

전기실 특고압 설비 설계기준 정립으로 건설비 절감

2008. 11. 18

스폰서

전철전력설계팀장 김학환

리더

오우식

팀원

최종길, 김홍태, 강종구

*Korea
Rail Network
Authority*

Management
Innovation

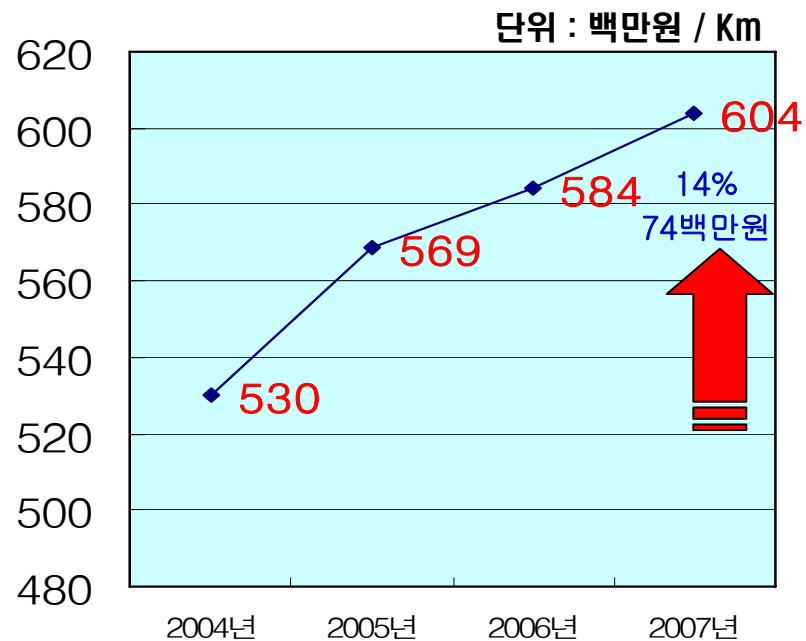
1. Business Case
2. Y 및 결함의 정의
3. 전사 KPI와 CTQ 연계
4. 측정단계 요약
5. 잠재 X인자 가설검증
6. 전문가 자문
7. 개선방안 도출
8. 개선효과

1. Business Case (1)

□ 배전분야 철도 건설 Cost 증가

- 최근 철도 배전설비는 **안전** 및 **방재시설 강화, 역사 대형화**에 따라 건설비용이 해마다 증가하는 추세로서 배전분야 **건설비용 절감 방안 강구** 필요

년도별 배전분야 건설단가 현황



경영
Issue

저비용 고효율
철도설비 구축

국정과제

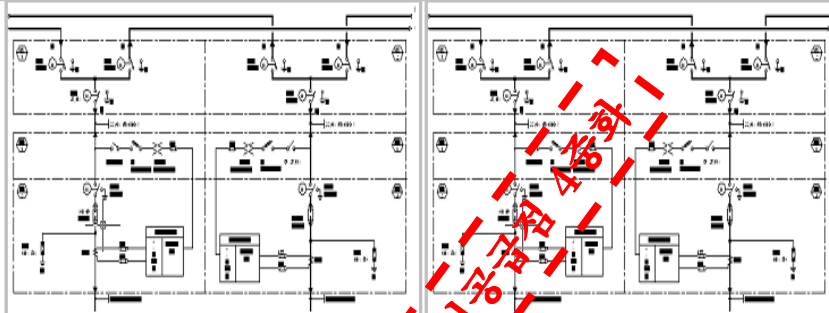
예산 10% 절감

1. Business Case (2)

□ 획일적 기준 적용

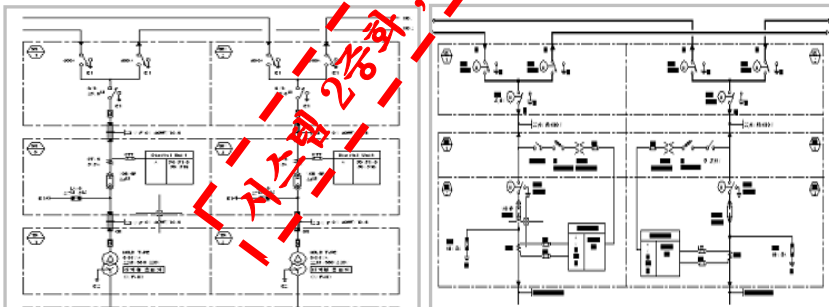
- 부하특성 또는 사용용도에 관계없이 **단순부하**를 사용하는 **소규모** 전기실도 **동일한 설계기준 적용**

전 기 실 단 선 결 선 도



역 사 용

환기설비용



터 널 용

변전소용(S/S, SP, SSP)

부하용도

구 분	사용부하
역 사	승객,운전,방재, 조명,동력
환기 설비용	조명,동력,방재
터널용	조명,장비
변전소	조명,동력

문 제 점

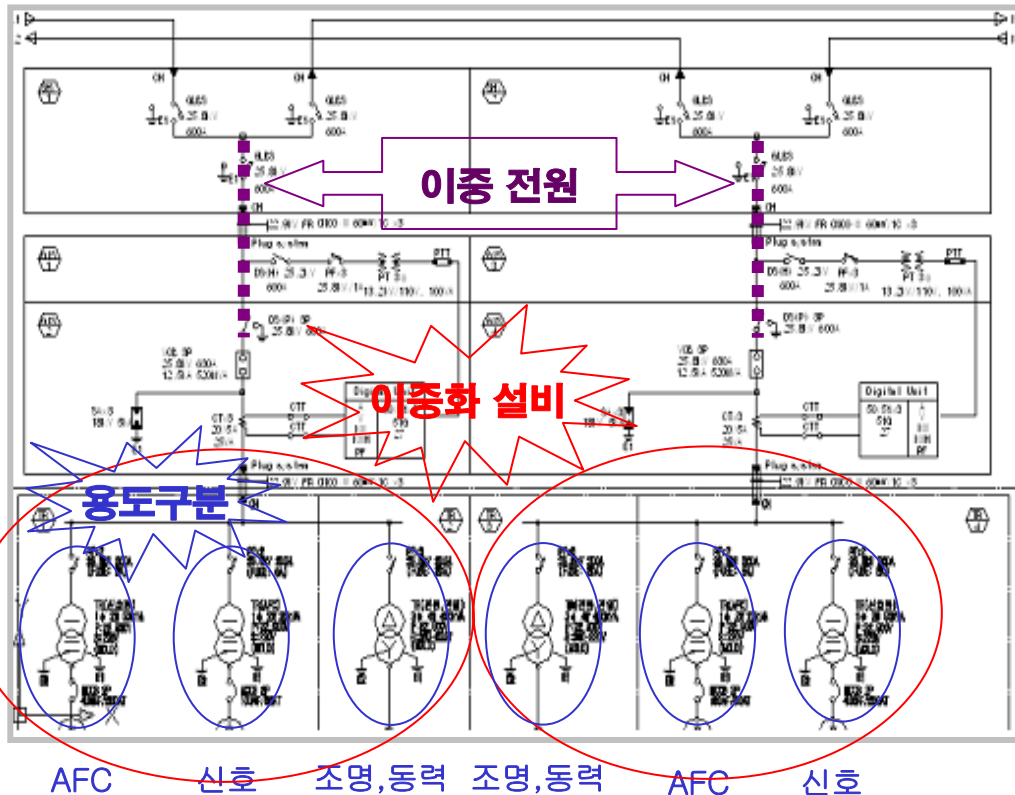
- 동일 설비 적용으로 소규모 전기실 공사비 증가
- 소규모 부하를 사용하는 변전건물 전기실 면적 증가

**부하특성에 맞는
전기실 설비구성 필요**

1. Business Case (3)

□ 변압기 용도별 구성

- 현행 전철역사의 전기실은 급전 전원을 **이중**(상시,예비) 설비로 구성하면서 또다시 조명(동력), AFC, 운전용 등 변압기를 **부하 용도별로 세분화**하고 있다.



