

出國報告（出國類別：專題研究）

農業及農村發展因應氣候變遷之調適

服務機關：行政院農業委員會水土保持局臺北分局

姓名職稱：廖思婷工程師

派赴國家：荷蘭

出國期間：105年8月9日至105年11月5日

報告日期：106年1月11日

目錄

摘要

壹、目的.....	1
貳、專題研究方法及範圍.....	2
一、研究方法.....	2
二、氣候變遷及調適策略.....	2
(一) 氣候變遷的定義.....	2
(二) 未來氣候的預測及影響.....	2
(三) 調適.....	3
三、研究範圍.....	3
(一) 研究地點簡介.....	3
(二) 荷蘭治水觀念之轉變與面對氣候變遷之挑戰.....	4
(三) 案例選擇.....	4
參、案例分析.....	6
一、Room for the River Waal, Nijmegen.....	6
(一) 基本資料.....	6
(二) 計畫說明.....	6
(三) 關於農村發展.....	8
(四) 民眾參與—營造雙贏局面的用心.....	8
(五) 值得學習的設計細節.....	9
(六) 心得.....	10
二、Room for the River IJsseldelta Zuid, Kampen Bypass.....	11
(一) 基本資料.....	11
(二) 計畫說明.....	11
(三) 執行過程- 衝突與協調整合.....	12
(四) 心得.....	13
三、Redevelopment brooks and springs Apeldoorn.....	14
(一) 基本資料.....	14
(二) 計畫緣起.....	14
(三) 計畫執行過程.....	15
(四) 生態衝擊.....	19
(五) 民眾參與.....	19
(六) 維護管理.....	20
(七) 心得.....	20

四、Building with Nature, Waterschap Vechtstromen.....	21
(一) 荷蘭水利會簡介.....	21
(二) Vechtstromen 水利會簡介.....	21
(三) 案例一：Hagmolenbeek.....	22
(四) 案例二：Midden Regge.....	22
(五) 案例三：Eerde 自然保護區與放牧區河域.....	23
(六) 心得.....	24
五、Park Lingezegen.....	25
(一) 計畫緣起.....	25
(二) 規劃流程.....	25
(三) 計畫內容.....	26
(四) 民眾參與及經營管理.....	28
(五) 未來願景.....	29
(六) 心得.....	29
六、Stad van de Zon (City of the Sun) , Heerhugowaard.....	30
(一) 基本資料.....	30
(二) 計畫說明.....	30
(三) 水系統設計.....	32
七、Sand Motor.....	33
(一) 計畫緣起.....	33
(二) 計畫內容—新的調適策略.....	34
八、Optimizing Miscanthus biomass production.....	36
(一) 計畫目的.....	36
(二) 選擇芒草的原因.....	36
(三) 計畫內容.....	36
(四) 心得.....	37
肆、討論與建議.....	39
參考文獻/參考網站.....	42

摘要

本專題研究以荷蘭為研究區域，探討該國因應氣候變遷、極端氣候等國際上重視的議題，在永續發展的目標下，鄉村地區或農業發展面向之創新調適作法。

本專題研究採用個案研究（case study）法進行案例的探討及比較，選擇之案例主要位於荷蘭中部及東部之鄉村地區，或被農業區包圍、位於鄉村地區的小城市，依據不同的尺度選擇案例，藉由實地觀摩，或與規劃師、設計師、業主訪談，甚至群體討論等，實際了解計畫的背景、形成原因，以及計畫的執行內容，或推動過程，甚至是民眾參與的方式，或後續維護管理的方法。

選擇的計畫包括 Room for the River Waal, Nijmegen、Room for the River IJsseldelta Zuid, Kampen Bypass、Redevelopment brooks and springs Apeldoorn、Building with Nature, Waterschap Vechtstromen、Park Lingezegeen、Stad van de Zon（City of the Sun）、Heerhugowaard、Sand Motor、Optimizing Miscanthus biomass production 等，藉由前述案例，探討荷蘭在永續發展的目標下，在農業發展、水治理、生態系統的健全、環境品質的兼顧等面向，藉由哪些作為來因應氣候變遷所帶來的衝擊。

相關計畫從單一的功能性（mono-function）慢慢轉為多功能性（multi-function），至現在以更以自然平衡為導向的整合功能性（integrated-function），涵蓋面向複雜多元，因此在計畫規劃與進行之前，會依各區域自然條件與人文背景等，進行一連串、全面性的研究、評估，強調 Design is the accumulation of knowledge，或是所謂 evidence-based design，並依據研究結果，進行規劃設計，完工後，仍不斷的進行嚴密的監測、回饋。因考量整合功能性（integrated-function），因此即使是計畫背景以治水、安全、防洪為主，但在規劃上，也會考量功能整合，在解決水患的同時，也讓水與農田、生態、地景、產業發展等得以共存與循環調適，並且兼顧環境品質、景觀美質。

關鍵字：荷蘭、氣候變遷、調適、整合功能性

壹、目的

本專題研究以荷蘭為研究區域，探討該國因應氣候變遷、極端氣候等國際上重視的議題，在永續發展的目標下，鄉村地區或農業發展面向之創新調適作法。

荷蘭面積與臺灣相當，人口數亦與臺灣相去不遠，位於歐洲主要河流萊茵河的出海口，屬於大型河口三角洲，地勢相當低窪，西部區域更是低於海平面，歷年來發生多次水患，對氣候變遷的敏感度、災害脆弱度相當高，且因長期水患威脅，發展出許多新觀念和新技術，並累積相當多的研究、因應方法和經驗，值得臺灣借鏡。該國亦遵循聯合國、歐盟所訂定之相關目標、規範，並履行國際義務及責任。荷蘭為農業、貿易強國，雖然國土面積不大，人口密度高，但其農業發展、農業出口產值、鄉村地區環境，一直是世界各國難以望其項背。

本專題研究藉由實地觀摩、訪談、群體討論等，實際了解相關計畫或策略的背景、形成原因、內容、推動或執行過程、民眾參與、維護管理方式、效益等，探討荷蘭在考量永續發展的目標下，因應氣候變遷衝擊，在農業的發展、水的治理、生態系統的健全、環境品質的兼顧等多元面向，有哪些調適策略與創新作法，從中獲得啟發，以作為日後在氣候變遷的影響下，臺灣鄉村地區或農業長期發展策略之參考。

貳、專題研究方法及範圍

一、研究方法

本專題研究採用個案研究(case study)法進行案例的探討及比較,參考 Francis(2001)及 Swaffield(2016)提出的方法。個案研究是應用相當廣泛的方式,普遍應用在社會學、經濟學、心理學、商業學、醫學、公共政策等,在環境、景觀建築等領域的應用也有著相當長的歷史。

根據 Francis(2001)的定義,個案研究是以完整的文件紀錄(well-documented)及系統架構性評估(systematic examination)的方式,來瞭解一個計畫的過程、決策及結果呈現,藉由個案進行研究、執行成效評估、理論建立、評論、對大眾溝通等多面向分析,作為日後相關政策、執行、理論的參考;亦可使用此方法說明、評估,以及解釋或預測,因此廣泛運用在許多領域或跨領域之研究,如景觀、環境及農業政策研究等。

但個案研究也有一定的限制,例如無法針對不同案例進行比較,尤其是收集的資料形式(格式)不相同,且相當耗時;有些案例資料難以收集齊全,且若涉及失敗的案例,設計者時常不願意說出全部的問題。

個案研究在環境、景觀規劃、建築等領域應用廣泛,此方法一個很大的好處是,其結果往往可以解釋一些政策和設計間的問題。因本專題研究之主題主要涉及氣候變遷、調適策略、環境、農業等議題,因此採取個案研究方法來進行。並利用 Francis 和 Swaffield 提出之方法及架構,選擇適合的案例,並進行討論及比較。

二、氣候變遷及調適策略

(一) 氣候變遷的定義

根據聯合國跨政府間氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change of the UN, IPCC)的定義,氣候變遷是指氣候狀態的變化,可用其性質的平均或變化性的改變來辨認,且持續一段時間,通常是幾十年,甚至是更長的時間。氣候變遷的原因,可能是因為氣候系統內部自然的過程,也可能是其他外部因素,如太陽周期的改變、火山爆發等,或是人類行為造成的改變。

(二) 未來氣候的預測及影響

聯合國跨政府間氣候變遷小組(IPCC)每6年發表一次全球氣候評估報告,跟據最新的一次(2013年公布)評估報告「第五次氣候評估報告」(Assessment Report 5, AR5),本世紀末全球均溫有可能上升4.8度C,在最糟的情況下,升溫可能導致全球海平面將可能上升84公分,也讓全球

30 億以上的人口面臨缺水危機；熱浪可能發生的更頻繁、持續更久，乾旱、寒害等極端氣候發生頻率更高，在農產方面，作物帶將因此遷移，更難預期的天候及病蟲害將導致作物減產。該報告明確指出，氣候變遷在農業、生態，以及在全球各大陸和海洋上的影響已經顯現，部分負面影響所造成的後果已經無法逆轉。

根據國科會的研究，若臺灣在 2090 年平均溫度上升 3 度 C，冬季雨量的減幅最高恐達 22%，夏季平均雨量有可能最多增加 26%。根據歷史資料，臺灣強降雨的頻率已經增加，而一般性降雨間少，且有多處地層下陷，且容易有海水倒灌情況發生。而海平面上升，除了海岸線內縮，也可能造成臺灣沿海土地鹽化，或可用淡水減少等。在水資源、農糧安全、洪水威脅、國民健康、生態系統破壞、關鍵基礎設施，以及經濟生活衝擊等面向，氣候變遷對於臺灣地區都可能帶來衝擊及影響。

（三）調適

調適（Adaptation），是指為了長遠的未來而計畫和準備，針對氣候變遷帶來災害或衝擊，從而採取適應以及減少災害脆弱度的措施，作為調整自然系統與人類社會系統來因應氣候變遷的影響，減少損害，或開發有益的機會與採取無悔的措施。

