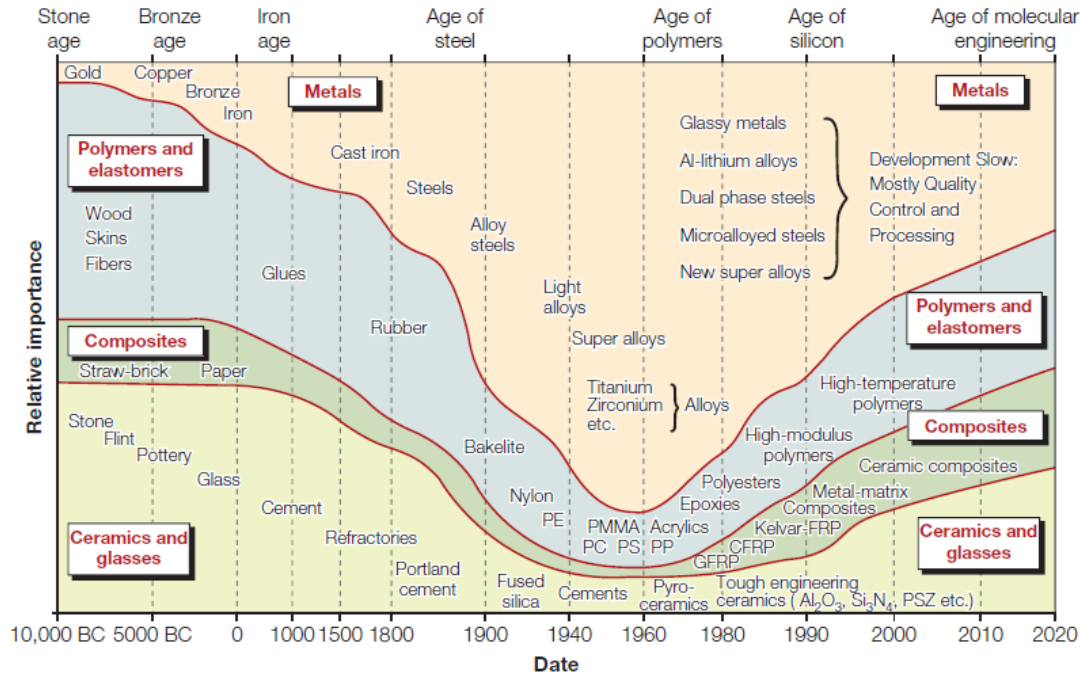
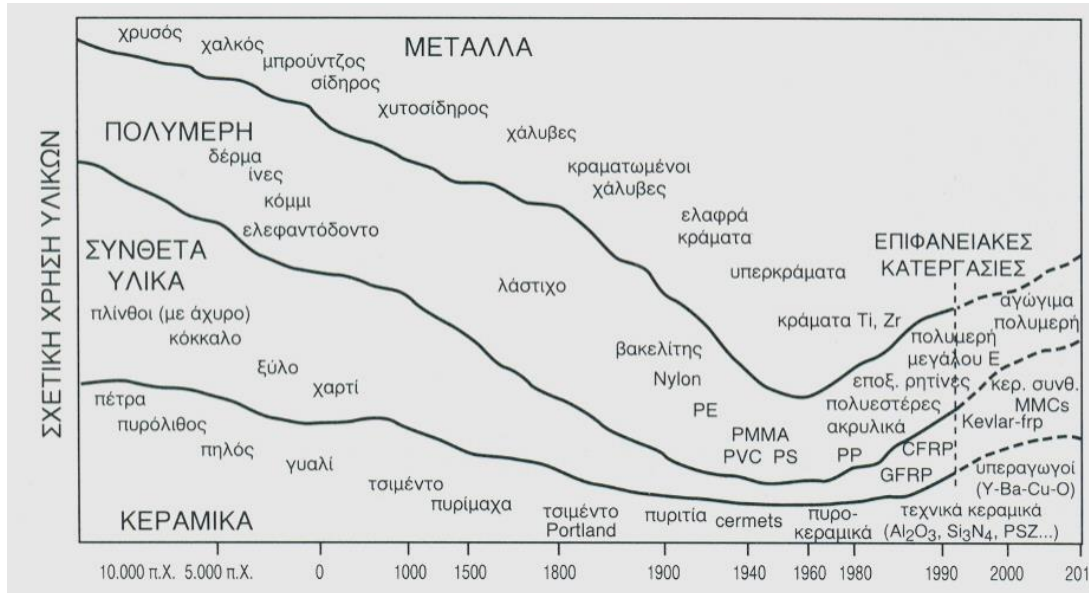
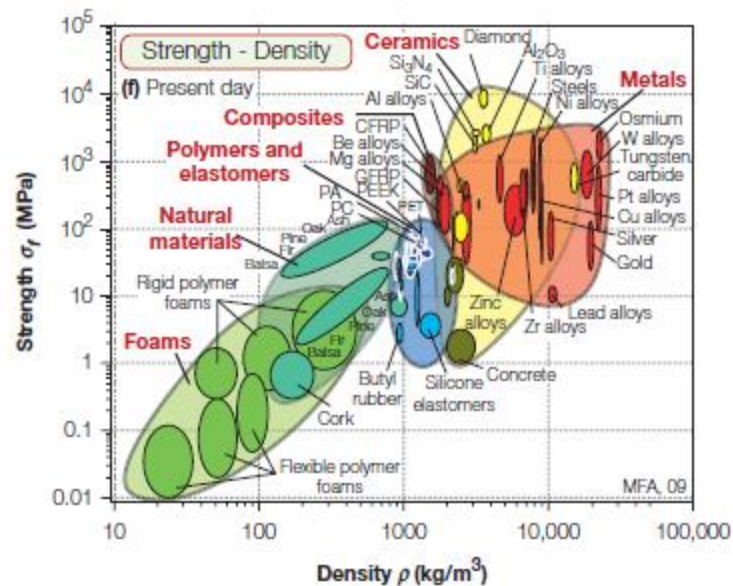
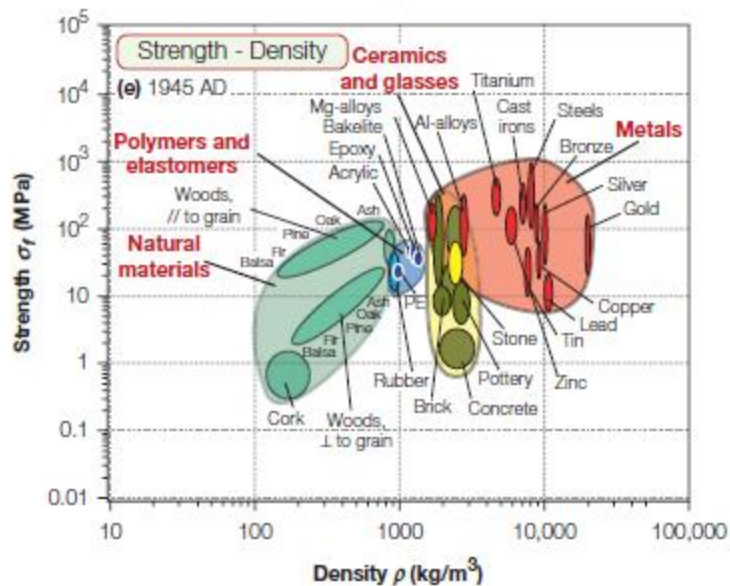
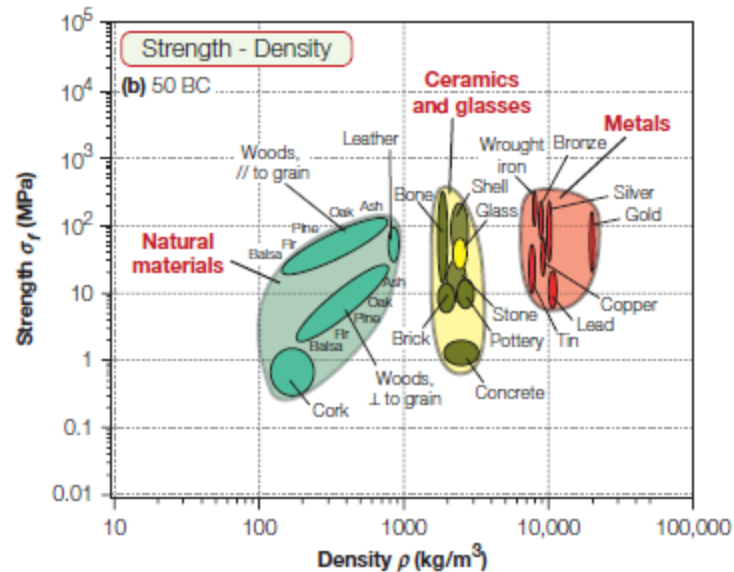
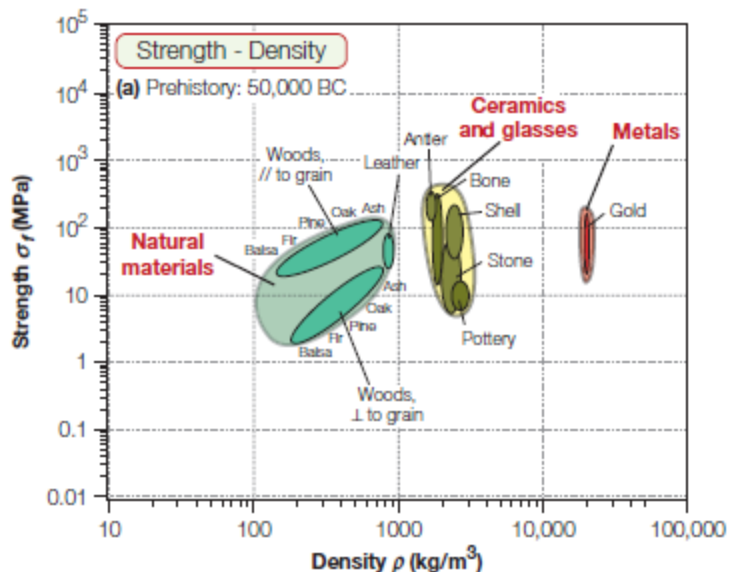


