążeniem jednostkowym, częstokroć zaś z przerywanym i niejednostajnym odbiorem. Typowym przykładem niejednostajnego odbioru są sprężarki do tłoczenia gazu, z dużym odbiorem pary w czasie wieczornego obciążenia szczytowego, a z minimalnym odbiorem względnie nawet żadnym w godzinach nocnych.

Straty spowodowane długim, słabo obciążonym przewodem trudno jest usunąć, ponieważ nawet dokładna izolacja kształtek i uzbrojenia niewiele pomaga. Jeżeli jednak chodzi o parę do zgazowywania, destylacji, a następnie do ogrzewania, to trzeba zwrócić specjalną uwagę na straty, wynikłe wskutek rozprowadzania pary nasyconej. Przy rozprowadzaniu pary nasyconej strata wskutek kondensacji okazuje się przy niezmienionej temperaturze niezwykle wysoka. Naodwrot, przy rozprowadzaniu pary przegrzanej spada wprawdzie temperatura pary, ale całkowita strata kaloryczna jest znacznie niższa. Trzeba zatem także parę dla ogrzewania, dla destylacji i dla odgazowywania rozprowadzać jedynie w postaci pary przegrzanej, gdy chodzi o transport na dalszą odległość.

W gazowniach spotykamy się jednak często z parą niedostatecznie przegrzaną, głównie przy kotłach ogrzewanych ciepłem odlotowym. Również i ciśnienie pary 6÷7 atm jest przy dłuższych przewodach niedostateczne.

Dotychczasowe doświadczenia wykazują, że optymalne ciśnienie pary w gazowniach wynosi co najmniej 12 atm, a przegrzanie 350°, ale i przy tych warunkach trzeba starać się, aby odległości między źródłem a urządzeniami odbiorczymi były jak najmniejsze i aby o ile możliwości racjonalnym rozdziałem uzyskać wysokie obciążenie jednostkowe głównych przewodów.

Jeśli więc uwzględnimy także stratę wskutek kondensacji i będziemy mierzyć zużycie pary przy źródle, zapotrzebowanie pary w gazowniach wypadnie o wiele wyższe, zależnie od warunków ok. 140÷150 kg na 100 m³ wyrobionego gazu.

Oszczędności pary. Oszczędności pary można osiągnąć przede wszystkim przez dokładną kontrolę ruchu, utrzymywanie wysokiego przegrzania, dobrą izolację itp. Większe oszczędności można jednak uzyskać tylko wówczas, gdy zachodzi korzystny stosunek między zapotrzebowaniem pary popędowej a pary do destylacji i ogrzewania.

Jeżeli porównamy zapotrzebowanie pary według sposobu jej użytkowania, przekonamy się, że w gazowniach tylko jedną trzecią część pary używa się do popędu, reszta zaś służy do zgazowywania, ogrzewania, destylacji itp., a zatem do celów, gdzie ciepło parowania jest głównym czynnikiem, podczas gdy ciśnienie i przegrzanie ma mniejsze znaczenie. Można więc pokryć większą część zapotrzebowania pary na ogrzewanie, destylację i zgazowywanie przez zastosowanie maszyn bez kondensacji z odbiorem pary. Wymaga to jednak dogodnego rozplanowania, aby miejsca zużycia pary o niskim ciśnieniu nie były zbyt odległe od maszyn, z których wydmuchu pochodzi para. Przy znacznych odległościach i wysokich stratach na kondensację, zastosowanie maszyn bez kondensacji prowadziłyby raczej do strat niż do oszczędności. Z korzyścią można używać tylko pary o wyższym ciśnieniu i przegrzaniu (12÷18 atm, przegrzanie 350° C). Gazownie budowane dzisiaj w tym kierunku (np. gazownia Public Service Corp. w Harrison, opisana w »Power« 1927, zeszyt 8, str. 274) osiągają duże oszczędności. W naszych warunkach można liczyć się z oszczędnością 20÷25% całkowitej produkcji pary.

Przebieg obciążenia. Już sam rozdział zapotrzebowania pary wskazuje, jak się zmienia jej zużycie w gazowniach w ciągu roku. Jasne jest, że zużycie pary popędowej oraz pary do zgazowywania i destylacji postępuje prawie identycznie za krzywą wyrobu gazu, podczas gdy zużycie pary do ogrzewania osiąga swe maksimum w styczniu lub w lutym. Obciążenie w ciągu dnia zmienia się w poszczególnych okresach bardzo mało. Wahania godzinne są większe niż 10÷20% w stosunku do przeciętnego zużycia.

Uwzględniając rezerwę, należy zalecać, aby źródła pary miały dzienną sprawność równą co najmniej 1/200 całkowitego rocznego zapotrzebowania.

II. Wyrób pary.

W gazowniach są prawie zawsze dwa miejsca, gdzie uzyskuje się parę: częściowo w kotłach

z użytkujących ciepło odlotowe, częściowo w kotłach odrębnie opalanych.

Ze względu na szczupłość miejsca nie mogą zająć się obszerniej wyrobem pary, zwłaszcza z mialu koksowego. Dla uzupełnienia mego artykułu zaznaczę tylko, że ciepło odlotowe można ekonomicznie użytkować jedynie wówczas, gdy spaliny posiadają temperaturę co najmniej 500° C. Stawia się wprawdzie kotły na ciepło odlotowe także przy temperaturze spalin ok. 400° C i niżej, ekonomia jednak takich urządzeń jest dziś problematyczna. Trzeba również zwrócić uwagę na to, że przy użytkowywaniu ciepła odlotowego zapomina się dość często o możliwie maksymalnym przegrzaniu pary, wskutek czego powstają przy dłuższych przewodach znaczne straty.

Wyrób pary z mialu koksowego należy w gazowniach ciągle jeszcze do problemów. W mniejszych gazowniach spala się mial koksowy na poziomych lub pochyłych stałych rusztach z ręczną obsługą i naturalnym ciągiem. Obciążenie rusztu jest przy takich paleniskach bardzo małe. Meade podaje jako przeciętną 90 kg/m². Z tego powodu stałe ruszty potrzebują dużych ilości pary dla chłodzenia.

W większych gazowniach trudno byłoby stosować ten sposób spalania mialu koksowego, zarówno ze względu na inwestycję, jak i ze względu na koszt ruchu. Dążenie do spalania mialu koksowego na rusztach mechanicznych napotykało na znaczne trudności, spowodowane głównie trudną zapalnością mialu koksowego, wysoką temperaturą przy spalaniu i t. p. W ostatnich czasach pojawił się szereg konstrukcyj, które spalają mial koksowy z dobrym wynikiem. Są to m. i. konstrukcje bardzo skomplikowane, np. ruszty kaskadowe, ruszty ze wstecznym ruchem paliwa, naogół konstrukcje bardzo kosztowne. Ruszty takie spalają na 1 m² 250 kg mialu koksowego, a nawet więcej.

Według naszych doświadczeń, uzyskanych w szeregu gazowni, najodpowiedniejszym typem dla spalania mialu koksowego jest zwyczajny ruszt posuwowy z odpowiednio wyrobionym sklepieniem. Na takim ruszcie można spalać sam mial koksowy, uzyskując obciążenie 160÷180 kg/m² t. j. prawie 1 mil. Kal/m².

Dla normalnych typów wysokosprawnych kotłów wodnorurkowych jest to obciążenie zupełnie wystarczające, ponieważ można dobrać stosunek powierzchni rusztu do powierzchni ogrzewalnej kotła mniej więcej 1:30 i osiągnąć łatwo odpa-

rowanie 30 kg/m² powierzchni kotła, co odpowiada w zupełności normalnym wymogom.

Zakończenie.

W moim artykule starałem się przedstawić sprawę wyrobu i zużycia pary tak, aby z całości kształtu były widoczne zasadnicze problemy i znaczenie tego czynnika w ruchu gazowni. Jak widać z obranego przez nas przykładu, gospodarka parowa w gazowni o produkcji 50 000 000 m³ gazu przedstawia pozycję ok. 3 000 000 Kč rocznie, licząc parę po ok. 3,5 hal/kg. Oszczędności lub straty przy tak dużych pozycjach wpływają już dobitnie na całą dochodowość poszczególnych zakładów.

Trzeba więc zwracać należytą uwagę na zużycie i wyrób pary w gazowniach, zarówno przy projektowaniu nowych zakładów, jakoteż podczas ruchu.

Inż. Dr FRANCISZEK PERNA

Benzol z gazu wyrabianego w retortach o ruchu ciągłym.

Destylacja węgla w retortach o ruchu ciągłym, obojętnie czy systemu Glover-West czy Woodall-Duckham czy też Koppersa, odbywa się w innych warunkach, niż destylacja węgla w retortach lub komorach o ruchu okresowym. Podczas gdy w drugim przypadku destylacja odbywa się przez cały czas w wysokich temperaturach, destylacja w pierwszym przypadku przebiega najpierw w niższych temperaturach, a dopiero potem w wysokich. Poza to stale doprowadzanie pary wodnej do retort o ruchu ciągłym chroni częściowo produkty destylacji, tak, że nie rozkładają się one w takim stopniu jak w retortach o ruchu okresowym. Stopniowe ogrzewanie węgla do wysokiej temperatury i ochronne działanie pary wodnej powoduje, że wydatek smoły w retortach o ruchu ciągłym jest wyższy, a jej skład odmienny, dalek jest t. zw. nienasycone węglowodory są innego rodzaju niż w gazie, wyrobionym sposobem okresowym. O składzie i jakości węglowodorów w gazie z retort o ruchu ciągłym pisano dotychczas niewiele, a to głównie z tego powodu, że tam, gdzie retorty o ruchu ciągłym są najbardziej rozpowszechnione, t. j. w Wielkiej Brytanii, nie myśli się o wymywaniu węglowodorów z gazu. Dzieje się to dlatego, że ciekłe paliwa popędowe są w Wielkiej Brytanii tanie, poza to gaz sprzedaje się tam

wedle objętości i wartości kalorycznej, wobec czego wyzyskiwanie benzolu z gazu nie opłacałoby się w tych warunkach. W ostatnich czasach studjował w Anglii szczegółowo związek między warunkami destylacji a składem benzolu W. A. Voss¹⁾, który stwierdził, że surowy benzol uzyskany z gazu wyrobionego w retortach o ruchu ciągłym z węgla pospółki z Yorkshire, zawierał obok węglowodorów aromatycznych około 25% nienasyconych węglowodorów i około 20% węglowodorów rzędu metanu.

Celem niniejszej pracy było stwierdzenie, jakiej jakości jest surowy benzol, uzyskany z gazu gazowni w Brnie, która posiada retorty systemu Glover-West o ruchu ciągłym.

Warunki wyrobu. Gazownia miejska w Brnie posiada dla wyrobu gazu 24 retorty systemu Glover-West o ruchu ciągłym, typu 40", ogrzewanych 6 generatorami. Jedna retorta posiada wytwórczość 2 000 m³/24 godz. Destyluje się węgiel ostrawski drobny płótkany z kopalni »Nowa Jama«, do którego dodaje się 10% górnoląskiego węgla pospółki Sosnowice. Ze 100 kg węgla uzyskuje się przeciętnie 40 m³ gazu o cieple spalania 4 900 Kal (0° C, 760 mm). Temperatura w dolnych kanałach ogrzewczych utrzymuje się około 1 250° C, spaliny opuszczają górną część retort z temperaturą ok. 950° C. Benzolu gazownia w Brnie dotychczas nie wymywa.

Warunki doświadczenia. Surowy benzol ekstrahowano z gazu oddawanego do miasta, a zatem z gazu oczyszczonego dokładnie ze smoły, naftalenu, amonjaku i siarkowodoru. Próbné urządzenie ekstrakcyjne składało się z wieży, wypełnionej chlorkiem wapnia, w której gaz się osuszał, z naczynia adsorbacyjnego napełnionego węglem aktywowanym, w którym zatrzymywały się t. zw. nienasycone węglowodory, oraz z gazomierza eksperymentalnego. Naczynie ekstrakcyjne zawierało 300 g aktywowanego węgla. Dla każdego oznaczenia uzysku benzolu przepuszczano przez urządzenie ekstrakcyjne 1,5 do 2,0 m³ gazu z szybkością 30 litrów/godz. Następnie odpędzano węglowodory z węgla aktywowanego przegrzaną parą wodną. W tym celu adsorber zanurzano w łaźni olejowej, ogrzanej do 180° C, i przepuszczano przez niego parę wodną, wytwarzaną w kociołku i przegrzaną przed wejściem do adsorbera

¹⁾ *Gas Journal*, 1930, zeszyt 3510, str. 479, zeszyt 3511, str. 529.

również do 180° C. Produkty opuszczające adsorber chłodziły się intensywnie w dwu ustawionych szeregowo chłodnicach, a po oddzieleniu wody oznaczano wagę surowego benzolu.

Sposób analizy. W uzyskanym w ten sposób surowym benzolu oznaczano poszczególne grupy węglowodorów zapomocą sulfonowania kwasem siarkowym różnej koncentracji. Rozdział węglowodorów kwasem siarkowym nie jest dokładny i daje różne wyniki zależnie od ilości i stężenia użytego kwasu, czasu działania kwasu oraz stosunku zawartości poszczególnych grup węglowodorów w mieszaninie. Nie można zatem uważać wyników przytoczonych w dalszym ciągu za całkowicie dokładne, ale jedynie za przybliżone. Ponieważ chodziło mi głównie o to, jak się będzie zachowywał benzol, uzyskany z retort o ruchu ciągłym, przy technicznej rafinacji, oraz o porównanie go z benzolem koksownianym, użyłem dla rozdziału węglowodorów podobnej metody jak W. A. Voss. Nienasycone węglowodory oddzielałem, wstrząsając benzol przez 3 minuty z 10% -tami 80% -wego kwasu siarkowego. Po 15 minutowym odstaniu się odpuszczano kwas, a benzol wstrząsano znowu przez 6 minut z 10% -tami 95% -wego kwasu siarkowego. Po 15 minutowym odstaniu się oddzielano kwas, pozostały zaś benzol przemywano roztworem wodorotlenku sodowego i wodą. Ponieważ kwasem siarkowym ekstrahuje się jedynie część węglowodorów nienasyconych, podczas gdy reszta ich polimeryzuje się w związku o wysokim punkcie wrzenia, oddestylowywano określoną część rafinowanego benzolu do 150° C i oznaczano ilość nienasyconych węglowodorów spolimeryzowanych z różnicy pozostałości wrzących ponad 150° C, w benzolu pierwotnym i w benzolu rafinowanym. W celu oznaczenia węglowodorów aromatycznych (benzenu i jego homologów) wstrząsano inną część rafinowanego benzolu dwukrotnie, za każdym razem przez kwadrans, z równą objętością 100% -wego kwasu siarkowego, a po dwugodzinnym odstaniu się odpuszczano każdorazowo kwas. Pozostałe parafiny i nafteny przemywano roztworem wodorotlenku sodowego i wodą, poczem poddawano frakcjonowanej destylacji do 150° C.

Wyniki:

a) Benzol z retort o ruchu ciągłym. Licznymi próbami stwierdzono, że z 1 m³ (0° C, 760 mm) gazu, wyrobionego w retortach systemu

Glover-West o ruchu ciągłym, można uzyskać zapomocą aktywowanego węgla 30÷32 g surowego benzolu. Surowy benzol uzyskany węglem aktywowanym był przejrzysty, blade żółtawy i nie zmienił barwy nawet po trzechmiesięcznym staniu. Po przedestylowaniu był bezbarwny, a jego wygląd nie zmienił się nawet po 1/4 roku. Jego ciężar gatunkowy był niski, ok. 0,820, co należy oczywiście przypisać zawartości homologów metanu i nienasyconych węglowodorów. Początek wrzenia przy 51°÷52° C jest również niski i świadczy o obecności niższych nienasyconych węglowodorów. Produkt ochłodzony do -17° C pozostał ciekły. W stanie surowym zawiera jedynie ślady fenoli i pirydyny.

Po usunięciu węglowodorów nienasyconych i oddestylowaniu, punkt wrzenia podniósł się do 67°÷68° C, a ciężar gatunkowy do 0,845. Obie te cyfry są niższe niż przy rafinowanym benzolu z koksowni, co pozostaje w związku z zawartością parafin.

Wyniki analizy surowego benzolu z retort systemu Glover-West o ruchu ciągłym są zestawione w tab. 1.

Tab. 1.

Analiza benzolu z gazu z retort Glover-West.

Fracja między 0° C	a	b	c	d	e	f
	Benzol pierwotny	Benzol rafin. zawierający węglowodory spolimeryzow.	$d=0,8b$ Benzol rafinowany	$d=a-c$ Węglowodory nienasycone	Parafiny i nafteny	$f=c-e$ Węglowod. aromatyczne
Początek wrzenia	51,5° C	67° C	67° C	—	68° C	—
Ciężar gat.	0,820	—	0,845	—	—	—
Punkt krzepnięcia	-17° C ciekły	—	-14° C	—	—	—
50÷60	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
60÷70	11,0	1,0	0,8	10,2	0,0	0,8
70÷80	20,5	8,0	6,4	14,1	2,5	3,9
80÷90	32,0	38,0	30,4	1,6	2,5	27,9
90÷100	15,0	15,0	12,0	3,0	2,0	10,0
100÷110	6,5	6,0	4,8	1,7	1,5	3,3
110÷120	3,5	4,0	3,2	0,3	0,5	2,7
120÷130	2,5	2,0	1,6	0,9	0,7	0,9
130÷140	2,0	1,5	1,2	0,8	0,8	0,4
140÷150	3,0	1,5	1,2	1,8	1,0	0,2
Ogółem	97,0	77,0	61,6	35,4	11,5	50,1
Pozostałość i strata	3,0	23,0	3,0			
	100,0	100,0	100,0			

W kolumnie *a* podana jest frakcjonowana destylacja surowego benzolu. Produkt poczyna wrzeć przy 51,5° C, a do 150° C przedestylowuje praktycznie wszystko. W kolumnie *b* podana jest frakcjonowana destylacja benzolu, pozbawionego węglowodorów nienasyconych przez ekstrakcję kwasem siarkowym, ale zawierającego jeszcze spolimeryzowane węglowodory nienasycone. Ilość węglowodorów nienasyconych wyekstrahowanych kwasem siarkowym wynosiła 20%. W kolumnie *c* wyliczone są bezwzględne ilości węglowodorów aromatycznych, parafin i naftenów, destylujących do 150° C, w 100 cm³ pierwotnego surowego benzolu. W kolumnie *d* wyliczone są sumaryczne bezwzględne ilości nienasyconych węglowodorów wyekstrahowanych kwasem siarkowym oraz spolimeryzowanych, w 100 cm³ pierwotnego surowego benzolu we frakcjach destylujących do 150° C. Kolumna *e* podaje bezwzględne ilości parafin i naftenów w 100 cm³ pierwotnego benzolu, wrzących do 150° C. Zostały one uzyskane jako pozostałość po powtórnej wstrząsaniu ze 100%-wym kwasem siarkowym. Ostatnia kolumna *f* wykazuje ilość i skład węglowodorów aromatycznych w 100 cm³ pierwotnego benzolu.

Przyjrząwszy się składowi węglowodorów nienasyconych w kolumnie *d*, widzimy, że główna ich część destyluje między 60÷80° C, a mniejsza część około 100° C. Główne frakcje węglowodorów parafinowych i naftenowych przechodzą między 70÷110° C. Czyste węglowodory aromatyczne składają się — jeżeli będziemy uważali za benzen frakcję do 95° C — z 80÷85% benzenu i 10÷15% toluenu, reszta przypada na ksyleny.

Ogólny skład surowego benzolu, uzyskanego z gazu wyrobionego w retortach systemu Glover-West o ruchu ciągłym, przedstawia się więc następująco:

We frakcjach do 150° C:
węglowodory nienasycone:

dające się ekstrahować	20%	
polimeryzujące się	15,4%	35,4%
parafiny i nafteny		11,5%
węglowodory aromatyczne		50,1%
pozostałość ponad 150° C		3,0%
		100,0%

b) Benzol koksowniany.

Dla porównania przeprowadziłem podobną analizę surowego benzolu z koksowni, dostarczonego mi przez jedną z koksowni zagłębia ostraw-

sko-karwińskiego. W koksowni tej wymywa się benzol olejem smołowym. Próbką, którą otrzymałem, była żółta, o c. g. 0,888, rozpoczynała wrzeć przy 78° C, przyczem do 175° C przechodziło 91,0%. Dla prób przedestylowałem ją, a otrzymany produkt miał c. g. 0,883, początek wrzenia przy 79° C, zaś do 175° C przechodziło 96,5%. Oziębiony do -17° C pozostał ciekły. Zawierał 0,3% fenoli.

Analizę przedestylowanego surowego benzolu z koksowni przeprowadzono tym samym sposobem, co analizę benzolu z retort o ruchu ciągłym. Wyniki jej są zestawione w tab. 2.

Tab. 2.

Analiza benzolu z gazu koksownianego.

	a	b	c c=0,91 b	d d = a-c
Frakcja między °C	Benzol pierwotny	Benzol rafinow. zawierający węglowodory spolimer.	Benzol rafinowany	Węglowodory nienasyc.
Początek wrzenia	79° C	80° C	80° C	—
Ciężar gat.	0,883	—	0,875	—
Punkt krzepnięcia	-17° C ciekły	—	-9° C	—
79÷80	1,0	0,0	0,0	1,0
80÷90	64,5	70,9	64,5	0,0
90÷100	16,0	12,6	11,5	4,5
100÷110	5,5	4,4	4,0	1,5
110÷120	3,0	2,2	2,0	1,0
120÷130	2,0	1,1	1,0	1,0
130÷140	1,5	0,6	0,5	1,0
140÷150	1,0	0,6	0,5	0,5
150÷160	1,0	0,5	0,5	0,5
160÷170	0,7	0,3	0,3	0,4
170÷175	0,3	0,2	0,2	0,1
Ogółem	96,5	93,4	85,0	11,5
Pozostałość i strata	3,5	6,6	3,5	
	100,0	100,0	100,0	

W kolumnie *a* podana jest znowu frakcjonowana destylacja pierwotnego surowego benzolu, podczas gdy w kolumnie *b* podana jest frakcjonowana destylacja benzolu pozbawionego już nienasyconych węglowodorów dających się wyekstrahować, ale zawierającego jeszcze węglowodory nienasycone spolimeryzowane. Ilość nienasyconych węglowodorów wyekstrahowanych kwasem siarkowym wynosiła 9%. W kolumnie *c* są wyliczone bezwzględne ilości węglowodorów aromatycznych, parafin i naftenów, wrzących do 175° C, w 100 cm³ pierwotnego benzolu. W ostatniej kolumnie *d* podane są ogólne ilości nienasyconych węglowodo-

rów, dających się ekstrahować i polimeryzujących się, w 100 cm³ pierwotnego benzolu. Składu parafin i naftenów nie oznaczano oddzielnie, ponieważ benzol zawierał jedynie nieznaczne ilości tych związków. Z tego właśnie powodu było bardzo trudno wydzielić z niego węglowodory aromatyczne i jeszcze po trzechkrotnem wstrząsaniu ze 100%-ym kwasem siarkowym zapach zdradzał, że resztki ich nie zostały całkowicie usunięte.

Z tab. 2 widać, że węglowodory nienasycone w benzolu koksownianym nie są identyczne z temi, które znajdują się w benzolu z retort o ruchu ciągłym. Podczas gdy nienasycone węglowodory z benzolu z retort o ruchu ciągłym destylują w większej części między 60÷80° C, przechodzą nienasycone węglowodory z benzolu z gazu koksownianego dopiero ponad 90° C. Jeżeli chodzi o czyste węglowodory aromatyczne, to z destylacji frakcjonowanej można wywnioskować, że na benzen przypada ok. 85÷90%, na toluen ok. 10%, na ksylen ok. 5%.

Całkowity skład surowego benzolu z gazu koksownianego przedstawia się następująco:

We frakcjach do 175° C:

węglowodory nienasycone:		
dające się ekstrahować	9 %	
polimeryzujące się	2,5%	11,5%
parafiny i nafteny	2,5%	
węglowodory aromatyczne	82,5%	
pozostałość ponad 175° C	3,5%	
		100,0%

Zakończenie. Z porównania obu rodzajów surowego benzolu widać, że benzol uzyskany z gazu wyrabianego w retortach o ruchu ciągłym różni się od benzolu z gazu koksownianego, zwłaszcza wysoką zawartością węglowodorów nienasyconych (w naszym przypadku 35,4% w stosunku do 11,5%) oraz wysoką zawartością parafin i naftenów (w naszym przypadku 11,5% w stosunku do 2,5%). Z tego powodu posiada także i niższy c. g. (0,820, rafinowany 0,845 w stosunku do 0,883 względnie 0,875) i niski początek wrzenia (51,5° C, rafinowany 67° C w stosunku do 79° C względnie 80° C). Nienasycone węglowodory benzolu z retort o ruchu ciągłym destylują w większej części między 60÷80° C, podczas gdy w benzolu koksownianym dopiero ponad 90° C. Ponieważ benzol z gazu z retort o ruchu ciągłym ma niższy punkt wrzenia i przedestylowuje już do 150° C, należy przypuszczać, że będzie łatwiej gazował i zapalał się

w motorach wybuchowych niż benzol koksowniany. Czy rafinacja benzolu ekstrahowanego węglem aktywowanym z gazu z retort o ruchu ciągłym jest potrzebna i w jakiej mierze, i czy przypadkiem nie można jej zastąpić dodatkiem środków przeciwstukowych (kresoli, α -naftolu, β -metylenaminofenolu, pirogalolu lub innych fenoli) jest przedmiotem dalszych studjów.

Dr Inż. RUDOLF RIEDL

Ruch i mechaniczna przeróbka koksu w wielkich i średnich gazowniach.

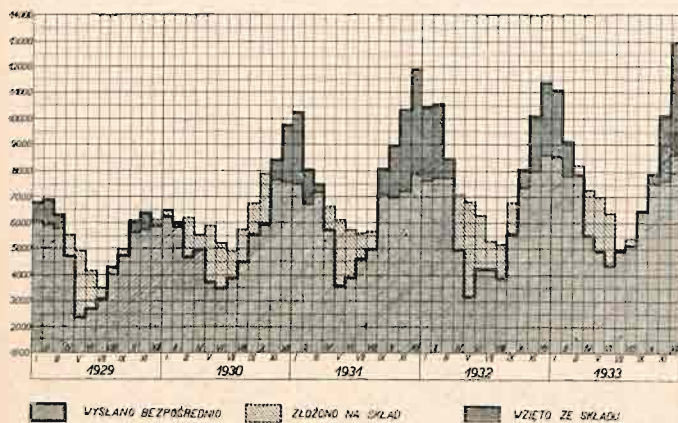
Celem tej pracy jest zorientowanie się w ruchu koksu w zakładzie, w jego składowaniu, sortowaniu, wysyłce i t. d. Dane potrzebne do dwóch pierwszych rozdziałów oraz do ostatniego rozdziału są zestawione na podstawie doświadczeń z ruchu Praskiej Gazowni miejskiej. Oczywiście cyfry te nie są bezwzględnie miarodajne dla innych zakładów, ponieważ omawiany problem przedstawia się w każdej gazowni — zależnie od miejscowych warunków — bardziej lub mniej odmiennie. W zasadzie jednak ogólny charakter wyrobu i sprzedaży koksu jest w gazowniach jednakowy, należy więc przypuszczać, że wnioski stąd wyciągnięte nie będą zupełnie bezużyteczne dla innych warunków.

