

# 電子産業 生産現場 PMV 改善 및 生産性 向上에 關한 研究

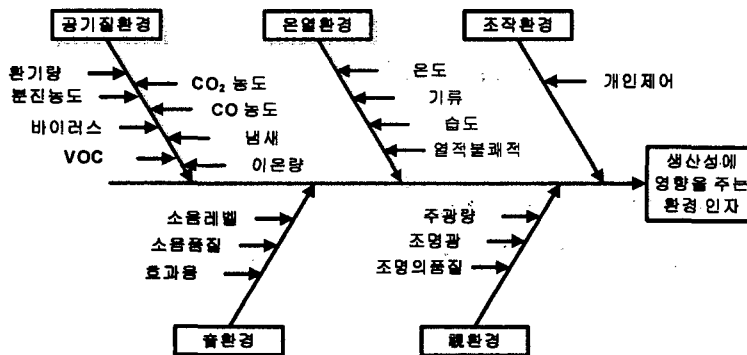
2006. 11

연구자: 박해천, 박상만, 이안섭  
 발표자: 박상만  
 (조선대학교 대학원 산업안전공학과)

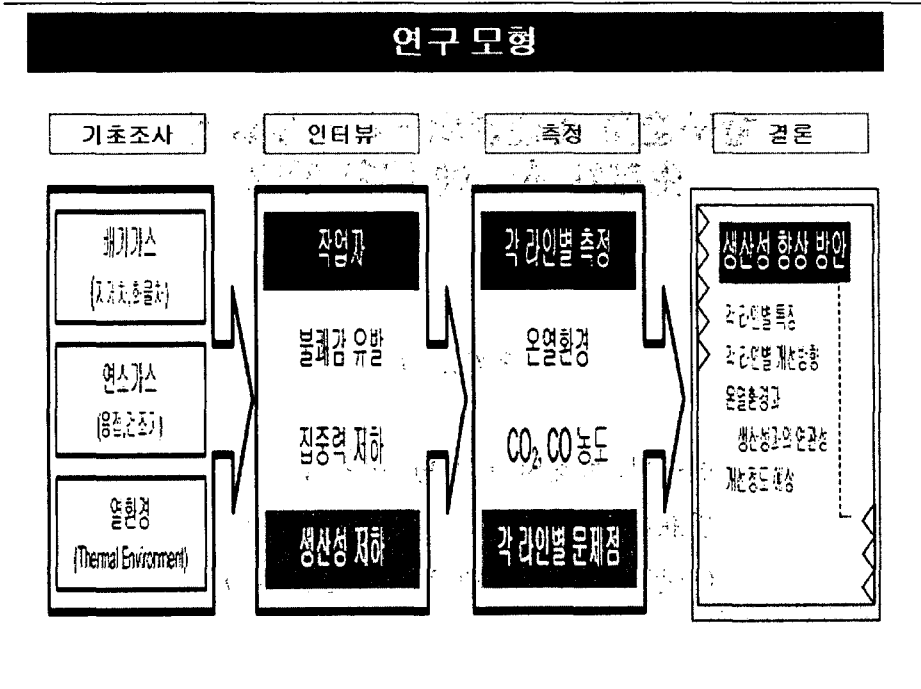
## 서론

### 1. 연구 배경 및 목적

1) 연구배경 : 보다 종합적인 열 환경지표를 실내 열 환경 제어요소로 설정하고 인체가 느끼는 온·냉감과 유사하도록 실내 온열환경을 제어하여 생산현장의 생산성을 향상시키기 위한 방법을 연구하고자 채택



2) 연구목적 : 실내 PMV 개선 및 온열환경 제어를 통한 생산현장 생산성 향상



### 연구대상 및 방법

● 대상 : S 전자 3개 생산라인

- 냉장고제조, 에어컨제조, 세탁기제조 (37개 공정)



● 기간 : 2006년 7월 3일 ~ 18일

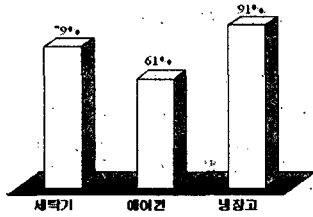
● 방법

- 설문 조사 : 직접면담 및 설문지 작성

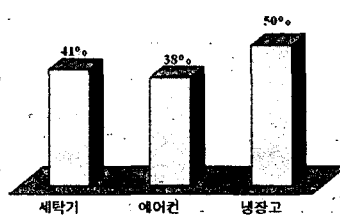
- 현장 조사 : 온열환경 측정기, CO, CO<sub>2</sub> 측정기