三、研究範圍

（一）研究地點簡介

本計畫以荷蘭為專題研究的地點。荷蘭國土總面積為 41,526 平方公里，土地占 33,883 平方公里，約與臺灣本島面積相當，其中 69% 土地為農業用地，10% 為森林，4% 為自然地貌，都市及公共設施用地約 14%，水域面積 7,643 平方公里，為國土面積的 18%。人口約 1,700 萬人，國民所得 GDP 約 8,000 億歐元。

阿姆斯特丹、鹿特丹、海牙、烏特列茲為荷蘭主要大城，皆位於荷蘭西北邊的 *Ranstad urban conurbation* 地區，該區面積約 830 平方公里，占總面積之 5%，居住人口卻為總人口的一半。

荷蘭全境 59% 國土海拔僅約 1 公尺，約有四分之一的土地低於海平面，並且以每年約 2 至 60 公分的速度下陷，荷蘭地勢東南最高，往西北傾斜，整體而言地勢相當低且平坦，即便為荷蘭最高的瓦爾斯堡山，海拔也只有 322.7 公尺，低平的西部及北部多半是填海而來的土地以及三角洲；萊茵河、瓦爾河和馬斯河流經荷蘭，並將其分為二，萊茵河於荷蘭出海並形成三角洲。

(二) 荷蘭治水觀念之轉變與面對氣候變遷之挑戰

由於荷蘭為三角洲，且地勢低窪，面對氣候議題，水患為最嚴重的災難之一。

冬季為荷、德主要雨季，遼闊的萊茵河流域，加上大量降雨，造成冬季河水位上升，流量增加 40%，對於地勢低平的荷蘭，往往造成許多地區受到洪災影響，若遇上冬季暴雨，水患情況更加嚴重，因此荷蘭以往的治水策略，多為在河岸和海岸築堤或堆積沿海沙丘以防止洪水泛濫，然而近年氣候變遷的影響，洪氾頻繁，導致堤防、壩體等愈築愈高；相反地，夏季為荷蘭乾季，河川水量降低 30%，但其 16% 的經濟需仰賴乾淨的水資源，乾旱造成地下水缺乏及地表水不足，對農業和自然的影響甚鉅。

1953 年荷蘭發生了歷史上最嚴重的水災，冬季的暴雨，加上北海大潮，洪水泛濫，提防數百處缺口，造成荷蘭 1,800 多位民眾死亡，20 萬公頃農田受損，水災面積高達 1,365 平方公里，約 7 萬人撤離家園，超過 3 萬隻牲口溺斃，4 萬多棟房屋受損，1 萬多棟建築被破壞，南部低地淹水約 10 個月，損失估計高達 8 億 9,500 萬荷蘭盾，自此之後，荷蘭廣築高堤、建水閘，與大自然爭地，甚至興建了全世界最長、最複雜約 2,400 公里的水患防衛線。然而，隨著水資源與極端氣候變化加劇，荷蘭過去以高築河堤及建閘門防洪的策略開始被質疑是造成運河優養化、破壞生態的元兇，直到 1995 年的水患，造成 25,000 名居民撤離及歐洲各國 3 億多歐元的經濟損失，荷蘭開始檢討並思考不同的治水策略，一改「與海爭地」的想法，在 2000 年提出「還地於河 (Room for the River)」政策，規劃「三角洲工程」的預防保護策略，將部分防洪壩與堤防拆除，並挖寬內陸河道，將河岸邊的農業地改為河川氾濫區，除防止水患，亦維持淡水供應標準，轉變為與大自然共存的水資源管理策略。

面對氣候變遷，荷蘭未來的挑戰包括，陸地海平面太低造成的鹽分侵入，極端氣候造成的更多暴雨，海平面的上升（約 60~85cm/年），以及因海平面上升造成的侵蝕及陸地後退，冬天降雨量增加、夏天降雨量減少，造成水量的不穩定，影響農業、生態及生活品質，另外對於農業、糧食安全等亦有一定程度的衝擊。

(三) 案例選擇

面對氣候變遷需要調適的面向極廣，在農業及農村發展調適作為中，亦有相當多案例可供參考。因荷蘭西部地勢較低窪，東部地勢較高，與臺灣狀況較為相似，因此本專題研究選擇荷蘭中部及東部的案例為主，主要位於鄉村地區，或被農業區包圍、位於鄉村地區的小城市，依據不同的尺度選擇案例，藉由實地觀摩，或與規劃師、設計師、業主訪談，甚至群體討論等，實際了解計畫的背景、形成原因，以及計畫的執行內容，或推動過程，甚至是民眾參與的方式，或後續維護管理的方法。

選擇的計畫包括 Room for the River Waal, Nijmegen、Room for the River

IJsseldelta Zuid, Kampen Bypass、Redevelopment brooks and springs Apeldoorn、Building with Nature, Waterschap Vechtstromen、Park Lingezegen、Stad van de Zon (City of the Sun)、Heerhugowaard、Sand Motor、Optimizing Miscanthus biomass production 等，藉由前述案例，探討荷蘭在永續發展的目標下，在農業發展、水治理、生態系統的健全、環境品質的兼顧等面向，藉由哪些作為來因應氣候變遷所帶來的衝擊。

參、案例分析

一、Room for the River Waal, Nijmegen

(一) 基本資料

計畫名稱：Room for the River Waal, Nijmegen

計畫期程：2012-2016

業主：Municipality Nijmegen 及 project office Room for the river

基地位置：Nijmegen-Lent, Gelderland 省

設計者：H+N+S Landscape Architects、Trafique

面積：120 公頃（洪氾平原）

預算：1 億 2,600 萬歐元

(二) 計畫說明

荷蘭地勢平坦，全國有半數國土面積低於海平面，以往荷蘭政府以高築河堤的防洪策略，控制河水泛濫，但近年來氣候變遷造成海平面上升的影響，迫使荷蘭全境 34 區的河道無法容納更多的水，危及國土安全，因此荷蘭政府自 1990 年起開始重新規劃大規模國土百年防洪計畫，並自 2006 年起推動「還地於河 (Room for the River)」計畫，以增加河水的空間量體，降低河水泛濫的危害，同時兼顧景觀生態與人文地景的調和，其中 Nijmegen 便是該計畫規模最大最具啟發性的案例之一，稱為「還地於瓦爾河」(Room for the River Waal)。

Nijmegen (奈梅亨)，是荷蘭為荷蘭歷史最悠久的城市，整座城市沿著萊茵河的分支 River Waal (瓦爾河) 建立，因 1995 年的大洪水，幾乎要淹過周圍河堤，造成許多居民迫遷，雖數日後水位退離，使得 Nijmegen 並未遭受到嚴害破壞，但此次洪水讓奈梅亨居民記取教訓，加上氣候變遷快速，預測未來 Nijmegen 將有機會受到更大的洪患，因此該城市開始進行大規模的防洪計畫-「還地於瓦爾河」，拋棄原來加高築河堤的方式，反而將部分堤防移離河道，創造出更廣大的氾濫平原，並在新的氾濫平原上開挖新運河讓瓦爾河流入，讓河水不致直接威脅到城市。



圖 3-1 1995 年瓦爾河水位高漲的歷史照片
(圖片來源：MijnGelderland)

原先 Nijmegen 「還地於河」計畫僅規劃在河中央放置分流裝置及降低部分堤壩群的高度，但 Nijmegen 市政廳決心將原本計畫調整為都市更新，將新運河與原河道間產生的新島嶼空間，做為新興發展區，規劃為自然保護區及公園，把自然生態帶回城市；同時，在舊市區對岸另外規劃新的發展區，將瓦爾河北岸，建立一個新的濱河長廊，並發展為新住宅區；另外，建造 4 座大橋將這些新的城鎮發展區連結起來，最後，Nijmegen 市容搖身變為位於河中心的都市。

「還地於瓦爾河」的計畫主持人 Schipperheijn 便評論：「本計畫最難得的是中央政府重視地方政府自己的想法和主見。」，於是 2007 年起，Nijmegen 市政廳為此國家級計畫的主導者，工程於 2015 年底竣工。

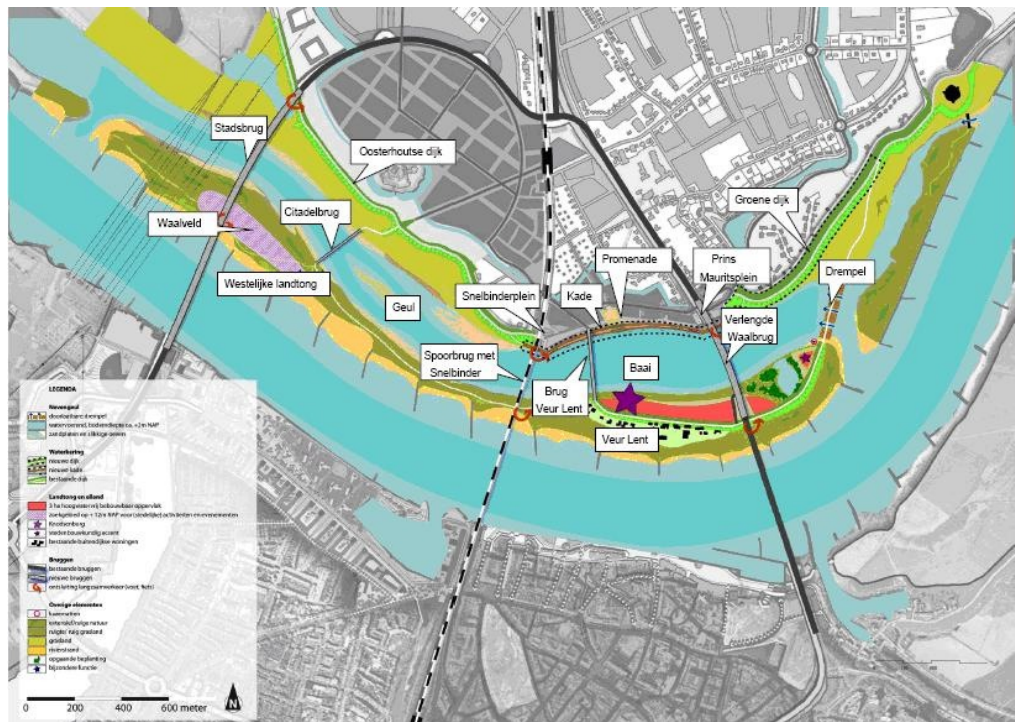


圖 3-2 計畫內容 (資料來源：Aardrijkskunde: wateroverlast,)

