

WYBRANE REFERENCJE TURBIN PAROWYCH EKOL

Ing. Jan Saňka, dyrektor d/s technicznych, EKOL, spol. s r.o. Brno, CZ
sanka@ekolbrno.cz, tel : +420 543 531 624

ANOTACE

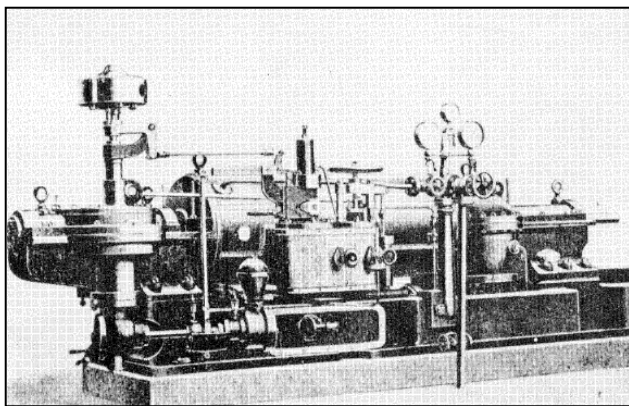
Firma EKOL weszła na rynek nowych turbin parowych w roku 1998. Od tej chwili firma EKOL wyprodukowała i uruchomiła pomyślnie ponad 35 turbin parowych różnych typów i mocy. Niniejszy artykuł przedstawi typowe instalacje i ich charakterystyki. Dominującą cechą wspólną wszystkich realizowanych instalacji jest zwrócenie uwagi pracowników firmy EKOL na maksymalne zrozumienie i spełnienie potrzeb klienta. Firma dysponuje własną halą produkcyjną i montażową (na rys 1).



Rys.1 : Montaż wirnika turbiny parowej na własnej hali produkcyjnej firmy EKOL, spol. s r.o. Brno.

WSTĘP

Historia produkcji turbin parowych w mieście Brno sięga do roku 1902, kiedy ówczesna „První brněnská strojárna“ (PBS) stała się wspólnie ze szwajcarską firmą BBC pierwszym producentem turbin parowych na kontynencie europejskim. Na rys 2 jest przedstawiona fotografia turbiny parowej uruchomionej w roku 1903. Od tej chwili wychowano kilka generacji konstruktorów i pracowników specjalizujących się w dziedzinie turbin parowych. Doświadczenie i wiedza pracowników EKOL w zakresie projektowania, budowy i uruchomienia turbin parowych stały się podstawą dla własnego rozwoju oraz produkcji.



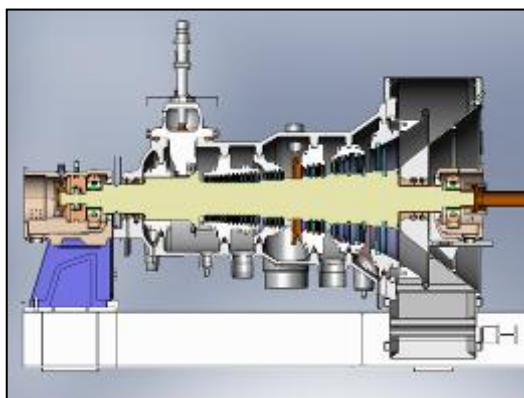
Rys.2: Pierwsza turbina parowa wyprodukowana przez firmę První brněnská strojárna w Brnie wg angielskiej licencji firmy Parsons i uruchomiona w dniu 15.8.1903 (pracowała aż do roku 1930).

TURBINY PAROWE KONSTRUKCJI EKOL

Firma EKOL produkuje turbiny wszystkich podstawowych typów, a zatem przeciwprężne i kondensacyjne, z jednym lub dwoma regulowanymi upustami pary. Produkuje także turbiny dwuciśnieniowe.

Turbiny są produkowane wg normy EN 60045-1 dla turbin parowych, pro parni turbiny, lub wg DIN 4312 – przemysłowe turbiny parowe.

Podstawowe koncepcje i parametry są pokazane na rys 3.



ZAKRESY PARAMETRÓW TURBIN PAROWYCH EKOL :		
Moc elektryczna	1 - 70	MW
Obroty turbiny	3 000 - 20 000	Min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	1 - 14	MPa
Temp. pary wej.	max. 540	°C
Ciśnienie w reg. Upust.	0,1 - 3,5	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,006 - 3,5	MPa

Rys.3: Przekrójtypowej kondensacyjnej turbiny parowej koncepcji EKOL.

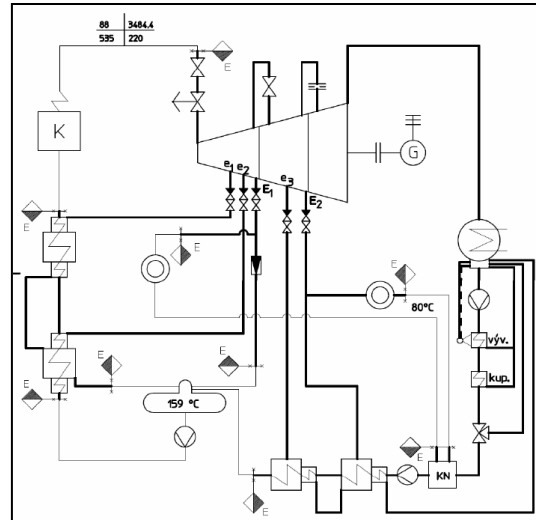
Typowy zakres dostawy turbozespołu :

- **Turbina parowa**
- Zawór szybkozamykający
- Zawory regulacyjne wysokiego ciśnienia VT
- Zawory regulacyjne lub człon regulacyjny niskiego ciśnienia NT
- Obracarka
- Izolacja cieplna turbiny
- Odwadniacze + przynależne orurowanie
- Kondensator pary uszczelniającej + przynależne orurowanie
- **Kondensator** dla kondensacji wyjściowej pary, wodny lub powietrzny
- Przekładnia
- Sprzęgła pomiędzy turbiną a przekładnią, pomiędzy przekładnią a generatorem
- **Generator** wraz z szafą regulacji cos φ, regulacją napięcia, wzbudzeniem, synchronizacją i ochroną generatora
- Rama pod turbiną i przekładnią

- Zbiornik oleju smarnego w ramie lub oddzielny wraz z wyposażeniem tj. Olejowe pompy, filtry, chłodnice, odsysacze par olejowych wraz z przynależnym orurowaniem
- **System AKPiA:** miejscowy panel sterujący, sterowanie PC w nastawni, zestaw czujników na turbinie i pozostałych elementach turbozespołu.
- **Przynależne orurowanie w zakresie dostawy uzgodnionym z inwestorem** (patrz rys.4)

Wszystkie dostawy mają zapewnioną gwarantowaną jakość wg programu jakości wg ISO 9001 w naszym zakładzie produkcyjnym jak i u poddostawców.