## 설문 조사(7월16~18일)

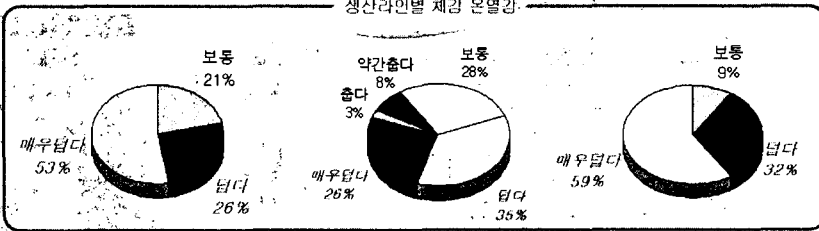
**제감 온열감에 대한 설문**  
"태가 일하는 것은 덥다."



**생산성 개선 가능성에 대한 설문**  
"공기질 개선 시 생산성도 좋아질 것이다."

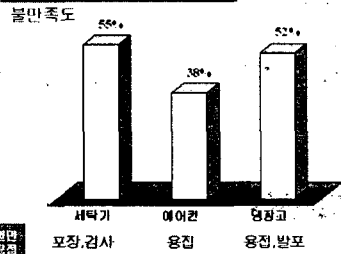


생산라인별 제감 온열감

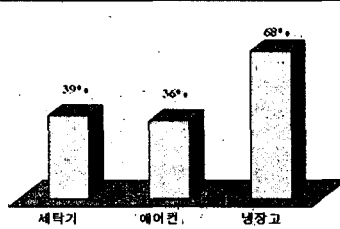


## 설문 조사(7월16~18일)

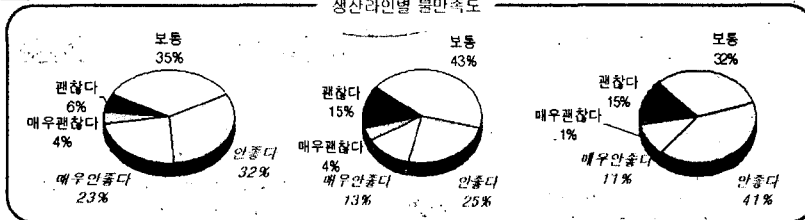
**공기질에 대한 불만족**  
"공정의 공기 질은 좋습니까?"



