



Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνική Σχολή
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

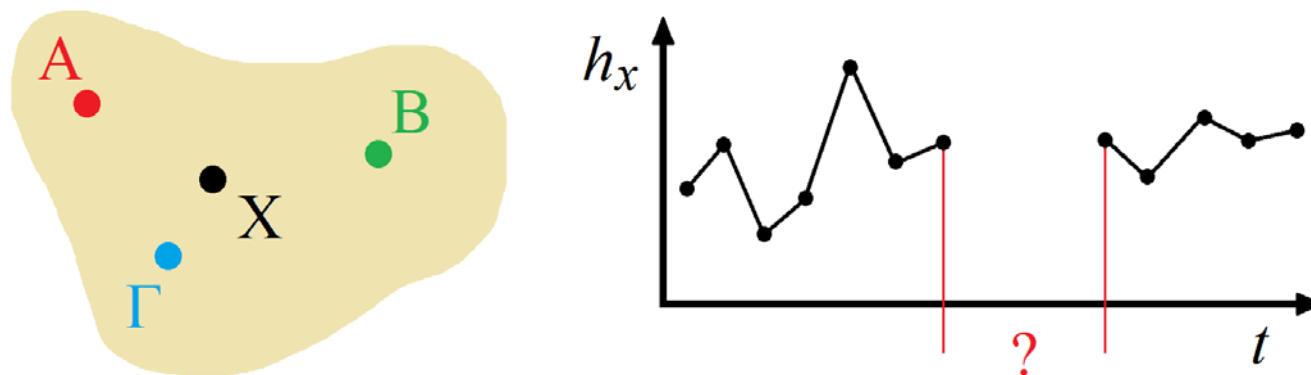
Σημειώσεις μαθήματος **ENE2310: Τεχνική Υδρολογία**

Διάλεξη 3
11/03/2022

Βασιλική Συγγούνα
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πανεπιστήμιο Πατρών

Εκτίμηση Ελλιπών Παρατηρήσεων

Αν ένας σταθμός X έχει έλλειψη παρατηρήσεων του ετήσιου ύψους βροχής, τότε μπορούμε να καλύψουμε αυτή την έλλειψη από μετρήσεις γειτονικών σταθμών.



κανονικό ύψος βροχής = Μέσος Όρος 30 ετών

Αν το κανονικό ύψος βροχής των σταθμών A, B, Γ διαφέρει λιγότερο από 10% από το κανονικό ύψος βροχής του σταθμού X, δηλαδή:

Αν ισχύει ότι: $0,9 \cdot (h_X)_K \leq (h_{A,B,\Gamma})_K \leq 1,1 \cdot (h_X)_K \longrightarrow h_X = \frac{1}{3}(h_A + h_B + h_\Gamma)$

Διαφορετικά: $\longrightarrow h_X = \frac{1}{3} \left[\frac{(h_X)_K}{(h_A)_K} h_A + \frac{(h_X)_K}{(h_B)_K} h_B + \frac{(h_X)_K}{(h_\Gamma)_K} h_\Gamma \right]$

Ομογένεια Παρατηρήσεων

Υδρολογική Ομογένεια: Όλες οι μετρήσεις που έχουμε, όλων των σταθμών για το ίδιο χρονικό διάστημα, έχουν γίνει κάτω από τις ίδιες συνθήκες.

Ο έλεγχος υδρολογικής ομογένειας είναι πολύ σημαντικός.

Πότε μπορεί να αλλάξουν οι συνθήκες;

- Αντικατάσταση οργάνου
- Μετακίνηση οργάνου
- Αλλαγή χρήσης γης

Πριν χρησιμοποιήσουμε οποιαδήποτε χρονοσειρά (κυρίως βροχόπτωσης) πρέπει να ελέγξουμε την ομογένεια των υδρολογικών παρατηρήσεων που αποτελούν τη χρονοσειρά.

Για να καταστούν ομογενείς οι παρατηρήσεις ενός σταθμού χρησιμοποιείται η μέθοδος της **Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης**.

