

出國報告（出國類別：其他）

赴瑞典西屋公司執行品保稽查作業及 參訪相關設施出國報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：陳昭睿 副工程師

劉如峯 副工程師

派赴國家：瑞典

出國期間：106年9月23日~106年9月29日

報告日期：106年10月27日

摘要

本次公差的主要目的為至瑞典西屋電氣公司(Westinghouse Electric Sweden AB)進行品質保證稽查，討論核能研究所委託該公司執行計畫工作之進行，並參訪其相關設施。

核能研究所接受台灣電力公司委託執行「核一廠除役許可申請及除役作業規劃工作」與「核二廠除役許可申請及除役作業規劃」，委託分包瑞典西屋公司之工作與執行情況，如下所述：

依據「核一廠除役作業排程與放射性廢棄物產量調查」招標規範第一項所列之分包研究工作，包括：核一廠除役工程管理及作業排程之規劃、除役放射性廢棄物產量之初步調查與估算，皆已執行並完成驗收。另招標規範第二項所列之國外異地訓練與參訪，已於 103 年 3 月 16 日至 4 月 9 日執行完畢，無需進一步稽查。本案僅剩招標規範第三項所列之技術服務諮詢尚在執行中，並要求該公司必須以符合核能級品保的方式執行工作。

依據「核二廠除役重要參數分析及核電廠整體拆解研究」招標規範第一項所列之分包研究工作，包括：核二廠除役重要參數分析、核電廠除役之 SSC 拆解概念規劃，以及招標規範第三項所列之技術服務諮詢，依合約要求由本所委託瑞典西屋公司尚在執行中，並要求該公司必須以符合核能級品保的方式執行工作。另招標規範第二項所列之國外異地訓練與參訪，已於 106 年 2 月 11 日至 3 月 5 日執行完畢，無需進一步稽查。

本次公差由具有稽查領隊資格以及稽查員資格之人員，前往該公司進行品保稽查，現地了解該公司品保執行狀況，此外也與該公司執行計畫的工程師，針對目前工作進行討論。

關鍵字：品保稽查、核電廠除役。

目 次

摘 要.....	i
一、目 的.....	1
二、過 程.....	3
三、心 得.....	31
四、建 議 事 項.....	32
五、附 錄.....	33

一、目的

由於核一廠 1、2 號機的運轉執照有效期將分別於 107 年 12 月 9 日與 108 年 7 月 14 日屆滿，核二廠一、二號機的運轉執照有效期將分別於 110 年 12 月與 112 年 3 月屆滿。依照我國相關法規規定，台電公司應於 104 年 12 月前提報「核一廠除役計畫」，於 107 年 12 月前提報「核二廠除役計畫」，併同其他申請文件，向原能會提出除役許可申請。核能研究所接受台電公司委託「核一廠除役許可申請及除役作業規劃工作」與「核二廠除役許可申請及除役作業規劃」之技術服務工作，負責核一/二廠除役作業內容與時程之規劃、編寫除役計畫及協助台電公司向主管機關申請除役許可。整體除役計畫之規劃基準，則根據台電公司招標規範參所述，於契約執行期間內，應依據相關最新政策指示、法規條文、標準、規則及釋示內容或台電公司其他相關計畫之最新執行情形或其他應納入之資料，併入「核一廠除役計畫」與「核二廠除役計畫」中。

因核電廠除役涉及之專業與領域十分廣泛，且為能確保執行期間能有完整之技術與人力、能力，本所已於投標階段前已完成分包廠商遴選，邀請國外具有合作意願之 **Westinghouse Electric Sweden AB**(瑞典西屋公司)共同參與合作，負責「核一廠除役作業排程與放射性廢棄物產量調查」與「核二廠除役重要參數分析及核電廠整體拆解研究」，故順利通過台電公司評選，取得「核一廠除役許可申請及除役作業規劃工作」與「核二廠除役許可申請及除役作業規劃」技術服務案。

依據「核一廠除役許可申請及除役作業規劃工作」之「稽查作業品質程序書(CNDP-01-QP-005)」5.2 節規定，本所需針對委外廠商

定期進行外部稽查，以符合品質管理系統之求。本次國外公差即據以赴委外廠商瑞典西屋公司，實地稽核計畫執行所依據的品質保證制度以及截至稽核期間為止的品質保證執行狀況，以確保委託外計畫執行過程與結果，符合核能級品質保證的嚴格要求。

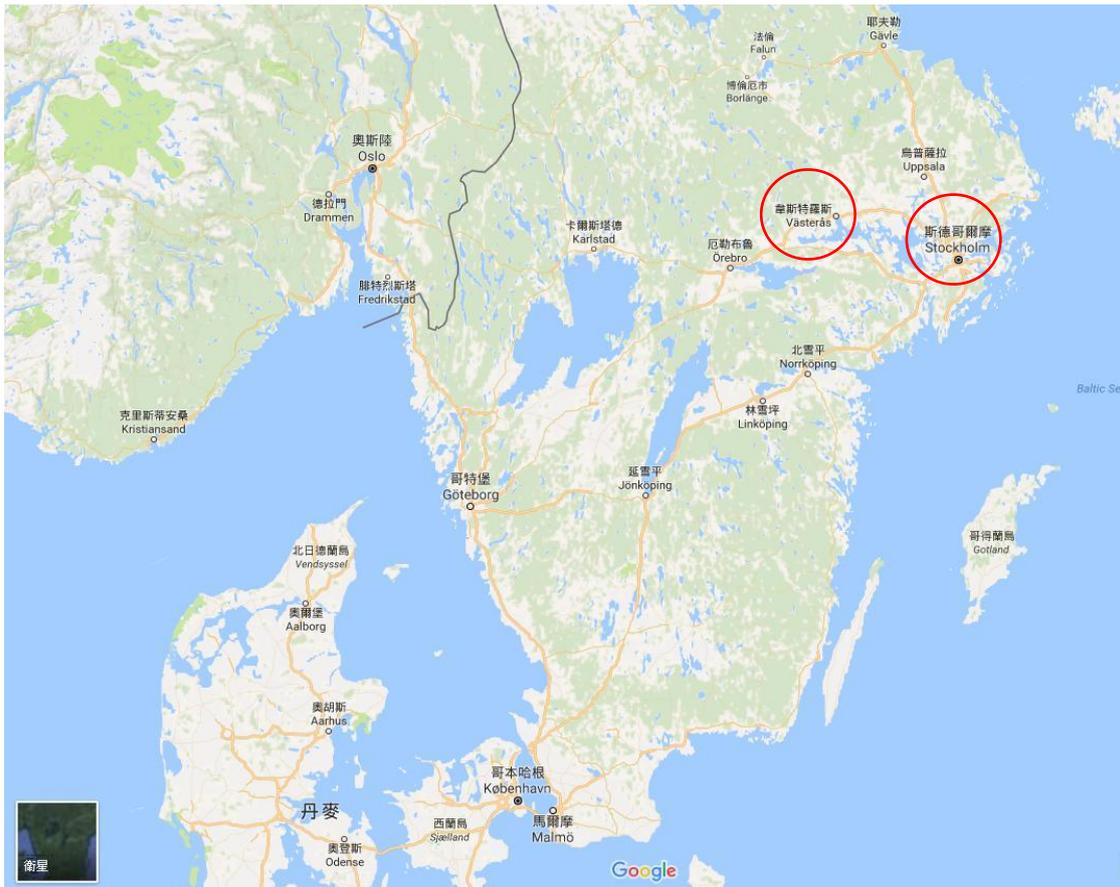
此外，本次公差也與瑞典西屋公司執行計畫的工程師，針對目前工作進行討論，並參訪其相關設施。

二、過 程

此次公差赴瑞典西屋公司(Westinghouse Electric Sweden AB)，位於瑞典首都斯德哥爾摩(Stockholm)西方約 100 公里的韋斯特羅斯(Västerås)，如圖一所示。

全程共計 7 天，由 106 年 9 月 23 日至 9 月 29 日，詳細行程如下：

日期	行程	公差地點	工作內容
106.9.23(六)	台北 → 法蘭克福	法蘭克福	去程
106.9.24(日)	法蘭克福 → 韋斯特羅斯	韋斯特羅斯	轉機
106.9.25(一)		韋斯特羅斯	品保稽查
106.9.26(二)		韋斯特羅斯	品保稽查與工作討論
106.9.27(三)		韋斯特羅斯	參訪相關設施
106.9.28(四)	韋斯特羅斯 → 法蘭克福	法蘭克福	返程
106.9.29(五)	法蘭克福 → 台北		轉機



圖一：韋斯特羅斯地理位置

9月23日，星期六

自桃園機場搭乘中華航空 CI 61 班機出發，前往德國法蘭克福國際機場。

9月24日，星期日

自德國法蘭克福國際機場轉搭北歐航空 SK 2636 班機，前往瑞典斯德哥爾摩阿蘭達機場。嗣後搭乘機場快線與火車，前往韋斯特羅斯。

9月25日，星期一

本次赴瑞典西屋公司主要進行核能研究所委託執行「核一廠除

役作業排程與放射性廢棄物產量調查」與「核二廠除役重要參數分析及核電廠整體拆解研究」計畫之品質保證稽查工作。

台電公司委託「核一廠除役許可申請及除役作業規劃工作」與「核二廠除役許可申請及除役作業規劃」之技術服務工作與瑞典西屋公司進行合作，係該公司具有除役及除污專業技術，除了除役工程規劃、廠房更改、設備提供、裝載一次及二次核廢料等，對於核電廠監控管理、放射性廢棄物管理及核電機組停止商轉後的管理也有豐富的經驗，迄今已協助西班牙 Zorita、瑞典 Forsmark 以及 Oskarshamn 三座核能電廠進行除役計畫，具有豐富的核電廠除役實績經驗。藉由與國外具有豐富核電廠除役實績經驗廠家之合作，以建立本所於除役工程管理及作業排程之規劃、除役放射性廢棄物產量之初步調查與估算等專業領域之人才及技術，建立自主技術能力，推動國內除役產業本土化，促進產業升級，創造經濟利益，確保除役後廠址釋出之環境安全。本所稽查人員預先規劃行程，如表一所示。

