



1단재열 1단재생 RANKINE 사이클의 효율 최적화

「 1% 의 가치 」

구성원 : 박종일 이종철 이지수

목 차

1. 배경 및 목적

2. *Problem formulation*

3. 타당성 검증

배경 및 목적

1. 국내 전력 현황 (2007.07. 기준)

정산단가 평균 : 56 원 /kWh

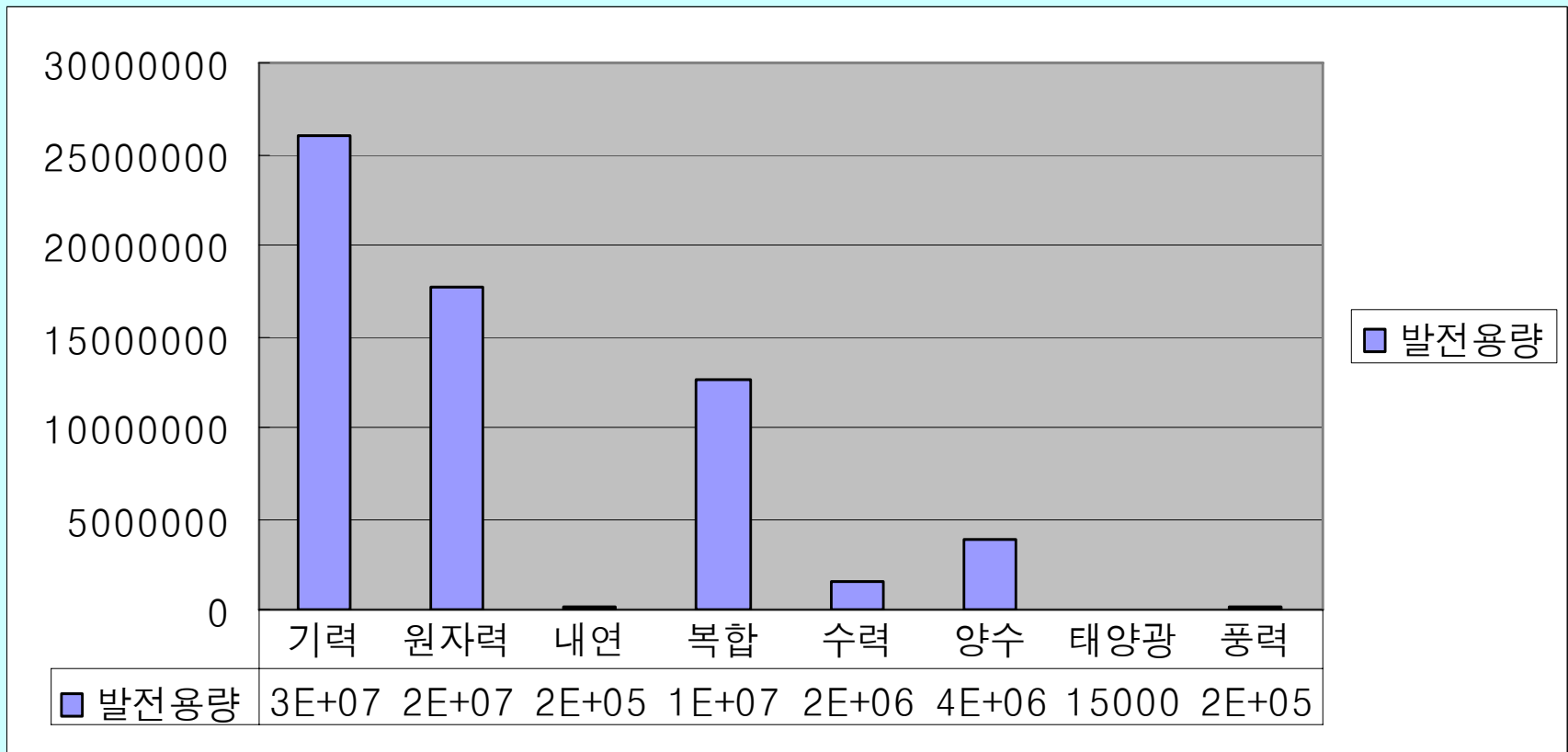
기력발전 단가 : 45.64 원 /kWh

거래금액 : 1조 7,535억원

발전 설비 : 6,668.6 만kW

배경 및 목적

2. 발전형식별 용량



-출처 : 한국 전력 거래소

배경 및 목적

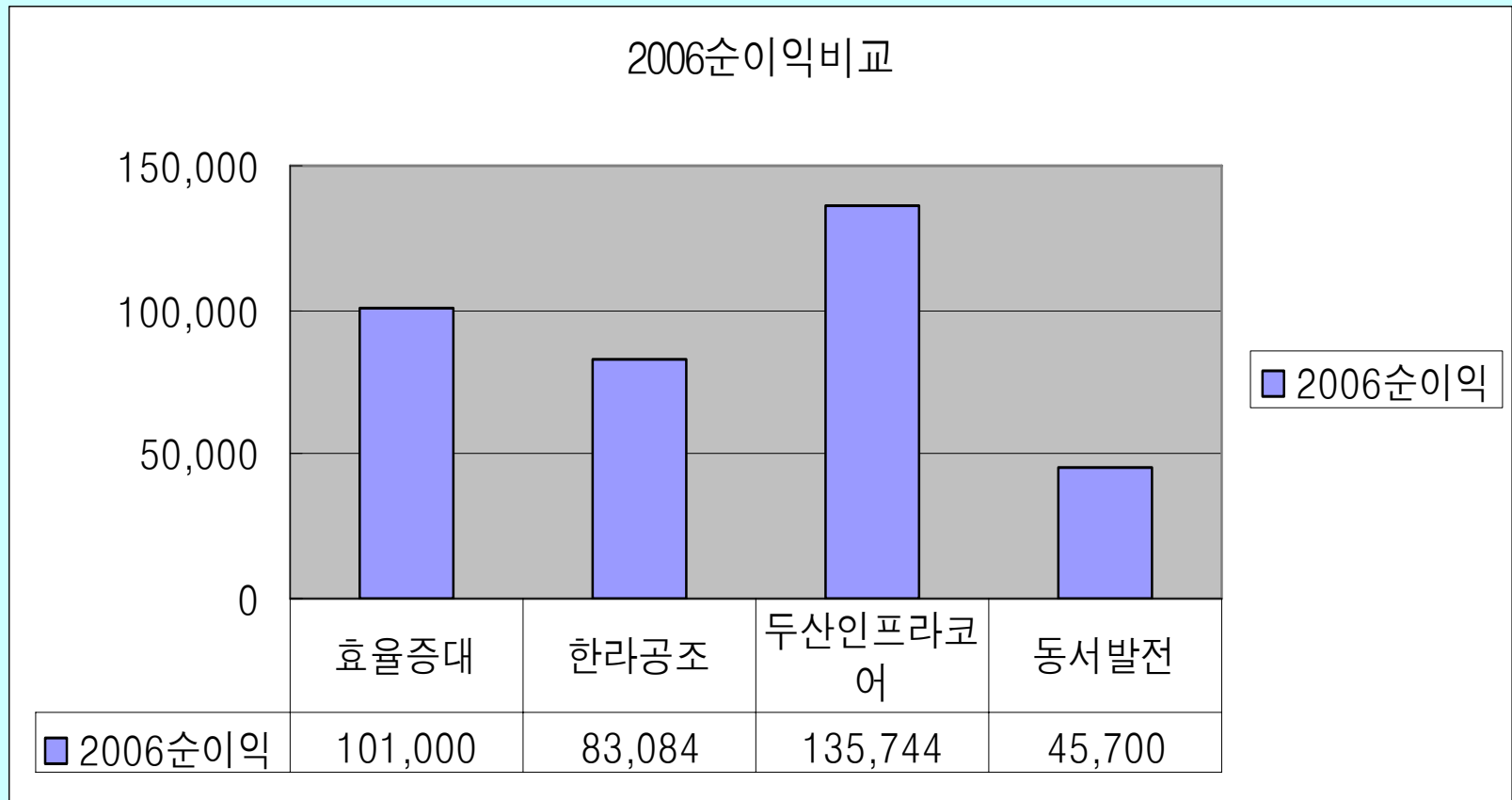
3. 발전형식별 단가

기력	25991100	KW	45.64	원 /KWh
원자력	17715683		40.45	
내연	217000		156.32	
복합	12589000		101.23	
수력	1587000		92.6	
양수	3900000		162.14	
태양광	15000		82.69	
풍력	164000		75.66	
연료전지	0		74.62	

-출처 : 한국 전력 거래소

배경 및 목적

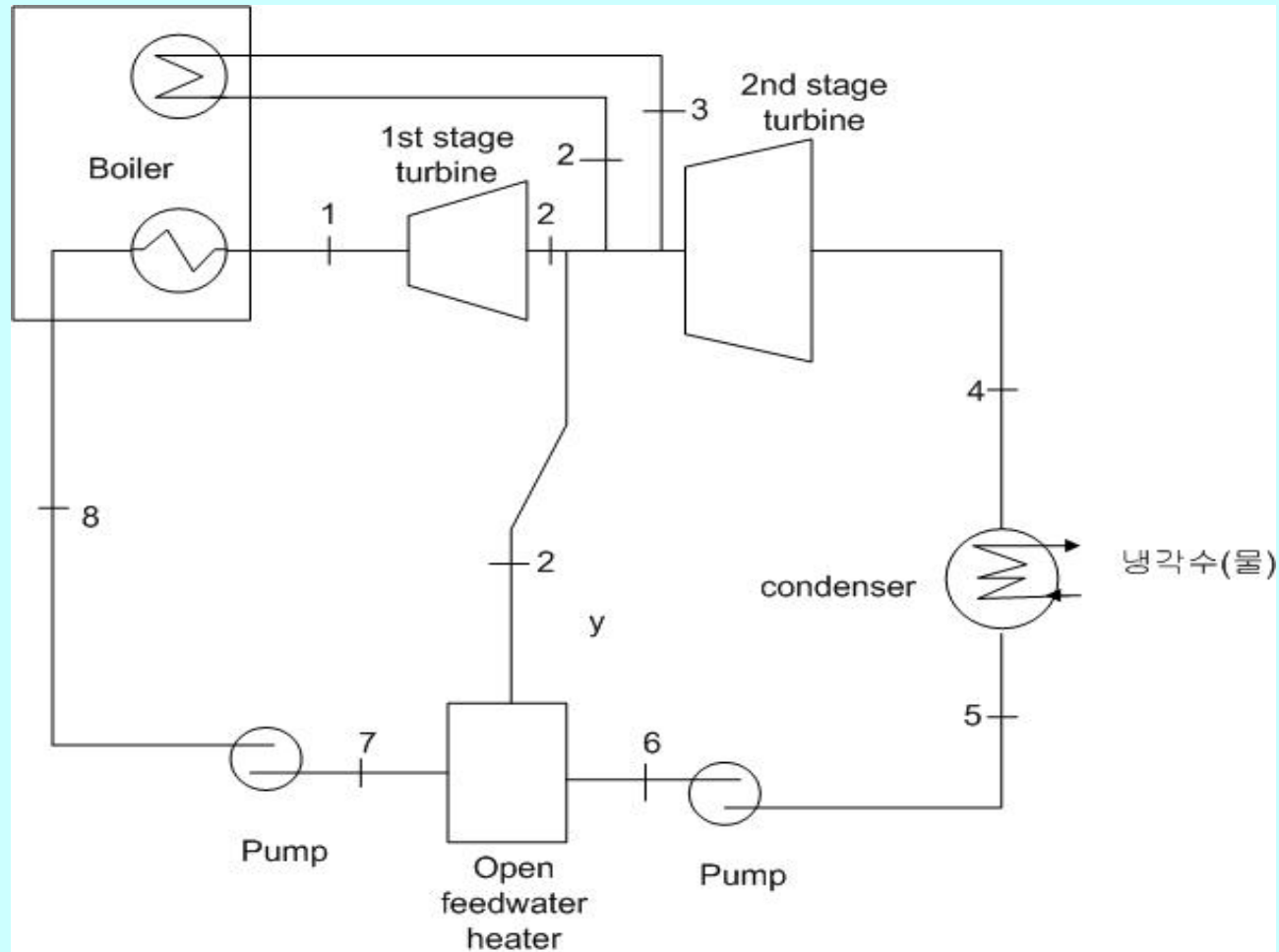
4. 경제적 효과



- 출처 : 금융감독원 전자공시 시스템

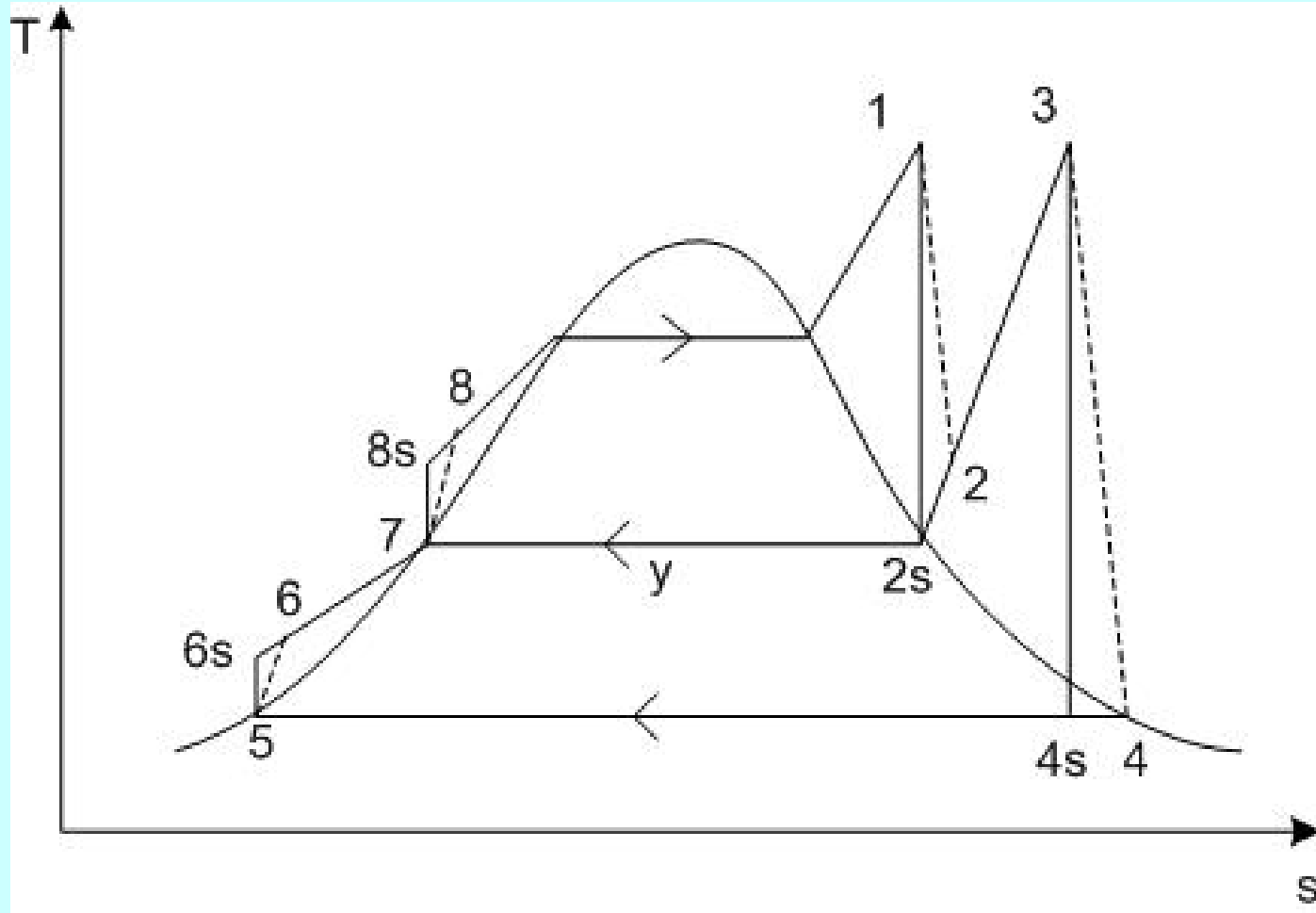
Problem Formulation

사이클 계통도



Problem Formulation

사이클 T-s diagram



Problem Formulation

1. Assumption

- 1) 배관에서의 압력 및 에너지 손실은 무시함.
- 2) Condenser 출구에서의 steam 온도는 이론적 최저 값인 냉각수의 온도보다 조금 높은 30°C 로 설정.
- 3) Condenser 를 지나서 나온 steam은 two phase mixture 임.

Problem Formulation

2. Specified Data

- 보일러 입·출구 및 터빈 입구 압력

$$P_1 = P_8 = 10 \text{ MPa}$$

- 재열 재생 시 압력

$$P_2 = P_3 = P_6 = P_7 = 0.7 \text{ MPa}$$

- condenser 출구 압력 : 출구 온도 $T_4 = T_5 = 30^\circ\text{C}$

이므로 $P_5 = P_4 = P_{sat}(30^\circ\text{C}) = 0.004246 \text{ MPa}$

Problem Formulation

-Specified Data 계속-

- Isentropic turbine efficiency

$$\eta_t = 88\% = 0.88$$

- Isentropic pump efficiency

$$\eta_p = 88\% = 0.88$$

Problem Formulation

3. Design Variables

-보일러 steam 가열시 목표 온도

$$T_1$$

-1단계 터빈을 지난 후 재열시 목표 온도

$$T_3$$

-1단계 터빈을 지난 후 재생시 유량 분율

$$y$$

Problem Formulation

4. Intermediate variables

모든 state들의 엔탈피

$$h_1, h_2, h_{3s}, h_3, h_{4s}, h_4, h_5, h_{6s}, h_6, h_7, h_{8s}, h_8$$

※ 엔탈피 항들을 T_1, T_3, y 의 함수들로 표현 가능

5. Objective function

$$\mu_{cycle} = \frac{\dot{W}_{turbine}}{\dot{Q}_{total}} = \frac{h_1 - h_2 + (1-y)(h_3 - h_4)}{h_1 - h_8 + (1-y)(h_3 - h_2)}$$

Problem Formulation

6. constraints.

1) 처음 가열시 온도 $535^{\circ}\text{C} \leq T_1 \leq 600^{\circ}\text{C}$

- 재료의 한계 및 1단계 터빈 출구 증기의
steam quality ≥ 1 이 되기 위함.

2) 재열시 온도 $373.5^{\circ}\text{C} \leq T_3 \leq 600^{\circ}\text{C}$

- 재료의 한계와 2단계 터빈 출구 증기의
steam quality ≥ 0.9 가 되기 위함.

Problem Formulation

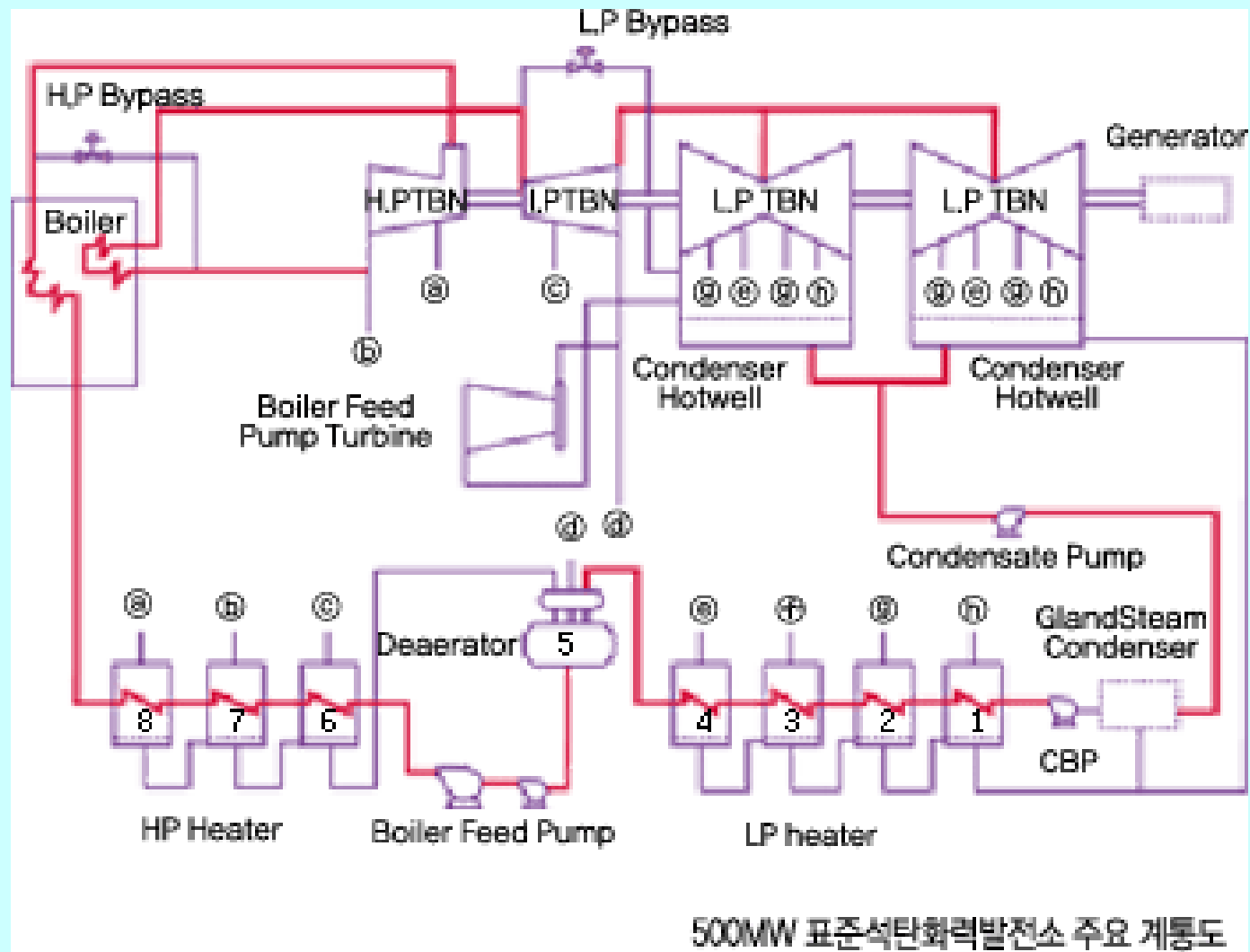
- Constraints 계속 -

3) state 7의 엔탈피

$$h_7 \leq 697.2 \text{ kJ/kg}$$

- 재생 후 펌프로 들어갈 때의 상태를 액체상태로 유지.

타당성 검증



타당성 검증

1. 사이클 구성 요소인 터빈과 펌프의 비가역성 고려
→ 실제와 근사함.
2. 효율에 막대한 영향을 미치는 T_1 , T_3 , y 값을
설계 변수로 지정.