集水區水質模式

BASINS模式

集水區與水質模式

- 研究報告顯示集水區內之污染源多為非點源污染構成，而非點源之準確性監測困難度高，如何建立一個合理量化系統，將非點源污染納入總量管制(TMDL)，故發展水質模式。
- 水質模式種類繁多，維度及模擬之水文狀態不同(如：steady-state或unsteady state)，分別依其目的發展。

BASINS模式-目的

1977年Clean Water Act為對水體進行總量管制（total maximum daily load，TMDL）及美國各州及地方團體以集水區為導向趨勢，美國環保署於1996年發展，以集水區概念為主要架構，將評估TMDL所需之點源及非點源污染分析整合成為一完整的系統。

BASINS模式-歷史

- 1950年的stanford model 發展到1980年的HSPF ，為減少多種模式模擬結合上的困擾，模式朝向多目標整合系統發展
- 美國環保署（USEPA） 自1996年開始發展BASINS（Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources）集水區多目標環境分析系統

BASINS版本演進	
1.0	1996年5月
2.0	1999年1月
3.0	2001年6月
3.1	2004年8月
4.0	2007年8月

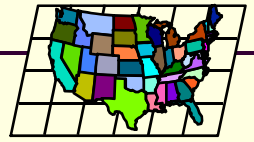
BASINS模式-硬體需求

硬體／軟體	最小需求	最佳需求
CPU處理器	Pentium 133MHz	Pentium 200Mhz或更高
可用的硬碟空間	250MB	620MB
	(20MB為BASINS程式，130MB為一個集水區的環境資料，及100MB硬碟空間供執行BASINS時使用。)	(20MB為BASINS程式，500MB為一個州的環境資料，及100MB硬碟空間供執行BASINS時使用。)
記憶體(RAM)	32MB RAM及32MB的虛擬記憶體。	64MB RAM及64MB的虛擬記憶體。
光碟機	4X 光碟(使用一次)	24X 光碟
顯示器色彩數	設定於16色	設定於256色
作業系統	Windows 95 / 98 / NT*	Windows 95 / 98 / NT*
ArcView之GIS軟體	ArcView Version 3.0a 和	ArcView Version 3.0a和
	ArcView Dialog Designer	ArcView Dialog Designer
	或是 Arcview Version 3.1	或是Arcview Version 3.1

BASINS Overview

Spatial Data

Land Use/ Land Cover
Surface Waters
Roads
Boundaries



Monitoring Data

WQ Monitoring
Bacteria
NSI

Sources of Pollution

PCS
TRI
Superfund

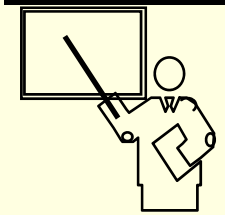
Assessment Tools

- TARGET
- ASSESS
- Data Mining
- Ws Delineation
- Reporting
- Import local data

Watershed and Water Quality Modeling

- HSPF
- AQUATOX
- SWAT
- AGWA

Decisions



TMDL
Watersheds
Source water protection

BASINS模式-模組

WinHSPF 進入HSPF的介面連接模組

- Interactive interface to HSPF
- Access to all HSPF Features
- Scenario development

WDMUtil 氣象資料庫模組

- Build/maintain WDM time series file and meteorologic data for BASINS
- Meteorologic data generation and fill-in
- Graphical and tabular display of time series data

GenScn 圖表呈現模組

- output postprocessor

HSPEXP 水質水量模擬模組

- Hydrologic calibration support

BASINS模式-基礎理論

TMDL EQUATION

Citizens

Politicians and Scientists

Managers and Engineers

$$\mathbf{TMDL = WLA + LA + MOS}$$

(total max. daily load) **(point source waste load allocation)** **(nonpoint load allocation)** **(margin of safety)**

State water quality standard for the pollutant given the stream's designated beneficial use

TMDL development phase

BASINS模式-基礎理論

- **Water balance equation**

  $R=P-ET-IG-\Delta S$

Where： P = Precipitation

R = Runoff

ET = Evapotranspiration

IG = Deep/inactive groundwater

ΔS = Change in soil storage

- **MASS balance equation**

主要參數中英對照

PWATER 副程式			
參數名稱	定　　義	單位	範圍值
LZSN	下層土壤名義含水量	in	2~15
INFILT	入滲能力指標	in/hr	0.0001~0.5
LSUR	漫地流長度	ft	100~700
SLSUR	漫地流坡度	ft/ft	0.001~0.3
KVARY	地下水出流參數	1/in	0~5
AGWRC	地下水退水率	-	0.85~0.999
INFEXP	入滲公式指數	-	1~3
INFILD	最大與平均入滲量比值	-	1~3
DEEPFR	地下水入流參數	-	0~0.5
BASETP	基流蒸發散參數	-	0~0.2
AGWETP	地下水流蒸發散參數	-	0~0.2
CEPSC	截留量	in	0.1~0.4
UZSN	上層土壤名義含水量	in	0.05~2
NSUR	曼寧N值	-	0.05~0.5
INTFW	中間流入流參數	-	1~10
IRC	中間流退水率	-	0.3~0.85

主要參數中英對照

PWATER 副程式			
參數名稱	定　　義	單位	範圍值
LZETP	下層土壤蒸發散參數	-	0.1~0.9
CEPS	截留儲存量	in	0~100
SURS	表面儲存量	in	0~100
UZS	上層土壤儲存量	in	0.001~100
IFWS	中間流儲存量	in	0~100
LZS	下層土壤儲存量	in	0.001~100
AGWS	活動地下水流儲存量	in	0~100
GWVS	地下水坡度指標	in	0~100
HYDR 副程式			
KS	水力路徑之權重因子	-	0~0.99
DB50	底床泥砂顆粒直徑之中位數	in	0.001~100
VOL	河段水量初始體積	acre-ft	0~ none

主要參數中英對照

SEDMNT 副程式			
參數名稱	定　　義	單位	範圍值
SMPF	操作管理因子	-	0.001~1
KRER	土壤分離係數	-	0~ none
JRER	土壤分離指數	-	none
AFFIX	土壤再壓密率	1/day	0~1
COVER	土壤覆蓋率	-	0.0~1
NVSI	大氣落塵量	lb/ac-day	none
KSER	分離泥砂之沖刷係數	-	0~ none
JSER	分離泥砂之沖刷指數	-	none
KGER	土壤沖蝕係數	-	0~ none
JGER	土壤沖蝕指數	-	none
DETS	分離泥砂之初始存量	tons/ac	0~ none

主要參數中英對照

SEDTRN 副程式			
參數名稱	定　　義	單位	範圍值
SANDFG	泥砂承載之模擬方法	-	1~3
BEDWID	估計河床泥砂深度	ft	1~ none
BEDWRN	河床深度	ft	0.001~ none
POR	河床孔隙率	-	0.1~0.9
DB50	河床泥砂顆粒直徑之中位數	in	0.0001~100
KSAND	泥砂承載公式之係數	-	0~ none
EXPSND	泥砂承載公式之指數	-	0~ none
TAUCD	底床之沈澱臨界剪力	lb/ft^2	1×10^{-10}~ none
TAUCS	底床之沖蝕臨界剪力	lb/ft^2	1×10^{-10}~ none
M	泥砂侵蝕係數	$lb/ft^2/day$	0~ none
SSED(3)	懸浮砂土、矽土、	mg/l	0~ none
	黏土之初始濃度值		2~4(矽土、黏土)
SEDMNT 副程式			
BEDDEP	底床起始厚度	ft	0~ none

主要參數中英對照

泥砂特性			
參數名稱	定　　義	單位	範圍值
D	有效粒徑	in	0. 001~100(砂土)
D	有效粒徑	in	0~0.003(矽土、黏土)
W	沈降速度	in/sec	0.02~500(砂土)
RHO	顆粒密度	gm/cm^3	1~4(砂土)
PQUAL 副程式			
POTFW	土壤沖刷相關因子	lb/ton	0~ none
POTFS	土壤沖蝕相關因子	lb/ton	0~ none
ACQOP	污染物累積率	lb/ac/day	0~ none
SQOLIM	污染物最大存量	lb/ac	1×10^{-6}~ none
WSQOP	地表逕流沖刷率	in/hr	0.01~ none
IOQC	中間流濃度	lb/ft^3	0~ none
AOQC	地下水流濃度	lb/ft^3	0~ none
初始狀態			
SQO	污染物起始存量	lb/ac	1~none
MON-IFLW-CONC	各月中間流濃度	lb/ft^3	0~none
MON-GRND-CONC	各月地下水濃度	lb/ft^3	0~none

