



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Γεωργικές και Θερμοκηπιακές κατασκευές (Εργαστήριο)

Ενότητα 1 : Μονάδες Μέτρησης I  
Δρ. Μενέλαος Θεοχάρης



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

# 1. ΟΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

## 1.1. Γενικά

Τα μεγέθη είναι ποσότητες που αντιστοιχούν σε φυσικά φαινόμενα, διακρίνονται σε μονόμετρα (για να οριστούν χρειάζονται μόνο ένα αριθμό και μια μονάδα μέτρησης) και διανυσματικά (απαιτούν διεύθυνση, φορά και σημείο εφαρμογής). Για παράδειγμα μονόμετρα είναι το μήκος, η απόσταση, η μάζα ενώ τα διανυσματικά είναι η ταχύτητα και η επιτάχυνση.

Επιπρόσθετα τα μεγέθη μπορούν να χωριστούν σε συνεχή και διακριτά. Για παράδειγμα η θερμοκρασία είναι συνεχές μέγεθος, ενώ οι σφυγμοί ανά λεπτό ενός ανθρώπου είναι διακριτό μέγεθος.

Η τιμή ενός μεγέθους εκφράζεται συνήθως ως το γινόμενο ενός αριθμού και μίας μονάδος. Η μονάδα μέτρησης είναι απλά μια συγκεκριμένη ποσότητα του μεγέθους η οποία χρησιμοποιείται ως τιμή αναφοράς και ο αριθμός είναι το πηλίκο της μετρούμενης ποσότητας με την μονάδα μέτρησης.

Σχεδόν όλες οι χώρες στον κόσμο έχουν κανονισμούς σχετικά με την υιοθέτηση και την χρήση των μονάδων μέτρησης. Εξαιτίας της σημασίας και της ανάγκης ύπαρξης μίας ομάδας από καλά καθορισμένες και εύχρηστες μονάδες, παγκοσμίως αποδεκτές, για όλες τις πολυδιάστατες και πολύπλοκες εφαρμογές στη σημερινή μας κοινωνία, οι μονάδες μέτρησης να επιλέγονται έτσι ώστε να είναι άμεσα διαθέσιμες σε όλους, να είναι σταθερές στο χώρο και στο χρόνο, και να είναι δυνατόν να υλοποιούνται με υψηλή ακρίβεια.

## 1.2. Τα συστήματα μονάδων μέτρησης των φυσικών μεγεθών

Για να ορισθεί ένα μέγεθος εκτός από ένα αριθμό απαιτείται και μία μονάδα μέτρησης γιατί χωρίς αυτήν θα επικρατούσε μία σύγχυση.

Από πολύ παλιά οι άνθρωποι δημιούργησαν συστήματα μονάδων μέτρησης. Υπάρχει το Βαβυλωνιακό σύστημα, το Αιγυπτιακό σύστημα, το Ελληνικό, το Ρωμαϊκό, το Κινέζικο, το Βρετανικό και δεκάδες άλλα συστήματα.

Τα κυριότερα συστήματα μονάδων τα οποία εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τα εξής :

- α. Το διεθνές σύστημα, SI.
- β. Το C.G.S.
- γ. Το τεχνικό σύστημα.
- δ. Το απόλυτο Αγγλικό σύστημα ( FPS )
- ε. Το Αγγλικό πρακτικό σύστημα.
- στ. Το Αμερικάνικο πρακτικό σύστημα

ζ. Εκτός από τα παραπάνω συστήματα υπάρχουν και κάποιες ανεξάρτητες μονάδες, όπως η ατμόσφαιρα (atm) για την πίεση, ή η θερμίδα (cal) για την θερμότητα.

## 1.3. Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI)

Στην 11η Γενική Διάσκεψη Μέτρων και Σταθμών (1960) υιοθετήθηκε το όνομα Systeme

**International d'Unites** (Διεθνές Σύστημα Μονάδων, με διεθνή συντομογραφία *SI*) ως το συνιστώμενο σύστημα μονάδων μέτρησης, και καθόρισε μεταξύ άλλων τις βασικές μονάδες του, τους ορισμούς των παραγώγων μονάδων και τους κανόνες για τη χρήση των προθεμάτων των μονάδων.

