

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

Jeong-In, KIM



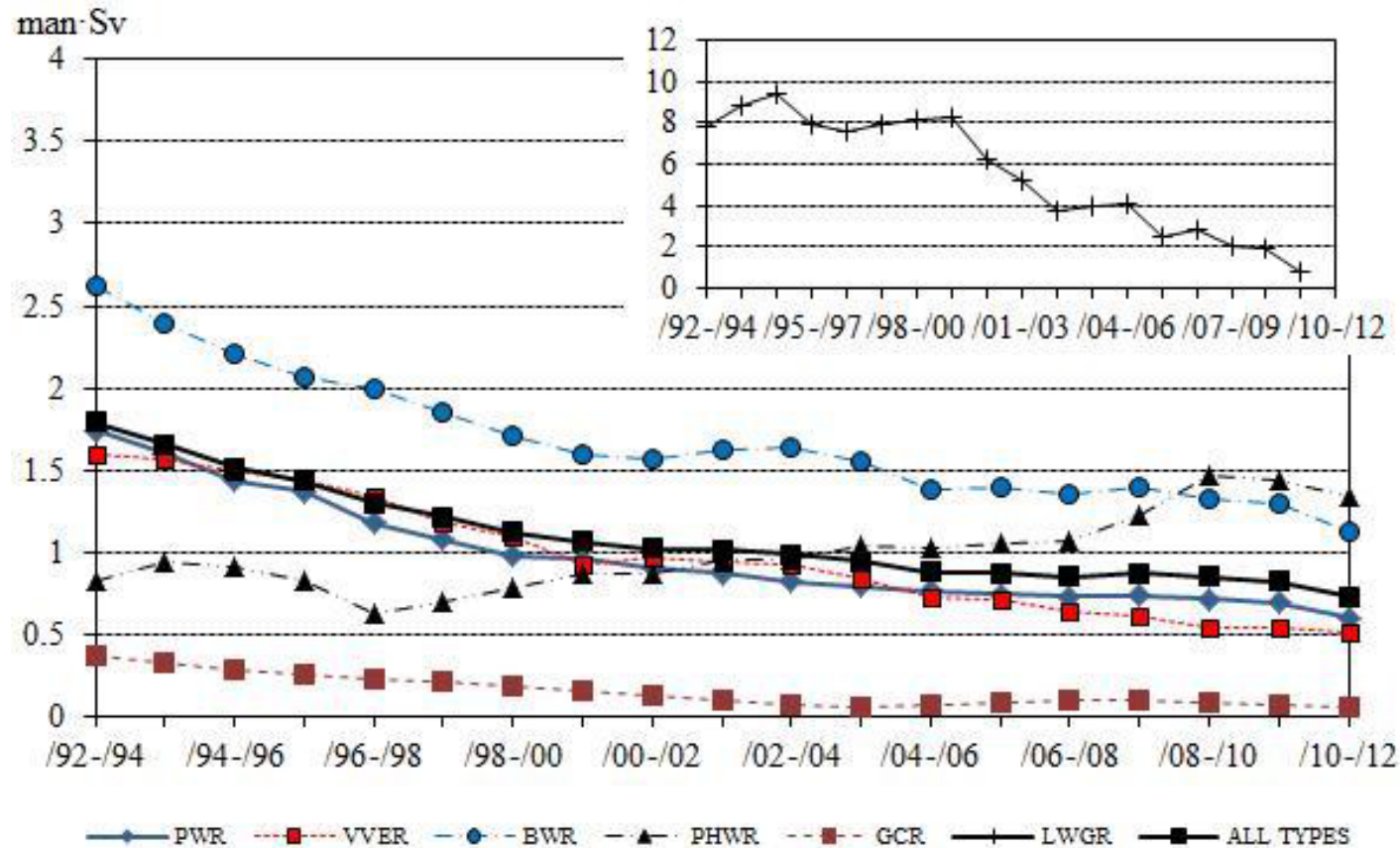
Contents

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



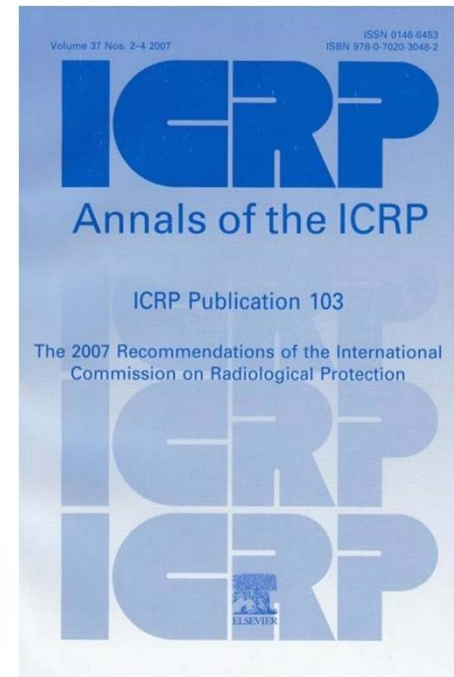
