

Inż. FR. SEMBERA

# NOWA CZECHOSŁOWACKA ELEKTROWNIA CIEPLNA

ČESKOMORAVSKÁ-KOLBEN-DANĚK  
TOWARZYSTWO AKCYJNE

---

Odbitka z „Przeglądu Elektrotechnicznego“ Nr. 21/1928

---

W A R S Z A W A — 1928



# NOWA CZECHOSŁOWACKA ELEKTROWNIA CIEPLNA

inż. Fr. Sembera U E. Praga Czeska.

W marcu roku 1926 została uruchomiona pierwsza część nowej czechosłowackiej wielkiej elektrowni wybudowanej w północno czeskim okręgu kopalń węgla brunatnego, w Ervenic'ach, w pobliżu miasta Mostu. Motywy, które doprowadziły do wybudowania tej elektrowni, były następujące.

Praga, środowisko przemysłu czeskiego, przewidywała już w roku 1918, że w czasie najbliższym będzie odczuwała brak prądu. Elektrownia miejska na przedmieściu Holesovice, która przy założeniu była przedsiębiorstwem wzorowym, stała się po kilku latach wobec nieoczekiwanego rozwoju zużycia energii elektrycznej niewystarczającą zarówno pod względem wielkości jak i urządzenia. Przebudowa i dostosowanie elektrowni do nowych potrzeb byłoby zbyt drogie i nader trudne ze względu na brak miejsca. Budowa nowej elektrowni w Pradze przy konieczności dowozu drogiego węgla i przy wysokich taryfach kolejowych nie byłaby racjonalna, zwłaszcza wobec możliwości wytwarzania taniej energii elektrycznej na kopalni i przesyłania jej do Pragi przewodami o wysokim napięciu.

Oprócz Pragi w tym czasie zgłaszały również zapotrzebowanie na prąd koleje państwowe, a to w związku z projektem ich elektryfikacji.

Wielkie nadzieje były pokładane na rozwój przemysłu maszynowego i chemicznego w Czechach środkowych. Szczególnie brano pod uwagę fabrykę nawozu sztucznego i materiałów wybuchowych, wyrabianych z azotu powietrza.

Ten stan rzeczy doprowadził do powstania w r. 1922 spółki akcyjnej p. n. Elektrownie Centralne (Ustřední elektrárny, akc. spol.), mającej za zadanie budowę nowej wielkiej elektrowni dla Pragi i okolicznych odbiorców jakoteż budowę dalszych przedsiębiorstw, które byłyby podstawą elektryfikacji Czech. Kapitał akcyjny towarzystwa złożyły: państwo, „kraj” Czechy i miasto Praga. Już dawniej, a szczególnie po przewrocie państwowym r. 1918, brano pod uwagę możliwość użycia do elektryfikacji bogatych sił wodnych Wełtawy środkowej, których moc ocenia się na ćwierć miliona KM. Projekty te wymagałyby jednak długich studjów, długich przygotowań i długiego czasu budowy. Zde-

cydowano przeto postawić najpierw elektrownię parową przy kopalniach, która mogła być wybudowana z największym pośpiechem.

Przy wyborze zagłębia węglowego, w którym miałyby stanąć elektrownia, wzięto pod uwagę siedem różnych alternatyw, z których po głębszych rozważaniach najwygodniejsze się okazało Mostecko Chomutowskie zagłębie węgla brunatnego, posiadające wielką ilość taniego węgla odpadkowego, nadającego się doskonale do użytkowania w elektrowni. Brano również pod uwagę zagłębie Kladeńskie (węgiel kamienny), które nie posiada jednak tak wielkich zapasów węgla i ma daleko mniejszą ilość odpadków, niż zagłębie pod Rudawami (Rudohori).

Elektrownia została wybudowana przy kopalni państwowej Jadwiga (Hedvika) w Ervenic'ach, która wraz z sąsiednimi kopalniami jest najbogatszym złożem węglowym. Przy dzisiejszym wydobyciu 350 wagonów węgla dziennie kopalnia ma do dyspozycji elektrowni 125 — 175 wagonów mieszaniny odpadkowej z miału, łupku i gorszych gatunków węgla o wartości opałowej około 3 200 kalorii. Z 1.8 kg mieszaniny tej wytwarza elektrownia 1 kWh energii elektrycznej. Węgiel ten kosztuje elektrownię około 2 halerzy (pół grosza), podczas gdy w elektrowni Praskiej koszt węgla na 1 kWh wynosił około 18 hal. (4.7 gr.).

Koszt elektrowni, wodociągu, transformatorni i przewodów dalekonośnych do Pragi będzie zupełnie opłacony w ciągu 12 — 15 lat (zależnie od wzrostu zużycia) z oszczędności na węglu. Spalac się będą przytem odpadki, nagromadzone w wielkich ilościach, obciążające okolicę i zatruwające powietrze przy samozapalaniu się. Dobry zaś węgiel, którego dziesiątki wagonów spalało się w Pradze, będzie zaoszczędzony dla tych celów, dla których jest konieczny; drogi transport jego koleją odpadnie.

Na kopalni Jadwiga węgiel otrzymuje się głównie z odkrywek.

Jałową warstwę wierzchnią gliny o różnej grubości (około 1,8 m) usuwa się pogłębiarką, a warstwy spodnie węglowe rąbie się ręcznie albo maszynowo. Znajdują się tu pokaźne pokłady węglowe, sięgające 24 m grubości; są one przero-

śnięte gatunkami małowartościowymi, które do-  
tychczas zupełnie się marnowały.

Węgiel ładuje się do wózków kolei wąskotorowej ręcznie lub też maszynowo. Tor kolejki przenosi się w miarę odkrywania złoża. Lokomotywki kopalniane dowożą węgiel do pochyłej kolei łańcuchowej, która wyciąga go do sortowni, postawionej obok kopalni węglowej na gruncie, pod powierzchnią którego niema węgla (na t. z. „głuchym stożku”). Tam stoi również elektrownia, dzięki czemu plac pod budowę był bardzo tani. W sortowni wózki albo przesuwa się na poziomy most kolei łańcuchowej, prowadzącej do kotłowni elektrowni, albo wysypuje się z nich ładunek do maszyn sortujących. Lepszy węgiel, nadający się do sprzedaży pada z maszyn tych wprost do wagonów kolejowych, gorszy natomiast do pochyłych wyciągów, które transportują go do kolei łańcuchowej elektrowni.

Jak widać z tego kwestja dowozu węgla z kopalni do elektrowni dała się łatwo rozwiązać. Inaczej rzecz się miała z drugim czynnikiem nieodzownym dla elektrowni, — wodą. Jeżeli spojrzeć z wierzchołków Rudaw w dół na równinę, trudno uwierzyć, aby na kopalni Jadwiga nie było dosyć wody dla elektrowni. Zdawałoby się, że bagna i małe jeziora w okolicy — szczególnie na wiosnę — oraz strumień Bela może dostarczać dostateczną ilość wody dla kotłowni, chłodzenia i innych potrzeb elektrowni; w rzeczywistości sprawa ma się inaczej.

W zimie, kiedy elektrownia ma największe obciążenie, wody w okolicy zamarzają, a rzeczką płynie wody bardzo mało. Wody głębinowe gubią się w kopalniach okolicznych, gdzie są czerpane na potrzeby własne.

Rozważano wybudowanie tamy na górnej części rzeki Bely. Tama ta wymagałaby jednak wielkich kosztów i długiego czasu na budowę. Nie zapewniałaby mimo to w latach suchych potrzebnej ilości wody.

