

出國報告（出國類別：進修）

參加亞洲生產力組織（APO）

非會員國能源效率研修團

**(Study Mission to a Nonmember Country
on Energy Efficiency)**

服務機關：經濟部能源局

姓名職稱：唐陽明 技士

派赴國家：德國

出國期間：98年9月25日至10月3日

報告日期：98年12月25日

目 錄

表目錄	II
圖目錄	III
摘要	V
壹、研習目的	1
貳、研習行程紀要	1
一、行程表	1
二、講師群	4
三、學員名錄	4
參、研習內容摘述	7
一、能源效率綜合概論	7
二、個案研討：舒適住宅建築物的能源使用效率	10
三、參訪與討論-高效能源屋	12
四、參訪與討論：德國政府的能源效率政策	13
五、簡報及討論：智慧型能源/水分錶的應用實例研討.....	14
六、柏林生物科技園區參訪：公共建築物最適化操作之節能成效	16
七、個案研究與討論：通風、空調及加熱系統節能改善.....	17
八、簡報及討論：工業製程的能源效率.....	20
九、建築物網路診斷系統及線上互動交流.....	21
十、簡報及討論：建築物能源效率.....	22
十一、實地參訪：Adlershof 科技園區熱電整合系統之節能成效.....	24
十二、建築物提升能源使用效率案例實地參訪	27
十三、實地參訪及交流：聯邦環保署建築物能源效率整合技術觀摩.....	29
十四、參訪 Berlin Mitte 熱電整合電廠.....	33
十五、個案研討及實地參訪- “Hubertus “醫院能源效率個案研討	35
肆、心得與建議	38
附件 1 研習證書	
附件 2 各國書面國情報告及簡報內容	
附件 3 講師授課內容	

表目錄

表 1	研討會行程表	1
表 2	研討會學員名錄	4
表 3	能源用戶裝設分錶前後能源費用比較圖表	15
表 4	各國水資源洩漏統計表	16

圖目錄

圖 1	部門別的最終能源消費分析圖	7
圖 2	德國建築物能源年耗量分析圖	7
圖 3	新建及既設建築物能源使用效率查證程序	9
圖 4	節能潛力及技術需求程度比較圖	9
圖 5	低耗能建築物外觀圖	11
圖 6	能源屋提升能源效率應用措施照片	13
圖 7	德國經濟成長與能源使用比較圖	13
圖 8	柏林生物科技園區動力中心	17
圖 9	無塵室獨立供排氣系統節能改善示意圖	18
圖 10	製程排氣/水熱回收系統示意圖	18
圖 11	外氣冷房空調系統示意圖	19
圖 12	熱泵熱能供應系統示意圖	19
圖 13	壓縮空氣動力源的能源使用效率	20
圖 14	馬達動力源的能源使用效率	20
圖 15	德國節能診斷系統網頁	21
圖 16	電腦化控制熱電整合系統.....	22
圖 17	熱電整合系統示意圖.....	23
圖 18	回收雨水綠化社區環境.....	23
圖 19	社區屋頂設置太陽光電模組.....	24
圖 20	園區管理中心外牆設置太陽光電模組.....	25
圖 21	園區動力中心的燃氣渦輪發電機組.....	25
圖 22	園區動力中心的燃氣廢熱鍋爐.....	26
圖 23	園區太陽光電模組試驗場.....	26
圖 24	建築物外牆種植綠色植物	27
圖 25	建築物中庭生態水池	28
圖 26	建築物屋頂種植綠色植物.....	28
圖 27	吸收式冰水主機	28
圖 28	德國聯邦政府推動能源效率措施之降低 CO2 排放量統計圖.....	29
圖 29	中庭採用溫室概念設計引入日照光與熱.....	30
圖 30	中庭設置水池以降低環境溫度.....	30
圖 31	大門自動定時開啓換氣.....	31
圖 32	中庭屋頂排氣百頁充窗自動控制設備.....	31
圖 33	中庭採用溫室屋頂玻璃，設置太陽光電模組	32

圖 34	中庭屋頂設置遮陽簾	32
圖 35	熱電整合電廠的電能及熱能應用占比圖	33
圖 36	熱電整合系統模型	33
圖 37	熱電整合電廠緊鄰住宅區	34
圖 38	燃氣渦輪發電機組	34
圖 39	出入口大門，定時控制開啓	35
圖 40	泵浦及空調箱風機，採用變頻器控制轉速	36
圖 41	吸收式冰水機組	36
圖 42	柴油引擎發電機組	37
圖 43	節能改善成效統計表	37

摘要

世界各國都知道，地球的能源日益枯竭，紛紛採取一些緊急行動以因應這種情勢，本次研修團的目標，希望了解德國在提升能源使用效率的先進做法，並藉由現場參訪實際執行提升能源使用效率的廠區及機構，學習在工業與建築物的能源使用效率及再生能源方面，德國的實際執行方法及經驗

本次亞洲生產力組織(Asian Productivity Organization, APO) 於 98 年 9 月 27 日至 98 年 10 月 1 日在德國柏林舉辦之「非會員國能源效率研修團 (Study Mission to a Nonmember Country on Energy Efficiency)」，參加者來自 APO 的會員國包括我國、印度、印度尼西亞、伊朗、韓國、尼泊爾、馬來西亞、菲律賓、新加坡、斯里蘭卡、泰國、越南與巴基斯坦，共計 13 個國家 27 人。德國柏林當地負責執行單位為阿德爾菲顧問公司 (Aldelphi Consult GmbH)。

本次研修團主要目的地，在學習德國的能源效率措施，取得關於工業與建築能源效率最佳做法及再生能源應用的最新第一手資料，並參訪相關工業設施及機構，活動的內容相當廣泛，包含能源有效利用的線上互動式諮詢及能源管理，非政府組織的協助確認能源使用效率，建築物及工業方面熱電整合應用技術及案例，政府機關推動提升能源使用效率的策略及經驗等。

各國在經濟發展下，其能源使用量無不伴隨經濟成而增加，惟獨德國自 1990 年推動提升能源使用效率政策，其能源使用量不但沒有因為經濟成長而增加，反而比 1990 年還下 5%，由本次研修團實地觀察發現，德國政府積極推動熱電整合系統 (CHP)，無論是科技工業園區的大型整合系統，隱身於住宅區的中型整合系統，或是個別能源用戶的小型整合系統，均能大幅提升能源使用效率。尤其能在緊臨住宅區設熱電整合電廠，建置初期與居民溝通協調，建置後確保運轉狀況符合承諾，取得附近居民的信賴，其溝通協調及務實做法，值得我國電力公司借鏡。

於建築物節能部分，德國建築部門善用自然環境條件，建築物規劃設計，盡可能利用日照的光與熱能，設計時由外觀形狀、室內空間機能、建築物隔熱材料、開窗方向及面積等問題，模擬計算較低年耗用量的建築物，而非建築物建置完成後，再來考慮如何移除入侵的熱能，值得我國參考借鏡。

參加亞洲生產力組織（APO）非會員國能源效率研修團 (Study Mission to a Nonmember Country on Energy Efficiency)

壹、研習目的

世界各國都知道，地球的能源日益枯竭，紛紛採取一些緊急行動以因應這種情勢，本次研修團的目標，希望了解德國在提升能源使用效率的先進做法，並藉由現場參訪實際執行提升能源使用效率的廠區及機構，學習在工業與建築物的能源使用效率及再生能源方面，德國的實際執行方法及經驗。

本次研修團共有 13 個國家的 27 位學員參加，本次研修活動委由德國能源效率顧問公司-Adelphi Consult GmbH 主辦，本次活動的內容相當廣泛，包含能源有效利用的線上互動式諮詢及能源管理，非政府組織的協助確認能源使用效率，建築物及工業方面熱電整合應用技術及案例，政府機關推動提升能源使用效率的策略及經驗等。另外，參加本次研修活動的學員，也是各國推動能源有效利用的專家，分享各國推動策略及經驗，藉由講師與學員互動討論的模式，每位學員能獲得能源有效利用的先進技術與經驗，活動後推廣到國內應用，提升 APO 各會員國的能源使用效率，減緩能源使用量。

貳、研習行程紀要

一、行程表

表 1 研討會行程表

日期	時間	內容	機構
9/25(五) 台北時間	19:30	桃園國際機場啓程至荷蘭阿姆斯特丹國際機場	
9/26(六) 當地時間	05:45	抵達荷蘭阿姆斯特丹國際機場	
	08:20	荷蘭阿姆斯特丹國際機場轉機至德國柏林	
	09:40	抵達德國柏林	
9/27(日)	09:30	歡迎與介紹	
	10:30	成員國簡報	印度
	11:30	介紹和討論：能源效率概述 ●歐洲的政策趨勢 ●機構和其他相關單位 ●建築物的技術解決方案	阿德爾菲 (Adelphi) 顧問公司
	14:00	坐巴士前往高效能源屋(Plus energy House)	
	14:30	案例研究：舒適居住的建築物	高效能源屋-普

		能源效率 ●需求的決定 ●程序的規劃 ●先進技術的解說	爾(Pool)建築師
	17:00	高效能源屋導覽與討論	高效能源屋 Pool 建築師
9/28(一)	09:30	坐巴士前往德國聯邦經濟及技術部	
	10:00	拜訪及討論：德國政府的能源效率政策 ●歐盟、德國聯邦政府、地區及地方政府的責任與角色 ●建築部門的規章和支助方案 ●中小企業與個人消費者的諮詢方案	德國聯邦經濟及技術部
	11:30	成員國簡報	韓國、印尼及馬來西亞等
	13:15	坐巴士前往柏林生技園區	
	14:00	簡報及討論 ●智慧化的能源及水下游量測與量測的實際例子、解決方法與潛力 ●能源及水的節約與效率	柏林生技園區
	15:00	拜訪生技園區專家及討論 ●能源基礎建設：電力、熱、冷、蒸汽及水 ●最佳效率服務基礎建設 ●不同使用者需求的收費計算	柏林生技園區
	16:00	案例研究與討論 ●亞洲市場的能源查核經驗 ●生產的能源效率供給概念	柏林生技園區
	17:00	成員國簡報	我國、新加坡、泰國等
	18:00	介紹和討論 ●工業產品的能源效率	柏林生技園區
	19:00	APO 晚宴代表及專家	
9/29(二)	08:30	坐巴士前往烏法(Ufa)工廠	
	09:00	建築物能源效率網路及活動案例研究 ●建築物能源效率活動 ●各種入口網站設計	烏法(Ufa)工廠
	10:00	介紹和討論 能源效率的能力建構	烏法(Ufa)工廠
	11:00	能源效率現場考察和訓練教材	烏法(Ufa)工廠

