

出國報告（出國類別：其他-研習）

洪災風險管理研習

(Flood Risk Management)

服務機關：經濟部水利署

姓名職稱：徐名顯工程員

派赴國家：荷蘭

出國期間：104年6月6日至104年6月28日

報告日期：104年9月

出國報告審核表

出國報告名稱：洪災風險管理研習			
出國人姓名 (2人以上，得以1人為代表)	職稱	服務單位	
徐名顯	工程員	經濟部水利署北區水資源局	
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>研習</u>		
出國期間：104年6月6日至104年6月28日		報告繳交日期：104年9月22日	
出國人員 自我檢核	計畫主辦 機關審核	審 核 項 目	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.格式完整(本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」)	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.內容充實完備	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.建議具參考價值	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.送本機關參考或研辦	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.送上級機關參考	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.退回補正，原因：	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用相關資料未註明資料來源	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表：	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 其他_____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.其他處理意見及方式：	
出國人簽章(2人以上，得以1人為代表)		計畫主辦機關 審核人	一級單位主管簽章
			機關首長或其授權人員簽章

說明：

一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。

二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「[公務出國報告資訊網](#)」為原則。

摘 要

本次出國係經濟部水利署「104 年度水資源作業基金出國計畫」項下之「洪災風險管理研習」。經由機關辦理甄選後選派 1 人，赴聯合國教科文組織設於荷蘭之水利學院進行「洪災風險管理研習」課程，課程重點在建立洪災風險管理之概念，藉由課程式的講解以及多樣性的模式實做安排，引導研習人員建立完整且系統化之概念。本次課程使參訓學員學習瞭解洪災風險管理之思維，降低洪水對於環境之風險，並深化洪災管理之方式及目的，可作為日後推動國內相關水利業務的參考。

目 錄

第壹章	目的.....	1
一、	緣起.....	1
二、	研習目標.....	1
三、	荷蘭及台灣水資源概況比較.....	3
第貳章	過程.....	4
一、	室內課程.....	6
	(一) 課程概念簡介.....	6
	(二) 案例分析.....	9
	(三) 研討會(Seminar).....	11
	(四) 專題研究(Workshop).....	16
二、	模式實作課程.....	21
	(一) 一維及二維模式簡介.....	21
	(二) 使用 HEC-RAS 以及 HEC-GeoRAS 進行洪水演算.....	23
	(三) 洪氾地圖建立.....	25
三、	現地參訪課程.....	29
第參章	心得及建議.....	38
一、	課程綜合心得.....	38
	(一) 國際觀的培養.....	38
	(二) 學院內師生相處模式有感.....	40
二、	荷蘭參訪心得.....	41
	(一) 人際交流.....	41
	(二) 荷蘭旅行有感.....	42
三、	綜合心得及建議.....	46
	(一) 語言學習.....	46
	(二) 旅外時與家人的聯繫.....	47
	(三) 拓展視野的重要性.....	47
	(四) 荷蘭能，台灣，能?不能?.....	47

表 目 錄

表 壹-1 荷蘭及台灣水資源概況比較表.....	3
表 貳-1 洪災風險管理課程表.....	5

圖 目 錄

圖 壹-1 聯合國教科文組織水利教育學院.....	2
圖 貳-1 Biswa Bhattacharya，課程負責人.....	6
圖 貳-2 洪水管理概念示意圖.....	7
圖 貳-3 地理資訊系統展示.....	8
圖 貳-4 洪水預警系統展示.....	8
圖 貳-5 風險分析繪圖方法示意.....	9
圖 貳-6 錫拉杰干杰區域圖.....	10
圖 貳-7 孟加拉及鄰國示意圖.....	11
圖 貳-8 孟加拉氣象觀測站分布圖.....	12
圖 貳-9 孟加拉降雨變遷示意圖.....	13
圖 貳-10 孟加拉季風環流示意圖.....	13
圖 貳-11 孟加拉洪災.....	14
圖 貳-12 孟加拉乾旱.....	14
圖 貳-13 孟加拉河川泥沙淤積情形.....	15
圖 貳-14 孟加拉風災.....	15
圖 貳-15 孟加拉季風環流示意圖.....	16
圖 貳-16 HR Wallingford 辦公廳舍.....	17
圖 貳-17 對於洪水習以為常的市區.....	17
圖 貳-18 對於洪水習以為常的孩童.....	18
圖 貳-19 Adri 團隊與曼谷當地人士合影.....	19
圖 貳-20 曼谷計畫區域.....	19
圖 貳-21 海潮數值模擬模式.....	20
圖 貳-22 針對荷蘭海堤所繪之嘲諷漫畫.....	20
圖 貳-23 一維模式簡介.....	21
圖 貳-24 二維模式簡介.....	22
圖 貳-25 一維及二維模式簡介.....	22
圖 貳-26 三維模式簡介.....	23
圖 貳-27 實作案例區域圖.....	23
圖 貳-28 河川範圍線及斷面線繪製.....	24
圖 貳-29 建立淹水區域資料.....	24
圖 貳-30 淹水區域投射.....	24
圖 貳-31 繪製淹水區域圖.....	25
圖 貳-32 實作案例區域圖.....	26
圖 貳-33 實作案例基本資料圖層.....	26
圖 貳-34 繪製淹水區域災害圖.....	27
圖 貳-35 繪製淹水區域承受災害能力圖.....	27
圖 貳-36 災害風險圖.....	28

圖 貳-37 遠眺 Maeslant 防浪牆(關閉時)	29
圖 貳-38 Maeslant 防浪牆位置圖	29
圖 貳-39 荷蘭三角洲計畫相關建設	30
圖 貳-40 防浪牆模型(開啓)	30
圖 貳-41 防浪牆模型(關閉)	31
圖 貳-42 教育館內設施及解說人員	31
圖 貳-43 荷蘭三角洲計畫展區	32
圖 貳-44 防浪牆實際關閉照片	32
圖 貳-45 防浪牆現地參訪	33
圖 貳-46 軸承安裝資料照片	33
圖 貳-47 防浪牆背面(可看到抽水管)	34
圖 貳-48 防浪牆正面	34
圖 貳-49 防浪牆正面中段之洩水孔	35
圖 貳-50 防浪牆區內電廠	35
圖 貳-51 防浪牆正面及自動控制閘室	36
圖 貳-52 防浪牆及沿岸風力發電機遠眺	36
圖 貳-53 模擬河道遊戲區	37
圖 貳-54 築壩攔水	37
圖 貳-55 潰壩實務演練成果	37
圖 參-1 水利學院內上課情形	39
圖 參-2 由 Biswa 手上領取結業證書	41
圖 參-3 水利學院內餐廳	42
圖 參-4 荷蘭鐵路	43
圖 參-5 OV-Chip 卡(可搭乘境內幾乎所有交通工具)	43
圖 參-6 代爾夫特遠眺	44
圖 參-7 運河上的划船隊	44
圖 參-8 桑斯安斯風車村	45
圖 參-9 荷蘭超市內的行動條碼機	46
圖 參-10 荷蘭(左)以及台灣(右)空拍圖比對	48

第壹章 目的

一、緣起

「爲了解決眾多有關"水"的問題，我們最重要的任務就是建立一個強而有力的知識網路」。這段話是聯合國教科文組織水利教育學院的成立宗旨，該學院自 1957 年開始，廣收世界各地的水利人才，秉持上述之理念，期望藉由水利知識的傳播，實現他們宏大的願景--使基礎水利設施的便利性遍及世界各地及不同社會階層(特別是偏遠地區以及貧窮的人們)。

相同的理念及願景在台灣同樣是十分適用的，雖然台灣年平均降雨量高達 2500 毫米，但是降雨之時、空間分布卻是極不均勻，以致旱澇成災；加之近年氣候變遷加劇之影響，若想實現使基礎水利設施的便利性遍及各地之願景，我們仍有許多問題尚待努力解決。

基於上述之理由，本次研習參加水利教育學院設計之短期課程「洪災風險管理」，其課程之內容包含洪災風險管理之概念分析，並引用諸多國家之實際洪水案例進行案例研究及討論，並透過實際操作現今分析洪災常用之模式軟體，讓參訓學員對於整體洪災分析之流程建立完整之概念，並期待學員能將所學帶回職場上適當的發揮。

本次研習除在專業課程上安排爲期三週之高強度訓練外，更藉由水利教育學院開放之學習風氣，拓展參訓人員之視野，更強化專業素養。

二、研習目標

本計畫針對水利從業人員設計一連串洪災風險管理相關課程，其主要研習目標包括：

- 了解洪災風險管理之主要原則
- 認識水文資訊分析常用之模式及套裝軟體
- 藉由歐洲洪水案例分析建立歐盟洪水常見因應措施之概念
- 闡述洪水預測、警戒及其不確定分析之方法

- 熟悉常見洪水模式之操作方式
- 實際操作並建立製作洪氾地圖之專業能力

藉由以上主要課程研習目標之設計，培養學員針對洪災風險管理之基礎能力，以理論、實作及現地參訪交錯安排之課程設計，帶領學員達成各項研習目標。



圖 壹-1 聯合國教科文組織水利教育學院

三、荷蘭及台灣水資源概況比較

綜觀比較，台灣及荷蘭在水資源概況上是有許多異同點的，根據表壹-1 所示，兩地在國土面積、人口以及水域率上皆十分相似，其中尤為重要的，是在未來氣候變遷情境中，帶給荷蘭及台灣兩地的影響有很大的相同點，包含氣溫上升、降雨特性變化及海平面上升等氣候變遷所造成之衝擊。因此，以荷蘭經驗作為參考，並進一步思考台灣適用之因應方案，實為本次行程中相當重要之目標。

