الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل
المتدرب

البرنامج التدريبي
لمهندس تخطيط وتطوير

التحليل الهيدروليكي - الدرجة الثانية

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة المشاريع

تم إعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الإدارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V2 1/7/2021

الفهرس

الفصل الأول: تحليل وإدخال البيانات على برامج التحليل الهيدروليكى لمياه الشرب (نظري) ٣
الفصل الثاني: بناء النموذج الهيدروليكي لمياه الشرب وإعداد السيناريوهات (عملي)..... ١٣
الفصل الثالث: أجهزة القياس والمعايرة (نظري & عملي) ٥٠
أولاً: أجهزة القياس Measuring Instruments ٥١
ثانياً: المعايرة Calibration ٦٣
الفصل الرابع: تصميم شبكات مياه الشرب بإستخدام Darwin Designer-Skelebrator..... ٨٠
الفصل الخامس: تقسيم المناطق المنعزلة Disrict Metered Areas (DMA) ٩٠
الفصل السادس: إدارة الأصول للشبكات بإستخدام برنامج WaterGEMS ٩٦
الفصل السابع: مقدمة في ظاهرة الطرق المائي Water Hammer Introduction ١٠٥
الفصل الثامن: تحليل وإدخال البيانات على برامج التحليل الهيدروليكى للصرف الصحي (نظري) ١٠٨
الفصل التاسع: بناء النموذج الهيدروليكي للصرف الصحي وإعداد السيناريوهات (عملي) ١١٥
الملاحق والمراجع ١٣٧

مـــــــــــــــــــياه الشـــــــــــــــــــــــــــــــــرب

الفصل الأول

تحليل وإدخال البيانات على برامج التحليل الهيدروليكى لمياه الشرب

مقـــدمـــة

يهدف هذا الفصل إلى تحليل البيانات وذلك قبل إدخالها على البرامج الخاصة بالتحليل الهيدروليكى لشبكات التغذية بالمياه بإستخدام برامج التحليل الهيدروليكي التي تعتمد على المعادلات الخطية وطريقة التجربة والخطأ (Try and Error) للحصول على قيم التصرفات والسرعات بكل ماسورة خاصـــة بشبكات المياه المعقدة بدقة عالية والتي يصعب حلها بطرق التصميم التقليدية.

مجالات وتطبيقات وإستخدامات النماذج الهيدروليكية لمياه الشرب

1- Designing a water network from scratch.

٢- إضافة عناصر لشبكة موجودة بالفعل

2- Adding elements to a running project .

3- Tune a running project.

٣- ضبط ورفع كفاءة شبكة قائمة

4- Predict future needs.

٤- التنبؤ بالإحتياجات المستقبلية

5- Detect urgently needed replacements.

٥- تحديد التجديدات العاجلة للشبكة

طريقة تحليل وإدخال البيانات على النموذج الهيدروليكي

- خطوات تحليل وتصميم شبكات مياه الشرب.
- النمذجة الرياضية للشبكات (Hydraulic Modeling).

خطوات تحليل وتصميم شبكات مياه الشرب

خطوات تحليل الشبكات

١. يتم تخطيط شبكات التغذية بحيث تخدم جميع المناطق داخل حدود الدراسة
٢. يتم تحديد المساحات المخدومة لخطوط شبكات المياه.
٣. يتم حساب وإدخال الإستهلاكات وتوزيعها على nodes
٤. يتم إعطاء منحنى التصرف Pattern .
٥. يتم فرض الأبعاد المائية للخزانات العالية وإرتفاعها .
٦. يتم إدخال البيانات الخاصة بالطلمبات من تصرفات وروافع .
٧. يتم عمل التحليل الهيدروليكي طبقاً للبرنامج المستخدم
٨. يتم التحقق من أن أقل ضغط متبقي عند أي Node يفي لوصول المياه للأدوار العليا وعمل حنفيات الحريق .
٩. يتم التحقق من قدرة الخزانات العالية على الملئ خلال الساعات التي يقل بها الإستهلاك والتفريغ فى ساعات الذروة أثناء النهار .

تصميم الشبكات

- يتم حساب التصرفات المطلوبة عند التقاطعات المختلفة فى الشبكة (Node) وذلك على أساس التعداد السكانى والمساحة المخدومة بالتقاطع (Node) ومعدلات الإستهلاك المختلفة
- يتم فرض أقطار للشبكة على أساس التصرفات المارة بالمواسير حتى سنة الهدف وتؤخذ الأقطار التقريبية للمواسير بحيث تكون السرعة داخل المواسير فى الحدود المسموح بها فى الكود المصرى لتصميم وتنفيذ خطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى وذلك باستخدام معادلة التصرف (Continuity Equation).

$$Q = Const$$

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

- يتم حساب الفواقد الرئيسية باستخدام معادلة هازن ويليامز على إعتبار أن معامل الإحتكاك لهازن ويليامز(C) يفرض طبقاً لنوع وعُمر المواسير المستخدمة .
- يتم فرض أماكن الخزانات العالية وإرتفاعها ومناسيب أدنى وأقصى منسوب للمياه بها وكذلك أقطارها.
- باستخدام طريقة (Hardy Cross) يتم تحليل الشبكة هيدروليكياً بواسطة برنامج الحاسب الآلـي المستخدم بحيث تحقق المعادلتين الآتيتين :-

$$Q_{in} = Q_{out} \text{ at any node}$$

$$\text{Head loss for any closed loop} = 0.00$$

- يتم مراجعة نتائج التحليل بحيث يكون أقل ضغط متبقي عند أي Node يفي لوصول المياه للأدوار العليا وعمل حنفيات الحريق، وبحيث تكون السرعات داخل المواسير فى الحدود المسموح بها (٠.٨ :١.٥ م/ث) أن تعمل الخزانات العالية بحيث تكون ممتلئة عند أدنى إستهلاك وتقوم بالتفريغ عند أقصى إستهلاك ساعة (أثناء ساعات الذروة) .
- وقد تم استخدام هذه الطريقة فى تصميم شبكة التوزيع لتوفير أعمال إنشاء الشبكات فى السنوات المستقبلية حيث يصل العمر الإفتراضي لمثل هذه الشبكات إلى حوالى ٥٠ سنة وهى الفترة التي تغطي فترة هذا المشروع بالكامل.

النمـذجـة الرياضية لشبكات المياه (Hydraulic Modeling)

هناك العديد من البيانات التي يجب تحضيرها ومراجعتها قبل إدخالها على برامج الحاسب الآلى مثل نوع تخطيط شبكة توزيع المياه سواء كانت من النوع الشجري أو الدائري أو الشبكي لتحديد عدد المواسير N (NO. OF PIPES) وكذلك عدد ونوع نقط الإتزان (JUNCTION) سواء كانت نقط إستهلاك (CONSUMPTIONS) لمنطقة ما أو مجموعة بلوكات سكنية أو مساحة سكنية (AREA)، أو تمثل نقطة تغذية (FEEDING) وكذلك الخزان العالي الذي يتم ملئه خلال فترة الليل فيعتبر حينئذ (CONSUMPTIONS point) ويدفع بذلك المخزون خلال ساعات الذروة فيكون (FEEDING point). وبيانات محطات ضخ المياه من مناسيب وروافع وفترات للتشغيل والصيانة، وكذلك محابس القفل وتقليل الضغط والغسيل وصمامات الهواء مع بيان مناسيب الأرض والإحداثيات المختلفة لتحديد مكونات الشبكات بكل دقة، وسيتم مناقشة كل جزء بالتفصيل كما يلي :-

المدخلات Input data

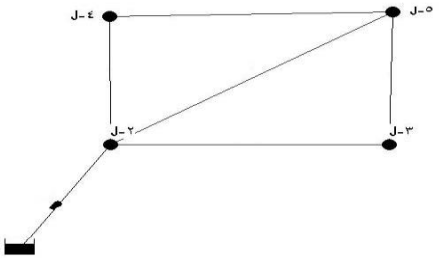
بعد القيام بمراجعة البيانات التى تم ذكرها سابقا لشبكات توزيع المياه سنقوم الأن بإدخال تلك البيانات على برامج التصميم باستخدام الحاسب الآلى ، ولتنظيم تلك المنظومة سنقوم بتحليل تلك البيانات كما يلي

عناصر شبكة توزيع مياه الشرب		
Element	**Type**	**Primary Modeling Purpose**
Reservoir	Node	Provides water to the system
Tank	Node	Stores excess water within the system and releases that water at times of high usage
Junction	Node	Removes (demand) or adds (inflow) water from/to the system
Pipe	Link	Conveys water from one node to another
Pump	Node or link	Raises the hydraulic grade to overcome elevation differences and friction losses
Control Valve	Node or link	Controls flow or pressure in the system based on specified criteria

نقاط الإتـزان Junctions (Nodes)

*** كما بالنموذج المقابل والجدول التالي يتم إعداد بيانات نقاط الإتزان كما يلي :**

- الرقم المسلسل (..... , J-2 , J-1) .
- منسوب سطح الأرض .
- الإحداثيات .
- التصرف المطلوب عند النقطة ونوعه : وقد تم استخدام أقصى تصرف يومي، وإستنتاج باقي التصرفات منه على مدار ٢٤ ساعة، ويشمل أقصى تصرف ساعة وأدنى تصرف خلال اليوم .

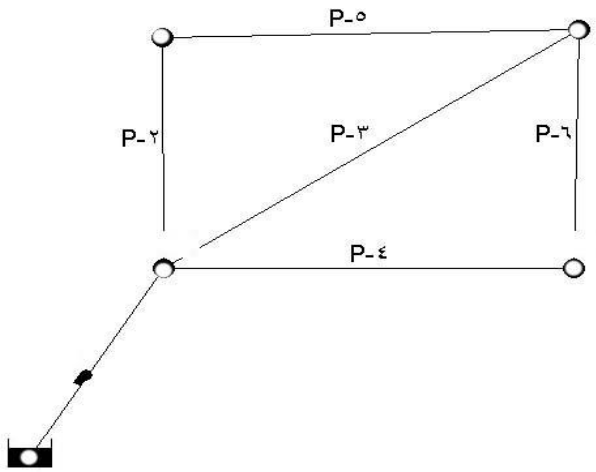


JUNCTION NO.	J-1	J-2	J-3
COORDINATE	000	000	000
GROUND LEVEL	000	000	000
DISCHARGE	000	000	000

٢.١.٢.١.١ المواسير Pipes

*** كما بالنموذج المقابل والجدول التالي يتم إعداد بيانات المواسير كما يلي :**

- الرقم المسلسل (.... , P-2 , P-1).
- نوع الماسورة.
- قطر الماسورة.
- معامل إحتكاك هازن ويليامز (C) .
- طول الماسـورة.

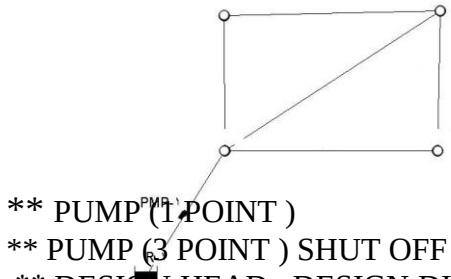


PIPE NO.	P-1	P-2	P-3
DIAMETER (mm)	000	000	000
HAZEN WILLIAM COEF	000	000	000
LENGTH (m)	000	000	000

٣.١.٢.١.١ الطلمبات Pumps_

*** كما بالنموذج المقابل والجدول التالى يتم إعداد بيانات الطلمبات كما يلي :**

- الرقم المسلسل (PMP-1 , PMP-2 ,….)
- الإحداثيات.
- منسوب محور الطلمبة.
- نوع الطلمبة وقيم التصرف والرافع الهيدروليكى المناظر لها على منحنى الطلمبة.



** PUMP (1 POINT)
** PUMP (3 POINT) SHUT OFF HEAD
** DESIGN HEAD , DESIGN DISCHARGE

PUMP NO.	PMP-1	PMP -2	PMP -3
COORDINATES	000	000	000
CENTRE LINE LEVEL	000	000	000
DISCHARGE (L/SEC)	000	000	000
HYDRAULIC HEAD (m)	000	000	000

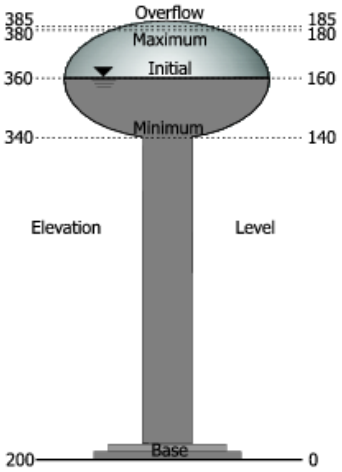
٤.١.٢.١.١ الخزان الأرضى بالمحطة_ Reservoir

*** كما بالجدول التالى يتم إعداد بيانات الخزانات الأرضية كما يلي :**

- الرقم المسلسل (R-1 , R-2 , …)
- منسوب سطح المياه بالخزان .
- الإحداثيات .

Reservoir NO.	Res-1	Res -2	Res -3
COORDINATES	000	000	000
WATER LEVEL	000	000	000

الخزانات العالية على الشبكة ELEVATED TANK



*** كما بالجدول التالى يتم إعداد بيانات الخزانات العالية كما يلي :**

- الرقم المسلسل (T-1 , T-2 ,….)
- قطر الخزان إذا كان مستدير .
- أقصى وأدنى منسوب للمياه بالخزان .
- منسوب قاع الخزان .

E-T NO.	E-T 1	E-T 2	E-T 3
COORDINATES	000	000	000
DIAMETER TANK (m)	000	000	000
LEVEL (m) (MAX – MIN)	000	000	000

الصمامات (PSV) Valves

*** كما بالجدول التالي يتم إعداد بيانات المحابس كما يلي :**

(PSV) Valves NO.	PSV 1	PSV 2	PSV 3
COORDINATES	000	000	000
DIAMETER (mm)	000	000	000
LEVEL (m)	000	000	000
SEC. LOSSES	000	000	000

- الرقم المسلسل.
- قطر الصمام.
- قيمة الفواقد الثانوية.
- المنسوب

أسلوب التحليل الهيدروليكى Hydraulic pattern analysis

يتم تحديد نموذج التحليل من أحد الطرق التالية :

الحالة الثابتة Steady state analysis ، وفيها يتم إعتبار التصرف عند نقطة الإتزان ثابت وكذلك مناسيب الخزانات على الشبكة ... ألخ

الحالة المتغيرة Extended period analysis، وفيها يتم إعتبار التصرف عند نقطة الإتزان متغير بالنسبة لساعات النهار، وبالتالي يجب إستنتاج نموذجى لمنحنى التصرف لأقصى تصرف يومي وإدخاله للبرنامج، وذلك لإمكانية إجراء تصميم الشبكة على أساس أقصى إستهلاك على مدار اليوم (أقصى إستهلاك ساعة)، والتصرف المتوسط خلال اليوم (أقصى إستهلاك يومي)، وأدنى تصرف خلال نفس اليوم، وكذلك لدراسة الخزانات على الشبكة وتحديد إرتفاعها ومناسيب سطح المياه بها. كما يمكن أيضاً إدخال بيانات منحنى يعبر عن الحريق، أو الإستهلاك الصناعى .... أو خلافه

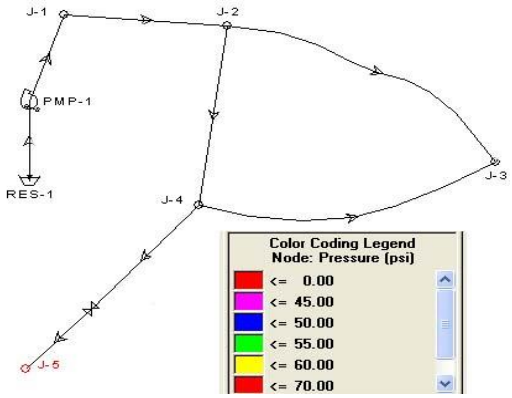
النتائج Output data

بعد إدخال البيانات على البرنامج وإجراء عملية التحليل الهيدروليكي باستخدام أحد برامج تصميم الشبكات، وعند إظهار النتائج حسب طبيعة كل برنامج تظهر بيانات تلك المخرجات كما يلي :-

١ - نقاط الإتزان Junctions

*** كما بالنموذج المقابل والجدول التالي تظهر بيانات نقاط الإتزان كما يلي :**

- الإنحدار الهيدروليكى Hydraulic grade
- الضغط المتبقى عند النقطة: ويتم التحقق من أقل قيمة بحيث يكون أقل ضغط متبقى عند أي Node يفي لوصول المياه للأدوار العليا وعمل حنفيات الحريق.



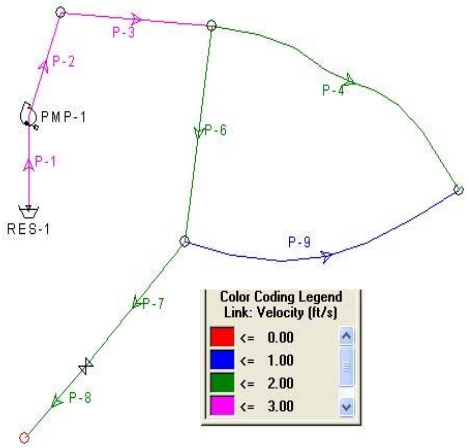
Time: 0.00 hr Increment: 1.00 hr Scenario: Base

	Node Label	Elevation (ft)	Demand Type	Demand (gpm)	Demand Pattern	Calculated Demand (gpm)	Calculated Hydraulic Grade (ft)	Pressure (psi)
J-1	J-1	383.00	Demand	112.50	Composite	24.84	591.05	89.97
J-2	J-2	379.00	Demand	40.00	Residential	15.90	579.09	86.53
J-3	J-3	381.00	Demand	32.00	Residential	12.72	569.74	81.62
J-4	J-4	390.00	Demand	73.00	Residential	29.02	576.78	80.77
J-5	J-5	311.00	Demand	120.00	Residential	47.70	465.84	66.96

٢ - المواسير Pipes

*** كما بالنموذج المقابل والجدول التالي تظهر بيانات المواسير كما يلي :**

- إتجاه سريان المياه.
- التصرف المار بالماسورة.
- السرعة داخل الماسورة.
- الفواقد فى الماسورة.



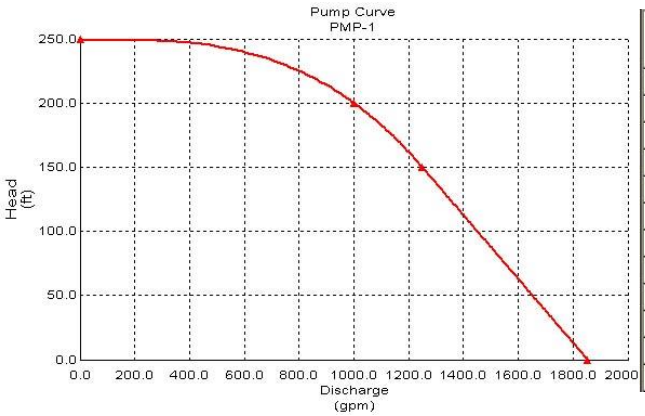
Time: 0.00 hr Increment: 1.00 hr Scenario: Base

	Link Label	Length (ft)	Material	Diameter (in)	Minor Loss	Roughness	Initial Status	Current Status	Discharge (gpm)	Start Calculated Hydraulic Grade (ft)	End Calculated Hydraulic Grade (ft)	Headloss (ft)	Friction Slope (ft/100
P-1	P-1	781.00	Ductile I	12	0.39	120.0	Open	Open	674.22	358.00	356.86	1.14	1.
P-2	P-2	909.00	Ductile I	12	0.00	130.0	Open	Open	674.22	592.17	591.05	1.12	1.
P-3	P-3	1,446.00	Ductile I	8	0.00	130.0	Open	Open	649.38	591.05	579.09	11.96	8.
P-4	P-4	2,832.00	Ductile I	8	0.00	130.0	Open	Open	395.44	579.09	569.74	9.36	3.
P-6	P-6	1,792.00	Ductile I	8	0.00	130.0	Open	Open	238.03	579.09	576.78	2.31	1.
P-5	P-5	2,099.00	Ductile I	12	0.00	130.0	Open	Open	544.04	569.74	568.00	1.74	0.
P-9	P-9	2,758.00	Ductile I	6	0.00	130.0	Open	Open	-161.32	569.74	576.78	7.04	2.
P-7	P-7	1,400.00	Ductile I	6	0.00	130.0	Open	Open	47.70	576.78	576.40	0.38	0.
P-8	P-8	830.00	Ductile I	6	0.00	130.0	Open	Open	47.70	466.06	465.84	0.22	0.

3- الطلمبات Pumps

*** كما بالنموذج المقابل والجدول التالي تظهر بيانات الطلمبات كما يلي :**

- تصرف الطلمبة (فى الحالة المتغيرة extended period analysis لأن التصرف متغير)
- الرافع الحالي للطلمبة

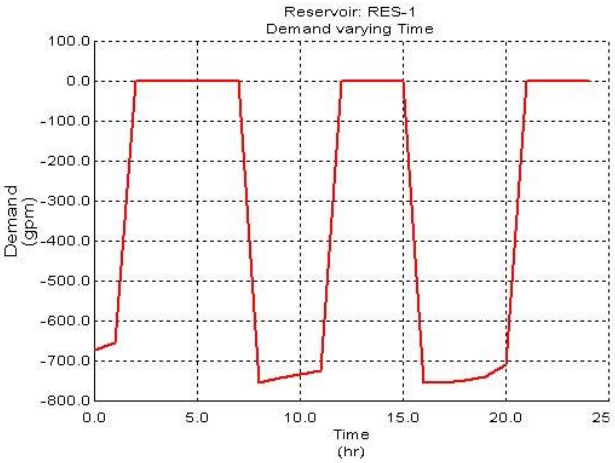


	Time	Status	Constituent (mg/l)	From Grade (ft)	To Grade (ft)	Flow (gpm)	Head (ft)	Relative Speed	Useful Power (Hp)
1	0.00 hr	On	2.4	356.86	592.17	674.22	235.30	1.00	40.05
2	1.00 hr	On	2.5	356.92	593.49	655.07	236.56	1.00	39.12
3	2.00 hr	Off	2.5	358.00	571.18	0.00	0.00	0.00	0.00
4	3.00 hr	Off	2.5	358.00	570.29	0.00	0.00	0.00	0.00
5	4.00 hr	Off	2.5	358.00	569.11	0.00	0.00	0.00	0.00
6	5.00 hr	Off	2.5	358.00	567.58	0.00	0.00	0.00	0.00
7	6.00 hr	Off	2.5	358.00	565.74	0.00	0.00	0.00	0.00
8	7.00 hr	Off	2.5	358.00	563.62	0.00	0.00	0.00	0.00
9	8.00 hr	On	2.5	356.60	585.64	755.80	229.05	1.00	43.71
10	9.00 hr	On	2.5	356.63	586.64	744.46	230.01	1.00	43.23
11	10.00 hr	On	2.5	356.67	587.49	734.59	230.82	1.00	42.81
12	11.00 hr	On	2.5	356.70	588.17	726.42	231.47	1.00	42.45

4- الخزان الأرضي بالمحطة Reservoir

*** كما بالنموذج المقابل والجدول التالي تظهر بيانات الخزان الأرضي كما يلي :**

- التصرف الخارج من الخزان .

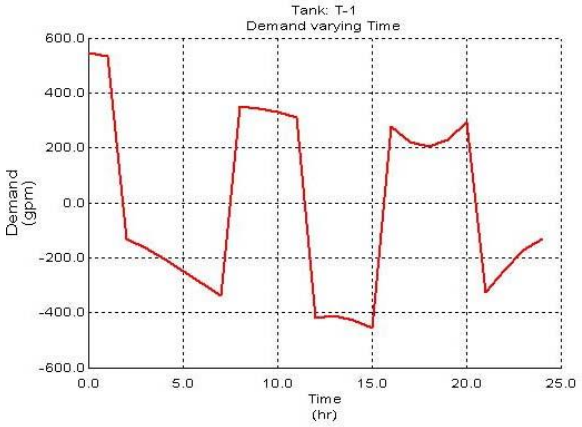


	Time	Constituent (mg/l)	Calculated Hydraulic Grade (ft)	Reservoir Inflow (gpm)	Reservoir Outflow (gpm)
1	0.00 hr	2.5	358.00	N/A	674.22
2	1.00 hr	2.5	358.00	N/A	655.07
3	2.00 hr	2.5	358.00	0.96e-3	N/A
4	3.00 hr	2.5	358.00	0.95e-3	N/A
5	4.00 hr	2.5	358.00	0.95e-3	N/A
6	5.00 hr	2.5	358.00	0.94e-3	N/A
7	6.00 hr	2.5	358.00	0.93e-3	N/A
8	7.00 hr	2.5	358.00	0.92e-3	N/A
9	8.00 hr	2.5	358.00	N/A	755.80
10	9.00 hr	2.5	358.00	N/A	744.46
11	10.00 hr	2.5	358.00	N/A	734.59
12	11.00 hr	2.5	358.00	N/A	726.42

5 – الخزانات العالية على الشبكة :

*** كما بالنموذج المقابل والجدول التالى تظهر بيانات الخزانات العالية كما يلي :**

- الإنحدار الهيدروليكي
- التصرف الداخل للخزان أو الخارج منه .
- نسبة إمتلاء الخزان. ويتم التحقق من أن الخزان يقوم بالتفريغ أثناء ساعات الذروة والملئ فيما دون ذلك.
- حجم المياه الحالي داخل الخزان .

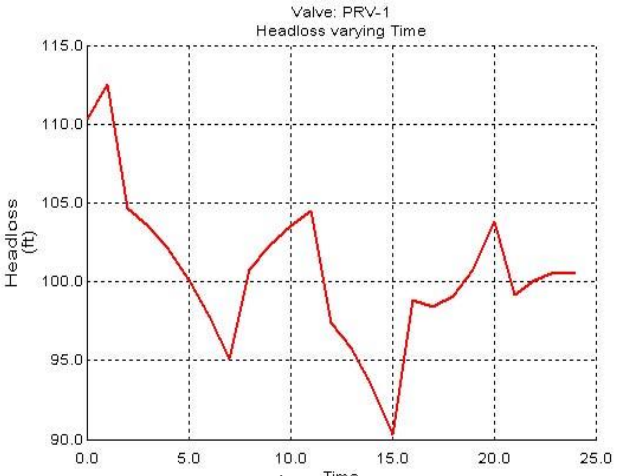


	Time	Constituent (mg/l)	Calculated Hydraulic Grade (ft)	Tank Level (ft)	Pressure (psi)	Percent Full (%)	Current Storage Volume (ft3)	Tank Inflow (gpm)	Tar Outfl (gp
1	0.00 hr	0.9	568.00	16.00	6.92	71.5	27,238.23	544.04	
2	1.00 hr	1.0	570.41	18.41	7.96	83.0	31,601.86	533.08	
3	2.00 hr	1.1	571.82	19.82	8.57	89.7	34,155.83	N/A	133
4	3.00 hr	1.1	571.23	19.23	8.32	86.8	33,085.38	N/A	164
5	4.00 hr	1.1	570.50	18.50	8.00	83.4	31,765.44	N/A	203
6	5.00 hr	1.1	569.60	17.60	7.61	79.1	30,136.79	N/A	248
7	6.00 hr	1.1	568.50	16.50	7.13	73.9	28,140.36	N/A	293
8	7.00 hr	1.1	567.20	15.20	6.57	67.7	25,782.76	N/A	338
9	8.00 hr	1.1	566.36	14.36	6.21	63.7	24,261.58	348.83	
10	9.00 hr	1.1	567.90	15.90	6.88	71.0	27,059.53	344.03	
11	10.00 hr	1.3	569.43	17.43	7.54	78.3	29,818.93	331.71	
12	11.00 hr	1.4	570.90	18.90	8.17	85.3	32,479.58	312.08	

6 -الصمامات

*** كما بالنموذج المقابل والجدول التالى تظهر بيانات الخزانات العالية كما يلي :**

- إتجاه سريان المياه فى الصمام.
- التصرف المار بالصمام.
- سرعة المياه.
- الفواقد داخل الصمام.
- الضغط قبل وبعد الصمام.



	Time	Status	Constituent (mg/l)	From Grade (ft)	To Grade (ft)	Flow (gpm)	Headloss (ft)	Setting (psi)
1	0.00 hr	Throttling	1.3	576.40	466.06	47.70	110.34	45.00
2	1.00 hr	Throttling	1.8	578.55	466.06	44.70	112.49	45.00
3	2.00 hr	Throttling	2.5	570.74	466.06	48.90	104.68	45.00
4	3.00 hr	Throttling	2.5	569.64	466.06	60.30	103.58	45.00
5	4.00 hr	Throttling	2.5	568.16	466.06	74.40	102.09	45.00
6	5.00 hr	Throttling	1.8	566.18	466.06	91.20	100.12	45.00
7	6.00 hr	Throttling	1.1	563.85	466.06	107.70	97.79	45.00
8	7.00 hr	Throttling	1.1	561.17	466.06	123.90	95.11	45.00
9	8.00 hr	Throttling	1.1	566.83	466.06	130.80	100.77	45.00
10	9.00 hr	Throttling	2.5	568.39	466.06	128.40	102.33	45.00
11	10.00 hr	Throttling	2.5	569.64	466.06	129.30	103.58	45.00
12	11.00 hr	Throttling	2.5	570.56	466.06	133.50	104.50	45.00

- ويلاحظ أنه فى حالة إستخدام الحالة الثابتة steady state analysis، تعطى هذه النتائج على أساس التصرف الذي تم إدخاله فى البداية .
- وفى حالة استخدام الحالة المتغيرة Extended period analysis ، فإن هذه النتائج تعطى لكل عناصر الشبكة على مدار ٢٤ ساعة .

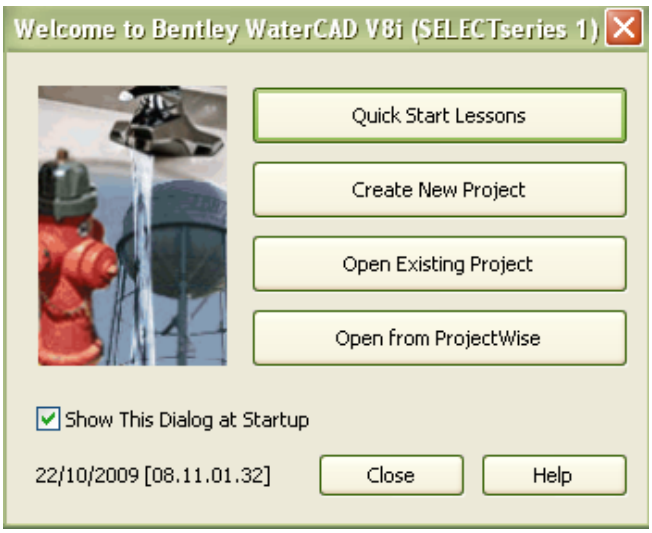
الفصل الثاني

بناء النموذج الهيدروليكي لمياه الشرب وإعداد السيناريوهات

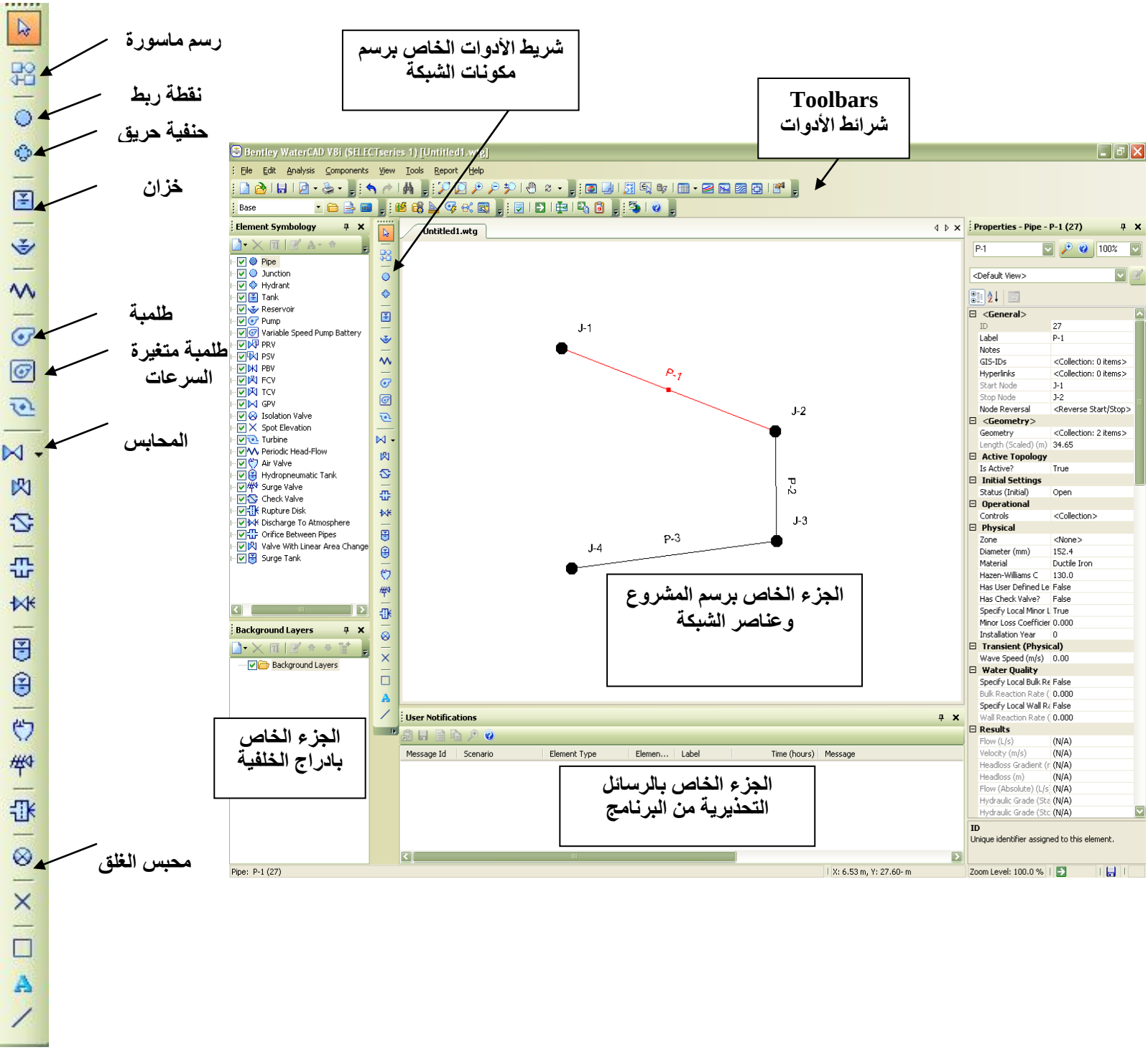
(عمـــــــــــــــــلي)

التعرف على واجهة البرنامج

عند البدء فى فتح البرنامج تظهر هذه الرسالة فى البداية



١- Quick Start Lessons : لفتح الدروس الخاصة بالبرنامج و التي تم إعدادها بواسطة الشركة.
٢- Create New Project : لفتح مشروع جديد
٣- Open Existing Project : لفتح مشروع تم إعداده مسبقا
٤- Open from ProjectWise : لفتح مشروع متصل بـ Server

