

出國報告（出國類別：其他）

參加機場環境管理（Airport
Environmental Management）訓練課
程出國報告

服務機關：交通部民用航空局

姓名職稱：呂宜峰專員

派赴國家：阿拉伯聯合大公國 阿布達比

出國期間：104.10.2-104.10.10

報告日期：104.12.28

目次

本文		
壹、	目的	5
貳、	過程	6
參、	心得	16
肆、	建議事項	17
附件		

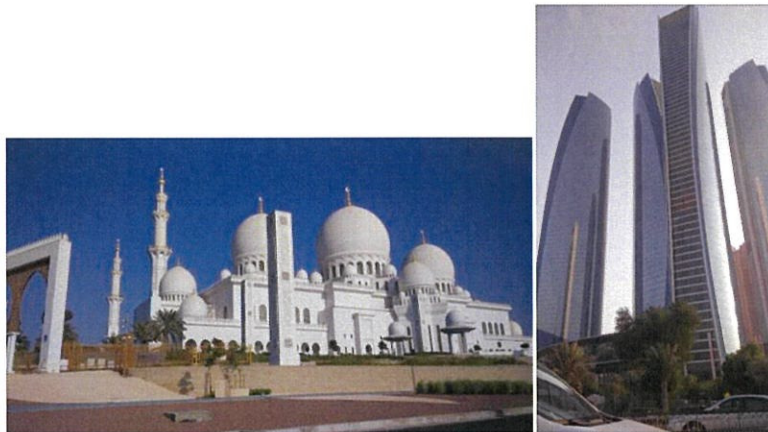
本文

壹、 目的

- 一、 全球暖化及氣候變遷顯著的影響全球民眾的生活、造成部分地區地形地貌的改變，也造成部分地區生態的影響，因此全世界不同領域的專家學者關注的焦點。而隨著全球航空產業的蓬勃發展，串聯起原本看似遙遠的國家、地區，帶動了觀光、文化、經濟的交流，地球村輪廓儼然成形。
- 二、 依據跨政府間氣候變遷委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）最新發表的第五版評估報告（The 5th Assessment Report, AR5）指出，航空運輸的二氧化碳約佔全球整體排放量的 2%。然而，有鑑於環境保護亦為機場營運的重要項目，因此國際間民航相關組織特地延聘專家學者，針對機場環境管理（Airport Environmental Management）設計專業訓練課程，從綠色機場延伸到永續機場，透過講師授課、分組報告及同儕討論，讓參加課程的人員能夠理論與實務相互結合，進而能對於機場環境管理有更深入的瞭解與認識。
- 三、 本次選派呂專員宜峰前往參訓。

貳、 過程

- 一、本訓練課程舉辦地點為阿布達比 (Abu Dhabi)，係阿拉伯聯合大公國首都。課程為期 5 天，共分為 15 個模組。同時本課程亦為機場管理專業認證課程 (Airport Management Professional Accreditation Program, AMPAP) 中，獲得國際民航組織 (International Civil Aviation Organisation, ICAO)、國際機場協會 (Airports Council International, ACI) 及國際航空運輸協會 (International Air Transport Association, IATA) 共同指定課程。
- 二、阿布達比著名景點為「謝赫扎伊德大清真寺 (Sheikh Zayed BinSultan Al Nahyan Mosque)」及阿提哈德塔 (Etihad Tower) (圖一)。謝赫扎伊德大清真寺是以阿聯酋第一位總統 Zayed BinSultan Al Nahyan 來命名的清真寺。此座清真寺落成於 2007 年，會受到矚目的原因之一，就是耗資了 55 億美元、使用了 46 噸以上的黃金，打造出一座全世界造價最昂貴的清真寺。至於阿提哈德塔是位於阿聯阿布達比的五座摩天大樓的統稱，2011 年全部完工，為當地景點之一。好萊塢的製片「玩命關頭 7 (Fast and Farious 7) 曾在此取景。