敏感性參數-PWATER

- **Annual Water Balance -**

  Runoff = Prec. - Actual ET - Deep Perc. - Δ Storage

  Key Parameters:
  - Repre. Precipitation (MFACT)
  - LZSN
  - LZETP
  - INFILT
  - DEEPFR

- **Groundwater (Baseflow) Volume and Recession -**

  Runoff = Surface Runoff + Interflow + Baseflow

  Key Parameters:
  - INFILT
  - AGWRC/KVARY
  - DEEPFR
  - BASETP/AGWETP

- **Surface Runoff + Interflow (Hydrograph Shape) -**

  Key Parameters:
  - UZSN
  - INTFW
  - IRC
  - LSUR, NSUR, SLSUR

參數-降雨逕流組成圖

Runoff

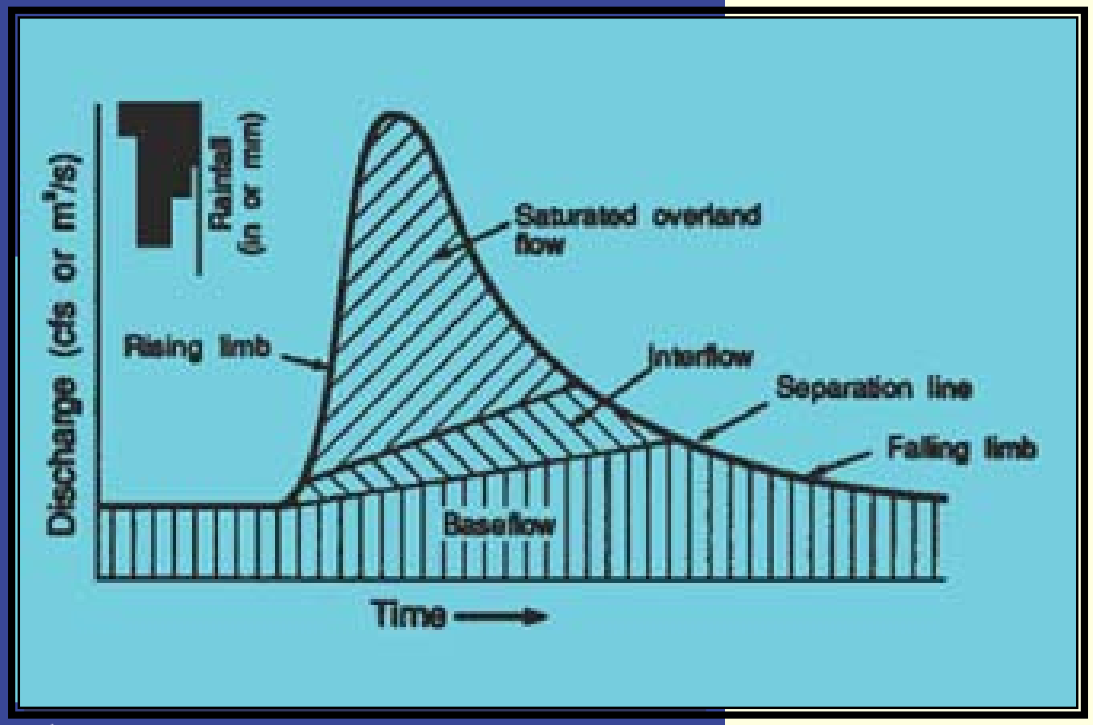
Surface runoff - overland flow

Interflow

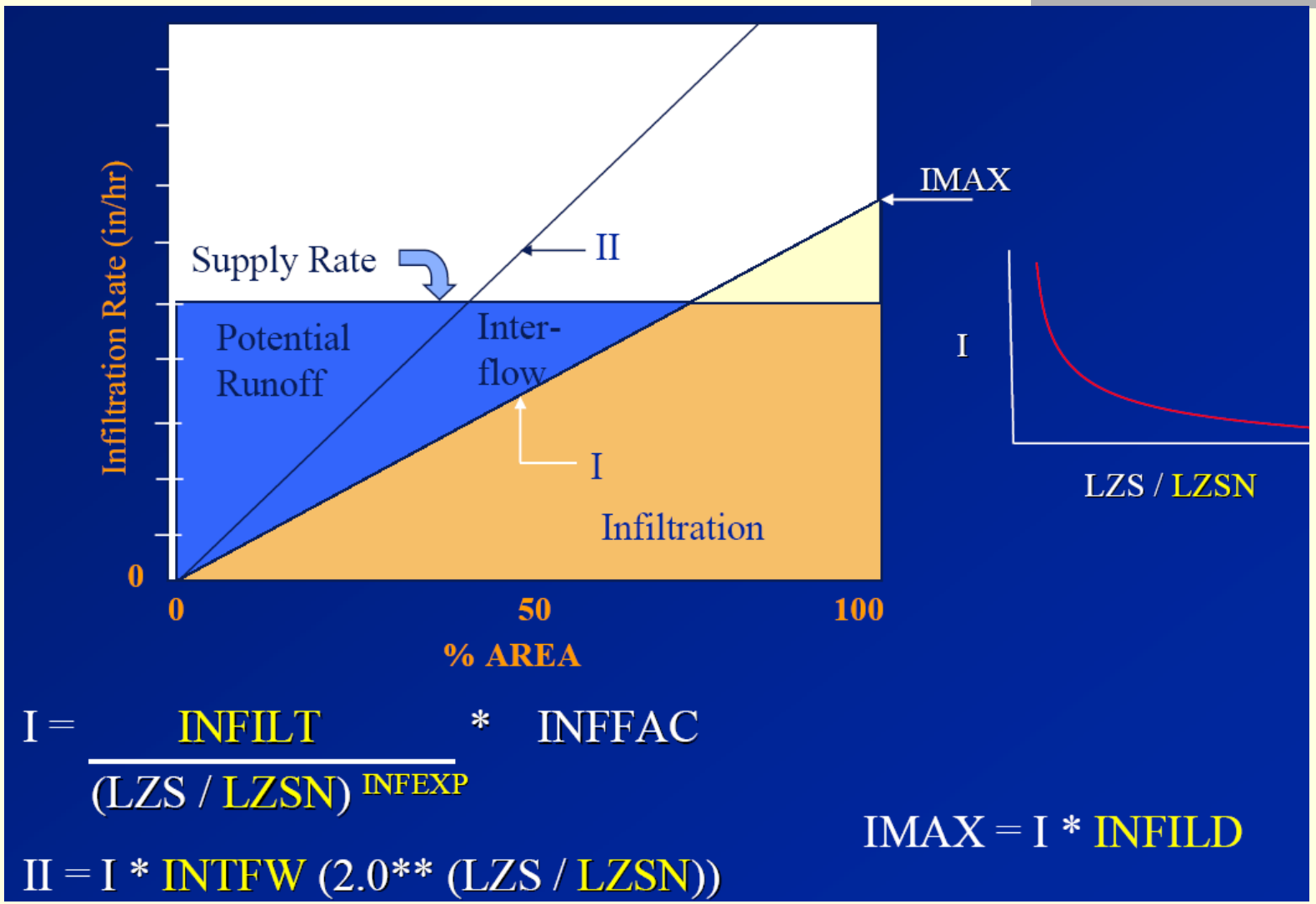
Interflow - flow through surficial layers of soil