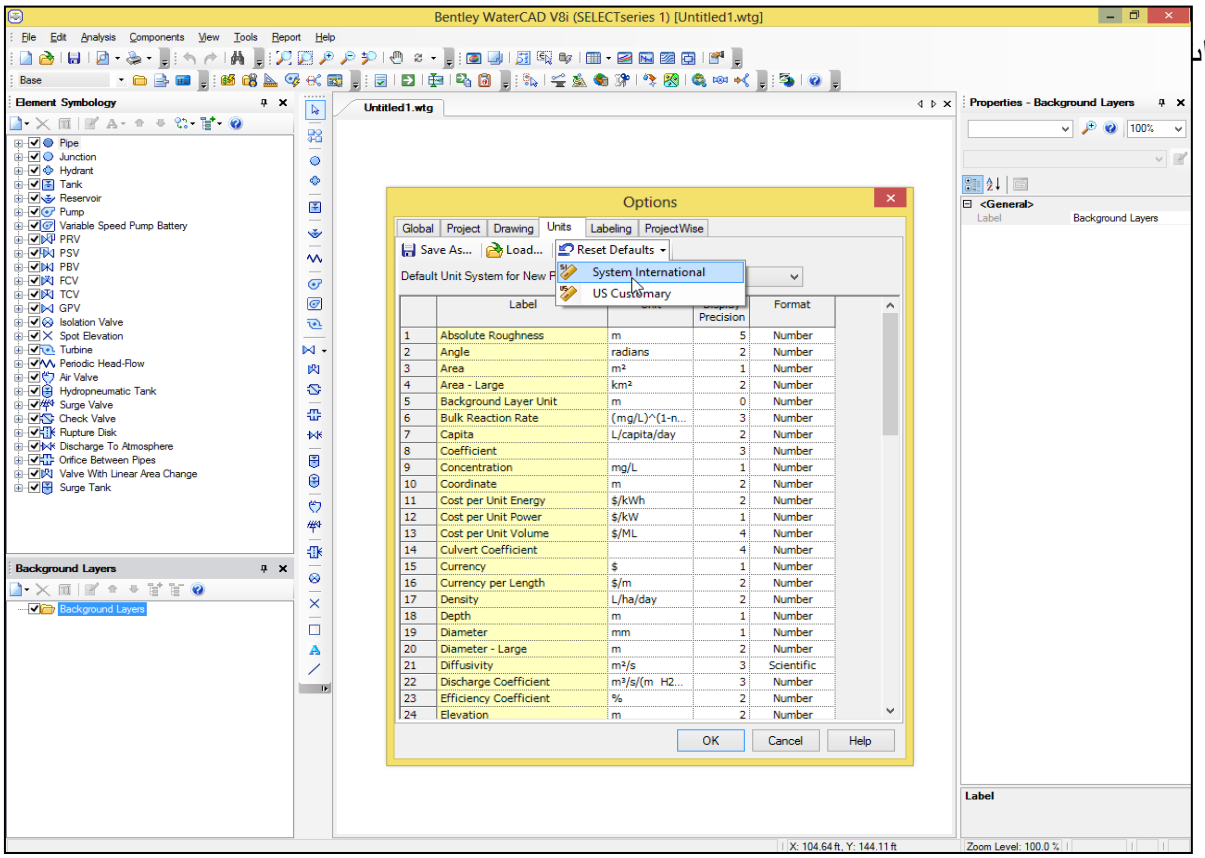

رسم ماسورة
نقطة ربط
حنفية حريق
خزان
طلمبة
طلمبة متغيرة السرعات
المحابس
محبس الغلق
شريط الأدوات الخاص برسم مكونات الشبكة
Toolbars
شرائط الأدوات
الجزء الخاص برسم المشروع وعناصر الشبكة
الجزء الخاص بادراج الخلفية
الجزء الخاص بالرسائل التحذيرية من البرنامج
J-1
J-2
J-3
J-4
P-1
P-2
P-3

الدرس الأول : إنشاء شبكة (Schematic network)

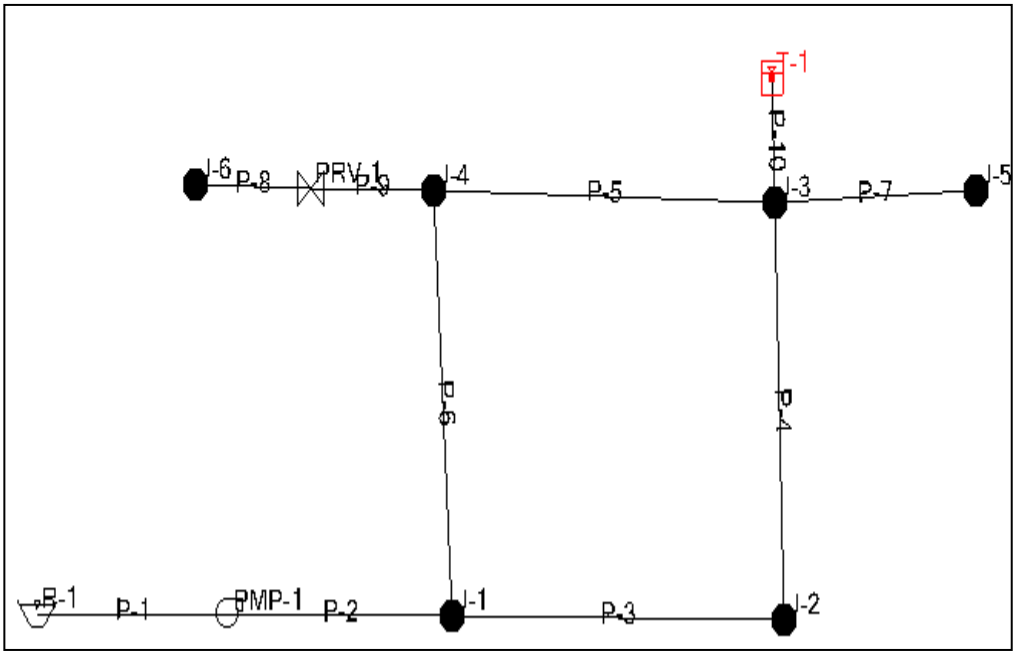
١- ضبط

٢-

٣- الوحدا



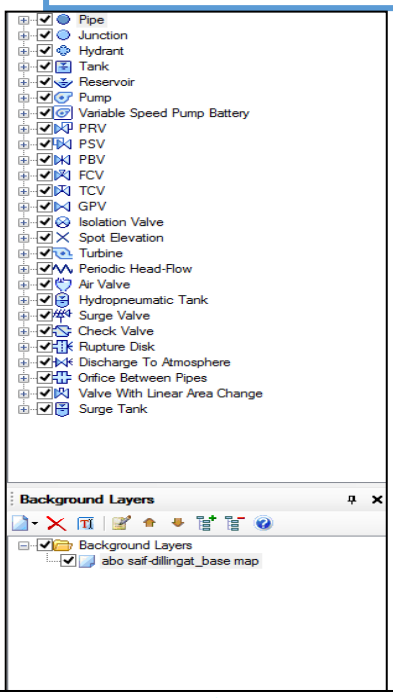
2- البدء فى تخطيط شبكة بسيطة (Schematic network)

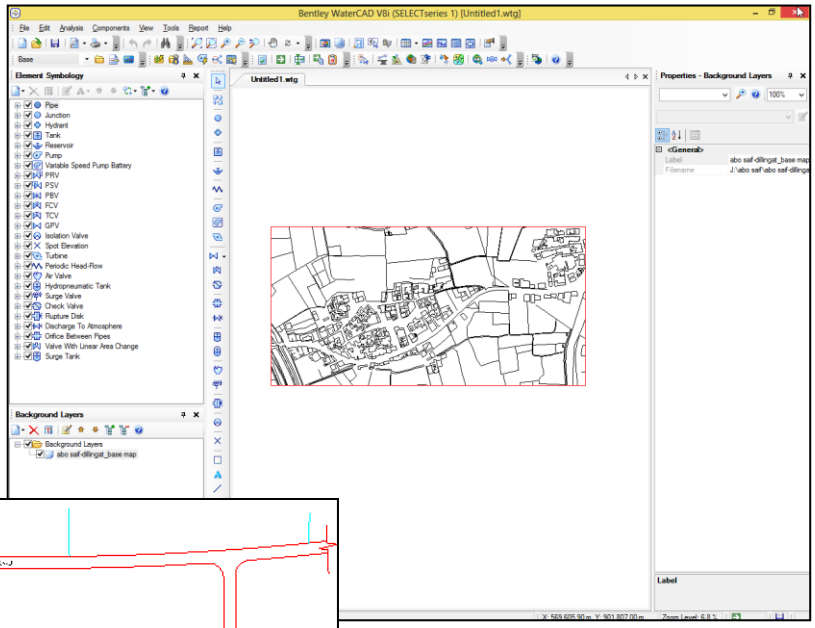


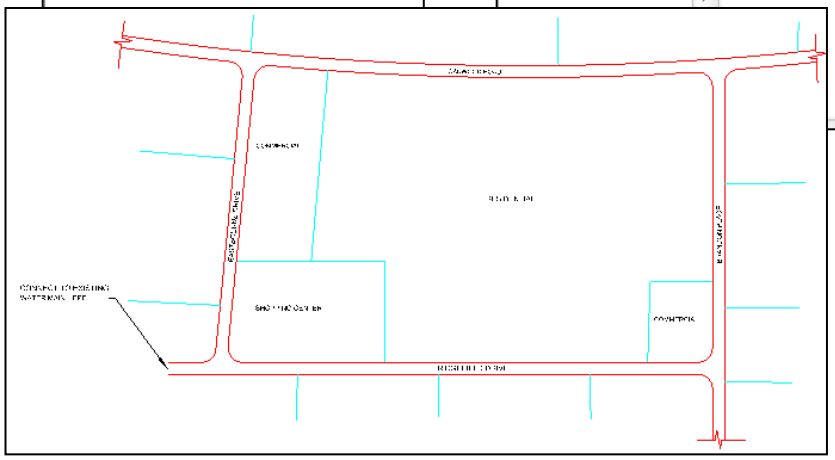
مطلوب رسم الشبكة الموضحة
بدون إدخال بيانات

إدراج خلفية :- من Background layers

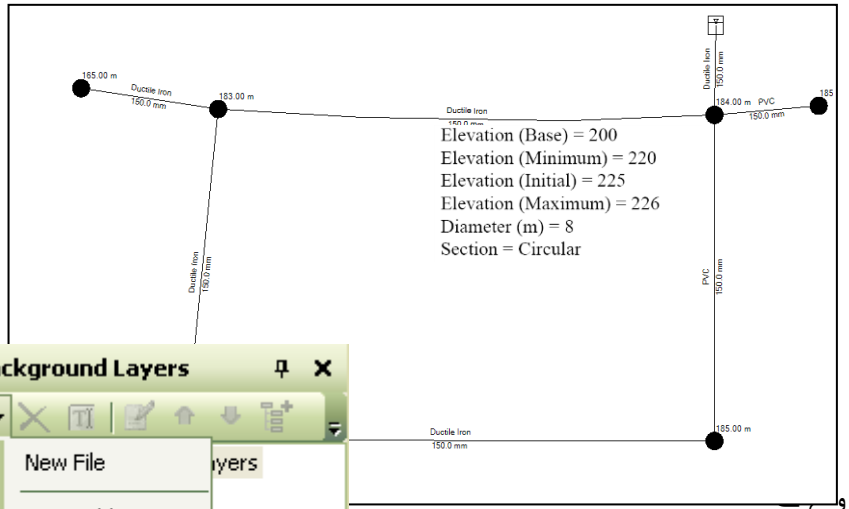
يمكن إدراج العديد من الخلفيات وبإمتدادات مختلفة حسب البيانات المتوفرة

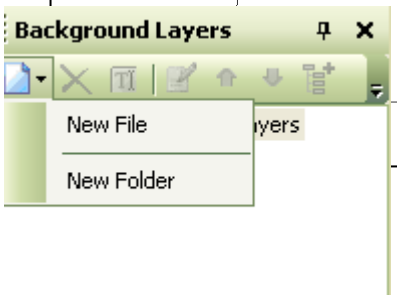






مطلوب إدراج هذه الخلفية والبدء فى رسم و إدخال بيانات الشبكة





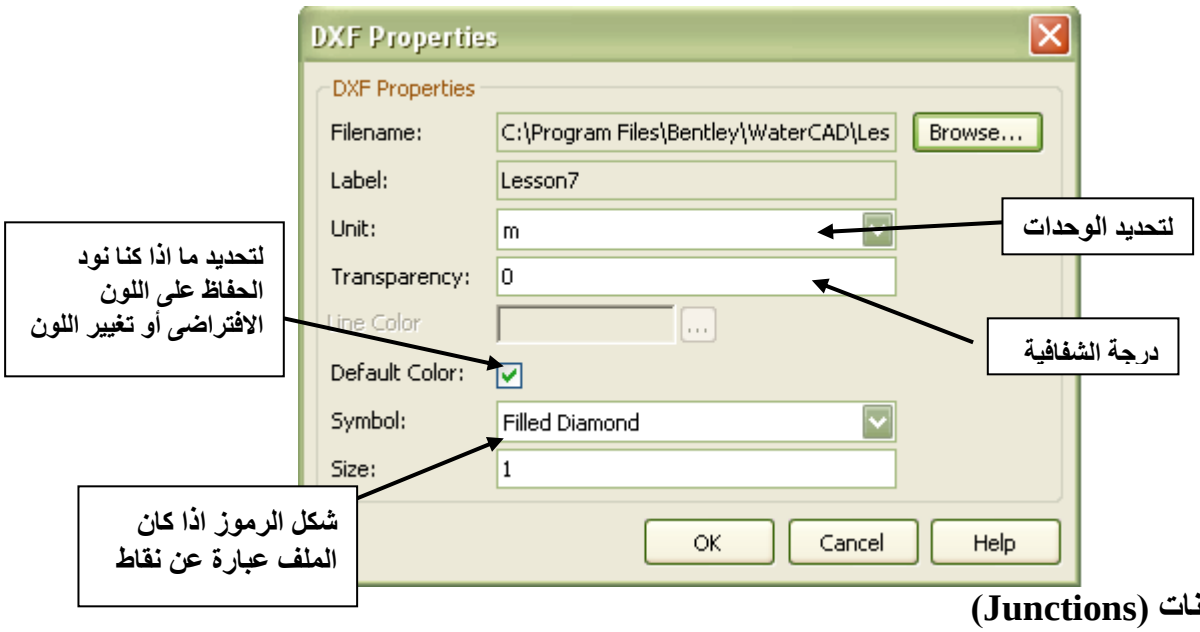
يتم إدراج الخلفية من خلال الضغط على

قائمة New ثم New File

ثم تحديد مكان الملف المطلوب إظهاره فى المشروع

خلفية ويفضل أن يكون على هيئة dxf أو shapfile

لتظهر بعدها الرسالة الموضحة

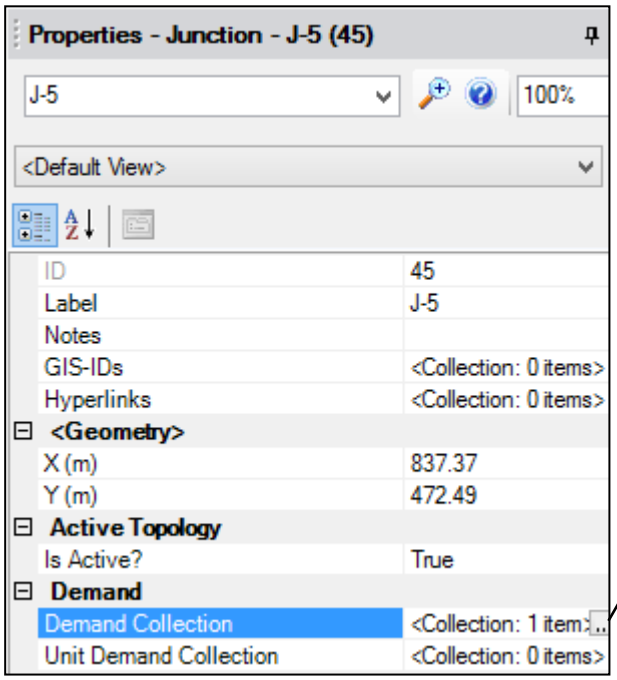


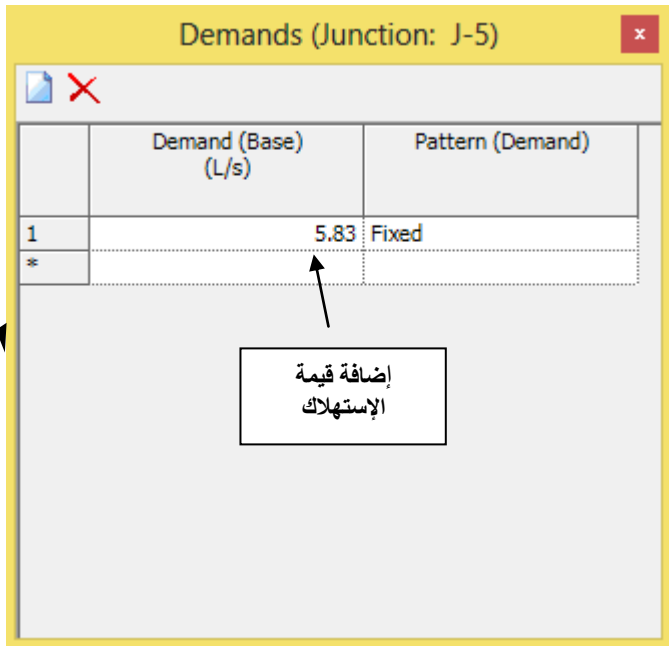
٤- طريقة إدخال البيانات (Junctions)

٤-١ إدخال قيم الإستهلاكات

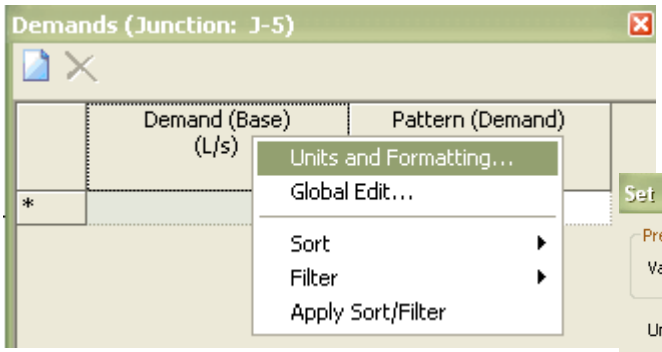
مطلوب إدخال قيم الإستهلاكات فى كل نقطة حسب إسمها

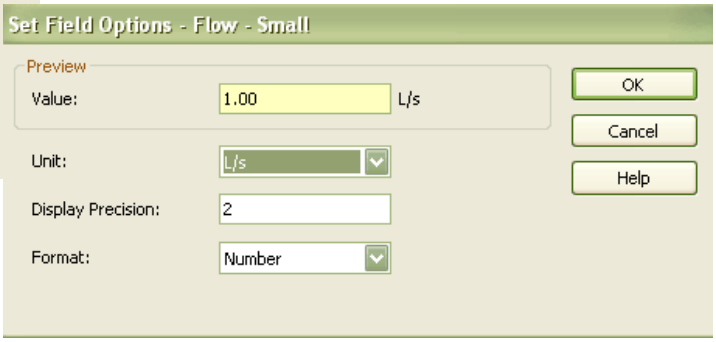
Label	Demand (Base) (L/s)
J-1	0.63
J-2	0.52
J-3	0.57
J-4	0.63
J-5	5.83
J-6	5.93



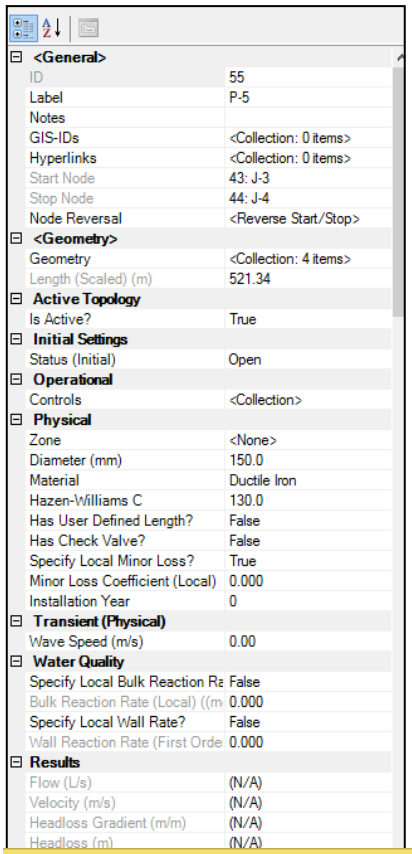


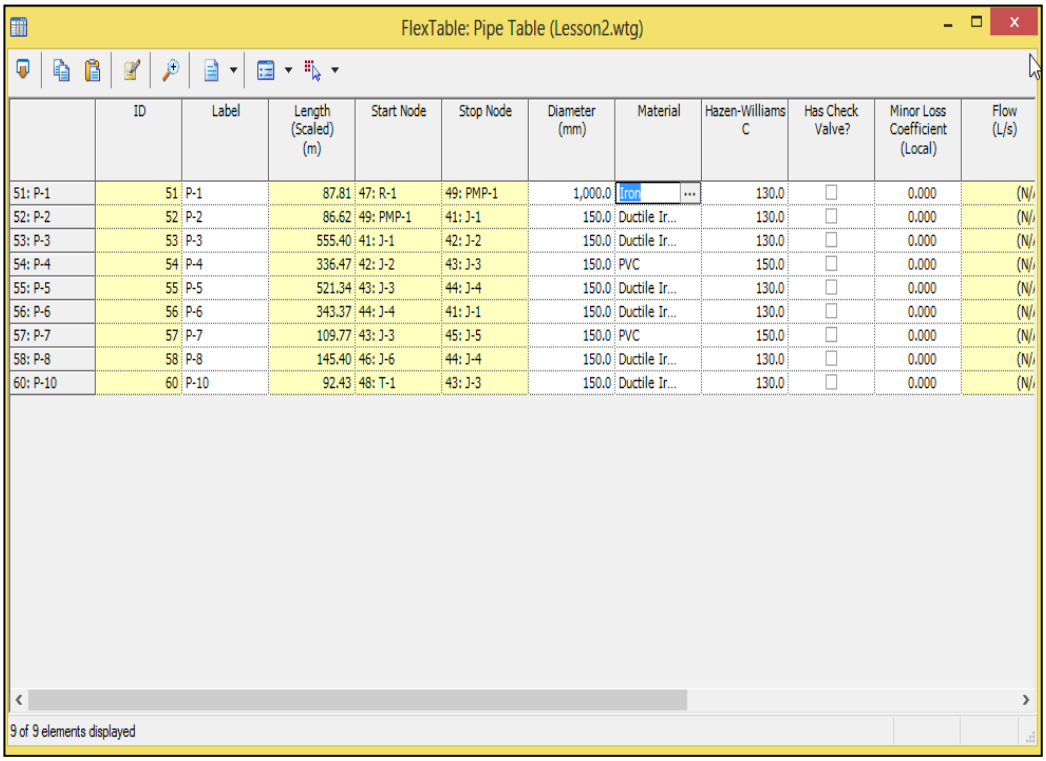
و لتغيير الوحدات نعمل بعمل right click و اختيار units and formatting ثم اختيار الوحدة

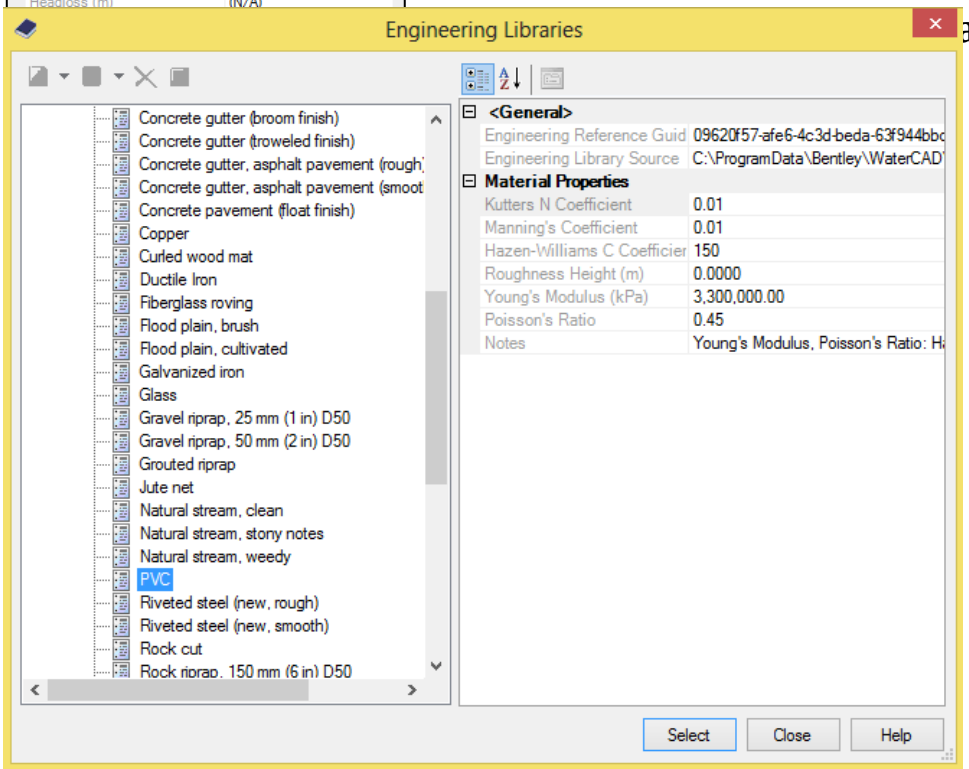




٥ ـ طريقة إدخال البيانات (المواسير)







ables)

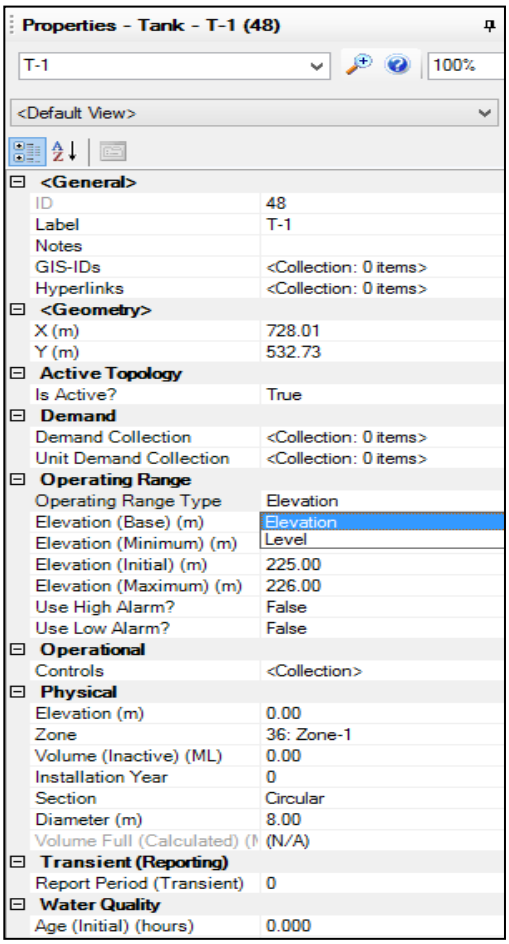
يمكن إختيار مادة الماسورة من خلال مكتبة متنوعة من المواد الشائعة فى شبكات مياه الشرب.

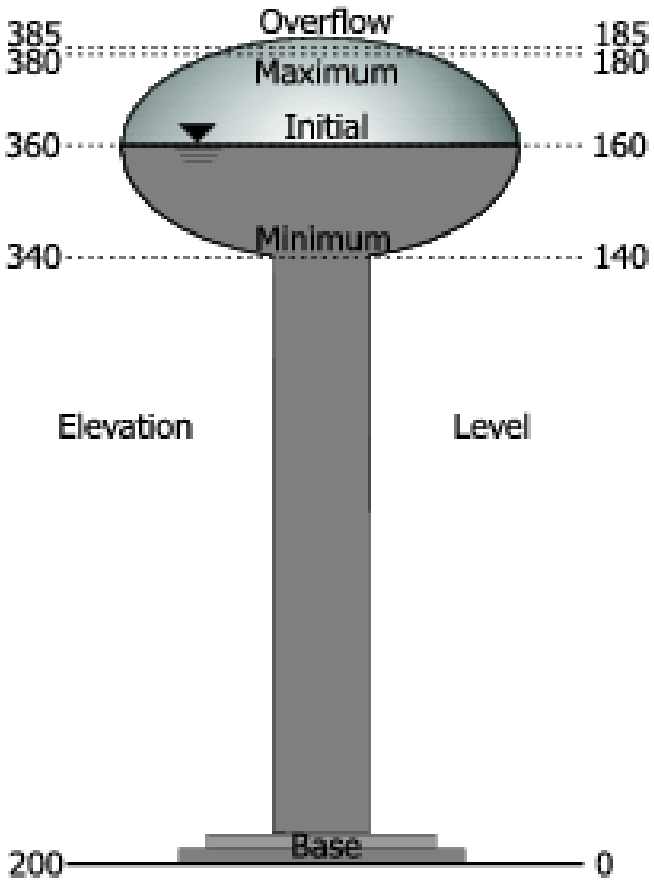
بالنسبة للمضخات يتم إدخال تعريف المضخة كالتالى :

من قائمة Components نختار pump definitions

من خواص المضخة مباشرة ونختار Edit pump definitions

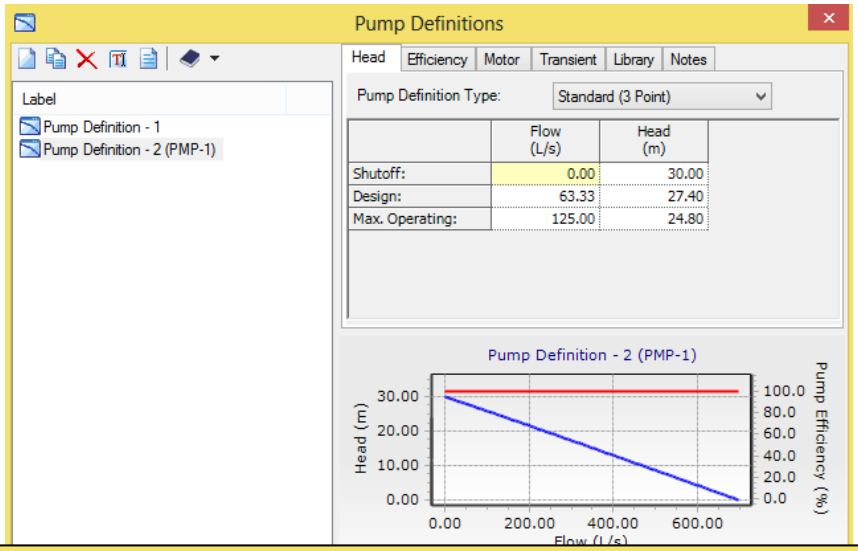
إدخال خواص الخزانات

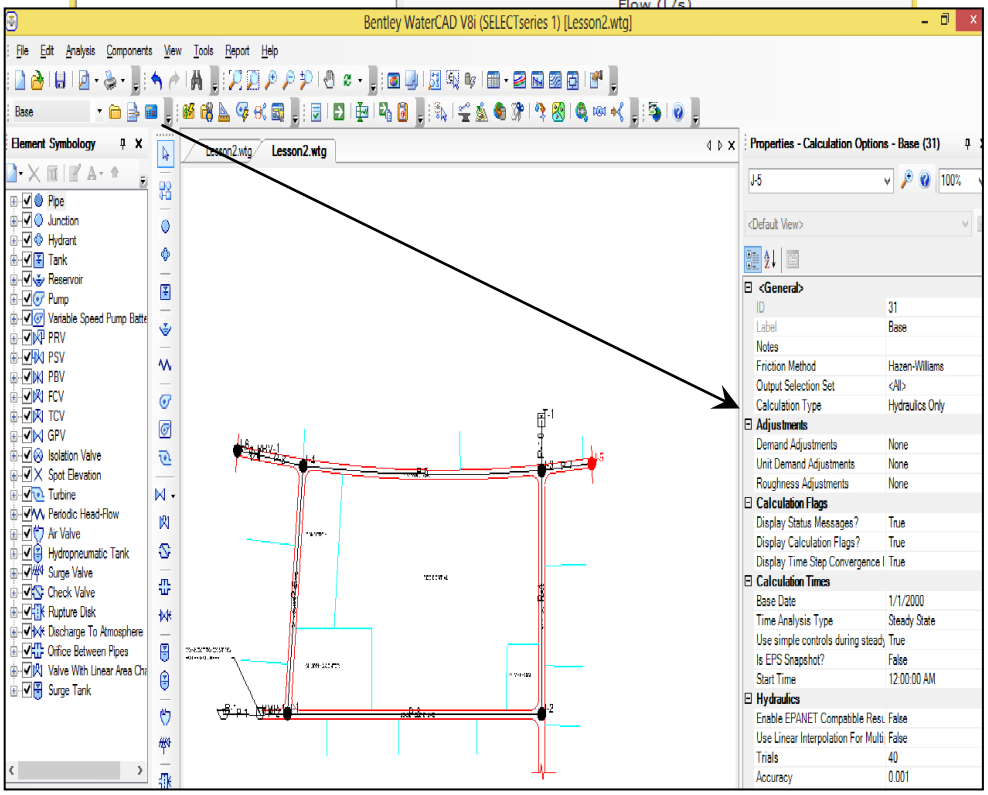




Steady state run

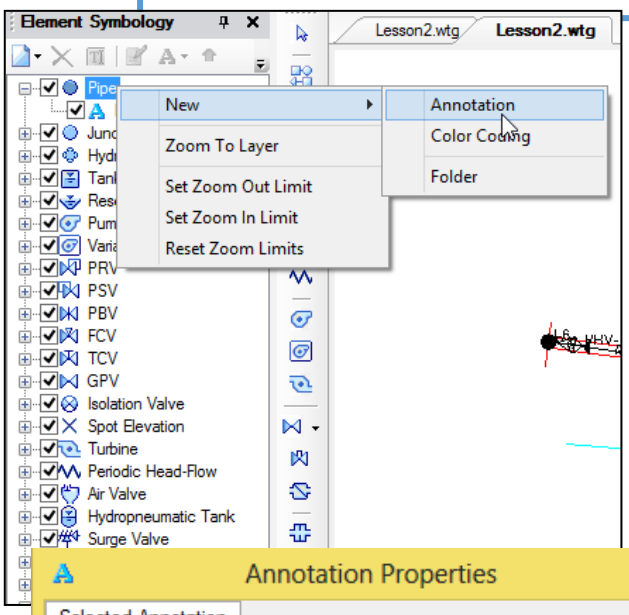
بعد رسم الشبكة وإدخال البيانات نقوم بعمل تشغيل مبدئي للشبكة (Run) وقبل التشغيل نقوم بفحص خواص Run من Calculation option والتأكد من أن نوع التحليل هو Steady state وهو التحليل اللحظي تحديد نوع المعادلة المستخدمة فى الحل (Hazen Williams) أو غيرها وكذلك عمل Global adjustment للنموذج