表一：稽查計劃

Scheduled time	Working item	Audit content
2017.09.25		
9:00 ~ 10:00	Open meeting	1. Quality audit plan stated by INER 2. Working progress reported by WSE
10:00 ~ 12:00	Audit	Organization\ Quality assurance plan\ Instructions, procedures, and drawings
13:00 ~ 15:00	Audit	Design control\ Procurement document control\ Document control
15:00 ~ 17:00	Audit	Quality assurance records\ Control of measuring and test equipment

2017.09.26		
9:00 ~ 11:00	Audit	Audits\ Control of nonconforming items\ Corrective action
11:00 ~ 12:00	Close meeting	Summary of the found items of quality audit
13:00 ~ 14:30	Technical discussion	Topic: Introduction WEC's NPP dismantling RPV, RPV internal, bioshield techniques experience and case study
14:30 ~ 14:40	Break	
14:40 ~ 16:00	Technical discussion	Topic: Introduction and discuss WBS, decontamination, radioactive waste inventory, characterization, final disposal and case study

(一) 瑞典西屋公司除役經驗

當日首先由 Louise Fornander (Project Manager)致歡迎詞並宣講其制式安全注意事項後，Gunnar Hedin (Manager DDR&WM Northern Europe)簡介西屋電氣公司歷史與概況，宣傳 DM 如附件一所示，簡報(Westinghouse Introduction)如附件二所示。

西屋電氣公司(Westinghouse Electric Company LLC)係 George Westinghouse 於 1886 年在美國賓州匹茲堡市(Pittsburgh, PA)所創立，惟已於 2007 年轉賣至日本株式会社東芝(Toshiba Corporation)。瑞典西屋電氣公司(Westinghouse Electric Sweden AB)為西屋電氣公司旗下的子公司，最早名稱為 Westinghouse Atom Ab，於 2003 年才改為現名。其總部設在瑞典韋斯特羅斯(Västerås)，共有 5 個工作場所，包括：

- Headquarters Westinghouse Electric Sweden

所有與核燃料、核能服務、自動化、現場服務與核電廠等核心部門

- Fuel Factory

為西屋公司的核燃料生產基地之一，亦負責核燃料生產與安全相關業務

- **LWR Service Center**

包括燃油測試區與實驗室

- **Fuel Laboratory**

同上

- **WesDyne Sweden**

提供 NDT 開發所需測試區與實驗室，亦有試驗用水池

自 60 年代起，西屋電氣公司在北歐地區總共建造 14 部商用核能機組，包括：

- Ringhals 1, 2, 3, 4
- Oskarshamn 1, 2, 3
- Forsmark 1, 2, 3
- Barsebäck 1, 2
- Olkiluoto 1, 2

其中，仍有 10 部機組持續運轉。其餘準備或已進入除役的機組，Barsebäck 核電廠 1 號及 2 號機分別於 1999 年和 2005 年停機。Oskarshamn 核電廠 2 號機於 2015 年停機，而 1 號機則因經濟因素預計提早於 2017 年停機。依據國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA)網站資料，瑞典境內有 8 部機組持續運轉，有 5 部機組永久停機，2016 年核能機組總裝置容量為 60647.40 GW，佔全國 151516.00 GW 的 40.03%。瑞典核電廠之種類、發電量、狀態、商轉日等資料，如表二所示。

表二：瑞典核電廠近況

Name	Type	Status	Location	Reference Unit Power [MW]	Gross Electrical Capacity [MW]	First Grid Connection
AGESTA	PHWR	Permanent Shutdown	AGESTA	10	12	1964-05-01
BARSEBACK-1	BWR	Permanent Shutdown	BARSEBACK	600	615	1975-05-15
BARSEBACK-2	BWR	Permanent Shutdown	BARSEBACK	600	615	1977-03-21
FORSMARK-1	BWR	Operational	OESTHAMMAR	984	1022	1980-06-06
FORSMARK-2	BWR	Operational	OESTHAMMAR	1120	1158	1981-01-26
FORSMARK-3	BWR	Operational	OESTHAMMAR	1167	1203	1985-03-05
OSKARSHAMN-1	BWR	Permanent Shutdown	OSKARSHAMN	473	492	1971-08-19
OSKARSHAMN-2	BWR	Permanent Shutdown	OSKARSHAMN	638	661	1974-10-02
OSKARSHAMN-3	BWR	Operational	OSKARSHAMN	1400	1450	1985-03-03
RINGHALS-1	BWR	Operational	RINGHALS	883	910	1974-10-14
RINGHALS-2	PWR	Operational	RINGHALS	904	963	1974-08-17
RINGHALS-3	PWR	Operational	RINGHALS	1065	1117	1980-09-07
RINGHALS-4	PWR	Operational	RINGHALS	1106	1171	1982-06-23

瑞典西屋公司核能部門分為四個主要的子部門，分別為：

- 核能服務(Nuclear Services)
- 核燃料(Nuclear Fuel)
- 核電廠(Nuclear Power Plant)
- 自動化(Nuclear Automation)

其中，核設施除役及廢棄物處理之相關業務是由服務部門負責，此部門在美國、比利時、德國、法國、瑞典及西班牙等地均設有分部。除役的價值鏈包含決策規劃、特性調查、除污、系統拆解、

建物拆除及廠址封閉等活動，瑞典西屋公司於此領域的相關經驗有：極低放射性與低放射性廢棄物處置設施、廢棄物中期貯存設施、用過核子燃料貯存設施、鈾礦復原行動、物質與表面的解除管制行動、核電廠與核設施除役規劃、反應器壓力槽內部組件(RPV Internals)移除、主要組件拆除、除役之除污作業、廢棄物處理設施的設計與建造，以及拆除活動管理規劃等，瑞典西屋公司在核設施除役與拆解的相關經驗，如表三所示。

表三：瑞典西屋公司核電廠除役經驗廠除役經驗

國家	工作內容	反應器型式	完成年度
台灣	核一廠一、二號機：除役規劃	BWR	2014
瑞典	Oskarshamn 核電廠：核電廠除役支援	BWR	2015
瑞典	Forsmark 核電廠：原廠址除役研究	BWR	2013
瑞典	Oskarshamn 核電廠：原廠址除役研究	BWR	2013
瑞典	Oskarshamn 核電廠：獨立完整除役研究報告	BWR	2012
瑞典	Forsmark 核電廠：獨立完整除役研究報告	BWR	2012
瑞典	Barsebäck 核電廠：反應器及內部組件處理	BWR	2009
西班牙	Cofrentes 電廠：除役規劃檢驗	BWR	2005
瑞士	Mühleberg 核電廠：除役許可	BWR	2013
日本	敦賀核電廠一號機：除役規劃檢驗	BWR	2011
英國	Moorside AP1000 核電廠：核電廠除役廢料管理與資金配置方案	PWR	2015
西班牙	Vandellös 一號機：1 級除役概念設計	PWR	2015
西班牙	Zorita 核電廠：完整除役研究	PWR	2004
日本	美浜核電廠一、二號機：除役規劃評估	PWR	2014

國家	工作內容	反應器型式	完成年度
法國	Chooz A 核電廠：反應爐控制系統與設備拆除	PWR	2009
斯洛伐克	BohuniceV1 核電廠：除役許可與完整除役規劃	PWR	2013
瑞典	R2 研究用反應爐與 R2-0 移動式水池反應器：包括反應器所有水池式設備的細部除役規劃	研究用	2013
瑞典	核燃料與核廢料管理股份公司(SKB)：切割後之壓水式反應槽處理		2015
義大利	JRC ISPRA：實驗室計算遙感與機械，熱室實驗室除役規劃		2012
瑞典	SKB：反應器設備處理評估報告		2012
瑞典	Clab/Clink：濕式用過核燃料中期貯存封裝廠完整除役研究		2011
瑞典	SKB：核電廠除役期間人力配置研究		2011
瑞典	SKB：核能反應爐完整設備移除		2007

(二) 分包工作執行概況

接續再由 Louise Fornander 介紹瑞典西屋公司負責分包工作的計畫架構、主要負責人員、以及目前執行情形，另其主要負責人員如下所示：

- Niklas Bergh D&D Expert
- Mikael Wickman Lead Engineer Decommissioning and Dismantling/WBS
- Pär Andersson Responsible Bioshield and Major Components Demolition
- Peter Cronstrand Characterization Expert (Dose Estimations)
- Louise Fornander Project Manager

➤ Björn Thornström Quality Engineer

此次品保稽查前預先寄送稽查通知予瑞典西屋公司，如表四所示。品質保證稽查期間，如圖二、圖三所示。稽查前後會議簽名單，如表五所示。稽查員與受稽單位人員合影，如圖四所示。

瑞典西屋公司之專案品保負責人為 Björn Thornström (Sr. Quality Engineer)，稽查期間品質相關事項均由其作為聯絡窗口。於稽查前會議時，簡介瑞典西屋公司之品質保證系統，並於稽查作業時提供相關說明以及資料。