		了解有關於節約能源的良好做法和參觀建築物節能系統案例，如： ●使用雨水 ●減少能源使用 ●高效供暖系統 ●綠地和堆肥綠化建築物	
	13:00	坐巴士前往阿德勒斯霍夫 (Adlershof) 科技園區	阿德勒斯霍夫 (Adlershof) 科技園區
		導覽阿德勒斯霍夫 (Adlershof) 科技園區 ●媒體和高科技產業園區 ●能源和太陽能區 ●由汽電共生系統供熱、電和冷卻的最佳能源系統 ●區域供熱和冷卻系統	阿德勒斯霍夫 (Adlershof) 科技園區
	16:30	導覽建築物能源效率 ●被動的建築物能空調 ●辦公大樓節能 ●絕熱的冷卻 ●綠色外牆的經驗	阿德勒斯霍夫 (Adlershof) 科技園區
9/30(三)	08:00	坐巴士前往聯邦環境署	
	10:00	現場拜訪及會談聯邦環境署專家 ●德國能源效率的措施 ●聯邦環境署建築物的能源效率技術密集	聯邦環境署
	14:00	坐巴士前往柏林市區	
	16:00	柏林市區 (Vattenfall) 發電場 ●複循環汽電共生廠 ●電能 440MW，熱能 635MW	(Vattenfall) 發電場
10/1(四)	09:15	坐巴士前往柏林市區	
	10:00	案例研究與現場參訪 胡貝圖斯 (Hubertus) 醫院能源效率 ●能源效率與訂定 9 年的經驗 ●相對基線二氧化碳減量 45% ●重新設計的通風系統 ●緊急發電機的集中，以提高效率和降低成本	胡貝圖斯 (Hubertus) 醫院
	14:00	最後討論和參訪簡介	胡貝圖斯 (Hubertus) 醫院
10/2(五)	17:40	德國柏林機場啓程至荷蘭阿姆斯特丹	

當地時間		斯特丹國際機場	
	19:00	抵達荷蘭阿姆斯特丹國際機場	
	21:20	荷蘭阿姆斯特丹國際機場轉機至香港	
10/3(六) 台北時間	14:30	抵達香港	
	17:35	香港轉機至桃園國際機場	
	19:15	抵達桃園國際機場	

二、講師群

(一) **Mr. K.D. Bhardwaj**

Program Officer, Environment Department,
Asia Productivity Organization

(二) **Mikael P. Henzler**

Managing Director
Adelphi Consult, Germany

(三) **Mr. Rainer Agster**

Senior Project Manager
Adelphi Consult, Germany

三、學員名錄：本次有 13 個會員國派員，共 25 位學員參加，名單如表 2。

表 2 研討會學員名錄

會員國	學員（服務單位及職稱）
1. Republic of China	<p>Mr. Yang-Ming Tarng Associate Technical Specialist Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs</p> <p>Mr. Wen-Hsiang Lin Assistant Manager Taiwan Green Productivity Foundation</p>
2. India	<p>Dr. Kallipatti Arumugam Subramanian Assistant Professor Indian Institute of Technology Delhi</p> <p>Mr. Kamalesh Kumar Jha CEO Ashta Dal Services Pvt. Ltd.</p>
3. Indonesia	<p>Mr. Harlen Nasrul Ambi General Manager PT. Indonesia Power</p> <p>Mr. Isep Gojali Managing Director PT. Sarandi Karya Nugraha</p>

會員國	學 員（服務單位及職稱）
	<p>Mr. Muhammad Ahsin Sidqi General Manager Kamojang Geothermal Power Plant PT. INDONESIA POWER</p>
<p>4. Islamic Republic of Iran</p>	<p>Mr. Khalil Adibifard Director of Energy & Green Productivity Department Ministry of Industries and Mines</p>
<p>5. Republic of Korea</p>	<p>Mr. Young-Ho No Deputy Director Presidential Committee on Green Growth</p>
<p>6. Lao PDR</p>	<p>Mr. Xaixana Bouapha Assistant of Project & Engineering Manager Energy Saving Manager Lao Brewery Co., Ltd</p>
<p>7. Malaysia</p>	<p>Mr. Luk Chau Beng Chairman The Institution of Engineers Malaysia</p>
<p>8. Philippines</p>	<p>Ms. Habacon Nelda Alano Deputy Manager Energy Development Corporation</p>
<p>9. Singapore</p>	<p>Mr. Lai Choon Hoo Director, Engineering Solutions SuperSolutions Pte Ltd Mr. Low Loke Kiong Director G-Energy Global Pte Ltd Mr. T K Udairam Chief Executive Officer Changi General Hospital Mr. Yen Tun I Assistant Director, Faculty Planning & Development, Operations Changi General Hospital</p>
<p>10. Sri Lanka</p>	<p>Mr. Gardi Hettiarachchige Upul Sampath Logus Maintenance Engineer Union Chemicals Lanka PLC. Mr. Sameera Ganegoda</p>

會員國	學 員（服務單位及職稱）
	Manager LTL Energy (pvt) Ltd. Mr. Weerasuriya Pathiranage Kapila Priyadarshana Chief Engineer Alucop Cables Ltd.
11. Thailand	Mr. Phongjaroon Srisovanna Executive Director The Energy Conservation Center of Thailand Mr. Preeda Boonsilps Energy Conservation Manager IRPC (Public) Co. Ltd. Mr. Wuttipong Boonnaiva Production Management Manager Thailand Productivity Institute
12. Vietnam	Mr. Tran Mac Quan Deputy General Manager of Safety & Quality Division Petroleum Technical Services Corporation (PTSC)
13. Pakistan	Mr. M. Ahsan Akhtar Malik Senior Joint Secretary / APO Alternate Director Ministry of Industries and Production Mr. Ejaz Rasul Chawdhry General Manager National Productivity Organization Ministry of Industries and Production
14. APO	Mr. Arvind K Asthana Senior Technical Specialist Indo-German Energy Programme Mr. K D Bhardwaj Program Officer Asian Productivity Organization

參、研習內容摘述

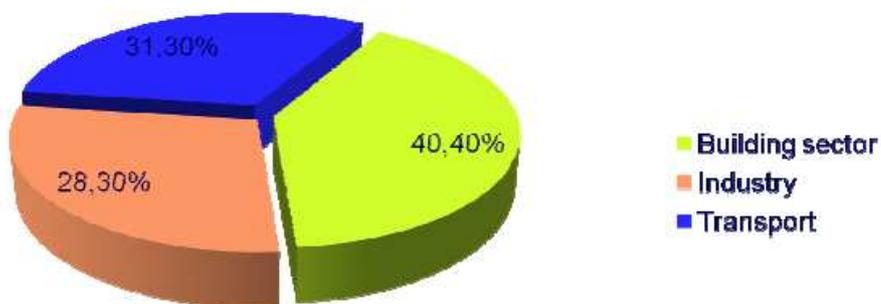
一、能源效率綜合概論 (Energy Efficiency: Overview) — by M Mr. Mikael Henzler (Managing Director), Adelphi Consult

(一) 能源政策：

1. 歐盟建築物部門節能潛力分析：

統計資料顯示，歐盟各國建築物部門的最終能源消費約占 40.4% (圖 1)，推動建築物能源有效利用策略，預估其節能潛力約為 28%，可以降低歐盟 11% 的最終能源消費量。

Final Energy Consumption according to sectors



Source: Green Paper on Energy Efficiency or Doing More with Less (2006)

圖 1 部門別的最終能源消費分析圖

2. 德國建築物耗能分析：

分析德國建築物中各項能源設備的能消費比例 (圖 2) 顯示，其中以暖氣 (Heating 78%) 及熱水 (Hot Water 9%) 兩項的年耗用量最高，因此德國政府從上述兩項設備，積極推動能源有效利用的各項策略。

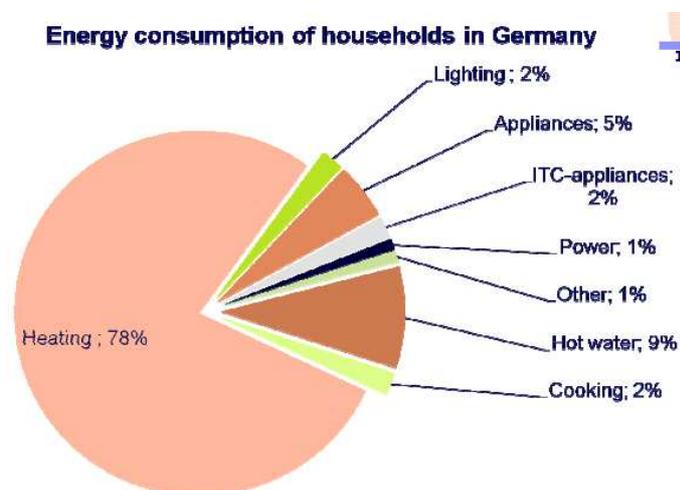


圖 2 德國建築物能源年耗量分析圖

3. 歐盟能源政策框架與目標：

■ 因應京都議定書：2020 年推動 3 項 20% 政策

- 歐盟強制要求至 2020 年降低 20% 溫室氣體排放量
- 至 2020 年能源使用效率提升 20%
- 主要消費能源，至 2020 年採用 20% 再生能源

■ 歐盟標章的執行措施

- 能源產品使用指令 (EuP)
- 推動再生能源指令 (RES)
- 歐盟建築物能源使用效率指令 (EPBD)

■ 國家能源效率行動方案

- EnEV 09

歐盟各國的政策，建築物部門盡速提升能源使用效率及再生能源應用技術，各國間密切配合及交流，降低各國能源使用量及溫室氣體排放量。

(二) 建築物部門已執行之能源政策：

2003 年 1 月起，歐盟開始推動歐盟建築物能源使用效率指令 (EPBD)，針對新建及既設建築物，提出能源使用效率查證程序，訂立建築物年耗用效率參考基準 (圖 3)，藉由建築物外殼隔熱性及設備及系統的運轉效能等查證模式，評估建築物能源使用效率。

針對建築物提升能源效率的節能改善措施，分析其節能潛力及改善技術能力需求程度，提供各界評估節能改善優先順序 (圖 4)。其中以改善建築物外殼隔熱、小型燃油熱電整合系統、高效率照明系統及能源管理系統等，均是節能潛力高及技術能力需求不高的改善措施。

Energy Performance Certificate for new and existing buildings

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude
gemäß § 10 ff. ff. EnergieEinsparverordnung (EnEV)

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude
gemäß §§ 10 ff. ff. EnergieEinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Energiebedarf

Nachweis der Einhaltung des § 3 oder § 9 Abs. 1 EnEV

Endenergiebedarf

Sonstige Angaben

Vergleichswerte Endenergiebedarf

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Source: www.dena.de

圖 3 新建及既設建築物能源使用效率查證程序

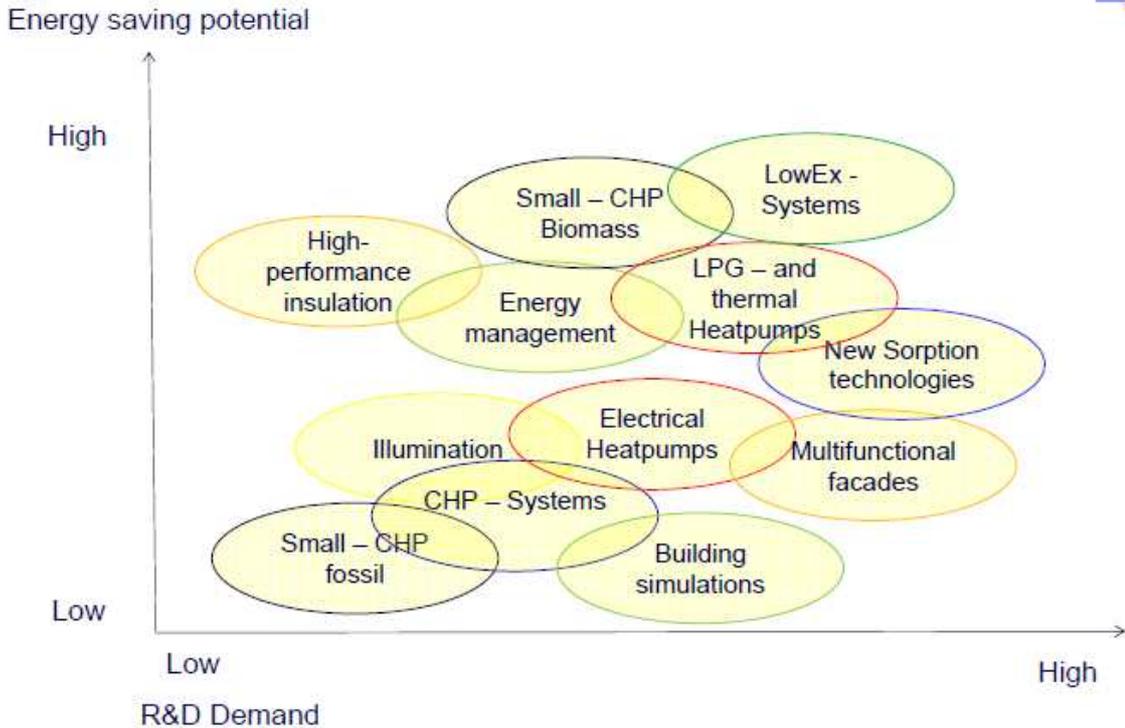


圖 4 節能潛力及技術需求程度比較圖

二、個案研討：舒適住宅建築物的能源使用效率（Case Study „Energy Efficient Buildings for Comfort Housing）— by Mr. Martin Pool (Architect), Pool Architekten

