

# Development of the KHNP ALARA CENTER Program for the Optimization of Radiation Dose to Workers

Jeong-In, KIM



The Best Radiation Health Expert Group in Korea  
**Radiation Health Research Institute**

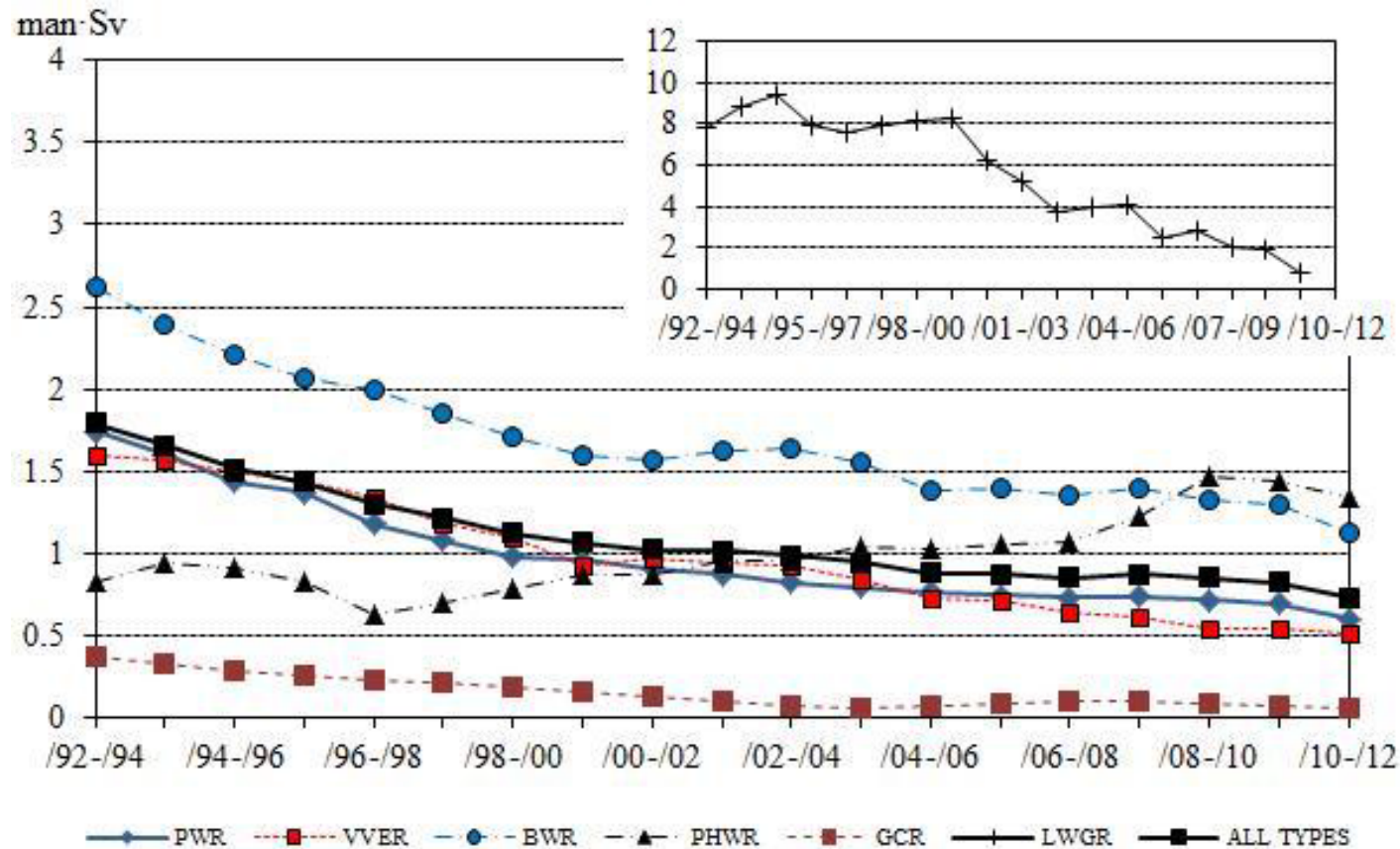
# Contents

1. Background
2. Introduction
3. KHNP ALARA Center
  - Structure
  - Detailed Function
  - ALARA Core Item
4. Discussions
5. Conclusions and Future work