문 제 점

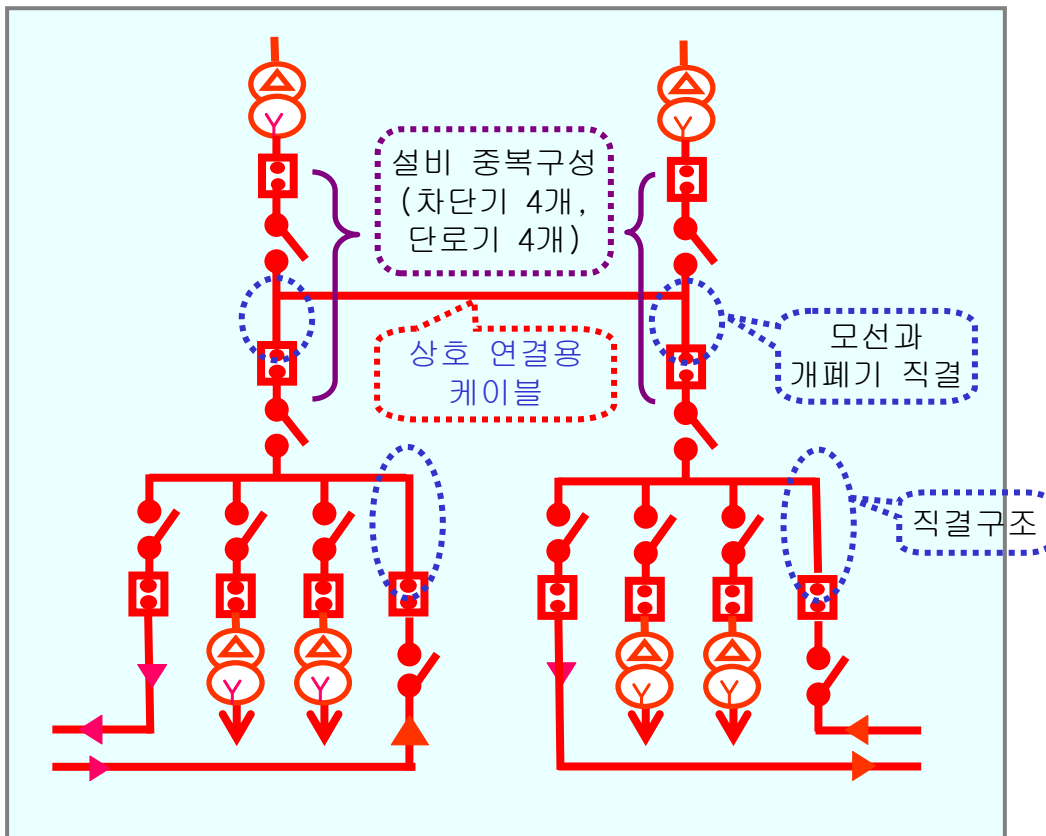
- 변압기 운전 대수 증가로
전기에너지 손실 증가
- 전기실 소요공간 증가

상시,예비의 이중설비를 고려한
변압기 운용 필요

1. Business Case (4)

□ 설비 중복 구성 및 사고여파 증가

- 수전실 설비 구성시 동일 설비 **반복 구성**
- **개폐장치가 직결**되어 개폐기 사고시 **신속 제거 어려움 발생**



문 제 점

- 불필요한 설비 중복 구성
- 상호 연결 케이블 필요
- 개폐기 사고시 신속 분리가 어려워 사고여파 발생

계통구성 간소화 및 사고여파
최소화가 요구됨

2. Y 및 결함의 정의

Y의 정의

- CTQ = Y : 전기실 신기준 적용율
- 정의 : 새로 정립된 설계기준을 적용한 공사 및 설계 건수

▪ 산식

$$\frac{\text{신기준 적용 건수}}{\text{신기준 적용 대상 건수}} \times 100$$

결함의 정의

새로 정립된 설계기준을 대상 사업의
공사 및 신규설계에 적용하지 않는
건수

3. 전사 KPI 와 CTQ 연계

전사 KPI	'07 실적	'08 목표	'10 Vision
기술발전 로드맵 이행율	M.P 수립	100%	100%

본부 KPI	팀 KPI	'07	'08	'10	CTQ
기술발전 로드맵 이행율	기술발전 로드맵 달성율	MP 수립	100%	100%	
	표준 SE관리지침서 개발건수	3건	1건	-	
	철도건설기준 제,개정 건수	1건	6건	18건	전기실 신기준 적용율
	구매조건부 기술개발 건수	-	1건	1건	
	설계심사 중복 지적율	77%	40%	10%	
	기술심의 시행율	-	11회	12회	

합리적인 설계기준 정립으로 예산 10% 절감에 기여

4. 측정단계 요약

● 현수준 및 목표

CTQ	현수준(BaseLine)		목표(Goal)	
	품질지표	시그마수준	품질지표	시그마수준
• 신기준 적용율	• 설계기준 획일적 적용 및 비효율적인 특고압 설비 운용	0 σ	신기준 수립 및 적용수준	3.55 σ

● 잠재 X's 도출 → 중요 X's 선정 절차



● 우선 순위화 된 잠재 X's 목록 (핵심 X's List)

핵심 X's 명		정 의
X1	전기실 설계기준 획일적 적용	• 부하 특성 및 용도를 고려하지 않는 설계기준
X2	변압기 통합화 미흡	• 변압기 용도별 구분시 운용하는 수량이 많아져 무부하 손실 증가로 전기에너지 손실비용 증가
X3	비 효율적인 설비 운용	• 수전실 계통에서 동일설비가 반복 구성되어 불필요한 설비가 설치되어 있다.

5. 잠재 X인자 가설검정

잠재 인자	X1-2 대립 가설 (Ha)	검정 Tool
전기실 설계기준이 확일적이다	사용부하 용도에 따라 모선 분기방식을 다르게 적용할 수 있는가?	인터뷰

□ 인터뷰 현황

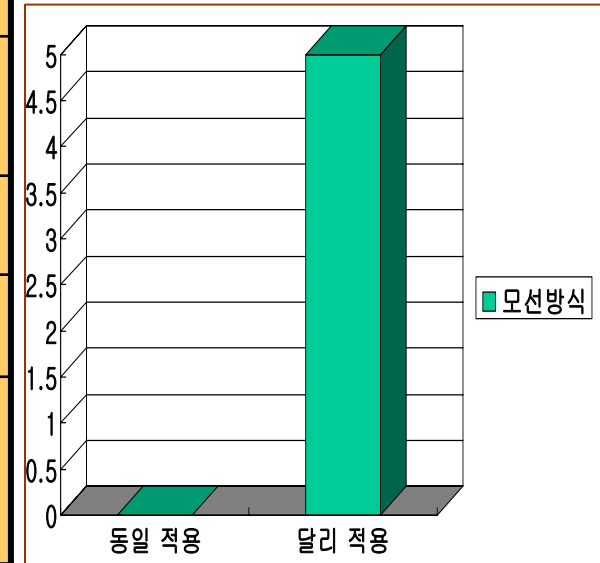
◆ 인터뷰 문안 : 사용부하의 용도에 따라 전기 수전을 위한 모선 분기방식을 다르게 구성할 수 있는가?