From IAEA Annual report 2012

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.

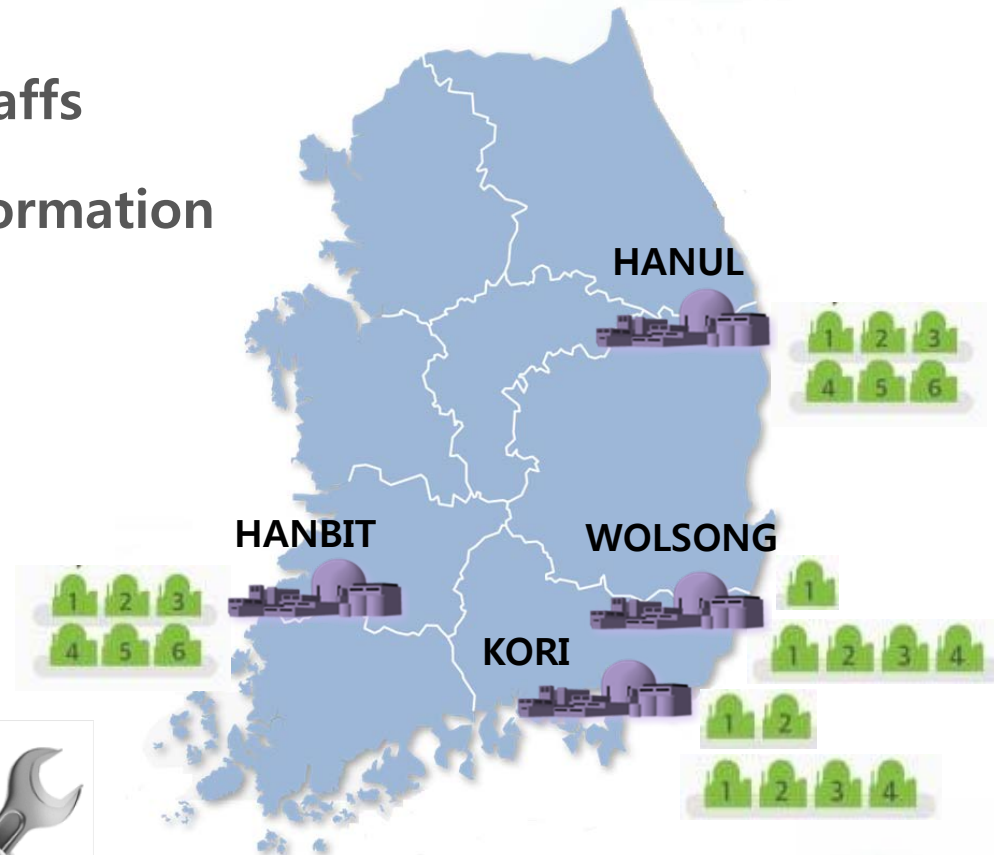
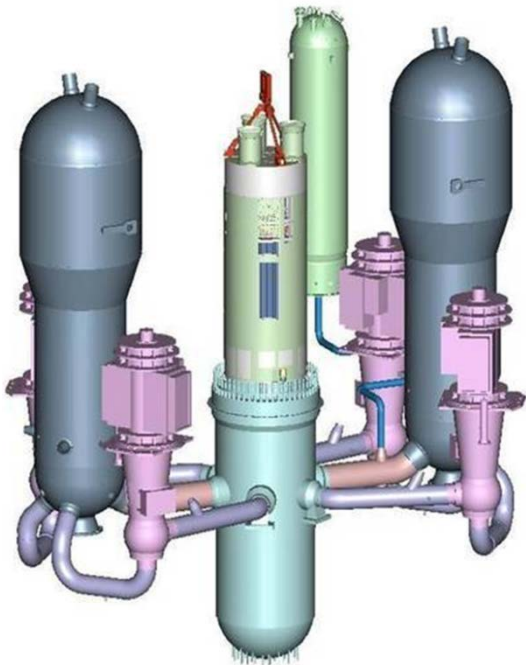
**Adoption of
LNT Hypothesis**