普爾(Pool)建築師專題研究舒適居住的建築物能源效率，2005年接受委託設計一棟兼具辦公及住宅使用的低耗能建築物，由德國統計資料顯示，一般建築物的最大耗能項目為暖氣需求，德國既有建築物的平均熱能需求為 220 W/m²K，新建築物訂立之熱能需求基準為 85 W/m²K，Pool 建築師由建築基地的位置、建築物外觀形狀、日照角度、建築物外殼材料、建築物日常機能等角度，規劃設計此棟建築物，盡可能將熱能保持在室內，降低暖氣需求的能源消耗，此棟建築物規劃設計的熱能需求為 22 W/m²K，遠低於德國新建築物的熱能需求基準，也是第一次使用真空隔熱板的 2 層以上的建築物，及第一次在使用私人融資建設，並廣泛使用各種節能先進技術。

本個案研討有關建築物節約能源設計的主要因子及實際案例介紹，建築物節約能源設計的 5 個主要因子分別為地點(Site)、外型(Shape)、日照(Sun)、外殼(Skin)及公用設備(Service)，簡稱建築物節能設計的 5 個 S，分述如下：

1. 地點(Site)：主要考量區域建築物的距離密度、便捷的公共交通工具、綜合工作和生活機能、太陽能的可利用性、微氣候及風的影響等，關係建築物地點的交通密集及氣象因素。
2. 外型(Shape)：以面積體積比(A / V)表示，建築物面積與能量損失及吸收成正比。緊密的建築物容易減少散熱，但受到陽光照射容易過熱，關係建築物內部與外部環境相互作用問題，尤其是處於高密度地點或公寓住宅區。面積體積比(A / V)與建築物的緊密、共用的牆壁數量及規模大小有關，數值介於 1.2（複合的獨棟房子）~0.2（區域連棟公寓），建造一個緊密的建築物是簡單且低價的，較少昂貴的外表和屋頂，較少複雜的細部，然而缺點亦不容忽視。
3. 日照(Sun)：太陽加溫良好絕緣的建築物需要較長的時間，建築物依賴太陽能加溫，還必須能夠減少加溫，以避免過熱。建築物利用太陽能的策略包括：定位、向南窗戶寬大及向北窗戶小、重要房間如客廳設計於南邊與輔助房間如浴室設計於北邊及都市計畫的策略。
4. 外殼(Skin)：建築物保溫必須完全包覆，特別困難的是在地下室、矮牆和車庫地區。熱損失是直接成正比與外牆面積和保溫隔熱，即

使是一個設計佳的窗口熱傳量將是一個設計佳的牆壁熱傳量的 10 倍，所以設計窗口變成至關重要。建築物的氣密性是重要的，以避免不必要的對流損失。良好的絕緣可降低建築物的通風裝置及溼氣，高的牆面溫度可增加舒適性，以減少身體熱量的輻射損失，及減少空調負荷。由於溫度的損失通過是成正比外牆與內牆溫度差，更可降低建築物的熱負荷。

5. 公用設備(Service)：在普通的建築物，大部分的熱量經由牆壁傳導損失，以至於對通風系統造成熱量損失不感興趣，而低能源建築物的牆壁有好的隔熱，通風系統造成的損失為全部損失三分之二。因此，低能源建築物所需要的高水準公用設備，包括：使用最少二氧化碳排放的熱能、減少通風系統造成的熱量損失、冷卻、提供良好的建築物空氣密閉及自然照明系統。



圖 5 低耗能建築物外觀圖

三、參訪與討論-高效能源屋（Plus Energy House）

高效能源屋（Plus Energy House）設置於柏林車站前廣場，由聯邦政府、交通部及住宅部門出資建立，能源屋內採用先進的節能技術，其加熱能源需求量為 $12\text{kWh}/\text{m}^2\text{-yr}$ ，實地建置應用並派員解說，提供民眾能源使用效率的先進知識，其提升能源使用效率的技術說明如下：

- 建築物外表及內部，採用可再生利用的當地木材（OAK）
- 建築物外殼採用纖維質隔熱材，增加建築物隔熱效果
- 窗戶及門採用雙層真空隔熱玻璃，減少玻璃熱能損失。
- 窗戶外圍增加可調角度的百葉窗，百葉窗的葉片上並裝置太陽光電板，除了阻絕過多的光與熱源進入屋內外，並可產生部部分電力使用。百葉窗的葉片角度可以調整，隨季節或氣候變化調整，控制建外部日照進入室內的熱負荷。
- 通風系統：在排氣與進氣處，設置熱交換器回收排氣熱能，回收率可達 80%，採自然/強制機械式兩用式通風控制室內換氣。
- 熱水系統：於屋頂設置太陽能熱水器與儲槽，提以太能熱能提供熱水所需熱能，並輔以空氣/水對水兩用型式熱泵系統並聯應用。
- 太陽光電：屋頂設置 9.6kWp + 建築物外表（百葉窗葉片） 2.1kWp + 走廊屋頂 1.6kWp
- 冷熱能調節：空氣/水對水兩用型式熱泵系統



建築物外表隔熱/光百葉窗



建築物外表百葉窗上太陽光電模組

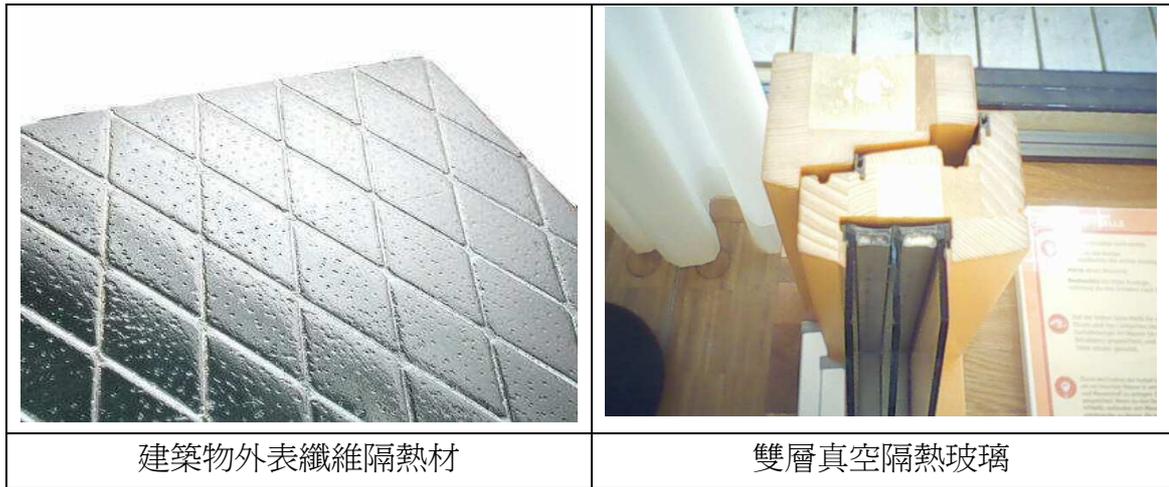


圖6 能源屋提升能源效率應用措施照片

四、參訪與討論：德國政府的能源效率政策—by Mr. Michael Schütz (Deputy Head of Division Energy Efficiency Policy), Federal Ministry of Economics and Technology

德國政府自1990年推行能源有效利用政策，至2005年德國經濟成長25%，但是主要能源使用量並未隨經濟成長而增加使用量，反而降低約5%的能源使用量。比起其它經濟成長的國家，主要能源使用量與經濟成長呈等比例的成長，其推動能源有效利用的策略值得其它國家學習。