圖一 阿布達比著名景點 (左) 謝赫扎伊德大清真寺；(右) 阿提哈德塔。

- 三、本次課程的辦理單位為「航空研究海灣中心 (Gulf Centre for Aviation Study, GCAS)」(圖二)，該中心緊鄰謝赫扎伊德私人機場，提供完善的訓練資源，每日上課時間為 08：30~16：30。



圖二 訓練單位-航空研究海灣中心。

四、本課程共分為 15 個模組，分述如下：

- 1、課程介紹 (Introduction)；
- 2、全球經濟與航空的永續發展 (Sustainable Development, the World Economy and Aviation)；
- 3、航空環境衝擊概述 (The Environmental Impacts of Aviation: An Overview)；
- 4、永續發展與環境管理 (Sustainable Development and Environmental Management)；
- 5、環境管理系統 (Environmental Management Systems)；
- 6、協同環境管理 (Collaborative Environmental Management)；
- 7、航空器噪音 (Aircraft Noise)；
- 8、環境生態及敏感性區域 (Habitat, Ecology and Sensitive Sites)；
- 9、水利用、處理及最少化 (Water Use, Treatment and Minimisation)；
- 10、廢棄物減量及處理 (Waste Generation, Reduction and Treatment)；
- 11、區域性機場空氣品質 (Local Airport Air Quality)；
- 12、氣候變遷及商業迫切性 (Climate Change and the Commercial

Imperative)；

- 13、 機場碳排放計算 (Accounting for Airport Carbon Emissions)；
- 14、 碳減量專案研究 (Delivering Carbon Reductions: A Case Study)；
- 15、 機場環境規劃與執行 (Environmental Planning and Implementation at an Airport – A workshop)；
- 16、 考試、回饋與總結。

五、本次課程講座特別邀請英國曼徹斯特大學的教授-Callum Thomas 及 Paul Hooper (圖三)。兩位均對於機場環境管理有深入的研究及實務經驗，並且分別對於英國希斯洛機場、曼徹斯特機場、澳洲布里斯本機場及阿得雷得機場相當熟稔、及參加或領導相關專案的經歷。




圖三 本次課程講座 (左) Callum Thomas (右) Paul Hooper。

- 六、本次課程採取準時上課、彈性時間分配，課程配當表如附件。
- 七、模組 2 主題是世界經濟與航空的永續發展，從航空產業的起源、演進開始介紹，進而談到航空產業對於世界經濟發展扮演的角色及影響，隨著時代的演進、經濟的發展與生活品質要求的提升，環境保護議題逐漸成為主流，近代更由於溫室氣體、氣候變遷的影響，生態效率 (Eco-efficiency)、生態足跡 (Eco-Footprint)、石油危機等議題逐漸成為關注的焦點。機場的發展必須與環境保護達成平衡。

八、模組 3 是航空環境衝擊概述，機場周邊會有區域性的環境影響，包括航空空氣噪音、空氣污染、地面水污染、能源及水的使用、廢棄物產生及棲息地的損失（圖四）。因此當機場發展遠超過科技與營運方式能夠負荷，接踵而至的挑戰，包括噪音影響居民與生物、空氣品質的影響、氣候變遷等，皆是不可避免的議題。

Local Environmental Impacts

- Noise – aircraft/airport activities
- Air pollution
- Ground/surface water pollution
- Carbon emissions
- Energy and water use
- Waste generation
- Habitat loss