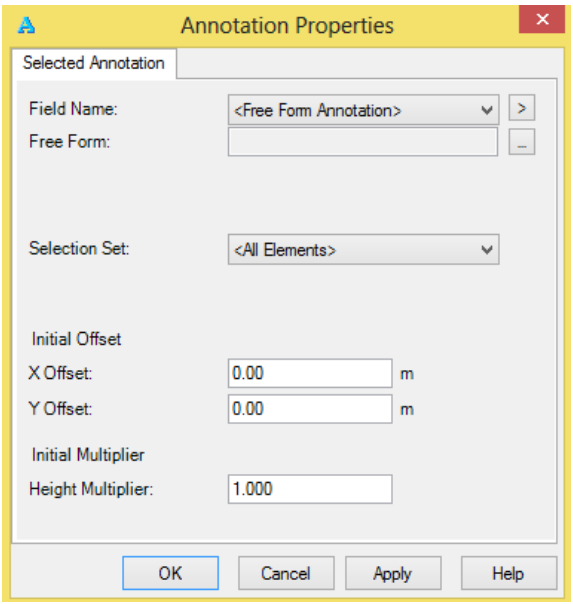


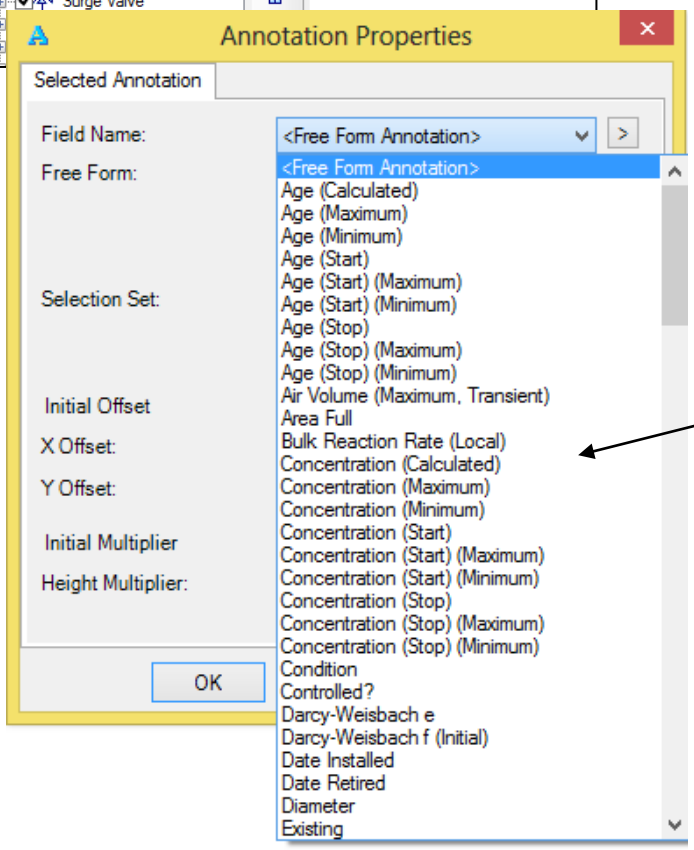


يتم عمل compute للنموذج من خلال الضغط على م يتم إظهار النتائج على النموذج كالتالي:-

- لإظهار نتيجة السرعات مثلاً على الخطوط نقوم بفتح قائمة Element symbology ثم New ثم Annotation كما بالرسم







وهنا يتم إختيار velocity و ذلك لإظهار قيمة السرعات على جميع الخطوط

تمرين:

قم باتباع نفس الخطوات السابقة لاظهار

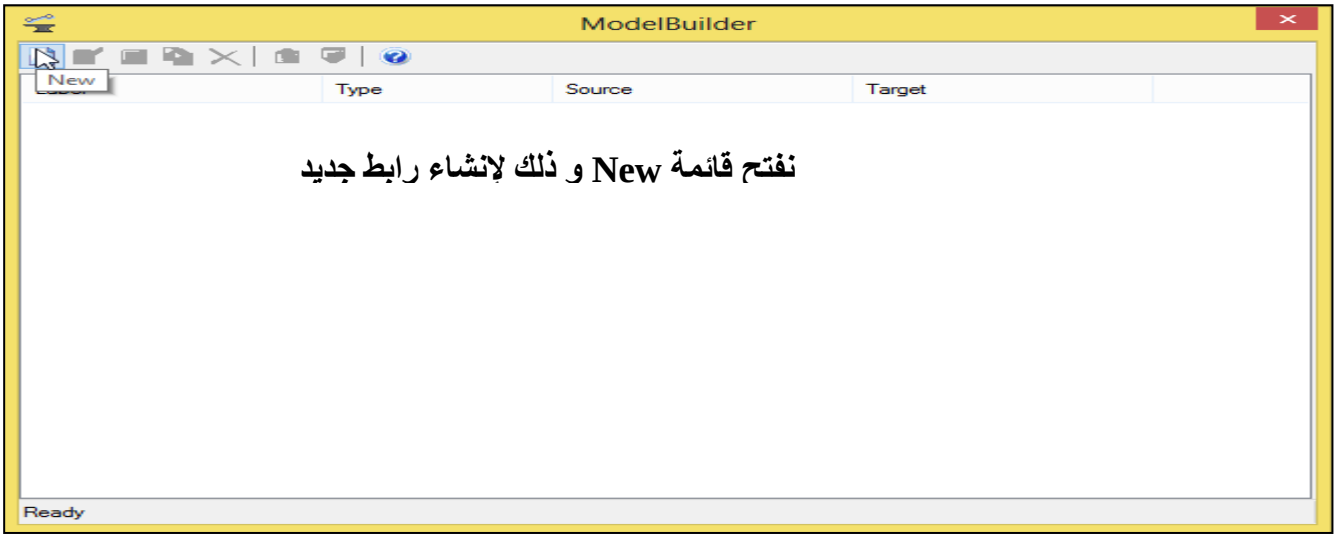
نتائج التصرفات Flow على جميع الخطوط وكذلك قيمة

الضغوط Pressure على جميع Junctions

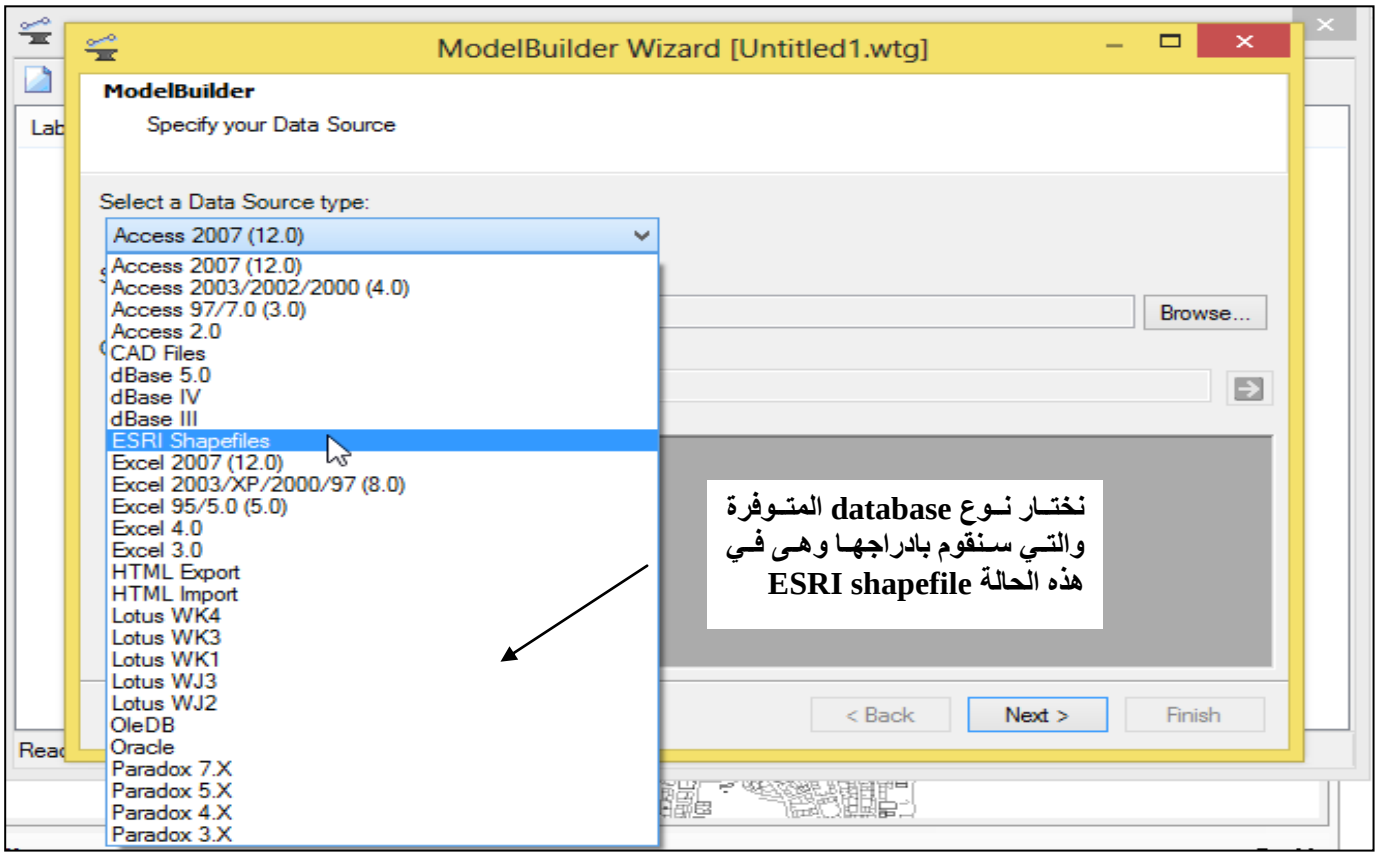
Automated model building
إنشاء النماذج الهيدروليكية

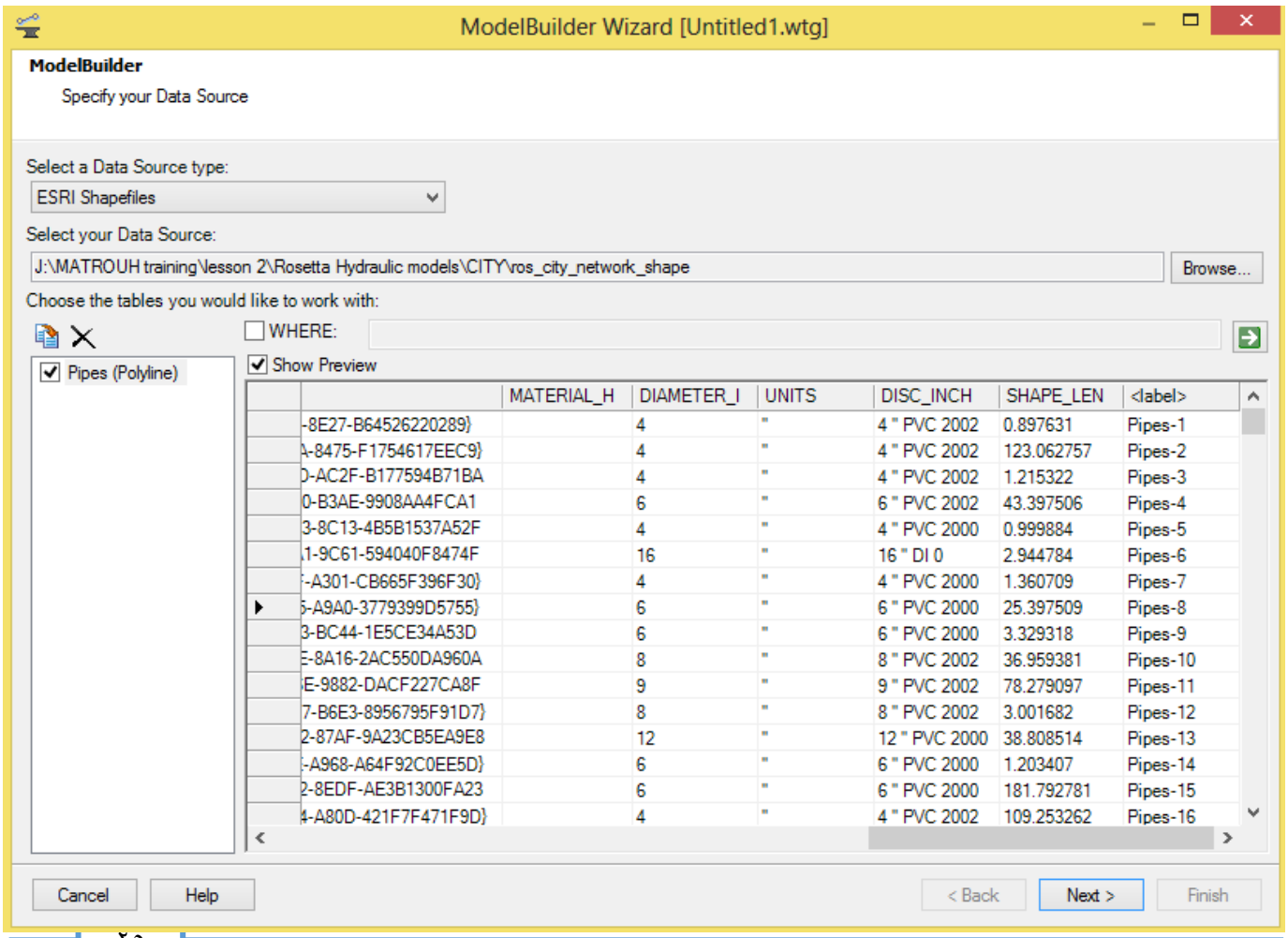
بناء النماذج (Model builder) :- يمكن من خلال برنامج waterCAD إنشاء النماذج بشكل مباشر من خلال الربط مع ملفات AutoCAD أو GIS وإدخل هذه البيانات مباشرة على النموذج

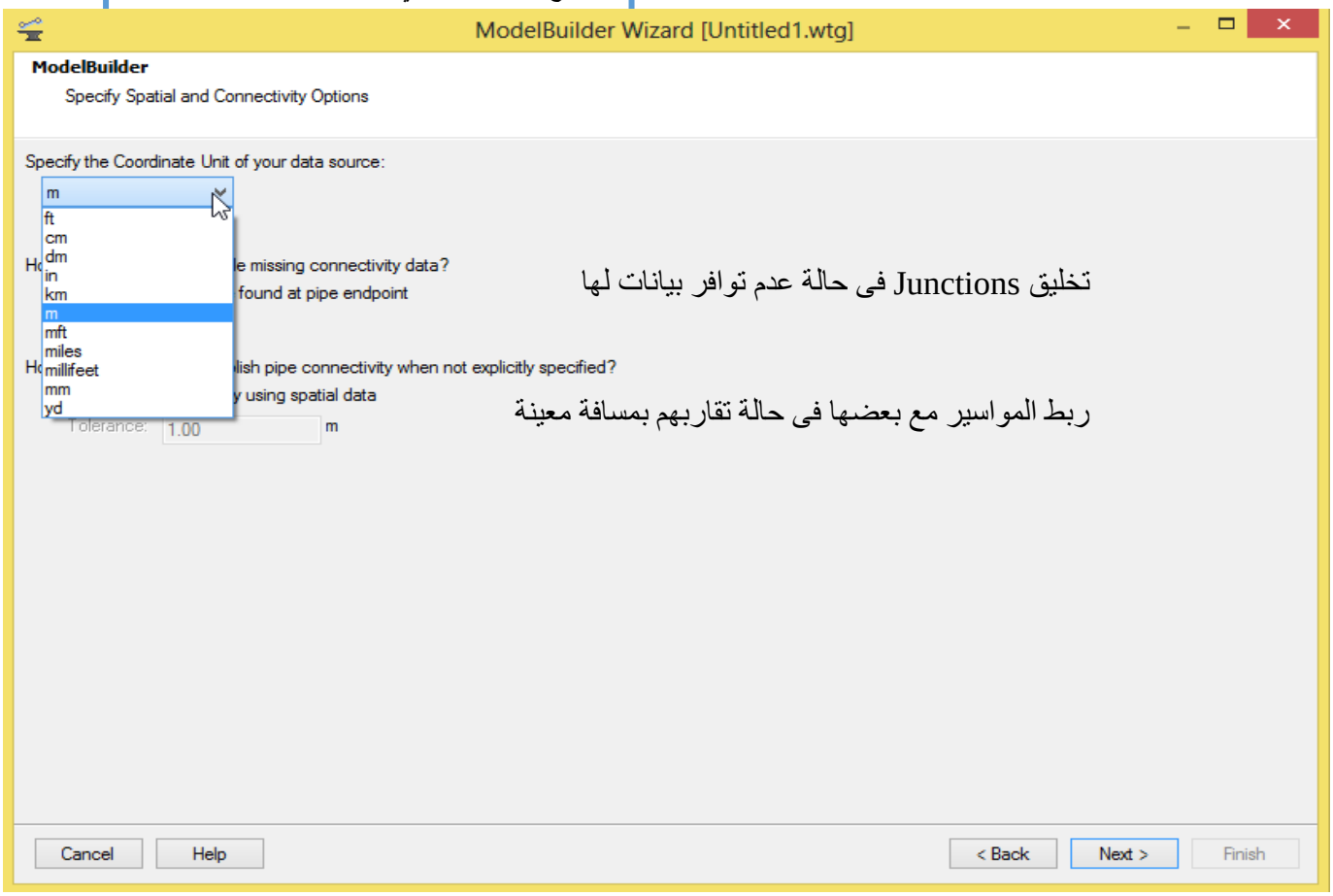
سيتم من خلال هذا التمرين إنشاء نموذج هيدروليكي بواسطة شبكة ومعلومات من GIS فى صورة Shapefile كما هو موضح فى تسلسل الخطوات التالية :-



نفتح قائمة New و ذلك لإنشاء رابط جديد

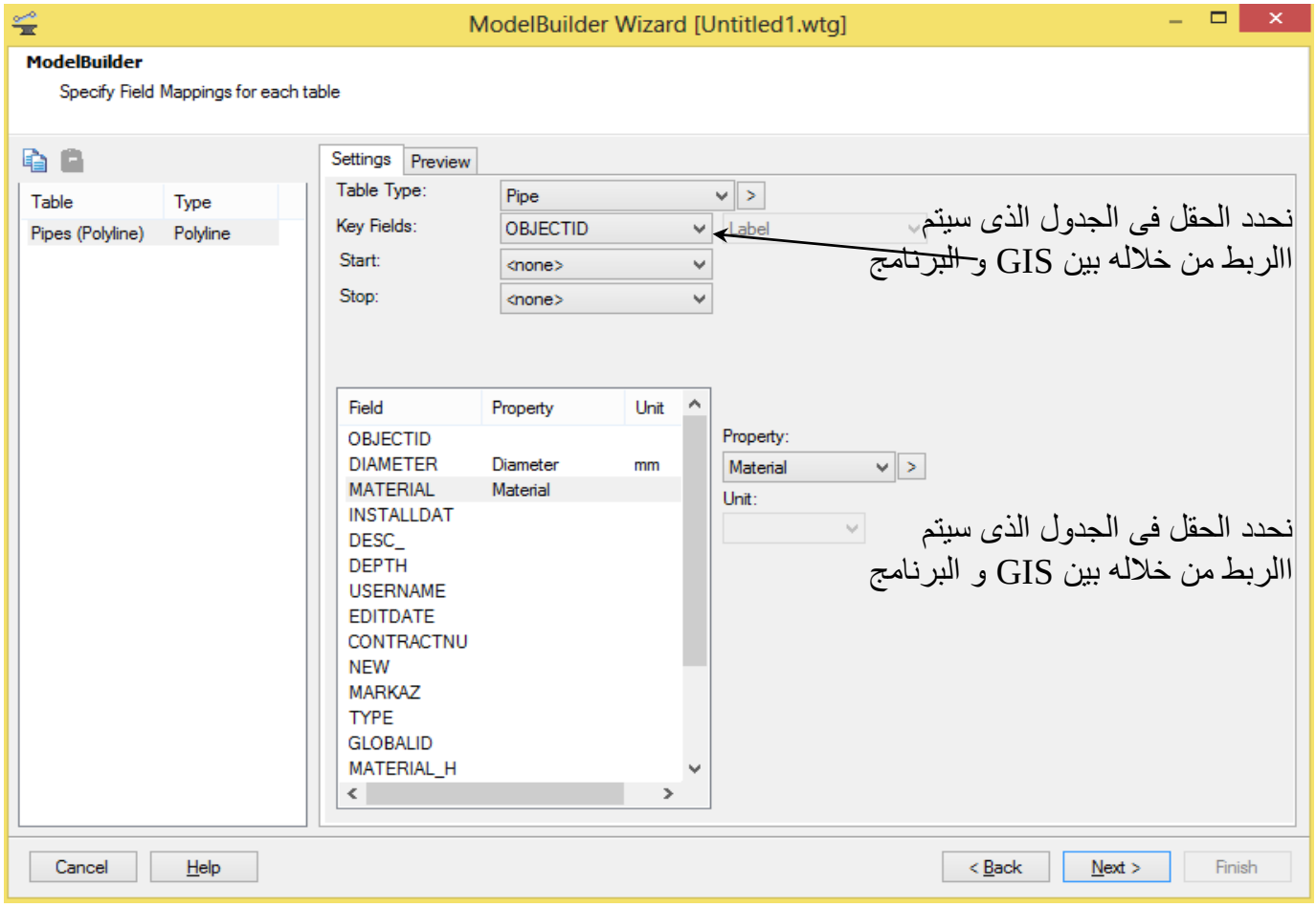

ModelBuilder Wizard [Untitled1.wtg]
ModelBuilder
Specify your Data Source
Select a Data Source type:
Access 2007 (12.0)
Access 2007 (12.0)
Access 2003/2002/2000 (4.0)
Access 97/7.0 (3.0)
Access 2.0
CAD Files
dBase 5.0
dBase IV
dBase III
ESRI Shapefiles
Excel 2007 (12.0)
Excel 2003/XP/2000/97 (8.0)
Excel 95/5.0 (5.0)
Excel 4.0
Excel 3.0
HTML Export
HTML Import
Lotus WK4
Lotus WK3
Lotus WK1
Lotus WJ3
Lotus WJ2
OleDB
Oracle
Paradox 7.X
Paradox 5.X
Paradox 4.X
Paradox 3.X
Browse...
< Back
Next >
Finish
نختار نوع database المتوفرة والتي سنقوم بادراجها وهى في هذه الحالة ESRI shapefile


ModelBuilder Wizard [Untitled1.wtg]
ModelBuilder
Specify your Data Source
Select a Data Source type:
ESRI Shapefiles
Select your Data Source:
J:\MATROUH training\lesson 2\Rosetta Hydraulic models\CITY\ros_city_network_shape
Browse...
Choose the tables you would like to work with:
WHERE:
Pipes (Polyline)
Show Preview
MATERIAL_H
DIAMETER_I
UNITS
DISC_INCH
SHAPE_LEN
<label>
-8E27-B64526220289} 4 " 4 " PVC 2002 0.897631 Pipes-1
-8475-F1754617EEC9} 4 " 4 " PVC 2002 123.062757 Pipes-2
-AC2F-B177594B71BA 4 " 4 " PVC 2002 1.215322 Pipes-3
-B3AE-9908AA4FCA1 6 " 6 " PVC 2002 43.397506 Pipes-4
-8C13-4B5B1537A52F 4 " 4 " PVC 2000 0.999884 Pipes-5
-9C61-594040F8474F 16 " 16 " DI 0 2.944784 Pipes-6
-A301-CB665F396F30} 4 " 4 " PVC 2000 1.360709 Pipes-7
-A9A0-3779399D5755} 6 " 6 " PVC 2000 25.397509 Pipes-8
-BC44-1E5CE34A53D 6 " 6 " PVC 2000 3.329318 Pipes-9
-8A16-2AC550DA960A 8 " 8 " PVC 2002 36.959381 Pipes-10
-9882-DACF227CA8F 9 " 9 " PVC 2002 78.279097 Pipes-11
-B6E3-8956795F91D7} 8 " 8 " PVC 2002 3.001682 Pipes-12
-87AF-9A23CB5EA9E8 12 " 12 " PVC 2000 38.808514 Pipes-13
-A968-A64F92C0EE5D} 6 " 6 " PVC 2000 1.203407 Pipes-14
-8EDF-AE3B1300FA23 6 " 6 " PVC 2000 181.792781 Pipes-15
-A80D-421F7F471F9D} 4 " 4 " PVC 2002 109.253262 Pipes-16
Cancel
Help
< Back
Next >
Finish



تخليق Junctions فى حالة عدم توافر بيانات لها

ربط المواسير مع بعضها فى حالة تقاربهم بمسافة معينة



نحدد الحقل فى الجدول الذى سيتم االربط من خلاله بين GIS و البرنامج

نحدد الحقل فى الجدول الذى سيتم االربط من خلاله بين GIS و البرنامج

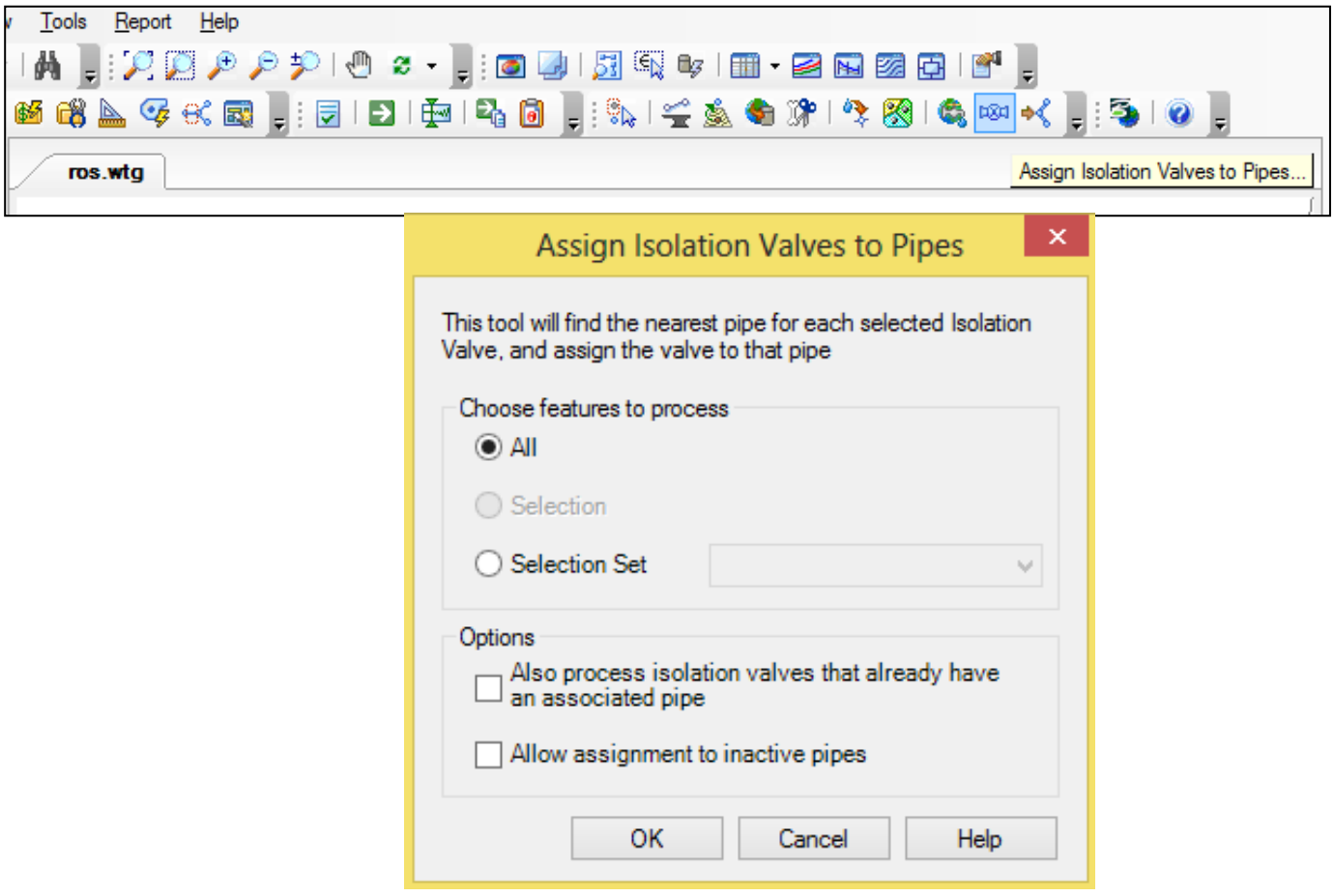
ملاحظات

- فى حالة الرغبة فى إضافة حقل جديد على نفس الشبكة (مثال : سنة الإنشاء – zone) يتم تكرار نفس الخطوات السابقة مع إضافة الحقل المراد عرض بياناته فى الخطوة الأخيرة
- يمكن إضافة العديد من ملفات Shapefile أو غيرها مثل المضخات – المحابس أو الخزانات فى حال توافر بيانات عنها من خلال Modelbuilder.

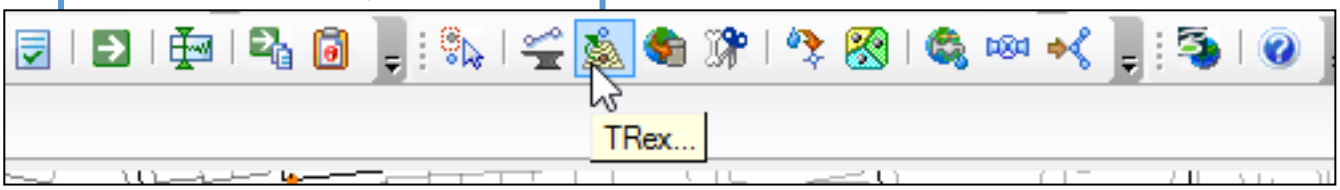
فى الخطوة السابقة قام البرنامج بإنشاء الشبكة متضمنة المواسير و نقاط الإتصال (Junctions) ننتقل بعد ذلك إلى إضافة boundary point وهى نقطة معلومة الضغط أو HG مثل الخزان العالى أو مضخة ويمكن إضافتها يدوياً أو من خلال Model builder

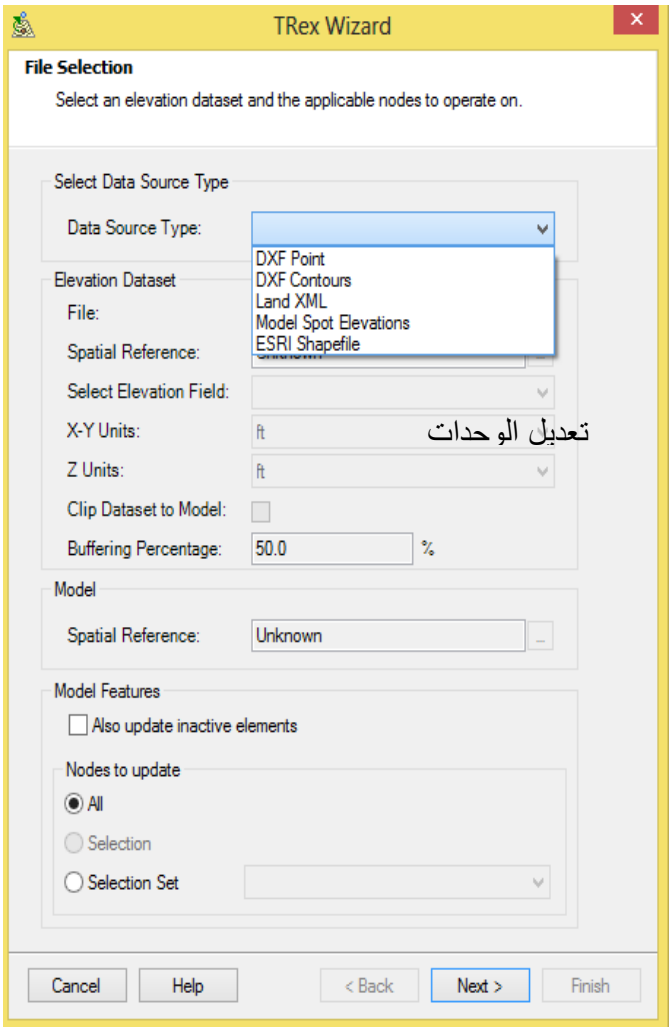
فى هذه الخطوة سنقوم بتوقيع المحابس عل الشبكة ويمكن عمل ذلك من خلال Model Builder لإضافة المحابس على الشبكة (يتم إضافة المحابس على الرسم فقط دون ربطها بالمواسير)

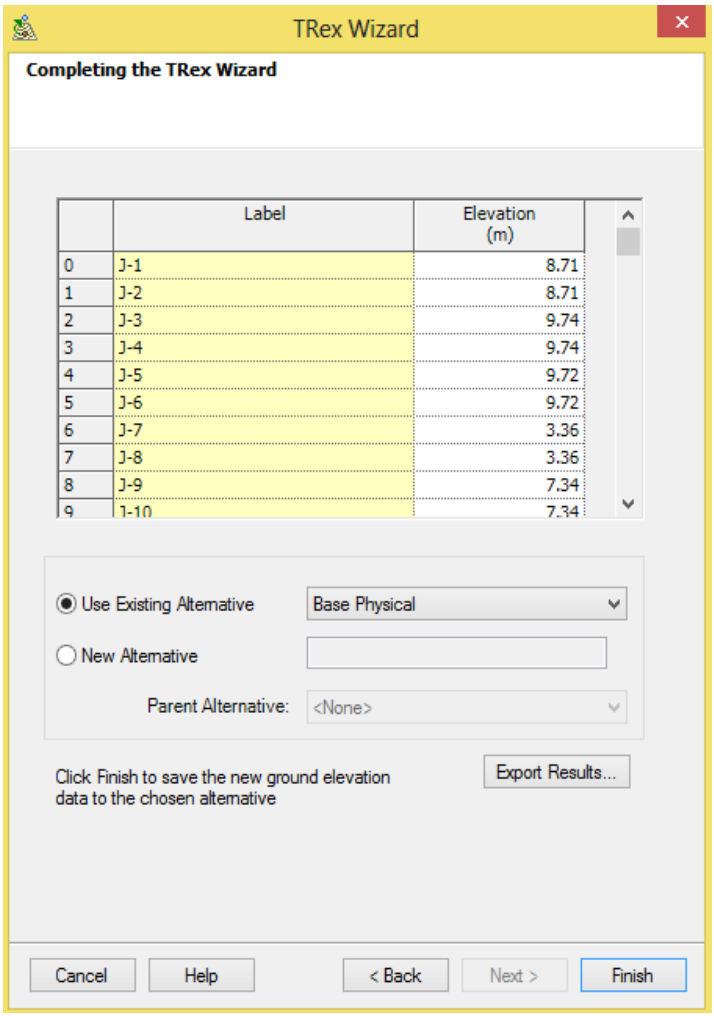
فى هذه الخطوة سنقوم بربط المحابس مع المواسير



بعد توقيع النقاط المختلفة (junctions,Valves,Pumps…) سنقوم بعد ذلك بإدخال قيم مناسيب الأرض ويمكن إستخدام shapefile أو ملفات AutoCAD لتوقيع هذه المناسيب كما هو موضح


TRex...