# Background

## ■ Trend of occupational exposures at NPPs



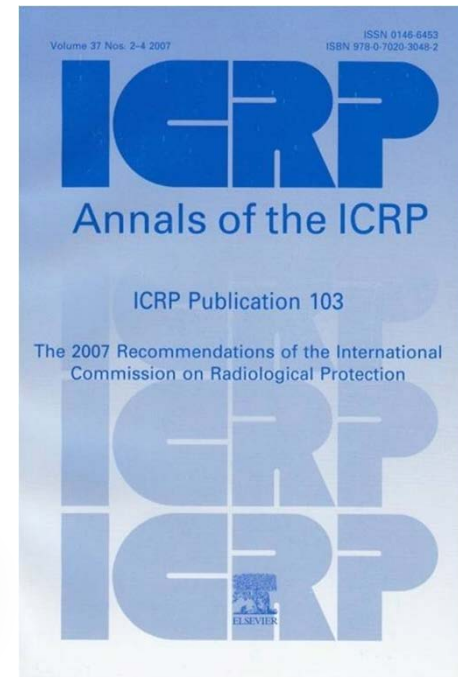
From ISOE Annual report 2012

# Background

- Regulatory pressures, technological advances, improved plant designs and operational procedures, ALARA culture and experience exchange contributed.
- However, the ALARA efforts are still in challenge.

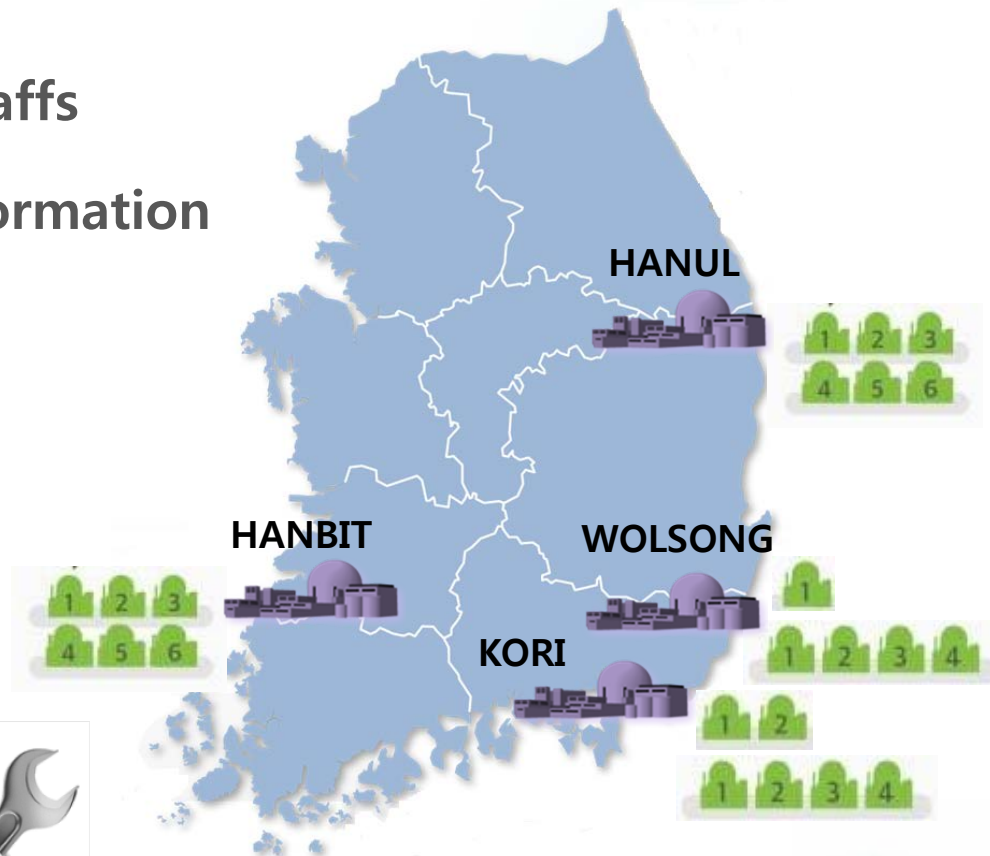
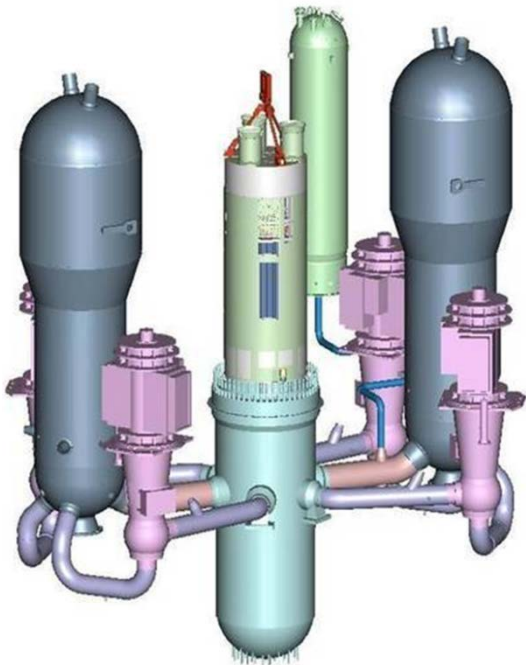
**Adoption of  
LNT Hypothesis**