Baseflow

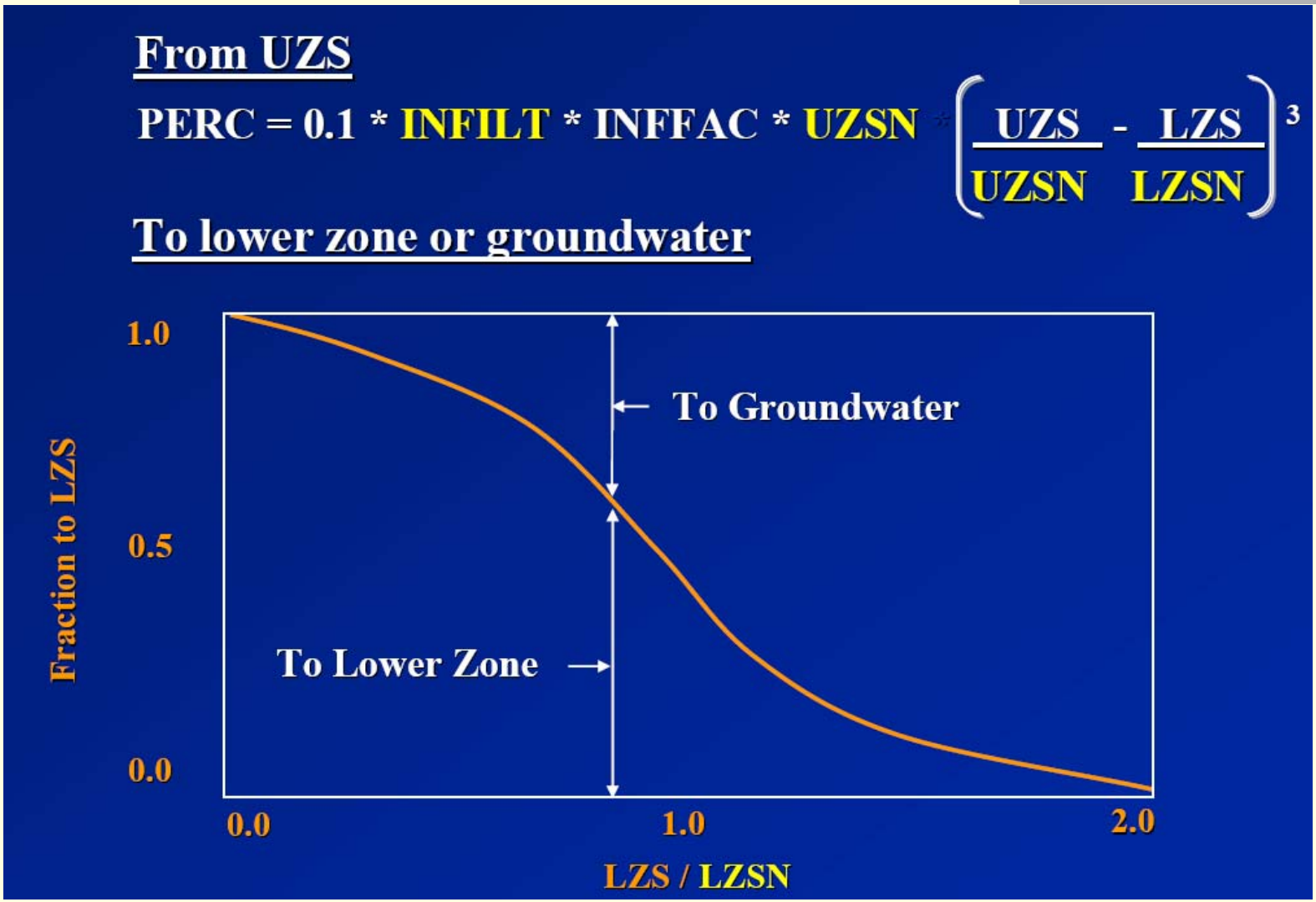
Baseflow - groundwater seepage from springs and aquifers directly to the stream channel



參數-INFILD、LZSN



參數-INFILD、LZSN



參數-IRC、KVARY、AGWRC

Interflow

$IFWO = K2 * IFWS + K1 * INFLO$

IFWS = interflow storage at start of time step

INFLO = addition to interflow storage during time-step

$K2 = 1.0 - e^{-K}$

$K1 = 1.0 - K2/K$

$K = - \ln(IRC)^{dt/24}$

IRC = Interflow recession parameter

Baseflow

$AGWO = KGW * AGWS * (1.0 + KVARY * GWVS)$

AGWS = active groundwater storage

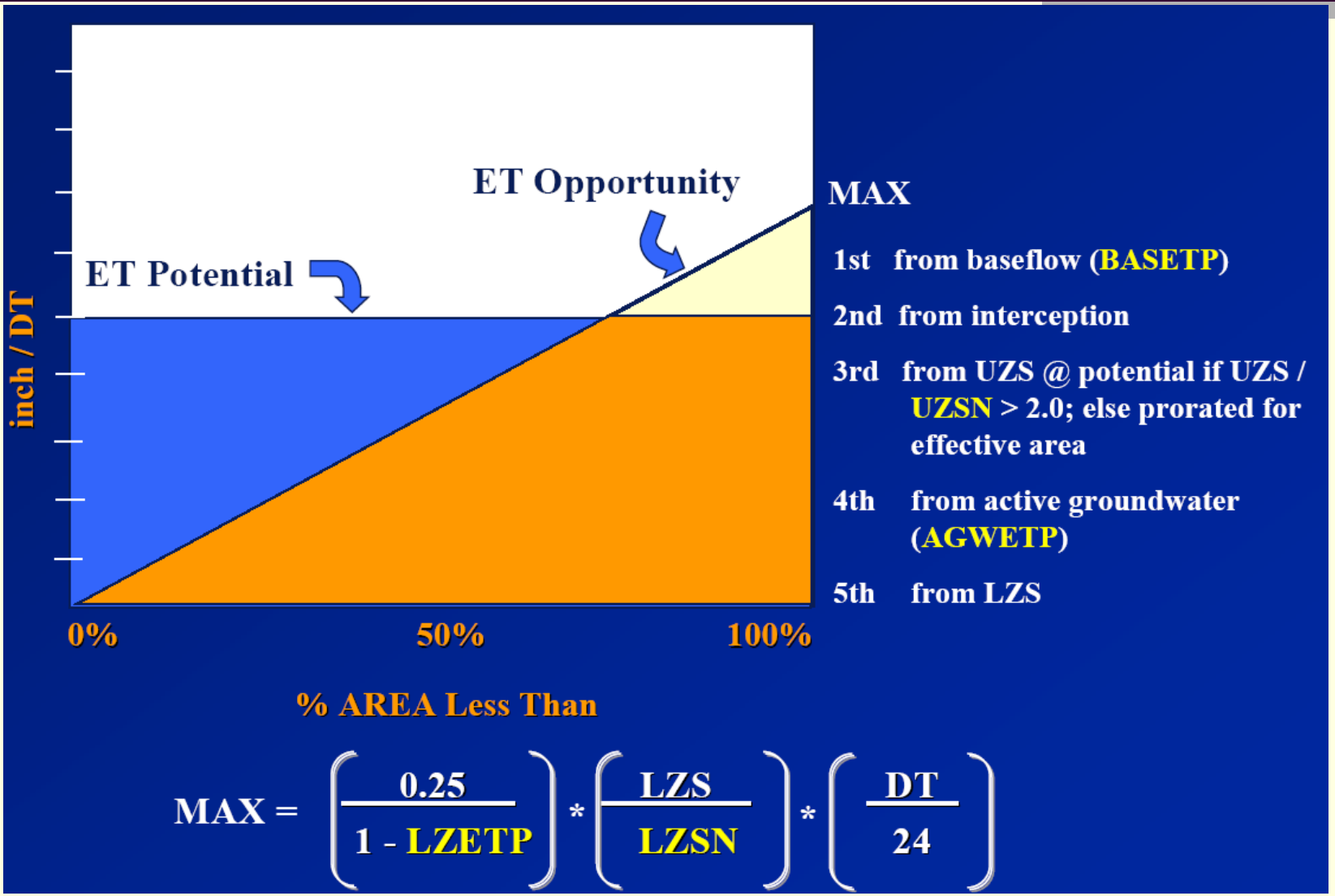
GWVS = antecedent index increased by drainage to AGWS, decreased 3% each day

