

### Πρόβλημα 1:

Νερό 80 kg/h πίεσης  $P=1 \text{ atm}$  &  $T=45^\circ\text{C}$  διέρχεται από ευθύγραμμο αγωγό 150 m. Τα χαρακτηριστικά του αγωγού είναι:

Schedule 40, Υλικό: Smooth Concrete Ονομαστική Διάμετρος: 1 ½ in.

1. Θεωρώντας ότι ο αγωγός είναι μονωμένος βρείτε την πτώση πίεσης μέσα στον αγωγό .
2. Επαναλάβετε με προσθήκη στη συνέχεια του αγωγού των 150 m αγκώνα κανονικού  $90^\circ$  (Elbow 90 Std) και 2<sup>ου</sup> ευθύγραμμου τμήματος 200m με υψομετρική αλλαγή 1.5 m. Τα χαρακτηριστικά του 2<sup>ου</sup> ευθύγραμμου τμήματος είναι ίδια με του 1<sup>ου</sup>.

Υπόδειξη: Χρησιμοποιήστε καταστατική εξίσωση Peng Robinson.

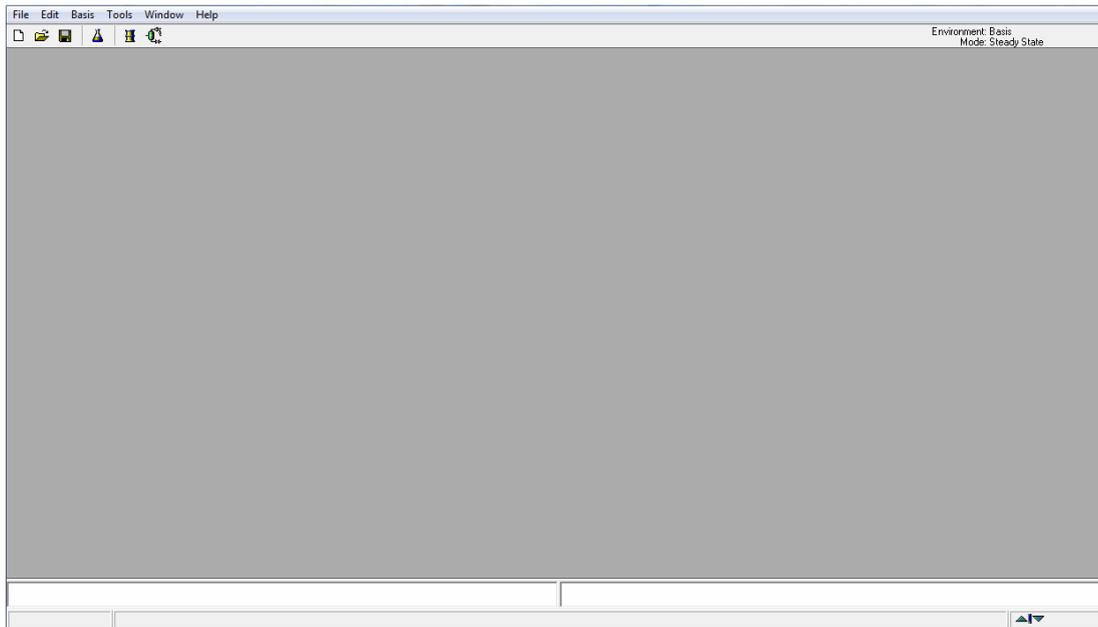
**Απάντηση:** (1.  $\Delta P \approx 2,9 \times 10^{-2} \text{ kPa}$  , 2. 14.6kPa

Παρακάτω δίνονται αναλυτικά τα βήματα της προσομοίωσης στο UNISIM καθώς και κάποια βιβλιογραφικά δεδομένα για τα εμπορικά χαρακτηριστικά των σωληνώσεων και των εξαρτημάτων αυτών

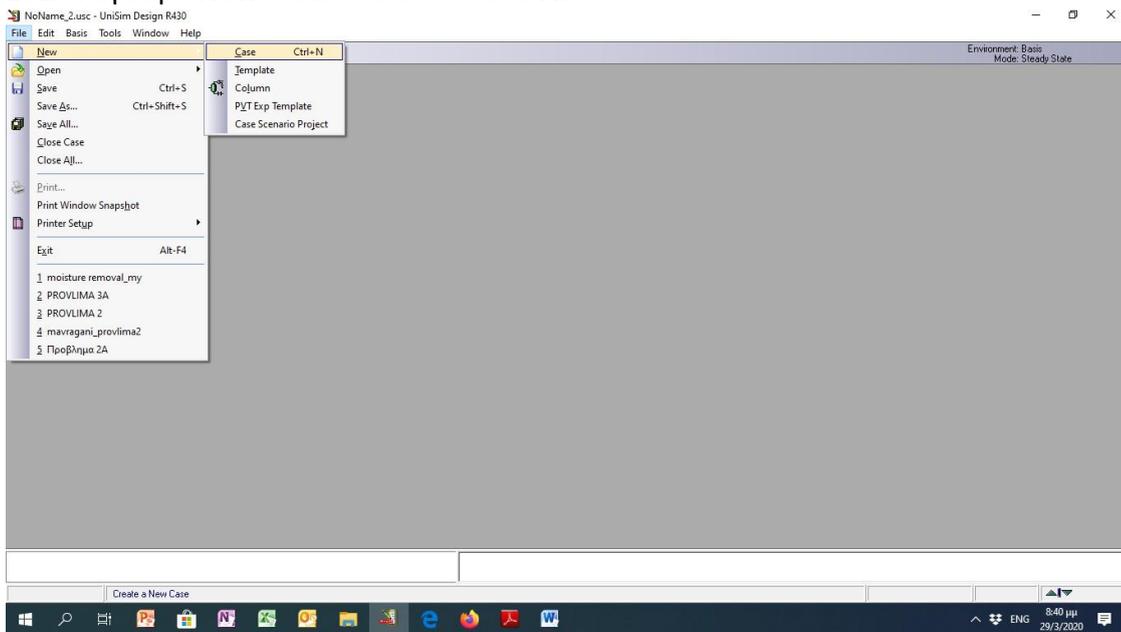
### 1. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΤΟ UNISIM

ΖΗΤΟΥΜΕΝΑ	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ	ΜΗΚΟΣ (1 segment)	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (1 segment)	ΠΑΡΟΧΗ (1 segment)
ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	1. Παροχή	1. Παροχή	1. Παροχή	
	2. Μήκος		2. Μήκος	1. Μήκος
	3. Διάμετρος	2. Διάμετρος		2. Διάμετρος
	4. Πίεση εισόδου ή εξόδου	3.1 Πίεση εισόδου & εξόδου ή 3.2 Πίεση εισόδου ή εξόδου & ΔP	3.1 Πίεση εισόδου & εξόδου ή 3.2 Πίεση εισόδου ή εξόδου & ΔP	3.1 Πίεση εισόδου & εξόδου ή 3.2 Πίεση εισόδου ή εξόδου & ΔP
	5. 1 Θερμοκρασία εισόδου ή εξόδου & Heat Transfer (Heat Loss or HTC) ή 5.2 Θερμοκρασία εισόδου & εξόδου	4. 1 Θερμοκρασία εισόδου ή εξόδου & Heat Transfer (Heat Loss or HTC) ή 4.2 Θερμοκρασία εισόδου & εξόδου	4. 1 Θερμοκρασία εισόδου ή εξόδου & Heat Transfer (Heat Loss or HTC) ή 4.2 Θερμοκρασία εισόδου & εξόδου	4. 1 Θερμοκρασία εισόδου ή εξόδου & Heat Transfer (Heat Loss or HTC) ή 4.2 Θερμοκρασία εισόδου & εξόδου

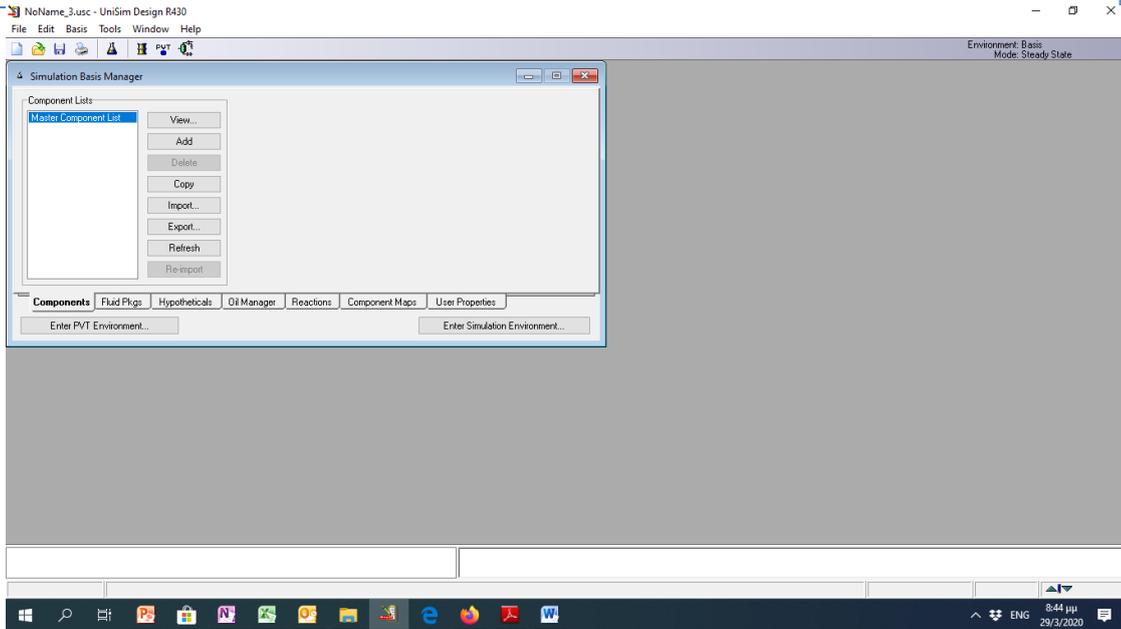
### 1. Ξεκινάμε το UNISIM



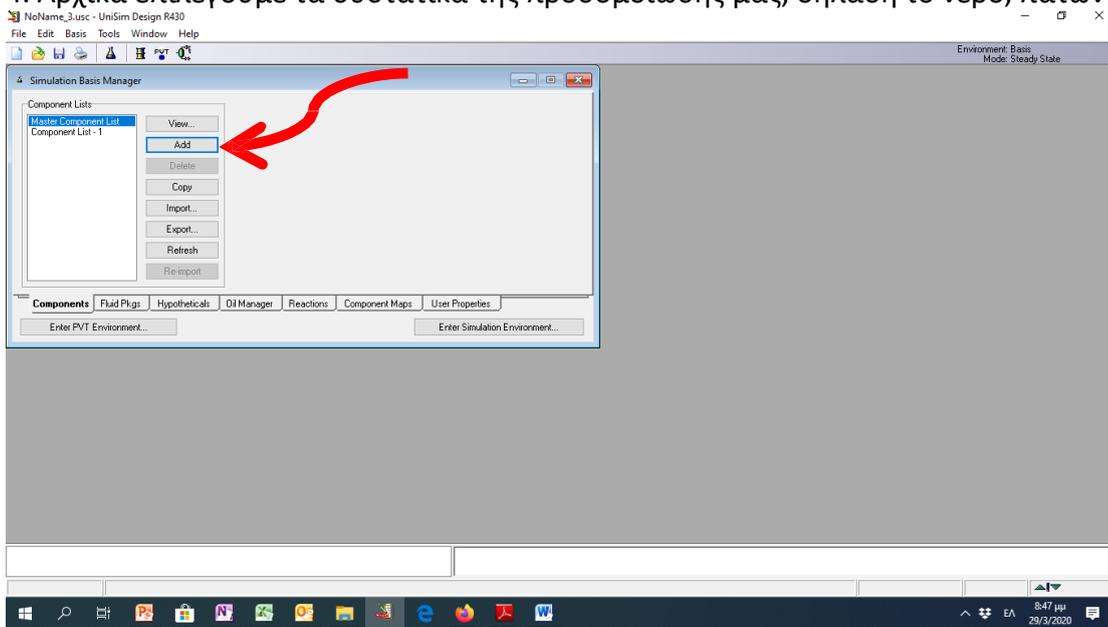
## 2. Επιλέγουμε New - Case από το menu File