圖四 區域性環境影響內涵。

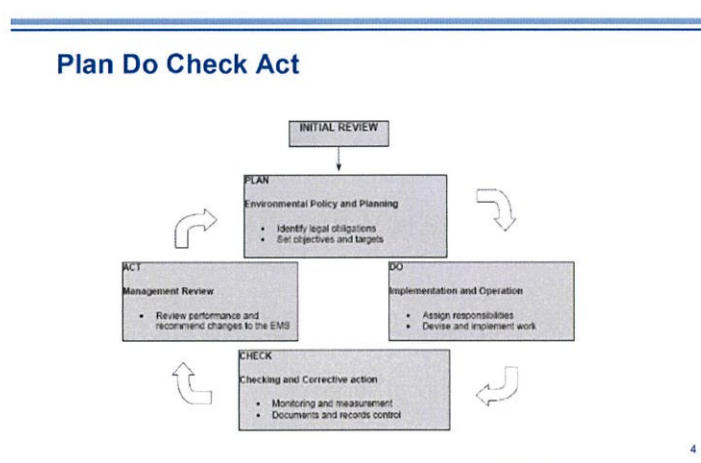
九、模組 4 是永續發展與環境管理，機場的發展是有限制性的，但是旅客的成長卻無法加以限制，因此如何能在二者之間取得平衡，就是在未來規劃中納入永續經營的理念（圖五），於機場未來的經營規劃或者是主計畫（Master planning）內考量經濟發展與環境管理，導入先進科技、提升運作的效率、機場周邊社區經營等。



圖五 永續發展計畫導入示範流程。

十、模組 5 是環境管理系統，依照國際標準組織（International Standard Organisation, ISO）定義環境管理系統是一個管理工具能讓組織鑑別及控制環境衝擊、持續提升環境效能及系統性的落實環境管理措施。環境管理系統包括環境評估、區域空氣品質管理、溫室氣體排放、能資源管理、廢棄物減量及管理、法規制訂及更新、及內部與外部可能產生的環境議題。講師舉希斯洛機場為例，包括機場的環境政策、環境相關考量面的盤點等。

依循規劃-執行-確認-改善流程（圖六），配合內部及外部稽核，發現缺失、持續改善，乃是環境管理系統的核心原則暨落實作為。



圖六 環境管理系統核心概念。

講座利用分組討論（12人、4人一組，共3組），請各組討論鑑別機場環境管理中的可能碰到的環境議題，分別以空廚、起飛及降落（Landing and Takeoff, LTO）及陸側的交通作為探討鑑別範疇。

十一、模組 6 主題是協同環境管理，概機場環境管理係由機場營運單位訂定規劃，但是各個項目的落實與推動，就需要所有駐站單位的配合，無論是承包商、免稅商店或者相關政府駐點單位（如海關、檢疫人員、護照檢查人員等）。

因此，如何利用管理系統來鑑別出各自所需要負擔的責任（圖七），讓所有單位共同體認、齊心推動，至為重要（圖八）。

Impacts and service partners

	Airport	Airline	ANSP	Ground Handling	Retail and Catering	Engineer & Maintain	Ground Transport Providers
CO ₂	X	X	X	x	X	x	X
Noise	X	X	X	x			
Air quality	X	X	X	X	x	x	X
Utilities	X	X	x	x	X	x	x
Wastes	X	X	x	x	X	x	x
Ecology	X						X

7

圖七 利用圖表鑑別方式，讓駐站單位瞭解其所需要負擔的責任。



AIRPORTS COUNCIL INTERNATIONAL

Examples of collaborative environmental management

- Heathrow's Sustainability Partnership

<http://www.heathrow.com/company/community-and-environment/responsible-heathrow/heathrow-sustainability-partnership>

Heathrow Sustainability Partnership

With 120 companies employing 76 500 people running Heathrow has similar challenges to a small city. The actions and behaviours of all companies based at Heathrow determine the airport's ability to operate responsibly.

The Heathrow Sustainability Partnership is a group of companies representing all sectors at the airport, from airlines and ground handlers to construction companies and retailers - all working hard to improve Heathrow's sustainability performance.

Led by a Board made up of the Chief Executives of 13 companies operating at Heathrow, the Partnership shares challenges to achieve long term improvements by focussing on three main areas:

- Transport: travel to and from the airport, operating vehicles within the airport and aircraft landing, taking-off and on the ground
- Resources: energy use, waste generation and building design
- People: employment and skills, local procurement, community investment

We know we can't achieve sustainability overnight, but we can set out to make our performance tomorrow better than our performance today and we are already making changes. Even small ideas can add up to make a big difference. We are confident that we can achieve more together than we can individually.