Rys.4: Przykład podłączenia z wyznaczonymi granicami dostawy na rurociągach



Skrócony opis konstrukcji:

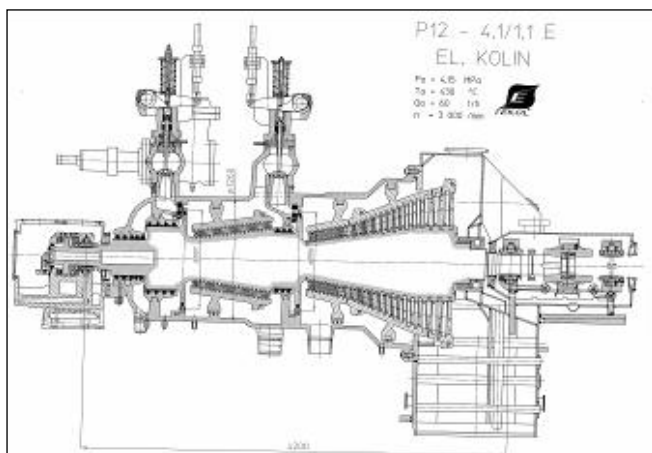
- Wielostopniowa turbina parowa EKOL ma zwykle akcyjny stopień regulacyjny i reakcyjne łopatkowanie. W stopniu regulacyjnym (A) rozpręża się najpierw para wejściowa z wysokiego ciśnienia na ciśnienie przed częścią reakcyjną. W kolejnej części reakcyjnej dokonuje się dalsze rozprężanie ciśnienia przy jak najmniejszych stratach przepływu a tym samym przy największej sprawności. Korpus turbiny wraz z wszystkimi dodatkami wykonany jest jako odlew. Wirnik jest wykonany z jednego kawałka staliwa, jest wyważony dynamicznie na obroty wyższe o 15% od obrotów znamionowych.
- Kompletny system oleju smarnego zasila łożyska turbiny, przekładni i generatora olejem pod ciśnieniem.
- System oleju regulacyjnego jest wysokociśnieniowy (pracuje przy ciśnieniu ok 150 bar) lub w przypadku życzenia klienta – niskociśnieniowy (10 bar). Ten obieg służy do zasilania napędów hydraulicznych zaworów regulacyjnych oraz zaworu szybkozamykającego.
- System regulacji i sterowania turbiny:
Urządzenie jest oparte na bazie programowalnych sterowników PLC, pracujących w sieci komunikacyjnej MODBUS i połączonych dwuliniowo. Protokół komunikacji między komputerami z systemem jest bardzo odporny na zakłócenia. Jest przeznaczony do zabezpieczeń i regulacji trybów eksploatacyjnych turbiny parowej. Blokady, urządzenia zabezpieczające, włączanie rezerwowych urządzeń i regulacja przebiegają automatycznie. System regulacji i zabezpieczeń można podłączyć do nadrzędnego systemu sterującego za pomocą komunikacji MODBUS, PROFIBUS, POWERLINK lub ETHERNET.

W dalszej części artykułu przedstawiamy typowe instalacje wg celów ich użycia:

1. Elektrownie i elektrociepłownie :

1.1 ELEKTROWNIA KOLÍN [CZ]

Jest to historycznie pierwsza turbina parowa EKOL, która została kompletnie zaprojektowana i zainstalowana w roku 1999. Była to klasyczna konstrukcja w koncepcji na 3000 obrotów. Głównym parametrem była wysoka i długotrwała niezawodność eksploatacyjna i dyspozycyjność. Celem inwestora było zefektywnienie produkcji energii elektrycznej i ciepłej i wykorzystanie istniejących kotłów. Dla tego klienta, który obecnie jest częścią firmy DALKIA dostarczyliśmy i uruchomiliśmy kolejne dwie turbiny parowe.



Typ turbiny	P 12-4,1/1,1	
Moc elektryczna	12	MW
Obroty turbiny	3 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	4,15	MPa
Temp. pary wej.	430	°C
Przepływ pary wej.	60	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	1,1	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,0075	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Podczas instalacji turbiny wykorzystano istniejące fundamentę i płytę.
- Hydraulika systemu regulacji jest wysokociśnieniowa i jest oddzielna od systemu smarnego.
- Wyjściowa gardziel jest spawana (rys 5), kondensator z chłodzeniem wodnym ma powierzchnię 900 m². Dla czyszczenia kondensatora użyto system Taprogge.
- Wykorzystano istniejący system chłodzenia wody.
- Z powodu instalacji w otoczeniu przestrzeni bytowej było konieczne zastosować osłonę przeciwdźwiękową (rys 6).
- Do wyprowadzenia mocy wykorzystano istniejącą rozdzielnię.



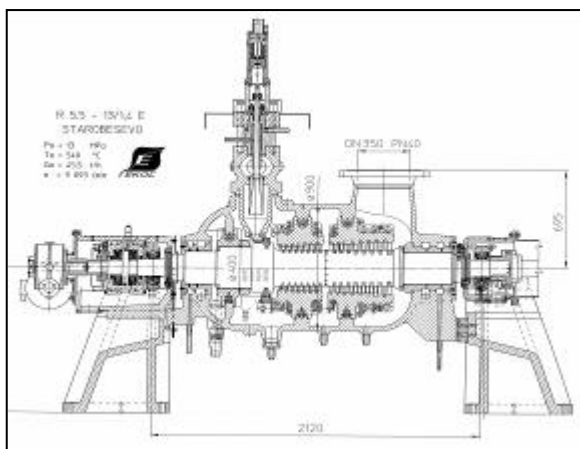
Rys.5: Wyjściowa gardziel.



Rys.6: Osłona przeciwhałasowa

1.2 ELEKTROWNIA STAROBEŠEVO [UA]

Ta wysokoobrotowa turbina przeciwprężna była wykonana do celów napędu pompy zasilającej jako część bloku nowego kotła.



Typ turbiny	R 5,5-13/1,4	
Moc elektryczna	5,5	MW
Obroty turbiny	9480	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	13	MPa
Temp. pary wej.	540	°C
Przepływ pary wej.	40,8	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	1,6	MPa

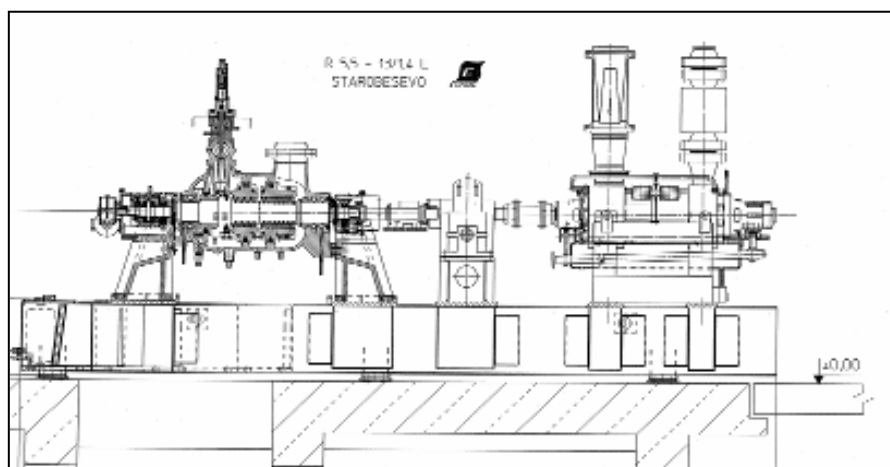
Charakterystyka instalacji :

- Obroty turbiny są regulowane w zakresie 9000-9480 na potrzeby zasilanej pompy
- Hydraulika systemu regulacyjnego jest wysokociśnieniowa i jest oddzielona od systemu smarowania.
- Częścią dostawy jest przekładnia i pompa zasilająca firmy KSB na wspólnej ramie z turbiną parową. Zbiornik oleju jest zintegrowany z ramą fundamentową. (rys.7 i rys.8)



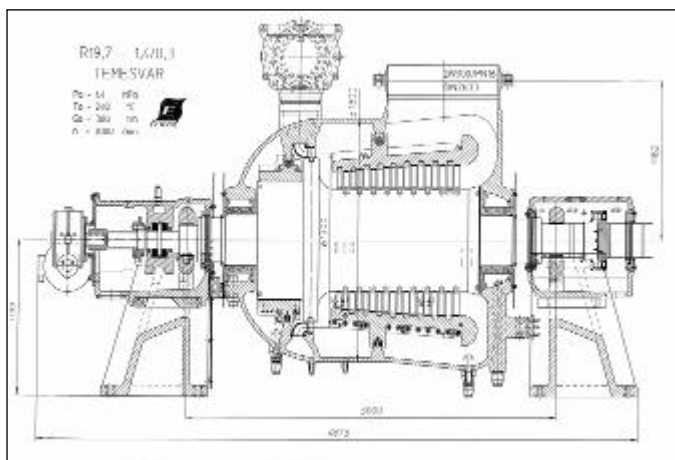
Rys. 7: Turbina na ramie podczas montażu w zakładzie produkcyjnym.