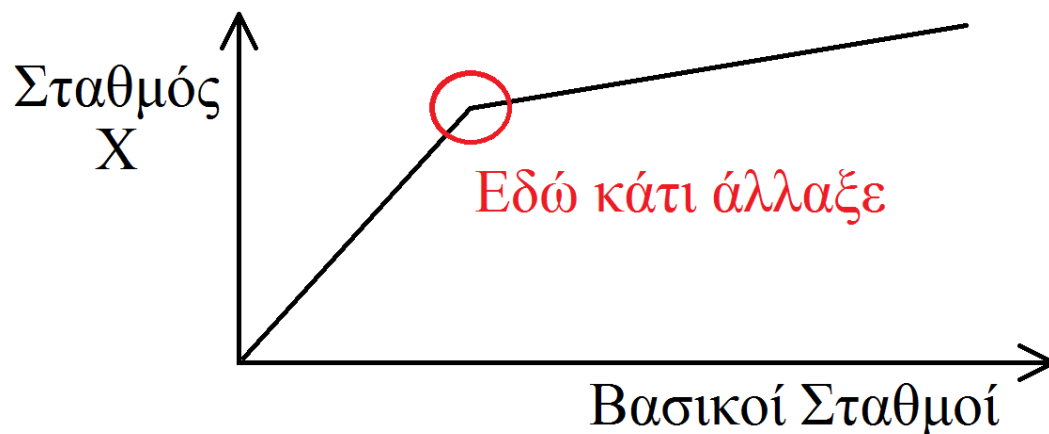
Ομογένεια Παρατηρήσεων Μέθοδος Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης

Στη μέθοδο αυτή, τα ύψη βροχής του Σταθμού που ελέγχουμε συγκρίνονται με τα αντίστοιχα ύψη γειτονικών Σταθμών (**Βασικοί Σταθμοί**).

Χρειαζόμαστε τουλάχιστον 10 γειτονικούς σταθμούς με αξιόπιστα και ομογενή στοιχεία μετρήσεων.

Πώς ελέγχουμε την ομογένεια των παρατηρήσεων σε ένα **Σταθμό X**;

- Βρίσκουμε τα αθροιστικά ύψη βροχής (εποχιακά ή ετήσια) για το Σταθμό X και τους Βασικούς Σταθμούς και κατασκευάζουμε το διάγραμμα.



- Αν η καμπύλη είναι ευθεία, τότε ο Σταθμός X είναι ομογενής.
- Αν η καμπύλη αλλάζει κλίση, τότε ο Σταθμός X δεν είναι ομογενής.

Ομογένεια Παρατηρήσεων Μέθοδος Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης

Με την παρούσα μέθοδο μπορεί να γίνει έλεγχος ομογένειας σε ετήσιες ή και εποχιακές παρατηρήσεις. Όχι για ημερήσιες.

Αν οι παρατηρήσεις είναι ανομοιογενείς, τότε δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη ενός έργου.

Πρέπει να προσαρμόσουμε τις παλιές μετρήσεις στις καινούριες για να πάρουμε μία χρονοσειρά που θα ισχύει στο μέλλον.

Προβλήματα της μεθόδου:

1. Δεν είναι πάντα σαφής η αλλαγή κλίσης
2. Μπορεί να παρατηρήσουμε περισσότερες από μία αλλαγές κλίσης.

Αντιμετώπιση προβλημάτων:

1. Προσαρμόζουμε ευθείες στα σημεία με μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων και μετά ελέγχουμε την ομογένεια.
2. Τμηματική προσαρμογή των αλλαγών κλίσης.

Ομογένεια Παρατηρήσεων Μέθοδος Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης

Παράδειγμα: Να εξεταστεί η ομογένεια ενός Σταθμού Χ με βάση τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα.

Έτος	h_x	h_B
2000	760	870
2001	690	790
2002	1030	960
2003	840	790
2004	940	850

όπου h_x είναι οι ετήσιες τιμές βροχόπτωσης για το Σταθμό Χ και h_B είναι ο μέσος όρος των ετήσιων τιμών βροχόπτωσης για 10 γειτονικούς σταθμούς.

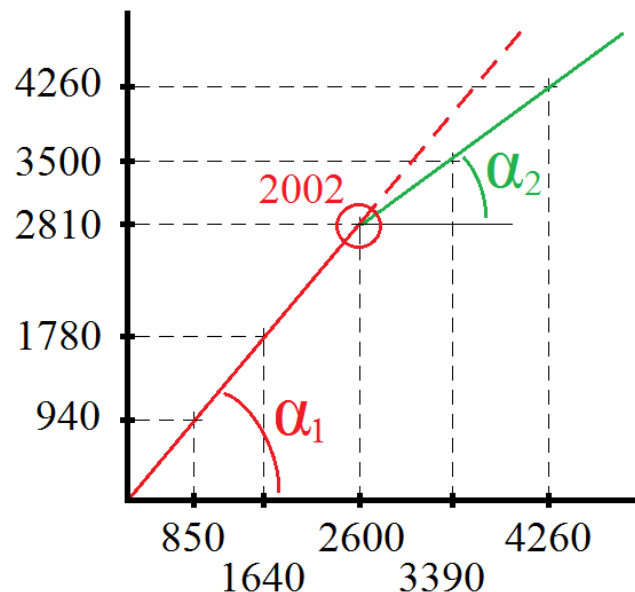
Ομογένεια Παρατηρήσεων Μέθοδος Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης

Επίλυση

Αρχικά θέτουμε τις τιμές του πίνακα από το πιο πρόσφατο προς το πιο παλιό και υπολογίζουμε τα αθροιστικά ύψη βροχής Σh_x και Σh_B .

