

가락물 판매장 환기설비 가동방식 개선(안)

I 추진 배경

- 가락물 판매장 실내 공기질 개선을 위해 '19월 11일 20일부터 환기설비 (공조기/배기팬) 가동을 스케줄 제어로 변경하였는데
- “실내 공기질 유지기준”을 만족하는 한도 내에서 환기설비 가동 최소화에 의한 에너지 절감 및 최적의 가동 스케줄 선정
- 환기설비 스케줄 제어로 관리비 절감, 설비 내구성 증대, 관련 업무시간 및 유지보수 비용절감

II 환기설비 현황 및 문제점

- 현황

구 분	장비명	장비대수 (EA)	장비용량 (kW)	비 고
지하1층 판매장	공조기	14	764	A/B 구역 각 7EA
주차장	급기팬	34	220.85	B1F 12EA/B2F 11EA/B3F 11EA
	배기팬	35	220.7	B1F 13EA/B2F 10/EAB3F 12EA
	유인팬	224	27.5	B1F 89EA/B2F 50EA/B3F 85EA

- 문제점

- ① 환기설비 스케줄 적용 전/후 측정된 실내/외 공기질 데이터 상관관계 분석으로 “실내 공기질 유지기준” 만족도 경향 파악 필요
- ② 환기설비 스케줄 가동에 의한 가동시간/가동대수 축소에 맞춘 효율적 설비 가동 및 '19년 대비 에너지 사용량 변화 현황 파악 필요

3 2차 개선안

- “1차 개선” 데이터 분석 후 “실내 공기질 유지기준”을 만족하는 범위 내에서 가동대수 조정

- 가동대수(주 기준)

구분	일22~토8시(평일)	8~22시(평일/토/일)	토22~일8시
가동일(일)	6	7	1
급기웁(EA)	-	17	-
배기웁(EA)	17	17	-

- 가동 테이블

구분	시간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	가동시간 (hr)	
평일	B1F(급기)																									5	
	B1F(배기)																										18
	B2F(급기)																										5
	B2F(배기)																										15
	B3F(급기)																										4.5
토요일	B1F(급기)																										10
	B1F(배기)																										5
	B2F(급기)																										16
	B2F(배기)																										5
	B3F(급기)																										14
일요일	B3F(배기)																										4.5
	B1F(급기)																										10
	B1F(배기)																										5
	B2F(급기)																										12.5
	B2F(배기)																										5
	B3F(급기)																										10.5
	B3F(배기)																										4.5
	B3F(배기)																										8

스케줄 적용 전/후 실내먼지 개선 현황('19.01.01.~'20.02.29.)

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

구분	기준치	구역	실외 농도	적용 전	개선도	적용 후
지하1층 판매장	100	판매장-1	227~18	203~56	<	154~22
		판매장-2		466~47	<	150~23
		판매장-3		374~108	<	148~66
	200	하역장		396~68	<	153~56
주차장	200	주차장A01		253~17	<	158~37
		주차장A06		448~85	<	208~73
		주차장A11		264~71	<	150~39

1 개선현황 분석

- 스케줄 적용 후 전반적으로 “실내 공기질 유지기준”을 만족하지만 실외 미세먼지 농도가 높은 날에는 초과하는 날이 발생하며 특히 지하1층 매장에서 “실내 공기질 유지기준” 초과 빈도가 많은 데 판매장 특성상 작업으로 인한 미세먼지 발생이 많아 비롯된 것으로 추정됨
- 주차장은 스케줄 전/후 가동대수(293대→35대)가 258대/일 감소하였는데 비해 “실내 공기질 유지기준”을 만족하는 것으로 보아 가동대수 조정 필요

V 에너지 사용량 분석

□ 에너지 사용량

① '20년 지하1층 판매장/주차장(전기 계량기 실측 기준)

(단위 : kWh/년)

구분	스케줄 적용(A)	1차 개선(B)	2차 개선안(C)	에너지 절감량	
				A-B	A-C
지하1층 판매장	1,468,347	1,334,673	無	133,674	-
주차장	449,218	291,966	229,924	157,252	219,294

