



Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Ενότητα: Εκτίμηση Υδατικού Δυναμικού

Δρ. Λάμπρος Βασιλειάδης

Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Πεδίον Άρεως, 38334 Βόλος
E-mail: lvassil@civ.uth.gr

1



2



ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

Μέθοδος Soil Conservation Service (SCS)

Κύριες παραδοχές

1. Στην αρχή του επεισοδίου βροχής το σύνολο της βροχόπτωσης μετατρέπεται σε έλλειμμα. Αυτό συμβαίνει μέχρι το χρόνο t_0 και για συνολικό ύψος ελλειμμάτων h_0 .
2. Το συνολικό έλλειμμα που μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μια βροχόπτωση συνολικού ύψους h δεν μπορεί να ξεπεράσει μια μέγιστη τιμή $S+h_0$. Η τιμή S λέγεται δυνητικά μέγιστη κατακράτηση.
3. Σε κάθε χρονική τιμή (μετά την t_0) ο λόγος του ενεργού ύψους βροχής h_e προς το δυνητικό ενεργό ύψος $(h-h_0)$ είναι ίσος με το λόγο των απωλειών μείον το αρχικό έλλειμμα (h_a-h_0) προς τη δυνητικά μέγιστη κατακράτηση S . Δηλαδή:

$$h_e/(h-h_0) = (h_a-h_0)/S \quad (1)$$

Θέτοντας $h_a = h - h_e$ προκύπτουν οι σχέσεις:

$$h_e = 0 \quad \text{αν} \quad h \leq h_0 \quad \text{και} \quad h_e = \frac{(h-h_0)^2}{h-h_0+S} \quad \text{αν} \quad h > h_0$$

Οι προηγούμενες σχέσεις απλοποιούνται με την (εύλογη) παραδοχή ότι $h_0=0.2*S$

$$h_e = 0 \quad \text{αν} \quad h \leq 0.2*S \quad \text{και} \quad h_e = \frac{(h-0.2*S)^2}{h+0.8*S} \quad \text{αν} \quad h > 0.2*S$$

Στην περίπτωση που έχει εκτιμηθεί το h_e τότε το S υπολογίζεται από τη σχέση:

$$S = 5*h + 10*h_e - 10*\sqrt{h_e*(h_e + 1.25*h)}$$



Ενότητα 2: Υδατικό Δυναμικό

5

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

Μέθοδος SCS- Εμπειρική εκτίμηση παραμέτρου S

$$S(mm) = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Η παράμετρος CN παίρνει τιμές από 0-100 και εξαρτάται από:

- διαπερατότητα εδάφους
- χρήσεις γης
- προηγούμενες συνθήκες εδαφικής υγρασίας

Τύποι εδαφών

- A:** Μεγάλοι ρυθμοί διήθησης (π.χ. αμμώδη και χαλικώδη)
B: Μέσοι ρυθμοί διήθησης (π.χ. αμμώδης πηλός)
C: Μικροί ρυθμοί διήθησης (π.χ. αργιλοπηλός)
D: Πολύ μικροί ρυθμοί διήθησης (π.χ. πλαστικές άργιλοι)

Τύποι προηγούμενων συνθηκών εδαφικής

υγρασίας (με βάση τη βροχή των τελευταίων 5 ημερών)

- I:** Ξηρές συνθήκες (βροχή < 13 mm ή <35 mm για περιοχή με φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης)
II: Μέσες συνθήκες (βροχή μεταξύ 13 και 38 mm ή μεταξύ 35 και 53 mm για περιοχή με φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης)
III: Υγρές συνθήκες (βροχή > 38 mm ή >53 mm για περιοχή με φυτοκάλυψη σε συνθήκες ανάπτυξης)

Παραδείγματα τιμής CN για διάφορες χρήσεις γης και συνθήκες υγρασίας τύπου II

Χρήση γης

Τύπος εδάφους

	A	B	C	D
Λιβάδια	30-68	58-79	71-86	78-89
Δάση	25-45	55-66	70-77	77-83
Οικιστικές περιοχές	51-77	68-85	79-90	84-92
Δρόμοι	72-98	82-98	87-98	89-98