Έπειτα με βάση τα μεγέθη αυτά, κατασκευάζουμε το διάγραμμα.

Έτος	h_x	Σh_x	h_B	Σh_B
2004	940	940	850	850
2003	840	1780	790	1640
2002	1030	2810	960	2600
2001	690	3500	790	3390
2000	760	4260	870	4260



Παρατηρούμε μία αλλαγή το έτος 2002. Διορθώνουμε τα προηγούμενα έτη.

Ομογένεια Παρατηρήσεων Μέθοδος Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης

Επίλυση

Για να διορθώσουμε τα έτη 2000, 2001 θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση:

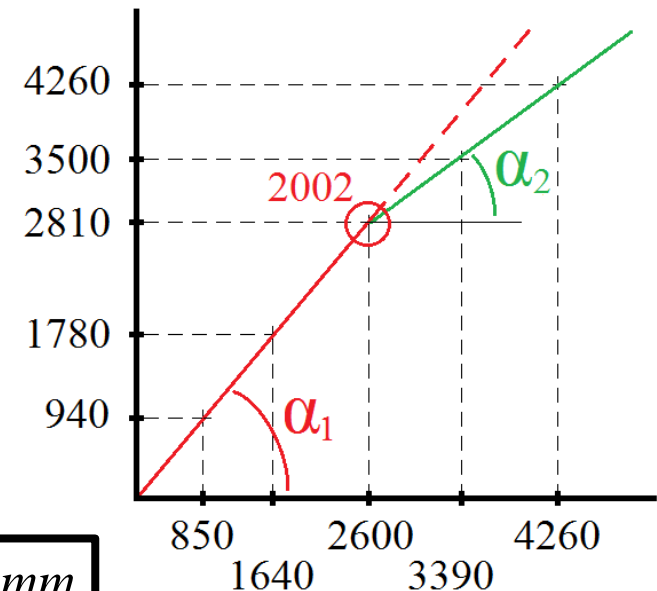
$$(h_x)_{\text{διορθ.}} = h_x \frac{\tan a_1}{\tan a_2}$$

$$\text{όπου : } \tan a_1 = \frac{2810}{2600} = 1,08$$

$$\tan a_2 = \frac{4260 - 2810}{4260 - 2600} = \frac{1450}{1660} = 0,8735$$

$$\text{Άρα: } (h_x)_{\text{διορθ.}}^{2001} = (h_x)^{2001} \frac{\tan a_1}{\tan a_2} = 690 \frac{1,08}{0,8735} = \boxed{853 \text{ mm}}$$

$$(h_x)_{\text{διορθ.}}^{2000} = (h_x)^{2000} \frac{\tan a_1}{\tan a_2} = 760 \frac{1,08}{0,8735} = \boxed{940 \text{ mm}}$$



Τεχνική Υδρολογία

Ομογένεια Παρατηρήσεων

Μέθοδος Διπλής Αθροιστικής Καμπύλης

Παράδειγμα:

Στον διπλανό Πίνακα καταγράφονται η ετήσια βροχόπτωση ενός σταθμού "Υ" και η μέση βροχόπτωση 10 γειτονικών σταθμών για τριάντα έτη.

I) Να ελεγχθεί η ομοιογένεια των μετρήσεων του σταθμού "Υ"

II) Σε ποιο έτος επήλθε η αλλαγή;

III) Να υπολογιστεί η μέση ετήσια βροχόπτωση στο σταθμό "Υ" για την περίοδο των 30 ετών χωρίς την ομοιογενοποίηση και με την ομοιογενοποίηση των δεδομένων.