ΕΞΕΛΙΞΗ ΥΛΙΚΩΝ



ΕΞΕΛΙΞΗ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



ΕΞΕΛΙΞΗ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ: Βραστήρας νερού



Χυτοσίδηρος

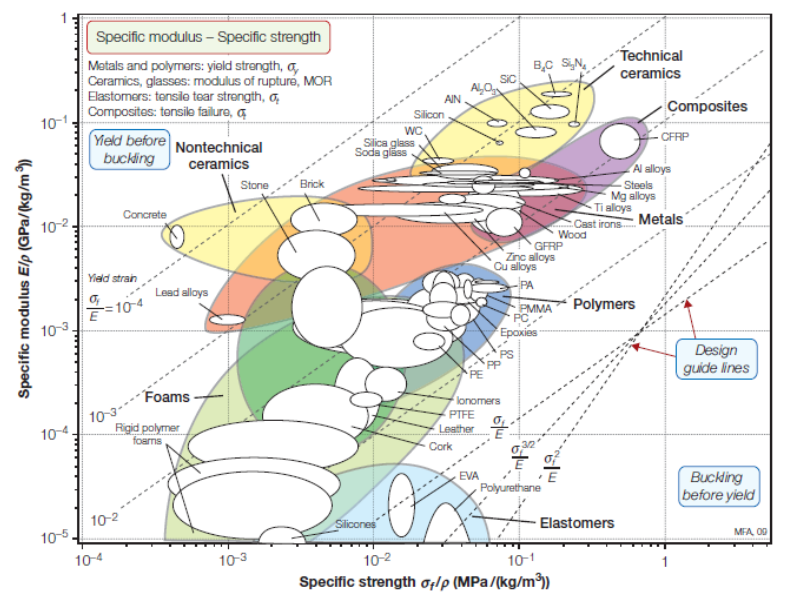
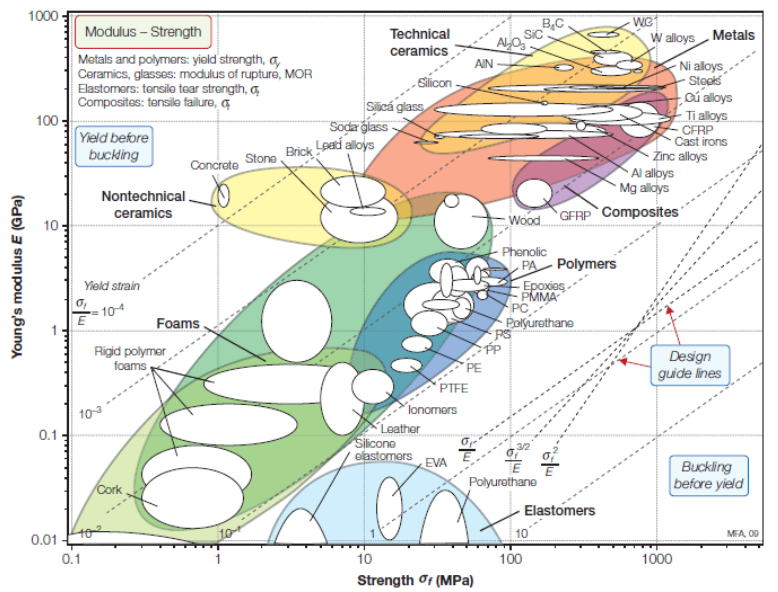
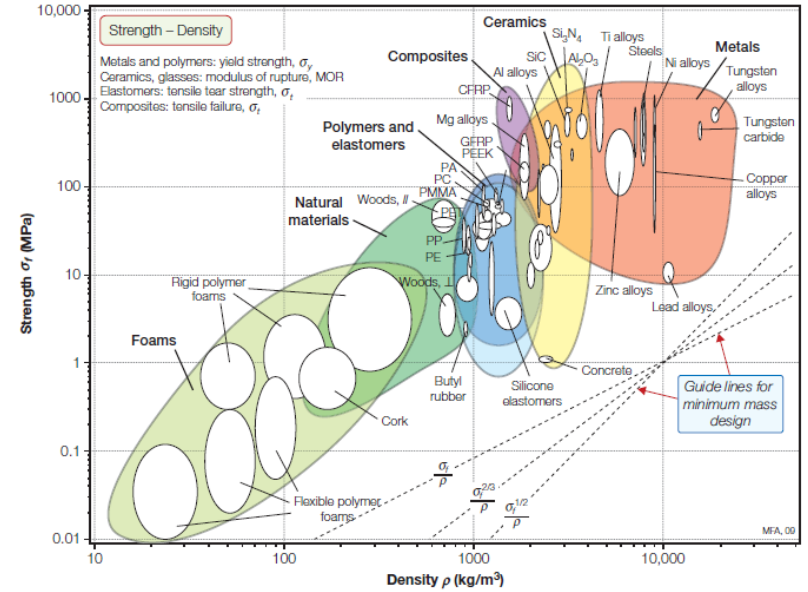
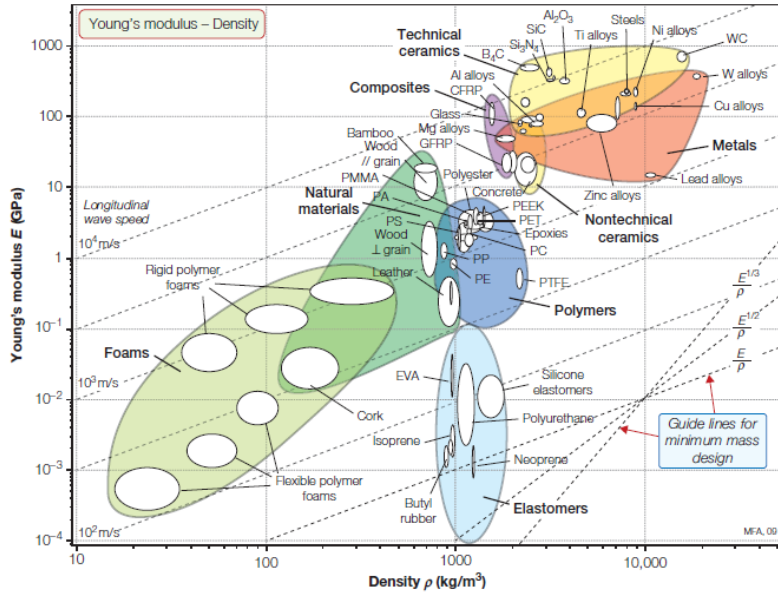


Κρατέρωμα
(Μπρούντζος)



Πολυπροπυλένιο

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



A. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Π.5 Πυκνότητα, ρ

		ρ (Mg/m ³)
Μέταλλα		
Σιδηρούχα	Χυτοσίδηροι	7.05 έως 7.25
	Χάλυβες υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα	7.8 έως 7.9
	Χάλυβες μέσης περιεκτικότητας σε άνθρακα	7.8 έως 7.9
	Χάλυβες χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα	7.8 έως 7.9
	Χάλυβες χαμηλής κραμάτωσης	7.8 έως 7.9
	Ανοξειδωτοι χάλυβες	7.6 έως 8.1
Μη σιδηρούχα	Κράματα αλουμινίου	2.5 έως 2.9
	Κράματα χαλκού	8.93 έως 8.94
	Κράματα μολύβδου	10 έως 11.4
	Κράματα μαγνησίου	1.74 έως 1.95
	Κράματα νικελίου	8.83 έως 8.95
	Κράματα τιτανίου	4.4 έως 4.8
	Κράματα ψευδαργύρου	4.95 έως 7
Κεραμικά		
Ύαλοι	Βοριοπυριτική ύαλος	2.2 έως 2.3
	Κεραμική ύαλος	2.2 έως 2.8
	Πυριτική ύαλος	2.17 έως 2.22
	Ύαλος νατρασβέστου	2.44 έως 2.49
Πορώδη	Οπτόπλινθος	1.9 έως 2.1
	Σκυρόδεμα, κοινό	2.2 έως 2.6
	Λίθος	2.5 έως 3
Τεχνικά	Αλουμίνα	3.5 έως 3.98
	Νιτρίδιο του αλουμινίου	3.26 έως 3.33
	Καρβίδιο του βορίου	2.35 έως 2.55
	Πυρίτιο	2.3 έως 2.35
	Καρβίδιο του πυριτίου	3 έως 3.21
	Νιτρίδιο του πυριτίου	3 έως 3.29
	Καρβίδιο του βολφραμίου	15.3 έως 15.9
Σύνθετα		
Μεταλλικά	Αλουμίνιο/καρβίδιο του πυριτίου	2.66 έως 2.9
Πολυμερικά	CFRP	1.5 έως 1.6
	GFRP	1.75 έως 1.97

Π.5 Πυκνότητα, ρ (συνέχεια)

		ρ (Mg/m ³)
Φυσικά		
	Μπαμπού	0.6 έως 0.8
	Φελλός	0.12 έως 0.24
	Δέρμα	0.81 έως 1.05
	Ξύλο, κοινό (αξονικά)	0.6 έως 0.8
	Ξύλο, κοινό (εγκάρσια)	0.6 έως 0.8
Πολυμερή		
Ελαστομερή	Βουτυλικό ελαστικό	0.9 έως 0.92
	EVA	0.95 έως 0.96
	Ισοπρένιο (IR)	0.93 έως 0.94
	Φυσικό ελαστομερές (NR)	0.92 έως 0.93
	Νεοπρένιο (CR)	1.23 έως 1.25
	Ελαστομερή πολυουρεθάνης (elPU)	1.02 έως 1.25
	Ελαστομερή σιλικόνης	1.3 έως 1.8
Θερμοπλαστικά	ABS	1.01 έως 1.21
	Πολυμερή κυτταρίνης (CA)	0.98 έως 1.3
	Ιονομερές (I)	0.93 έως 0.96
	Νάιλον (PA)	1.12 έως 1.14
	Πολυανθρακικό (PC)	1.14 έως 1.21
	PEEK	1.3 έως 1.32
	Πολυαιθυλένιο (PE)	0.94 έως 0.96
	PET	1.29 έως 1.4
	Ακρυλικό (PMMA)	1.16 έως 1.22
	Ακετάλη (POM)	1.39 έως 1.43
	Πολυπροπυλένιο (PP)	0.89 έως 0.91
	Πολυστυρένιο (PS)	1.04 έως 1.05
	Θερμοπλαστικά πολυουρεθάνης (tpPU)	1.12 έως 1.24
	PVC	1.3 έως 1.58
	Τεφλόν (PTFE)	2.14 έως 2.2
Θερμοσκληρυνόμενα	Εποξειδικά	1.11 έως 1.4
	Φαινολικά	1.24 έως 1.32
	Πολυεστέρας	1.04 έως 1.4
Αφροί πολυμερών		
	Εύκαμπτος πολυμερής αφρός (VLD)	0.016 έως 0.035
	Εύκαμπτος πολυμερής αφρός (LD)	0.038 έως 0.07
	Εύκαμπτος πολυμερής αφρός (MD)	0.07 έως 0.115
	Δύσκαμπτος πολυμερής αφρός (LD)	0.036 έως 0.07
	Δύσκαμπτος πολυμερής αφρός (MD)	0.078 έως 0.165
	Δύσκαμπτος πολυμερής αφρός (HD)	0.17 έως 0.47

A. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

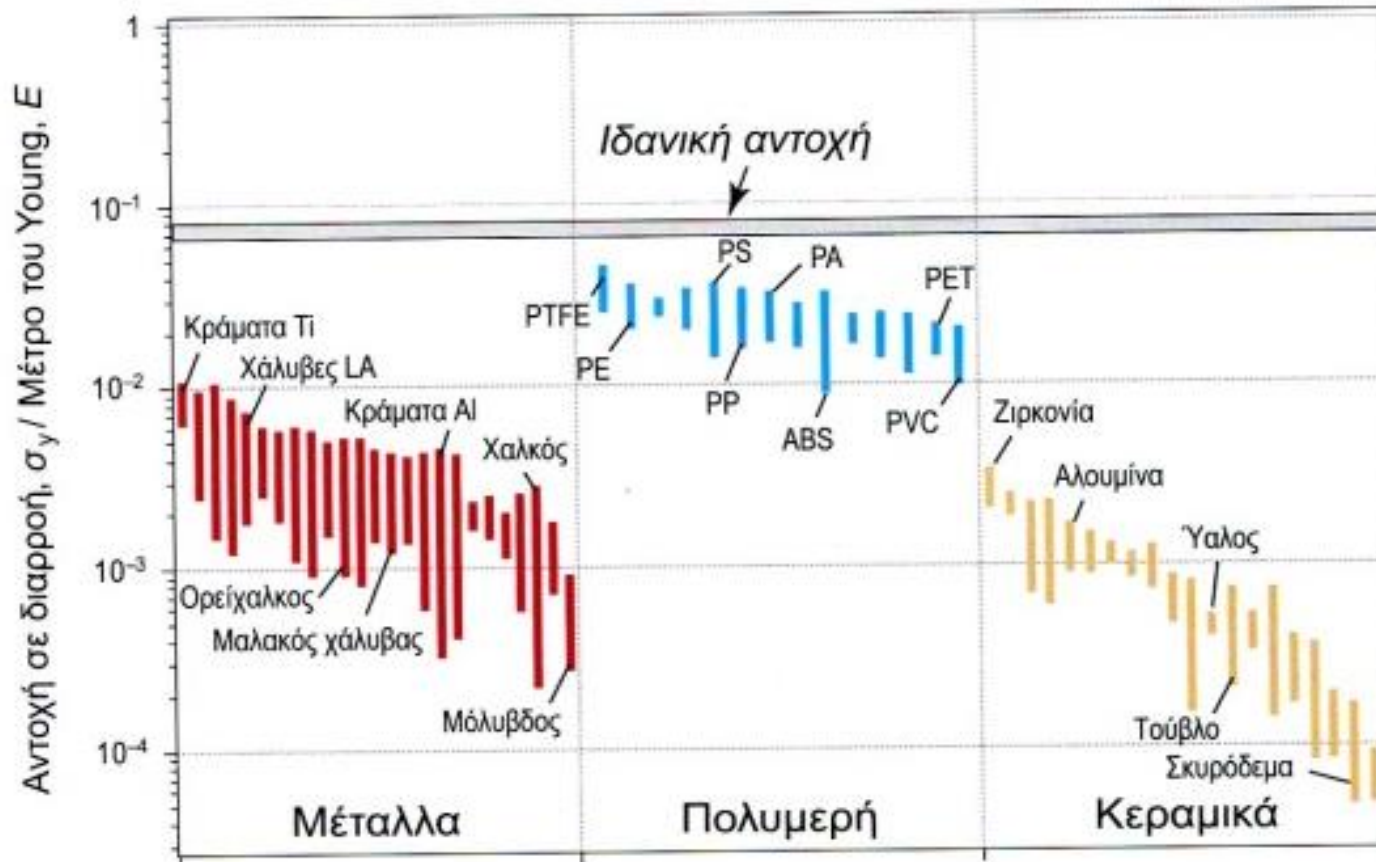
Π.6 Μέτρο του Young, E

		E (GPa)	
Μέταλλα			
Σιδηρούχα	Χυτοσίδηροι	165	έως 180
	Χάλυβες υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα	200	έως 215
	Χάλυβες μέσης περιεκτικότητας σε άνθρακα	200	έως 216
	Χάλυβες χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα	200	έως 215
	Χάλυβες χαμηλής κραμάτωσης	201	έως 217
Μη σιδηρούχα	Ανοξειδωτοι χάλυβες	189	έως 210
	Κράματα αλουμινίου	68	έως 82
	Κράματα χαλκού	112	έως 148
	Κράματα μολύβδου	12.5	έως 15
	Κράματα μαγνησίου	42	έως 47
	Κράματα νικελίου	190	έως 220
	Κράματα τιτανίου	90	έως 120
	Κράματα ψευδαργύρου	68	έως 95
Κεραμικά			
Ύαλοι	Βοριοπιρριτική ύαλος	61	έως 64
	Κεραμική ύαλος	64	έως 110
	Πυριτική ύαλος	68	έως 74
	Ύαλος νατρασβέστου	68	έως 72
Πορώδη	Οπτόπλινθος	15	έως 30
	Σκυρόδεμα, κοινό	15	έως 25
	Λίθος	20	έως 60
Τεχνικά	Αλουμίνια	215	έως 413
	Νιτρίδιο του αλουμινίου	302	έως 348
	Καρβίδιο του βορίου	400	έως 472
	Πυρίτιο	140	έως 155
	Καρβίδιο του πυριτίου	300	έως 460
	Νιτρίδιο του πυριτίου	280	έως 310
	Καρβίδιο του βολφραμίου	600	έως 720
Σύνθετα			
Μεταλλικά	Αλουμίνιο/καρβίδιο του πυριτίου	81	έως 100
Πολυμερικά	CFRP	69	έως 150
	GFRP	15	έως 28
Φυσικά	Μπαμπού	15	έως 20
	Φελλός	0.013	έως 0.05
	Δέρμα	0.1	έως 0.5
	Ξύλο, κοινό (αξονικά)	6	έως 20
	Ξύλο, κοινό (εγκάρσια)	0.5	έως 3

Π.6 Μέτρο του Young, E (συνέχεια)

		E (GPa)	
Πολυμερή			
Ελαστομερή	Βουτυλικό ελαστικό	0.001	έως 0.002
	EVA	0.01	έως 0.04
	Ισοπρένιο (IR)	0.0014	έως 0.004
	Φυσικό ελαστομερές (NR)	0.0015	έως 0.0025
	Νεοπρένιο (CR)	0.0007	έως 0.002
Θερμοπλαστικά	Ελαστομερή πολυουρεθάνης (elPU)	0.002	έως 0.003
	Ελαστομερή σιλικόνης	0.005	έως 0.02
	ABS	1.1	έως 2.9
	Πολυμερή κυτταρίνης (CA)	1.6	έως 2
	Ιονομερές (I)	0.2	έως 0.424
	Νάιλον (PA)	2.62	έως 3.2
	Πολυανθρακικό (PC)	2	έως 2.44
	PEEK	3.5	έως 4.2
	Πολυαιθυλένιο (PE)	0.621	έως 0.896
	PET	2.76	έως 4.14
Θερμοσκληρυνόμενα	Ακρυλικό (PMMA)	2.24	έως 3.8
	Ακετάλη (POM)	2.5	έως 5
	Πολυπροπυλένιο (PP)	0.896	έως 1.55
	Πολυστυρένιο (PS)	2.28	έως 3.34
	Θερμοπλαστικά πολυουρεθάνης (trPU)	1.31	έως 2.07
	PVC	2.14	έως 4.14
	Τεφλόν (PTFE)	0.4	έως 0.552
	Εποξειδικά	2.35	έως 3.075
	Φαινολικά	2.76	έως 4.83
	Πολυεστέρας	2.07	έως 4.41
Αφροί πολυμερών			
	Εύκαμπτος πολυμερής αφρός (VLD)	0.0003	έως 0.001
	Εύκαμπτος πολυμερής αφρός (LD)	0.001	έως 0.003
	Εύκαμπτος πολυμερής αφρός (MD)	0.004	έως 0.012
	Δύσκαμπτος πολυμερής αφρός (LD)	0.023	έως 0.08
	Δύσκαμπτος πολυμερής αφρός (MD)	0.08	έως 0.2
	Δύσκαμπτος πολυμερής αφρός (HD)	0.2	έως 0.48

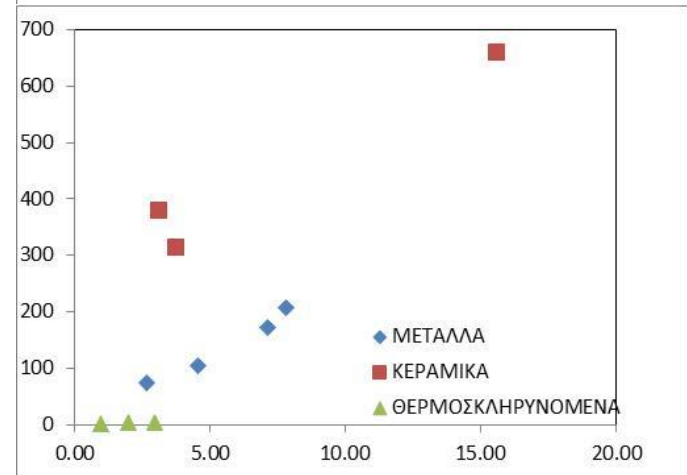
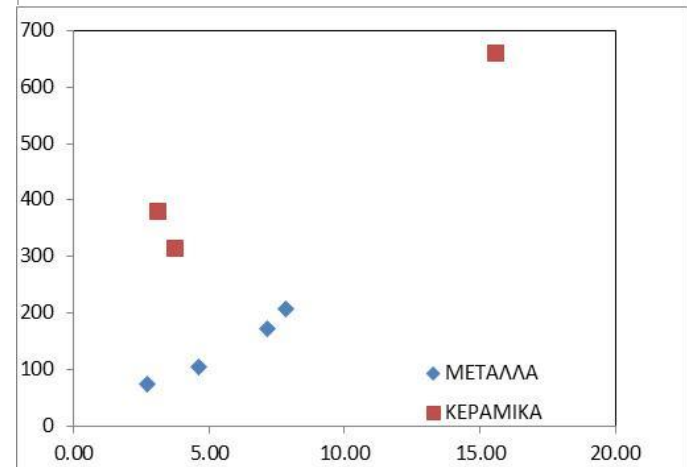
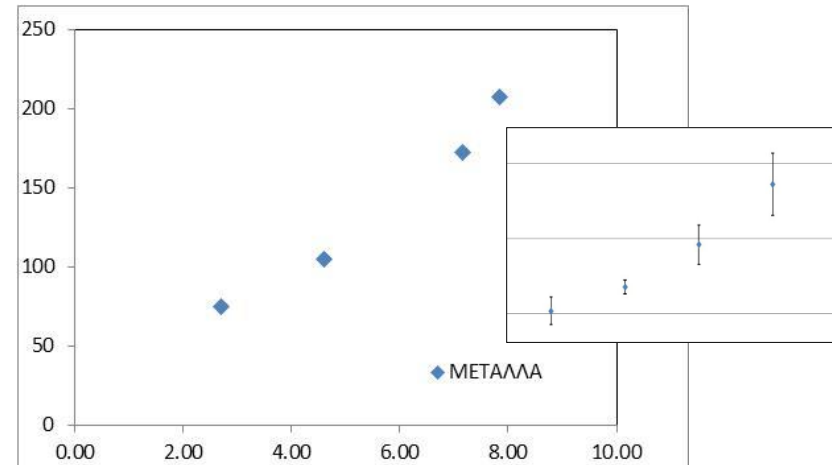
Α. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