表四：稽查通知

Audit Notice

Audit number: KSDP-01-AUR-10609-01

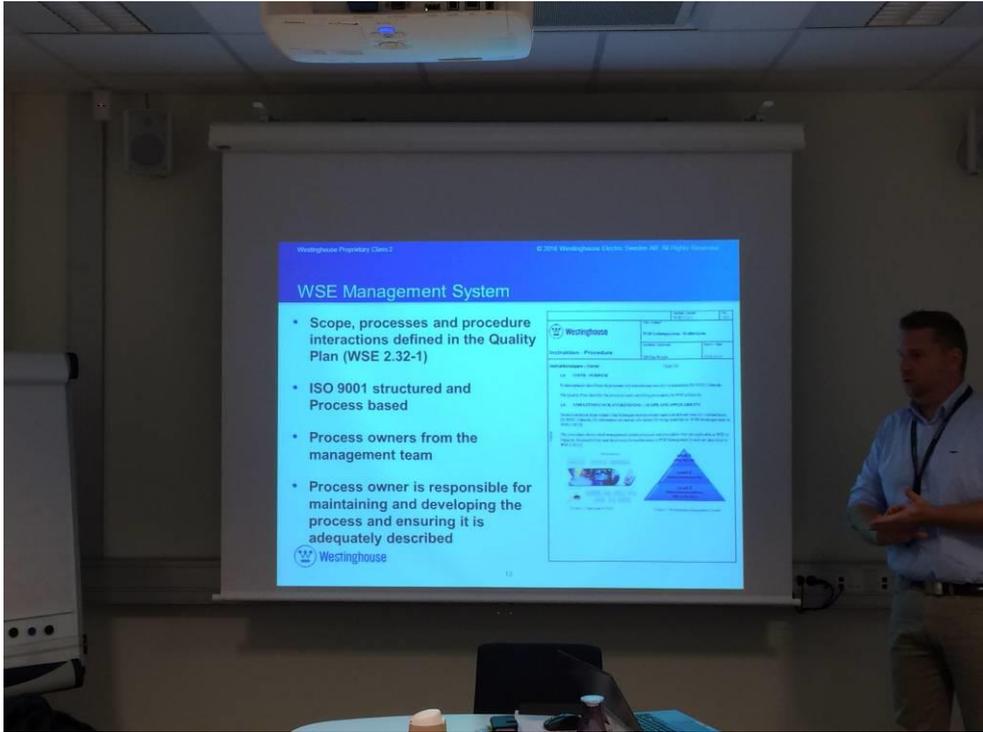
Supplier	Westinghouse Electric Sweden AB	Date	2017.09.25~26
Open meeting	2017.09.25 9:00 am	Close meeting	2017.09.26 11:00 am
	Fredholmsgatan 22/Building 399, Västerås		Fredholmsgatan 22/Building 399, Västerås
Lead auditor	Chao-Rui Chen	Auditor	Ru-Feng Liu
Item	Audit scope	Based on document	
1	The documents and records of the implementation of “Operations scheduling and radwaste production amount investigation for CS NPP Decommissioning” and “Kuosheng decommissioning important parameters analysis and plant dismantling research”.	<ol style="list-style-type: none"> 1. The contract of “Operations scheduling and radwaste production amount investigation for CS NPP Decommissioning”. 2. The contract of “Kuosheng decommissioning important parameters analysis and plant dismantling research”. 3. The quality assurance plan and quality procedure document of Westinghouse Electric Sweden AB. 	
Lead auditor	<i>Chao-Rui Chen</i> <i>9/20/2017</i>	QA manager	<i>Tzeng-Ming Liu</i> <i>9/20/2017</i>

KSDP-01-QP-005-FOM04-A

表五：稽查前後會議簽名單

Meeting Attendance Sheet

Audit number	KSDP-01-AUR-10609-01	
Supplier	Westinghouse Electric Sweden AB	
Date	Open meeting: 2017-09-25 9:00 am Close meeting: 2017-09-26 11:00 am	
Location	Fredholmsgatan 22/Building 399, Västerås, Sweden	
	Open meeting	Close meeting
Auditors	Chao-Rui Chen Ru-Feng Liu	Chao-Rui Chen Ru-Feng Liu
Supplier	Louise Jomanda Lars Paulsson Gunnar Hedin MIKAEL WICKMAN Björn Thomström Niklas Bergh	Louise Jomanda Gunnar Hedin MIKAEL WICKMAN Björn Thomström Niklas Bergh



圖二：品保人員介紹品質管理系統



圖三：品質保證稽查情形



圖四：稽查員與受稽單位人員合影

本所稽查人員針對瑞典西屋公司執行「核一廠除役作業排程與放射性廢棄物產量調查」與「核二廠除役重要參數分析及核電廠整體拆解研究」計畫之履約情形，分別如下所示。

(三) 核一廠除役計畫分包工作

瑞典西屋公司執行本所委託「核一廠除役作業排程與放射性廢棄物產量調查」分包工作，履約期限自 103 年 1 月 8 日至 105 年 12 月 31 日止(已展延至 106 年 12 月 31 日)，工作內容如表六所示：

表六：核一廠除役計畫分包工作項目

編號 No.	工 作 項 目 Working items
1	招標規範一所列之分包研究工作 Subcontracting research tasks in the first item of Tender Specification
1.1	核一廠除役工程管理及作業排程之規劃 Project management and operations scheduling for the decommissioning of Chinshan NPP
1.2	除役放射性廢棄物產量之初步調查與估算 Preliminary investigation and estimation of radioactive waste production amount during decommissioning
2	招標規範二所列之國外異地訓練與參訪 Overseas technical training and site visit in the second item of Tender Specification
3	招標規範三所列之技術服務諮詢 Technical consultation services in the third item of Tender Specification

針對招標規範第一項所列之分包研究工作，包括：核一廠除役工程管理及作業排程之規劃、除役放射性廢棄物產量之初步調查與估算，詳述如下：

1. 核一廠除役工程管理及作業排程之規劃

參考國際核能電廠除役經驗、核一廠 BWR 反應器型式及我國法規與國情狀況，提供核一廠除役整體時程的初步規劃，釐訂(a)除役各階段之目標、時程及管理架構，(b)除役各階段核能電廠設施結構及各系統、設備、組件等的拆除工法與時序。依據上述之整體時程規劃、國際核能電廠除役經驗及核一廠現況，發展一套工作分工結構(Work Breakdown Structure, WBS)規劃除役計畫時

程(Decommissioning Project Schedule)，以準確地描述出活動計畫的順序、活動期間預算、時程里程碑和資源的需求等。

本項工作依合約要求，已於 104 年 1 月 31 日繳交報告(名稱：**Project Management and Operations Scheduling for the Decommissioning of Chinshan NPP, WP 14-002**)，並於 3 月 23 日驗收核可。後因配合台電公司審查核一廠除役計畫之意見，再進行部分內容之修正、補充與調整，本所於 8 月 10 日審查同意，並於 10 月 13 日驗收核可。

2. 除役放射性廢棄物產量之初步調查與估算

蒐集國外參考廠(優先考量與核一廠反應器形式、機組大小相類似之已除役或除役進行之核電廠為例)之除役放射性廢棄物產量估計資料，並參考核一廠過去運轉與大修期間，各放射性污染系統、結構、元件(**Systems, Structures, Components, SSC**)之輻射劑量率度量值與比活度取樣等，推估核一廠除役放射性廢棄物產量。參考如 **MARSAME** 所建議之程序，完成核一廠除役放射性廢棄物產量估計工作規劃。

本項工作依合約要求，已於 104 年 2 月 27 日繳交報告(名稱：**Preliminary Investigation and Estimation of Radioactive Waste Production Amount During Decommissioning of the Chinshan NPP, WP 14-003**)，本所於 10 月 15 日審查同意，並於 11 月 5 日驗收核可。

前述「核一廠除役作業排程與放射性廢棄物產量調查」招標規範第一項所列之分包研究工作，包括：核一廠除役工程管理及作業排程之規劃、除役放射性廢棄物產量之初步調查與估算，皆已執行並完成驗收。另招標規範第二項所列之國外異地訓練與參訪，已於

103 年 3 月 16 日至 4 月 9 日執行完畢，無需進一步稽查。本案僅剩招標規範第三項所列之技術服務諮詢尚在執行中，並要求該公司必須以符合核能級品保的方式執行工作。

(四) 核二廠除役計畫分包工作

瑞典西屋公司執行本所委託「核二廠除役重要參數分析及核電廠整體拆解研究」分包工作，履約期限自 106 年 1 月 19 日至 110 年 12 月 31 日止，工作內容如表七所示：

表七：核二廠除役計畫分包工作項目

編號 No.	工 作 項 目 Working items
1	招標規範一所列之分包研究工作 Subcontracting research tasks in the first item of Tender Specification
1.1	核二廠除役重要參數分析 Kuosheng NPP decommissioning key parameters analysis
1.2	核電廠除役之SSC拆解概念規劃 SSC conceptual dismantling plan for Nuclear power plant decommissioning
2	招標規範二所列之國外異地訓練與參訪 Overseas technical training and site visit in the second item of Tender Specification
3	招標規範三所列之技術服務諮詢 Technical consultation services in the third item of Tender Specification

針對招標規範第一項所列之分包研究工作，包括：核二廠除役重要參數分析、核電廠除役之 SSC 拆解概念規劃，詳述如下：

1. 核二廠除役重要參數分析

WBS 重要參數分析應建立核二廠各廠房拆除區域之工作困難度因數(D)、權重因數(σ_i)、參考電廠之工作困難度因數(x_i)、核二廠相對於參考電廠之調整比例(μ_i)，以及核二廠各廠房拆除工班人員的組成的建議，並提供方法論及計算說明書。RPV 及內部組件拆除工作人員劑量評估之重要參數分析，以參考電廠說明每個工作項目(切割、吊掛、包裝和運送等)之重要參數 (如模型、拆解工法、細部作業流程、工作人員類別與人時、工作人員與 RPV 及內部組件之關鍵位置距離、屏蔽、輻射防護措施等)。