**Application of  
Dose Constraints**



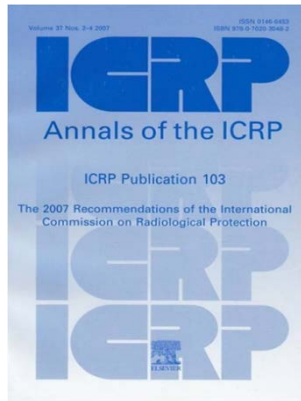
# Introduction

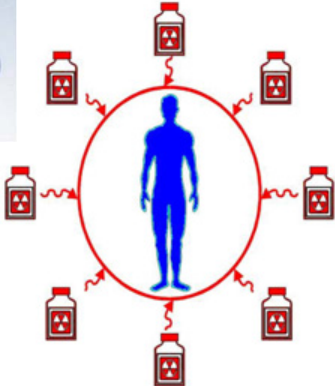

- **Need for**
  - Sharing OPEX with RP staffs
  - In-time access to the information



# Introduction

## ■ Job-based Application of Dose Constraints



Dose Limits	Constraints and Reference Levels
Protect individual workers from occupational exposure and the Representative Person from public exposure	
	
From all regulated sources in planned exposure situations	From a source in all exposure situations



# KHNP ALARA CENTER

[Home](#) [방사선일반](#) [방사선보호](#) [방사선폐기물](#) [문서관리](#) [정보공유](#) [실시간정보](#) [환경관리](#) [방재관리](#)

[방사선\(능\)측경\(RRMS\)](#) [방사선물질운반\(RMTMS\)](#) [방사선관리구역출입\(RCA-AMS\)](#) [HP 근무일지](#) [O/H 방사선주요작업\(ORWMS\)](#) [사이버 ALARA센터](#)

## 사이버 ALARA센터

접기 | 펼치기

- Home
- 기본정보
  - 방호방안관리
  - 표준작업관리
  - 선형금전가관리
- ALARA 계획서
  - 신규등록
  - 사전검토 및 위원회 상정
- ALARA 위원회
  - 회의체
  - 회의결과 등록
  - 이행현황(재개최)
- 현황 및 통계
  - ALARA Core Item
  - ALARA 참고자료
  - 게시판
  - 작업계획서관리
  - 방사선작업허가서관리

The diagram illustrates the ALARA process flow:

```

    graph LR
      A[ALARA 이행 프로세스] --> B[1 피폭상황 평가]
      B --> C[2 선량계약치 설정]
      C --> D[3 방호방안 탐색]
      D --> E[4 최적방안 선택]
      E --> F[5 최적화 이행]
      F --> G[6 성과평가]
      G --> A
  
```

**ALARA Process Flowchart:**

- 계획 (Planning):** 작업계획수립 (Task Plan Establishment)  
작업소요 및 투입공수 파악 (Identify work requirements and input manpower)
- 검토 (Review):** 피폭상황평가 (Exposure Situation Evaluation) → DC 선정 (DC Selection) → 선량계약치 (Dose Limit Setting) → 방호방안선평가 (Protection Measure Evaluation) [정량적 / 정성적]
- 이행 (Implementation):** 작업계획서 (Work Plan) → RWP (Radiation Work Permit) → 방사선관리구역출입 (Entry/Exit from Radiation Control Area) → ORWMS (Operational Radiation Work Management System) [작업 및 결과보고]
- 평가 (Evaluation):** 실적집계 (Performance Summary)  
· 피폭선량  
· 작업이행결과