Dla informacji podaję: w Praskiej Gazowni miejskiej produkowano koks do r. 1930 w piecach Glover-West z oddzielnymi generatorami. W listopadzie 1930 r. oddano do użytku komory pochyłe, które pokrywają ok. 85% produkcji. Równocześnie uruchomiono centralne generatory, które zgazowują koks o ziarnie 10÷20 mm (w razie potrzeby i następne wyższe gatunki). Wyrobiony w ten sposób gaz generatorowy służy do ogrzewania obu piecowni (piece Glover-West są w ruchu jedynie w zimie, opalania kotłów parowych, do destylacji smoły, wyrobu materiałów drogowych, a częściowo dodaje się go do gazu miejskiego. Miał koksowy, zmieszany z węglem, spala się pod kotłami. Pozostały koks sprzedaje się w Pradze w dwóch rodzajach: miękki (z pieców Glover-West) i twardy (z komór).

Ruch koksu.

Ani wyrób ani zbyt koksu nie są w gazowniach równomierne. Wyrób koksu, który zależy przedewszystkiem od konsumpcji gazu, wzrasta

w miesiącach zimowych, jednakże nie kryje zapotrzebowania w tym okresie. W miesiącach zaś letnich zbyt spada głęboko poniżej produkcji, tak, że trzeba część koksu składować. Stosunek wyrobu do zbytu w latach 1929–1933 uwidacznia wykres 1. Przy wyrobie i zbycie widać regularny



Rys. 1. Ruch koksu w latach 1929–1933.

rytm, a ich wzajemny stosunek warunkuje ruch koksu na składzie. Koks magazynuje się przeważnie w miesiącach wiosennych do połowy lata: w kwietniu, maju i czerwcu, poczem stosunek wyrobu i zbytu wyrównuje się mniej więcej. Nagły wzrost zbytu w październiku przewyższa zazwyczaj produkcję, zwiększone zaś zużycie w listopadzie, grudniu, styczniu i lutym pokrywa się koksem ze składu.

Tab. I.

Ruch koksu w latach 1929–1933
w zestawieniu rocznym.

Rok	Wy-rób t	Zbyt t	Zapas t	o/ % wy- robu	Wywie- ziono na skład t	o/ % wy- robu	Wzięto ze składu t	o/ % zbytu
1929	63 500	61 300	+2 200	3,4	5 700	8,9	3 500	5,7
1930	76 200	67 800	+8 400	11,0	11 500	15,1	3 100	4,5
1931	81 400	89 000	-7 600	9,3	6 800	8,3	14 400	16,2
1932	84 300	85 100	- 800	0,9	11 200	13,2	12 000	14,1
1933	86 000	90 550	-4 550	5,3	6 300	7,3	10 850	11,9

W tab. I uwidoczony jest ten ruch w poszczególnych latach. Przeciętnie ok. 85–90% wyrobionego koksu zbywa się od razu, pozostałych 5–15% idzie w lecie na skład, aby pokryć zwiększone zapotrzebowanie w zimie.

Według tych danych skład musi posiadać pojemność ok. 10–20% rocznego uzysku, aby wyrównać wahania w jednym roku, przyjmując, że

całkowity zbyt będzie równy produkcji. Ponieważ jednak zachodzą jeszcze wahania między poszczególnymi latami, ze względu na zmiany w konsumpcji oraz niejednakową długość i intensywność zimy, trzeba skład koksowy przewidzieć 2–3 razy większy. Wielkość jego przyjmuje się zatem na 40–60% rocznej produkcji zakładu.

Wydajność urządzeń transportowych między składem a piecami oraz między składem a sortownią musi być jednakowa, jeżeli liczymy się z najwyższym obciążeniem w miesiącach zimowych, kiedy zbyt przewyższa produkcję o 30–50%. Jeżeli np. przeciętna dzienna produkcja zakładu wynosi 300 t koksu, trzeba w zimie dostawić ze składu 120 t (40%), aby pokryć zapotrzebowanie. Podczas gdy wyrób odbywa się równomiernie przez całą dobę w dniu powszednim i święta, wysyłkę musi się skutecznie w ciągu dnia, t. j. za 12 godzin. Jeżeli przyjmiemy, że wysyła się koks tylko przez 24 dni (80%) w miesiącu, trzeba dostarczyć w godzinie ze składu na sortownię $\frac{120}{12} \times \frac{100}{80} = 12,5$ t, godzinna zaś produkcja zakładu wynosi również 12,5 t. W tej wydajności urządzeń transportowych przewidziana jest już 100% rezerwa, gdyż przy szczytowym zbycie można pomagać sobie nocnym transportem koksu na sortownię.

Sortownia musi posiadać wydajność co najmniej dwukrotnie większą niż godzinna produkcja gazowni, aby przerobiła tę ilość koksu.

Całkowita pojemność zasobników koksowych powinna odpowiadać dziennej produkcji zakładu. Jeżeli uwzględnimy, że w miesiącach zimowych musi się nagromadzić jak największe zapasy dla ранней wysyłki, trzeba zmagazynować w zasobnikach całą produkcję nocną (t. j. 50% produkcji dobowej), a ewentualnie i tę ilość, którą się w nocy dowiezie ze składu, co — wedle poprzednio przytoczonych cyfr — może stanowić również połowę dobowej produkcji. Ten rozmiar zasobników konieczny jest także w dniu niedzielne i świąteczne, kiedy niema żadnego zbytu koksu prócz własnej spotrzeby. Nie trzeba wówczas wywozić koksu na skład, gdyż następnego dnia musiałoby się go transportować znowu na sortownię.

Zasobniki dla poszczególnych gatunków nie powinny posiadać jednakowych rozmiarów, ponieważ nie możnaby wyzyskać ich całkowitej pojemności, a to z tego powodu, że przy sortowaniu kruszonego koksu jedne zasobniki zapełniłyby się

całkowicie, podczas gdy drugie pozostałyby jeszcze nawpół próżne. Trzeba więc dobierać wielkość zasobników w takim stosunku, w jakim oddaje się przeciętnie poszczególne gatunki, albowiem w takim stosunku trzeba będzie koks kruszyć.

Można przytem największe z nich (dla kostek i koks grubego) dymensjonować szczuplej, niżby z przytoczonej reguły wypadło, ponieważ te gatunki wysyła się częściowo w wagonach kolejowych, które można napełniać w nocy. W ten sposób usprawni się wysyłkę i umożliwi zmagazynowanie większych zapasów pozostałych gatunków.

Wagonowe wysyłki wynosiły w r. 1933:

koks grubo	13,5%
kostki	18,0 „
orzech I	1,9 „
orzech II	3,5 „
groszek	1,7 „
krupy	8,2 „

Z nocnym wagonowym odbiorem miału nie należy się liczyć, albowiem jego sprzedaż jest bardzo nierównomierna (wykres 3), i to po większej części w porze letniej, gdy zasobniki koksowe nie są przeciążone.

Zbyt i wyrób koks.

Zbyt koks stanowi własne zużycie i sprzedaż.

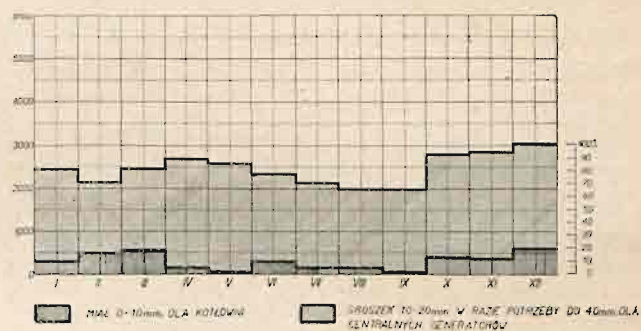
Własne zużycie gazowni obejmuje paliwo dla:

- podpału pieców,
- wyrobu gazu wodnego,
- kotłowni,
- destylacji smoły, lokomotywy i t. p.

Reszta pozostaje na sprzedaż. Stanowi to 65 ÷ 80%, zależnie od tego jak gazownia jest nastawiona na zużycie własnego paliwa. Lwią część własnej spotrzeby stanowi podpał pieców; do tego celu używa się koks niesortowanego lub — w gazowniach wyposażonych w centralne generatory — koks o najmniejszym ziarnie. Również wyrób gazu wodnego wymaga drobnych gatunków. W kotłowni spala się gaz generatorowy i miał koksowy. Gazownia sama zużywa więc po większej części koks niesortowany, albo tylko drobniejsze gatunki.

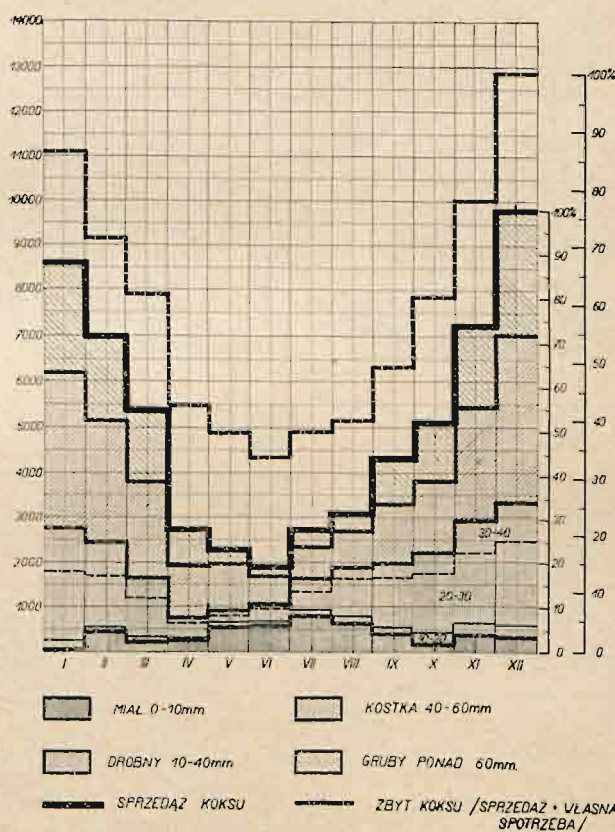
Własna spotrzeba jest naogół dość równomierna, jak to wykazuje wykres zużycia koks w Praskiej Gazowni miejskiej w r. 1933 (wykres 2). Najniższe zużycie w lecie jest mniejsze tylko o 30% od najwyższej konsumpcji w zimie.

Daleko większe wahania wykazuje sprzedaż koks (wykres 3), przy której różnica między minimum a maksimum wynosi aż 80%. Chociaż



Rys. 2. Własna spotrzeba koks w r. 1933.

te różnice w całkowitym zbycie są do pewnego stopnia wyrównywane przez jednostajniejszą własną spotrzebę, jednakże między najwyższym a najniższym zbytem gazowni pozostaje jeszcze różnica



Rys. 3. Zbyt koks według gatunków w r. 1933.

ok. 70%. Te wahania w konsumpcji odpowiadają charakterowi sprzedaży koks gazowniczego, który oddaje się przeważnie do celów grzejących, zarówno dla małych pieców domowych, jak i dla

dużych kotłów centralnego ogrzewania. Równomierniejszą przemysłową konsumpcję koksu przedstawia po większej części sama gazownia.

Stosunek między poszczególnymi gatunkami pozostaje dość równomierny (za wyjątkiem sprzedaży miału), niezawsze jednak pokrywa się z produkcją (wykres 4). Ponieważ zazwyczaj bywa większe zapotrzebowanie na drobne gatunki, musi się



Rys. 4. Wyrób koksu według gatunków w r. 1933.

wyprodukowany koks kruszyć. Jak widać z tab. II, nie przy wszystkich systemach pieców kruszenie koksu jest konieczne.

Koks z pieców Glover-West odpowiada w przybliżeniu zapotrzebowaniu na poszczególne gatunki sprzedażne, wskutek czego w czasie, gdy tylko te piece były w ruchu, niezmiernie rzadko zachodziła potrzeba kruszenia koksu. Od r. 1930, gdy koks produkuje się po większej części w komorach pochyłych, a zużycie drobnych gatunków do centralnych generatorów wzrosło znacznie, trzeba kruszyć aż 30% grubszych gatunków koksu (ponad 40 mm).

Tab. II.

Spotrzeba i wyrób koksu według gatunków.

Gatunki	Koks wyprodukowany		Zbyt	
	komory pochyle 0/0	Glover-West 0/0	sprzedażny (bez własnej potrzeby) 0/0	całkowity (sprzedaż + własna potrzeba) 0/0
miało 0 ÷ 10 mm	6 ÷ 7	10 ÷ 11	8	9
groszek 10 ÷ 20 mm	7	8	4	31*)
orzech II 20 ÷ 30 mm	8	9	19	13
orzech I 30 ÷ 40 mm	8	11	8	6
kostki 40 ÷ 60 mm	30	40	37	24
gruby ponad 60 mm	40	22	24	17

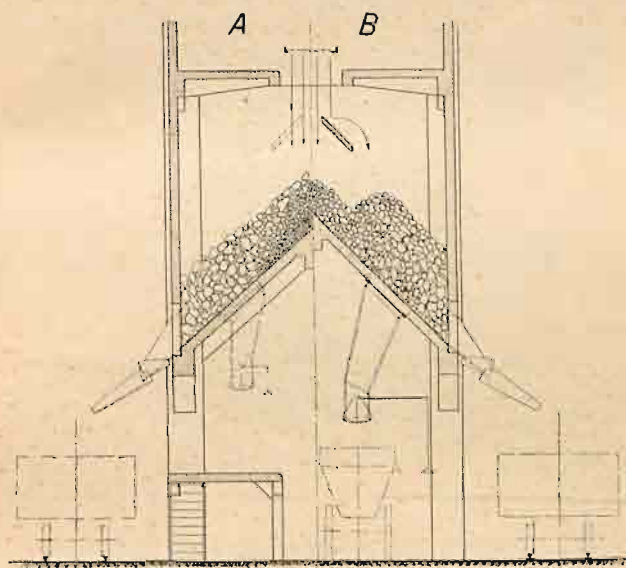
*) Tę potrzebę pokrywano w razie braku groszku także innymi gatunkami (orzechem I ew. kostką).

Sortowanie koksu.

Jeżeli porównamy koks niesortowany leżący na składzie z koksem świeżym, zauważymy, że koks rozpada się przez składowanie, wskutek czego zawiera więcej drobnych gatunków i miału. Przeciwnie, jeżeli porównamy dokładność sortowania grubszych gatunków (kostek i koksu grubego), otrzymanych z koksu świeżego i koksu ze składu, pokaże się, że rozsortowany koks ze składu zawiera daleko mniejszy odsetek obcych gatunków aniżeli rozsortowany koks świeży. Objaw ten jest łatwo zrozumiały, jeżeli weźmiemy pod uwagę, że wyprodukowany koks po ugaszeniu przychodzi najkrótszą drogą na sita, gdzie się go ostatecznie sortuje. Koks nie jest jeszcze dostatecznie ochłodzony, tak, że większe bryły są ugaszone tylko na powierzchni, wewnątrz zaś zawierają gorące jądro, wskutek czego powstaje napięcie wewnętrzne, powodujące dalsze pęknięcie już rozsortowanych kawałków. Przy krótkim transporcie z pieca na sita koks nie jest narażony w dostatecznej mierze na różne wpływy mechaniczne, jak upadki, uderzenia i t. p., tak, że popękane kawałki nie mają możliwości rozpaść się, a ich rozbitcie następuje dopiero przy upadku z sita do głębokich zasobników. Prócz tego przy gaszeniu większej ilości koksu w wieży gaśniczej, koks leży w wózku w warstwie wysokości ok. 1/2 m. Praktycznie jest niemożliwe ugasić taką warstwę żarzącego koksu, aby była równomiernie ochłodzona i zwilżona. Zawsze górne warstwy są dość mokre, podczas gdy dolne zawierają całe żarzące gniazda. Przy opróżnianiu wózków i sortowaniu miesza się gorące kawałki

z wilgotnemi, tak, że wkońcu następuje wyrównanie ciepłoty i wilgotności. Zjawisko to jest ważne przy sortowaniu koksu, albowiem wskazuje, że trzeba przesiewać kilkakrotnie koks zbyt wilgotny, którego nie można dokładnie oddzielić od przylepionego do niego mialu. Ten mial opada dopiero w zasobniku po wzajemnem wysuszeniu się poszczególnych kawałków. Inaczej przedstawia się sprawa przy koksie, który przeszedł długi transport od pieców na skład, a ze składu przychodzi na sita sortowni zupełnie ochłodzony i zgaszony. Tęgo koksu jest jednak tylko $5 \div 15\%$, resztę zaś wysyła się od razu z produkcji.

Dodatkowy rozpad sortowanego koksu nie jest tak wielki i szkodliwy, aby uniemożliwiał zastosowanie koksu jako paliwa do celów grzejnych. Jednakże tam, gdzie koks gazowniczy musi konkurować z koksem hutniczym, twardszym i zawsze dokładnie posortowanym, objaw ten jest niepożądanym. Równocześnie występuje jeszcze i inne zjawisko, mianowicie przy napełnianiu zasobników koksowych zachodzi u niektórych gatunków samorzutne rozsortowanie, połączone z gromadzeniem się mialu i drobnych gatunków w części środkowej (rys. 5 A). Prócz tego przy małej pochyłości



Rys. 5. Zasobniki na przesiany koks.

dolnych ścian zasobników powstają martwe przestrzenie, gdzie gromadzi się mial koksowy. Mial ten nie wysypuje się równomiernie przy opróżnianiu zasobnika, ale zsuwa się nagle od czasu do czasu, wskutek czego pewne partje koksu z tej samej sortowni zawierają do 20% obcych

gatunków, podczas gdy inne partje są bez zarzutu. Objawy te nie dadzą się zupełnie usunąć, można je jednak silnie ograniczyć. Pochyłość dolnych ścian zasobników powinna wynosić ponad 45° , aby martwe przestrzenie nie tworzyły się. Przez umieszczenie drewnianych przegród można rozdzielić wysypywany do zasobników koks na trzy strugi, tak, że w zasobniku powstają równocześnie trzy wąskie słupy, co zapobiega całkowicie samorzutnemu sortowaniu się koksu. Przegrody te odgrywają równocześnie rolę hamulców dla koksu i zwalniają jego upadek do zasobników. Przez rozdział wsypu na 3 strugi uzyskuje się także lepsze napełnienie zasobników i większe ich wyzyskanie (rys. 5 B).

Przesiewacze.

Koks z pieca dostaje się przeważnie do pomocniczego zasobnika, z którego wywozi się go na skład, względnie przenosi bezpośrednio na sortownię. Jak wspomniano, często trzeba uzyskany koks kruszyć. W tym przypadku rozdziela się wpieryw koks zgrubsza na bryły i sorty drobniejsze, które nie podlegają łamaniu (np. zapomocą sit rezonansowych).

Kruszarki koksu składają się z walców, zestawionych z noży kruszących, które muszą być łatwo wymienne, albowiem wykazują wielkie zużycie. Noże te pracują bądźto względem siebie, bądźteż względem płyty stalowej. Noże nie powinny gniesć koksu, ale rozcinać go i rozrywać, aby nie powstawało wiele mialu. Zużycie siły na kruszenie koksu w takim stosunku, jak to wynika z różnicy między koksem wyrobionym w komorach a koksem oddanym (tab. II), wynosi około $12 \div 14$ KM przy wydajności 30 t na godzinę. Według Schäfera wydajność łamacza wynosi:

z motorem o mocy 1 KM 60 hl/godz

„ „ 2 KM 100 hl/godz

co w grubszych zarysach odpowiada cyfrom użytym przez nas.

Przy wyborze urządzenia sortowniczego mamy do dyspozycji różne typy przesiewaczy, mianowicie:

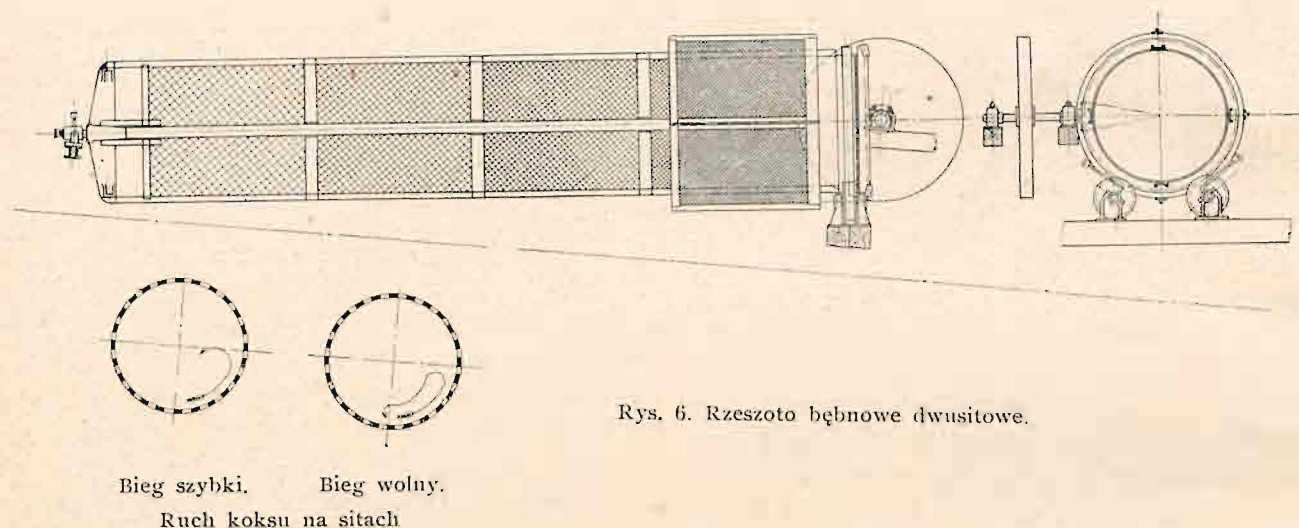
- rzeszota bębnowe,
- przesiewacze wahadłowe,
- przesiewacze z ruchem poziomym,
- przesiewacze wibratory,
- przesiewacze rezonansowe.

Rzeszota bębnowe były przez długi czas w gazowniach najbardziej używanym przyrządem sortowniczym o ruchu ciągłym. Buduje się je o śred-

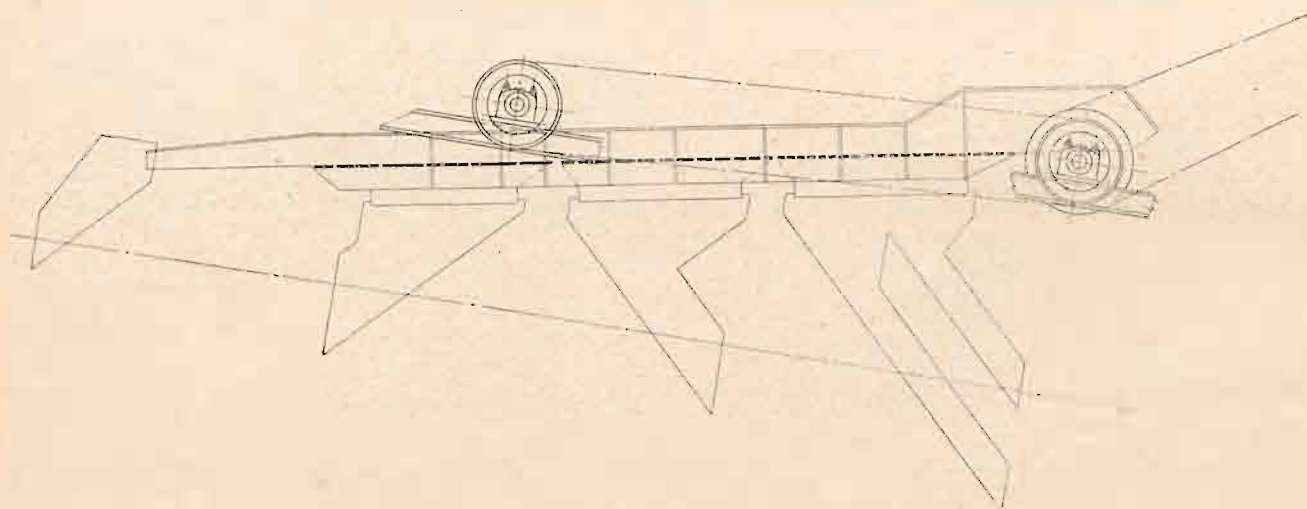
nicy 700÷2000 mm, przy długościach dochodzących do 20 m, bądź pojedyncze dla mniejszej ilości gatunków, bądź też złożone z kilku współśrodkowych sit (rys. 6) dla większej ilości gatunków. Mniejsze bębny obracają się dookoła osi, większe buduje się bez osi i ustawia na wałkach. Rzeszota tego rodzaju pracują nieekonomicznie, ponieważ przy sortowaniu czynna jest tylko mała część ich

mniejszych wydajności. Przy urządzeniach tego rodzaju trzeba obracać ciężki bęben i nieustannie podnosić cały ciężar leżącego wewnątrz koksu, co wymaga dużego nakładu energii; przesiewacz taki o wydajności 30 t na godzinę zużywa 14÷15 KM.

Warunkiem dokładnego sortowania i ekonomicznej pracy przesiewacza jest równomierne rozłożenie materiału na całej powierzchni sit i dobre



Rys. 6. Rzeszoto bębnowe dwusitowe.



Rys. 7. Przesiewacz wahadłowy dwukorbowy.