② 주차장 에너지 사용량('19년 관리비 전기료 부과 기준)

(단위 : kWh)

1월	2월	5월	6월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
85,373	63,612	57,894	69,132	77,808	80,130	82,527	86,587	78,179	76,203	81,736	60,608	899,787

③ 에너지 사용량 분석

- 지하1층 판매장(공조기)은 “스케줄 적용(A)”과 “1차 개선(B)” 에너지 사용량 비교 시 133,674kWh/년 절감 가능
- 주차장(급/배기팬)은 “스케줄 적용(A)”과 “1차 개선(B)/2차 개선안(C)” 에너지 사용량 비교 시 최대 219,294Wh/년, '19년 대비 최대 678,791kWh/년 절감 가능

VII 검토결과

- 지하1층 판매장은 스케줄 적용 후 실내 미세먼지 농도가 전반적으로 “실내 공기질 유지기준”을 만족하였으며, 에너지 사용량은 133,674kWh/년 절감 가능
- 주차장은 스케줄 적용 후 가동대수 축소에도 “실내 공기질 유지기준”을 만족하였으며 에너지 사용량은 최대 219,294kWh/년, '19년 대비 최대 669,863kWh/년 절감 가능
- 지하1층 판매장/주차장 환기설비 가동에 있어 실외 미세먼지 농도가 높은 날에는 실내 미세먼지 농도가 “실내 공기질 유지기준”을 초과하여 스케줄

가동외 수동 가동기준이 필요하다고 판단됨

VIII

향후계획

- 환기설비 스케줄 적용 및 실내/외 공기질 데이터 상관관계 분석에 의한 “실내 공기질 유지기준”을 만족하는 개선된 스케줄 적용

- 붙임
1. 지하1층 판매장 공조기 현황표 1부
 2. B1F~3F 주차장 환기설비 현황표 1부
 3. 실내/외 미세먼지 농도 분석 1부
 4. 환기설비 에너지 사용량 분석 1부. 끝.

붙임 #1 지하1층 판매장 공조기 현황표

장비번호	수량 (EA)	설 치 위 치	동력(kW)		구역
			급기환	환기환	
AHU-A01	1	B1 공조실 (X2~X3, Y10~Y12)	37	30	A존
AHU-A02	1	B1 공조실 (X2~X3, Y10~Y12)	37	30	
AHU-A04	1	B1 공조실 (A1~A2, B14~B16)	37	30	
AHU-A05	1	B1 2F 공조실 (X12~X15, Y11~Y12)	22	30	
AHU-A06	1	B1 공조실 (A1~A2, B14~B16)	22	30	
AHU-A11	1	B1 공조실 (A1~A2, B22~B24)	37	11	
AHU-A12	1	B1 공조실 (A1~A2, B22~B24)	22	22	
AHU-A03	1	B1 공조실 (X11~X13, Y10~Y11)	30	18.5	
AHU-A07	1	B1 공조실 (A1~A2, B18~B20)	37	18.5	
AHU-A08	1	B1 공조실 (A1~A2, B18~B20)	37	22	
AHU-A09	1	B1 공조실 (A1~A2, B7~B9)	30	15	
AHU-A10	1	B1 공조실 (X11~X13, Y10~Y11)	37	15	
AHU-A13	1	B1 공조실 (X28~X29, Y9~Y11)	37	22	
AHU-A14	1	B1 공조실 (X28~X29, Y9~Y11)	37	11	
합 계			459	305	