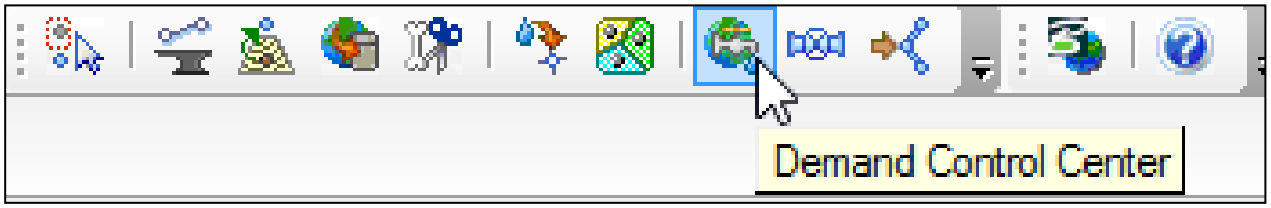

TRex Wizard
File Selection
Select an elevation dataset and the applicable nodes to operate on.
Select Data Source Type
Data Source Type:
DXF Point
DXF Contours
Land XML
Model Spot Elevations
ESRI Shapefile
Elevation Dataset
File:
Spatial Reference:
Select Elevation Field:
X-Y Units:
ft
تعديل الو حدات
Z Units:
ft
Clip Dataset to Model:
Buffering Percentage:
50.0
%
Model
Spatial Reference:
Unknown
Model Features
Also update inactive elements
Nodes to update
All
Selection
Selection Set
Cancel
Help
< Back
Next >
Finish

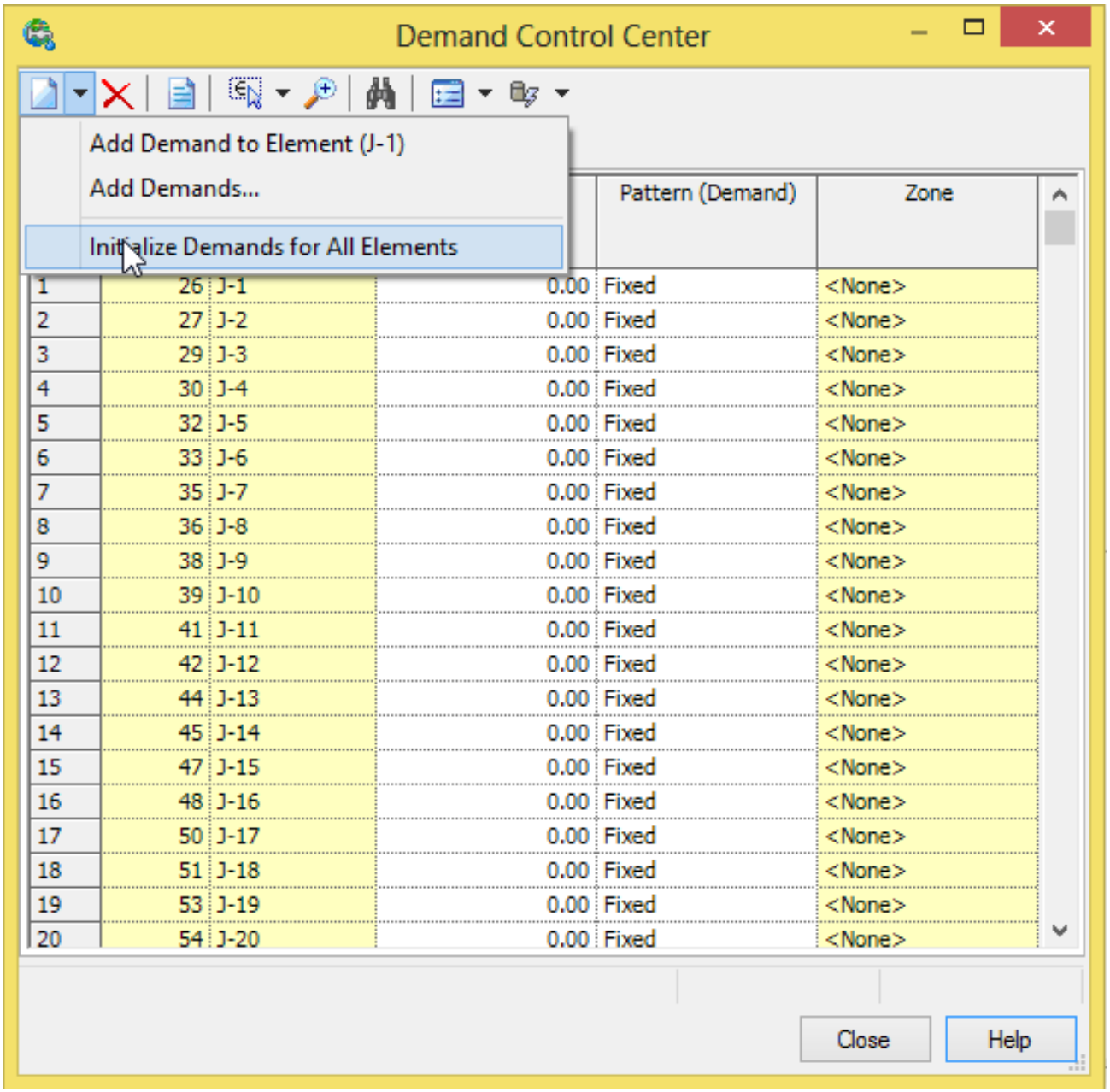

TRex Wizard
Completing the TRex Wizard
Label
Elevation (m)
0 J-1 8.71
1 J-2 8.71
2 J-3 9.74
3 J-4 9.74
4 J-5 9.72
5 J-6 9.72
6 J-7 3.36
7 J-8 3.36
8 J-9 7.34
9 J-10 7.34
Use Existing Alternative
Base Physical
New Alternative
Parent Alternative:
<None>
Click Finish to save the new ground elevation data to the chosen alternative
Export Results...
Cancel
Help
< Back
Next >
Finish

يقوم البرنامج بناءاً على النقاط المعطاة له بتخليق خريطة كونتورية للمناسيب و توزيع هذه المناسيب على نقاط الشبكة

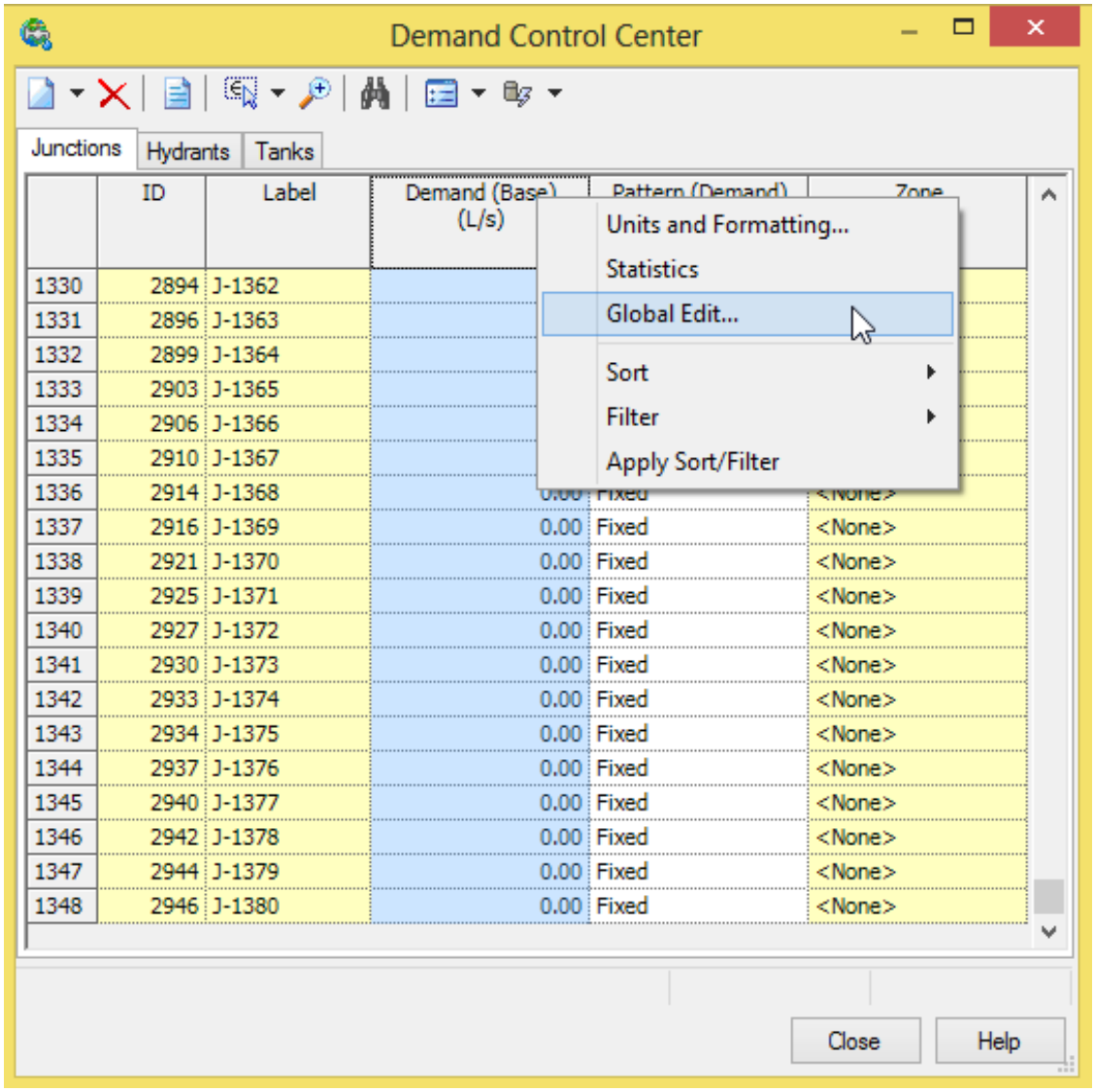
توزيع الإستهلاكات : فى هذا الجزء سوف نتعامل مع الطرق المختلفة لتوزيع الإستهلاكات على النموذج الهيدروليكى ويتم توزيع الإستهلاكات من خلال طريقتين

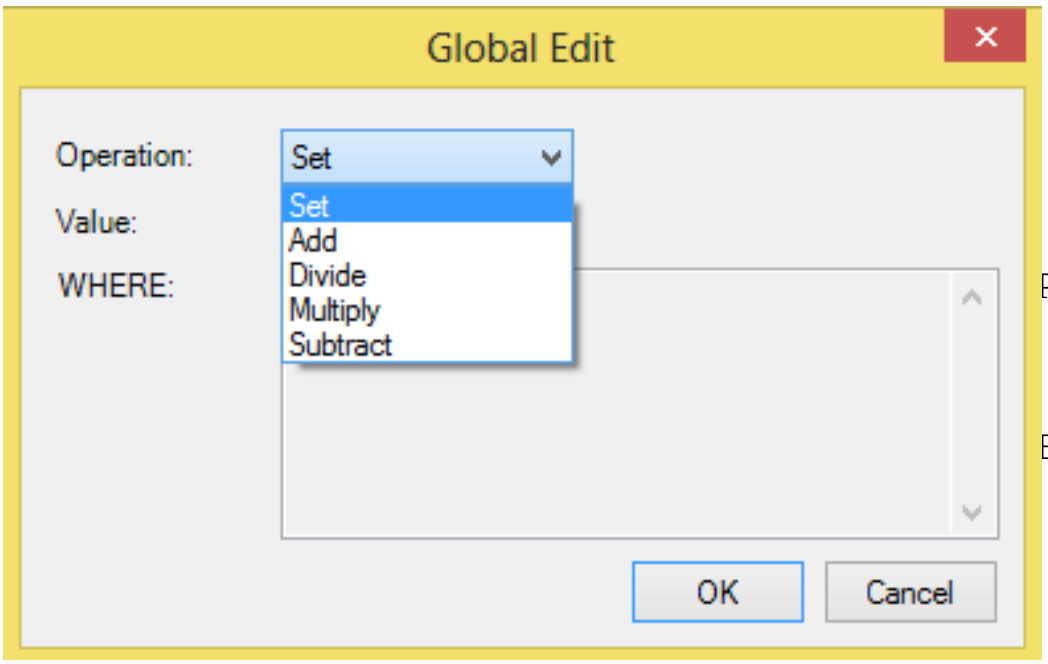
أولاً :- تخصيص قيمة للإستهلاك : من خلال أمر (Demand control center)



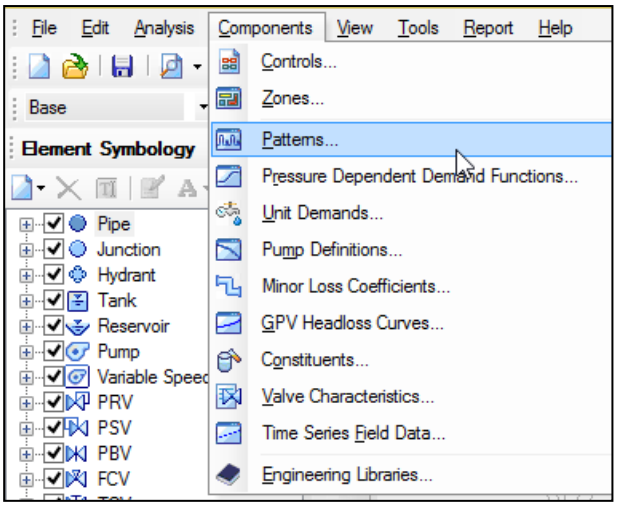


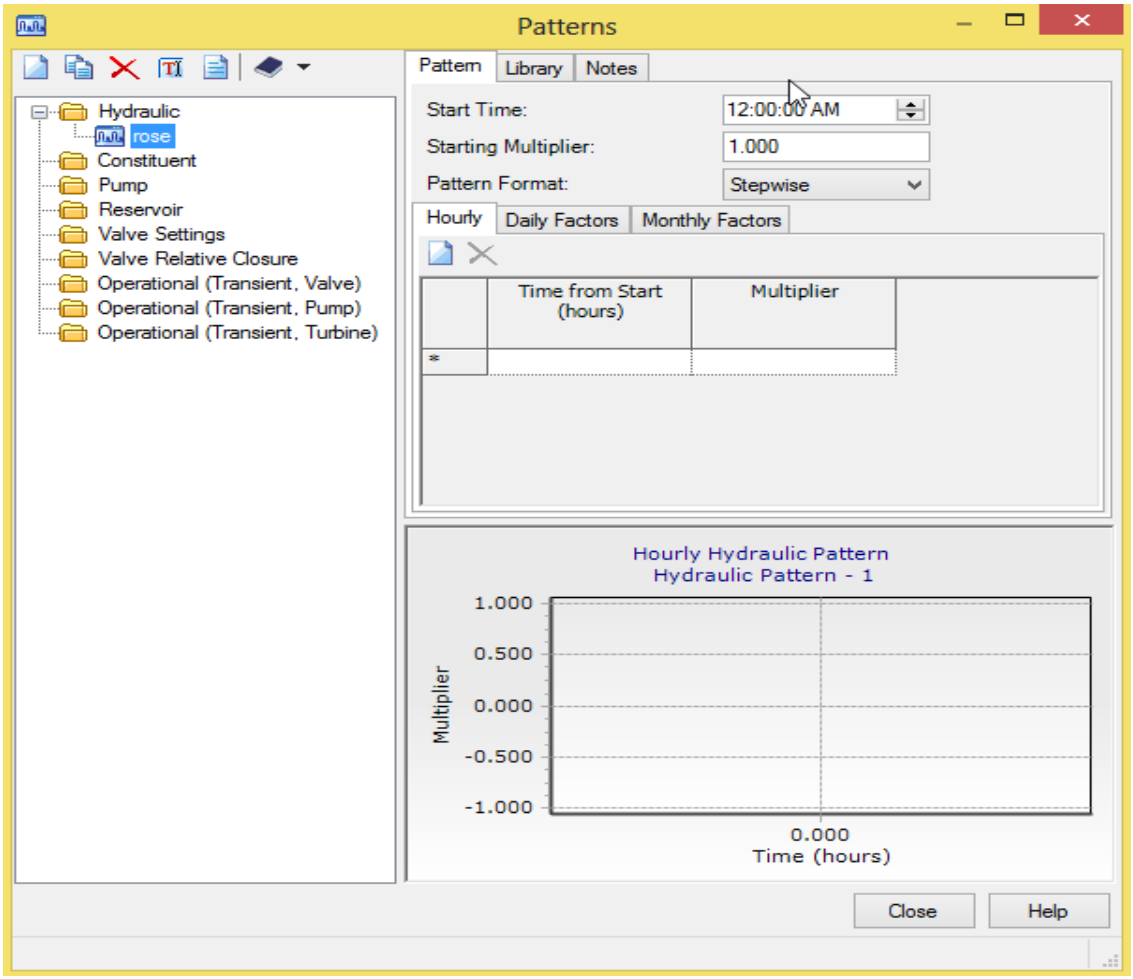
1	26	J-1	0.00	Fixed	<None>
2	27	J-2	0.00	Fixed	<None>
3	29	J-3	0.00	Fixed	<None>
4	30	J-4	0.00	Fixed	<None>
5	32	J-5	0.00	Fixed	<None>
6	33	J-6	0.00	Fixed	<None>
7	35	J-7	0.00	Fixed	<None>
8	36	J-8	0.00	Fixed	<None>
9	38	J-9	0.00	Fixed	<None>
10	39	J-10	0.00	Fixed	<None>
11	41	J-11	0.00	Fixed	<None>
12	42	J-12	0.00	Fixed	<None>
13	44	J-13	0.00	Fixed	<None>
14	45	J-14	0.00	Fixed	<None>
15	47	J-15	0.00	Fixed	<None>
16	48	J-16	0.00	Fixed	<None>
17	50	J-17	0.00	Fixed	<None>
18	51	J-18	0.00	Fixed	<None>
19	53	J-19	0.00	Fixed	<None>
20	54	J-20	0.00	Fixed	<None>



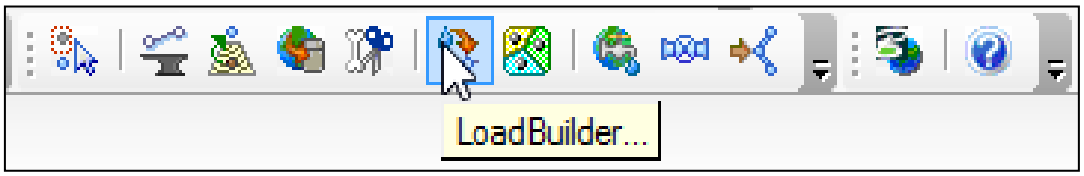


يمكن إدخال معدل التغير فى الإستهلاك للنقاط مع الزمن (Pattern) لعمل Extended period analysis(EPS)

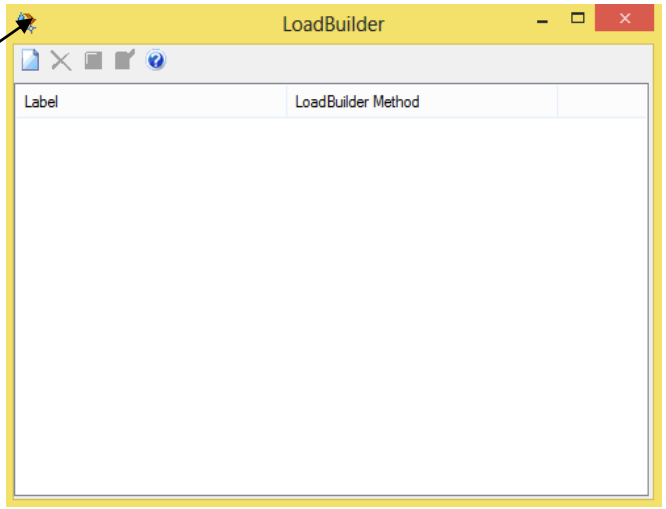

File
Edit
Analysis
Components
View
Tools
Report
Help
Base
Element Symbology
Pipe
Junction
Hydrant
Tank
Reservoir
Pump
Variable Speed
PRV
PSV
PBV
FCV
Controls...
Zones...
Patterns...
Pressure Dependent Demand Functions...
Unit Demands...
Pump Definitions...
Minor Loss Coefficients...
GPV Headloss Curves...
Constituents...
Valve Characteristics...
Time Series Field Data...
Engineering Libraries...

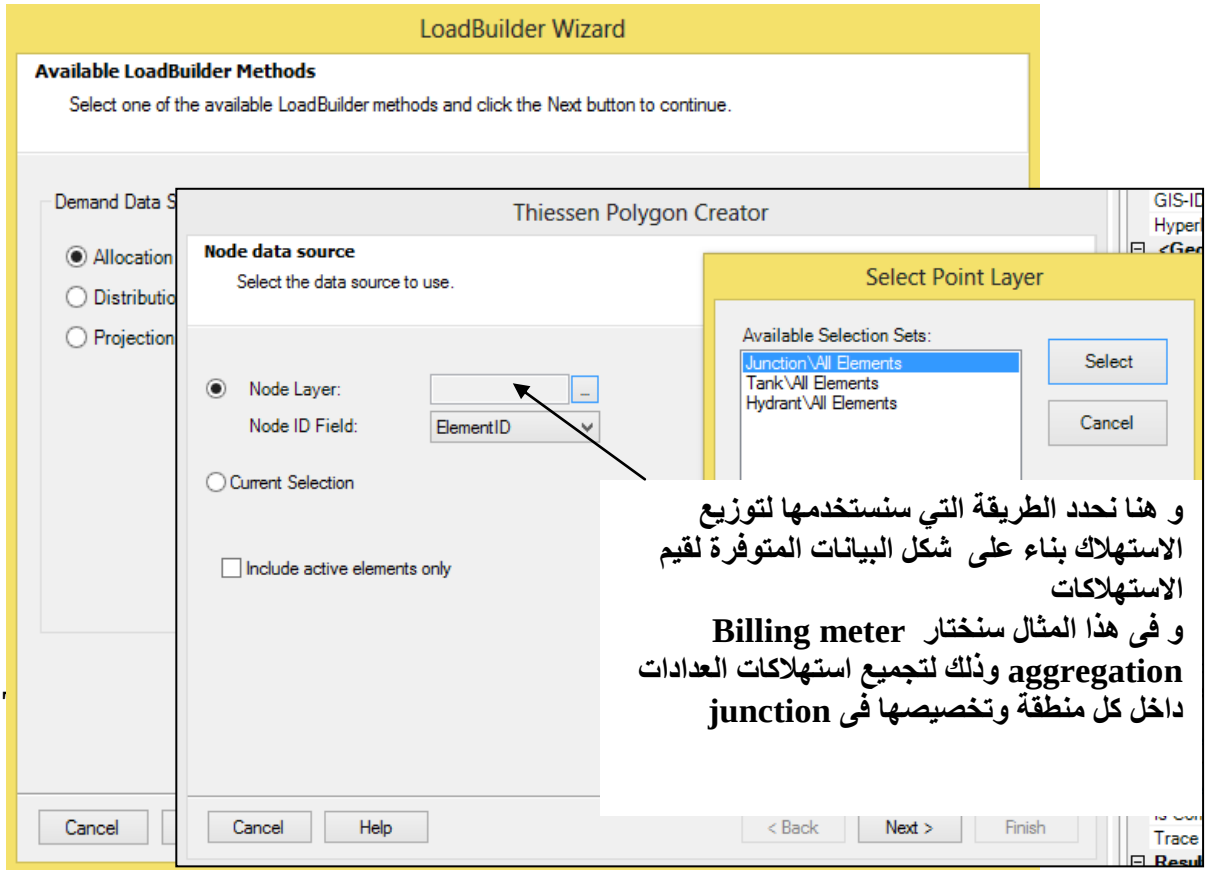

Patterns
Hydraulic
rose
Constituent
Pump
Reservoir
Valve Settings
Valve Relative Closure
Operational (Transient, Valve)
Operational (Transient, Pump)
Operational (Transient, Turbine)
Pattern
Library
Notes
Start Time:
12:00:00 AM
Starting Multiplier:
1.000
Pattern Format:
Stepwise
Hourly
Daily Factors
Monthly Factors
Time from Start (hours)
Multiplier
Hourly Hydraulic Pattern
Hydraulic Pattern - 1
1.000
0.500
0.000
-0.500
-1.000
Multiplier
0.000
Time (hours)
Close
Help

أمر Load builder



نختار New

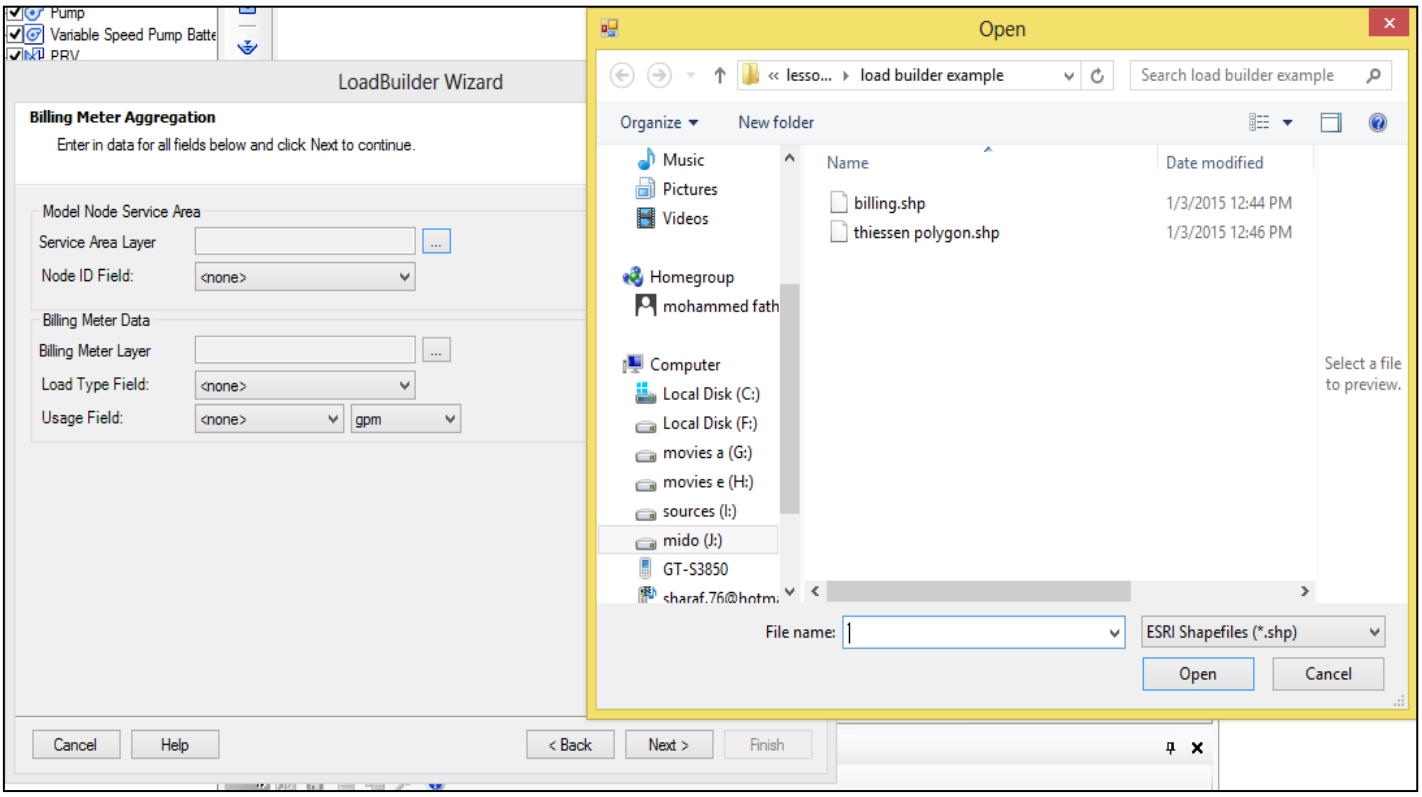


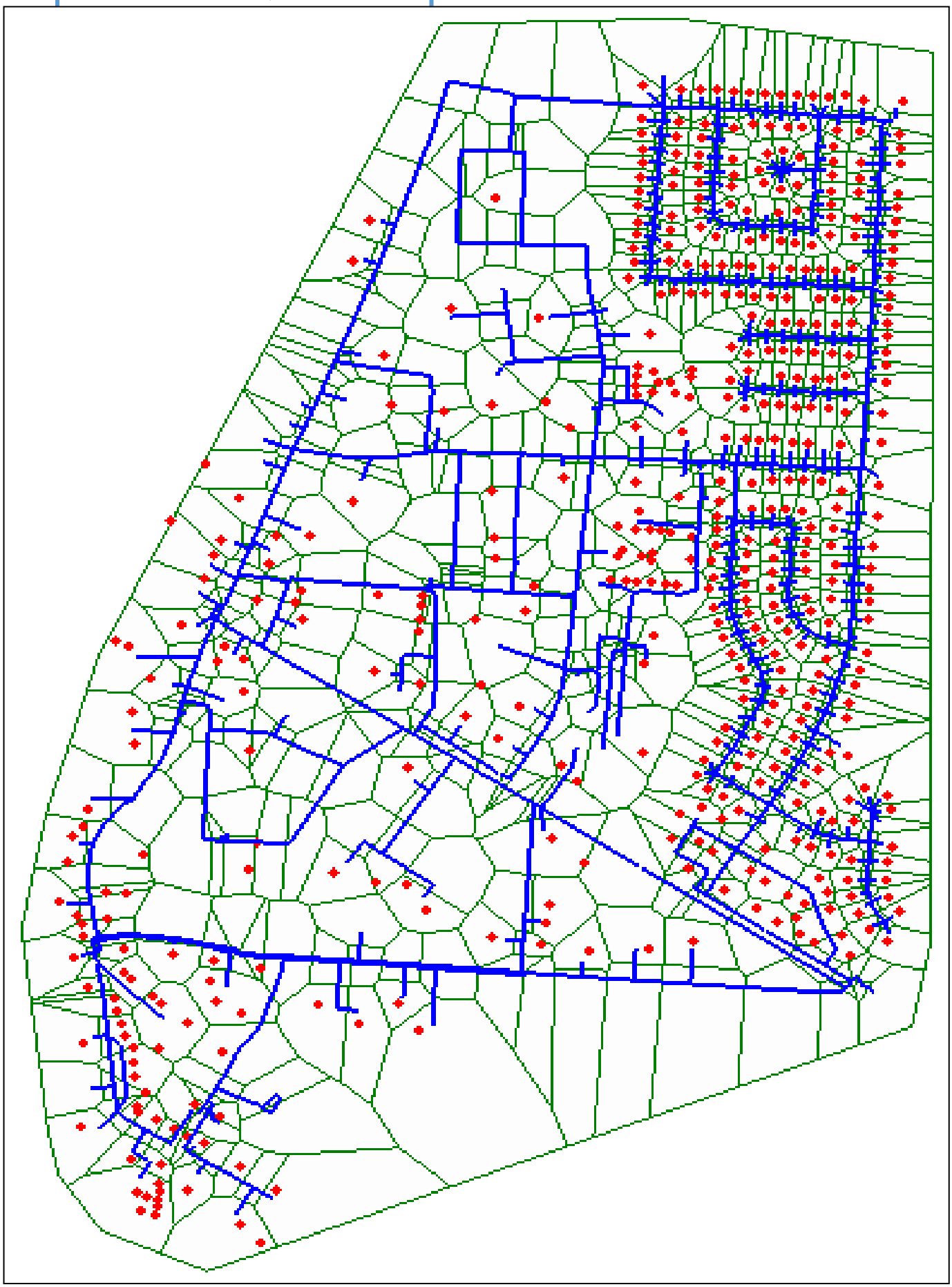


و هنا نحدد الطريقة التي سنستخدمها لتوزيع الاستهلاك بناء على شكل البيانات المتوفرة لقيم الاستهلاكات

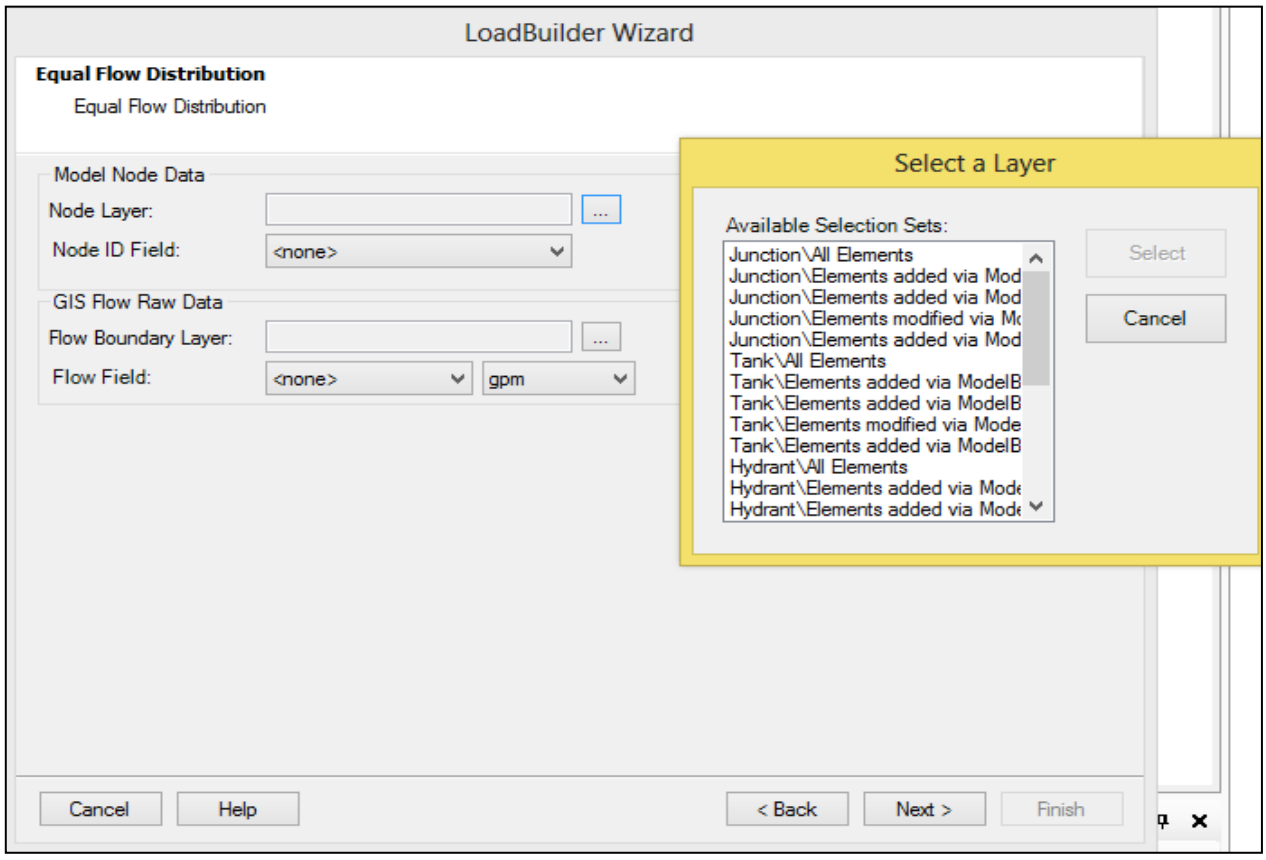
و فى هذا المثال سنختار **Billing meter aggregation** وذلك لتجميع استهلاكات العدادات داخل كل منطقة وتخصيصها فى **junction**