**Left Sidebar:**

- 사이트맵
- Core Item
- ALARA DB

**Right Panel:**

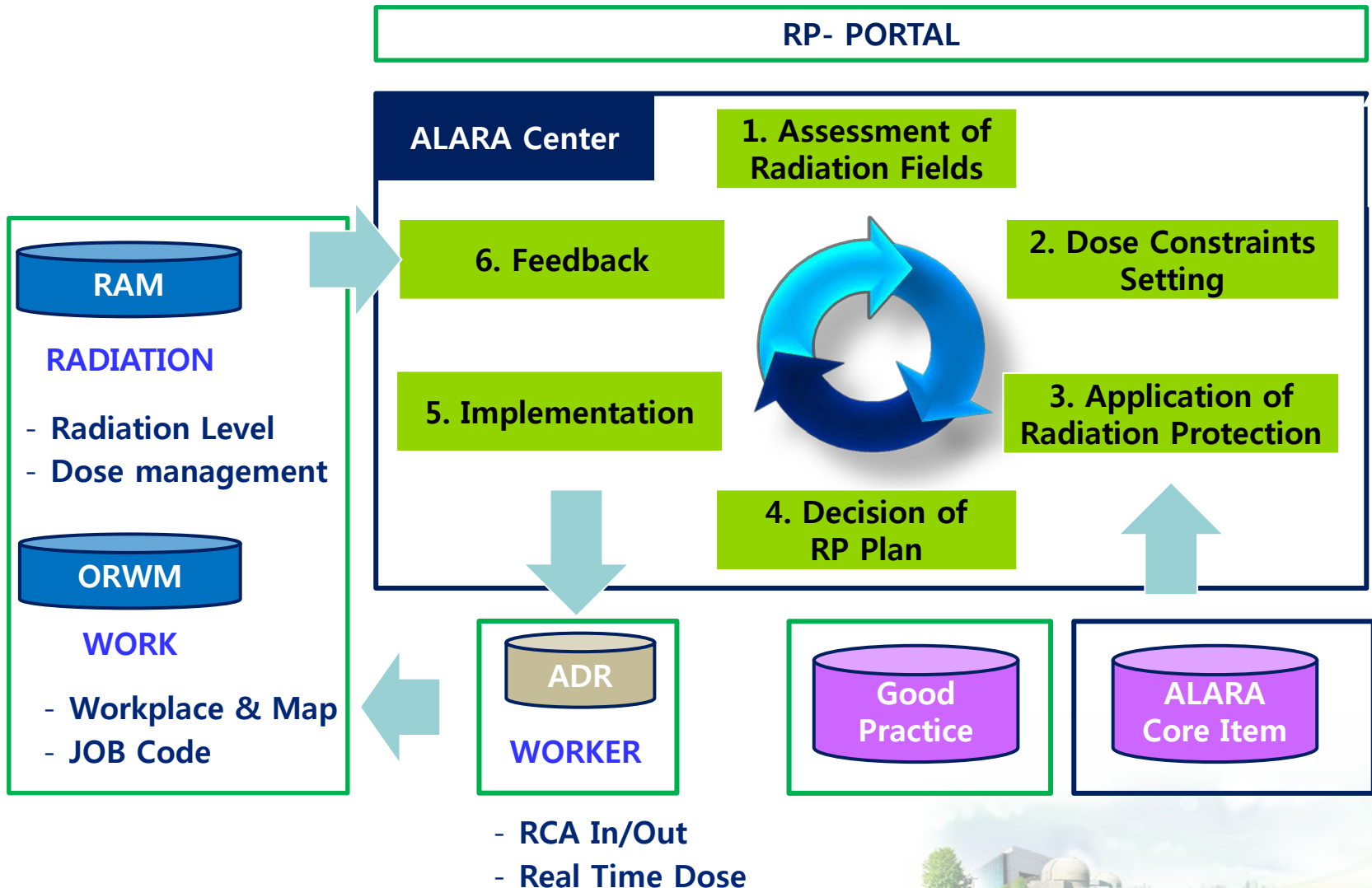
> 공지사항

> 나의 정보 2014.09.18 현재

계획건수	사전검토	회의결과
0건	0건	0건

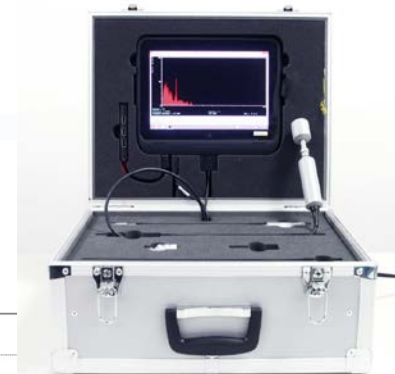
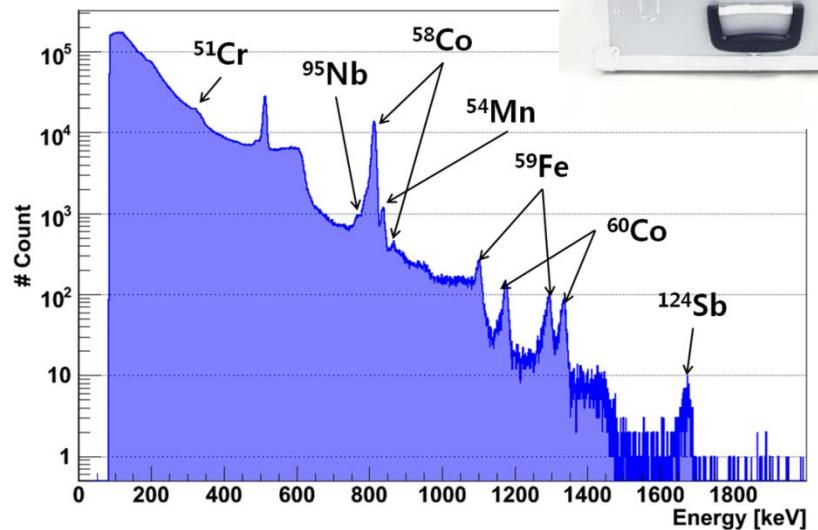
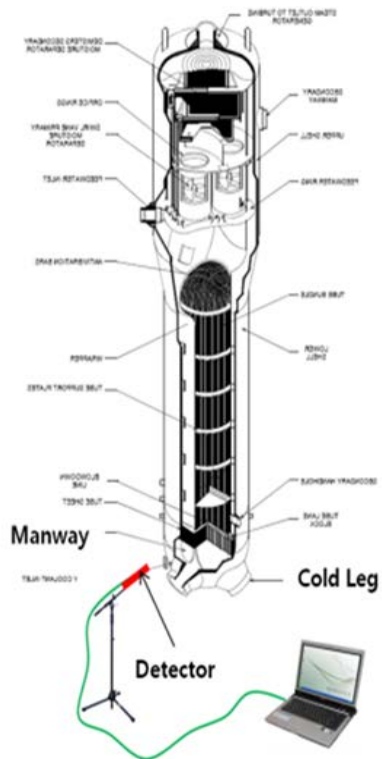
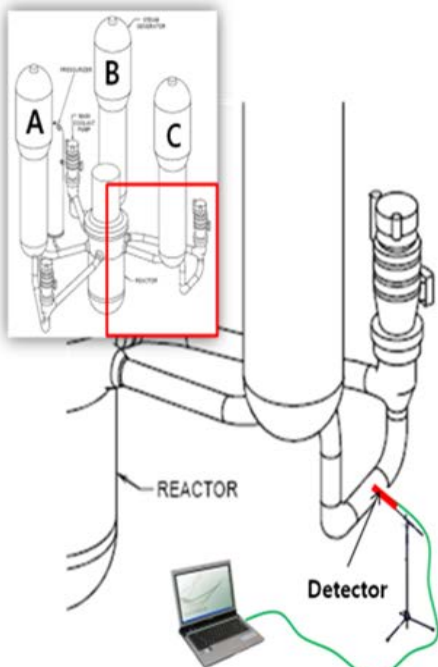
Copyright © Korea Hydro Nuclear Power Co., Ltd. All Rights Reserved.

# Structure



# Function

## 1. Assessment of Radiation Fields



**CZT1500(FWHM>40 keV)**

**Low dose rate**  
(  $< 500 \mu\text{Sv/h}$  )



**CZT1500(FWHM>30 keV)**

**Medium dose rate**  
( 1mSv/h~500μSv/h )



**CZT1500(FWHM>22 keV)**

**High dose rate**  
(  $>1\text{mSv/h}$  )

# Function

## 2. Dose Constraints Setting

**방사선관리포털 RP-Portal**  
Radiation Protection & Radioactive Waste Management Portal