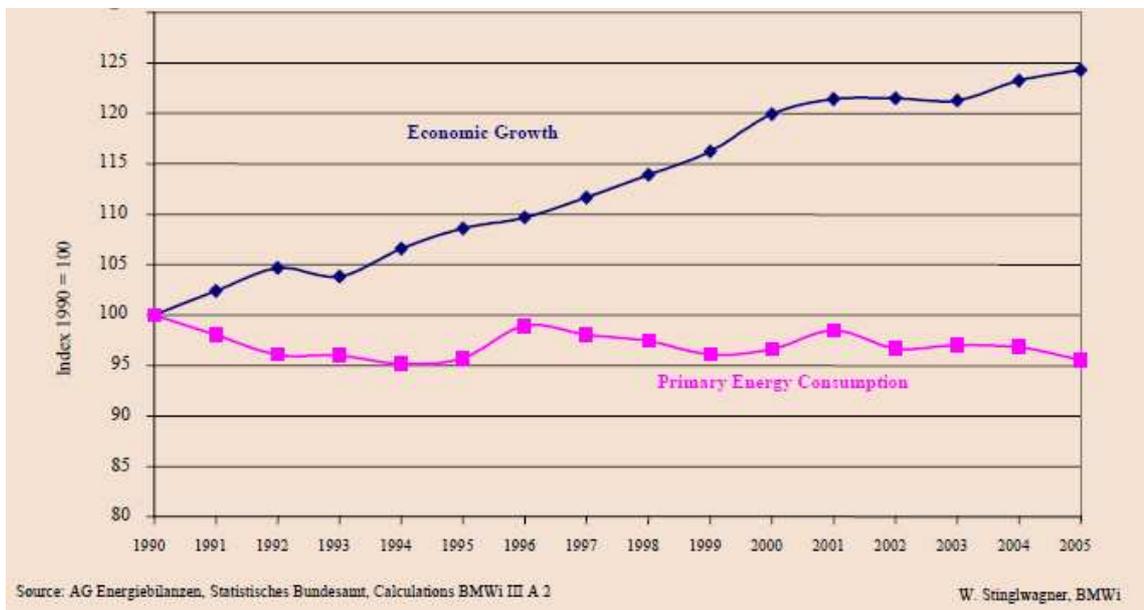


圖7 德國經濟成長與能源使用比較圖

德國聯邦政府各部會推動能源有效利用 (Energy Efficiency) 的任務分配如下：

- 經濟與技術部：主導能源有效利用相關政策推動。
- 交通、建築物、都會部門事務：交通業務及建築物部門能

源有效利用相關業務。

- 環保署：氣候變遷議題。
- 財政部：租稅獎勵優惠議題

德國聯邦政府推動能源有效利用（Energy Efficiency）的政策簡述如下如下：

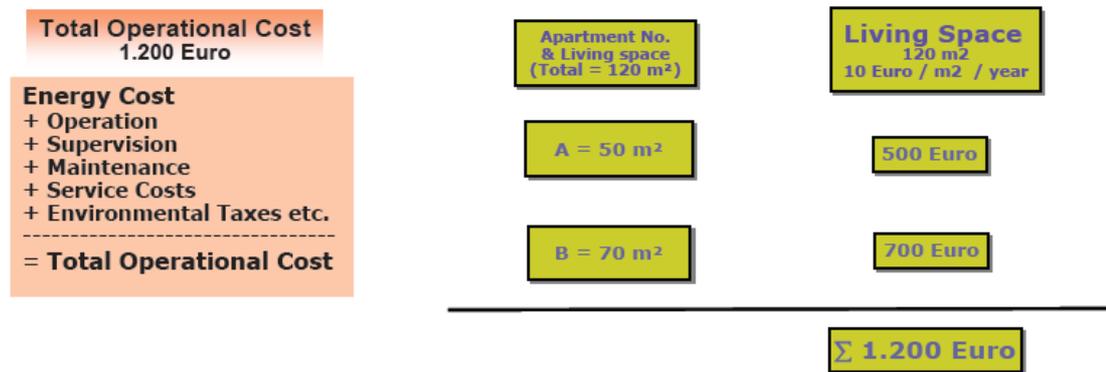
- 電器產品：
 - 推動電器產品能源效率標章分級標示制度
 - 推動電器產品待機耗電從 2010 年起降至 1W 以下
 - 分階段禁用白熾燈
 - 推動辦公電器產品採用”能源之星（Energy Star）”產品
- 建築物能源效率：
 - 訂立新建築物及既有建築物更新之能源效率管理條例，自 2009 年 10 月起，比既有建築物之平均能源效率提升 30%。
 - 預定自 2012 年再提升 30%
 - 建築物外殼隔熱及加熱系統需符合 EnEV 標準
 - 加熱系統煙囪加強清除煙灰以提升能源使用效率
 - 既有建築物獎勵投資提升能源使用效率，至 2011 年止，每年編列 15 億歐元，提供建築物提升能源使用效率更新工程的低利貸款。
 - 提供建築物提升能源效率 1~2 天現場診斷評估費用，最高補助 80%。
 - 提供建築物提升能源效率 10 天現場診斷評估費用，最高補助 60%。
 - 每年提供約 5000 件現場診斷評估費用補助，平均補助比例 50%，每件補助約為 360 歐元。

五、簡報及討論：智慧型能源/水分錶的應用實例研討 – by Mr. Detlef Busch (Area Manager for International Markets), Techem- International Energy Services

各國在建築物內各使用單位的能源/水費用分攤方式，通常採用各用戶建築使用面積比例來分攤，主因為能源/水供應端，在一棟建築物僅裝設一只公用錶，建築物內各單位無計量錶參考其實際用量下，僅能採用用戶建築使用面積比例來分攤能源/水費，因此，各用戶並不積極努力提升電器設備能源使用效率，若能在各用戶間裝設獨立分錶，各用戶的實際用量清楚易見，各用戶投入節約能源/水用量的措施將更積極，節約能源量會更明顯（表 3）。

•The old Ratio Utility Billing System

=> Cost distribution per m², m³ or number of people



•Techem Submetering System

=> You pay only what you consume!

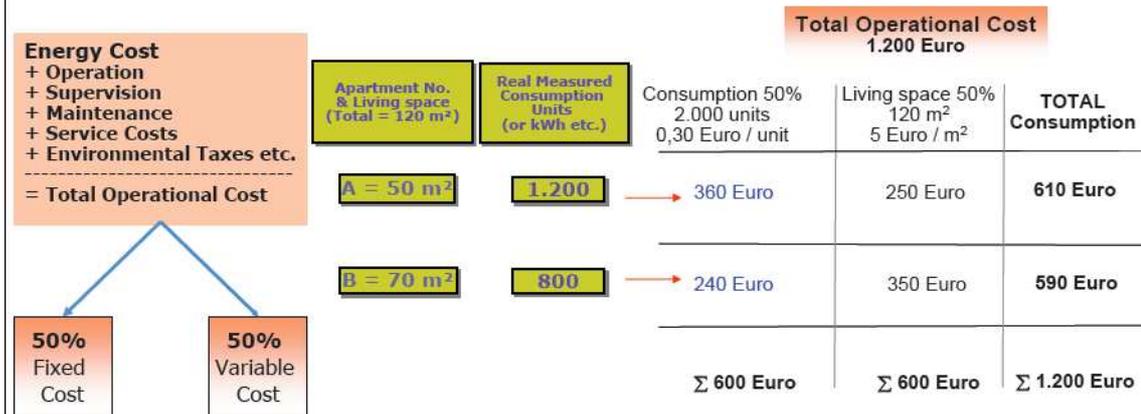


表 3 能源用戶裝設分錶前後能源費用比較圖表

以該公司在全球投入獨立分錶得經驗顯示，不僅可以提供各分用戶實際用量資訊，更可以提供能源/水供應端的洩漏診斷工具，尤其是水資源的洩漏，輸送管路洩漏往往讓人忽略，由其統計各國的水資源洩漏比例顯示（表 4），各國水資源洩漏比例頗高，其中台灣的洩漏比例高達 42%，顯示在輸送管路逐段裝設分錶，可以縮小洩漏偵測範圍，即早改善以降低洩漏。

Water Loss in the World

No.	Country	Loss Rate	No.	Country	Loss Rate
1	Denmark	4-16%	16	Slovakia	27%
2	USA	5-37%	17	Korea	29%
3	Japan (Osaka)	6%	18	Czech Republic	20-30%
4	Germany	7%	19	Spain	22-34%
5	Poland	10-20%	20	Italy	30%
6	France (Paris)	15%	21	Hong Kong	30%
7	France (Rural area)	10-40%	22	Hungary	30%
8	Finland	12-25%	23	Ireland	34%
9	Portugal	18-58%	24	Malaysia	36%
10	Sweden	17%	25	Thailand (Bangkok)	39%
11	England (London)	22%	26	Norway	40%
12	Wales	22%	27	Taiwan (Taipei)	42%
13	South Korea	22%	28	Scotland	50%
14	Uzbekistan	23%	29	Turkey	50%
15	Hungary	24%	30	Philippines	62%

Source:

Water Losses Management and Techniques, August 2002
 Asian Water Supplies, Reaching the Urban Poor, Asian Development Bank, 2003
 Inter-Press Service, 2005; The British Broadcasting Corporation, 2005
 Analysis of Drinking Water and Wastewater Services in Eight European Capitals, 2006
 WWF (World Wildlife Fund) -Turkey, 2007

表 4 各國水資源洩漏統計表

六、柏林生物科技園區參訪與討論：公共建築物最適化操作之節能成效 — by Mr. Robert Linke

柏林生物科技園區為生物科技、媒體科技、製藥業及化工業等產業的科技園區，園區面積並不大，為一小型區域暖房整合園區。園區內所需之電力、蒸氣、熱水、冰水及壓縮空氣等公用動力源，統一由園區動力中心供應。

園區動力中心採用柴油動力引擎帶動發電機發電，發電機產生的高溫廢氣，導入廢氣鍋爐產生蒸氣及熱水，供應園區生所需的蒸氣及熱水，園區無塵室生產區所需調節生產環境的冰水，則藉由熱泵系統及吸收冰水主機，充分利用冷熱能，提升區域動力中心的能源使用效率。

園區動力中心採用委外建造及操作經營方式，2005年起與MVV工程公司訂立長達16年的契約方式，由MVV工程公司投資約150萬歐元建置動力中心，供應園區53,000m²廠房所需的公用動力源，每年提供的動力源包含：20,000MWh電力，40,000噸蒸氣，6,000MWh冷能2百萬Nm³壓縮空氣，1.4百萬Nm³氮氣，及90,000m³飲用水。MVV工程公司除了操作管理外，另需負責設備及管路系統的維修，確保園區公用動力供應無虞。

本專案為能源技術服務業者與生產園區合作供應動力源的最佳案例，由專業能源技術服務業者提供安全穩定的動力源，另外整合熱電系統以提供能源使用效率，降低園區業者支付動力源的費用，為能源技術服務業者推動提升能源使用效率最佳案例。

可惜園區代表僅提供參觀，對於雙方合作契約的詳細內容並未說明，能源技術服務業者提升能源效率的成效也未詳述，動力機房的設施更因業務機密，禁止拍攝影像。



圖8 柏林生物科技園區動力中心

七、個案研究與討論：通風、空調及加熱系統節能改善—by Mr. Thomas Liebert (Managing Director)

Liebert工程技術公司為一通風、空調及加熱系統專業技術公司，協助世界各國知名企業，針對製程及公用設備在通風、空調及加熱系統的耗能問題，提供節能改善措施，提升通風、空調及加熱系統的能源使用效率。此次個案探討包含無塵室通風改善、製程排氣熱回收、外氣冷房空調系統、熱泵熱能供應系統等節能改善技術。

