



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

2020-2021

Project2: Σχεδιασμός Τεχνητής Λίμνης – Αντιπλημμυρικό Έργο

Εργαστήριο: Υδρολογίας	
Ονοματεπώνυμο & ΑΜ Φοιτητή	Κυριακή Θεοχάρη 2018050043
Είδος Αναφοράς :	Ατομική
Ημερομηνία Εκτέλεσης :	21/12/2020
Ημερομηνία Παράδοσης	10/01/2021
Όνομα Αναφοράς	Project 2:Σχεδιασμός Τεχνητής Λίμνης – Αντιπλημμυρικό Έργο

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή.....	2
Μεθοδολογία.....	4
Αποτελέσματα.....	9
Συμπεράσματα.....	22
Βιβλιογραφία.....	22

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ : Σχεδιασμός Τεχνητής Λίμνης – Αντιπλημμυρικό Έργο

Εισαγωγή

Σε αυτό το πείραμα γίνεται η έρευνα της λεκάνης απορροής του ποταμού Κεραμιανού που βρίσκεται στον Δήμο Χανίων. Ο στόχος του πειράματος είναι να κατασκευαστεί ένα φράγμα για να αντιμετωπιστούν οι πλημμύρες για τις σημερινές και τις μελλοντικές χρήσεις γης.

Λεκάνη Απορροής: είναι ένα τμήμα της επιφάνειας της γης στο οποίο υπάρχουν υδατορεύματα, και από το οποίο όλη η επιφανειακή απορροή διέρχεται από μία διατομή εξόδου.

Εξίσωση εκροής

$$Q = \frac{\left[P - 0,2 * \left(\frac{100}{CN} - 10 \right) \right]^2}{P + 0,8 * \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)}$$

Όπου:

Q= Εκροή(in)

P =Βροχόπτωση (in)

CN = Αριθμός καμπύλης απορροής

Flow Type	Length (m)	Slope (m/m)	Surface (Manning's n)	n	Area (m²)	WP (m)	Velocity (m/s)	Time (hr)
Sheet	22.00	0.2515	Smooth Surface (0.011)					0.005
Shallow Concentrated	400.12	0.2515	Unpaved					0.045
Channel	10609.64	0.0365		0.030	2.50	6.00	3.551	0.830
Total	11.031.76						3.4822	0.880

Εικόνα 1

Για να υπολογιστούν από το πρόγραμμα ο Χρόνος Συγκέντρωσης και η Μέση Ταχύτητα(εικόνα1) χρησιμοποιεί τα δεδομένα που υπάρχουν στην θεωρία και τους ακόλουθους τύπους:

Χρόνος Συγκέντρωσης

$$T_t = \frac{0.007 * (nL)^{0.8}}{(P_2)^{0.5} * S^{0.4}}$$

Όπου:

T_t = Χρόνος Συγκέντρωσης (hr)

n = Συντελεστή Manning

L = μήκος(ft)

P_2 =24-ωρη βροχόπτωση για 2 χρόνια (in)

s = κλίση υδραυλικής γραμμής (ft/ft)

Ροή στο κυρίως Υδατόρεμα

$$V = \frac{1,49 r^{\frac{2}{3}} * \sqrt{s}}{n}$$

Όπου:

V = μέση ταχύτητα (ft/s),

s = κλίση υδραυλικής γραμμής (ft/ft)

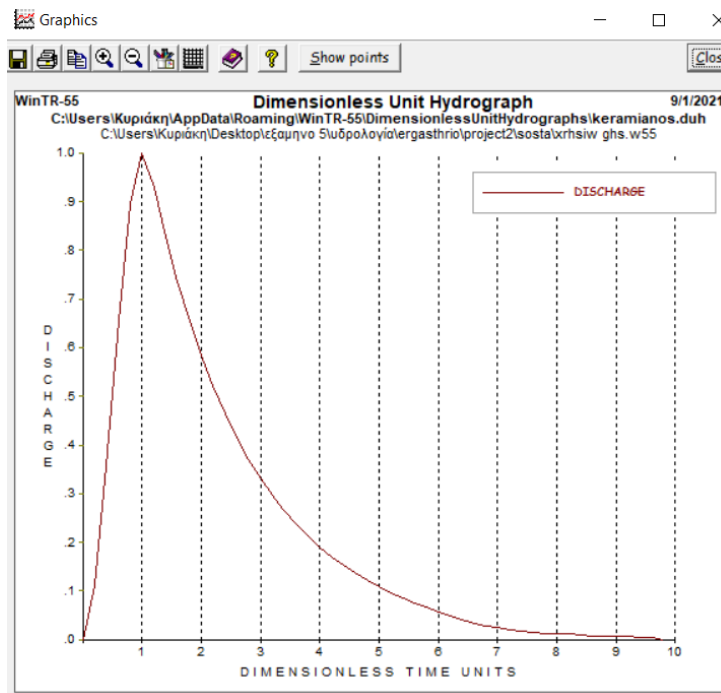
n = Συντελεστή Manning (for open channel flow)

r = υδραυλική ακτίνα (ft) που υπολογίζεται από τον τύπο $\frac{a}{p_w}$

όπου a = περιοχή ροής διατομής (εμβαδόν)(ft²)

p_w = περίμετρος που μελετάμε(ft)

Μοναδιαίο υδατογράφημα(MYG): είναι το υδρογράφημα που προήλθε από 1 cm ύψους βροχής μιας συγκεκριμένης διάρκειας Στην εικόνα2 παρουσιάζεται το υδατογράφημα για τον ποταμό Κεραμιανό.



Εικόνα2

Φράγμα: Είναι το τεχνικό έργο που κατασκευάζεται κάθετα στην κοίτη ενός ποταμού για την αποκοπή της ροής, με σκοπό την αποθήκευση, παρωχέτευση ή ανάσχεση της πλημμυρικής παροχής του ρεύματος.

Παροχή για Φράγμα

$$\text{Flow}_{\text{broad-crested weir}} = 2.8 * L_{\text{Weir}} * \text{Stage}^{1.5}$$

Αν $L_{\text{Weir}} = 0$

Τότε

$$\text{Flow}_{\text{Stage } 90^\circ \text{ V-notch weir}} = 2.5 * L_{\text{Weir}} * \text{Stage}^{1.5}$$

Όπου:

$\text{Flow}_{\text{weir}}$ = Παροχή για Φράγμα (cfs)

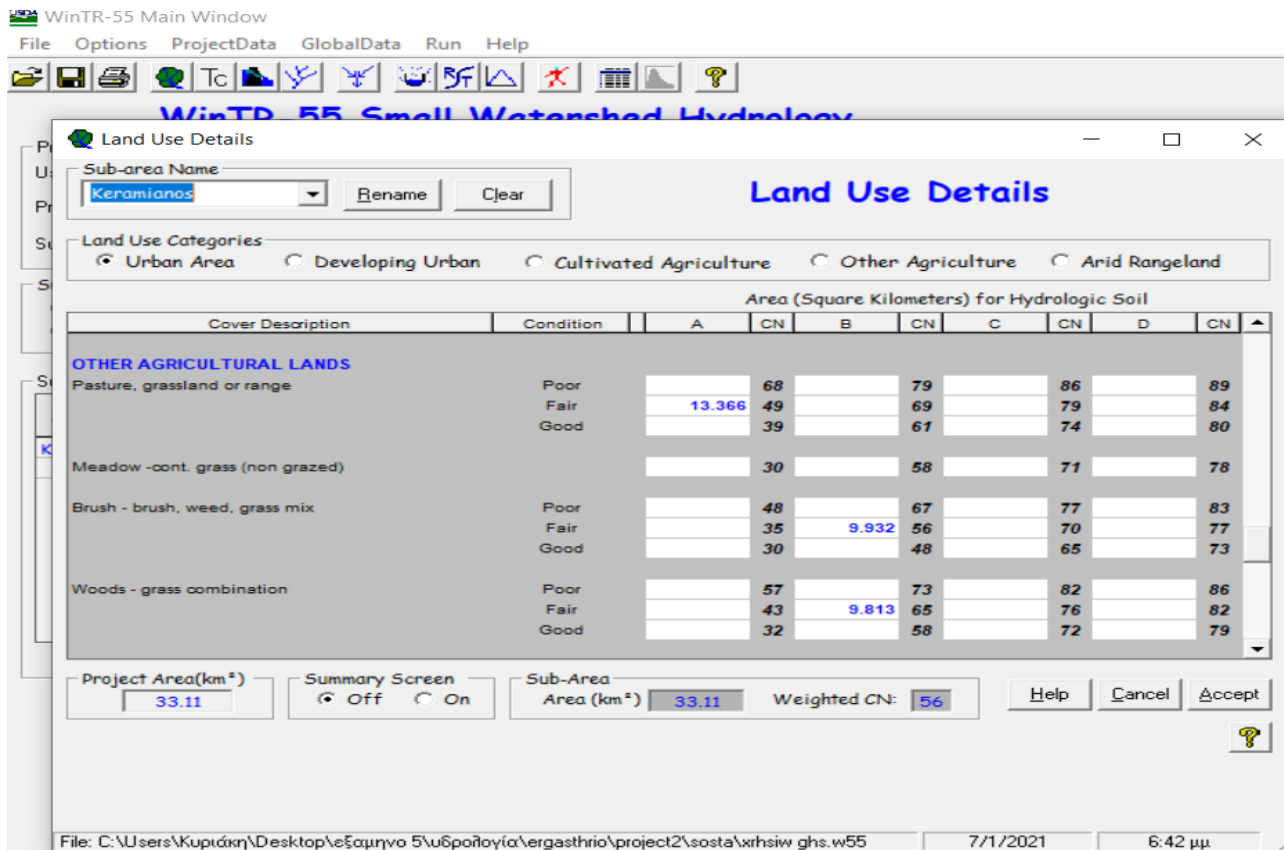
L_{weir} = μήκος του φράγματος (ft)