회사	소 속	직 책	대상자	인터뷰 결과
1	(주)세종기술	기술사	이 준 경	중요도에 따라 모선 분기방식을 달리 적용할 수 있다.
2	(주)대동기술단	기술사	이 성 욱	부하에 따라 계통을 심플하게 구성할 필요가 있으며, 설치면적이 줄면 공간확보에도 유리한 측면이 있음
3	(주)한얼엔지니어링	기술사	조 필 환	2회선 급전방식이므로 달리 적용하여도 무방하다.
4	(주)배산엔지니어링	기 술 사	고 창 희	부하용도에 따라 달리 적용할 수 있으나 적용기준을 명확히 할 필요가 있다.
5	코 레 일	차 장	이 갑 성	건물소내 전원만 사용하는 경우 일반철도 터널처럼 모선분기방식을 단순화 할 필요가 있으나, 선로장애시 사고구분을 위한 원격기능 필요함

◆ 인터뷰방법 : 전화조사

◆ 대 상 자 : 설계 용역사

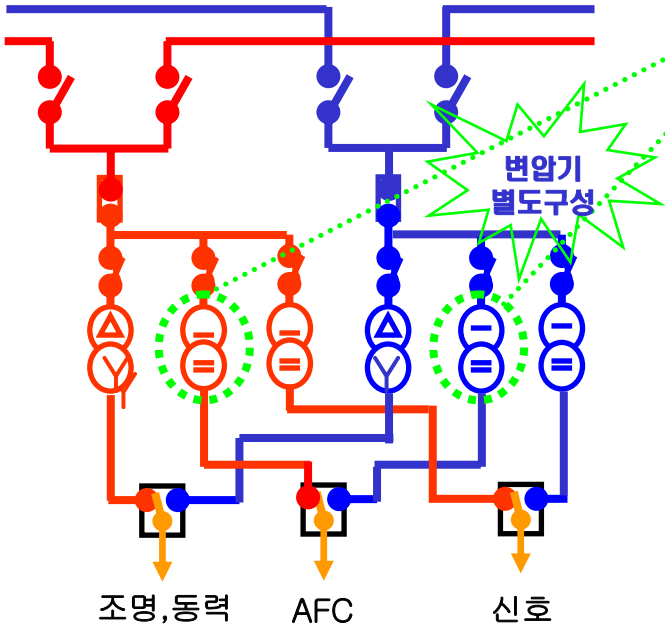
◆ 조사기간 : '07.6.23~6.24(2일간)



5. 잠재 X인자 가설검정

잠재 인자	X2-1-2 대립 가설 (H1)	검정 Tool
변압기 통합화 미흡	변압기 대수가 증가하면 전기에너지 손실에 영향이 있는가?	자료분석

전철역사 변압기 뱅크 구성도



전기에너지 손실량

1억 기준

용 량	전기손실 (W)	전기손실량 (Kwh/년)	전기요금 (천원/년)	비 고
단상 30KVA (AFC용)	350	6,132	644	전기요금 추가발생
[산출식] $\bigcirc \text{ 30KVA : } 0.35 \times 24 \times 365 \times 2 \text{ 대 } \times 105 \text{ 원} = 644 \text{ 천원}$				

※ 변압기 제작사 사양 참고

5. 잠재 X인자 가설검정

잠재 인자	X2-3 대립 가설 (H1)	검정 Tool
변압기 통합화 미흡	이중화 계통에서 변압기를 용도별로 설치하는 것이 전원공급의 안정화에 도움이 되는가?	자료분석

전력설비 설비 장애현황

장 애	년도 별					
	02년	03년	04년	05년	06년	07년
케이블	6	8	8	7	8	15
배전반	2	4	6	3	5	9
COS	3	3	2		1	3
TR	1	1	2	1	1	2
기타	5	2	5	5	7	19

※ 코레일 한국철도관제센터 장애현황 참고

- '02 ~ 06년 : 서울지역 장애현황

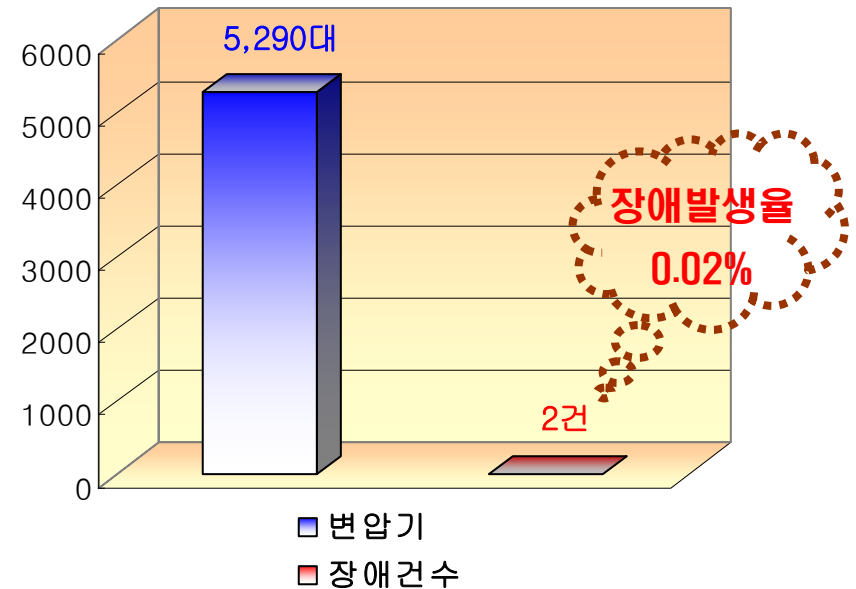
- '07년 : 전 지역 장애현황

전력설비 시설물 현황

배전주 (본)	변압기 (대)	배전반(면)	조명등 (등)	분저함 (면)
14,056	5,290	7,841	621,510	10,081

※ 코레일 '08년 전기업무자료

변압기 장애현황 (07년)

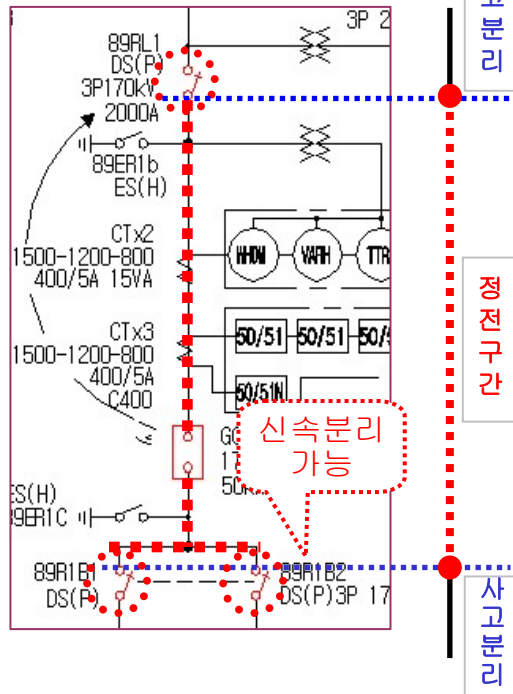


◆TR 장애의 연간 발생율이 시설량 대비 0.02%로 극히 미미하고, 최근에는 변압기 제조기술 또한 향상되어 장애율이 극히 낮으므로 용도별 구성보다는 통합하여 설비운영 효율을 높일 필요가 있다.