$$CN_I = \frac{0.42 * CN_{II}}{1 - 0.0058 * CN_{II}}$$

$$CN_{III} = \frac{2.3 * CN_{II}}{1 + 0.013 * CN_{II}}$$



Ενότητα 2: Υδατικό Δυναμικό

6

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

Μέθοδος SCS- Εμπειρική εκτίμηση παραμέτρου S

Εδαφικός Τύπος	Κλάση Μηχανικής Σύστασης
A	Αμμώδη (S)- Πηλοαμμώδη (LS)- Αμμοπηλώδη (SL) -Ιλυώδη (Si)
B	Ιλοσηλώδη(SiL)- Πηλώδη (L)
C	Αμμοαργιλοπηλώδη (SCL) -Αμμοαργιλώδη (SC)
D	Αργιλοσηλώδη (CL)- Ιλοαργιλοσηλώδη (SiCL) - Ιλοαργιλώδη (SiC)-Αργιλώδη (C)

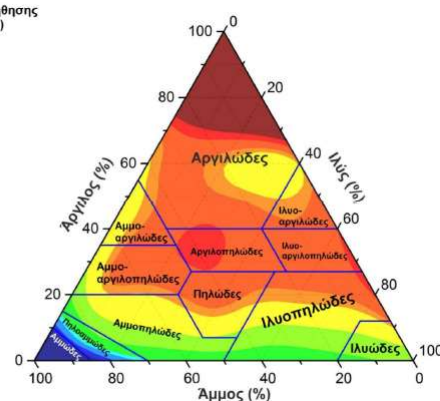
Συσχέτιση Εδαφικού Τύπου και Κλάσης Μηχανικής Σύστασης

Συσχέτιση μηχανικής σύστασης και ταχύτητας διήθησης

Ταχύτητα Διήθησης (cm/h)

0,025

12,5



Ενότητα 2: Υδατικό Δυναμικό

7

7

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΣΣΕΥΜΑΤΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCS

Σύμπλοκο εδάφους - φυτοκάλυψης

Πίνακας 2: Αριθμός καμπύλης απορροής CN (SCS, 1972)

(Κατηγορία αρχικής κατάστασης υγρασίας II, και αρχικές απώλειες 0.20 S)

Χρήση	Κατάσταση Φυτοκάλυψης	Υδρολογικές Συνθήκες	Υδρολογική κατηγορία εδάφους			
			A	B	C	D
Χέρσος	Γραμμική	–	77	86	91	94
	Γραμμική	Δυσμενής	72	81	88	91
	Γραμμική	Καλή	67	78	85	89
	Κατά ισούφεις	Δυσμενής	70	79	84	88
	Κατά ισούφεις	Καλή	65	75	82	86
	Κατά ισούφεις και αναβαθμίδωση	Δυσμενής	66	74	80	82
Σιτηρά	Κατά ισούφεις και αναβαθμίδωση	Καλή	62	71	78	81
	Γραμμική	Δυσμενής	65	76	84	88
	Γραμμική	Καλή	63	75	83	87
	Κατά ισούφεις	Δυσμενής	63	74	82	85
	Κατά ισούφεις	Καλή	61	73	81	84
	Κατά ισούφεις και αναβαθμίδωση	Δυσμενής	61	72	79	82
Πυκνή φύτευση χορτολεβιδι-κές εκτάσεις	Κατά ισούφεις και αναβαθμίδωση	Καλή	59	70	78	81
	Γραμμική	Δυσμενής	66	77	85	89
	Γραμμική	Καλή	58	72	81	85
	Κατά ισούφεις	Δυσμενής	64	75	83	85
	Κατά ισούφεις	Καλή	55	69	78	83
	Κατά ισούφεις και αναβαθμίδωση	Δυσμενής	63	73	80	83
Λειβάδια	Κατά ισούφεις και αναβαθμίδωση	Καλή	51	67	76	80
	Δυσμενής	68	79	86	89	
	Μέτρια	49	69	79	84	
	Καλή	39	61	74	80	
	Κατά ισούφεις	Δυσμενής	47	67	81	88
	Κατά ισούφεις	Μέτρια	25	59	75	83
Δάση	Κατά ισούφεις	Καλή	6	35	70	79
	Καλή	30	58	71	78	
	Δυσμενής	45	66	77	83	
	Μέτρια	36	60	73	79	
Φόρμες Δρόμοι	Καλή	25	55	70	77	
	–	59	74	82	86	
	–	72	82	87	89	
	–	74	84	90	92	