本項工作依合約要求，已於 106 年 6 月 29 日繳交研究報告期中初稿(名稱：Kuosheng NPP Decommissioning Key Parameters Analysis, WP 17-118)，本所於 8 月 25 日提出第一次審查意見。於 8 月 30 完成修改後，本所於 9 月 4 日審查同意，並於 9 月 15 日驗收核可。研究報告期末初稿，已於 106 年 9 月 29 日繳交，刻正進行所內審查。

2. 核電廠除役之 SSC 拆解概念規劃

說明核電廠 RPV 及內部組件所選的拆解完整工法與程序，包括切割環境、切割機具、包裝、運輸與貯存。說明切割 RPV&I 槽體與組件(例如蒸汽分離器、爐心側板等)的機具與輔助設備，以及各類參數(如型號、切割材質、厚度、種類、動力、切割速度(機具轉速)、進給速度及其控制方式、耗材壽命及圖片。核電廠大型組件的定義是指主冷凝器、反應器再循環泵、汽輪機發電機組、飼水加熱器、主變壓器，考量各大型組件的活度分布及人員劑量，說明大型組件所選的拆解完整工法與程序，包括切割、包裝包件、運輸與貯存。考量生物屏蔽的活度分布及人員劑量，針對核一廠說明生物屏蔽所選的拆解完整工法與程序，包括切割、包

裝包件、運輸與貯存。

本項工作依合約要求，已於 106 年 9 月 29 日繳交研究報告期中初稿（名稱：SSC Conceptual Dismantling Plan for NPP Decommissioning, WP 17-119），刻正進行所內審查。

前述「核二廠除役重要參數分析及核電廠整體拆解研究」招標規範第一項所列之分包研究工作，包括：核二廠除役重要參數分析、核電廠除役之 SSC 拆解概念規劃，以及招標規範第三項所列之技術服務諮詢，依合約要求由本所委託瑞典西屋公司尚在執行中，並要求該公司必須以符合核能級品保的方式執行工作。另招標規範第二項所列之國外異地訓練與參訪，已於 106 年 2 月 11 日至 3 月 5 日執行完畢，無需進一步稽查。

9 月 26 日，星期二

本次赴瑞典西屋公司進行品保稽查期間，適逢台電公司配合經濟部要求，出席 9 月 25 日在斯德哥爾摩舉辦的台瑞經貿聯繫會議 (Sweden-Taiwan Economy and Trade Communication Meeting)。會議結束後，自今日起撥冗前來瑞典西屋公司共同參與接續兩天行程。台電公司出席人員包括：楊勝勳(核二廠副廠長)、范振璵(核後端處安管組組長)、葉久萱(核後端處安管組)以及林義興(核二廠保物組)等共四位。

(一) 稽查結果

本次稽查範圍為瑞典西屋公司執行“Operations scheduling and radwaste production amount investigation for CS NPP Decommissioning”以及“Kuosheng decommissioning important parameters analysis and plant dismantling research”核研所委託案所

產出之文件與紀錄；依據文件為 2 件委託案之採購契約以及瑞典西屋公司之品質保證計畫及相關品質程序書。稽查後會議於該日上午召開，如圖五所示。稽查結果無開立任何改正以及建議事項，依查核項目留存現場觀察紀錄，此次稽查核對表，如表八所示，分述如下：

1.組織

瑞典西屋公司執行核能研究所委託之計畫，所訂定之專案人員均全程參加此次稽查行動，並有完整之分工。此外，詢問受稽單位關於管理審查會議召開情形，陪檢人表示均有定期召開管審會議，並提供予稽查員其年度管理審查會議紀錄(QP 16-060, rev 0)。經查核，針對 2015 年及 2016 年之管理審查會議，分別於 2016 年 5 月及 2017 年 3 月舉行，其結果符合要求。

2.品質保證計畫

瑞典西屋公司提供 Westinghouse Electric Sweden AB Management System Description (WSE MSD, QP 11-080, rev 4)文件供查核，此份文件為該公司之管理手冊。手冊內規範該公司之品質管理系統主要為 ISO 9001 架構下執行，並訂定品質保證計畫(WSE 2.32-1, Rev 1.0)，稽查員經陪檢人開啟電子檔以及經其說明，確認符合要求。

3.文件管制

瑞典西屋公司之文件許多為瑞典文，且多為機密文件，稽查員僅能以口頭詢問其管制作為，並請其開啟電子檔供查核。經查其文件均存放於公司之共用資料庫，並有完整分類。

4.試驗管制

瑞典西屋公司執行本委託計畫，產出之報告有使用分析軟體 **MicroShield**，經詢問軟體使用相關人員，其表示此為一商用軟體，並提供 **MicroShield 9.05** 軟體驗證報告(**SEC 16-465, rev 0**)，經查核其結果符合要求。

5.品質保證紀錄

在此 2 個委託計畫中，瑞典西屋公司主要均為繳交報告作為履約查核，故稽查員特別針對報告撰寫人之資格與能力進行查核。經詢問，報告主要撰寫人為 **Peter Cronstrand**，稽查員請其提供個人教育訓練紀錄，經查該員具有完整的教育訓練且經公司認可，結果符合要求。

6.稽查

稽查員詢問陪檢人，該公司是否進行內部稽查，其回復內部稽查為其總公司執行，將針對各分公司進行內部稽查，故其未執行計畫內之內部稽查作業。進一步詢問該公司是否受外部單位稽查，其表示瑞典西屋公司係委託 **SP Technical Research Institute of Sweden** 公司作 **ISO 9001:2008** 及 **ISO 14001:2004** 之第三方認證，執行期間為 2016 年 10 月 17 日至 20 日，陪檢人亦提出認證報告(**QP 16-078, rev 0**)供參。

7.計畫管理

針對“**Operations scheduling and radwaste production amount investigation for CS NPP Decommissioning**”委託案，稽查員查核瑞典西屋公司之履約情形，並請其提供 2 份報告之繳交狀況，經查核，

“Project Management and Operations Scheduling for the Decommissioning of Chinshan NPP (WP 14-002, rev 0)”以及“Preliminary Investigation and Estimation of Radioactive Waste Production Amount During Decommissioning of the Chinshan NPP (WP 14-003, rev 0)”等 2 份報告均如期繳交，且報告均經過審查及核定，品質符合要求。至於“Kuosheng decommissioning important parameters analysis and plant dismantling research”委託案，詢問其報告執行進度，其表示 2 份產出報告“Kuosheng NPP Decommissioning Key Parameters Analysis (WP 17-118)”以及“SSC Conceptual Dismantling Plan for NPP Decommissioning (WP 17-119)”均尚未定稿，但已依約繳交初稿。

於此次稽查計畫中，原訂欲稽查之項目，如：設計管制、採購文件之管制、工作說明書、作業程序書及圖面、試驗設備管制、不符合事項之管制以及改正行動等，經詢問陪檢人，其表示委託計畫中無相關事項，故稽查員認同上述稽查項目均不適用。整體而言，瑞典西屋公司為國際上頗具規模之公司，經各項查核，計畫進度均依約執行，履約狀況良好，無違約之情事發生，且品質符合要求。



圖五：稽查後會議情形

表八：稽查核對表

Supplier		Westinghouse Electric Sweden AB	Date			2017.09.25~26
Lead auditor		Chao-Rui Chen	Auditor			Ru-Feng Liu
Item no.	Audit item	QA Program References	Result			Observation records
			S	U	NA	
1	Organization	WSE MSD, QP 11-080, rev 4 Section 2.3, 2.4	√			A review of the management system is made annually to assess the effectiveness of the system. The auditors have checked the Minutes of meeting of Management Annual Review of the WSE Management System (QP 16-060, rev 0). The Management Annual Review of FY 15 and FY 16 had been performed in May-June 2016 and March-May 2017, respectively. There are 29 actions in FY 15 and 14 actions in FY 16 for improvement.
2	Quality assurance program	WSE MSD, QP 11-080, rev 4 Section 1.1	√			The based on document of this audit is Management System Description (QP 11-080, rev 4) provided by Westinghouse Electric Sweden AB. The WSE management system is ISO 9001-structured and process based. The management system processes and procedures included in the system are identified in the Quality Plan (WSE 2.32-1). The auditors have checked the electronic file of this QP document (WSE 2.32-1, Rev 1.0).
3	Document control	WSE MSD, QP 11-080, rev 4	√			Documents are identified, registered and maintained in accordance with valid

表八：稽查核對表

		Section 1.2				practices, in a systematic and safe manner, to assure efficient retrieval and traceability in accordance with the archiving plans. The auditors have checked several documents by electronic files in the database.
4	Test control	WSE MSD, QP 11-080, rev 4 Section 4.2, 5.2	√			Regarding to the verification and validation of the software, MicroShield is a commercial software used for calculation in the project. The auditors have checked the report of Validation of MicroShield 9.05 (SEC 16-465, rev 0).
5	Quality assurance records	WSE MSD, QP 11-080, rev 4 Section 1.3, 3.1	√			Regarding to personnel, training and competence, procedures control training and records of competence, qualification and training within WSE. The auditors have checked the personnel training records of Peter Cronstrand who is the main autor of the reports submitted to INER in the project.
6	Audits	WSE MSD, QP 11-080, rev 4 Section 5.6	√			Regarding to the audit action, WSE had been audited by the third party of SP Technical Research Institute of Sweden from 10/17 to 10/20 in 2016. The auditors have checked the SP revision report as well as the records of WSE (QP 16-078, rev 0).
7	Project management	WSE MSD, QP 11-080, rev 4 Section 4.9	√			The auditors also checked two reports submitted by WSE, one is “Project Management and Operations Scheduling for the Decommissioning of