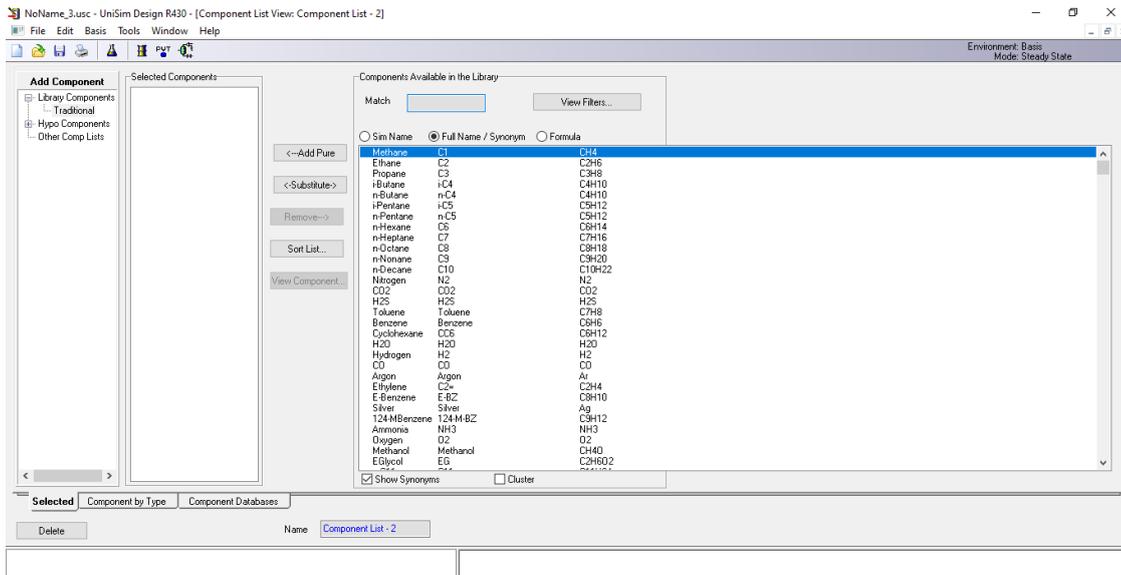
## 3. Εμφανίζεται το παράθυρο Simulation Basis Manager



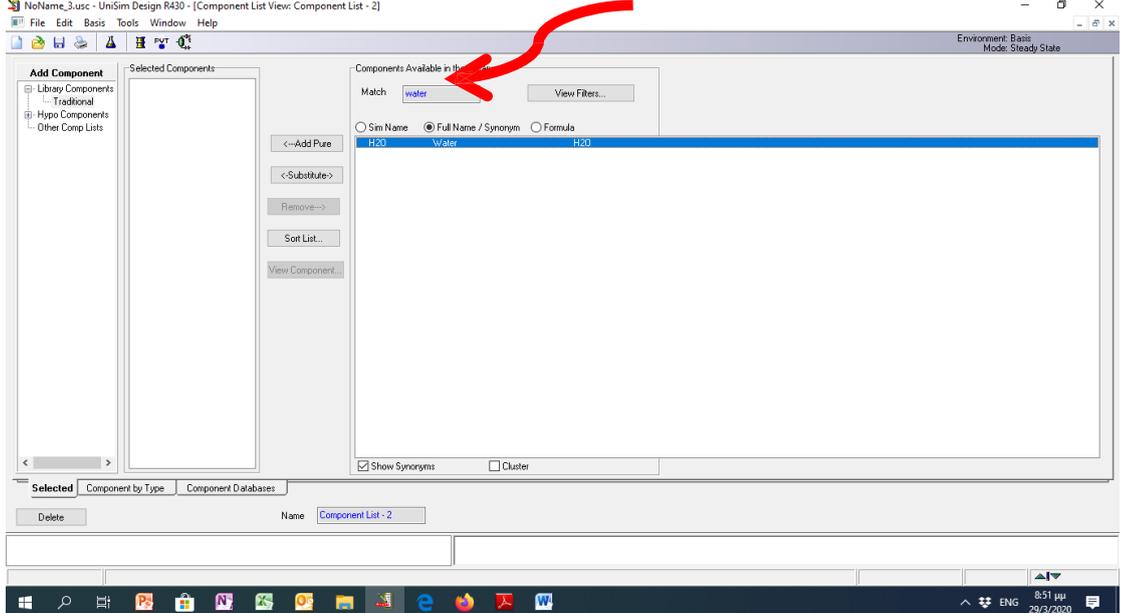
#### 4. Αρχικά επιλέγουμε τα συστατικά της προσομοίωσης μας, δηλαδή το νερό, πατώντας το κουμπί **Add**



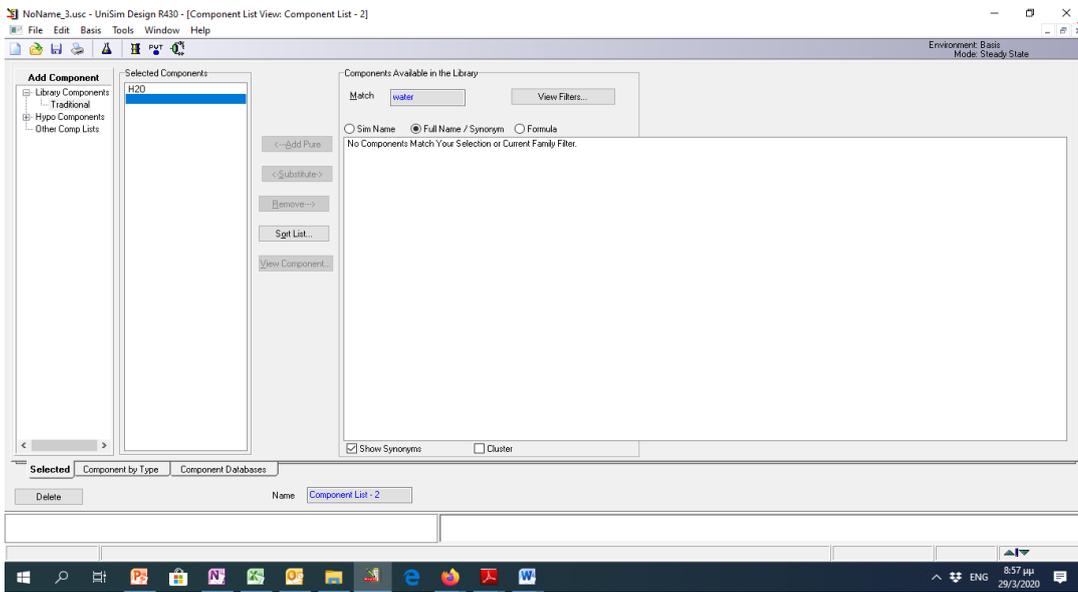
## 5. Εμφανίζεται το παράθυρο **Component List View**



## 6. Με επιλεγμένο το radio button **Full Name/Synonym** πληκτρολογήστε **water** στο πεδίο **Match**

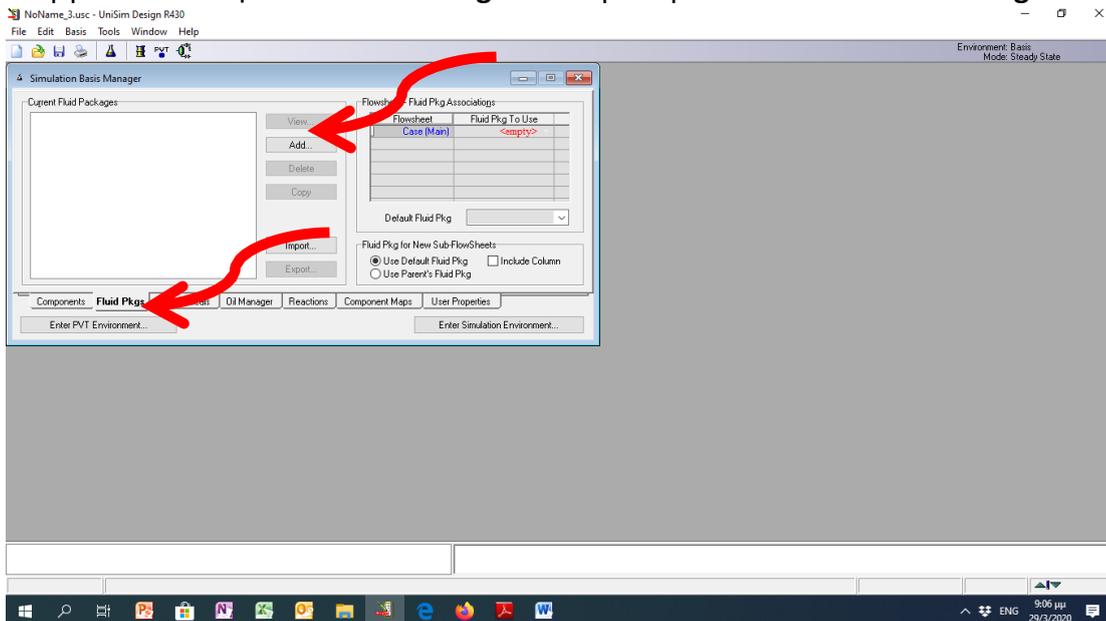


7. Με επιλεγμένο το συστατικό **water** πατήστε το κουμπί **Add Pure** (ή **double click** πάνω στο συστατικό) για να το προσθέσετε στη λίστα των συστατικών που θα χρησιμοποιηθούν στην προσομοίωση



Κλείστε το παράθυρο **Component List View** πατώντας το 

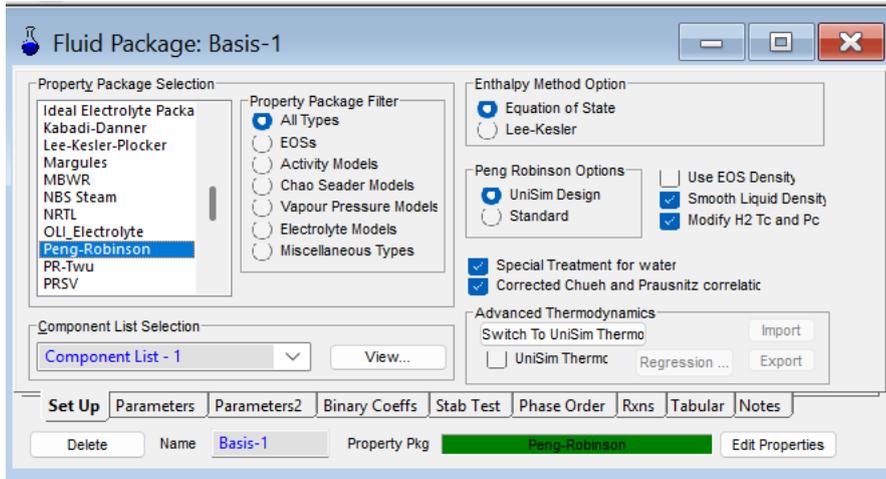
8. Στην συνέχεια επιλέγουμε θερμοδυναμικό μοντέλο για την προσομοίωση (Fluid Package). Ενεργοποιήστε την ετικέτα **Fluid Pkgs** στο παράθυρο **Simulation Basis Manager**.



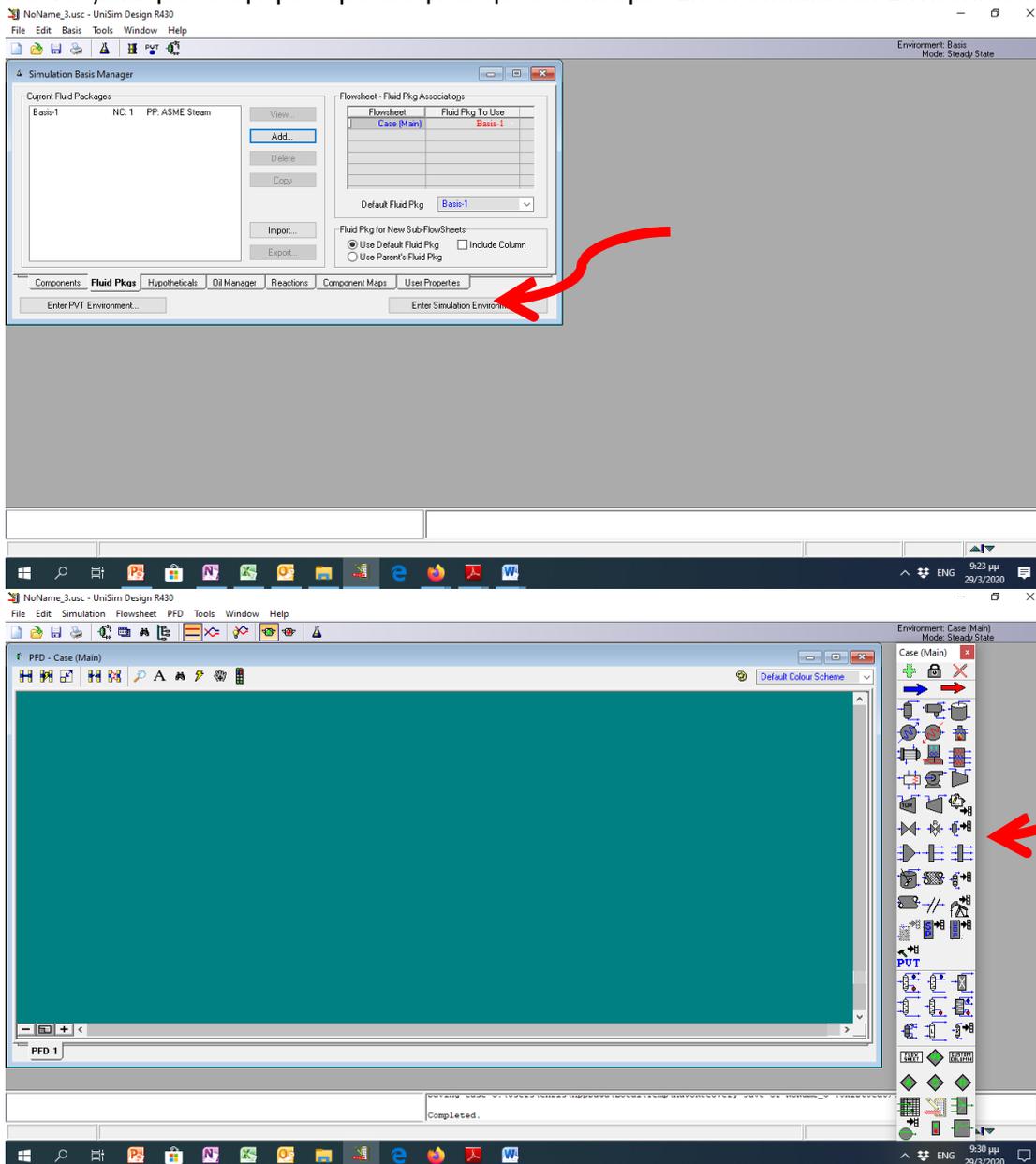
Manager και πατήστε το κουμπί Add.