Οι **βασικές μονάδες** είναι μια ομάδα από επτά σαφώς καθορισμένες μονάδες που κατά συνθήκη, θεωρούνται ως διαστασιακά ανεξάρτητες οι οποίες δίνονται στον πίνακα 1.

**Παραγόμενες μονάδες** είναι αυτές που σχηματίζονται από συνδυασμό των βασικών μονάδων, σύμφωνα με τις αλγεβρικές σχέσεις που συνδέουν τις αντίστοιχες ποσότητες. Τα ονόματα και τα σύμβολα από τις μονάδες που έχουν σχηματιστεί μπορούν να αντικατασταθούν από ειδικά ονόματα και σύμβολα τα οποία μπορούν με τη σειρά τους να χρησιμοποιηθούν για να σχηματίσουν εκφράσεις και σύμβολα άλλων παραγόμενων μονάδων. Στους πίνακες 2 έως 7 δίνονται οι παραγόμενες μονάδες του μονάδες *SI* και στον πίνακα 8 δίνονται οι αποδεκτές μονάδες εκτός *SI*.

Το *SI* δεν είναι ένα στατικό σύστημα, αλλά εξελίσσεται ώστε να ανταποκρίνεται στις εκάστοτε παγκόσμιες μετρητικές απαιτήσεις και ανάγκες.

Τα Διεθνή πρότυπα των επτά βασικών μονάδων του *SI*, που κατέχουν τη μεγαλύτερη αποδεκτή ακρίβεια, υλοποιούνται είτε μέσω πειραματικών διατάξεων είτε μέσω υλικών σταθμών. Τηρούνται στους εργαστηριακούς χώρους του Διεθνούς Γραφείου Μέτρων και Σταθμών (*Bureau International des Poids et Mesures*) στο Παρίσι και συστήθηκε για την υποστήριξη και λειτουργία της **Σύμβασης του Μέτρου**.

**Πίνακας 1.** Οι Βασικές μονάδες του *SI*

Α/Α	Βασικό μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	
		Όνομα	Σύμβολο
1	Μήκος (length)	Μέτρο (meter)	m
2	Μάζα (mass)	Χιλιόγραμμα (kilogram)	kg
3	Χρόνος (time)	Δευτερόλεπτο (second)	s
4	Ηλεκτρικό ρεύμα (electric current)	Αμπέρ (ampere)	A
5	Θερμοδυναμική θερμοκρασία (thermodynamic temperature)	Βαθμός Kelvin (kelvin)	K
6	Ποσότητα ύλης (amount of substance)	Γραμμομόριο (mole)	mol
7	Φωτεινή ένταση (luminous intensity)	Κηρίον (candela)	cd

### 1.3.1. Ορισμοί των βασικών μονάδων του *SI*

Το **Μέτρο** είναι η απόσταση την οποία διανύει το φως στο κενό σε χρονικό διάστημα ίσο με 1/299.792.458 δευτερόλεπτα.

Το **Χιλιόγραμμα** είναι η μάζα του πρότυπου χιλιόγραμμου, ενός κυλίνδρου από ιριδιούχο λευκόχρυσο που φυλάσσεται στο Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών των Σεβρών στη Γαλλία.

Το **Δευτερόλεπτο** είναι η χρονική διάρκεια 9.192.631.770 περιόδων της ακτινοβολίας

που αντιστοιχεί στην μετάβαση δύο υπέρλεπτων ενεργειακών σταθμών της κατάστασης ελάχιστης ενέργειας του ατόμου του καισίου -133 (133Cs) σε θερμοκρασία  $^{\circ}\text{K}$ .

**Το Αμπέρ** είναι το σταθερό ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο όταν διατηρείται σε δύο ευθύγραμμους παράλληλους αγωγούς απείρου μήκους και αμελητέας διατομής, τοποθετημένους σε απόσταση 1 μέτρου στο κενό, θα παρήγαγε μεταξύ αυτών των αγωγών μία δύναμη ίση με  $2 \times 10^{-7}$  Νιούτον ανά μέτρο μήκους.