Nie pozostawało więc nic innego, jak doprowadzić wodę rurociągiem 22 km długim z rzeki Ohri za pomocą pomp, ustawionych na stacji wodociągowej w Toricach pod Zatcem.

W najwyższym punkcie rurociągu pod Holesicami, około 5 km przed elektrownią i 100 km nad poziomem rzeki Ohri wybudowano zbiornik żelazobetonowy o pojemności 660 m<sup>3</sup>, przy elektrowni zaś — zbiornik na 270 m<sup>3</sup>, umieszczony na wieży wodnej obok transformatorni na 100 kV, wreszcie za wieżami chłodzącymi dwudzielny otwarty zbiornik staw o pojemności 24 400 m<sup>3</sup>.

Stacja wodociągowa w Toricach ma stację filtrów, urządzenie której jest analogiczne ze systemem Chabala. Sita grube o powierzchni 97 m<sup>2</sup> zatrzymują z mętnej wody rzecznej większe zanieczyszczenia, które nie osadziły się w kanałach szlamowych, wstępne filtry zaś o powierzchni 190 m<sup>2</sup> i szybkodziałające filtry o powierzchni 295 m<sup>2</sup> oczyszczają wodę tak doskonale, że jest przezroczysta, — jak woda do picia. Sita grube i filtry wstępne mają po 12 komór, a filtry szybkodziałające — 6 komór.

Filtry są umieszczone w parterowym skrzydle stacji wodociągowej. Stacja ta może być łatwo rozszerzona na wydajność podwójną i jeszcze większą. Hala maszyn i transformatorni 22 kV (wyższa

część budynku) są tak obliczone, że można zainstalować w nich dalsze zespoły. Oprócz tego jest projektowane — symetrycznie do egzystującego skrzydła budynku — drugie niższe skrzydło, w którym będą instalowane dalsze filtry. Pod obecnymi filtrami szybkodziałającymi znajduje się zbiornik na 1 000 m<sup>3</sup> czystej wody.

Do czyszczenia filtrów służą ustawione w hali maszyn dwie sprężarki tłokowe na nadciśnienie 0.2 — 0.5 atm. i na 200 m<sup>3</sup> powietrza zasysanego. Każda sprężarka jest napędzana przez silnik o mocy 8 KM. Przy czyszczeniu sprężarka wtłacza pod filtr rurami dziurkowanymi powietrze, które wprowadza w wirowanie wodę i piasek i w ten sposób oczyszcza filtr.

Brudną wodę odprowadza się kanałami ściekowymi. Tymczasowo są postawione na stacji wodociągowej 2 pompy pomocnicze (65 l/sek. i 40 l/sek.) i dwie pompy tłoczące o tej samej wydajności. Jedna pompa pomocnicza i jedna pompa tłocząca są w ruchu, drugi zespół stanowi rezerwę.



Rys. 1. Stacja filtrów.

Pompy pomocnicze pędzą wodę ze studni na filtry, pompy tłoczące — ze zbiornika pod szybkodziałającymi filtrami do Ervenic. Pompy tłoczące na 65 l/sek. muszą przewyciężać całkowitą wysokość podnoszenie 200 m.

Oprócz wymienionych pomp pracuje w hali maszyn jeszcze pompa na szlam o mocy 5 l/sek.

Wszystkie pompy są napędzane silnikami elektrycznymi, bezpośrednio połączonymi za pomocą sprzęgła elastycznego. Jedna pompa pomocnicza na 40 l i jedna pompa tłocząca na 40 l są oprócz tego napędzane przez silnik naftowy na wypadek uszkodzenia przewodu 24 kV z Ervenic.

Prądu dla silników dostarcza umieszczona za halą maszyn transformatornia, do której doprowadzony jest przewód zasilający 24 kV. z Ervenic. Tymczasowo są zainstalowane 2 transformatory po 300 kVA, które transformują napięcie 24 kV na 380 220 V. Rozdzielnia na 24 kV jest projektowana na 3 dalekonośne przewody (ponieważ ewentualnie będzie zasilana prądem okolice Tvzric i łączyła Ervenice z elektrownią w Kadaniu) i na 3 transformatory po 300 ewentualnie 600 kVA. Jest ona zmontowana w celkach oddzielonych ścianami z materiału „kalofrig”. Przyrządy i izolatory są serji V, izolatory przypustowe zewnętrzne serji VI; szyny zbiorcze są podwójne.

Przewody 24 kV z Ervenic mają 22,5 km dłu-

gości przy przekroju  $3 \times 25 \text{ mm}^2 \text{ Cu} + 25 \text{ mm}^2 \text{ Fe}$  i są zawieszane na zabetonowanych w gruncie słupach manesmanowskich, przy średniej rozpiętości 115 m. Słupy nośne są pojedyncze, słupy narożne i na przejściach wpoprzek dróg 2 — 4 rurowe konstrukcji ramowej. Izolatory są typu ESC — I 35. Równoległe do tych przewodów są prowadzone w odległości 100 m dwudrutowe przewody sygnałowe i telefoniczne, które służą do porozumiewania się między Ervenicami i Tvrzicami i do sygnalizacji na odległość wodostanu w zbiorniku pod Holesicami. Przewody te są zawieszane również na słupach manesmanowskich 8.6 m wysokich przy rozpiętości 600 m. Sygnalizacja wodostanu z oddalenia jest systemu Siemens.

Rurociąg do Ervenic składa się z rur stalowych 9 m długich, uszczelnionych wełną ołowianą. Jest on zabezpieczony asfaltem i jutą. Przed zasypaniem był wypróbowany przez 10 min. pod ciśnieniem podwójnym.

Rurociąg kończy się w elektrowni na stacji rozdzielczej, skąd prowadzą rury do destylacji, do kondensacji, do stawu, do ochładzaczy transformatorowych i do innych miejsc, potrzebujących świeżej wody. Zbiornik pod Holesicami, wieża wodna i staw mieszczą w sobie na wypadek uszkodzenia rurociągu zapas wody, wystarczający na kilka dni, potrzebnych do naprawy rurociągu w najtrudniejszych wypadkach. W ten sposób jest w zupełności zapewnione zasilanie elektrowni wodą bez przerwy.

Twardość wody, dostarczanej elektrowni, waha się między 3—5 stopniami niemi. Pomimo to że twardość nie jest wielka, nie używa się wody tej bezpośrednio do zasilania kotłów, lecz destyluje się ją pod ciśnieniem zniżonym na stacji destylacyjnej systemu Kestnera o wydajności 20 m<sup>3</sup>/godz.

Stacja destylacyjna jest umieszczona obok kotłowni w jej osi poprzecznej, zbiera kondensat z elektrowni — od turbin i ze wszystkich rur — i dostarcza wodę destylowaną do kotłów. Urządzenie zawiera 4 destylatory po 140 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej, 4 separatory do oddzielania wody od pary, 1 kondensator o powierzchni 90 m<sup>2</sup>, 2 ogrzewacze żelazne po 70 m<sup>2</sup>, dwa zbiorniki po 400 hektolitrów na wodę destylowaną, dwa zbiorniki po 250 hl na kondensaty, jeden zbiornik zasilający na 150 hl, jeden zbiornik barometryczny na 50 hl do zamykania rury barometrycznej od kondensatora, jedną pompę odśrodkową na 250 hl do czerpania wody do destylatora, jedną podobną na 200 hl do czerpania kondensatu z kondensatora i z ostatniego destylatora do zbiornika na wodę destylowaną, 1 pompę do czerpania kondensatu z różnych rur do zbiornika zasilającego i suchą pompę powietrzną, ssącą powietrze z kondensatora.