KVARY = input parameter

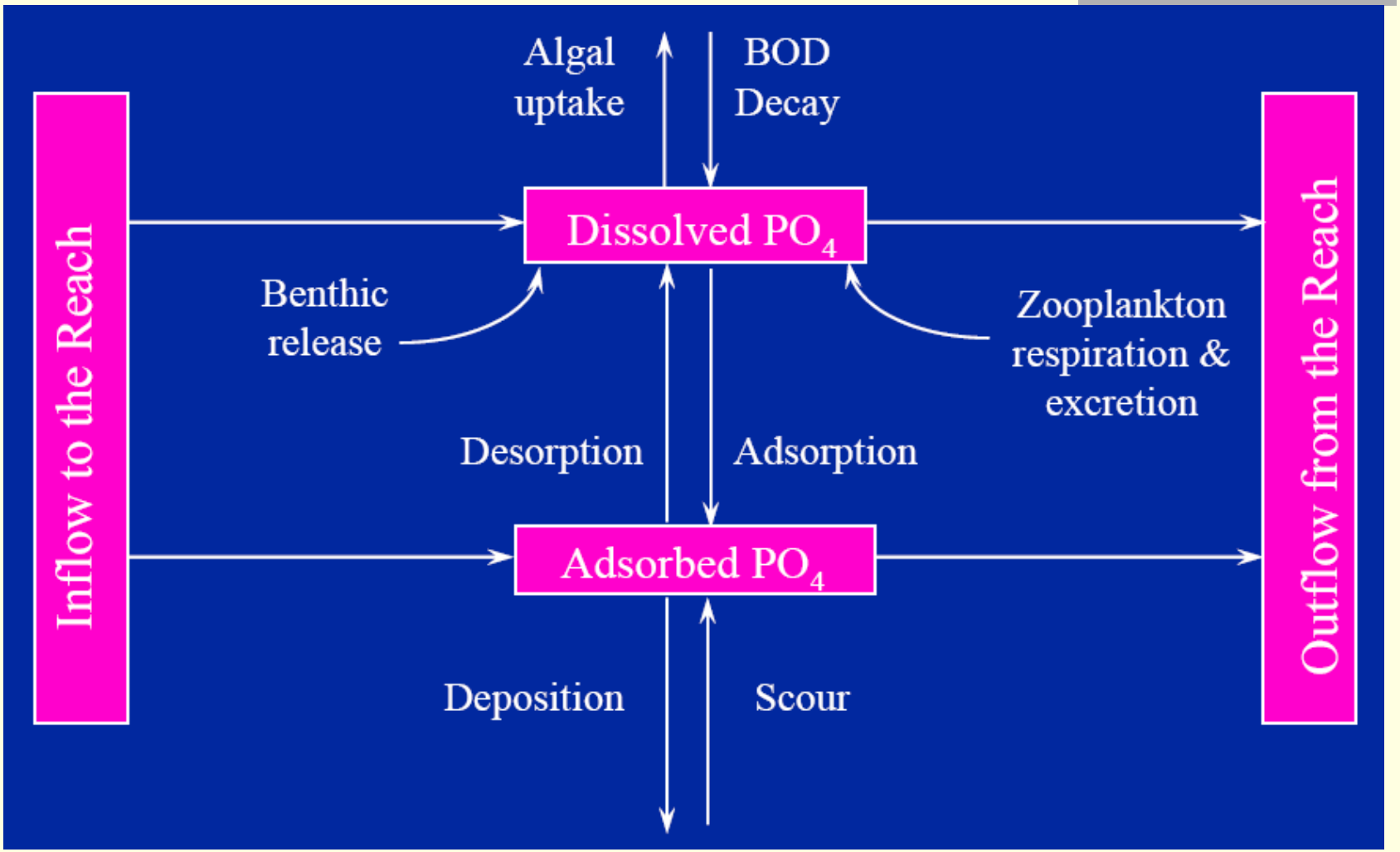
$KGW = 1.0 - (AGWRC)^{dt/24}$

AGWRC = Groundwater recession parameter

參數-LZETP、LZSN



模式中磷反應


Algal uptake
BOD Decay
Inflow to the Reach
Dissolved PO_4
Benthic release
Zooplankton respiration & excretion
Outflow from the Reach
Desorption
Adsorption
Adsorbed PO_4
Deposition
Scour

模擬成效判定

	% Difference Between Simulated and Recorded Values		
	VERY GOOD	GOOD	FAIR
Hydrology/Flow	< 10	10 - 15	15 - 25
Sediment	< 20	20 - 30	30 - 45
Water Temperature	< 7	8 - 12	13 - 18
Water Quality/Nutrients	< 15	15 - 25	25 - 35
Pesticides/Toxics	< 20	20 - 30	30 - 40

CAVEATS:
1.) Relevant to monthly and annual values; storm peaks may differ more.
2.) Quality and detail of input and calibration data.
3.) Purpose of model application.
4.) Availability of alternative assessment procedures.
5.) Resource availability (i.e. time, money, personnel).

Source: Donigian, 2000

Criteria

R	← 0.75	0.80	0.85	0.90	0.95 →
R^2	← 0.6	0.7	0.8	0.9 →	
Daily Flows	Poor	Fair	Good	Very Good	
Monthly Flows	Poor	Fair	Good	Very Good	

BMPs MODULE

除了以下模式內建可選擇之典型處理設施，亦可依照使用者所需之效益輸入模擬

Changes in land use acreage's due to land use planning/management

Wet detention pond

Dry detention pond

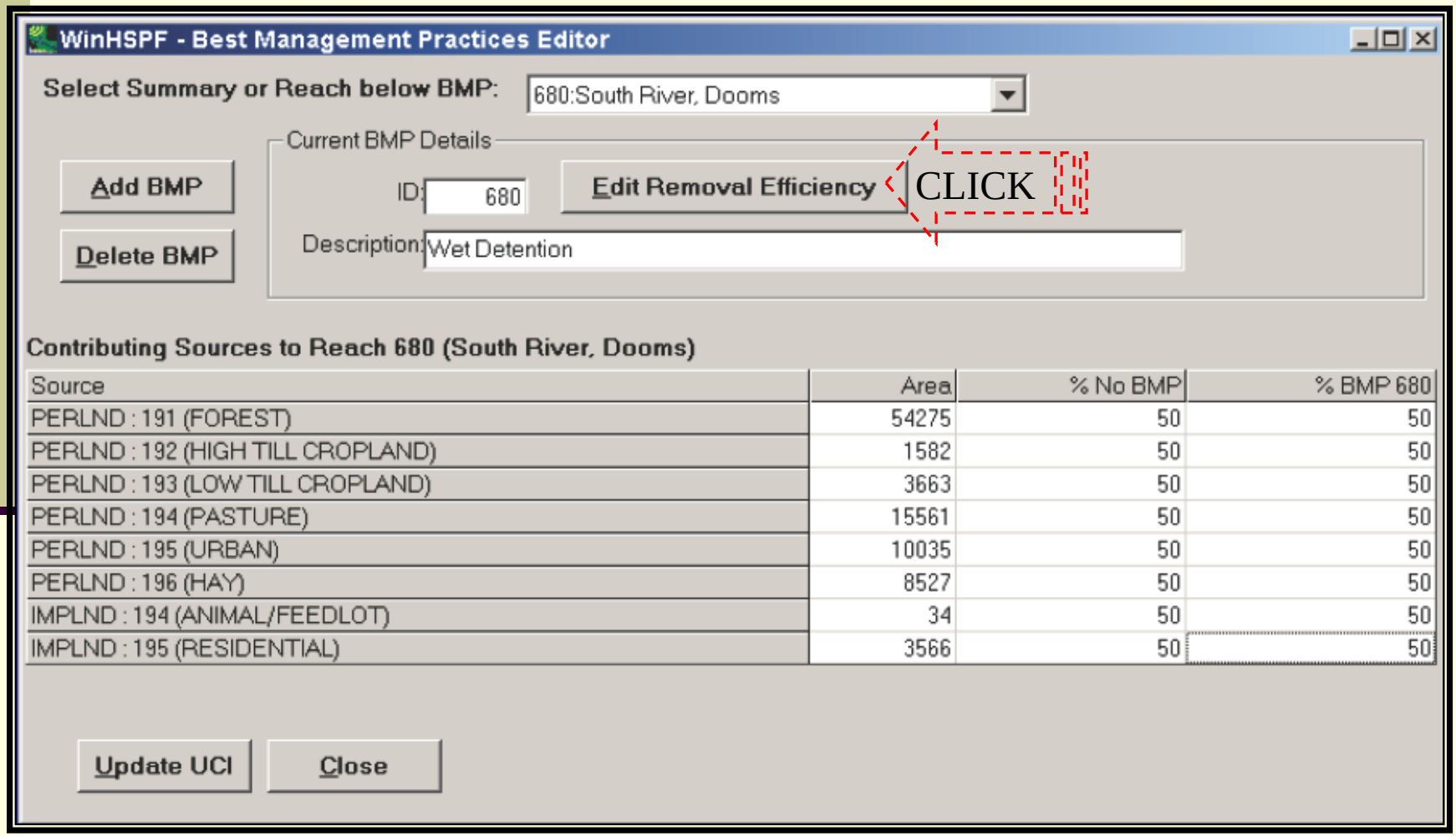
Vegetated swales and filter strips (various widths)

Stream buffers (25 feet and 100 feet)

User specified sediment and pollutant (nitrogen, phosphorous, BOD, fecal coliform, metals - copper, cadmium, and zinc) load reductions