**Το Κέλβιν** είναι το κλάσμα  $1/273,16$  της απόλυτης θερμοκρασίας του τριπλού σημείου του νερού.

*Παρατήρηση:* Τριπλό σημείο ονομάζεται το σημείο όπου τέμνονται οι τρεις καμπύλες ισορροπίας αέριο — υγρό, υγρό — στερεό και αέριο — στερεό. Στο τριπλό σημείο, οι τρεις καταστάσεις — αέρια, υγρή και στερεά — της ίδιας ουσίας βρίσκονται σε ισορροπία. Το τριπλό σημείο του νερού συμβαίνει για  $T = 0,0098 \text{ }^{\circ}\text{C}$  και  $P = 0,00603 \text{ atm}$ .

Το **Μολ** είναι η ποσότητα μίας ουσίας που περιέχει τόσες στοιχειώδεις οντότητες όσα είναι τα άτομα σε 0,012 χιλιόγραμμα καθαρού άνθρακα -12 (12C).

**Η Καντέλα** είναι η φωτεινή ένταση, σε μία δεδομένη διεύθυνση, μίας πηγής που εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία με συχνότητα  $540 \times 10^{12} \text{ Hz}$  και έχει ένταση ακτινοβολίας στην κατεύθυνση αυτή ίση με  $1/683 \text{ Watt}$  ανά στερεακτίνιο.

Περισσότερες λεπτομέρειες υπάρχουν στην ιστοσελίδα : <http://www.bipm.org/en/si/>

**Πίνακας 2.** Παράγωγες μονάδες του SI οι οποίες προκύπτουν από τις βασικές μονάδες του SI και δεν έχουν ειδικές ονομασίες και σύμβολα.

Α/Α	Παράγωγο μέγεθος	Μονάδα μέτρησης	
		Όνομα	Σύμβολο
1	Επιφάνεια (area)	Τετραγωνικό μέτρο	$\text{m}^2$
2	Όγκος (volume)	Κυβικό μέτρο	$\text{m}^3$
3	Ταχύτητα (speed, velocity)	Μέτρο ανά δευτερόλεπτο	$\text{m/s}$
4	Επιτάχυνση (acceleration)	Μέτρο ανά δευτερόλεπτο στο τετράγωνο	$\text{m/s}^2$
5	Συχνότητα (wave number)	Δευτερόλεπτο στην -1 (αντίστροφο του δευτερόλεπτου)	$\text{s}^{-1}$
6	Πυκνότητα (mass density)	Χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο	$\text{kg/m}^3$
7	Ειδικός όγκος (specific volume)	Κυβικό μέτρο ανά χιλιόγραμμα	$\text{m}^3/\text{kg}$
8	Πυκνότητα ηλεκτρικού ρεύματος (current density)	Αμπέρ ανά τετραγωνικό μέτρο	$\text{A/m}^2$
9	Ένταση μαγνητικού πεδίου (magnetic field strength)	Αμπέρ ανά μέτρο	$\text{A/m}$
10	Συγκέντρωση ύλης (amount of substance concentration)	Γραμμομόριο ανά κυβικό μέτρο	$\text{mol/m}^3$
11	Φωτεινότητα (luminance)	Κηρίον ανά τετραγωνικό μέτρο	$\text{cd/m}^2$

**Πίνακας 3.** Παράγωγες μονάδες του SI οι οποίες προκύπτουν από τις βασικές μονάδες

του SI και έχουν ειδικές ονομασίες και σύμβολα.

Α/Α	Παράγωγο μέγεθος	Μονάδα μέτρησης		
		Όνομα	Σύμβολο	Συσχετίση με τις βασικές μονάδες
1	Γωνία επίπεδη (plane angle)	radian	rad	$m \cdot m^{-1}$
2	Γωνία στερεά (solid angle)	steradian	sr	$m \cdot m^{-2}$
3	Συχνότητα (frequency)	hertz	Hz	$s^{-1}$
4	Δύναμη (force)	newton	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
5	Ηλεκτρικό φορτίο (electric charge, quantity of electricity)	coulomb	C	$s \cdot A$
6	Βαθμός Κελσίου (Celsius temperature)	Βαθμός Κελσίου	°C	K
7	Ενέργεια ραδιονουκλιδίου (activity of a radionuclide)	becquerel	Bq	$s^{-1}$
8	Καταλυτική δράση (catalytic activity)	katal	kat	$s^{-1} \cdot mol$

**Πίνακας 4.** Παράγωγες μονάδες του SI οι οποίες προκύπτουν από άλλες παράγωγες μονάδες του SI και έχουν ειδικές ονομασίες και σύμβολα.