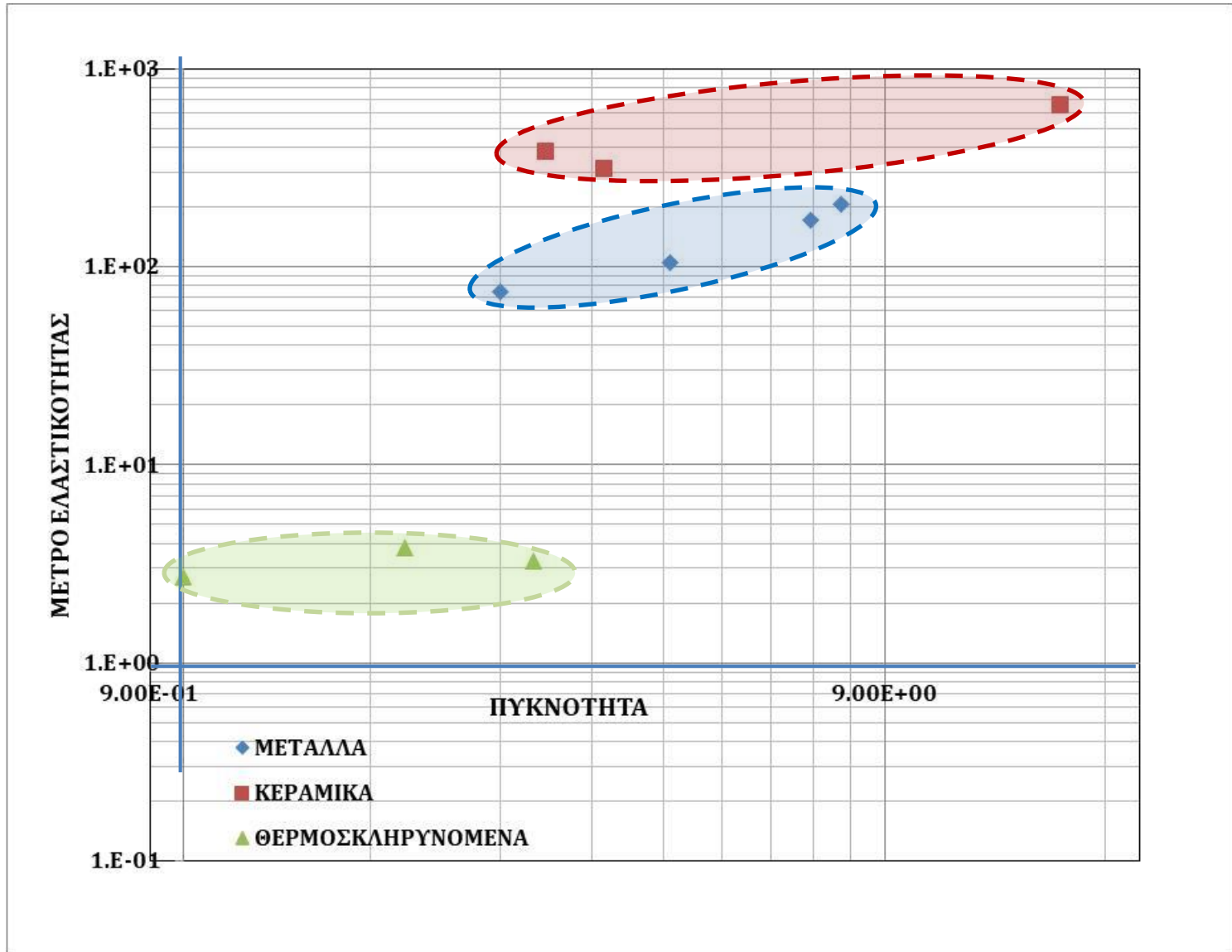
Α. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ		
	min	max	average
ΜΕΤΑΛΛΑ			
ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΙ	7.05	7.25	7.15
ΧΑΛΥΒΕΣ	7.80	7.90	7.85
ΚΡΑΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	2.50	2.90	2.70
ΚΡΑΜΑΤΑ ΤΙΤΑΝΙΟΥ	4.40	4.80	4.60
ΚΕΡΑΜΙΚΑ			
ΑΛΟΥΜΙΝΑ	3.50	3.98	3.74
ΚΑΡΒΙΔΙΟ ΤΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	3.00	3.21	3.11
ΚΑΡΒΙΔΙΟ ΤΟΥ ΒΟΛΦΡΑΜΙΟΥ	15.30	15.90	15.60
ΘΕΡΜΟΣΚΛΗΡΥΝΟΜΕΝΑ			
ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΕΣ ΡΗΤΙΝΕΣ	1.11	1.40	1.26
ΦΑΙΝΟΛΕΣ	1.24	1.32	1.28
ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ	1.04	1.40	1.22

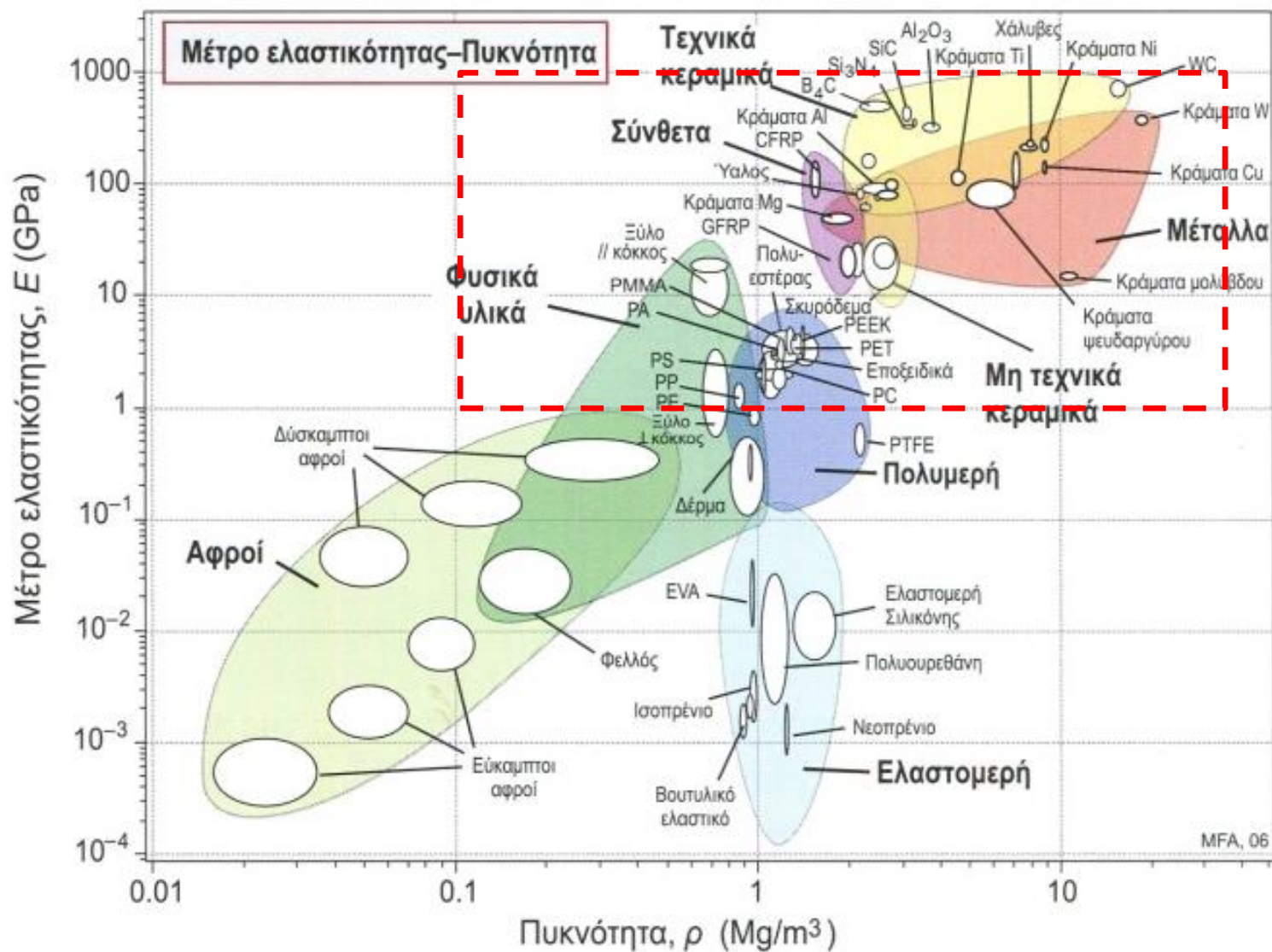
	ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ		
	min	max	average
ΜΕΤΑΛΛΑ			
ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΙ	165	180	172.50
ΧΑΛΥΒΕΣ	200	215	207.50
ΚΡΑΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	68	82	75.00
ΚΡΑΜΑΤΑ ΤΙΤΑΝΙΟΥ	90	120	105.00
ΚΕΡΑΜΙΚΑ			
ΑΛΟΥΜΙΝΑ	215	413	314.00
ΚΑΡΒΙΔΙΟ ΤΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	300	460	380.00
ΚΑΡΒΙΔΙΟ ΤΟΥ ΒΟΛΦΡΑΜΙΟΥ	600	720	660.00
ΘΕΡΜΟΣΚΛΗΡΥΝΟΜΕΝΑ			
ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΕΣ ΡΗΤΙΝΕΣ	2.35	3.08	2.72
ΦΑΙΝΟΛΕΣ	2.76	4.83	3.80
ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ	2.07	4.41	3.24



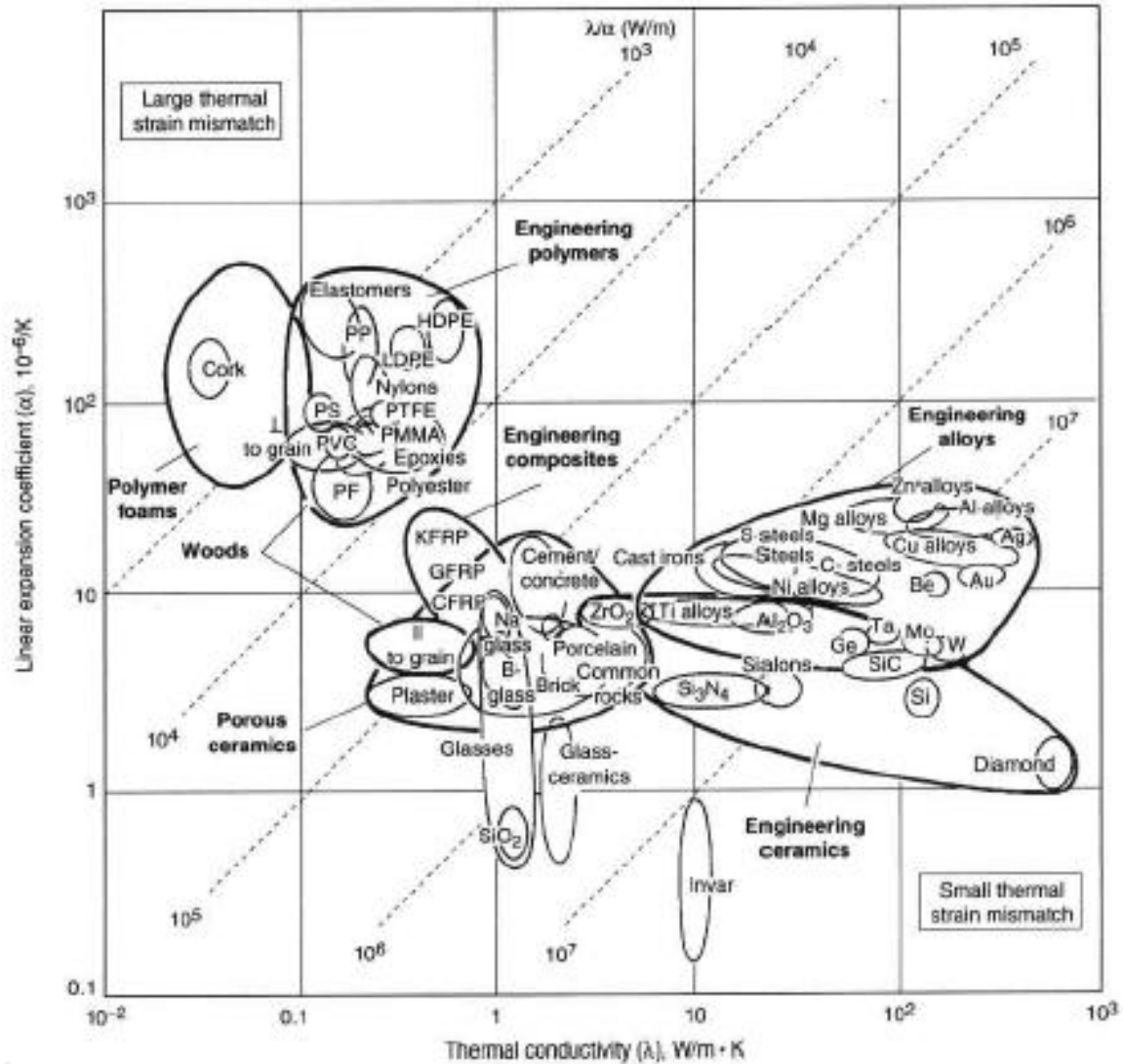
Α. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