**Application of
Dose Constraints**



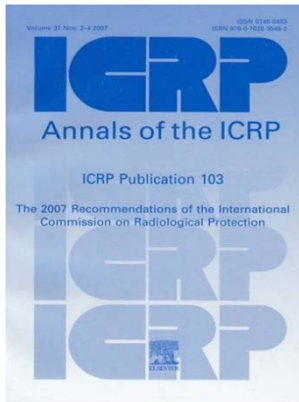
Introduction

- **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
<p align="center">Protect individual workers from occupational exposure and the Representative Person from public exposure</p>	
<p align="center">From all regulated sources in planned exposure situations</p>	<p align="center">From a source in all exposure situations</p>



KHNP ALARA CENTER

방사선관리포털 RP-Portal
Radiation Protection & Radioactive Waste Management Portal

Home 방사선일반 방사선보호 방사선폐기물 문서관리 정보공유 실시간정보 환경관리 방재관리

방사선(능)측정(RRMS) 방사성물질운반(RMTMS) 방사선관리구역출입(RCA-AMS) HP근무일지 O/개방사선주요작업(ORWMS) **사이버 ALARA센터**

사이버 ALARA센터

ALARA 이행 프로세스

1 피폭상황 평가
2 선량제약치 설정
3 방호방안 탐색
4 최적방안 선택
5 최적화 이행
6 성과평가

공지사항

나의 정보 2014.09.18 현재

계획건수 0건
사전검토 0건
회의결과 0건

ALARA Process

계획: 작업계획수립 (작업요소 및 투입공수 파악)

검토: 피폭상황평가 → DC 선정 (선량제약치) → 방호방안선정 (정량적 / 정성적)

이행: 작업계획서 → RWP (방사선관리구역출입) → ORWMS (작업 및 결과보고)