Α/Α	Παράγωγο μέγεθος	Μονάδα μέτρησης		Συσχετίση	
		Όνομα	Σύμβολο	Με τις παράγωγες μονάδες	Με τις βασικές μονάδες
1	Πίεση, τάση (pressure, stress)	pascal	Pa	$N/m^2$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
2	Ενέργεια, έργο, ποσό θερμότητας (energy, work, quantity of heat)	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
3	Ισχύς (power, radiant flux)	watt	W	$J/s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
4	Διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού (electric potential difference)	volt	V	$W/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
5	Χωρητικότητα (capacitance)	farad	F	$C/V$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
6	Αντίσταση ηλεκτρική (electric resistance)	ohm	Ω	$V/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
7	Αγωγιμότητα ηλεκτρική (electric conductance)	Siemens	S	$A/V$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
8	Μαγνητική ροή (magnetic flux)	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
9	Πυκνότητα μαγνητικής ροής (magnetic flux density)	tesla	T	$Wb/m^2$	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
10	Επαγωγή (inductance)	henry	H	$Wb/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$

11	Φωτεινή ροή (luminous flux)	lumen	lm	Cd . sr	$m \cdot m^2 \cdot sr = cd$
12	Φωτεινότητα (illuminance)	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
13	Απορροφούμενη δόση ακτινοβολίας (absorbed dose, specific energy (imparted), kerma)	gray	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
14	Ισοδύναμη δόση ακτινοβολίας (dose equivalent)	sievert	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$

**Πίνακας 5.** Παράγωγες μονάδες του SI οι οποίες προκύπτουν από άλλες παράγωγες μονάδες του SI και δεν έχουν ειδικές ονομασίες και σύμβολα.

A/A	Παράγωγο μέγεθος	Μονάδα μέτρησης
		Σύμβολο
1	Ιξώδες δυναμικό (dynamic viscosity)	Pa . s
2	Ροπή (moment offeree)	N.m
3	Τάση επιφανειακή (surface tension)	N/m
4	Ταχύτητα γωνιακή (angular velocity)	rad/s
5	Επιτάχυνση γωνιακή (angular acceleration)	rad/s <sup>2</sup>
6	Πυκνότητα ροής θερμότητας (heat flux density, irradiance)	W/m <sup>2</sup>
7	Ειδική θερμότητα, ειδική εντροπία (specific heat capacity, specific entropy)	J/(kg .K)
8	Αγωγιμότητα θερμική (thermal conductivity)	W/(m . K)
9	Πυκνότητα ενέργειας (energy density)	J/m <sup>3</sup>
10	Ισχύς ηλεκτρικού πεδίου (electric field strength)	V/m
11	Πυκνότητα ηλεκτρικού φορτίου (electric charge density)	C/m <sup>3</sup>
12	Πυκνότητα ηλεκτρικής ροής (electric flux density)	C/m <sup>2</sup>

### 1.3.2. Προθέματα των μονάδων του SI

Στο SI υπάρχει ένα σύστημα προθεμάτων το οποίο επιτρέπει να χρησιμοποιούνται μονάδες της τάξης μεγέθους που μας απασχολεί. Έτσι, για να αποφύγουμε σε κάποιες μετρήσεις τους πολύ μεγάλους ή πολύ μικρούς αριθμούς χρησιμοποιούμε προθέματα (π.χ. δεν χρειάζεται να γράψουμε ότι ο σκληρός δίσκος έχει χωρητικότητα 100.000.000.000 Bytes αλλά λέμε ότι έχει 100 GBytes.