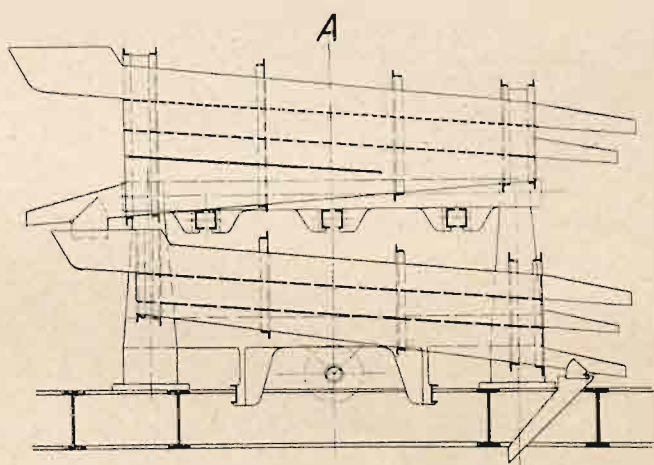
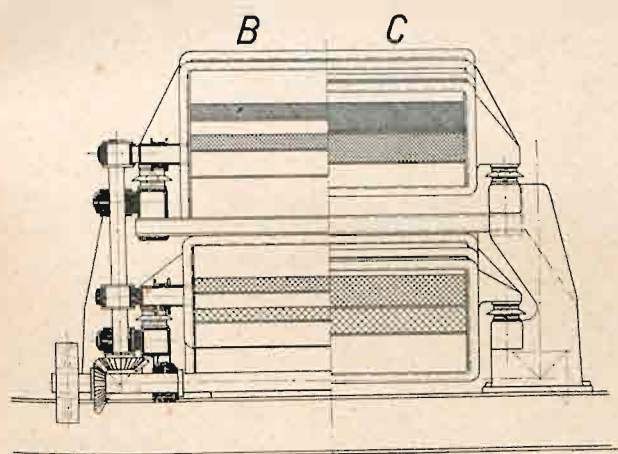
powierzchni, około $\frac{1}{7}$. Prócz tego nie uzyskuje się przy nich dokładnego rozsortowania materiału, ponieważ toczy się on tylko po sicie, a nie podlega dokładnemu wymieszaniu i równomiernemu rozłożeniu na powierzchni sita. Jeżeli chodzi o uzyskanie dobrych wyników, trzeba wybrać dużą powierzchnię sit, wskutek czego zwiększa się waga przesiewacza i siła potrzebna do jego popędu. Używa się więc rzeszot bębnowych raczej dla

jego wymieszanie, aby przepad był na całej powierzchni jednostajny. Materiał nie powinien toczyć się po sicie, ale musi być na sito rzucony. Na tej zasadzie są skonstruowane

przesiewacze wahadłowe o ruchach obrotowych pionowych, budowane jako jednokorbowe lub dwukorbowe. Jednokorbowych przesiewaczy wahadłowych używa się do sortowania materiału o większym ziarnie na 2, najwyżej 3 gatunki. Skrzynia

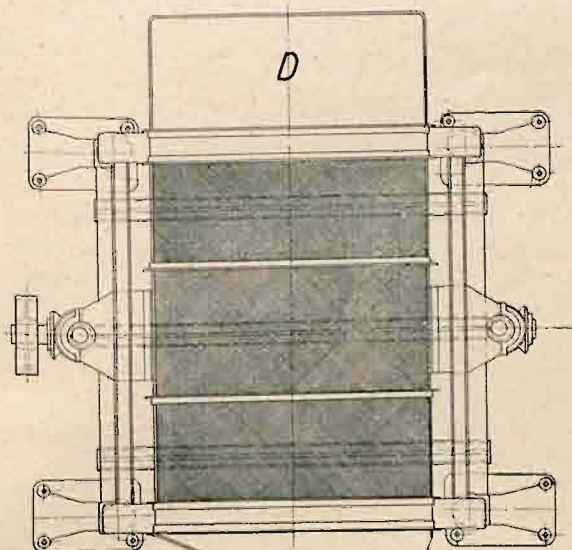
sita jest na jednym końcu osadzona zapomocą łożyska na załamanym wale korbowym, który porusza skrzynię. Drugi koniec sita jest zawieszony na 2 linach. Właściwe sortowanie odbywa się tylko w przedniej części skrzyni, poruszanej wałem, albowiem tylko ta część skrzyni wykonuje ruch w górę i w dół i podrzuca materiał. Druga część skrzyni wykonuje tylko ruch wahadłowy, który umożliwia

trzeba użyć sit o znacznej długości, przy których powstająca siła odśrodkowa ciężkiej skrzyni jest bardzo znaczna i musi się ją wyrównywać ciężkimi kołami zamachowymi. Przy urządzeniach tego rodzaju ruch sita nie jest więc spokojny, a duża drgająca masa wstrząsa fundamenty budowli, które muszą być z tego powodu bardzo silne. Ta wada przesiewaczy wahadłowych występuje tem silniej,



Rys. 8. Przesiewacz dwuskrzyniowy o ruchu poziomym.

- A. Układ skrzyń z sitami.
- B. Popęd skrzyni załamanym wałem korbowym.
- C. Osadzenie skrzyni na podstawach z łożyskami kulkowymi.
- D. Widok z góry.



jedynie doprowadzenie materiału. Przesiewacz wahadłowy dwukorbowy stosuje się dla sprawniejszego sortowania materiału na większą ilość gatunków. Konstrukcja jego jest podobna do jednokorbowego z tą różnicą, że i drugi koniec skrzyni jest osadzony na wale z popędem z pierwszego załamanego wału. Sprawność takiego przesiewacza jest daleko większa, ponieważ sortowanie odbywa się równomiernie na całej powierzchni sita. Jeżeli materiał ma być rozsortowany na 5÷6 gatunków,

że sita koksowe umieszcza się zasadniczo w górnej części budowli nad zasobnikami dla przesianego koks. Zużycie siły dla tej samej wydajności jest znacznie mniejsze niż przy bębnach i wynosi ok. 5÷6 KM.

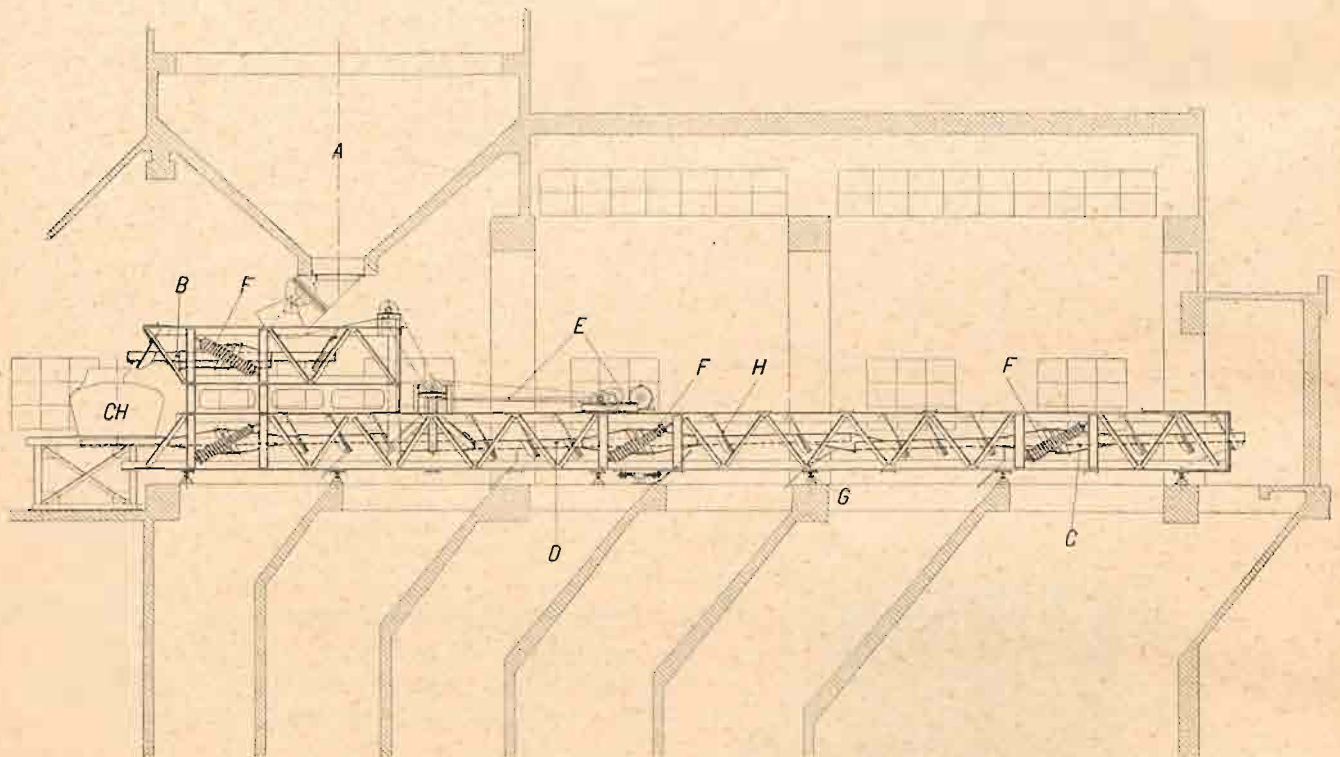
Spokojniejszy ruch i bardzo dobre rozsortowanie zapewniają

przesiewacze o ruchu kołowym w płaszczyźnie poziomej, które buduje się jako jednoskrzyniowe dla mniejszej ilości gatunków i dwuskrzyniowe (rys. 8) dla większej ilości. Przesiewacze tego typu odznaczają się tem, że wszystkie sita są umieszczone pod sobą, a każdy punkt powierzchni sita zatacza koła leżące w płaszczyźnie poziomej. Na tych sitach koks nie jest podrzucany, ale wykonuje ruch kolisty. Skrzynie z sitami są osadzone zapomocą czterech łożysk kulkowych na silnych podstawach i wprawiane w ruch kołowy dwoma załamanymi wałami, umieszczonymi pionowo po obu stronach skrzyni. Te sita sortują najlepiej koks, ale koshata utrzymania są przy nich najwyższe. Zajmują one w porównaniu z innymi

sitami najmniej miejsca. Zaleta ta ma jednak w gazowniach małe znaczenie, gdyż zasobniki na poszczególne gatunki, ponad którymi umieszcza się sita, zajmują tak dużą powierzchnię, że większy rozmiar sit nie odgrywa roli. Przeciwnie, przy przesiewaczach tego rodzaju trzeba zazwyczaj budować dodatkowe przenośniki dla transportu rozsortowanego koks do przynależnych zasobników. Zużycie siły jest nieco większe niż przy przesiewaczach wahadłowych i wynosi dla wydajności 30 t na godz ok. 6-7 KM.

Z wyzyskaniem mechanicznego rezonansu buduje się wedle patentów Schiefersteina

przesiewacze rezonansowe (rys. 9), które rozwinęły się z urządzeń pracujących z ruchem przymusowym. Przy sitach rezonansowych nie tłumi się energii kinetycznej drgających mas, ale wykorzystuje się ją zapomocą elastycznych elementów i przemienia w energję potencjalną, którą zużywa się przy wstecznym ruchu sita. Masę drgającą tworzą sita zawieszane zapomocą sprężyn taśmowych na konstrukcji wahadłowej, zaś gumowe



Rys. 9. Schemat przesiewacza rezonansowego.

A. Zasobnik pomocniczy. — B. Przednie sito rezonansowe. — C. Tylnie sito rezonansowe. — D. Środkowe sito popędzone.
E. Popęd środkowego sita — F. Sprężyny napędowe. — G. Wałki. — H. Sprężyny taśmowe. — CH. Kruszarka koksu.

Ze względu na to, że wydajność przesiewacza wzrasta z ilością wstrząsów, która jest przy przesiewaczach wahadłowych ograniczona, skonstruowano *przesiewacze drgające czyli wibratory* o wysokiej ilości drgań. Przesiewacze te, dogodnie zwłaszcza dla drobnych i najdrobniejszych gatunków przesiewanego materiału, wykazują dużą wydajność i dokładne sortowanie, albowiem pracują często równocześnie jako sita rezonansowe. Nie usunięto jednak przy nich wady przesiewaczy wahadłowych, t. j. przenoszenia wstrząsów na konstrukcję budowli i fundamenty. Zużycie siły jest małe i wynosi dla rozważanej wydajności 3-5 KM.

bufory lub sprężyny przedstawiają element elastyczny. Ze względu na to, że okresy drgających sit są odwrócone o 180°, ruch przesiewacza rezonansowego jest dość spokojny. Jego konstrukcja ramowa nie jest umocowana do budowli na stałe, ale spoczywa swobodnie na wałkach i jest ruchoma w kierunku drgań. Początkowy ruch nadaje situ motor elektryczny zapomocą mimośrodów i specjalnie dostosowanej liny. Strata energii przy tych przesiewaczach jest mała, wskutek czego zużycie siły jest nieznaczne i wynosi niekiedy ok. $\frac{1}{10}$ zużycia niektórych konstrukcji bębnowych. Dla wydajności 30 t na godz potrzeba 2-2 $\frac{1}{2}$ KM. Wy-

dajność tych przesiewaczy — przy równych rozmiarach — jest większa niż wahadłowych, dokładność sortowania poszczególnych gatunków jednostajna. Przesiewany materiał jest równomiernie narażony na uderzenia i upadki.

Jeżeli porównamy ceny opisanych urządzeń sortowniczych i określimy cenę najdroższych przesiewaczy z ruchem kołowrotowym liczbą 100, otrzymamy dla sit rezonansowych łącznie z opłatami patentowymi 51, dla sit wahadłowych 43, dla bębnowych tylko 34.

Najspokojniejszy chód posiadają bębny, które nie wymagają tak silnych fundamentów, jak sita pracujące z popędem poziomym lub pionowym. Zaleta ta jest jednak ograniczona daleko większą wagą rzeszot bębnowych. Spokojny chód posiadają również przesiewacze rezonansowe, które są też najlepsze.

Najdokładniej sortują przesiewacze o ruchu poziomym, najgorzej zaś bębny. Na obu tych przesiewaczach koks nie jest narażony na uderzenia, jak u sit podrzucających materiał, nie zawsze jednak jest to korzystne, jak poprzednio zaznaczono.

Obsługa jest przy wszystkich rodzajach przesiewaczy jednakowa, koszt utrzymania największe przy urządzeniach o ruchu poziomym, przy innych znacznie mniejsze i mniej więcej jednakowe.

Zużycie energii na przesiewanie waha się przy różnych typach w bardzo szerokich granicach i zostało podane przy opisie poszczególnych urządzeń. Najwyższe jest ono przy rzeszotach bębnowych, najniższe przy sitach rezonansowych.

Wybór przesiewacza.

Przy wyborze urządzenia sortowniczego trzeba sobie uświadomić, jaką drogę wykona koks od pieca do sita, czy będzie miał czas zupełnie ostygnąć i rozpaść się, czy też przyjdzie po większej części świeży bezpośrednio z wieży gaśniczej. Trzeba też wziąć pod uwagę własności sortowanego koksu, przyzwyczajenie odbiorców do dokładności sortowania oraz możliwość konkurencji innego, dokładnie sortowanego koksu.

Jeżeli koks odbywa dostatecznie długą drogę, aż dostanie się na sita sortownicze, jest dość odporny wobec wpływów mechanicznych, na które jest narażony przy spadaniu do zasobników i przy ładowaniu na wóz, wystarczy jednorazowe przesianie dla uzyskania dobrej jakości. W tym przypadku, o ile wymagania konsumentów co do jakości sortowania nie są zbyt wysokie, wybieramy

takie urządzenie, które zapewni dostateczną wydajność przy najniższych kosztach inwestycyjnych oraz najmniejszych kosztach ruchu i konserwacji, t. j. przesiewacz wahadłowy, drgający lub rezonansowy, niekiedy i bębnowy.

Jeżeli trzeba dostarczać koks dokładnie przesortowany i ma się to osiągnąć zapomocą jednego przesiania, wówczas najdokładniejszy — chociaż najdroższy w inwestycji i ruchu — jest przesiewacz o ruchu poziomym, który daje doskonałe wyniki co do czystości poszczególnych gatunków.

Jeżeli spodziewamy się, że sortowany koks będzie się jeszcze rozpadał w zasobniku (zbyt kruchy lub świeży), a musimy go dokładnie rozsortować, nie potrafimy dokonać tego jednym przesianiem, nawet przy zastosowaniu drogiego urządzenia sortowniczego. W tym przypadku trzeba wybrać dwa przesiewacze. Przy pierwszym przesianiu rozdzieli się koks na poszczególne gatunki, nie bacząc na ich czystość, którą osiągnie się dopiero bezpośrednio przed wysyłką zapomocą powtórnego przesiania, przy którym oddziela się drobne ziarna poniżej żądanej wielkości. W tym przypadku ponieważ funkcja jednego przesiewacza jest rozdzielona na dwa, wystarczy wybrać oba urządzenia sortownicze jak najtańsze w inwestycji i ruchu, posiadające jednak dostatecznie wielką wydajność, bez względu na dokładność sortowania. Naprzykład pierwszy raz można przesiewać przez sito wahadłowe lub bębnowe, a drugi raz przez krótkie sita drgające, które oddzielają dokładnie zwłaszcza drobne ziarna, a nie rozbijają koksu uderzeniami. Takie podwójne przesiewanie jest potrzebne tylko przy większych gatunkach ponad 40 mm.

Wybór wielkości ziarna poszczególnych gatunków.

Przy wyborze wielkości ziarna poszczególnych gatunków oraz wielkości otworów sit trzeba brać pod uwagę niektóre objawy, towarzyszące sortowaniu koksu. Dalej trzeba szczegółowo zbadać własności koksu i jego zdatność do różnych celów, ponieważ w technice ogrzewniczej wielkość paliwa jest jednym z ważnych czynników.

Przesiany koks jest zawsze wilgotny i zawiera zależnie od warunków 6-14% wody. Jeżeli jego wilgotność spadnie poniżej tej granicy, powstaje przy przesiewaniu dużo pyłu, wskutek czego obsługa sortowni staje się uciążliwa.

Dla najdrobniejszego gatunku, t. j. miazgi, najdogodniejszą są otwory sit 10 mm. Uzyskanie przy

pierwszem przesiewaniu miału o jeszcze drobniejszym ziarnie nie jest możliwe, albowiem otwory 8 mm względnie jeszcze mniejsze zalepiają się wilgotnym pyłem i uniemożliwiają jego oddzielenie od pozostałych gatunków. Miał przechodzi w tych warunkach do najbliższego wyższego gatunku. Różne typy przesiewaczy nie dają przy jednakowych otworach sit jednakowych gatunków koksu. Np. przy przesiewaniu koksu z komór, który wytwarza się w postaci podłużnych pałeczkowatych kawałków, te sortownie, które koks podrzucają, umożliwiają przepad w położeniu pionowym dłuższych kawałków, które przy toczącym się ruchu sita nie mogłyby przejść. Stąd widoczna jest różnica między temi samymi gatunkami koksu uzyskanymi na przesiewaczach różnego typu. Dlatego zakład, który nie posiada jednolitego systemu sortowania, musi starać się o uzyskanie równomierności gatunków zapomocą odpowiedniego doboru wielkości otworów sit na poszczególnych przesiewaczach. Objawu tego nie spotyka się przy sortowaniu koksu zupełnie bezkształtnego, który uzyskuje się np. z retort o ruchu ciągłym.

Wielkość ziarna poszczególnych gatunków ustalono w Praskiej Gazowni miejskiej przy sprzedaży w Pradze następująco:

krupy (miał) 0÷10 mm jako opał dla własnej kotłowni, ewentualnie na sprzedaż dla cegielni;

groszek 10÷20 mm dla centralnych generatorów, ewentualnie małych pieców pokojowych lub kuchennych;

orzec II 20÷30 mm dla centralnych generatorów, ewent. dla pieców pokojowych i małych kotłów centralnego ogrzewania;

orzec I 30÷40 mm dla większych kotłów centralnego ogrzewania;

kostki 40÷60 mm dla dużych kotłów centralnego ogrzewania;

koks gruby ponad 60 mm dla wielkich kotłów.

Koks gruby ponad 60 mm dostarcza się w dwóch gatunkach, jako »gruby« i »gruby łamany«. Pierwszy gatunek stanowią duże kawałki uzyskane bezpośrednio przez odsianie wyprodukowanego koksu, drugi gatunek, daleko więcej żądany, to kawałki uzyskane przy łamaniu koksu, zatem o mniejszej średnicy i jednostajniejsze, wielkości ok. 60÷100 mm.

Francuskie normy Comité Central des Cokes de France, przyjęte przez liczne gazownie francuskie, dzielą koks na następujące rodzaje:

poussier (miał)	0÷13 mm
grésillon (grys)	13÷20 "
No 0	20÷35 "
No 1	35÷45 "
No 2	ponad 45 "

Niemieckie normy Gaskokssyndikat A. G., przyjęte również w Austrii, ustalają następujące wielkości ziarn:

Gasbrechkoks (łamany)	I ponad 60 mm (Stück = gruby)
" (")	II 40÷60 " (Würfel = kostka)
" (")	III 20÷40 " (Nuss = orzech)
Gasperlkoks	10÷20 " (Perl = groszek)
Gaskoksgrus	poniżej 10 " (Gries = grysik)

Przechowywanie na składzie sortowanego koksu jest możliwe tylko przy drobniejszych gatunkach do 40 mm, które się już nie rozpadają. Jednakże przechowywanie tych gatunków zazwyczaj nie jest potrzebne, zaś magazynowanie grubszych przesianych gatunków nie opłaca się, gdyż tworzą one zbyt wiele miału, tak, że nie można ich wysłać bez powtórnego przesiania. Naogół więc magazynowanie przesianych gatunków niema większego zastosowania, a jeżeli zachodzi niekiedy potrzeba wywiezienia sortowanego koksu na skład — zazwyczaj w lecie grubsze gatunki — można go bez żadnej szkody zmieszać z koksem niesortowanym. Inaczej jest z miałem, który trzeba składać oddzielnie, ponieważ — jak widać z wykresu 2 i 3 — jego sprzedaż i własne zużycie są bardzo nierównomierne. Składowanie jednak samego miału nie przedstawia żadnych trudności.

Ź r ó d ł a : Masse-Baril : Traitement des produits et sous-produits de la distillation de la houille ; A. Schäfer : Einrichtung und Betrieb eines Gaswerkes ; G. W. F. : 1908, str. 373, 1926, str. 664 ; V. D. I. : 1932, str. 81, 83 ; oraz informacje uzyskane dzięki uprzejmości Zakładów Skody w Pradze.

Inż. Dr ALOJZY OPATRNY

Gospodarka wodna.

Zasadą higienistów było, i dotychczas jest, że wody dla mieszkańców miasta ma być w nadmiarze i że wszelkie ograniczanie zużycia wody jest przeciwne higienie i kulturze.

Przeciwko temu wymaganiu nie wysuwano w czasach przedwojennych żadnych zastrzeżeń, częściowo dlatego, że usypiało ono poczucie odpowiedzialności, częściowo zaś dlatego, że wodę zużywaną na mieście w nadmiarze uzyskiwano

stosunkowo tanio i — wobec młodszego wieku wodociągów — łatwo. Po wojnie jednak, pod naporem warunków gospodarczych, musimy zrewidować także i zagadnienie zużycia wody.

Uważamy, że przytoczona poprzednio teza higienistów nie posiada ogólnego uzasadnienia. Poucza nas o tem szczegółowe rozważenie indywidualnych potrzeb. Mieszkańcy winni mieć tyle wody, ile przy racjonalnej gospodarce rzeczywiście potrzebują dla zaspokojenia swych konieczności życiowych. Co jest ponad to, jest marnowaniem wody, tego produktu pracy ludzkiej i przyrody, a zatem cennego dobra narodowego.

Pierwszym wskaźnikiem w dziedzinie gospodarki wodnej są cyfry podające najmniejsze i największe zużycie w litrach na osobę i dobę. Jeżeli cyfry te są bliskie sobie i wysokie, a nieuzasadnione specjalnem zużyciem np. przemysłem lub t. p., jest to dowodem, że wodą nie gospodarzy się racjonalnie. Marnuje się wiele zużytej energii oraz kapitału obrotowego i zakładowego.

Wydatki związane z produkcją wody są znaczne. Można więc dostarczać mieszkańcom najwięcej wody wtedy, gdy te wydatki są możliwie najniższe. Inżynier ruchu musi zatem czuwać nad wydajnością pomp i maszyn, mieć jak najtańszą energję i wyzyskać jak najlepiej siły robocze.

Jednakże — obok tych współczynników wydajności — pada na wagę również i stopień wydajności wyzyskania 1 m³ wody loco konsument. Mam tu na myśli ogólne straty wody (wodę niemierzoną) i wodę bezcelowo przez mieszkańców zużyta, zmarnowana (ale zmierzona).

Straty wody z powodu marnotrawstwa mieszkańców obciążają budżet wodociągu, gdyż odbijają się na wydajności ujęcia i sprawności maszyn, powodując przedwczesne wydatki inwestycyjne. Oprócz tego straty wody zwiększają kosztów ruchu (zużycie maszyn, zwiększony napęd, robocizna i t. d.).

Straty i marnotrawstwo zachodzą zazwyczaj dopiero u odbiorcy. Taka zmarnowana i stracona woda musi zatem przejść cały proces produkcyjny, aż pójdzie na marne. Jeżeli więc straty wynoszą 10, 20 czy 30⁰/₀, wzrasta wskutek tego cena wody o 10, 20 czy 30⁰/₀ wszystkich przeciętnych kosztów ruchu + odpowiedni procent kosztów inwestycyjnych.

Przy kalkulacji ceny wody bywa to zazwyczaj jedna z najwyższych pozycji, zasługuje zatem na jak największą uwagę.

Np. w mieście Pradze straty wody wynosiły do r. 1921 ok. 30⁰/₀. Jakie były następstwa tego? Cena wody wzrosła, a sprawność wodociągu nie starczyła na zaspokojenie potrzeb miasta. Bywały dni, gdy Praga była pozbawiona wody. Nowej wody nie można było natychmiast uzyskać. Dlatego, po stwierdzeniu oplakanego stanu dystrybucji wody, poczyniono niezwłocznie energiczne kroki w celu poprawy. Zorganizowano dobrą służbę do walki ze stratami i stwierdzono, że z całkowitego rocznego oddania wody 23,5 mil. m³ traci się ok. 3,5 mil. m³. Po 3-4 latach wyteżonej pracy uzyskano roczną oszczędność na stratach o ok. 3 mil. m³ wody, a marnotrawstwo zmniejszyło się znacznie, tak, że sprawność wodociągu nie tylko starczyła do r. 1929, mimo ogromnego rozwoju ruchu budowlanego, ale można było jeszcze zaopatrzyć w wodę dalsze gminy przyłączone do Wielkiej Pragi, które do tego czasu wody nie miały, względnie miały wodę nieodpowiednią.

Odpowiedzialność inżyniera ruchu za gospodarkę wodą nie kończy się zatem na pompach, ale dopiero u konsumenta. Do tego winien się przyczynić także i projektodawca wodociągu przez celowe rozplanowanie sieci rur, jej odpowiednie zdymsjonowanie (nigdy oceną »na oko«) i rozmieszczenie urządzeń kontrolnych.