表 壹-2 荷蘭及台灣水資源概況比較表

	荷蘭	台灣
國土面積(平方公里)	41,526	35,980
人口(萬人)	1,650	2,313
水域率(%)	18.41	10.34
水源	地下水為主	地表水為主、 地下水為輔
地形特色	以三角洲平原為主， 低窪平坦(海拔最高僅321公尺)	超過60%之土地為海拔100公尺以上之坡地
天然水災害	冬季北風暴潮、海河洪災	夏季颱風暴雨、山/洪災害
氣候變遷影響	氣溫上升、降雨特性變化(夏季降雨量減)、海平面上升	氣溫上升、降雨特性變化(冬季降雨量減)、海平面上升

本節資料參考自謝伯欣、湯承倫、林亭汝(2012) 以荷蘭創新水資源管理系統為個案探討台灣因應氣候變遷之技術革新及政策規劃方向，環境與世界第二十六期。

第貳章 過程

本次行程係參加聯合國教科文組織水利教育學院(UNESCO-IHE)之「洪災風險管理」(Flood Risk Management)課程，該次課程屬短期課程，為期三週(6月8日至6月26日)，本署參訓人員於104年6月6日由桃園機場啓程前往荷蘭代爾夫特(Delft, Netherland)。

該學院課程設計主要針對已有水利專長或相關背景之人員授課，其中包含相關科系畢業之大學生，政府以及業界相關人士，提供碩士、博士學位課程，以及在職人員短期進修之課程選擇。其課程設計皆以模塊(Module)為主，以碩士學程為例，完成整個學程約需選修14個模塊，耗時約一年半始可取得碩士學位。

本次參加之「洪災風險管理」課程即為該學院設計之一個常規模塊課程，提供在職人員當作短期課程選修，或該學院內碩士、博士候選人選修之模塊課程。爰此，本次受訓期間，同樣參加該課程之人員多達30人以上，其中除8人原為在職人員選修短期課程外，其餘皆為該學院原有之碩、博士生，或來自歐洲各地之交換學生，藉由本次課程，齊聚一堂共同研習。

模塊課程皆由負責之教授編排課程內容(本次課程指導教授為印度籍教授 Biswa Bhattacharya，下稱 Biswa)，課程安排請詳課程表(如表 貳-1)。由課表中可發現，本次課程安排內容豐富且緊湊，包含課程概念簡介、案例分析、研討會、專題研究(以上四者同以室內課程作分類)、模式實作課程以及現地參訪課程，以下即依序分別就前述三項課程內容分別說明。

表 貳-1 洪災風險管理課程表

Flood Risk Management

Module 10

June 8 - June 27, 2015

Date	Period	Room	Lecturer	Subject
MON 08	2 + 3	A1b	Bhattacharya	Flood risk management
TUE 09	1 + 2	B6	Almoradie	Inundation modelling
	3	A1b	Bhattacharya	Flood risk management
WED 10	2 + 3	B6	Almoradie	Inundation modelling
	4	A1b	Bhattacharya	Flood risk management
THU 11	2	A1b	Bhattacharya	Flood risk management
	3	B6	Corzo	Exercise 1D/2D modelling
FRI 12	2	A1b	Bhattacharya	Flood risk management
	3	B6	Corzo	Exercise 1D/2D modelling
SAT 13				
MON 15	1 + 2	A1b	Werner	Flood risk management
	3	A1b	Bhattacharya	Exercise Flood risk mapping
TUE 16	1	B6	Corzo/van Andel	Exercise 1D/2D modelling
	2 + 3	A1b	Werner	Flood risk management
WED 17	2 + 3	A1b	Bhattacharya	Exercise Flood risk mapping
THU 18	2 + 3	B6	Corzo/van Andel	Exercise 1D/2D modelling
FRI 19	1 + 2	A1b	Klijn	Flood risk management
	3	B6	Corzo	Exercise 1D/2D modelling
SAT 20				
MON 22	2 + 3	A2	Samuels	Flood risk management
TUE 23	2 + 3	A2	Samuels	Flood risk management
WED 24	1 + 2	A2	Samuels	Flood risk management
	3	A1b	Bhattacharya	Exercise Flood risk mapping
THU 25	2	A1b	Bhattacharya	Exercise Flood risk mapping
	12.45		Bhattacharya	Curricular fieldtrip Keringhuis
FRI 26	3	A2	Verwey	Flood risk management
	4	A2	Slomp	Flood risk management
SAT 27				

Period:

1. 08.45 - 09.30 2. 10.45 - 11.30 3. 13.45 - 14.30 4. 15.45 - 16.30
 09.45 - 10.30 11.45 - 12.30 14.45 - 15.30 16.45 - 17.30

一、室內課程

學院內課程安排十分豐富，為利閱讀，本次報告內將針對授課內容進行簡易的分類並依序說明，本項雖以「室內課程」命名，但其授課內容廣泛且生動，與台灣傳統教育所熟悉之室內課程大相逕庭，其中包含課程概念簡介、案例分析、研討會以及專題研究等項目，在在皆可看出學院在課程設計上之用心。

粗略地說，本章節內之室內課程，可明顯看出學院之教學過程著重講師以及學生之間的互動，台灣教學時常見的講師以授課方式傳授知識的方式在學院內是相當少見的安排，大部分的課程皆以研討會，案例分析等教學方式強化課程互動，此種方式大幅提升課堂上學生的專注力，同時也使學生藉由互相討論或提問的方式，在授課期間可進一步思考講師欲傳授的課程內容，達到良好的學習效果。

以下即就上述之四種課程內容分述如下：

(一)課程概念簡介

室內課程中雖然概念簡介式的課程偏少，但在課程初期，以此種方式快速建立學員對於課程主軸之概念仍是不可或缺，也因本次模塊課程仍屬該學院常規學生選修之碩、博士學程之一，爰課程簡介中便包含了師資介紹、課程講解以及評分標準之說明。



圖 貳-1 Biswa Bhattacharya，課程負責人

概念課程中，講師針對本次模塊中之重要概念進行說明，將洪水事件管理系統區分為前、中、後三個階段，分別概略敘述其定義，並進一步說明整合性之洪水管理之概念。(如圖 貳-3)

另外值得一提的是，歐洲國家因其國土相鄰，且大部分主要城市皆是臨河發展而來，各國經濟活動受主要河川之影響甚大，爰此，洪水管理是一需要透過國際合作方能完成之想法在歐洲是有相當程度之共識的，相較之下，因台灣為一島嶼型態，尚無鄰國需協調水資源分配或是洪水管理之需求，在洪水管理觀念建立上即有很大之不同之處。

概念課程中另一主軸即是風險，針對風險之定義及評估方式於課程中皆有概略之說明，其中風險之評估方式課程中亦有條列相當多方式，諸如：頻率分析、洪氾地圖、風險地圖、氣候變遷、模式模擬、洪水預報及警示、不確定性分析、入滲量估算、殘餘風險、減災措施等。

概念課程中針對洪災風險管理之願景，Biswa 也有提出他的想法，更在課堂上請學員們發表自己的想法，讓這堂概念課程就在各國水利人員的天馬行空中畫下句點。

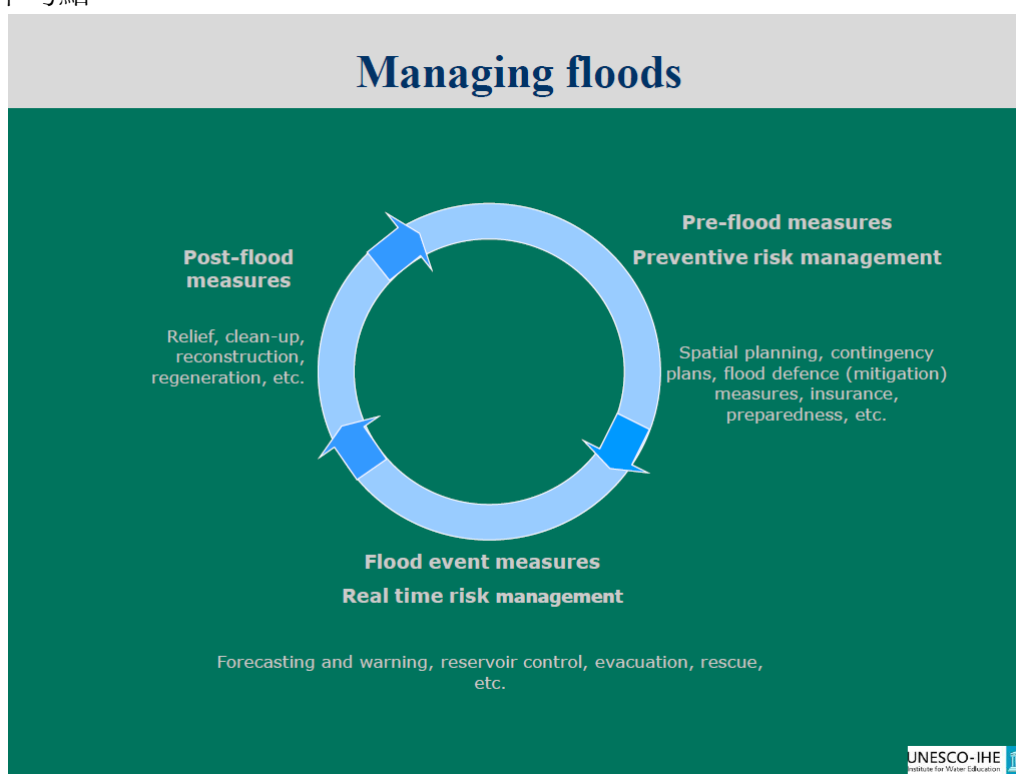


圖 貳-2 洪水管理概念示意圖

接續概念課程後，室內課程安排了早期洪水預警系統的講解課程，講師 Micha 為 Delft Hydraulics 機構的研究人員，該機構針對荷蘭地區以資訊開發之模式進行了早期洪水預警系統的研究計畫，並獲致相當好的成果。目前荷蘭當地採用該機構之預警系統，並定期檢核系統內相關參數及配置是否需更新，已維持系統功能運作正常。