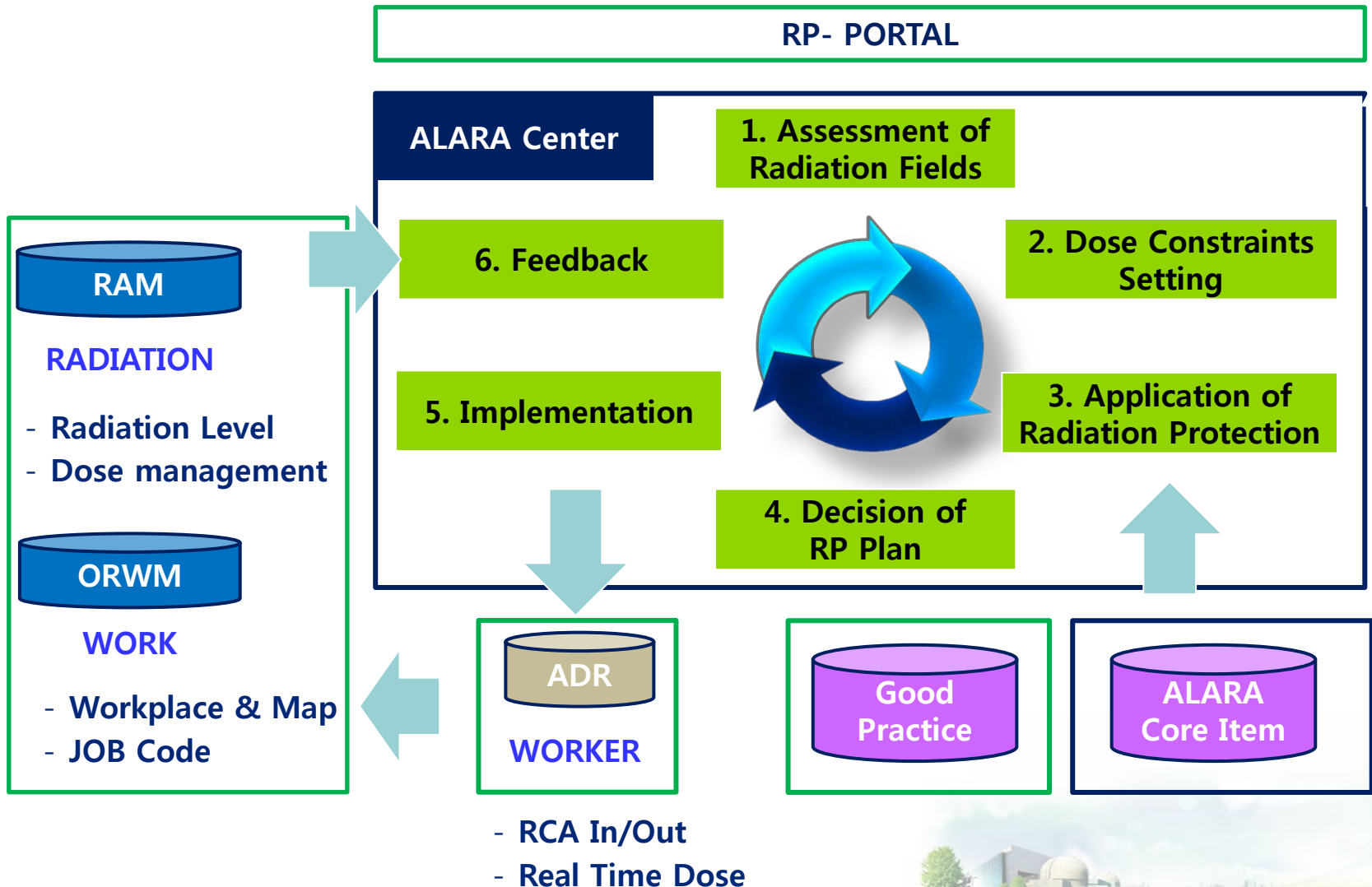
평가: 실적집계 (피폭선량, 작업이행결과)

사이트맵: Core Item, ALARA DB

한국수력원자력주
사이버 ALARA 센터

서울특별시 강남구 영동대로 520 우) 135-881
COPYRIGHT 2013 © Korea Hydro Nuclear Power Co.,LTD. All Rights Reserved

Structure



Function

2. Dose Constraints Setting

방사선관리포탈 RP-Portal
Radiation Protection & Radioactive Waste Management Portal

Home 방사선일반 방사선방호 방사성폐기물 문서관리 정보공유 실시간정보 환경관리 방재관리

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

사이버 ALARA센터

ALARA위원회 사전검토 조회

관리번호: [] 상태: 검토-승인

발전소: 고리 1발전소 호기: 1호기

작업명: 노즐멈 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 개인DC: 18.5 mSv DC선정내역

총예상작업시간: 46 man-hr 총투입인원: 18 man 집단DC: 333 mSv

순번	세부작업	작업코드(중)	예상피폭선량(계획)	적용방사선량률	예상작업시간	투입인원	예상피폭선량(검토)
			(man-mSv)	(mSv/hr)	(hr)	(man)	(man-mSv)
1	노즐멈 설치	EC11 S/G NOZZLE DAM ...	63	3	3	7	63
2	노즐멈 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 유사업무 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	세부작업	예상피폭선량	예상피폭선량(방호...)	예상피폭선량(방호...)	선량저감률	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	선량저감률	결과	CE Ratio	우선
대부		(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
<input checked="" type="checkbox"/>	방법론적(정성적) 정성적 방안_0730	0	0	0	63	0		0	

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...	들어간날자	시간	나온날자	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