Nawet w dużych wodociągach brak często zrozumienia dla hydraulicznego rozwiązania sieci rur, jej obciążenia i kontroli. To co u młodych elektryków rozumie się samo przez się, zakorzenia się z trudnością w wodociągach, instytucjach o starej tradycji. Woda w sieci jest nosicielem energii, udzielonej jej na stacji pomp. Niedostatecznie zdymsjonowana sieć pożera odpowiednią część tej energii, tak, że zdarzają się przypadki, że wodę po drodze przepompowuje się ponownie i wstawia się w sieć rur nową strefę wysokościową, już z odpowiednią średnicą rur, aby pierwotna energia starczyła na doprowadzenie wody na żadaną wysokość.

Nie powinno się nigdy zapominać o wodomierzach obwodowych oraz urządzeniach kontrolnych. Zapomocą nich stwierdzamy już na drugi dzień ukrytą stratę wody, wynikłą wskutek pęknięcia rury. Zdarzają się często przypadki, że pękniętą rurą średnicy 100 mm wypłynie za dzień 1 000 do 2 000 m³, zanim na ulicy zauważy się szkodę. Woda wsiąka w piasek lub spływa staremi kanałami. W takim przypadku należy użyć natychmiast słuchawek, z których słuchawka z mi-

krofonem położonym na bruku jest niedozastąpienia.

Najdelikatniejszym urządzeniem w wodociągarnictwie są instalacje domowe. Nieszczelna instalacja domowa powoduje straty, które mogą być jeszcze spotęgowane przez niewykazujące wodomierze. Dla wykrycia tych przypadków służą wodomierze kontrolne o gwarantowanej czułości i rzetelności, które wbudowuje się od czasu do czasu przed wodomierzem domowym. Znowu na przykładzie Pragi widzimy, że chociaż w r. 1922 było tylko ok. 6,76% nieszczelnych wypustów domowych, powodowały one aż 15% strat, t. j. 3,5 mil. m³ wody. Małe przyczyny, wielkie skutki.

Dobrze prowadzony wodociąg nie będzie jednak czekał, aż okoliczności zmuszą go do przedsięwzięcia kroków zaradczych. Stały, wykwalifikowany personal kontrolny winien prowadzić stale swą pracę, rewidować w godzinach nocnych przewody uliczne, notować nocny (minimalny) i dzienny (maksymalny) odbiór w poszczególnych obwodach sieci rur, kontrolować instalacje domowe okresowo i sporadycznie, głównie zaś dbać o to, aby wodomierze wykazywały rzetelnie. Nie należy żałować kosztów na ustawianie dobrych wodomierzy. Wodociąg jest przedsiębiorstwem handlowym, a w handlu musi być rzetelna waga, t. j. wodomierz.

W wodociągu zatem trzeba: racjonalnego ruchu maszyn, dobrego rozplanowania sieci rur, jak najlepszych i najtrwalszych wodomierzy, oraz starannego wykrywania i usuwania strat i marnotrawstwa wody. Wtedy woda jest najtańsza i może być dostarczana mieszkańcom gminy w największej ilości.

Te czynności, chociaż wymagają znacznych wydatków w ciągu roku, nietylko że same się opłacają, ale przynoszą jeszcze wodociągowi znaczny zysk, a inżynierowi ruchu zadowolenie z pracy.

Inż. Dr JAN ZAVADIL

Warunki hydrologiczne w Czechosłowacji.

Pod nazwą hydrologii rozumie się całokształt nauki o wodzie jako składniku ziemi. Nauka o ziemi obejmuje działy, poświęcone zazwyczaj poszczególnym sferom ziemi, jako podstawowym przedmiotom badania. Gdy mówimy o hydrosferze, przychodzi nam na myśl przede wszystkim woda nagromadzona w stanie ciekłym w zagłębieniach

skorupy ziemskiej. W pierwszym rzędzie są to oceany z objętością ocenianą na 1,33 miljarda km³, które zajmują wedle obliczeń Baldita 72% powierzchni kuli ziemskiej. Do tego dochodzą strefy wiecznego śniegu i lodu w krainach polarnych i na wyżach nadmorskich, których nasze góry przy danych warunkach klimatycznych nie osiągną. Wedle Halbfassa jest to najobfitsza postać słodkiej wody powierzchniowej o objętości 3,5 mil. km³. Jeziora zajmują wedle Plencka 2,5 mil. km³, co czyni ok. 1,8% powierzchni suchej, przy pojemności 25 mil. km³. U nas jeziora nie posiadają prawie żadnego praktycznego znaczenia ze względu na swe nieznaczące rozmiary. Objętość wody we wszystkich strugach wynosi wedle Halbfassa¹⁾ przy przeciętnym stanie na całej kuli ziemskiej okrągło 16 000 km³. Do tego dochodzi ok. 6 000 km³ wody w moczarach, które skrzętnie osuszamy. Woda znajduje się również we wszystkich stanach skupienia, także i w atmosferze w ogólnej ilości ocenianej przez Meinarda na 12 300 km³; z tej ilości przypada wedle Hanna 15% na obłoki. Woda występuje również w wolnych przestrzeniach skorupy ziemskiej i to — wedle obliczeń Delessego — mniej więcej w tej samej ilości co w oceanach. Pojęcie hydrologii ogranicza się jednak niekiedy do samej wody gruntowej.

Charakterystyczne dla wody jest to, że znajduje się w ciągłym obiegu²⁾. Przechodzi z atmosfery na powierzchnię i zpowrotem, tak, że woda w dolnej warstwie atmosfery wymienia się przeciętnie przynajmniej raz w tygodniu. Nawiaźmy zatem do krążenia wody w przyrodzie. Trzeba oczywiście uwzględnić obieg na większej przestrzeni kuli ziemskiej. Np. para wodna, która dostała się do atmosfery pod wpływem ciepła z powierzchni oceanu Atlantyckiego, przychodzi uniesiona wiatrem na Morawy, gdzie opada na ziemię, ścieka do rzek, dostaje się do Dunaju i splywa dalej ku morzu Czarnemu. Niemniej ważne jest krążenie miejscowe. Nie oznacza ono jedynie odparowania i opadów, ale także i wsiąkanie i infiltrację wody do skorupy ziemskiej, jej krążenie w gruncie i występowanie w postaci źródeł. Z tak szerokiego punktu widzenia musimy rozważać zagadnienia wodne, gdy chodzi o sprawy zaopatrzenia oraz o wymagania co do ilości i jakości potrzebnej wody. Zazwyczaj chodzi o znalezienie

¹⁾ Halbfass: »Grundlagen der Wasserwirtschaft«, 1921.

²⁾ Zavadil: »Voda a její oběh v přírodě«. Piša, Brno 1923.

dogodnego źródła wody. Możliwość bywa zwykle więcej. Kierującym czynnikiem stają się względy gospodarcze, które prowadzą nierzadko do celowego rozwiązania elementarnych przesłanek. Rozważając całokształt warunków hydrologicznych, zaznajmimy od poszczególnych zbiorników wody.

Wody opadowej spada rocznie — wedle przeciętnych danych z lat 1876:1900 — w Czechach 688 mm, w dorzeczu Morawy 641 mm; na Słowacyzynie i Rusi Podkarpackiej — wedle przeciętnej z dziesięciu lat — 550 mm. Wysokość opadów w poszczególnych miejscach wynosi u nas przeciętnie wedle prof. Lasky'ego:

$$S = 480 + \frac{h}{3} + Z + z \text{ mm}$$

gdzie h oznacza wysokość n. p. m. w m, Z przedstawia czynnik regionalny, zależny od tego, czy okolica jest wystawiona na działanie wiatrów przynoszących opady, czy też przed temi wiatrami osłonięta, wielkość z obejmuje wpływy miejscowe. Gromadzenie wody opadowej dla zaopatrywania ludności nie jest technicznie stosowane.

Wodę deszczową sprowadza się u nas niekiedy przy poszczególnych domach rynkami z dachów do wybetonowanych zbiorników. Dzieje się to głównie w okolicach, gdzie woda studzienna odznacza się nadmierną twardością. Woda deszczowa nadaje się dobrze do niektórych celów, jak mycie, pranie i t. p. Zbiorników dla centralnego zaopatrzenia nie buduje się, zwłaszcza że opady stwierdzone w poszczególnych ziemiach naszego państwa są niższe niż przeciętna światowa, która wynosi wedle Muraya 884 mm. Powierzchnia ziemi jest u nas wszędzie dostatecznie rozczłonkowana, tak, że woda spływa i zbiera się w sposób naturalny.

Woda powierzchniowa nadaje się zwłaszcza jako użytkowa wszędzie tam, gdzie brak innej wody lepszej jakości. Statystyka wodociągów w Republice Czechosłowackiej wedle stanu z r. 1928³⁾ zaznacza, że 8% wszystkich naszych wodociągów posługuje się wodą powierzchniową. Należy dodać, że są to przeważnie wodociągi stare, prymitywne. Napewno wiele z nich byłoby przy dzisiejszym stanie techniki nieuzasadnionych.

Wodę z potoków używa się dla zaopatrzenia ludności małymi wodociągami, pochodzącymi oczywiście z dawniejszych czasów. Przewody są z rur drewnianych. Przy doprowadzaniu wody kiero-

wano się przede wszystkim tem, że spływa ona grawitacyjnie. Używa się jej do celów pożarniczych i podobnych. Do użytku w gospodarstwie domowym mniej się nadaje, zwłaszcza po deszczu, gdy jest mętna. Jest to ważne zwłaszcza tam, gdzie warunki gospodarowania ziemią na terenie zbiorczym zmieniły się, np. przez zoranie gruntów leśnych czy łąk lub t. p. Z punktu widzenia bakteriologicznego takie źródło wody staje się podejrzane, zwłaszcza gdy na terenie zlewni powstały nowe siedziby ludzkie.

Woda rzeczna, podobnie jak z potoków, jest zazwyczaj ostatniem źródłem, do którego zwracamy się przy rozwiązywaniu zagadnienia wodociągów. Technicznie można zawsze skutecznie zaopatrzenie w wodę z rzeki. Wedle Plencka przeciętny przepływ:

$$Q = \lambda (S - c)$$

gdzie S oznacza opady, stała $c = 420$, współczynnik $\lambda = 0,73$ przeciętnie. Dla każdej strugi λ jest inne, tak, że przepływ wynosi np.:

na Łabie pod Djeczynem $Q = 0,717(S - 420) \pm 7,4\%$,
na Odrze pod Bohuminem $Q = 0,709(S - 420) \pm 7,5\%$.

Równanie dla przeciętnego odpływu³⁾ można napisać w postaci:

$$Q = 0,03171(S - 300n)F$$

Przepływ Q jest podany w m³/sek, powierzchnia zlewni F w km². S oznacza przeciętny opad całoroczny w mm, stałą 300 przyjęto jako najmniejsze całoroczne odparowanie w mm, współczynnik n waha się przeważnie w granicach od 1—2 zależnie od wysokości n. p. m., wystawy terenu i t. d. Na rzekach prowadzimy już od dość dawna obserwacje stanu wody, tak, że możemy stosunkowo łatwo przekonać się, czy potrzebna ilość wody będzie zabezpieczona. Zgóry jednak należy liczyć się z tem, że woda z rzeki będzie nieodpowiednia pod względem fizycznym, chemicznym i bakteriologicznym. Dalszą niedogodnością jest okoliczność, że wodę płynącą w najniższym położeniu powierzchni trzeba najczęściej dla celów wodociągowych pompować. Rzeki posiadają zazwyczaj mniejszy spadek, niż tego wymaga woda płynąca przewodem. Przemysł, który potrzebuje wody do swego ruchu, wpływa stale niekorzystnie na naturalny stan jakościowy wody w większych i mniejszych strugach, wskutek czego wzrastają coraz bardziej wydatki na oczyszczanie wód powierzchniowych. Nawet przy czysto naturalnych stosunkach, warunki nie są wszędzie jednakowe.

³⁾ Wydana przez Czechosłowackie Zrzeszenie Gazowników i Wodociągowców w r. 1932.

Rzeki prowadzące wody z Tatr, gdzie śnieg utrzymuje się aż do lata, posiadają dużo wody i to zimnej na dość długim odcinku. Przy strugach wypływających z niższych terenów miarodajne jest geologiczne ukształtowanie całej zlewni. Obserwujemy to np. na Switawie i Swratce, które zlewają się pod Brnem. Switawa, której górny bieg leży w terenie kredowym zasobnym w wodę gruntową, odznacza się w ciągu roku daleko równomierniejszym przepływem niż Swratka, przepływająca przeważnie przez utwory archaiczne. Dopływ właściwy (z km²) zlewni zmniejsza się znacznie od górnych odcinków rzeki ku ujściu. Pierwsze przybliżone zestawienie najmniejszych przepływów Morawy²⁾ i jej dopływów wykazuje, że w czasie posuchy przepływ wyjątkowo tylko wynosi 3 l/sek/km², spada jednak aż do 0,26 l/sek, a w czasie niezwykłej posuchy jeszcze niżej. Dotychczas zaobserwowane minimum przepływu Morawy wynosi w Mor. Św. Janie 0,39 l/sek/km², podczas gdy w Nowych Sadach koło Olomoucu 0,74 l/sek/km². Dyją w Dol. Wiestonicach przepływa najmniej 0,26 l/sek/km², Łabą w Djeczynie 0,74 l/sek/km², w Brandysie nad Łabą 0,95 l/sek/km², Wełtawą w Modrzanach 0,43 l/sek/km²; Wahem w Trnowcu 2,0 l/sek/km², Hornadem w Obyszowcach 1,15 l/sek/km², Latoricą w Czopie 0,8 l/sek/km².

W Czechach³⁾ jest 30 wodociągów zużywających więcej niż 1 800 l/sek wody powierzchniowej z potoków i rzek; jednaście z nich wykazuje zapotrzebowanie ponad 10 l/sek. W pierwszym rzędzie stoi Plzeň z 1 000 l/sek, Praga z 400 l/sek i t. d. Na Morawach i Śląsku jest ponad 20 wodociągów przeważnie dla wody użytkowej. Większe znaczenie posiada wodociąg użytkowy Brna i Znojma. W Hruszowanach i Karwinie są to wodociągi do celów przemysłowych. Na Słowacji jest 12 wodociągów; znaczniejsze spośród nich: w H. Koczkowcach i Wrutkach służą przeważnie do specjalnych celów.

Zaopatrzenie w wodę z rzek będzie stale brane pod uwagę, zwłaszcza gdy chodzi o duże zapotrzebowanie i to na terenie zlewni z warstwami nieprzepuszczalnymi. Wynikają przytem niejednokrotnie trudności spowodowane innymi nabytymi już prawami wodnymi. Trudności te można usunąć przez budowę odpowiednich basenów, których znaczenie dla wodociągów będzie coraz większe. Przy przeliczaniu najmniejszych przepływów w rzekach na głowę ludności, wypada stosunkowo najczęściej na wschodzie państwa, co tłumaczy się górzysto-

ścią terenu, następnie na zachodzie, a stosunkowo najmniejsze jest to naturalne bogactwo na ziemiach morawsko-śląskich.

Stawy, a przedewszystkiem baseny nadają się lepiej niż rzeki jako źródła dla zaopatrzenia w wodę, z powodu równomierniejszego przepływu i nagromadzonych zasobów. Dodatnią stroną jest również to, że woda przepływa przez baseny stosunkowo powoli, tak, że grubsze mineralne zanieczyszczenia osadzają się. Pochodząca z nich woda nie jest po deszczu tak mętna, jak przy poborze bezpośrednio z rzeki. Ze względu na temperaturę nowoczesne baseny o większej głębokości wody są korzystniejsze niż dawne płytkie stawy.

W Czechach jest około 50 wodociągów zaopatrywanych ze stawów i basenów, ale tylko 10 z nich pobiera więcej niż 10 l/sek. Na ziemi Morawsko-Śląskiej z 15 takich wodociągów tylko 7 jest gminnych i tyleż w dużych posiadłościach wiejskich. Na Słowacji zanotowano tylko 2 wodociągi gminne o mniejszym znaczeniu. Budowy przegród dolinowych wyłącznie dla celów wodociągowych nie bierze się zasadniczo pod uwagę ze względu na duże koszty. Jeżeli więc równocześnie niema innych powodów do wybudowania odpowiedniej przegrody, oglądamy się za innymi źródłami wody.

Źródła są najbardziej pożądane, jeżeli chodzi o wodę pitną. W przeciwieństwie do wody powierzchniowej i z basenów, woda źródłana odznacza się jednostajną i stale odpowiednią jakością. Ponieważ woda ze źródła wypływa stale, można ją doprowadzić bez pompowania do niżej położonych terenów celem ich zaopatrzenia. Badanie źródeł w obu wymienionych kierunkach jest tak samo proste jak przy wodzie powierzchniowej z tą jeszcze wygodą, że ilość wody można zazwyczaj bezpośrednio zmierzyć. W źródle występuje na powierzchnię woda skoncentrowana w jednym miejscu, jest to więc woda powierzchniowa o innym charakterze niż opady. Wody ze śniegu i deszczu, decydujące o największych przepływach, przynoszą do rzeki niepożądane dla wodociągu zanieczyszczenia. Wody źródlane warunkują najmniejsze przepływy. Z tego powodu stosunkowo większa wartość najmniejszego właściwego odpływu zlewni wskazuje na znacznie większą ilość wody źródlanej. Szczegółowo badamy również ogólną gęstość sieci strug wodnych. Woda spływająca po powierzchni wymywa w drobnoziarnistym podłożu koryto, w którym zbiera się i porusza. Różne ma-

terjały odznaczają się nierównomierną odpornością wobec erozyjnego działania wody. Liczne małe boczne dolinki na całym rozczłonkowanym terenie mówią — przy studjowaniu mapy oro- i hydrograficznej — o małej przepuszczalności.

Rodzaj gleby decyduje zatem o powierzchni, na której odbywa się wybitniejsza infiltracja wody. Z tego powodu przede wszystkim mapa typów gleby ⁴⁾ orjentuje nas, gdzie mogą być źródlika. Ważny jest tu także rozwój gleby. Tam, gdzie odgrywają się procesy przeważnie chemiczne, a opady są znaczne, dochodzi do wylugowania górnej warstwy gleby i wzbogacenia warstwy dolnej, która staje się stopniowo nieprzepuszczalna z powodu naniesionych składników. Należy zwracać na to uwagę również przy sztucznej infiltracji. Jedyne materiały, który przeszedł już transport wodny i składa się z cząsteczek niezmiennających się przy przepływie wody, nadaje się do infiltracji. Natomiast przy produktach zwiętrzenia, powstałych na miejscu, musi się zwracać uwagę, czy woda nie nasycy się substancjami wylugowanymi do tego stopnia, że staje się nieodpowiednia do picia i innych celów.

Warunkom geologicznym poświęca się dotychczas u nas przy badaniu wody dla wodociągów więcej uwagi niż glebie. Jest to także bardzo ważne. Chodzi bowiem nie tylko o przepuszczalność górnych warstw, ale i o całkowitą pojemność niekapilarnych szczelin w podłożu. Musi się stwierdzić, jak wielkie przestrzenie mogą się wodą wypełnić i z jaką szybkością woda się w nich porusza. Wydajność źródeł jest wtedy stała, gdy przestrzenie zajęte przez wodę w czasie posuchy nie opróżniają się wcale lub przynajmniej w przeważającej części. Zależy to od rozciągłości i miąższości dotyczących utworów geologicznych. Pod tym względem przy dzisiejszym stanie ogólnych i specjalnych badań geologiczno-hydrologicznych uzyskano już w Czechosłowacji należyty podstawowy materiał.

Także i w formacjach archaicznych, z których zbudowana jest cała południowa część Czech i południowo-zachodnia Moraw, występują źródła. Jako przykład podam okolice Brd ⁵⁾, skąd zaopatruje się w wodę źródlaną Rokycany i gdzie leżą

również źródła wodociągu horzowickiego o wydajności okr. 6 l/sek. Wyjaśnienia szukać należy w tem, że wysepki pasma najwyższego, rozpadowego o stosunkowo niewielkich rozciągłościach są głęboko rozłupane. Pod niem znajduje się drugie pasmo (troseczne), zajmujące również małe powierzchnie. Do przestrzeni między wielkimi bryłami dostaje się cała woda deszczowa. Tam gromadzi się również śnieg, który powoli tylko taje. Trzecie pasmo, bardzo rozległe, stanowią stokowe nanosy ilu, nieprzepuszczalne. Do pasma trzeciego przylega pasmo młodej odpływowej erozji. Widać z tego, że dla powstawania źródeł najważniejsze jest pasmo drugie (troseczne). Najsilniejsze źródło wodociągu horzowickiego wykazuje wydajność 2,5 l/sek; jest to niezależne od rozciągłości tego pasma, względnie od tego czy dotyczący teren znajduje się po stronie wystawionej na działanie wilgotnych wiatrów, przynoszących deszcz, czy też po stronie osłoniętej.

Podobnie z wyżu Czeskomorawskiego można przytoczyć jako przykład zaopatrzenia ze źródeł terenów archaicznych Trzesztie z 6 000 mieszkańców i Nowe Miasto na Morawach konsumujące 4 l/sek. Pochyłości są jeszcze łagodniejsze, a poszczególne pasma mniej wyraźne niż w Brdach. Źródła wykazują wydajność charakterystyczną dla naszej formacji archaicznej, t. j. najczęściej 1-2 l/sek. W archaicznej części gór Jesenickich, opadającej ku zlewni Morawy i jej dopływów, najmniejszy właściwy odpływ świadczy nie tylko o lepszej wystawie względem deszczonośnych wiatrów i o wyższych opadach, ale i o dogodniejszych warunkach dla powstawania wody źródlanej, niż w utworach archaicznych na zachodzie Moraw.

Nawet w Wysokich Tatrach warunki nie są zbyt odmienne. Granitowy masyw trzonu systemu górskiego jest silnie poprzerzynany szczelinami; źródła są mało wydajne. Spływające wody deszczowe i śniegowe gubią się w gruboziarnistych nanosach i występują zpowrotem, jak to widzimy np. na »Suchej Wodzie, Rausziku, Kahuli«. Przy dużych wysokościach nad poziomem morza minimum wydajności przejawia się w lutym, maksimum w lipcu. W rejonie gór kruszcowych Szczawnicko-Kremnickich, utworzonych ze zwałów trzeciorzędowych, występują źródła dość liczne, ale także mało wydajne. Natomiast w górach kruszcowych Spisko-Gemerskich znajduje się nawet w żwirach mało wody i to o silnie wahającej wydajności oraz niezbyt dobrej jakości.

⁴⁾ Kopecký i Špirhanzl: »Přehledna mapa půd w Československu«.

Novák: Mapa rodzajów gleby i mapa typów gleby w atlasie Republiki Czechosłowackiej.

⁵⁾ »Dělostřelecká střelnice v Brdech«, Borový, Praha 1925.

Kulmowe utwory wyżu Drahańskiego są ubogie w źródła.

W kredowych utworach północno-wschodnich Czech znajdują się — zwłaszcza w niektórych pasmach — niezwykle obfite i potężne źródła⁶⁾, gdzie wydajność 10 l/sek nie należy do rzadkości, a najpotężniejsze źródło koło Mielnickiej Wruticy wykazuje wydajność 150 l/sek. Formacje kredowe na Morawach są również bogate w wodę źródlaną. Miasto Brno uzyskuje koło Brzezowy 300 l/sek. W zlewni Switawy znajdują się dalsze jeszcze źródła w Muzlowie, źródła Petrowy i teren źródeł Sulkowych o łącznej wydajności 510 l/sek⁷⁾. Od kredy switawskiej oddzielony jest drugi język formacji kredowej, sięgającej do Moraw. Tu znajduje się źródło w Wielkich Opatowicach⁸⁾ o wydajności 45 l/sek z dalszemi i potężnemi źródłami, ponieważ wchodzi tu w grę utwory o dużej przepuszczalności i pojemności wody. Z piaskowców występuje woda gruntowa, szpary i szczeliny tworzą system odwadniający. Z łupków ilastych występuje na powierzchnię przedewszystkiem woda zawarta w szczelinach. Ważne jest przytem, jak dalece te szczeliny są wypełnione żwirem i piaskiem; dlatego woda ta — jeśli chodzi o jej jakość — zasługuje często na większą uwagę, niżby się to na pierwszy rzut oka wydawało potrzebnem.

Źródła bijące z dolomitów triasowych i wogóle z wapieni — nietylko we wnętrzu Karpat⁹⁾, ale i w innych okolicach — są często już wyzyskane albo brane w rachubę dla zaopatrzenia ludności, zwłaszcza o ile nie mętnieją po wielkich wodach, płyną dość długo pod ziemią, względnie mieszają się z wodą źródlaną ze zwirowego pasma archaicznego (Žilina), tak, że ich woda jest zupełnie odpowiednia, zwłaszcza jeżeli pochodzi z terenów niezamieszkałych i nienawiedzanych. Konieczne jest, aby wody z wapieni były poddane stałej higienicznej kontroli, albowiem naturalne warunki ulegają często bardzo znacznym przemianom z powodu budowy nowych osiedli, wrzynania głęboko w pokłady arterij komunikacyjnych i t. p.

Fliszowe pasmo zarówno na Słowacyzynie jak i na Morawach jest naogół bardzo ubogie w źródła.

Luhaczowice uzyskały tu ujęciem kilku źró-

⁶⁾ Černý: »Bohatství vod křídových v Čechách«. Plyn a Voda, 1932.

⁷⁾ Opis techniczny projektu rozbudowy wodociągu miasta Brna.

⁸⁾ Zavadil: »Zasobení pitnou vodou kraje od Vel. Opatovic po Boskovic«. Věstník Mor. Hyg. Musea, 1928.

⁹⁾ Lendl: »Vodné zdroje pro zásobovanie slovenských obcí pitnou vodou«. Plyn a Voda, 1933.

deł 10 l/sek, chociaż już w sąsiedniej dolinie Drzewnicy bardzo ciężko znaleźć takie źródła.

Państwowy Instytut Hydrologiczny w Pradze poświęca w ostatnich czasach źródłom podobną uwagę jak wodom opadowym i powierzchniowym. Na Słowacyzynie było wedle stanu z roku 1932, stwierdzonego na terenie 1 350 gmin, około 6 000 źródeł. Na ziemi Morawsko-Śląskiej opracowuje się właśnie pod tym względem tereny kredowe. Najdawniej rozpoczęto tę chwalebłą pracę w Czechach, gdzie badanie i sporządzanie wykazu źródeł postąpiło najdalej.

Czwartorzędowe żwiry i piaski są dogodnym materiałem dla wody gruntowej, która zależy jednak niekiedy bezpośrednio od wody powierzchniowej. Jeżeli niema gruboziarnistych żył w starych korytach wypełnionych nanosami, skoncentrowany wypływ zachodzi tylko w synklinach; w przeciwnym wypadku, w czasie niskiego stanu wody w strudze widzimy niekiedy, że woda gruntowa występuje wzdłuż linii strugi. Są to wody, które ujmuje się sztolniami, w mniejszej zaś głębokości drenami. Wody gruntowej nie ujmuje się wyłącznie w miejscu jej wypływu. Często ujmuje się ją po drodze jako wodę freatycką.