Home 방사선일반 방사선방호 방사선폐기물 문서관리 정보공유 실시간정보 환경관리 방재관리

방재관리(EPM) 방사능방재사이버교육(EPELMS) 방사선비상조치시스템(RERAS)

**사이버 ALARA센터**

접기 | 펼치기

- Home
- 기본정보
- ALARA 계획서
  - 신규등록
  - 사전검토 및 위원회 상정
- ALARA 위원회
- 현황 및 통계
- ALARA Core Item
- ALARA 참고자료
- 게시판
- 작업계획서관리
- 방사선작업허가서관리
  - RWP 등록

**ALARA위원회 사전검토 조회**

관리번호: [ ] 상태: 검토-승인

발전소: 고리 1발전소 호기: 1호기

작업명: 노즐검 설치 및 제거\_LGH\_0731-01 방호방안: 세부작업별

계획 사전검토

**예상선량** 방호방안(세부작업별) 관련문서 결재선

위원회 대상: ☐ 비대상 ☒ 실무위원회 ☐ ALARA위원회

총예상피폭선량: 180 man-mSv 개인평균피폭선량: 10 mSv

총예상작업시간: 46 man-hr 총투입인원: 18 man

개인DC: 18.5 mSv ☐ 집단DC: 333 mSv ☒

DC선정내역

순번	세부작업	작업코드(중)	예상피폭선량(계획)	적용방사선량률	예상작업시간	투입인원	예상피폭선량(검토)
			(man-mSv)	(mSv/hr)	(hr)	(man)	(man-mSv)
1	노즐검 설치	EC11 S/G NOZZLE DAM ...	63	3	3	7	63
2	노즐검 제거	EC12 S/G NOZZLE DAM ...	105	5	3	7	105
3	맨웨이 OPEN	EC01 S/G MAN WAY OPEN	6	3	1	2	6
4	맨웨이 CLOSE	EC02 S/G MAN WAY CLOSE	6	3	1	2	6