(三) 關於農村發展

因為 4 座將這些新的城鎮發展區連結起來大橋，直接強化了河道兩岸的連結，原本對面的小村落 Lent，因為橋樑的關係，得益於便捷的交通，因此提供了更多工作機會，同時，因為擁有開闊的視野，也帶動了地價上，同時，最後，原本不為人知道的小村落，也變成美麗照片的一部分。



圖 3-3 針對不同使用對象設計的 4 座橋樑，強化兩岸的連結



圖 3-4 新島嶼空間

(四) 民眾參與—營造雙贏局面的用心

雖然本計畫具革命性，但在執行時，為了要挖掘新運河，必須將 Nijmegen 北邊的 Lent 區原本的河岸堤防往內移動約 350 公尺，雖然這塊區域多為農用，但仍約有五十戶居民必須搬離，同時該區居民亦擔憂寧靜的鄉村生活受到破壞，因此在計畫執行的一開始，計畫主持人 Schipperheijn

便與 Lent 居民組織社區聚會，傾聽居民的需求、批評和疑慮，發現居民真正關注的是交通與工作地點的規劃，以及文化古蹟保存等問題，設計方積極試圖尋找解決方案，最後在緩慢及冗長的協調後，計畫方承諾增加當地基礎設施，保留當地居民情感依附的歷史建築，並建造觀光碼頭，吸引遊客來到北岸賞景，新的橋樑提高了北岸到市中心的交通便捷度，另外更吸引居住人口移入，最後終於獲得當地居民的支持，而該區也因為開發案而煥然一新。多年後，他仍舊每個週親自拜訪一戶人家，建立更緊密的關係。



圖 3-5 遷移地區的歷史建築搬移行動。(圖片來源：CITYLAB)

本計畫工程在完成之際，已有許多居民在新島嶼區慢跑及經營遊船事業，但仍有許多河岸工程必須階段性更新，包含，南岸舊碼頭 Waalkade 翻新；將工業區逐步改造成住宅區域，並且設置文創工作室；新島嶼目前規劃為一半島嶼空間開發為新城市，另一半保留作為自然區。雖然還有漫漫長路要走，但荷蘭政府深信，該計畫還有更多的可能性，但最重要的目標是連結南北岸，讓 Lent 居民及南岸有便利的交通可通往新市區及北岸。

(五) 值得學習的設計細節

本計畫尺度雖然很大，但在針對使用者需求、成本考量、維護管理等層面，有許多的設計細節，可以學習參考，如下：



圖 3-6 針對不同水流衝擊力道，道路兩側邊坡採取不同工法



圖 3-6 堤防邊坡，撒草種以提早覆蓋（左）；其他空地，則以裸地，任其植生自然演替（nature process）（右）



圖 3-7 跳石，作為淹水時緊急通道（左）；限制放牧牛群的簡單設計，行人、自行車可以通行，但牛隻無法通行（右）

（六）心得

1. 此類型的計畫為整合性的規劃，需充分蒐集跨域基本資料，作為各項設計的初期研究評估，包括新科技運用，軟體與生態規劃等，因牽涉領域廣，計畫考量面向極多且複雜，不可急就章。
2. 河水整治計畫向來為「空間規劃設計者」與「水利工程專業」角力點，因涉及面向多元複雜，兼顧安全與生態的設計規劃必須經過長時討論評估與磨合，因此跨領域合作更顯得重要，長期以來，應整合政府相

- 關單位與相關利益人間的合作，如：不同水利單位、交通單位、省政府、縣市政府、NGO、人民團體，甚至還得跨國合作（荷蘭德國）。
3. 雖然氣候變遷影響範圍大，但仍應以安全機能為主要出發點，兼顧交通運輸（新設橋梁）、景觀品質、遊憩機會，居住環境品質，生態、農夫畜牧業等使用者的需求皆應充分考量。
 4. 同時考量新舊使用者的訴求，提出不同方案，誠心溝通協調。
 5. 本計畫因涉及遷村及居民安置的部分，在規劃初期即導入公共參與機制，建立一個公開的溝通平台，讓規劃團隊、專家學者、開發商及在地居民等相關利益關係人，得藉由此平台交換意見並建立共識。經過多次且長期的溝通討論後，議舉辦聽證會，並邀請所有居民，讓民眾獲得充分的資訊，該透明公開的機制，值得效法。
 6. 還地於河的創新作法，改變舊有思維，也成為荷蘭治水長期的任務。

二、Room for the River IJsseldelta Zuid, Kampen Bypass

（一）基本資料

計畫名稱：Room for the River IJsseldelta Zuid, Kampen Bypass

計畫期程：2014-2017（Room for the River 的最後一個計畫之一）

業主：Directorate general of public works and water management, Overijssel 省

基地位置：Kampen, Overijssel 省

設計者：H+N+S Landscape Architects

預算：1 億 2,500 萬歐元

（二）計畫說明

本計畫同前述計畫 Room for the River Waal, Nijmegen，皆為 Room for the River³⁴ 個子計畫之一。

本計畫位於 Kampen，位於荷蘭東部 Overijssel 省，該城市面積約 161.84 平方公里，人口約 49,345 人。位於艾瑟河（River IJssel）三角洲處，是一座歷史悠久的城市，整座城市幾乎沿河道建立。

2004 年荷蘭中央政府與 Kampen 市政廳為推動「還地於河」，開始在 Kampen 南艾瑟河三角洲一帶規劃相關公共計畫，從「還地於河」母計畫做細部延伸，由最初的艾瑟爾河道拓寬工程（River IJssel bypass）、新漢薩鐵路支線（Hanzeline）與坎彭市新住宅區發展等子計畫，逐漸整合成「南艾瑟爾三角洲空間規劃案」（IJsseldelta Zuid Project）。

本計畫中央計畫推動與協調單位為公共工程與水利管理署與交通運輸署，主要執行艾瑟爾河河道拓寬工程和新漢斯鐵路支線工程；在地方政府層級，則交由艾瑟爾省政府負責省級協調，以及坎彭市政府擔任執行人，並委託 H+N+S 景觀規劃事務所（H+N+S Landscape Architects）提出 5 種規

劃方案，包括艾瑟爾河道拓寬、新鐵路支線興建及市區擴張等計畫，預計藉由河川繞道的方式讓洪水安全滯流。

(三) 執行過程- 衝突與協調整合

雖然艾瑟爾省政府提出提出 5 個不同河川繞道方案，然而在各區居民未被充份告知開發方案內容，強烈質疑河川繞道工程會迫使其必須遷離家園，無法保障居民的生存空間等疑慮，因此坎彭各區居民共同組成「Voice Over」協商組織，代表向政府抗議與要求協商，整個事件衝突甚至在 2005 年 5 月國民日報《De Volkskrant》，被大篇幅報導居民反彈及當地影響等議題而引起全國關注。

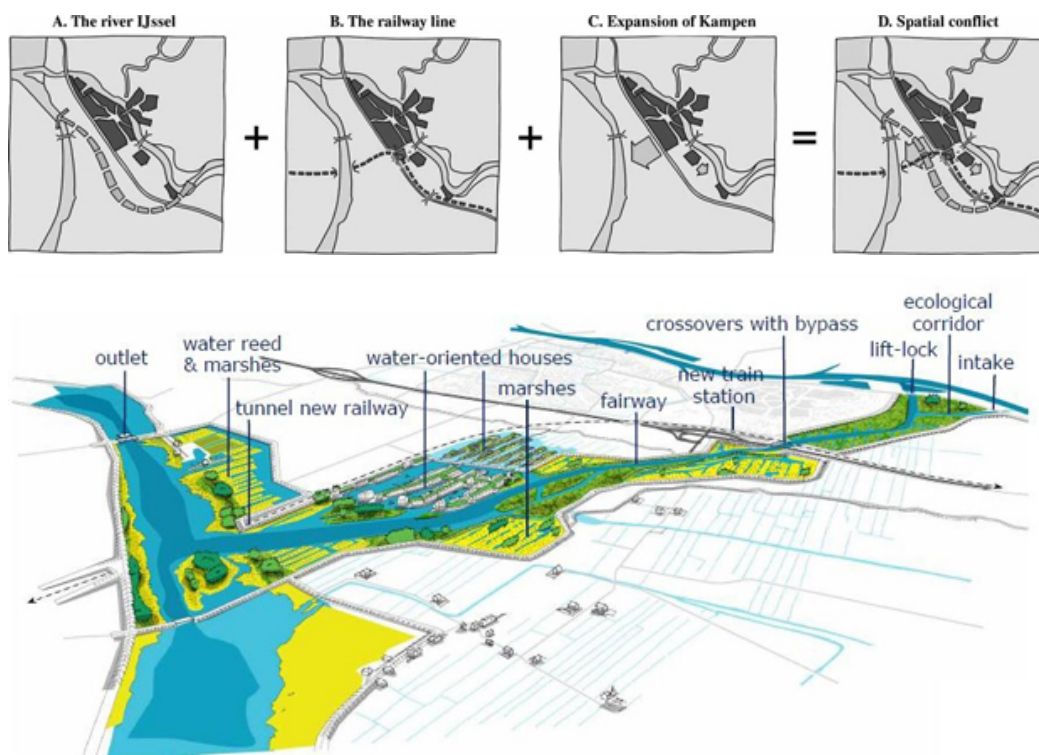


圖 3-8 規劃方案，及空間開發示意圖（資料來源：Overijssel Provincie）

由於「還地於河」河川繞道是荷蘭全國水利管理工程重要計畫之一，並與艾瑟爾河地區的整體防洪工程密不可分，加上河川拓寬工程與新漢薩鐵路支線必須有效控制在預算內及計算工程期程，以整合計畫並估算後續財務與工程技術，因此協調與居民間的衝突為政府單位的首要任務。