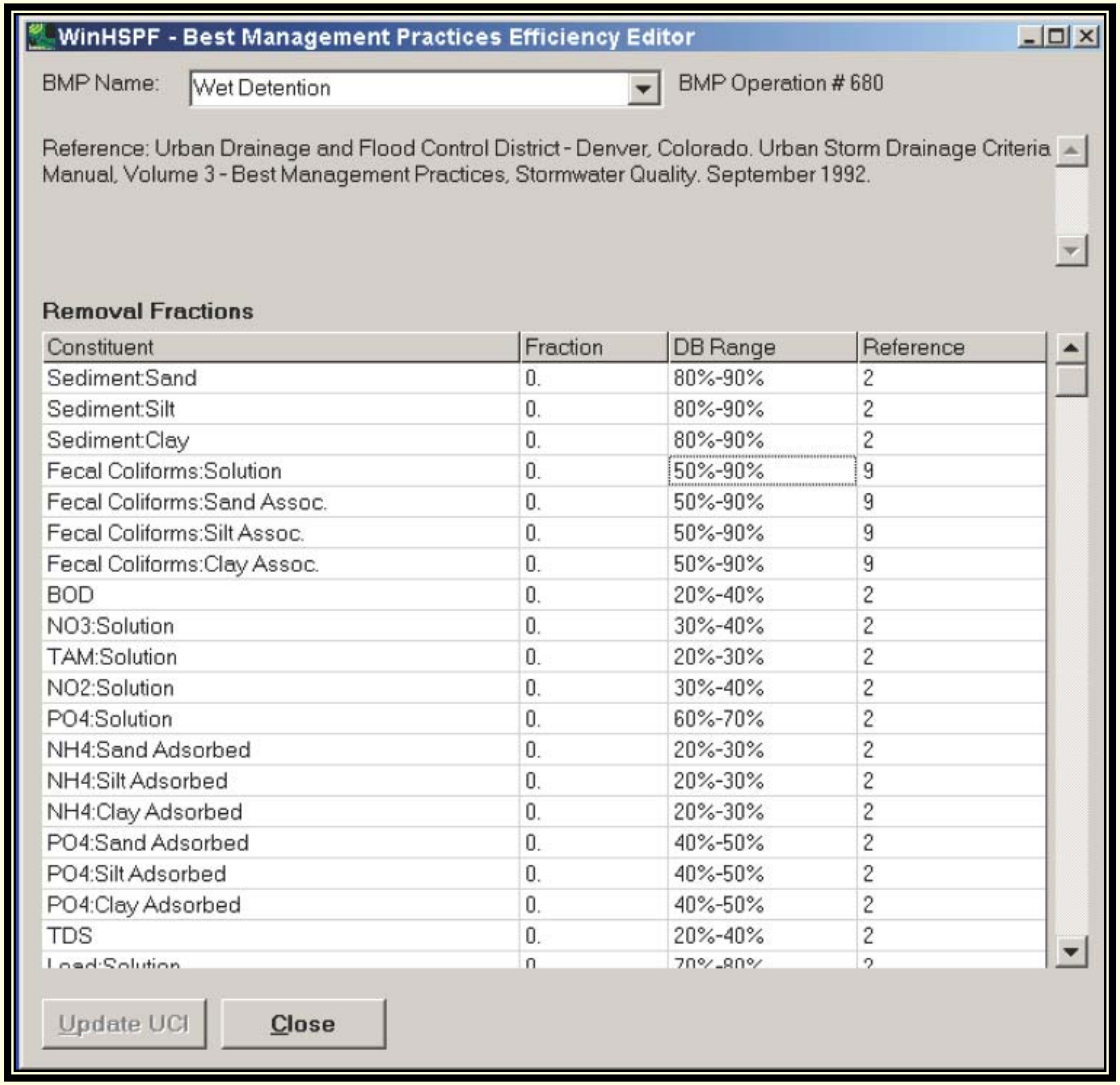
BMPs MODULE

設定BMP位置及所能處理的土地利用面積



BMPs MODULE

接續前頁之結構性BMP設計，可依照設計輸入各污染項之處理效益



Constituent	Fraction	DB Range	Reference
Sediment:Sand	0.	80%-90%	2
Sediment:Silt	0.	80%-90%	2
Sediment:Clay	0.	80%-90%	2
Fecal Coliforms:Solution	0.	50%-90%	9
Fecal Coliforms:Sand Assoc.	0.	50%-90%	9
Fecal Coliforms:Silt Assoc.	0.	50%-90%	9
Fecal Coliforms:Clay Assoc.	0.	50%-90%	9
BOD	0.	20%-40%	2
NO3:Solution	0.	30%-40%	2
TAM:Solution	0.	20%-30%	2
NO2:Solution	0.	30%-40%	2
PO4:Solution	0.	60%-70%	2
NH4:Sand Adsorbed	0.	20%-30%	2
NH4:Silt Adsorbed	0.	20%-30%	2
NH4:Clay Adsorbed	0.	20%-30%	2
PO4:Sand Adsorbed	0.	40%-50%	2
PO4:Silt Adsorbed	0.	40%-50%	2
PO4:Clay Adsorbed	0.	40%-50%	2
TDS	0.	20%-40%	2
Load:Solution	0	70%-80%	2

BASINS模式-金瓜寮範例

- 所需相關資料有如下：
- GIS相關資料(資料至少必須涵蓋模擬區域)
  - 集水區之河道流域圖層資料(.adf；.shp；.shx)
  - 集水區數值高程圖(.bmp；.adf；.bpw；.mwleg)
  - 土地利用資料(.cpg；.dbf；.sbn；.sbx；shp；.shx)
  - 模擬區域之邊界圖層資料(.mwsr；.shp；.shx；.adf)
- (GIS格式檔基本含：.shx；.shp；.dbf)

BASINS模式-金瓜寮範例

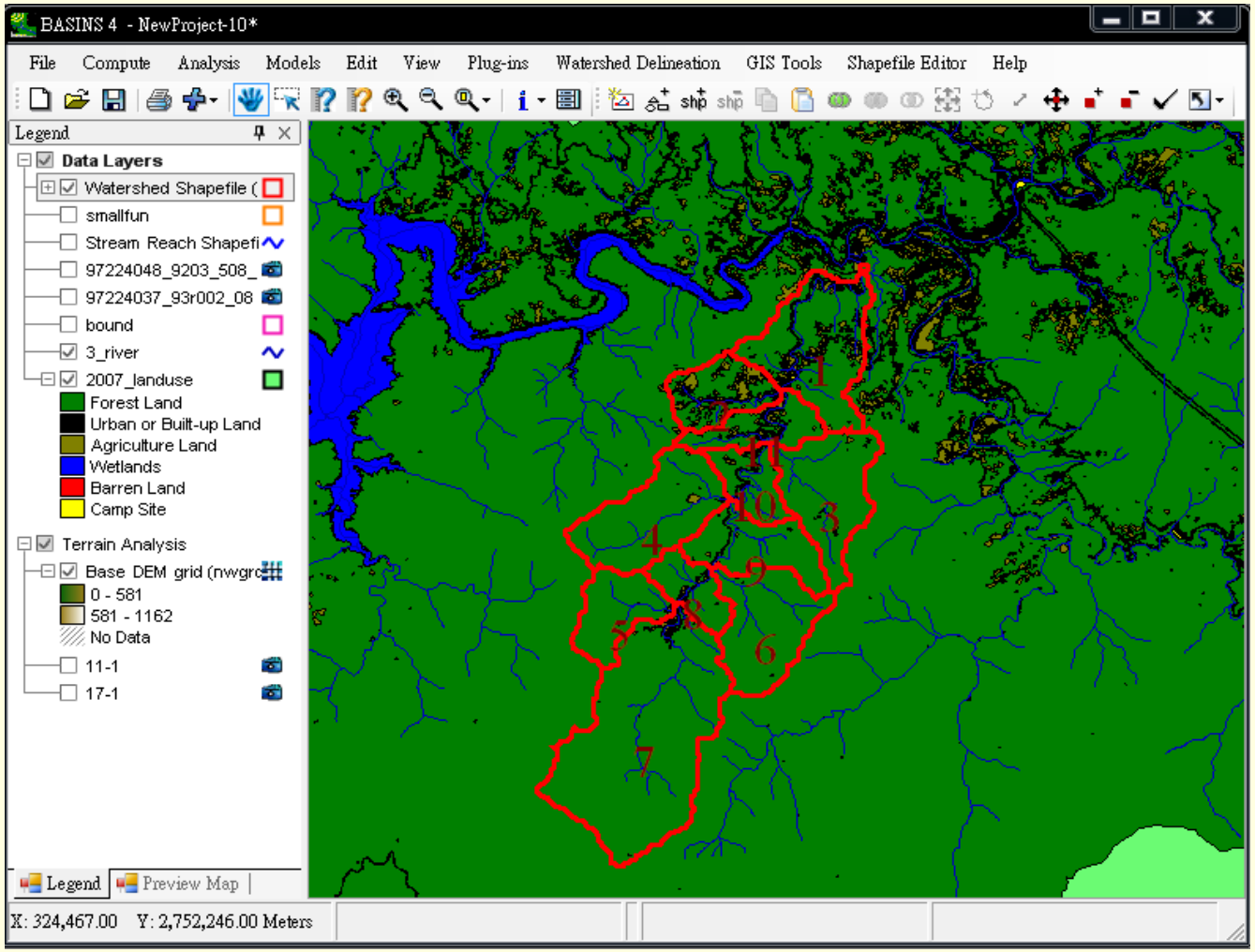
- 水文、水質、天氣相關資料
  - 模擬區域內及鄰近之氣象測站所得之相關八項資料如下：
    - 每小時降雨量
    - 每小時蒸發量
    - 每小時溫度
    - 每小時風速
    - 每小時輻射
    - 每小時蒸發散潛勢
    - 每小時露點溫度
    - 每小時雲覆蓋量
- (Excel格式)

