

냉동기

3-4. 암모니아 냉동기 운전방법 개선으로 전력절감

업종	자동차부품	전기, 전자, 반도체	기타
해당			0

3-4. 암모니아 냉동기 운전방법 개선으로 전력절감

가. 현황 및 문제점

당 공장 공정(동결, 건조)에서 필요한 냉열원을 생산하여 공급하기 위해 공장 4층에 Screw식 암모니아 냉동기 138RT×4, 143RT×3 총 7대와 밀폐형 증발식 에바콘 335RT×3대가 설치되어 운용되고 있다.

[표 3-2] 정격 성적계수 추정

구분	단위	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
사용처	-	공정용 (동결, 건조)						
형식	-	Screw						
정격소비전력	kW	360				410		
압축기 모터용량	kW	360				410		
냉동능력	kcal/h	460,816				475,391		
	RT	138.8				143.19		
정격COP	-	1.488				1.348		
사용 냉매	-	R-717 (암모니아)						
제조사	-	MYCOM						
설치일자	년월	2,013.05	2,013.05	2,013.05	2,013.05	2,013.05	2,013.05	2,013.05
증발기	증발온도	-49				-54		
응축기	응축능력	밀폐형 증발식 에바콘 335RT×3대						
	응축온도	35						

※ [암모니아 냉동기-138.8RT] 정격COP 계산 예시;

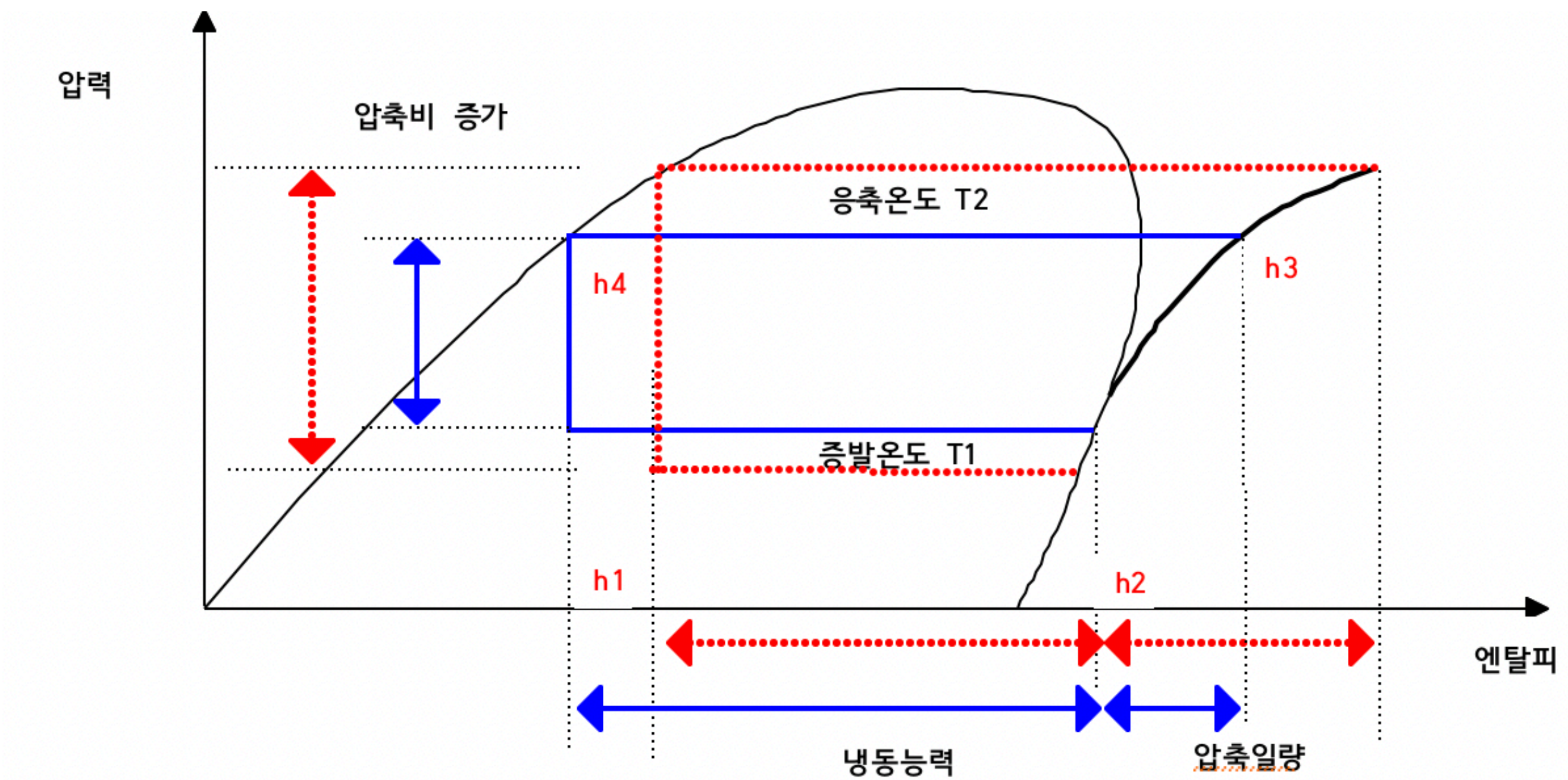
$$\begin{aligned} \therefore COP &= \frac{q_e}{A_w} = \frac{\text{냉동능력(RT)}}{\text{압축일량}} = \frac{\text{냉동능력(RT)} \times 3,320(\text{kcal/h.RT})}{\text{입력(kW)} \times 860(\text{kcal/kWh})} \\ &= \frac{138.8(\text{RT}) \times 3,320(\text{kcal/h.RT})}{360(\text{kW}) \times 860(\text{kcal/kWh})} = 1.488 \end{aligned}$$