- Amey
- BGC
- BPCOA
- Balfour Beatty
- British Airways
- Delta
- Ferrovial
- Gate Gourmet
- Hertz
- JCDecaux
- NATS
- World Duty Free

If you would like to know more about the Heathrow Sustainability Partnership please contact sustainability@heathrow.com

圖八 希斯洛機場營運管理當局與駐站單位簽訂之協同環境管理政策宣言。

十二、 模組 7 主題為航空器噪音，首先說明航空器的演進，再來說明固定式監測站在航空器噪音管理上的功能，進而以希斯洛機場為例，利用噪音圖（Contour）（圖九）來進行航線與民眾陳情管理，同時做為未來規劃航線的依據。



圖九 利用固定式航空噪音監測站監測噪音，然後根據相關數據繪製噪音圖。

講座也利用課堂分組討論方式，針對航空噪音管理的議題-法規面、噪音暴露、不知名噪音、惱人噪音等，讓同學瞭解噪音如何存在以及航空器噪音如何影響周遭居民。持續與周遭居民溝通、共存共榮，才是機場持續發展的正確方式。

十三、 模組 8 主題是棲息地、生態及敏感性區域，機場的發展與周遭生態的維護皆一樣重要，但是機場的擴建可能就會影響到周圍生態區、敏感性區域的破壞、遷徙，如何能二者兼顧才是雙贏策略。講座以曼徹斯特機場擴建為例，在生態區的遷徙與保護、水道及濕地的保存，耗費相當多的人力、物力及財力，才達成擴建的成果。此外，尚有文化保存價值、經濟性敏感區域等，都是機場擴建、新建選址的重要考量指標。

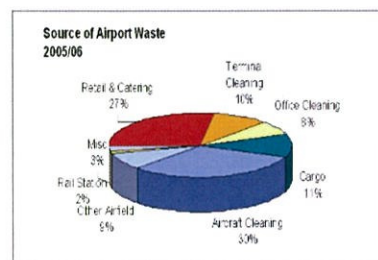
十四、 模組 9 主題是水使用、處理及減量，水資源的使用會隨著航空產業的發展而增加，但是全世界的水資源其實是有限制的，譬如台灣，雖然有豐沛的雨量，囿於降雨的不平均、太過於集中、無法妥善貯存等問題，因此也是水資源不足的區域。因此，如何妥善運用水資源、降低消耗，將會成為機場環境管理的重要課題。譬如降低耗水設備、提供水資源使

用效率、提高中水回收率等，均能有效提升水資源管理。

十五、 模組 10 主題是廢棄物的產生、減量與處理，探討機場廢棄物的比例以及產生的來源（圖十），在管理上機場營運單位需要所有駐站單位的配合（圖十一），從源頭降低廢棄物產生、提升回收比率，無論是固態的或者液態的。

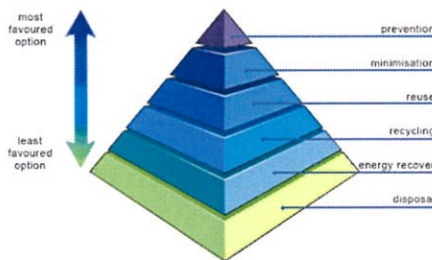
Source of airport wastes

- Terminal catering and retail.
- Airline catering.
- Maintenance activities.
- Aircraft cleaning.
- Cargo handling.
- Office cleaning.
- Landscape management.