이전 유사작업 조회

# Function

## 3. Application of Radiation Protection

### ALARA위원회 사전검토 조회

관리번호		상태	검토-승인
발전소	고리 1발전소	호기	1호기
작업명	노출염 설치 및 제거_LGH_0731-01	방호방안	세부작업별

계획 사전검토

Before

After

총예상피폭선량	180	man-mSv	방호전	180	man-mSv	방호후	47.25	man-mSv	예상저감률	73	%	방호방안 선정내역
방호방안	세부작업	예상피폭선량	예상피폭선량(방호...)	예상피폭선량(방호...)	선량감평가	비고						
납차폐_0730_1	노출염 설치	63	63	47.25	18,112,500							
	노출염 제거	105	105	0	0							
	맨웨이 OPEN	6	6	0	0							
	맨웨이 CLOSE	6	6	0	0							

※ 정량적(물리적) 방호방안은 한 가지만 적용 가능합니다.

적용	방호방안	소요예산	선량저감률	선량저감량	예상피폭량	선량감평가	결과	CE Ratio	우선	
		(원)	(%)	(man-mSv)	(man-mSv)				순위	
<input checked="" type="checkbox"/>	물리적(정량적) 납차폐_0730_1	1,200,000	25	15.75	47.25	18,112,500	만족	0.0045	1	상세보기
<input checked="" type="checkbox"/>	방법론적(정성적) 정성적 방안_0730	0	0	0	63	0		0		상세보기

Available RP method

Monetary value

이전 유사작업 조회

# Function

## 4. Decision of RP Plan

### Monetary value of KHNP

Dose range (mSv)	0~1	1~5	5~10	10~20	≥20
Monetary Value (USD/man-mSv)	50	200	1,000	4,000	8,500

### Cost Benefit Analysis

RP PLAN	COST [USD]	DOSE [mSv]			Benefit [USD]	NET
		Worker 1	Worker 2	Worker 3		
No PLAN	0	4	8	10	-	
PLAN 1	1000	3	6	8	4200	+3200
PLAN 2	3000	2	4	6	7600	+4600
PLAN 3	6000	1	2	4	9400	+3400

Benefit by PLAN 2 :  $(4-2) \times 200 + (8-5) \times 1000 + (5-4) \times 200 + (10-6) \times 1000$

# Function

## 5. Implementation

### WORK PLAN

Ex. S/G Tube Plugging

#### RWP 1

Ex. Equip. Installation

#### RWP 2

Ex. S/G #1 Plugging

⋮

### ADR Records

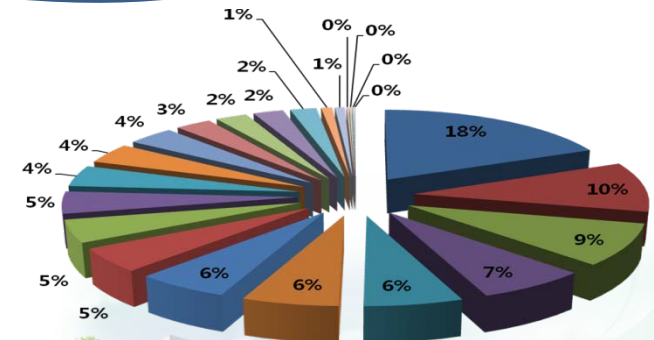
작업코드명	작업...	들어간날짜	시간	나온날짜	시간	선량(mSv)	작업시간(분)
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	19:10:00	2010.03.07	00:08:00	0.23	298
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	19:20:00	2010.03.08	00:20:00	0.16	300
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	02:37:00	2010.03.08	03:36:00	0.00	59
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	09:36:00	2010.03.09	11:21:00	0.01	105
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	14:41:00	2010.03.09	15:54:00	0.00	73
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	13:38:00	2010.03.10	16:43:00	0.00	185
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	09:23:00	2010.03.11	11:52:00	0.01	149
S/G TUBE 기타작업	EC39	2010.02...	13:24:00	2010.02.28	16:38:00	0.03	194
S/G TUBE 기타작업	EC39	2010.03...	09:00:00	2010.03.01	09:06:00	0.00	6
S/G TUBE 기타작업	EC39	2010.03...	09:34:00	2010.03.01	10:35:00	0.00	61
S/G TUBE 기타작업	EC39	2010.03...	13:46:00	2010.03.01	17:33:00	0.05	227
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	08:43:00	2010.03.02	09:16:00	0.02	33
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	09:21:00	2010.03.02	12:10:00	0.13	169
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	14:01:00	2010.03.02	18:41:00	0.24	280
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	15:28:00	2010.03.03	19:24:00	0.14	236
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	11:36:00	2010.03.04	16:03:00	0.08	267
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	17:20:00	2010.03.04	18:08:00	0.02	48
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	07:53:00	2010.03.05	12:55:00	0.08	302
S/G TUBE PLUG...	EC33	2010.03...	17:42:00	2010.03.05	19:32:00	0.01	110