Woda studzienna jest najbardziej popularnym typem źródła wodnego dla zaopatrzenia ludności. Sytuowanie studni, z której ma się czerpać większe ilości wody, odbywa się na podstawie badań geologicznych, przyczem musi się także zwracać uwagę na rodzaj gleby na terenie stanowiącym zlewnię powierzchniową, oraz na różne wskaźniki wody gruntowej, jak istniejące już studnie, przyrost przepływu w strudze powierzchniowej i t. d. Podobnie jak źródła, tak i studnie oraz głębokie dreny wkreśla się do map z zaznaczeniem ilości odbieranej wody. W ten sposób uzyskuje się materiał orientacyjny dla dalszych przypadków. Największy wodociąg zaopatrywany ze studzien posiada Praga. Wodociąg Karański ujmuje właśnie wodę w formacji kredowej. Także Brno przeniosło się w Brzezowej z niedogodnego źródła na zbocza i sprządza wodę zapomocą lewaru z szeregu studzien. Wodą studzienną są zaopatrywane m. i. miasta: Mor. Ostrawa, Olomouc, Przerów, Kromierzyż, Brzeclaw; przygotowawcze prace prowadzą m. i. Litowel, Hodonin. Podobnie na Słowacyzynie¹⁰⁾ przeprowadzono

¹⁰⁾ Macháček: »Stav a potřeba zásobenia miest a obcí na Slovensku vodou pitnou a užitkovou a vodovody skupinové«. Plyn a Voda, 1933.

w ostatnich czasach badania wód gruntowych w okolicy Bratislavy, Trnavy, Nowych Zamków, Lewicy, Nowego Miasta nad Wahem, Bardziejowa i i. Miasto Mukaczewo przystępuje do budowy wodociągu, dla którego ujmuje wodę w pobliżu rzeki.

Z przytoczonych przykładów wynika, że ściśle rozgraniczenie wód źródłanych i studziennych nie da się przeprowadzić. Przy silnem obniżeniu zwierciadła wody w studni przecieka do niej woda z okolicznych nawodnionych warstw, tak, że popularnie mówi się o wodzie studziennej także jako o źródlanej. Jeżeli ze studni jest trwały wypływ, stawiamy sobie pytanie, czy nie ma się do czynienia z wodą pod ciśnieniem.

Wody artezyjskie, występujące pod ciśnieniem z większej głębokości ku powierzchni, są — z punktu widzenia zaopatrzenia ludności — najlepiej przebadane w Czechach¹¹⁾. W dorzeczu Izery stwierdzono aż 5 horyzontów wody artezyjskiej⁶⁾. Na Morawach nawiercono w ostatnich czasach wodę artezyjską przy hydrologicznych badaniach dla Kojetina koło źródła Korabka pod Chrzibami w rejonie Hany¹²⁾, a to w dwu horyzontach o różnej głębokości. Również na południe od Brna stwierdzono wodę artezyjską znacznej wydajności. Przy głębokich wierceniach w Zlinie natrafiono jedynie na niepokazne ilości wody artezyjskiej. W okolicach nizinnych południowej Słowaczyny wykopano studnie artezyjskie, które dawały z kilku horyzontów 1 ÷ 2 l/sek. Tego rodzaju pierwsze wyniki przy badaniu geologicznych i tektonicznych warunków kraju wskazują na dalsze możliwości. Wiercenie do znacznych głębokości jest kosztowne, z warunków orograficznych i opadowych nie można wyciągać tak daleko idących wniosków¹³⁾ jak przy wodach studziennych, dlatego też badania wód artezyjskich wymagają specjalnie wielkiej pieczołowitości. Państwowy Instytut Hydrologiczny poświęca uwagę także i wodzie artezyjskiej. Woda artezyjska jest bardzo pożądana dla celów wodociągowych, ze względu na bezpieczeństwo z punktu widzenia bakteriologicznego, i dlatego, że samoczynnie występuje na powierzchni. W każdym razie, jak przy wszelkich

wodach dla celów wodociągowych, tak i tu trzeba zwracać uwagę nie tylko na ilość, ale i na ciepłość, twardość, zawartość żelaza i wogóle jakość. Sześć wodociągów z wodą artezyjską w Czechach i jeden na Słowaczczyźnie³⁾ są oznaką, że woda ta służy przeważnie tylko do prywatnego zaopatrzenia. Oczywiście znaczenie tego rodzaju wody dla publicznych wodociągów będzie rosło.

Dr V. Dašek¹⁴⁾ podaje wedle stanu z r. 1932, że z centralnych wodociągów korzysta ogółem 42,5% mieszkańców; z tego w Czechach 50,60%, na ziemi Morawsko-Śląskiej 37%, na Słowaczczyźnie 13,5%, na Rusi Podkarpackiej 4,24% ogółu mieszkańców. Wedle dra Rosika na ziemi Morawsko-Śląskiej na 20 miast z ludnością ponad 10 000 17 miast ma wodociągi, 2 posiadają wodociągi częściowe, zaś 1 jest dotychczas bez wodociągu. Na 36 miast z ludnością od 5 000 do 10 000 wodociągi posiada 22. Gmin z ludnością poniżej 5 000 jest 3 270, a wodociągi wybudowało jedynie 223. Podobnie przedstawia się stan wodociągarnstwa i na pozostałych ziemiach. W całym państwie jest 18 254 gmin. Przy ich zaopatrywaniu nie będzie oczywiście chodziło w każdym poszczególnym przypadku o duże ilości wody, o ile pominie się potrzebę przemysłową. Nie znaczy to jednak, że problem będzie zawsze zupełnie prosty. Będą tu w grę wchodziły nie tylko warunki higieniczne, ale i gospodarcze. Inż. Machaček¹⁰⁾ podaje np. 9 miast na Słowaczczyźnie z ludnością między 5 000 a 10 000, gdzie ze względu na rozległość zabudowanej powierzchni koszt centralnego wodociągu wypada tak wysoko, że się go wogóle nie będzie budowało.

Wielka ilość badań hydrologicznych, którą trzeba jeszcze przeprowadzić, przyczyni się znacznie do rozszerzenia i należytego wyzyskania wiadomości hydrologicznych, zwłaszcza jeżeli chodzi o wodę gruntową i to w całym naszym państwie. Zarysowuje się wprawdzie możliwość stworzenia całkowitego systemu zaopatrzenia w wodę, jednak — ze względu na wodociągi pod ciśnieniem i stale nowe wyniki badań dotyczących wody gruntowej — nie będzie się go nigdy wiązało z systemami rzek, tak, jak to ma miejsce przy rozwiązywaniu zagadnień kanalizacyjnych.

¹¹⁾ Hráský: »Vodárenství«. Technický průvodce, 1923.

¹²⁾ Rosík: »Přípravné práce pro stavbu vodovodu města Kojetina«. Technický obzor, 1933.

¹³⁾ Schlabel: »Artézske vody a možnosti jejich získání, vzhledem ku Slovensku«. Plyn a Voda, 1933.

¹⁴⁾ Dašek: »Stav zásobení obcí vodou koncem r. 1932«. Plyn a Voda, 1933.

Inż. Dr WACŁAW ČERNY.

Wody gruntowe w Czechach i sposoby ich ujęcia.

Woda gruntowa stanowi w Czechach i długo jeszcze będzie stanowiła źródło zaopatrzenia w wodę pitną i użytkową urządzeń centralnych t. j. wodociągów, względnie poszczególnych obiektów w małych wiejskich gminach. W statystyce wodociągowej, zestawionej wedle stanu z r. 1928, naliczono w Republice Czesosłowackiej 1 800 obiektów wodociągowych, z których 90% dostarcza wodę gruntową.

W Czechach na 43 miast, posiadających więcej niż 10 000 mieszkańców, tylko 2 biorą całkowitą ilość wody z przegród dolinowych, dalszych 8 bierze wodę do celów użytkowych z rzeki lub stawu, pozostałe zaś — zatem przeważająca większość — zabezpieczyły sobie dla swych wodociągów wody gruntowe dzięki odpowiednim, przeprowadzonym na czas pracom hydrologicznym.

Występowanie wody gruntowej wiąże się ściśle z geologicznym ukształtowaniem terenu i jego stratygrafią. Można powiedzieć, że natura wody gruntowej i cały jej system są równocześnie charakterystyczne co do ilości, skoncentrowania lub rozpróśnienia wody, głębokości i własności chemicznych dla pewnej formacji geologicznej.

W Czechach przeważającymi, a zatem najważniejszymi formacjami geologicznymi są: formacja archaiczna, następnie kredowa, w mniejszym już stopniu pokłady algonkińskie i kambryjskie (zlepieńce, piaskowce i łupki); pozostałe utwory są ograniczonymi przestrzennie nieckami czy zagłębieniami, jak węglowy perm na północ i zachód od Plzna, koło Kladna, Rakownika, w Podkarkonoszach, trzeciorzęd z nanosami zwirowemi koło Czeskich Budziejowic i Žateca, względnie silnemi wyniesieniami na przestrzeni zachodnich Czech od Karlowych Warów ku Ujściu n. Łabą i ku Czeskiej Lipie; słynna paleontologicznie niecka sylursko-dewońska Beroun—Praga jest przestrzennie bardzo ograniczona. Formacja archaiczna, złożona głównie z gnejsów i granitów, zajmuje prawie całą południową połowę Czech i tworzy łańcuch gór, okalających kraj; kambryjskie i algonkińskie łupki, fyllity tworzą znaczną część zachodnich Czech od Pragi przez Plzeń prawie aż do Mariańskich Łazni. Utwory kredowe zajmują przeważającą część Czech północnych i pokrywają się prawie ze zlewnią Łaby i jej dopływów oraz całą dolną zlewnią Wełtawy i Ohrzy.

Wymienione formacje tworzą podkład skalny dla nanosów ilastych i piaskowo-zwirowych w dolinach i przy strugach wodnych; warstwy czwartorzędowe tworzą tam również tylko całkiem wąskie pasma; rozleglejsze płaszczyzny, ważniejsze pod względem hydrologicznym (piaskowo-zwirowe) istnieją jedynie na kredowych równinach we wschodniej części kraju. Bardziej szczegółowy opis warunków geologicznych, zresztą bardzo urozmaiconych, wychodzi poza ramy i cel niniejszego artykułu.

Krystaliczne łupki, gnejsy i granity tworzą masywy nieprzepuszczalne, które prowadzą wodę jedynie w szczelinach (bardzo wąskich), chyba, że są w górnej warstwie zwietrzałe. Zwietrzeniu podlega w nich głównie kwarzec, przyczem mocniej zniszczone względnie rozluźnione bywają skały tylko w pasmach górskich, np. w górach Czesko-Saskich zwietrzenie doszło do 30 m na dnie kotliny, a do 10 m na stokach. Zazwyczaj jednak nie wietrzeją do tej głębokości, z wyjątkiem granitu koło Karlowych Warów, którego charakterystyczną cechą jest znaczne rozdrobnienie górnych warstw. Utwory archaiczne nie wykazują jednolitości litologicznej na większych płaszczyznach, często mają one warstwy bardzo odporne na wietrzenie. Świadczy o tem już powierzchnia, relief okolic archaicznych, wykazujący znaczne rozczłonkowanie: kotliny, doliny, grzbiety z dużemi pochyłościami. Takie ukształtowanie orograficzne wytwarza już samo przez się liczne i rozczłonkowane strugi powierzchniowe, dalej nierównomiernie zwietrzałe płaszczyzny, ograniczone jeszcze podziemnymi nieprzepuszczalnymi wałami, oraz spistość krystalicznych łupków pozbawionych jakichkolwiek wolnych przestrzeni (jakie posiada np. piaskowiec lub żwir) uniemożliwiają wytworzenie się rozleglejszej, hydrologicznie bogatej zlewni. Części zwietrzałe bywają często przenoszone do stóp większych stoków, do dolin o znaczniejszych zazwyczaj pochyłościach, gdzie tworzą warstwy do pewnego stopnia podobne do nanosów, ale niezupełnie jednorodne.

Takie warstwy mają swój urozmaicony system wód gruntowych. Na nizinach i do wysokości 500 m n. p. m. można natrafić na wodę studniami zazwyczaj w głębokości 3–4 m, rzadziej 10 m, w masywach skalnych jednak pogłębienie, kopanie czy wiercenie studni jest zawsze ryzykowne i nie daje gwarancji ujęcia wody w głębokości większej niż 30 m.

Jedynie tektonicznie rozluźnione (przez ciśnienia górotwórcze) łupki krystaliczne są miększe i prowadzą wodę także w głębokości 50÷70 m, ale to są rzadkie przypadki.

Rozczłonkowane tereny archaiczne posiadają zatem dość liczne źródła, ale o wydajności równającej się ułamkowi litra na sekundę. Źródła o wydajności 1 l/sek i większej są w tym terenie zjawiskiem rzadkim i związanym zazwyczaj z partiami górskimi o bardziej rozwiniętych kształtach i silniejszym stopniu zwietrzania.

Wydajność źródeł waha się znacznie, w granicach 1:5 i więcej, tak, że woda w studniach w okresach wilgotnych podnosi się ku górze, kiedy indziej opada, a często zupełnie zanika. Jest to oczywiście szkodliwe z punktu widzenia higieny danej okolicy. I tak, w studni kopanej w gnejsie dla starego wodociągu w Strakonicach głębokości 22 m, która ma wodę w głębokości 6 m, wydajność $Q = 0,5$ l/sek, woda niejednokrotnie zanika zupełnie.

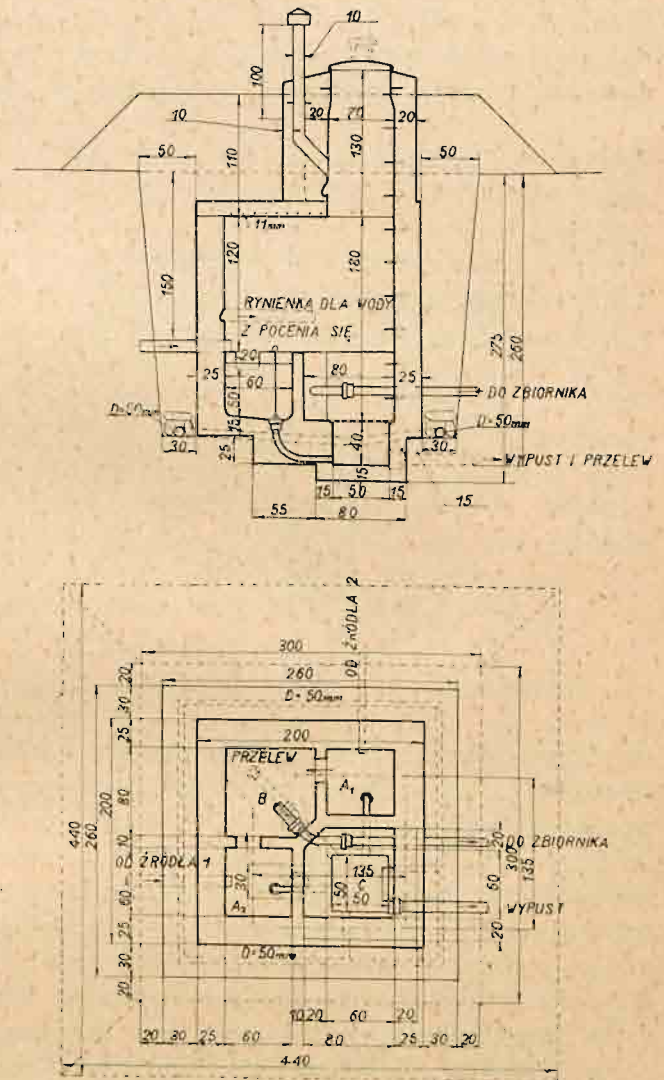
Woda gruntowa występuje zatem w utworach archaicznych bądźto jako woda skalna, swobodnie krążąca w szczelinach i rozpadlinach, gdzie powierzchnia wody jest niezależna, bądź też gromadzi się (i to częściej) w warstwach zwietrzałych na nieprzepuszczalnym podłożu względnie w produktach naniesionych, wówczas wody gruntowe są zależne i podobne do wód występujących w nanosach. Wody są naogół miękkie, 1÷2÷3° niem., i zawierają dużo wolnego (agresywnego) kwasu węglowego.

Wodę ujmuje się, jak wspomniano, studniami zazwyczaj kopanymi, przyczem dla uzyskania większej wydajności kotlina bywa zawsze bardzo szeroka, 3÷4 m, aby się woda dużo nazbierało. Studnie obmurowuje się. Zdolność ujęcia studni zwiększa się kopaniem sztolni w ziemi. Tak np. miasto Beneszow koło Pragi (okr. 10 000 mieszkańców) ma studnię głębokości 17 m, ze sztolniami 19,50+9,50 m długości. Domażlice mają studnię 24 m głęboką ze sztolnią długości 30 m, która daje aż 9 l/sek (w amfibolowym gnejsie).

Studnie wiercone np. w Taborze mają okr. 53 m głębokości i początkowo 300 mm średnicy; studnia w zwietrzałych gnejsach dla Cieplic ma średnicy 800 mm, a głębokości 30 m ($Q = 10$ l/sek). Miasto Klatowy posiada wiercone studnie w zwietrzałych łupkach krystalicznych do głębokości ok. 10÷12 m. Są to przypadki dość niezwykle.

Zazwyczaj ujmuje się wodę w warstwie łup-

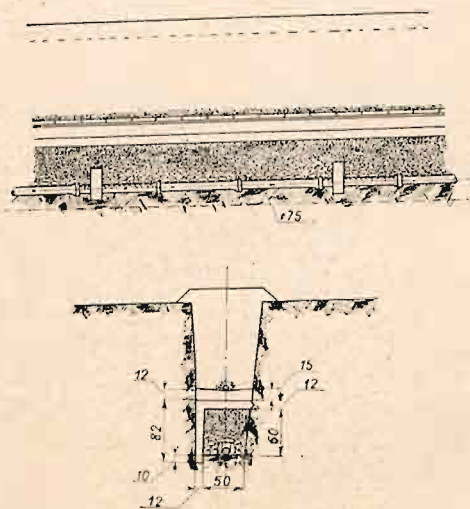
ków krystalicznych, która, jak poprzednio wspomniano, jest bardzo rozczłonkowana i warunkuje tworzenie się drobnych rozproszonych źródeł, głębokim drenażem, który kończy się w studzience (rys. 1).



Rys. 1. Typ studzienki dla ujęcia dwu źródeł.

Drenaż (przewód zbiorczy, rys. 2) układa się o ile możliwości nad warstwą nieprzepuszczalną. Składa się on z rur kamionkowych, w górnej połowie dziurkowanych, obłożonych niewietrzejącymi kamieniami. Nasyp kamieni jest chroniony przed bezpośrednim przenikaniem wody powierzchniowej pokrywą betonową, przedłużoną w kierunku spadku, tak, aby wodę spiętrzała. Nad warstwą izolującą założony jest drenaż rurowy dla wody powierzchniowej, która wsiąka bezpośrednio w grunt. Takie poziome ujęcie łączy szereg rozrzuconych

drobnych źródełek w rozległym terenie. Przewód zbiorczy układa się w ten sposób, aby w terenie, z którego ujmuje się wodę, leżał co najmniej 2 m pod powierzchnią. Woda z przewodu zbiorczego spływa pełną rurą kamionkową do studzienki (rys. 1). Studzienka składa się zazwyczaj z 3 części: suchej (*c*), nad którą jest właz, następnie basenu wpływowego osadowego (*a, a₂*), do którego dren doprowadza wodę, oraz komory odbiorczej (*b*), do



Rys. 2. Typ przewodu zbiorczego.

której przelewa się górą woda z basenu osadowego. Z komory odbiorczej prowadzi żelazny przewód do zbiornika wodnego lub do głównej studni zbiorczej. Oba baseny *a₁*, *a₂* można opróżnić zapomocą zaworu wpływowego, zaś komora odbiorcza ma rurę przelewową. Przelew oraz przewody opróżniające prowadzą wodę do basenu w komorze suchej, dokąd dochodzi również rurowy drenaż dla wody powierzchniowej, założony nad betonową płytą izolacyjną. Jeżeli do studzienki prowadzą dwa skrzydła drenów, posiada ona dwa baseny osadowe, z których woda przelewa się do wspólnej komory odbiorczej. Zasadą bowiem jest, aby każdy dren można było kontrolować i w razie potrzeby wyłączyć. Właz do studzienki znajduje się zazwyczaj u góry i jest zamknięty przykrywą dobrze przylegającą z wentylacją. W okolicach górskich z dużą pokrywą śniegową daje się specjalne rury wentylacyjne. Ażeby woda pochodząca z pocenia się ścian nie ściekała do wody ujętej, znajduje się wzdłuż ścian nad basenami wodnymi rynienka, która zbiera wodę z pocenia i odprowadza ją do komory suchej. Studzienki buduje się zazwyczaj w miejscu suchym, t. j. poza obrębem źródełek

i wilgotnego terenu, a właściwym ujęciem jest tylko dren. Jedyne w wyjątkowych przypadkach umieszcza się studzienkę bezpośrednio nad źródłem (gdy mamy do czynienia ze źródłem bijącym w górę). Szereg studzienek dostarcza wodę do studni zbiorczej, t. j. studzienki o większej ilości basenów, do której niekiedy spływa także bezpośrednio woda z dalszego nowego źródła. Stąd woda dostaje się do zbiornika lub głównej studni zbiorczej. Przy układaniu przewodów jest zasadą, aby poszczególne źródła dały się kontrolować i z ujęcia wyłączyć.

O rozprószeniu wód gruntowych w utworach archaicznych daje nam pojęcie fakt, że np. miasto Jablonec n. N. posiada ujęcie w górach Izerskich przy kocie 800 ÷ 900, ze 120 źródeł, obejmujące 45 studzienek, 1 główną studnię zbiorczą i 1888 m drenów. Ujęcie to dostarcza min. 15 l/sek, normalnie 25 l/sek, maksymalnie zaś źródła te dawały 60 l/sek przy orograficznej powierzchni 6,5 km². W górach Kruszcowych dla okręgu Wrskman ujęto 24 źródeł z ogólną ilością 8,6 l/sek, czyli przeciętnie wydajność jednego źródła wynosi 0,35 l/sek. Zaznaczam przytem, że jest to również teren górzysty (700 ÷ 800 m n. p. m.).

Na terenach bogatych w rudy (Góry Kruszcowe — od Chebu ku Djezynowi — wzdłuż saskich gór granicznych) jest szereg starych opuszczonych sztolni, które wykazują — zwłaszcza w kierunku Karlowych Warów — wyjątkowo dużo wody, wskutek czego wyzyskano je dla wodociągów. Mianowicie żyły kruszcowe wytworzyły się w szczelinach łupków krystalicznych w ślad za wodą, tak, że żyłom kruszcowym towarzyszy równocześnie woda. Z tego powodu sztolnia, ujęcie poziome, łączy szereg rozpadlin lepiej, niż gdyby wykonano w tym ośrodku studnię — ujęcie pionowe. Nowe ujęcia zapomocą sztolni na większą skalę są w górach archaicznych rzadkością, niekiedy wykonuje się je na mniejszą skalę, względnie tam, gdzie dren trzeba by układać na znacznej głębokości (ponad 7 ÷ 8 m). Ujęcie wody w środowisku utworów archaicznych jest kosztowne, z powodu rozległych urządzeń zbiorczych, tak, że uzyskanie 1 l/sek wypada na 80 ÷ 100, a nawet 120 tysięcy Kč. Ujęcie takie wymaga również rozległego terenu ochronnego, aby zabezpieczyć higieniczne warunki dla wody.

Natura utworów algonkińskich i kambryjskich jest podobna do łupków krystalicznych, a sposoby ujęcia wody są analogiczne.

Uboższy pod względem hydrologicznym jest sylur i dewon, a to wskutek bardzo urozmaiconej budowy tektonicznej, która nie zachowała jednolitego i niegdyś korzystnego układu warstw w rozleglejszym i bardziej dogodnym terenie, gdzieby się większa ilość wody gruntowej mogła nagromadzić.

Najciekawsze pod względem hydrologicznym są pokłady kredowe. Wedle rodzimych geologów (C. Zahalka) dzielą się one na 10 pasm. Miąższość ich wynosi okrągło 500 m, gdzie niegdzie zaś (na północnym wschodzie) tworzą one łańcuchy górskie, na których formacja jest w całej swej miąższości widoczna. Przeważnie jednak pokłady kredowe sięgają wzwyż i pod poziom morza (np. Dobrawici koło Ml. Bolesławia — 170, Usti n. L. — 200 m, przy głębokości studni 370 m). Brzegi formacji są rozczłonkowane, środek zaś stanowi równina, która tworzy rozległe płyty, względnie płaskowzgórza ze spadkiem, wynoszącym kilka ‰. Na formację kredową składają się z jednej strony ility i margle, t. j. warstwy nieprzepuszczalne czy też mało przepuszczalne, z drugiej zaś łupki ilaste, piaskowce wapienne i krzemionkowe, które przepuszczają łatwo wodę zarówno swymi porami między ziarnami kwarcu, jak i szczelinami i szparami (łupki).

Pokłady przepuszczalne i nieprzepuszczalne zmieniają się kilkakrotnie w kierunku pionowym; tereny o jednakowej naturze litologicznej rozciągają się na rozległych, tektonicznie spokojnych powierzchniach, a facyjna zmiana pokładów w kierunku poziomym odbywa się powoli. Ogólne rozmieszczenie pokładów tworzy przez całe północne Czechy dużą nieckę z osią od PnZ (w kierunku Drezna) ku PłW (w kierunku Czeskiej Trzebowy — Switawy na północ od Brna). Północne ograniczenie tej niecki stanowią Karkonosze oraz góry Izerskie i Łużyckie, południowe zaś południowoczeskie archaikum i paleozoikum. Pod względem geograficznym okolice kredowe tworzą płyty, równiny lub płaskowzgórza — wysokie plateau — porane głębokimi dolinami, które w przepuszczalnym środowisku obniżają zwierciadło wody gruntowej w stosunku do górnej krawędzi płyty do 80–100 m.

Warunki te musiały wytworzyć różnorodny i bogaty system wód gruntowych. Z jednej strony mamy do czynienia z terenami, gdzie woda zapada do znacznych głębokości 80 i 100 m (budowa studzien jest kosztowna), ale gromadzi się tam

w dużych ilościach; z drugiej strony na równinach, gdzie są pokłady aż do wierzchu nieprzepuszczalne (ilty i margle), wody deszczowe zatrzymują się i warunkują rozległe prace odwadniające (meljoracje). I tak, pierwszy typ — suchy — rozwinięty jest regionalnie w środkowej zlewni Izery (część zachodnia), w zlewni Ploucznicy aż do Łaby i w zlewni Louczny, tereny zaś mokre znajdują się między Hradcami Kral. — Jiczynem — Bolesławiem i Podjebradami.