Έτος	Σταθμός Υ (hi) σε cm	Μέση τιμή 10 σταθμών σε cm
1990	53	33
1991	29	25
1992	47	40
1993	31	30
1994	29	27
1995	40	34
1996	33	30
1997	42	30
1998	43	30
1999	40	32
2000	64	44
2001	47	30
2002	40	28
2003	24	26
2004	30	29
2005	40	38
2006	40	32
2007	33	27
2008	33	37
2009	36	37
2010	43	39
2011	29	30
2012	34	33
2013	26	32
2014	41	38
2015	38	37
2016	33	39
2017	32	30
2018	31	29
2019	38	39

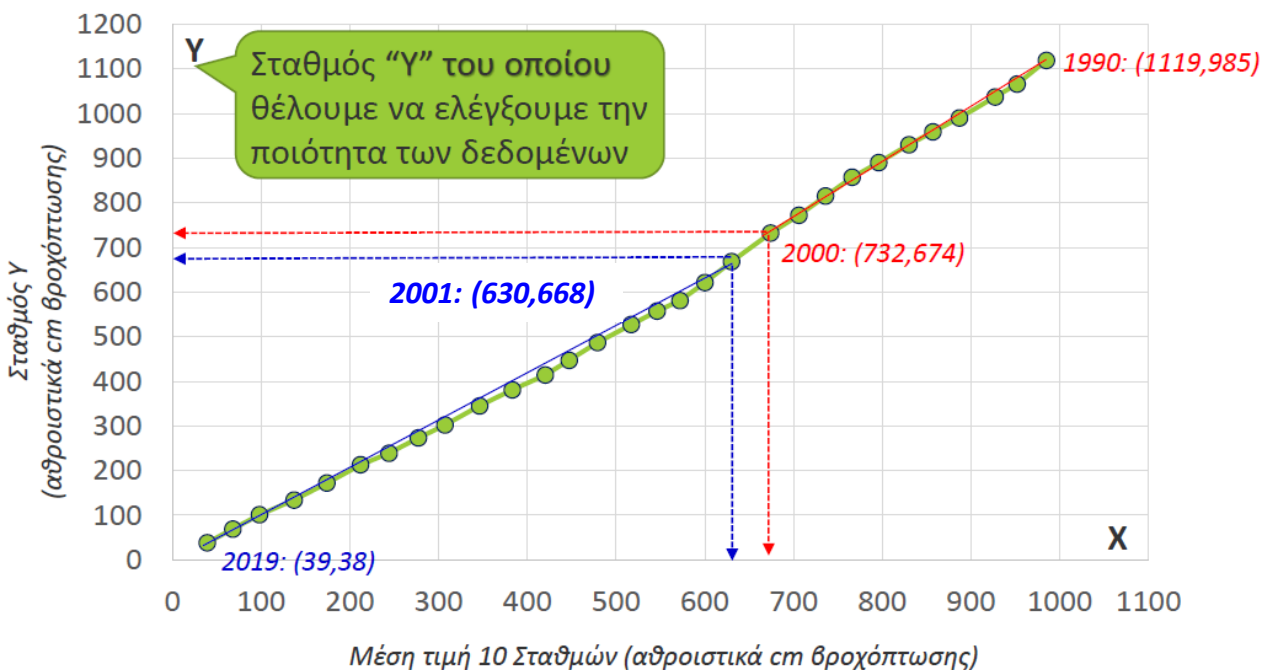
Επίλυση

Γίνεται η παραδοχή ότι οι πιο πρόσφατα καταγεγραμμένες τιμές είναι ορθότερες από τις παλαιότερες τιμές, οι οποίες και θα διορθωθούν εάν και εφόσον παρουσιάζουν σφάλμα.

Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι αθροιστικές τιμές των δύο σταθμών (πραγματικού και εικονικού) και χαράσσεται η διπλή αθροιστική καμπύλη

Έτος	Σταθμός Υ (hi) σε cm	Μέση τιμή 10 σταθμών σε cm
2019	38	39
2018	31	29
2017	32	30
2016	33	39
2015	38	37
2014	41	38
2013	26	32
2012	34	33
2011	29	30
2010	43	39
2009	36	37
2008	33	37
2007	33	27
2006	40	32
2005	40	38
2004	30	29
2003	24	26
2002	40	28
2001	47	30
2000	64	44
1999	40	32
1998	43	30
1997	42	30
1996	33	30
1995	40	34
1994	29	27
1993	31	30
1992	47	40
1991	29	25
1990	53	33