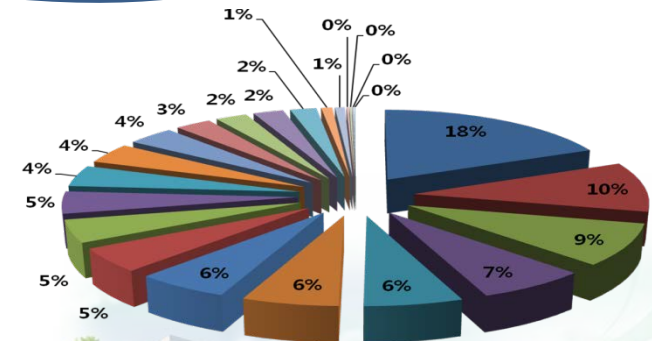
6. Feedback

Stored at
ALARA Center



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

⋮



ALARA Core Item

The screenshot shows a web browser window titled "ALARA core item - Windows Internet Explorer". The main content area features a large blue header with the text "ALARA core item" and a sub-header in Korean: "※ 차시명을 클릭하여 학습을 시작하세요." Below this, there are several icons: a battery, a lightbulb, and a water drop, each connected by lines to a central point. A blue circular button with an information icon and the text "학습도우미" is located at the bottom left. On the right side, a "LIST OF ITEM" menu is displayed, listing eight items: 01 CZT Monitoring, 02 Shutdown Chemistry, 03 Zinc Injection, 04 Cyber Plant (highlighted in green), 05 Tele-Monitoring, 06 Dose Constraints, 07 비용 편익 분석, and 08 Robotics. The background of the interface shows a stylized nuclear power plant and a desk with books and a pen.

ALARA core item

※ 차시명을 클릭하여 학습을 시작하세요.

LIST OF ITEM

- 01 CZT Monitoring
- 02 Shutdown Chemistry
- 03 Zinc Injection
- 04 Cyber Plant
- 05 Tele-Monitoring
- 06 Dose Constraints
- 07 비용 편익 분석
- 08 Robotics

학습도우미

한국수력원자력

ALARA Core Item

1. CZT Monitoring | CZT 반도체 검출기

CZT 반도체 검출기들

다양한 CZT 반도체 검출기

※ 이미지를 마우스로 클릭하여 자세한 설명을 확인해 보세요.

▶ NEXT 버튼을 클릭하세요.

한라수력원자력

2. Shutdown Chemistry | 1차 계통 방사성부식물 생성

1차 계통 방사선 부식물 생성과정

VOICE 현재 페이지는 음성에서 지원되는 페이지입니다.

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

▶ NEXT 버튼을 클릭하세요.

한라수력원자력

6. Dose Constraints | 원전에서 Dose Constraints

ICRP103 가이드라인

ICRP103 선량제한치 가이드라인

계약치 및 참조준위 범위(mSv)	피폭상황의 특성	방사선보호요건	예
20이상 100 ^{이하} 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 노출은 증가되어야 한다. 방사선 위험에 관한 정보와 선량강도를 위한 조치에 관한 정보를 개인에게 제공해야 한다. 개인선량계가 수반되어야 한다.	방사선 비상상황으로부터 최고 계획 권역선량에 대해 설정하는 참조준위. 단발성 중요작업을 위한 50 mSv 미만의 특별 계획치
1이상 20까지	피폭 자체로부터는 아닐 수 있지만 개인은 일반적으로 피폭상황에서 편익을 얻는다. 선량에 대한 조치 또는 피폭 경로에 대한 조치로 피폭을 관리할 수 있다.	가능하다면 개인의 선량을 낮출 수 있도록 일반적 경보가 가능하여야 한다. 계획상황의 경우 개인에 대한 선량평가와 훈련을 수행해야 한다.	계획상황에서 직무피폭에 설정된 계약치, 방사선의의의적으로 치료 받는 환자의 위안자와 직업적 강연자에 대한 계약치, 주핵 내 라돈으로부터

▶ NEXT 버튼을 클릭하세요.