**공기질에 대한 영향**  
"최근2개월동안 감기, 호흡기 질환을 일으킨 적이 있습니까?"

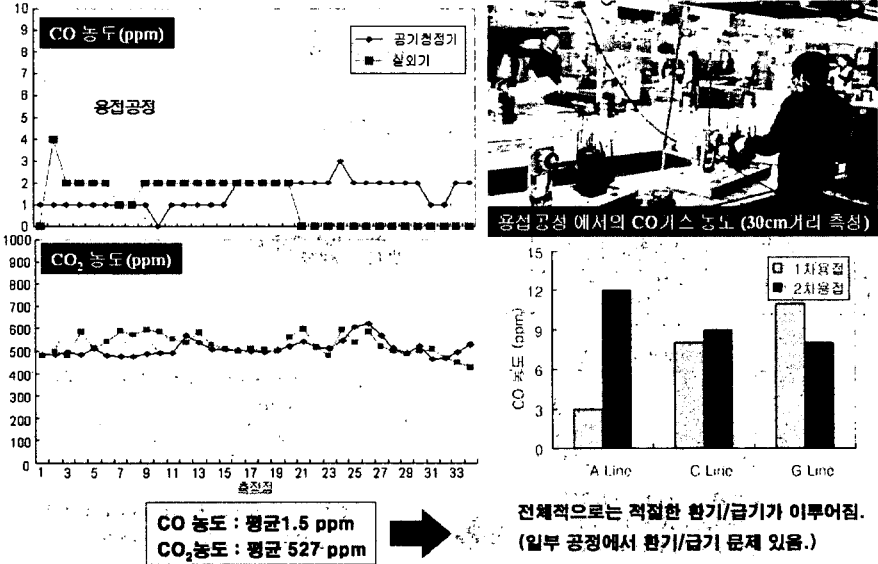


생산라인별 불만족도





### CO, CO<sub>2</sub> 가스 농도 측정 (에어컨라인)



### 에어컨 Line CO, CO<sub>2</sub> 가스 농도 문제점

용접작업 시 유해인자      지게차 배기가스

HC 새차 (6개월) : 38 ppm  
 헌차 (3~4년이상) : 63 ppm

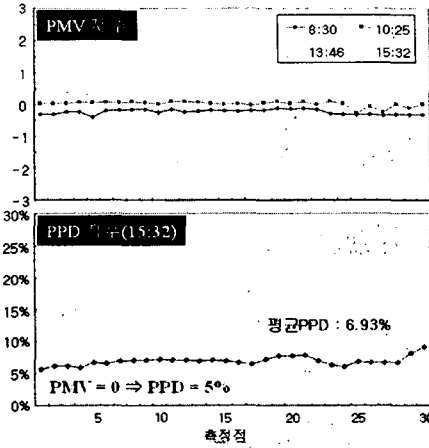
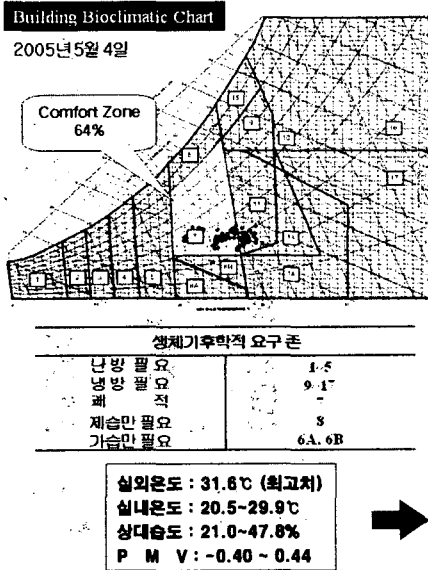
NO<sub>2</sub>, CO, Fume, Oxone, 진폐증, 공폐증, 두통, 호흡기 질환

NO<sub>x</sub>, CO, 임지상 물질, 매연, 폐수증, 기관지염, 폐렴, 눈/점막 자극, 저산소증

**문제점**

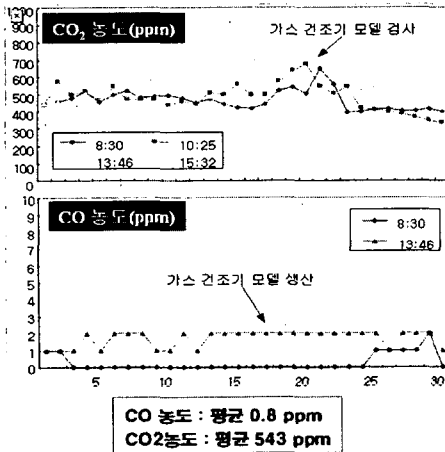
용접공정 배기 Fan 작동이 미흡.      출하장과 생산라인이  
 용접작업위치와 배기 Duct 위치가 다른 경우.      완전히 분리된 공조 공간이 아님.