Wodę dodatkową z Tvrzic albo ze zbiornika (stawu) doprowadza się do rezerwoaru na 150 hl w piwnicy stacji destylacyjnej. Stąd ssie ją pompa i pędzi przez kondensator do pierwszego ogrzewacza, gdzie się ona ogrzewa na 50° C parą z ostatniego separatora a to przed wejściem pary tej do kondensatora. Następnie woda idzie do głównego rurociągu, zaopatrzonego w odgałęzienia do separatorów. Ilość wody w odgałęzieniach reguluje się zgrubą ręcznymi zaworami i następnie samoczynnie za pomocą pływaka podług poziomowi w separa-

torze. Zawory w odgałęzieniach pozwalają wyłączyć i oczyścić dowolną część urządzenia podczas ruchu.

Boczną rurą separatora woda przelewa się do spodniej lanej części destylatora, który ogrzewa się parą nasyconą o ciśnieniu 2 atm. Para grzejna wygrzewa rurki i powoduje prędkie parowanie wody wewnątrz rurek. Powstała para porywa wodę, wywołuje ożywioną cyrkulację w rurkach i wskutek tego intensywniejsze parowanie. Następnie odchodzi ona do separatora, gdzie przez zmianę szybkości i siłą odśrodkową porwane cząstki wody oddzielają się od gazu, wysuszona para zaś idzie dalej do przestrzeni ogrzewalnej drugiego destylatora. Drugi destylator jest więc tak samo jak wszystkie dalsze ogrzewany parą, wytworzoną i wysuszoną w poprzednim destylatorze i separatorze. Z ostatniego separatora para idzie do kondensatora, gdzie skrapla się i odchodzi do zbiornika na destylat.

Para grzejna (w pierwszym destylatorze świeża para z kotłowni o ciśnieniu zredukowanym 2 atm., u reszty — para z poprzedniego destylatora o ciśnieniu 1.5 atm., względnie 1.1, względnie 0.65 atm., w destylatorach II, względnie III, względnie IV), po oddaniu ciepła wodzie w destylatorach kondensuje się. Kondensat z pierwszego destylatora prowadzi się do drugiego, kondensat z drugiego destylatora — do trzeciego i t. d., z ostatniego wreszcie — do zbiornika, do którego jest doprowadzany również kondensat z oparów z kondensatorów.

Pompa powietrzna ssie powietrze z kondensatora i tem samym ze wszystkich destylatorów i separatorów. Z pierwszych dwóch separatorów, mających jeszcze ciśnienie, można powietrze wypuszczać wprost w atmosferę. Kondensat z rur parowych ścieka do zbiornika w piwnicy stacji destylacyjnej a z niego przy przekroczeniu określonego poziomu jest doprowadzany samoczynnie działającą pompą do zbiorników zasilających.

*Transport węgla.* Kopalnia Jadwiga dostarczająca do elektrowni węgiel, wydobywa go przeważnie w odkrywkach, bądź to przez ręczne rąbanie warstw (jak w kamieniołomach) bądź też rąbdłami maszynowymi. Pochyły wyciąg łańcuchowy transportuje węgiel do sortowni kopalnianej, skąd go odbiera elektrownia. Mniej wartościowe warstwy dostają się z pochyłego wyciągu bezpośrednio na pomost kolei łańcuchowej. Do sortowni dostaje się tylko lepszy gatunek. Dwa przenośniki pasowe czerpakowe sięgają do sortowni i transportują miął i gorszy wysortowany gatunek na pas poprzeczny, służący do połączenia z pomostem kolei łańcuchowej. Kopalnia kontroluje przy sortowni wagę węgla odebranego przez elektrownię za pomocą dwóch wag samoczynnych rejestrujących, z których jedna jest przeznaczona do ważenia pełnych, druga — próżnych wózków. Takie same wagi ma elektrownia przed urządzeniem, przygotowującym węgiel, a znajdującym się przy kotłowni. Odległość między sortownią a tem urządzeniem wynosi około 250 m.

Przygotowanie węgla dla palenisk polega na tem, że miele się go na drobne ziarna i miesza się z miąłem w takim stosunku, aby mieszanina miała w przybliżeniu stałą wartość opałową. Warstwy średnie, dowiezione z kopalni, zawierają głównie łupek, i bryły o wartości opałowej 2 000 — 2 200

kal. Do kotłowni dostarcza się jednak prócz tego pewna ilość węgla o wartości opałowej 3 200 kal. Kolej łańcuchowa dowozi wózki aż do kotłowni. Tutaj robotnik wsuwa każdy wózek do wyrotu rotacyjnego, który zawartość jego wysypuje na wstrząsaki. Przez nie wpada ziarno mniejsze niż 40 mm bezpośrednio do zbiornika z upustami, zamkniętymi suwakami. Większe ziarna natomiast posuwają się do łamaka Seltnera, który węgiel kawałkowy kruszy na ziarno jednostajne (mniejsze niż 40 mm). Drobnny i zmieszany węgiel upustami spada na dalsze pasy transportowe z czerpaka. Zainstalowane są trzy pasy: dwa są skierowane do



Rys. 2.

kotłowni, trzeci — do zbiornika kolejki elektrycznej, która tworzy połączenie ze składem węgla. Oddział do przygotowania węgla ma wstrząsaki i łamaki podwójne, aby w razie uszkodzenia jednego zespołu mógł pracować drugi. Upusty są tak kombinowane, aby było możliwe z każdego łamaka i wstrząsaka sypać węgiel na którykolwiek z trzech pasów transportowych. Kolej łańcuchowa i całe urządzenie do przygotowania węgla ma konstrukcję, dostosowaną do zaopatrywania projektowanych dalszych dwóch kotłów.

Dwa pasy pochyłe dla pierwszej kotłowni prowadzą drogą o wielkim spadku do wieży węglowej nad ścianą frontową kotłowni, gdzie zawartość swoją oddają samoczynnym wagom rejestrującym. Wagi te wysypują paliwo do zbiorników z upustami i suwakami, przez które spada ono na 2 gumowe pasy transportowe, prowadzone na blokach przez całą długość kotłowni. Każdemu wyciągowi pochyłemu do wieży odpowiada jedna waga, jeden zbiornik z upustami i jeden pas gumowy. Każdy pas gumowy prowadzi drogą w postaci litery S przez ruchomy wysypnik, który można zatrzymać nad którymkolwiek ze zbiorników, należących do poszczególnych kotłów i napełnić go.

Skład węgla, położony obok, który ma obecnie powierzchnię 80 × 50 m, służy jako skład zapasowy na wypadek niemożności transportu z kopalni Jadwigi. Nad składem jeździ żóraw portalowy z mostem, o rozpiętości 50 m, po którym porusza się chwytacz, mogący wyładowywać węgiel z wagonów albo z kolejki elektrycznej do składu lub

odwrotnie — transportować węgiel ze składu do elektrowni. Kolejka elektryczna wisząca transportuje węgiel z kotłowni na most żórawia lub też w kierunku odwrotnym. Wszystkie urządzenia do transportu węgla są napędzane elektrycznie.

Niżej podane są główne dane:

### 1) Pasy przy sortowni.

	Pas I	Pas II	Pas poprzeczny
Długość	30	36	64.5 m
Szerokość	300	300	450 mm
Szybkość	0.3	0.3	0.32 m/sek
Wysokość podnoszenia	5	5	12 m
Wydajność transportowa	40	40	40 t/godz
Moc silnika	5	5	10 KM

### 2) Kolej łańcuchowa.

Długość (odległość tarcz)	około 210 m
Pojemność wózków	„ 900 kg
Szybkość transportu	„ 0,7 m/sek.
Wydajność transportowa	„ 200 t/godz.
Moc silnika elektrycznego	„ 12 KM.