Rys. 8: Schemat rozmieszczenia zestawu na wspólnej ramie



1.3 S.C. COLTERM S.A. – TIMISOARA [RO]

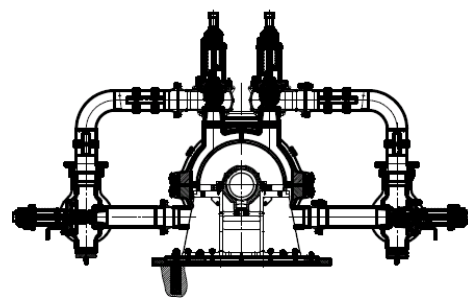
Celem instalacji było użycie energii dotychczas redukowanej pary do produkcji energii cieplnej i elektrycznej w miejskiej elektrociepłowni.



Typ turbiny	R 19,7-1,4/0,3	
Moc elektryczna	21,7	MW
Obroty turbiny	3 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	1,4	MPa
Temp. pary wej.	240	°C
Przepływ pary wej.	300	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,3	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Z powodu niskich parametrów pary i co za tym idzie dużej objętości pary wejściowej (aż 300 t/h) zastosowano oryginalną koncepcję dwóch zaworów szybkozamykających i czterech zaworów regulacyjnych w korpusie (rys .9)
- Hydraulika systemu regulacyjnego jest wysokociśnieniowa.
- Turbina tej wielkości przy tym przepływie (300t/h) i wyższych parametrach pary, np.: 9 MPa miała by moc powyżej 50MW



rys.9: Schemat podłączenia zaworów.

rys.10: Widok na wirnik podczas montażu.

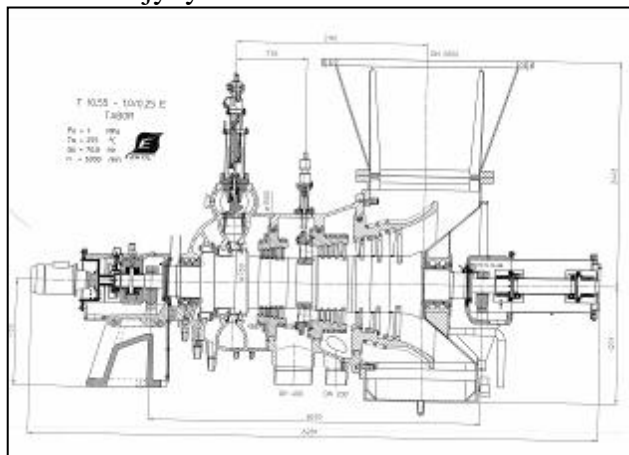


rys.11: Dyspozycja maszynowni



1.4 TTA TÁBOR [CZ]

Do miejskiej elektrociepłowni w Taborze firma EKOL dostarczyła turbinę kondensacyjną z jednym regulowanym upustem, tak aby turbina mogła pracować również i w reżimie kondensacyjnym.



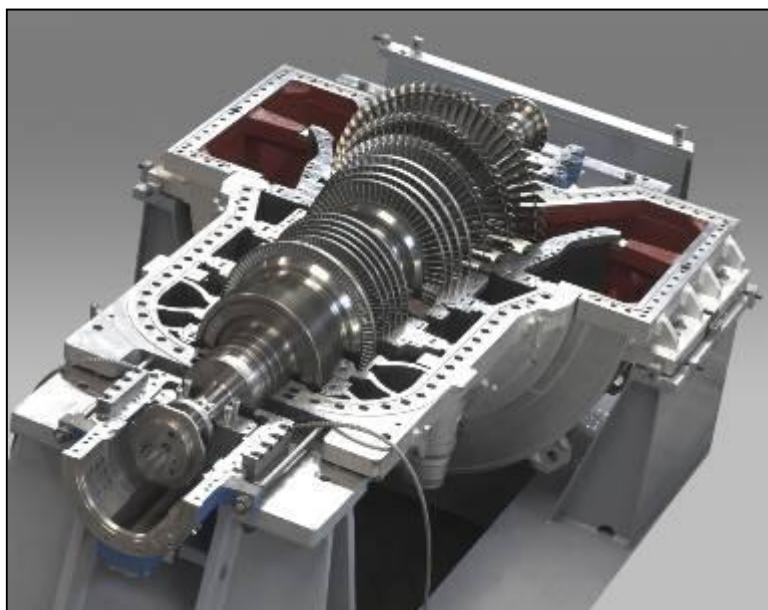
Typ turbiny	T 10,4-1,0/0,25	
Moc elektryczna	10,6	MW
Obroty turbiny	6 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	1,0	MPa
Temp. pary wej.	255	°C
Przepływ pary wej.	70,8	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	0,25	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,012	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Nowa turbina kondensacyjna pracuje za istniejącą turbiną przeciwpężną z przeciwpężnością 10 bar w instalacji nowego kotła fluidalnego (na węgiel kamienny).
- Aby zwiększyć mobilność elektrociepłowni turbina posiada regulowany upust – do celów ciepłowniczych miejskich.
- Turbina jest umieszczona w oddzielnej maszynowni wybudowanej obok istniejącej.
- Gardziel wyjściowa ma wyjście do góry (rys 12), kondensacja powietrzna. Kondensator powietrzny umieszczony jest w pokrywie przeciwdźwiękowej z powodu bliskości strefy zamieszkania.
- Hydraulika systemu regulacyjnego jest wysokociśnieniowa.



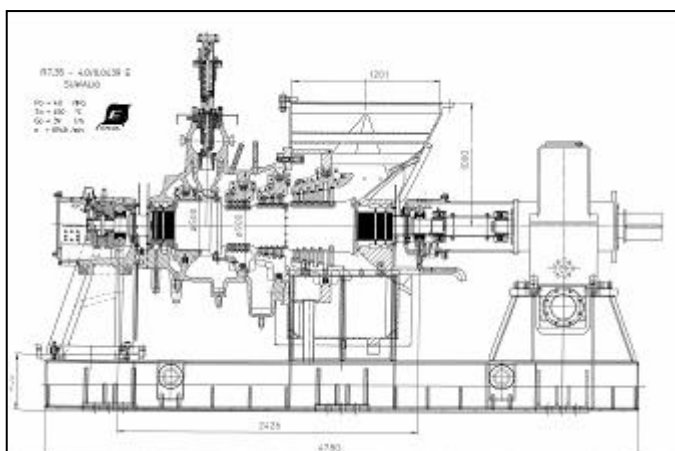
Rys.12 : Widok gardzieli wyjściowej.



Rys.13 : Widok płaszczyzny podziałowej korpusu z wirnikiem.