Modular, flexible assembly of test location

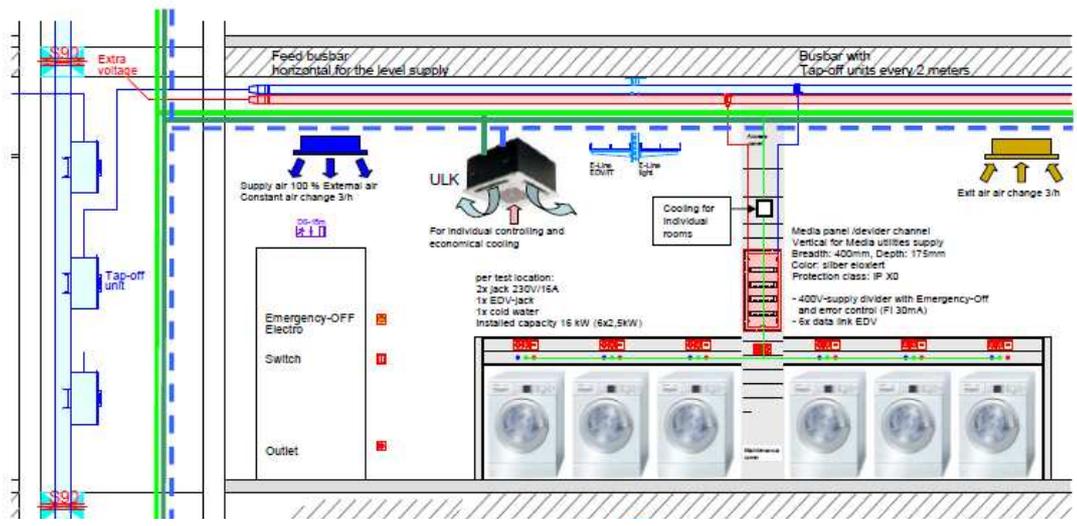


圖9 無塵室獨立供排氣系統節能改善示意圖

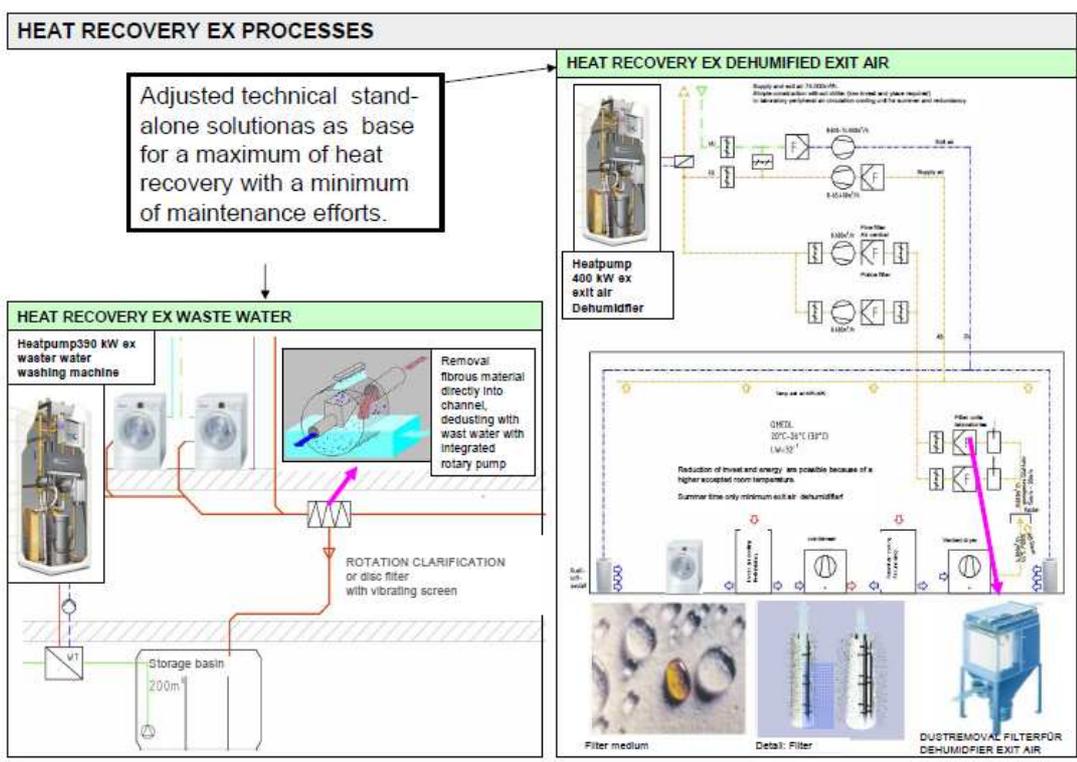
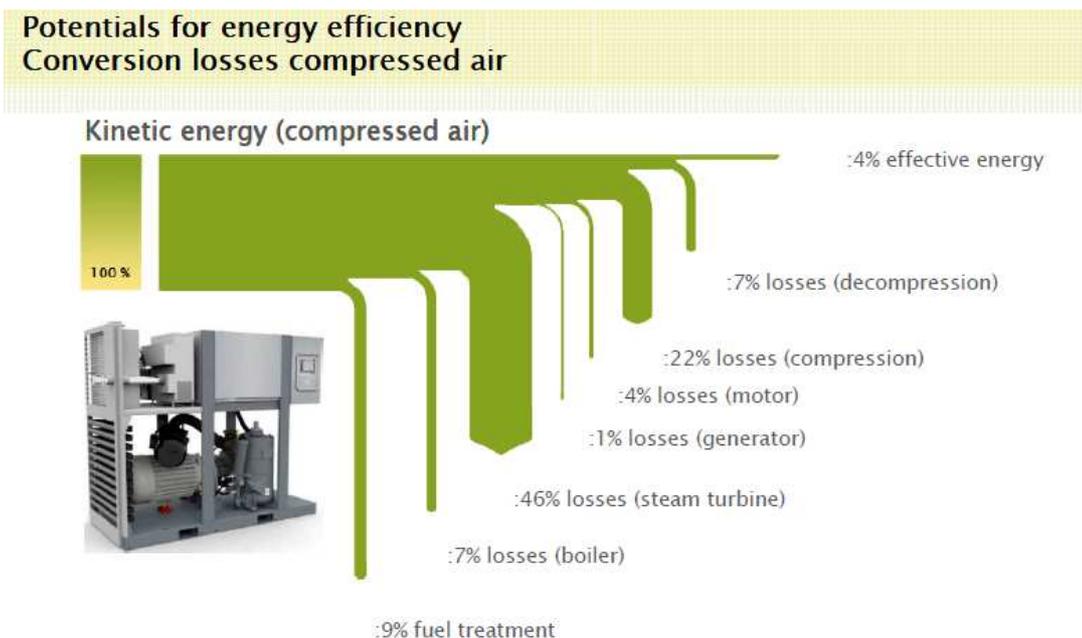


圖10 製程排氣/水熱回收系統示意圖

八、簡報及討論：工業製程的能源效率—by Dr. Mark Junge (Managing Director),
Limón GmbH

產業製程的提升能源效率的首要工作：避免製程動力供應，經過多次的能源轉換，每經過一=次的動力源轉換，就會降低能源使用效率，以壓縮空氣動力源為例（圖13），能源使用效率僅有4%，與馬達驅動供應動力（圖14）的33%比較，能源使用效率相差8.25倍，由此可見，提升能源使用效率的首要工作為避免能源多次轉換。



圖

圖13 壓縮空氣動力源的能源使用效率

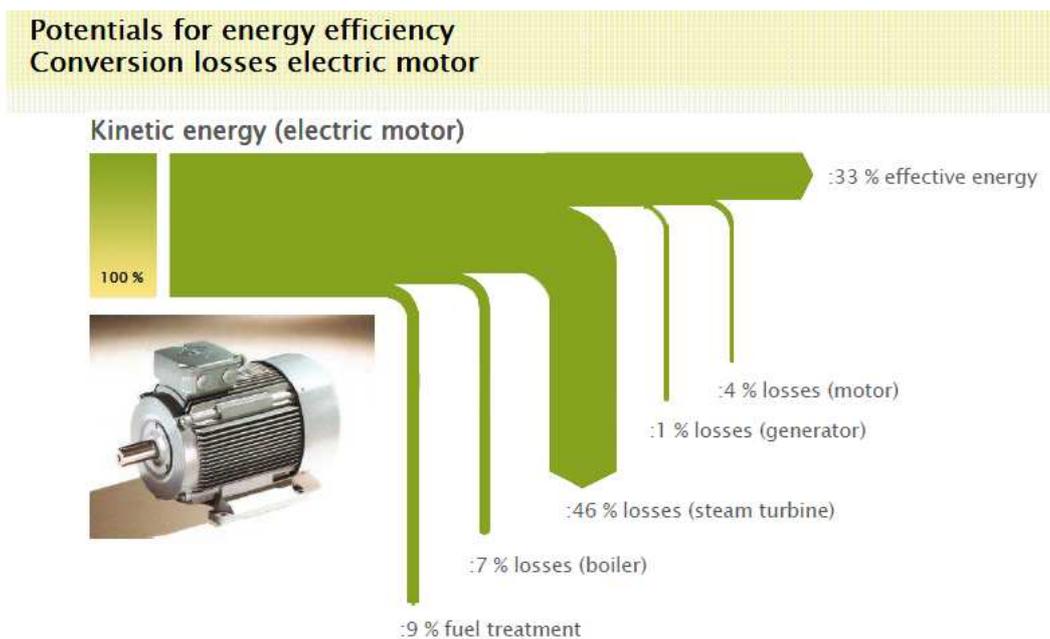


圖14 馬達動力源的能源使用效率

其它提升工業製程能源使用效率的措施如下列說明：

- 降低能源使用量：整合製程冷熱系統，回收廢熱再利用。
- 降低能源轉換動力的損失，如熱電整合系統，熱能有效利用
- 調整製程溫度。
- 整合全廠動力及冷熱能需求，規劃合理的能源使用流程，避免冷熱能單獨排放的雙重損失。
-

九、建築物網路診斷系統及線上互動交流—by Mr. Justus von Widekind (Project Development), co2online – Network for Climate Protection

藉由提供免費的網路線上能源效率診斷系統，民眾上網診斷家中加熱、泵浦、電器等耗能設備的使用現況，藉由內建的專家診斷系統，提供民眾節能改善措施及節能效益試算，提高民眾汰換低效率設備的意願。

能源效率診斷系統為政府委由非官方組織建置及維護，並提供線上互動式專家診斷諮詢服務，不僅擴大節能服務範圍，降低人力支出費用。線上節能診斷的項目包含家用電器、加熱、空調、隔熱、泵浦等設備及系統的節能改善效益計算，也提供政府單位推動建築物提升能源效率的策略分析、節能及CO₂減量潛力。

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère des Classes moyennes, du Tourisme et du Logement
Département du logement

CO₂

Welcome to the pump check presented by co2online

In just a few minutes you will know whether you can save money and energy by improvements to the pumps in your boiler room: by reducing the running time, by adjusting the power setting, or by replacing the pump.

If you decide to replace the pump, you will find out how long it will take before this investment has paid for itself.

Postcode for the building:

Which pump would you like to test:

Year of manufacture of pump:

I am ...:

Electrical power consumption in kWh per annum

Scenario	Electrical power consumption (kWh per annum)
Old pump as it stands	~480
Old pump optimised	~150
New pump	~100

CO₂

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère des Classes moyennes, du Tourisme et du Logement
Département du logement

Pump Check Contact Advice and Action

Step 4 of 11

Test the Circulating pump

Your pump is over-dimensioned! You can save electricity by switching the pump to a lower power setting and reducing the running time of your pump or by purchasing a new, more efficient pump.

<- back forward ->

<- Back to Online Advisers forward ->

圖15 德國節能診斷系統網頁

十、實地參訪－Ufa Factory建築物環境綠化之節能案例研討 —by Mr. Werner Wiartalla (Physicist), ufaFactory - Culture, Sustainable Development and Community

Ufa Factory為一小型集合住商混合社區，社區內主要以住宅為主，少部分為小型營業場所（超市及餐廳），原本能源使用能為外購電力及燃油熱水鍋爐為主，原外購電力每年約為400,000kWh，2003年起導入熱電整合系統，建置50及88kW燃油發電機組後，外購電力減少75%，燃油發電機組的冷卻水，提供社區暖氣的熱能來源，其推動節能措施如下：

- 導入熱電整合系統，建置50及88kW燃油發電機組，回收發電機組冷卻水熱能100及190kW，供社區居民暖氣使用熱源。
- 電腦化電熱熱整合系統，自動調節外購電力需求。
- 雨水收集利用，每年可收集約40000m³雨水，供社區廁所及綠化灌溉所需的水資源。
- 導入高效率氙氣燈具取代傳統燈泡，提升90%的燈具使用效率。
- 導入太陽光電系統。
- 綠化社區環境以降低環境溫度。