한라수력원자력

7. 비용 편익 분석 | 선량금전가 소개

회사고유의 선량금전가 산출

회사고유의 선량금전가 산출

- 수명단축으로 인한 생산손실을 감소로 표현
- 전기적용의 평균연봉에 방사선의 확률론적 위험계수를 곱하여 산출
- 방사선의 영속 위험계수는 ICRP 103 인용

선량금전가(\$/man·Sv) 산출 방법론

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

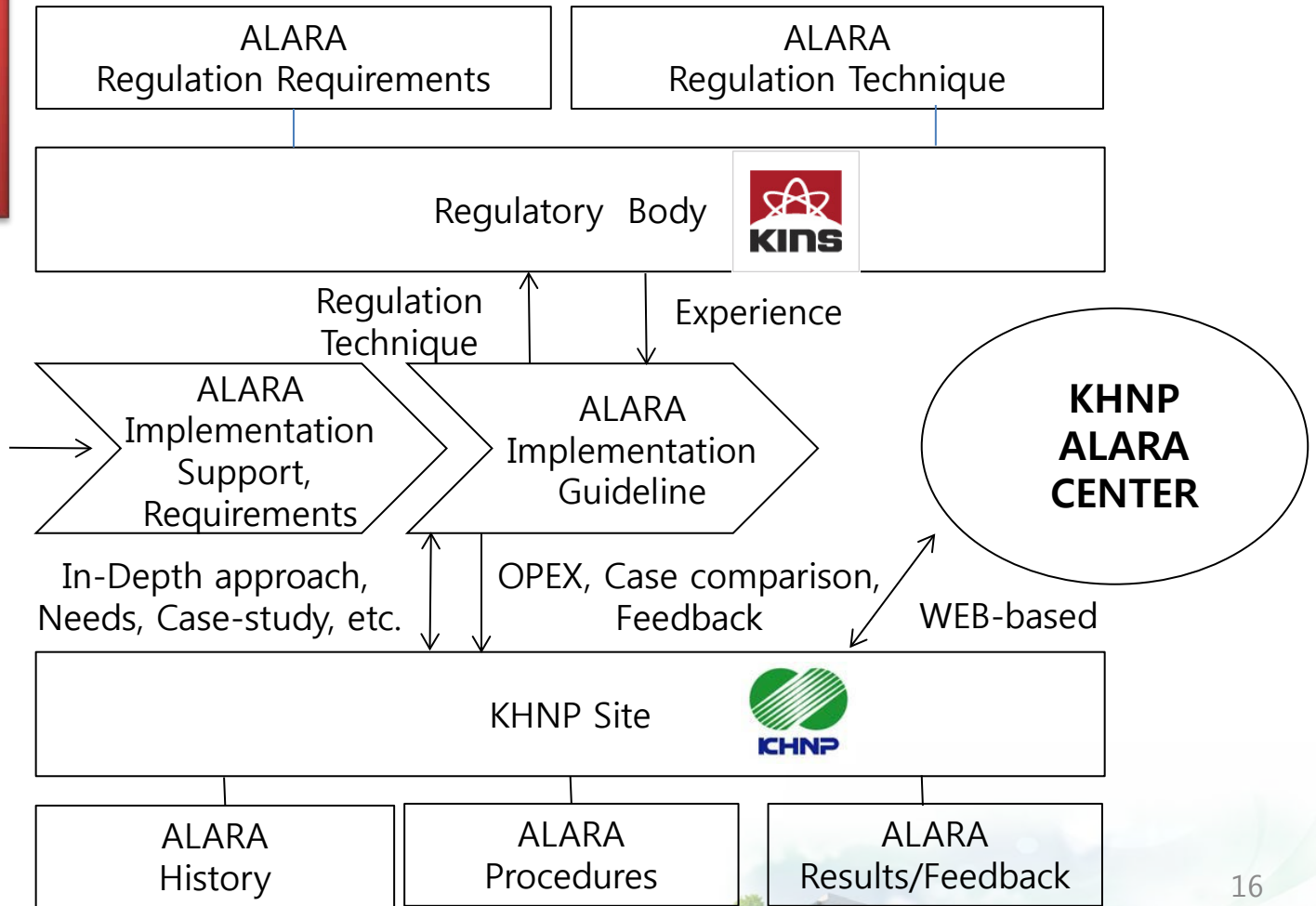
▶ 자본의사방법론은 정량화가 어렵고 불확실성이 크기 때문에 일반적으로 인적자본방법론을 사용

▶ NEXT 버튼을 클릭하세요.

한라수력원자력

Discussions

ALARA Technical Information System



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