1.5 P.E.C. SUWALKI [PL]

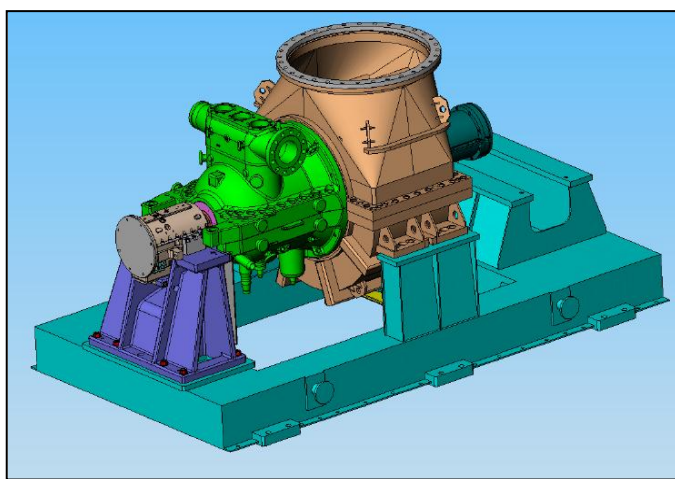
Celem instalacji było wykorzystanie pary do celów ciepłowniczych i produkcji energii elektrycznej.



Typ turbiny	R 7,35-4,0/0,0439	
Moc elektryczna	7,35	MW
Obroty turbiny	9 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	4	MPa
Temp. pary wej.	450	°C
Przepływ pary wej.	39	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,0437	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Turbina przeciwnieprężna jest przeznaczona do pracy z wymiennikiem ciepłowniczym z poszerzonym zakresem parametrów. W zimie 0,44 bar, w lecie 1,2 bar.
- Turbina była posadowiona w miejscu istniejących fundamentów dla kotła, który nie został zainstalowany, płyta fundamentowa była odsprężynowana.
- Turbina była jako pierwsza zaprojektowana cała w 3D (rys.14)
- Hydraulika systemu regulacji jest wysokociśnieniowa i jest oddzielna od systemu smarowego.
- Częścią dostawy była także stacja obejściowa i stacja redukcyjna.
- Wyjście turbiny kierowane jest do góry, skąd rurą ze specjalnym kompensatorem kierowana para jest do wymiennika ciepłowniczego (rys.15) .



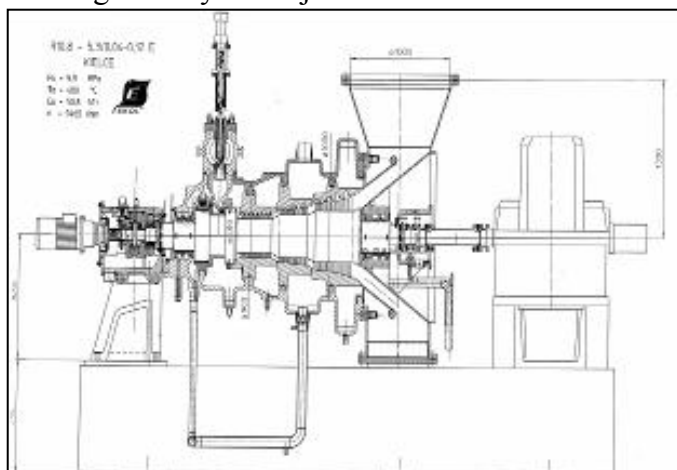
rys.14: Projektowy rysunek w środowisku 3D.



rys.15: Przebieg montażu, z tyłu wymiennik ciepłowniczy

1.6 EC KIELCE [PL]

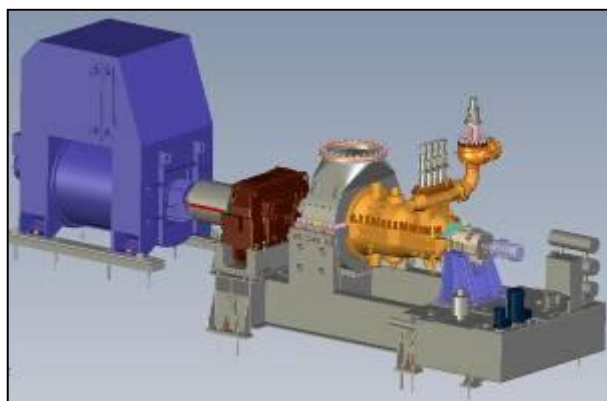
Celem instalacji była dostawa nowej turbiny przeciwprężnej z wymiennikiem ciepłowniczym do celów grzewczych miejskich.



Typ turbiny	R 10,8-5,3/0,04-0,12	
Moc elektryczna	10	MW
Obroty turbiny	9 500	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	5,3	MPa
Temp. pary wej.	480	°C
Przepływ pary wej.	50,2	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj. (nominální)	0,0676	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Turbina przeciwprężna jest przeznaczona do wykorzystania pary z kotła węglowego (50t/h) w zimie oraz biomasowego (25t/h) w lecie.
- Turbina z przekładnią jest umieszczona na ramie fundamentowej, w jej przedniej części jest zabudowany zbiornik olejowy, generator jest bezpośrednio na płycie fundamentowej (rys.16)
- Wymiennik ciepłowniczy jest na tym samym poziomie co turbina, z turbiną połączony jest rurociągiem z ciśnieniowo wyważonym kompensatorem (rys.17)
- Częścią dostawy jest także by-pass turbiny i stacja redukcyjna BTG.
- Obracarka umieszczona jest na przekładni

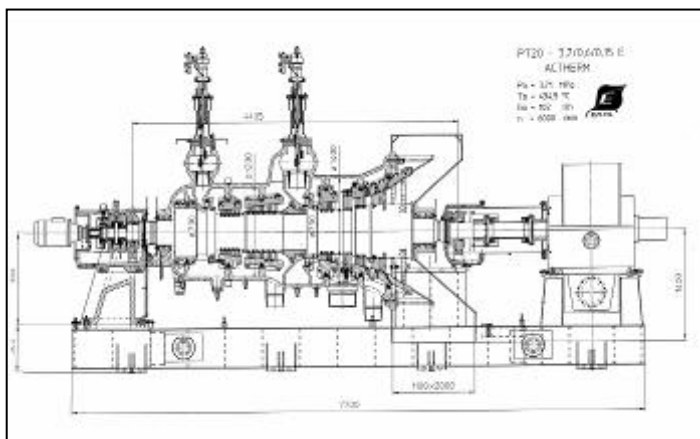


rys.16: Komputerowy projekt rozwiązania turbozespołu.

rys.17: Widok na umieszczenie turbiny i wymiennika.

1.7 ACTERM CHOMUTOV [CZ]

Instalacja nowej turbiny kondensacyjnej z dwoma regulowanymi upustami przebiegała w ramach całkowitej przebudowy maszynowni w elektrociepłowni w Chomutowie. Istniejący znaczny rozbiór pary do sąsiadującej fabryki metalurgicznej był zredukowany, równocześnie zwiększyły się potrzeby ciepłe wraz z rozwojem miasta.



Typ turbiny	PT 20-3,7/0,6/0,15	
Moc elektryczna	20	MW
Obroty turbiny	6 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	3,71	MPa
Temp. pary wej.	434,5	°C
Przepływ pary wej.	102	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	0,6	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	0,15	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,006	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Obliczenie i zdefiniowanie parametrów eksploatacyjnych klient wykonywał przez ok 2 lata, jednak dokładność wyznaczenia parametrów jest unikalna. Na podstawie tej analizy firma EKOL zaproponowała takie tryby pracy, które przynoszą klientowi maksymalne korzyści ekonomiczne.
- Podczas instalacji turbiny była wykorzystana istniejąca maszynownia, w której była usunięta istniejąca płyta fundamentowa i wybudowana nowa.
- Montaż turbiny, kondensatora wodnego i generatora musiał być z powodów lokalizacyjnych realizowany przez częściowo zdemontowany dach z wykorzystaniem dźwigu 600 tonowego (rys.18).
- Turbina ma dwa zawory szybkozamykające, do sterowania zaworami regulacyjnymi wysokiego i niskiego ciśnienia była użyta trawersa z mechanizmem przekazującym przechył od wysokociśnieniowego serwonapędu umieszczonego w osi turbiny.



rys.18 : Instalacja turbozespołu na ramie przez dach.