Α. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΧΑΡΤΗ ΓΙΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ




ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΒΑΣΕΩΝ

ΥΛΙΚΟ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ, α ($10^{-6}/K$)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ, λ (W/m.K)
NYLON	120	0,7
Al alloys	20	200
Ti alloys	9	9
Al₂O₃	9	50
PVC	90	0,09
SiC	8	100
ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ	20	0,15
Zn alloys	20	100
ΕΛΑΣΤΟΜΕΡΗ	300	0,18
Mo alloys	8	110
Διαμάντι	1,2	800
Si₃N₄	3	10


ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ

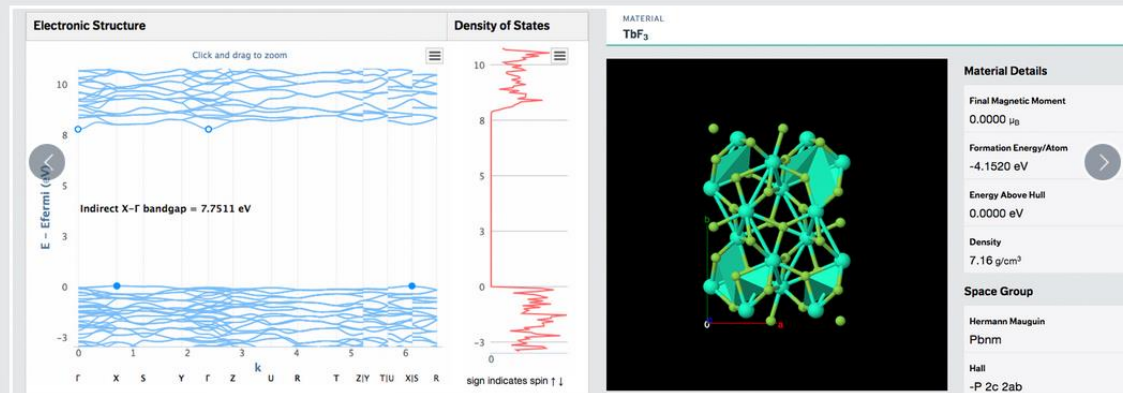
<https://www.materialsproject.org/>



The Materials Project

Harnessing the power of supercomputing and state of the art electronic structure methods, the Materials Project provides open web-based access to computed information on known and predicted materials as well as powerful analysis tools to inspire and design novel materials.

[Learn more](#)  [Tutorials](#) [Sign In or Register](#) to start using



EXPLORE MATERIALS

Search for materials information by chemistry, composition, or property

EXPLORE BATTERIES

Find candidate materials for lithium batteries. Get voltage profiles and oxygen evolution data.

VISUALIZE STABILITY

Generate phase and pourbaix diagrams to find stable phases and study reaction pathways

INVENT STRUCTURES

Design new compounds with our structure editor and substitution algorithms

CALCULATE

Calculate the enthalpy of 10,000+ reactions and compare with experimental values

ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ

<http://www.matweb.com/>



Data sheets for over 115,000 metals, plastics, ceramics, and composites.

[Advertis](#)

[HOME](#) • [SEARCH](#) • [TOOLS](#) • [SUPPLIERS](#) • [FOLDERS](#)

Searches: [Advanced](#) | [Category](#) | [Property](#) | [Metals](#) | [Trade Name](#) | [Manufacturer](#) | [Recently Viewed Materials](#)

MatWeb, Your Source for Materials Information

What is MatWeb? MatWeb's [searchable database of material properties](#) includes data sheets of thermoplastic and thermoset polymers such as ABS, nylon, polycarbonate, polyester, polyethylene and polypropylene; metals such as aluminum, cobalt, copper, lead, magnesium, nickel, steel, superalloys, titanium and zinc alloys; ceramics; plus semiconductors, fibers, and other engineering materials.

Benefits of registering with MatWeb

Premium membership Feature: - Material data exports into CAD/FEA Programs including:



How to Find Property Data in MatWeb

Quantitative Searches:

- [Physical Properties](#)
- [Alloy Composition](#)
- [Advanced Search](#) (Registration Required)

Categorized Searches:

- [Material Type](#)
- [Manufacturer Name](#)
- [Trade Name](#)
- [Metal UNS Number](#)

Text Search:

- Enter a key word or phrase in the box below
(this search is also available at the top of every page).

[Click here to see how to enter your company's materials into MatWeb.](#)

We have over 115,000 materials in our database, and we are continually adding to that total to provide you with the most comprehensive free source of material property data on the web. For your convenience, MatWeb also has several [Converters and Calculators](#) that make common engineering tasks available at the click of a button. MatWeb is a work in progress. We are continually striving to find better ways to serve the engineering community. Please feel free to [contact](#) us with any comments or suggestions.

MatWeb's database is comprised primarily of data sheets and spec sheets supplied by manufacturers and distributors - let them know that you saw their material data on MatWeb.



FREE Magazines!

No hidden or trial offers, and no purchase necessary. Publications are absolutely free to those who qualify.

• [Photonics Spectra](#) • [Machinery Lubrication](#)
• [Chemical Engineering](#) • [Consulting-Specifying Engineer](#)
• [Automotive Engineering](#)



ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ

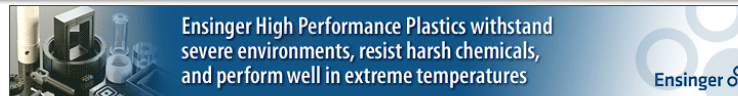


Data sheets for over 115,000 metals, plastics, ceramics, and composites.

Advertise with MatWeb!

HOME • SEARCH • TOOLS • SUPPLIERS • FOLDERS • ABOUT US • FAQ • LOGIN

Searches: [Advanced](#) | [Category](#) | [Property](#) | [Metals](#) | [Trade Name](#) | [Manufacturer](#) | [Recently Viewed Materials](#)



Property Search

Try these other methods of searching:

- [Advanced Search](#) - Allow searches on conditional property data, using multiple criteria.
- [Polymer Film Search](#)
- [Lubricant Search](#)

Choose a Material Category (Optional)

- Carbon (796 mats)
- Ceramic (8678 mats)
- Fluid (6146 mats)
- Metal (15453 mats)
- Other Engineering Material (6074 mats)
- Polymer (84700 mats)
- Pure Element (487 mats)
- Wood and Natural Products (389 mats)

Metal (15453 mats)

Submit the Query (Required)

Click on the 'Find' button below to submit the query.

FIND **RESET**

Choose up to 3 Material Properties

Set the range by entering the minimum and/or maximum values for each selected property.

-- select --
Min: Max: Unit:

-- select --
Min: Max: Unit:

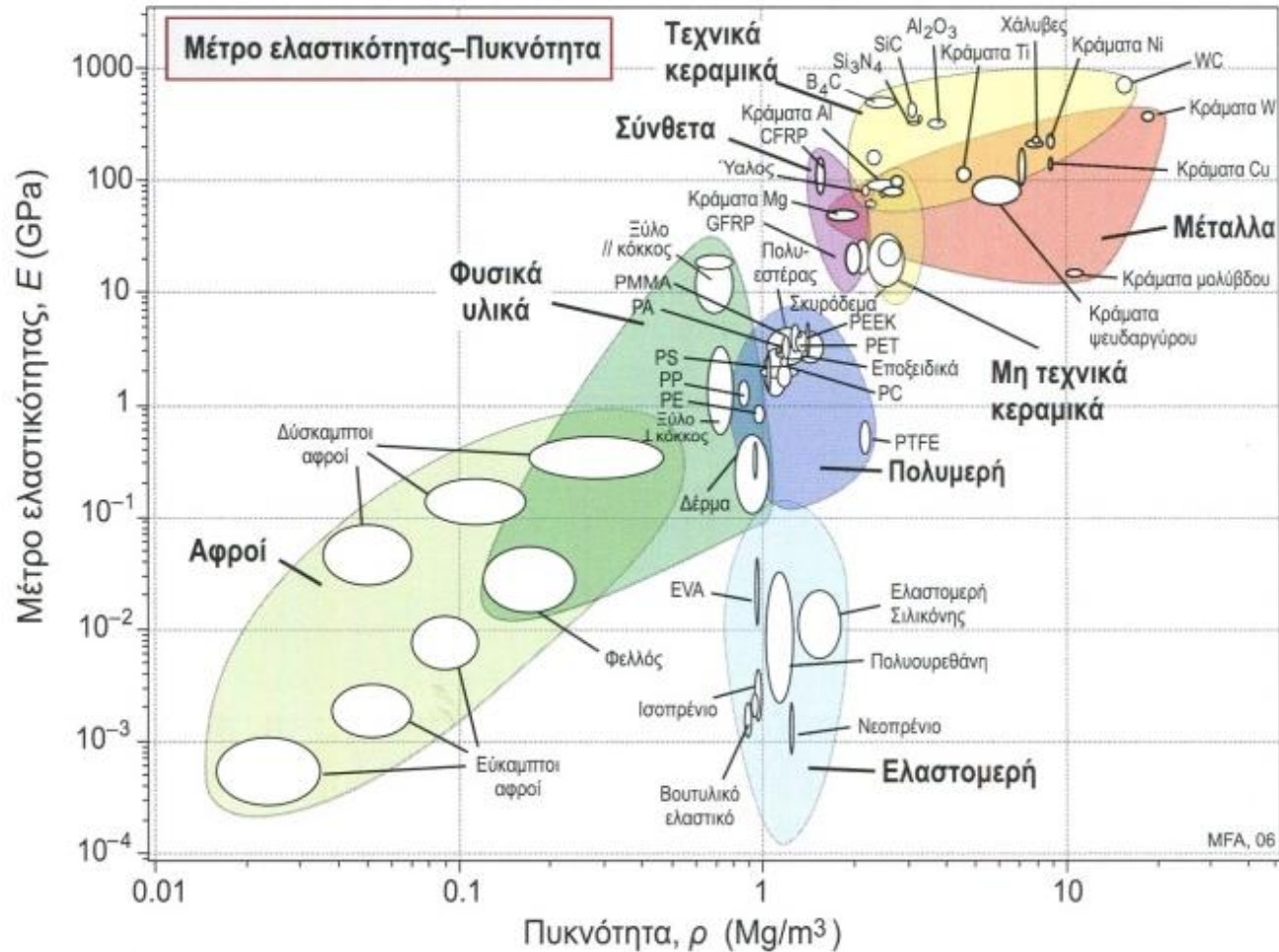
-- select --
Min: Max: Unit:

Instructions: Optionally choose a material search category such as a general category like 'Metal' or a child category like 'Aluminum Alloy' from the category tree. Click on the [+] symbol to open branches on the tree. Next, select a material property from the drop-down list and enter the Unit of Measure. For the range, enter a minimum or a maximum value or both. Select up to two more material properties and set the ranges. Choose whether you want the resulting materials to match at least one or all of the material properties. Then click the 'Find' button. Click a material from the results list to see the full datasheet or add the data sheets to your folder for comparison or export. [More Detailed Property Search Instructions and Examples](#)

Notes:

- Scientific notation may be used in the Min. and Max. range boxes (e. g. 1.04E-16).
- Text searches can be performed from any page - use the **Quick Search** in the bar at the top right.
- View more [Search Strategies](#) on how to find information in MatWeb.