Stage (ft)

Μεθοδολογία

Για την διεξαγωγή της άσκησης εξετάζονται δυο περιπτώσεις α)για τις σημερινές χρήσεις γης που αποτελούνται από κατοικήσιμες περιοχές, αγροτικές, βοσκοτόπια και δάσος. β)για τις μελλοντικές χρήσεις γης όπου σχεδιάζεται να κατασκευαστεί ένα οικουριστικό χωριό που θα καταλαμβάνει έκταση 10 Km² στο βόρειο τμήμα της λεκάνης με μέση έκταση ιδιοκτησίας 1/4 acre και CN=87. Για την κάθε μια περίπτωση δημιουργήθηκαν δυο προγράμματα.

Στο πρώτο πρόγραμμα που είναι για τις σημερινές χρήσεις γης αρχικά με δεξί κλικ στο Land Use Details άνοιξε το παράθυρο που απεικονίζεται στην ακόλουθη εικόνα και συμπληρώθηκε το όνομα του ποταμού στο sub-area Name. Στην συνέχεια, τοποθετήθηκαν οι πληροφορίες για την κάθε χρήση από τα δεδομένα της θεωρίας(παραρτημα1).



WinTR-55 Main Window

File Options ProjectData GlobalData Run Help

WinTR-55 Small Watershed Hydrology

Land Use Details

Sub-area Name: Keramianos [Rename] [Clear]

Land Use Categories: ☒ Urban Area ☐ Developing Urban ☐ Cultivated Agriculture ☐ Other Agriculture ☐ Arid Rangeland

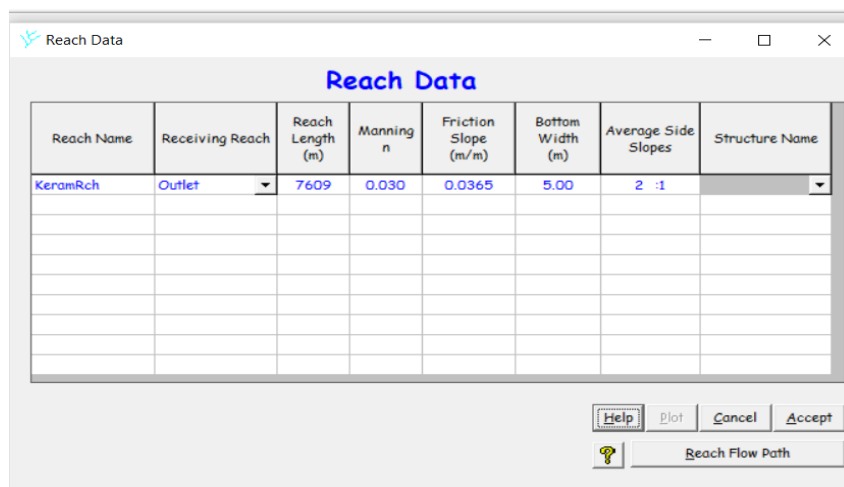
Area (Square Kilometers) for Hydrologic Soil

Cover Description	Condition	A	CN	B	CN	C	CN	D	CN
OTHER AGRICULTURAL LANDS									
Pasture, grassland or range	Poor		68		79		86		89
	Fair	13.366	49		69		79		84
	Good		39		61		74		80
Meadow -cont. grass (non grazed)			30		58		71		78
Brush - brush, weed, grass mix	Poor		48		67		77		83
	Fair		35	9.932	56		70		77
	Good		30		48		65		73
Woods - grass combination	Poor		57		73		82		86
	Fair		43	9.813	65		76		82
	Good		32		58		72		79

Project Area(km²): 33.11 Summary Screen: ☒ Off ☐ On Sub-Area Area (km²): 33.11 Weighted CN: 56 [Help] [Cancel] [Accept]

File: C:\Users\Κυριάκη\Desktop\εξαμηνο 5\υδρολογία\α\ergasthrio\project2\sosta\wrhsw ghs.w55 7/1/2021 6:42 μμ

Ακολουθως, συμπληρωθήκαν τα δεδομένα του ποταμού(μήκος, κλίση, όνομα, κα), αυτό γίνεται με δεξί κλικ στο Reach Data→συμπλήρωση του πίνακα→accept



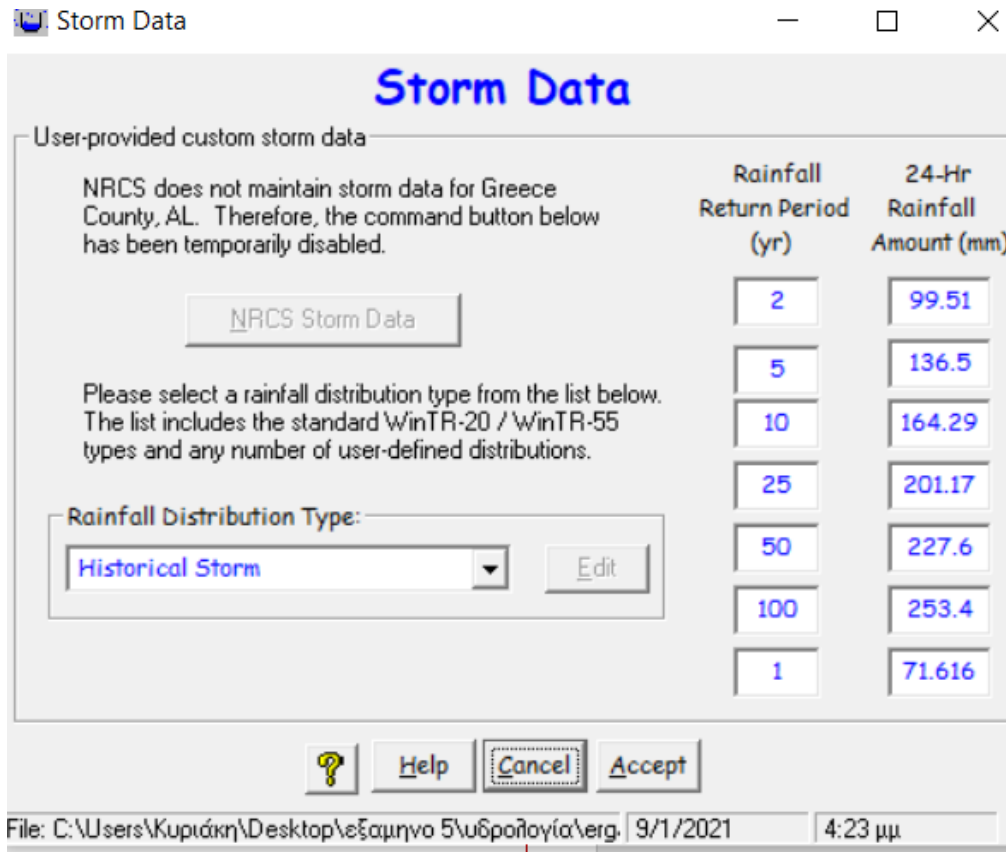
Reach Data

Reach Name	Receiving Reach	Reach Length (m)	Manning n	Friction Slope (m/m)	Bottom Width (m)	Average Side Slopes	Structure Name
KeramRch	Outlet	7609	0.030	0.0365	5.00	2 :1	

[Help] [Plot] [Cancel] [Accept]

[?] Reach Flow Path

Μετά, συμπληρώθηκαν τα δεδομένα της βροχόπτωσης που είναι οι μέγιστες βροχοπτώσεις για 24 ώρες που πιστεύεται ότι θα εμφανιστούν με περίοδο επαναφοράς 1,2,5,10,25,50 και 100 χρόνια. Η διαδικασία για την συμπλήρωση τους είναι δεξί κλικ στο storm data και συμπληρώθηκε ο πίνακας (Rainfall Return Period (yr)- 24-Hr Rainfall Amount (mm)).(Όλα τα νούμερα είναι από την θεωρία).