### 3) Pasy transportowe kotłowni

	Pas do wieży (każdej)	Pas do kolejki elektrycznej	Gumowy pas w kotłowni każdej
Długość	49.2	17.6	86 m
Szerokość	800	800	700 mm
Szybkość	0.28	0.28	2 m/sek
Wysokość podnoszenia	30	9	0 m
Wydajność transportowa	100	100	100 t/godz
Moc silnika	25	18	15 KM

### 4) Urządzenia do przygotowania węgla.

Każdy łamak jest obliczony na 60 t/godz. węgla drobnego o ziarnie 40 mm. Moc silnika elektrycznego dla jednego zespołu wynosi 40 KM.

### 5) Kolejka elektryczna.

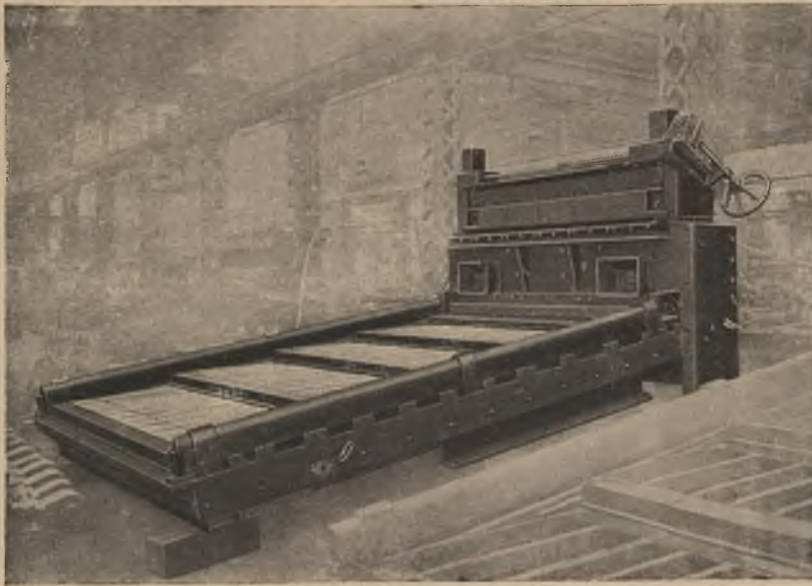
Długość	około 300 m
Pojemność kosza	„ 2.5 m <sup>3</sup>
Ilość koszy	„ 6
Szybkość	„ 1 m/sek.
Wydajność transportowa	„ 100 t/godz.
Moc silników elektrycznych dla każdego kosza.	„ 2 × 1,2 KM.

### 6) Żóraw portalowy nad składem.

Wydajność transportowa przy wyładunku wagonów	60 t/godz.
Wydajność transportowa przy nabieraniu ze składu	100 t/godz.
Długość jezdni mostu	około 83 m
Długość jezdni chwytacza	około 50 m
Pojemność kosza	około 2,5 m <sup>3</sup>
Moc silnika elektrycznego do podnoszenia	90 KM,
szybkość	1 m/sek.
Moc silnika elektrycznego do obracania	12 KM
Moc silnika do jazdy chwytacza	18 KM,
szybkość	0,7 m/sek.
Moc silnika do jazdy mostu	70 KM,
szybkość	0,33 m/sek.

Popiół z kotłowni wywożą 2 lokomotywy parowe specjalnej budowy o mocy 40 KM każda,

które mogą jeździć na łukach o promieniu 15 m i mogą uciągnąć 18 naładowanych wózków. Wózki żelazne o pojemności 2 m<sup>3</sup>, dla szerokości toru 900 mm mają specjalnie urządzone koła i łożyska.



Rys. 3. Ruszt syst. Łomszakowa.

Wózki z lokomotywą wjeżdżają do popielnika pod kotłami, gdzie po otwarciu upustów zabierają popiół i odwożą go do dołów po wydobytym węglu. Popielniki są doskonale przewietrzane wentylatorami.

Pierwsza kotłownia, postawiona obecnie, ma

dwa rzędy kotłów, między którymi znajduje się szerokie przejście. Nad przejściem na słupach z żelazobetonu są ustawione bunkry również z betonu opancerzonego. Cała konstrukcja ułożona jest na płycie żelazobetonowej, tak podzielonej szczelinami, aby poszczególne części konstrukcyjne mogły niezależnie się osadzać; płyta ta opiera się na głowicach słupów z betonu ubijanego. Podłoga kotłowni przed rusztami leży na wysokości 5 m nad terenem; popielniki i wentylatory pod rusztami są również umieszczone nad poziomem podwórza. Dach kotłowni posiada lekką konstrukcję żelazną i zaopatrzony jest w duże otwory oszklone. Galerje do obsługi kotłów są z krat drucianych, tak że całość ma dużo światła dziennego. Kotłów ustawiono 16, — dwa rzędy po 8. Są to kotły z rurami o wielkim nachyleniu z dwoma górnymi i dwoma dolnymi walczakami, z rusztami podwójnymi (dzielonemi). W pierwszym rzędzie są kotły po 600 m<sup>2</sup> systemu

Českomorawska - Kolben - Danek i Zakładów Witkowickich, w drugim rzędzie kotły po 800 m<sup>2</sup> firmy Českomoravska-Kolben-Danek. Ruszty w pierwszym rzędzie są systemu Łomszakowa (5) i Ulbricha (3), w drugim rzędzie systemu Łomszakowa (4) i Vulkana (4).

Dane techniczne tych kotłów są podane w tab. II:

TABELA II

K o t ł y	ČMK		Daněk		Witkowie	
	R z ą d	I	II	I	II	
Powierzchnia ogrzewalna m <sup>2</sup>		600	800	600	800	700
Nadciśnienie pary kg cm <sup>2</sup>		20 <sup>1/2</sup>	20 <sup>1/2</sup>	20 <sup>1/2</sup>	20 <sup>1/2</sup>	20 <sup>1/2</sup>
Przegrzanie pary °C		380	380	380	380	380
Wydajność normalna kg/godz		15 000	20 000	15 000	20 000	15 000
t. j. kg/m <sup>2</sup>		25	25	25	25	25
Wydajność maksymalna kg/godz		18 000	24 000	18 400	24 000	18 000
t. j. kg/m <sup>2</sup>		30	30	30	30	30
Powiechnia przegrzewacza		150	150	180	180	186
Powierzchnia ekonomizera		385	485	400	485	385

R u s z t y s y s t e m u	Łomszakowa		Ulricha	Vulkan	
	R z ą d	I	II	I	II
Powierzchnia obu połówek w m <sup>2</sup>		20	28	25	23.2
Długość mm		4600	5000	4700	4660
Szerokość w świetle mm		2×2400	2×2800	2×2800	2×2480
Silnik napędzający		2×4	2×4	2×2,5	2×2.5

Osiem wentylatorów pod każdym rzędem kotłów wpędza powietrze pod ruszty ze wspólnego kanału betonowego, zaopatrzonego w klapy. Kanały dymowe przy pierwszym rzędzie kotłów uchodzą przez trzy odgańlenia do wspólnego komina na zachodniej stronie kotłowni, przy drugim rzędzie kotłów zaś — przez dwa odgańlenia do

dwóch kominów na wschodniej stronie kotłowni. Te dwa kominy są już przeznaczone też dla trzeciego rzędu kotłów w przyszłej drugiej kotłowni. Kominy są murowane, 100 m wysokie, o 5 m średnicy w świetle u wierzchołka. Na dole są one zaopatrzone w upust, pod który podejżdżają wozy na popiół przez przejazd, wytworzony

w podstawie kotłowni. Parę ze wszystkich kotłów zbiera podwójny rurociąg, do którego dochodzi po 2 odgałęzienia od każdego kotła. Ekonomię pracy kotłów kontrolują multimetry systemu Roucka. Do porozumiewania się z rozdzielnią manipulacyjną służą sygnały świetlne. Centralne zasuwki dymowe są żaluzjowe, mają napęd elektryczny i sygnalizują położenie z oddalenia. Ruszty mają szeroką regulację szybkości. Skrobaczki ekonomajzerów są napędzane przez silniki elektryczne. Pompy zasilają-



Rys. 4. Hala maszyn.

ce są umieszczone w stacji destylacyjnej i mają m. in. samoczynne regulatory ciśnienia; przy kotłach są automaty zasilające Hanemanna. Pompy zasilające są parowe i elektryczne.