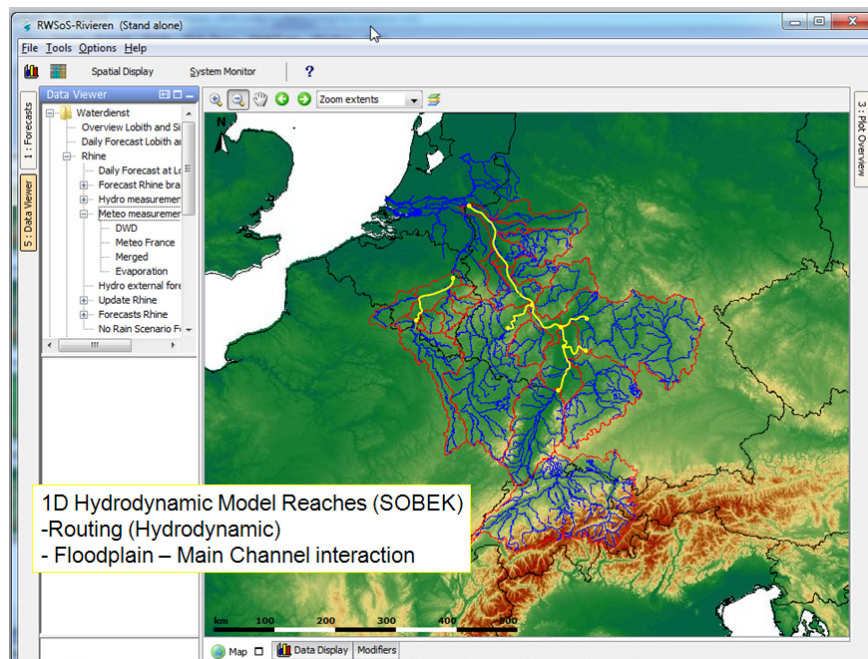


圖 貳-3 地理資訊系統展示

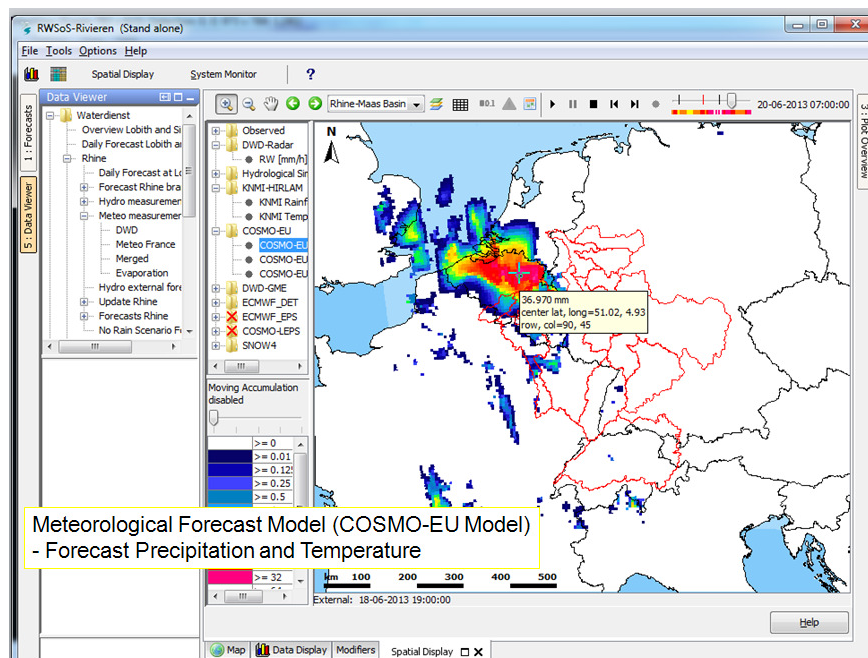


圖 貳-4 洪水預警系統展示

Micha 接續對洪災及風險分析進行概念式之說明，定義風險及各類型損害，例如直接損害、間接損害、實質損害、抽象損害等定義，並以計量化的方式將實質損害數量化，藉以進行進一步之分析比較。透過 Micha 的損害估算教學，學員可學習到實務的損害估算方式，估算應力求精準，須進行假設條件時亦須盡力符合現況，並透過將問題圖像化，達到損害精準量化之目標。

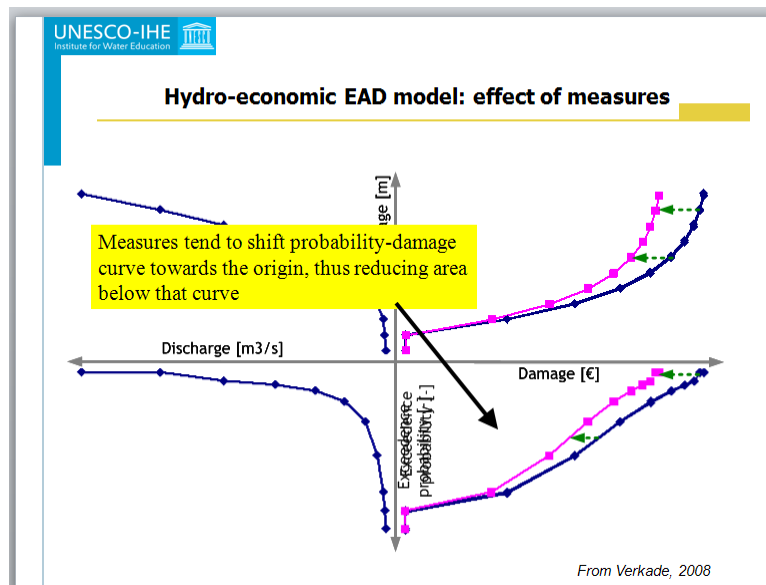


圖 貳-5 風險分析繪圖方法示意

有趣的是，本案系統講師利用課餘期間，將課程學員分成四組，以講師自行設計之題目，讓各組成員在有限的選擇內，選出各種洪水管理手段之最佳組合。其最佳組合應同時考慮成本以及預期效益，方能達到理想中有效之管理策略組合，其遊戲規則乍看之下很簡單，但實際上各組討論出來之結果卻常有巨大的差異。透過這個類似遊戲的分組討論，講師成功地激發授課學生的思考，進而了解洪水管理手段選擇、組合以及取捨的重要性。

(二) 案例分析

在課程開始之初，Biswa 在第一週的課程內就安排了孟加拉錫拉杰干杰區的案例研究，講師將班上同學分為 4 組，每組 7-8 人，針對案例研究之課題於課堂進行長時間的分組討論後，以組為單位進行一 20 分鐘之簡報。

如此之課程安排讓剛進入本課程模塊的學員能透過大量的討論，不僅學員之間有彼此熟悉之機會，更藉由不斷的討論及發問，在課程之初即可快速建立對於洪災風險管理之概念。

錫拉杰干杰區位於孟加拉之中部，因該地區位於恆河、布拉馬普特拉河(雅魯藏布江)以及梅克納河三條河流出海口之大型三角洲上，飽受淹水之苦，在雨季時常常淹水達半個月之久，是世界上公認受洪災影響相當嚴重之區域。



圖 貳-6 錫拉杰干杰區域圖

針對該區所遭遇之問題，本次案例分析各組依講師所規畫之四大議題進行討論，其中包含現況分析、減洪策略、未來展望以及國際合作，透過各組成員互相討論外，講師 Biswa 更商請四名孟加拉當地之學者專家參與討論，隨同各組解答問題，指引方向，使學員更能清楚的分析當地的問題及思考案例研究之課題。