Storm Data

User-provided custom storm data

NRCS does not maintain storm data for Greece County, AL. Therefore, the command button below has been temporarily disabled.

NRCS Storm Data

Please select a rainfall distribution type from the list below. The list includes the standard WinTR-20 / WinTR-55 types and any number of user-defined distributions.

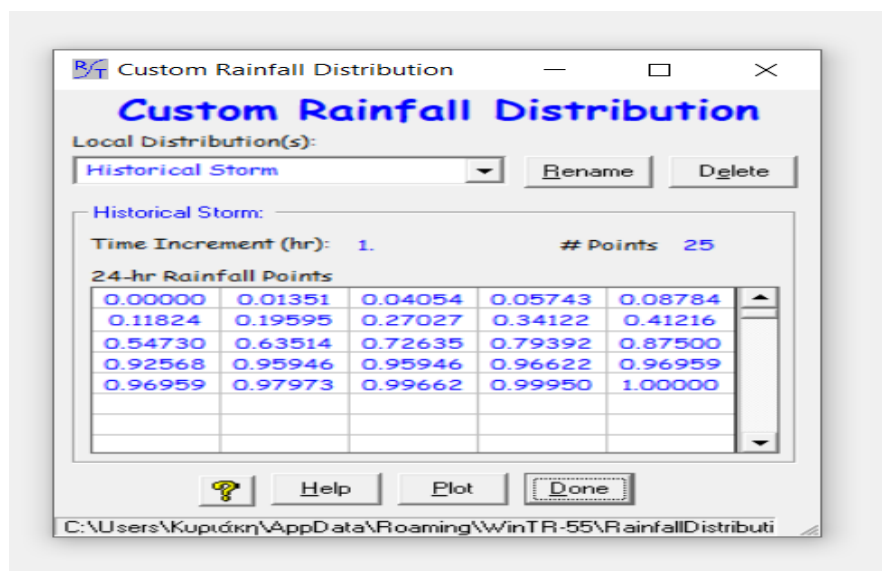
Rainfall Distribution Type: **Historical Storm** **Edit**

Rainfall Return Period (yr)	24-Hr Rainfall Amount (mm)
2	99.51
5	136.5
10	164.29
25	201.17
50	227.6
100	253.4
1	71.616

Help **Cancel** **Accept**

File: C:\Users\Kupιάκη\Desktop\εξαμηνο 5\υδρολογία\εργ. 9/1/2021 4:23 μμ

Επίσης συμπληρώθηκαν οι κατανομές βροχοπτώσεων από το storm data→ Rainfall Distribution Type → Historical Storm→edit→συμπλήρωση του πίνακα→done.



Custom Rainfall Distribution

Local Distribution(s): **Historical Storm** **Rename** **Delete**

Historical Storm:

Time Increment (hr): 1 # Points 25

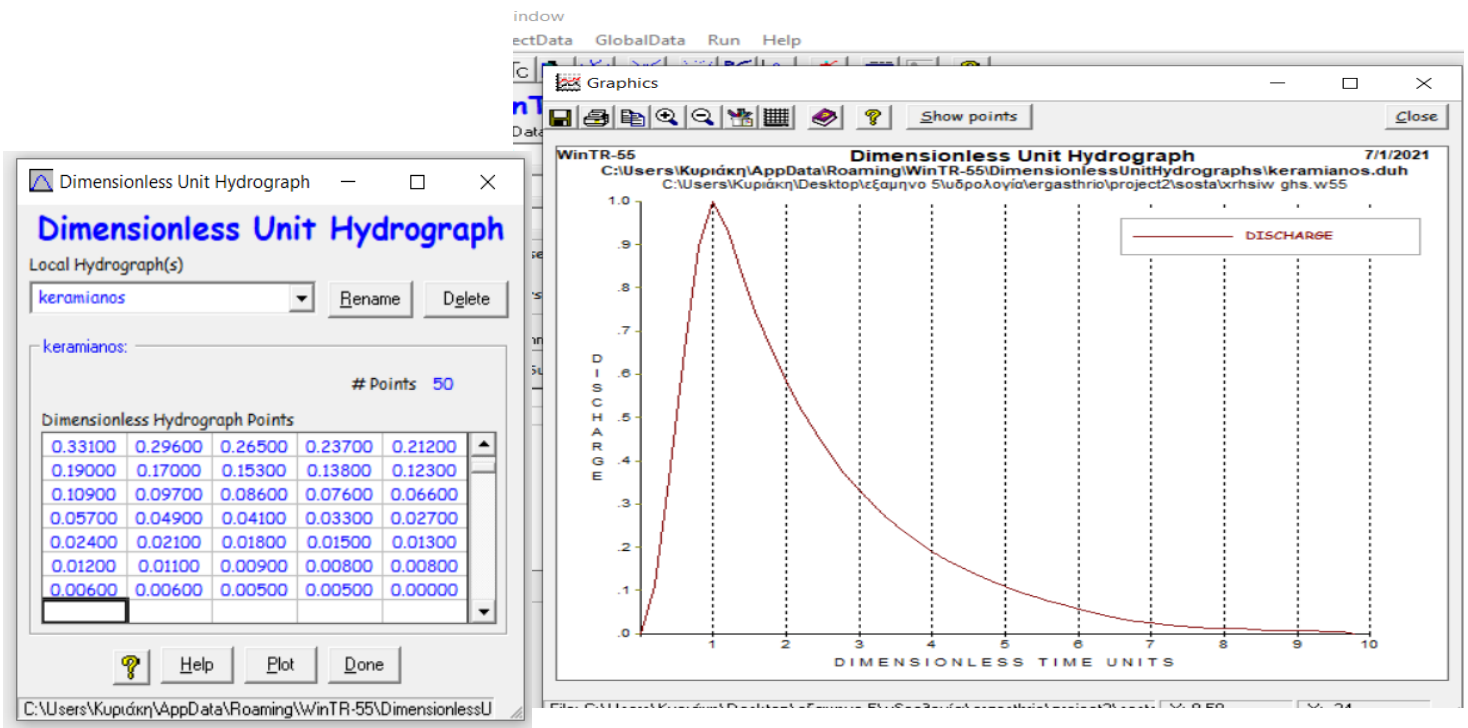
24-hr Rainfall Points

0.00000	0.01351	0.04054	0.05743	0.08784
0.11824	0.19595	0.27027	0.34122	0.41216
0.54730	0.63514	0.72635	0.79392	0.87500
0.92568	0.95946	0.95946	0.96622	0.96959
0.96959	0.97973	0.99662	0.99950	1.00000

Help **Plot** **Done**

C:\Users\Kupιάκη\AppData\Roaming\WinTR-55\RainfallDistributi

Δημιουργία του Αδιάστατο Μοναδιαίου Υδρογραφήματος για τον ποταμό Κεραμιανό



Όταν συμπληρωθούν όλα τα δεδομένα το μόνο που μένει είναι στην αρχική σελίδα του προγράμματος να αλλαχτεί στο Sub-Area Flows.. από outlet στο όνομα του ποταμού και στο dimensionless Unit.. να προστεθεί το όνομα του μοναδικού υδατογραφήματος.

WinTR-55 Small Watershed Hydrology

Project Identification Data:

User: Kyriaki Th State: County: Greece Execution Date: 31/12/2020

Sub-areas are expressed in: ☐ Hectares ☒ Square Kilometers

Dimensionless Unit Hydrograph: keramianos

Storm Data Source: User-provided custom storm data

Rainfall Distribution Identifier: Historical Storm

Sub-area Entry and Summary

Sub-area Name	Sub-area Description	Sub-area Flows to Reach/Outlet	Area (km ²)	Weighted CN	Tc (hr)
Keramianos		KeramRch	33.11	56	0.880

Project Area: 33.11 (km²)

Στο δεύτερο πρόγραμμα που είναι για τις μελλοντικές χρήσεις γης όπως και για το πρώτο πρόγραμμα με δεξί κλικ στο Land Use Details συμπληρώθηκε το όνομα του ποταμού στο sub-area Name. Στην συνέχεια, τοποθετήθηκαν οι πληροφορίες για την κάθε χρήση από τα δεδομένα της θεωρίας(παραρτημα2). Όλα τα υπόλοιπα είναι με την ίδια διαδικασία με το πρώτο πρόγραμμα γιατί είναι το ίδιο ποτάμι.