Με το πρόθεμα πριν το όνομα της μονάδας έχουμε ένα πολλαπλάσιο ή μια υποδιαίρεση της μονάδας κατά μία δύναμη τού 10. Έτσι χρησιμοποιήθηκαν **Ελληνικά** προθέματα για τα πολλαπλάσια (*deca, hecto, kilo*) και **Λατινικά** για τις υποδιαίρεσεις (*deci, centi, milli*) των μονάδων.

**Πίνακας 6.** Το σύστημα προθεμάτων στο SI, για τα υποπολλαπλάσια και τα πολλαπλάσια των μεγεθών.

Διεθνές όνομα	Σύμβολο	Προφορά	Συντελεστής
yotta	Y	γιόττα	$10^{24}$
zetta	Z	ζέττα	$10^{21}$
exa	E	έξα	$10^{18}$
peta	P	πέτα	$10^{15}$
tera	T	τέρα	$10^{12}$
giga	G	γίγα	$10^9$
mega	M	μέγα	$10^6$
kilo	k	χίλιο ή κίλο	$10^3$
hecto	h	εκατό ή έκτο	$10^2$
deca	da	δέκα	$10^1$
—	-	-	$10^0 = 1$
deci	d	δέκατο ή ντέσι	$10^{-1}$
centi	c	εκατοστό ή σέντι	$10^{-2}$
milli	m	χιλιοστό ή μίλι	$10^{-3}$
micro	μ	Μικρό ή μάικρο	$10^{-6}$
nano	n	νάνο	$10^{-9}$
pico	p	πίκο	$10^{-12}$
femto	f	φέμτο	$10^{-15}$
atto	a	άττο	$10^{-18}$
zepto	z	ζέπτο	$10^{-21}$
yocto	y	γιόκτο	$10^{-24}$

Παρατήρηση: Το χιλιόγραμμα (kilogram) είναι η μόνη μονάδα του SI που περιλαμβάνει στο όνομα και στο σύμβολο της ένα πρόθεμα (k). Συνεπώς, όταν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί πρόθεμα, τότε χρησιμοποιούμε το σύμβολο του γραμμαρίου (g), π.χ.  $10^{-6} \text{ kg} = 1 \text{ mg}$  (1 χιλιοστογραμμάριο, ή 1 μιλιγράμ = 1 milligram).

### 1.3.3. Αποδεκτές μονάδες εκτός του SI

**Πίνακας 7.** Μονάδες εκτός του SI

A/A	Όνομα	Σύμβολο	Τιμή σε μονάδες του SI
1	Λεπτό (minute)	min	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
2	Ωρα (hour)	h	$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$
3	Ημέρα (day)	d	$1 \text{ d} = 86400 \text{ s}$
4	Μοίρα (γωνία) (degree, angle)	o	$1^\circ = (\pi/180) \text{ rad}$
5	Λεπτό μοίρας (γωνία)	'	$1' = (1/60)^\circ = (\pi/10800) \text{ rad}$
6	Δευτερόλεπτο μοίρας	''	$1'' = (1/60)' = (\pi/648000) \text{ rad}$
7	Λίτρο	L	$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$
8	Μετρικός τόννος	t	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$

9	Μίλι ναυτικό	nautical mile	1 nautical mile = 1852 m
10	Κόμβος ναυτικός	knot	1 nautical mile per hour = (1852/3600) m/s
11	Are	a	1a = 10 <sup>2</sup> m <sup>2</sup>
12	Εκτάριο (hectare)	ha	1ha = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
13	bar	bar	1 bar = 100 kPa
14	Angstrom	Å	1 Å = 10 <sup>-10</sup> m
15	Ηλεκτρονιοβόλτ (electronvolt)	eV	1 eV = 1,60218 x 10 <sup>-19</sup> J περίπου
16	Μονάδα ατομικής μάζας (unified atomic mass unit)	u	1 u = 1,66054 x 10 <sup>-27</sup> kg περίπου
17	Αστρονομική μονάδα (astronomical unit)	Ua	1Ua = 1,49598 x 10 <sup>11</sup> m περίπου
18	barn	b	1 b = 100 fm <sup>2</sup> = 10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>
19	curie	Ci	1Ci = 3,7 x 10 <sup>10</sup> Bq
20	roentgen	R	1 R = 2,58 x 10 <sup>-4</sup> C/kg