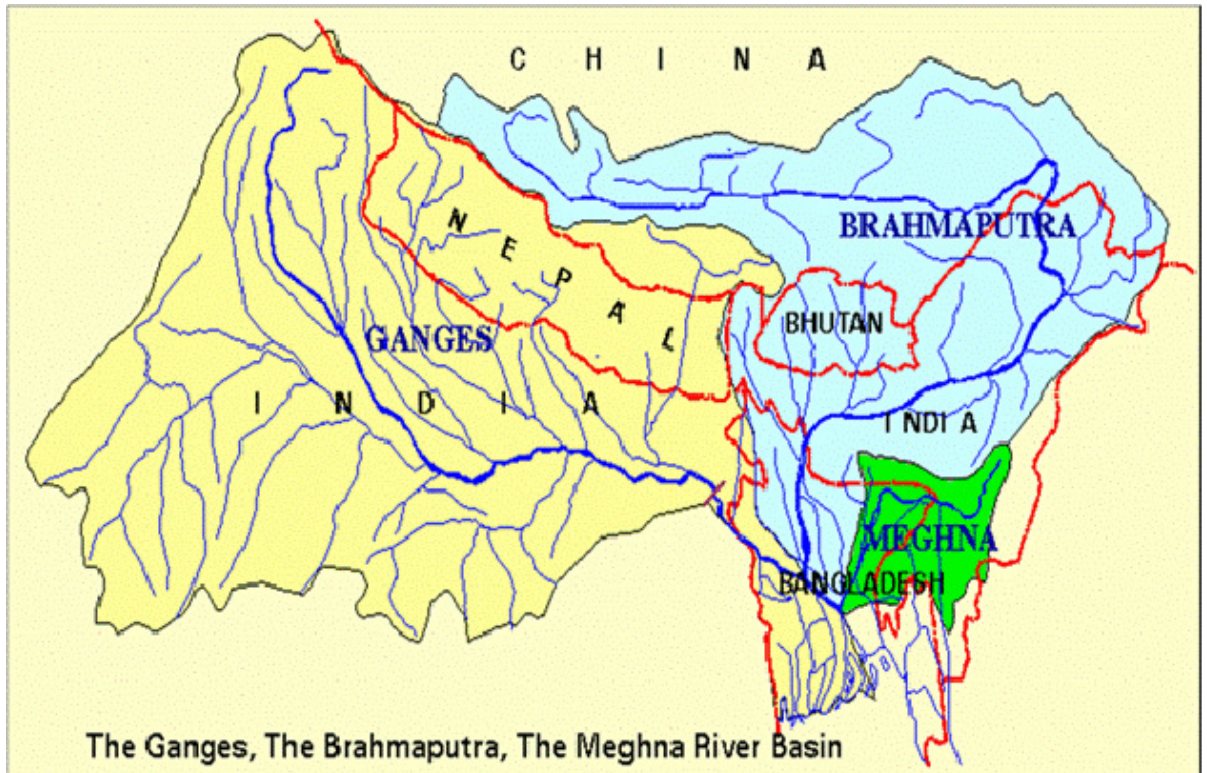


圖 貳-7 孟加拉及鄰國示意圖

錫拉杰干杰區因位於三大河之三角洲上，而三大河皆發源於上游相當遙遠之距離，且大部分河段及集水區皆位在上游國家內，增添了當地防洪的困難度。當豪大雨在中國或印度境內發生時，孟加拉境內所能獲取的相關情報相當有限，而當大雨所造成之河水暴漲來到當地時卻又是相當大的洪水規模，這也造就了當地雨季淹水常持續月餘之主因。

本次案例研究透過各組集思廣益之討論，四個組別之報告內容皆相當豐富，不僅僅針對四個議題皆有深入之討論，甚至還有許多出人意表之發想，令人不禁覺得，藉由此種案例研究凝聚各國水利人員進行腦力激盪，其所產生之學習效果確實十分顯著。

(三)研討會(Seminar)

本次課程中，除常規課程外，Biswa 並安排了兩場研討會，邀請來自孟加拉的多名學者進行簡報及與會討論，使課程內容更加豐富。

首場研討會邀請了孟加拉大學的 A.K.M. Saiful Islam 教授分享「氣候變遷下孟加拉面臨的極端降雨及洪水」，該次研討會簡報當中，Saiful 教授說明了根據許

多研究資料分析，在季風前期及季風期間內，孟加拉的降雨量皆有明顯的增加，加之孟加拉當地洪水之成因常源自於上游鄰國之暴雨所造成，更使洪水難以預測及預防。

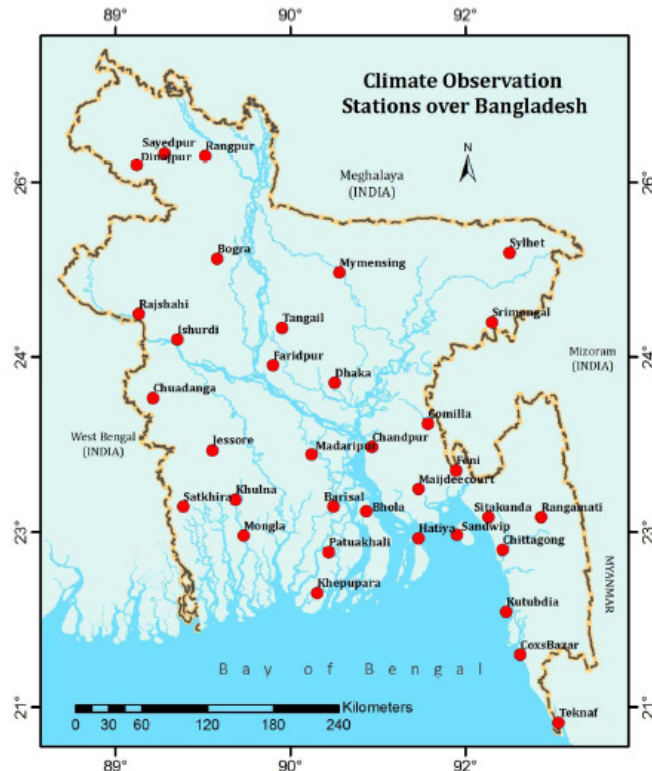


圖 貳-8 孟加拉氣象觀測站分布圖

值得一提的是，孟加拉的主要降雨來自季風季的降雨，但綜觀其於境內設置之雨量觀測站與台灣相比其密度較低，加之主要河流大部分河段皆位於上游，在國際合作尚不完整之情形下，孟加拉對於河川洪水預測的能力仍是有待加強。

近期孟加拉已積極與鄰近各國協調水文資訊共享之方式，並尋求歐洲水利先進國家為其開發洪水預測模式，藉以提升洪水預報及預警之能力，進而因應後續氣候變遷帶來之極端降雨及洪水。

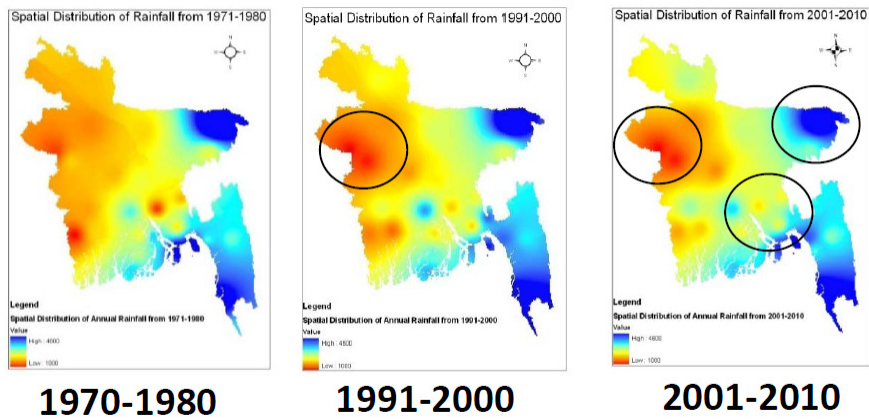


圖 貳-9 孟加拉降雨變遷示意圖

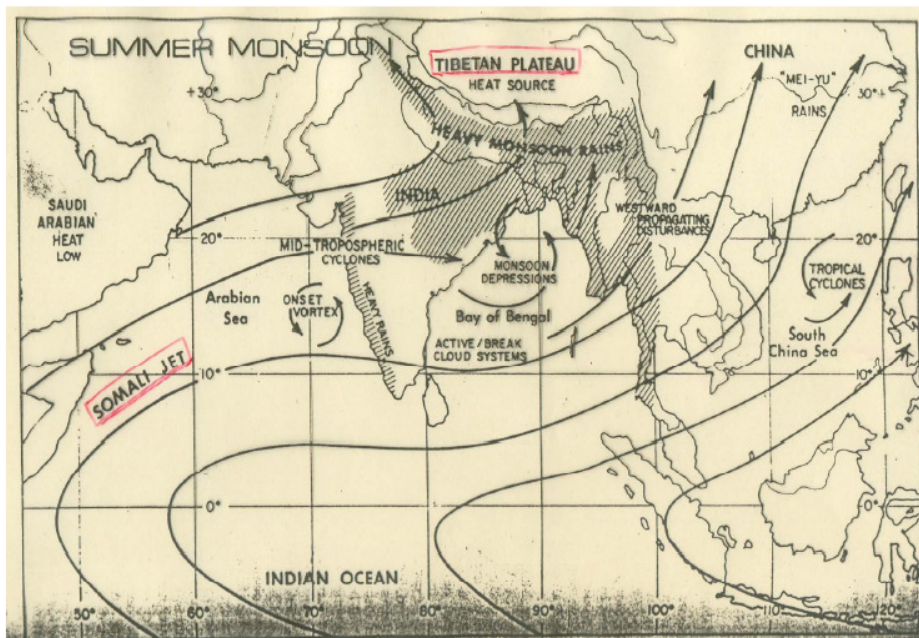


圖 貳-10 孟加拉季風環流示意圖

接下來的一場研討會是由孟加拉水發展協會的執行工程師 Md. Amirul Hossain 所分享的孟加拉洪水管理案例，其報告內容包含結構性及非結構性之管理方式。

值得注意的是，簡報中所提孟加拉近年遭遇之水問題，其實與台灣之同質性相當高，諸如洪氾成災、乾旱、河川泥沙淤積問題以及颶風(颱風)災害，在在顯示其與台灣災害類型之類似。