表八：稽查核對表

						Chinshan NPP”, the other is “Preliminary Investigation and Estimation of Radioactive Waste Production Amount During Decommissioning of the Chinshan NPP”, these two reports had been reviewed and approved.
--	--	--	--	--	--	---

(二) 技術交流

與瑞典西屋公司的技術交流，於稽查後會議後進行，如圖六所示。首先由 Niklas Bergh (Product Manager)介紹 SVAFO R2 研究用反應器的生物屏蔽(Biological Shield)拆解經驗。R2 反應器的生物屏蔽結構係由鐵礦混凝土構成，其厚度為 1.5 ~ 2.5 m，可分為兩階段進行，一為清除所有活化的混凝土、污染的管路，二為移除並外釋未受污染的廢棄物。

接續由 Mikael Wickman (Senior Engineer)介紹瑞典西屋公司切割經驗，包括：過去與目前執行中的實績、3D 模擬技術應用、使用工具、切割與包裝計畫等。



圖六：技術交流情形

9月27日，星期三

該場所主要提供作業人員訓練用，設有許多核電廠全尺寸設施，使其在模擬現場環境下練習相關工作，包括：反應器壓力槽 (Reactor Pressure Vessel, RPV)、內部組件、生物屏蔽、蒸氣產生器、燃料池、控制棒驅動機構...等。除了各式切割工具的操作練習平台，例如：機械式水下切割機具、剪切與擠壓機具、圓盤鋸、液壓剪等，亦針對各型機具設置校正與測試實驗室以及機械加工廠，可依需求立即進行機具調整與維修工作。惟本日沒有訓練課程進行，只見零星工作人員從事簡單作業。設施參訪情形，如圖七、圖八所示。



圖七：瑞典西屋公司人員解說



圖八：核研所與台電公司公差人員合影

因台電公司出席人員規劃本日參訪結束後，即驅車南下前往 Oskarshamn 核電廠與廢棄物管理公司(Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB)繼續其參訪行程，故參訪切割模擬中心僅安排半天，本所稽查人員則在彙整此行相關資料後，準備啟程返台。

9月28日至29日，星期四至星期五

自瑞典斯德哥爾摩阿蘭達機場搭乘德國漢莎航空 LH 809 班機，前往德國法蘭克福國際機場。自德國法蘭克福國際機場轉搭中華航空 CI 62 班機，返回桃園機場。

三、心得

此次國外公差至瑞典西屋公司進行品保稽查，討論核能研究所委託該公司執行計畫工作之進行，並參訪其相關設施。心得分述如下：

- (一)瑞典西屋公司為國際間頗具規模之公司，公司內建立相當完善之品保制度。故針對核能研究所委託之計畫進度均得以依約如期執行，履約狀況良好，且品質符合要求。
- (二)瑞典西屋公司的品保系統由專人負責執行，文件制定、審查、核准等相關流程均依程序書進行，相關產出之文件與紀錄均留存於固定資料庫，除可減少紙本資料數量外，資料控管均設定權限，對於資料保存之完整性多有助益，值得本所執行專案計畫時參考。
- (三)瑞典西屋公司相當重視資料之機密性，對於各類文件與紀錄均訂定不同層級之機密程度，於稽查過程中亦不會全盤提供，僅依稽查員之提問提出相關佐證資料，或口頭告知該文件與紀錄如何依程序書規範產出，此做法可供日後在稽查或受稽時之另一思維。

四、建議事項

配合執行台電委託計畫「核一廠除役許可申請及除役作業規劃工作」與「核二廠除役許可申請及除役作業規劃」，赴瑞典進行品質保證稽查。綜合此次公差的心得，有如下建議。

- (一)核電廠除役工作是一項大工程，亦是本所承接之大計畫。為增加管制機關、業主以及一般民眾對於本所執行計畫之信心，於制度面上之品質保證系統便需建立完善。建議本所針對執行之專案計畫的品保要求應持續精進並確實執行。
- (二)此次出國公差赴供應商瑞典西屋公司執行專案品保稽查，除為符合本所訂定之程序書的要求，亦實地赴現場觀察與學習，期間獲益良多。建議本所若有較具規模之國外委託單位的委託計畫，可積極培養相關人員取得品保稽查領隊以及稽查員資格，安排其赴該地進行品保稽查作業，以觀摩與交流他方之品保制度及管理方式。
- (三)有鑑於國家能源政策，國內核電廠陸續面臨除役，本所可在其中扮演重要角色。除專案計畫之品保制度建立外，核電廠除役相關技術亦應積極開發。建議本所除學習國外廠家技術及吸取國外廠家經驗，亦可針對適合國內核電廠實務所需之相關技術進行自主性發展，以因應未來國內核電廠除役之重要工作。

五、附 錄

附件一、西屋電氣公司歷史與概況宣傳 DM

附件二、西屋電氣公司歷史與概況簡報

附件一

西屋電氣公司宣傳 DM

Westinghouse Electric Sweden WesDyne Sweden



Westinghouse Electric Sweden

WesDyne Sweden

Westinghouse Electric Sweden

Westinghouse är pionjär och världsledande inom kärnkraftsteknologi. Bolaget grundades i USA av entreprenören George Westinghouse och är idag ett globalt företag med över 13 000 medarbetare i 18 länder.

Westinghouse Electric Sweden är koncernens kompetens- och utvecklingscentrum för kokarvattenreaktorteknik och verkar samtidigt inom inom områdena Nuclear Fuel, Nuclear Automation, Nuclear Services samt Nuclear Power Plants. Dessutom ingår WesDyne Sweden AB som ett helägt dotterbolag till Westinghouse i Sverige.

Verksamheten i Sverige grundades år 1969 som ASEA Atom och integrerades i det amerikanska bolaget Westinghouse Electric Company år 2000. Idag har bolaget mer än 50 års erfarenhet från kärnkraftsbranschen och mer än 1000 medarbetare i Västerås och Täby.

Westinghouse (Westinghouse och ASEA Atom) har sedan starten byggt 14 kärnkraftverk i Norden varav 12 fortfarande är i drift. Idag levererar den svenska verksamheten kärnbränsle och komponenter samt tjänster inom automation, service, fältservice och nybyggnation till kunder runt om i hela världen.

WesDyne Sweden

WesDyne Sweden är ett helägt dotterbolag till Westinghouse Electric Sweden. Bolaget grundades redan 1937 som Tekniska Röntgen Centralen och har sedan dess utvecklats till att bli ett världsledande företag inom mekaniserad oförstörande provning, (OFP). Verksamheten är uppdelad i två delar, utveckling och tillverkning av nya tekniker och instrument samt inspektioner som utförs vid kraftanläggningar. Företaget har ca 50 anställda och är placerat i Täby utanför Stockholm.

Produkter & Tjänster

Nuclear Fuel

- Utveckling
- Licensiering och tillverkning av kärnbränsle och styrstavar till kokarvattenreaktorer (BWR)
- Tryckvattenreaktorer (PWR) samt VVER

BWR Nuclear Services

- Modernisering, utredning
- Analys och licensieringsarbete för kokarvattenreaktorer

Nuclear Automation

- Automation och elkraft för drift och säkerhetssystem

Field Services

- Service
- Reparation och underhåll för alla typer av kärnkraftsreaktorer samt utveckling av underhållsteknik och avancerad mätteknik

OFP

- Produkter och tjänster inom oförstörande provning

Nuclear Power Plants

- Ingenjörskunnande
- Projekt- och kommersiellt stöd för Westinghouse och Toshiba's nya anläggningar

Verksamhet i Sverige

Huvudkontor Westinghouse Electric Sweden

På huvudkontoret, placerat på Lundaområdet i Västerås, finns samtliga centrala funktioner samt Nuclear Fuel, Nuclear Services, Nuclear Automation, Field Services samt Nuclear Power Plants.



Sweden Operations

Westinghouse Electric Sweden Headquarters

All central functions together with Nuclear Fuel, Nuclear Services, Nuclear Automation, Field Services and Nuclear Power Plants are located at the Swedish headquarter, situated in the Lunda area of Västerås.

Bränslefabriken

Bränslefabriken är placerad på Finnslätten i Västerås och är en av Westinghouse produktionsanläggningar för kärnbränsle. Här finns samtliga funktioner som rör bränsleproduktion och säkerhet.



Fuel Factory

The Fuel Factory, a Westinghouse nuclear fuel production facility, is located in the Finnslätten area in Västerås. The site also encompasses all functions related to fuel production and security.

LWR Service Center / Bränslelaboratoriet

Dessa anläggningar innefattar verkstäder och laboratorier för bränsletester och är placerade på Tegnérområdet i Västerås.



LWR Service Center/ Fuel Laboratory

These facilities include workshops and laboratories for fuel tests, and are located in the Tegnér area in Västerås.

WesDyne Sweden

WesDyne Sweden finns i Täby utanför Stockholm. Här finns verkstäder och laboratorier för utveckling av OFP teknik samt en vattenbassäng för tester.



WesDyne Sweden

WesDyne Sweden is located in Täby outside of Stockholm. It offers workshops and laboratories for development of NDT technology and a pool for testing.