Επίλυση



$$\tan \alpha_1 = \frac{668 - 38}{630 - 39} = 1.06599$$

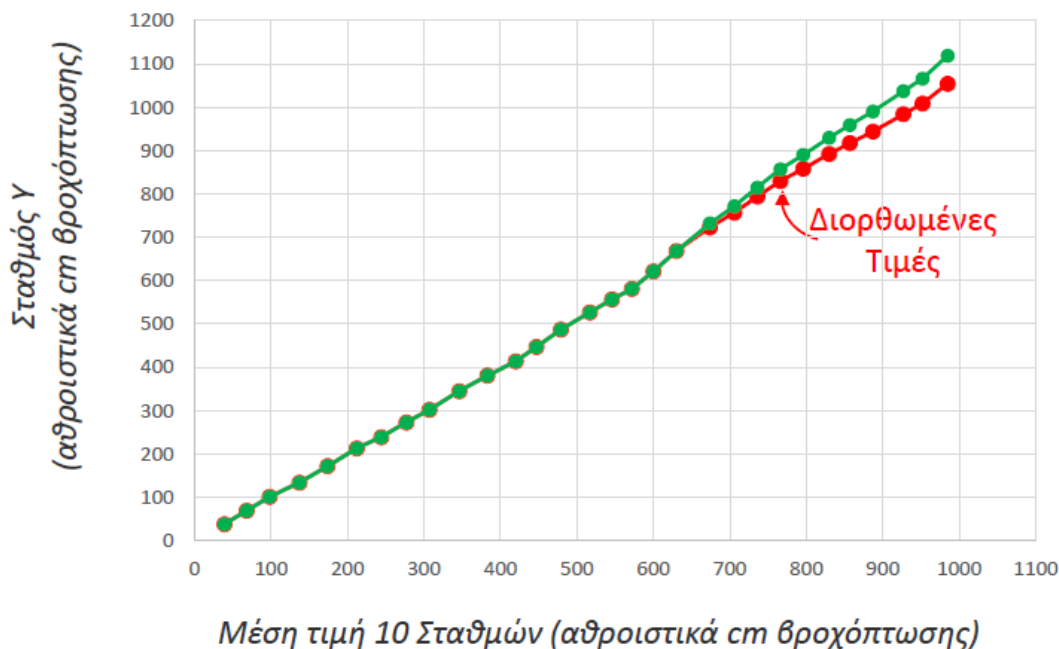
$$\tan \alpha_2 = \frac{1119 - 732}{985 - 674} = 1.24437$$

$$\mu = \frac{\tan \alpha_1}{\tan \alpha_2} = 0.85665$$

Έτος	Σταθμός Υ Αθροιστικές τιμές σε cm	Μέση τιμή 10 σταθμών Αθροιστικές τιμές σε cm
2019	38	39
2018	69	68
2017	101	98
2016	134	137
2015	172	174
2014	213	212
2013	239	244
2012	273	277
2011	302	307
2010	345	346
2009	381	383
2008	414	420
2007	447	447
2006	487	479
2005	527	517
2004	557	546
2003	581	572
2002	621	600
2001	668	630
2000	732	674
1999	772	706
1998	815	736
1997	857	766
1996	890	796
1995	930	830
1994	959	857
1993	990	887
1992	1037	927
1991	1066	952
1990	1119	985

Επίλυση

Η τιμή του συντελεστή "μ" είναι αυτή με την οποία θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν οι τιμές των ετήσιων βροχοπτώσεων του σταθμού Υ για το χρονικό διάστημα 1990-2000.



Έτος	Σταθμός Υ (hi) σε cm (Διορθωμένες Τιμές)	Σταθμός Υ Αθροιστικές τιμές σε cm (Διορθωμένες Τιμές)	Μέση τιμή 10 σταθμών Αθροιστικές τιμές σε cm
2019	38	38	39
2018	31	69	68
2017	32	101	98
2016	33	134	137
2015	38	172	174
2014	41	213	212
2013	26	239	244
2012	34	273	277
2011	29	302	307
2010	43	345	346
2009	36	381	383
2008	33	414	420
2007	33	447	447
2006	40	487	479
2005	40	527	517
2004	30	557	546
2003	24	581	572
2002	40	621	600
2001	47	668	630
2000	54.83	722.825483	674
1999	34.27	757.0914099	706
1998	36.84	793.9272813	736
1997	35.98	829.9065045	766
1996	28.27	858.1758942	796
1995	34.27	892.4418211	830
1994	24.84	917.2846181	857
1993	26.56	943.8407114	887
1992	40.26	984.1031755	927
1991	24.84	1008.945973	952
1990	45.4	1054.348326	985

Τεχνική Υδρολογία

Βιβλιογραφία

- Τεχνική Υδρολογία, Σακκάς Ι.Γ., Τόμος 1, Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων, Εκδόσεις Αϊβάζης, 2007.
- Τεχνική Υδρολογία, Μιμίκου Μ.Α., Μπαλτάς Ε.Α. 6^η έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2018.
- Υδατικοί Πόροι II: Εφαρμογές Τεχνικής Υδρολογίας, Τσακίρης Γ., Βαγγέλης Χ. Εκδόσεις Συμμετρία, 2009.