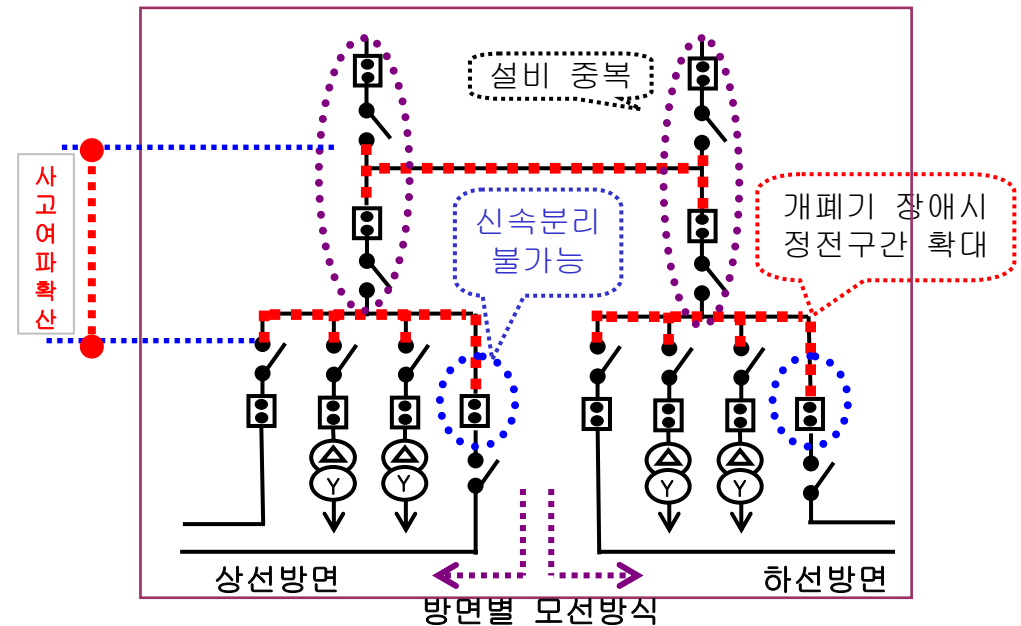
5. 잠재 X인자 가설검정

잠재 인자	X3-2 대립 가설 (H1)	검정 Tool
비효율적인 설비 구성	차단기 설비 사고시 모선과 신속분리가 가능하도록 구조를 갖추고 있는가?	자료분석

변전 GIS 설비



배전 C-GIS 설비



☆ 변전분야 : 개폐기 사고시 단로기 개방으로 선로측 신속 분리 가능

☆ 배전분야 : 개폐기 사고시 선로측을 분리하는 구조가 없어 건전설비까지 사고여파 미침
(장애분리 장시간 소요)

6. 전문가 자문/ 자문회의 개최 공문

자문내용 : 전기실 모선방식 및 AFC변압기 통합구성 방안



한국철도시설공단

수신자 수신자참조
(경유)

제목 전기실 모선방식 설계기준 확립을 위한 회의 참석 요청

발문서 ID

처리기관

- 『 1. 항상 철도산업 발전을 위하여 애쓰시는 귀 기관 및 설계사 관계자 분들께 권하여 감사드립니다.
2. 우리공단(팀)에서는 「전기실 모선방식 설계기준 확립을 통한 철도건설 경쟁력 확보」 위하여 설계기준에 대한 전문가 의견수렴 및 기술 토론회를 갖고자 하오니 바쁘시더라도 꼭 참석하시어 철도건설 발전에 많은 도움을 주시면 감사 하였습니다.
가. 일 시 : 2008. 7. 31(목). 14:00
나. 장 소 : 한국철도시설공단 철도기술단 회의실(7층)
다. 내 용 : 전기실 모선방식 설계기준 확립
라. 참석자 :
○ 내부자문위원
- 시설본부 전기시설관리파트장 이병덕
- 철도기술단 전철전력파트장 권도원
- 기술본부 전력파트장 최종필
○ 외부자문위원
- 코렐 차장 이관성
- (주)디투엔지니어링 본부장 이성국
- (주)세종기술 상무 이준경
- (주)동산엔지니어링 상무 이윤복
붙임 1. 경영혁신 8과제 관련 자문회의 시행계획
2. 자문회의 자료 1부(별송)』

한국철도시설공단이시작

수신자 코렐 차장(전철전력), (주)디투엔지니어링 대표이사, (주)세종기술 대표이사, 시설본부(시설관리팀장), 기술본부(기술팀장)

※ 자선 오우석 전철전력파트장 최종필 전철전력파트장 권도원 전철 071-207-2000 한국철도시설공단

리조자

경영혁신 8과제 관련 자문회의 시행계획

□ 과제 추진경위

현재 전기실 특고압 설비는 규모별, 용도별 특성을 고려하지 않고 일괄적인 설계기준을 적용함으로써 전기실이 불필요하게 대형화되는 문제점에 따라 부하특성에 맞게 사용용도별 전기실 구성설비를 간소화 및 통합화하여 경제적인 설비구성과 유지보수의 효율성을 기하고자 함

□ 일 시 : 2008. 07. 28, 14:00 ~ 16:00

□ 장 소 : 한국철도시설공단 철도기술단 회의실(7층)