Location and topography made the country vulnerable to the hazards of



圖 貳-11 孟加拉洪災

Location and topography made the country vulnerable to the hazards of

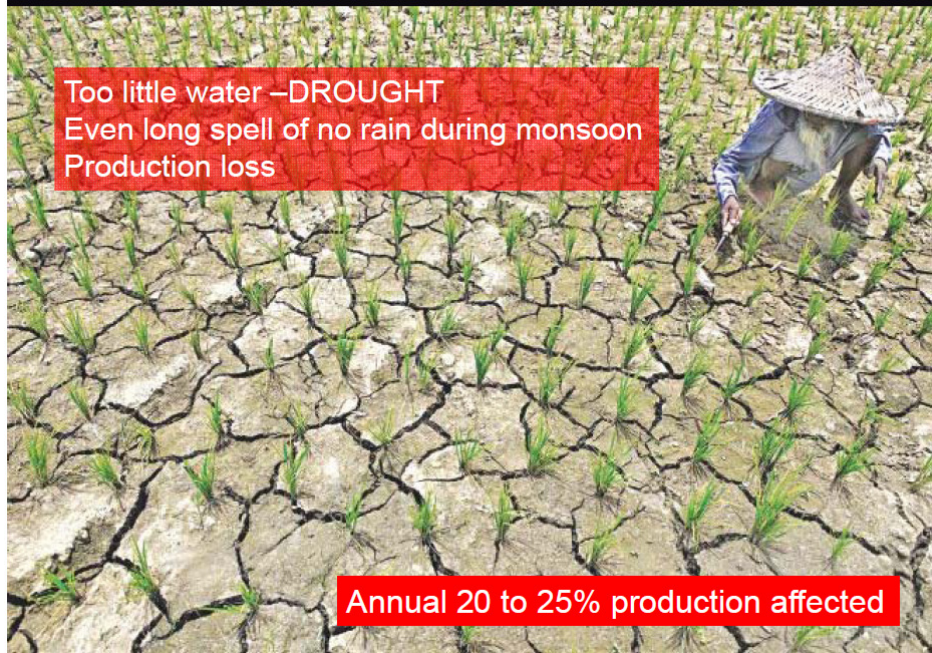


圖 貳-12 孟加拉乾旱

Location and topography made the country vulnerable to the hazards of



圖 貳-13 孟加拉河川泥沙淤積情形

Location and topography made the country vulnerable to the hazards of



圖 貳-14 孟加拉風災

雖然災害類型相似，但因孟加拉其位在大陸邊緣之特殊位置，仍可看出其在防災手段上與台灣大不相同，以其近年開發之洪水預測模式為例，其預報時間竟可提前至 5 日以前，這在台灣河短流急之情況下是相當難以想像的。(以石門水庫

爲例，集水區入流量預估約提前 5 小時即開始喪失其準確性及參考價值)

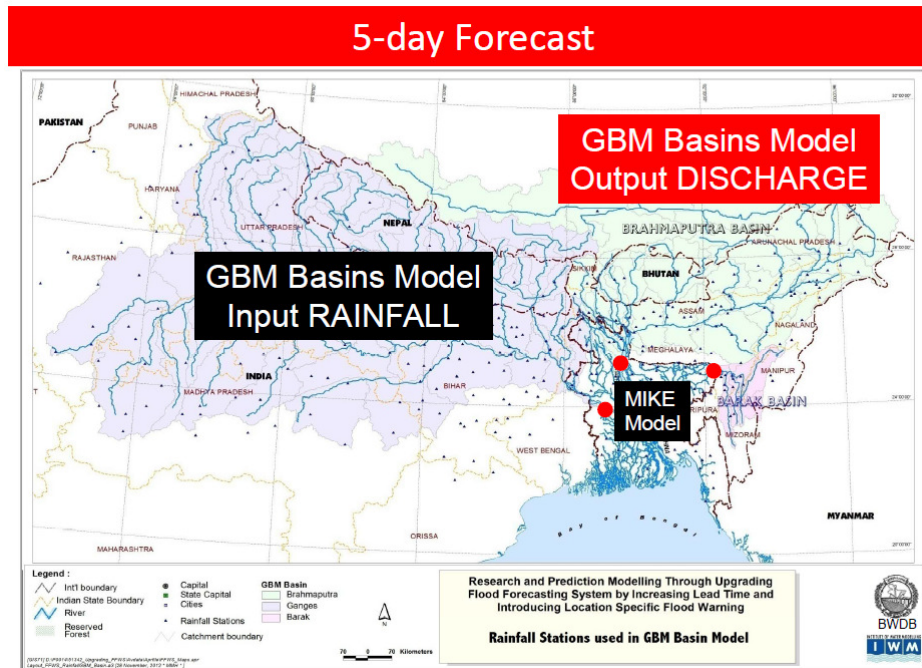


圖 貳-15 孟加拉季風環流示意圖

藉由本次課程安排之兩場研討會，參與課程之學員可更清楚瞭解發生在孟加拉的水問題，並對該地值得學習的防災措施及觀念有一初步之了解，期待能於返國後適當發揮所學，在工作場域上激發對在地問題之發想。

(四)專題研究(Workshop)

室內課程中，Biswa 邀請了許多水利方面的專家，針對其所擅長的領域跟學員們進行專題研究式的分享。

Biswa 首先邀請了在 HR Wallingford 服務的資深人員 Samuels 進行分享。HR Wallingford 是一位於英國境內的水利顧問機構，其於 1947 年即已成立，本著水利專業，在世界各地進行相關的研究計劃以及顧問工作。

值得一提的是，像 HR Wallingford 這樣的民間水利機構在歐洲是十分常見的，以英國爲例，因該國已明定，水利工作係由民間執行的業務，政府並不直接負責相關的建設，爰此，由民間設立的大型水利機構幾乎等同於地區性的水利單位，類似台灣社會內水利署的功能，這在台灣體制內是難以想像的系統，但在歐陸國家中卻是一常見的運作系統。



圖 貳-16 HR Wallingford 辦公廳舍

課程安排接續邀請了在 Deltares 服務的 Adri Verwey 分享洪水管理策略諮詢的實務經驗，Deltares 是一設於荷蘭代爾夫特(Delft)民間水利機構，該機構的商業標語是”Enable Delta Life”，意即”使三角洲的生活成真”，結合地名及標語而成的名稱 Deltares 確實是名符其實的好名子。

簡報之初，Adri 分享了許多實際的洪水照片，其中不乏令人怵目驚心的大規模洪災，但真正令學員們揪心的是，許多照片照出了洪水災民們對於洪水的習慣，這也正顯示了當地洪水發生的頻率極高，以及地方政府對於洪水的無能為力。



圖 貳-17 對於洪水習以為常的市區



Deltares

圖 貳-18 對於洪水習以為常的孩童

接續，簡報重點在於 Adri 實際走訪世界各地提供洪水策略之經驗，分享了包含中、南美洲、新加坡以及泰國曼谷的實際案例，其中最令人印象深刻的是泰國曼谷的案例；藉由 Adri 的說明，我們才了解到，曼谷身為首度，擁有當地最高的防洪建設標準，但仍常受洪水的侵襲；透過 Adri 及其團隊的規劃，對曼谷提出了許多防災建議方案，其中包含了工程及非工程的方法，團隊透過模式分析，對症下藥，其能改善曼谷洪災之情。



圖 貳-19 Adri 團隊與曼谷當地人士合影

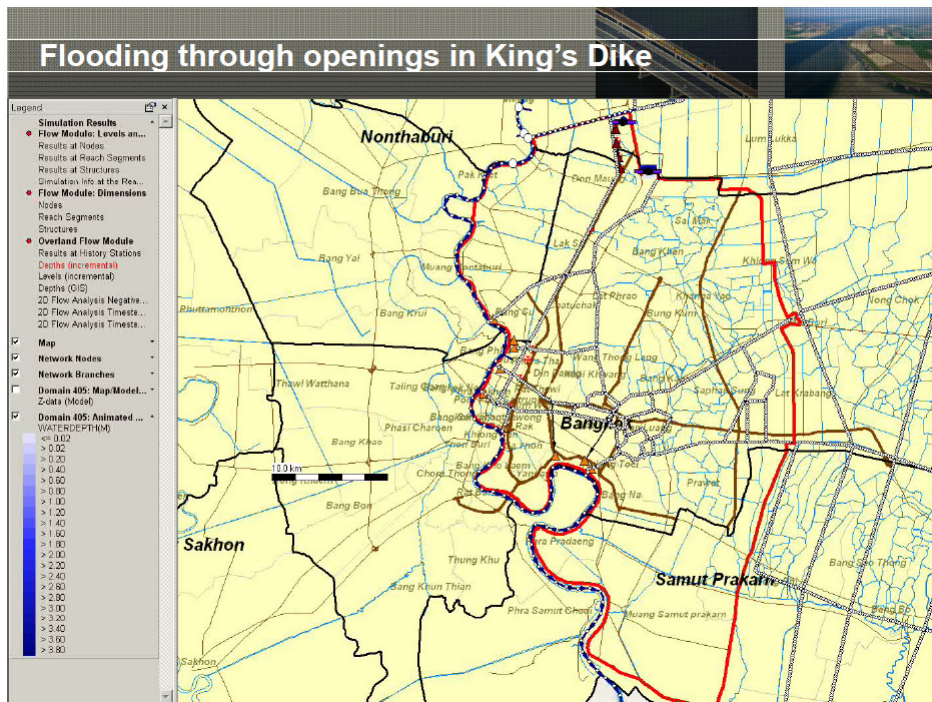


圖 貳-20 曼谷計畫區域

最後的專題研究邀請了荷蘭境內 Rijkswaterstaat 的 Robert Slomp 進行分享，分享的主題為荷蘭與北海對抗的水利建設，內容也包含了結構性及非結構性的方式。其中令人印象深刻的當屬鄰近北海的海堤建設，荷蘭正式國名為尼德蘭(荷蘭語：Nederland)，在德語中即為”低地國”的意思，其國土中，只有約 50%的土地高於海拔 1 公尺，使荷蘭人自古即與大海對抗，也造就了荷蘭人獨步全球的水利技

術。

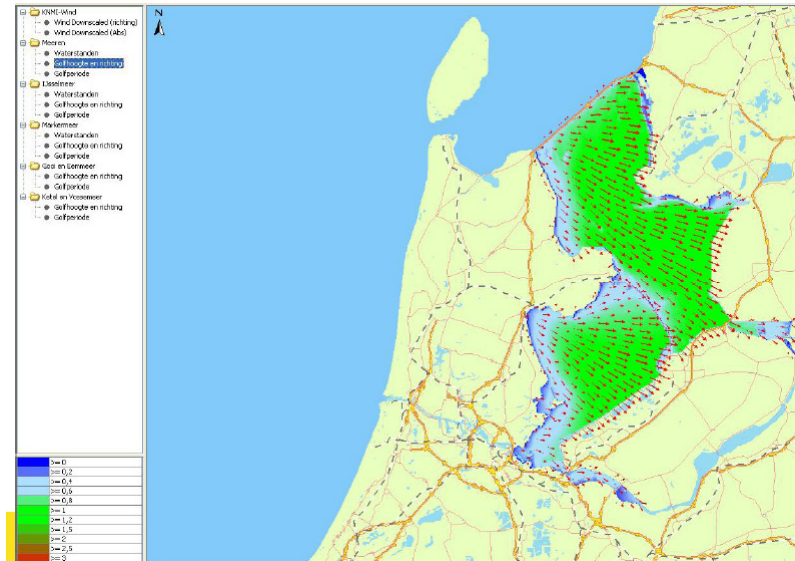


圖 貳-21 海潮數值模擬模式

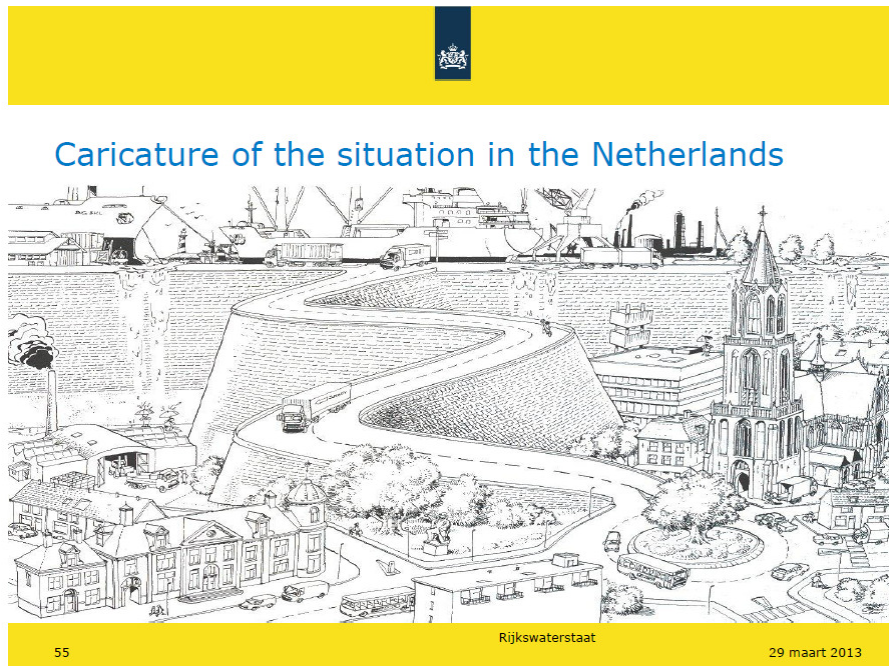


圖 貳-22 針對荷蘭海堤所繪之嘲諷漫畫

簡報中 Slomp 分享了許多對抗海潮的水利建設，但他同時也說明了水利建設在荷蘭社會內產生的矛盾與爭執，簡報最末 Slomp 所附上的嘲諷漫畫即可說明這一切，圖中外海的噴砂船及內陸的砂石車正在不斷的填築加高鄰近北海的海堤，終至海堤高於堤內建設許多許多，類似的問題是否與逐漸加高的河堤也有異曲同工之妙，而堤內的人們是否心中也有相同的矛盾與疑慮呢。

二、模式實作課程

本次課程同時安排了大量的模式實作課程，介紹目前常用之模式，並藉由課程講師一步一步的實際操作，教導學生逐步學習模式之使用，進而具備足夠之能力操作該等有力之工具。

課程中以循序漸進之方式，先介紹常用之一維及二維模式，接續再針對由 ARCGIS、HEC-RAS 以及 GeoHEC-RAS 併同使用之方式進行數值模擬，洪水地圖繪製等進階使用教學，使學員能藉由實際操作使用模式組合，達到確實且有效之學習效果，以下即針對實作課程分述如下：

(一)一維及二維模式簡介

實作課程首先針對一維及二維模式進行簡介，授課教師挑選了四篇相關論文給學員研讀，並將學員分為八組，讓各組學員在閱讀完論文後，針對一維二維模式之選用原則以及優缺點比較等方面進行簡短報告及討論提問，快速建立學員之基本概念。

1D Modelling

- 1 D Models (hydrodynamic)
- Calculations averaged across a cross-section
 - Water level, velocity, flow
 - Similarly sediment transport and water quality predictions
- Many different techniques: extended cross-sections, storage units, parallel channels (needs expert input – results in different answers – schematisation key (dealt with in rivers))
- Strengths
 - Simplicity, speed
 - Structures
- Uses
 - Flood maps, Flood prediction and design
 - Forecasting

Diagram illustrating 1D Modelling: A cross-section of a river channel with a bridge. The water level is shown rising and receding. The discharge (Q) is shown as a function of time (t). The continuity equation is given as $\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$. The momentum equation is given as $\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = gA (S_b - S_f)$.

UNESCO-IHE
Institute for Water Education

Slide taken from ppt of I. Popescu, Module 11-HERBD Modelling and operation of river systems

圖 貳-23 一維模式簡介

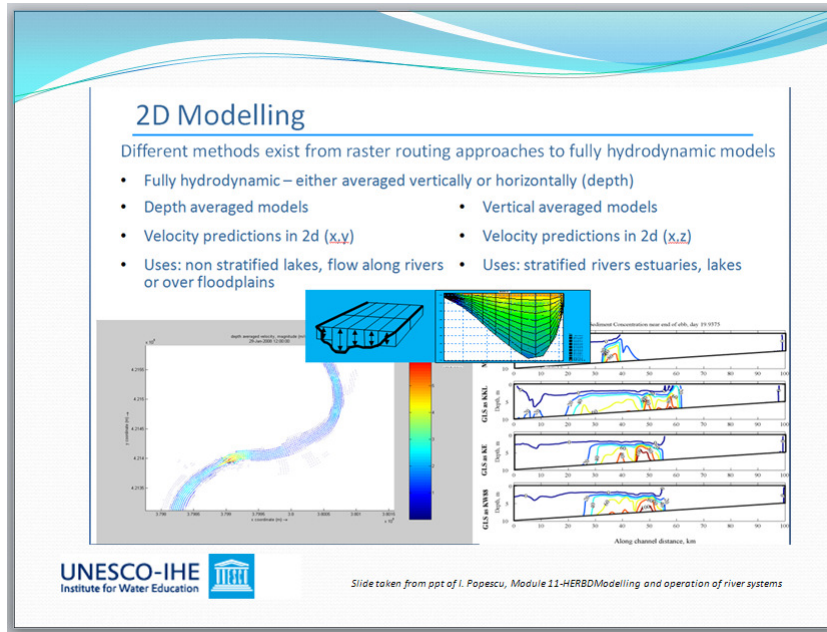


圖 貳-24 二維模式簡介

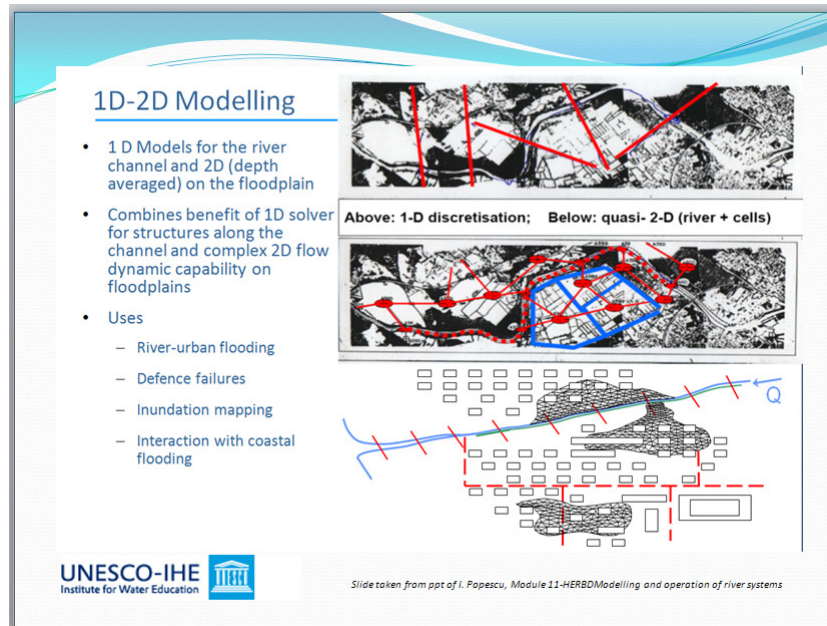


圖 貳-25 一維及二維模式簡介

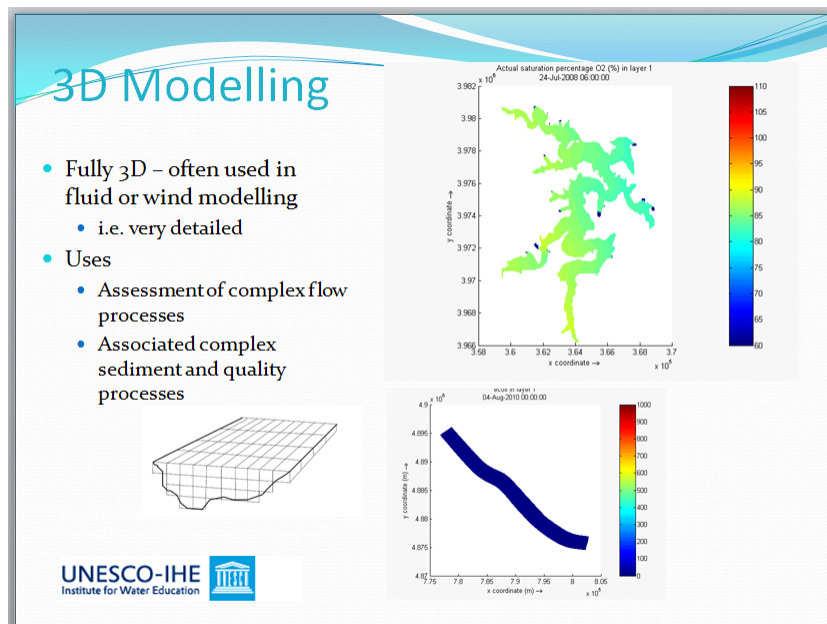


圖 貳-26 三維模式簡介

其後，由講師分別針對一維、二維、一維及二維以及三維模式進行系統性的解說，並實際展示在不同研究問題下，實務上選用不同模式之取決標準即研判流程，並透過講師設計的模擬研究課題，由各組學員分組討論，實際演練模式選用之過程，加強本次課程之學習效果。

(二)使用 HEC-RAS 以及 HEC-GeoRAS 進行洪水演算

接續，講師針對使用 HEC-RAS 以及 HEC-GeoRAS 進行洪水演算逐步教導實作課程。在課程中，講師以預先處理好的地理資訊當作本次實驗素材，選用 Baxter Creek 與 Tule Creek 匯流處進行分析，藉由 Step by step 的教學，讓課程學員可以實際演練建模過程，從而學習使用洪水演算之工具。

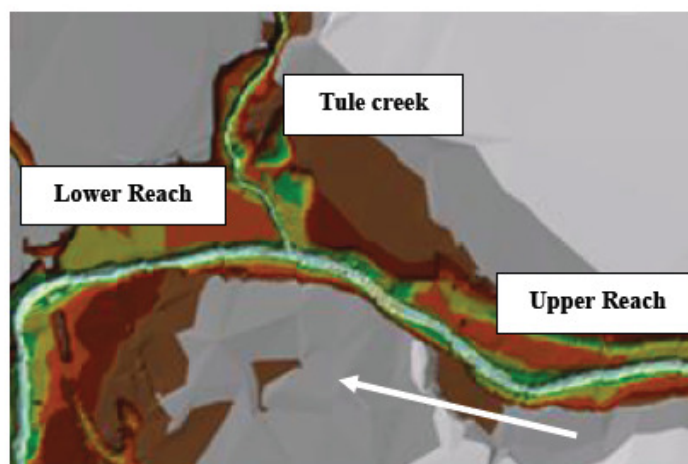


圖 貳-27 實作案例區域圖

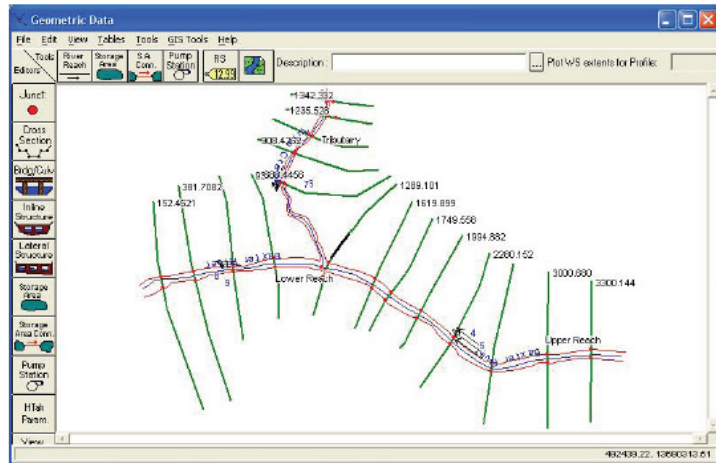


圖 貳-28 河川範圍線及斷面線繪製



圖 貳-29 建立淹水區域資料

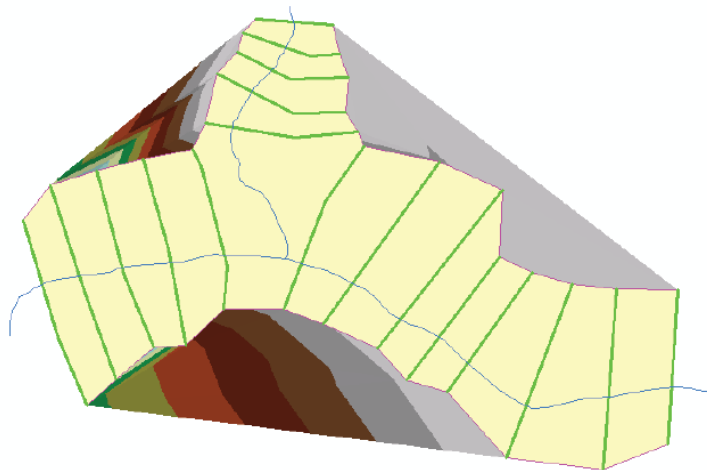


圖 貳-30 淹水區域投射

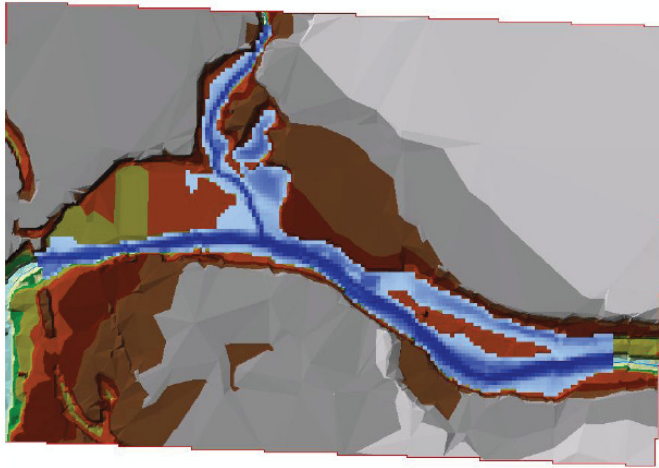


圖 貳-31 繪製淹水區域圖

由圖中可看出，實作課程中針對建模的步驟詳細的解說，首先經由講師前處理完成之資料匯入 ArcGIS 中建立圖層，再由學員開始建立河川範圍線及斷面線，指定水流方向後完成基本資料建置；後續匯入講師提供的淹水事件資料，經由模式運算獲取淹水水深，並由水深進一步繪製淹水區域圖。

整個實作課程因為講師詳細的逐步教導，完成淹水區域圖的繪製歷時近三小時，耗時甚久，而且本次所使用之基本資料皆由講師提前處理完成，已經省去了資料前處理之時間，爰此，若要完整繪製類似之圖面，其花費之時間及心力，可想而知。

(三) 洪氾地圖建立

完成了前節淹水區域圖建置之課程後，接續是洪氾地圖建立的實際應用，選用的研究區域依然是 Baxter Creek 與 Tule Creek 匯流處。

本次課程講師教授學員運用地理資訊系統的計算能力，在繪製好的淹水區域圖內加入不同的圖層資訊，並搭配運算功能，即能繪製出各種不同的工具地圖。舉例來說，運用淹水深度及流速之資料，將地圖上的資訊代入公式“淹水深度*(流速+0.5)=災害指數”之內，即可直接於地圖上運算，其運算而得之災害指數再以顏色進行劃分，即可獲取以顏色區分之淹水區域災害圖(如圖 貳-35)，作為進階之災害分析工具。

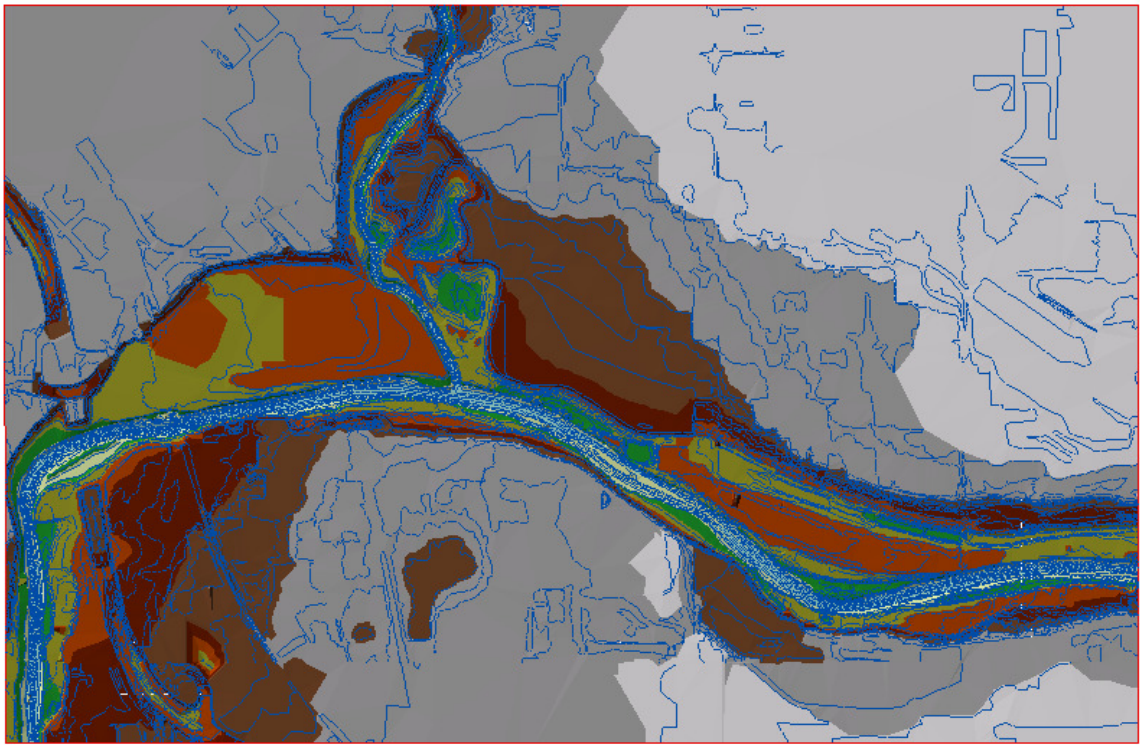


圖 貳-32 實作案例區域圖

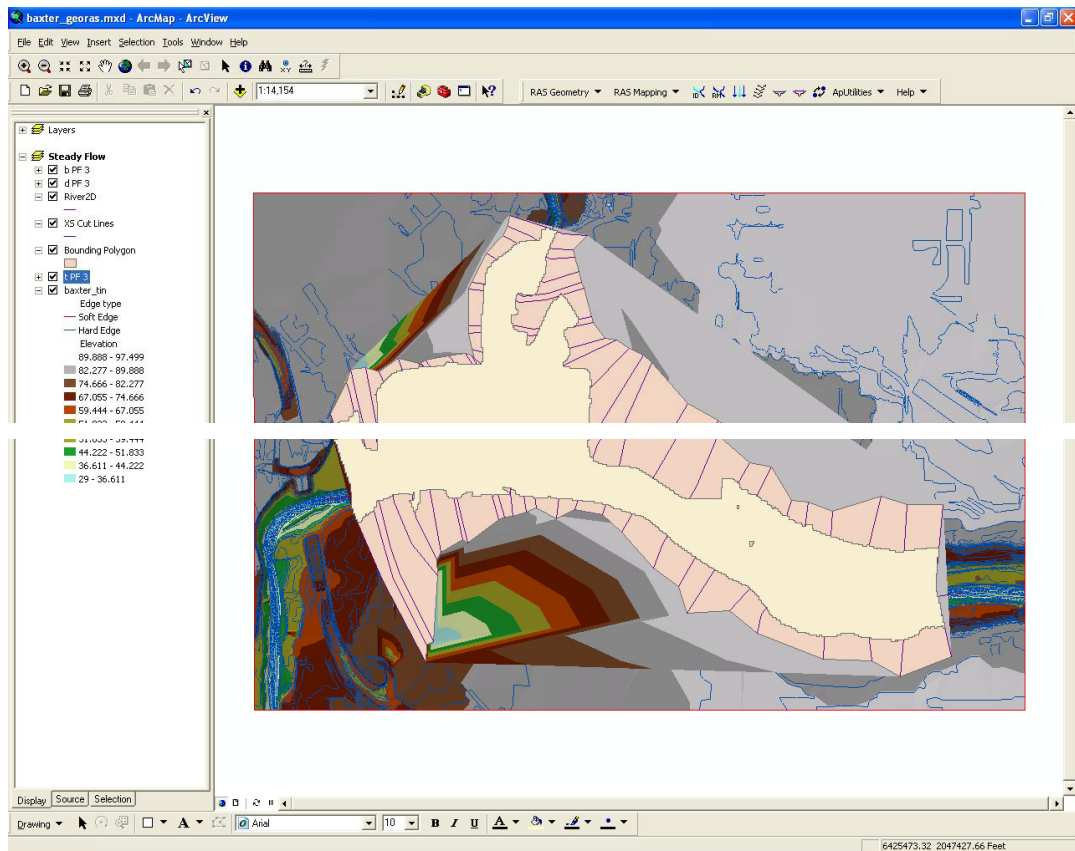


圖 貳-33 實作案例基本資料圖層

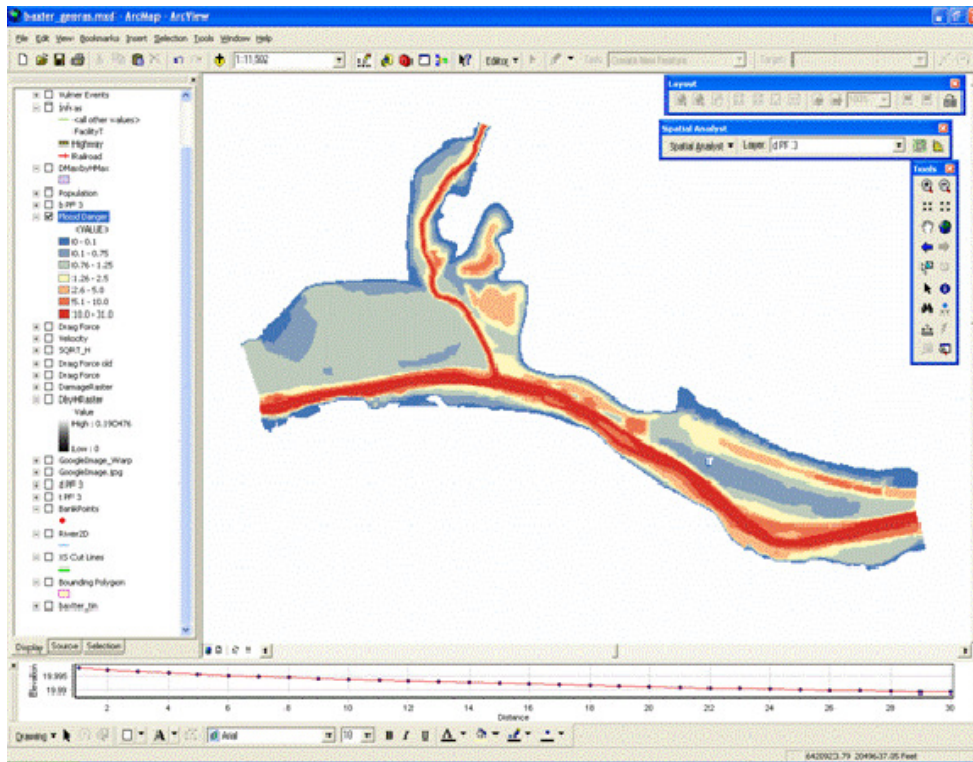


圖 貳-34 繪製淹水區域災害圖

Social Flood Vulnerability Index

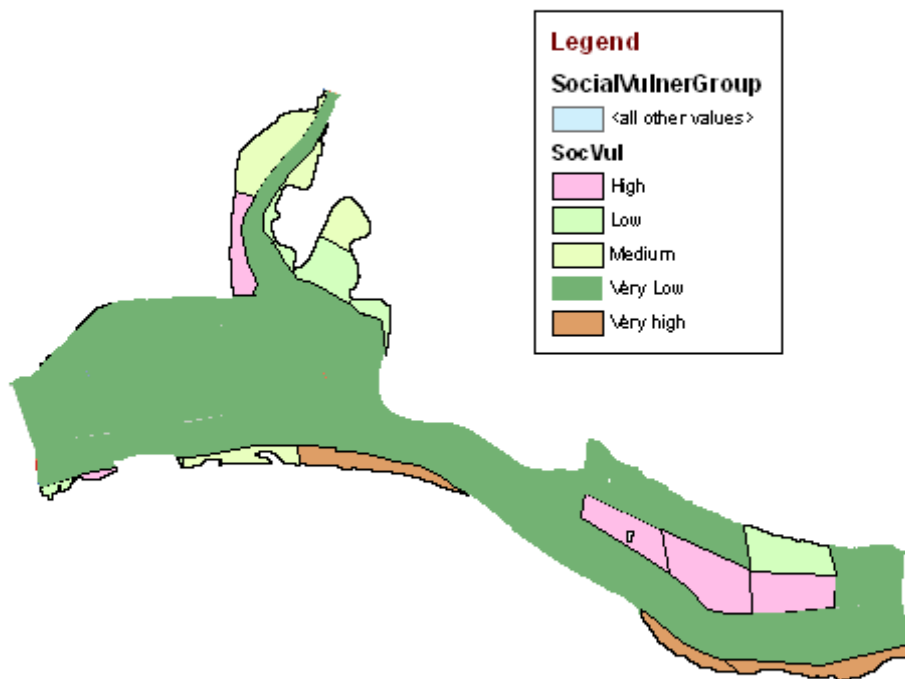


圖 貳-35 繪製淹水區域承受災害能力圖