Westinghouse Electric Sweden

WesDyne Sweden

Westinghouse Electric Sweden

Westinghouse is a pioneer and world leader in nuclear technology. The company was founded in the United States by entrepreneur George Westinghouse, and is now a global company with over 13,000 employees in 18 countries.

Westinghouse Electric Sweden is the Center of Excellence for BWR technology and is also active in the areas of Nuclear Fuel, Nuclear Automation, Nuclear Services and Nuclear Power Plants. Westinghouse Electric Sweden also owns WesDyne Sweden AB, an NDT company.

Founded as ASEA Atom in 1969, the operations in Sweden were integrated into Westinghouse Electric Company in 2000. Today, the company has over 50 years of nuclear experience and more than 1,000 employees in Vasteras and Täby.

Westinghouse and ASEA Atom have built 14 nuclear power plants in Sweden and Finland, 12 of which are still in operation. Today, the Swedish operations deliver nuclear fuel and components, automation products and services, nuclear services and field services to customers around the world.

WesDyne Sweden

WesDyne Sweden is a wholly owned subsidiary of Westinghouse Electric Sweden. The company was founded in 1937 as Tekniska Röntgencentralen and has since then evolved to become a world leader in mechanized Non-Destructive Examination (NDE). The WesDyne business is divided in two areas: development and manufacturing of new technology and instruments and power plants inspections. Today, the company has about 50 employees and is located in Täby, north of Stockholm.

Products & Services

Nuclear Fuel

- Development
- Licensing and manufacturing of nuclear fuel and control rods for boiling water reactors (BWR)
- Pressurized water reactors (PWR)
- Advanced boiling water reactors (ABWR) and VVER

BWR Nuclear Services

- Modernization
- Investigation
- Analysis
- Licensing work for BWRs

Nuclear Automation

- Automation and electrical systems for both operating and safety systems

Field Services

- Service repair and maintenance of all types of nuclear reactors and development of maintenance and advanced measurement techniques

NDE

- Non-Destructive Examination products and services

Nuclear Power Plants

- Engineering expertise and project and commercial support for Westinghouse and Toshiba's new power plant constructions

Kontaktinformation / Contact Details

Postadress / Mailing Address

Westinghouse Electric Sweden AB
721 63 Västerås

Tel./Ph.: 021-34 70 00

Email: info.se@westinghouse.com

Besöksadresser / Visiting Addresses

Huvudkontor Sverige / Sweden Headquarters

Fredholmsgatan 22
Västerås

Bränslefabriken / Fuel Factory

Bränslegatan 1
Västerås

Bränslelaboratoriet / Fuel laboratory LWR Service Center

Forskargränd 1 & 13
Västerås

WesDyne Sweden AB

Postadress / Mailing address

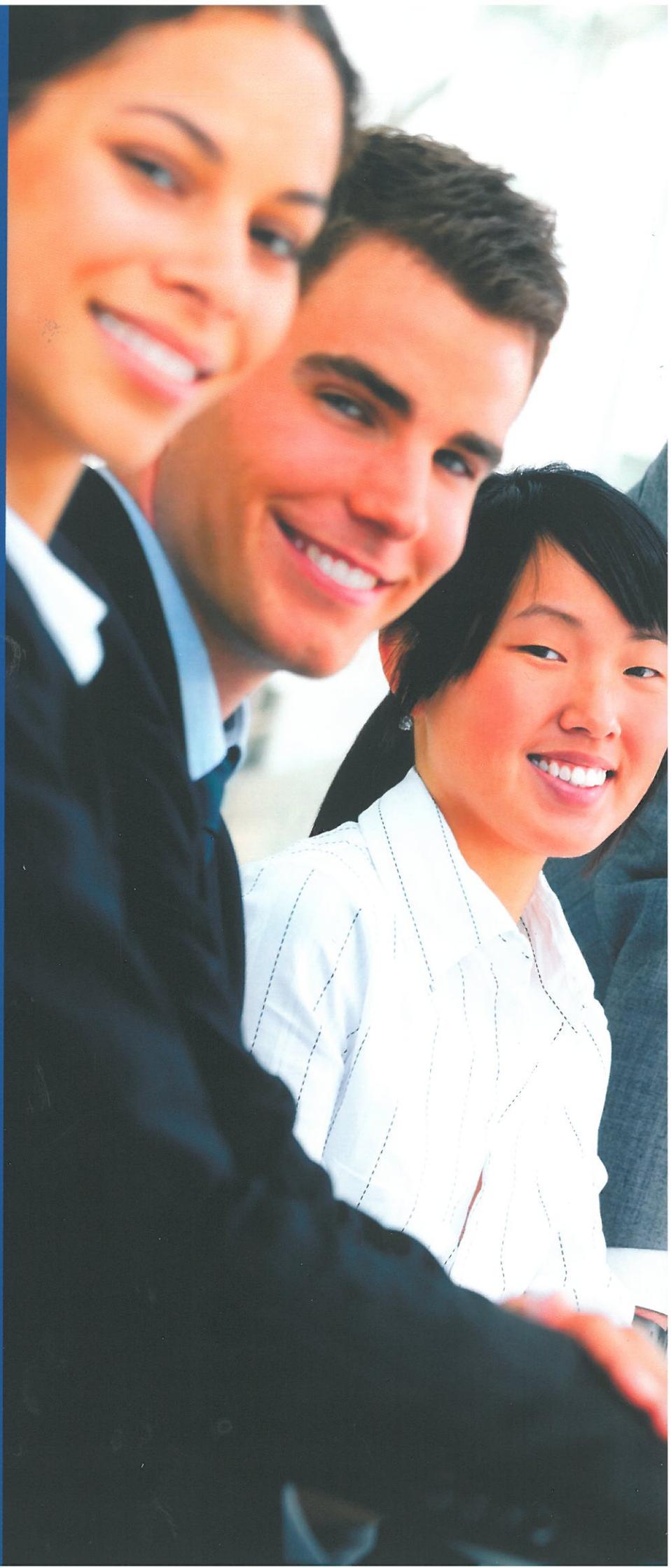
Box 121
183 22 Täby

Besöksadress / Visiting Address

Kemistvägen 5
Täby

Tel./Ph.: 08-630 81 00

Email: info.wesdynesweden@westinghouse.com





www.westinghousenuclear.com

附件二

西屋電氣公司歷史與概況

Westinghouse Introduction

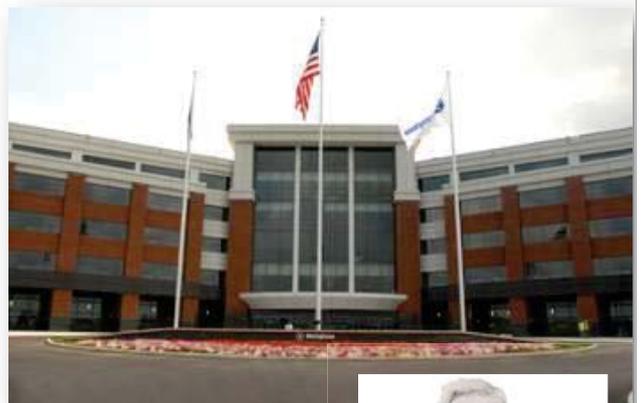
Gunnar Hedin

Manager DDR&WM Northern Europe



Westinghouse Electric Company

- Founded 1886 by George Westinghouse
- 12 500 employees globally
- 18 countries
- Headquarters Pittsburgh, PA, US
- Owner: Toshiba Corporation
- Westinghouse technology - the base for almost half of the world's commercial nuclear power plants

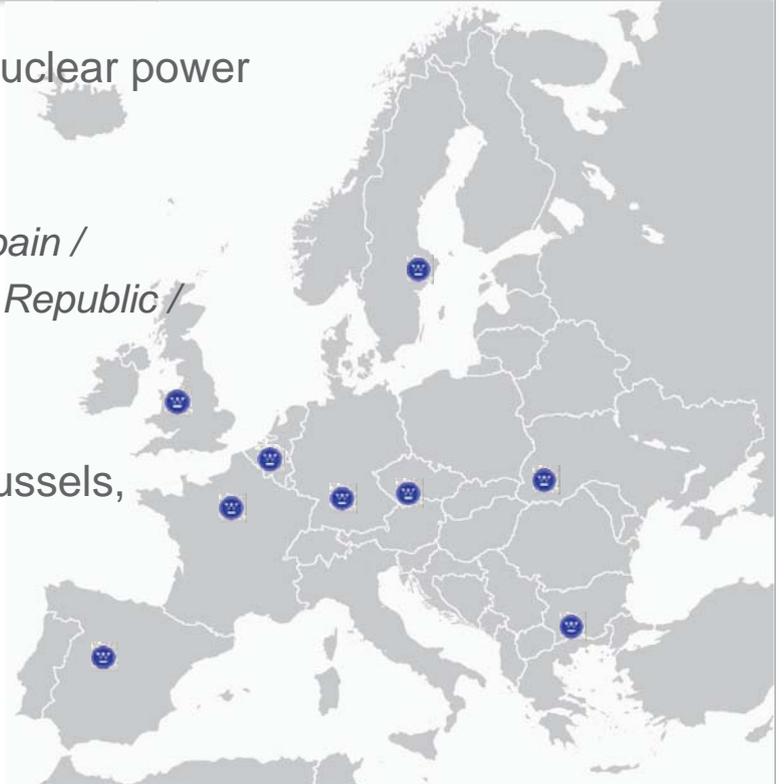


TOSHIBA
Leading Innovation >>>



Westinghouse in Europe

- Designer and supplier of 25 nuclear power plants
- Local presence:
Belgium / Bulgaria / France / Spain / Great Britain / Sweden / Czech Republic / Germany / Ukraine
- Approx. 4000 employees
- European headquarters in Brussels, Belgium