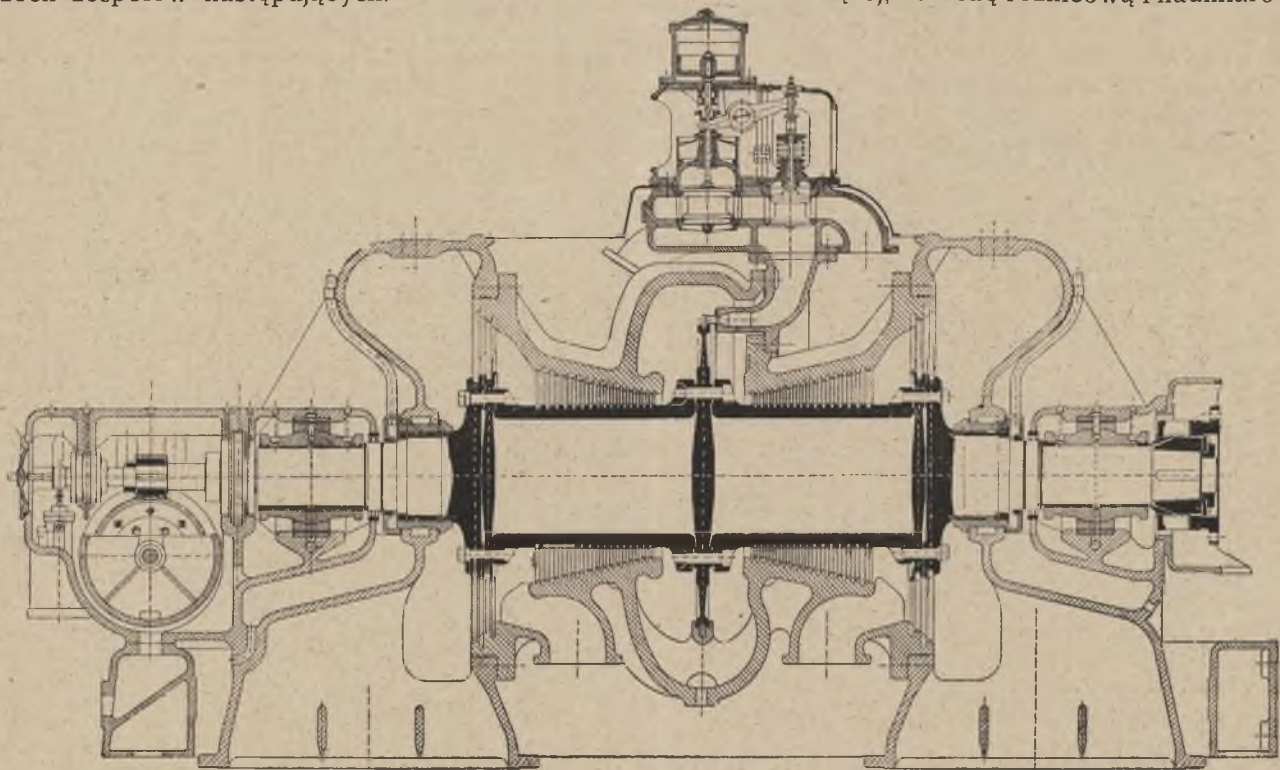
Hala maszyn dziś jest 78 m długa i 16 m szeroka. Jej dłuższa oś jest prostopadła do kotłowni. W tym właśnie kierunku leżą tymczasowo osie trzech zespołów następujących.

ilość wody chłodzącej, potrzebnej dla kondensacji przy 25° C — 6 000 m<sup>3</sup>/godz.

Dwie turbiny są wyrobu zakładów Skody; każda z nich ma kondensator powierzchniowy o 2 800 m<sup>2</sup> powierzchni chłodzącej i 2 pompy kondensacyjne, które mogą być napędzane jedna niezależnie od drugiej lub też wspólnie, bądź turbiną parową o mocy 450 KM bądź silnikiem elektrycznym o mocy 500 KM. Różne kombinacje napędu umożliwiają sprzęgła Benna. Jako pomp powietrznych używa się po części smoczków, po części zapasowych pomp wirujących systemu Westinghouse - Leblanc. Kondensacja pracuje z wieżami chłodzącymi o powierzchni podstawy 31 × 31 m<sup>2</sup> (Dr. Röder). Przy wszystkich turbinach pamiętano o starannem odwodnieniu rur parowych i o połączeniu z atmosferą po zatrzymaniu maszyny, aby zapobiec przenikaniu pary kondensowanej do turbiny. Turbiny są zaopatrzone w przyrządy kontrolujące do rejestrowania ciśnienia pary przed i za zaworem, ciśnienia pary przy wyjściu, do mierzenia temperatury wody chłodzącej przy wejściu i wyjściu z kondensatora, do mierzenia temperatury pary przegrzanej i kondensatora.

Prądnice trójfazowe pochodzą z trzech firm: pierwsza z f. Ceskomoravska-Kolben-Danek, druga z A. E. G., trzecia z zakładów Skody. Wszystkie są zaopatrzone w wodne cyrkulacyjne ochładzanie powietrza bądź to wodą świeżą, bądź to kondensatem, albo też równocześnie wodą świeżą i kondensatem.

Prądnice mają urządzenie do mierzenia i sygnalizacji temperatury miedzi, żelaza, powietrza i wody chłodzącej, ochronę różnicową i nadmiarową



Rys. 5. Przekrój turbiny zakł. Breitfeld Danek.

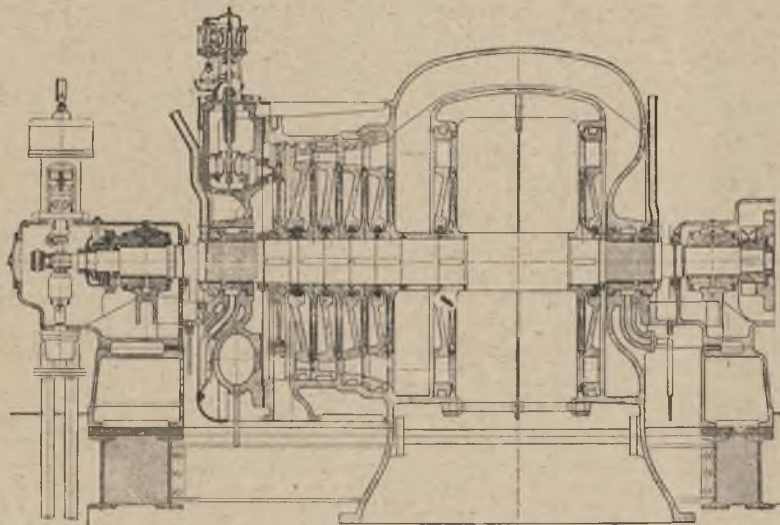
Moc każdego turbogeneratorsa 20 000 kVA, napięcie 6 300 V, ilość obrotów 3 000/min., częstotliwość 50 okresów, ciśnienie pary przed zaworem wlotowym 18 kg/cm<sup>2</sup>, temperatura pary 350° C,

oraz przekaźniki ziemne. Punkt zerowy połączony jest przez opór 100 omów z ziemią. Do wzbudzenia prądnicy służy wzbudnica na jej wale, ale może być użyte również wzbudzenie obce od zespołu ma-



szyn służącego również do ładowania baterji. Stałe napięcie utrzymują regulatory szybko działające systemu Tirril'a.