3-4. 암모니아 냉동기 운전방법 개선으로 전력절감



[그림 3-1] 암모니아 냉동기 현장사진

[그림 3-2]에서 응축압력(온도)이 상승하고 증발압력(온도)이 하강하면 압축기의 압축비가 증가하여 냉동기기 효율이 저하됨을 알 수 있다.



[그림 3-2] 응축 및 증발압력과 압축일량과의 관계(P-h선도)

3-4. 암모니아 냉동기 운전방법 개선으로 전력절감

나. 개선방안

현재 운영 중인 에바콘용량은 1,005(RT)로 상시부하 기준으로 볼 때 응축온도 35(°C), 흡구온도 약 27.8(°C) 기준에서 약 300(RT) 이상의 에바콘 증설이 필요하며, 흡입라인 Leak 부분을 보수하고 불응축가스 혼입을 방지 할 경우 전반적으로 목표로하는 응축압력으로 운전이 가능 하므로 생산부하에 대응 할 수 있을 것으로 예상되며 냉동기는 COP가 상승되어 에너지 절감이 가능하다.

다. 기대효과

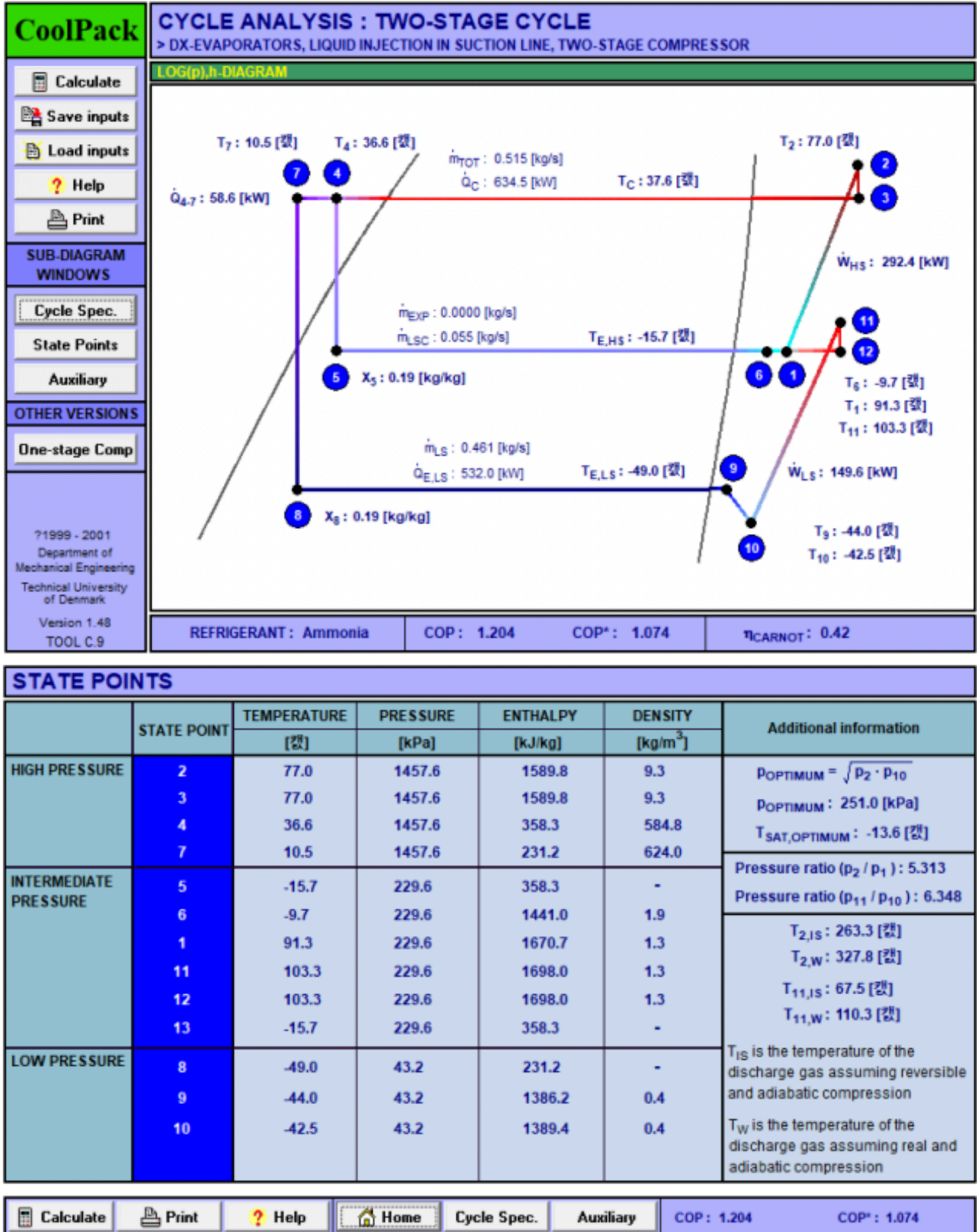
설비전력 절감량 [MWh/년]	설비전력 절감율 [%]	절감량 [toe/년]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량 [tCO2eq/년]
1,148.36	12.12	262.97	121.44	350.00	2.88	526.31