2. Eksploatacja w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym:

2.1 KAUČUK KRALUPY [CZ]

Turbina parowa kondensacyjna z dwoma regulowanymi upustami jest przeznaczona do zakładu chemicznego, gdzie z punktu widzenia technologii potrzebna jest para o dwóch różnych ciśnieniach i temperaturach, a także istnieje potrzeba produkcji energii elektrycznej. Turbina produkuje parę o wyższym ciśnieniu dla potrzeb zakładu chemicznego, drugi upust przeznaczony jest do podgrzania materiału i celów grzewczych zakładu i miasta. Nadmiar pary przeznaczony jest do produkcji energii elektrycznej i kierowany jest do kondensatora wodnego. Przedmiotem dostawy była kompletnie nowa część wysokociśnieniowa i rekonstrukcja części średnio i niskociśnieniowej przy zachowaniu istniejącego fundamentu. Na rys 19 przedstawiono wirnik części wysokociśnieniowej podczas montażu.

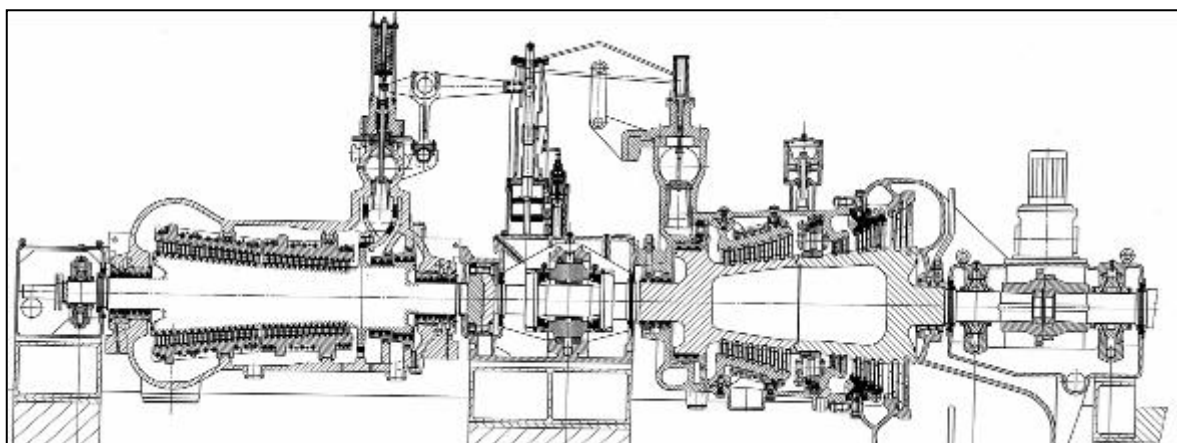


Typ turbiny	PT 33-9,0/1,0/0,12	
Moc elektryczna	33	MW
Obroty turbiny	3 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	9,0	MPa
Temp. pary wej.	540	°C
Przepływ pary wej.	185	t / h
Ciśnienie w 4.Reg. upust.	0,9	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	0,27	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,007	MPa

rys.19: wirnik wysokociśnieniowy podczas montażu.

Charakterystyka instalacji :

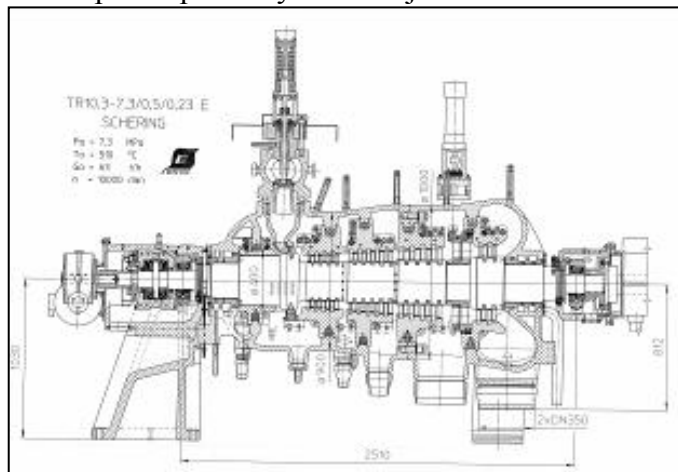
- Zachowano wykonanie dwukorpusowe (rys.20).
- Zwiększono przepływ masowy pary i zwiększono sprawność nowego wykonania z bandażowanym łopatkowaniem. To umożliwiło zwiększenie mocy z 30 do 33MW



rys.20: Przekrój turbiny dwukorpusowej.

2.2 SCHERING, A.G. BERLÍN [D]

Przeciwnieprężna turbina z regulowanym upustem jest w użyciu firmy farmaceutycznej, gdzie z punktu widzenia technologii jest potrzebna para o dwóch różnych ciśnieniach i temperaturach, a także produkcja energii elektrycznej. Turbina produkuje parę upustową dla technologii produkcji lekarstw, a w przeciwnieprężności parę do podgrzewu komponentów jak i ciepła na potrzeby zakładu jak i miasta.



Typ turbiny	PR 10,3-7,3/0,5/0,23	
Moc elektryczna	10,3	MW
Obroty turbiny	10 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	7,3	MPa
Temp. pary wej.	510	°C
Przepływ pary wej.	50	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	0,5	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,23	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Chodziło o zamianę istniejącej turbiny na nową, podczas instalacji wykorzystano istniejącą płytę fundamentową. Rys 21 przedstawia rozmieszczenie turbozespołu w maszynowni.
- Z uwagi na ograniczone dostępne miejsce użyto przekładni planetarnej.
- Hydraulika systemu regulacji jest wysokociśnieniowa i jest oddzielna od systemu smarowego.

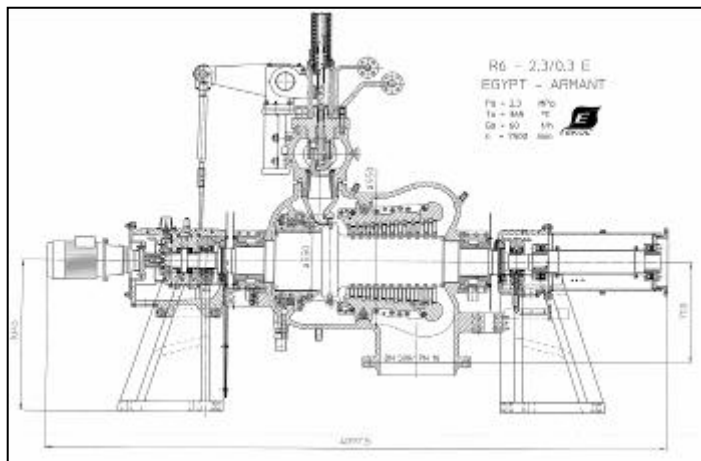


rys.21: Rozmieszczenie turbozespołu.

3. Przemysł spożywczy, cukrownie:

W tym obszarze firma EKOL otrzymała wiele zamówień na serwis i dostawy nowych przeciwprężnych turbin w cukrowniach w Egipcie.