Real Time

## 6. Feedback

Stored at  
ALARA Center

Work Progress Report  
Accumulated Doses by RWP/WP  
Accumulated dose to Workers  
Dose Distribution Report  
⋮



# ALARA Core Item



# ALARA Core Item

ALARA core item - Windows Internet Explorer

1. C/Z Monitoring | C/ZT 반도체 검출기

C/ZT Monitoring System 소개

- C/ZT Monitoring System이란
- C/ZT Monitoring System 구성
- C/ZT Monitoring System 개요
- 선량량 측정시스템
- 피폭선량 예측시스템

→ C/ZT 반도체 검출기

- C/ZT 반도체 검출기란
- C/ZT 반도체 검출기들
- C/ZT 반도체 검출기 작동원리

참고사항

- C/ZT Monitoring System 적용범위

C/ZT 반도체 검출기들

다양한 C/ZT 반도체 검출기

※ 이미지를 마우스로 클릭하여 자세한 설명을 확인해 보세요.

메뉴 닫기

▶ NEXT 버튼을 클릭하세요.

← PREV 2/3 NEXT →

ALARA core item - Windows Internet Explorer

2. Shutdown Chemistry | 1차 계통 방사성부식물 생성

1차 계통 방사성 부식물 생성과정

VOICE 현재 페이지는 음성여 지워지는 페이지입니다.

1차 계통의 CRUD 및 방사선장 형성 과정

부식물 생성 → 이동 → 노내 침적·방사화 → 노외 이동·노외 침적 → 방사선장 형성

Corrosion Product → Primary water → CRUD

Fuel

Cr-51, Co-60, Fe-55, Co-58

메뉴 닫기

▶ NEXT 버튼을 클릭하세요.

← PREV 2/2 NEXT →

ALARA core item - Windows Internet Explorer

6. Dose Constraints | 원전에서 Dose Constraints

ICRP103 가이드라인

ICRP103 선량제약치 가이드라인

제약치 및 참조준위 범위 <sup>a</sup> (mSv)	피폭상황의 특성	방사선방호 요건	예
20이상 100 <sup>a</sup> 까지	통제할 수 없는 선형 또는 선형 강도가 높고 불균형적으로 충격적인 선원에 피폭하는 개인. 통상 피폭 경로에 대한 조치로 피폭이 관리된다.	선량 강도를 고려한다. 선량이 100 mSv에 근접할수록 선량강도 노력을 증가되어야 한다. 방사선 위험에 관한 정보와 선량강도를 위한 조치에 관한 정보를 개인에게 제공해야 한다. 개인선량계가 수명되어야 한다.	방사선 비상상황으로부터 최고 계획 간섭선량에 대해 설정하는 참조준위. 단발성 중오작업을 위한 50 mSv 미만의 특정 제약치
1이상 20까지	피폭 자체로부터는 아닐 수 있지만 개인은 일반적으로 피폭상황에서 편익을 얻는다. 선원에 대한 조치 또는 피폭 경로에 대한 조치로 피폭을 관리할 수 있다.	가능하다면 개인이 선량을 낮출 수 있도록 일련적 접근이 가능해야 한다. 계획상황의 경우 개인에 대한 선량평가와 훈련을 수행해야 한다.	계획상황에서 직무피폭에 설정한 제약치. 방사선의약품으로 치료 받는 환자의 안전과 직업적 간섭에 대한 제약치. 주택 내 라돈으로부터

메뉴 닫기

▶ NEXT 버튼을 클릭하세요.

← PREV 1/2 NEXT →

ALARA core item - Windows Internet Explorer

7. 비용 편익 분석 | 선량금전가 소개

회사고유의 선량금전가 산출

회사고유의 선량금전가 산출

선량금전가(\$/man·Sv) 산출 방법론

- 인적자본방법론(Human Capital Methodology)
  - 사망의 수명기간 동안 생산될 수 있는 상품의 금전가치에 근거한 방법론
  - 1인당 국내총생산을 기반으로 한 통계적 생명 가치에 방사선에 의한 확률론적 건강영향의 위험 계수를 곱하여 단위선량당 생명 값을 산출
- 자원의사방법론(Willingness To Pay)
  - 개인의 구입 의향가가 구입을 위해 지불하고자 하는 최대 금액