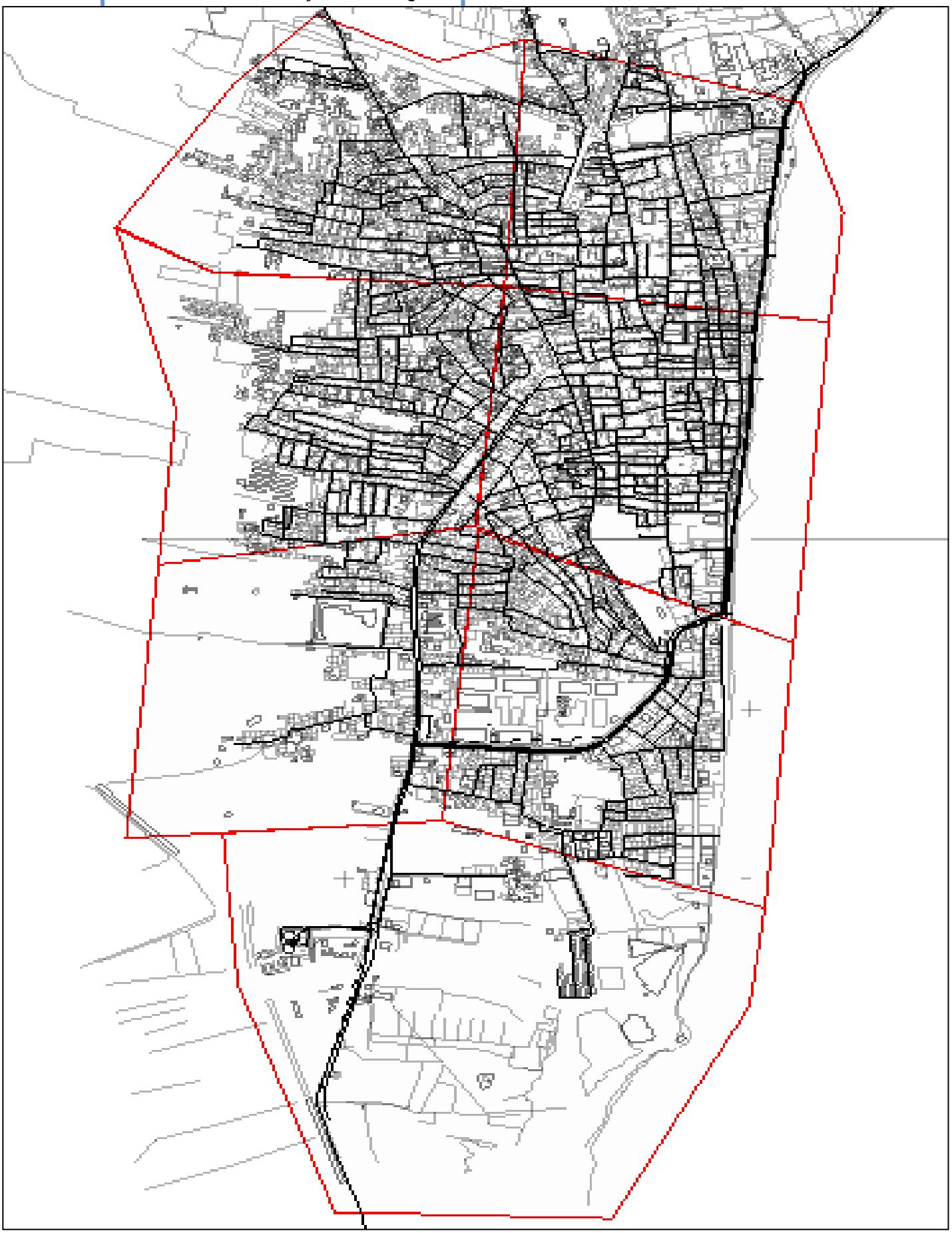
الغرض منه تخليق مضلعات حول كل Junction و توزيع الإستهلاكات من خلال مساحة المضلعات وبيانات الفواتير



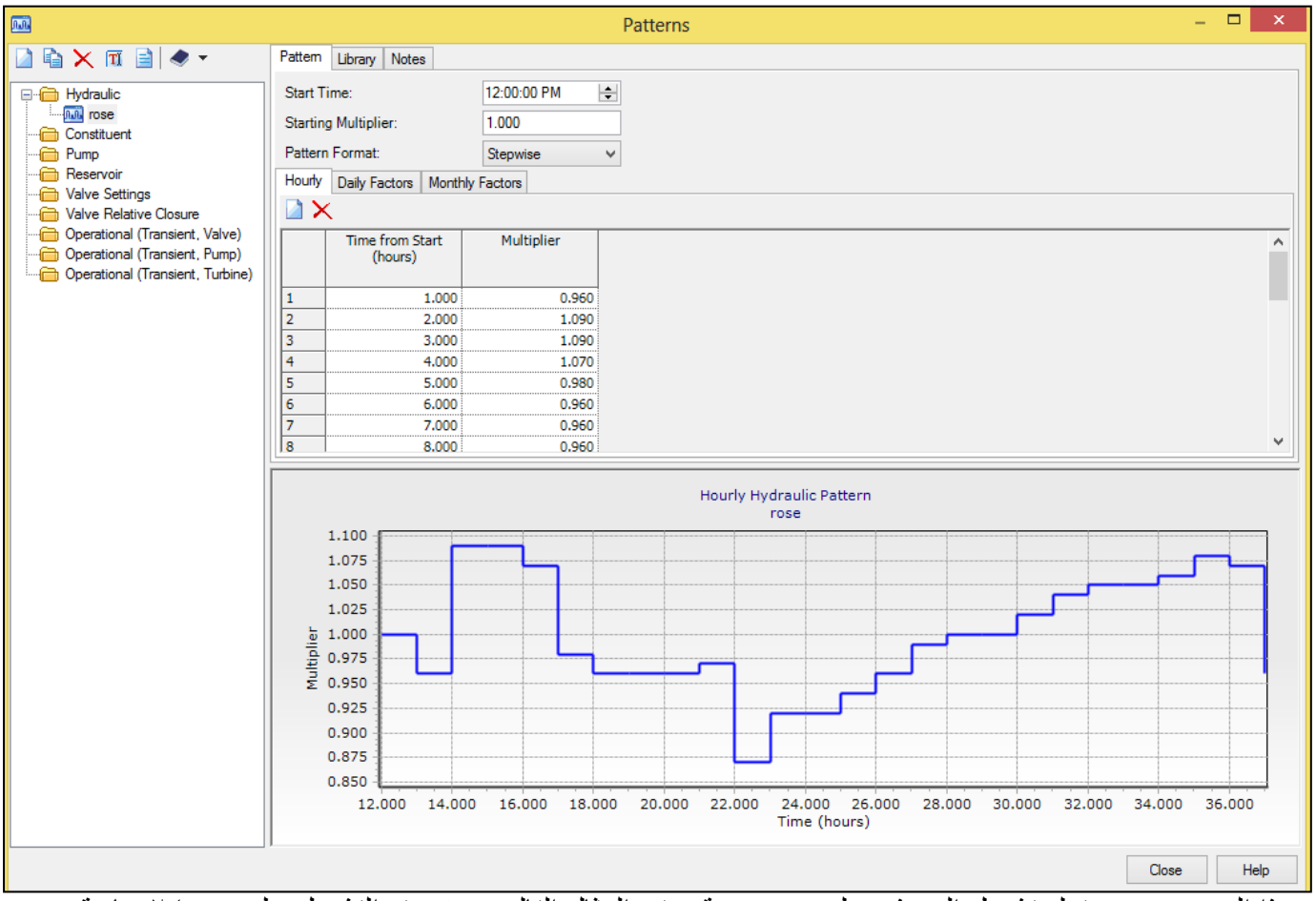


التوزيع وفقا لبيانات الإستهلاك والمساحة



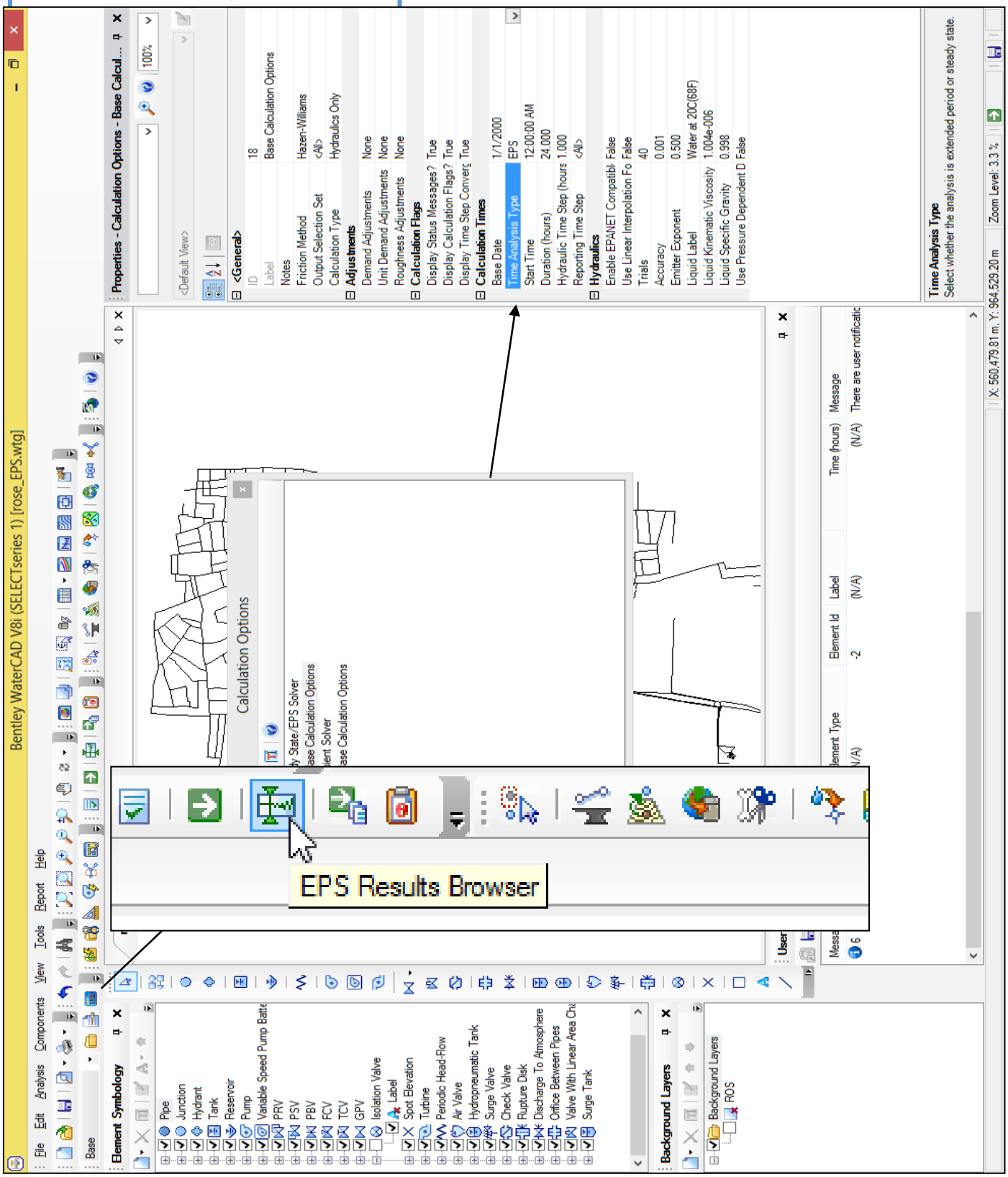


Extended period simulation(EPS running)

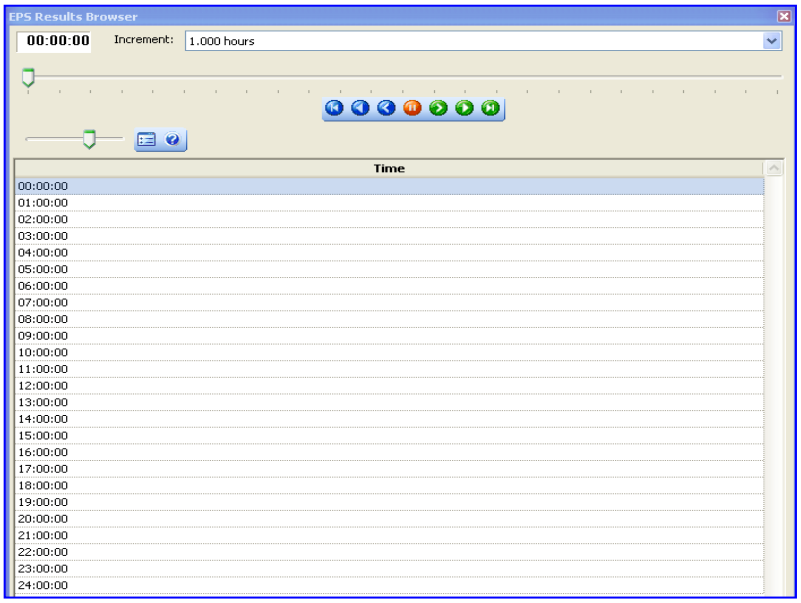


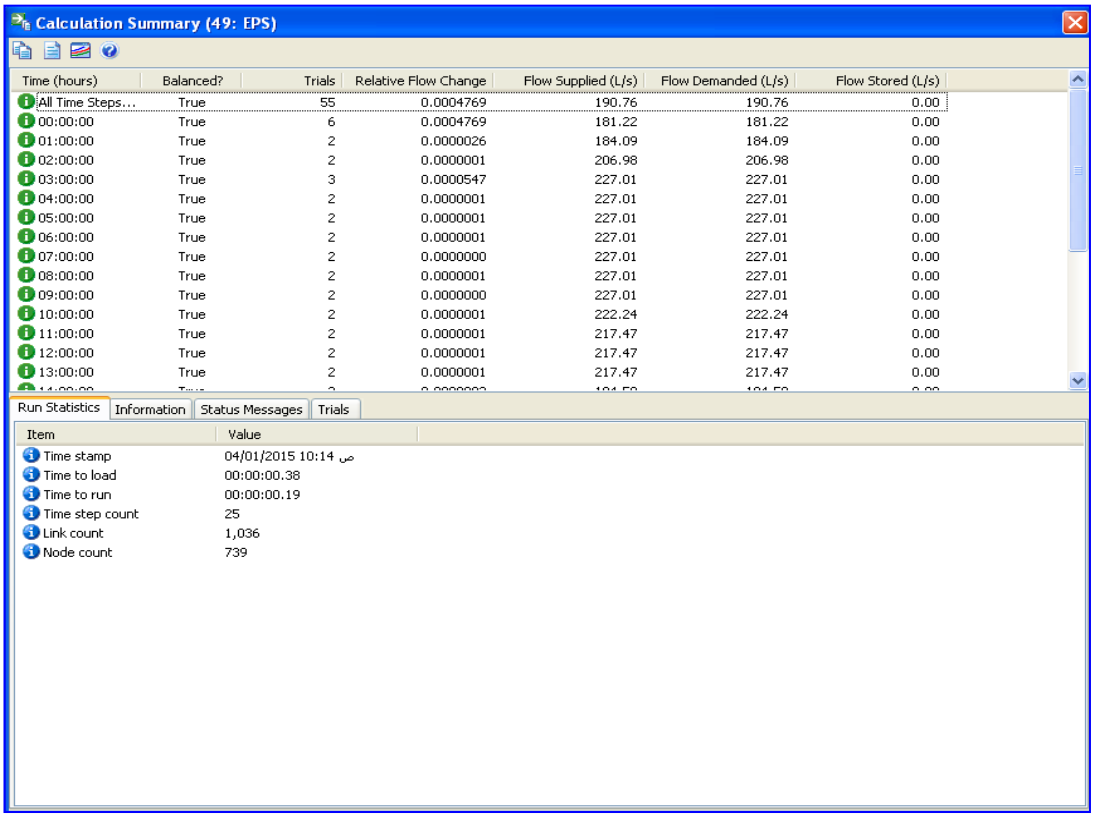
فى هذا الدرس سوف نتعلم تشغيل النموذج على مدة زمنية و فى المثال التالى سوف يتم التشغيل على مدة ٢٤ ساعة

بعد إدخال pattern الإستهلاك كم هو موضح فى الشكل السابق سنقوم بعمل تشغيل للنموذج run as EPS كما هو موضح فى الشكل التالي


Bentley WaterCAD V8i (SELECTseries 1) [rose_EPS.wtg]
File Edit Analysis Components View Tools Report Help
Base
Element Symbology
Pipe
Junction
Hydrant
Tank
Reservoir
Pump
Variable Speed Pump Batte
PRV
PSV
PBV
FCV
TCV
GPV
Isolation Valve
Label
Spot Elevation
Turbine
Periodic Head-Flow
Air Valve
Hydropneumatic Tank
Surge Valve
Check Valve
Rupture Disk
Discharge To Atmosphere
Orifice Between Pipes
Valve With Linear Area Cha
Surge Tank
Background Layers
Background Layers
ROS
Properties - Calculation Options - Base Calcul...
<Default View>
<General>
ID 18
Label
Notes
Friction Method Hazen-Williams
Output Selection Set <All>
Calculation Type Hydraulics Only
Adjustments
Demand Adjustments None
Unit Demand Adjustments None
Roughness Adjustments None
Calculation Flags
Display Status Messages? True
Display Calculation Flags? True
Display Time Step Convers True
Calculation Times
Base Date 1/1/2000
Time Analysis Type EPS
Start Time 12:00:00 AM
Duration (hours) 24.000
Hydraulic Time Step (hours 1.000
Reporting Time Step <All>
Hydraulics
Enable EPANET Compatibl False
Use Linear Interpolation Fo False
Trials 40
Accuracy 0.001
Emitter Exponent 0.500
Liquid Label Water at 20C(68F)
Liquid Kinematic Viscosity 1.004e-006
Liquid Specific Gravity 0.998
Use Pressure Dependent D False
Time Analysis Type
Select whether the analysis is extended period or steady state.
Calculation Options
EPS Results Browser
Element Type
Element Id
Label
Time (hours)
Message
There are user notificatio
X: 560,479.81 m, Y: 964,529.20 m
Zoom Level: 3.3 %

فى الشكل السابق يتضح لنا EPS browser ويمكن من خلالها إستعراض النتائج المختلفة لكل ساعة على النموذج.

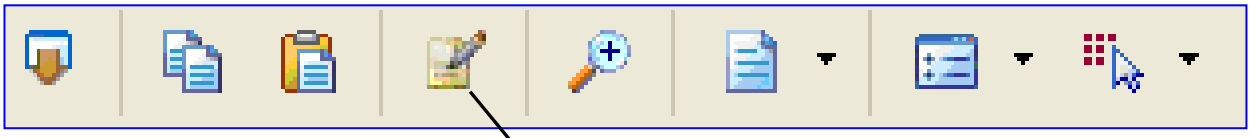


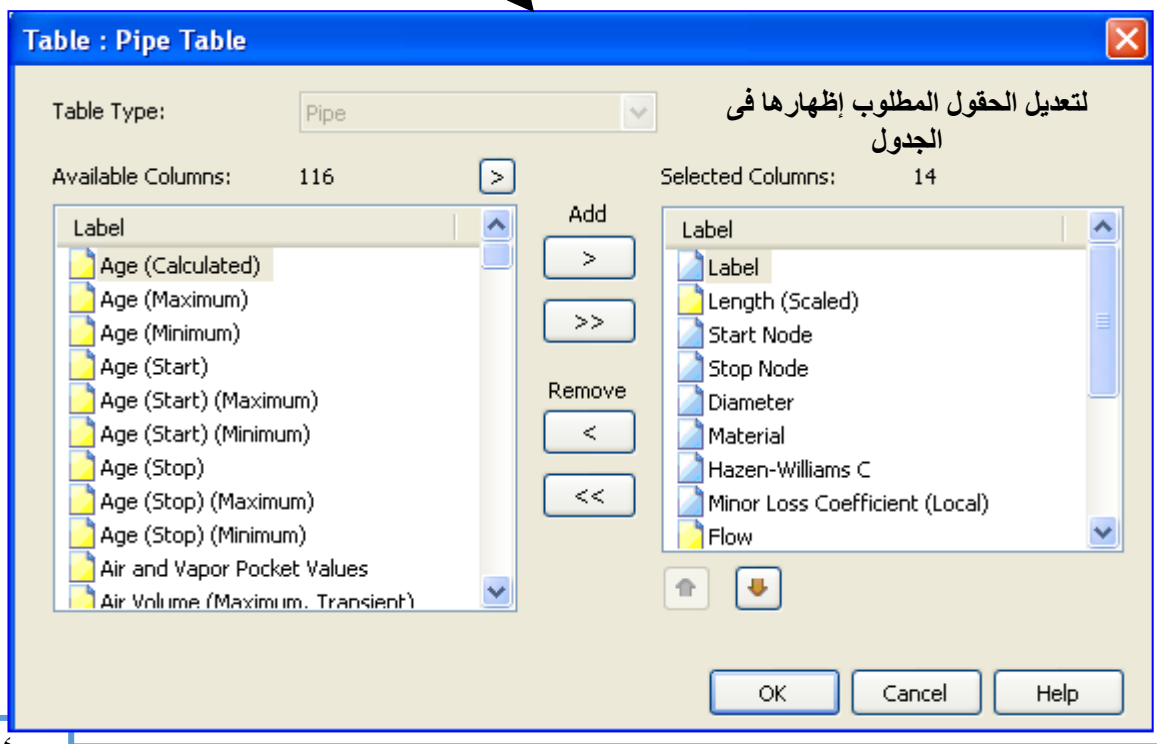


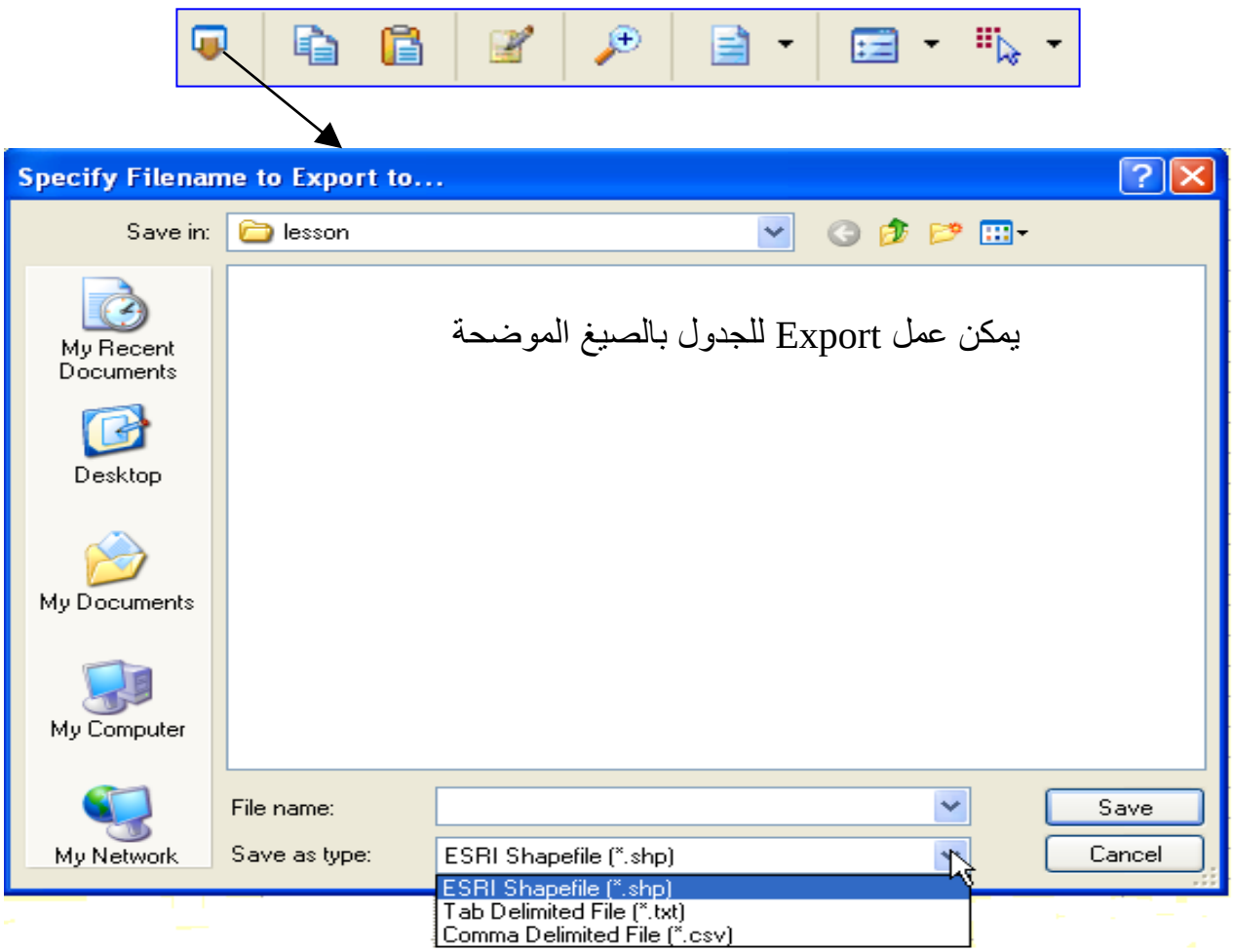
Model representation

(Tables)

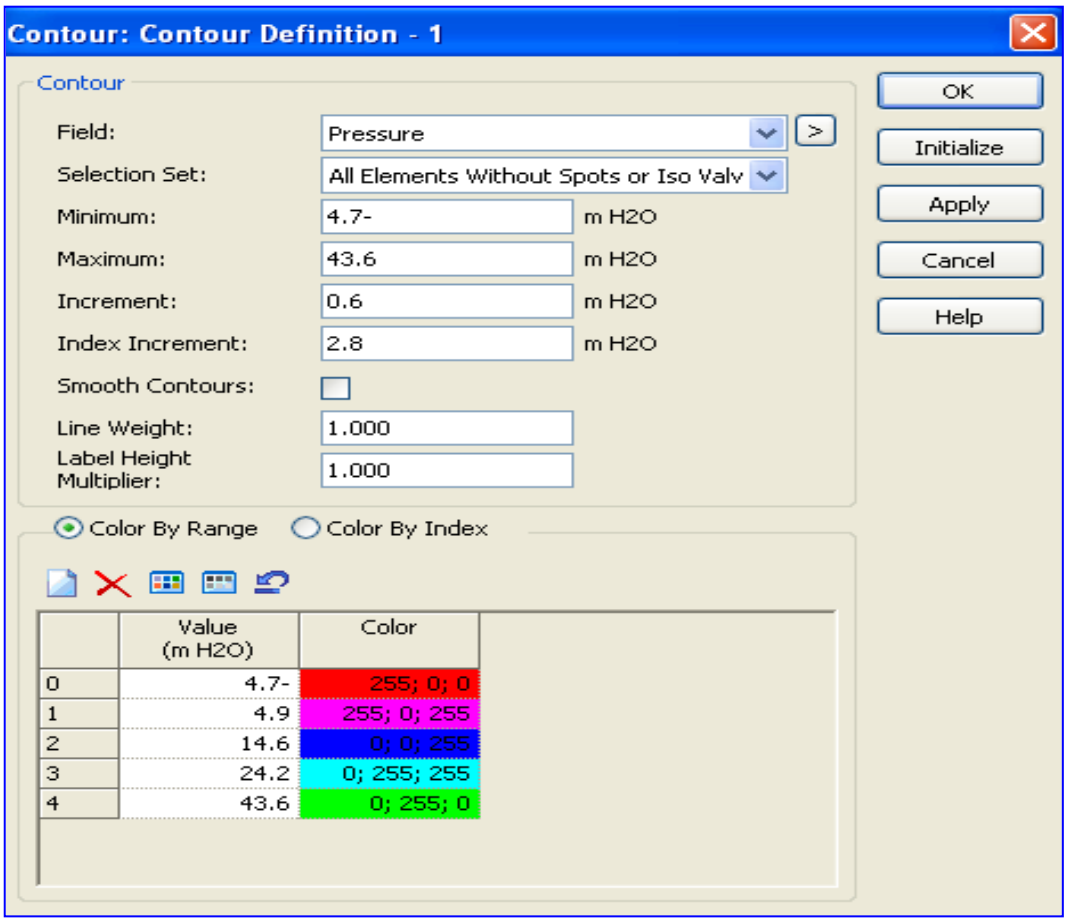
	Label	Scaled Length (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Minor Loss	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Length (User Defined) (m)	Headloss (m)	Status (Initial)
824: 4367	4367	36.98	J-309	J-350	225.0	PVC	127.0	0.000	3.27	0.08	0.000	26.82	0.00	Open
825: P-1568	P-1568	19.42	J-34	J-682	100.0	PVC	114.0	0.000	2.66	0.34	0.002	32.92	0.04	Open
826: 2936	2936	119.69	J-331	J-59	225.0	PVC	127.0	0.000	1.43	0.04	0.000	119.79	0.00	Open
827: P-1565	P-1565	94.29	J-885	J-1139	100.0	PVC	114.0	0.000	0.87	0.11	0.000	95.40	0.02	Open
828: 3924	3924	42.21	J-1244	J-118	50.0	PVC	150.0	0.000	0.15-	0.08	0.000	42.06	0.01	Open
829: 4056	4056	55.51	J-798	J-1098	50.0	PVC	150.0	0.000	0.30	0.15	0.001	55.47	0.03	Open
830: P-1205	P-1205	8.13	R-1	PMP-2	300.0	Ductile I...	132.0	0.000	88.19	1.25	0.005	8.23	0.04	Open
831: P-1206	P-1206	11.00	PMP-2	J-1356	300.0	Ductile I...	132.0	0.000	88.19	1.25	0.005	10.97	0.05	Open
832: P-1207	P-1207	10.02	R-1	PMP-3	300.0	Ductile I...	132.0	0.000	0.00	0.00	0.000	10.06	0.00	Open
833: P-1208	P-1208	9.38	PMP-3	J-1356	300.0	Ductile I...	132.0	0.000	0.00	0.00	0.000	9.45	0.00	Open
834: P-1209	P-1209	4.91	J-1356	PBV-1	400.0	DI	130.0	0.000	176.31	1.40	0.005	4.88	0.02	Open
835: P-1210	P-1210	9.02	PBV-1	J-1047	400.0	DI	130.0	0.000	176.31	1.40	0.005	8.53	0.04	Open
836: P-1211	P-1211	564.52	J-664	J-1042	300.0	ASB	132.0	0.000	36.18	0.51	0.001	564.49	0.54	Open
837: 387	387	579.01	J-1082	J-1371	500.0	DI	130.0	0.000	0.15	0.00	0.000	556.87	0.00	Open
838: 4698	4698	20.41	J-703	J-1025	100.0	PVC	114.0	0.000	0.62	0.08	0.000	15.85	0.00	Open
839: 325	325	123.96	J-123	J-1140	100.0	PVC	114.0	0.000	0.79	0.10	0.000	123.14	0.03	Open
840: P-1771	P-1771	15.18	J-1309	J-1310	100.0	PVC	114.0	0.000	1.09	0.14	0.000	15.24	0.01	Open
841: 3839	3839	94.87	J-660	J-1310	100.0	PVC	114.0	0.000	0.07	0.01	0.000	90.53	0.00	Open
842: 4216	4216	22.38	J-1099	J-157	150.0	PVC	120.0	0.000	3.14	0.18	0.000	22.25	0.01	Open
843: 2197	2197	132.48	J-99	J-517	100.0	PVC	114.0	0.000	2.26	0.29	0.002	130.76	0.21	Open
844: 1875	1875	18.09	J-674	J-550	150.0	ASB	120.0	0.000	2.55	0.14	0.000	17.98	0.00	Open
845: 26736	26736	82.97	J-1008	J-959	200.0	ASB	125.0	0.000	12.43-	0.40	0.001	82.91	0.09	Open
846: 2937	2937	16.09	J-250	J-1020	225.0	PVC	127.0	0.000	6.76	0.17	0.000	16.15	0.00	Open
847: 45236	45236	44.76	J-1208	J-1246	100.0	PVC	114.0	0.000	5.76-	0.73	0.009	44.81	0.39	Open
848: P-1753	P-1753	19.00	J-50	J-182	100.0	PVC	114.0	0.000	1.17-	0.15	0.000	17.68	0.01	Open
849: 2811	2811	53.94	J-1251	J-43	100.0	PVC	114.0	0.000	0.44	0.06	0.000	47.24	0.00	Open
850: 4751	4751	25.59	J-654	J-253	225.0	PVC	127.0	0.000	0.87-	0.02	0.000	25.60	0.00	Open
851: 428	428	92.34	J-620	J-1254	100.0	PVC	114.0	0.000	0.62-	0.08	0.000	85.65	0.01	Open
852: 4420	4420	91.97	J-1209	J-590	100.0	PVC	114.0	0.000	0.29-	0.04	0.000	92.05	0.00	Open
853: 3429	3429	60.17	J-1240	J-359	100.0	PVC	114.0	0.000	0.30-	0.04	0.000	58.22	0.00	Open
854: 4581	4581	36.28	J-46	J-52	150.0	PVC	120.0	0.000	6.57-	0.37	0.001	32.92	0.05	Open
855: 27207	27207	155.37	J-1319	J-1335	100.0	PVC	114.0	0.000	0.15	0.02	0.000	155.45	0.00	Open

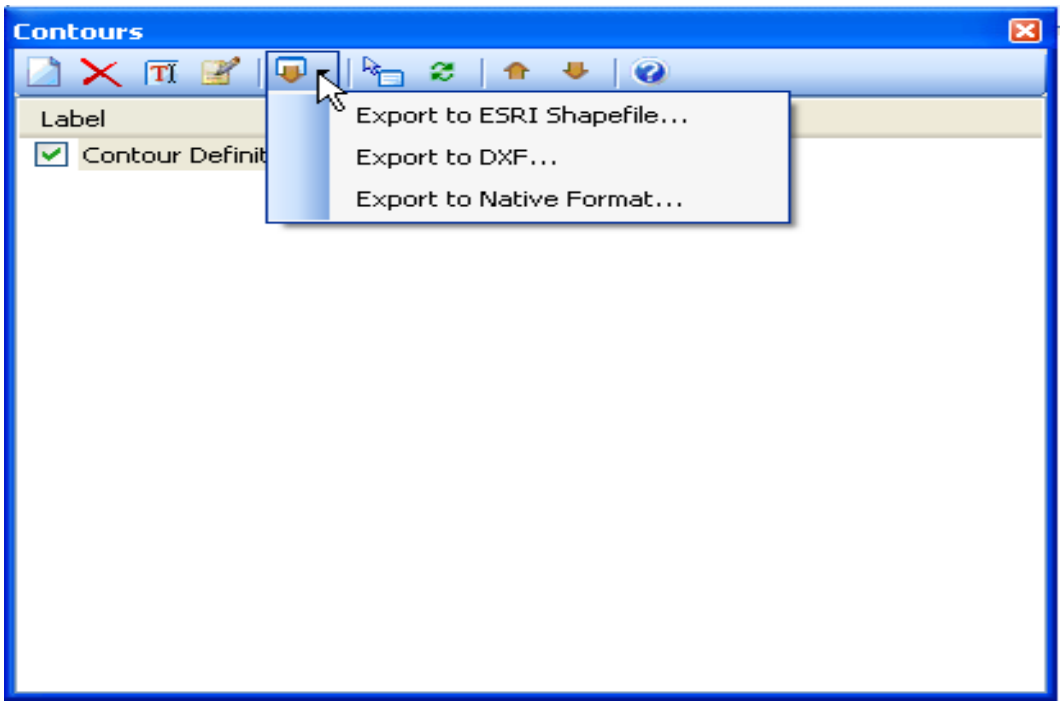





Specify Filename to Export to...
Save in:
lesson
My Recent Documents
Desktop
My Documents
My Computer
My Network
يمكن عمل Export للجدول بالصيغ الموضحة
File name:
Save as type:
ESRI Shapefile (*.shp)
Save
Cancel
ESRI Shapefile (*.shp)
Tab Delimited File (*.txt)
Comma Delimited File (*.csv)