Personel, obsługujący maszyny, otrzymuje zarządzenia z rozdzielni zapomocą sygnałów świetlnych, umieszczonych na słupie przy każdej prądniczy turbinowej.



Rys. 6. Przekrój turbiny Zakł. Skody.

Do ułatwienia montażu w hali maszyn służy żóraw, jeżdżący po szynach, ułożonych na wysokości około 9 m nad podłogą hali. Dane tego żórawia są następujące: rozpiętość — 15,450 m, nośność —  $2 \times 35$  t, szybkość podnoszenia 0.5 m — 2.6 m/min. (dwójaka), szybkość wózka — 7 m/min., szybkość mostu — 10 m/min.

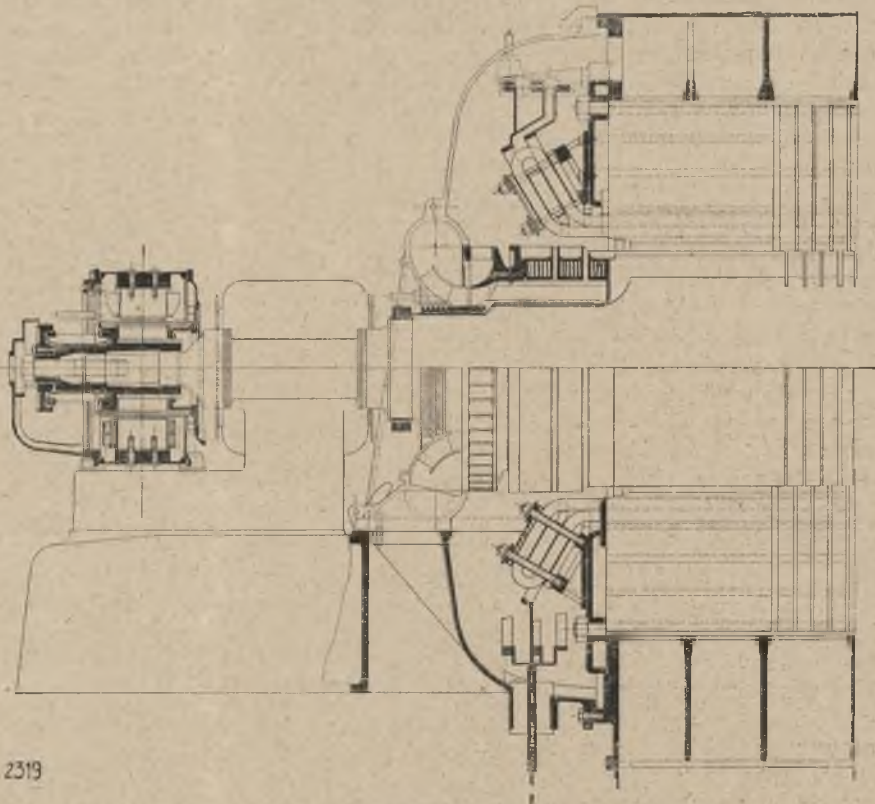
Moc silników elektrycznych: do podnoszenia — 8 KM, do jazdy wózka — 4 KM, do jazdy mostu — 6 KM.

Podłoga hali maszyn jest w pobliżu ściany przedniej, przy rozdzielni manipulacyjnej zaopatrzona w przykryty otwór montażowy, pod którym prowadzi tor kolei dowozowej elektrowni, tak że zapomocą żórawia można maszyny z wagonu kolejowego składać bezpośrednio w hali maszyn.

**Rozdzielnie.** Do zachodniej ściany frontowej hali maszyn przylega rozdzielnia manipulacyjna. Oddzielona jest ona od hali maszyn ścianą oszkloną i wzniesiona ponad podłogę hali maszyn o 2 m. W przestrzeni pod podłogą rozdzielni manipulacyjnej ułożone są wszystkie kable, doprowadzające do rozdzielnic. Przyrządy do kontroli prądnic umieszczone są na pulpitych, przyrządy miernicze — na tablicach marmurowych pionowych, ustawionych w podkowę. Z tyłu za niemi są tablice przekąźników, liczników i przyrządów rejestrujących. Tylną ścianę rozdzielni ma-

nipulacyjnej tworzy rozdzielnia własnego zużycia, której wyłączniki i odłącznik są za ścianą w celkach. Prąd pomocniczy do napędu wyłączników i innych przyrządów dostarczają przetwornice dwutwornikowe i baterje, umieszczone na parterze pod rozdzielnią manipulacyjną.

Prądnice wytwarzają prąd o napięciu 6 300 V i za pomocą 8 kabli o przekroju  $3 \times 185$  mm<sup>2</sup> są bezpośrednio połączone z transformatorami 6 300/110 000 V o mocy po 20 000 kVA. Przed transformatorami wykonane jest odgałęzienie na szyny zbiorcze dla zużycia własnego a przed kablami — odgałęzienie do transformatorów dla kondensacji. Szyny zbiorcze na 6 300 V dla potrzeb własnego są podwójne i odgałęzienie są od nich też kable do transformatorów na 6 300/24 000 V, podwyższających napięcie dla przesyłania energii do stacji wodociągowej w Tvrzicach i dla zużycia w okolicy elektrowni. Izolatory i przyrządy w urządzeniu rozdzielczym na 6 300 V są serji III, specjalnie wzmocnionej budowy; wyłączniki olejowe na głównych przewodach doprowadzających są serji V z komorami pod ciśnieniem na gwarantowaną wyłączalną moc 300 000 kVA. Wszystkie przyrządy i szyny



Rys. 7. Przekrój prądnicy CMK.

zbiorcze na 6.3 kV są zmontowane w celkach, wyłączniki i odłączniki mają świetlną sygnalizację pozycji. Ochronę szyn zbiorczych tworzą odgromniki w połączeniu gwiazda — trójkąt z opornikami olejowymi. Na potrzeby własne pracują tymczasem 2 transformatory po 1 000 kVA