□ 자문내용

- 사용용도별 전기실 모선방식 개선 방안
- AFC 변압기 통합구성 방안

□ 자문위원

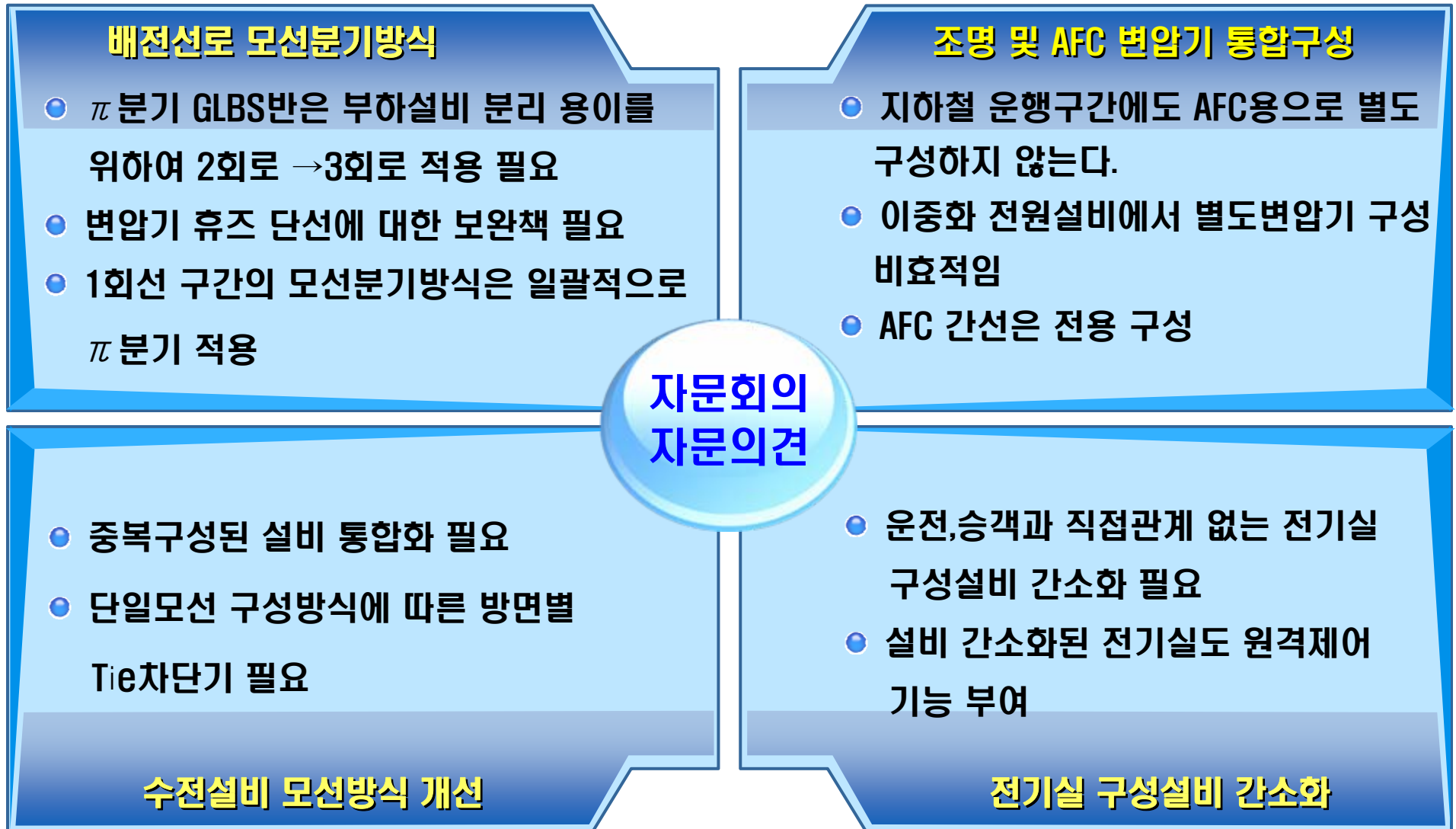
○ 내부자문위원

- 시설본부 전기시설관리파트장 이병덕
- 철도기술단 전철전력파트장 권도원
- 기술본부 전력파트장 최종필

○ 외부자문위원

- 코렐 차장 이관성
- (주)디투엔지니어링 본부장 이성국
- (주)세종기술 상무 이준경
- (주)동산엔지니어링 상무 이윤복

6. 전문가 자문/ 자문의견 정리



7. 개선방안 도출(전기실 설계기준)

□ 개선1안 – 단순부하용 전기실 구성설비 간소화

구분	As - Is	To - Be
구 성 도		
구성설비	GLBS반(3회로) 2면, PT반 2면, VCB반 2면	GLBS반(3회로) 2면
경 제 성	138백만원(100%) - Tr 제외	50백만원(36%) - Tr 제외
적용장소	역사, 방재실, 신호장, 간이역, 변전건물, 고속철도	간이역, 변전건물, 고속철도 터널 조명 (건물소내 전원 등 단순부하 사용 장소 적용)
개선내용	-	<ul style="list-style-type: none"> 적용장소 신설 및 설비 간소화 TR 휴즈 상태 감시 원제 반영

7. 개선방안 도출(전기실 설계기준)

□ 개선1안 – 원제감시 대상 추가

구분

As – Is(설계편람)

To – Be(설계편람)

설계편람(전력편)

제 6장 수,배전설비

2. 원격제어설비

2.1 감시 및 제어대상

원방제어설비 대상은 전력설비에 대한 22.9KV 및 6.6KV 계통의 주요기기 및 장치 등을 포함하여야 한다.

2.1.1 한전 22.9KV 수전반

2.1.2 수전단 2차측 특별고압 및 고압 연락 배전반

2.1.3 각 전기실의 인입 및 인출 특별고압반, 변압기

설계편람(전력편)

제 6장 수,배전설비

2. 원격제어설비

2.1 감시 및 제어대상

원방제어설비 대상은 전력설비에 대한 22.9KV 및 6.6KV 계통의 주요기기 및 장치 등을 포함하여야 한다.

2.1.1 한전 22.9KV 수전반

2.1.2 수전단 2차측 특별고압 및 고압 연락 배전반

2.1.3 각 전기실의 인입 및 인출 특별고압반, 변압기

2.1.4 간이역, 변전건물, 고속철도 배전소 등 차단기 미 설치 전기실의 변압기 2차측 전압 감시

원제
설비

회차	디지털 입력										아날로그 입력				비고
	회차	비고	신호						전압	전류	비고	비고			
			신호	신호	신호	신호	신호	신호							
SHV - 1	○														
SHV - 2	○														
GIS - 1														DIGITAL UNIT	
GIS - 2	○		○	○	○		○		○					DIGITAL UNIT	
GIS - 3														DIGITAL UNIT	
GIS - 4	○		○	○	○		○		○					DIGITAL UNIT	