為解決開發案引發居民反彈的抗議聲浪，艾瑟爾省政府在初步提案階段，即聯繫整合中央單位（公共工程與水利管理署、交通運輸署）和地方政府（Kampen 市政廳）的方案，發揮其居中協調者的關鍵角色，考量開發案影響所及的各相關利益人，委託 H+N+S 景觀規劃事務所籌辦為期 6 週的講習、工作坊以及公共會議等，邀請居民參與座談會說明開發案的內容（包括防洪、生態保護、空間品質、開發財務等），並在座談會後的工作

坊中，讓居民可以提出意見與訴求，並由各相關政府單位代表向居民說明與討論以促成各方共識。

在協調過程中，其中 **Kampen** 的居民表示政府單位提出的計畫，並未考量到 **Kampen** 獨特的淤田農地景觀及鳥類生態，這些都是坎珀芬在荷蘭的代表地景，應視為此開發案主體價值並納入規劃中。

經過 1 個半月政府各單位、居民、企業與相關利益人積極參與討論後，各界不但充份了解政府提出的 5 個計畫方案，以及表達對自身居住地區的願景與訴求外，居民更進一步參與討論河川繞道空間規劃，**Kampen** 芬居民在景觀設計師協助下，進而提出第 6 個規劃方案，最後在取得各方共識後，以投票方式獲選為為最終執行方案。

另外，**Kampen** 市政廳更藉著中央河川繞道計畫有較為充裕預算的契機，規劃水岸工程與當地農村生態景觀結合，向中央政府提出河岸住宅提案，成功吸引建商投資開發，最後荷蘭政府在 2010 年將《南艾瑟爾三角洲空間規劃案》評為「最佳示範案例」(the Best Practice)。



圖 3-9 計畫資訊服務中心（左）；本計畫尚未完工（右）

（四）心得

本計畫因內容複雜，需整合單位極多，為 **Room for the River** 中最晚動工的計畫之一，目前已開始施工，尚未完工。本計畫雖廢時較久，但仍能順利推動，幾個面向可作為借鏡：

1. 提案初步階段即將居民、公私部門與各相關利益人納入，除召開說明會與座談會，以公開透明的方式讓開發案內容充分傳達給居民，亦展現彈性讓居民參與開發案的規劃，尊重真正空間使用者的需求。
2. 公部門以理性態度聆聽居民心聲，地區政府（上艾瑟爾省）以「協調者」角色處理居民及政府雙方的衝突，並借助空間規劃專業單位協助，有效促成與確保政府與居民溝通管道順暢，最終得以達成公共政策上的共識。
3. 在空間規劃過程中，荷蘭政府透過各種溝通管道與場合，整合中央政府、地區與地方政府、地方居民、設計單位等不同利益相關者的意見，讓方案最終得以完成協調，創造自然與農耕、水與人共存的空間成果。

居民積極的參與態度，不只是消極抗議或為反對而反對的不理性態度，讓政府重視其訴求並納入開發案中，讓整個空間規劃更符合居住者的空間需求與生態要求，也讓整個開發案得以順利進行，完全展現自然與農耕、水與人共存的空間成果。

三、Redevelopment brooks and springs Apeldoorn

(一) 基本資料

計畫名稱：From guerilla gardening to best practice

-Redevelopment brooks and springs Apeldoorn

執行單位：Municipality of Apeldoorn

基地位置：Apeldoorn, Gelderland 省

計畫總期程：1998 迄今

預算：迄今約 2,300 萬歐元

經費來源：Municipality of Apeldoorn 及 Waterboard

(二) 計畫緣起

Apeldoorn，位於荷蘭中部，為 Gelderland 省的一個城市，該省陸域面積 4,975 平方公里，水域面積 161 平方公里，為荷蘭最大的省。Apeldoorn 總面積約 341.13 平方公里，其中陸域面積約 339.96 平方公里，水域面積約 1.17 平方公里。人口約 140,452 人（統計至 2016 年 1 月）。

Apeldoorn 為荷蘭雨量最多的城市之一，豪大雨最常發生，雨季也最長的城市之一。

中世紀時期，羅馬帝國曾於此地建造約 40 公里長的水圳，後來因為城市的建設、開發擴張，交通運輸等需求，這些水圳都被加蓋起來。

1990 年左右，氣候變遷的影響越發嚴重，暴雨、豪大雨等發生頻率增加，且因地形關係，城市低窪地區容易發生 seepage 的現象，也間接導致淹水的情形容易發生。

市政府為了改善此現象，同時也考量歷史、文化等意涵，以及生態上魚類的遷徙，於是決定將這些水圳加蓋重新打開。（註：雨水系統與污水系統是分離的）

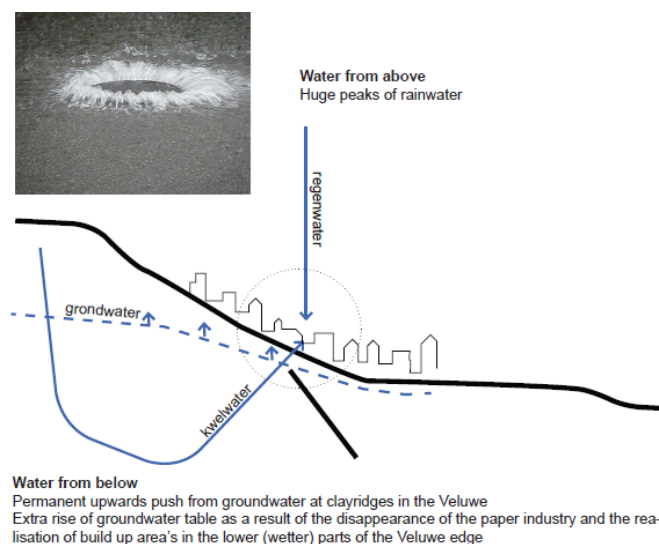


圖 3-10 Seepage 現象的原理

(三) 計畫執行過程

本計畫過程費時多年，非一夕完成，一步一步克服重重困難，以分年分期分區的方式執行，簡述如下：

第一階段：Tell everybody - The rediscovery of the Grift (1998)

1990-2000 年間，政府提出計畫初期，初期居民並不贊成將水圳加蓋打開，政府這樣的訴求面臨許多挑戰和質疑，但隨著氣候變遷的議題開始發酵，且極端的氣候開始影響生活品質，居民意識到氣候異常帶來的改變，以及伴隨而來的淹水等災害次數增加，於是對此政策態度逐漸從反對到開始慢慢可以接受。

在 1998 年左右，市政府先開始公告計畫要開始了。首先先找出地下的水圳位置，並在水圳上方的路面標誌 Grift、魚、蜻蜓、流水等圖案。目的是為了讓民眾在日常生活通行空間上，透過這些標誌喚起大家的意識--這個地方曾經是水圳，並藉此讓民眾開始注意思考甚至引起討論，而市政府也利用此方式告訴民眾：**我們是來真的！**



圖 3-11 在水圳上方的路面標誌

第二階段：Make the impossible happen– Realization first part Grift Hofstraat (2001)

在這個大計畫下，市政府規劃分區執行，首先第一個計畫在 2001 年開始進行，市政府選擇最困難的區段當作第一個示範區域，他們認為，如果最難的地方都可以成功，代表其他區域也能成功。



圖 3-12 改善前後對照（圖片來源：Municipality of Apeldoorn）

整個計畫的出發點以「氣候變遷」與「重現歷史文化」為主要議題，並以功能性為主要考量，同步強調安全與提供舒適的休憩空間，在這些計畫中沒有導入過多時髦的噴泉等項目，反而以既有的溪水、泉水、雨水為水源，並且不使用幫浦或馬達額外引水至水圳系統中。

首先市政府先架構區域性規劃，再再設定後續的分期分區計畫，因此本計畫已設定共同目標（包含設施、環境、生態、歷史等），在最初期訂定參考準則手冊，並提供相關案例照片供後續各計畫參考，例如使用材料的材質、形式的建議。但因為工程歷時長，因此後續設計仍保有適當的彈性，讓執行過程中可依照先前的計畫成效進行調整。

另外，因為市政府內辦理本計畫業務的人員都有足夠的經驗、相似的教育背景且流動率低，在對設計有一定的默契下，設計方式自然形成系統性的共識，即便不參考準則手冊的規範，設計結果也相當融合。

第三階段：Turn a project into a sustainable policy

本計畫歷時 10 多年，陸續在共同準則下進行許多計畫，目標為：

1. 保存 Grift，並將其作為 Apeldoorn 水系統 (watersystem) 的主要渠道。
2. 6.5km 的加蓋水圳重新打開。
3. 既有都市地區 21 公頃的藍綠帶及交通整體整合發展。
4. 自然生態保育 10 公頃（包含水涵養）。
5. 公共空間增加 20000m³ 的水儲存空間。



A Hidden system of 40 kilometers of manmade brooks and springs

Koningsbeek
 Beek in Kerschoten
 Grift
 Badhuisspreng
 Driehuizerspreng
 Rode beek
 Orderbeek
 Schoolbeek
 Beek in het Orderveen
 Kayersbeek
 Eendrachtssprengen
 Ugchelsebeek
 Winkewijert
 Zwaanspreng

圖 3-13 計畫內容（圖片來源：Municipality of Apeldoorn）

其中具代表性的設計包括：

1. Grift Kanaalzone noord (2008)：水儲存空間、自然保育、文化、歷史、休憩的整體發展。



圖 3-14 Grift Kanaalzone noord (2008)

2. Grift Beurtvaartstraat (2011)：藉由水圳加蓋打開，促進社區再生，結合藝術家。



圖 3-15 Grift Beurtvaartstraat (2011)

3. Grift PWA-zone en Brinkpark (2012)：水儲存空間、停車空間、休憩區域的整體發展。



圖 3-16 Grift PWA-zone en Brinkpark (2012)