#### 1.4. Τα υπόλοιπα συστήματα μονάδων

Οι θεμελιώδεις και οι παράγωγες μονάδες μέτρησης, των κυριότερων συστημάτων, παραθέτονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 8.** Μονάδες μέτρησης των κυριότερων συστημάτων

Συστήματα μονάδων	Μονάδες μέτρησης						
	Μήκος L	Χρόνος S	Μάζα M	Δύναμη F	Ενέργεια E	Θερμο- κρασία T	Πίεσ η P
S.I.	m	sec	kgr	N	J	<sup>0</sup> K	Pa
C.G.S.	cm	sec	gr	dyn	erg	<sup>0</sup> C, <sup>0</sup> K	dyn/cm <sup>2</sup>
Απόλυτο Αγγλικό ή FPS	ft	sec	lb	pauntal	ft . pauntal	<sup>0</sup> F, <sup>0</sup> R	pauntal/ ft <sup>2</sup>
Αγγλικό πρακτικό	ft	sec	slug	lbm (Λίμπρα βάρους)	btu	<sup>0</sup> F, <sup>0</sup> R	lbf/ft <sup>2</sup>
Αμερικάνικο πρακτικό	ft	sec	lbm (Λίμπρα μάζας)	lbf (Λίμπρα δύναμης)	hp.h	<sup>0</sup> F, <sup>0</sup> R	lbf/ft <sup>2</sup>
Τεχνικό σύστημα	m	sec	kgr	kp	kg.m	<sup>0</sup> C, <sup>0</sup> K	bar



## 1.5. Συσχέτιση - ισοδυναμία των διαφόρων μονάδων

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνεται η συσχέτιση - ισοδυναμία των διαφόρων μονάδων του ίδιου φυσικού μεγέθους για τα συνηθέστερα φυσικά μεγέθη.

**Πίνακας 9.** Μονάδες μήκους

Όνομα/Σύμβολο	m	cm	mm	km	ml	in	ft	yrd
Μέτρο (m)	1	100	1000	$10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	39,37	3,281	1,0936
Εκατ/τρο (cm)	$10^{-2}$	1	10	$10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$	0,394	$3,28 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
Χιλιοσ/τρο (mm)	$10^{-3}$	0,1	1	$10^{-6}$	$6,2 \cdot 10^{-7}$	$3,94 \cdot 10^{-2}$	$3,28 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
Χιλιόμετρο (Km)	1.000	100.000	1.000.000	1	0,62	39370	3278,7	1092,9
Μίλι (ml)	1609	160900	1609000	1,609	1	63346,5	5280	1758,5
Ναυτικό μίλι (nautical ml)	1852	185200	1852000	1,852	1,508	72913,386	6076,1155	2025,372
Ίντσα (in)	$2,54 \cdot 10^{-2}$	2,54	25,40	$2,54 \cdot 10^{-5}$	$1,57 \cdot 10^{-5}$	1	$8,3 \cdot 10^{-2}$	$2,78 \cdot 10^{-2}$
Πόδι (ft)	0,305	30,50	305	$3,05 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	12	1	0,333
Γυάρδα (yrd)	0,914	91,40	914	$9,15 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	36	3	1
Λεύγα	4828,032	482803,2	4828032	4,828	3	190080	15840	5280
Έτος φωτός	$9,46 \cdot 10^{15}$	$9,46 \cdot 10^{17}$	$9,46 \cdot 10^{18}$	$9,46 \cdot 10^{12}$	$5,88 \cdot 10^{12}$	$3,72 \cdot 10^{17}$	$3,10 \cdot 10^{16}$	$1,03 \cdot 10^{16}$
Άνγκστρομ (Å)	$10^{-10}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-13}$	$6,21 \cdot 10^{-14}$	$3,94 \cdot 10^{-9}$	$3,28 \cdot 10^{-10}$	$1,09 \cdot 10^{-10}$