3

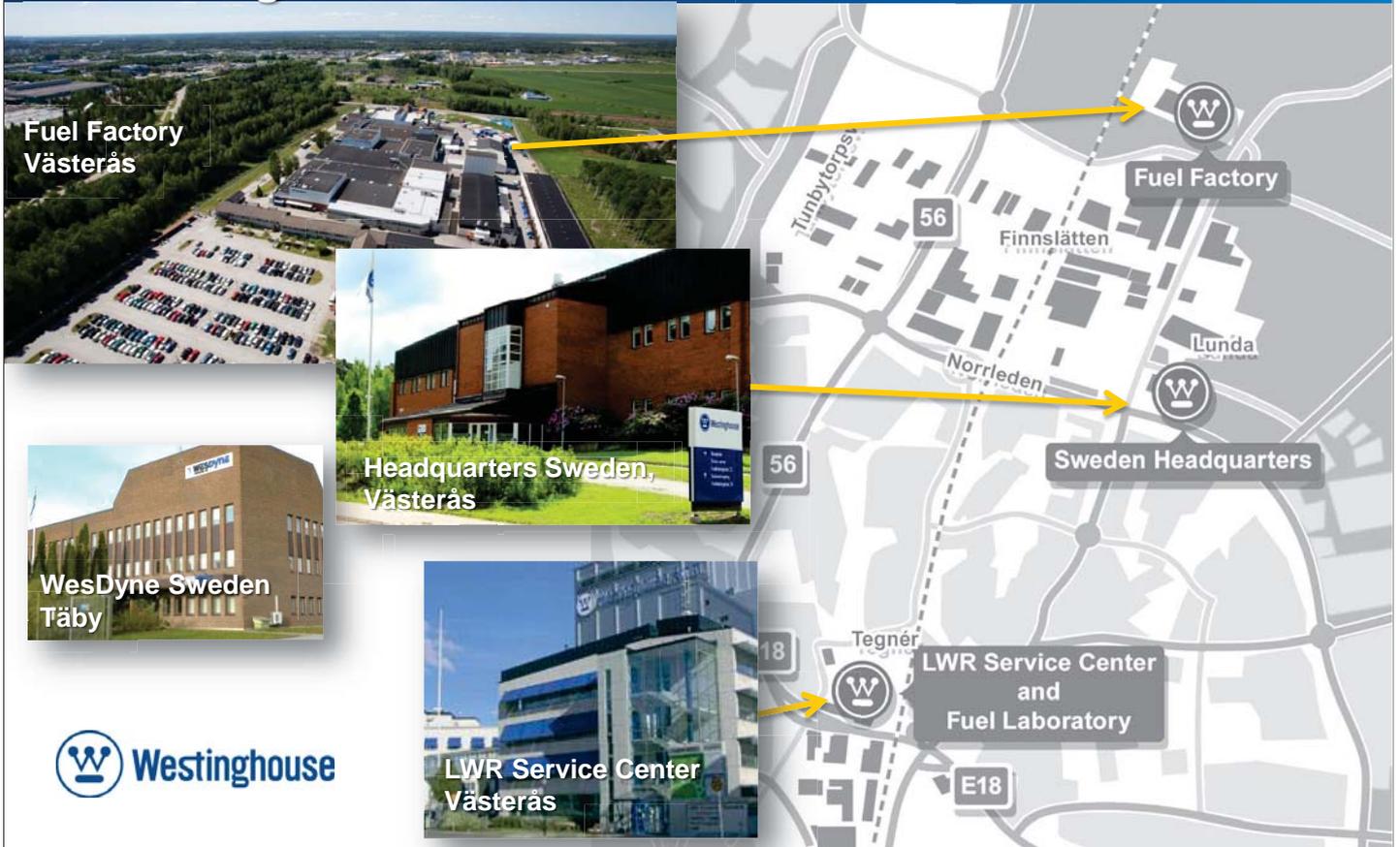
Westinghouse Electric Sweden

- Founded as ASEA ATOM 1969
- Part of Westinghouse since 2000
- Today about 1000 employees
- Head office in Västerås
- Five sites in Sweden



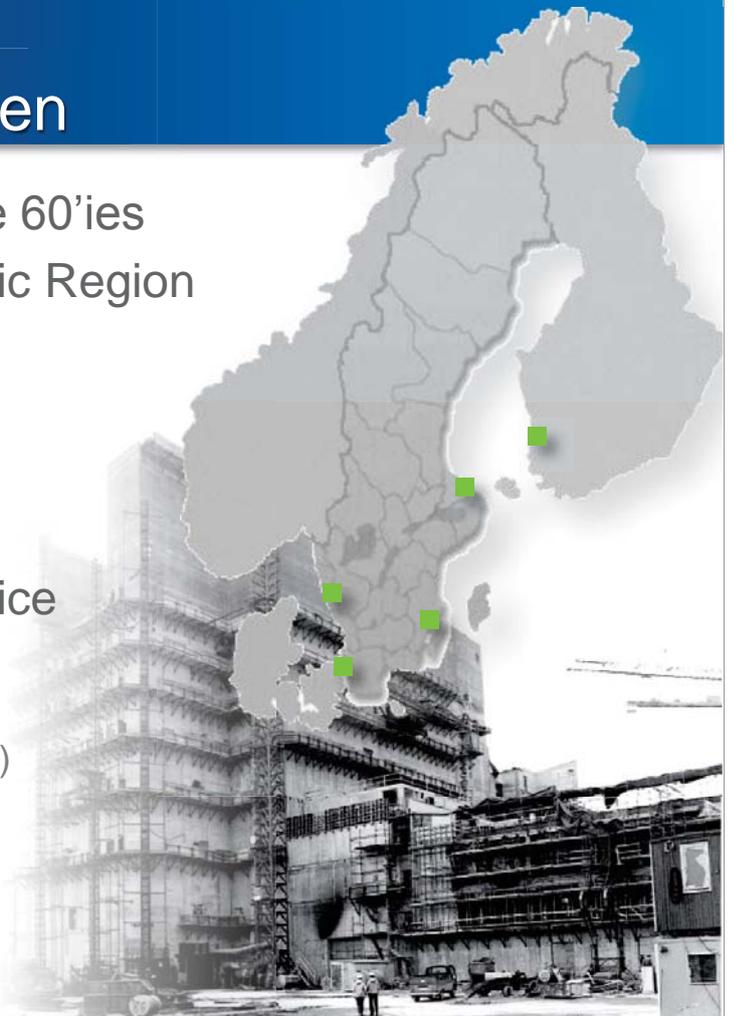
4

Westinghouse Electric Sweden



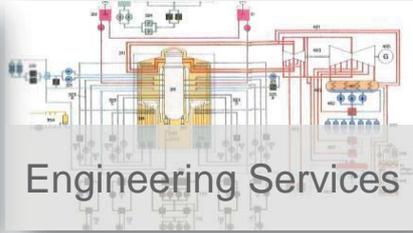
Westinghouse in Sweden

- Westinghouse has since the 60'ies built 14 reactors in the Nordic Region
 - Ringhals 1,2,3,4
 - Oskarshamn 1, 2, 3
 - Forsmark 1, 2, 3
 - Barsebäck 1,2
 - Olkiluoto 1, 2
- Ten reactors are still in service
- Reactor types:
 - BWR (boiling water reactors)
 - PWR (pressurized water reactors)