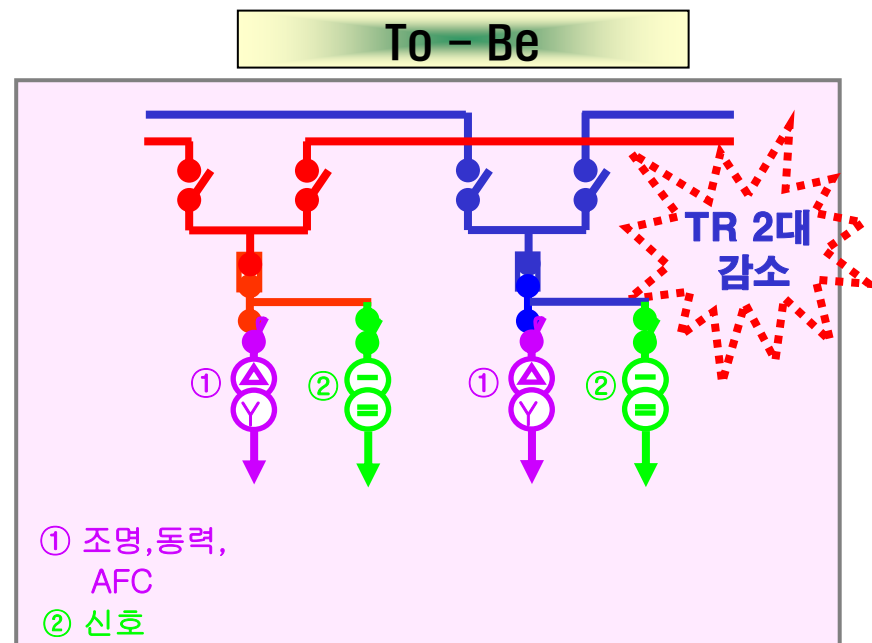
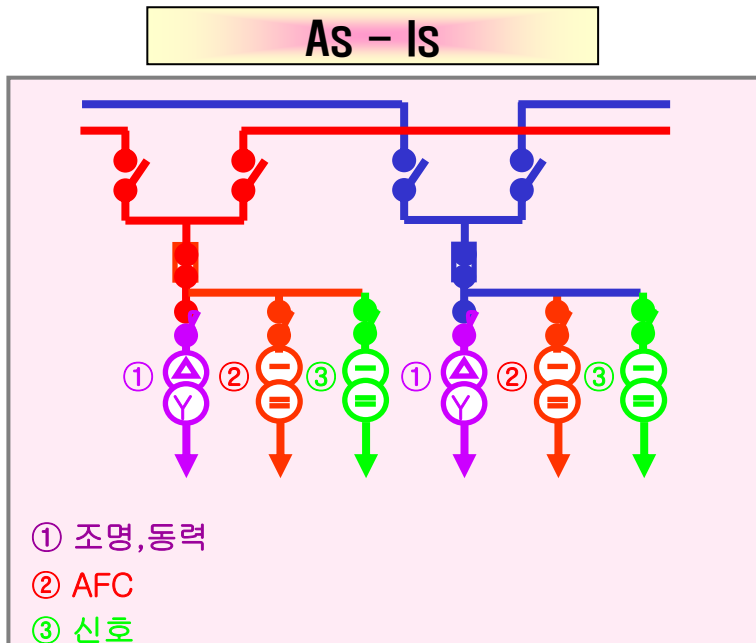
구분	디지털 입력						아날로그 입력						비고
	차	단	신호				전압	전류	비교	비교	비교		
			비교	비교	비교	비교							
SHV - 1	○												
SHV - 2	○												
TR - 1													변압기 전압감시
TR - 2													변압기 전압감시

변압기 2차측 전압 감시 추가

7. 개선방안 도출(변압기 통합)

구분	항목명	개 선 2 안	세부 개선안
X2	변압기 통합화 미흡	역무통신설비용 변압기와 전등 변압기 통합 구성	• 개선 1 • 역무통신변압기와 조명변압기를 통합하여 하나의 변압기로 구성
			• 개선 2 • 역무통신 전원선은 저압반에서 역무통신 분전반까지 전용으로 2회선 구성

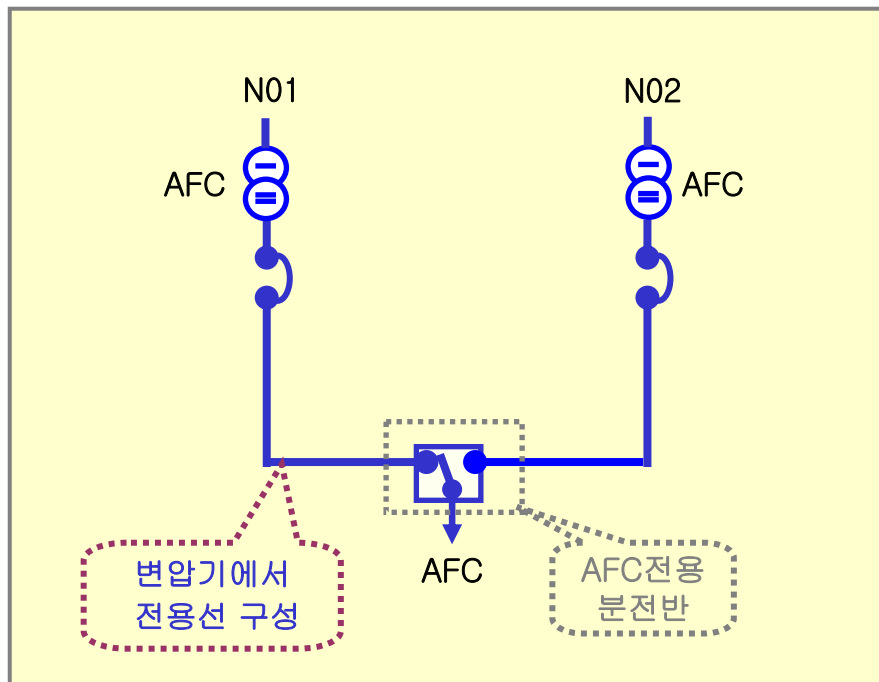
□ 개선안(2-1) - 변압기 통합 구성



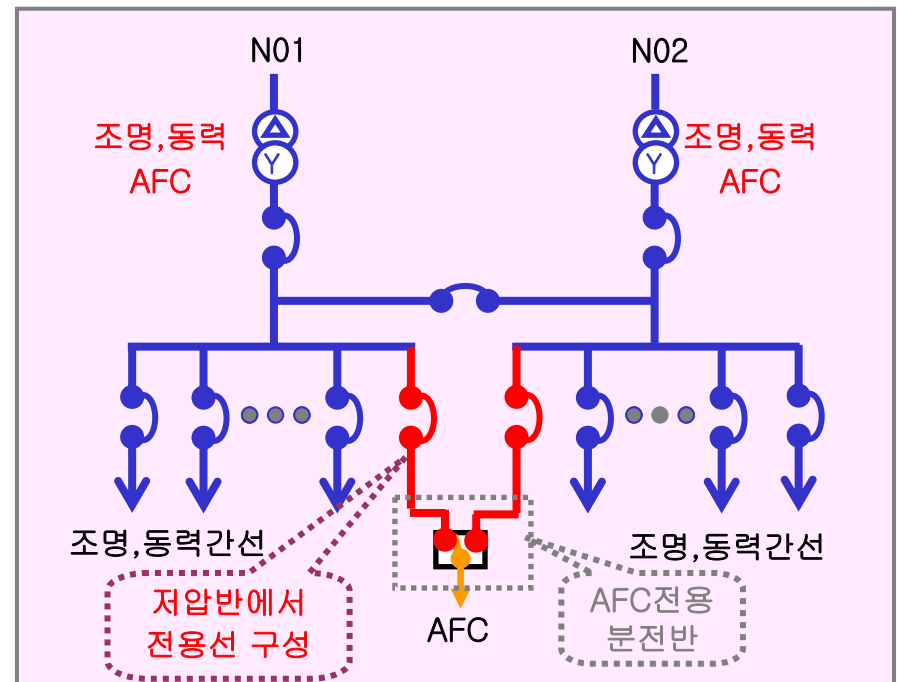
7. 개선방안 도출(변압기 통합)