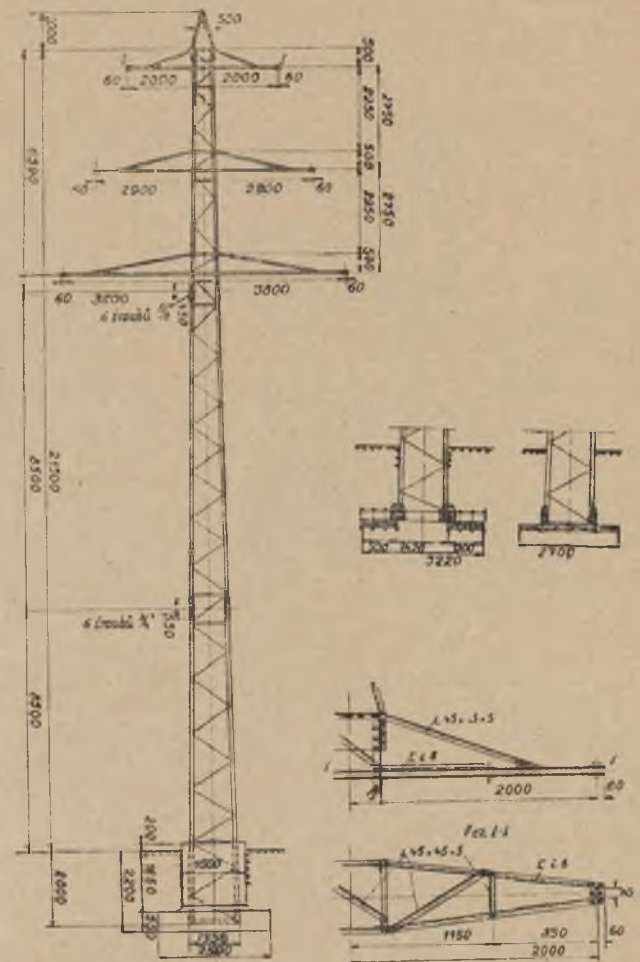
dla pokrycia zużycia stacji wodociągowej, kopalni i okolicy — 2 transformatory po 3 000 kVA.

Rozdzielnia na 24 kV z celkami dla transformatorów na 6 — 3 — 24 kV jest umieszczona na przedłużeniu osi hali maszyn i rozdzielni manipulacyjnej. Stanowi ona normalne urządzenie tego rodzaju. Rozdzielnia na 6 300 V znajduje się w oddzielnym budynku, postawionym prostopadle do hali maszyn i równoległe do rozdzielni na 110 000 V. Między nimi ułożony jest tor kolejki miejscowej, o której była już wzmianka przy opisie hali maszyn. Po torze przed otworami celek transformatorów na 110 kV jeździ wóz transformatorowy na 60 t o napędzie elektrycznym. Na wóz ten można wysuwać z celek transformatory o mocy 20 000 kVA i dowozić pod żóraw wieży rewizyjnej, przybudowanej do obu rozdzielni. (Na wieży znajduje się też zbiornik wody). Rozdzielnie na 6 i 25 kV montowała w przeważającej części firma Krizik.

Rozdzielnia na 110 kV w pierwszym stadium budowy jest zaprojektowana na 3 transformatory po 20 000 kVA i 3 linie odprowadzające; tymczasowo są zmontowane dwa. Izolatory wsporcze z repelitu są zaopatrzone w okrągłe czapki blaszane, chroniące od wyładowań pęczkowych; izolatory przepustowe są kondensatorowe, odłączniki i wyłączniki są typu Westinghouse - Kolben. Wszystkie izolatory całego urządzenia są na napięciu próbne 330 000 V, przyrządy — na napięciu próbne 260 000 V. Szyny zbiorcze są rurkowe i podparte na izolatorach stojących; odłączniki na 400 A, zmontowane w pozycji pionowej, są zaopatrzone w napęd z przekładnią zębatą i kółkiem ręcznym. Wyłączniki olejowe samoczynne są trzykotłowe na 400 A serii IX z gwarantowaną mocą przy wyłączeniu 480 000 kVA. Wszystkie bieguny mają wspólny napęd elektromagnetyczny, znajdujący się w skrzyni żeliwnej, umieszczonej przy kotłach wyłączających. Rdzeń magnesów ma tłumienie powietrzne. Wyłączniki można wyłączać też ręcznie drażkiem. Wyłączniki mają kontakty pomocnicze i główne z tępym dotykiem, ułożone w komorach ekspansyjnych. Transformatoriki prądowe znajdują się bezpośrednio na izolatorach przepustowych pod wiekiem wyłącznika. Izolatory przepustowe zewnętrzne dla przewodów dalekonośnych również kondensatorowe na części zewnętrznej są chronione osłonami talerzowymi z porcelany.

Transformatory są umieszczone w celkach, przylegających do bocznej strony rozdzielni na 110 kV. Są one jednokotłowe i urządzone na ochładzanie oleju w oddzielnych chłodniach pionowych, postawionych w celkach, umieszczonych obok celek transformatorowych. Uzwojenia są połączone w trójkąt — gwiazdę z wyprowadzonym i uziemionym punktem zerowym na stronie 110 kV; tu uzwojenie ma zaczepy na  $\pm 4\%$ . Olej jest pędzony za pomocą pomp zębatych względnie odśrodkowych. Straty gwarantowane w mie-dzi przy pełnym obciążeniu wynoszą 220 kW + 10%, w żelazie przy biegu jałowym — 78 kW + 10%, sprawność przy 100% obciążenia i  $\cos \varphi = 1$  — 98,53%, przy  $\cos \varphi = 0,75$  — 98,05%. Izolacja strony na 6,5 kV jest wypróbowana napięciem 20 kV, izolacja strony na 110 kV — napięciem

200 kV i oprócz tego falami oscylacyjnymi. W ruchu stale mierzy się temperaturę oleju i wody, niebezpieczną temperaturę sygnalizuje się. Całe



Rys. 8. Słup przelotowy.

urządzenie rozdzielni na 110 kV dostarczyła firma Českomoravska - Kolben - Danek.

Przewody na 110 kV, które są w stanie przenieść do Pragi całą moc elektrowni w pierwszym stadium rozbudowy, są podwójne o przekroju  $2 \times (3 \times 95 \text{ mm}^2) \text{ Cu} + (1 \times 50 \text{ mm}^2) \text{ Fe}$  i są zawieszane na żelaznych słupach kratowych o wysokości normalnej 21,5 m. Słupy te są ustawione normalnie w odległości 230 m od siebie i są zabetonowane w blokach pełnych. Tylko mała część słupów nośnych w okolicy zagłębienia Rudawskiego stoi na podkładach w celu umożliwienia łatwego przeniesienia w razie potrzeby. Normalny słup nośny waży 25 q, ale waga słupów na przejściach dochodzi do 100 — 110 q; wieże przy przekroczeniu Wełtawy pod Holesovicami ważą po 210 q. Największa rozpiętość wynosi 430 m. Przewód na 110 kV z Ervenic doprowadzony jest w Pradze do dwóch transformatorów na 100/23 kV.

Transformatorna Holesovicka jest obliczona na 3 transformatory 110/23 kV i na dwa przewody doprowadzające. Rozdzielnie są zbudowane podług tych samych zasad, jak i w Ervenic'ach. Transformatory jednak różnią się tem, że mają jeszcze trzecie uzwojenie na 6 300 V, które ma później służyć do załączenia kondensatorów synchronicznych. Podwójne szyny zbiorcze na 23 kV są tak podzie-

lone, aby przewody napowietrzne mogły pracować oddzielnie od sieci kablowej i są połączone z szynami zbiorczymi w rozdzielni elektrowni Holeso-