3.1 Cukrownie *E.S.I.I.C. ARMANT, EDFU, QOUS [ET]*



Typ turbiny	R 6-2,3/0,3	
Moc elektryczna	6	MW
Obroty turbiny	7500	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	2,3	MPa
Temp. pary wej.	365	°C
Przepływ pary wej.	60	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,3	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Częścią dostawy przeciwprężnej turbiny były również rurociągi oraz doposażenie rozdzielni WN.
- Na życzenie klienta opracowano niskociśnieniowy system regulacji hydraulicznej.
- Częścią dostawy było urządzenie do suszenia przepływowej części turbiny podczas jej wyłączenia a także urządzenie przemywające.
- Dzięki udanej dostawie do cukrowni ARMANT klient zamówił kolejne dwie turbiny do cukrowni EDFU i QOUS.



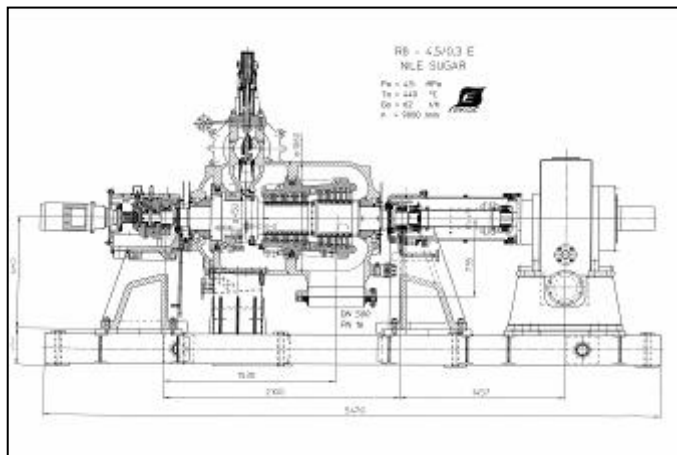
rys.22: Widok zaopatowanego wirnika.

rys.23:zestaw na ramie podczas montażu.



3.2 Cukrownie N.S.R.C. NOBARIA i NILE SUGAR CO. [ET]

Cztery identyczne turbiny przecwprężne były dostarczone klientowi i teraz służą do redukcji pary do technologii produkcji cukru i produkcji energii elektrycznej. Pierwsze dwie turbiny zostały wyprodukowane dla firmy N.S.R.C NOBARIA , widok maszynowni na rys.24. Pozostałe dwie turbiny były dostarczone dla Nile Sugar Company, gdzie zakresem dostawy była kompletna dostawa całej elektrociepłowni łącznie z dostawą dwóch kotłów (80 t/h) oraz stacji redukcyjnych. Projekt kotłowni, maszynowni oraz rurociągów były również częścią dostaw firmy EKOL (rys. 25).



Typ turbiny	R8-4,5/0,3	
Moc elektryczna	8	MW
Obroty turbiny	9 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	4,5	MPa
Temp. pary wej.	440	°C
Przepływ pary wej.	55,2	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,32	MPa

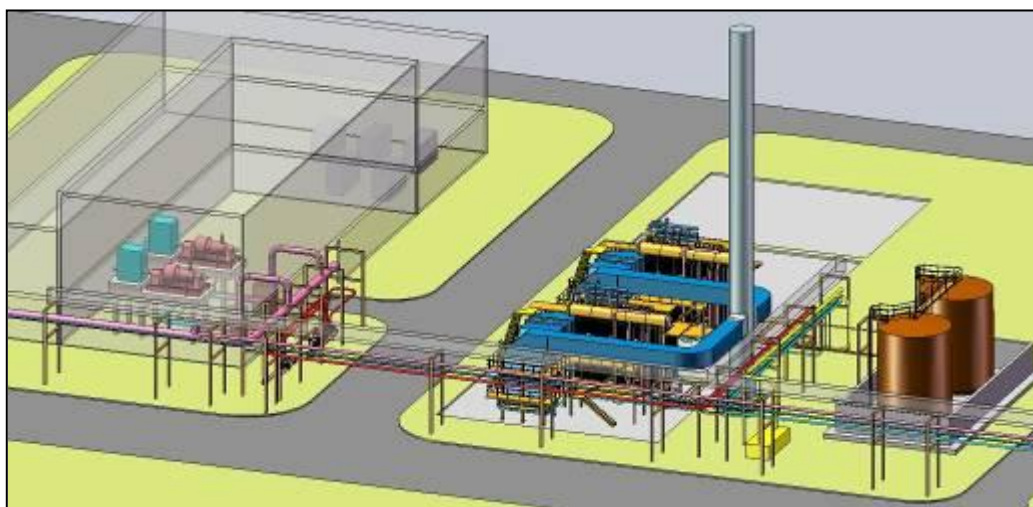
Charakterystyka instalacji :

- Częścią dostaw były rurociągi oraz dokumentacja rozdzielni WN.
- Na żądanie klienta opracowano niskociśnieniowy system regulacji hydraulicznej.



Rys .24: Widok na maszynię cukrowni NOBARIA

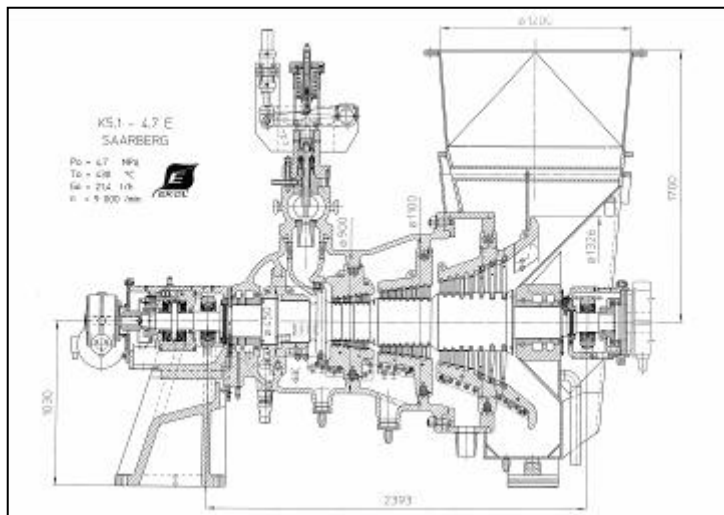
Rys .25:
Widok całościowy maszynowni i kotłowni i zbiornika oleju grzewczego NILE SUGAR Co.



4. Ciepłownie spalające biomase :

4.1 SAARBERG GROSSAITINGEN [D]

Celem instalacji było wykorzystanie pary z kotła na biomasę do produkcji energii elektrycznej.



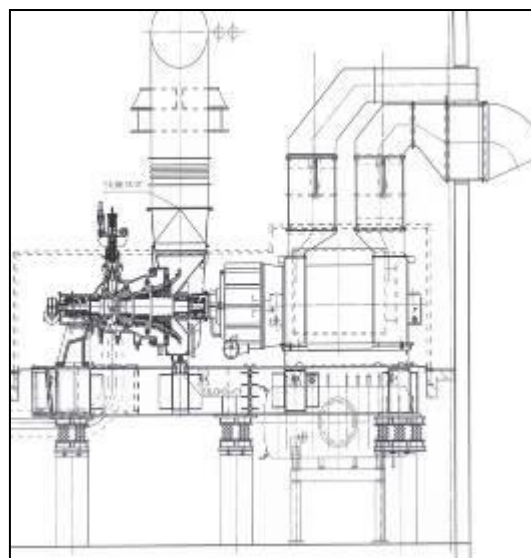
Typ turbiny	K 5,1-4,7	
Moc elektryczna	5,1	MW
Obroty turbiny	9 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	4,7	MPa
Temp. pary wej.	430	°C
Przepływ pary wej.	21,4	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,008	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Turbina kondensacyjna, przekładnia planetarna i generator umieszczone są na wspólnej ramie, zbiornik olejowy jest również zintegrowany z ramą. Na rys 26 mamy widok maszynowni. Rama jest odsprężynowana na pakietach, które są umieszczone na słupach – przekrój na rys 27.
- W maszynowni nie było do dyspozycji suwnicy, instalacje turbozespołu przebiegała za pomocą specjalnych urządzeń hydraulicznych.