□ 개선안(2-2) – 역무통신설비 전원선 구성

As - Is



To - Be



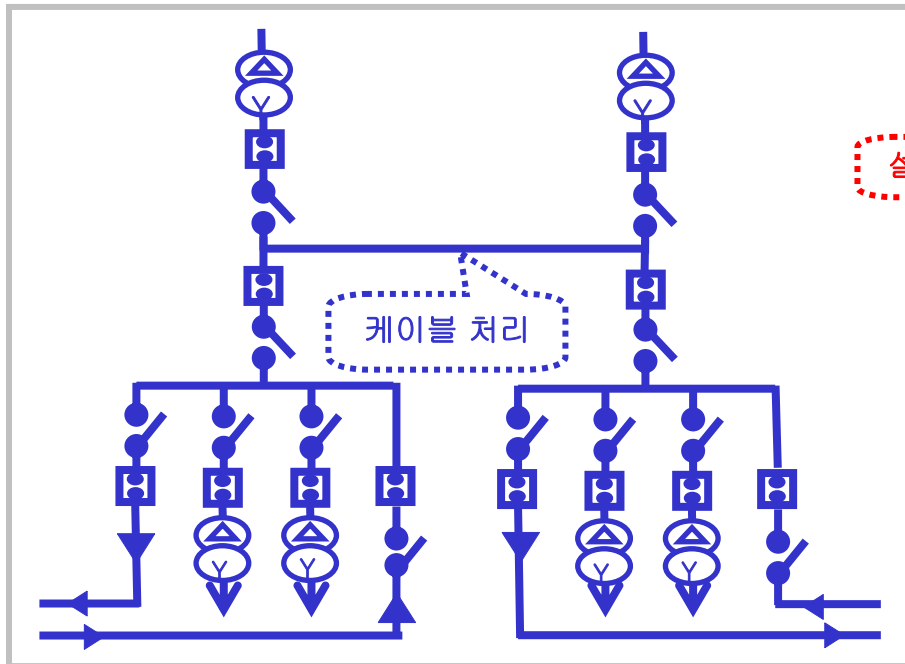
[개선효과]

- ◆ 건설비용 절감 : 26백만원/역
- ◆ 전기실 면적 감소 : 26.6㎡ (폭 1.4m×2면)
- ◆ 전기에너지 손실량 감소 : 6,132KWH/1역 절감효과 기대
- ◆ 전기설비 유지관리 비용 절감

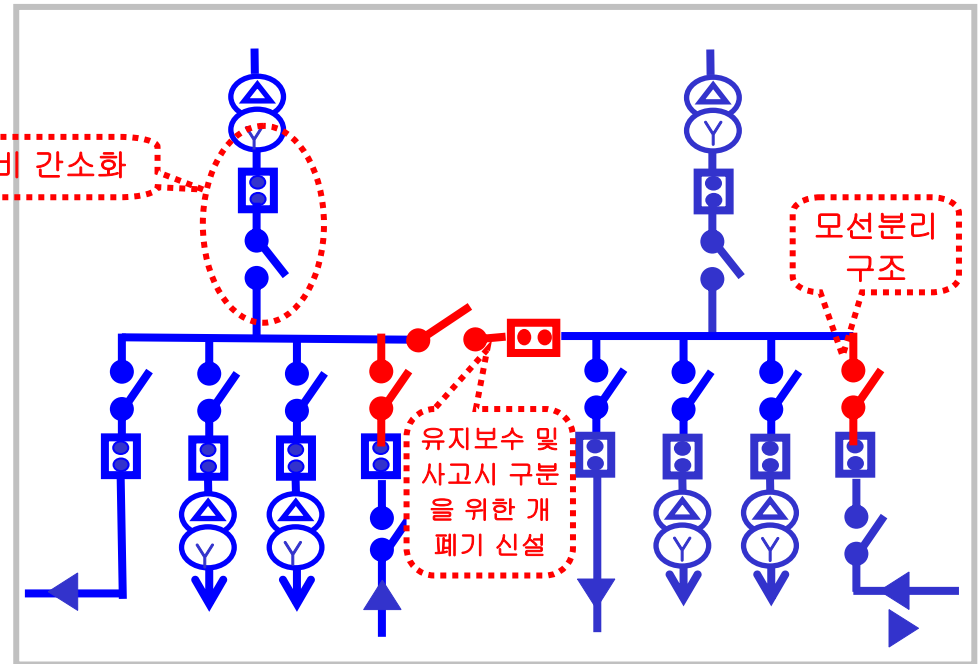
7. 개선방안 도출(수전실 단선결선도)

구분	항목명	개 선 3 안	세부 개선안
X3	비효율적인 설비운용	모선 구성방식을 개선하여 중복설비 제거	<ul style="list-style-type: none"> • 모선 구성 설비 간소화 섹션 단일모선 ⇒ 단일모선 방식 적용 • 설비 사고시 신속 분리를 위한 분리구조 반영

개선 전(As - Is)

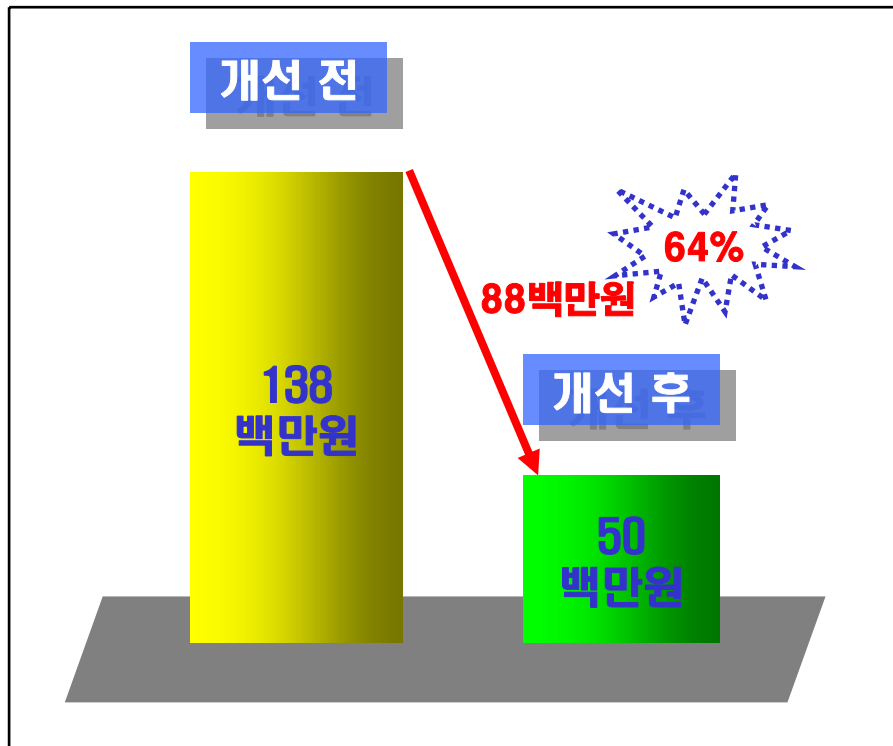


개선 후(To - Be)