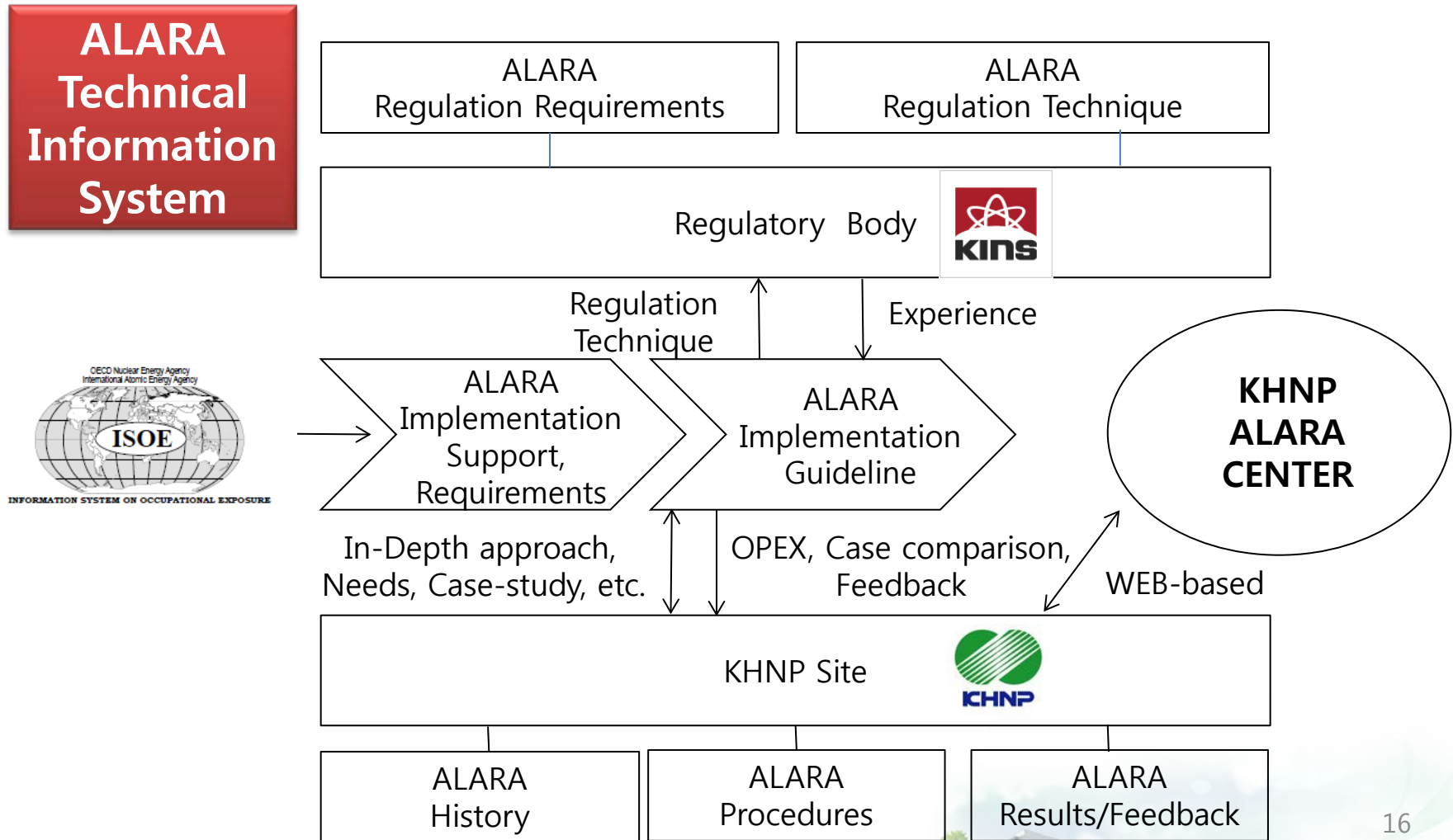
※ 자원의사방법론은 정량화가 어렵고 불확실성이 크기 때문에 일반적으로 인적자본방법론을 사용

메뉴 닫기

▶ NEXT 버튼을 클릭하세요.

← PREV 3/3 NEXT →

# Discussions



# Conclusions and Future work

- For the reasonable dose reduction and effective radiation work plan, the KHNP ALARA Center Program was developed.
- Plenty of written documents and recent information of good practices should be added or linked and continuous update is needed.
- Compensation policy for the user's voluntary attempts to dose reduction and protection activities should be considered.
- Also, for the management and effective use of ALARA CENTER, RP professionals should be trained.

# Thank you for your attention



The Best Radiation Health Expert Group in Korea  
**Radiation Health Research Institute**