**Πίνακας 10.** Μονάδες όγκου

Μονάδα	m <sup>3</sup>	lt	cm <sup>3</sup>	gal	ft <sup>3</sup>
m <sup>3</sup>	1	1.000	1.000.000	267,8	35,315
lt	$10^{-3}$	1	1.000	0,27	$3,6 \cdot 10^{-5}$
cm <sup>3</sup>	$10^{-6}$	$10^{-3}$	1	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$
ft <sup>3</sup>	$2,8317 \cdot 10^{-2}$	28,317	28316,84	7,4805	1
Βαρέλι υγρών ΗΠΑ	0,159	158,9872	158987,2386	42	5,6146
Γαλόνι υγρών ΗΠΑ (gal)	$3,78 \cdot 10^3$	3,7854	3785,41	1	0,1337

**Πίνακας 11.** Μονάδες μάζας

Μονάδα	kgr	gr	tn	lb
kgr	1	1000	$10^{-3}$	2,2
gr	$10^{-3}$	1	$10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
tn	1.000	1.000.000	1	2.202,6
lb	0,454	454	$4,5 \cdot 10^{-4}$	1
Κοινή ουγκιά (oz)	0,02835	28,35	$28,35 \cdot 10^{-6}$	1/16
Ευγενής ουγκιά (oz)	0,0310	31,10	$31,10 \cdot 10^{-6}$	1/12

**Πίνακας 12. Μονάδες δύναμης**

Μονάδα	N	kp	P	dyn
N	1	0,102	102	100.000
kp	9,81	1	1.000	981.000
p	$9,8 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3}$	1	981
Δίνη (dyn)	$10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-6}$	$1,02 \cdot 10^{-3}$	1
Λίβρα (lb)	4,448	0,453593	453,592704	444974,4426

**Πίνακας 13. Μονάδες πίεσης**

Μονάδα	Pa	MPa	bar	atm	tor	psi
Pa	1	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$9,8692 \cdot 10^{-6}$	$7,5 \cdot 10^{-2}$	$1,45 \cdot 10^{-4}$
MPa	1000000	1	10	9,86923	7500,638	145,0377
bar	100000	0,1	1	0,986923	750,0638	14,50377
mbar	100	0,0001	0,001	0,000987	0,0010197	0,014504
atm	101325	0,101325	1,01325	1	760,0021197	14,69594
at	98066,52	0,098067	0,980665	0,967841	735,56147	14,22334
psi	6897	$6,9 \cdot 10^{-3}$	$6,9 \cdot 10^{-2}$	$6,8 \cdot 10^{-2}$	51,57	1
mmHg (tor)	133,321992	0,0001333	0,0013332	0,0013158	1	0,019337
mH <sub>2</sub> O	9806,383	0,0098064	0,098064	0,096782	0,099997	1,422295

**Πίνακας 14. Μονάδες ενέργειας**

Μονάδα	j	Wh	cal	btu	erg	lb.ft
j	1	$0,2778 \times 10^{-3}$	0,2388	$9,48 \times 10^{-4}$	$10^7$	0,737562149
Wh	3600	1	859,1844	3,412	$36 \cdot 10^9$	2655,295
cal	4,1868	$1,163 \cdot 10^{-3}$	1	0,003968	418760,47	3,0881
btu	1055,056	$2,931 \cdot 10^{-1}$	251,996	1	105485232,1	778,7697
erg	$10^{15}$	$2,778 \cdot 10^{-10}$	$0,2388 \cdot 10^{-5}$	$9,48 \cdot 10^{-9}$	1	$0,7376 \cdot 10^{-5}$
lb.ft	1,356	$3,766 \cdot 10^{-4}$	0,3238	$1,285 \cdot 10^{-3}$	135574,838	1

**Πίνακας 15. Μονάδες ισχύος**

Μονάδα	W	kW	hp	cv	btu/h	kp/s
w	1	0,001	0,0013	0,0014	3,4121	0,101937
kW	1000	1	1,341	1,359157	3412,10	101,9368
hp	745,699	0,7457	1	1,0139	2544,4336	76
cv	735,499	0,7355	0,9863	1	0,6971	75
btu/h	0,2931	0,0002931	0,000393	0,000398	1	0,029878
kp/s	9,81	0,00981	0,013158	0,01333	33,4699	1