9. Εμφανίζεται το παράθυρο **Property Package Selection**

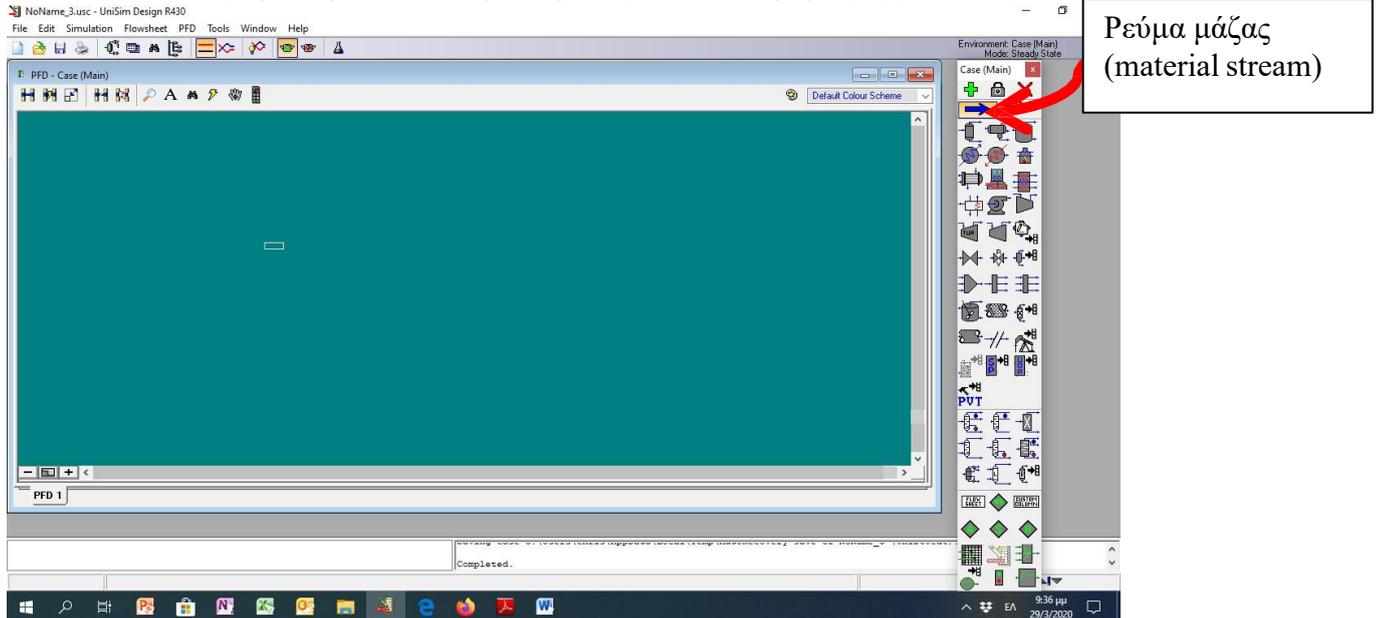
10. Επιλέξτε Peng Robinson και κλείστε το παράθυρο Property Package πατώντας το κουμπί .



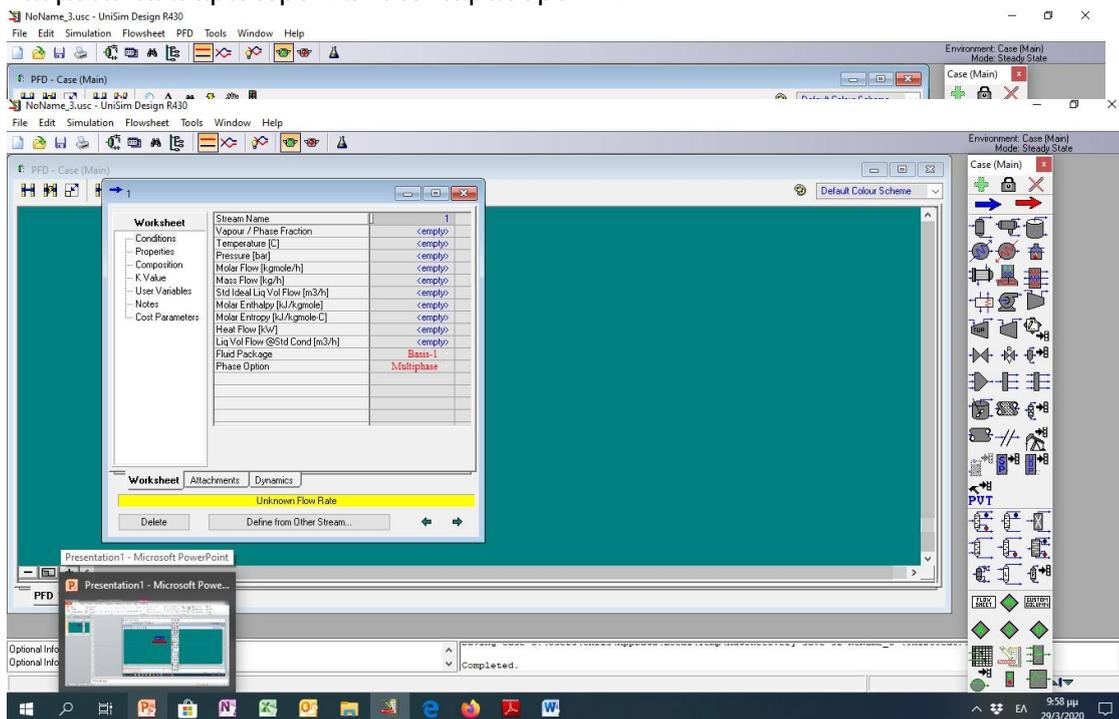
Για να ξεκινήσετε τη προσομοίωση πατήστε το κουμπί Enter Simulation Environment



11. Κατ αρχήν δημιουργούμε το ρεύμα τροφοδοσίας: νερό με παροχή 80 kg/h, πίεση  $P=1 \text{ atm}$  &  $T=45^\circ\text{C}$  κάνοντας αριστερό κλικ στο μπλε βέλος στο πάνω μέρος της παλέτας

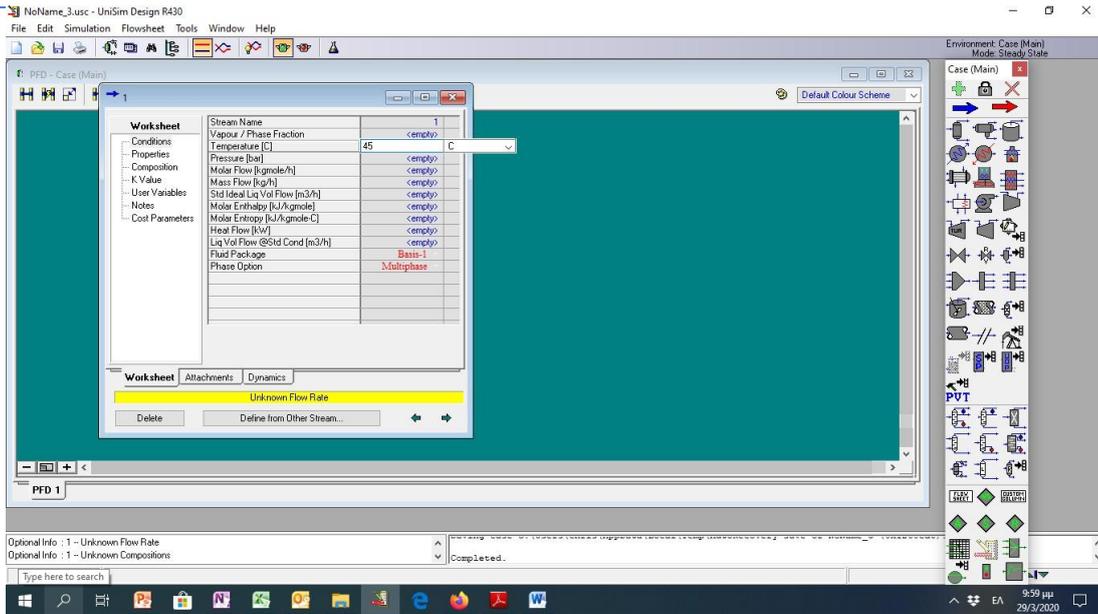


και μετά πάλι αριστερό κλικ στο παράθυρο PFD

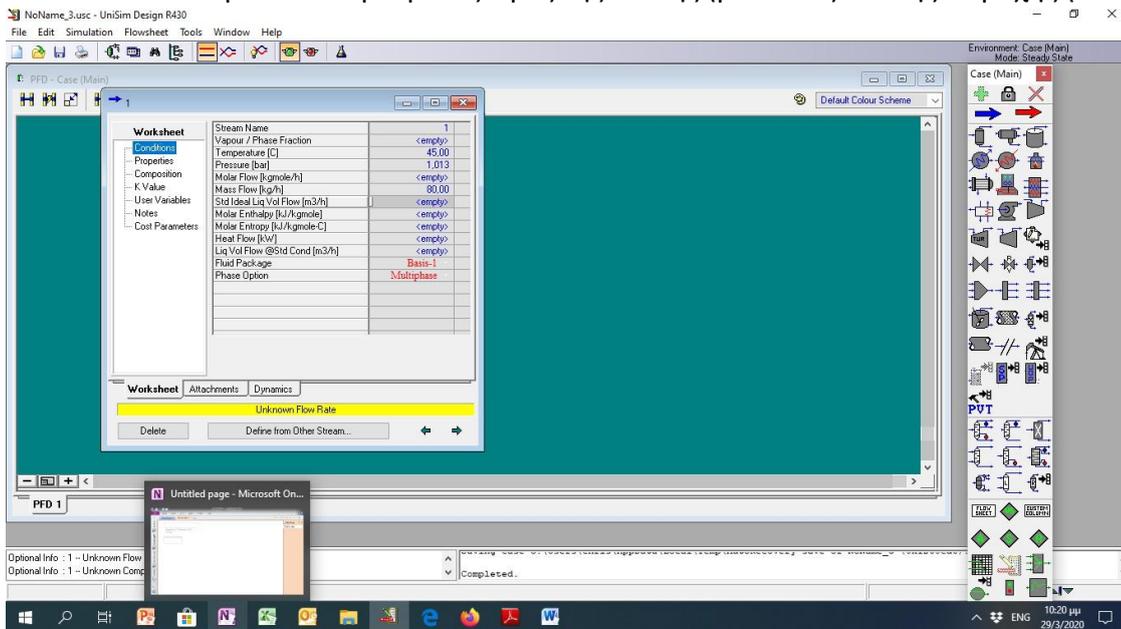


12. Κάνουμε διπλό αριστερό κλικ επάνω στο ρεύμα μάζας για να ενεργοποιηθεί το παράθυρο με τις ιδιότητές του

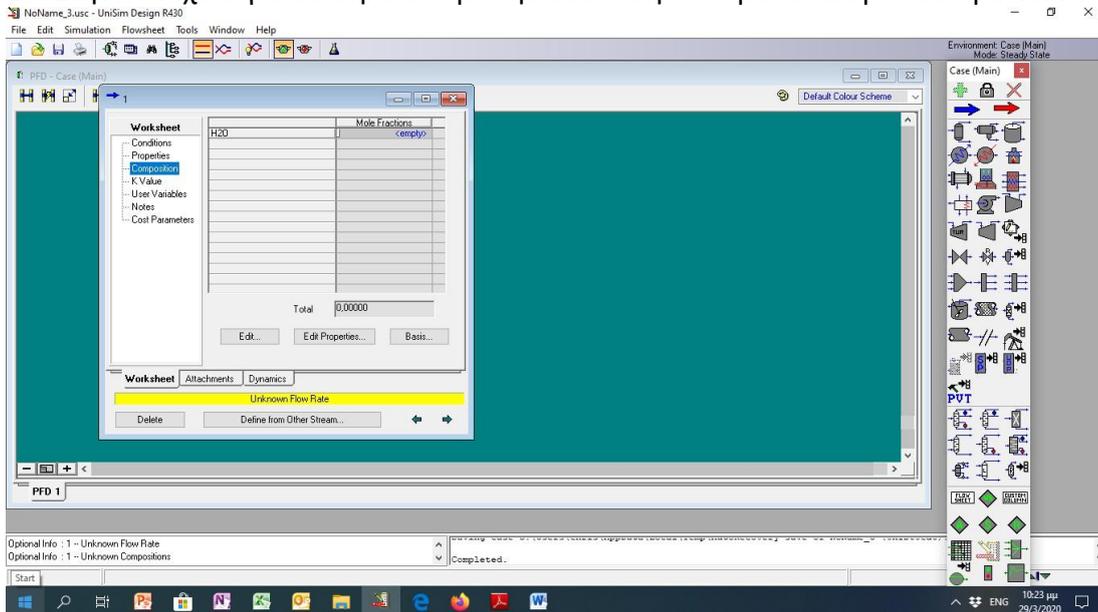
13. Για να εισάγουμε την θερμοκρασία πληκτρολογούμε τον αριθμό 45 στο κελί που βρίσκεται δίπλα στο Temperature. Στο drop down menu δεξιά εμφανίζονται οι δυνατές επιλογές των μονάδων θερμοκρασίας. Επιλέξτε «C» και πατήστε enter.