붙임 #2 B1F~3F 주차장 환기설비 현황표

층별	설치위치	환기설비	대수(EA)	동력(Kw)
지하1층	웬룸-1	EF-1	1	5.5
		EF-2	1	5.5
		EF-3	1	5.5
		EF-4	1	7.5
	공조실#1	SF-1	1	7.5
		유인웬-1	26	200W
		유인웬-2	29	95W
	A10 기동 인근(남)	SF-2	1	2.2
	A10 기동 인근(북)	SF-3	1	2.2
	A08 기동 인근	EF-5	1	5.5
	A07 기동 인근	EF-6	1	5.5
	지하1층 판매장	EF-7	1	2.2
	지하1층 판매장	SF-4	1	2.2
	웬룸-2	EF-8	1	5.5
		EF-9	1	5.5
		EF-10	1	5.5
		유인웬-3	8	200W
		유인웬-4	1	95W
	A01 기동 인근	SF-5	1	2.25
	A05 기동 인근	SF-6	1	3.75
	A05 기동 인근	SF-7	1	3.75
	A05 기동 인근	SF-8	1	3.75
	A05 기동 인근	SF-9	1	3.75
	웬룸-3	EF-11	1	5.5
EF-12		1	5.5	
EF-13		1	5.5	
유인웬-5		5	200W	
유인웬-6		6	95W	
웬룸-4	SF-10	1	5.5	
	SF-11	1	5.5	
	SF-12	1	5.5	
	유인웬-7	7	200W	
	유인웬-8	7	95W	
지하2층	웬룸-1	EF-1	1	5.5
		EF-2	1	5.5
		유인웬-1	5	95W
	웬룸-2	EF-3	1	5.5
		EF-4	1	5.5
		유인웬-2	3	200W
		유인웬-3	6	95W
	웬룸-3	유인웬-4	1	275W
		EF-5	1	5.5
		EF-6	1	5.5
		유인웬-5	3	200W
	웬룸-4	유인웬-6	1	95W
		유인웬-7	3	275W
		EF-7	1	5.5
		EF-8	1	5.5
	웬룸-5	EF-9	1	5.5
유인웬-8		6	95W	
SF-1		1	7.5	
SF-2		1	7.5	

		SF-3	1	7.5
		유인훤-9	4	95W
	훤룸-6	SF-4	1	7.5
		유인훤-10	3	95W
	훤룸-7	SF-5	1	7.5
		SF-6	1	7.5
		유인훤-11	5	95W
	훤룸-8	SF-7	1	8
		SF-8	1	8
		유인훤-12	6	95W
	훤룸-9	SF-9	1	7.5
		SF-10	1	7.5
		유인훤-13	4	95W
	훤룸-10	SF-11	1	7.5
	훤룸-11	EF-10	1	11
지하3층	훤룸-1	EF-1	1	7.5
		EF-2	1	7.5
		EF-3	1	7.5
		유인훤-1	14	95W
	훤룸-2	EF-4	1	7.5
		EF-5	1	7.5
		유인훤-2	16	95W
	훤룸-3	EF-6	1	7.5
		EF-7	1	7.5
		EF-8	1	7.5
		유인훤-3	5	95W
	훤룸-4	EF-9	1	7.5
		EF-10	1	7.5
		EF-11	1	7.5
	훤룸-5	SF-1	1	7.5
		SF-2	1	7.5
		SF-3	1	7.5
		유인훤-4	3	95W
	훤룸-6	SF-4	1	7.5
		유인훤-5	4	95W
	훤룸-7	SF-5	1	7.5
		SF-6	1	7.5
		유인훤-6	8	95W
	훤룸-8	SF-7	1	11
		SF-8	1	11
		유인훤-7	9	95W
	훤룸-9	SF-9	1	7.5
		SF-10	1	7.5
		유인훤-8	11	95W
	훤룸-10	SF-11	1	7.5
		유인훤-9	8	95W
훤룸-11	EF-12	1	7.5	
	유인훤-10	7	95W	

붙임 #3 실내/외 미세먼지 농도 분석(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

'19/'20년 실외 미세먼지 농도(서울/1시간 기준)

구분	2019년													2020년		
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균	1월	2월	평균
최고	227	150	267	123	144	92	107	70	116	104	182	198	148	118	187	153
최저	18	19	9	2	5	3	3	3	3	3	3	11	7	3	3	3
평균	68	61	69	38	46	26	26	25	24	27	40	48	42	47	54	51

지하1층 가락몰 판매장 실내 미세먼지 농도

스케줄 적용 전('19.01.01.~11.19.)