**Πίνακας 16. Μονάδες γωνιών**

Μονάδα	Ακτίσιο (rad)	Μοίρα (°)	Λεπτό της μοίρας (')	Δευτερόλεπτο της μοίρας (")	Βαθμός (grad)
Ακτίσιο (rad)	1	57,29578	3437,747	206264,81	63,66198
Μοίρα (°)	0,017453	1	60	3600	1,111
Λεπτό της μοίρας (')	0,000291	0,016667	1	60	0,018519
Δευτερόλεπτο της μοίρας (")	$4,848 \cdot 10^{-6}$	0.000278	0,016667	1	0.000309
Βαθμός (grad)	0.015708	0,9	54	3240	1

# Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

1. EN13031-1. Greenhouses-Design and construction - Part 1: Commercial production Greenhouses, CEN/TC284, December 2001.
2. EN 1990. Eurocode 0 – Basis of structural design, CEN, April 2002.
3. EN 1991. Eurocode 1: Actions on structures, General actions. Part 1-1: Densities, self-weight, imposed loads for buildings, CEN, April 2002, Part 1-3: Snow loads, CEN, July 2003, Part 1-4: Wind actions, CEN, April 2005, Part 1-5: Thermal actions, CEN, Nov. 2003.
4. Θεοχάρης, Μ., 2000. Η εφαρμογή των Ευρωκώδικων στη μελέτη των Ελληνικών θερμοκηπίων, Μεταπτ. Διατρ., Τμ. Γεωπ. Φυτ. και Ζωικ. Παρ/γής Παν/μίου Θεσσαλίας, Βόλος, Μάρτ. 2000, σελ. 215.
5. Θεοχάρης, Μ., 2000. Η ανεμοφόρτιση των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες, Πρακτ. 2ου Πανελλ. Συν. Γεωργ. Μηχαν., σελ. 406-414, Βόλος, Σεπτ. 2000.
6. Θεοχάρης, Μ., 2003. Η Χιονοφόρτιση των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες, Πρακτ. 3ου Πανελλ. Συν. Γεωργ. Μηχαν., σελ.337-344, Θεσ/νίκη, Μαΐος 2003.
7. Θεοχάρης Μ.: " Γεωργικές Κατασκευές", Άρτα 2000
8. Θεοχάρης Μ.: " Γεωργικές Κατασκευές, Εργαστηριακές Ασκήσεις", Άρτα 2000
9. Θεοχάρης Μ.: " Θερμοκηπιακές Κατασκευές", Άρτα 2000
10. Ιωαννίδης Π. " Οι στέγες στην Οικοδομή " , Αθήνα 1986
11. Αναστασόπουλος Α.: "Γεωργικές Κατασκευές" Αθήνα 1993
12. Beton Kalender 1984: Τόμοι 1 και 2. Μετάφραση στα Ελληνικά , Εκδότης Μ. Γκιούρδας.
13. Βαγιανός Ι. : "Πρακτική των Θερμοκηπίων και των Σηράγγων "
14. Γεωργακάκης Δ. : "Στοιχεία Ρύθμισης Περιβάλλοντος και Σχεδιασμού Αγροτικών Κατασκευών " , Αθήνα 1992
15. Γραφιαδέλλης Μ : "Σύγχρονα Θερμοκήπια" Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1980.
16. Δεϊμέζης Α : " Γενική Δομική " , Τόμοι Ι , ΙΙ , Αθήνα 1992
17. Δούκας Σ. : " Οικοδομική", Αθήνα 1994
18. Ευσταθιάδης Α. : " Θερμοκήπια Στοιχεία Κατασκευής, Λειτουργίας και Καλλιέργειας"
19. Μαυρογιαννόπουλος Γ. : " Θερμοκήπια " , Εκδοση Γ' , Αθήνα 2001
- Μπουρνιά Ε. : "Αγροτικά Κτίρια " , Έκδοση Ο.Ε.Δ.Β. , Αθήνα 1995

# Σημείωμα Αναφοράς

Θεοχάρης Μενέλαος, (2015). Γεωργικές και Θερμοκηπιακές Κατασκευές (Εργαστήριο). ΤΕΙ Ηπείρου. Διαθέσιμο από:  
<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG113/>

# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξεργασία: Δημήτριος Κατέρης

Άρτα, 2015



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης