



열병합 발전의 운영비용 최소화에 따른 용량과 출력

Hot & Cool

노정훈 (2005057670)

김장현 (2005057658)

Background

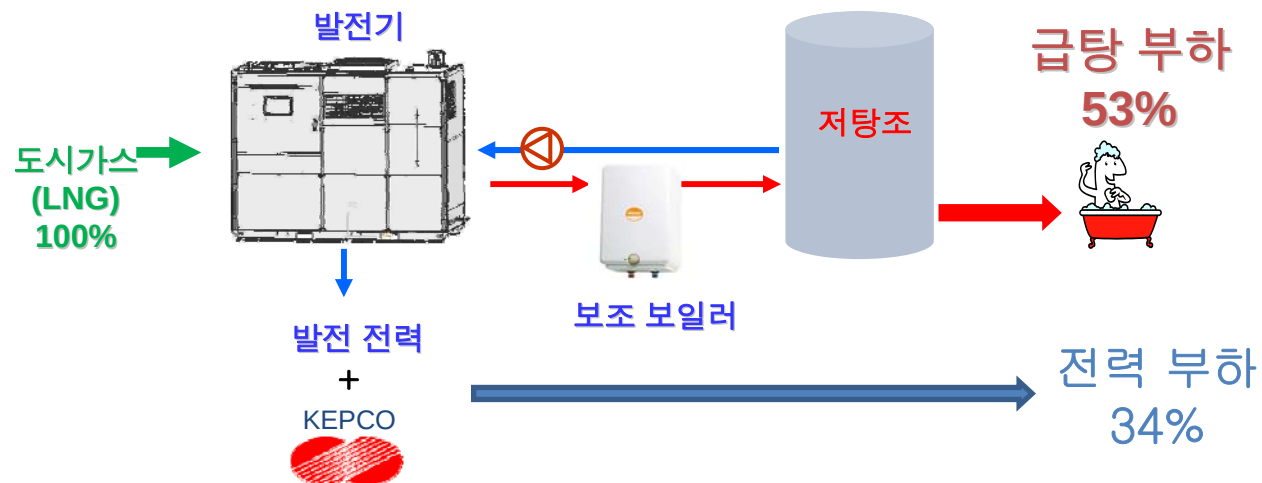
Project 배경

에너지 절약 및 효율적 이용

온실가스 감축

공급 전력의 제한

열병합 발전





STEP 1 . Project statement

- ⚡ 소형 열병합 발전 (가스 엔진) 도입 시, 운영비용 즉 가스, 전기 비용을 최소화 할 수 있는 발전기의 용량과 운전 출력 최적화

[기본 설정 및 가정]

- ⚡ 총 열부하 500 kWh/day, 총 전력부하 400 kWh/day → 호텔 식당
- ⚡ 하루 평균 가동시간은 8시간 (항상 Full load로 가동 → 발전효율=상수)
- ⚡ 열병합 도입으로 인한 이산화탄소 저감은 탄소 마일리지로 보상 (강남구청)
- ⚡ 하루 발전전력이 총 전력부하보다 많아지면 운전 정지 (매전 금지)
- ⚡ 부족한 열부하는 보조 보일러를 통해 공급
- ⚡ 비교 기존설비 → 전력부하-상용전력, 열부하-가스 보일러





STEP 2. Formulation & Data

발전 전력 = 출력 × 운행시간

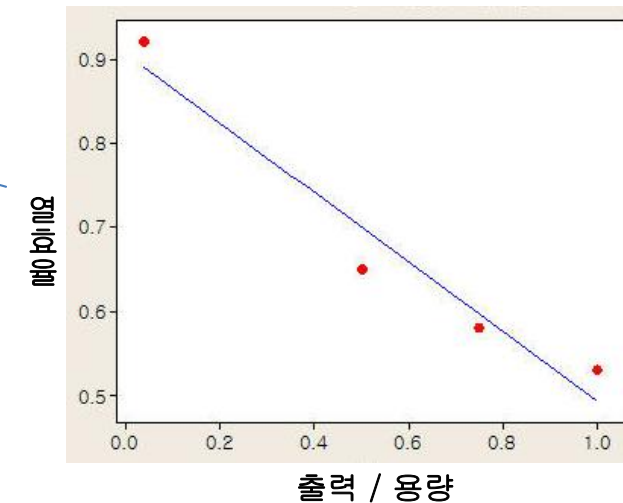
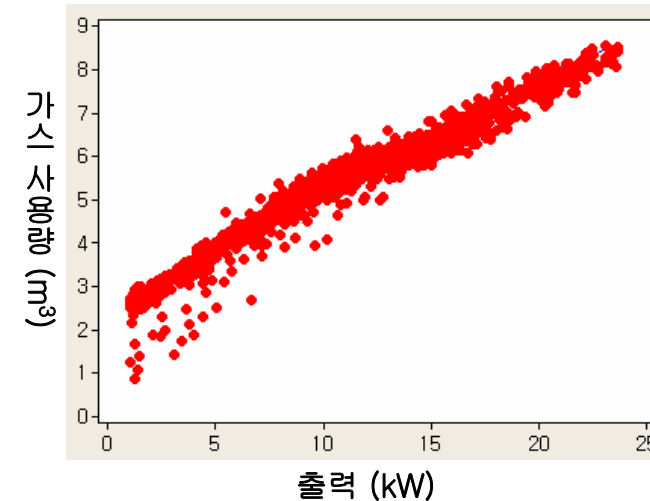
회수 열량 = 가스사용량 × 발열량 × 열효율

하루 가스 사용량 = $(2.55 + 0.2567 \times \text{출력}) \times \text{운행시간}$
(출력에 의해 선형적으로 증가)

열효율 = $0.9061 - 0.4125 \times \frac{\text{출력}}{\text{용량}}$

총 효율 = $\frac{\text{발전 전력량} + \text{회수 열량}}{\text{가스 사용량} \times \text{발열량}}$

발전 효율 = $\frac{\text{발전 전력량}}{\text{가스 사용량} \times \text{발열량}}$





STEP 2. Formulation & Data

⚡ 기존 설비 배출량 = 전력 사용량 × 전력 배출계수 + 가스 사용량 × 가스 배출계수
(CO₂)

⚡ 열병합 발전 배출량 = (전력부하-발전전력) × 전력 배출계수 + 발전전력 × 열병합 배출계수
(CO₂)

⚡ 이산화탄소 저감량 = 기존 설비 배출량 - 열병합 발전 배출량

⚡ 기존 설비 운영비 = 전력부하 × 전력 요금 + $\frac{\text{열부하} \times \text{가스요금}}{0.9 \times \text{발열량}}$

⚡ 저감 운영비용 = 기존설비 운영비 - 열병합 발전 운영비





STEP 2. Formulation & Data

총 전력부하 400 kWh

총 열부하 500 kWh

운전 시간 8 hours

전력요금 60.9원

가스요금 일반 -650원 /m³
열병합 -540원 /m³

전력배출계수 (CO₂) 0.424 kg/kWh

가스배출계수 (CO₂) 0.264 kg/kWh

열병합배출계수 (CO₂) 0.529 kg/kWh

가스발열량 11.09 kWh/m³

CO₂저감 포인트 5원 / kg



STEP 3. Design variable

발전기 운전 출력

발전기 용량

STEP 4. Cost function

'Total maintenance Cost'

= (총전력부하 - 발전전력) × 전력단가 + (총열부하 - 회수열량) × 난방단가
+ 가스사용량 × 가스단가 - CO₂저감량 × 적립마일리지



$$\text{Cost} = (W - W_{gen}) \times C_w + (Q - Q_{gen}) \times C_n + V_{gas} \times C_{gas} - \Delta CO_2 \times C_{co2}$$

W : 총전력부하

W_{gen} : 발전전력

V_{gas} : 가스사용량

Q : 총열부하

Q_{gen} : 회수열량

ΔCO_2 : 이산화탄소 저감량

C_w : 전력단가

C_{gas} : 가스단가

C_{co2} : 적립마일리지

C_n : 난방단가



STEP 5. Constraints

↗ $0.8 \leq \text{총효율} \leq 0.87$ $\rightarrow g1, g2$

↗ $\text{출력} \leq \text{용량}$ $\rightarrow g3$

↗ $\text{발전전력} \leq \text{총전력부하}$ $\rightarrow g4$

↗ $30 \text{ kW} \leq \text{용량} \leq 3000 \text{ kW}$ $\rightarrow g5,6$

↗ $\text{열병합 운영비} \leq \text{기존 설비 운영비}$ $\rightarrow g7$

↗ $\text{이산화탄소저감량} \geq 0$ $\rightarrow g8$





Graphical Optimization

