

공조기 및 FAN, BLOWER

5-5. 공조기 배기열원으로 외조기 급기(OA)를 예열하여
동절기 난방에너지 절감

업종	자동차부품	전기, 전자, 반도체	기타
해당			0

5-5. 공조기 배기열원으로 외조기 급기(OA)를 예열하여 동절기 난방에너지 절감

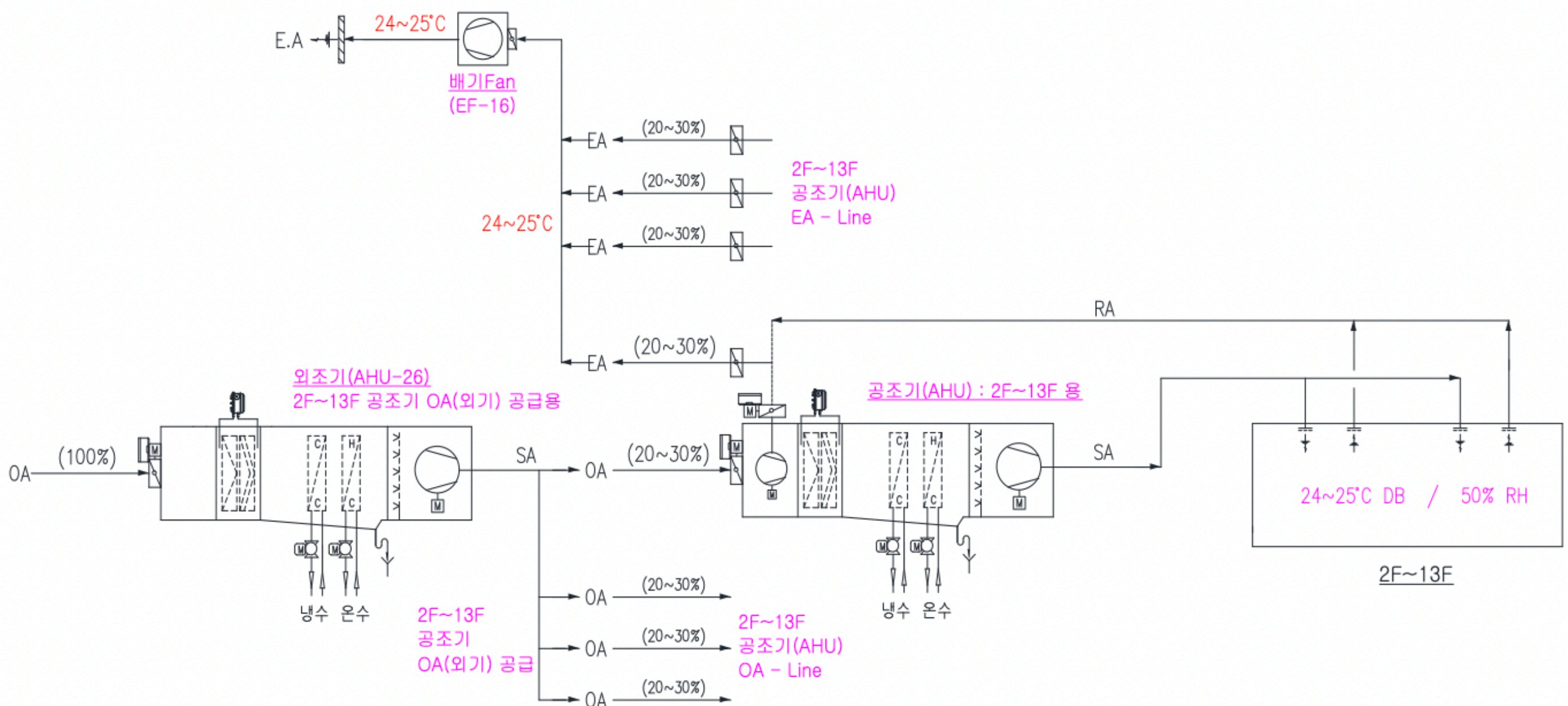
가. 현황 및 문제점

당 건물 냉/난방 System은 지역난방의 중온수를 공급받아 공조설비, FCU를 통해 냉/난방을 운영하고 있으며, 냉방은 중온수 열원 흡수식냉동기를 통해 냉수를 생산하여 공조기, FCU로 공급하고, 난방은 중온수를 열교환기를 통해 열교환하여 온수를 공조기, FCU로 공급하고 있음.