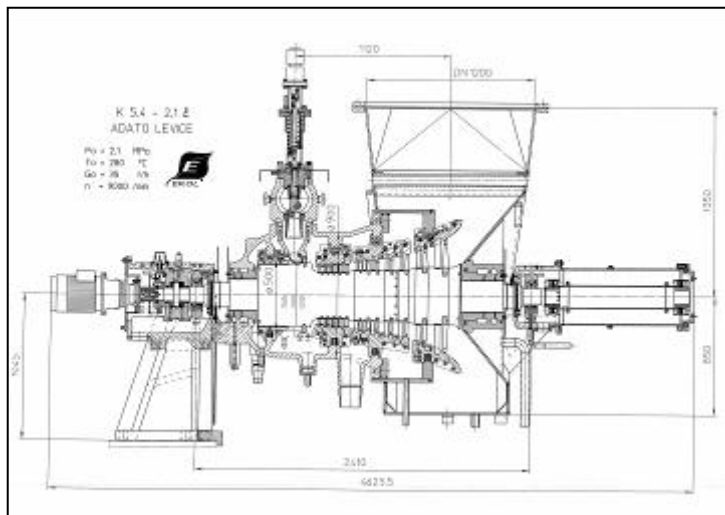
rys. 26: Widok maszynowni



rys. 27: przekrój

4.3 Smrečina a.s. BANSKÁ BYSTRICA [SK]

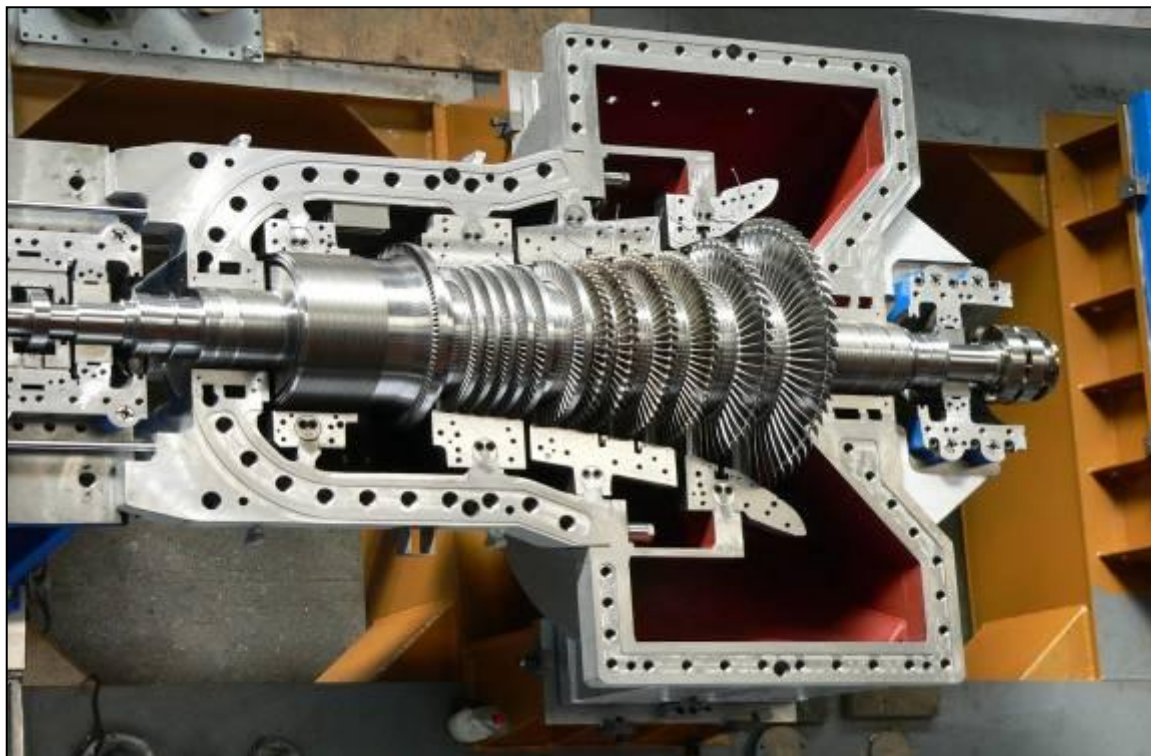
Tutaj były dostarczone i uruchomione dwie turbiny EKOL. Przeciwnieprężna turbina EKOL typu R1,54-6,3/2,3 (14 000 obr.) pełniła funkcję redukcji z 63 na 23 bar. Pozostałą parę technologiczną wykorzystuje niżej przedstawiona turbina kondensacyjna do wytwarzania energii elektrycznej. Na rys.30 jest przedstawiony wydok płaszczyzny podziałowej tej turbiny kondensacyjnej z umieszczonym w niej wirnikiem podczas montażu w zakładzie produkcyjnym.



Typ turbiny	K 5,4-2,1	
Moc elektryczna	5,4	MW
Obroty turbiny	9 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	2,1	Mpa
Temp. pary wej.	280	°C
Przepływ pary wej.	25	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	Mpa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	Mpa
Ciśnienie pary wyj.	0,0182	Mpa

Charakterystyka instalacji :

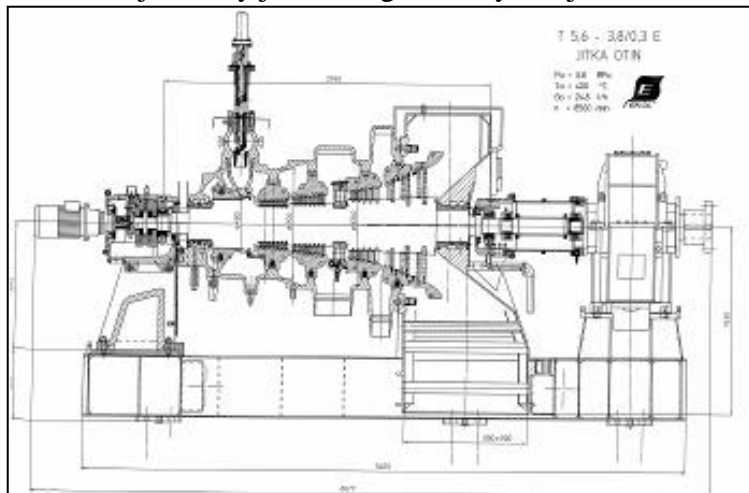
- Posadowienie turbiny było zrealizowane na betonowym stole + 0,5m.
- Hydraulika systemu regulacji jest wysokociśnieniowa.
- Turbina wyjście na górę, jest tam użyta kondensacja powietrzna.



Rys.30: widok na płaszczyznę podziałową z zabudowanym wirnikiem

4.4 E.C. OTÍN [CZ] Jindřichův Hradec

Celem instalacji było wykorzystanie pary z kotła na fitomasę – słomę do wytwarzania ciepła dla niedalekiej okolicy jak i energii elektrycznej.



Typ turbiny	T 5,6-3,8/0,3	
Moc elektryczna	5,6	MW
Obroty turbiny	8 500	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	3,8	MPa
Temp. pary wej.	400	°C
Przepływ pary wej.	24	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	0,3	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,008	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Pierwszy projekt w środkowej Europie, gdzie wykorzystano kocioł na fitomasę spalający wyłącznie słomę.
- Do instalacji turbiny wykorzystano istniejący obiekt, w którym wybudowano nową płytę fundamentową. Na rys 31 i 32 pokazano turbinę podczas pracy..
- Hydraulika systemu regulacji jest wysokociśnieniowa i jest oddzielna od systemu smarnego.
- Zastosowano kondensator wodny, umieszczony pod turbiną.