4. Orderbeek (2014)：雨水收集系統。
5. Grifhof binnenstad (2017)。

整體而言，本計畫目標是要打開 6.5km 的加蓋水圳，將歷史記憶重新串連，並增加都市地區儲水空間以因應暴雨，平日以收集雨水並涵養水源，

提升水系統功能與自然保育，提供使用者休憩、停車空間等機能，並促進社區再生。

下一階段：Climate friendly inner city

未來，市政府的目標是利用這個水圳系統的雨水貯存功能，處理熱島效應（Urban heat）的問題，並連結樹、植栽與水等媒介改善微氣候。

同樣的，未來的計畫仍會先選擇最困難的地方著手。

（四）生態衝擊

原本因已適應在暗黑環境生活的魚種，因加蓋打開後，造成其 2 星期內死亡。因此，計畫後仍持續進行生態物種的監測。

（五）民眾參與— New planning and participation approach as a small step

在民眾參與的部分，Apeldoorn 從舊有 top-down 的規劃方式，慢慢轉成 uitnodigingsplanologie，此為一種「誘導」的規劃方法，目標是在越少的規範下，達到越多的空間品質。

具體做法是 Kookboekproject Apeldoorn，政府陸續共出版 3 本宣導書籍「食譜」，說明如下：



圖 3-17 Kookboekproject Apeldoorn

1. Rules and tips，引用食譜的概念，告訴讀者只要有哪些食材（材料）、哪些步驟，就可以完成一道菜（因應氣候變遷調適的雨水花園、或是建築外型改建...），並藉此宣導許多概念，搭配圖片案例，以淺白的方式，讓讀者容易瞭解、獲得啟發，並實際落實操作。
2. 此外，這些食譜內蒐羅許多美好且來自當地的案例，讓民眾意識到且為他們的環境感到驕傲。也教導市民何謂好的環境、何謂美的環境，如何能為更好、更美的環境做出貢獻，以及為何要為更好、更美的環境做出貢獻。
3. 這些書籍提供市民索取，目前已經出版 3 本不同主題的「食譜」，各耗時 2 年、1.5 年及 1 年完成編撰，這些書籍不僅傳達給市民氣候變遷的觀念，環境美學的概念，也傳達市政府的理念。

4. 藉由這樣的食譜，對民眾潛移默化，在溝通協調的過程中，能獲得更多的支持。

另外，在徵收私人土地、房屋的部分，政府也透過溝通協調釋出許多善意，並且用市價徵收；部分計畫，因既有停車的空間加蓋拆除後而被壓縮，因此政府積極宣導居民加蓋拆除的好處，並計畫增建公有停車場，來進行補償。若水圳影響居民進出的空間，也在家戶前增設小橋，便利通行。

在方案溝通協調的過程，經過許多人的努力與花費相當多的時間，由於一開始即選擇最困難的點位進行第一項計畫，且效果顯著，因此後續的計畫較容易獲得支持。

（六）維護管理

在維護管理方面，以 Grift PWA-zone en Brinkpark（2012）為例，設計為野放的花圃，因選擇適當的植栽，並於上方鋪設 15cm 厚、直徑約 1cm 的火山石，有效防止雜草生長，一年僅於 2 月除一次草，因此維護管理極低，值得借鏡。



圖 3-17 維護管理極低的野放花圃

（七）心得

1. Apeldoorn 為荷蘭雨量最多、雨季最長的城市之一，豪大雨發生頻率極高，From Guerilla Gardening to Best Practice-Redevelopment brooks and springs Apeldoorn 執行後，淹水的情形減少，代表該計畫是成功的。
2. 定期監測魚類種類、數量，及嚴密追蹤計畫對生態的衝擊或影響，是重要的。
3. 定期監測水面高程，結果顯示 2001 年間計畫執行期間水位大約 30cm，現在可達 50-60cm，顯示水量有增加的趨勢。
4. 由於總計畫時程長，且分期分區執行，即便部分第一期工程手法在後期發現不適當，也仍保有調整的空間。
5. 出食譜書，成功的誘導居民。
6. 隨著公民意識與主見提升，說服越來越困難，以往 top-down 的方式已漸漸不合時宜，因此市政府改以誘導的方式進行協商，設計者也必須

提升自身專業素質，對計畫始末能清楚說明 why 以及 how。

7. 市政府選擇最困難的區域作首要示範區，因其認為若最難的地方都能順利完成，則其他區域理應也可以執行成功。此概念與台灣在選擇示範區域時不同，我們經常選擇最有潛力、最容易執行、或最容易做出成效的地方來執行，所以常導致示範點位的成效良好，但後續其他的計畫就卻有執行不易或無效，甚至是失敗的結果。

四、Building with Nature, Waterschap Vechtstromen

Building with Nature（與自然共築）是一種設計的概念與手法，Vechtstromen 水利會（Waterschap Vechtstromen）以 Building with Nature 的手法來進行其管轄區域內的改善。

（一）荷蘭水利會簡介

荷蘭水利會（Bestuur van het waterschap）為非官方單位，具有區域性地方色彩，主要任務為執行治水與污水處理等公共事務，以確保水資源充足，與河川、運河、水圳、灌溉水源之乾淨，並保障民眾免受水患的危害等。

直至 1950 年代，荷蘭水利會仍有約 2600 個左右，但歷經了 20 世紀發生的 2 個大水災後，整併水利會成了當務之急，經過不斷的整併，且提高執行效率，至目前為止僅剩 21 個。

荷蘭有中央政府、省政府、地方政府等三個層級，荷蘭水利會雖非為官方單位，但其地位與重要性超乎國家組織及政治利益之上；因為政治人物有時會為了要討好選民，不見得把治水作為首要條件，因此，水利會在荷蘭治水上，負起相當重要的角色和責任。

水利會有自主的選舉制度，組織架構由理事會、執行部門及主席組成，每 4 年選舉一次，民眾可以參選水利會理事，以取得權利監督水利會的執行運作，各水利會主席則由水利會理事遴選得出。

（二）Vechtstromen 水利會簡介

Vechtstromen 水利會（Waterschap Vechtstromen）為 21 個水利會之一，管轄面積約 22 萬 5000 公頃，居住人口約 80 萬人，所轄省份涵蓋 Twente、Overijssel 及 Gelderland（非與省行政界線重疊）等省份，包含 23 個直轄市、3,700 公里的水路、128 個魚梯、447km 堤岸、約 200 個水壩（gemalen）、1300 個攔河堰（stuwen）以及 26 個汙水處理廠。以徵收水稅為財源之一，每年收入約 5500 萬歐元，支出約 1 億 3000 萬歐元。

以 Vechtstromen 水利會管轄的區域為例，該區域主要為砂質土壤，因土壤不肥沃，畜牧業為此區主要農業。受限地形低平，歷史上曾有多次水

患紀錄，目前仍為易發生水患的區域。

1900 年以前，此區農業、河水、水圳、濕地仍保有自然的風貌，發展過程中，水源慢慢被農業肥料、工業等汙染，自 1985 年起，才開始規劃改善計畫，以人為及利用工程技術等方式進行。



圖 3-17 Vechtstromen 水利會轄內受污染之水質

1997 年該水利會以歐盟相關規範為架構，訂定水利規劃與設計綱領與準則，並設定 2020 年為最終目標年，納入氣候變遷、生態、環境等跨域思維，以低破壞的與自然共築（Building with nature）手法進行水域改善。

與自然共築（Building with Nature）概念為，在鄉村地區，生活維持及產業發展均需有穩定供應的水源，並能確保永續，然而人為因素，鄉村地區不可能有全然的自然系統，因此，水利會導入「與自然共築」概念，以自然處理法（Nature process）達到治水的目標。

與自然共築（Building with Nature）的優點包括：因應氣候變遷進行調適，以適應自然；更永續，也意味著更少的維護管理；提供更好的生態、景觀品質，保有荷蘭既有歷史文化印象，並能獲得更多的居民支持（居民喜歡看到這樣的景象）。

（三）案例一：Hagmolenbeek

該區域水質因長期受到畜牧業、肥料等污染，為淨化水質以及減少因氣候變遷造成附近居住地淹水的危機。因此，本計畫將農業、水系統及生態系統視為完整個體考量進行空間設計，調整高程，水圳掘深，將原本直線的水圳調整成連續的 S 型，增加許多曲線河道，擴大洪泛區域，並應用自然工法改善水質，讓此區自然資源發展更永續。

冬季河水淹沒洪氾區域，帶來較營養的沉積土（牛糞），讓農民可以減少肥料的使用；夏季水位較低時，掘深的水圳可使水位維持。此計畫執行後，魚群於 2 年內開始出現，洪氾區域草木茂盛，農民於洪氾區域進行放牧，因此不需另外除草，而夏季牛群糞便，經過冬季水淹後，也讓洪氾區的土壤獲得充分的養分，藉由自然循環，達到農業、水系統、生態系統的整合。

本區土地雖為是=公有地，農民僅作承租，然而計畫規劃造成可用農

地變少，一開始也讓農民產生抗拒，同時此設計為前衛、實驗性質的手法，初期無法跟農民保證預期的效果，透過不斷與當地農民的溝通協調，以及計畫結果成功，不但有效降低肥料用量、水質獲得改善，生態系統更健全，景觀品質也大為提升，也讓當地農民相當滿意。

隨著食安問題日益被重視，確保乾淨的水源，亦為農業生產基礎重要的一環，此外，該區農場的生產者，也用自己生產的飼料和肥料，且不使用化學農藥。



圖 3-17 改善後，水質獲得改善，且幾乎不用維護管理

(四) 案例二：Midden Regge

本案與 Hagmolenbeek 計畫規劃概念相仿，在原本河道直線區段，設計多弧形的流水區域，並採用 building with nature 手法進行，與第一個計畫最大的不同點為，將部分原本的農地，改成自然的水岸環境，並結合既有的自行車道，提供更多遊憩機會。

計畫初期也發生農地、農事生產減少的問題，遭受當地農民（從事畜牧業）的反對，經過不斷溝通協調完成計畫，本計畫已完工約 4 年，其造價低，後續僅需非常少量的維護管理，而附近農民因本計畫換來更好的水質、生態環境，更多的遊憩機會及最佳的景觀，轉而支持。