BASINS模式-金瓜寮範例

- 模擬區域內河川水質歷年監測相關資料(BOD、SS、TP、水溫、氨氮、pH、DO等等)
- (Excel格式)
- 模擬區域內各監測站歷年流量(單位CMS) (以每小時數據為佳)
- (Excel格式)
- ps. 監測站、氣象站的地理位置

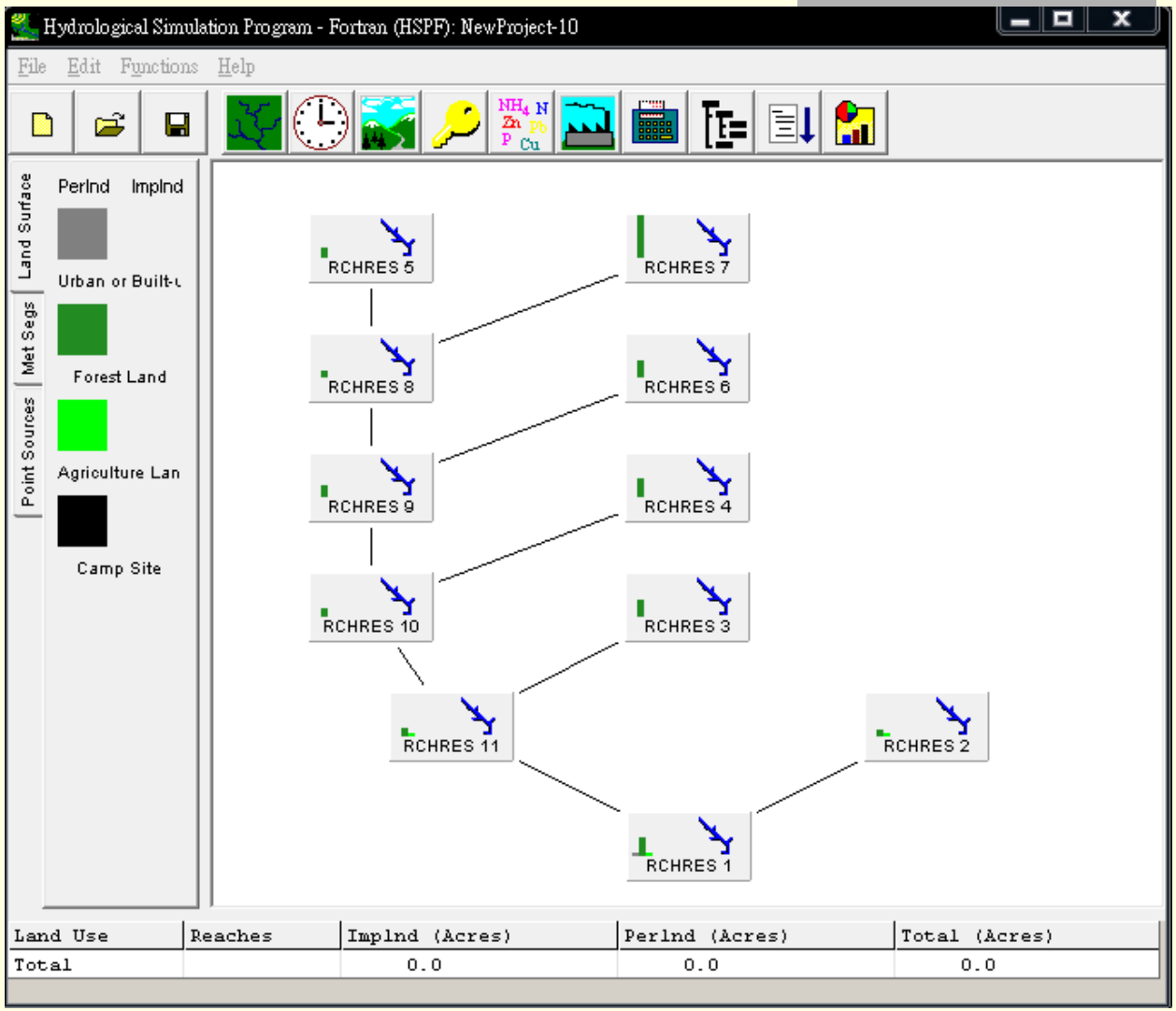
BASINS模式-金瓜寮範例

- 建立模式



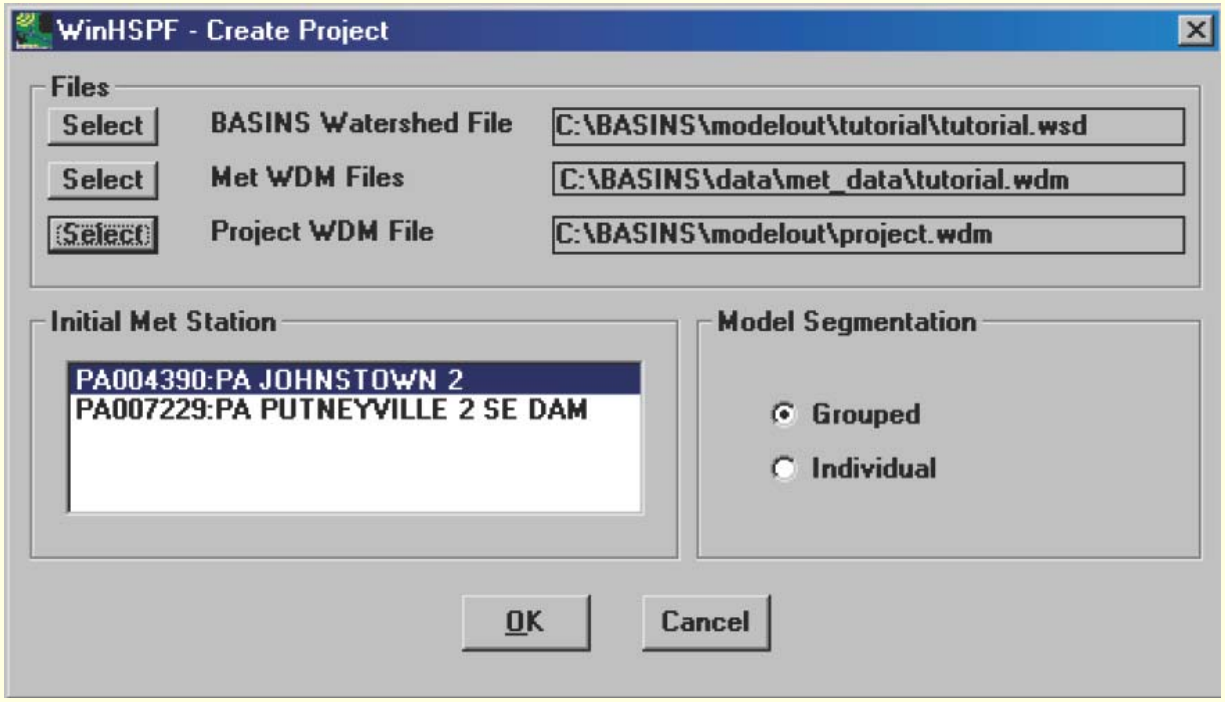
BASINS模式-金瓜寮範例

- HSPF



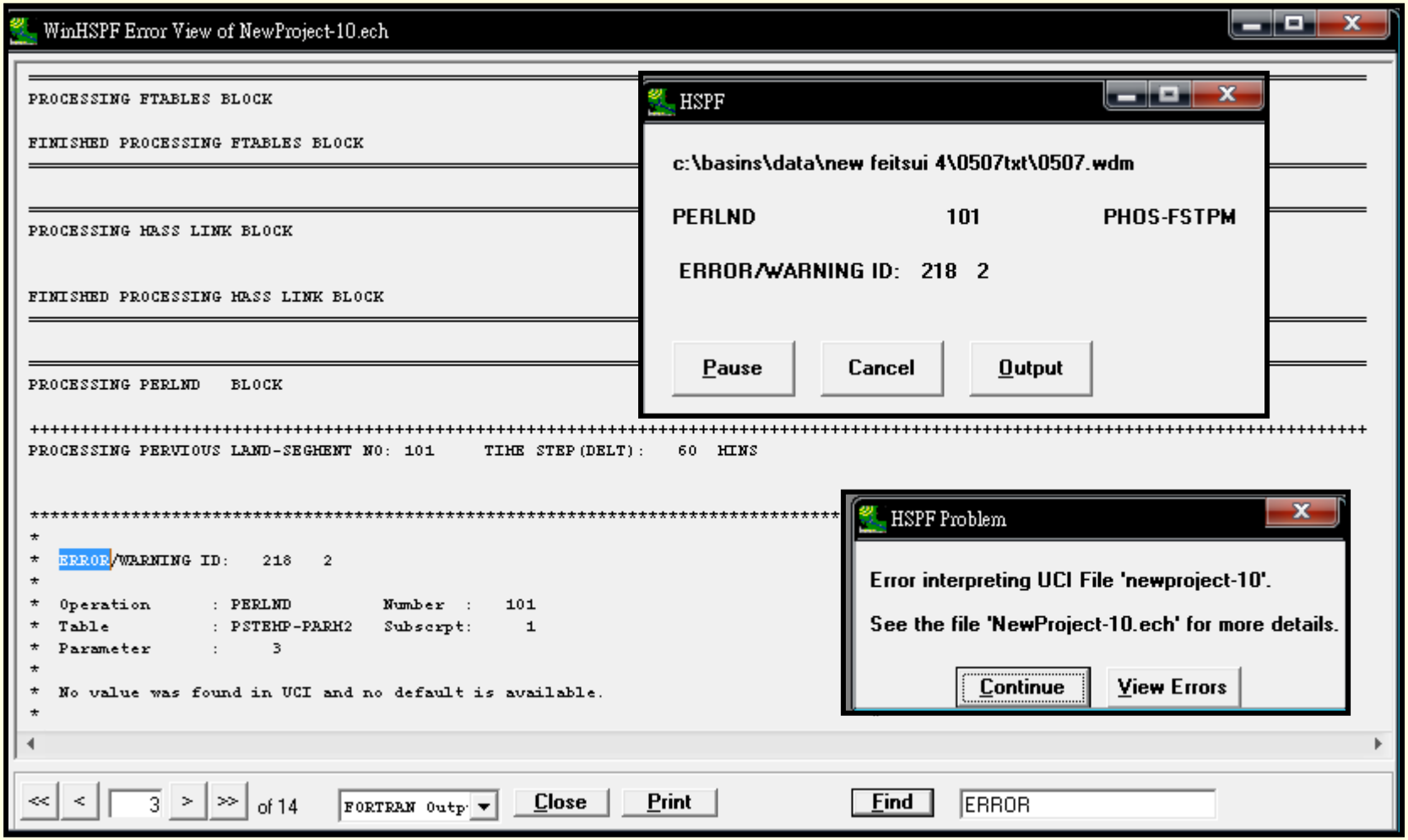
BASINS模式-金瓜寮範例

劃分集水區完成後，跳出此視窗
分別輸入氣象檔輸入的位置、氣象檔輸出的位置



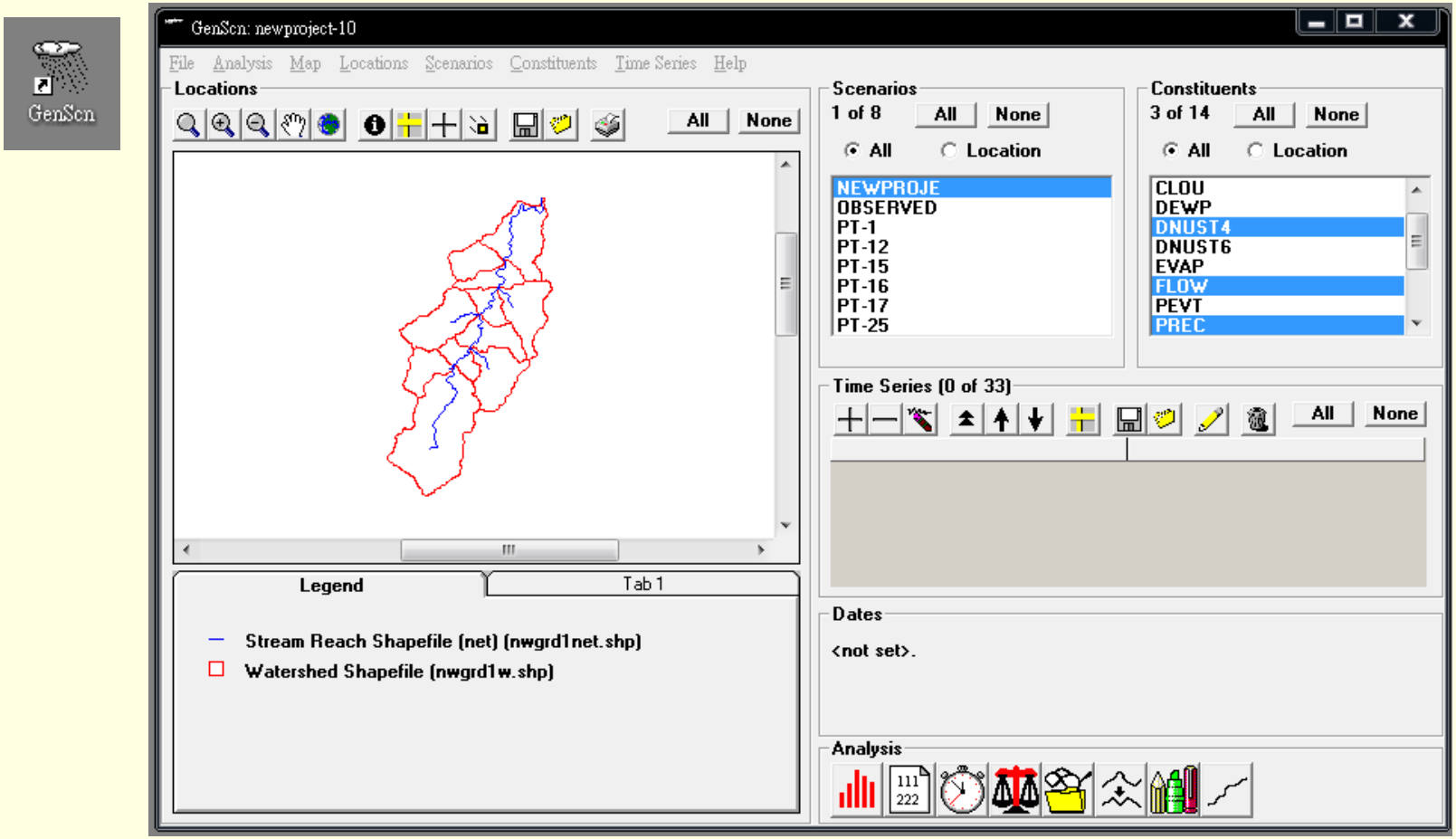
BASINS模式-金瓜寮範例

- 錯誤視窗

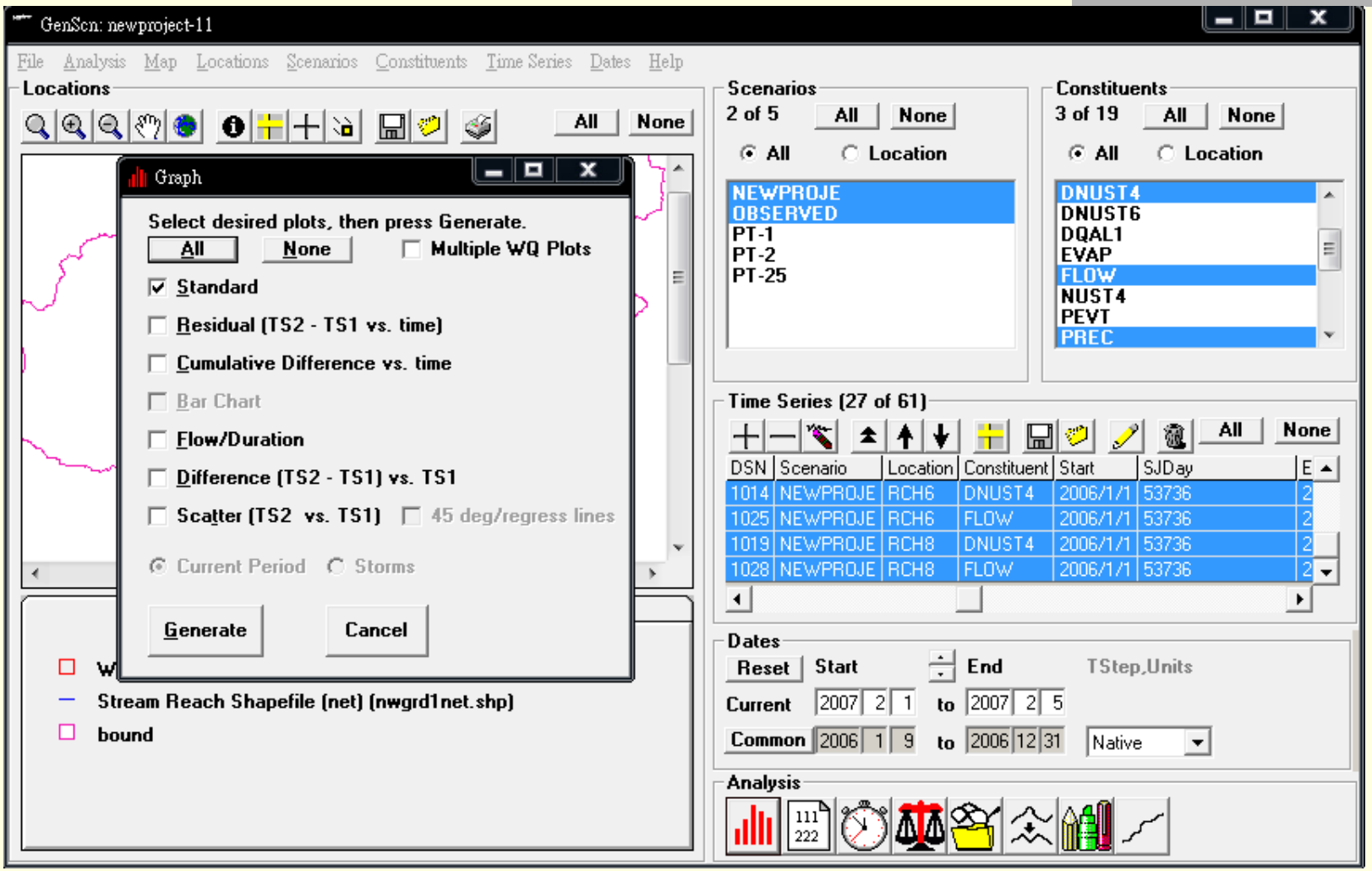