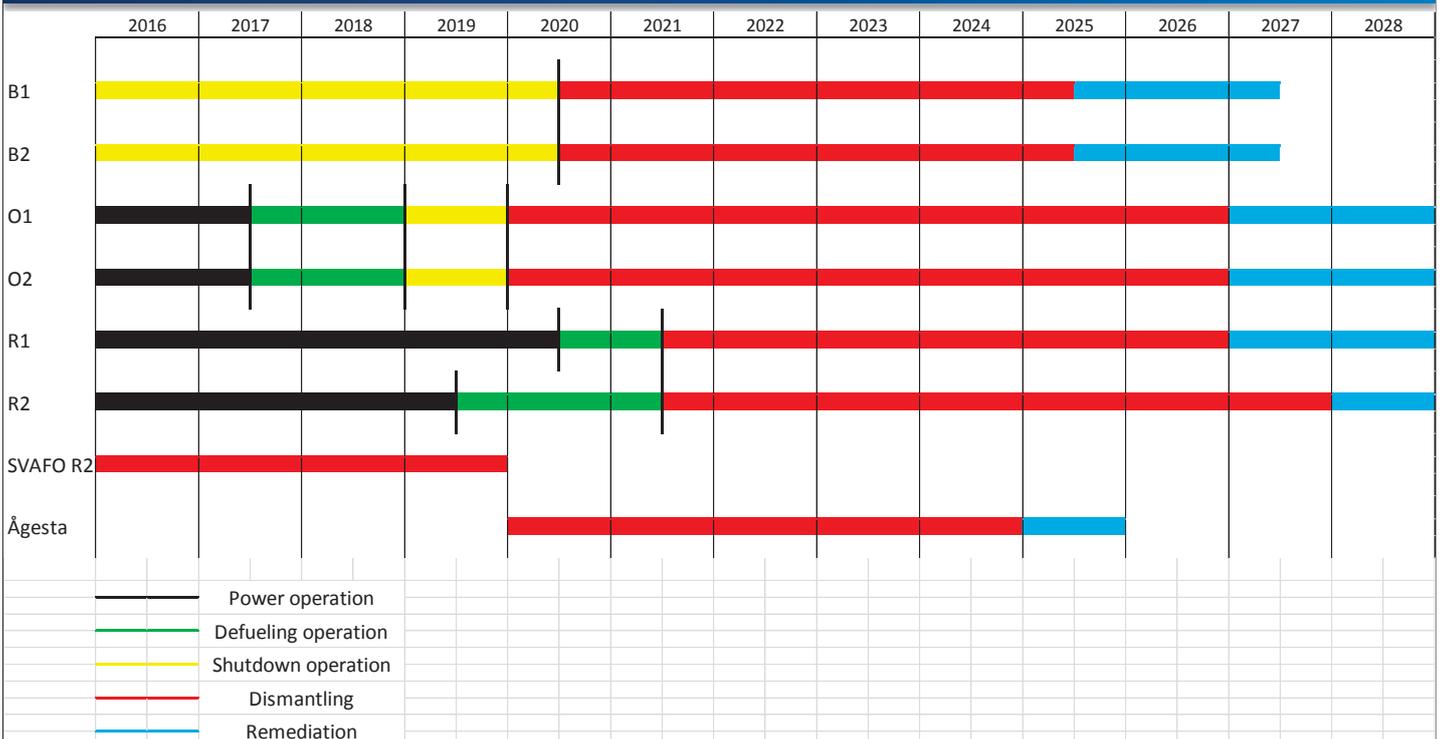


Westinghouse Business Areas

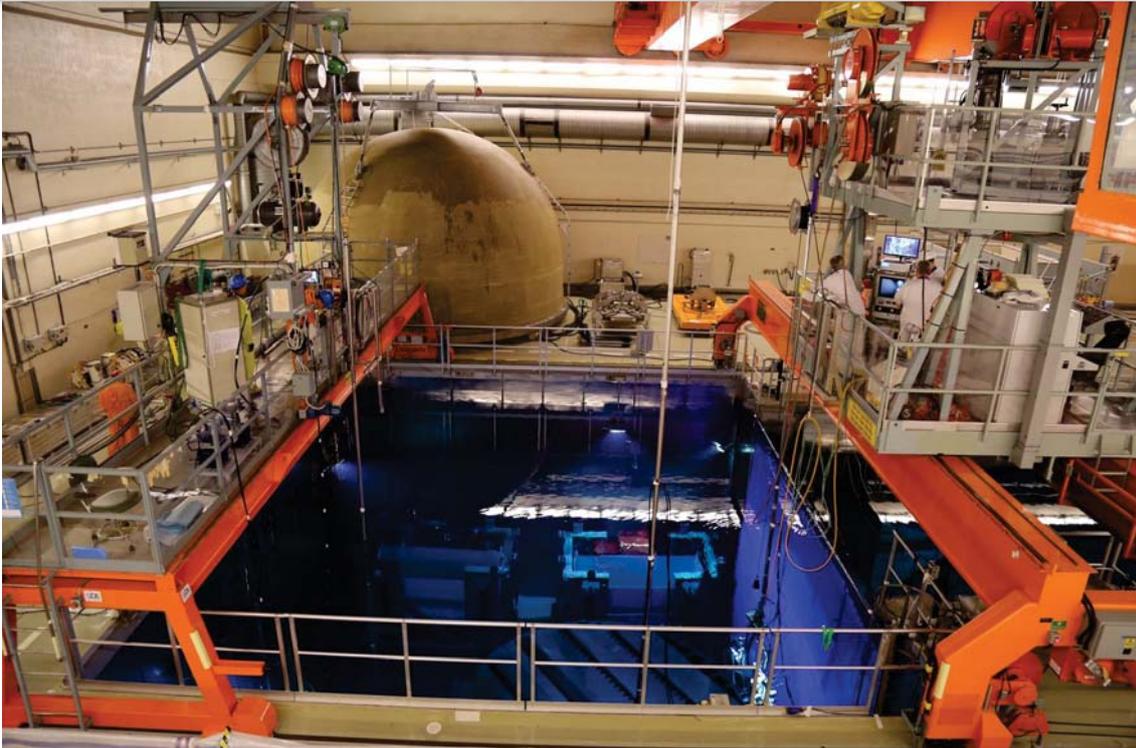
- Business offering in Sweden



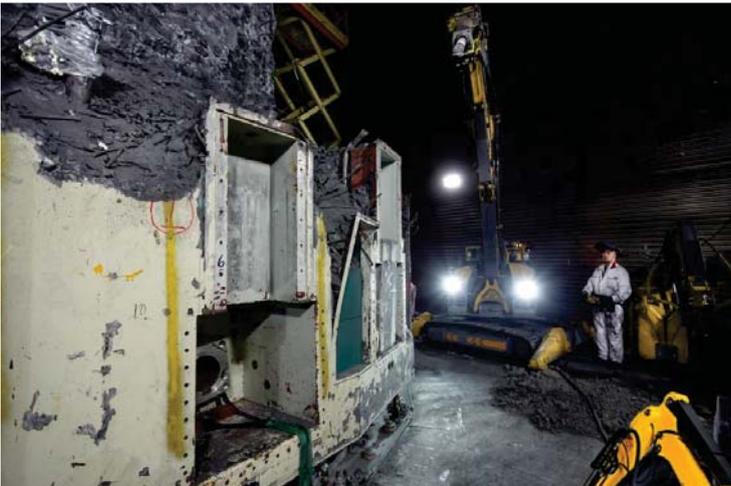
Overview of Nordic D&D market



Barsebäck RVI Segmentation



SVAFO – R/2 Bioshield Demolition



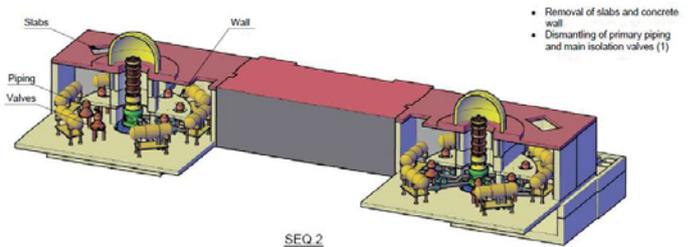


Bohunice V1 Decommissioning: Two units

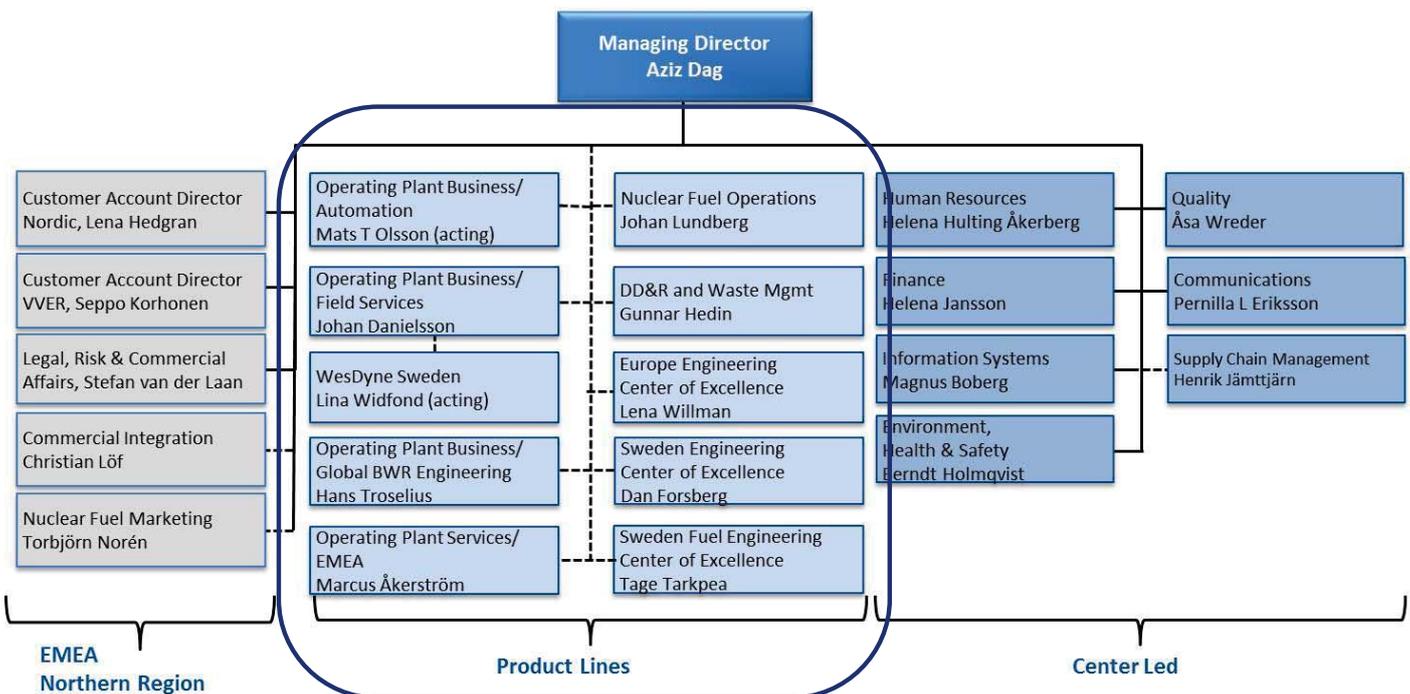
1. Decommissioning Plan:
 - Got contract in 2013-2014
2. Full System Chemical Decontamination:
 - Got contract in Sept.2016
3. Dismantling of all Major Components inside Containment:
 (Reactor coolant system including loops, SG's, Pressurizer, RCP's, RV/RVI and Operational waste)
 - Local partner and subsuppliers



VVER 440/230 plant: Two units



Westinghouse Electric Sweden Organisation



DDR&WM

Decontamination, Decommissioning, Remediation, and Waste Management