圖 3-18 計畫空照圖



圖 3-19 計畫完工 4 年後，水質乾淨、環境生態、景觀自然

(五) 案例三：Eerde 自然保護區與放牧區河域

因氣候變遷影響，荷蘭冬季水量逐年變多，平均約有 100 萬-200 萬立方公尺的水經過，使得原有的堤防高度已無法有效控制洪氾，尤其冬季暴雨，堤防破口往往造成更多的損失。因此水利會改變以往加高加寬堤防的防堵方式，將既有的堤防拆除，將更多的土地變成洪氾區域，以增加冬季的通水量；水利會以 **building with nature** 概念，計算水量、設計河道、調整洪氾區高程後，再以自然處理法 (**nature process**)，使此區植被以其自然的方式形成，夏季時農民於此進行放牧，夏季牛群的糞便，經由冬季的水淹，讓洪氾區的土壤獲得養分補充，不斷循環，使農業、水系統、生態系統獲得整合。此方式不僅維持既有的生態環境，也增加環境韌性，讓該區域可以在淹水後迅速恢復功能，因毋需額外的除草整理，亦大大降低維護管理所需的人力及財力。



圖 3-20 水質獲得改善，土地功能（放牧—洪氾區域）整合

(六) 心得

1. 在相對自然的鄉村地區，導入 **Building with nature** 概念，並以 **nature**

process 方式達到治水（包含改善水質、降低水災的風險、健全生態系統、提升景觀美質與提供休憩機會等）的目標。

2. 減少施作成本：此方法因不使用多餘的建築材料，大為降低環境負擔。
3. 約 2 年就能呈現極為自然的風貌。
4. 大部分的居民或使用者很滿意，且改造後的景象與荷蘭農村地區印象（image）相符。
5. 造價便宜、幾乎不需養護費用，後續維護管理也很低。
6. 在跟農民溝通的過程辛苦，但完工後滿意度很高。
7. 水利會也把農業行為（放牧）視為 nature process 的一部分。



圖 3-21 計畫完工後，荷蘭農村印象（image）

五、Park Lingezegen

（一）計畫緣起

因工業化及現代化的影響，都市不斷擴張，為避免各城市彼此過度連接影響環境及衝擊在地生態系統，約 15 年前，荷蘭政府及各直轄市，實施一些藍帶、綠帶的保護措施，其中綠色之心（周圍圍繞阿姆斯特丹、烏特列茲等大城）為最著名的案例之一。

綠心之色位於 Gelderland 省最大城 Nijmegen 及首都 Arnhem 中間，周圍分布數個小城市（圖），其中中間的綠色區塊即為本計畫範圍，園區基地約 1500 平方公尺，該區作為各南北大城及周圍的衛心城市重要的緩衝區，避免這些城市過度擴張。

（二）規劃流程

在主體架構下規劃分區草圖（scheme）：

1. 共有 5 個分區，分區的原則為依據其地景特徵、既有資源點、周圍地區狀況、使用者需求及其應該被賦予的功能，界定各分區功能主題，分別為公園區、濕地區、2 個農業地景區（農業及畜牧業）、森林區。



圖 3-22 分區圖（圖片來源：Park Lingezegen）

2. 設定各區使用方式，並導入活動需求方案。
3. 動線系統串連五個分區及各活動發生位置，聯外動線、主要環狀動線、各次要動線。
4. 設計園區識別系統與統一元素，如入口意象、街道家具等。



圖 3-23 街道家具統一元素

（三）計畫內容

設計階段 8 年前開始，至今陸續完工，各分區內容分述如下：

公園區 De Park

本區命名來自於古代建築（荷文 *het park*），區內保有羅馬遺跡及羅馬時期的水圳等。北方連接 Gelderland 省首都 Arnhem，鄰近的區域為新興住

宅區，因此房屋密度極高，同時西邊亦緊鄰另一個衛星城市。因此空間規劃，以較高密度、集約且多樣化使用方式提供遊憩需求。

除了園區服務中心、小餐館及咖啡店等。以植栽的方式讓舊的建築遺跡範圍線重現，並搭配解說設施，讓民眾了解歷史。



圖 3-24 公園區

濕地區 Het Waterrijk

本區包含大量且集中的溫室，因屋頂面積廣大，為減少暴雨時的逕流，本區設置較大面積的水體，暴雨時提供滯洪的功能，另周圍種植蘆葦，可以淨化溫室屋頂的水及逕流後，再流入旁邊的水圳，以維護水質。



圖 3-25 濕地區

動線系統

綠色之心占地廣大，居住於大城市中的使用者，通常以腳踏車為前來的交通工具，因此在動線規劃上以腳踏車、溜冰及步行等為主要設定，考量自行車、溜冰皆為速度較快的運動方式，以及兼顧安全，雙向通行與

預算等需求，以 3 公尺寬的混凝土為鋪面；次要動線及人行動線則以柔性的鋪面形式為主，例如碎石路、土路等。

整個動線系統，以不同寬度、鋪面材質、喬木種植方式來呈現，讓使用者能更直覺的使用。

路線的設計周邊，保留荷蘭農業地景的區塊、直線等元素，不但提供使用者不同的遊憩體驗，也加入彎道及坡度（挖填平衡）等設計，增加遊憩的趣味。



圖 3-25 動線鋪面系統

植栽

荷蘭地勢平坦，高聳的喬木在視覺上具有相當的份量，因此在園區內大量使用。從北邊進入本園區之前的林蔭大道讓人印象深刻，因此在園區內，也重塑這樣的景觀，在聯外道路以 3-4 排列植的喬木，營造林蔭大道的氛圍；同時雙側列植的喬木，不斷在區內主要道路重複出現，也強化本區的地景特徵。除喬木外，以低維管的自然低矮植栽為主。

（四）民眾參與及經營管理

1. 計畫初期，當地居民即成立社團加入計畫討論，當計畫完工後，該團體轉成使用者團體，持續關心園區狀況。
2. 公園區內規劃類似市民農園的區域，由居住在鄰近都市區的婦女
3. 負責管理，並以類似市民農園的方式經營，再分租給其他市民，同時民眾亦可委託她代為管理（若承租的市民無法前來澆水整理...）。
4. 公園區內有一小片森林，提供樸門農法的團體使用。
5. 公園區環狀路線上串連三個小區塊，由不同 NGO 團體負責經營管理，

一個 NGO 進行種植蘋果，並釀造蘋果酒；第二個 NGO，提供一些低收入居民工作，種植蔬果等，第三個 NGO，則進行食農教育、環境教育等工作。因這三個 NGO 皆與食物相關，因此這條路線亦被稱為 food path。



圖 3-26 民眾參與

6. 公園管理單位經費來源包括省政府、地方政府、水利會等，園區管理單位與 NGO 團體簽訂契約，並提供經費，讓這些 NGO 團體可以在此區營利，並負責維護該使用區域之清潔與環境品質，創造雙贏。
7. 東側的聯外道路，因穿過高爾夫球場，目前仍在溝通中。
8. 計畫初期，造成許多在地農民反對，需要耐性溝通。

(五) 未來願景

該區工程完成後，持續提出願景圖說，以利相關單位未來有足夠經費要再加以開發或建設，或區內農民、居民團體欲再增加設施之參考。

區內目前已設置廚餘沼氣站，將討論未來導入太陽能、風力發電等設備的可行性。



圖 3-27 廚餘沼氣站

(六) 心得

1. 作為都市間緩衝地帶，以防止各都市過度擴張。
2. 保存區內歷史遺跡、森林、農田景觀等。
3. 城市間的綠色緩衝區為健全生態系統。

4. 區內的水質因濕地獲得改善。
5. 提供鄰近都市居民戶外休閒遊憩空間及多樣體驗。
6. 吸引部分團體進駐，提供就業機會，並解決部分社會問題。
7. 提升公民環境意識。
8. 園區內，連續第三年舉辦接力路跑比賽，已逐漸打響知名度，成為每年舉辦的盛事。

六、Stad van de Zon (City of the Sun), Heerhugowaard

(一) 基本資料

計畫名稱：Stad van de Zon (City of the Sun)

計畫期程：1993 設計，2004-2006 陸續完工

業主：Municipality of Heerhugowaard, Alkmaar and Langedijk

基地位置：Heerhugowaard

設計者：Kuiper Compagnons, Bureau Alle Hesper/DRFTWD

面積：210 公頃

(二) 計畫說明

Heerhugowaard 為位於荷蘭西北邊北荷蘭省 (Noord-Holland) 的直轄市，面積約 39.99 平方公里，陸域面積 38.4 平方公里，水域面積 1.59 平方公里，Heerhugowaard 大致位於荷蘭西北邊圩田的中心區域，(圩田，polder，是以築堤、築壩、開溝的方式排水並隔絕海水、河水、湖水或其他水體侵入而開拓出來的，一般是平坦、低窪的肥沃土地，這個名詞慣用在低於海平面，且長期受到系統化防護的沿海地區)，平均高度低於海平面約 3 公尺。1960 年代，Heerhugowaard 僅有 6800 人口，因圩田土壤肥沃，主要以農業為主，主要產業為馬鈴薯及小甘藍菜 (small cabbage)；至 2016 年，已達 5 萬 4,176 人，人口密度約每平方公里 1411 人。

位於 Heerhugowaard 的 Stad van de Zon (City of the Sun，太陽城)，其名稱來自於這個城市家家戶戶都安裝了太陽能板，是荷蘭第一個二氧化碳零排放的行政區，該區水的循環處理方式也值得探討學習，緊鄰的 Park van Luna (月神公園) 提供貯存水、淨化水質、休閒娛樂的功能。



圖 3-27 Stad van de Zon 太陽城

Stad van de Zon 是歐洲太陽城市計畫（European SUN city project）中最大的子計畫，目標是為達成歐洲能源政策目標。Stad van de Zon（City of the Sun，太陽城）雖名為「城市（City）」，但其規模不大，面積約 210 公頃，約有 1,400 棟房屋，除公共設施外，住宅形式有獨棟、雙拼、連棟、公寓等，提供消費者不同選擇。所有的建築、房屋皆裝設太陽能光電板，約能產生 2.4 百萬瓦的電力，加上在旁邊遊憩區架設的 3 支風力發電機，足以滿足整個城市居住、工作及交通運輸上的電力需求，達成二氧化碳零排放的目標，而電動船、石化燃料在太陽城市是被禁止的。