당 건물 냉/난방 온/습도 관리기준(평균): 24~25°C, 50%RH

[표5-1] 외조기 운전현황

구분			냉방 능력	난방 능력	SA 풍량	관리기준		외기(OA)		배기(EA)		
						온도	습도	도입율	풍량	배기 Fan	풍량	온도
			kcal/h	kcal/h	CMH	°C	%	%	CMH	No.	CMH	°C
13F	AHU-26	2F~13F 공조기 OA공급	638,100	929,712	70,900	24	50	100	70,900	EF-16	52,900	24
	AHU-27	15F~24F 공조기 OA공급	618,300	1,084,657	66,600	24	50	100	66,600	EF-21	51,600	24
35F	AHU-67	25F~33F 공조기 OA공급	533,700	851,133	59,300	24	50	100	59,300	EF-23	45,840	24



[그림5-1] 외조기 및 공조기 기본 운전계통도

5-5. 공조기 배기열원으로 외조기 급기(OA)를 예열하여 동절기 난방에너지 절감

나. 개선방안

동절기 약 6개월(11월~4월) 동안 건물 각 실에서 배출되는 배기열원을 전열교환기를 통해 열 회수하여 외조기에 흡입되는 낮은 온도의 외기(OA)를 예열함으로써 동절기 난방에너지를 절감하고자 함.

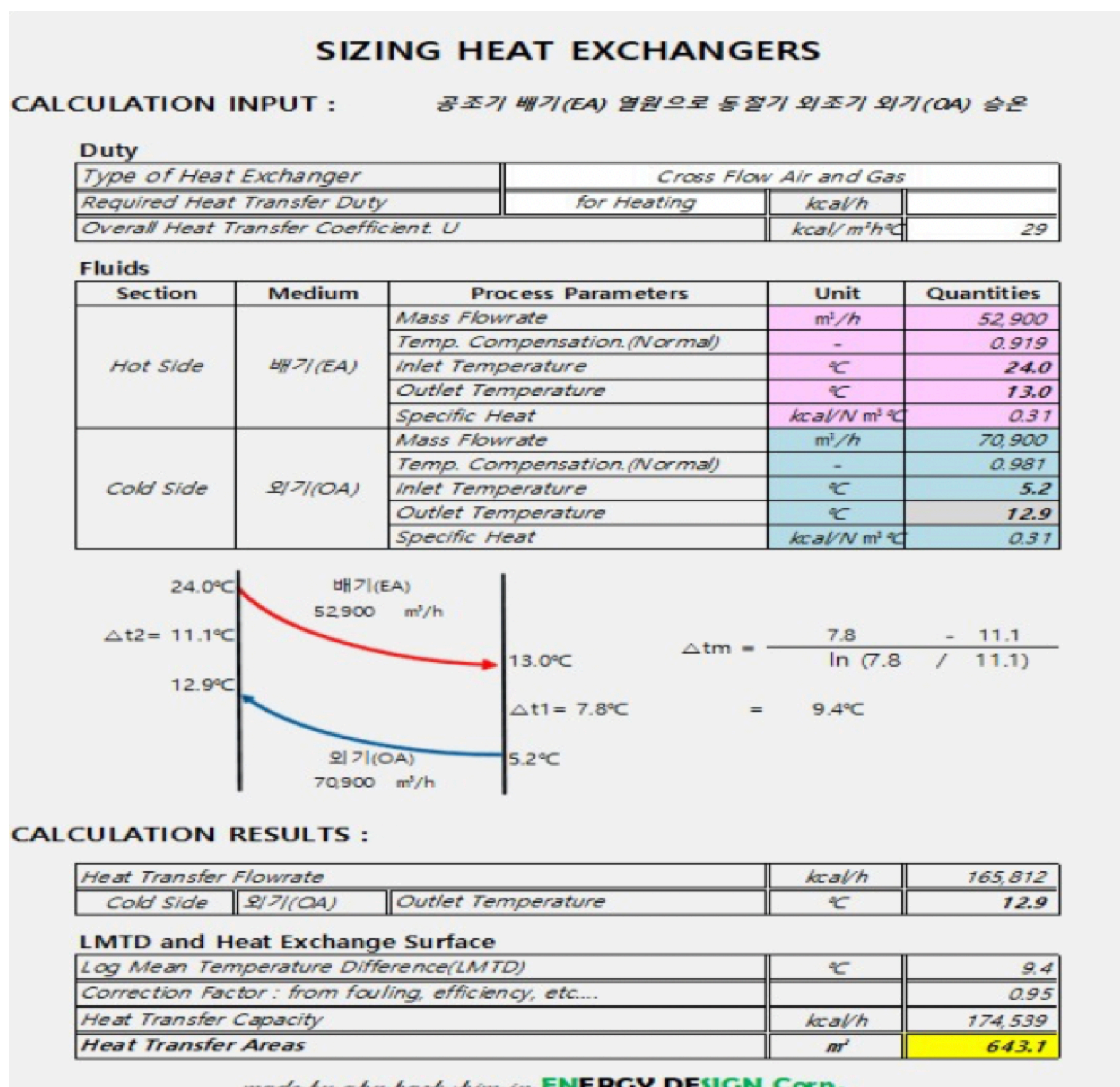
전열교환기는 배기열 회수율이 높은 히트파이프형 전열교환기를 적용함.