### 열환경 측정 (세탁기 라인)

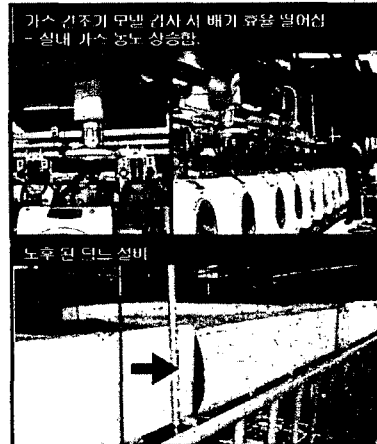


열환경 (Thermal Environment) 양호  
→ 실내온도가 조금 높게 형성됨  
→ 평균 PMV 지수 : -0.07

### CO, CO<sub>2</sub> 가스 농도 측정 (세탁기 라인)



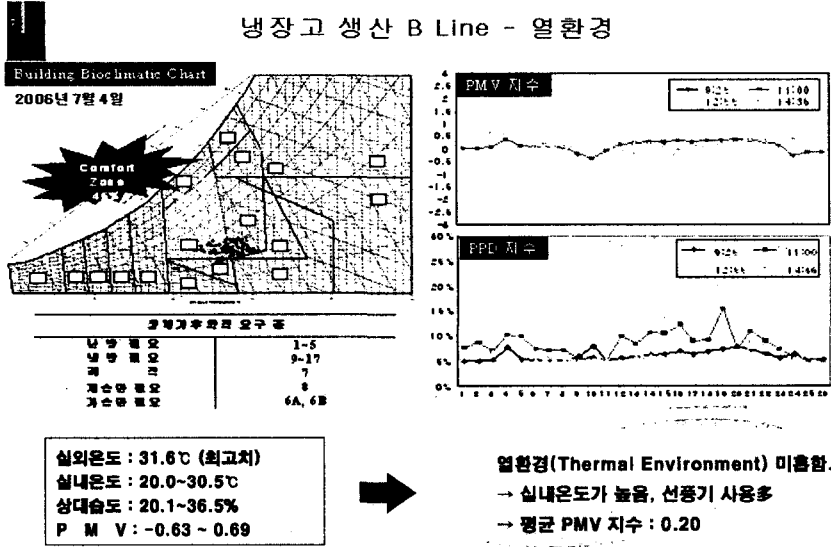
전체 라인에 양호한 환기 상태를 보임



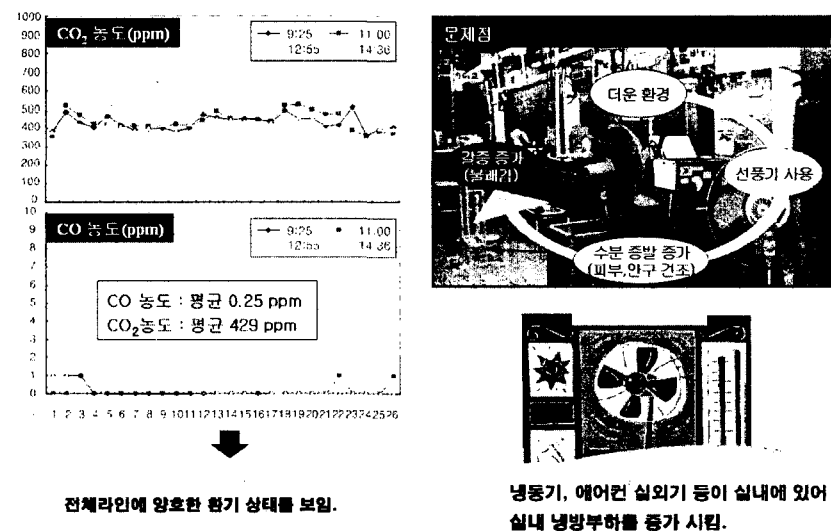
문제점

가스 건조 모델 생산 시 가스 농도가 증가하는 경향을 보임. → 배기효율 향상 필요

## 열환경 측정 (냉장고라인)



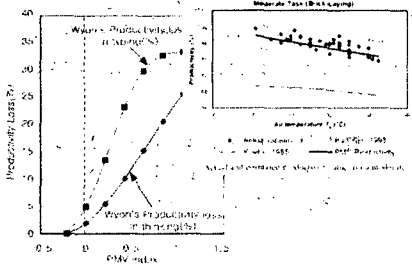
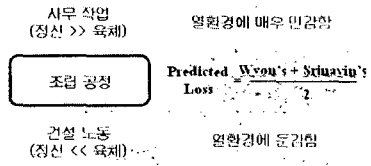
## CO, CO<sub>2</sub> 가스 농도 측정 (냉장고라인)



## 각 생산 라인별 PMV 지수와 생산성


- D.P. Wyon, "Indoor environment effects on productivity"
- 실내환경(DB, RH, V, Clo, M)을 변수로 사무직업의 생산성 변화를 측정함.
- R.Kosonen, "Assessment of Productivity loss in air-conditioned buildings using PMV index"
- Thinking / Typing task의 생산성Loss와 PMV 지수와의 관계식 제시
- S. Mohamed "Forecasting labor productivity change in construction using the PMV index"
- 건설 노동 생산성과 환경 관련하여 관계식 비교 및 정리 (Springin, PMV Correlation)

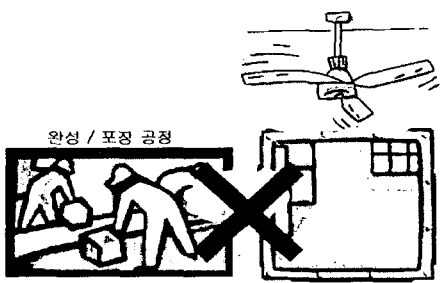
작업 특성에 대한 영향 고려 필요.