圖十 機場廢棄物來源分布圖（2005 年數據）

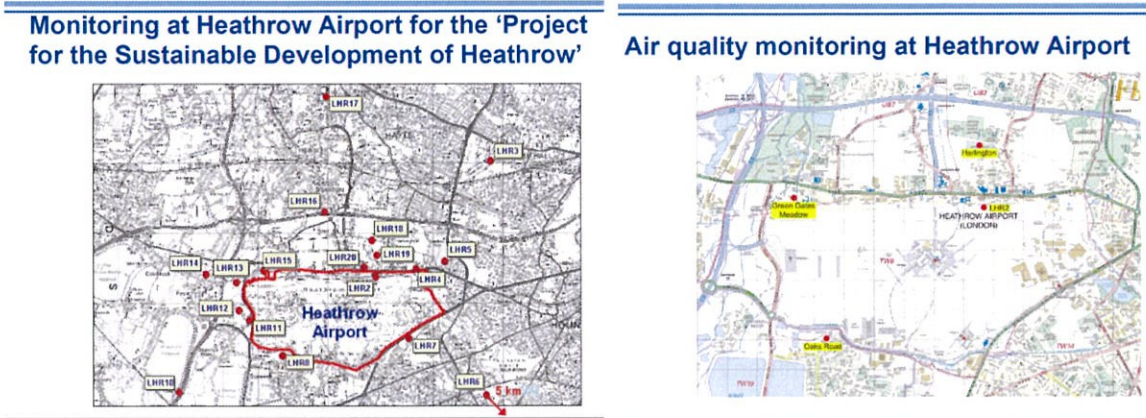
The waste management hierarchy



圖十一 機場廢棄物管理政策措施階層分布

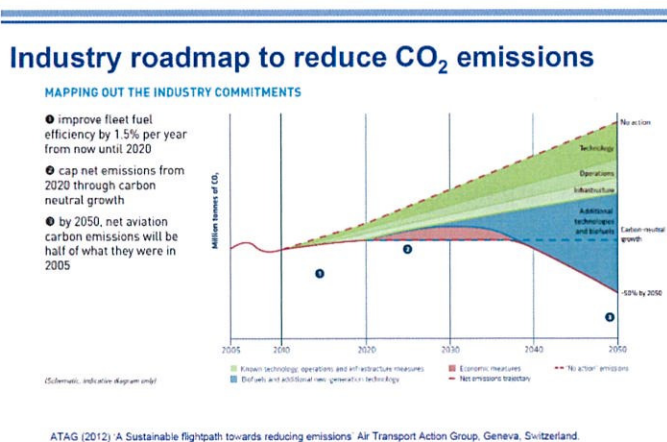
十六、 模組 11 主題是區域性空氣品質，大多數生物的存活均仰賴氧氣（厭養性生物除外），因此空氣品質的良窳直接影響到生物、人類的健康。近年來由於空氣品質的惡化，細懸浮微粒（PM_{2.5}）更成為顯學。大多數機場都被道路給環繞，由於空氣中粒子的移動依照擴散作用的分布，從濃度高流向濃度低，因此機場附近的空氣品質就與周圍道路上車輛排放的廢氣有所相關（圖十二）。

關注於機場管理範圍內可以執行的措施來提升空氣品質，可以著手的部分包括降低滑行時的排放，譬如優化停機坪分配、單引擎滑行；優化起飛及降落程序（LTO）、減少電源車與氣源車的使用、提高橋氣橋電的使用率等均能降低航空器排放廢棄的總量。



圖十二 希斯洛機場周圍空氣品質監測站分布圖

十七、 模組 12 主題是氣候變遷及商業迫切性（圖十三），主要是說明溫室氣體所造成的全球暖化以及極端氣候的產生，以及國際民航組織（ICAO）關注溫室氣體排放議題的歷程，截至目前為止，國際民航組織（ICAO）預計將於 2016 年會員國大會中，將碳減量市場型機制（Market-based Measures, MBM）機場環境管理也需要降低溫室氣體的排放量、計算碳足跡；囿於石油危機以及降低碳排放考量，全球生質燃油（Biofuels）市場方興未艾。（圖十四）



圖十三 航空產業溫室氣體減量示意圖

Risks and Control Measures		Heathrow		Risk Rating		Control Measures		Residual Risk Rating		Residual Risk Rating	
Risk ID	Risk	Control Measure	Residual	Risk Rating		Control Measures		Residual Risk Rating		Residual Risk Rating	
				High	Medium	High	Medium	High	Medium	High	Medium
1	Exacerbation of weather that is a result of sea level rise around the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
2	Exacerbation of weather that is a result of sea level rise around the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
3	Exacerbation of weather that is a result of sea level rise around the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
4	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
5	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
6	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
7	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
8	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
9	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
10	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
11	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
12	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
13	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
14	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High
15	Change in distribution of precipitation and its impact on the airport	None	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High	Medium	High