WinTR-55 Main Window

File Options ProjectData GlobalData Run Help

WinTR-55 Small Watershed Hydrology

Land Use Details

Sub-area Name: Keramianos [Rename] [Clear]

Land Use Categories: ☒ Urban Area ☐ Developing Urban ☐ Cultivated Agriculture ☐ Other Agriculture ☐ Arid Rangeland

Cover Description	Condition	Area (Square Kilometers) for Hydrologic Soil				
		A	CN	B	CN	C
Urban Districts						
Commercial & business	Avg % Imperv 85	89	92	94	95	
Industrial	72	81	88	91	93	
Residential districts (by average lot size)						
1/8 acre (town houses)	Avg % Imperv 85	77	85	90	92	
1/4 acre	38	61	75	83	10.000	87
1/3 acre	30	57	72	81	86	
1/2 acre	25	54	70	80	85	
1 acre	20	51	68	79	84	
2 acre	12	46	65	77	82	
Western Desert Urban Areas						
Natural desert (pervious areas only)		63	77	85	88	
Artificial desert landscaping		96	96	96	96	

Project Area(km²): 33.11 Summary Screen: ☒ Off ☐ On Sub-Area: Area (km²): 33.11 Weighted CN: 67 [Help] [Cancel] [Accept]

File: C:\Users\Kupridin\Desktop\εξάμηνο 5\υδρολογία\vergasthrio\project2\sosta\nea krisi gis.w55 7/1/2021 6:50 μμ

/inTR-55 Main Window

Options ProjectData GlobalData Run Help

WinTR-55 Small Watershed Hydrology

Land Use Details

Sub-area Name: Keramianos [Rename] [Clear]

Land Use Categories: ☒ Urban Area ☐ Developing Urban ☐ Cultivated Agriculture ☐ Other Agriculture

Cover Description	Condition	Area (Square Kilometers) for Urban Area		
		A	CN	C
OTHER AGRICULTURAL LANDS				
Pasture, grassland or range	Poor	68	79	
	Fair	3.366	49	69
	Good	39	61	
Meadow -cont. grass (non grazed)		30	58	
Brush - brush, weed, grass mix	Poor	48	67	
	Fair	35	9.932	56
	Good	30	48	
Woods - grass combination	Poor	57	73	
	Fair	43	9.813	65
	Good	32	58	

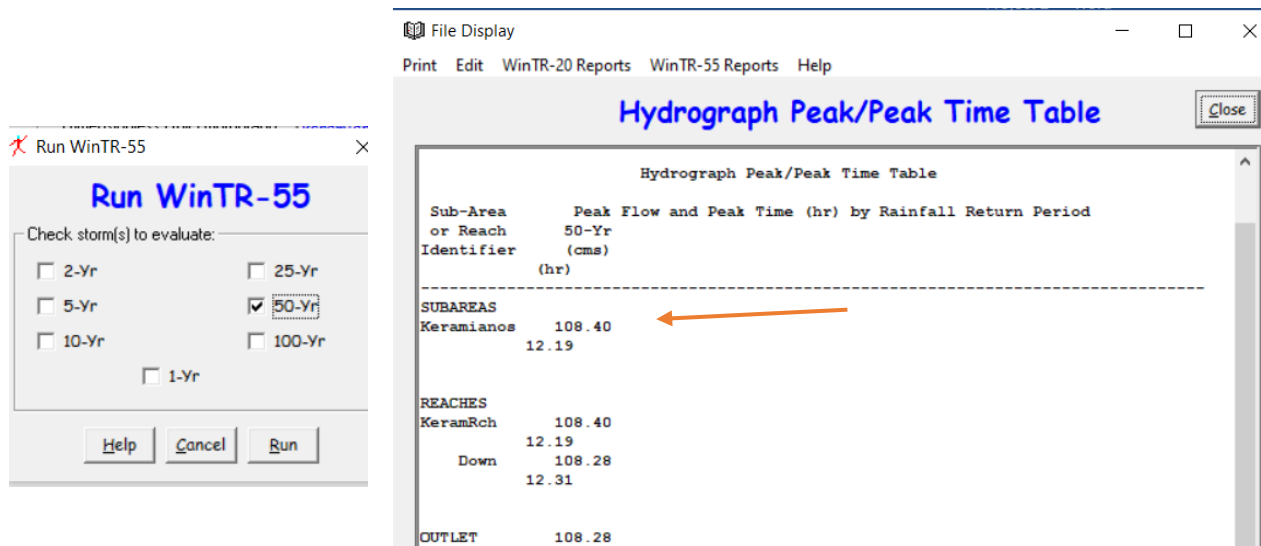
Project Area(km²): 33.11 Summary Screen: ☒ Off ☐ On Sub-Area: Area (km²): 33.11 Weighted CN: 67

File: C:\Users\Kupridin\Desktop\εξάμηνο 5\υδρολογία\vergasthrio\project2\sosta\nea krisi gis.w55 7/1/2021

Αποτελέσματα

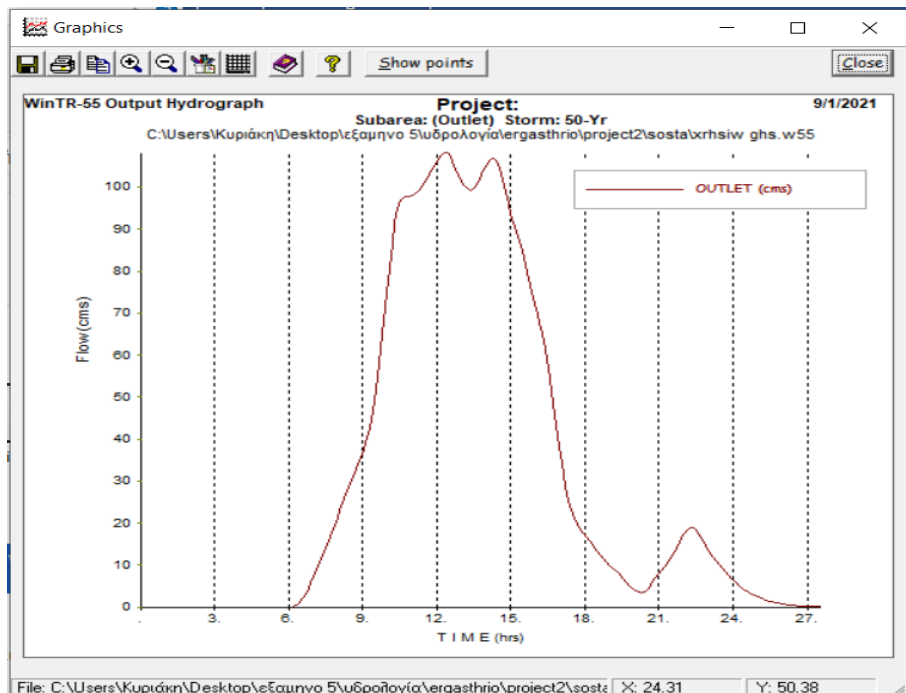
Για το πρώτο ερώτημα της εργαστηριακής άσκησης <<Να υπολογιστεί η απορροή για την σημερινή χρήση γης χρησιμοποιώντας το υδρολογικό μοντέλο WIN-TR55 με τα δεδομένα της θεωρίας που βρίσκονται στο παράρτημα 1>>.

1. Αρχικά πρέπει να βρεθεί η μέγιστη παροχή: Από το πρόγραμμα με δεξί κλικ επιλέγεται το εικονίδιο run → 50 χρόνια → run.



Από την παραπάνω εικόνα η μέγιστη παροχή είναι $108,40 \frac{m^3}{s}$.

2. Όταν βρεθεί η μέγιστη παροχή δημιουργείτε το διάγραμμα με τον εξής τρόπο επιλέγεται το εικονίδιο hydrographs → outlet→50 χρόνια→plot.

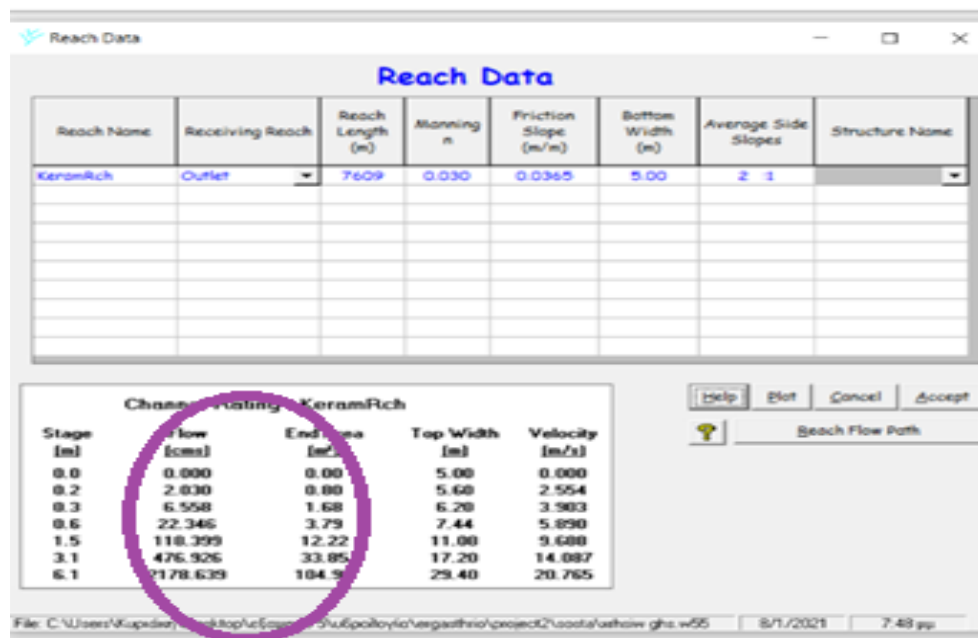


Στο δεύτερο ερώτημα θέλει << Να υπολογιστεί η επιφάνεια που θα πλημμυρίσει αν η διατομή του ποταμού έχει πλάτος 5m, ύψος 0.5m και η κλίση της γης εκατέρωθεν της κοίτης του ποταμού είναι 2%.>>

Για την εύρεση της έκτασης της πλημύρας πραγματοποιήθηκαν τα ακόλουθα βήματα:

Βήμα 1: Να βρεθούν τα δεδομένα

Από το πρώτο πρόγραμμα(για την σημερινή χρήση γής) με δεξί κλικ →Reach Data→ επιλέγεται μια στήλη→ από τον πίνακα που εμφανίζεται παίρνονται οι στήλες flow και end area (όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα).



Flow	End Area
0	0
2.030	0.8
6.558	1.68
22.346	3.79
118.399	12.22
476.926	33.85
2.178.639	104

Πίνακας1

Από τον πίνακα1 παρατηρείτε ότι δεν υπάρχει το εμβαδόν για την τιμή της μέγιστης παροχής που βρεθηκε στην άσκηση1. Για να υπολογιστει πρεπει να γίνει γραμμικη παρεμβολή.

Γραμμική Παρεμβολή

$$\frac{108,4-22,346}{118,399-22,346} = \frac{\chi-3,79}{12,22-3,79} \Leftrightarrow \chi = 11,34 \text{ m}^2$$

Οπου:

χ : το εμβαδόν για την μέγιστη παροχή

Βήμα 2: Υπολογισμός Εμβαδού Πλημύρας

Από το βήμα 1 υπολογίστηκε το εμβαδόν για την μέγιστη παροχή στα 50 χρόνια. Για να βρεθεί το εμβαδόν της πλημύρας πρέπει να αφαιρεθεί το αρχικό εμβαδόν της λεκάνης απορροής (E_0).

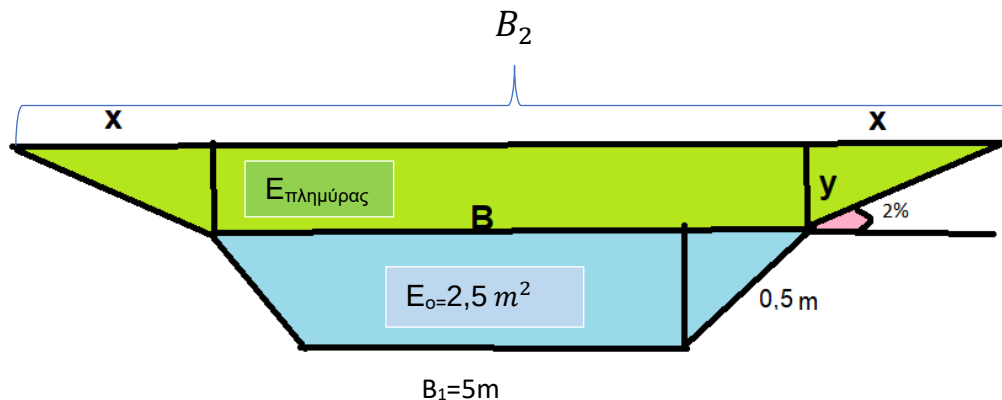
Οπότε $E_{\text{πλημύρας}} = \chi - E_0$

$$= (11,34 - 2,50) \text{ m}^2$$

$$= 8,84 \text{ m}^2$$

Βήμα 3: Σχεδιασμός ενός σχήματος

Για την δημιουργία του σχήματος χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα paint.



Βήμα 4: Υπολογισμός η επιφάνεια στην οποία το κανάλι είναι γεμάτο

Για τον υπολογισμό της επιφάνειας όπως φαίνεται στο σχήμα είναι τραπέζιο. Άρα θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος του εμβαδού τραπέζιου.

$$E = (B_1 + B) * \frac{y}{2}$$

Όπου:

E = αρχικό εμβαδόν

B_1 = πυθμένας του ποταμού

B = επιφάνεια στην οποία το κανάλι είναι γεμάτο

u = βάθος του ποταμού

$$\text{Οπότε: } E = (B_1 + B) * \frac{u}{2}$$

$$\Leftrightarrow 2,5 = (5 + B) * \frac{0,5}{2}$$

$$\Leftrightarrow B = 9,13m$$

Βημα5: Υπολογισμός η έκταση της πλημύρας

Από το σχήμα στο βήμα 3 πρέπει να υπολογιστεί η έκταση της πλημύρας B' . Όπως και στο βήμα 4 θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος του εμβαδού του τραπεζίου.

$$E_{\text{πλημύρας}} = (B + B_2) * \frac{u}{2}$$

Όπου:

$E_{\text{πλημύρας}}$

B_1 = επιφάνεια στην οποία το κανάλι είναι γεμάτο

B_2 = έκταση της πλημύρας

u = εκατέρωθεν κοίτης του ποταμού

$$\text{Αρα: } E_{\text{πλημύρας}} = (B + B') * \frac{u}{2}$$

$$\Leftrightarrow 8,84 = (9,13 + (9,13 + 2\chi)) * \frac{0,02 * \chi}{2}$$

$$\Leftrightarrow 8,84 = (18,26 + 2\chi) * 0,01\chi$$

$$\Leftrightarrow 8,84 = 0,18\chi + 0,02\chi^2$$

$$\Leftrightarrow 0 = 0,02\chi^2 + 0,18\chi - 8,84$$

Διακρίνουσα: $\Delta = \beta^2 - 4\alpha * \gamma$

Όπου: $\alpha = 0,02$

$\beta = 0,18$

$\gamma = -8,84$

$$\Delta = 0,02^2 - 4 * 0,18 * (-8,84)$$

$$= 0,74$$

$$X_{1,2} = \frac{-\beta \pm \sqrt{\Delta}}{2\alpha}$$

$$x_1 = \frac{-0,18 + \sqrt{0,74}}{2 * 0,02} = 13,95 \text{ m (Δεκτή)}$$

$$x_2 = \frac{-0,18 - \sqrt{0,74}}{2 * 0,02} = -26 \text{ (Απορρίπτεται)}$$

Άρα

$$B_2 = B_1 + 2x_1$$

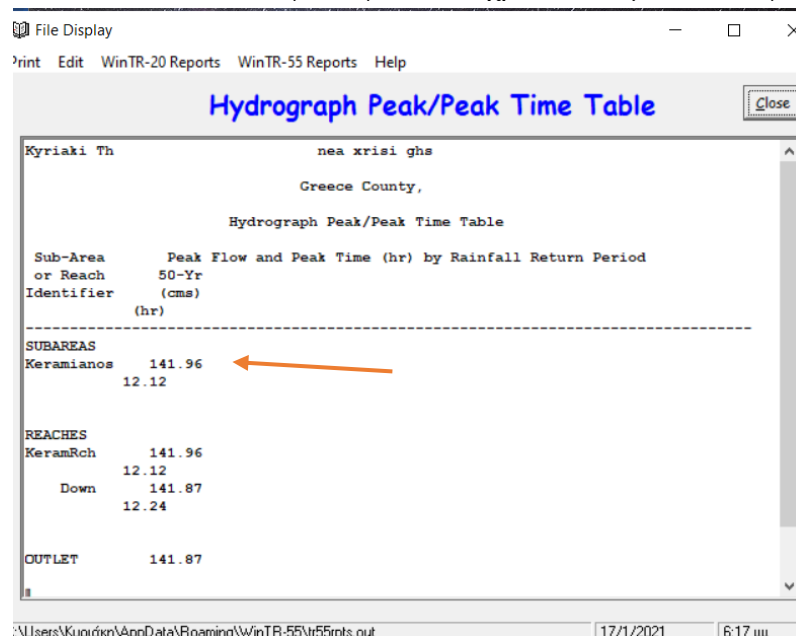
$$= 9,13 + (2 * 13,95)$$

$$= 37,03 \text{ m}$$

Στην συνέχεια το τρίτο ερώτημα ζητάει << **Να υπολογιστεί η απορροή για τη μελλοντική χρήση γης**>>.

Για την επίλυση της 3 άσκησης ακολουθήθηκαν τα ίδια βήματα όπως και για την πρώτη άσκηση.

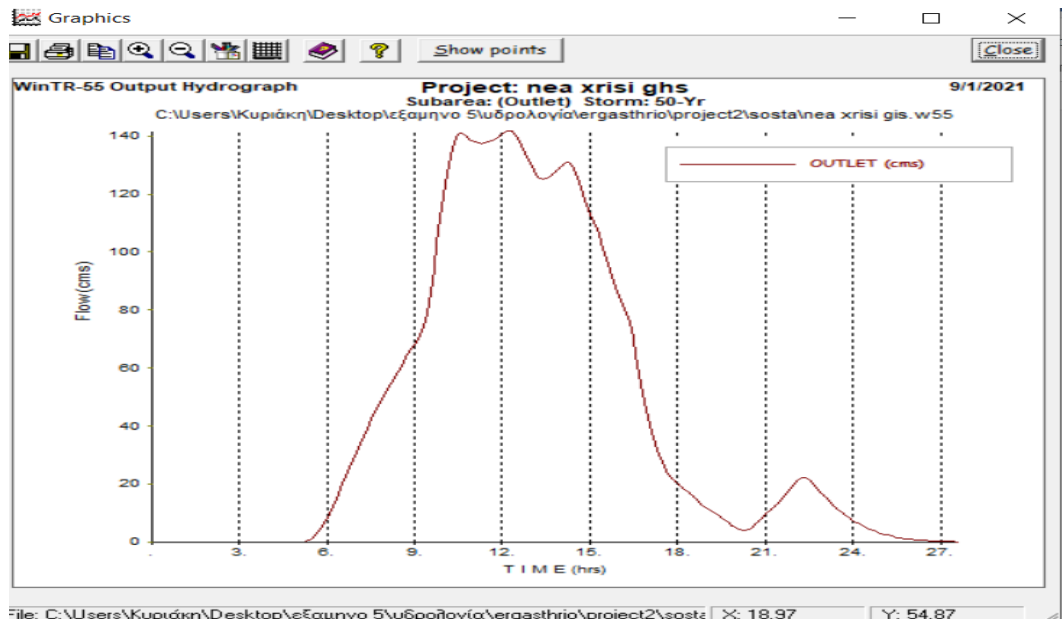
1. Αρχικά πρέπει να βρεθεί η μέγιστη παροχή: Από το πρόγραμμα με δεξιά κλικ επιλέγεται το εικονίδιο run και επιλέγεται για τα 50 χρόνια και μετά επιλέγεται το run.



Από την παραπάνω εικόνα η μέγιστη παροχή για την νέα χρήση γης είναι $140,96 \frac{m^3}{s}$

2. Όταν βρεθεί η μέγιστη παροχή δημιουργείτε το διάγραμμα απορροής για την μελλοντική χρήση γης:

Επιλέγεται το εικονίδιο hydrographs → outlet→50 χρόνια→plot.



Το τέταρτο ερώτημα θέλει<< Να υπολογιστεί η επιφάνεια που θα πλημμυρίσει για τη μελλοντική χρήση γης χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του δεύτερου ερωτήματος για τη διατομή του ποταμού και την κλίση γης.>>

Για την εύρεση της πλημύρας πραγματοποιήθηκαν τα εξής βήματα:

Βήμα 1: Να βρεθούν τα δεδομένα

Όπως και στο 2 ερώτημα από το πρόγραμμα δίνεται ο πίνακας 1(στην σελ.9 παρουσιάζεται η διαδικασία για το πως δίνεται ο πίνακας1). Από τον πίνακα1 παρατηρείτε ότι δεν υπάρχει το εμβαδόν για την τιμή της μέγιστης παροχής που βρεθηκε στην άσκηση3. Για να υπολογιστει πρεπει να γίνει γραμμική παρεμβολή.

Γραμμική Παρεμβολή

$$\frac{141,96-118,399}{476,926-118,399} = \frac{\chi-12,22}{33,85-12,22} \Leftrightarrow \chi = 13,64 m^2$$

Οπου:

Χ= το εμβαδόν για την μέγιστη παροχή

Βήμα 2: Υπολογισμός Εμβαδού Πλημύρας

Από το βήμα1 υπολογίστηκε το εμβαδόν για την μέγιστη παροχή στα 50 χρόνια. Για να βρεθεί το εμβαδόν της πλημύρας πρέπει να αφαιρεθεί το αρχικό εμβαδόν της λεκάνης απορροής(E_0).

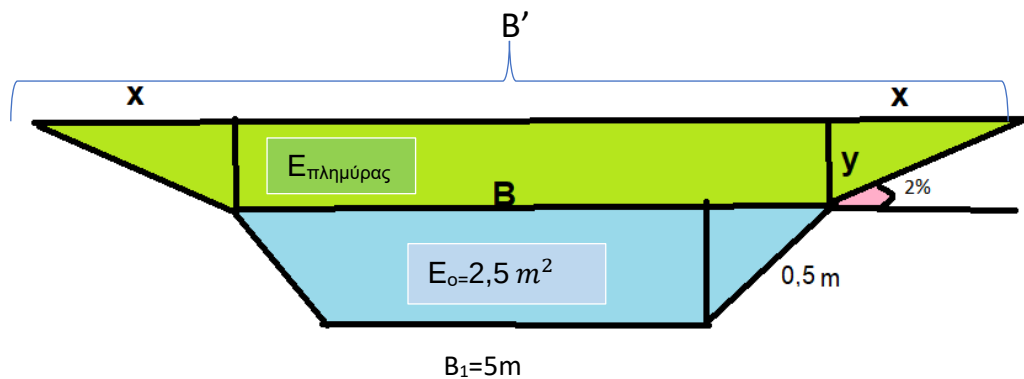
Οπότε $E_{\text{πλημύρας}} = \chi - E_0$

$$= (13,64 - 2,50) \text{ m}^2$$

$$= 11,14 \text{ m}^2$$

Βήμα 3: Σχεδιασμός ενός σχήματος

Για την δημιουργία του σχήματος χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα paint.



Βήμα 4: Υπολογισμός η επιφάνεια στην οποία το κανάλι είναι γεμάτο (β)

Για τον υπολογισμό της επιφάνειας όπως φαίνεται στο σχήμα είναι τραπέζιο. Άρα θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος του εμβαδού τραπεζίου.

$$E = (B_1 + B) * \frac{u}{2}$$

Όπου:

E = αρχικό εμβαδόν

B_1 = πυθμένας του ποταμού

B = επιφάνεια στην οποία το κανάλι είναι γεμάτο

u = βάθος του ποταμού

Άρα:

$$E = (B_1 + B) * \frac{u}{2}$$

$$\Leftrightarrow 2,5 = (5 + B) * \frac{0,5}{2}$$

$$\Leftrightarrow B = 9,13m$$

Βήμα5: Υπολογισμός η έκταση της πλημύρας

Από το σχήμα στο βήμα 3 πρέπει να υπολογιστεί η έκταση της πλημύρας δηλαδή από το μεγάλο τραπέζιο η μεγάλη του βάση. Όπως και στο βήμα 4 θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος του εμβαδού του τραπεζίου.

$$E_{\text{πλημύρας}} = (B_1 + B') * \frac{v}{2}$$

Όπου:

$E_{\text{πλημύρας}}$

B_1 = επιφάνεια στην οποία το κανάλι είναι γεμάτο

B' = έκταση της πλημύρας

v = εκατέρωθεν κοίτης του ποταμού

$$E = (B_1 + B') * \frac{v}{2}$$

$$\Leftrightarrow 11,14 = (9,13 + (9,13 + 2\chi)) * \frac{0,02 * \chi}{2}$$

$$\Leftrightarrow 11,14 = (18,26 + 2\chi) * 0,01\chi$$

$$\Leftrightarrow 11,14 = 0,18\chi + 0,02\chi^2$$

$$\Leftrightarrow 0 = 0,02\chi^2 + 0,18\chi - 11,14$$

Διακρίνουσα

$$\Delta = \beta^2 - 4\alpha * \gamma$$

Όπου: $\alpha = 0,02$

$\beta = 0,18$

$\gamma = -11,14$

$$\Delta = 0,02^2 - 4 * 0,18 * (-11,14)$$

$$= 0,92$$

$$X_{1,2} = \frac{-\beta \pm \sqrt{\Delta}}{2\alpha} = \begin{cases} x_1 = \frac{-0,18 + \sqrt{0,74}}{2 \cdot 0,02} = 19,46 \text{ m (Δεκτή)} \\ x_2 = \frac{-0,18 - \sqrt{0,74}}{2 \cdot 0,02} = -28,58 \text{ (Απορρίπτεται)} \end{cases}$$

Άρα

$$B' = B_1 + 2x_1$$

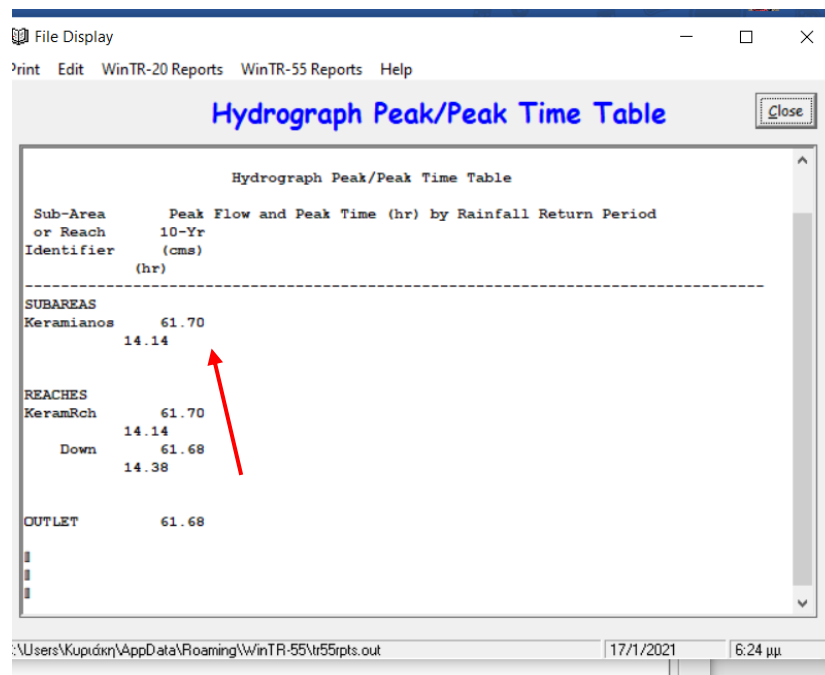
$$= 9,13 + (2 \cdot 13,95)$$

$$= 48,1 \text{ m}$$

Η έκταση της πλημμύρας για την νέα χρήση γής είναι 48,1m σε αντίθεση με την έκταση που υπολογίστηκε στην άσκηση 2 (για την σημερινή χρήση γης) 37,03 m, δηλαδή σχεδόν 11 μέτρα πιο μεγάλη. Αυτό είναι αρκετά λογικό γιατί υπάρχει μεγαλύτερη απορροή με αποτέλεσμα η έκταση της πλημμύρας να αυξάνεται.

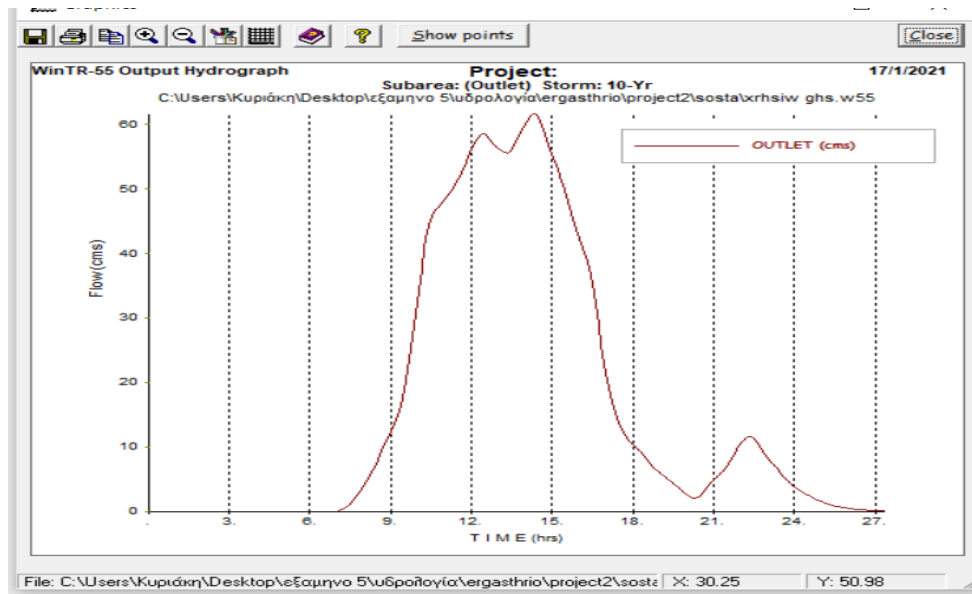
Τέλος, το πέμπτο ερώτημα πρέπει <<Να σχεδιαστούν εναλλακτικές λύσεις για να αντιμετωπιστούν οι πλημμύρες με την δημιουργία φράγματος, με στόχο η πλημμύρα της 50ετίας να έχει την ίδια παροχή αιχμής με την πλημμύρα της 10ετίας>>.

Αρχικά θα πρέπει να βρεθεί η **μέγιστη παροχή (peak)** για την σημερινή χρήση γης για τα δέκα χρόνια. Η διαδικασία είναι η ίδια όπως και για το 1 και 3 ερώτημα απλα επιλέγεται για 10 χρονια.



Η μέγιστη τιμή είναι $61,70 \frac{m^3}{s}$

για τα 10 χρόνια(από την παραπάνω εικόνα). Ακολουθεί το διάγραμμα για την απορροή στα 10 χρόνια.



Πρέπει να βρεθούν εναλλακτικές λύσεις με στόχο να σχηματιστεί το παραπάνω διάγραμμα αλλά για τα 50 χρόνια. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την δημιουργία ενός φράγματος. Οι λύσεις είναι άπειρες γιατί δεν εξαρτάται μόνο από ένα άνθρωπο για το πως θα σχεδιαστεί το φράγμα αλλά για μια ομάδα ανθρώπων που θα καταλήξουν στην πιο οικονομική και κατά την γνώμη τους πιο ευέλικτη λύση. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζονται δυο λύσεις για την αντιμετώπιση της πλημύρας όπου στην πρώτη θα σχηματιστεί ένα φράγμα για 100ha για την πίσω λίμνη και για την δεύτερη ένα φράγμα με 80ha για την πίσω λίμνη. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε και για της δυο περιπτώσεις είναι η ίδια οπότε ενδεικτικά θα αναφερθεί η διαδικασία μόνο για την πρώτη λύση και στην δεύτερη απλά τα αποτελέσματα. Σε αυτό το σημείο καλό θα ήταν να αναφερθεί ότι το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε είναι μόνο για περίπτωσης με τετράγωνα φράγματα.

Αρχικά πρέπει να σχεδιαστεί το φράγμα οπότε επιλέγεται από το πρόγραμμα το εικονίδιο structure data ,έπειτα ονομάζεται για την κάθε περίπτωση από το structure name. Μετά, προστίθενται τα δεδομένα για την πίσω λίμνη στο pond surface area→@spillway crest επιλέγεται από το spillway type→weir και τέλος στο length(m) αφού πρέπει να επιτεθεί το peak για τα 50 χρόνια να είναι το ίδιο και για τα 10 προστέθηκαν στα trial#1, trial#2, trial#3 μερικά μήκη για το φράγμα με στόχο να βρεθεί αυτό που θα δώσει για τα 50μ χρόνια περίπου το ίδιο peak με τα 10 . Ακολουθεί η εικόνα με την συμπλήρωση

Structure Data

Structure Name:

Pond Surface Area
 @ spillway crest: hectares
 (optional) meters above spillway: hectares

Discharge Description
 Spillway Type: ☐ Pipe ☒ Weir
 Length(m): Trial #1: Trial #2: Trial #3:

Buttons:

Weir Flow Rating - fragma

Stage [m]	17.76(m) Trial #1 Flow cms	17.80(m) Trial #2 Flow cms	17.70(m) Trial #3 Flow cms	Temporary Storage ha-m
0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
0.15	1.633	1.637	1.628	15.24
0.30	4.620	4.630	4.604	30.48
0.61	13.067	13.096	13.023	60.96
1.52	51.652	51.768	51.477	152.40
3.05	146.094	146.423	145.600	304.80
6.10	413.216	414.146	411.820	609.60

Ακολουθώντας από το reach data που είναι τα στοιχεία του ποταμού πρέπει να προστεθεί το φράγμα από το structure name → επιλέγεται το όνομα του φράγματος → accept.

Reach Data

Reach Name	Receiving Reach	Reach Length (m)	Manning n	Friction Slope (m/m)	Bottom Width (m)	Average Side Slopes	Structure Name
KeramRch	Outlet	7609	0.030	0.0365	5.00	2 :1	fragma

Buttons:

Reach Flow Path

Τέλος από το από το πρόγραμμα με δεξί κλικ επιλέγεται το εικονίδιο run → 50 χρόνια → run και από τα 3 μήκη επιλέγεται αυτό που είναι πιο κοντά στην παροχή για τα 10 χρόνια. (ακολουθούν οι εικόνες για τα 3 μήκη).

Μήκος 1: 17,76m

File Display

Print Edit WinTR-20 Reports WinTR-55 Reports Help

Hydrograph Peak/Peak Time Table

Hydrograph Peak/Peak Time Table (Trial #1)

Sub-Area or Reach Identifier	Peak Flow and Peak Time (hr) by Rainfall Return Period 50-Yr (cms) (hr)

SUBAREAS	
Keramianos	108.40 12.19
REACHES	
KeramRch	108.40 12.19
Down	61.68 16.30
OUTLET	61.68
Keramik Th	

Μήκος 2: 17,80m

Hydrograph Peak/Peak Time Table (Trial #2)

Sub-Area or Reach Identifier	Peak Flow and Peak Time (hr) by Rainfall Return Period 50-Yr (cms) (hr)

SUBAREAS	
Keramianos	108.40 12.19
REACHES	
KeramRch	108.40 12.19
Down	61.74 16.30
OUTLET	61.74

Μήκος 3: 17,7m

Sub-Area or Reach Identifier	Peak Flow and Peak Time (hr) 50-Yr (cms) (hr)

SUBAREAS	
Keramianos	108.40 12.19
REACHES	
KeramRch	108.40 12.19
Down	61.60 16.30
OUTLET	61.60

Αυτό που δίνει το πιο κοντινό αποτέλεσμα είναι το μήκος 1 που δίνει παροχή για τα 50 χρόνια $61,68 \frac{m^3}{s}$

Λύση δεύτερη

Structure Data

Structure Name:

Pond Surface Area

@ spillway crest: hectares

(optional) meters above spillway hectares

Discharge Description

Spillway Type: ☐ Pipe ☒ Weir

Length(m): Trial #1: Trial #2: Trial #3:

Weir Flow Rating - fragma

Μήκος 1: 12,3m

Kyriaki Th

Greece County

Hydrograph Peak/Peak Time T

Sub-Area or Reach Identifier	Peak Flow and Peak Time (hr) 50-Yr (cms) (hr)

SUBAREAS	
Keramianos	108.40 12.19
REACHES	
KeramRch	108.40 12.19
Down	61.47 16.30

Μήκος 2: 12,4m

Identifier	(cms)
	(hr)

SUBAREAS	
Keramianos	108.40 12.19
REACHES	
KeramRch	108.40 12.19
Down	61.71 16.30
OUTLET	61.71

Μήκος 3: 12,5m

SUBAREAS	
Keramianos	108.40 12.19
REACHES	
KeramRch	108.40 12.19
Down	61.95 16.30
OUTLET	61.95

Αυτό που δίνει το πιο κοντινό αποτέλεσμα είναι το μήκος 2 που δίνει παροχή για τα 50 χρόνια $61,71 \frac{m^3}{s}$

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, με βάση τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν και τις μετρήσεις που πάρθηκαν δόθηκε η δυνατότητα κατανόησης του σκοπού της άσκησης, δηλαδή πειράματος είναι να κατασκευαστεί ένα φράγμα για να αντιμετωπιστούν οι πλημμύρες για τις σημερινές και τις μελλοντικές χρήσεις γης. Στην πρώτη άσκηση με την βοήθεια του προγράμματος WinTR-55 υπολογίστηκε η μέγιστη παροχή για τα 50 χρόνια ίση με $108,4 \frac{m^3}{s}$ και δημιουργήθηκε το διάγραμμα της απορροής στα 50 χρόνια για την σημερινή χρήση γης. Σε αντίθεση με την τρίτη άσκηση όπου για την μελλοντική χρήση γης η μέγιστη παροχή ήταν $140,96 \frac{m^3}{s}$. Στην δεύτερη άσκηση και στην τεταρτη υπολογίστηκε η έκταση της πλημμύρας που είναι 37,03 μέτρα και 48,14 μέτρα που είναι πολύ λογικό γιατί όσο αυξάνεται η παροχή τόσο αυξάνεται και η έκταση της πλημμύρας. Στη συνέχεια στην πέμπτη άσκηση ζητούσε να παρουσιαστούν εναλλακτικές λύσεις για τον έλεγχο της πλημμύρας με την χρήση ενός φράγματος αλλά και η μέγιστη παροχή για τα 50 χρόνια να είναι περίπου ίση με την μέγιστη παροχή στα 10 χρόνια. Για την επίλυση του πέμπτου ερωτήματος παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχει μόνο μια λύση αλλά άπειρες (δεν υπάρχει η βέλτιστη λύση) και δόθηκαν δυο "λύσεις" για την αποφυγή της πλημμύρας. Για πρώτη λύση δόθηκε η έκταση της πίσω λίμνης ίση με 100ha (αρκετά μεγάλη) και σαν δεύτερη λύση η έκταση της πίσω λίμνης ήταν 80ha.

Βιβλιογραφία

- ✚ Παρουσίαση 7: Απορροή, κ. Νικόλαος Π. Νικολαΐδης
- ✚ Το νερό στο χώρο των ρευμάτων. Κεφάλαιο 2, κ. Φ. Π. Μάρης Αναπλ. Καθηγητής
- ✚ Manual WIN-TR55 με σημειωμένες εξισώσεις

Παράρτημα1

Δεδομένα για την σημερινη χρηση γης

Χρήσεις Γης (Cultivated Agriculture)

Cover Description	Condition	CN	Area (km ²)
Pasture, Grassland or range	Fair	A	13.366
Brush –brush, weed, grass mix	Fair	B	9.932
Olives (Woods – grass combination)	Fair	B	9.813

Time of Concentration details

Flow Type	Length	Slope	Surface Manning n
Sheet	22.0	0.2515	Smooth surface (0.011)
Shallow Concentrated	400.12	0.2515	Unpaved

Flow Type	Length	Slope	n	Area (m ²)	WP	Velocity (υπολογίζεται από το πρόγραμμα)
Channel	10609.64	0.0365	0.03	2.5	6	5.635

Reach Data

Reach Name	Receiving Rch	Reach Length (m)	Manning n	Friction slope	Bottom Width (m)	Side slopes
KeramRch	Outlet	7609	0.03	0.0365	5	2:1

Storm Data

Rainfall Distribution Type	Receiving Rch
Historical Storm	Outlet

Rainfall Return Period (yr)	24-Hr Rainfall Amount (mm)
2	99.51
5	136.5
10	164.29
25	201.17
50	227.6
100	253.4
1	71.616

Custom Rainfall Distribution

Choose -> Historical Storm

Enter numbers:

0.00000	0.01351	0.04054	0.05743	0.08784
0.11824	0.19595	0.27027	0.34122	0.41216
0.54730	0.63514	0.72635	0.79392	0.87500
0.92568	0.95946	0.95946	0.96622	0.96959
0.96959	0.97973	0.99662	0.99950	1.00000

Παράρτημα2

Δεδομένα για την μελλοντική χρήση γης

Χρήσεις Γης (Cultivated Agriculture)

Cover Description	Condition	CN	Area (km ²)
Pasture, Grassland or range	Fair	A	3.366
Brush –brush, weed, grass mix	Fair	B	9.932
Olives (Woods – grass combination)	Fair	B	9.813
¼ Age	38	D	10.000