



# Συσκευασία Τροφίμων

## Ενότητα 23: Μπουκάλι PET, 1ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Του Ανθρώπου

Διδάσκων: Αντώνιος Καναβούρας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





# Μαθησιακοί Στόχοι

- Παράδειγμα ολοκληρωμένου σχεδιασμού μπουκαλιών.

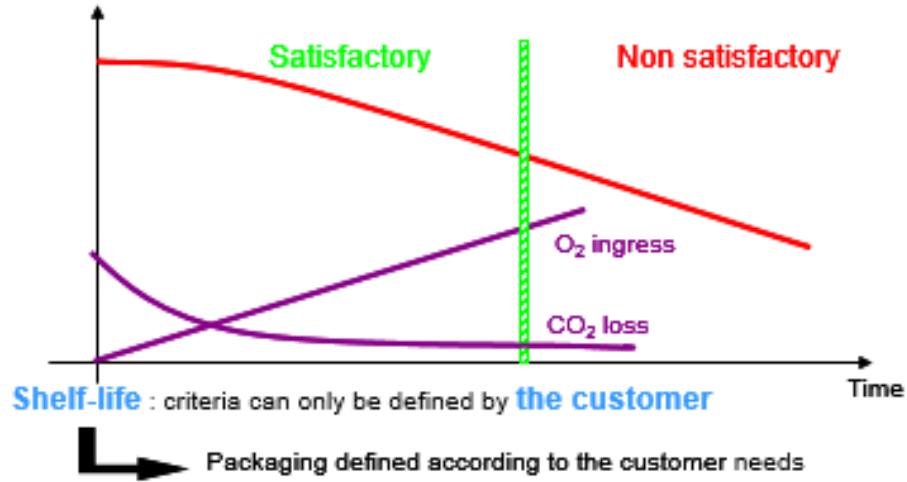
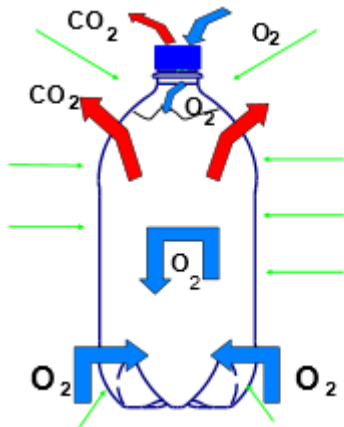


# Λέξεις Κλειδιά

- περιέκτης,
- ιδιότητες,
- υλικά,
- αλληλεπίδραση με το τρόφιμο



# Διαπερατότητα και Υλικά Συσκευασίας



### 3 Layers



passive barrier

AmGuard™

active barrier

Bind-Ox® and Bind-Ox+™



Multilayer Technology:

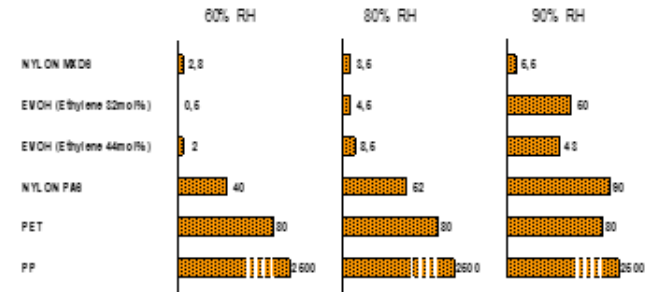
AmGuard™

Bind-Ox®, Bind-Ox+™

Monolayer technology:

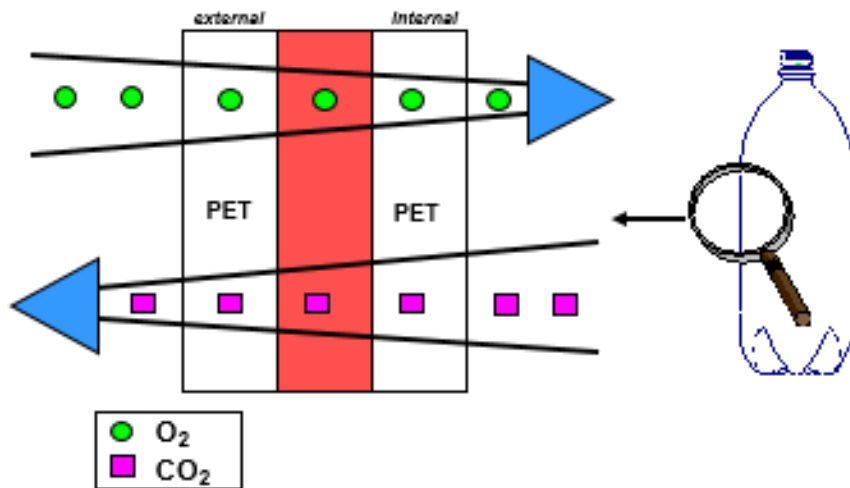
AmFresh™

Oxygen permeation rate of (20µm thick) films (cc/m<sup>2</sup>.day.atm) at 23°C





# Ενεργή Συσκευασία



	Multilayer	Coating	Scavenger (monolayer)
O <sub>2</sub> barrier	+	0	+
CO <sub>2</sub> barrier	+	+	-
Light weighing potential	+	-	+
Transparency	+	0	0
Availability	+	+	+
Food Approval	+	+	+
Recyclability	+	+	+
Investment	0	-	+
+ excellent 0 good - not suitable			