구분	PMV	Productivity Loss(%)				
		Typing	Thinking	Brick-laying	Predicted	
에어컨	Max.	0.29	17.3	7.1	2.95	10.1
	Average	-0.17	0.7	0.2	3.35	2.0
세탁기	Max.	0.44	24.0	10.6	3.00	13.5
	Average	-0.07	2.91	1.0	3.19	3.0
냉장고	Max.	0.69	31.2	16.8	3.60	17.3
	Average	0.20	13.0	5.2	2.96	8.0


## 에어컨 생산 라인 개선방향

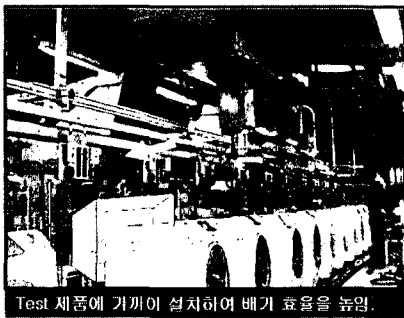
	특징	개선방향
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 열환경이 가장 우수함.(PMV -0.17, 설문)</li> <li>· 가스 농도 가장 높음.(CO : 1.5 ppm)</li> <li>· 출하장, 용접공정에서 배기가스, 연소가스 불만 조사 됨.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국소 배기시설의 가동 및 시설 사용 효율을 향상 필요 (용접 공정, 출하장)</li> <li>· 용접 작업과 배기 덕트의 일치 (이동 가능한 덕트로 개선)</li> <li>· 지게차 공회전 방지, 출하장과 작업장 공간 공간 분리(에어커튼 설치)</li> </ul>



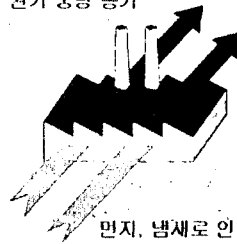


## 세탁기 생산 라인 개선방향


	특징	개선방향
 <p>세탁기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-열환경, 가스 농도 양호함.</li> <li>-실온 불만족도 높음</li> <li>→ 측정인자 이외의 먼지, 냄새 등에 불만족</li> <li>-생산 모델에 따른 가스 농도 편차 발생 (가스 건조기 장착 모델)</li> <li>-공조 Duct 설비 노후됨.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-배기, 급기 시설의 개선 및 가동 효율 개선 필요.(검사 공정)</li> <li>연소가스 배기 덕트를 Test 제품 가까이 위치 시림.(예:냉장고 용접공정)</li> <li>-외부로부터 환기 풍량을 증가</li> </ul>



현장 환기 풍량 증가



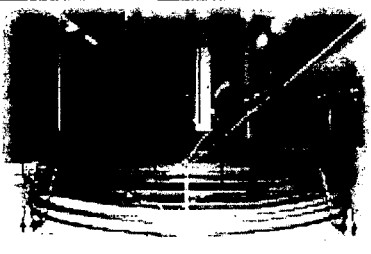

## 냉장고 생산 라인 개선방향

	특징	개선방향
 <p>냉장고</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-열환경 더운 편임.(PMV 0.20, 설문결과)</li> <li>-실내에 냉동기 Condenser / 에어컨 실외기 위치함.</li> <li>-제품, 설비의 방열량이 많음.(발포, 검사공정)</li> <li>급기, 환기 상태 양호함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-냉방 부하 감소 필요.</li> <li>냉동기 실외기 연결 덕트 개선 (누설 또는 Exh. Fan가동)</li> <li>에어컨 실외기 위치변경 또는 배기덕트 연결 (실외기 토출 고온 공기를 실외로 배출)</li> <li>-취약 지역 근무자 개별공조 시스템 도입</li> </ul>



## 냉장고 열환경 개선사례

### 냉동기 방출열 열 확산방지 덕트 설치

개선 전	개선 후
	
<p>냉동기 방출열 배기Fan이 실내에 위치하여 실내 작업현장으로 열 확산됨</p>	<p>실외기 방출열 배기Fan 상부에 배기덕트를 설치하여 외부로 배출 (열확산 방지)</p>

## 냉장고 열환경 개선사례

### 발열공정 개별 공조덕트 설치

개선 전	개선 후
	
<p>용접공정 등 발열 온도가 30℃ 수준으로 작업자 불쾌감 유발</p>	<p>발열공정에 개별 공조덕트를 설치하여 운영환경 개선 (25~27℃ 수준)</p>

## 냉장고 열환경 개선사례

● 냉장고 C/L 개별 공조덕트 설치 전, 후 비교 (외기온도 33℃)