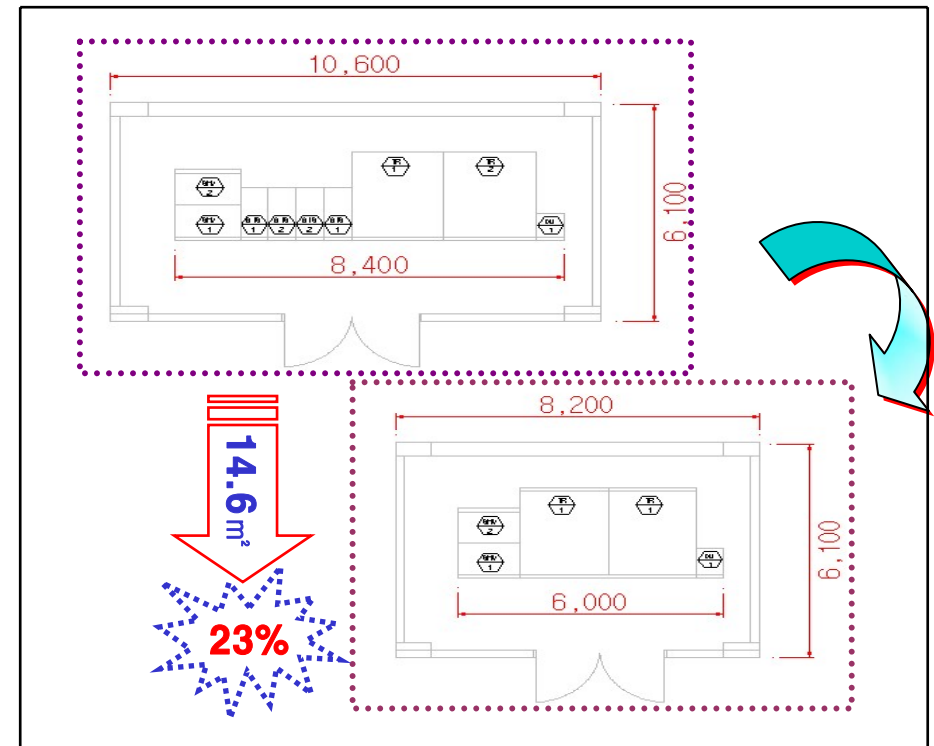


8. 개선효과(기준개정)

□ 개선 1안 – 소규모 전기실 구성설비 간소화



건설비용



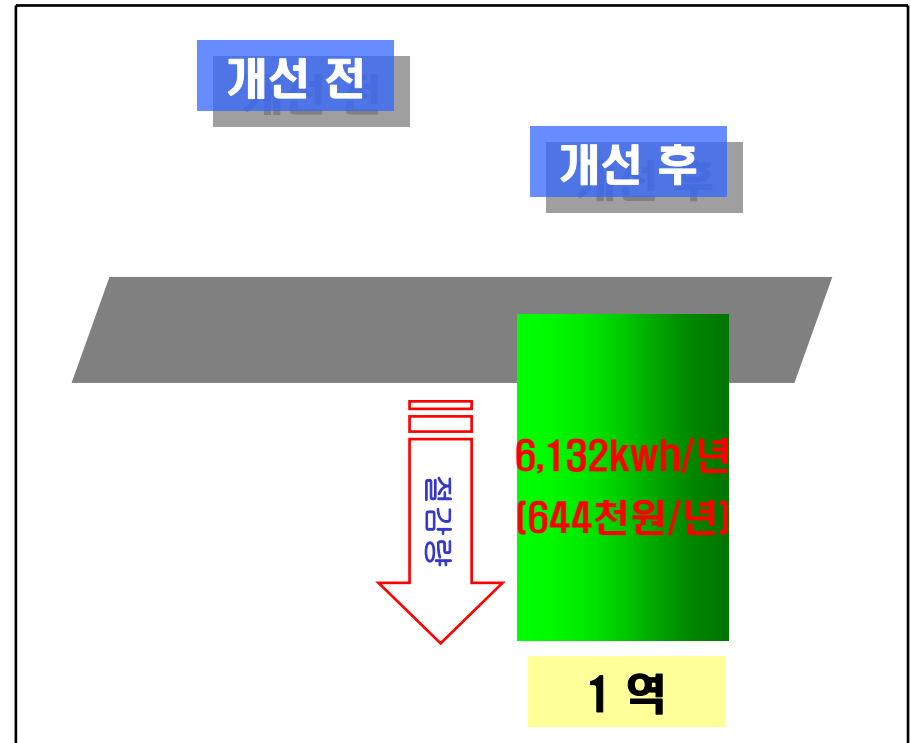
점유면적

8. 개선효과(기준개정)

□ 개선 2안 (변압기 통합)



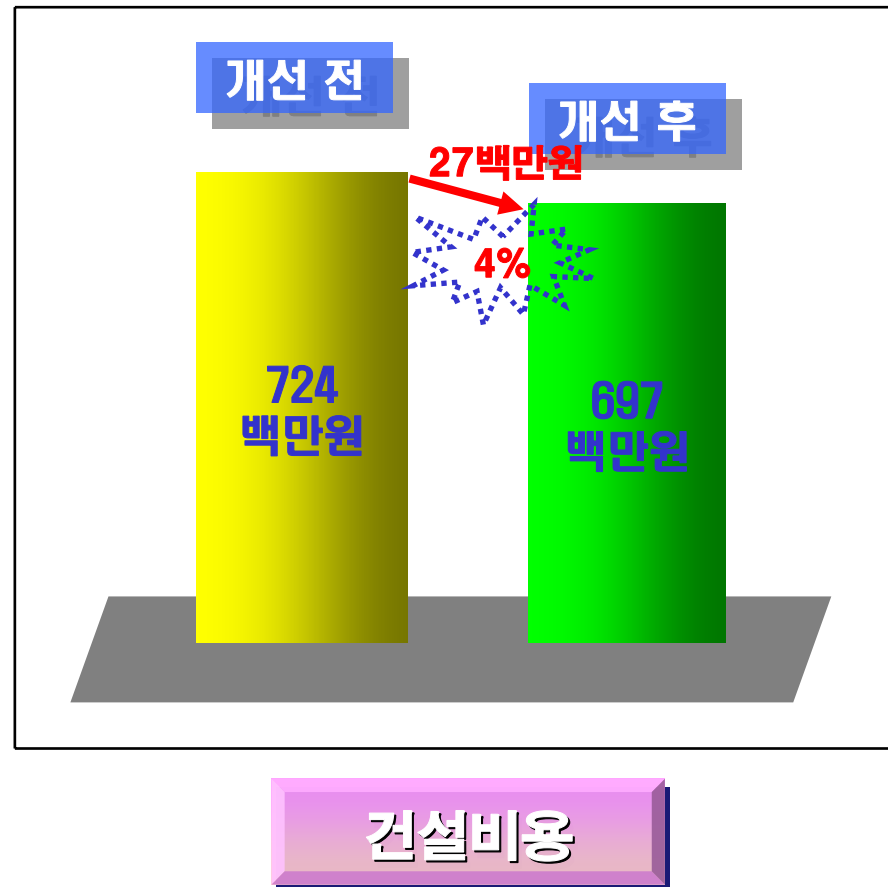
건설비용



전기에너지

8. 개선효과(기준적용)

□ 개선 3안 (수전실 모선방식 개선)



8. 재무효과(설계완료 구간 적용)

구분		적 용 대 상 사 업 (2009 ~ 2010년 적용)	산 출 근 거	효과금액
재무 효과	순재무 성과	삼랑진~진주 복선전철 부산신항배후철도 순천~여수 복선전철 망우~춘천 복선전철	1. 단순 부하용 전기실 구성설비 간소화 - 12개소 × 88백만원 = 1,056백만원 2. 조명 및 AFC변압기 통합 구성 - 30개소 × 12백만원 = 360백만원 3. 수전실 모선구성방식 개선 - 5개소 × 26백만원 = 133백만원	1,549백만원
			1. 전기요금 절감(년간) - 644천원 × 29개소 = 19백만원	19백만원
	합 계			1,568백만원
체질개선 효과		- 설비간소화로 유지보수비용 절감 및 현장관리 편리 - 설비 점유면적 축소로 건축비용 절감		

감사합니다