(1) 계산 기준

- (가) 전력 단가: 105.75(원/kWh)
- (나) 연간전력사용량: 941,059(kWh/년)
- (다) 개선 전, 후 적용 응축압력: 13.5(Bar), 10.5(Bar)
- (라) 절감율은 개선전 COP, 개선후 COP의 COP 절감율을 적용.

$$\text{COP(전력) 절감률[\%]} = \frac{\text{개선후COP} - \text{개선전COP}}{\text{개선후COP}} \times 100\%$$

3-4. 암모니아 냉동기 운전방법 개선으로 전력절감



[그림 3-3] 암모니아 냉동기(-49°C,13.5Bar)COP Simulation 결과

3-4. 암모니아 냉동기 운전방법 개선으로 전력절감

[표 3-2] 정격 성적계수 추정

구 분	운전조건	138(RT) -49°C	
		정격COP	1.488
개선 전	13.5Bar	1.204	
개선 후	10.5Bar	1.370	
설비 절감율	-	12.12(%)	

◆ 암모니아 냉동기 운전방법 개선 시 전력 절감율 계산(138RT)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{개선후 정격COP} - \text{개선전 정격COP}}{\text{개선후 정격COP}} \times 100[\%] \\
 &= \frac{1.370 - 1.204}{1.370} \times 100\% = 12.12\%
 \end{aligned}$$

(2) 연간 전력절감량

$$\begin{aligned}
 &= \text{연간 전력사용량(kWh)} \times \text{COP(전력) 평균절감율(\%)} \\
 &= 9,641,997(\text{kWh}) \times (12.12\% / 100\%) \\
 &= 1,148,362(\text{kWh/년}) = 1,148.36(\text{MWh/년}) \\
 &= 1,148.36(\text{MWh/년}) \times 0.229(\text{toe/MWh}) \\
 &= 262.97[\text{toe/년}]
 \end{aligned}$$

(3) 연간 절감액

$$\begin{aligned}
 &= \text{연간 전력절감량(kWh/년)} \times \text{전력단가(원/kWh)} \div \text{백만원} \\
 &= 1,148,362(\text{kWh/년}) \times 105.75(\text{원/kWh}) \div 1,000,000(\text{원}) \\
 &= 121.44[\text{백만원/년}]
 \end{aligned}$$

(4) 투자비 : 350.00[백만원]

에바콘(400RT) 1set, 흡입라인 Leak 부분 보수공사

(5) 투자비회수기간

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{예상투자비(백만원)}}{\text{절감금액(백만원/년)}} \\
 &= \frac{350}{121.44} = 2.88[\text{년}]
 \end{aligned}$$

(6) 온실가스 저감량

$$\begin{aligned}
 &= \text{탄소저감량(tc/년)} \times (\text{이산화탄소 분자량/탄소분자량}) \\
 &= 143.54(\text{tc/년}) \times (44/12)(\text{CO}_2\text{eq/C}) \\
 &= 526.31[\text{tCO}_2\text{eq/년}]
 \end{aligned}$$