Naprzemianległe uwarstwienie i ogólny układ warstw umożliwia powstawanie wód artezyjskich. I tak, najniższe pasma 1 i 2 dają najrozleglejszy horyzont (wodociąg m. Pragi z Karany czerpie 100 l/sek siedmioma studniami), ale i dalsze pasma dają miejscami wodę artezyjską w znacznych ilościach. Wolny przepływ wód kredowych daje bogate i liczne źródła, z których największe są koło Mielnika Wrutice o wydajności $Q = 150$ l/sek. Wody w dolnych pasmach są miękkie $2\div 4^{\circ}$ niem., często żelaziste; wyższe pasma mają wody twardsze $12\div 16\div 18^{\circ}$ niem., w ilach są wody o twardości aż 70° niem., które trudno jest użytkować; najwyższe pasma mają znowu wodę miękką.

Ujęcie wody w pokładach kredowych odbywało się zapomocą szeregu studzien, najpierw kopanych, w których dnie prowadzono wiercenia dla osiągnięcia dalszych horyzontów i zwiększenia wydajności. Obecnie studnie są wyłącznie wiercone, niekiedy o średnicy 300 do 500 mm, zwłaszcza jeżeli chodzi o większe głębokości. Jako przykład wierconych studzien mogą służyć: Ml. Bolesław głębokość 153 m, $Q = 36$ l/sek, Nowe Benatky (częściowo kopana) głębokość 17 m, $Q = 15$ l/sek, dla m. Liberec pogłębiane studnia koło Cz. Dubu do 220 m daje ok. 114 l/sek.

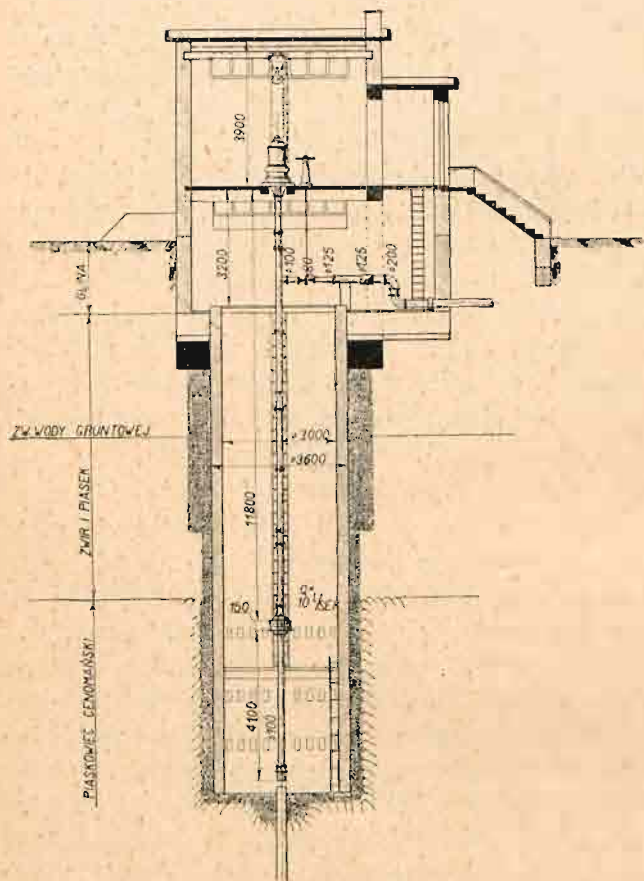
Źródła w kredzie ujmuje się głębokim drenażem lub szerszym przewodem zbiorczym jak w formacjach archaicznych, niekiedy także sztolnią, ponieważ zbocza, z których źródła wytryskują, są wysokie.

Często woda kredowa spływa do warstw naniesionych, a wówczas studnie kombinuje się. Jako przykład mogą służyć studnie kolińskie o średnicy 3 i 4 m, które uzyskują — zapomocą sondy wierconej w dnie — wody z cenomańskich piaskowców (rys. 3). Dawniejszy wodociąg koliński brał wodę z piaskowców zapomocą 16-tu studzien wyłącznie wierconych.

Również wodociąg m. Brna ujmuje 300 l/sek zapomocą 16-tu studzien wierconych w piaskowcu i połączonych lewarem.

Typ głękokiej studni z pompą otworową dla wodociągu wiejskiego jest w Dalowicach koło Ml. Bolesławia (rys. 4), gdzie początkowo używano do napędu motoru benzynowego, obecnie zaś zastoso-
 wano elektromotor, a wodociąg skombinowano z młynem. Przykład wodociągu z wierconą studnią i płytkim zwierciadłem wzięty jest z Wehłowic (rys. 5). Studnie wiercone są orurowane stalowymi

ciorzędowe — ily — dają wodę o twardości do 70° niem., nie nadają się do konsumpcji, silnie fluktuującą; wkońcu skały wybuchowe trzeciorzędowe, basalt, fenolit, które w Czechach zachodnich przenikają granit, w północnych zaś Czechach kredę, tworzą

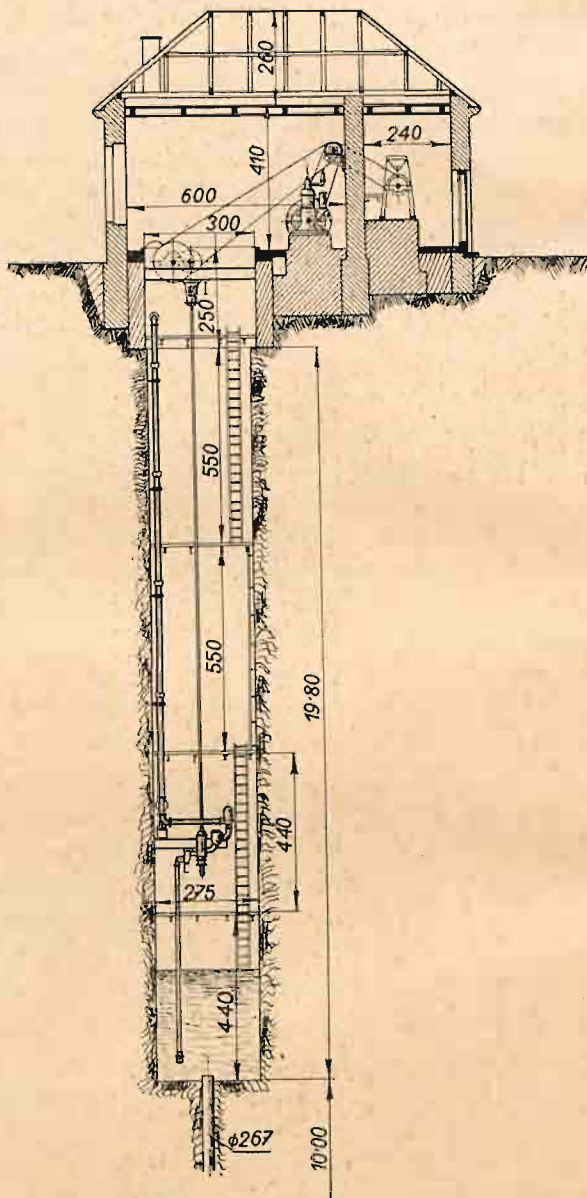


Rys. 3. Studnia Nr. 2 w żwirach i piaskowcu kredowym w Kolinie n. Ł.

rurami dziurkowanymi w pokładach przepuszczalnych, dawniej używano rur miedzianych pocynowanych (bardzo drogie). Obecnie staramy się da-
 wać na orurowanie materiał tańszy niż miedź, ale o ile możliwości bardziej odporny niż zwyczajna stal, mianowicie stal z domieszką 0,3% miedzi.

Przykładem ujęcia wody artezyjskiej jest studnia w Mielniku, gdzie woda wlewa się do górnej szerokiej kotliny (rys. 6). Podobne sposoby ujęcia wody stosuje się w piaskowcach węglowych i perm-
 skich.

Bogatym źródłem wód gruntowych są pokłady trzeciorzędu, o ile są naniesione; inne utwory trze-

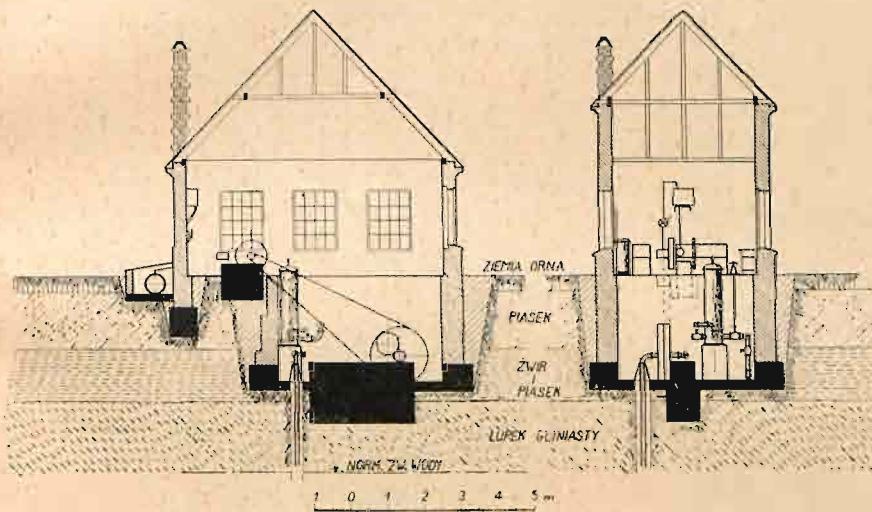


Rys. 4. Wodociąg w Dalowicach.

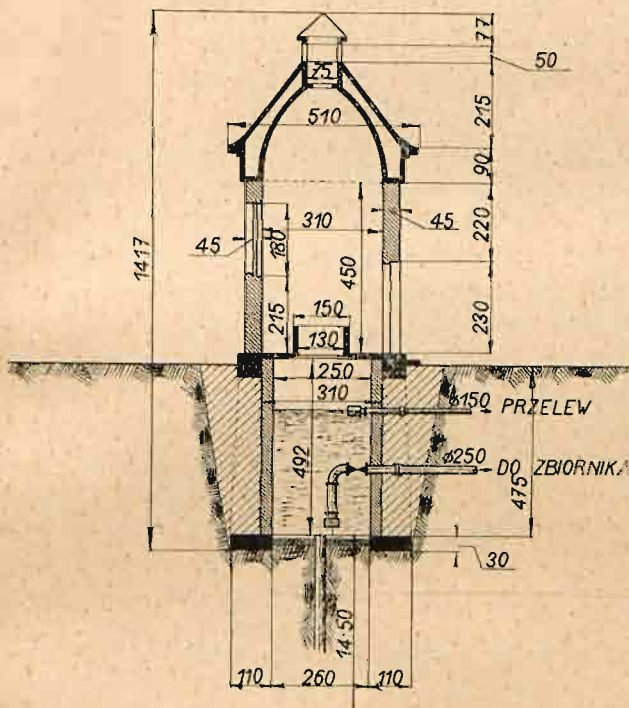
masywa i dają wody rozprószone. Tak np. dla m. Żatec miano ująć w takim terenie 160 źródeł o łącznej wydajności 45 l/sek, obecnie zaś uży-
 skuje się dla tego miasta tylko 4 studniami założo-
 nymi w żwirach i piaskach trzeciorzędowych ponad 50 l/sek (rys. 7 i 7a). Żwiry trzeciorzędu osią-
 gają znaczną miąższość, wody zaś ujmuje się

w nich studniami wierconymi, głębokości do 110 m, które ze względu na naturę nawierconych warstw trzeba obsypywać żwirkiem. Początkowy profil studzien ma średnicę 1 000 mm, 700 mm względnie

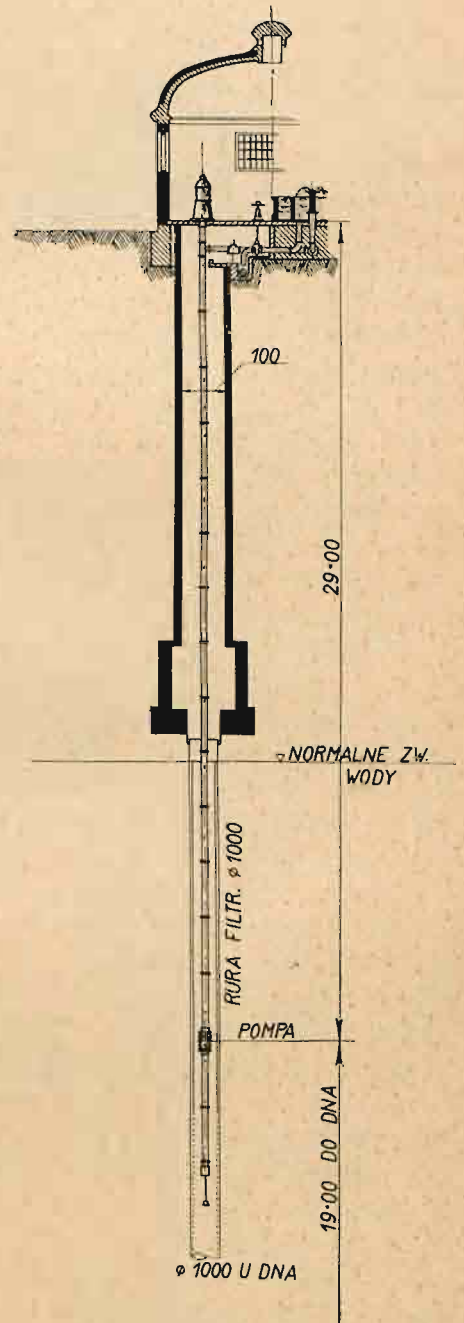
kiemi, przy których silnik sprzężony bezpośrednio z pompą jest zanurzony pod zwierciadłem wody. Dawniej czerpano wodę pompani mamutowemi. W Czeskobudziejewickiej niecce trzeciorzędo-



Rys. 5. Wodociąg w Wehłowicach.



Rys. 6. Studnia artezyjska dla Mielnika i okolicy.



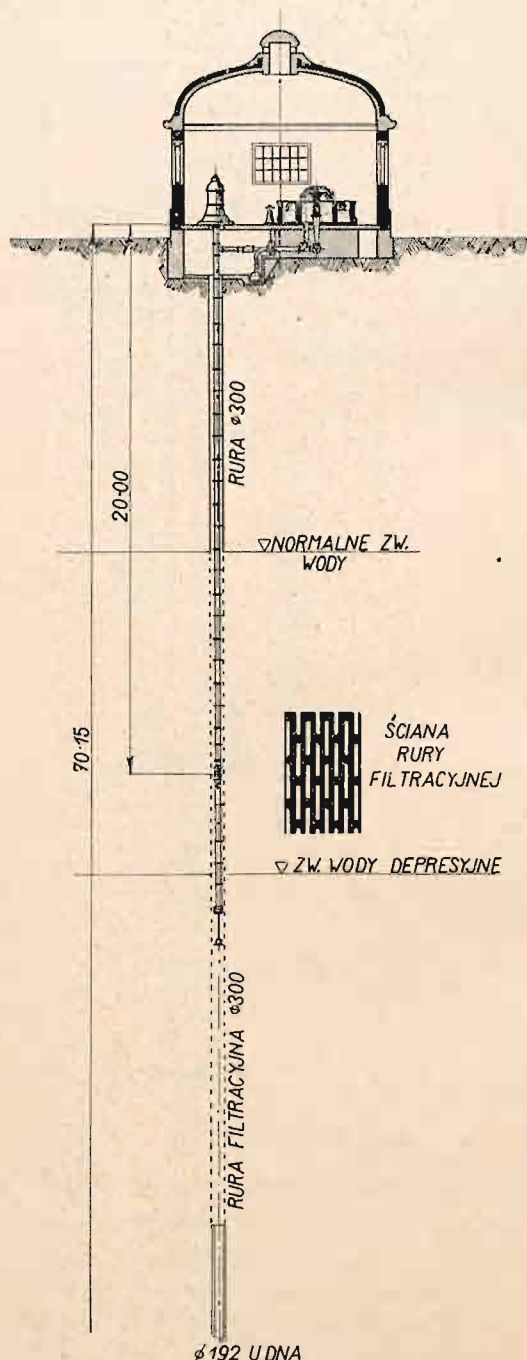
Rys. 7. Studnia Nr. 2 w Żatcu.

300 mm. Wodę ze studzien czerpie się dziś naogół pompami pionowymi z silnikiem na górze (sprawność tych pomp jest tylko o około 3% mniejsza niż pomp odśrodkowych poziomych), względnie w ostatnich czasach pompami zanurzonymi, t. j. ta-

wej są studnie wiercone do głębokości 240 m, które posiadają wodę artezyjską.

Nanosy czwartorzędu dają zazwyczaj wody ze zwierciadłem zależnym, którą ujmuje się na równinach zapomocą studzien o szerokiej kotlinie

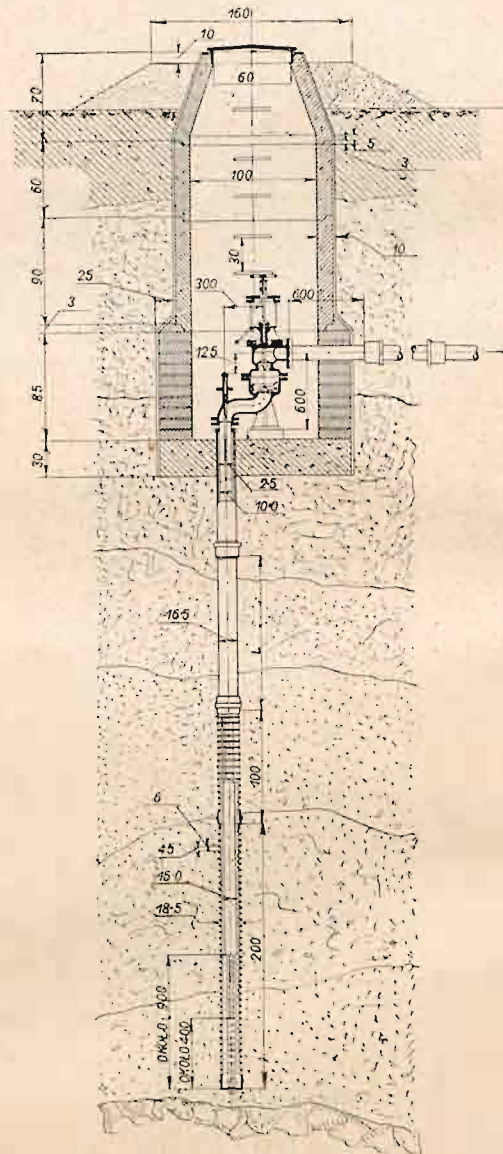
lub studzien wierconych. Studnie szerokie, kopane, buduje się w ocembrowanych dołach lub opuszcza się (częściowo). Do obudowy służy cegła lub żelbet.



Rys. 7a. Studnia Nr. 1 w Żatcu.

Typ studzien wierconych został przekonstruowany przy wodociągu praskim (rys. 8), gdzie takich studzien jest ponad 650, połączonych z sobą wzajemnie w serjach lewarami.

Jeżeli się pracuje z większymi depresjami, urządza się studnie szerokie, które równocześnie stanowią pewien zapas. Jako przykład mogą służyć studnie w Kolinie oraz studnia dla Nowego Bydżowia (rys. 9), które eksploatują bardzo słabe pokłady żwirów i piasków, a uzyskują odpowiedni

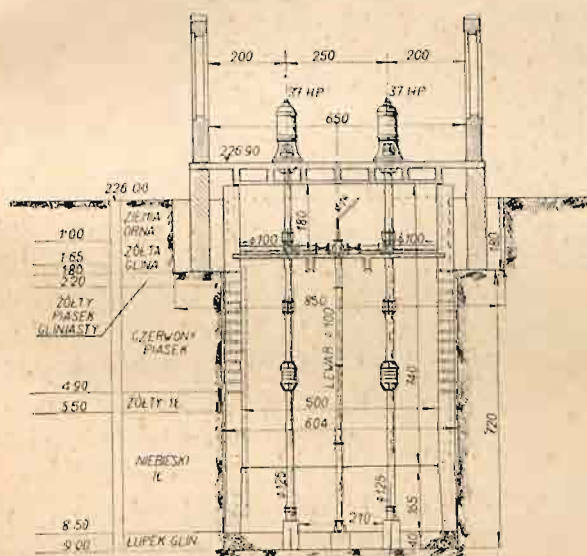


Rys. 8. Studnia rurowa wodociągu karańskiego dla Pragi.

rezervoar dzięki swej szerokości. Przy większych głębokościach oraz w nanosach należy raczej wybierać studnie wiercone, obłożone żwirem, ponieważ są łatwiejsze w budowie. Źródła z nanosów (na brzegu teras) ujmuje się podobnie jak źródła archaiczne t. j. głębszym drenażem, uchodzącym do studzienki. Pracę utrudnia drobny piasek, który

zczasem zamula ujęcie i jego otoczenie, tak, że ujęcie obumiera, podobnie jak to się dzieje przy studniach. Trzeba wówczas ujęcie odnowić.

Jeżeli uwzględnimy zasobność kraju z punktu widzenia hydrologicznego, a z drugiej strony zapotrzebowanie na wodę wogóle, zwłaszcza zaś na wodę bez zarzutu — to przy krytycznej normie



Rys. 9. Studnia w żwirach w N. Bydżowie.

trzebaby w Czechach na terenach archaicznych uzyskiwać sztucznie wodę dla zaopatrzenia każdej 5-tej czy 6-tej gminy, na terenach zaś kredowych dla każdej 3-ciej gminy.

Co do bezwzględnej wydajności wody grunтовой, to przoduje wszystkim geologicznym formacjom czeskim — jako najbogatsza — formacja kredowa, która zaopatruje wymieniony poprzednio wodociąg Brna i w której także miasto Praga szuka zasadniczego rozwiązania swego problemu wodociągowego.

Inż. Dr RYSZARD KLAUSNER
i Inż. FERDYNAND BALLASKO

Oczyszczanie wody prądem elektrycznym.

W wodociągach publicznych, przerabiających wody powierzchniowe, nie używano dotychczas naogół prądu elektrycznego do oczyszczania wody. Dla przeróbki wód do celów przemysłowych znane są metody, przy których wykorzystuje się pewne zjawiska elektryczne, mianowicie elektroosmozę

i elektrolizę. Elektroosmozy używa się w celu zmiękczenia wód, zwłaszcza w tych przypadkach, gdy stawia się wodzie specjalne wymagania, np. przy wodach do zasilania kotłów wysokoprężnych.

Działaniem prądu elektrycznego rozszczepia się zawarte w wodzie sole na anjony i kationy, które następnie wędrują do odpowiednich elektrod. Jeżeli elektrody są zanurzone w naczyniach porowatych, wtedy w przestrzeni między diafragmami powstaje warstwa wody z mniejszą zawartością soli, a stopniowaniem procesu elektroosmotycznego można zawartość soli w wodzie obniżyć praktycznie do zera. W stosunku do innych metod zmiękczenia ma elektroosmoza tę zaletę, że pozbawia wodę wszelkich soli, a zatem także związków sodu, które przy innych systemach pozostają w wodach zasilających. Zużycie prądu jest zależne od stopnia pożądanego zmiękczenia i waha się między 2,5 a 5 kWh na 1 m³. Pomysł elektrycznego zmiękczenia wody jest chroniony wieloma patentami, z których większość należy do niemieckich firm Siemens, Graf Schwerin i AEG Union. Zrozumiałe zainteresowanie tą metodą objawiła Ameryka, nie tylko jako kraj wysoce rozwiniętego przemysłu, ale przede wszystkim jako kraj taniej energii elektrycznej.

Elektrolizy używa się w przemyśle przy uwalnianiu wód zasilających od olejów i tłuszczów. W celu dokładnego oczyszczenia wody działa się na nią dwiema elektrodami, z których anoda jest bezwarunkowo żelazna, stałym prądem elektrycznym przy napięciu nieprzekraczającym 20 V. Od anody odszczepiają się kłaczki wodorotlenku żelazowego względnie żelazowego, które absorbują cząsteczki olejów i tłuszczów. Woda przechodzi następnie przez filtr piaskowy, na którym zatrzymują się kłaczki wodorotlenku wraz z zaabsorbowanymi zanieczyszczeniami.

Opisane powyżej sposoby są w praktyce używane od niedawna, zaledwie od dziesięciu lat. Należy przytem zaznaczyć, że problemem elektrycznego oczyszczania wód zajmowało się już kilku badaczy począwszy od 90-tych lat ubiegłego stulecia, przy rozwiązywaniu zagadnienia oczyszczania ścieków. Pierwszą oczyszczalnię tego typu wybudował w Londynie Webster. Miała ona kształt kanału o wymiarach 27 × 1,45 × 0,31. Kanał ten był przedzielony na 28 przegródek, w których było po 13 żelaznych elektrod grubości 1,27 cm, oddalonych od siebie o 1,5 cm. Czyszczenie odbywało się zapomocą prądu o natężeniu 33,5 Amp i na-

pięciu 41 V. Zużycie żelaza wynosiło 0,0429 kg/m³. Elektrody trzeba było zmieniać po kilku latach.

W r. 1893 zajmował się pomysłem elektrycznego oczyszczania wód Hermite. Użył on jako dodatnie elektrody płyty z dziurkowanego łupku, przez które poprzecigał drut platynowy. Elektroda ujemna była cynkowa i miała kształt tarczy, która się poruszała. Hermite chciał zapomocą tego poruszania się przeszkodzić osadzaniu się zanieczyszczeń na elektrodach. Uwzględniał również i chemiczny skład ścieków i starał się zwiększyć oczyszczające działanie swego urządzenia przez dodatek różnych czynników chemicznych.

Tuż przed wojną światową zajmował się elektrycznym oczyszczaniem Landreth. Używał on elektrod z miękkiej stali, które osadził w drewnianej kadzi w odległości 1 cm od siebie. Osadzaniu się nieczystości między elektrodami zapobiegał przy pomocy obracającego się walca, na którym były osadzone rurki, poruszające się między elektrodami. Landreth dodawał do ścieków wapno. Kierunek prądu zmieniano w oznaczonych odstępach czasu, przez co depolaryzowano elektrody. Sposób Landretha używany był w Easton dla oczyszczania 4 500 m³ wody dziennie. Zużycie prądu wynosiło 335 kWh, wapna dodawano 362 kg dziennie. Metodę tę uważano za tańszą o 45 % od czynnego mułu.