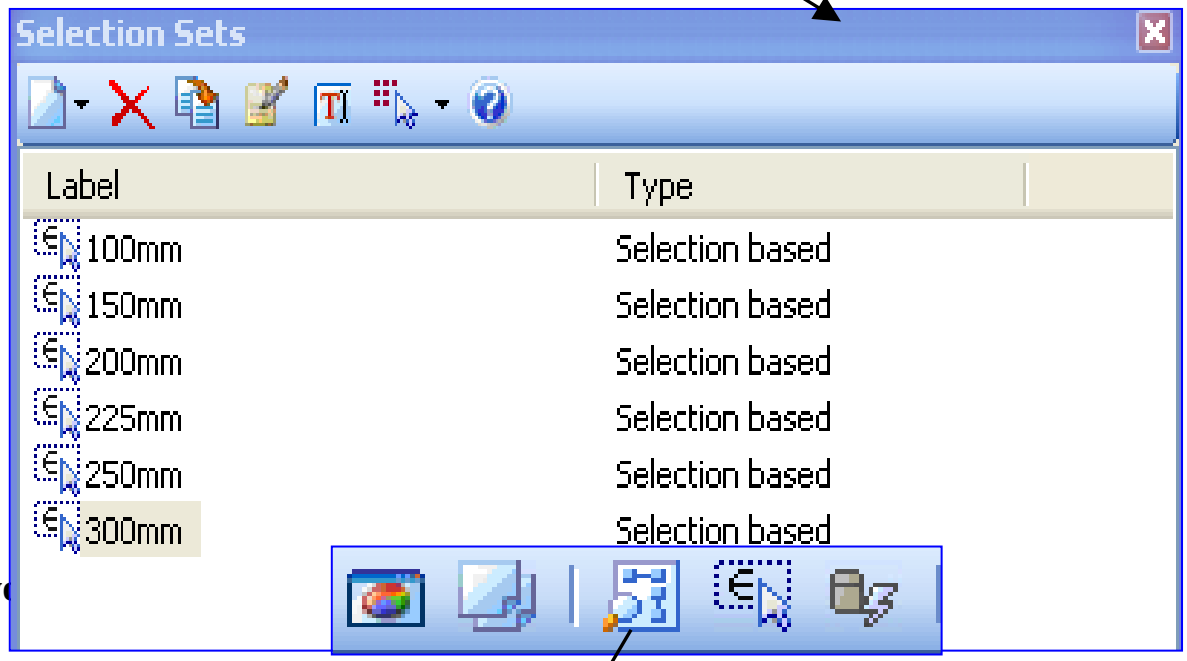
إنشاء contours من النموذج



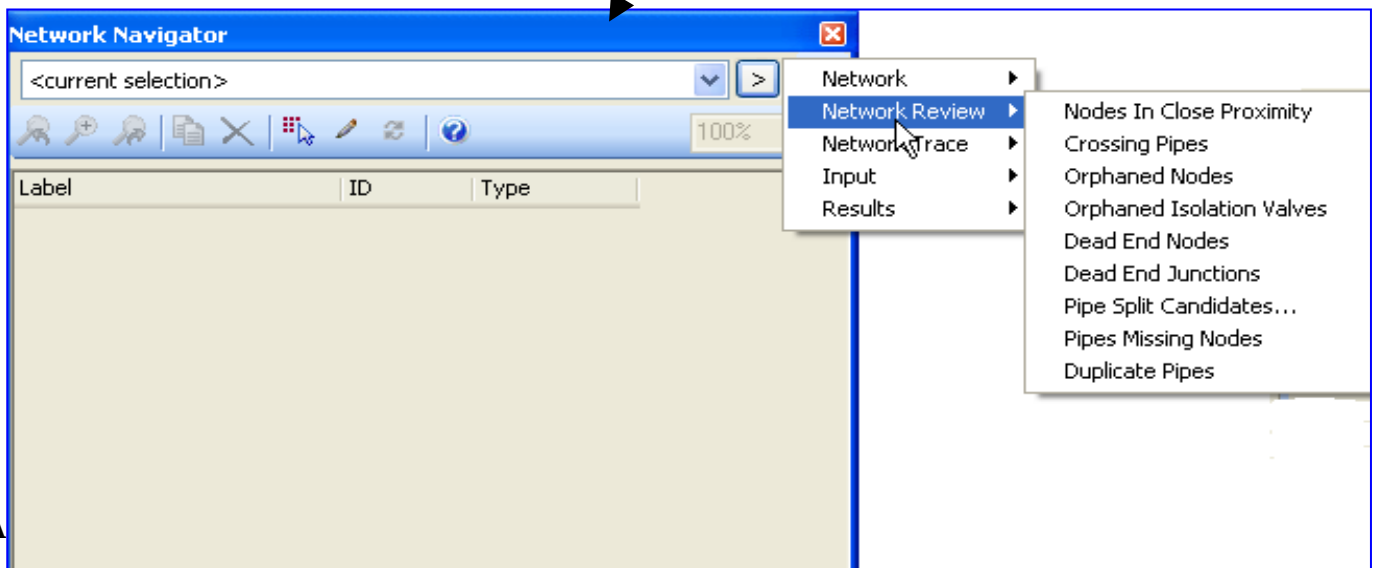


يمكن عمل Export للخريطة الكنتورية

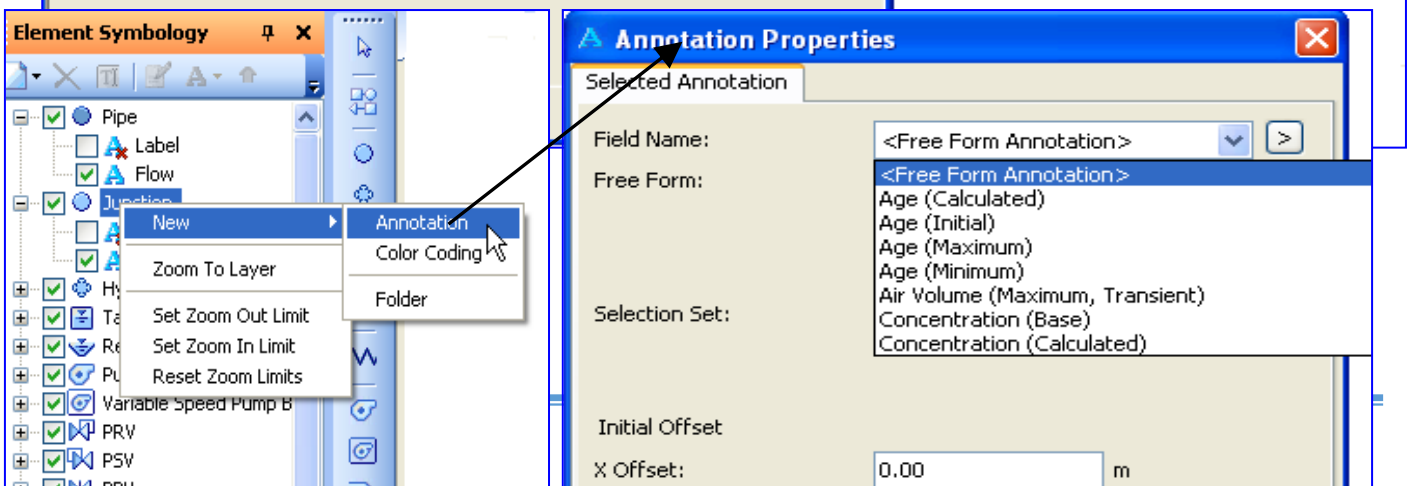
Selection sets.



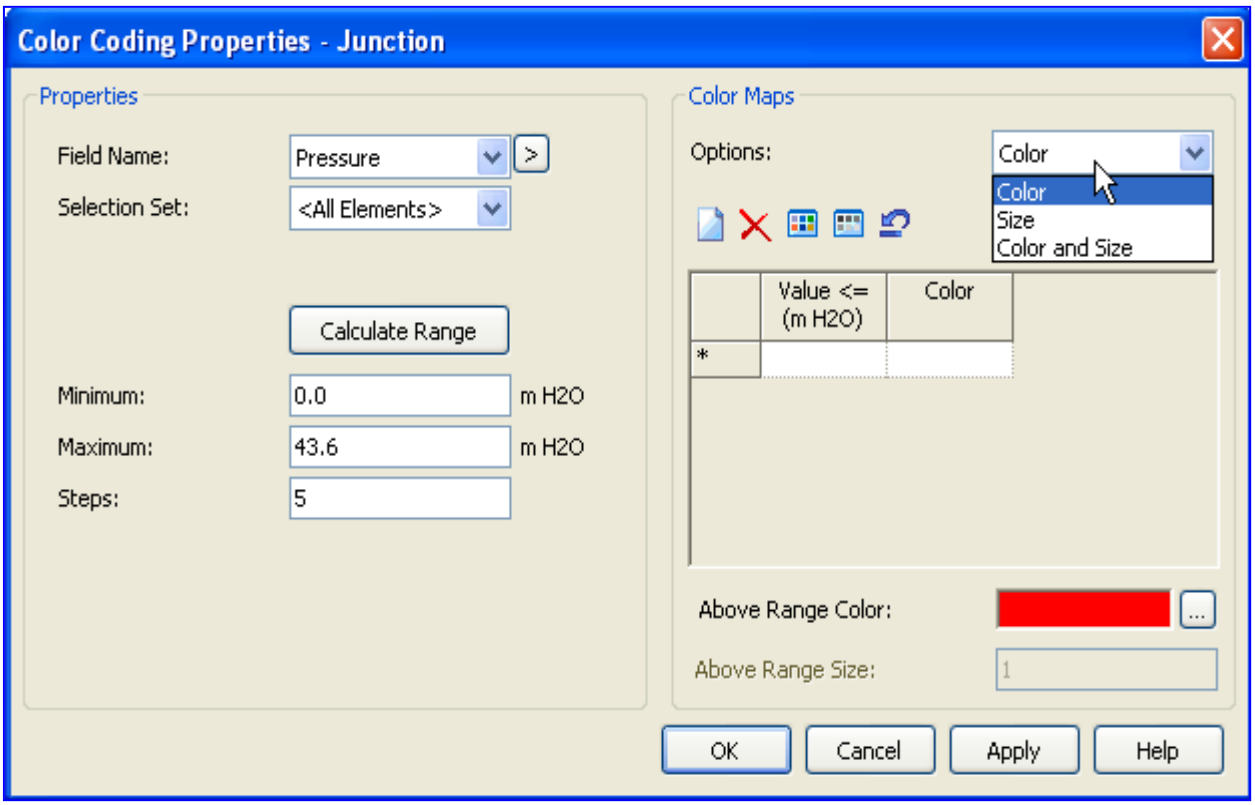
Netw



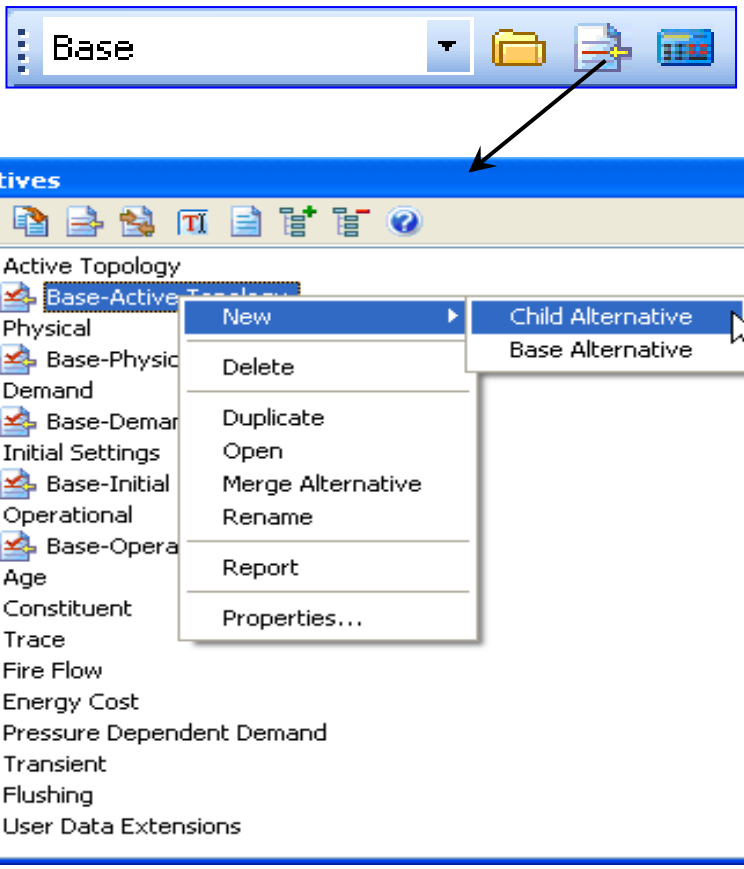
A

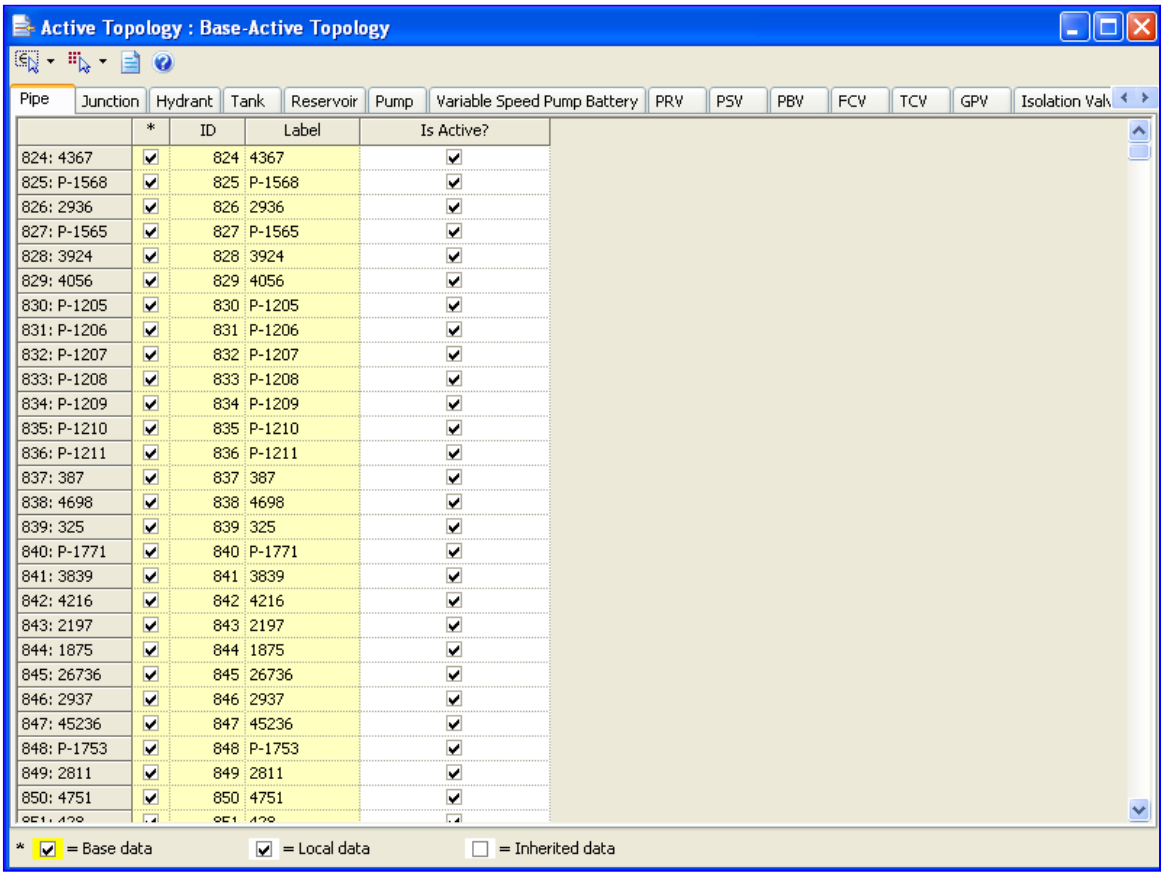


Adding color coding

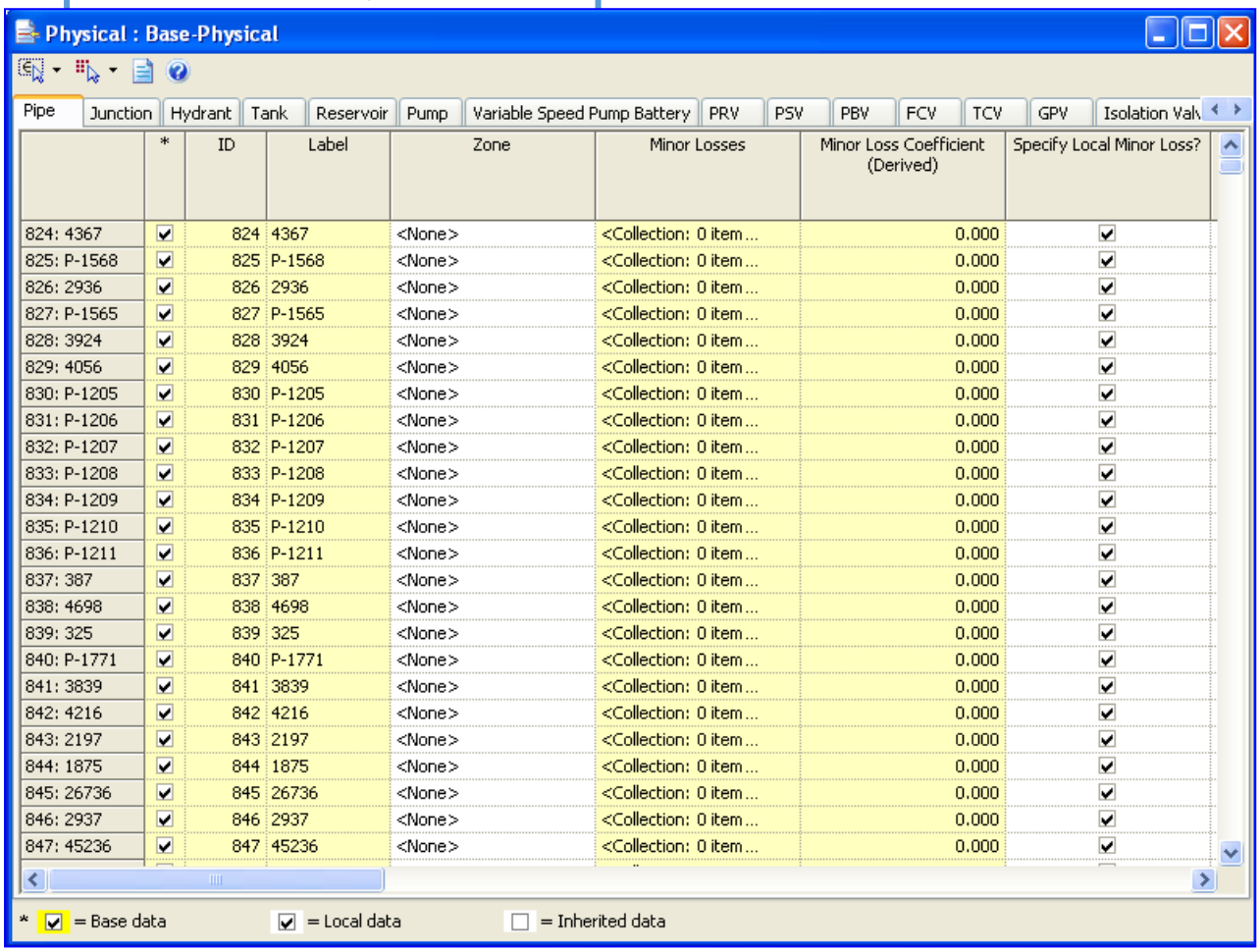


Scenario management

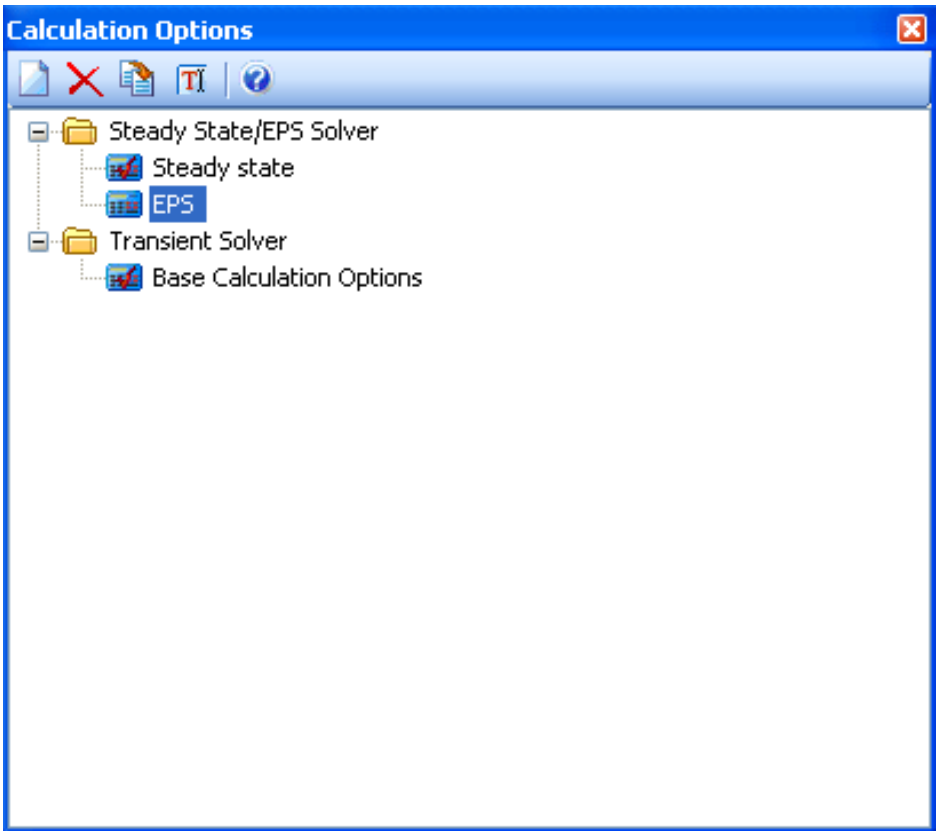


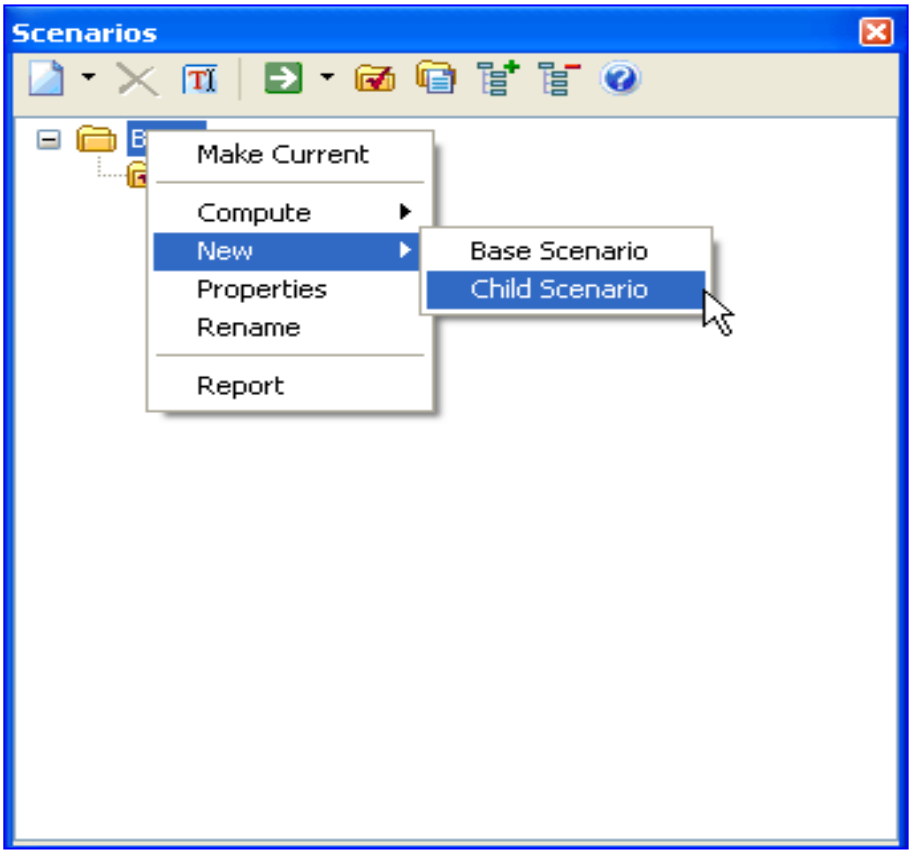


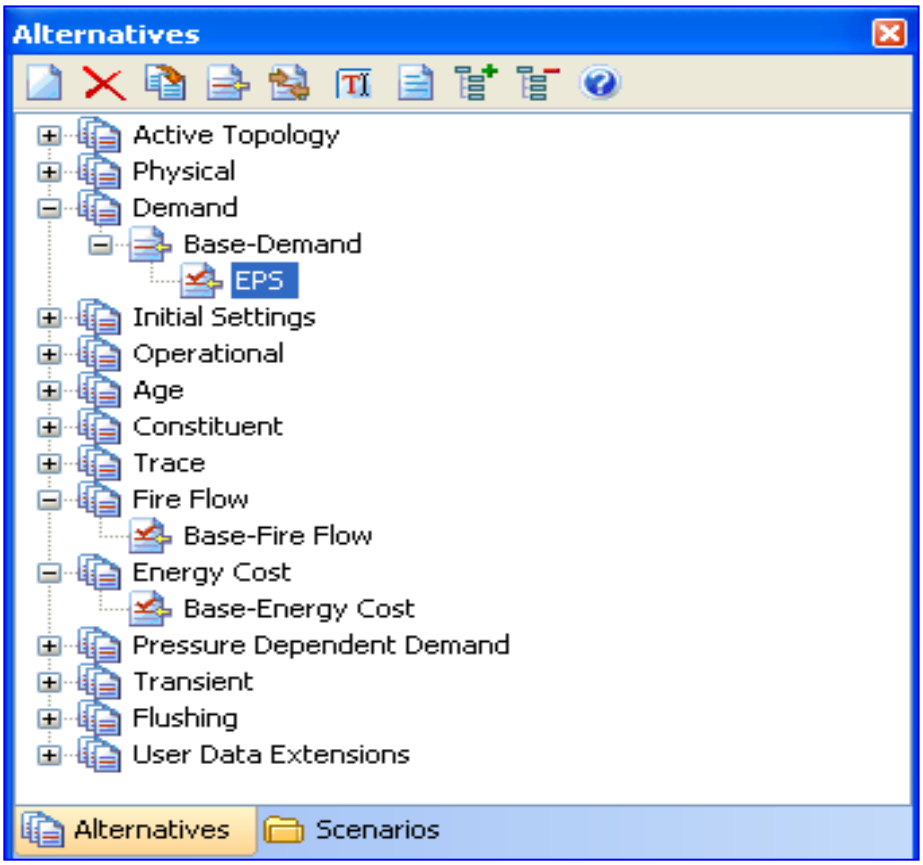
	*	ID	Label	Is Active?
824: 4367	☑	824	4367	☑
825: P-1568	☑	825	P-1568	☑
826: 2936	☑	826	2936	☑
827: P-1565	☑	827	P-1565	☑
828: 3924	☑	828	3924	☑
829: 4056	☑	829	4056	☑
830: P-1205	☑	830	P-1205	☑
831: P-1206	☑	831	P-1206	☑
832: P-1207	☑	832	P-1207	☑
833: P-1208	☑	833	P-1208	☑
834: P-1209	☑	834	P-1209	☑
835: P-1210	☑	835	P-1210	☑
836: P-1211	☑	836	P-1211	☑
837: 387	☑	837	387	☑
838: 4698	☑	838	4698	☑
839: 325	☑	839	325	☑
840: P-1771	☑	840	P-1771	☑
841: 3839	☑	841	3839	☑
842: 4216	☑	842	4216	☑
843: 2197	☑	843	2197	☑
844: 1875	☑	844	1875	☑
845: 26736	☑	845	26736	☑
846: 2937	☑	846	2937	☑
847: 45236	☑	847	45236	☑
848: P-1753	☑	848	P-1753	☑
849: 2811	☑	849	2811	☑
850: 4751	☑	850	4751	☑



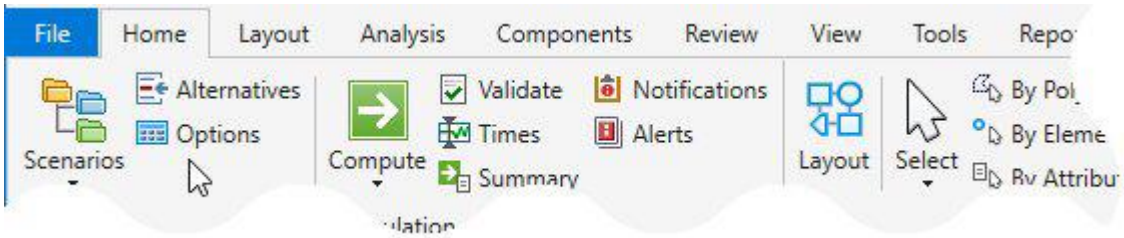
	*	ID	Label	Zone	Minor Losses	Minor Loss Coefficient (Derived)	Specify Local Minor Loss?
824: 4367	☑	824	4367	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
825: P-1568	☑	825	P-1568	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
826: 2936	☑	826	2936	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
827: P-1565	☑	827	P-1565	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
828: 3924	☑	828	3924	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
829: 4056	☑	829	4056	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
830: P-1205	☑	830	P-1205	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
831: P-1206	☑	831	P-1206	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
832: P-1207	☑	832	P-1207	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
833: P-1208	☑	833	P-1208	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
834: P-1209	☑	834	P-1209	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
835: P-1210	☑	835	P-1210	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
836: P-1211	☑	836	P-1211	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
837: 387	☑	837	387	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
838: 4698	☑	838	4698	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
839: 325	☑	839	325	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
840: P-1771	☑	840	P-1771	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
841: 3839	☑	841	3839	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
842: 4216	☑	842	4216	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
843: 2197	☑	843	2197	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
844: 1875	☑	844	1875	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
845: 26736	☑	845	26736	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
846: 2937	☑	846	2937	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑
847: 45236	☑	847	45236	<None>	<Collection: 0 item ...	0.000	☑

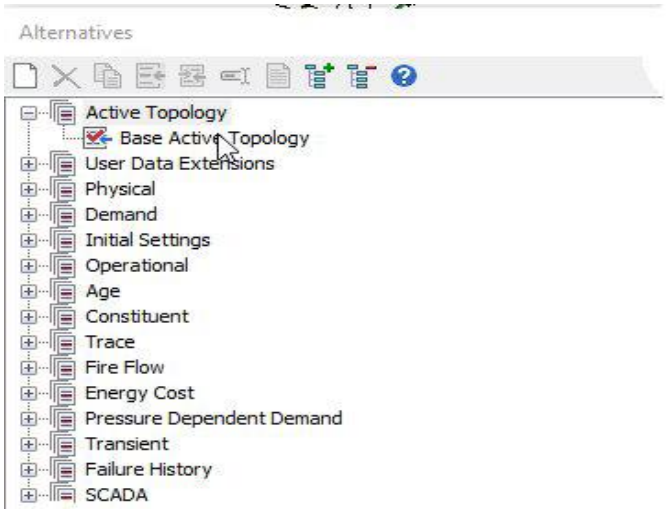



Scenarios
Make Current
Compute
New
Properties
Rename
Report
Base Scenario
Child Scenario


Alternatives
Active Topology
Physical
Demand
Base-Demand
EPS
Initial Settings
Operational
Age
Constituent
Trace
Fire Flow
Base-Fire Flow
Energy Cost
Base-Energy Cost
Pressure Dependent Demand
Transient
Flushing
User Data Extensions
Alternatives
Scenarios

Scenario Management

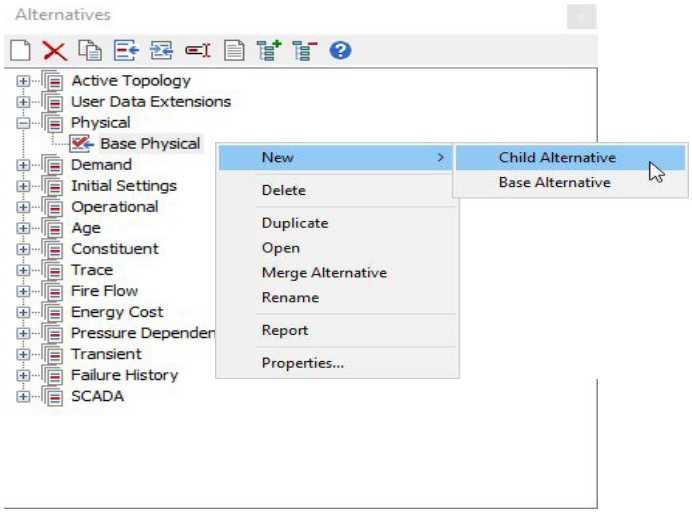




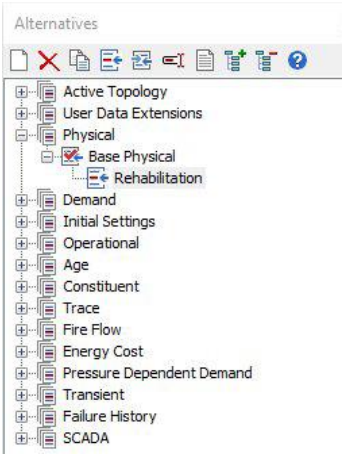
يستخدم النموذج الهيدروليكى لاعداد الخطط المستقبلية وخطط الإحلال والتجديد ويستلزم ذلك إعداد البدائل والسيناريوهات لتغيير بعض الخصائص في الشبكة وإنشاء خطوط جديدة لبيان تأثير ذلك على سلوك الشبكة و تغيير قيم التصرفات والضغوط بها.

ونستخدم البديل المناسب من القائمة حسب الخصائص أو القيمة التي سيتم تغييرها ثم إنشاء سيناريو جديد يحوي مجموعة البدائل التي تم إنشائها.

وندرس مثال لإنشاء عمل إحلال وتجديد لخط مع زيادة القطر الحالي وإنشاء بديل وسيناريو جديد لقطر الخط بعد الإحلال والتجديد.

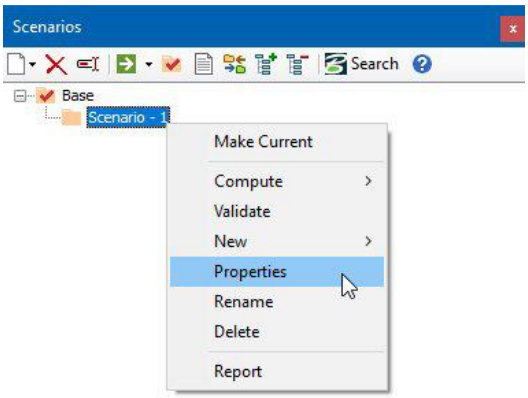


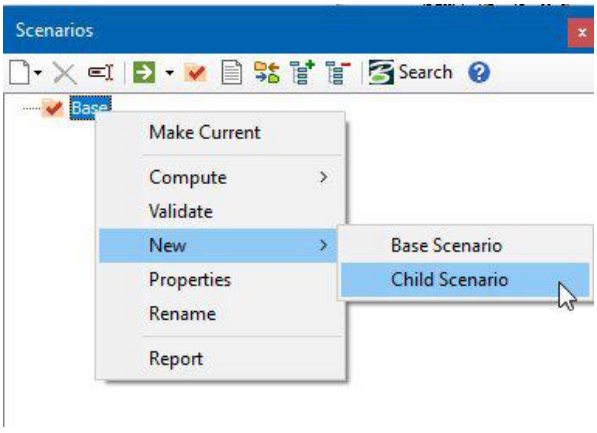
قطر الماسورة هو من ضمن الخصائص الفيزيائية physical لذا يتم عمل بديل child alternative جديد ليتم تغيير القطر الجديد للماسورة ويتم تسميته Rehabilitation



ثم يتم انشاء سيناريو جديد Child scenario وذلك لوضع البديل Rehabilitaion به ثم نقوم بتغيير قطر الماسورة وأي خصائص فيزيائية أخرى نحتاجها داخل السيناريو الجديد.