구분	일자	실외 미세먼지	주차장 A01	주차장 A06	주차장 A11	하역장	판매장-1	판매장-2	판매장-3
1	2019-01-14 18	227	253	412	263	388	203	408	260
2	2019-02-24 22	150	124	140	136	136	100	173	142
3	2019-03-05 00	267	215	448	264	396	151	464	374
4	2019-04-22 21	123	137	159	128	136	83	139	131
5	2019-05-25 04	144	137	154	128	140	81	145	128
6	2019-06-06 16	92	17	-	71	-	83	112	-
7	2019-07-22 08	107	78	107	92	99	56	81	108
8	2019-08-08 03	70	83	110	78	68	68	86	112
9	2019-09-30 23	116	69	123	108	115	99	124	120
10	2019-10-31 22	104	116	142	112	145	123	176	140
11	2019-11-18 16	182	139	182	140	139	86	153	134

스케줄 적용 후('19.11.20.~02.29.)

구분	일자	실외 미세먼지	주차장 A01	주차장 A06	주차장 A11	하역장	판매장-1	판매장-2	판매장-3
1	2019-11-29 10	76	120	145	123	127	82	119	122
2	2019-12-10 16	198	131	183	126	148	154	99	112
3	2020-01-10 13	118	120	155	126	97	47	120	123
4	2020-02-14 19	134	158	208	150	153	72	150	148

주차장A06/지하1층 판매장 실내 미세먼지 농도 분석

목적 : 스케줄 적용 전/후 실내 미세먼지 농도가 높은 주차장A06과 지하1층 판매장 원인 파악

※ 실내 공기질 관리법 시행규칙 실내 공기질 유지기준 : 주차장 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$, 판매장 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$

② 스케줄 적용 전('19.01.01.~11.19.)

구 분		실외 미세먼지	실내 미세먼지	
일자	기준		주차장A06	지하1층 판매장
2019-01-14	24시간	180	388	297
	22시~익일08시	191	441	466
2019-01-27	24시간	42	86	103
	22시~익일08시	18	145	135
2019-05-24	24시간	66	128	102
	22시~익일08시	97	145	136
2019-08-21	24시간	34	85	47
	22시~익일08시	59	100	60

③ 스케줄 적용 후('19.11.20.~'20. 02.29.)

구 분		실외 미세먼지	실내 미세먼지	
일자	기준		주차장A06	지하1층 판매장
2019-11-29	24시간	49	145	119
	22시~익일08시	76	168	125
2019-12-07	24시간	59	120	85
	22시~익일08시	92	82	36
2020-01-03	24시간	67	143	67
	22시~익일08시	106	157	70
2020-02-07	24시간	44	126	92
	22시~익일08시	42	148	120

붙임 #4 환기설비 에너지 사용량 분석

□ 지하1층 판매장(공조기)

① 스케줄 적용('19.11.20.~'20.01.17.)

○ 가동시간

(단위 : hr)

구 분	대수(EA)	월	화	수	목	금	토	일
A구역	7	15	15	15	15	15	15	15
B구역	7	15	15	15	15	15	15	15

○ 에너지 사용량

(단위 : kWh)

구 분	월	화	수	목	금	토	일	합 계
A구역	5,955	5,955	5,955	5,955	5,955	5,955	5,955	41,685
B구역	5,505	5,505	5,505	5,505	5,505	5,505	5,505	38,535
합 계	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	11,460	80,220

② 1차 개선('20.01.18.~현재)

○ 가동시간

(단위 : hr)

구 분	대수(EA)	월	화	수	목	금	토	일
A구역	7	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	12.5	9
B구역	7	15	15	15	15	15	12.5	9.5

○ 에너지 사용량

(단위 : kWh)

구 분	월	화	수	목	금	토	일	합 계
A구역	5,757	5,757	5,757	5,757	5,757	4,963	3,573	37,318
B구역	5,505	5,505	5,505	5,505	5,505	4,588	3,487	35,599
합 계	11,262	11,262	11,262	11,262	11,262	9,550	7,060	72,917