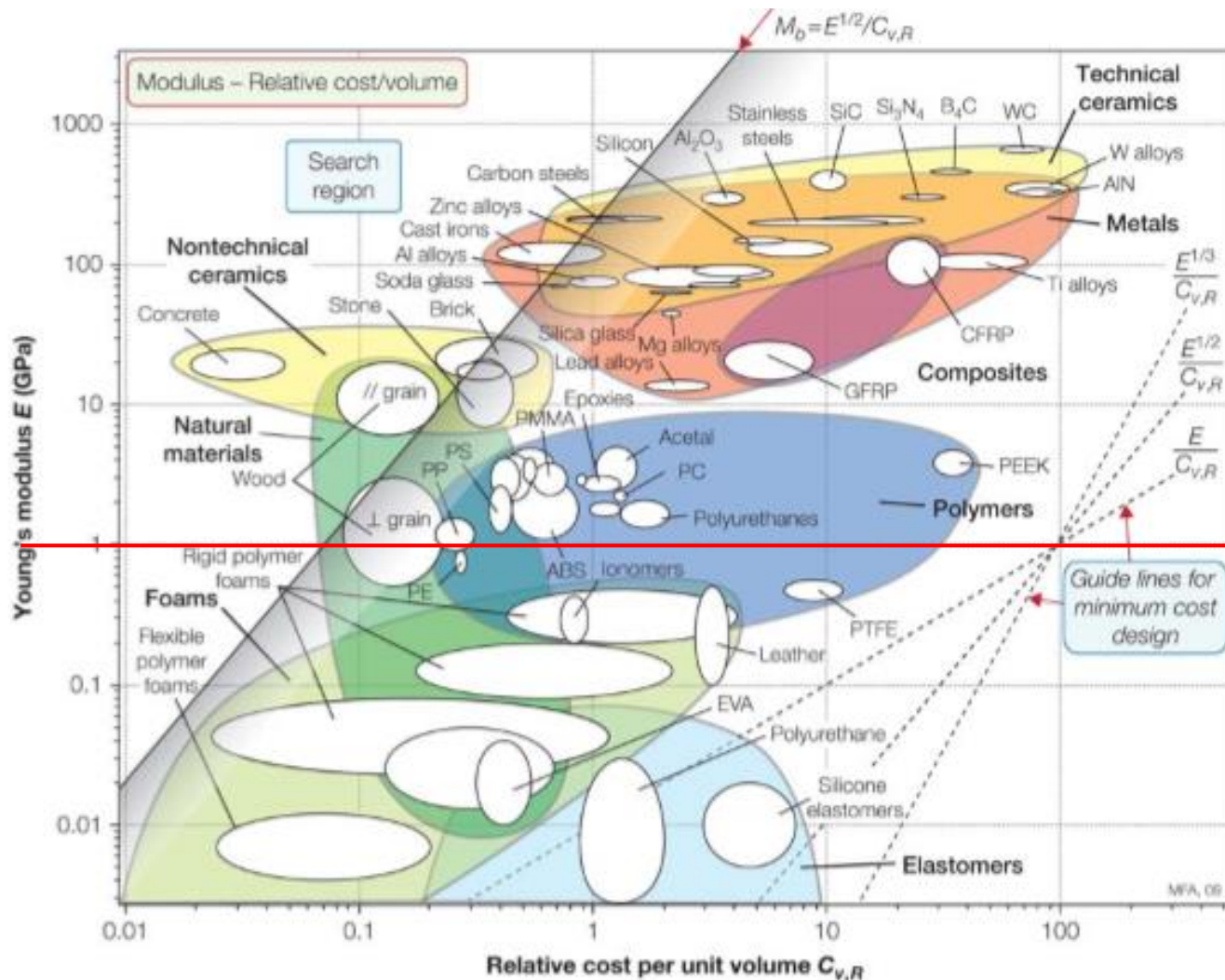
B. ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



Ποιό είναι το υλικό με τη μεγαλύτερη πυκνότητα, ποιο το μέταλλο με το μικρότερο μέτρο ελαστικότητας, ποιό το πολυμερές με την υψηλότερη πυκνότητα;

Ποιός είναι ο λόγος του μέτρου ελαστικότητας ξύλου που μετράται παράλληλα στις ίνες με αυτό που μετράται κάθετα στις ίνες, ποιο το εύρος τιμών του μέτρου ελαστικότητας των ελαστομερών;

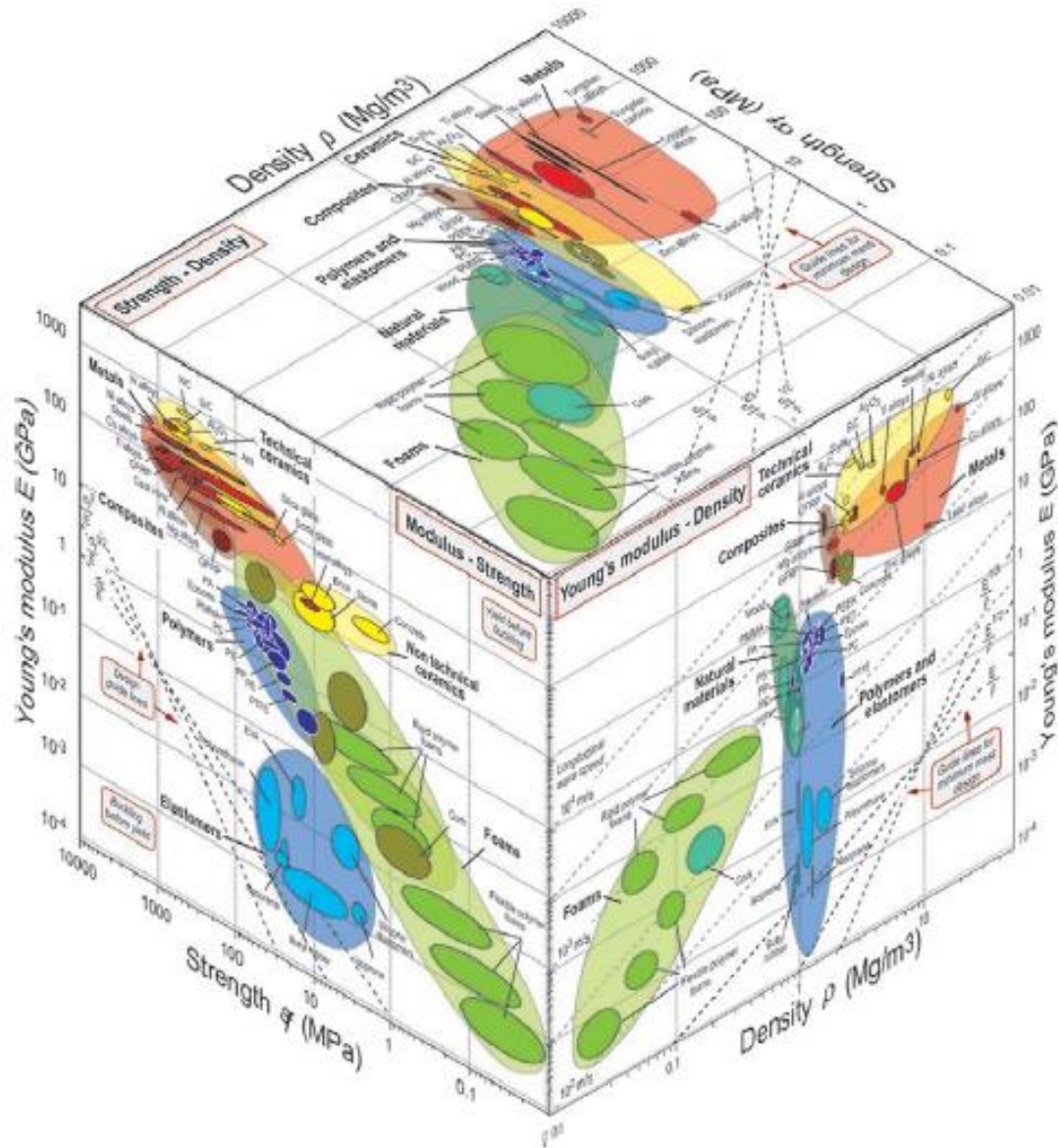
B. ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



Ποιό είναι το φθηνότερο υλικό με μέτρο ελαστικότητας μεγαλύτερο από 1 GPa, ποιό το φθηνότερο μέταλλο, ποιό το φθηνότερο πολυμερές ;

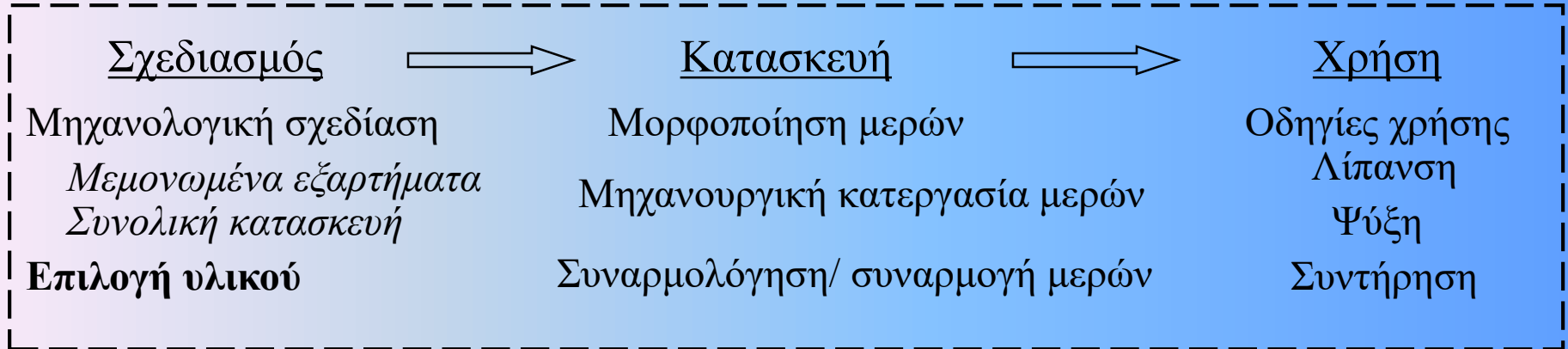
Τα κράματα μαγνησίου είναι φθηνότερα ή ακριβότερα από τα κράματα αλουμινίου; Συγκρίνατε ομοίως το PEEK με το PTFE.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΑΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ



ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΥΛΙΚΟΥ

*Τελική Χρήση/ Περιβάλλον λειτουργίας**



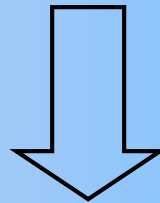
- * Περιβάλλον λειτουργίας:
- Μηχανική φόρτιση
 - Χημικοί παράγοντες
 - Επιφανειακή καταπόνηση
 - Θερμική Φόρτιση
 - Ακτινοβολία

Περιοριστικοί παράγοντες:

- Διαστασιολογικά μεγέθη κατασκευής / Γεωμετρικά χαρακτηριστικά
- Συνθήκες λειτουργίας κατασκευής / Λειτουργικά χαρακτηριστικά

Επιλογή υλικού κατά το σχεδιασμό της κατασκευής

- Σχεδιασμός/ ανάπτυξη νέων υλικών με μοναδικό συνδυασμό ιδιοτήτων
- Επιλογή υλικού από υπάρχοντα με το βέλτιστο συνδυασμό ιδιοτήτων για τη συγκεκριμένη εφαρμογή
- Αξιολόγηση της “ευκολίας” μορφοποίησης του υλικού για τη συγκεκριμένη εφαρμογή
- Αξιολόγηση της οικονομικής επιβάρυνσης (κόστους) από τη συγκεκριμένη επιλογή



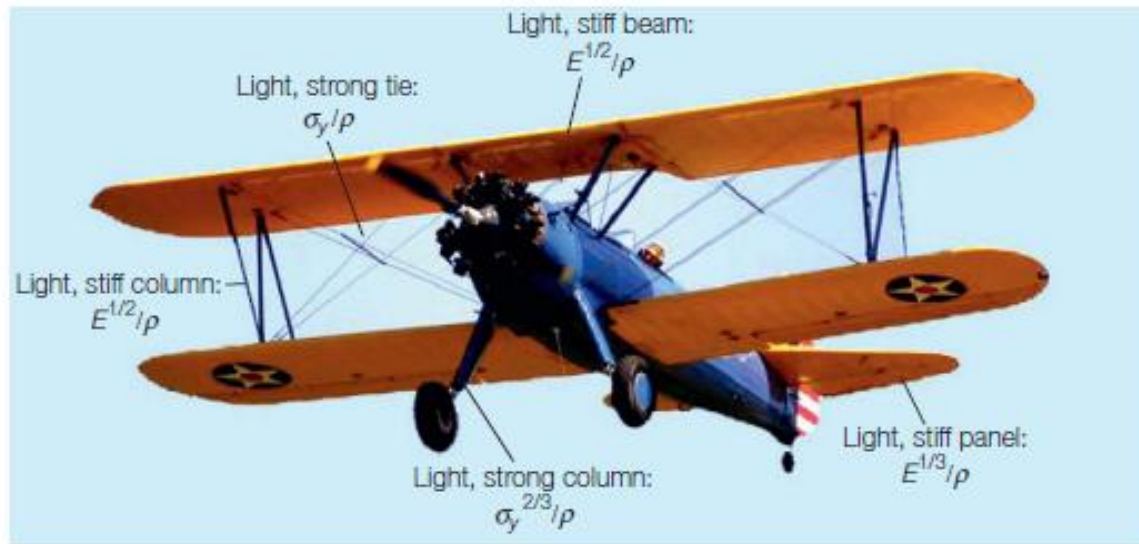
Μεγιστοποίηση της απόδοσης του τελικού προϊόντος

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΕΙΚΤΩΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Function, Objective, and Constraints	Index
<i>Tie</i> , minimum weight, stiffness prescribed	$\frac{E}{\rho}$
<i>Beam</i> , minimum weight, stiffness prescribed	$\frac{E^{1/2}}{\rho}$
<i>Beam</i> , minimum weight, strength prescribed	$\frac{\sigma_y^{2/3}}{\rho}$
<i>Beam</i> , minimum cost, stiffness prescribed	$\frac{E^{1/2}}{C_m \rho}$
<i>Beam</i> , minimum cost, strength prescribed	$\frac{\sigma_y^{2/3}}{C_m \rho}$
<i>Column</i> , minimum cost, buckling load prescribed	$\frac{E^{1/2}}{C_m \rho}$
<i>Spring</i> , minimum weight for given energy storage	$\frac{\sigma_y^2}{E \rho}$
<i>Thermal insulation</i> , minimum cost, heat flux prescribed	$\frac{1}{\lambda C_p \rho}$
<i>Electromagnet</i> , maximum field, temperature rise prescribed	$\frac{C_p \rho}{\rho_e}$

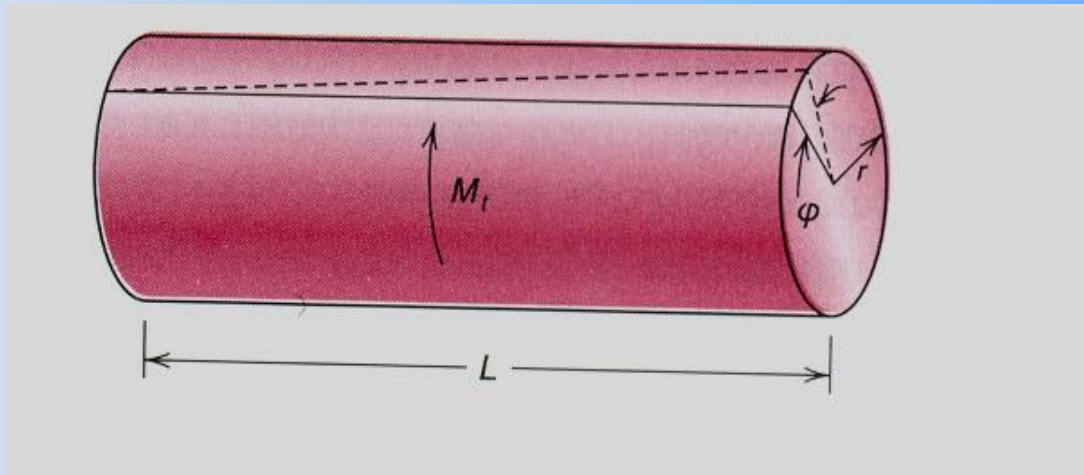
ρ = density; E = Young's modulus; σ_y = elastic limit; C_m = cost/kg; λ = thermal conductivity;
 ρ_e = electrical resistivity; C_p = specific heat

ΠΟΛΛΑΠΛΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ



Επιλογή υλικού για ελαφριά άτρακτο που υποστεί στρέψη

Κριτήρια επιλογής υλικού: (α) Αντοχή στην ανάληψη διατμητικών τάσεων (β)
Χαμηλό βάρος



Εφαρμογή ροπής στρέψης (M_t) \Rightarrow γωνία στρέψης (φ)

Κριτήριο Α: Αντοχή στην ανάληψη διατμητικών τάσεων

Διατμητική τάση για ακτίνα (r): $\tau = \frac{M_t \cdot r}{J}$

Πολική ροπή αδράνειας για στερεό κύλινδρο (J):

$$J = \frac{\pi \cdot r^4}{2}$$

$$\tau = \frac{2 \cdot M_t}{\pi \cdot r^3}$$



$\left\{ \begin{array}{l} \tau_f \\ N \end{array} \right.$ η αντοχή σε διάτμηση του υλικού
ο συντελεστής ασφάλειας

$$\frac{\tau_f}{N} = \frac{2 \cdot M_t}{\pi \cdot r^3}$$

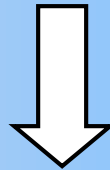
Κριτήριο Β: Χαμηλό βάρος

Πυκνότητα υλικού: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{S \cdot L} = \frac{m}{\pi \cdot r^2 \cdot L}$

Ακτίνα κυλίνδρου (r):

$$r = \sqrt{\frac{m}{\pi \cdot L \cdot \rho}}$$

$$\frac{\tau_f}{N} = \frac{2.M_t}{\pi.\left(\sqrt{\frac{m}{\pi.L.\rho}}\right)^3} = 2M_t\sqrt{\frac{\pi.L^3\rho^3}{m^3}}$$



$$m = \sqrt[3]{(2.N.M_t)^2} \cdot (\sqrt[3]{\pi.L}) \cdot \left(\frac{\rho}{\sqrt[3]{\tau_f^2}}\right)$$

→ Παράγοντας (III) σχετιζόμενος με το υλικό

↙ Παράγοντας (I) σχετιζόμενος με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά

↓ Παράγοντας (II) σχετιζόμενος με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά

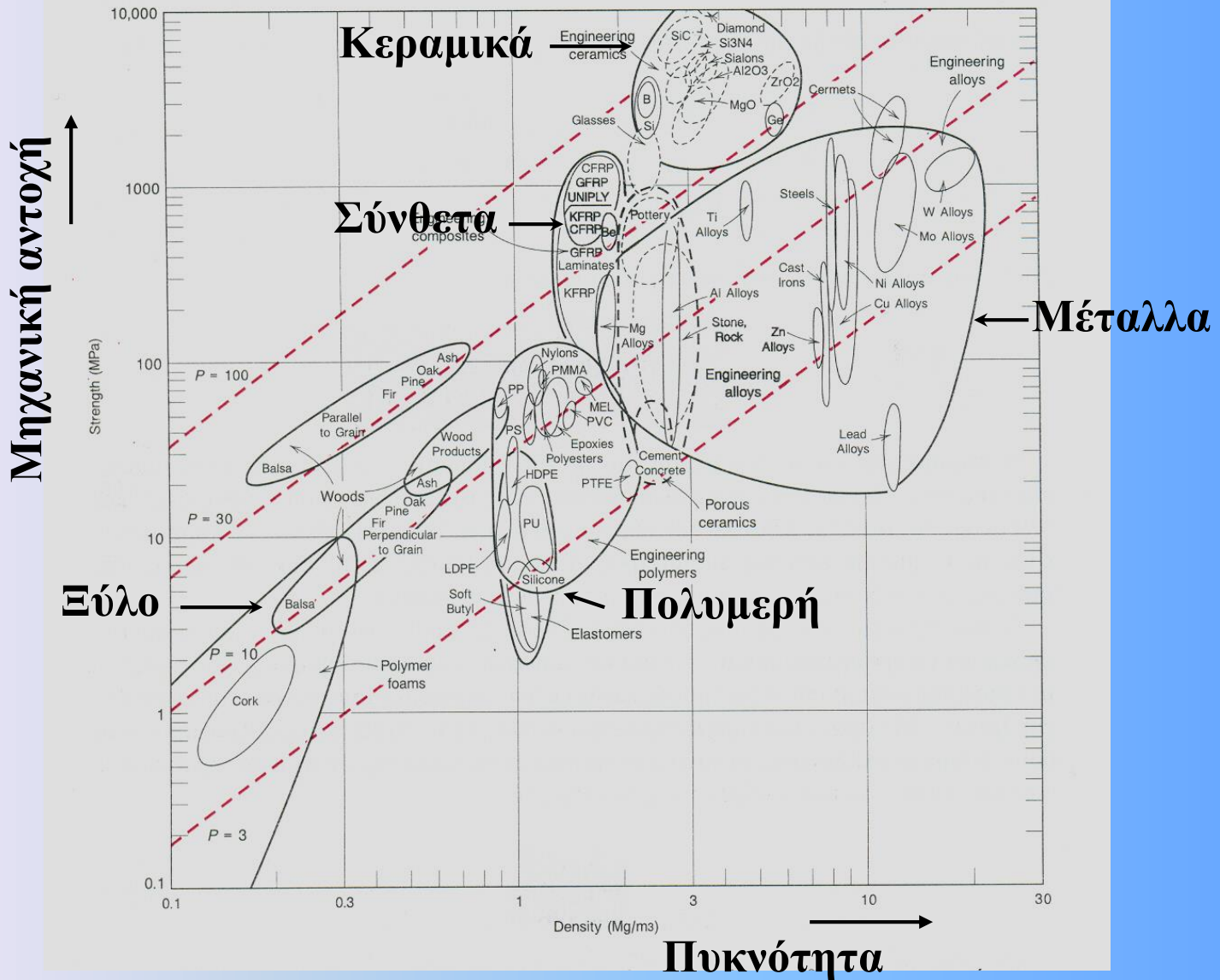
Συμπερασματικά:

Καταλληλότερα υλικά για την κατασκευή κυλινδρικού άξονα χαμηλού βάρους που θα υποστεί στρέψη είναι εκείνα για τα οποία ο παράγοντας III είναι κατά το δυνατόν μικρότερος.

Δείκτης απόδοσης υλικού (P):

$$P = \frac{1}{\frac{\rho}{\sqrt[3]{\tau_f^2}}} = \frac{\tau_f^{2/3}}{\rho}$$

Χάρτες Επιλογή Υλικών



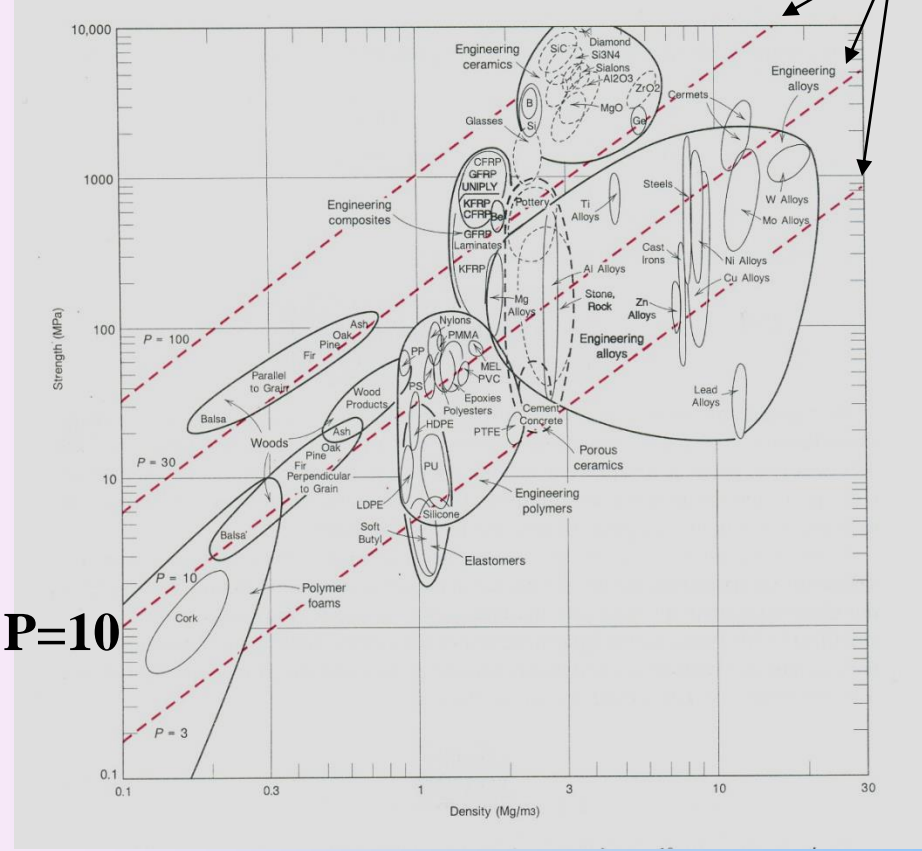
$$P = \frac{1}{\frac{\rho}{\sqrt[3]{\tau_f^2}}} = \frac{\tau_f^{2/3}}{\rho}$$

$$\log \tau_f = \frac{3}{2} \log \rho + \frac{3}{2} \log P$$



Γραμμές Καθοδήγησης Σχεδιασμού

Οικογένεια ευθειών σταθερής κλίσης για διάφορες τιμές δείκτη απόδοσης υλικού (P)



Παράδειγμα:

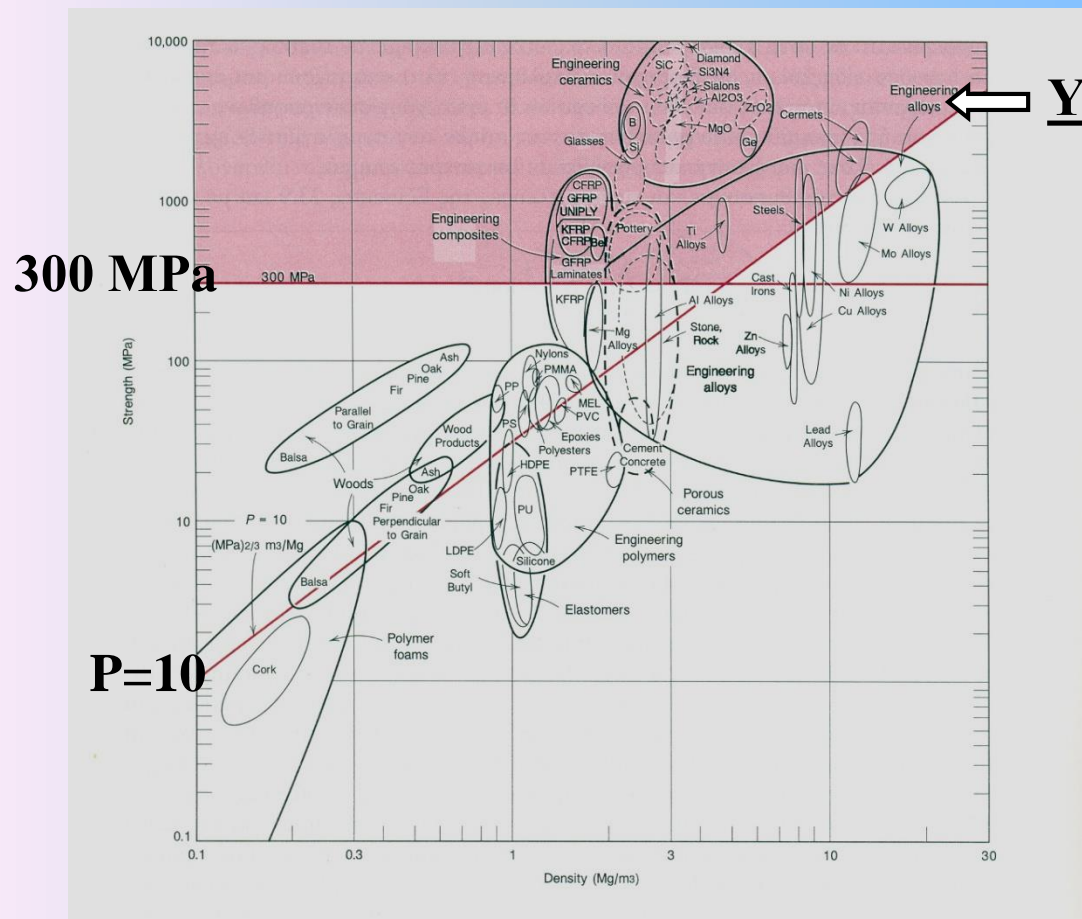
Για P=10, ομάδες υλικών που ικανοποιούν τα κριτήρια είναι:

- Ορισμένα είδη ξύλου
- Ορισμένα είδη πολυμερών & συνθέτων υλικών
- Βιομηχανικά κεραμικά
- Βιομηχανικά κράματα (Al, Mg, Fe)

Λοιποί περιορισμοί της συγκεκριμένης εφαρμογής

A. Δυσθραυστότητα: Απορρίπτονται γυαλιά και κεραμικά

B. Αντοχή του άξονα (π.χ. 300 MPa): Απορρίπτονται ξύλο, πολυμερή, κράματα Mg, πλειοψηφία κραμάτων Al & Fe



Υποψήφια προς επιλογή υλικά:

Ορισμένοι χάλυβες

Κράματα Ti

Κράματα Al υψηλής αντοχής

Σύνθετα με ενίσχυση ινών

γυαλιού ή ανθρακονημάτων

Τελική επιλογή για τη συγκεκριμένη εφαρμογή

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Αύξηση του δείκτη απόδοσης υλικού

Υλικά	ρ (Mg/m ³)	τ_f (MPa)	$\frac{\tau_f^{2/3}/\rho = P}{[(MPa)^{2/3} m^3/Mg]}$
Ενισχυμένα σύνθετα ινών άνθρακα (0.65 κλάσμα ινών) ^a	1.5	1140	72.8
Ενισχυμένα σύνθετα ινών γυαλιού (0.65 κλάσμα ινών)	2.0	1060	52.0
Κράμα αλουμινίου (2024 - T6)	2.8	300	16.0
Κράμα τιτανίου (Ti - 6Al - 4V)	4.4	525	14.8
4340 χάλυβας (απότομη ψύξη σε λάδι και επαναφορά)	7.8	780	10.9

Ενδεικτική τιμή/

Λόγος ανάλογος της απαιτούμενης μάζας υλικού

μονάδα μάζας

Συνολικό κόστος υλικού

Οικονομικά δεδομένα

Αύξηση του συνολικού κόστους υλικού

Υλικά	$\rho/\tau_f^{2/3}$ [10 ⁻² {Mg/(MPa) ^{2/3} m ³ }]	\bar{c} (\$/\$)	$\bar{c} (\rho/\tau_f^{2/3})$ [10 ⁻² {(\$/\$) {Mg/(MPa) ^{2/3} m ³ }}]
4340 χάλυβας (απότομη ψύξη σε λάδι και επαναφορά)	9.2	5	46
Ενισχυμένα σύνθετα ινών γυαλιού (0.65 κλάσμα ινών)	1.9	40	76
Κράμα αλουμινίου (2024 - T6)	6.2	15	93
Ενισχυμένα σύνθετα ινών άνθρακα (0.65 κλάσμα ινών)	1.4	80	112
Κράμα τιτανίου (Ti - 6Al - 4V)	6.8	110	748

**Καταλληλότερη τεχνικοοικονομική επιλογή:
χάλυβας 4340 μετά από βαφή & επαναφορά**