W Santa Monice w Kalifornii urządzono oczyszczalnię wedle systemu Harrisowa. Oczyszczalnia ta składała się z dwu basenów drewnianych, długości 10 m, szerokości 0,6 m i głębokości 6 m. Po przejściu przez baseny elektryczne ścieki filtrowano na filtrach piaskowych. W każdym basenie było 10 par elektrod i 10 elektromagnesów. Zużycie prądu wynosiło 0,06 kWh na 1 m³ wody.

W r. 1903 Koschmider użył elektrod retortowych i równocześnie nawietrzył silnie ścieki.

Podobnych oczyszczalni w różnych odmianach wybudowano kilka, a wiele różnych systemów ograniczyło się do prób laboratoryjnych. Ogólną ich wadą było znaczne zużycie prądu elektrycznego, który musiano bardzo drogo kupować, oraz duże zużycie elektrod, albowiem używane metale miały wysoki równoważnik elektrochemiczny. Nadto metale z elektrod przechodziły w dużych ilościach do mułu, który źle wygniwał i nie dał się użytkować w rolnictwie. Konieczność stałej obsługi podraża ruch w mniejszych oczyszczalniach i tak — mimo znacznych dogodności — sposób elektrycznego oczyszczania nie rozpowszechnił się.

Obecnie jednak, gdy zapomocą odpowiedniego urządzenia można przerobić otrzymany w oczyszczalniach gaz na energję elektryczną, za którą dawniej trzeba było drogo płacić, można znowu zrealizować elektryczne oczyszczanie ścieków.

Nowoczesny sposób oczyszczania wody metodą Elektral, wedle czechosłowackiego patentu Nr 44577, umożliwia szybkie elektryczne oczyszczanie nie tylko wód powierzchniowych w publicznych wodociągach, ale i wód do specjalnych celów przemysłowych i wód kanalizacyjnych. Przy metodzie Elektral dodaje się do wody w celu jej oczyszczenia wodorotlenek glinu in statu nascendi, tak, by woda nie była przytem obciążona innymi związkami, jak to ma miejsce np. przy użyciu siarczanu glinu, gdzie wskutek hydrolizy uwalnia się nie tylko wodorotlenek glinu, ale także niepożądany i niebezpieczny kwas siarkowy. Metodą Elektral można usunąć z wody przedewszystkiem substancje organiczne, zwłaszcza barwniki roślinne, które dostają się do wód powierzchniowych po większej części z torfowisk i nadają wodzie odcień żółty, aż do ciemno-brązowego. Przez samą filtrację, nawet na powolnych filtrach angielskich, woda nie pozbędzie się tych barwników i dlatego tam, gdzie to jest konieczne, musi się użyć w celu ich usunięcia metod koagulacyjnych, wśród których Elektral dzierży pierwszeństwo, nie tylko ze względu na niskie koszty, ale przedewszystkiem z powodu swej zupełnej nieszkodliwości.

Prof. dr F. Schulz przeprowadził z Elektralem próby na Politechnice w Pradze i skonstatował przytem bardzo znamienny objaw, że zdolność absorbcyjna elektrolitycznego wodorotlenku glinu jest daleko większa niż u wodorotlenku odszczepionego z siarczanu, tak, że elektrolityczne kłaczkowe wodorotlenku glinu absorbują chciwie nawet zawarty w wodzie kwas krzemowy. Zjawiskiem tem zajmowali się także naukowo inż. dr Tichý, naczelny chemik Centralnych elektrowni w Erwieńnicach, oraz inż. Kopecký, kierownik ruchu Zachodniomorawskich elektrowni i centrali ciepłej w Brnie. Okoliczność, że przy zużyciu prądu elektrycznego w ilości 0,2 kWh na 1 m³ można obniżyć zawartość kwasu krzemowego w wodzie prawie do zera, oznacza, że w pewnych przypadkach będzie można stosować jedynie metodę Elektral, ponieważ innymi dotychczas znanymi sposobami nie dało się obniżyć zawartości kwasu krzemowego w wodzie poniżej 5 mg w 1 litrze.

Zastosowanie Elektrału do czyszczenia wód

ściekowych umożliwia przede wszystkim ten fakt, że otrzymywany w oczyszczalniach gaz da się przeobrazić na energję elektryczną.

W porównaniu z innymi metodami elektrycznego oczyszczania wód ściekowych ma Elektral przede wszystkim tę zaletę, że posługuje się elektrodami glinowemi. Metal ten posiada niski równoważnik elektrochemiczny, wskutek czego zużycie elektrod jest mniejsze w stosunku do innych metali i nie trzeba ich tak często wymieniać. Glin nie posiada niekorzystnych właściwości innych metali, które uniemożliwiają wygnicie mułu przez zatrucie drobnoustrojów powodujących gnicie (ołów, cynk, miedź, nikiel), można więc uzyskany tym sposobem muł użytkować w rolnictwie. Wymaganiu, aby odżywcze wartości mułu były zwracane glebie i w ten sposób zachowana równowaga obiegu substancyj w przyrodzie, nie stawia oczyszczanie elektralowe żadnych przeszkód. Przy Elektralu działa — obok kłacek wodorotlenku glinu — jeszcze znacznie większa ilość tlenu, który uwalnia się przy elektrolizie, przenika oczyszczane ścieki i uczestniczy w procesie oczyszczania. A przecież samo utlenianie jest podstawą wielu innych metod oczyszczających.

Działanie oczyszczalni elektrycznej da się regulować, zużycie bowiem prądu i metalu można przez zmianę natężenia prądu tak zmieniać, aby odpowiadało zawsze pożądanemu stopniowi oczyszczenia. O ile ta możliwość regulacji jest ważna w wodociągarnictwie, tem bardziej przy oczyszczaniu ścieków stanowi ona jedną z największych zalet metody Elektral.

Dr ALEKSANDER LIBICKÝ

Wody odpadkowe i ich wpływ na naturalne zbiorniki wód.

Klucza dla zrozumienia obecnego stanu zanieczyszczenia zbiorników wód powierzchniowych należy szukać w ubiegłym stuleciu. Można śmiało powiedzieć, że w ciągu tego stulecia ludzkość zmieniła swój tryb życia gruntowniej niż za 1 000 lat poprzednich. Przyczyną tego była industrializacja, rozwój przemysłu. Pierwszą maszyną, która już przed kilku wiekami rozpoczęła ofensywę, była prasa drukarska. Druk umożliwił rozpowszechnienie nauk, a ręka w rękę z niem szło praktyczne zastosowanie wiedzy, maszyny i przemysł. Nie

były to jedynie maszyny, których znaczenie rozumie szeroki ogół społeczeństwa — jak maszyna parowa — ale i inne znane tylko szczupłym kołom fachowców, niemniej jednak ważne. I tak, od początku ubiegłego stulecia rozbiegły się po kontynencie europejskim setki maszyn do szycia, które wywołały zupełny przewrót w ówczesnym rozwoju produkcji, rozsypały się warsztaty tkackie, rozpowszechnił się wyrób cukru z buraków i t. d. W wyniku tego uprzemysłowienia niektórzy ludzie na wsi — tkacze i t. p. — stracili zarobek. Uczynili więc to, co jedynie w danych warunkach było możliwe, oddali się na usługi przemysłu i odeszli do dużych miast, gdzie w fabrykach było wiele najemnej pracy, a zatem i możności zarobku. W ten sposób w ubiegłym stuleciu dokonało się wielkie przesunięcie mieszkańców ze wsi do miasta.

Wszystkie te zmiany nie odbywały się planowo, ale zupełnie przypadkiem, zależnie od tego, jak poniekąd przemysł się rozwinął i gdzie ten czy ów prywatny człowiek fabrykę jakąś zbudował. Prywatna przedsiębiorczość kierowała wszystkimi temi zmianami, tak, że z początku nie można było nawet przypuszczać, do jak daleko idącego przegrupowania całej struktury społecznej w Europie dojdzie, wskutek czego państwo ograniczało swą interwencję do tych jedynie przypadków, gdzie szkody wynikłe z nowego stanu rzeczy posunęły się tak daleko, że w sposób widoczny zagrażały zdrowiu najszerzych warstw ludności. Gdybyśmy chcieli użyć porównania z dziedziny medycyny terapeutycznej, możemy powiedzieć, że władza publiczna występowała tu symptomatycznie: nie kierowała systematycznie rozwojem wypadków tak, aby nie mogło dojść do szkód zdrowotnych, ale usuwała te szkody, które powstały przy samorzutnym rozwoju. Takim środkiem była ustawa wodna z r. 1870.

Woda jest w wielu zakładach przemysłowych bardzo ważnym surowcem. Niekiedy staje się częścią składową wyrabianego produktu, przeważnie jednak jest tylko medjum, w którym się materjał przerabia. Wodą oplókuje się brudne buraki w cukrowniach, ziemiaki w gorzelniach i krochmalarniach, wodą przemywa się beczki, konwie i flaszki, wodą oddziela się właściwy produkt od bezwartościowych przymieszek, wodą wypłókuje się nadmiar barwników. We wszystkich tych przypadkach woda w chwili doprowadzenia jej do zakładu miała odpowiednie zadanie. Zadanie to spełniła i nie jest już w przedsiębiorstwie potrzebna.

W tej samej chwili staje się wodą odpadkową. Dla zakładu byłoby najwygodniej taką wodę wpuścić prosto do najbliższej rzeki lub najbliższego potoku i rzeczywiście tak z początku postępowano. Wynikły wskutek tego ciężkie szkody, które są wyraźnie wymienione w książce prof. Kabrhela (*»Zdravověda«*, str. 628 ÷ 630). Z powodu tych szkód doszło u nas do wydania ustawy wodnej z roku 1870. Ochrona rzek przed zanieczyszczeniem jest tylko częścią zagadnień wodno-prawnych, które ta ustawa reguluje. Wedle tej ustawy władza polityczna ustala warunki, przy zachowaniu których budujące się przedsiębiorstwo będzie mogło wpuszczać wody odpadkowe do zbiornika wód powierzchniowych. Przedsiębiorca, zamierzający taką fabrykę wybudować, wnosi do urzędu okręgowego podanie, w którym przytacza dane potrzebne do zorientowania się w ilości i jakości przyszłych wód odpadkowych. Na zasadzie tego podania odbywa się komisja z udziałem wszystkich zainteresowanych, która rozpatruje sprawę na miejscu. Zależnie od jej wniosków, urząd okręgowy orzeka, czy zachodzi konieczność czyszczenia wód odpadkowych czy też nie.

Jeżeli oceniamy wody odpadkowe, nie można ograniczać się do stwierdzenia cech zewnętrznych. Woda w stanie rozkładu, która wonią swą zatrucha całą okolicę, nie jest w rzeczywistości tak niebezpieczna, jak woda zawierająca zarazki tyfusu. Zawartość zarazków tyfusowych w wodzie rzecznej zależy przedewszystkiem od właściwości wód odpadkowych, wpuszczanych do rzeki. Klasyczny przykład dla tego poglądu mamy w epidemiologicznych obserwacjach dotyczących tyfusu w Pradze i w okolicy Pragi, w czasie których notowano skrętnie wypadki na lewym i prawym brzegu Wełtawy. W czasach dawniejszych, jak podaje doc. dr Kulhavý, zakażony był głównie lewy brzeg Wełtawy. Pozostawało to w związku z infekcją, która przychodziła do Wełtawy rzeką Berounek, do której wpuszczano zakażone wody odpadkowe. Obecnie, gdy stosunki zmieniły się, a główna przyczyna leży w znacznym zanieczyszczeniu potoka Kunratyckiego, wpadającego do Wełtawy przed Pragą, oraz w zanieczyszczeniu Botyicy, która wpada do Wełtawy w Pradze, większość wypadków występuje na prawym brzegu Wełtawy (doc. dr Kredba, *»Časopis českých lékařů«*). Infekcyjne własności mogą posiadać przedewszystkiem wody z kanalizacji. Wpuszczanie tych wód do zbiorników wód powierzchniowych bez nale-

żytego oczyszczenia jest zbrodnią przeciw zdrowotności publicznej.

Własności infekcyjne mogą posiadać również wody z rzeźni. Tam, gdzie pod ręką jest dosyć wody, większość odpadków z rzeźni splawia się. W tych wodach odpadkowych jest głównie krew, zawartość żołądka, jelit i pęcherza moczowego zabitych zwierząt. Te nieczystości mogą być zakażone paratyfusem. Zarazek ten wywołuje u zwierząt chorobę septyczną, rozmnaża się u nich w krwi, a krew zalewa wszystkie organy. Dlatego w laboratorjach przy próbnej iniekcji zwierząt z podejrzaną oborą i przy zwierzętach padłych, badamy zawsze krew pobraną sterylnie z serca zwierzęcia. W przypadku pozytywnym otrzymujemy zawsze czystą kulturę bakterij paratyfusowych. Krew zabitych zwierząt może więc zawierać duże ilości zarazków paratyfusu. Mikroby te pojawiają się też niekiedy w zawartości grubego jelita zwierząt całkowicie zdrowych. W zawartości jelit koni znajdują się niekiedy zarazki tężca.

Prócz tego wody z rzeźni zawierają pewne odpadki, jak kawałki mięsa i kości, sierść, zmiotki z podłóg i t. d. Jeżeli użyto mało wody, jest ona bogata w organiczne substancje azotowe i podatna do procesów gnilnych. Jeżeli użyto więcej wody, zanieczyszczenia w niej są bardziej rozcieńczone, a zatem mniej szkodliwe. Wody odpadkowe z nowoczesnych zakładów przerabiających zwłoki zwierzęce nie są dziś wprawdzie niebezpieczne infekcyjnie, ale zawierają wiele substancyj organicznych i trzeba je przed wpuszczeniem do kanału lub zbiornika wody oczyścić. Własności infekcyjne mogą posiadać także wody z garbarni. W wodach tych wykrywa się najczęściej bakterje węglik. Najniebezpieczniejsze są wody pochodzące z mycia i moczenia skór. Wąglík jest sporadycznie rozpowszechniony w całej Europie, specjalnie są nim zakażone pewne pastwiska. Skóry bydła wypasanego na tych pastwiskach są zawsze podejrzane na wąglík.

Drugą grupą niepożądanych wód odpadkowych są wody bogate w substancje, ulegające łatwo rozkładowi i fermentacji. Te właśnie procesy wywołały w połowie ubiegłego stulecia wspomniane niekorzystne warunki w rzekach angielskich i europejskich. Nie chodzi w tym przypadku wyłącznie o nieprzyjemną woń, która zatrucha okolicę. Woń ta była właśnie pierwszym ostrzegawczym sygnałem, że z wodami odpadkowymi jest coś w nieporządku. Mogli ją zauważyć nawet laicy

i dlatego wczas uznano konieczność usunięcia tej niedogodności, chociaż sama woń nie może spowodować żadnej szkody dla zdrowia. Przesadna obawa przed wodą wydzielającą nieprzyjemną woń byłaby jedynie przeżytkiem poglądu miazmatycznego, który już dawno należy do historycznych omyłek. Domieszka substancyj ulegających łatwo rozkładowi powoduje jednak w zbiornikach wód powierzchniowych wkrótce wielki wzrost ilości bakteryj. Pozatem domieszka dużej ilości substancyj organicznych utrudnia znacznie ulepszenie wody przez filtrację i chlorowanie. Trzeba jednak w tem miejscu zaznaczyć, że ilość substancyj organicznych w wodzie odpadkowej nie jest absolutnym kryterjum jej szkodliwości lub nieszkodliwości, ponieważ miarodajne jest jedynie, czy woda jest podatna do gnicia, czy też nie. I tak, liczne dobrze oczyszczone wody odpadkowe zawierają jeszcze dosyć substancyj organicznych, ale nie są zdolne do gnicia, ponieważ mikroby wyczerpały z nich już wszystko, co mogło służyć do ich bujnego rozrostu, pozostałych zaś substancyj organicznych bakterje nie mogą już zasymilować.

Czystość zbiorników wód powierzchniowych ma wielkie znaczenie, gdyż w przyszłości nie będzie można rozwiązać zagadnienia zaopatrzenia dużych miast w wodę inaczej, jak przez ulepszenie wody z tych zbiorników. Na początku jeszcze wspominałem o odpływie mieszkańców do wielkich miast. Wód gruntowych było niegdyś pod dostatkiem dla mieszkańców Europy środkowej, rozsianych po wsiach, ale gdzież można znaleźć tak obfite źródła wody gruntowej, aby starczyły dla zaopatrzenia mieszkańców nagromadzonych w wielkich miastach?

Trzeba się więc liczyć z zaopatrzeniem w wodę powierzchniową, a zatem musi się dbać o jej warunki higieniczne.

Przykładem wód, bogatych w substancje organiczne i podatnych do gnicia i fermentacji, są wody z cukrowni. Są one dwojakie: z płókania i wylugowywania. Buraki płócze się przed przeróbką; ta woda zawiera ziemię, liście buraczane i t. d., nie jest więc zbytnio zanieczyszczona, a jej oczyszczanie nie nasuwa trudności. Daleko gorszy jest drugi rodzaj wód odpadkowych, t. j. wody z wylugowywania buraków, z dyfuzji. Zawierają one ok. 1% cukru, dużo ciał białkowych i innych substancyj organicznych. Nowoczesne zakłady starają się dziś zużyć te wody powtórnie w ruchu i naogół nie wpuszczają ich do wód odpadkowych. Także

i wody odpadkowe z gorzelnii są bogate w substancje organiczne i zawierają solanin, który nadaje tym wodom bardzo nieprzyjemny, drapiący posmak. Ma to wielki wpływ na obniżenie zdolności do picia wód powierzchniowych, do których woda odpadkowa wpływa; jeżeli zaś woda odpadkowa wsiąka w grunt, odbija się to natychmiast na smaku wody gruntowej, zasilającej sąsiednie studnie. Również i w krochmalarniach są dwa rodzaje wód odpadkowych, mianowicie wody, w których ziemniaki były płókanne i które zawierają wiele części ziemistych, oraz wody pochodzące z pławienia skrobji, zawierające wiele substancyj organicznych i nabywające rychło woni kwasu masłowego. Wody odpadkowe z mleczarni zawierają zawsze części mleka, ulegają łatwo gniciu, można jednak pozbawić je szkodliwego charakteru przez odpowiednie rozcieńczenie. Przy wyrobie kwaśnej kapusty pozostają wody silnie skoncentrowane i ulegające łatwo gniciu. Przy słodowaniu moczy się jęczmień, w tym przypadku dostaje się do wody również wiele substancyj skłonnych do gnicia. Także w browarze pozostaje dużo popłóczyn, które z natury rzeczy zawierają m. i. wiele drożdży. Na szczęście dobry wyrób piwa wymaga bardzo dokładnej czystości, wobec czego zużywa się tu masę wody, tak, że wody odpadkowe z browarów są bardzo rozcieńczone. Wody odpadkowe z drożdżarni są bardzo bogate w substancje organiczne i również podatne do gnicia.

Trzecią grupę wód odpadkowych stanowią wody zawierające pewne substancje chemiczne. Jest to naogół najcięższe zagadnienie z dziedziny wód odpadkowych. Oczywiście, przez wpuszczenie do rzek następuje natychmiast tak znaczne rozcieńczenie, że trudno jest wykazać bezpośrednio w wodzie zbiornika naturalnego samą substancję. Ale i te niedające się wykryć ślady mogą mieć znaczny wpływ na warunki w zbiornikach wód powierzchniowych, mogą zwłaszcza zatruć ryby żyjące w tych wodach. Substancje te mogą być również niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego. Nie powodowałyby wprawdzie nagłych zatruć, ale niewiadomo jakie następstwa miałyby chroniczne zatrucie wskutek stałego ich spożywania. W tej dziedzinie najniebezpieczniejsze i najbardziej zwodnicze są fenole, które dostają się do wód wraz z wodami odpadkowymi z gazowni i koksowni. I tak, w niektórych okręgach przemysłowych Niemiec wyginęła doszczętnie wszelka fauna w rzekach, a zjawisko to przypisują wyłącznie fenolowi wód odpadkowych.

Samego fenolu zazwyczaj w wodach powierzchniowych nie można wykryć, w ostatnich jednak czasach podjęto badania, które wykazują działanie fenolu w wodzie zupełnie nowym sposobem (H. Bach: Zur Frage des biochemischen Abbaus von Phenolen in natürlichen Wässern. »Gesundh. Ing.« 1928, 51, 773÷774). Przeprowadzono szereg orientacyjnych doświadczeń nad biochemiczną odbudową fenoli, w naczyniu szklanym pojemności 210 litrów, w którym był na dnie piasek i rosły wodorosty. W celach doświadczalnych trzymano w tem naczyniu złote rybki. Wodę codziennie przewietrzano, a rybki karmiono suszonymi dafniami. Do wody dodawano fenol w różnych ilościach, w granicach 10÷25 mg na 1 litr. Pierwsza dawka — 10 mg — nie miała znacniejszego wpływu na złote rybki, przy najwyższej dawce — 25 mg — rybki wkrótce straciły statyczną równowagę. Do kąd nie dodawano więcej niż 25 mg fenolu, procesy biochemiczne tak dokładnie odbudowywały go w przeciągu trzech dni, że nie można go było więcej wykazać na drodze chemicznej. Skoro jednak dodano znowu fenolu, nie rozkładał się on już tak szybko, z czego autor wnioskuje, że produkty pochodne reakcji przeszkadzały dalszej biochemicznej odbudowie. Z rozważań tych wynika, że fenol może w pewnych przypadkach przechodzić w pochodne chemiczne nie dające się już wykryć, których wpływ na zdrowie istot żywych jest dotychczas bardzo problematyczny. Ciekawe jest również stwierdzenie, że fenol w koncentracjach, które są już napewno szkodliwe dla istot żywych, nie tylko nie hamuje wzrostu mikrobów, ale odwrotnie, zdaje się, że wzrost mikrobów jeszcze przyspiesza. Wybrałem do swych doświadczeń bacterium coli commune, które jest — jak ogólnie wiadomo — dość odporne przeciw fenolowi, i to szczep wyhodowany z wody na buljonie z dodatkiem większej ilości cieczy Parietti'ego, a zatem szczep napewno przeciw fenolowi odporny. $\frac{1}{100}$ cm³ tej kultury buljonowej wysiana do:

- a) 100 cm³ wody z wiejskiej studni,
- b) 100 cm³ wody z wiejskiej studni, więcej fenol (0,1 g/l),
- c) 100 cm³ wody z wiejskiej studni, więcej fenol (0,1 g/l), więcej 1 cm³ moczu,
- d) 100 cm³ wody z wiejskiej studni, więcej fenol (0,1 g/l), więcej 5 cm³ moczu,

dała następujące wyniki:

Bacterium coli w 1 litrze:

	a	b	c	d
w chwili wysiania	5 400 000	5 400 000	5 400 000	5 400 000
po 24 godzinach	2 800 000	5 400 000	10 800 000	45 800 000
po 3 dniach	400 000	3 600 000	4 500 000	9 000 000
po 1 tygodniu	90 000	3 000 000	8 100 000	12 000 000

Wody odpadowe, zanieczyszczone fenolami, mogą zatem zawierać także bacterium coli commune. Jeżeli jest w nich wiele substancyj organicznych, mogą one zawierać nawet duże ilości tych bakteryj.

Po wodach fenolowych większe znaczenie mają wody odpadowe fabryk masy papierowej i fabryk papieru. Gorsze były niegdyś wody odpadowe fabryk masy papierowej, ponieważ zawierały dużo substancyj organicznych oraz chemikalja z procesu wytwórczego, który może być rozmaity. Dość często używa się tu metody sulfitowej, t. j. poddaje się drzewo i siarczan wapniowy wysokiemu ciśnieniu, przyczem uwalnia się celuloza i tworzy się — obok innych produktów — także cukier. Przy przestarzałym sposobie wyrobu przechodziło do wód odpadowych ok. 1,5% kwasu siarkawego. Dzisiaj racjonalizacja stara się zapobiec stratom kwasu siarkawego, wskutek czego w wodach odpadowych dobrze urządzonych fabryk masy papierowej znajdujemy tylko ok. 0,05% kwasu siarkawego. Mimo to prof. dr Roček wykrył kwas siarkawy w wodzie rzek na Morawach. Przy bieleniu masy papierowej przechodzi do wód odpadowych także chlor i różne kwasy. W wodach właściwych fabryk papieru mają największe znaczenie odpadki papieru. Trzeba je zawsze tak oczyścić, aby wszelkie odpadki papieru o ile możności całkowicie zatrzymać, i to możliwie jeszcze suche, zanim się papier w wodzie nie rozmoczy i nie rozdrobni. W przeciwnym wypadku, w razie dostania się do wód powierzchniowych, mogłyby zniszczyć zupełnie wegetację tam, gdzieby się taka woda rozlała, albowiem rozdrobniony papier zatyka dokładnie pory gleby. Podobnie rozdrobniony papier z klozetów stanowi jedno z najcięższych zagadnień przy wodach ściekowych wielkomiejskich i ich oczyszczaniu. Ale i tu, im większe jest rozcieńczenie, tem wody odpadowe są mniej szkodliwe. Wody odpadowe z przędzalni zawierają brudy z prania wełny, często także barwniki i chemikalja. Wody z farbiarni zawierają barwniki, metale, garbniki, mydło i t. d. Wody odpadowe z blicharni zawierają przy bieleniu bawełny wapno chlorowe, przy bieleniu wełny i jedwabiu kwas siarkawy. Także i wody z garbarni zawierają wapno i garbniki.

Co należy zatem w dzisiejszych warunkach przedsięwziąć dla poprawy warunków sanitarnych naturalnych zbiorników wód? Oczywiście, że najwięcej uwagi należy poświęcić możliwości zanieczyszczenia substancjami zakaźnymi. Oczyszczania odchodów ludzkich przed ich wypuszczeniem do zbiornika wody powierzchniowej musi się żądać bezwarunkowo we wszystkich przypadkach, nie tylko tam, gdzie duża ilość odpadkowych substancji organicznych zanieczyszczałaby wodę w sposób widoczny; najmniejsza nawet gmina, czy samotna zagroda nie śmie zanieczyszczać publicznej wody swemi infekcyjnie podejrzanemi odpadkami. Zanieczyszczenie takie nie jest nigdy wykluczone. Przypominam sobie, że kiedyś za młodych lat widziałem w osadzie H... wysoko w górach ustęp małej zagrody, zbudowany na mostku nad górskim potokiem, tak, że fekalja i mocz wpadały prosto do wody. Gdyby w takim domku mieszkał nosiciel zarazków, trudno przewidzieć, jak daleko jego infekcje mogłyby się przenieść i ile wypadków spowodować. Nie trzeba nawet patrzeć tak daleko, po każdej większej rzece kursuje szereg statków, które rozwiązują w bardzo prosty sposób zagadnienie ustępu, wpuszczając odchody bezpośrednio do rzeki. Również kąpieliska stają się w lecie źródłem niemałego zanieczyszczenia rzek. Kiedy przed laty analizowano wodę wiedeńskiego kąpieliska Gensenhäufel, uznano wodę z tego kąpieliska — wadliwie zresztą urządzonego — za rozcieńczony mocz, z powodu zawartości chlorków. Jak widać, nasze ustawodawstwo usunęło grubsze przyczyny, prowadzące do widocznego, a raczej wonięjącego zanieczyszczenia naszych rzek, ale sposobności do infekcji jest zawsze jeszcze aż nadto. Podobnie jak z odchodami ludzkimi, należy także zachować dużą ostrożność w rzeźniach. Zakaz prywatnego uboju i wybudowanie publicznych rzeźni pod nadzorem samorządu daje rękojmię, że uniknie się zanieczyszczenia.