③ 에너지 사용량 분석

○ 공조기 부하율(공조기 1일/개소 전기 사용량 실측값 기준)

공조기	이론 사용량	실제 사용량	부하율(%)
2번	1,005	303	30.2
3번	728	299	41.1
8번	885	319	36.0
합 계	2,618	921	35.2

※ 공조기 3개소 평균 부하율을 "A~B" 에너지 사용량에 적용

○ "스케줄 적용" 에너지 사용량 - A

(단위 : kWh)

사용량(주)	기간(주)	사용량(년)	부하율	실제 사용량
80,220	52	4,171,440	35.2%	1,468,347

○ "1차 개선" 에너지 사용량 - B

(단위 : kWh)

사용량(주)	기간(주)	사용량(년)	A/B(%)	실제 사용량
72,917	52	3,791,684	35.2%	1,334,673

○ 에너지 사용량 비교

(단위 : kWh/년)

절감량		
구분		차이
A	B	A-B
1,468,347	1,334,673	133,674

□ 주차장(환기설비)

① 급기환 가동기준("④ 2차 개선안" 적용)

○ 가동일수('19년 27°C 이상 기준)

구분	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	합계
일수(일)	1	10	19	29	30	19	3	111

○ 가동대수 및 가동시간

(단위 : hr)

구분	대수(EA)	월	화	수	목	금	토	일
B1F	5	5	5	5	5	5	5	5
B2F	6	5	5	5	5	5	5	5
B3F	6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

○ 에너지 사용량

(단위 : kWh)

구분	월	화	수	목	금	토	일	합계
B1F	131	131	131	131	131	131	131	916
B2F	228	228	228	228	228	228	228	1,593
B3F	218	218	218	218	218	218	218	1,528
합계	577	577	577	577	577	577	577	4,039

② 스케줄 적용('19.11.20.~'20.01.17.)

○ 급기환 : "① 급기환 가동기준" 가동대수 및 가동시간/에너지 사용량과 동일

○ 배기환

- 가동대수 및 가동시간

(단위 : hr)

구 분	대수(EA)	월	화	수	목	금	토	일
B1F	13	19	19	19	19	19	19	19
B2F	10	15	15	15	15	15	15	15
B3F	12	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5

- 에너지 사용량

(단위 : kWh)

구 분	월	화	수	목	금	토	일	합 계
B1F	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	9,337
B2F	908	908	908	908	908	908	908	6,353
B3F	945	945	945	945	945	945	945	6,615
합 계	3,186	3,186	3,186	3,186	3,186	3,186	3,186	22,304

③ 1차 개선('20.01.18.~현재)

○ 급기환 : "① 급기환 가동기준" 가동대수 및 가동시간/에너지 사용량과 동일

○ 배기환

- 가동대수 및 가동시간

구분	층별	22시~익일8시						8시~22시					
		가동대수(EA)			가동시간(hr)			가동대수(EA)			가동시간(hr)		
		기존 (A)	개선 (B)	A-B	기존 (A)	개선 (B)	A-B	기존 (A)	개선 (B)	A-B	기존 (A)	개선 (B)	A-B
일22시~토22시	B1F	13	13	0	8.5	7.5	1	13	9	4	10.5	10.5	0
	B2F	10	10	0	6.5	6.5	0	10	5	5	8.5	8.5	0
	B3F	12	12	0	2	2	0	12	5	7	8.5	8.5	0
합 계		35	35	0	17	16	1	35	19	16	27.5	27.5	0
토22시~일8시	B1F	13	0	13	8.5	0	8.5						
	B2F	10	0	10	6.5	0	6.5						
	B3F	12	0	12	2	0	2						
합 계		35	0	35	17	0	17						
일8시~일22시	B1F							13	9	4	10.5	10.5	0
	B2F							10	5	5	8.5	8.5	0
	B3F							12	5	7	8.5	8.5	0
합 계								35	19	16	27.5	27.5	0

○ 에너지 사용량

(단위 : kWh)

구분	월	화	수	목	금	토	일	합계
B1F	1,012	1,012	1,012	1,012	1,012	919	485	6,462
B2F	674	674	674	674	674	641	281	4,290
B3F	499	499	499	499	499	499	319	3,311
합계	2,184	2,184	2,184	2,184	2,184	2,059	1,084	14,064

㉔ 2차 개선안

○ 급기환 : “㉑ 급기환 가동기준” 가동대수 및 가동시간/에너지 사용량과 동일

○ 배기환

- 가동대수 및 가동시간

구분	층별	22시~익일8시						8시~22시					
		가동대수(EA)			가동시간(hr)			가동대수(EA)			가동시간(hr)		
		기존(A)	개선(B)	A-B	기존(A)	개선(B)	A-B	기존(A)	개선(B)	A-B	기존(A)	개선(B)	A-B
일22시~토22시	B1F배기	13	7	6	8.5	7.5	1	13	7	6	10.5	10.5	0
	B1F급기	12	0	12	0	0	0	12	5	7	5	5	0
	B2F배기	10	5	5	6.5	5.5	1	10	5	5	8.5	9.5	-1
	B2F급기	11	0	11	0	0	0	11	6	5	5	5	0
	B3F배기	12	5	7	2	2	0	12	5	7	8.5	8	0.5
	B3F급기	11	0	11	0	0	0	11	6	5	4.5	4.5	0
합계		69	17	52	17	15	2	69	34	35	42	42.5	-0.5
토22시~일8시	B1F배기	13	0	13	8.5	0	8.5						
	B1F급기	12	0	12	0	0	0						
	B2F배기	10	0	10	6.5	0	6.5						
	B2F급기	11	0	11	0	0	0						
	B3F배기	12	0	12	2	0	2						
	B3F급기	11	0	11	0	0	0						
합계		69	0	69	17	0	17						
일8시~일22시	B1F배기							13	7	6	10.5	10.5	0
	B1F급기							12	5	7	5	5	0
	B2F배기							10	5	5	8.5	9.5	-1
	B2F급기							11	6	5	5	5	0
	B3F배기							12	5	7	8.5	8	0.5
	B3F급기							11	6	5	4.5	4.5	0
합계								69	34	35	42	42.5	-0.5

- 에너지 사용량

(단위 : kWh)

구분	월	화	수	목	금	토	일	합계
B1F	634	634	634	634	634	563	370	4,980
B2F	495	495	495	495	495	495	314	3,284
B3F	375	375	375	375	375	375	300	2,550
합계	1,504	1504	1504	1504	1504	1,433	983	10,813

5] 에너지 사용량 분석

○ 급기회 부하율(측정기간 : '20.01.~02.)

구분	이론 사용량	실제 사용량	부하율(%)
B1F	62,371	26,686	42.8%
B2F	41,782	15,516	37.1%
B3F	36,404	9,367	25.7%
합계	140,556	51,568	36.7%

※ 배기회 '20.01.~02. 평균 부하율을 "A~C" 에너지 사용량에 적용

○ "스케줄 적용" 에너지 사용량 - A

(단위 : kWh)

구분	사용량	기간(주)	사용량(년)	A/B(%)	실제 사용량	합계
급기회	4,039	15.9	64,220	36.7%	23,569	449,218
배기회	22,304	52	1,159,808		425,650	

○ "1차 개선" 에너지 사용량 - B

(단위 : kWh)

구분	사용량	기간(주)	사용량(년)	A/B(%)	실제 사용량	합계
급기회	4,039	15.9	64,220	36.7%	23,569	291,966
배기회	14,064	52	731,328		268,397	

○ "2차 개선안" 에너지 사용량 - C

(단위 : kWh)

구분	사용량	기간(주)	사용량(년)	A/B(%)	실제 사용량	합계
급기회	4,039	15.9	64,220	36.7%	23,569	229,924
배기회	10,813	52	562,276		206,355	

6] 에너지 사용량 비교

(단위 : kWh/년)

절감량-1			절감량-2		
구분		차이	구분		차이
A	B	A-B	A	C	A-C
449,218	291,966	157,252	449,218	229,924	219,294