14. Με τον ίδιο τρόπο εισάγουμε τις τιμές της πίεσης (pressure) και της παροχής (mass flow)

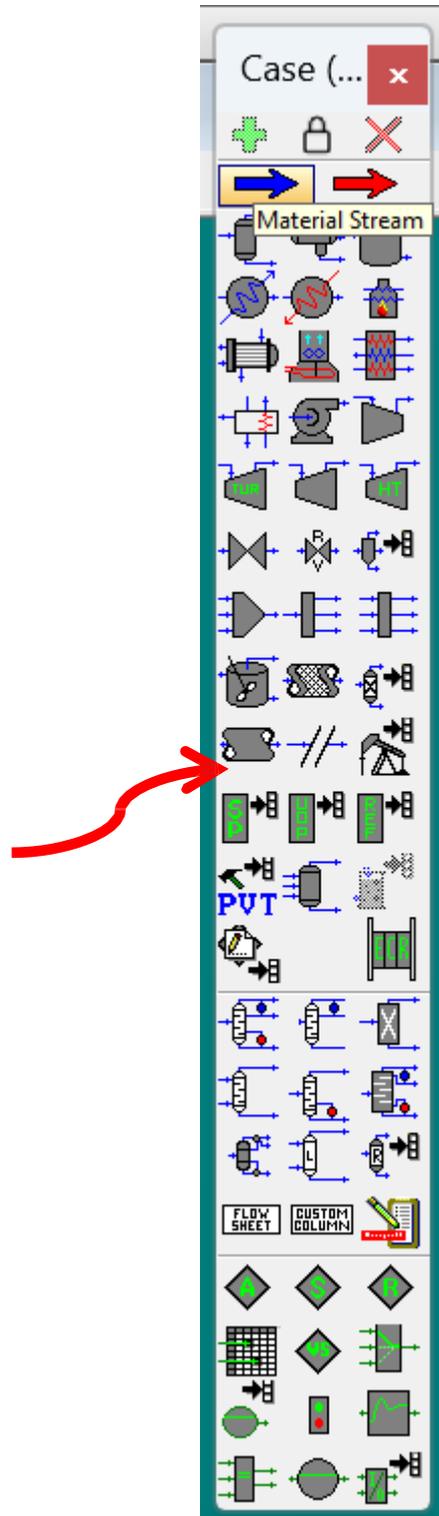


15. Στην συνέχεια για να δηλώσουμε την σύσταση πατάμε το κουμπί Composition

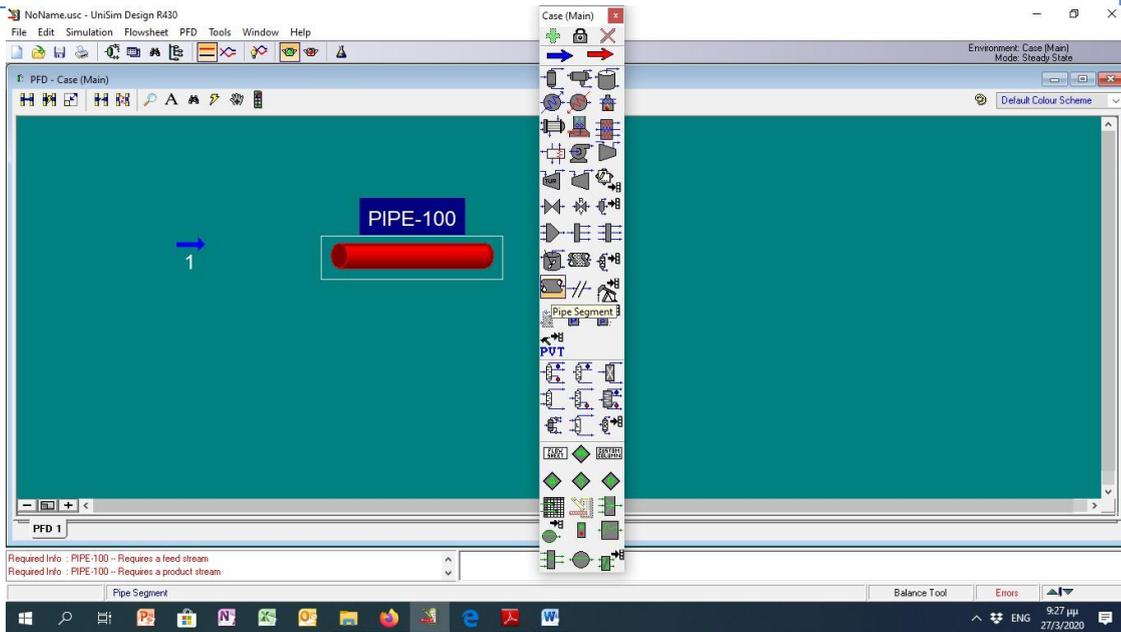




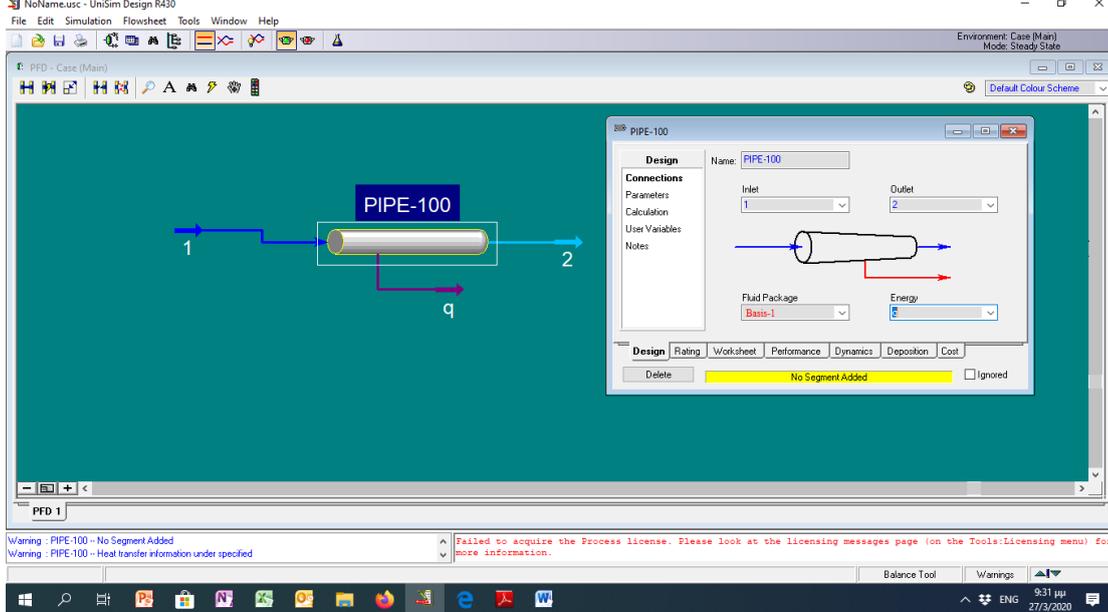
17. Το ρεύμα νερού τροφοδοτείται σε έναν αγωγό με τα εξής χαρακτηριστικά: Μήκος: 150m, Schedule 40, Υλικό: Mild Steel, Ονομαστική Διάμετρος: 1 ½ in. Γι αυτό θα χρησιμοποιήσουμε το module “**Pipe Segment**”



Επιλέξτε το «**Pipe Segment**» στην Παλέτα και κάντε αριστερό κλικ στο παράθυρο PFD για να εισαγάγετε τον αγωγό στο διάγραμμα ροής.

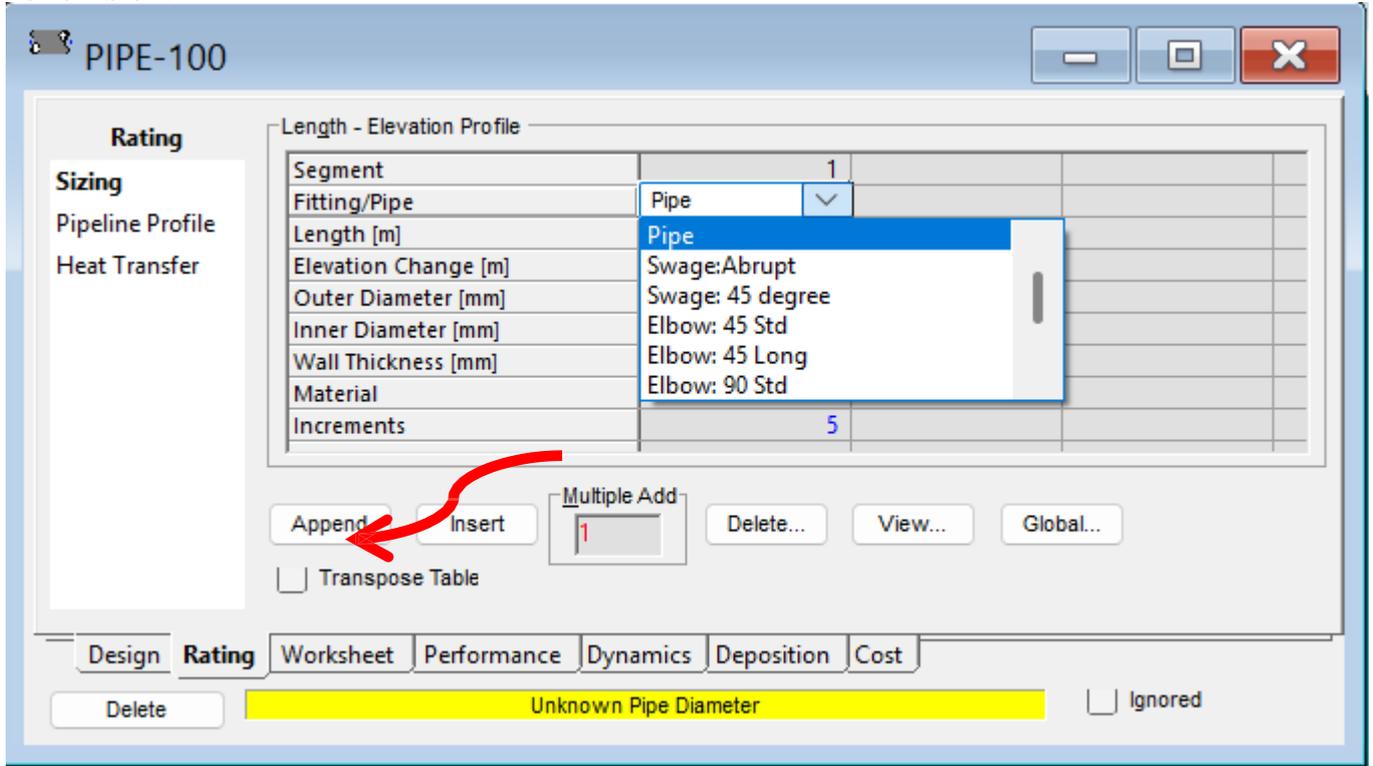


18. Κάντε διπλό αριστερό κλικ στο **Pipe** για να ενεργοποιήσετε το παράθυρο με τις ιδιότητες του.