Wody drugiej grupy — bogate w substancje organiczne — powodują również znaczne zanieczyszczenie wód powierzchniowych. Są to przeważnie substancje nie ulegające dalszemu rozkładowi, ale mimo to stanowią one poważną przeszkodę w używalności wód powierzchniowych do picia, nawet po należytem oczyszczeniu.

Przy wodach zanieczyszczonych chemikaljami przychodzi nam z pomocą racjonalizacja, która stara się o ile możności zapobiec stratom chemikalij. Mimo to i w tym przypadku należałoby prze-

prowadzać dokładną kontrolę, i to przede wszystkim samych wód odpadkowych, albowiem w zbiornikach wód powierzchniowych są one już tak rozcieńczone, że nie można wykryć szkodliwych substancyj zwykłemi metodami analitycznemi. Mojem zdaniem, jest to najcięższe zagadnienie przy zanieczyszczeniu wód powierzchniowych, ponieważ takiego zanieczyszczenia nie sygnalizują nam ani nasze zmysły, ani analiza nawet dobrze przeprowadzona. Na szczęście mamy w tym wypadku doświadczenie na zwierzętach, które przyroda daje nam sama do ręki. Dokąd w rzekach żyją ryby, mamy pełne prawo przypuszczać, że woda nie jest tak trująca, aby mogła człowiekowi zaszkodzić. Rybostan rzek interesuje więc nie tylko ograniczoną grupę ludzi zajmujących się sportem wędkarskim, ale i nas higienistów, gdyż jest rękojmią, że wody powierzchniowe nie są chemicznie zatrute. Inaczej przedstawia się sprawa z zakażeniem wody. Ryby mogą żyć zupełnie dobrze w środowisku bakterium coli, zarazków tyfusu i paratyfusu, ponieważ te drobnoustroje nie są dla nich szkodliwe, tak, że z zarybienia wód nie możemy wnioskować, czy są one zakażone. Okoliczność, że odstęp między człowiekiem a rybą w rozwoju gatunków istot żyjących jest tak duży, że bakterje chorobotwórcze dla ludzi są nieszkodliwe dla ryb i odwrotnie przyczyny gromadnych zaraz wśród ryb są obojętne dla człowieka, ma także i swoją dobrą stronę. Albowiem ryby często giną w rzekach nie tylko wskutek trucizn, ale i przez rozszerzanie się zaraz, gdyby więc te zarazy były szkodliwe dla ludzi, musielibyśmy wytępić rybostan rzek.

Inż. KAROL KALOUS

Wpływ jakości powietrza na człowieka.

Potrzeba przewietrzania lokali, w których ludzie pracują (a zwłaszcza ciężko pracują), względnie w których się gromadzą, jest ogólnie uznawana. Celem wietrzenia jest doprowadzić i przygotować dla ciała ludzkiego taką atmosferę i w takiej ilości, aby pobyt w niej był:

- 1) naogół możliwy i znośny,
- 2) przyjemny.

Wietrzenie w celu uzyskania warunków, wymienionych w pierwszym punkcie, jest konieczne w tych przypadkach, gdzie z przyczyn niezależnych od ciała ludzkiego pobyt staje się niemożliwy (wchodzi tu w grę przede wszystkim praca w kopal-

niach oraz w zakładach, gdzie wytwarzają się duszące gazy, wonie i t. p.), względnie tam, gdzie samo ciało ludzkie jest przyczyną pogorszenia się jakości powietrza (przy gęstym nagromadzeniu osób), chociażby dlatego, że temperatura, wilgotność lub inne ważne właściwości powietrza pogarszają się.

Przygotowanie powietrza nietylko znośnego, ale i przyjemnego należy do wyższego stopnia techniki wietrzenia. W związku z tem pozostaje również ochładzanie powietrza i inne zagadnienia, które trzeba rozważać ze stanowiska przede wszystkim gospodarczego.

Miarodajny dla jakości powietrza jest szereg czynników :

- 1) ciepłota,
- 2) wilgotność,
- 3) zawartość kurzu,
- 4) zawartość kwasu węglowego,
- 5) woń,
- 6) zawartość drobnoustrojów,
- 7) ciśnienie powietrza,
- 8) szybkość przepływu powietrza.

Czynniki te nie wyczerpują oczywiście wszystkich warunków, które mają wpływ na jakość powietrza. Wymienić należałoby jeszcze: radjoaktywność, rodzaj jonizacji i t. p. Wyjaśnienie wszystkich wpływów jest zadaniem bardzo obszernem. W niniejszym artykule ograniczę się przede wszystkim do wyświetlenia wpływu ciepłoty i wilgotności na człowieka i jego zdolność do pracy.

A. Atmosfera.

W tym celu porównajmy warunki klimatyczne, to jest przede wszystkim temperaturę w Polsce i Czechosłowacji. W tab. 1 zestawione są średnie temperatury znaczniejszych miast obu państw jako przeciętne pomiarów z okresu 50 lat, dla Warszawy ponadto z 25 lat (1901÷1925).

Dla ustalenia warunków klimatycznych, o które chodzi w tym artykule, nie wystarczy jednak uwzględnić tylko temperatury, ale trzeba wziąć pod uwagę także wilgotność. W tym celu zestawiona jest tab. 2, zawierająca przeciętne wilgotności względnej.

Następna tabela daje również przegląd temperatur i wilgotności na podstawie wskazań termometru hygroskopowego.

Z podanych tabel widoczny jest przebieg średnich temperatur i wilgotności. Można z nich wyprowadzić analogie dla niektórych miast obu państw, co jest ważne zwłaszcza dla dalszego materiału artykułu.

Jeżeli chodzi o ciepłotę i wilgotność w zimie, warunki są dokładnie znane. Powietrze trzeba ogrzać, aby było przystosowane do stałego pobytu w niem przy pracy i mieszkaniu. Obniża to bardzo znacznie jego względną wilgotność.

Przyjrzyjmy się bliżej cyfrom letnim i zwróćmy uwagę na przeciętną ilość dni ciepłych i upalnych w ciągu roku. Dnie ciepłe są te, w czasie których ciepłota zmierzona w cieniu wynosi powyżej 25° C,

Tab. 1. Przeciętne temperatury.

Miasto	Białystok	Poznań	Warszawa		Kraków	Lwów	Krynica	Praga	Bratisława
			1850÷1900	1901÷1925					
Wysokość	136	58	121		220	308	586	197	136
Styczeń	-4,6	-1,9	-3,6	-1,7	-3,3	-4,0	-6,0	-1,5	-1,5
Luty	-4,0	-1,0	-2,5	-2,3	-2,0	-2,8	-4,3	0,0	0,9
Marzec	-0,2	2,0	1,1	2,5	2,0	1,3	-0,5	3,2	5,0
Kwiecień	6,5	7,7	7,6	7,3	7,9	7,5	5,2	8,5	10,3
Maj	12,8	12,9	13,4	15,0	13,3	13,4	10,5	13,5	15,8
Czerwiec	17,2	17,2	17,7	15,7	17,0	17,0	14,3	17,3	19,1
Lipiec	18,6	18,8	18,9	18,7	18,7	18,7	15,7	19,0	21,0
Sierpień	17,4	17,9	17,9	17,3	17,7	17,9	14,9	18,3	20,1
Wrzesień	13,0	14,0	13,7	13,4	13,9	13,8	11,6	14,7	16,2
Październik	7,2	8,6	8,0	8,1	8,8	8,7	6,9	9,3	10,9
Listopad	1,0	2,7	1,8	1,5	2,2	2,3	0,3	3,3	4,6
Grudzień	-3,2	-0,8	-2,3	-1,3	-2,2	-2,3	-4,0	-0,4	0,4
Rok	6,8	8,2	7,6	7,9	7,8	7,6	5,4	8,8	10,2
Wahania	25,2	20,7	22,5	21,0	22,0	22,7	21,7	20,5	22,5

Tab. 2. Przeciętne wilgotności względnej.

Miasto \ Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Poznań	87	85	80	73	68	67	70	73	78	84	88	88	78
Warszawa	87	85	81	75	70	71	73	75	79	85	88	89	80
Kraków	85	84	79	74	72	74	75	76	79	83	86	87	80
Lwów	85	83	80	72	71	74	75	75	79	81	84	86	79
Praga	81	78	71	66	65	64	65	66	73	79	81	82	73
Brno	92	88	80	71	73	73	71	72	77	82	88	92	80
Bratisława	85	81	74	65	65	65	64	66	70	77	82	86	73
Užhorod	85	82	74	67	71	74	74	74	78	82	83	86	78

Tab. 3. Przeciętne wskazania termometru hygroskopowego.

Miasto \ Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Warszawa	-4,0	-3,1	0,1	5,9	10,7	14,8	16,0	15,3	11,8	6,9	1,1	-2,7	6,2
Kraków	-3,8	-2,7	0,9	6,0	10,8	14,4	16,1	15,3	12,0	7,5	1,5	-2,7	6,4
Lwów	-4,5	-3,4	0,2	5,5	10,8	14,4	16,1	15,3	11,9	7,3	1,4	-2,8	6,1
Praga	-2,0	-0,8	2,0	6,3	10,8	14,1	15,6	15,1	12,3	7,9	2,7	-0,6	7,2
Užhorod	-3,6	-1,7	2,5	7,4	13,0	15,6	17,2	16,4	13,2	9,0	2,9	-1,2	7,2

upalne zaś te, w czasie których ciepłota przekracza w cieniu 30° C. Dla ciekawości przeprowadzmy porównanie New-Yorku i Pragi.

Tab. 4.

Miasto	Ciepłych dni w roku	Upalnych dni w roku
New York	104	47
Praga	39	11

Z tabeli 4 widać, że atmosfera i jej warunki klimatyczne mogą być niezmiernie różne, zależnie od geograficznego położenia miasta. Jest więc błędem, skoro przenosi się doświadczenia uzyskane w jednym mieście na inne miasto, bez szczególnego zbadania klimatycznych warunków tego miasta.

Rozważmy jednak jeszcze wilgotność powietrza. Jako dobrze znośna przeciętna uchodzi wilgotność 50÷60% przy ciepłocie 24° C. Oznacza to bezwzględną wilgoć około 11 g wody w kilogramie powietrza. Miarodajne dla jakości powietrza nie są wartości średnich ciepłot i wilgotności, ale trzeba zawsze uwzględniać wartości równoczesne. Dlatego zestawiono dla Warszawy tabl. 5.

Tab. 5.

Temperatury i wilgotność w Warszawie w r. 1930.

Według Rocznika Państwowego Instytutu meteorologicznego, Warszawa 1930.

Data	Temp. °C o godz.			%o wzgl. wilgotności o godz.		
	7	1	9	7	1	9
12/VI	18,5	29,3	22,2	78	33	63
15/VI	20,1	29,2	20,8	69	29	69
22/VI	16,1	24,9	20,4	90	46	65
Przeciętna w miesiącu	16,4	23,5	18,7	71	42	68
5/VII	18	26,6	22	72	35	59
18/VII	17,3	27,1	22,5	91	58	67
Przeciętna w miesiącu	15,4	20,8	18,0	83	60	72

Z tabeli widzimy, że w miarę wzrostu ciepłoty dziennej spada znacznie wilgotność, co jest bardzo ważne dla obliczenia urządzeń klimatyzacyjnych.

Dla ciekawości rozważmy warunki w Pradze. Jeśli przejrzymy dane np. za rok 1931, który był rokiem raczej wilgotnym niż suchym, z częstymi burzami, zobaczymy, że w ciągu całego roku wykazano jedynie 16 dni, w czasie których bez-

względna wilgotność powietrza była tak znaczna, że przekroczyła 11 g. Przytem wilgotność ta występuje przeważnie w godzinach wieczornych, skoro powietrze ochłodzi się i spada rosa. W godzinach popołudniowych, gdy bywa najgoręcej, taka wilgotność występuje tylko w 5 dniach. A tylko w 2 dniach w ciągu tego roku wilgotność utrzymywała się na tym poziomie przez cały dzień. Przytem w czasie jednego z tych dwóch dni była taka ulewa, jakiej meteorologiczna stacja nie notowała od 100 lat.

Z danych tych widać, że warunki atmosferyczne krajów środkowo-europejskich i sąsiadujących nie są takie, aby istniała specjalna potrzeba ochładzania i suszenia powietrza z powodu jego ciepłoty i wilgotności wynikającej z klimatu. Skoro zatem skłaniamy się do takiej przeróbki, musimy zupełnie gdzieś indziej szukać przyczyny do tego.

Obecnie możemy przystąpić do drugiej części artykułu.

B. Ciało ludzkie.

Ciało ludzkie, powiedzmy przyrodniczo homo sapiens, jest przedmiotem naszych rozważań. Z punktu widzenia energii cieplnej ciało ludzkie jest źródłem ciepła. Ciepło powstaje w ciele ludzkim przez reakcje chemiczne przy przetwarzaniu potraw, a zatem przez spalanie. Dawniej sądzono, że ciało ludzkie traci w ciągu godziny ok. 100 Kal. Liczba ta nie jest ścisła. Dorosły człowiek traci w stanie spoczynku ok. 80 Kal/godz, przy normalnej pracy ok. 250 Kal/godz, a przy pracy wyężonej aż 400 Kal/godz. Przejściowo przy znacznym wysiłku może człowiek stracić aż 800 Kal/godz. Jako wzorzec normalnej pracy uważa się przytem taką pracę, którą zdrowy i dorosły człowiek zdolny jest wykonywać bezustannie w odpowiednich warunkach klimatycznych przy ośmiogodzinnym dniu pracy.

Gdyby ciało nie traciło ciepła, temperatura jego wzrastałaby. Oczywiście tylko do pewnej wysokości, gdyż przy ok. 45° C poczyna protoplazma obumierać, uczucie ciepła staje się bolesne, aż przychodzi śmierć.

W normalnych warunkach ciało samo reguluje swą ciepłotę przy pomocy refleksów wasomotorycznych i termogennych, względnie hormonów regulujących ciepłotę, które powstają w gruczołach, zwłaszcza w tarczycy.

Z doświadczenia wiemy, że ciepłota ciała ludzkiego jest zawsze stała, nawet przy dużej różnicy

między nią a ciepłotą otoczenia. Jest to możliwe tylko dzięki temu, że część ciepła uchodzi z ciała. Dzieje się to przez:

- 1) oddechanie,
- 2) promieniowanie,
- 3) przewodzenie,
- 4) wydzielanie i wyparowywanie potu.

Zanim zapoznamy się z temi poszczególnymi czynnikami, przyjrzyjmy się w pierw człowiekowi jako silnikowi.

Robotnik zdolny jest do efektu pracy około 0,15 KM. Oczywiście na krótką metę można tę moc zwiększyć. Przy ośmiogodzinnym dniu pracy, w gorszych warunkach klimatycznych i roboczych dobra przeciętna moc wynosi — wedle pomiarów Hilla, Campbella i Mossego — 0,05 KM.

Orenstein i Ireland stwierdzili zapomocą kosztownych doświadczeń na murzynach w południowej Afryce, że moc ich przy wierceniu w kopalniach wynosi 0,046 KM, przy innych pracach 0,07 do 0,14 KM.

Dla jednolitości przyjmijmy moc 0,1 KM (jest ona nawet wysoka). Ponieważ 1 KM jest równoważny 63,2 Kal/godz, na moc 0,1 KM potrzeba 6,32 Kal/godz. Wedle pomiarów Hilla i Campbella człowiek śpiący wywiązuje ok. 70 Kal/godz, człowiek czuwający w stanie spoczynku ok. 80 Kal/godz, człowiek zaś pracujący około 5½ do 6 razy tyle ciepła, ile odpowiada pracy mechanicznej wykonanej przez niego. Dzielność motoru ludzkiego jest zatem mniejsza niż 20%. Może się ona oczywiście zmieniać w pewnych granicach zależnie od obciążenia. Najmniejsza tedy ilość ciepła, którą należy odprowadzić z ciała, wynosi 70 Kal/godz. Ilość ta wzrasta wraz z pracą i wynosi dla człowieka pracującego z mocą 0,1 KM:

$$[(5,5 \div 6) \times 63,2] + 70 = 430 \text{ Kal/godz.}$$

Gdyby tej ilości ciepła nie można było odprowadzić, moc musiałaby spadać, aby ciało ludzkie się nie zagrzewało.

Wróćmy teraz do tych ilości ciepła, które można odprowadzić z ciała ludzkiego zapomocą poprzednio wymienionych czynników. W tym celu wybierzmy człowieka normalnego o wysokości ok. 170 cm i wadze 70 kg. Przez oddech powietrze ogrzewa się do 36° C, a przytem nasycy się parą wodną. Ciało oddaje zatem powietrzu ciepło częściowo na ogrzanie powietrza, a częściowo na odparowanie wody. Ilość ciepła odprowadzonego przez oddechanie przy 20° C i 50% wilgotności powietrza jest uwidoczona w tab. 6.

T a b. 6.

Moc KM	0	0,01	0,05	0,1	0,125	0,15
Ilość ciepła Kal/godz	7	10	21	35	43	50

Ilość ciepła oddanego przez promieniowanie wylicza się ze wzoru Stephana i Boltzmanna, przyjmując szary żar:

$$Q = \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_{cz}}} F h$$

We wzorze tym oznacza:

T_1 – temperaturę absolutną ciała ludzkiego,

T_2 – „ „ otoczenia,

C_1 – współczynnik promieniowania ciała ludzkiego,

C_2 – współczynnik promieniowania otoczenia,

C_{cz} – „ „ ciała absolutnie czarnego,

F – powierzchnię ciała ludzkiego,

h – czas.

Temperatura absolutna powierzchni ciała ludzkiego wynosi ok. 307° C, absolutna temperatura otoczenia (przy 20° C) 293° C, współczynnik promieniowania ciała ludzkiego jasnego ok. 1×10^{-8} , współczynnik promieniowania otoczenia około 4×10^{-8} , współczynnik promieniowania ciała czarnego ok. $4,96 \times 10^{-8}$.

Stąd:

$$Q = \frac{\left(\frac{307}{100}\right)^4 - \left(\frac{293}{100}\right)^4}{\frac{1}{1} + \frac{1}{4} - \frac{1}{4,96}} F h = \frac{88,5 - 74,2}{1 + 0,25 - 0,2} F h = 13,7 F h.$$

Nawet przy nagim ciele nie wszystkie części ciała promieniają, tak, że powierzchnię promieniącą można określić na 1,5 m². Stąd ilość wypromienianego ciepła wynosi ok. 20 Kal. Ponieważ jednak zazwyczaj promieniuje tylko mała część powierzchni ciała, okrytego odzieżą, ilość ciepła oddana przez promieniowanie jest bardzo nieznaczna.

Ilość ciepła oddanego przez przewodzenie wylicza się z równania:

$$Q = F h (t_1 - t_2) \alpha$$

gdzie:

t_1 oznacza temperaturę powierzchni ciała ludzkiego,

t_2 oznacza temperaturę powietrza,

α współczynnik przenoszenia się ciepła

$$\alpha = 2 + 5 \sqrt{u}$$

przyczem u jest chyżością powietrza. Dla $u = 0,5$ m/sek wynosi:

$$\alpha = 2 + 5 \sqrt{0,5} = 2 + 5 \times 0,71 = 2 + 3,55 = 5,55.$$

Dla $t_2 = 20^\circ \text{C}$:

$$Q = F h (34 - 20) \times 5,55 = F h \times 14 \times 5,55 = 78 F h.$$

Wstawiając znowu $F = 1,5 \text{ m}^2$, otrzymujemy ilość ciepła na godzinę $Q = 116 \text{ Kal}$.

Ta ilość ciepła może się oczywiście znacznie zmniejszyć wskutek tego, że ciało jest pokryte odzieżą, a zatem i F jest odpowiednio mniejsze.

Równocześnie widać z tego równania znaczny wpływ zwiększonej chyżości powietrza, zwłaszcza przy małych chyżościach.

Z powyższego okazuje się, że człowiek ubrany oddaje przez oddechanie, promieniowanie i przewodzenie stosunkowo mało ciepła. Aby nie nastąpiło zagrzenie, krew płynie szybciej ku powierzchni ciała i w ten sposób szybciej się ochładza. Wkońcu gruczoły wydzielają pot, który składa się w przybliżeniu z 992 g wody i 8 g soli, tak, że dla wyparowania 1 g potu potrzeba więcej niż 0,5 Kal.

Ilość potu, którą powietrze może odparować z ciała, podaje równanie:

$$q = \beta F (E - e) \text{ g/sek}$$

w którym oznacza:

β – współczynnik odparowalności,

E – napięcie pary nasyconej przy ciepłocie ciała ludzkiego,

e – efektywne napięcie przy odpowiedniej wilgotności.

Współczynnik odparowania β wynosi np. wedle empirycznego, naukowo niedość udowodnionego, ale za to pojedynczego wzoru Carrier'a:

$$\beta = \beta_1 (1 + \beta_2 u) \text{ g/sek}$$

przyczem $\beta_1 = 0,004964$, $\beta_2 = 0,8559$.

W przeliczeniu na kg/godz wynosi:

$$\beta = 0,018 + 0,015 u.$$

Przy temperaturze powietrza 20° C i temperaturze powierzchni ciała ludzkiego 34° C różnica napięcia wynosi aż 30 mm słupa rtęci. Jeżeli równocześnie chyżość powietrza wynosi 0,5 m/sek, ilość potu odparowanego z 1 m² powierzchni ciała ludzkiego wyniesie:

$$q = [0,018 + 0,015 \times 0,5] \times 30 = 0,81 \text{ kg.}$$

Jest to więc ilość stosunkowo dość znaczna.

Powyższe obliczenie dotyczyło pocenia się widocznego, gdy pot występuje w postaci kropel. U osób fizycznie niezbyt zmęczonych odbywa się także pocenie niewidoczne. Pot wydziela się stale na powierzchni ciała ludzkiego, przyczem powietrze odparowuje go. Także i przy tym sposobie pocenia się rychłość i wilgotność powietrza ma znaczny wpływ. W przeciwieństwie do potu widocznego jest pot niewidoczny czystą wodą. Stwierdzono zapomocą pomiarów, że przy temperaturze 27° C wydziela ciało ludzkie ok. 50 g wody w godzinie, co odpowiada stracie cieplnej ok. 30 Kal/godz.

Wedle przytoczonych danych, normalny człowiek w stanie spoczynku oddaje w czasie godziny przez oddechanie ok. 10 Kal, przez promieniowanie ok. 2 Kal, przez przewodzenie ok. 12 Kal (dwie ostatnie pozycje odnoszą się do niezakrytych części ciała), przez wydzielanie potu ok. 30 Kal, łącznie 50 Kal. Reszta do 80 Kal przechodzi wskutek przewodzenia do izolującej warstwy odzieży, względnie zostaje wydalona wraz z ciekłami i stałymi wydzielinami.

Skoro człowiek pracuje, powstaje o wiele więcej ciepła (przy mocy 0,1 KM aż 430 Kal/godz), z czego widać, jak ważna jest możność odprowadzenia ciepła z ciała ludzkiego. Zagadnienie to ma także duże znaczenie gospodarcze, gdyż przy niemożności odprowadzenia ciepła moc musi względnie zmniejszyć się i występuje zmęczenie wraz z wszelkimi towarzyszącymi mu objawami, jak osłabienie, ból głowy, obniżenie odporności na przeziębienie i choroby, niezadowolenie.

Przy szczególnie wysokich temperaturach może nastąpić omdlenie, kurcze lub udar. (Udaru tego nie należy identyfikować z udarem wywołanym promieniami słonecznymi i objawiającym się zapaleniem opon mózgowych).

Powyższe objawy stwierdzono istotnie u osób ciężko pracujących (zwłaszcza w kopalniach). Chociaż nie występują one w tak znacznej mierze w innych zawodach, mimo to należy czerpać z nich naukę, celem osiągnięcia lepszych warunków pracy z punktu widzenia higieny, a zatem i większej ekonomji przedsiębiorstwa. Jeżeli weźmiemy pod uwagę tylko kopalnie, huty, fabryki porcelany, huty szkła, cegielnie, piekarnie, przędzalnie i t. d., doliczymy się łatwo setek tysięcy, a w większych państwach nawet milionów robotników, wskutek czego zagadnienie to przybiera zupełnie wyjątkowe znaczenie gospodarcze.

Z życia organizacji.

PORZĄDEK OBRAD

XVI-go Walnego Zebrania Zrzeszenia Gazowników i Wodociągowców Polskich

które odbędzie się w Łodzi, dnia 25 czerwca 1934 r:

- 1) Odczytanie i zatwierdzenie protokołu XV-go Walnego Zebrania, odbytego w dniu 30 czerwca 1933 r. w Gdyni.
- 2) Sprawozdanie z działalności Zarządu, komunikaty oraz odczytanie listy nowoprzyjętych członków w roku sprawozdawczym.
- 3) Komunikat o zorganizowaniu się Sekcji gazu ziemnego.
- 4) Sprawozdania :
 - a) Sekcji Gazowniczej z działu gazu sztucznego,
 - b) „ „ „ „ ziemnego,
 - c) „ Wodociągowo-Kanalizacyjnej,
 - d) „ Techniczno-Sanitarnej.
- 5) Sprawozdania kasowe i Komisji Rewizyjnej oraz zamknięcia rachunków na dzień 1/IV 1934 r.
- 6) Zatwierdzenie budżetu na rok 1934/35.
- 7) Wybór 9 członków Zarządu na miejsce ustępujących podług starszeństwa wyboru.
- 8) Wybór Prezesa.
- 9) Wybór 5 członków Komisji Rewizyjnej oraz ich zastępców.
- 10) Zatwierdzenie listy członków Stałego Zjazdowego Komitetu Łącznikowego.
- 11) Zatwierdzenie listy członków Prezydium poszczególnych Sekcyj Zrzeszenia.
- 12) Oznaczenie miejsca XVII-go Walnego Zebrania oraz XVII-go Zjazdu Gazowników i Wodociągowców Polskich.
- 13) Wolne wnioski i zapytania.