Heathrow Airport Climate Change Adaptation Reporting Power Report, May 2011. Heathrow Airport Limited. <http://archive.defra.gov.uk/environment/climate/documents/adapt-reports/08aviation/heathrow-airport.pdf>

圖十四 希斯洛機場因應氣候變遷之調適作業

十八、 模組 13 主題是機場碳排放計算，碳排放的計算需要有一個全球一致性的規範與標準，因此依據溫室氣體協定（Greenhouse Gas Protocol），溫室氣體的排放分為直接性、間接性及其他等 3 個範疇。ISO 已有全球通用的標準（ISO14064）可供遵循，而航空產業方面，國際機場協會（ACI）於 2009 年提出了機場碳認證（Airports Carbon Accreditation, ACA）計畫，將碳管理的成效作為分成 4 個等級，分別是等級一（Level 1, Mapping）、等級二（Level 2, Reduction）、等級三（Level 3, Optimisation）及等級三+（Level 3+, Neutralisation），以顯示機場減碳作為的程度，並作為其他機場的學習對象。我國高雄國際機場於 2014 年通過 ACA 計畫的審查，獲得等級二之殊榮，為我國第一個取得國際減碳認證的機場。

十九、 模組 14 主題是提交碳減量，主要是做個整體性的回顧，前面提到了溫室氣體減量及環境管理系統，二者需要有良好的連結。

二十、 模組 15 主題是機場的環境規劃及管理，講座請各組以阿布達比機場為例，利用前面所講述的各個模組，規劃機場的管理策略、措施及考核點。

參、心得

- 一、本次參加機場環境管理訓練課程，參加同學除了環境管理相關背景之外，尚有其他領域的學員，包括機場營運管理、財務管理、安全管理者，顯示機場環境管理並非只是環境管理者需要，其他領域的管理者亦對於這個領域期待有所瞭解。
- 二、在課程進行中，除了分組討論之外，同時在休息時間也與同學進行交流，除了增加環境管理方面的經驗外，也擴增了其他領域的知識。此外，由於參加同學分別來自不同的國家，迦納、沙烏地阿拉伯、南韓等，文化上的交流亦為本次參加訓練課程的收穫。
- 三、本次課程由專業的講座-來自英國曼徹斯特大學的教授擔任授課，除了課本上的理論之外，同時傳授了他們本身在機場環境管理上的經驗與經歷，實為難得的專業講座，聆聽他們之前經歷的專案，也增長了許多的知識與經驗，畢竟很多案子在臺灣不一定會碰到。
- 四、考量機場的發展與永續經營的理念，機場環境管理課程乃是機場營運者必須要具備的本職學能，應該讓不同領域的同仁共同學習。

肆、建議事項

國際上相關航空環境管理課程相當稀少，以往也有開課不成功的情形，建議在經費許可狀況下，應多派遣同仁前往參加。

附件

Course Structure

Session	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5
1	Module 1: Introduction	Module 5: Environmental Management Systems	Module 8: Habitat, Ecology and Sensitive Sites	Module 11	Module 15: Environmental Planning and Implementation at an Airport – A workshop
2	Module 2: Sustainable Development, the World Economy and Aviation	Module 5	Module 8	Module 12: Climate Change and the Commercial Imperative	Module 15
Break					
3	Module 3: The Environmental Impacts of Aviation: An Overview	Module 6: Collaborative Environmental Management	Module 9: Water Use, Treatment and Minimisation	Module 12	Module 15
4	Module 3	Module 6	Module 9	Module 12	Course Examination
Lunch					
5	Module 4: Sustainable Development and Environmental Management	Module 7: Aircraft Noise	Module 10: Wastes Generation, Reduction and Treatment	Module 13: Accounting for Airport Carbon Emissions	Course Evaluation and Feedback
6	Module 4	Module 7	Module 10	Module 13	Course Conclusions
Break					
7	Module 4	Module 7	Module 11: Local Airport Air Quality	Module 14: Delivering Carbon Reductions: A Case Study	