Rys. 31: Widok boczny na turbinę

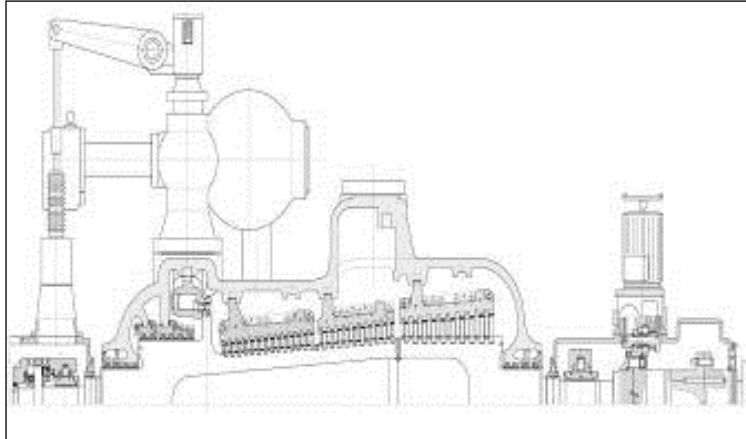


Rys. 32: Widok czołowy na turbinę

5. Zakłady papiernicze :

5.1 H.S.F.C. BANKOK [THA]

Celem instalacji była zamiana za istniejącą japońską turbiną, która uległa awarii. Dostawa została przeprowadzona w ekstremalnie krótkim czasie. Realizacja przebiegała dwuetapowo. W 1 etapie dostarczono turbinę o mocy 21 MW aby zapewnić ciągłość produkcji. 2 etap polegał na zaprojektowaniu i produkcji nowego wirnika i nośników łopatek z bandażowanym łopatkowaniem i dalsza realizacja kolejnych usprawnień w celu osiągnięcia mocy 40,5MW.



Typ turbiny	R 41-11,5/0,6	
Moc elektryczna	40,5	MW
Obroty turbiny	3 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	11.5	MPa
Temp. pary wej.	538	°C
Przepływ pary wej.	220	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,6	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Do instalacji wykorzystany był fundament i płyta fundamentowa, która była nieznacznie zmodyfikowana. Widok na turbinę przedstawia rys.33.

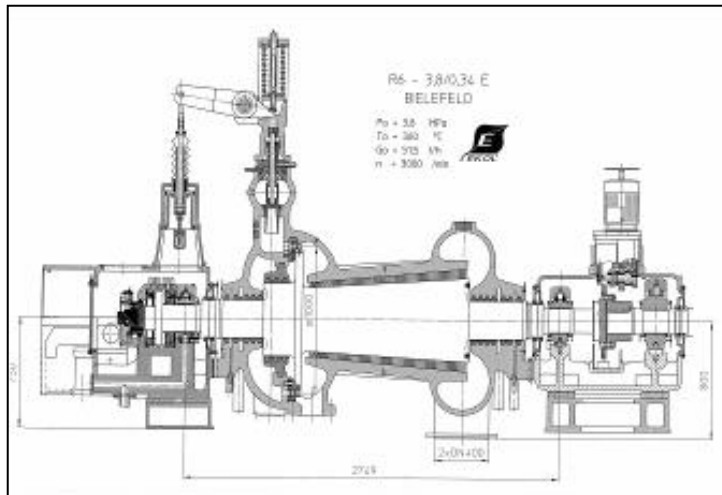


Rys. 33: widok na turbinę podczas pracy w pielni

6. Spalarnie odpadów:

6.1 MVA BIELEFELD [D]

Celem instalacji była dostawa turbiny przeciwprężnej do miejskiej spalarni odpadów komunalnych.



Typ turbiny	R 6-3,8/0,34	
Moc elektryczna	6	MW
Obroty turbiny	3 000	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	3,8	MPa
Temp. pary wej.	380	°C
Przepływ pary wej.	51,5	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,34	MPa

Charakterystyka instalacji :

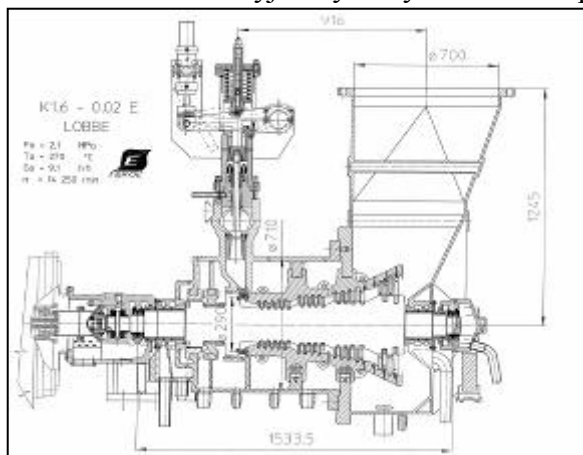
- Turbozespół był umieszczony na betonowej płycie, która była odsprężynowana. Płyta była wykonana na kocie +0m a potem podniesiona na kotę +6m i umieszczona na pakietach sprężynujących–rys.34.
- z powodów czasowych w 1 etapie turbina była zainstalowana z generatorem 5,4MW, drugi etap polegał na dostawie generatora 6MW.



rys. 34: Turbina z generatorem na betonowej płycie z pakietami sprężynującymi..

6.2 LOBBE DABROWA GÓRNICZA [PL]

Turbina kondensacyjna była wykonana dla spalarni odpadów przemysłowych.

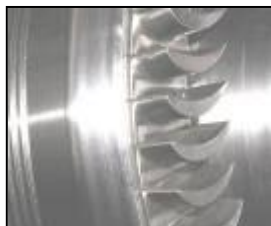


Typ turbiny	K 1,6-2,1/0,02	
Moc elektryczna	1,6	MW
Obroty turbiny	14 250	min ⁻¹
Ciśnienie pary wej.	2,1	MPa
Temp. pary wej.	270	°C
Przepływ pary wej.	9,1	t / h
Ciśnienie w 1.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie w 2.Reg. upust.	---	MPa
Ciśnienie pary wyj.	0,02	MPa

Charakterystyka instalacji :

- Był wykorzystany system łopatkowania promieniowego stopnia regulacyjnego (rys.35).
- Obroty turbiny były redukowane w planetarnej przekładni
- Kondensacja jest powietrzna, widok na maszynownię i kondensację powietrzną na rys 36.

rys. 35: promieniowe łopatki stopnia regulacyjnego.



rys.36: Maszynownia z kondensatorem powietrznym,



rys.37: widok na płaszczyznę podziałową z zamontowanym wirnikiem

ZAKOŃCZENIE:

Celem artykułu było pokazanie różnorodności typów i możliwości zastosowanie turbin parowych EKOL. Techniczne parametry, jakość wykonania i nastawianie się na maksymalne zrozumienie i spełnienie życzeń klienta umożliwiły firmie EKOL wejście na rynek turbin parowych i bycie poważnym konkurentem dla znanych producentów europejskich i światowych.



rys. 38: Wirnik turbiny kondensacyjnej EKOL z zamontowanymi łopatkami..

LITERATURA:

- [1] Miloslava Polanská : „Tradice dobré práce 1814/1989 – 175 let První brněnská, koncernový podnik Brno“, vydáno agenturou Rapid v Brně, 1989
- [2] Veselý,S.: „Parní turbíny pro kombinovanou výrobu el. energie a tepla“ Teplárenské dny, H.Králové, 2004
- [3] Materiały techniczne i prospekty firmy EKOL, spol. s r.o. Brno