كما يمكن عمل أكثر من بديل alternative ووضعه بسيناريو واحد وذلك حسب الغرض من السيناريو.





الفصل الثالث

أجهزة القياس والمعايرة
Measuring Instruments & Calibration

(عمـــــــــــــــــلي ونـــظـــــــــــــــري)

أولاً: أجهزة القياس

مقدمة عن أجهزة القياس

القياس هو إيجاد مقدار كمية فيزيائية أو متغير فيزيائي أو تقدير حالة ما باستخدام جهاز مناسب أو أداة مناسبة.

بعض المفاهيم الخاصة بأجهزةالقياس

١- الدقة ACCURACY

دقة الجهاز هي مقدرته على إعطاء قراءة تكون أقرب إلى القراءة الحقيقية "العيارية ".وكلما أعطى الجهاز قراءة أقرب إلى المقدار الحقيقي" العياري " للكمية المقاسة كلما كان الجهاز دقيق.

٢- الضبط Precision

الضبط هو مقدرة الجهاز على إعطاء نفس القراءة عند تكرار عملية القياس بنفس الجهاز، وكلما كان الجهاز مضبوطاً كلما كانت القراءات التي يعطيها لنفس الكمية عند تكرارعملية القياس متقاربة مع بعضها البعض

٣- الحساسية Sensitivity

هينسبةالإشارةالخارجةإلىالتغيرفيالإشارةالداخلة،ويختلفتعريفالحساسيةحسبنوعالجهاز.

ترجع أهمية أجهزة قياس التصرف بمحطات التنقية والروافع للأسباب الآتية:

١- توفير الوقت إذا كانت العمالة غير قادرة على القيام بذلك العمل
٢- الحصول على عمل أفضل وأسرع والحصول على بيانات دقيقة

ويتكون جهاز القياس من الآتي:

١- **الحساس:** وهو الذي يقوم بالإحساس بالعملية الفيزيائية
٢- **مرسل الإشارة:** وهو يقوم بتحويل الإشارة الميكانيكية أو الفيزيائية إلى إشارة فولتية أو مللي أمبير (٤ – ٢٠ مللي أمبير) وقد يكون مزود بشاشة للقراءة منها وكذلك مفاتيح للمعايرة وقد يتم توريد الحساس ومرسل الإشارة متصلين أو معاً.
٣- **المبين:** والموضح بالشكل (١-١)، وهو الذى يقوم وطبقا للبرمجة المسبقة له بتحويل الإشارة الفولتية أو المللي أمبير والتي يرسلها مرسل الإشارة إلى كمية فيزيائية ومنها الرقمي أو بمؤشر أو مسجل البيانات.
وهو جهاز مثل الأميتر يوصل توالي بالدائرة عندما يمر به تيار من ٤ إلى ٢٠ مللي أمبير يقوم بترجمتها الى قراءة فيزيائية.

شكل رقم (١-١): مبينات جهاز القياس

أنواع أجهزة القياس

جهاز قياس التصرف جهاز قياس الضغط

١. جهاز قياس التصرف Flow Meter

قياس التصرف Flow Meter أمر بالغ الأهمية، حيث يستخدم فى محطات المياه والصرف الصحي لقياس كميات المياه المنتجة مما يترتب عليه إعداد الحسابات والتكاليف وكميات الفاقد بالمحطة.

وجهاز قياس السريان هو جهاز يستخدم لقياس معدل التدفق أو السريان Flow Rate الحجمي Volumetric أو الكتلة Mass أو كمية الموائع المارة عبر ماسورة فى زمن معين.يمكن تعريف معدل التصرف بأنه حجم أو كمية مادة معينة عند نقطة معينة في لحظة معينة.

أنواع أجهزة قياس التدفق Flow Meters Types

تتعدد أنواع أجهزة القياس نذكر منها ما يلي:

- أجهزة قياس السريان للقنوات المفتوحة Open Channel Flow Meters
- أجهزة قياس السرعة Velocity Flow Meters
- أجهزة قياس السريان بنظرية فرق الضغط Differential Pressure Flow Meters

١.١ جهازقياس التصرف للقنوات المفتوحة Open Channel Flow Meter

وفيها يتم عمل إختناق أو بوابة أو هدار بحسابات خاصة على القناة المطلوب قياس معدل التصرف فيها بحيث يعمل هذا الإختناق على تغيير منسوب المياه قبل الختناق المحسوب وبقياس هذا المنسوب يمكن قياس معدل التدفق ومن هذه القنوات قناة بارشال والهدارات والفينشوري.

١.١.١ قناة بارشال

وهى عبارة عن إختناق محدد في تصميم المجرى الذي تسير فيه المياه ويسبب هذا الإختناق إرتفاع منسوب المياه خلفه ويقوم الجهاز بقياس إرتفاع المنسوب وعن طريق جداول أو برمجة الجهاز يقوم بتحويل المنسوب إلى تصرف.

إلى عمل جهاز لقياس تصرف المياه بالقنوات المفتوحة لتلافي أخطاء وعيوب الهدارات، حيث أن Parshall توصل حركة الماء السريعة خلاله لا تسمح بوجود ترسيبات، كما يلزمه قدر بسيط من السقوط أو فقد فى الضغط، هذا فضلاً عن إعطائه قياسات دقيقة وبدرجة معقولة حتى عندما يكون مغمور جزئياً بالماء. ويقسم الجهاز إلى ثلاثة أجزاء موضحة بالشكل

١- جزء المدخل: Upstream section

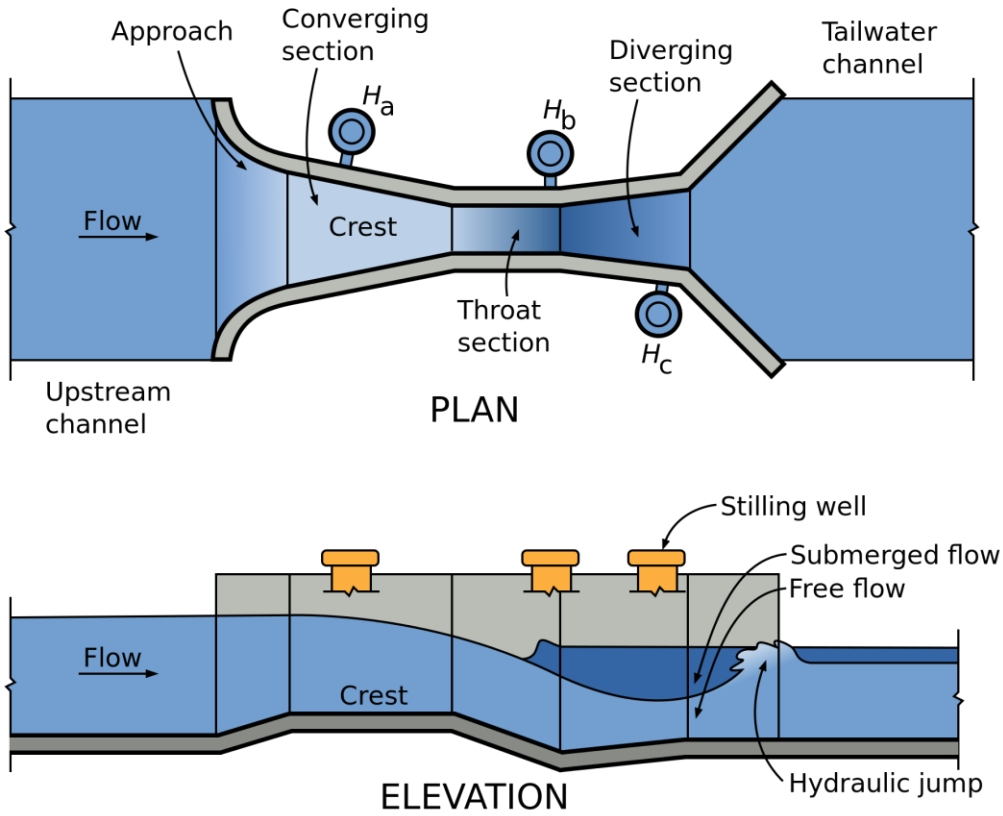
أرضية هذا الجزء مستوية السطح وتميل جدرانه إلى الداخل فى إتجاه الجزء الأوسط (العنق)

٢- العنق: Throat section

تتوازى الجدران فى هذا الجزء وتنحدر الأرضية فيه من أعلى إلى أسفل في اتجاه الجزء الثالث.

٣- جزء المخرج: Downstream section

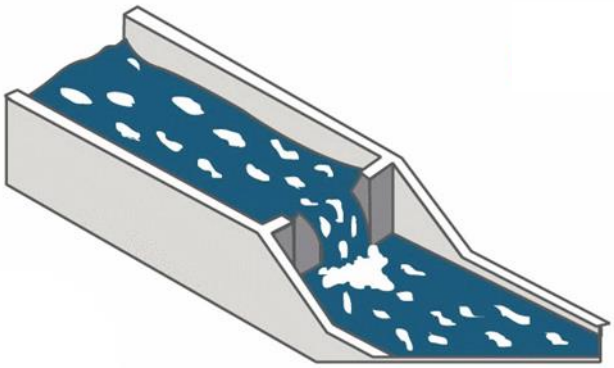
ترتفع أرضية هذا الجزء من أسفل إلى أعلى وتنفرج جدرانه للخارج حيث يخرج الماء وتتحدد سعة الجهاز بمدى عرض العنق (W) والذى يتراوح من بوصة إلى عشرة أقدام ليعطي تصرفاً من ٥ – ٢٠٠ جالون / دقيقة أو أكثر . ويقدر التصرف بقياس كل من Hb , Ha كما هو موضح بالشكل حيث تمثل Ha إرتفاع الماء عند دخوله قناة بارشال، Hb إرتفاع الماء بالقرب من نهاية العنق.



شكل رقم (١-٢) أقسام قناة بارشال

الهدارات

والموضح بالشكل (١-٣) تتكون من حاجز رأسي يوضع بعرض القناة بزاوية قائمة ويوجد بهذا الحاجز فتحة في المنتصف في الجزء العلوي من الحاجز ومن خلال هذه الفتحة تتدفق المياه عبر الهدارات بالجاذبية الأرضية حيث يتسبب هذا الإختناق في إرتفاع منسوب المياه خلف الهدار وببرمجة الجهاز يقوم بتحويل هذا الإرتفاع إلى معدل تدفق.



شكل رقم (١-٣) الهدار Weir

الهدار Weir نوع من السدود أو الحواجز الصغيرة وتكون مزودة بفتحة ذات شكل محدد أعلى الهدار ويجري الماء من فوق الهدار تحت تأثير ضغط منسوب الماء المتراكم أمامها، وتُبنى الهدارات Weirs عبر الأنهار أو الجداول وتصمم لتغيير خصائص السريان للمجري المائي (مثل: رفع مستوى الماء في نهر أو جدول). في معظم الحالات، تأخذ الهدارات Weirs شكل عوائق أصغر من معظم السدود التقليدية، فهى تقوم بتجميع المياه خلفها وفي نفس الوقت تسمح بسريان الماء بانتظام فوق قممهما. تستخدم الهدارات عادة لتغيير سريان الأنهار لمنع الفيضانات، أو لقياس التصريف، أو لجعل الأنهار صالحة للملاحة.

وهي تستخدم كثيراً في مشروعات شبكات الري والصرف والسدود ومحطات الضخ، وفي مختلف المشروعات المائية الأخرى.

الهدار Weir كان يستخدم تقليدياً بهدف إنشاء الطاحونات المائية. بعض الهدارات تحتاج إلى بوابات لكي لا يصل الماء إلى أعلى السد ويدعى الهدار أحيانا بالسد الغاطس أو بقنطرة الاحتجاز.

للهدارات Weirs أشكال عديدة منها عريض العتبة، ورقيق الحافة المستطيل Rectangular Weir ، ورقيق الحافة المثلثي V notch Weir ، ويحسب التدفق المار عبر الهدار المستطيل رقيق الحافة Rectangular Weir من العلاقة:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_d \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

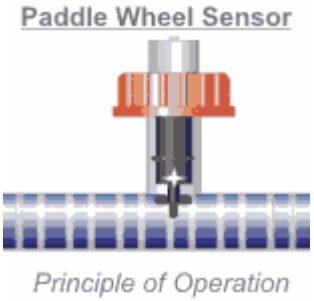
حيث:
Q: معدل السريان المار (m3 /s)
h : إرتفاع الماء فوق حافة الهدار(m)
b : عرض الهدار.
الثابت Cd : معامل التصريف.

أما التدفق المار عبر الهدار المثلثي رقيق الحافة V notch Weir ذي الرأس القائم فيحسب من العلاقة:

$$Q = 1.417 \times h^{3/2}$$

٢.١ أجهزة قياس السرعة **Velocity Flow Meters**

أجهزة قياس السرعة Velocity Flow Meters تقيس سرعة التدفق ومنها تحسب معدل السريان الحجمي Volumetric Flow Rate. ومن أجهزة قياس السرعة : الأجهزة الكهرمغناطيسية Electromagnetic وأجهزة السريان فوق الصوتية Ultrasonic والأجهزة التوربينية Turbine وأجهزة العجلة البدالة Paddlewheel الموضح بالشكل (١-٤) وأجهزة الدوامات Vortex Shedding ، نسرد منها على سبيل المثال:



شكل رقم (١-٤) جهاز قياس العجلة البدالة Paddlewheel

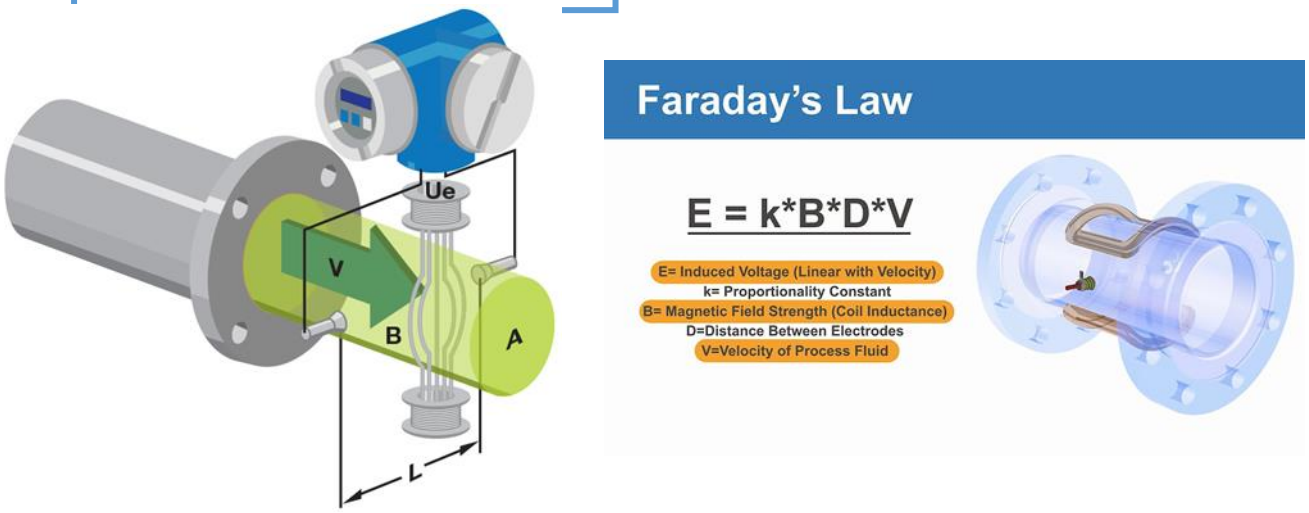
١.٢.١ جهاز قياس التصرف بالموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Flow Meter

وهو أغلى وأدق أجهزة التصرف على الإطلاق ويتم توريد الحساس ومرسل الإشارة كجهاز واحد والحساس هنا نوعان قد يكون مركب على وصلة ميكانيكية ويتم توصيل الوصلة بالخط ومنها ما يتم تركيبه بالخط عن طريق عمل ثقب بالخط وإدخاله به insertion type وعادة ما يكون مرسل الإشارة مزود بشاشة ويقوم بإرسال إشارة فولتية أو مللي أمبير إلى المبين الموجود بلوحة المراقبة معبراً عن التصرف.

وتعتمد نظرية عمل الجهاز على نظرية فاراداي لليد اليمنى الموضحة بالشكل رقم (١-٥) وهى عندما يتدفق سائل ذو توصيلية كهربية خلال مجال مغناطيسي ينتج فولتية تأثيرية متعامدة على كل من المجال وإتجاه التدفق.
فعندما تتم تغذية ملفات النظام بواسطة تيار متغير القطبية وذات قيم محددة سواء الموجبة أو السالبة ينتج مجال

مغناطيسي وبالتالي عندما يتدفق السائل خلال المجال المغناطيسي بقطع المجال وتتولد قوة دافعة كهربية (تتناسب طردياً مع السرعة المتوسطة للسائل) يتم الإحساس بها بواسطة إلكترودين متقابلين مركبين بالأنبوبة ومتعامدين على كل من المجال المغناطيسي وإتجاه التدفق وكلما زادت سرعة تدفق السائل كلما زادت قيمة الجهد الكهربي المتولد بين إلكترودي القياس وبالتالي فان معدل التصرف الحجمي يتناسب طردياً مع جهد الإشارة الناتجة والذى يتم تغذيتها إلى تكبير وتحويل الإشارة إلى إشارة خروج في صورة تيار (٤ – ٢٠) مللي أمبير.

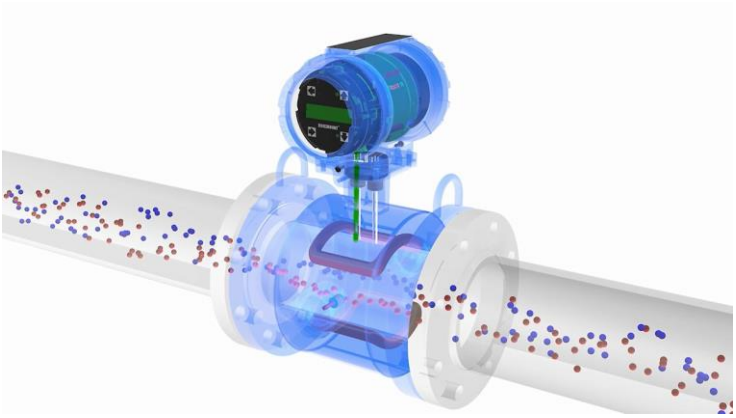
ويوضح الشكل رقم (١-٦) أجهزة قياس التصرف بالموجات الكهرومغناطيسيةElectromagnetic Flow Meter



شكل رقم (١-٥) نظرية فاراداي لليد اليمنى

يشبه في فكرة عملها مولد الكهرباء أو الدينامو والذي تعتمد فكرته علي موصل يتحرك عمودياً علي مجال مغناطيسي فيقطعه فيتولد علي طرفي الموصل جهد كهربي. وفي جهازنا الحالي يكون الموصل الكهربي هو السائل المطلوب قياس معدل سريان، وبالتالي يُشترط في هذا النوع من الأجهزة إستخدامه مع سوائل موصلة كهربياً وليست عازلة كهربياً مثل الماء المقطر.

تتكون أجهزة القياس المغناطيسية من ملفين Coils بالإضافة إلي زوج من الأقطاب Electrodes لقياس السريان. يقوم المُرسل Transmitter بتغذية الملفين بتيار كهربي محدد فيتكون مجال مغناطيسي Magnetic Field بينهما، وعند امتلاء الماسورة وبدء سريان السائل بداخلها تتسبب قوة المجال المغناطيسي في فصل الجزيئات سالبة الشحنة عن الجزئيات موجبة الشحنة بسبب مرورها عبر المجال المغناطيسي، وينتج عن هذا الفصل جهد مستحث Induced Voltageبين الأقطاب.



شكل رقم (١-٦) أجهزة قياس التصرف بالموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Flow Meter

- **مميزات جهاز قياس التصرف بالموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Flow Meter**
  - لا يعيق السريان Obstruction less
  - غير مرتفع التكلفة Cost Effective
  - دقة عالية Highly Accurate

جهاز قياس التصرف بنظرية الموجات فوق الصوتية Ultrasonic Flow Meter

وفيها يتم توريد الحساس ومرسل الإشارة معاً كجهاز واحد وفيها يتم تثبيت الحساس خارجياً على جدار الماسورة على مسافات معينة طبقاً لكل شركة مصنعة ونظرية عمل الجهاز وذلك بعد إزالة الرواسب والدهانات من الماسورة ويتم تركيب الحساسات على الخط وعلى أبعاد معينة من الوصلات الخاصة سواء قبل الجهاز أو بعده حتى لا تؤثر على إنتظام السرعة داخل المواسير وتعتمد فكرة عمله على إرسال نبضات فوق صوتية من أحد الحساسات وإرتدادها للحساس الآخر ومنه يتم قياس سرعة السائل وعن طريق برمجة الجهاز يقوم بحساب التصرف عن طريق بعض المعادلات الرياضية المغذاه به وهى:

$$V = \frac{1}{2} \cos \alpha \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right)$$

$$Q = A\ V$$

ويتم إظهار القراءة على الشاشة وكذلك إرسال إشارة فولتية أو مللي أمبير للمبين وببرمجة المبين يمكن قراءة التصرف من لوحة المراقبة.

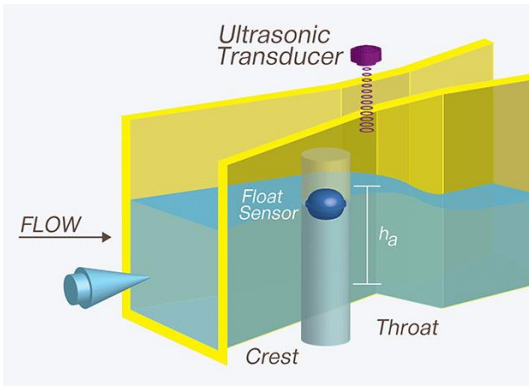
ويوجد طريقتان لقياس سرعةالموجات فوق الصوتية

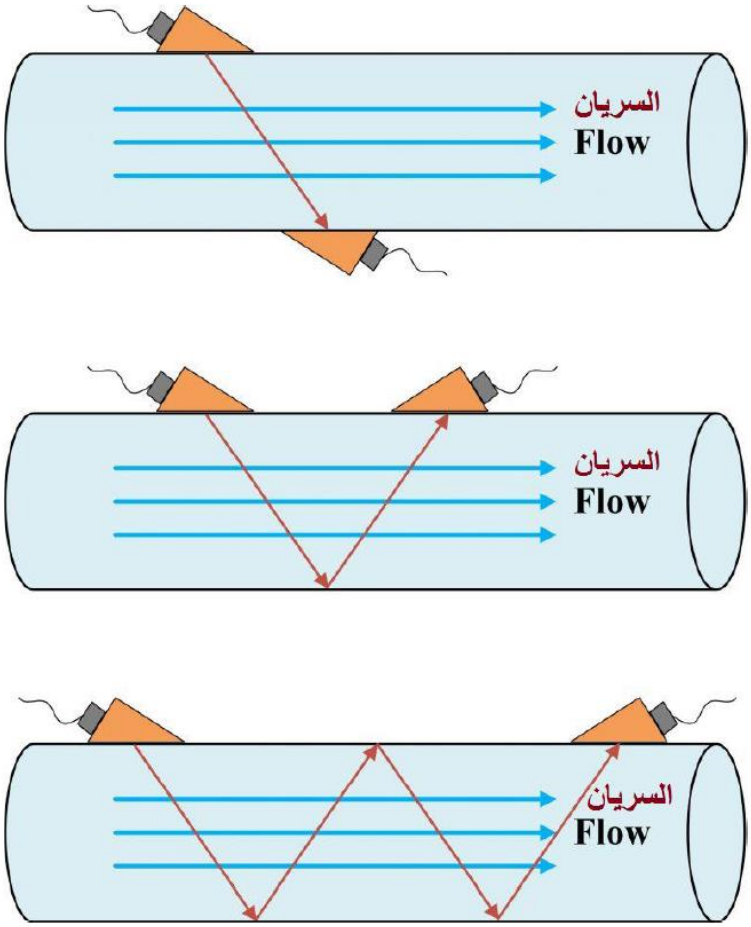
- القياس بإستخدام زمن وصول النبضة Ultrasonic Flowmeter Time Transit Technique وتستخدم للمياه ذات العكارة المنخفضة (المياه المرشحة)
- القياس بإستخدام دوبلر Ultrasonic Flowmeter Doppler Technique وتستخدم للمياه ذات العكارة المرتفعة (المياه العكرة)

القياس بإستخدام زمن وصول النبضة Ultrasonic Flow Meter Time Transit Technique

وتسمي أيضا Flight of Time، وتعتمد طريقة عمل مرسل إشارة التدفق بالموجات فوق الصوتية على قيام زوج من مرسلات الموجات فوق الصوتية Ultrasonic بإرسال واستقبال موجات التردد العالي high frequencypulses ومن ثم إحتساب زمن إنتقال هذه الموجات من المُرسل Transmitter إلى المُستقبل Receiver وتكون سرعة الموجات ذات المسار المشابه لإتجاه السريان أكبر من الموجات ذات المسار المعاكس لإتجاه السريان ، والسبب في ذلك يعود إلى إختلاف سرعة التدفق في الحالتين، ويحاول مصنعو هذا النوع من أجهزة قياس السريان عمل تأخير Delay بين هذين النوعين من الموجات لضمان عدم حدوث تداخل بين الموجات، ويوضح الشكل رقم (١-٧) جهاز القياس باستخدام زمن وصول النبضة Ultrasonic Flow Meter Time Transit Technique

ويفضل إستخدامه فى قياس الموائع التي لا تحتوي على عوائق بداخلها (المياه المرشحة أو النقية).





شكل رقم (١-٧)

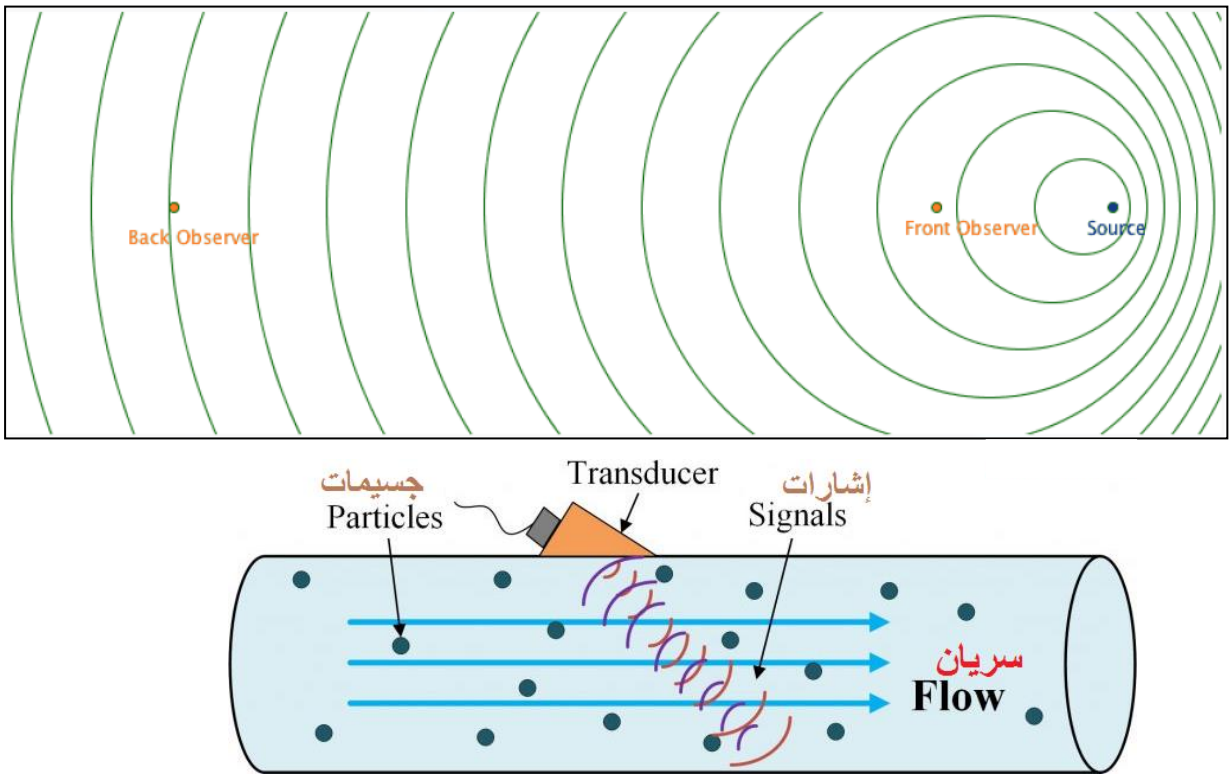
جهاز القياس بإستخدام زمن وصول النبضة Ultrasonic Flow Meter Time Transit Technique

القياس باستخدام دوبلر Ultrasonic Flow Meter Doppler Technique

ظاهرة دوبلر أو تأثير دوبلر Effect Doppler هو تغير ظاهري لمتردد Frequency أو الطول الموجي Length Wave للأمواج عندما ترصد من قبل مراقب متحرك بالنسبة للمصدر الموجي. ويفضل استخدامها لقياس الموائع الى تحتوى على عوائق (مثلاً: المياه العكرة)

تقيس حساسات دوبلر Doppler Sensors قيمة التغير في التردد والناتجة عن سائل متدفق، حيث يتم تركيب حساسين علي جانب واحد من ماسورة ويتم إطلاق إشارة موجات فوق صوتية بتردد معروف إلي داخل السائل المطلوب قياس معدل سريانه.

تتسبب الفقاعات والشوائب أو أي مكونات أخرى داخل السائل في إنعكاس الإشارة مرة أخري إلي حساس الإستقبال Receiver Element ، ونتيجة لحدوث الإنعكاس بواسطة سائل متدفق يحدث تغير في تردد الإشارة المنعكسة Frequency Shift ويكون هذا التغير متناسباً مع سرعة سريان السائل ، ويوضح الشكل رقم (١-٨) جهاز القياس بإستخدام دوبلرUltrasonic Flow Meter Doppler Technique.



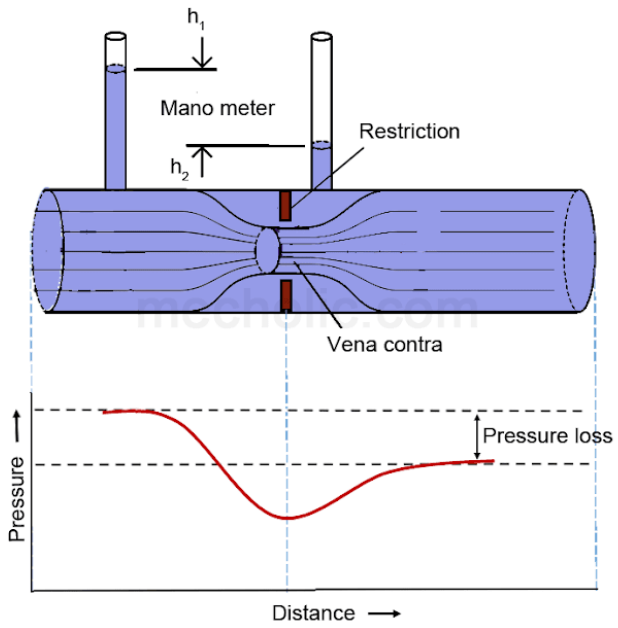
شكل رقم (١-٨)
جهاز القياس بإستخدام دوبلرUltrasonic Flow Meter Doppler Technique

٣.١ أجهزة قياس السريان بنظرية فرق الضغط Differential Pressure Flow Meters

أجهزة فرق الضغط لقياس السريان الموضحة بالشكل رقم (١-٩) تقوم بقياس فرق الضغط علي جانبي ثقب أو فوهة Orifice حيث يتناسب السريان طردياً مع الجذر التربيعي لفرق الضغط الناتج. ويحتوي الجهاز علي عناصر أولية Primary Elements وأخرى ثانوية Secondary Elements ، ومهمة العنصر الأولي Primary Element هو تكوين فرق ضغط علي جانبيه وقد يكون عبارة عن فوهة Flow Nozzle أو أنبوب بيتوت Pitot Tube أو قرص مثقوب Orifice Plate أو جهاز فينشوري Venturi ، بينما تكون مهمة العنصر الثانوي Secondary Element قياس فرق الضغط هذا وتحويله إلي إشارة Signal .

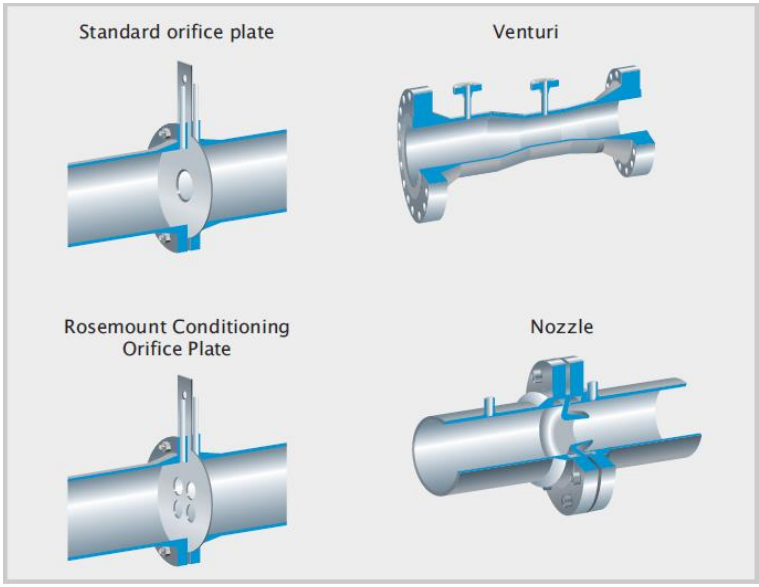
تعتمد فكرة الجهاز على ايجاد مصدرين مختلفين للضغط وذلك بعمل اختناق بالخط المركب عليه P1&P2

ويقوم مرسل الإشارة الموصل بوصلتي مياه من الحساس والمغذى بجهد ٢٤ فولت مستمر بتحويل هذه الإشارة إلى إشارة مللي امبير حيث يحدث إنحراف بالديفرام الداخلي له عند الضغط عليه من الجانبين ولكن بقيم ضغط مختلفة فيمر تيار بالدائرة الكهربية والذي يمر إلى المبين ليحولها إلى قيمة معبرة عن التصرف طبقا للبرمجة وشهادة الإختبار المرفقة مع الحساس.



والمعادلة المعبرة عن ذلك هي:

$$Q = K\sqrt{\Delta P}$$

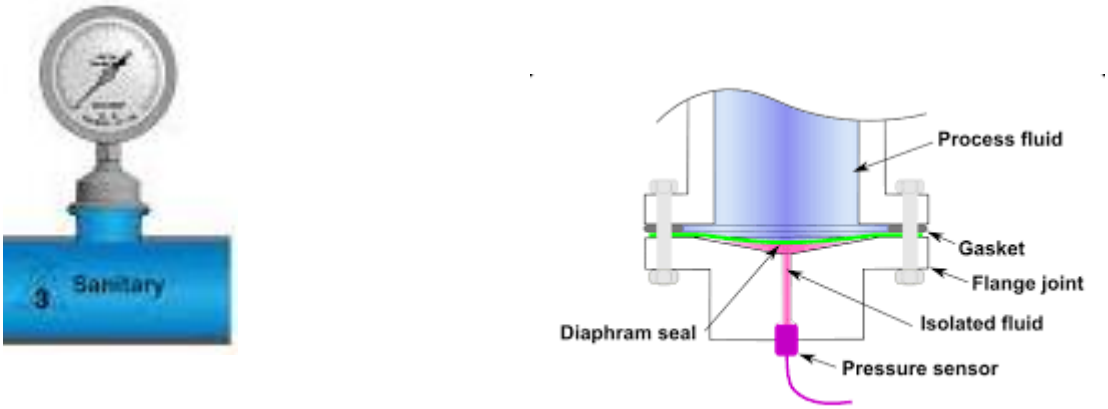


شكل رقم (١-٩)
أجهزة قياس السريان بنظرية فرق الضغط Differential Pressure Flow Meters

. جهازقياس الضغط Pressure Meter

يُعرف الضغط بأنه الإجهاد المؤثر في كل الإتجاهات بإنتظام.