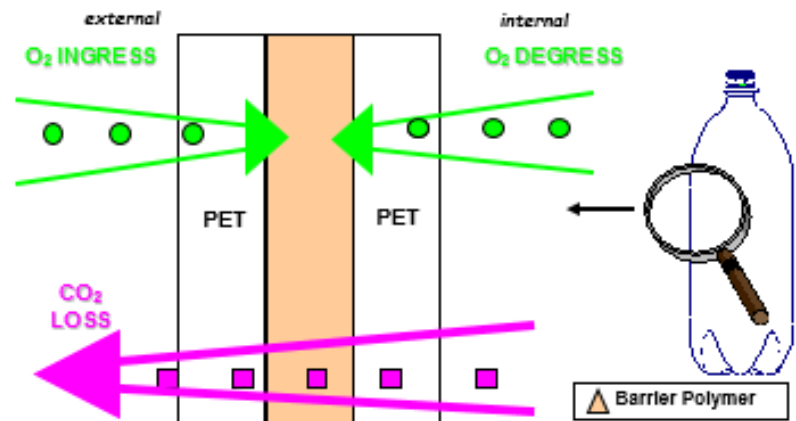
ACTIVE O<sub>2</sub> barrier  
Bind-Ox™



ACTIVE O<sub>2</sub> barrier and PASSIVE CO<sub>2</sub> barrier  
Bind-Ox®

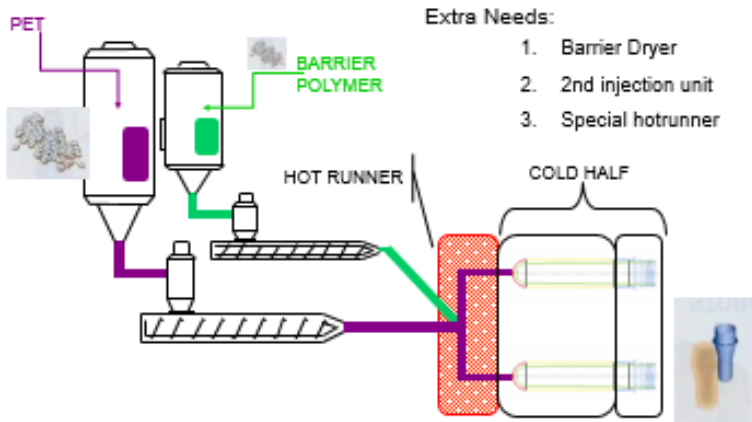


PASSIVE O<sub>2</sub> barrier and PASSIVE CO<sub>2</sub> barrier  
AmGuard™

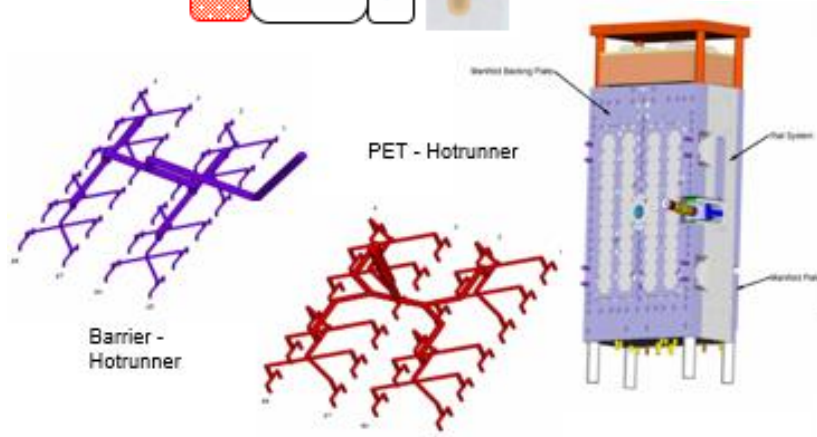




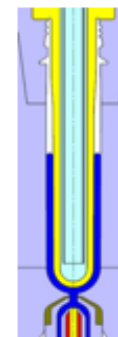
# Πολυστρωματικό pre-form



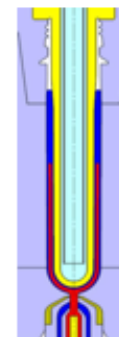
Extra layer in the preform



Processing : principle (parallel injection)



Step 1 : PET injection



Step 2 : Barrier and PET injection

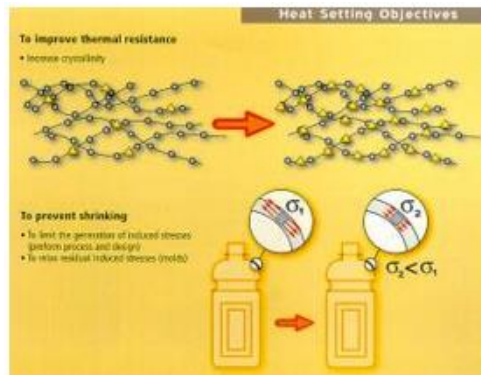


Step 3 : PET injection



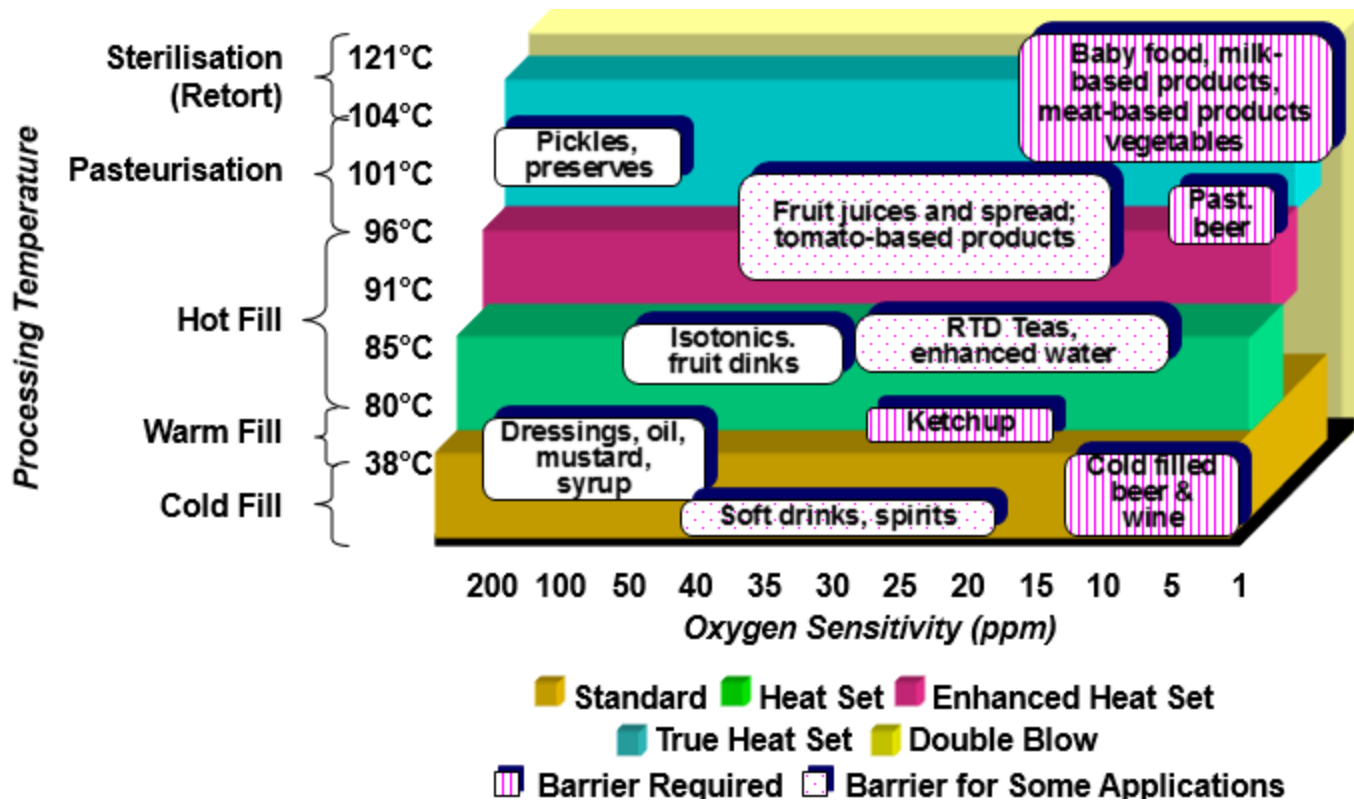
# Τεχνολογία Θερμού Γεμίσματος (Hot Fill) 1/4

- Θερμική επεξεργασία για την παστερίωση
- Θερμοκρασία γεμίσματος 83 με 92°C
- Υπό κενό
- Παραμορφώσεις περιεκτών
- Διόγκωση πολυμερών





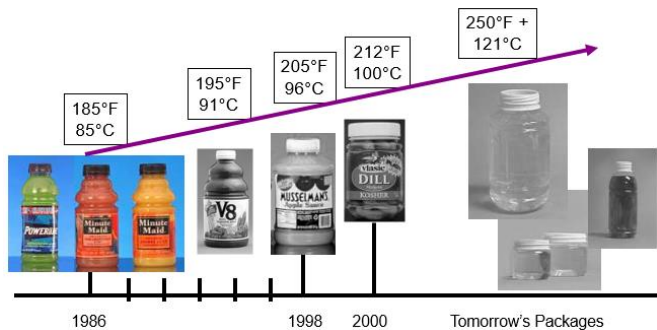
# Τεχνολογία Θερμού Γεμίσματος (Hot Fill) 2/4