圖16 電腦化控制熱電整合系統

Schematic picture of a block- unit power plant

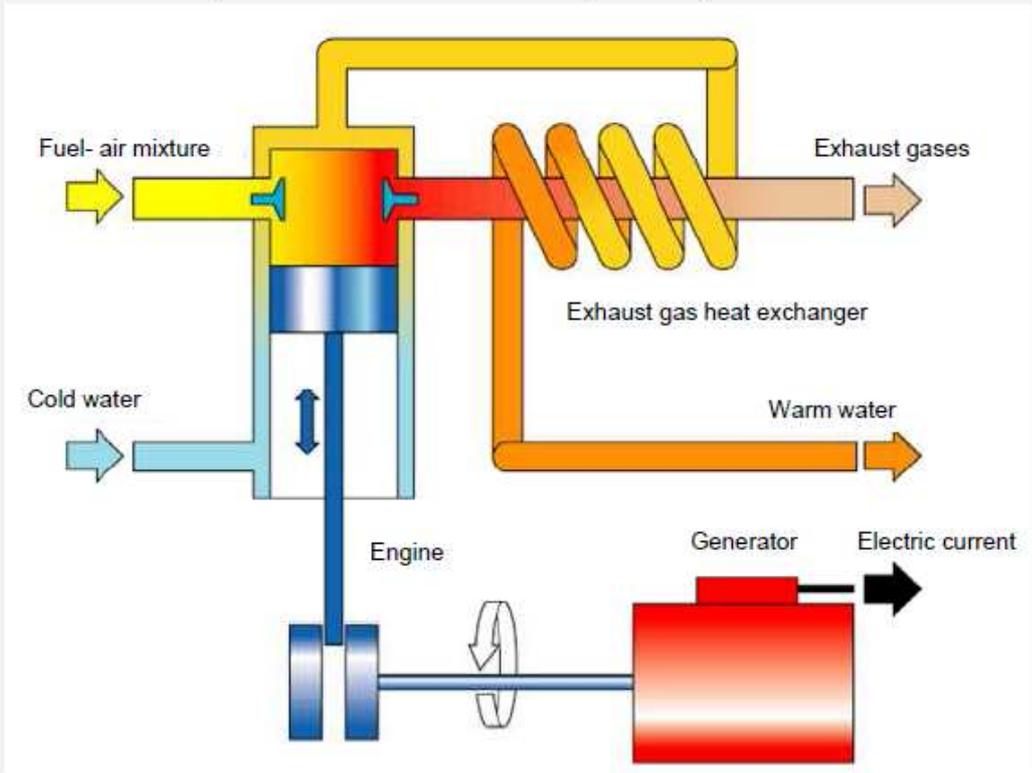


圖17 熱電整合系統示意圖

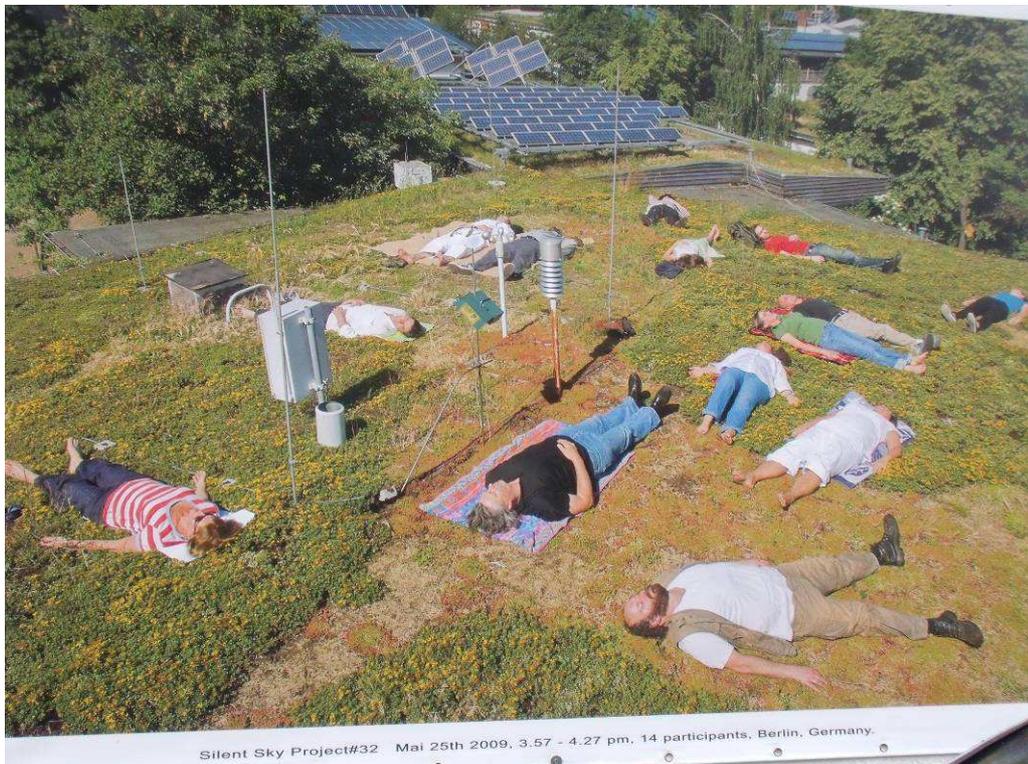


圖18 回收雨水綠化社區環境



圖19 社區屋頂設置太陽光電模組

十一、實地參訪：Adlershof 科技園區熱電整合系統之節能成效—by Mr. Lauterbach

Adlershof 科技園區為鄰近柏林的新興科技園區，園區內有IT、媒體、生物科技、太陽光電、材料等科技產業外，同時也將大學及研究機構納入園區，為產學整合的高科技園區，園區規劃時，即導入區域暖房觀念，園區內所需的電力、熱能，統一由園區動力中心提供，為一熱電整合相當成功的科技園區，其推動提升能源效率的措施如下：

- 管理中心建築物外圍採用太陽光電模組，阻絕熱源直接進入室內，利用太陽光熱產生電力，園區內有多家世界知名的太陽光電製造商進駐，可提供實驗場所試驗產品性能。
- 動力中心採用燃氣渦輪發電機組及廢熱鍋爐整合系統，除發電供應園區所電力外，並提供廠商所需之熱水，熱水除了提供暖氣使用外，也可為夏日吸收式冰水機組的熱源，其熱水供管路長達十幾公里，為大型熱電整合系統的成功案例。



圖20 園區管理中心外牆設置太陽光電模組

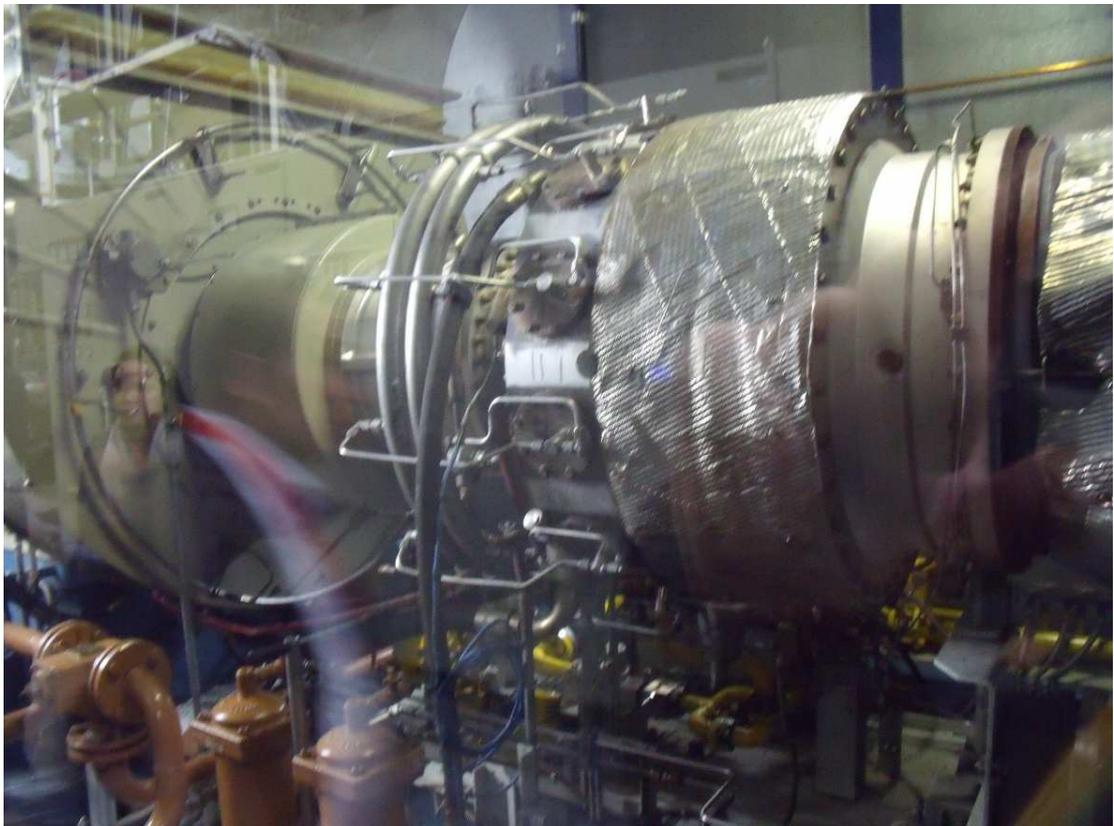


圖21 園區動力中心的燃氣渦輪發電機組

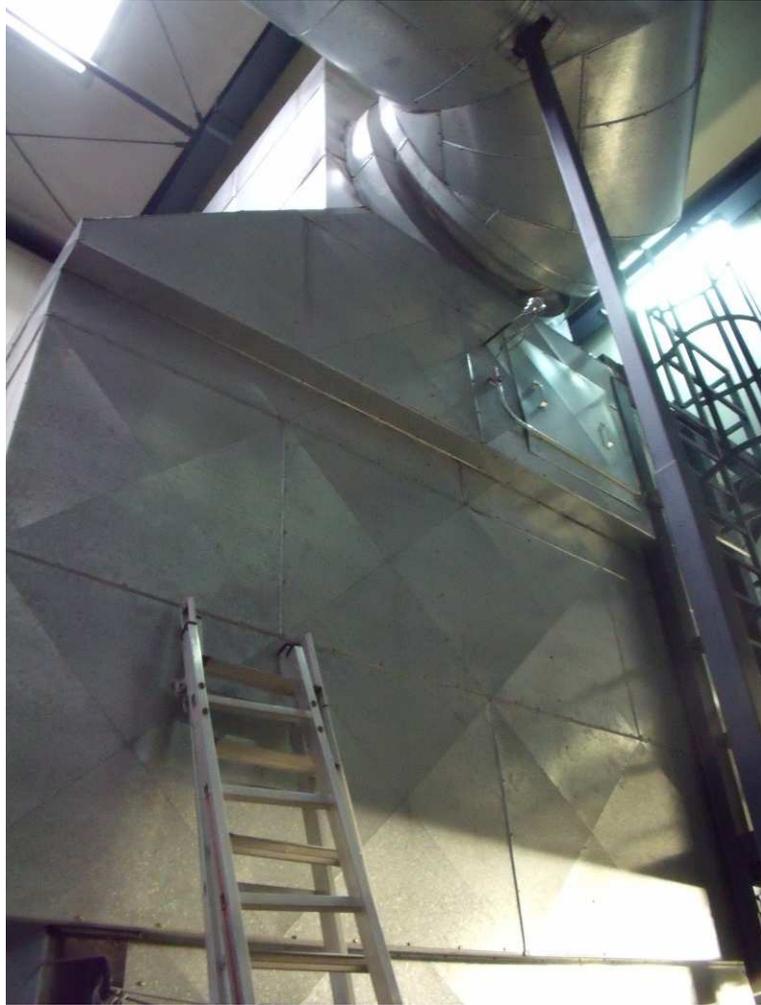


圖22 園區動力中心的燃氣廢熱鍋爐



圖23 園區太陽光電模組試驗場

十二、建築物提升能源使用效率案例實地參訪—by Mr. Marco Schmidt (Project Coordination), University of Humboldt - Institute of Physics