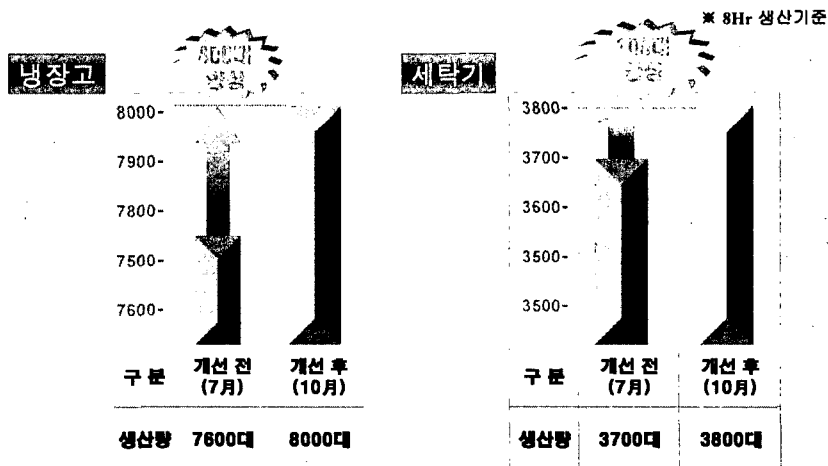
장 소	PMV지수		온도(℃)		습도(%)		기류(m/s)		CO(ppm)		CO2(ppm)	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
	1.EVAP용접	1.21	0.63	28.9	26.7	62	45	0.21	0.74	1.2	0	520
2.리아커비고정	1.37	0.46	29.2	26.2	63	46	0.17	0.45	0	0	540	530
3.프레임삽입	1.42	0.45	29.2	25.7	62	45	0.28	0.42	0	0	530	520
4.물취기삽입	1.58	0.42	29.3	25.6	61	45	0.17	0.43	0	0	530	510
5.도어거치	1.43	0.46	29.5	25.6	61	46	0.27	0.25	0	0	520	500
6.디스펜스삽입	1.69	0.51	29.8	26.1	63	44	0.18	0.35	0	0	510	490
7.호버고정	1.82	0.09	30.6	26.5	62	46	0.23	0.6	0	0	510	500
8.핀저음핀	1.84	0.37	30.7	26.6	62	45	0.22	0.52	0	0	520	510
9.도어발포	1.79	0.32	30.5	26.7	60	46	0.22	0.5	0	0	520	500
10.용접공정	1.57	0.66	30	27.1	60	46	0.28	0.23	1.2	1.2	550	510

\*관리기준 : PMV (-0.5<pmv<+0.5), 온도(29℃ ↓), 습도(60% ↓), CO(7ppm ↓), CO2(700ppm ↓)

◆ 결 과

- 평균 온도는 2~3℃ DOWN되어 PMV지수도 전체적으로 양호 함
- 냉방을 작업자 위치에 직접 공급함으로써 기류의 흐름이 높아 작업자가 실제로 피부는 느끼는 차이는 엄청난 효과가 있다고 판단됨 (측정용 작업자 5명 의견 수렴시 모두 아주 좋아했다고 응답함.)

## 개선 전, 후 생산성 비교(냉장고, 세탁기)



※ 생산물량의 변동으로 정확한 생산성 비교는 어렵겠으나  
냉장고는 5%, 세탁기는 2.7% 향상 (에어컨은 계절상품으로 비교가 어려움)

## 결론

### ■ 연구결론

- 본 연구를 통해 실내 생산현장의 온열환경 및 PMV가 작업자의 안전과 건강, 생산성에 영향을 주는 것으로 나타났다.
- 따라서 제조현장 작업자에게 최적의 온열환경을 제공해 줌으로써 작업자의 안전과 건강 확보 및 생산성 향상이 예상되므로 경영자의 적극적인 투자와 실천 의지가 무엇보다 더 요구된다고 하겠다.

### ■ 연구의 한계 및 향후 계획

- 본 연구를 통하여 전자산업 제조현장에 알맞은 온열환경 및 공기의 질 개선방안을 제시 하였으나 이 번 연구에서 제안된 내용이 전체 전자산업 제조현장의 온열환경과 부합된다고 할 수 없다.
- 다만 각 제조 현장의 온열환경과 관리의 특성에 맞는 개선안을 제시하기 위해서는 향후 생산현장 작업자에게 적합한 최적의 실내 온열환경을 조성하기 위한 밀폐 공간의 공기의 질 개선 및 효율적으로 온열환경을 제어하는 방법의 연구가 지속 되어야 할 것이다.

THANKS TO AUDIENCE

ANY QUESTIONS?