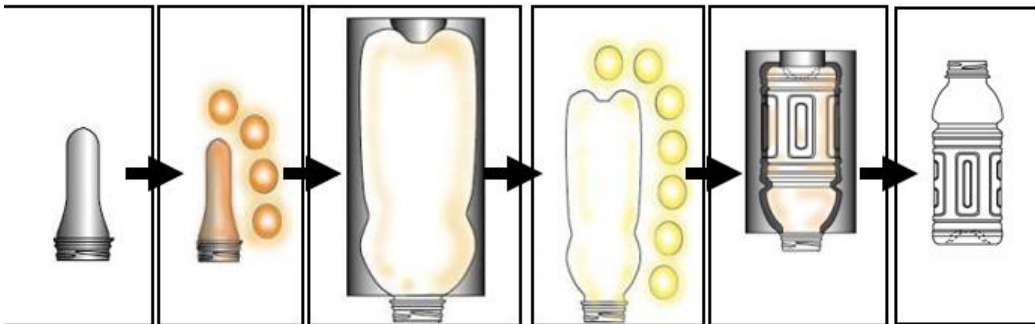




# Τεχνολογία Θερμού Γεμίσματος (Hot Fill) 3/4

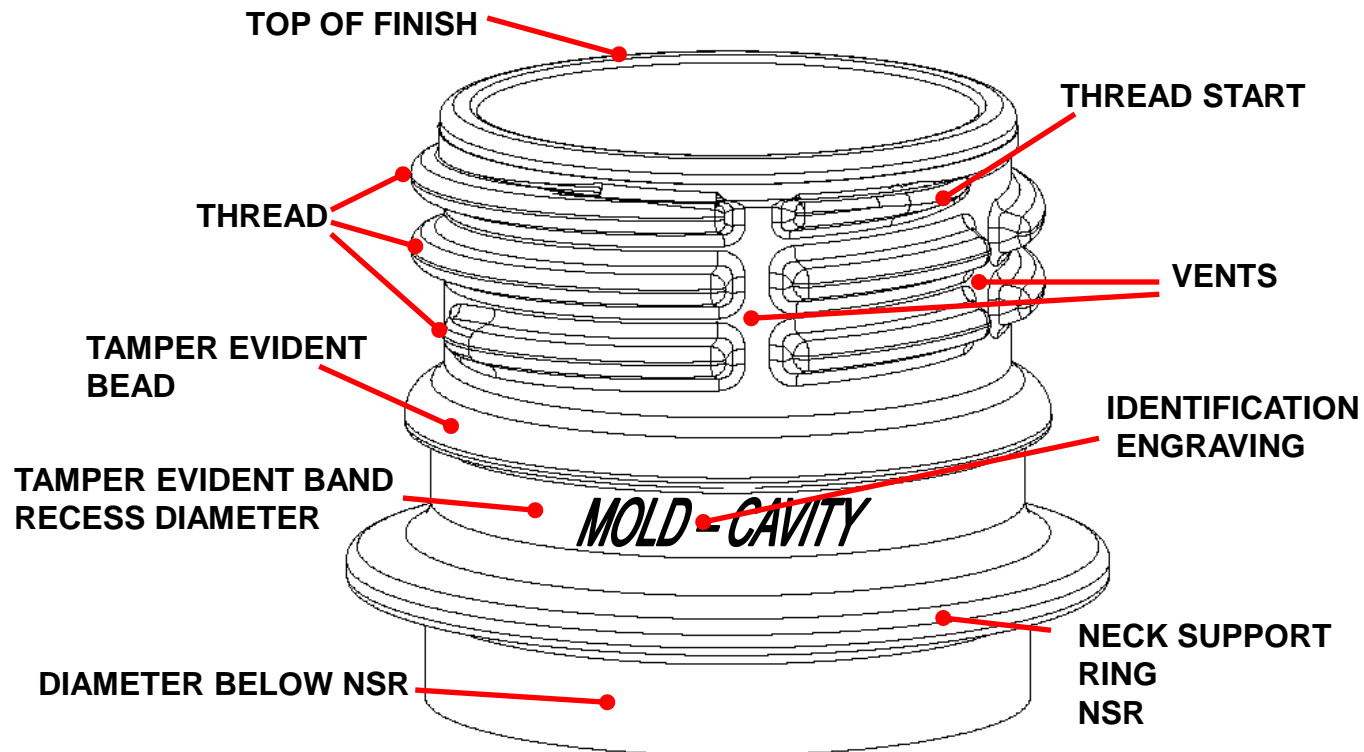


PET bottle process	Standard Heat-Set	Enhanced Heat-Set	True Heat Set™	New Processing Platform
Fill Temperatures	Up to 185°F 85°C	Up to 205°F 96°C	Up to 275°F 129°C	Up to 275°F
Fill Process	Hot-fill	Hot-fill and hold	Hot-fill Pasteurization Retort	Hot-fill Pasteurization Retort
<b>Crystallinity levels</b>				
Sidewall	27-29%	29-31%	<b>40-45%</b>	<b>45-50%</b>
Finish	Amorphous	Crystallized	Crystallized	Crystallized
	>27%	>35%	>35%	>35%
Base	3-5%	3-5%	<b>&gt;35%</b>	<b>40-45%</b>





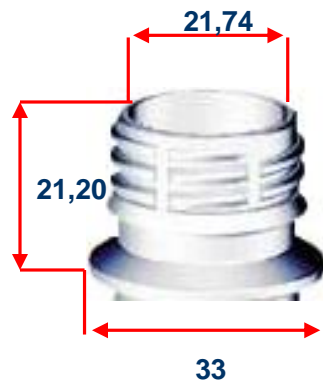
# Nomenclature 1/3





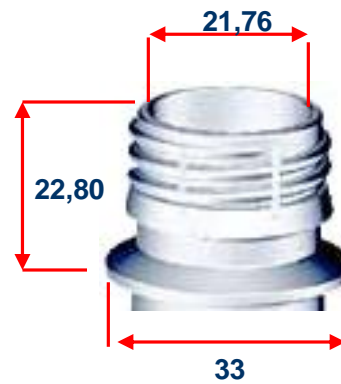
# Nomenclature 2/3

5,14 g



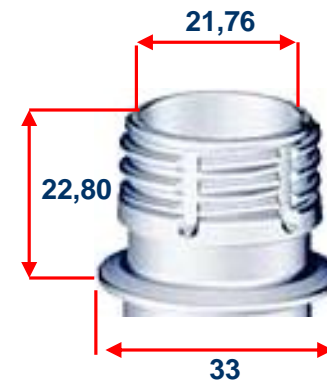
PCO Neck

5,74 g



BPF Neck

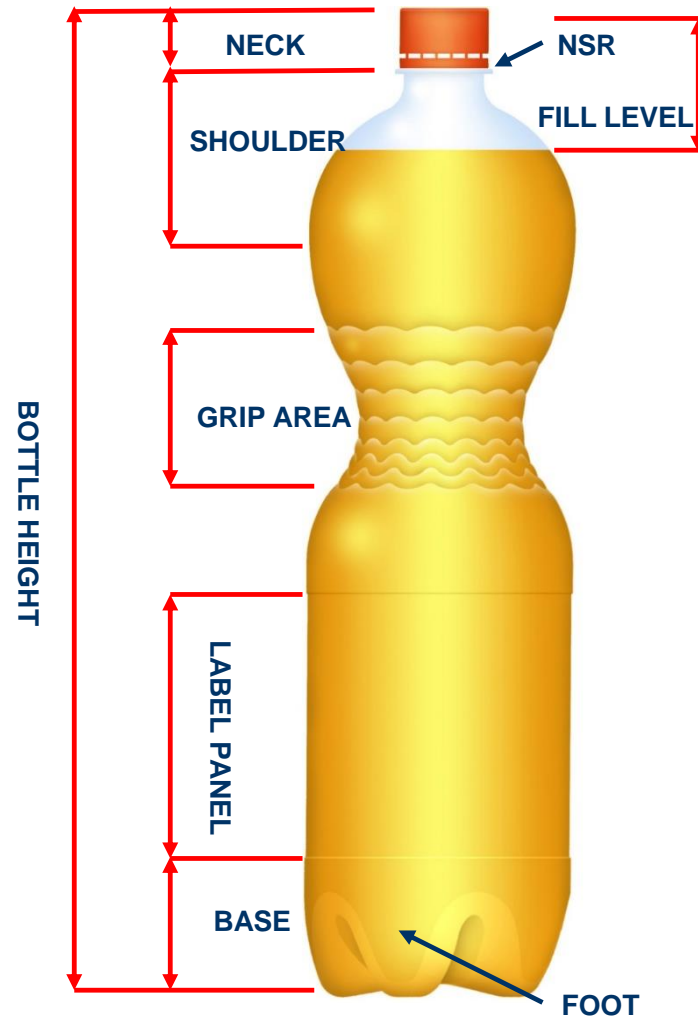
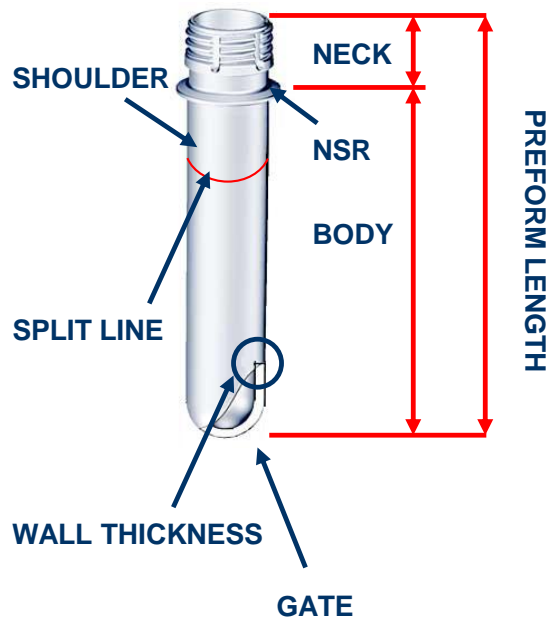
5,34 g



BPFL Neck



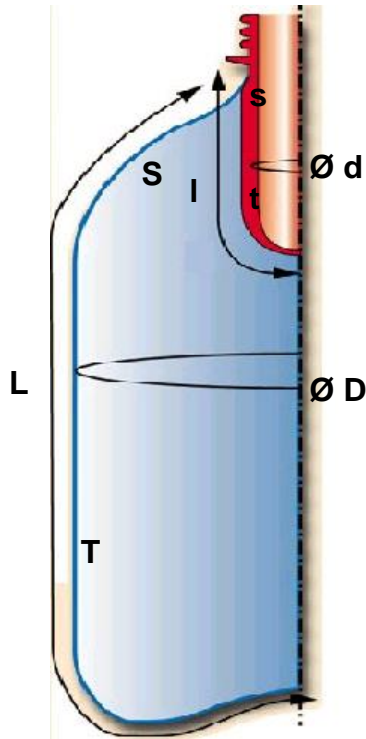
# Nomenclature 3/3





# Preform and Bottle Design 1/3

## Bi – Orientation Ratio ( $\tau$ )



D = Bottle Diameter

d = Average Preform Diameter

L =  $\frac{1}{2}$  Bottle Development

I =  $\frac{1}{2}$  Preform Average Development

T = Bottle Wall Thickness

t = Preform Wall Thickness

S = Bottle Shoulder Length

s = Preform Shoulder Length



# Preform and Bottle Design 2/3

## Bi – Orientation Ratio ( $\tau$ )

### AXIAL RATIO

$$\tau_{\text{Axial}} = L / l$$

### STD BLOWING

2,5 – 3,1 (max 3,25 for water)

### HEAT SET

2,6 – 2,9

### RADIAL RATIO

$$\tau_{\text{Radial}} = \varnothing D / \varnothing d$$

### STD BLOWING

3,5 – 4,2 (max 4,5 for diagonal)

### HEAT SET

3,3 – 3,6

### TOTAL RATIO

$$\tau_{\text{Total}} = \tau_{\text{axial}} \times \tau_{\text{radial}}$$

### STD BLOWING

9,8 – 15

### HEAT SET

8,6 – 10,5



# Preform and Bottle Design 3/3

## Bi – Orientation Ratio ( $\tau$ )

### BASE RATIO

$$\tau_{\text{Base}} = \frac{\text{Ø Bottle Standing ring}}{\text{Ø Preform Lower Core}}$$

### STD BLOWING

< 3,5

### HEAT SET

### BOTTLE WALL THICKNESS

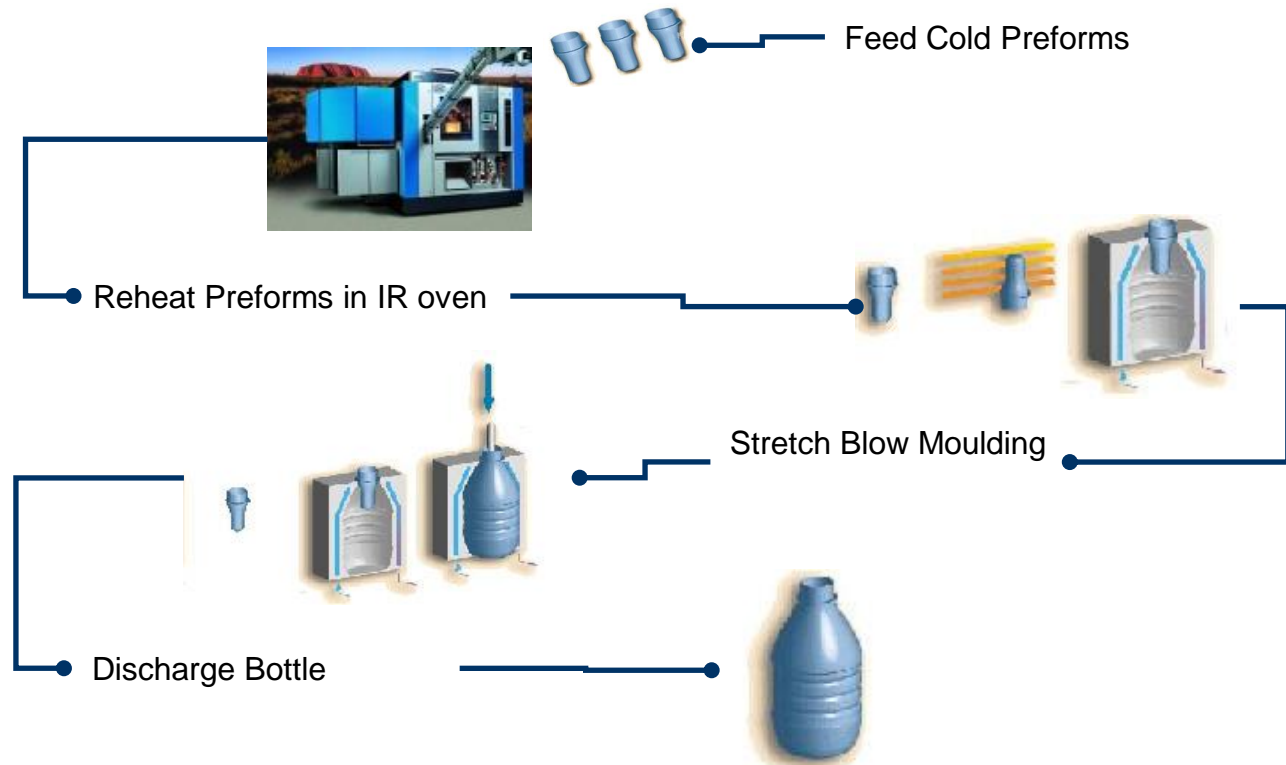
$$T = t / \tau_{\text{Total}} \quad (\times 0.9)$$

- **s** (preform shoulder) is the area where wall thickness increases up to its maximum value
- **S** (bottle shoulder) is the area which ends with maximum diameter
- **s** is blown into **S** according to total ratio

$$\bullet \mathbf{s} \times \tau_{\text{Total}} (\times 0,66) = \mathbf{S}$$



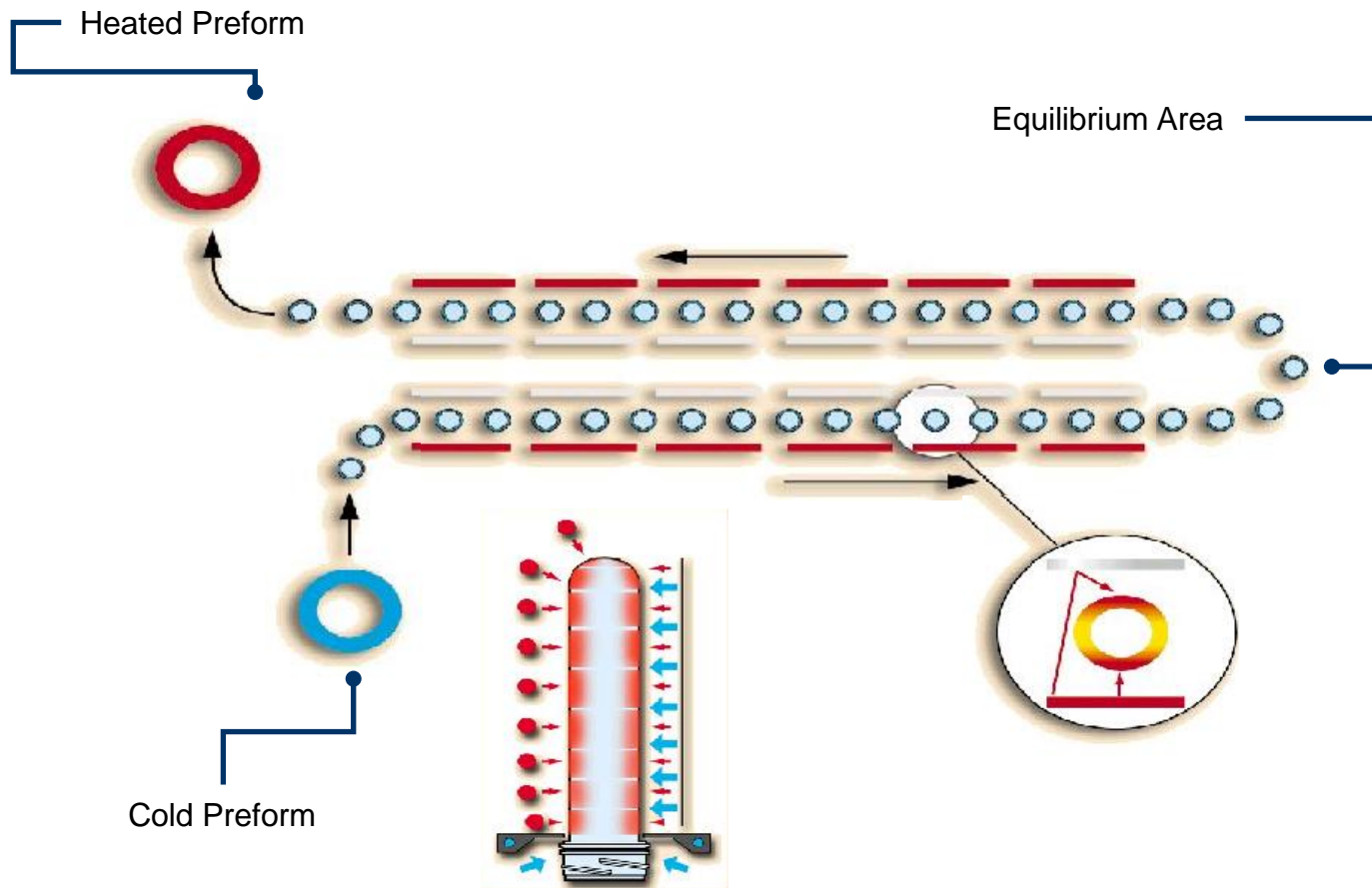
# Αρχές του Stretch Blow Moulding





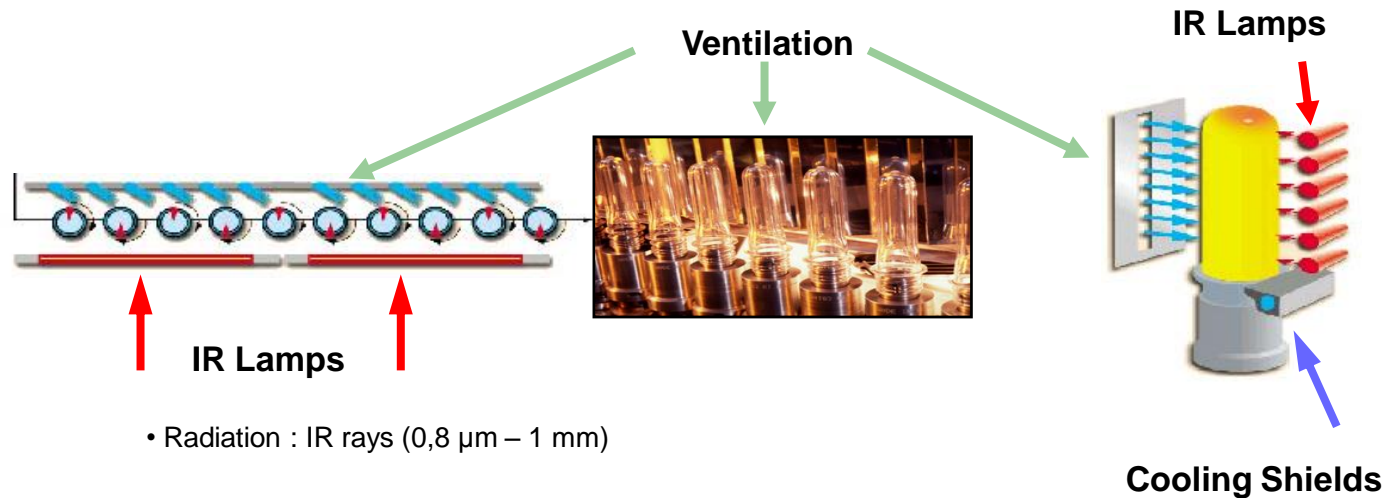


# Φούρνος





# Ενέργεια Θερμότητας



- Radiation : IR rays ( $0,8 \mu\text{m} - 1 \text{mm}$ )

- Near :  $\lambda$   $0,78 \mu\text{m} - 2,5 \mu\text{m}$

- Middle :  $\lambda$   $2,5 \mu\text{m} - 50 \mu\text{m}$

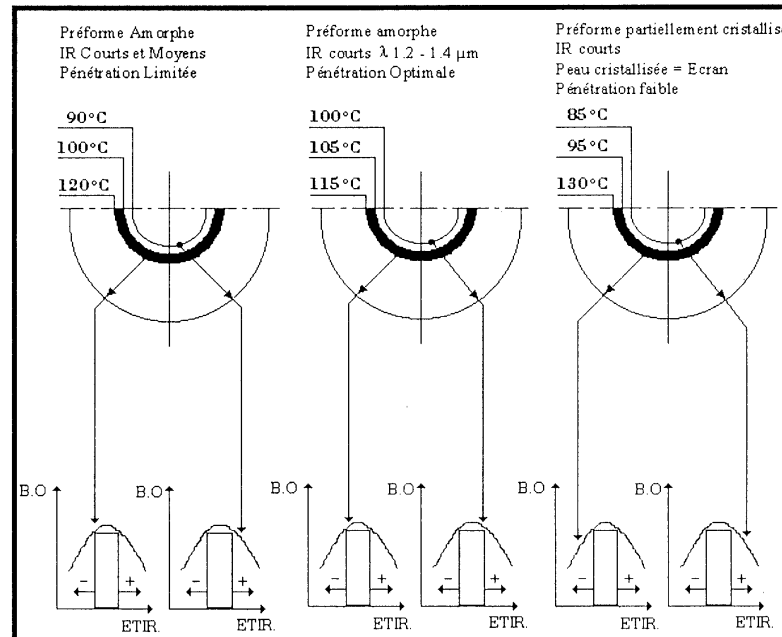
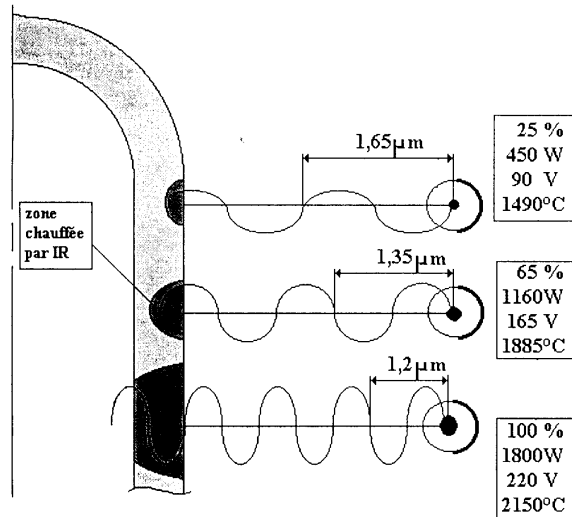
- Far :  $\lambda$   $50 \mu\text{m} - 1000 \mu\text{m}$

- Conduction : heat transfer from outer to inner surface

- Convection : due to air (thermal carrier fluid)

# Διείσδυση του IR στη Μάζα του Υλικού

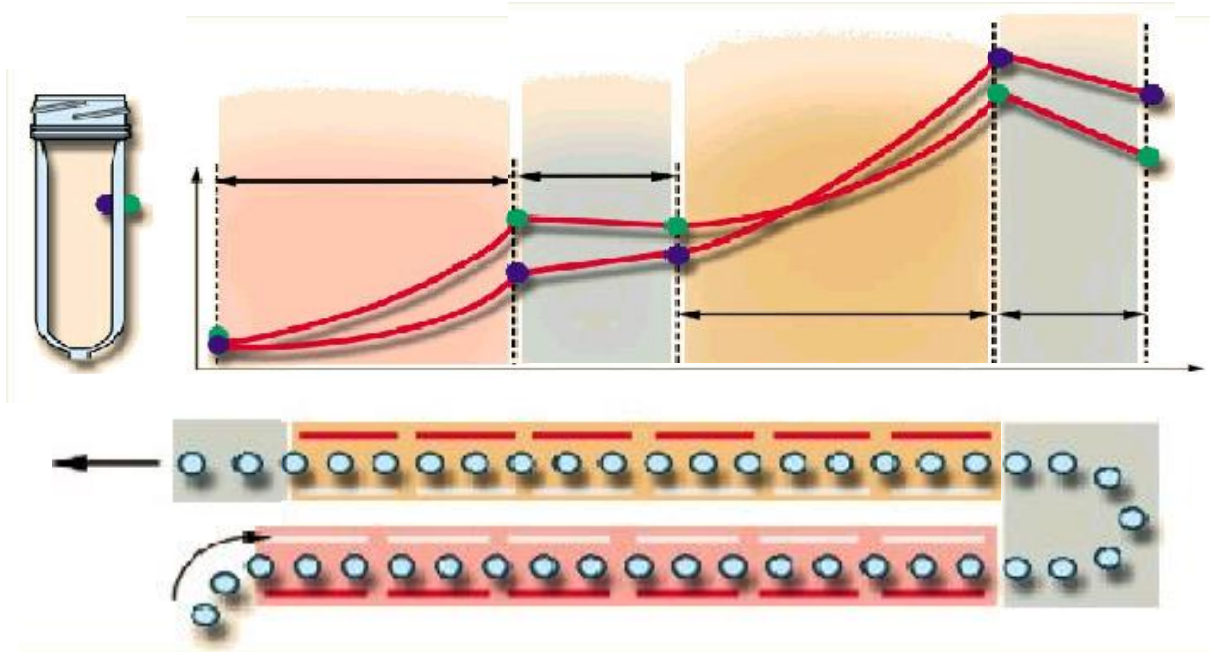
## CARACTERISTIQUE DES LAMPES IR.



INFLUENCE DES CONDITIONS DE CHAUFFAGE I.R. SUR LE TAUX D'ETIRAGE RESULTANT.

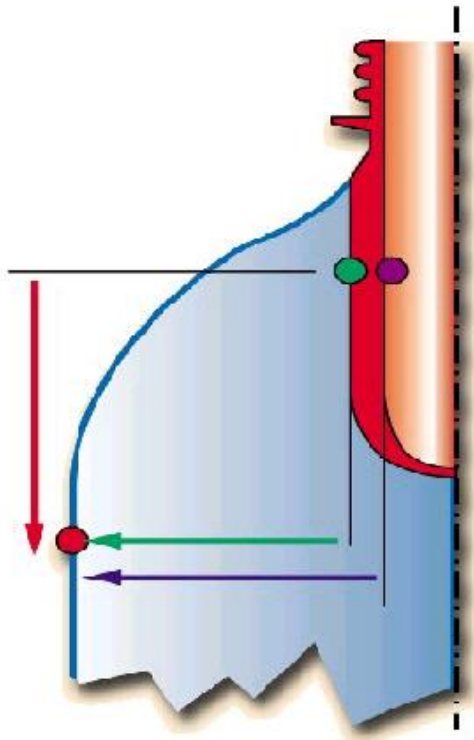


# Κατανομή Θερμότητας εντός της Μάζας του Υλικού 1/2





# Κατανομή Θερμότητας εντός της Μάζας του Υλικού 2/2

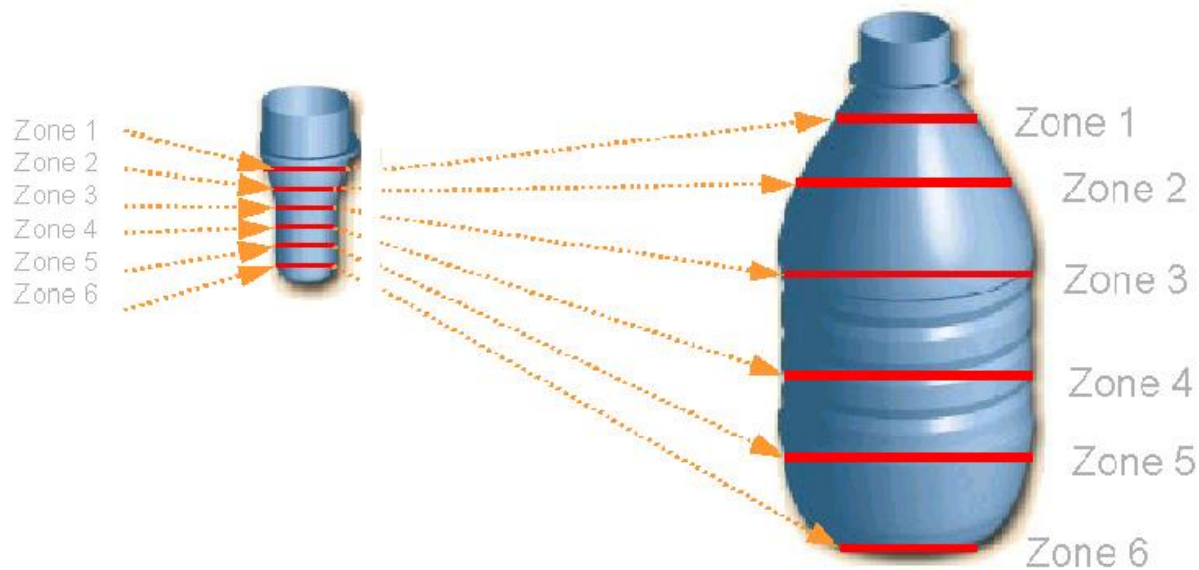


- The inner part of the preform is stretched more
- It is important to have a good heat distribution in preform thickness
- The inner part must be, in theory, warmer than the outer one



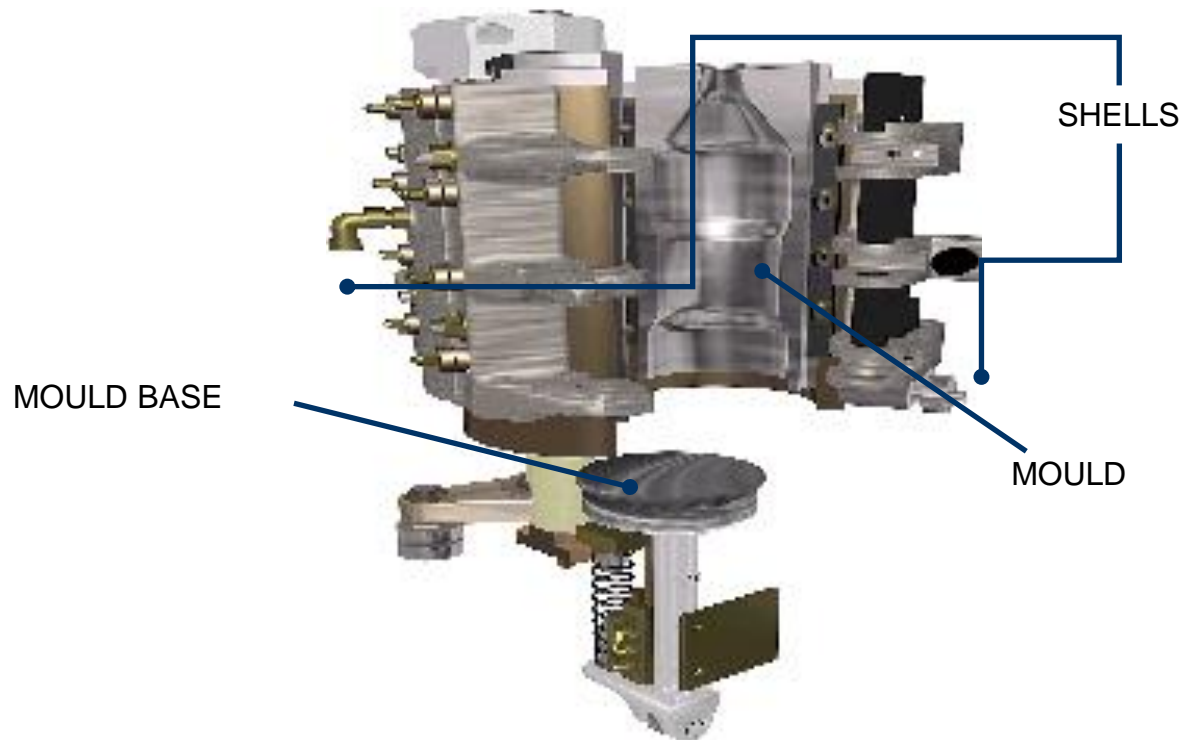
# Λάμπες

που επηρεάζουν την κατανομή θερμότητας εντός της μάζας του υλικού.



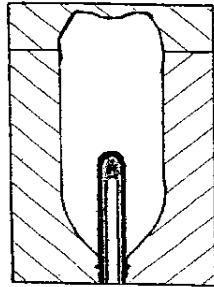


# Blow Mould

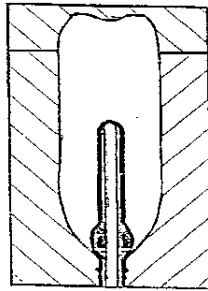




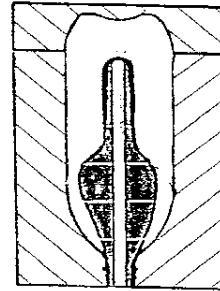
# Διαδικασία Παραγωγής



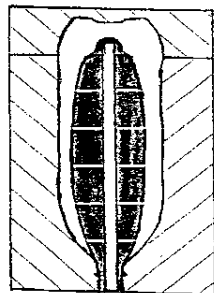
PREFORM IN MOULD  
STRETCH ROD  
READY



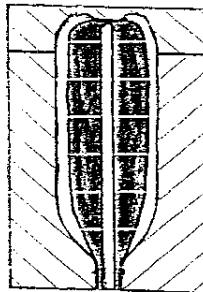
1<sup>ST</sup> STAGE STRETCH  
BLOW PRESSURE  
START



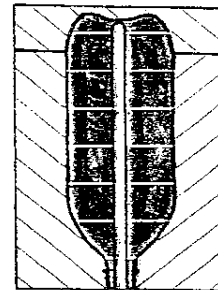
DEVELOPING  
BOTTLE



DEVELOPING  
BOTTLE



P1 BLOWING  
& STRETCHING  
COMPLETED

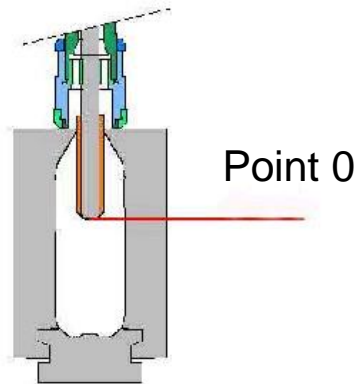
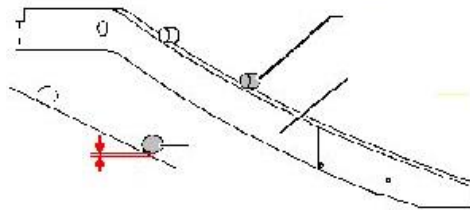


P2 BLOW PRESSURE  
FEET FORMED  
BOTTLE COMPLETE  
COOLING TIME





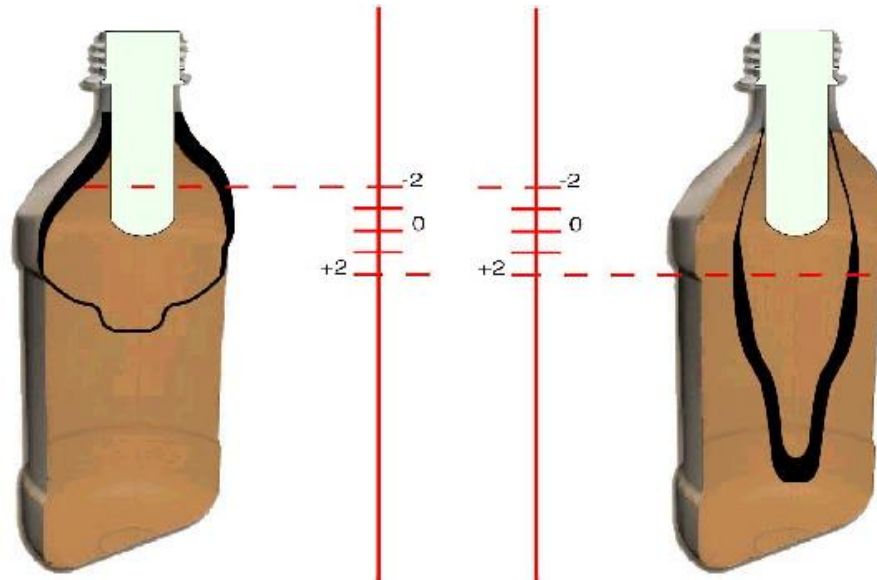
# Reforms



- Stretching starts when the stretch rod touches the bottom of the preform
- This point is called “point 0” and corresponds to a point on the blowing wheel
- All the other phases are related to this point



# Stretching vs. Pre – Blowing

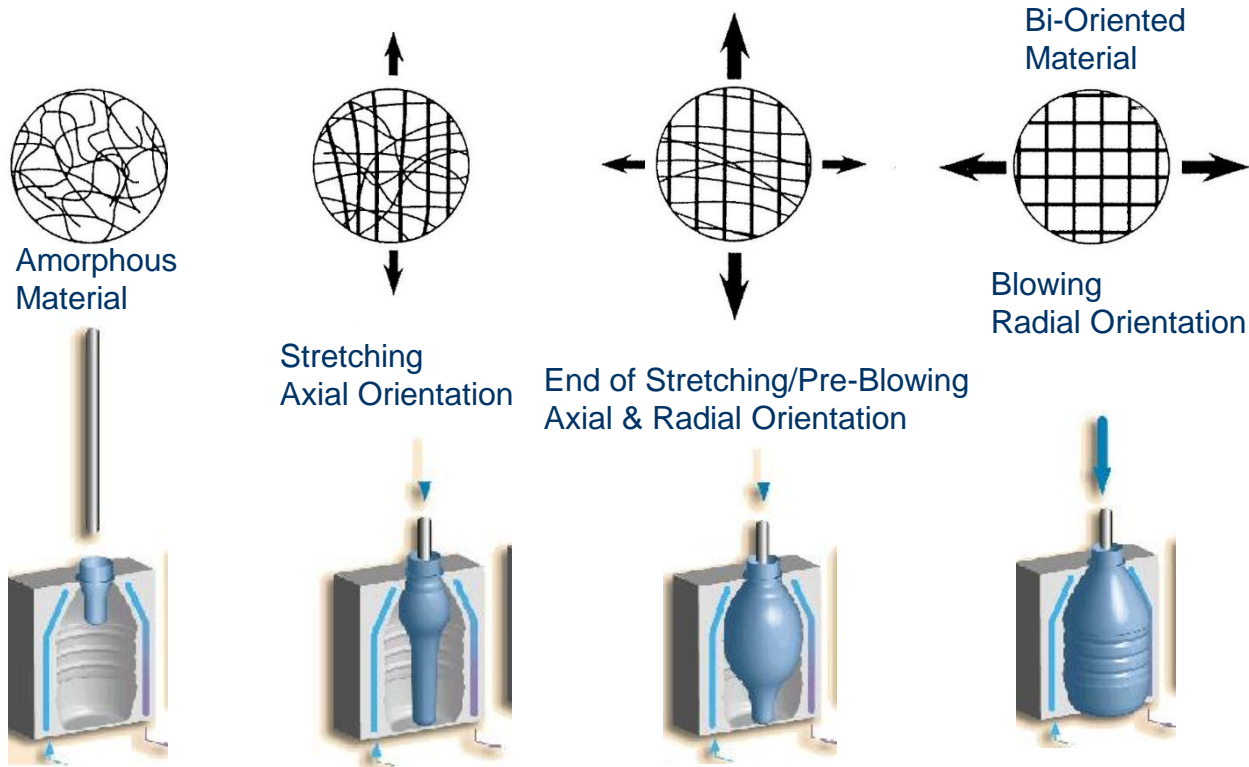


(Pre)Blowing too early

(Pre)Blowing too late



# Bi – Orientation of PET





# Βιβλιογραφία 1/2

- Α. Καναβούρας. Συσκευασία Προϊόντων κατά την Μεταφορά και Αποθήκευση τους. Αθήνα, Εκδ. Παπαζήση, 2009.
- Ι.Γ. Μπλούκας. Συσκευασία Τροφίμων. Αθήνα, Εκδ. Σταμούλης, 2004.
- Ν. Γ. Καρακασίδης. Κυτιοποιΐα. Αθήνα, Εκδ. Ίων



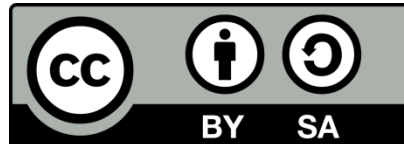
# Βιβλιογραφία 2/2

- Ι. Σ. Αρβανιτογιάννης. Στοιχεία τεχνολογίας, μεταποίησης και συσκευασίας τροφίμων. Θεσσαλονίκη, Εκδ. University Studio Press.
- Ν. Γ. Καρακασίδης. Σχεδιασμός συσκευασίας. Αθήνα, Ενδ. Ίων,
- Σ. Ε. Παπαδάκης. Συσκευασία τροφίμων. Αθήνα, Εκδ. Τζιόλα.



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





# Σημείωμα Αναφοράς

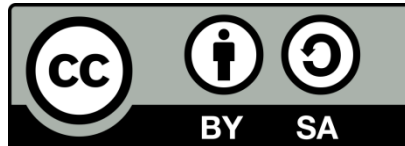
- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Αντώνιος Καναβούρας, «Συσκευασία Τροφίμων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://oceclass.aua.gr/>





# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. 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».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.