외조기 및 배기Fan 위치확인 결과, 배기열 회수용 전열교환기 설치공간이 협소하므로, 설치 공간 확보가 필요함.

[표5-2] 배기(EA)열원으로 동절기 외기(OA) 예열 적용대상 외조기 현황

구분			냉방 능력	난방 능력	SA 풍량	관리기준		외기(OA)		배기(EA)		
						온도	습도	도입율	풍량	배기 Fan	풍량	온도
			kcal/h	kcal/h	CMH	°C	%	%	CMH	No.	CMH	°C
13F	AHU-26	2F~13F 공조기 OA공급	638,100	929,712	70,900	24	50	100	70,900	EF-16	52,900	24
	AHU-27	15F~24F 공조기 OA공급	618,300	1,084,657	66,600	24	50	100	66,600	EF-21	51,600	24

※ 외조기(AHU-26) 전열교환기 전열면적 계산



5-5. 공조기 배기열원으로 외조기 급기(OA)를 예열하여 동절기 난방에너지 절감

다. 기대효과

외조기에 히트파이프형 전열교환기를 설치하여 공조기 배기열원으로 동절기 외조기 외기(OA)를 예열할 시 기대되는 절감효과는 다음과 같다.

연료절감량 [Gcal/년]	절감량 [toe/년]	절감율 [%]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량 [tCO2eq/년]
1,419	141.9	2.77	125.2	460	3.67	90.95

(1) 적용 기준 (가) 전력단가 : 95.6(원/kWh)

[표5-3]과 같이 2대의 외조기에 히트파이프형 전열교환기 설치하여 공조기 배기열원으로 동절기 외조기 외기(OA)를 예열 적용

구분			냉방 능력	난방 능력	SA 풍량	관리기준		외기(OA)		배기(EA)		
						온도	습도	도입율	풍량	배기 Fan	풍량	온도
			kcal/h	kcal/h	CMH	°C	%	%	CMH	No.	CMH	°C
13F	AHU-26	2F~13F 공조기 OA공급	638,100	929,712	70,900	24	50	100	70,900	EF-16	52,900	24
	AHU-27	15F~24F 공조기 OA공급	618,300	1,084,657	66,600	24	50	100	66,600	EF-21	51,600	24

- 배기열원 회수 절감량은 동절기 6개월(11월~4월) 적용
- 외조기 일 가동시간: 10[hr/일]
- 2021년 평균 연료(온수)단가: 88,261[원/Gcal]
- 각 실 실내온도 및 상대습도 관리기준: 평균 24°C, 50%
- 실내공기 엔탈피 평균치(24°C, 50% 기준) = 11.4109[kcal/kg]
= 11.4109[kcal/kg] × 공기밀도 1.2[kg/m³] = **13.6931[kcal/m³]**
- 외조기 2대 외기(OA) 도입풍량 합계: 137,500[m³/h]
- 히트파이프형 전열교환기 열교환 회수율: 60%

5-5. 공조기 배기열원으로 외조기 급기(OA)를 예열하여 동절기 난방에너지 절감

[표5-4] 2021년 지역 월별 평균 외기 온/습도현황(기상청 자료 참조)

월	평균 외기온도 [°C]	평균 외기습도 [%]	외기 엔탈피 [kcal/kg]	외기 엔탈피 [kcal/m ³]	실내공기 엔탈피 [kcal/m ³]	실내-외기 엔탈피차 [kcal/m ³]
1월	-2.1	54.5	0.5269	0.632	13.6931 (24°C, 50%) 기준	13.061
2월	2.1	56.6	1.9898	2.388		11.305
3월	7.7	65	4.3854	5.262		8.431
4월	13.2	54.7	6.2653	7.518		6.175
11월	8.8	63.3	4.7774	5.733		7.960
12월	1.3	55.7	1.6919	2.030		11.663