Ενότητα 2: Υδατικό Δυναμικό

8

8

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΣΣΕΥΜΑΤΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCS		Χρήση Γης		Υδρολογικός τύπος εδάφους			
				A	B	C	D
Σύμπλοκο εδάφους - φυτοκάλυψης		Καλλιεργημένες εκτάσεις		72	81	88	91
		• Χωρίς έργο συντήρησης • Με έργο συντήρησης		62	71	78	81
		Ορεινοί βοσκότοποι		68	79	86	89
		• Κακή κατάσταση • Καλή κατάσταση		39	61	74	80
		Λιβαδικές εκτάσεις		30	58	71	78
		• Καλή κατάσταση					
		Δασικές εκτάσεις		45	66	77	83
		• Αραιή συστάδα • Πυκνή συστάδα		25	55	70	77
		Ελεύθερες εκτάσεις, γήπεδα γκολφ, πάρκα		39	61	74	80
		• Καλή κατάσταση, κάλυψη με γρασίδι στο 75% της έκτασης • Μέτρια κατάσταση, κάλυψη με γρασίδι στο 50% της περιοχής		49	69	79	84
		Εμπορικές περιοχές (85% αδιαπέρατες)		89	92	94	95
		Βιομηχανικές περιοχές (72% αδιαπέρατες)		81	88	91	93
		Οικιστικές περιοχές					
		Μέσο μέγεθος οικοπέδου	Ποσοστό αδιαπέρατης επιφάνειας				
		< 500	65	77	85	90	92
		1000	40	61	75	83	87
		1500	30	57	72	81	86
		2000	25	54	70	80	85
		4000	20	51	68	79	84
		Χώροι πάρκινγκ, στέγες, κ.λ.π.		98	98	98	98
		Δρόμοι					
		• με οδόστρωμα και αγωγούς ομβρίων • καλικοστρωτοι • χωματόδρομοι		98	98	98	98
				76	85	89	91
				72	82	87	89
		Δασικές συνθήκες		77	86	91	94
		• Γυμνό έδαφος • Κήποι ή θάμνοι • Μεγάλη κάλυψη με πράσινο (> 75% της διαπερατής περιοχής) • Μέτρια κάλυψη πρασίνου (50-75% της διαπερατής περιοχής) • Μικρή κάλυψη πρασίνου (< 50% της διαπερατής περιοχής) • Άλσπ		72	81	88	91
				39	61	74	80
				49	69	79	84
				68	79	86	89
				36	60	73	79



Ενότητα 2: Υδατικό Δυναμικό

9

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΣΣΕΥΜΑΤΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCS		Αριθμός καμπύλης		Αντίστοιχος αριθμός καμπύλης απορροής για		Τιμές του S για τιμές CN της στήλης (1) (mm)		Ελάχιστη τιμή του h, για έναρξη απορροής (mm)	
		Κατηγορία II		Κατηγορία I		Κατηγορία III			
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Σύμπλοκο εδάφους - φυτοκάλυψης		100	100	100	0.0	0.0			
		95	87	99	13.4	2.7			
		90	78	98	28.2	5.6			
		85	70	97	44.8	9.0			
		80	63	94	63.5	12.7			
		75	57	91	84.7	16.9			
		70	51	87	108.9	21.8			
		65	45	83	136.8	27.4			
		60	40	79	169.3	33.9			
		55	35	75	207.8	41.6			
		50	31	70	254.0	50.8			
		45	27	65	310.4	62.1			
		40	23	60	381.0	76.2			
		35	19	55	471.7	94.3			
		30	15	50	592.7	118.5			
		25	12	45	762.0	152.4			
		20	9	39	1016.0	203.2			
		15	7	33	1439.0	287.9			
		10	4	26	2286.0	457.2			
		5	2	17	4826.0	965.2			
		0	0	0					



Ενότητα 2: Υδατικό Δυναμικό

10

Βιβλιογραφία

- Κουτσογιάννης, Δ., και Θ. Ξανθόπουλος. «Τεχνική Υδρολογία», Έκδοση 3, 418 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999.
- Μιμίκου, Μ.Α. και Ε.Α. Μπαλτάς. «Τεχνική Υδρολογία», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 5^η Έκδοση, 2012.
- Παπαμιχαήλ, Δ.Μ. «Τεχνική Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων», Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούδη, 2001.
- Τσακίρης, Γ. «Υδατικοί Πόροι Ι. Τεχνική Υδρολογία», Εκδόσεις Συμμετρία, 1995.