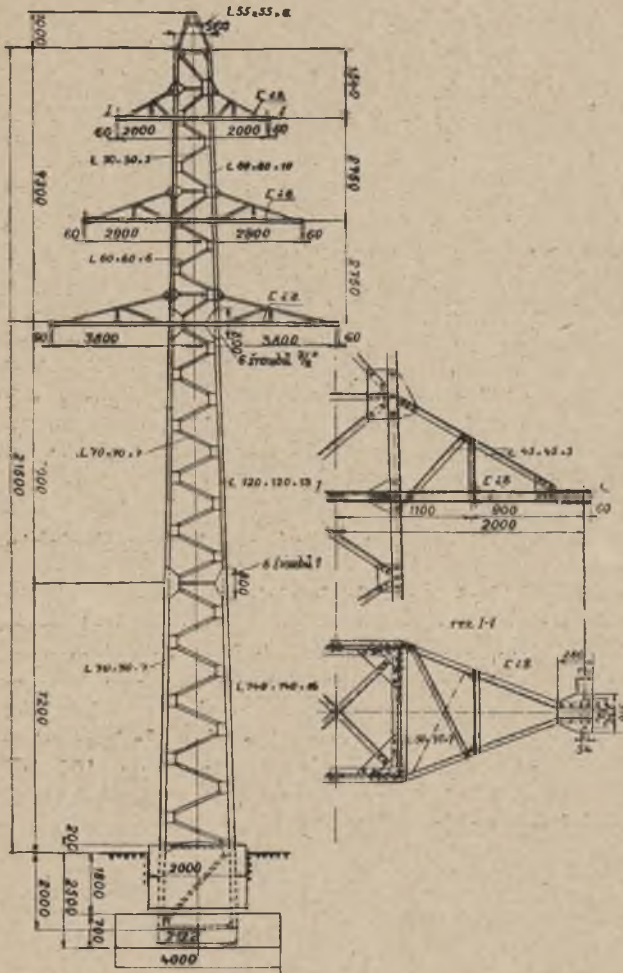
zasila sieć zewnętrzną dokoła Pragi, dostarczającą prąd gminom podmiejskim.

Transformatornia Holesovicka jest ciekawa pod względem budowlanym z tego powodu, że jest postawiona na filarach zabetonowanych do spuszczonej studni. Wodę do chłodzenia transformatorów czerpie się z wykopanej studni, do której ściekają wody podskórne i woda, przesiąkająca z rzeki. Część stacji, obejmująca trzeci transformator z odpowiednią częścią rozdzielni na 110 kV, jest postawiona pod gołym niebem.

Druga transformatornia na 110 kV buduje się w południowo - wschodniej części Pragi. Będzie ona ważną stacją przełączeń dla 110 kilowoltowego systemu w Czechach, ponieważ oprócz podwójnego przewodu z Ervenic wejdzie do niej również przewód na 110 kV, doprowadzający prąd z sił wodnych średniej Wełtawy. Transformatornia ta jest projektowana na ostateczne ustawienie 7 transformatorów o mocy całkowitej 150 000—180 000 kVA. Przewody i obie transformatornie wybudowały wymienione wyżej firmy Czechosłowackie.

Dotychczasowe wyniki ruchu elektrowni i przesyłania energii pod napięciem 110 kV są bardzo korzystne.

Całe urządzenie było uruchomione bez jakichkolwiek trudności. Na szczególne zaznaczenie zasługuje ta okoliczność, że urządzenie i transformatory na 100 kV, wykonane przez firmę Ceskomoravská - Kolben - Danek, od samego początku funkcjonowały bez najmniejszego zarzutu pomimo to, że były po raz pierwszy wybudowane w Czechosłowacji. Pewne trudności nastęrczają destylatory, w których pod wpływem tlenu powietrza i składu chemicznego wody powstaje korozja i znaczny osad kamienia. Dlatego stacja destylacyjna będzie uzupełniona urządzeniem do zmiękczenia wody przed wejściem jej do grzejników i destylatorów. Z rusztów najlepszymi okazały się ruszty Łomzakowa, które dają o wiele lepsze wyniki, niż było gwarantowane. W kotłach z rusztami temi osiąga się z łatwością 35 kg. pary na 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej, choć gwarantowano normalnie 25 i maksymalnie 30 kg pary na 1 m<sup>2</sup>.



Rys. 9. Słup oporowy.

vickiej zapomocą 4 kabli, ułożonych w kanale żelbetowym. Część kabli na 23 kV prowadzi bezpośrednio do transformatorni wtórnych, rozmieszczonych po mieście; odgałęzienia napowietrzne zasilają wiejski obwód Praski, który z kolei



Rys. 10. Transformatornia 11/23 kV Praha-Północ. W tyle stara elektrownia w Holesovicach.

Wskutek tego korzystnego wyniku będzie można postawić w maszynowni dalszy zespół o mocy 30 000 kVA bez potrzeby rozszerzania kotłowni. Rozszerzenie to nastąpi prawdopodobnie wkrótce, ponieważ zużycie prądu w Pradze gwałtownie wzrasta. Elektrownie centralne oprócz tego zyskują dalszych wielkich odbiorców. Moc maszyn, zainstalowanych w elektrowni, wzrośnie do 90 000 kVA. Elektrownia jest tak rozplanowana, że dalszemi przybudówkami do kotłowni, maszynowni i reszty urządzeń będzie można osiągnąć moc dwu i trzykrotną.

Dotychczas elektrownia pracuje tylko dla Pragi i małej gminy Tvrzic równoległe z elektrownią ciepłą w Holesovicach i drobnymi wodnymi elektrowniami w Pradze.

Pierwsze dwie prądnice z jednym rzędem kotłów zaczęły pracować na Praską sieć w marcu roku 1926. W ciągu roku postawiono drugi rząd kotłów i trzecią prądnicę, która była po raz pierwszy obciążona w maju 1927. Już w ciągu 10 miesięcy r. 1926 t. j. pierwszego roku ruchu, kiedy wykonywano jeszcze szereg prób i montowano w czasie ruchu dalszą część pierwszego stadjum budowy, elektrownia wytworzyła około 64 milionów kWh przy zużyciu około 1.83 kg mieszaniny węglowej t. j. 6 079 kaloryj na kWh. Największe obciążenie elektrowni wynosiło 18 200 kW i zostało pokryte przez jedną prądnicę; druga stała w zapasie na wypadek uszkodzenia. W roku 1927 wytworzono 97.5 milionów kWh przy zimowym maksimum, 35 500 kW, osiągniętem za pomocą dwóch maszyn.

Przeszkody w ruchu, które wydarzyły się, by-

ły nieznaczne, tylko kilkuminutowe i przeważnie wywołane przez działanie wyłącznika pod wpływem zabezpieczenia różnicowego lub też spowodowane przez obsługę, niedość jeszcze wyćwiczoną. Zabezpieczenie różnicowe działało z początku bez przyczyny, mającej źródło w prądnicach chronionych, — bądź to wskutek przypadkowego uszkodzenia przewodów od transformatorów prądowych (przeoczenie przy montażu), bądź to wskutek prądów wyrównawczych przed dokładnem wyrównaniem transformatorów. Poważniejsze uszkodzenie urządzenia elektrowni jeszcze się nie zdarzyło.

Elektrownia Holesovicka z początku ze względu na pewność ruchu dostarczała większą część prądu do Pragi. Dziś dostarcza ona tylko mniejszą część prądu a ruch małych elektrowni Praskich został wstrzymany, ponieważ wytwarzanie prądu w nich wobec taniego prądu elektrowni Ervenickéj nie opłaca się. Przy wzrastającym zużyciu i szybkim rozwoju Pragi elektrownia Ervenická w pierwszym stadjum budowy wraz z elektrownią Holesovicką na przyszłość nie wystarczy. Projektuje się przeto szybkie wybudowanie na środkowej Wełtawie dwóch wielkich elektrowni wodnych dla pokrycia obciążenia wierzchołkowego. Połączone przewodem o napięciu 100 kV z wybudowanymi elektrowniami parowymi wytworzą one idealny komplet wzajemnie dopełniających się elektrowni, i jak najgospodarniej pracujących. Jednocześnie będzie stopniowo wybudowana sieć na 100 kV, która umożliwi zasilanie wielkich terytorjów ze źródeł wymienionych.