實地參訪位於Adlershof 科技園區的醫學藥劑研究中心大樓（Institute of Physics），該棟大樓採用綠建築概念，大量利用植物覆蓋在建築物外圍，降低空調負荷，其執行的節能措施如下：

- 建築物外牆種植綠色植物，阻絕太陽日照熱能進入室內
- 建築物屋頂種植綠色植物，阻絕太陽日照熱能進入室內
- 收集雨水儲存於地下儲槽，提供綠色植物灌溉用水。
- 建築物中庭設置生態水池，夏日利用水池蒸發，降低環境溫度。
- 利用雨水與室內排氣的絕熱蒸發以降低排氣溫度，並與新鮮外氣熱交換，降低進氣溫度，減少空調負荷。
- 充分利用動力中心提供的熱水，冬季應用於暖氣供應，夏季則使用吸收式冰水主機，供應大樓空調所需冰水。



圖24 建築物外牆種植綠色植物



圖25 建築物中庭生態水池



圖26 建築物屋頂種植綠色植物



圖27 吸收式冰水主機

十三、實地參訪及交流：德國能源效率措施及聯邦環保署建築物能源效率整合技術實地觀摩 —by Mr. Andreas Halatsch (Expert Energy Efficiency)/
Mrs. Birgitt Heinicke, Federal Environment Agency

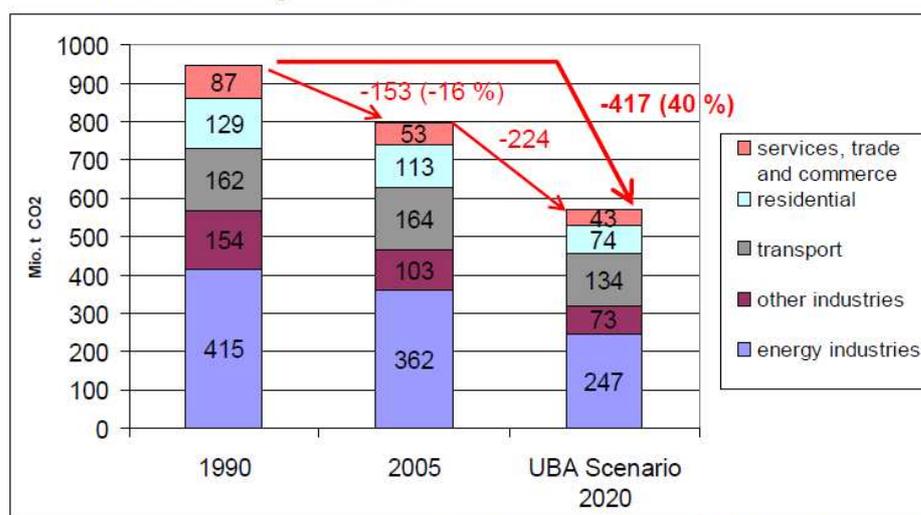
德國聯邦環保署推動的能源效率措施，與前述經濟與技術部門推動的提升能源使用效率大致相同，根據該署統計資料顯示，自1990年推動提升能源使用效率政策，至2005年統計CO2排放量已減少16%，預計至2020年的目標為降低40%。因此各部門積極的推動提升能源使用效率政策，同時也從自我做起，聯邦環保署新建大樓，導入許多的能源有效利用措施，簡述如下：

- 建築物中庭採用溫室概念設計，大量引入日照以降低暖氣需求
- 建築物中庭採用溫室屋頂窗戶，可依室溫設定，自動開啓通風以降低室溫
- 建築物中庭採用溫室屋頂玻璃，設置太陽光電模組。
- 建築物中庭採用溫室屋頂玻璃，大量引入日光，降低內照明用電。
- 建築物中庭採用溫室屋頂，設置遮陽簾，可依室溫設定，自動調節遮陽面積。
- 各大樓之出入口大門，定時控制開啓時間，控制外氣換氣量。
- 中庭設置水池，利用水分蒸發降低環境溫度。



Policies for Energy Saving

**Energy related CO₂-Emissions:
reduce by 40 %!**



source: UBA, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3304.pdf>

圖28 德國聯邦政府推動能源效率措施之降低CO2排放量統計圖

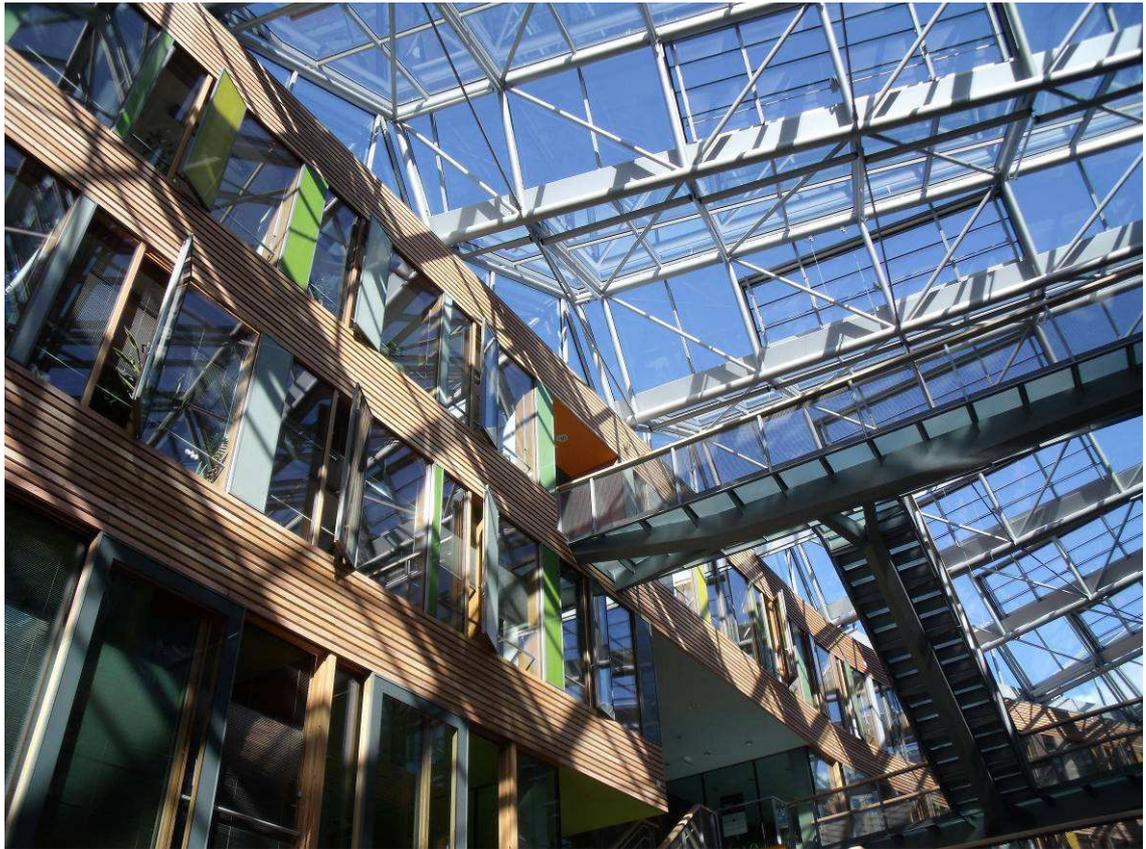


圖29 中庭採用溫室概念設計引入日照光與熱

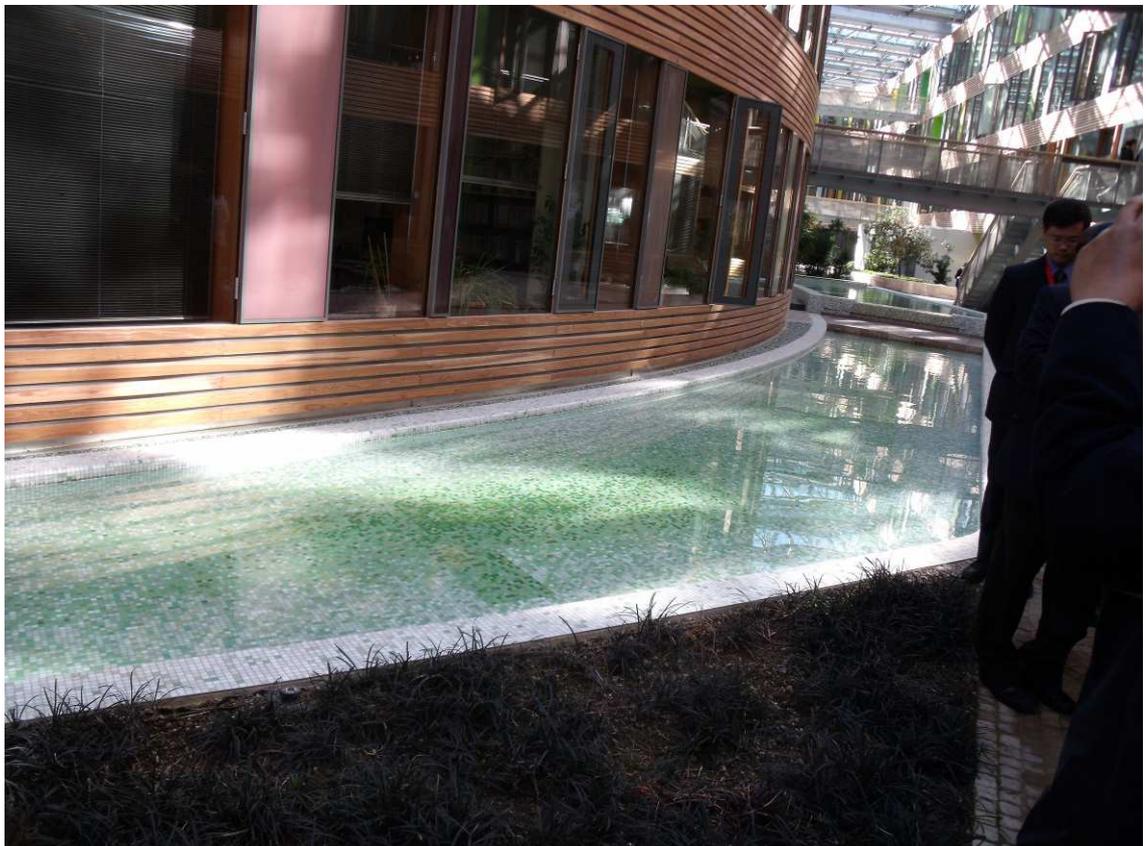


圖30 中庭設置水池以降低環境溫度



圖31 大門自動定時開啓換氣



圖32 中庭屋頂排氣百頁充窗自動控制設備



圖33 中庭採用溫室屋頂玻璃，設置太陽光電模組



圖34 中庭屋頂設置遮陽簾

十四、參訪Berlin Mitte熱電整合電廠—by Mr. Klaus Mülder (Events/Sponsoring), Vattenfall Europe Business Services GmbH

Berlin Mitte熱電整合電廠為建置於柏林市區，四週圍散佈至住宅及商店，很難想像廠發電廠可以如此靠近住宅與商店區，足見電廠廠區的隔音效果及污染防制做得相當完善，也因為廠區臨近住宅及商區，其燃氣發電機組產生的排氣廢熱，能充份應用廢熱鍋爐應用，提供附近居民所需的暖氣熱源。根據統計資料顯示（圖36），發電效率48%，熱能應用42%，排氣熱損失僅有10%左右，為一般發電廠能源使用效率的2倍左右，能源使用效率非常高。

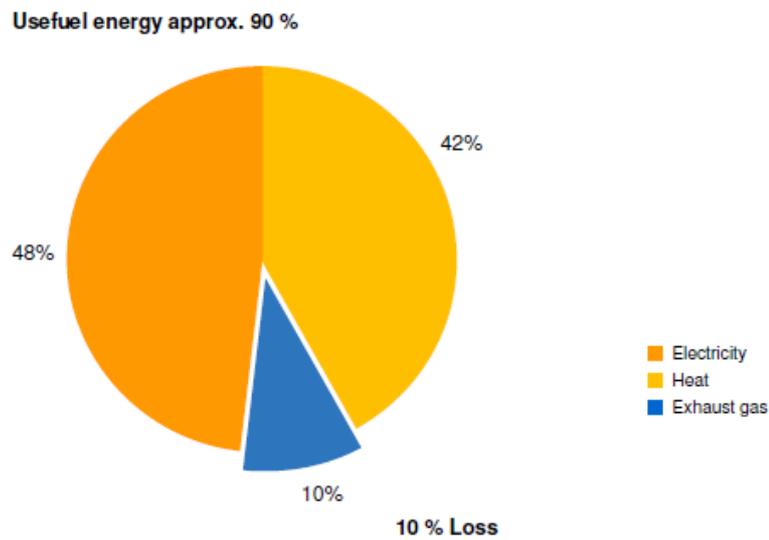


圖35 熱電整合電廠的電能及熱能應用占比圖



圖36 熱電整合系統模型



圖37 熱電整合電廠緊鄰住宅區

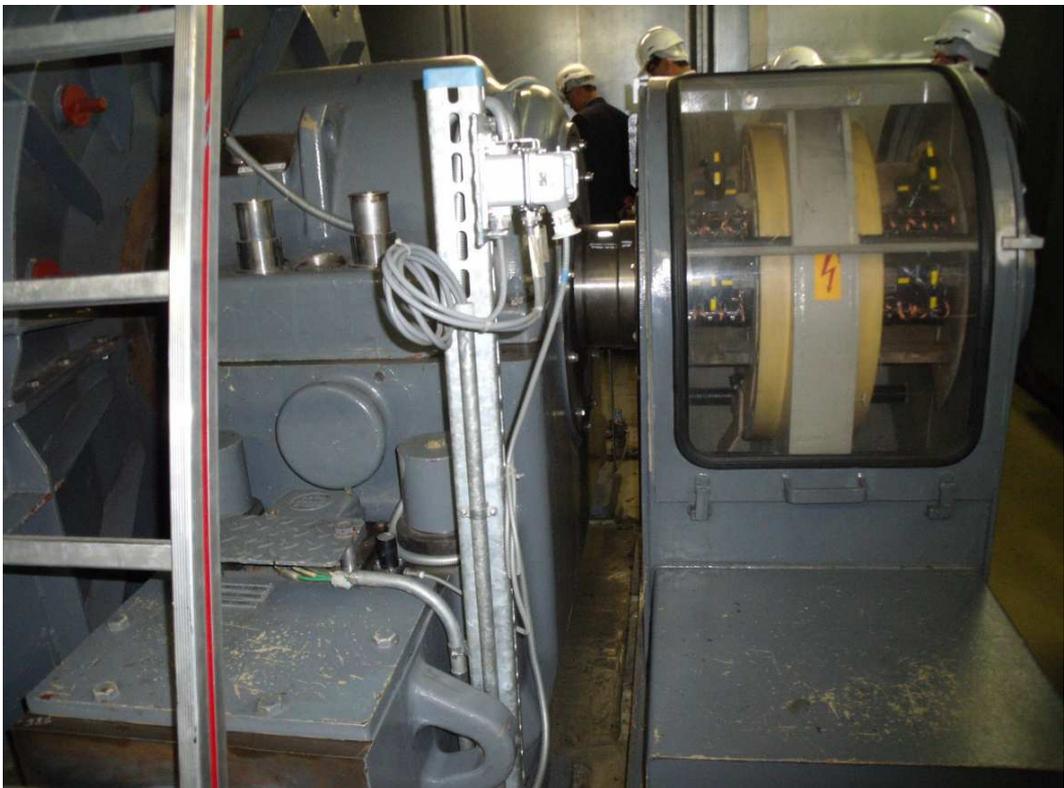


圖38 燃氣渦輪發電機組

十五、個案研討及實地參訪- “Hubertus “醫院能源效率個案研討 – by Mrs. Annegret Dickhoff (BUND) & Mr. Walter Löhr, Hubertus Hospital

“Hubertus “醫院提升能源使用效率的主要措施為導入熱電整合系統，將原為醫院緊急發電用的柴油發電機，修改為回收熱能利用的熱電整合系統，應用於院內空氣調節所需的熱水暖氣系統及吸收式冰水主機，充分利用廢熱，提升能源使用效率。同時，該項改善措施也導入能源技術服務業協助，醫院以每年節省的能源費用，支付改善工程經費，無需增加預算，達到節能改善目的。其推動節能改善的措施簡述如下：

- 緊急發電用的柴油發電機改為長期運轉的熱電整合系統
- 採用吸收式冰水機組，充分利用熱電整合系統的熱能。
- 泵浦及空調箱風機，採用變頻器控制轉速，降低耗電。
- 各大樓之出入口大門，定時控制開啓時間，控制外氣換氣量。



圖 39 出入口大門，定時控制開啓



圖 40 泵浦及空調箱風機，採用變頻器控制轉速



圖 41 吸收式冰水機組



圖 42 柴油引擎發電機組

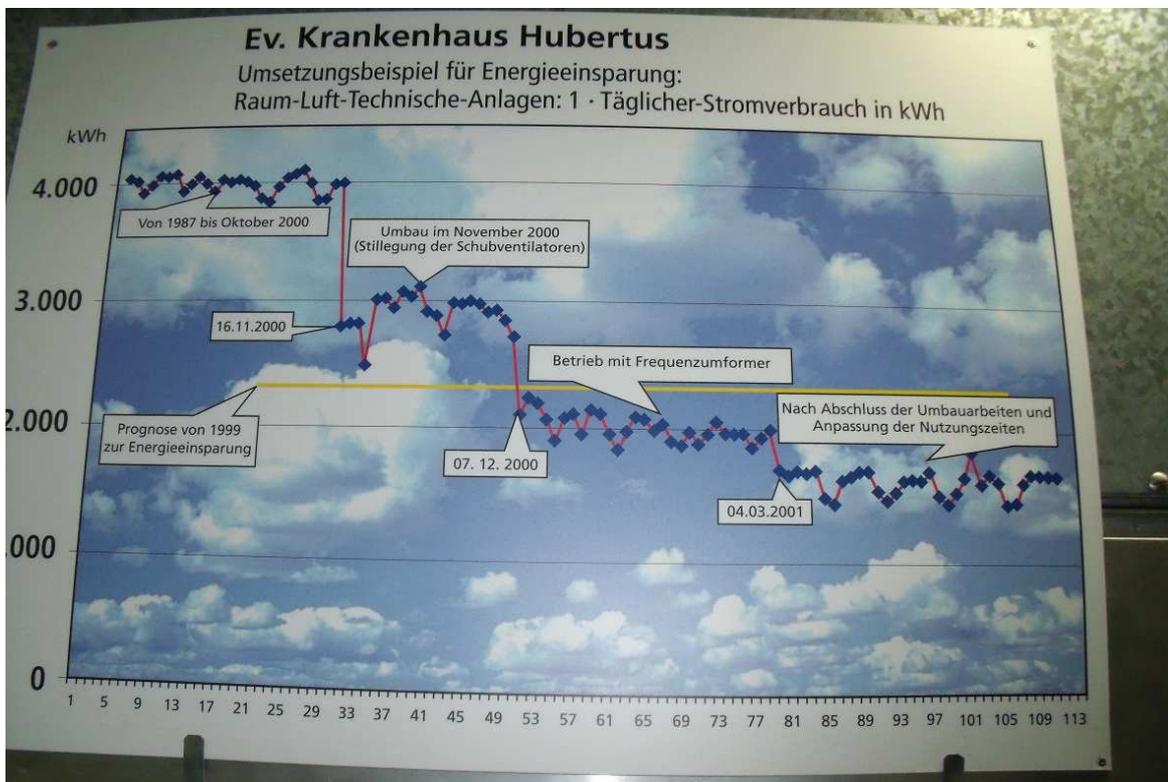


圖 43 節能改善成效統計表

肆、心得與建議

- 一、亞洲生產力組織是一個非官方的國際性組織，因應國際發展趨勢，每年皆由會員國輪流舉辦多場次且為當前各國關注議題的研討會，包括綠色生產力、能源效率、再生能源、節約能源、農業永續發展等多面向議題，藉以達到資訊交流與培訓會員國在不同領域的相關人力資源。建議應多爭取類此研習之機會，不僅在專業領域上蒐集最新發展情勢，亦可藉由與不同會員國之代表相互交流，建立國際友誼。
- 二、因應全球氣候變遷及京都議定書的發展趨勢，各國無不致力於推動提升能源使用效率，發展再生能源應用技術。如何提升能源使用效率及增加再生能源使用的推動比例原則，亦我國需重視的課題之一。
- 三、各國在經濟發展下，其能源使用量無不伴隨經濟成而增加，惟獨德國自 1990 年推動提升能源使用效率政策，其能源使用量不但沒有因為經濟成長而增加，反而比 1990 年還下 5%，由本次研修團實地觀察發現，德國政府積極推動熱電整合系統（CHP），無論是科技工業園區的大型整合系統，隱身於住宅區得中型整合系統，或是個別能源用戶的小型整合系統，均能大幅提升能源使用效率。尤其能在緊臨住宅區設熱電整合電廠，建置初期與居民溝通協調，建置後確保運轉狀況符合承諾，取得附近居民的信賴，其溝通協調及務實做法，值得我國電力公司借鏡。
- 四、本次研修過程學習到，德國建築部門善用自然環境條件，建築物規劃設計，盡可能利用日照的光與熱能，對於能源大部分使用於加熱暖氣需求的國家，此項建築物節能設計措施，可以提供高緯度暖氣需求大的國家分享經驗。我國雖處於亞熱帶國家，暖氣需求並不高，反倒是竭盡所能將熱自室內移出，因此對於排氣冷能回收利用、外氣空調等經驗，可以降低空調負荷。德國建築師善用氣候及環境條件，設計時由外觀形狀、室內空間機能、建築物隔熱材料、開窗方向及面積等問題，盡可能將熱阻絕於屋外，模擬計算較低年耗用量的建築物，而非建築物建置完成後，再來考慮如何移除入侵的熱能。
- 五、我國目前的「建築技術規則」中已納入建築節能設計法規，僅要求建築外殼(Skin)耗能的合格基準，及我國綠建築 9 項指標中，有關節能之「日常節能指標」評估重點設定，僅於建築外殼節能設計、空調效率設計及照明效率設計等 3 方向，相較本次研討建築物節約能源設計的主要因子及實際案例介紹 5 個主要因子做法，分別為地點(Site)、外型(Shape)、日照(Sun)、外殼(Skin)及公用設備(Service)，值得我國參考借鏡。