圖 3-28 風力發電及太陽能

(三) 水系統設計

緊鄰太陽城的 Park van Luna (月神公園)，面積約 170 公頃，有森林、草地、濕地及大面積的水體，提供多樣選擇的休閒機能，居民可以在這裡進行游泳、休憩、賞景、散步、騎自行車、划船等戶外運動；此外，迷宮式的水體循環設計可用來淨化水質，水質被淨化後，進入休憩區，再到水上活動區，作為游泳、滑水、衝浪、遊艇等水上活動之用，是一個更永續利用的循環；而大面積的森林、濕地、灌木、草澤，也提供野生水鳥及生物棲息的空間，保留重要的生態價值。



圖 3-29 Park van Luna 月神公園

太陽之城有其獨特的水系統設計，太陽之城周圍的水域貯存約 33% 的雨水，除提供水上活動之用，也提供防災的功能，在暴雨時作為緩衝的滯洪池。

該區域原本的水圳、護城河等也進一步深掘，除了作為暴雨時的滯洪用，也提供划船、獨木舟等休憩使用。

荷蘭夏季為乾季，此區水域的平均水位低於年平均水位 40 公分，夏季則高於年平均水位 30 公分，在設計時即考慮並評估氣候變遷可能導致的風險評估進來，透過廣大的水域面積及地形的高差設計，增加緩衝區域，提高安全係數。

太陽之城周圍的大面積水域，其主要的來源之一為家戶屋頂收集的雨水及地面上的逕流，其水質乾淨，足以進行游泳、滑水、衝浪等水上活動。而在乾季的時候，則引入區外圩田區的水；因圩田區土壤肥沃，長久以來以農業為主，因此水質被汙染，肥份高容易優養化，因此透過 Park van Luna 迷宮式的水體循環設計及在該區域種植大量的濕地植物，透過植物自然的

行為吸收水中的養分以淨化水源，另外也設置除磷池，協助除去水源中過多的磷肥。水上活動區持續進行水質監測，當水質汙染太嚴重的時候，即啟動馬達，抽取濕地淨化區的乾淨水源以改善水質。



圖 3-29 水系統

七、Sand Motor

(一) 計畫緣起

荷蘭海岸線約 1000 公里長，約可分為三種不同特徵的區域：1. 西南區為河流出海口及潮汐作用產生的沙洲、島嶼等；2. 中間為連接南北的海岸線；3. 北邊則為 Wadden Sea 及一連串的列嶼。

中間海岸線區域約 350km 長，其中約 75% 為沙丘區域，寬度從 100m 以下到 1,300m。幾世紀以來，因洋流的關係，沙岸不斷被海洋沖蝕，部分

區域在 400 年間退後了 5km，近年則因氣候變遷、海平面上升的原因，使得侵蝕狀況加劇。

海岸沙丘的保護政策約於 1980 年開始被討論，1990 年起，荷蘭政府決定採取「Dynamic preservation of the coast line(海岸線動態保護)」政策，以阻止海岸線繼續後退，也意味著此政策目標是將海岸線維持在 1990 年的位置。

初期為每年從外海（北海）將海底（海平面以下 20m）的沙挖出，填至海岸的不同區域，防止海岸線不斷退後，每年約使用 600 萬 m³ 的沙。經過數年的監測、研究，估計從 2001 年起，需要的沙量將會從每年 600 萬 m³ 增加到 1200 萬 m³，且需要更多的預算來支應，且這些沙不斷的被海流往北邊帶，造成北部 Wadden Sea 有大量的沈積，研究者利用模型推估的結果，Wadden Sea 甚至有可能因為逐漸變小而消失，這對該區域的社會、經濟都會有嚴重的衝擊，且每年在不同區域挖沙、填沙的方法也容易對這些區域的生態造成影響且相對的不永續。

(二) 計畫內容—新的調適策略

為了改變挖沙填補海岸的策略，2011 年開始，荷蘭政府著手進行一個實驗性質的調適計畫「Zandmotor (Sand Motor)」，這是，有別於以往每年於不同地方填沙，此計畫一次性的於海岸南方(位於海牙西南方的海岸)填約 2000 萬 m³ 的沙，面積約 200 個足球場大，這些沙預估將藉由風、海浪、洋流的作用重新分配並漸漸往北邊的沙岸移動，除可以穩定或強加寬既有的沙灘，也可緩衝海平面上升所帶來的影響，另外部分沙也經由海風的作用，慢慢形成更穩固的沙丘，以保護內部的農業區域及市鎮。



圖 3-30 Zandmotor (Sand Motor) 計畫說明

這個計畫於 2011 完成，由於不需逐年挖沙、填沙，大量降低施工成本，

以較長的時間軸來看，能創造更自然的海岸，生態系統不需每年被人為的填沙計畫衝擊或影響。除此之外，這個大型沙灘，不但提供野生動物棲息，健全生態系統的功能，更提供休閒活動和經濟活動的機會，沙灘上可見遊客踏浪、散步、遛狗、騎馬，在夏季，這個沙灘已成為荷蘭甚至德國遊客的避暑勝地。

針對這個實驗性質計畫，有關單位仍不斷收集氣候相關的資料，進行嚴密的監測和評估，並在計畫完成五年後（2016 年）發表第一次重要評估結果，並顯示結果是正面積極的，計畫成效甚至超越了原先預期，研究指出，每年約有上百萬立方公尺的沙子移動，形成的海岸沙丘比預期更長，對岸上的安全沒有負面影響；海濱植物數量及種類都增加，植物的覆蓋也能強化沙丘的穩固，沙丘的湖泊周圍也出現大量的水生植物；目前約有 50 種鳥類出現在 Zandmotor 沙灘附近，此外也有許多動物在此區活動；同時形成的新沙灘提供戶外活動的機會，包括日光浴、散步、遛狗、騎馬、釣魚。



圖 3-31 多種遊憩機會

本計畫為 20 年期的實驗並仍在繼續與嚴密監控中，預計將於 2021 年再次進行評估。因為其為實驗性質，至今執行 5 年，很多問題仍在尋求答案，倘長期評估後成效良好，將繼續於其他地點推動類似計畫，以保護荷蘭的海岸線。



圖 3-32 監測系統

八、Optimizing Miscanthus biomass production

(一) 計畫目的

本計畫是芒草逆境篩選研究計畫。因石化能源耗竭的危機，以及溫室效應、氣候變遷為人類帶來的警訊，再生能源早已成為許多國家推廣的能源形式之一。許多政府亦不斷增加對再生能源的支持，例如補助、補貼或推動再生能源的立法並鼓勵商業化。

OPTIMISC 是一個跨國計畫，主要目的是以選育及優化芒草做為 (Miscanthus) 生質能源及發展相關產業鏈。OPTIMISC 透過在歐洲、亞洲等地，進行試驗，選育適合當生質能源的優良芒草品種，分析限制不同芒草生長的关键瓶頸或特徵，尋找提高其生質量的方式，以作為政府相關政策擬定、農民或業者選種之參考。

(二) 選擇芒草的原因

第一代生質能源主要以大豆、玉米等作物為主，其因多數品種可以食用，當作為生質能源時，往往引起許多批評和質疑，因此第二代生質能源選擇芒草、蘆葦等生長快速的植物作為主要標的。

芒草是生產木質纖維素原料的主要品種，行 C4 光合作用，與 C3 植物相比，C4 植物大大提高固定 CO₂ 的能力，且在乾旱的環境條件下，其氣孔雖關閉，但仍能利用葉片內細胞間隙中含量低的 CO₂ 進行光合作用。因此其光合作用效率較高，且二氧化碳固定率高，其根莖葉的生質量也高。

目前僅有一個品系在歐洲進行商業化之種植，相關單位回顧過去 20 年的研究，認為應該針對芒草種類進行育種和品系的篩選，以擴大生產區和多樣化的生質能源產業鏈。

芒草耐候性高，生性粗放，生長極為迅速，能在嚴苛的環境下生長。秋冬水分含量減少，可以生產酒精，亦可乾燥後直接當作燃料。

(三) 計畫內容

OPTIMISC 母計畫共有 12 個合作團隊參與，主要分成 8 個子計畫

(WP1~WP8) 分工執行，總經費 5400 萬歐元，本計畫因牽涉的國家、合作團隊之廣，除芒草研究本身外，計畫專案管理、商業開發的評估、預測模型的建置、以及對外的公關推廣，都是不可或缺的環節。

各子計畫主要工作簡述如下：

WP1：負責計畫管理，以確保其他子計畫的工作內容及目標能順利完成。

WP2：負責計畫初期的選種，並提供 WP2 及 WP3 子計畫種苗來源，後續的工作將是提高種苗繁殖的效率。

WP3：進行芒草的逆境試驗，包括乾旱、鹽分、低溫、寒害等，以作為日後選種及育種的參考。

WP4：在不同地點試種，以測定在不同環境下的產量、品質、和環境生長參數。

WP5：在德國，烏克蘭和英國等地，進行大規模的田間試驗，以商業規模發展為前提，瞭解如何建立、採集和利用新的芒草雜交品種。

WP6：研究在各種不同環境參數下，針對不同附加價值需求時，品質最好的芒草品種。

WP7：彙整 WP4~WP6 的研究資料及結果，建立芒草收穫模型，包括生命週期分析、成本評估、收穫量預測等，建立芒草價值鏈的決策工具，以評估在不同環境中的最佳芒草生產方案。

WP8：主要負責國內及國際的公關媒體，包括研究資訊的公開、傳遞，計畫的說明、行銷、推廣，計畫成果的彙整、呈現等，辦理相關研討會、國際活動，及網頁內容更新、出版品等。

其中 WP3 在荷蘭境內執行，執行計畫期程為 2012 年起至 2016 年，執行單位為 Wageningen 大學及研究中心。荷蘭沿海地區因地勢低窪，近年來因氣候變遷，海平面逐漸上升，且地下水位高，排水不良，越來越多土地面臨鹽化的問題。許多農地因此不再適合生產農作物，因此，生產生質能源能為另一個選擇的方案。芒草生性粗放，生長快速、產量高，耐貧瘠土地，耐性高，有很強的生長優勢。