[표5-5] 외조기 월 가동시간 현황

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
[hr/일]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
[일/월]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
[hr/월]	310	280	310	300	310	300	310	310	300	310	300	310

[표5-6] 외조기 히트파이프형 전열교환기의 난방열원 회수열량

월	공조기 외기도입량 [m ³ /h]	실내-외기 엔탈피차 [kcal/m ³]	공조기 월 가동시간 [hr/월]	전열교환기 회수율 60% 적용	난방열원 회수열량 [kcal/월]	비고
1월	137,500	13.061	310	0.6	334,030,472	난방열원 (온수) 회수
2월	137,500	11.305	280	0.6	261,153,354	
3월	137,500	8.431	310	0.6	215,613,107	
4월	137,500	6.175	300	0.6	152,824,815	
11월	137,500	7.960	300	0.6	197,015,445	
12월	137,500	11.663	310	0.6	298,276,622	
연간 난방열원 회수열량 합계					1,458,913,815	

※ 난방열원 회수열량 = 외기도입량 × 실내,외기 엔탈피 차 × 월 가동시간 × 회수율

5-5. 공조기 배기열원으로 외조기 급기(OA)를 예열하여 동절기 난방에너지 절감

(2) 히트파이프형 전열교환기 압력손실에 따른 Fan의 소비전력 계산

- 전열교환기 압력손실: 평균 40mmAq (30 ~ 50mmAq)
- 외조기 2대 외기(OA)도입 풍량 합계: 137,500[m³/h]
- Fan 효율 및 모터효율: 65[%], 91[%]
- 전열교환기 압력손실에 따른 Fan의 소비동력 계산

$$\begin{aligned}\therefore \text{Fan 소비전력(kW)} &= \frac{Q(\text{m}^3/\text{min}) \times P_t(\text{mmAq})}{6,120 \times n_F \times N_m} \\ &= \frac{137,500/60(\text{m}^3/\text{min}) \times 40(\text{mmAq})}{6,120 \times 0.65 \times 0.91} = 25.3[\text{kW}]\end{aligned}$$

$$\therefore 25.3[\text{kW}] \times 860[\text{kcal/kWh}] = 21,758[\text{kcal/h}]$$

$$\therefore 21,758[\text{kcal/h}] \times 181[\text{일/년}] \times 10[\text{hr/일}] = 39,381,980[\text{kcal/년}]$$

(3) 연간 연료(지역난방 온수) 절감량

$$\begin{aligned}&= (\text{연간 난방열원 회수열량 합계}[\text{kcal/년}] - \text{압력손실 열량}[\text{kcal/년}]) \\ &= (1,458,913,815 - 39,381,980)[\text{kcal/년}] \\ &= 1,419,531,835[\text{kcal/년}] \\ &= 1,419[\text{Gcal/년}] \\ &= 1,419[\text{Gcal/년}] \times 0.1[\text{toe/Gcal}] \rightarrow \text{온수 toe 환산계수} \\ &= 141.9[\text{toe/년}]\end{aligned}$$

(4) 연간 연료(지역난방 온수) 절감액

$$\begin{aligned}&= \text{연간 온수절감량}[\text{Gcal/년}] \times 2021\text{년 평균 온수단가}[\text{원/Gcal}] \\ &= 1,419[\text{Gcal/년}] \times 88,261[\text{원/Gcal}] \\ &= 125.2[\text{백만원/년}]\end{aligned}$$

(5) 예상 투자비

- 히트파이프형 전열교환기 70,000CMH 2Set, 덕트 공사비: 400[백만원]
- 간접비(직접비의 15%적용): 60[백만원]
- 투자비 계: 460[백만원]

(6) 투자비 회수기간

$$\begin{aligned}&= \text{투자비}[\text{백만원}] / \text{연간 연료 절감액}[\text{백만원/년}] \\ &= 460[\text{백만원}] / 125.2[\text{백만원/년}] \\ &= 3.67[\text{년}]\end{aligned}$$

(7) 온실가스 저감량(지역난방 온수 공급업체: 천연가스(LNG))

$$\begin{aligned}&= \text{탄소저감량}(\text{tC/년}) \times (\text{이산화탄소 분자량/탄소분자량}) \\ &= 90.95(\text{tC/년}) \times (44/12)(\text{CO}_2\text{eq/C}) \\ &= 333.48[\text{tCO}_2\text{eq/년}]\end{aligned}$$