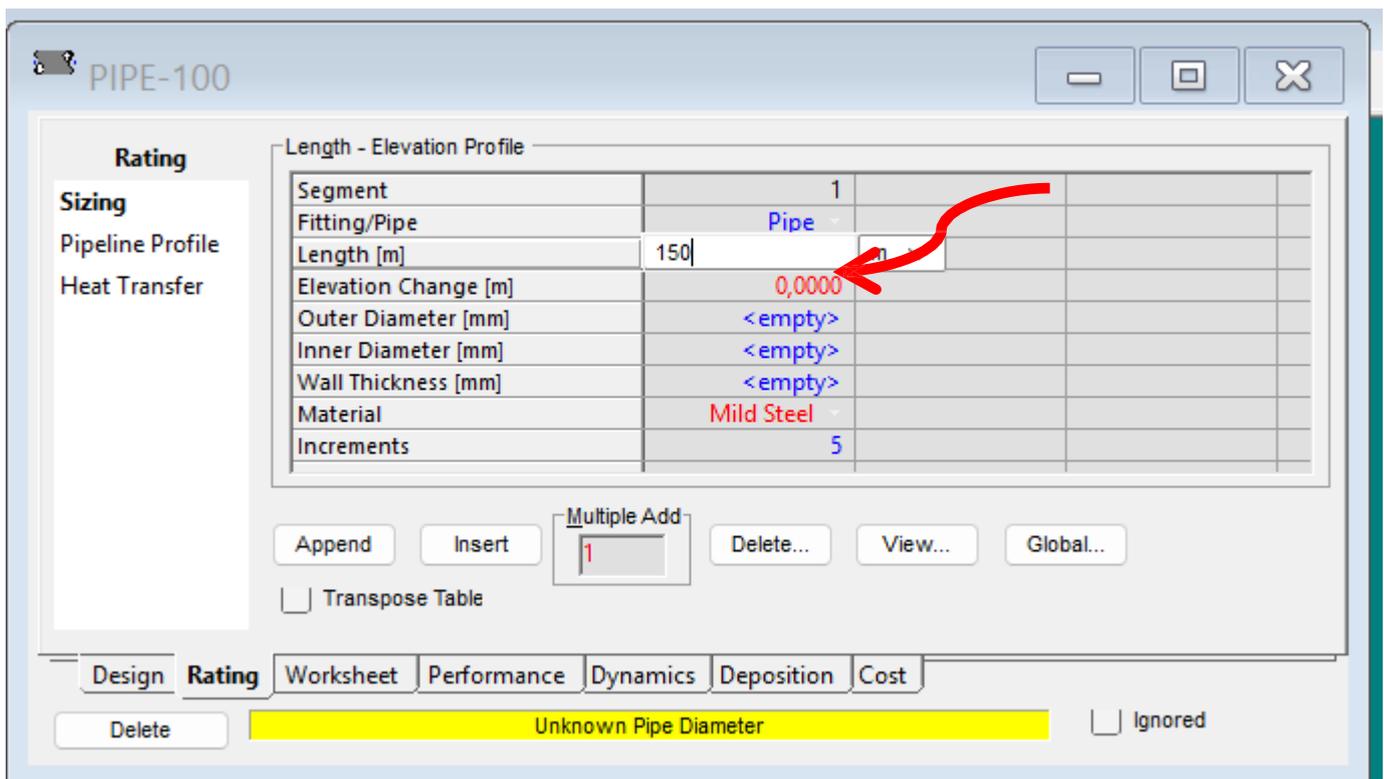


19. Πατήστε το βελάκι στο πεδίο **Inlet** και επιλέξτε το ρεύμα «1» που είναι το ρεύμα τροφοδοσίας. Τοποθετήστε το δρομέα του ποντικιού στο πεδίο **Outlet** και πληκτρολογήστε 2 και στο πεδίο **Energy** πληκτρολογήστε Q

20. Τώρα μεταβείτε στην καρτέλα **Rating** και πατήστε **Append Segment**. Προσθέστε ένα ευθύγραμμο αγωγό (pipe).



21. Τώρα, πρέπει να προσδιορίσουμε τα χαρακτηριστικά του σωλήνα (μήκος, αλλαγή υψομέτρου, εξωτερική διάμετρος, εσωτερική διάμετρος και το υλικό). Τοποθετήστε τον δρομέα του ποντικιού στο πεδίο Length και πληκτρολογήστε 150 και από την λίστα drop down επιλέξτε ως μονάδα μέτρησης το μέτρο (m).

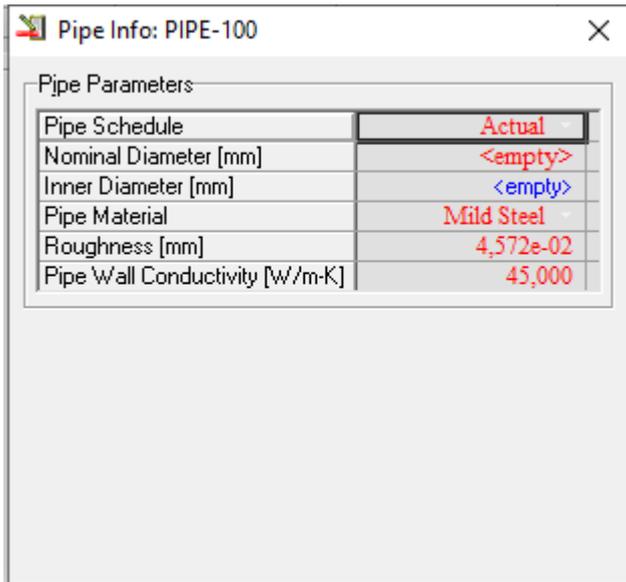


22. Το πεδίο Elevation Change το αφήνουμε ως έχει με την τιμή 0.00 καθώς από την εκφώνηση της άσκησης για το 1<sup>ο</sup> ερώτημα δεν προκύπτει ότι στον αγωγό των 150m υπάρχει υψομετρική αλλαγή.

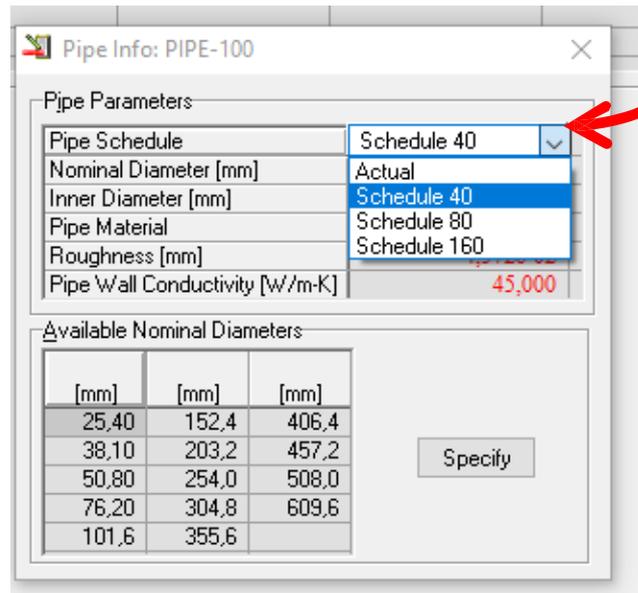
23. Για την εξωτερική και εσωτερική διάμετρο μπορούμε είτε να πληκτρολογήσουμε τις τιμές στα πεδία **Inner** και **Outer Diameter** (όταν τις γνωρίζουμε) είτε να επιλέξουμε από τις τυποποιημένες διαμέτρους μέσω της καρτέλας **View Segment**.

Δεδομένου ότι από την εκφώνηση γνωρίζουμε ότι ο αγωγός είναι Schedule 40, Ονομαστική Διάμετρος: 1 ½ in επιλέγουμε την καρτέλα **View Segment**.

Στο παράθυρο που ανοίγει τοποθετούμε τον δρομέα του ποντικιού στο βελάκι του πεδίου **Pipe Schedule** και από την λιστα drop down επιλέξτε Schedule 40



Pipe Parameters	
Pipe Schedule	Actual
Nominal Diameter [mm]	<empty>
Inner Diameter [mm]	<empty>
Pipe Material	Mild Steel
Roughness [mm]	4,572e-02
Pipe Wall Conductivity [W/m-K]	45,000



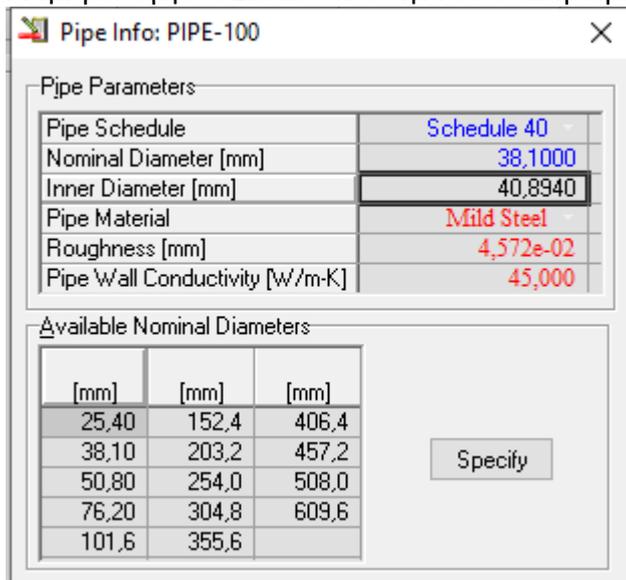
Pipe Parameters	
Pipe Schedule	Schedule 40
Nominal Diameter [mm]	Actual
Inner Diameter [mm]	Schedule 40
Pipe Material	Schedule 80
Roughness [mm]	Schedule 160
Pipe Wall Conductivity [W/m-K]	45,000

Available Nominal Diameters

[mm]	[mm]	[mm]
25,40	152,4	406,4
38,10	203,2	457,2
50,80	254,0	508,0
76,20	304,8	609,6
101,6	355,6	

Specify

24. Στην συνέχεια τοποθετήστε τον δρομέα του ποντικιού στο πεδίο **Nominal Diameter** και πληκτρολογήστε 1.5 και από την λιστα drop down την σωστή μονάδα (in).



Pipe Parameters	
Pipe Schedule	Schedule 40
Nominal Diameter [mm]	38,1000
Inner Diameter [mm]	40,8940
Pipe Material	Mild Steel
Roughness [mm]	4,572e-02
Pipe Wall Conductivity [W/m-K]	45,000

Available Nominal Diameters

[mm]	[mm]	[mm]
25,40	152,4	406,4
38,10	203,2	457,2
50,80	254,0	508,0
76,20	304,8	609,6
101,6	355,6	

Specify

Ενας άλλος τρόπος είναι επιλέξουμε από τον πίνακα **Available Nominal Diameters** την επιθυμητή Ονομαστική Διάμετρο και μετά **specify** ή **διπλό κλικ**.

Pipe Info: PIPE-100

Pipe Parameters

Pipe Schedule	Schedule 40
Nominal Diameter [mm]	38,1000
Inner Diameter [mm]	40,8940
Pipe Material	Mild Steel
Roughness [mm]	4,572e-02
Pipe Wall Conductivity [W/m-K]	45,000

Available Nominal Diameters

[mm]	[mm]	[mm]
25,40	152,4	406,4
38,10	203,2	457,2
50,80	254,0	508,0
76,20	304,8	609,6
101,6	355,6	

Specify

25. Για να επιλέξουμε το κατάλληλο υλικό τοποθετούμε τον δρομέα του ποντικιού στο βελάκι του πεδίου **Pipe material** και από την λίστα drop down επιλέξτε **Smooth Concrete**

Pipe Info: PIPE-100

Pipe Parameters

Pipe Schedule	Schedule 40
Nominal Diameter [mm]	38,1000
Inner Diameter [mm]	40,8940
Pipe Material	Mild Steel
Roughness [mm]	Mild Steel
Pipe Wall Conductivity [W/m-K]	

Available Nominal Diameters

[mm]	[mm]	[mm]
25,40	152,4	406,4
38,10	203,2	457,2
50,80	254,0	508,0
76,20	304,8	609,6
101,6	355,6	

Specify

Θα παρατηρήσετε ότι άλλαξαν οι τιμές τόσο της τραχύτητας του υλικού (roughness) όσο και της αγωγιμότητας του τοιχώματος του αγωγού (Pipe Wall Conductivity).

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να ορίσει διαφορετική τραχύτητα για το υλικό του αγωγού. Σε αυτήν την περίπτωση το υλικό παίρνει αυτόματα την ονομασία **user specified**

Pipe Info: PIPE-100

Pipe Parameters

Pipe Schedule	Schedule 40
Nominal Diameter [mm]	38,1000
Inner Diameter [mm]	40,8940
Pipe Material	Smooth Concrete
Roughness [mm]	3,050e-01
Pipe Wall Conductivity [W/m-K]	1,3800

Available Nominal Diameters

[mm]	[mm]	[mm]
25,40	152,4	406,4
38,10	203,2	457,2
50,80	254,0	508,0
76,20	304,8	609,6
101,6	355,6	

Specify

26. Κλείστε το παράθυρο Pipe Info: πατώντας το κουμπί  Όλες οι πληροφορίες που δώσαμε μέχρι τώρα φαίνονται στο segment 1

PIPE-100

Rating

Sizing

Pipeline Profile

Heat Transfer

Length - Elevation Profile

Segment	1
Fitting/Pipe	Pipe
Length [m]	150,0
Elevation Change [m]	0,0000
Outer Diameter [mm]	48,26
Inner Diameter [mm]	40,89
Wall Thickness [mm]	3,683
Material	Mild Steel
Increments	5

Append Insert  Multiple Add Delete... View... Global...

Transpose Table

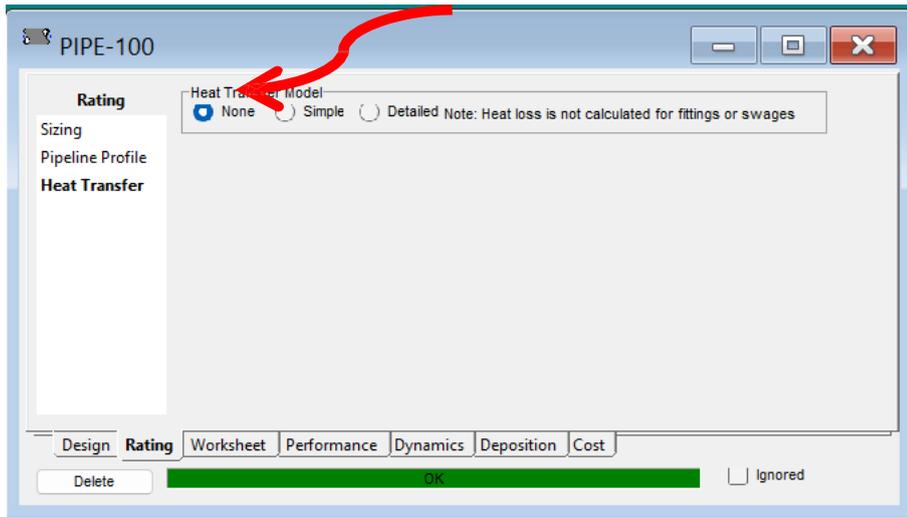
Design Rating Worksheet Performance Dynamics Deposition Cost

Delete   Ignored

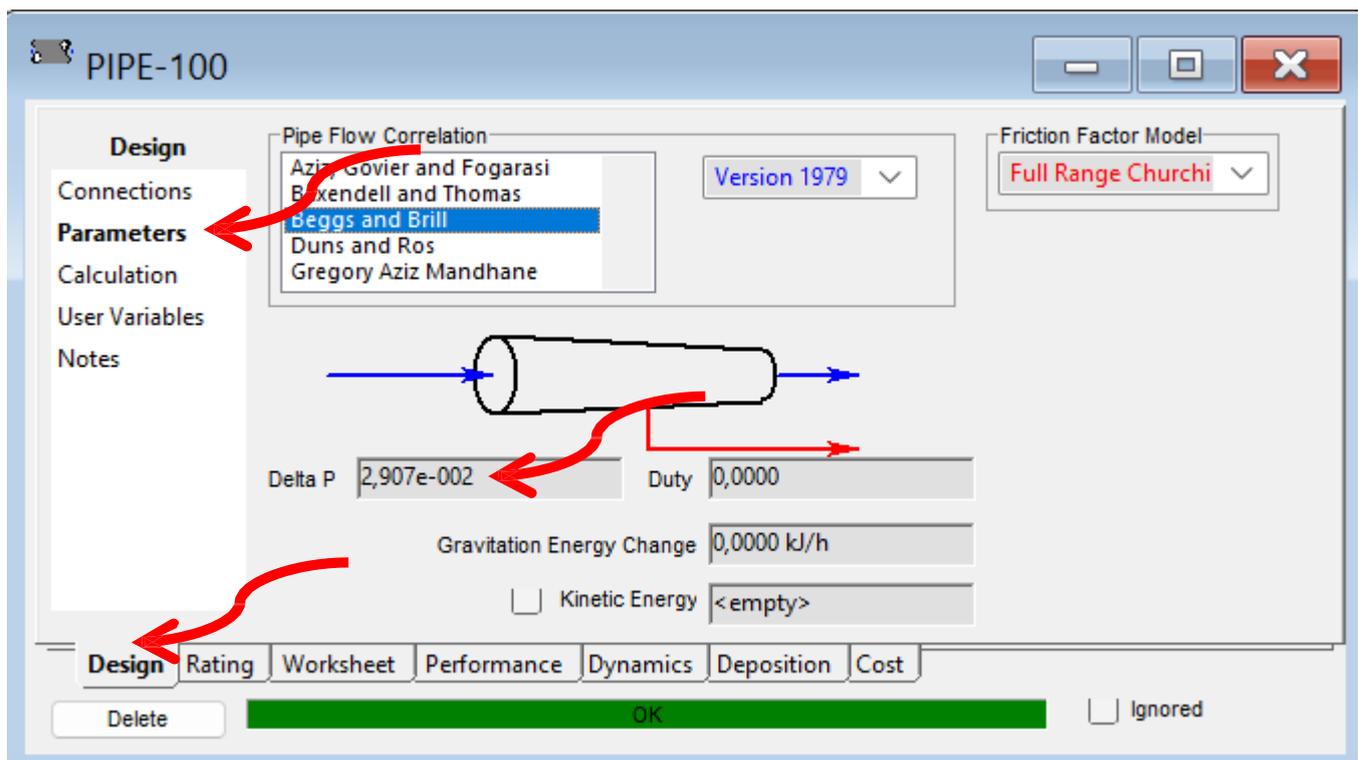
Το πεδίο **Increments** έχει την τιμή **5**. Η τιμή αυτή είναι προεπιλεγμένη από το πρόγραμμα και αντιπροσωπεύει τα επιμέρους τμήματα στα οποία χωρίζεται το κάθε segment. Οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται σε κάθε **increment**. Για παράδειγμα, για τον προσδιορισμό της πτώσης πίεσης, οι υπολογισμοί των ισοζυγίων ενέργειας και μάζας πραγματοποιούνται σε κάθε **increment**. Η πίεση εξόδου του κάθε **increment** χρησιμοποιείται ως πίεση εισόδου στο επόμενο. Ο υπολογισμός συνεχίζει καθόλο το μήκος του αγωγού μέχρι τον προσδιορισμό της πίεσης στην έξοδο.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Η προεπιλεγμένη τιμή **5** μπορεί να αλλάξει από τον χρήστη. Συνήθως την αυξάνουμε όταν παίρνουμε το μήνυμα **Increment dP>10% Check Trace**, δηλαδή ότι η πτώση πίεσης σε ένα ή περισσότερα increments είναι μεγαλύτερη από 10% της πίεσης εισόδου. Ο λόγος που το κάνουμε αυτό είναι γιατί έτσι μειώνεται το μήκος του κάθε increment και επομένως η πτώση πίεσης ανά increment. Συνήθως δεν επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα.

Για το ισοζύγιο ενέργειας η default επιλογή στο UNISIM είναι ότι ο αγωγός είναι **μονωμένος (Heat transfer model "None")**



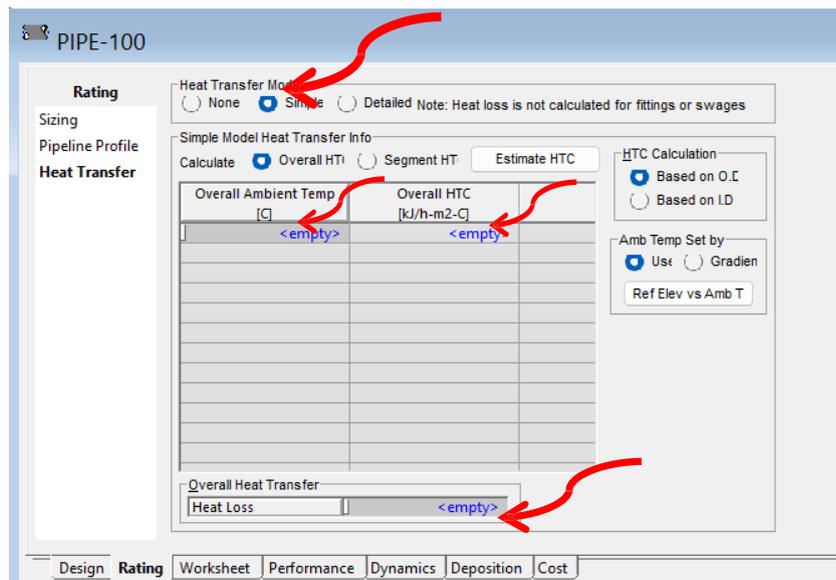
27. Με βάση τα παραπάνω το UNISIM ολοκλήρωσε τους υπολογισμούς. Το ζητούμενο αποτέλεσμα (την **πτώση πίεσης**) μπορούμε να το διαβάσουμε στο πεδίο **Delta P** πατώντας στο **Tab Design**, επιλέγοντας **Parameters**



Η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας (**Gravitation Energy Change**) είναι μηδενική γιατί δεν υπάρχει υψομετρική μεταβολή

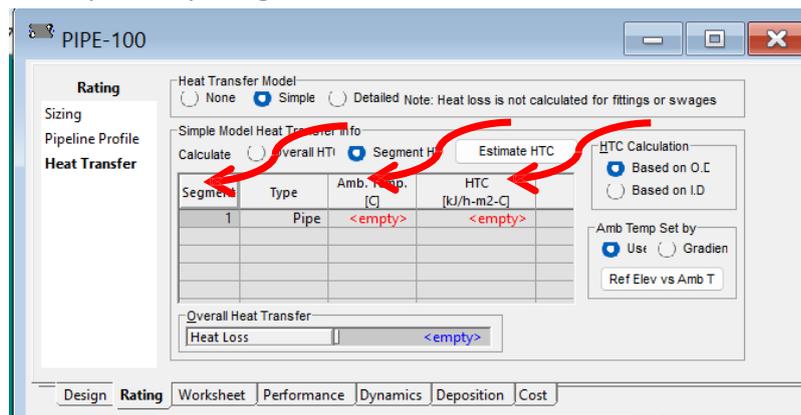
Υπάρχουν και άλλοι τρόποι εισαγωγής του τρόπου εναλλαγής θερμότητας με το περιβάλλον στο UNISIM, όπως:

- Εισαγωγή τιμής στην θερμοκρασία του ρεύματος εξόδου **ή**
- Επιλογή του radio button **Simple** και εισαγωγή τιμής στις απώλειες θερμότητας (**Heat Loss**) **ή**
- Εισαγωγή τιμής για τον Ολικό Συντελεστή Μεταφοράς Θερμότητας (**Overall HTC**) σε συνδυασμό με την θερμοκρασία περιβάλλοντος (**ambient temperature**):



**ή**

- Εισαγωγή τομής Συντελεστή Μεταφοράς Θερμότητας ανά segment (**Segment HTC**), αν υπάρχουν περισσότερα segments



- Εισαγωγή δεδομένων για να εκτιμήσει το UNISIM τον Συντελεστή Μεταφοράς Θερμότητας (HTC)

28. Επίσης ενεργοποιώντας την ετικέτα **Performance** και μετά **View Profile** μπορούμε επίσης να δούμε πληροφορίες σχετικά με την ροή μέσα στον αγωγό (π.χ αριθμό Reynolds, ταχύτητα του νερού κ.λ.π.)

PIPE-100

Performance

Profiles  
Slug Options  
Slug Results

Pipe Network

Length [m]	Elevation [m]	Increments	Sphere Generated Volume [m <sup>3</sup> ]
0,0000	0,0000	5	1,153e-003
150,0	0,0000		

View Profile

Design Rating Worksheet Performance Dynamics Deposition Cost

Delete OK Ignored

Pipe Profile View - PIPE-100

Length [m]	Elevation [m]	Angle [deg]	Pressure [kPa]	Total Pressure Drop [kPa]	Temperature [C]	Ambient Temp [C]	Vap. Frac.	Heat Transferred [kJ/h-m]	Flow Regime	Friction Gradient [kPa/m]	Static Gradient [kPa/m]	Accel Gradient [kPa/m]	Liquid Re	Vapour Re	Liquid Velocity [m/s]	Actual Liq Velocity [m/s]	Vapour Velocity [m/s]	actual Vap Velocity [m/s]	liquid Mass De [kg/m <sup>3</sup> ]
0,0000	0,0000	0,0000	101,3	0,0000	45,00	<empty>	0,0000	0,0000	Liquid Only	1,938e-004	0,0000	0,0000	1165	1165	1,705e-002	1,705e-002			992
30,00	0,0000	0,0000	101,3	5,814e-003	45,00	<empty>	0,0000	0,0000	Liquid Only	1,938e-004	0,0000	0,0000	1165	1165	1,705e-002	1,705e-002			992
60,00	0,0000	0,0000	101,3	1,163e-002	45,00	<empty>	0,0000	0,0000	Liquid Only	1,938e-004	0,0000	0,0000	1165	1165	1,705e-002	1,705e-002			992
90,00	0,0000	0,0000	101,3	1,744e-002	45,00	<empty>	0,0000	0,0000	Liquid Only	1,938e-004	0,0000	0,0000	1165	1165	1,705e-002	1,705e-002			992
120,0	0,0000	0,0000	101,3	2,325e-002	45,00	<empty>	0,0000	0,0000	Liquid Only	1,938e-004	0,0000	0,0000	1165	1165	1,705e-002	1,705e-002			992
150,0	0,0000	0,0000	101,3	2,907e-002	45,00	<empty>	0,0000	0,0000	Liquid Only	1,938e-004	0,0000	0,0000	1165	1165	1,705e-002	1,705e-002			992

Table Plot

29. Για να προχωρήσουμε στο 2ο ερώτημα πρέπει σύμφωνα με την εκφώνηση να επεκτείνουμε τον αγωγό προσθέτοντας ένα ευθύγραμμο τμήμα 200m το οποίο θα συνδέεται με το πρώτο με έναν αγκώνα κανονικό 90°. Το ευθύγραμμο τμήμα θα έχει υψομετρική μεταβολή 1.5m. Εργαζόμαστε ως εξής: Ενεργοποιούμε την ετικέτα **Rating**

PIPE-100

Rating

Sizing  
Heat Transfer

Length - Elevation Profile

Segment	Length/Number of Fittings	Elevation Change [m]	Outer Diameter [mm]	Inner Diameter [mm]	Material	Increments
1	Pipe 150,0	0,0000	48,26	40,89	Smooth Concrete	5

Append Segment Insert Segment View Segment...  
Delete Segment Clear Profile

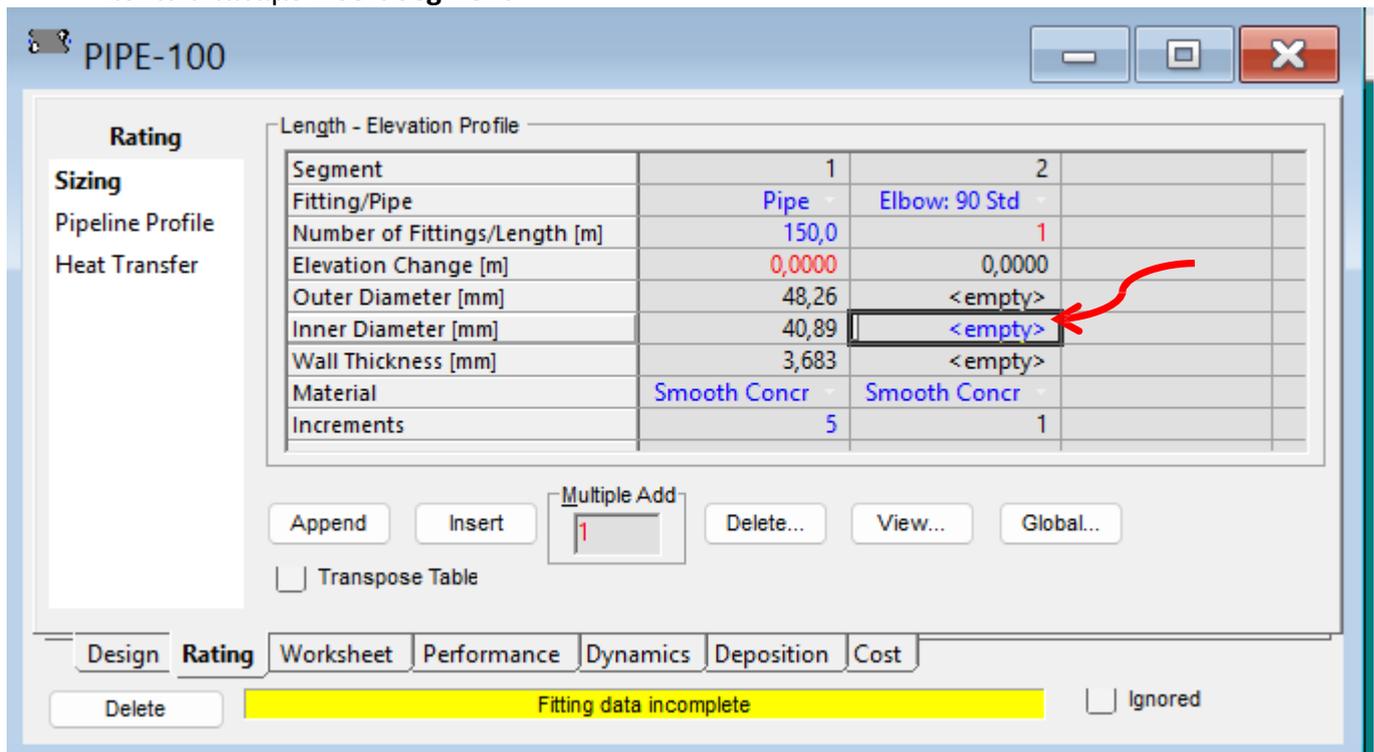
Design Rating Worksheet Performance Dynamics Deposition Cost

Delete OK Ignored

30. Επιλέγουμε **Append Segment** και στο κελί **Pipe/Fitting** από την drop down λίστα **Elbow 90 Std.** Παρατηρούμε ότι το πρόγραμμα δημιούργησε για τον αγκώνα το **Segment 2** δεξιά από το **Segment 1**. Το μόνο χαρακτηριστικό που χρειάζεται το πρόγραμμα για τον αγκώνα είναι η εσωτερική του διάμετρος, η οποία θα είναι ίδια με την εσωτερική διάμετρο του αγωγού και το υλικό που θα είναι επίσης το ίδιο.

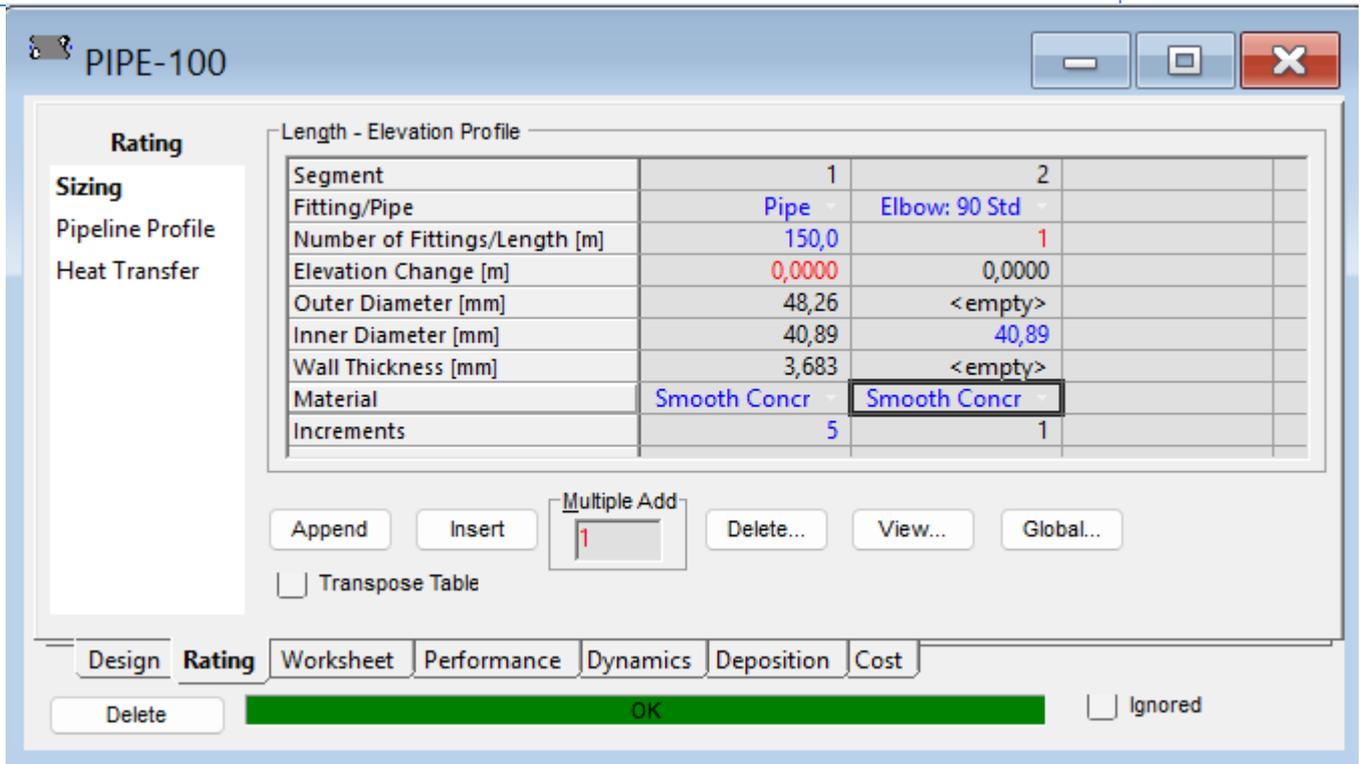
**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:**

1. Αν θέλουμε να σβήσουμε ένα Segment το επιλέγουμε και πατάμε **Delete Segment**
2. Αν θέλουμε να εισάγουμε ένα Segment αριστερά από το Segment στο οποίο βρίσκεται το ποντίκι πατάμε **Insert Segment**



Segment	1	2
Fitting/Pipe	Pipe	Elbow: 90 Std
Number of Fittings/Length [m]	150,0	1
Elevation Change [m]	0,0000	0,0000
Outer Diameter [mm]	48,26	<empty>
Inner Diameter [mm]	40,89	<empty>
Wall Thickness [mm]	3,683	<empty>
Material	Smooth Concr	Smooth Concr
Increments	5	1

Το μήνυμα «**Fitting data incomplete**» εμφανίζεται διότι δεν έχουμε εισαγάγει την τιμή της εσωτερικής διαμέτρου του αγκώνα. Πληκτρολογώντας την τιμή 40.89 mm βλέπουμε ότι προχωρά η επίλυση



**PIPE-100**

**Rating**

Sizing  
 Pipeline Profile  
 Heat Transfer

Length - Elevation Profile

Segment	1	2
Fitting/Pipe	Pipe	Elbow: 90 Std
Number of Fittings/Length [m]	150,0	1
Elevation Change [m]	0,0000	0,0000
Outer Diameter [mm]	48,26	< empty >
Inner Diameter [mm]	40,89	40,89
Wall Thickness [mm]	3,683	< empty >
Material	Smooth Concr	Smooth Concr
Increments	5	1

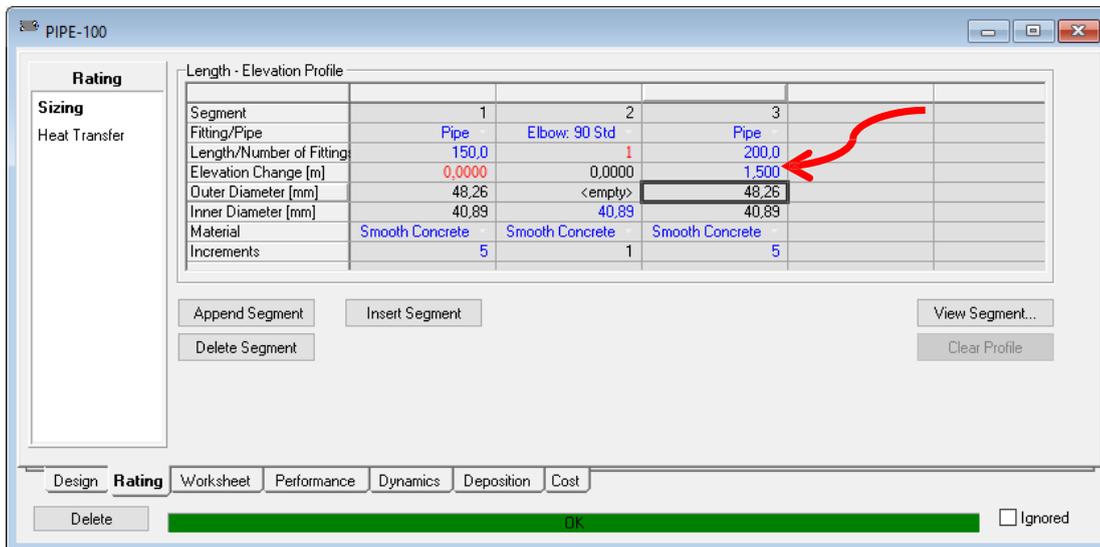
Append   Insert    Multiple Add   Delete...   View...   Global...

Transpose Table

Design   **Rating**   Worksheet   Performance   Dynamics   Deposition   Cost

Delete   **OK**    Ignored

31. Για να προσθέσουμε τον αγωγό των 200m επαναλαμβάνουμε τα ίδια βήματα καθορίζοντας επιπροσθέτως και μεταβολή του υψομέτρου.



**PIPE-100**

**Rating**

Sizing  
 Heat Transfer

Length - Elevation Profile

Segment	1	2	3
Fitting/Pipe	Pipe	Elbow: 90 Std	Pipe
Length/Number of Fitting	150,0	1	200,0
Elevation Change [m]	0,0000	0,0000	1,500
Outer Diameter [mm]	48,26	< empty >	48,26
Inner Diameter [mm]	40,89	40,89	40,89
Material	Smooth Concrete	Smooth Concrete	Smooth Concrete
Increments	5	1	5

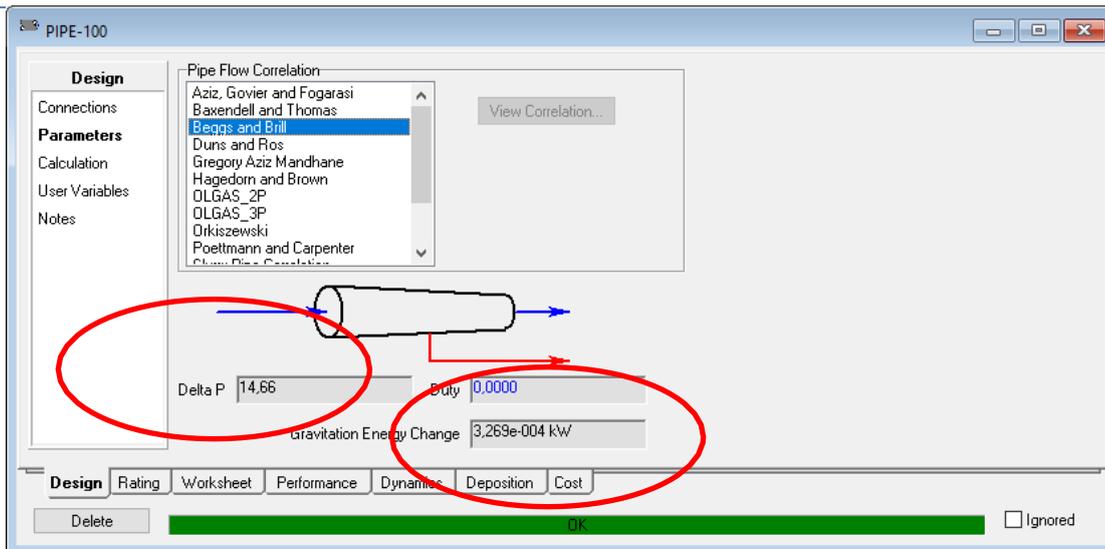
Append Segment   Insert Segment   View Segment...

Delete Segment   Clear Profile

Design   **Rating**   Worksheet   Performance   Dynamics   Deposition   Cost

Delete   **OK**    Ignored

32. Το αποτέλεσμα του δεύτερου ερωτήματος της άσκησης είναι:



$\Delta P = 14.7 \text{ kPa}$

Πρατηρούμε ότι το πρόγραμμα έχει υπολογίσει και την μεταβολή της δυναμικής ενέργειας του ρευστού.

**ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:**

1. **What does SCHEDULE NUMBER mean?**

The schedule number on pipe products relates to the thickness of the wall on the pipe: as the number increases, the thicker the wall thickness becomes.

PIPE SCHEDULES & WEIGHTS					
NOMINAL PIPE SIZE	OUTSIDE DIAMETER	SCHEDULE 40		SCHEDULE 80	
		Wall Thick.	Wt. Per Ft.	Wall Thick.	Weight Per Ft.
1/8	0.405	0.068	0.245	0.095	0.315
1/4	0.540	0.088	0.425	0.119	0.535
3/8	0.675	0.091	0.568	0.126	0.739
1/2	0.840	0.109	0.851	0.147	1.088
3/4	1.050	0.113	1.131	0.154	1.474
1	1.315	0.133	1.679	0.179	2.172
1-1/4	1.660	0.140	2.273	0.191	2.997
1-1/2	1.900	0.145	2.718	0.200	3.631
2	2.375	0.154	3.653	0.218	5.022
2-1/2	2.875	0.203	5.793	0.275	7.661
3	3.500	0.216	7.576	0.300	10.250
3-1/2	4.000	0.226	9.109	0.318	12.510
4	4.500	0.237	10.790	0.337	14.980
5	5.563	0.258	14.620	0.375	20.780
6	6.625	0.280	18.970	0.432	28.570
8	8.625	0.322	28.550	0.500	43.390
10	10.750	0.365	40.480	0.500	54.740
12	12.750	0.375	49.560	0.500	65.420

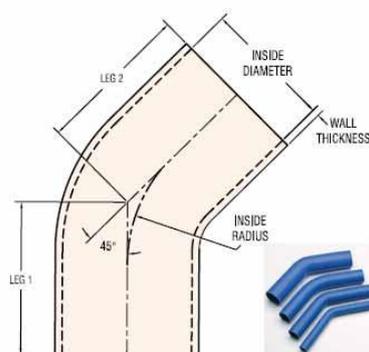
There are several schedule numbers used on pipe, such as schedules: 5, 5S, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, STD, XS and XXS. The most common ones used are schedules 40 and 80.

2. **What does Nominal Pipe Size or NPS mean?**

The NPS size represents the approximate inside diameter (not outside) of the pipe; if the schedule number on a set size is changed, it does effect the inside diameter (ID) but not the outside diameter (OD). In 1927 the American Standard Association replaced the previously used Iron Pipe Sizing (IPS) with Nominal Pipe Sizing (NPS). This North American standard is used on pipes for high or low pressures and temperatures. Example:

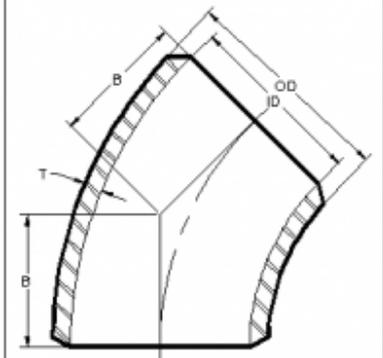
NPS	OD	Schedule	Wall Thickness	ID
1.000"	1.315"	SCH 40	0.133"	1.049" (approx.)
1.000"	1.315"	SCH 80	0.179"	0.957" (approx.)

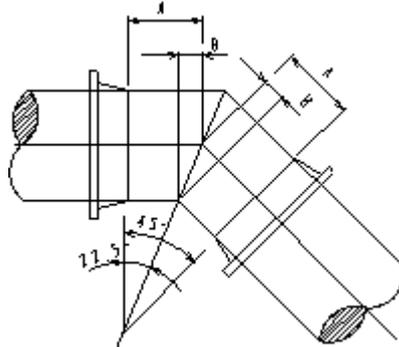
All pipes are specified using the NPS and schedule numbers. It is the schedule number that determines the approximate inside diameter.

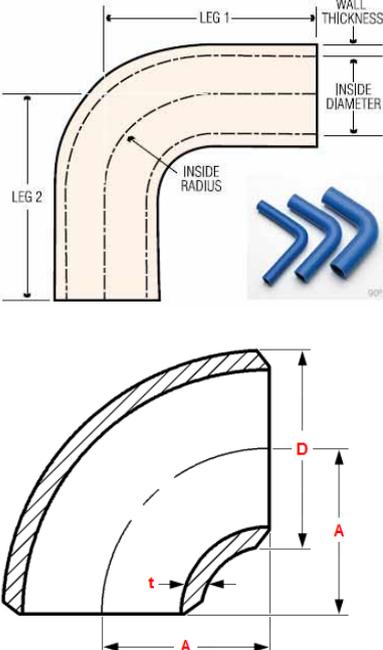


*45 Degree Elbows*

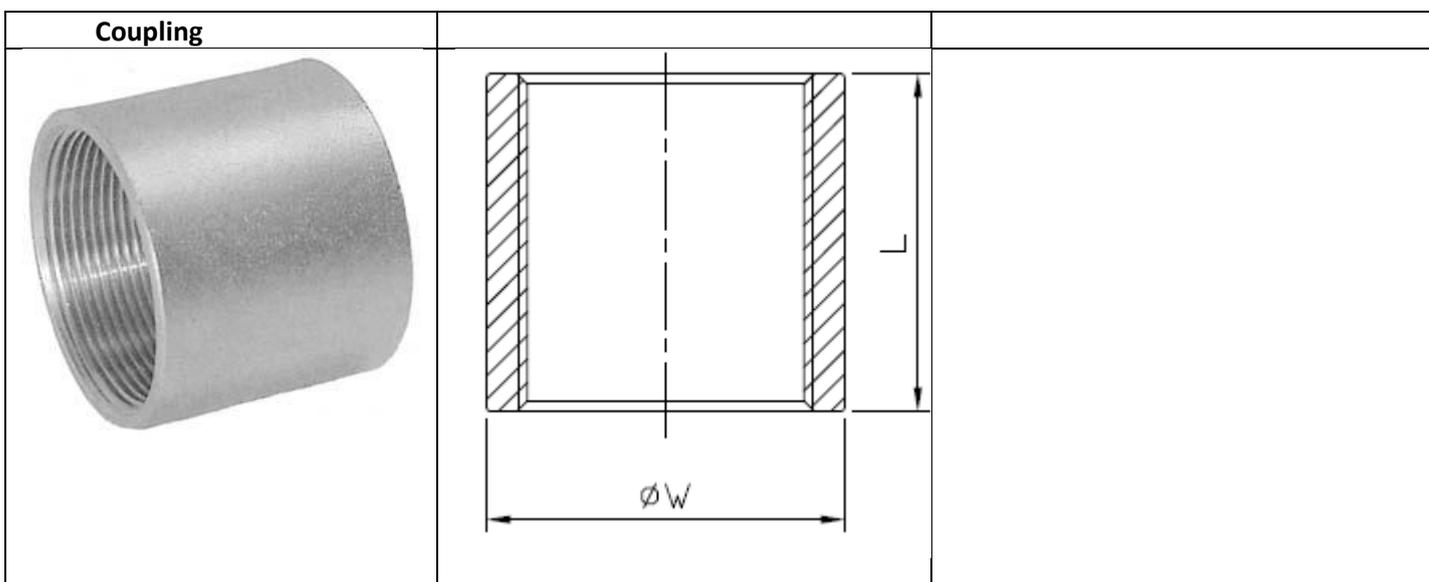
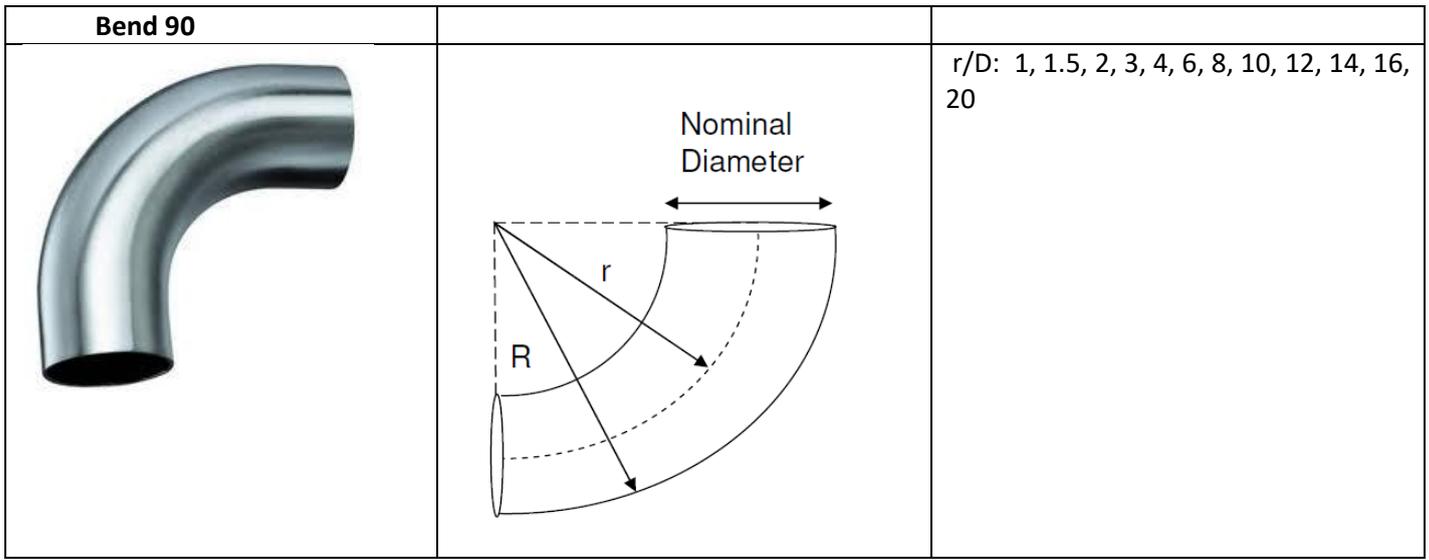
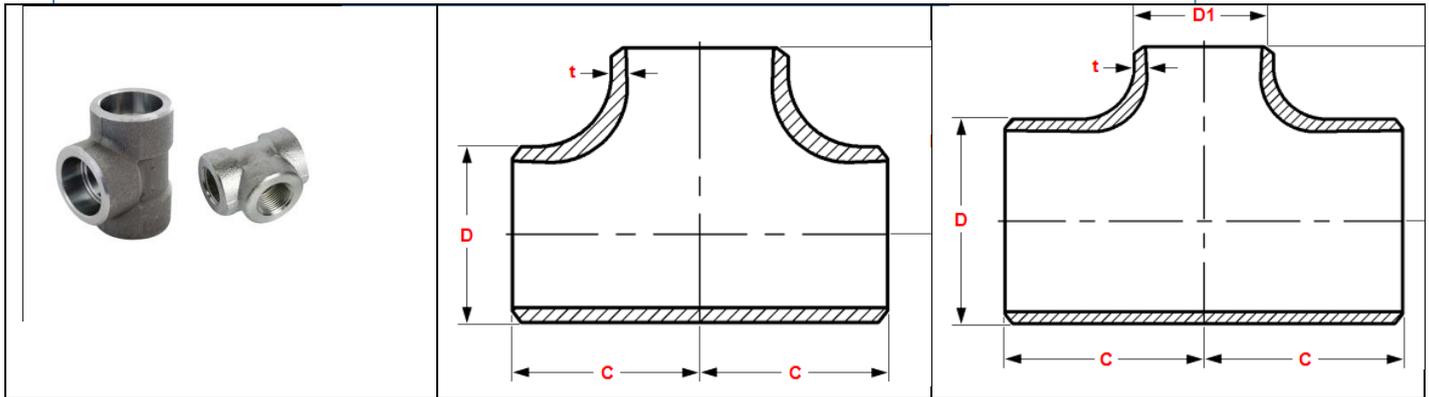
45 degree elbows , are manufactured as Standard SR (Short Radius) elbows and LR (Long Radius) elbows. SR (Short Radius) elbows have a Center-to-Face dimension of 1.0 X diameter.

	 <p>45° ELBOW</p>	
--	--	--

<p><b>Elbow 45 Mitre</b></p> 		
---	--	--

<p><b>Elbow 90°</b></p> 		<p><b>90 Degree Elbows</b> 90 degree elbows, are manufactured as Standard SR (Short Radius) elbows and LR (Long Radius) elbows. SR (Short Radius) elbows have a Center-to-Face dimension of 1.0 X diameter and are typically used in tight areas where clearances are an issue. LR (Long Radius) elbows have a Center-to-Face dimension of 1.5 X diameter and are the more common type and used when space is available and flow is more critical.</p>
---	---	--

Tee- Equal and Reducing	Equal	Reducing
-------------------------	-------	----------



**Standard Pattern**

SIZE	1/8"		1/4"		3/8"		1/2"		3/4"		1"		1-1/4"		1-1/2"		2"		2-1/2"		3"		4"	
	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in										
L	20	0.79	25	0.98	25	0.98	33	1.3	35	1.38	42.5	1.67	46.5	1.83	46	1.81	54.5	2.15	65	2.56	69	2.72	79	3.11
W	13.5	0.53	18	0.71	21.5	0.85	26	1.02	31.5	1.24	39	1.54	47.5	1.87	54	2.13	66.5	2.62	83	3.27	95	3.74	122	4.8

$$\Delta p = f_D \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho V^2}{2}$$