(四) 心得

1. WP3 的研究，主要針對一些芒草的逆境，如乾旱、鹽害、低溫、寒害等進行試驗，在 100 多的品系中，篩選出在逆境下仍能有高產量（生質量）的品種。包括乾重、濕重、根系發展狀況、分蘖情形、鹽分殘留情形、基因型等。
2. 歐洲許多農田受污染、或因氣候改變而鹽化，不適合生產食物，則可以種植生質能源。
3. 芒草是良好的生質能源之一，其耐性高，生長速度快，秋冬會自然乾掉，適合當作燃料，或是生產酒精。因為用途的不同，所以進行多種測試，除了原本的逆境試驗，也要測試鹽分等特性，因為燃燒的話，

若芒草吸收太多鹽分，燃燒過程或讓鍋爐容易腐蝕，以利後續實際應用。

4. 在臺灣，在許多糧食作物無法生長良好的農地或受污染的農地，可思考轉作生質能源的可行性，搭配芒草炭化與發酵等後續工作，對環境、經濟皆有直接的助益。

肆、討論與建議

本專題研究以荷蘭為研究區域，選擇 8 個案例探討該國因應氣候變遷、極端氣候等議題，在永續發展的目標下，在鄉村地區或農業發展面向之創新調適作為。藉由實地觀摩、訪談、討論等，了解計畫的形成原因、內容、執行過程、民眾參與、維護管理方式或效益等，從中獲得啟發，以作為日後之參考。

荷蘭因為先天地勢低平臨海，長年與海爭地，對於氣候變遷的衝擊，安全、水患、農業生產、糧食安全等，皆為首要的考量議題。

歷數次嚴重的水患後，讓荷蘭開始反思更彈性因應的防洪策略。過往，荷蘭防洪策略的相關工程首重安全與硬體強度，目標導向且較強調單一的功能性（mono-function），而近來，在氣候變遷引發的越來越無法預測的災難下，發現強調控制與硬體強度的工程方式已無法因應愈來愈難預防的洪水危害，高漲的施工成本與對自然環境的破壞更是難以平復的負擔，因此近年來，從單一的功能性（mono-function）慢慢轉為多功能性（multi-function），至現在以更以自然平衡為導向的整合功能性（integrated-function），非僅僅只考慮安全，開始檢討以往以硬體（堤防、壩體）阻水入侵的措施，以順應自然的方式，讓出河道與週邊空間，爭取更多的緩衝空間與時間，讓水與農田、生態、地景、產業發展等得以共存與循環調適，並且兼顧環境品質、景觀美質。

以自然平衡為導向的整合功能性(integrated-function)的計畫，涵蓋面向複雜多元，非單一學科或領域可以全盤兼顧，因此，在計畫規劃與進行之前，相關單位會依各區域自然條件與人文背景等，進行一連串、全面性的研究、評估，強調 **Design is the accumulation of knowledge**，或是所謂 **evidence-based design**，納入不同領域或跨國研究的合作，以科學方式蒐集資料，進行長期的模擬計算與評估，並依據研究結果，進行規劃設計，完工後，仍不斷的進行嚴密的監測、回饋。

此外，值得注意的是，荷蘭並沒有單獨成立農業部，農業的行政管理等是在經濟部中。在荷蘭 2014 年 2 月公布的「2014-2020 農業發展計畫」中，預算（如下表 4-1）比重最高的部份是「自然與景觀」，占了 48%，顯示對於荷蘭的農業來說，自然生態的健全、水的保育、景觀的特色等，是非常重要的，這也呼應前面提及，在鄉村地區的大型計畫，多是以自然平衡為導向的整合功能性（integrated-function）的計畫，即使是計畫背景以治水、安全、防洪為主，但在規劃上，也會考量功能整合，在解決水患的同時，也讓水與農田、生態、地景、產業發展等得以共存與循環調適，並且兼顧環境品質、景觀美質。

表 4-1 荷蘭 2014-2020 農業發展計畫預算

主題及項目	歐盟經費	荷蘭經費	總計
加強創新，可持續性和競爭力	20.1	25.2	45.3
知識轉移（培訓、研討會和示範項目）	1.1	1.1	2.2
發展和投資、創新	4.8	4.8	9.6
農業投資	7.9	7.9	15.8
示範項目合作與創新	1.9	1.9	3.8
操作組織的建立，歐洲創新夥伴關係（EIP）	1.2	1.2	2.4
擔保的市場推廣及創新（GMI）	1.0	2.5	3.5
與氣候有關的農業保險	2.2	5.8	8
青年農民	2.6	2.6	5.2
自然與景觀	43.2	43.2	86.4
自然農業區與保育物種（鵝）的共生環境	35.0	35.0	70.0
水的保育措施訂定	5	5	10.0
建設、管理和恢復景觀特色	3.2	3.2	6.4
改善水質	12.6	12.6	25.2
管理費用、水務	2.1	2.1	4.3
水質的非生產性投資	9.1	9.1	18.2
水質的改善	1.3	1.3	2.7
管理督導	5.8	5.8	11.6
技術援助	3.2	3.2	6.4
總計	87.4	92.6	180.1

在民眾參與的部分，荷蘭大部分的計畫，政府機關及相關規劃設計團隊，一定會先考量該地區的歷史與居民對居住地的情感，傾聽相關利益人的需求，透過長期、在地化式的協調與溝通，不斷修正調整計畫內容，也歡迎原使用者，提出不同方案，再彼此磨合協調，盡可能的將計畫成果達到利益最大化與最佳化，正因如此，這些計畫，多辦耗時多年，以階段性的方式，逐步發展，且不受限未來或時程，以開放及彈性的態度面對計畫的種種可能性。

臺灣地形陡峭，河川短、急，蓄水能力不佳，氣候變遷影響下，極端氣候發生率愈來愈高，洪患、乾旱強度、頻率增加，不但影響水資源水量、水質及地表涵養水源等，也直接影響糧食安全與供應，衝擊農業發展，而現行的策略仍多以加強排水與興建堤防的方式，將大量雨水迅速排放至河川及大海，不僅增加排水系統的負荷，也浪費寶貴的淡水資源。目前臺灣相關的計畫，較少能全盤考量生態、人文歷史與提升居民參與度，以及資源多元利用、濕地保育等，建議如下：

1. 制定長期性策略藍圖，分區分年分段進行，結合技術及社會調適方式，強調創意，將氣候可能對土地利用所帶來的相關風險降至就社會及經濟價值而言可接受之程度，並定期評估成效，保留計畫彈性，以減少突發的衝擊。

2. 評估計畫執行難易，由最困難的部分著手，以推展到其他較容易執行的地區，可以提高日後的成功率。
3. 增加鄉村環境對極端氣候的韌性，同時考量鄉村空間規劃、土地利用等合理性，除強化系統性的調適能力，亦一併改善環境、生態、生活空間、生產空間等議題，提升鄉村地區經濟自主性發展與競爭力。
4. 為能有效執行，提升民眾對政策的支持，須致力與民眾及相關利益人溝通，藉由讓民眾更了解相關知識及觀念，有助於讓政策推動執行更加順暢；並提出願景，誘導型的溝通，有效轉化反對意識為支持。
- 5.
6. 宣導教育，持續讓民眾意識到氣候的變化及其可能帶來的風險。
7. 荷蘭採取的調適策略，涉及房屋、土地的搬遷或徵收的部分，應考量臺灣土地制度的差異，輔以配套或補償機制。
8. 鄉村地區集村區域/小城市，可參考 *apeldoorn*，將雨水收集，做都市綠美化所需澆灌水，鼓勵建築物落實雨水。
9. 山區除落實水土保持工作，也應增加山區的水源涵養功能，例如增加水塘，平時為生態池或山區作物澆灌使用，暴雨前將其淨空，讓雨水能在第一時間留在山區，暫時減少河川的負荷。
10. 平原區域，可評估將低窪、易淹水地區闢為洪泛平原，挖掘出之土方可以墊高附近的區域，作為新社區或新設施之用。以交換或補償的方式，來調節徵收的費用。
11. 強化政府各部會單位之協調，甚至是跨領域與跨國合作。

或許荷蘭「還地於河」、與災害共存、增加環境韌性的新思維，以更以自然平衡為導向的整合功能性（*integrated-function*）訴求，可作為臺灣未來擬定相關計畫的借鏡，以檢討與規劃本土產業型態及土地利用，導入水系統保育觀念，進一步發展帶動活絡地方經濟發展。

參考文獻

1. Butenschon, B. (2011) 'Between cultural and ecological process: Historical plant use in communal parks in Berlin, Germany', *Journal of Landscape Architecture*, 6(1), 54-67.
2. Francis, M. (2001) 'A Case study method for landscape architecture', *Landscape Journal*, 20(1), 15-29.
3. Lenzholzer, S. (2008) 'A city is not a building: Architectural concepts for public square design in Dutch urban climate context', *Journal of Landscape Architecture*, 3(1), 44-55.
4. Lenzholzer, S., Duchhart, I. and Koh, J. (2013) "'Research through designing" in landscape architecture', *Landscape and Urban Planning*, 113, 120-127.
5. Swaffield, S. (2016) 'Case studies', *Research in Landscape Architecture: Methods and Methodology*.
6. Yin, R.K. (2014) *Case Study Research: Design and Methods*, 5th ed., Thousand Oak, CA: Sage.
7. Yu, K., Lei, Z. and Dihua, L. (2008) 'Living with water: Flood adaptive landscape in the Yellow River Basin of China', *Journal of Landscape Architecture*, 3(2), 6-17.
8. 王漢國. (2014) '對聯合國 IPCC 《第五次氣候評估報告》之解析與省思', *戰略與評估*, 5(2): 49-72.

參考網站

1. Aardrijkskunde: wateroverlast
<https://www.pinterest.com/ellendbruijn/aardrijkskunde-wateroverlast/>
2. CITYLAB
<http://www.citylab.com/>
3. Mijn Gelderland
<http://www.mijngelderland.nl/>
4. Overijssel Provincie
<http://www.overijssel.nl/>
5. H+N+S Landschapsarchitecten
<http://www.hnsland.nl/nl/>
6. Park Lingezege
<http://parklingezege.nl/>
7. Atelier GROENBLAUW
<http://www.urbangreenbluegrids.com/projects/stad-van-de-zon-heerhugowaard-the-netherlands/>