BASINS模式-金瓜寮範例

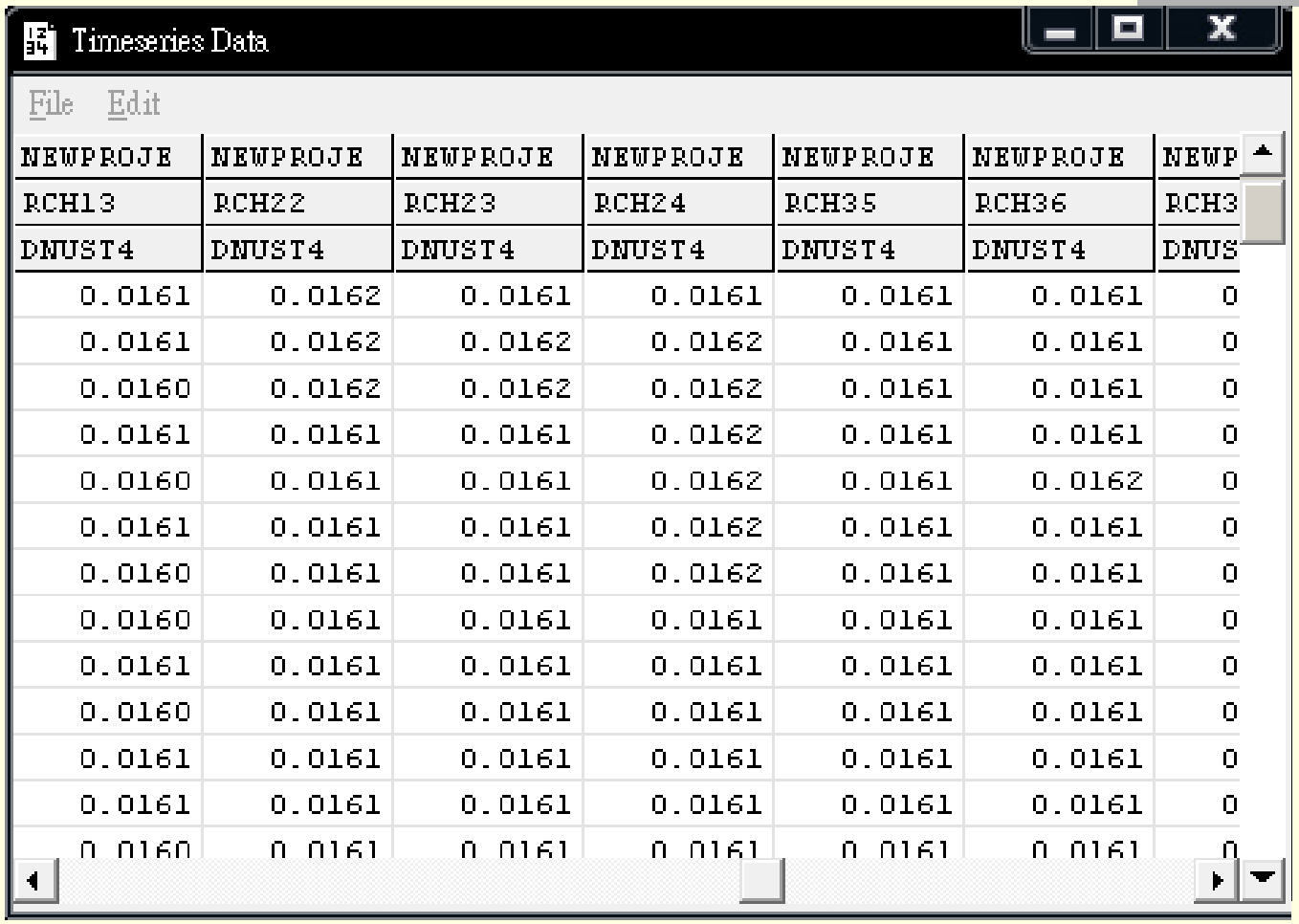
- 出圖



金瓜寮範例-選擇出圖內容



金瓜寮範例-模式輸出的格式



NEWPROJE	NEWPROJE	NEWPROJE	NEWPROJE	NEWPROJE	NEWPROJE	NEWP
RCH13	RCH22	RCH23	RCH24	RCH35	RCH36	RCH3
DNUST4	DNUST4	DNUST4	DNUST4	DNUST4	DNUST4	DNUS
0.0161	0.0162	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0
0.0161	0.0162	0.0162	0.0162	0.0161	0.0161	0
0.0160	0.0162	0.0162	0.0162	0.0161	0.0161	0
0.0161	0.0161	0.0161	0.0162	0.0161	0.0161	0
0.0160	0.0161	0.0161	0.0162	0.0161	0.0162	0
0.0161	0.0161	0.0161	0.0162	0.0161	0.0161	0
0.0160	0.0161	0.0161	0.0162	0.0161	0.0161	0
0.0160	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0
0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0
0.0160	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0
0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0
0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0
0.0160	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0.0161	0

THE END

THANK YOU~