ومن هذه الأجهزة ما هو ميكانيكي أو إلكتروني وهو يحتوي على ديفرام Diaphragm عندما تقوم المياه بالضغط عليه يحدث إنحراف للمياه في إتجاه معين يقوم بترجمة هذا الإنحراف إلى ضغط ويمكن إعتبار جهاز الضغط نفس جهاز مرسل الإشارة Transmitter لجهاز قياس التصرف عن طريق فرق الضغط اذا ما تم إستخدام فتحة الضغط المرتفع فقط وترك فتحة الضغط المنخفض للهواء الجوي ولكن مدى القياس لجهاز الضغط مرتفع عن جهاز التصرف بطريقة فرق الضغط، ويوضح الشكل رقم (١-١٠) جهاز قياس الضغط Pressure Meter.



شكل رقم (١-١٠)
جهاز قياس الضغط Pressure Meter

ثانياً: المعايرة Calibration

مفهوم تقييم ومعايرة النموذج الهيدروليكى (Validation & Calibration of Hydraulic Modeling)

المقصود بتقييم النموذج الهيدروليكى Validation of Hydraulic Modeling هو مقارنة نتائج قيم الضغوط والتصرفات الناتجة من عملية النمذجة مع النتائج المقاسة من أرض الواقع و كلما قلت قيمة هذه الفوارق كلما زادت دقة النموذج الهيدروليكي وإمكانية الإعتماد عليه فى إتخاذ القرار.

أما عملية معايرة النموذج الهيدروليكى Calibration of Hydraulic Modeling هي عملية تغيير في الخصائص الفيزيائية في الشبكة من خلال تعديل قيم الاستهلاكات، معامل الخشونة C-values للمواسير، منحنيات التشغيل للمضخات بالشبكة، بالإضافة إلى تعديل أي من المواصفات والبيانات الأخرى التي تؤثر في نتائج التحليل الهيدروليكي.

إختبارات المعايرة

إختبارات الفاقد فى الضغط Head Loss Tests

الغرض من إختبار الفاقد في الضغط هو قياس الفواقد والتصرفات في الشبكة وذلك لحساب الخشونة في المواسير pipe roughness. ويمكن عمل الإختبار عن طريق إما قياس الضغط على بداية ونهاية الماسورة معلومة الطول ومن ثم حساب معدل الفاقد في الضغط في هذا الطول.

وبإفتراض معلومية القطر الداخلي للماسورة والفاقد في الضغط وطول الماسورة ومعدل التدفق بها يتم حساب معامل الخشونة للماسورة عن طريق معادلة هازن وليامز وحساب C-factor :

$$C = \left(\frac{C_f L Q^{1.852}}{h_L D^{4.87}} \right)^{1/1.852}$$

where

C	=	Hazen-Williams C-factor
L	=	length of test section (ft, m)
Q	=	flow through test section (cfs, m^3/s)
h_L	=	head loss due to friction (ft, m)
D	=	diameter of test section (ft, m)
C_f	=	unit conversion factor (4.73 English, 10.7 SI)

Using Head Loss Test Results for Calibration

استخدام اختبار فرق الضغط في عمل المعايرة للنموذج الهيدروليكى

بمجرد معرفة C-factor للمواسير نستطيع إدخال القيم التي حصلنا عليها من إختبار فرق الضغط للنموذج الهيدروليكي، ويمكن تطبيق إختبار فرق الضغط للحصول على C-factor على مختلف الأقطار والأنواع للمواسير. ويجب الأخذ في الإعتبار معامل العمر الماسورة

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + a\,t$$

where ε = **roughness height at age *t* (in., mm)**

ε_o = **roughness height when pipe was new (*t*=0) (in., mm)**

a = **rate of change in roughness height (in./year, mm/year)**

t = **age of pipe (years)**

و يمكن استخدام المعادلة التالية لحساب C-factor المعدلة طبقا لعمر الماسورة

$$C = 18.0 - 37.2 \log\left(\frac{\varepsilon_o + at}{D}\right)$$

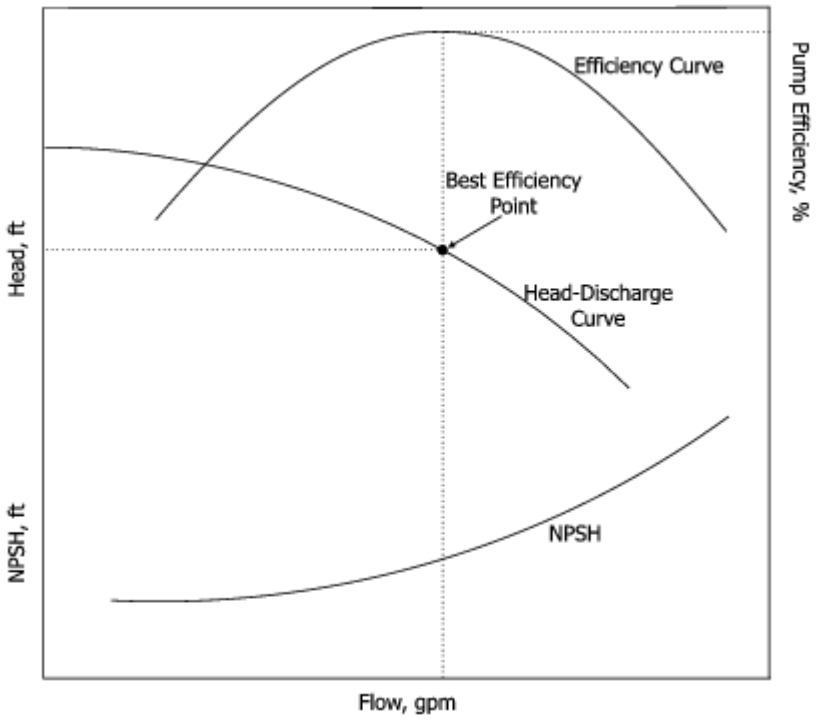
where D = diameter (in., mm)

Table Correlation between Langelier Index and the roughness growth rate

Description	*a* (in./year)	*a* (mm/year)
Slight attack	0.00098	0.025
Moderate attack	0.003	0.076
Appreciable attack	0.0098	0.25
Severe attack	0.030	0.76

إختبار كفاءة المضخات Pump Performance Tests

يوجد ٤ أنواع منحنيات الأداء للمضخات: H-Q أو الضغط مقابل التصرف، والقدرة brake horspower، والكفاءة efficiency، و NPSH (Net Positive Suction Head)



و يعد منحنى H-Q هو الأكثر إستخداماً في عمل إختبارات المضخات. يعرف هذا المنحنى بأنه علاقة بين قيمة الضغط الذي تضيفه المضخة للشبكة وكمية التصرف. وهي علاقة غير خطية حيث أنه كلما زادت كمية التصرف إنخفضت قيمة الضغط الذي تضيفه المضخة للشبكة. وقيمة الضغط على المنحنى هي قيمة فرق الضغط بين السحب والطرد للمضخة (TDH) Total Dynamic Head

و بالنظر إلى الشكل التالي إذا تم تطبيق معادلة حفظ الطاقة بين نقطتي السحب والطرد للمضخة نحصل على المعادلة التالية:

$$h_{dis} + \frac{V_{dis}^2}{2g} = h_{suc} + h_p - h_L - h_m + \frac{V_{suc}^2}{2g}$$

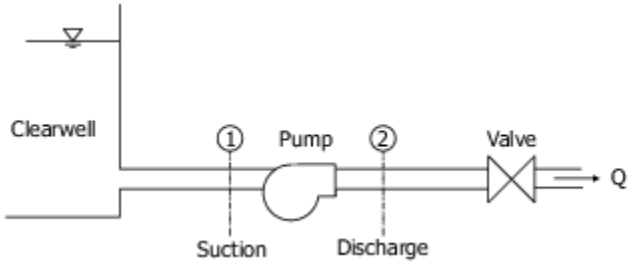
where	h_{dis}	=	**pump discharge head (ft, m)**
	V_{dis}	=	**velocity at point where discharge head is measured (ft/s, m/s)**
	g	=	**gravitational acceleration constant (32.2 ft/sec^2, 9.81 m/sec^2)**
	h_{suc}	=	**pump suction head (m, ft)**

h_P = head added at pump (m, ft)

h_L = head loss due to friction (m, ft)

h_m = minor head losses due to fittings and appurtenances (m, ft)

V_{suc} = velocity at point where suction head is measured (ft/s, m/s)



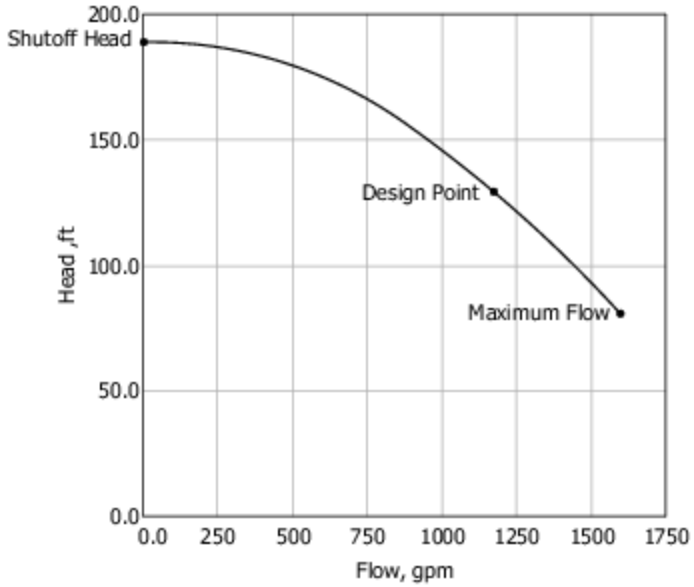
$$h_P = \left(\frac{P_{dis}}{\gamma} - \frac{P_{suc}}{\gamma}\right) + \left(\frac{V_{dis}^2}{2g} - \frac{V_{suc}^2}{2g}\right) + h_L + h_m$$

وحيث أن نقطتي السحب والطرد قريبتين فيمكننا تجاهل قيمة الفاقد في الضغط (فاقد الاحتكاك) hL ، لذا فتكون معادلة ضغط المضخة كالآتى:

where P_{dis} = discharge pressure (psi, kPa)

P_{suc} = suction pressure (psi, kPa)

وبقياس ضغط المضخة hp وقيمة التصرف نحصل على منحنى H – Q للمضخة



إختبار كفاءة المضخة Pump Effeciency Testing:

قد يكتفى النموذج الهيدروليكي بمنحنى H-Q للمضخة ولكن في بعض الأوقات يلزم عمل إختبار كفاءة للمضخة عن طريق حساب قيمة إستهلاكها للكهرباء في مقابل إنتاجها لكمية المياه، ونستخدم المعادلات الآتية:

$$e_p = (\text{water power}_{out}) / (\text{pump power}_{in})$$

$$e_m = (\text{pump power}_{in}) / (\text{electric power}_{in})$$

where e_p = pump efficiency (%)
e_m = motor efficiency (%)

$$e_{w\text{-}w} = e_p \times e_m = (\text{water power}_{out}) / (\text{electric power}_{in})$$

where $e_{w\text{-}w}$ = wire-to-water efficiency (%)

و يتم حساب water power عن طريق المعادلة الآتية:

$$WP = C_f Q h_P \gamma$$

where
- WP = water power (hp, Watts)
- Q = flow rate (gpm, l/s)
- h_P = head added at pump (ft, m)
- γ = specific weight of water (lb/ft^3, N/m^3)
- C_f = unit conversion factor (4.058 × 10^{-6} English, 0.001 SI)

و في حالة عدم وجود قياسات للطاقة الكهربية المستهلكة يمكن حساب الطاقة الكهربية electric power بالمعادلة الآتية

$$EP = VI\sqrt{N}(PF)$$

where
- EP = electrical power (watts)
- V = voltage (volts)
- I = current averaged over all legs (amps)
- N = number of phases
- PF = power factor

Using Pump Performance Test Data for Calibration

إستخدام إختبار المضخات في عملية المعايرة للنموذج الهيدروليكي

بعد الحصول على نتائج إختبار المضخات ورسم منحنى H-Q للمضخة ومنحنى الكفاءة Effeciency curve لتمثيل أداء المضخات على النموذج الهيدروليكي والوصول إلى منحنيات ونتائج حقيقية.

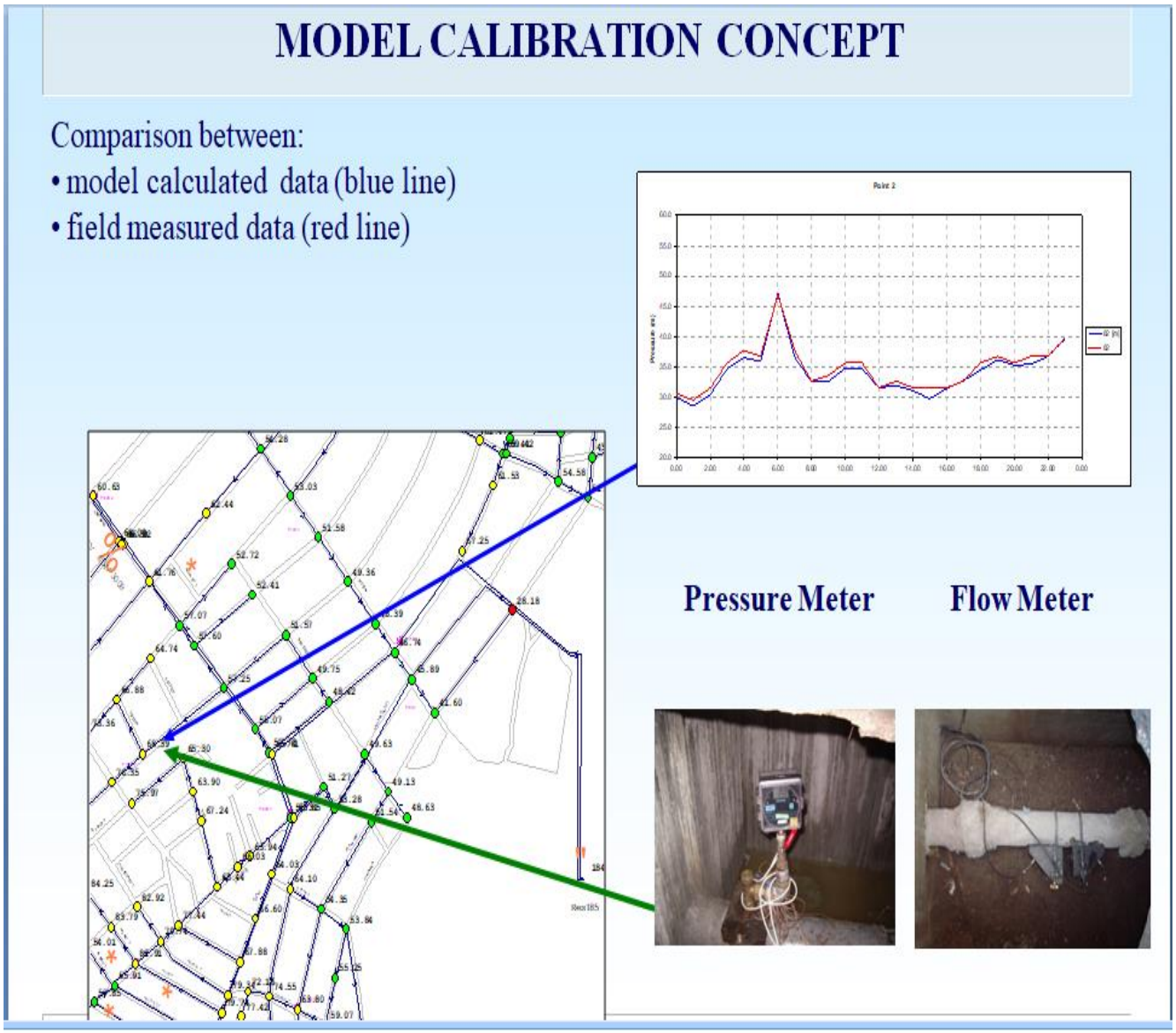
مقارنات الضغوط:

يفضل في عملية المعايرة مقارنة الميل الهيدروليكي hydraulic grade عن قيمة الضغوط Pressures حيث تعبر قيمة hydraulic grade عن الضغوط مضافاً إليها عامل مناسيب الأرض elevations حيث تسهل عملية إكتشاف الأخطاء لأنه من الوارد أن يكون الخطأ في قيم المناسيب elevations للنقاط على الشبكة.

طرق معايرة النماذج الهيدروليكية لمياه الشرب

أولاً :- المعايرة بالقياس الميدانى

وهو نظام معايرة يعتمد فى الأساس على تركيب أجهزة لقياس الضغط والتصرف فى نقاط معينة فى شبكة المياه.



قيم الحيود المسموح به بين النموذج الرياضى والقياسات الميدانية

وقد حدد كود المركز البريطاني لبحوث المياه (WRC) قيم الحيود المسموح بها لمعايرة النموذج الرياضي لشبكة ما على النحو التالي :

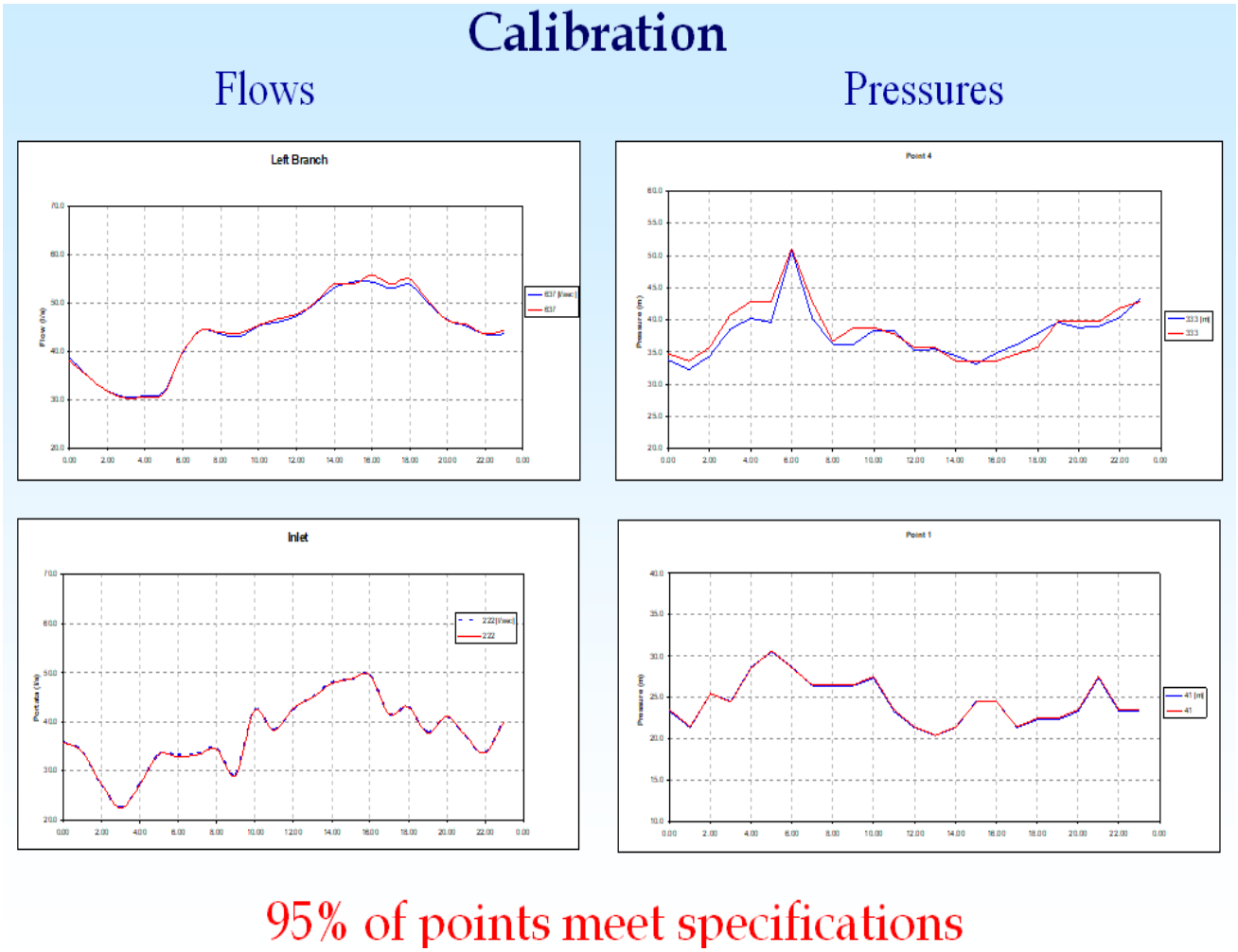
أولاً التدفق :

- بالنسبة للخطوط الناقلة والرئيسية يسمح بنسبة حيود ± ٥% من التصرف
- بالنسبة للخطوط الفرعية وخطوط التوزيع يسمح بنسبة حيود ± 10% من التصرف

ثانياً الضغط :

- أن يكون الضغط فى 85% من نقاط شبكة المنطقة المراد معايرتها فى حدود ± ١ متر
- أن يكون الضغط فى 95% من نقاط شبكة المنطقة المراد معايرتها فى حدود ± ٢ متر

مع الأخذ فى الإعتبار أن عملية معايرة شبكات المياه هى عملية مستمرة ولا تنتهي و تتطلب التعديل المستمر لمدخلات البرنامج (إستهلاكات ، معاملات الإحتكاك للمواسير ، نسب غلق وفتح المحابس ، ..... الخ)



Sources of Error in Calibration Model Data

مصادر الخطأ في النموذج الهيدروليكى

تتحدد مصادر الخطأ في النموذج الهيدروليكي في عدم دقة قراءات الضغوط أو مناسيب الأرض أو البيانات الخاصة بالشبكة أو المحطات.

الأقطار الداخلية ومعامل الخشونة للمواسير nominal versus actual pipe diameters and its roughness:

تختلف قيم الأقطار الأسمية والأقطار الفعلية للمواسير، حيث تختلف الأقطار الفعلية طبقا لعمر الماسورة ويتم تحديد معامل الخشونة للتعبير عن القطر الفعلي للماسورة وتغيره طبقا لعامل الزمن. وتم شرح كيفية حساب معامل الخشونة طبقا لعمر الماسورة.

$$h_l = k \frac{l * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

وطبقاً لمعادلة هازن – وليامز لحساب فواقد الاحتكاك فإن القطر الفعلي للماسورة له تأثير أكبر في حسابات فواقد الإحتكاك للماسورة عن قيمة معامل الخشونة لها C-value إلا أن تعديل معامل الخشونة للماسورة كتمثيل عن عمر الماسورة هو الأفضل حيث أن نسبة الخطأ بالقطر الفعلي للماسورة ستعطى قيمة كبيرة من الفاقد على الماسورة.

توزيع الاستهلاكات

طريقة توزيع الإستهلاكات سواء كانت على نقاط الربط في النموذج الهيدروليكي أو على طول الماسورة تساهم في تحديد نسبة الخطأ في نتائج النموذج الهيدروليكى وإختلافها عن النتائج الفعلية، بالإضافة إلى معامل تغير الاستهلاك مع الزمن و هو عامل هام عند إستخدام النموذج الهيدروليكى بطريقة EPS

تحديث الشبكات:

في حالة إنشاء شبكات جديدة أو عمل توصيلات جديدة يجب أن يتم تحديث خرائط الشبكة وعمل تحديث مستمر للشبكات.

هيكل الشبكة (Skeltonization)

المستوى الذي تم به إعداد النموذج الهيدروليكى به يمكن أن يكون له تأثير كبير على عملية المعايرة، فمن الممكن أن يتم عمل Skeletonizaion للنموذج الهيدروليكي ينشأ عنه الإستغناء عن بعض الخطوط الهامة بالشبكة.

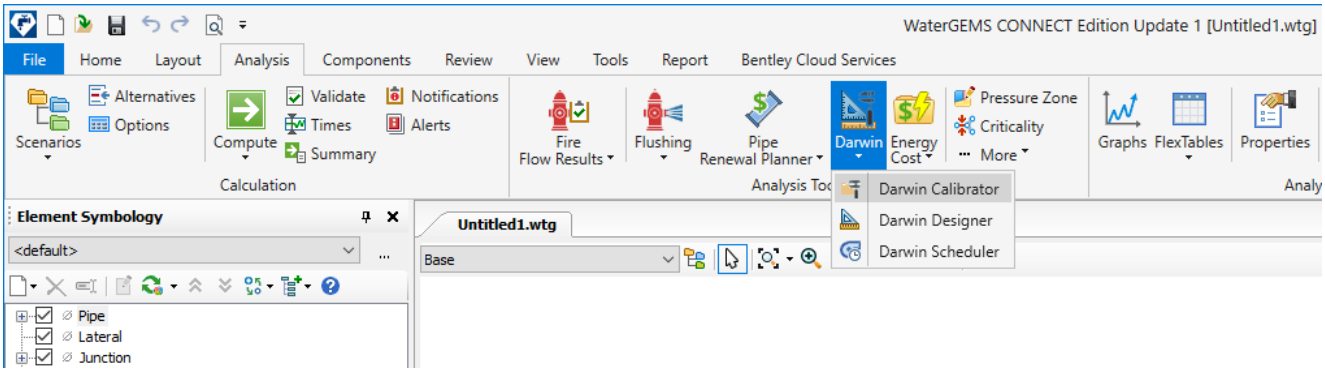
حالة المحابس :

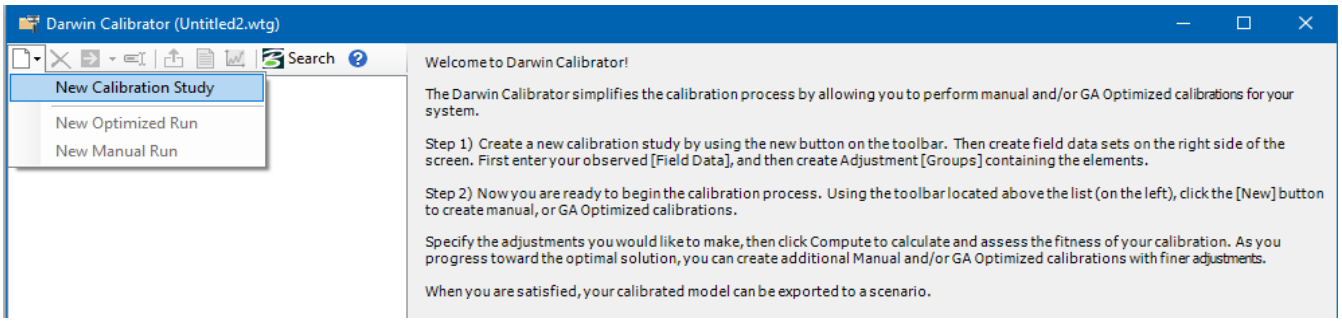
حالة المحابس الموجودة بالشبكة من حيث الفتح والغلق أو تلك التي تكون بها نسبة غلق معينة لها أثر كبير على النتائج بالنموذج الهيدروليكي لذا يجب التأكد من حالات جميع المحابس وتمثيلها بالنموذج.

ثانياً :- المعايرة باستخدام Darwin calibrator

المرحلة الأولى إدخال البيانات الحقلية:

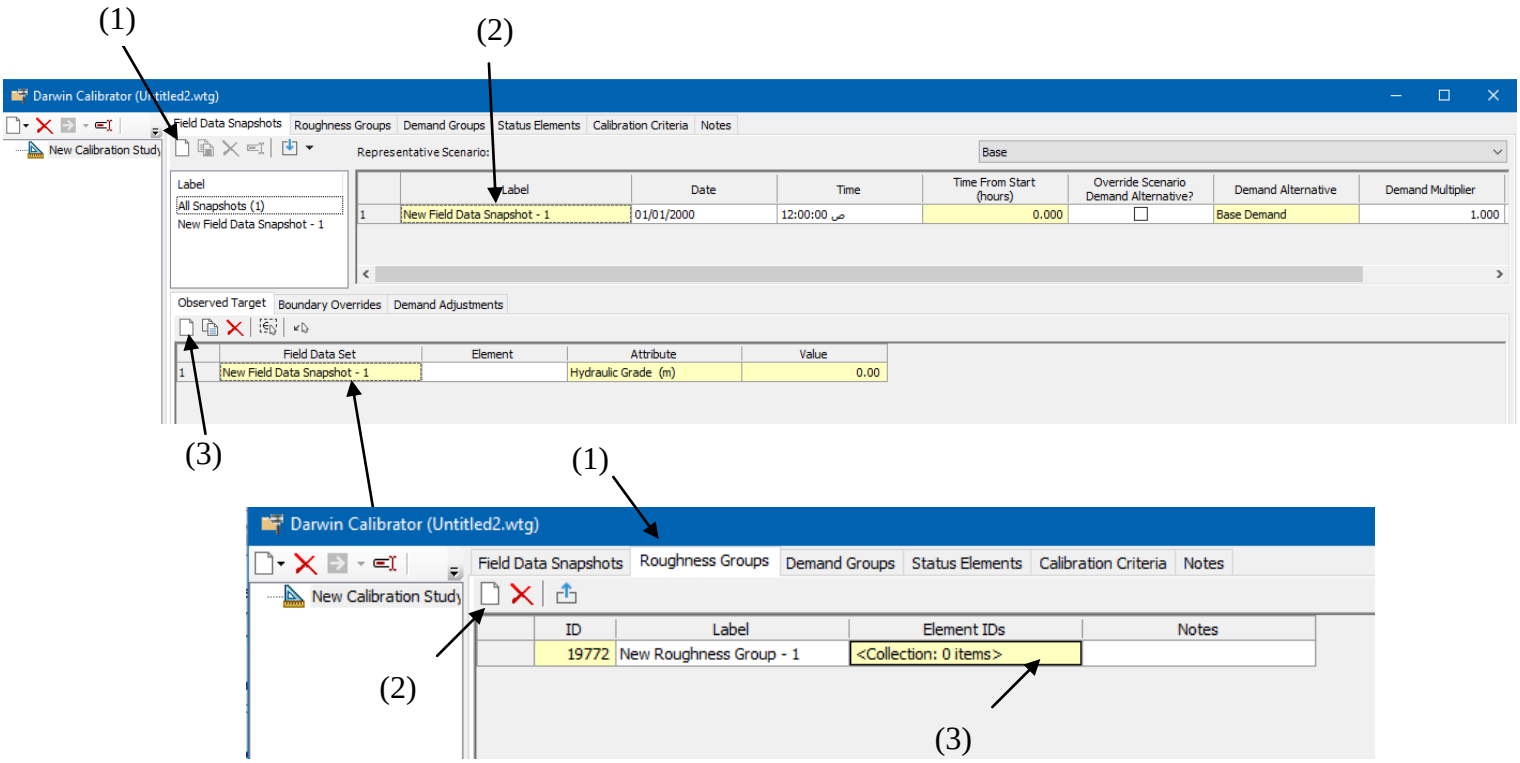
يتم إدخال البيانات الفعلية التي تم قياسها بالشبكة من خلال Darwin Calibrator ببرنامج WaterCad ونبدأ دراسة معايرة جديدة New calibration Study



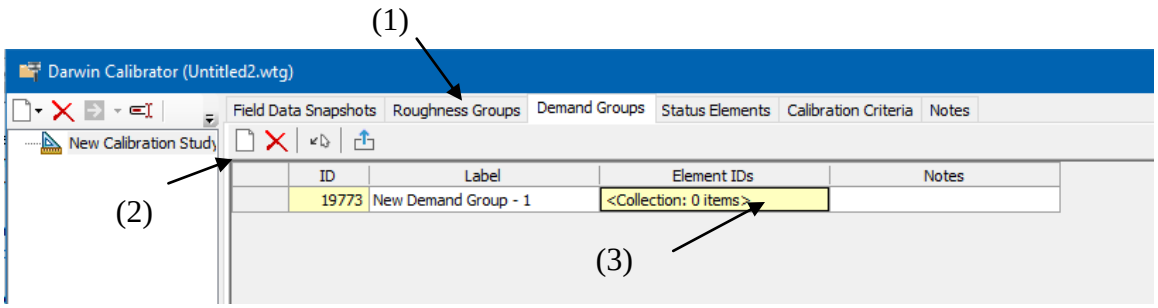


خطوات إدخال البيانات الحقلية التي تم قياسها على الطبيعة:

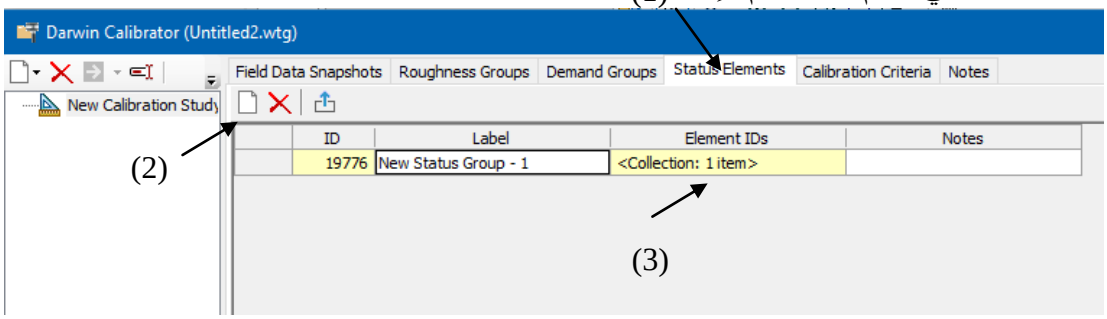
(١)عمل مجموعة قياسات جديدة.
(٢) إدخال التاريخ والوقت الذي تم الحصول على القياسات به.
(٣) ، (٤) إدخال نقط القياس سواء كانت ضغط عند إختيار العنصر Junction أو تصرف عند إختيار العنصر Pipe وتسجيل القيم الخاصة بكل منها.


(1)
(2)
Darwin Calibrator (Untitled2.wtg)
Field Data Snapshots
Roughness Groups
Demand Groups
Status Elements
Calibration Criteria
Notes
New Calibration Study
Representative Scenario:
Base
Label
All Snapshots (1)
New Field Data Snapshot - 1
Label
Date
Time
Time From Start (hours)
Override Scenario Demand Alternative?
Demand Alternative
Demand Multiplier
1
New Field Data Snapshot - 1
01/01/2000
12:00:00 ص
0.000
Base Demand
1.000
Observed Target
Boundary Overrides
Demand Adjustments
Field Data Set
Element
Attribute
Value
1
New Field Data Snapshot - 1
Hydraulic Grade (m)
0.00
(3)
(1)
Darwin Calibrator (Untitled2.wtg)
Field Data Snapshots
Roughness Groups
Demand Groups
Status Elements
Calibration Criteria
Notes
New Calibration Study
ID
Label
Element IDs
Notes
19772
New Roughness Group - 1
<Collection: 0 items>
(2)
(3)

إدخال مجموعات المواسير التي سيتم تعديل معامل الخشونة Roughness لها.

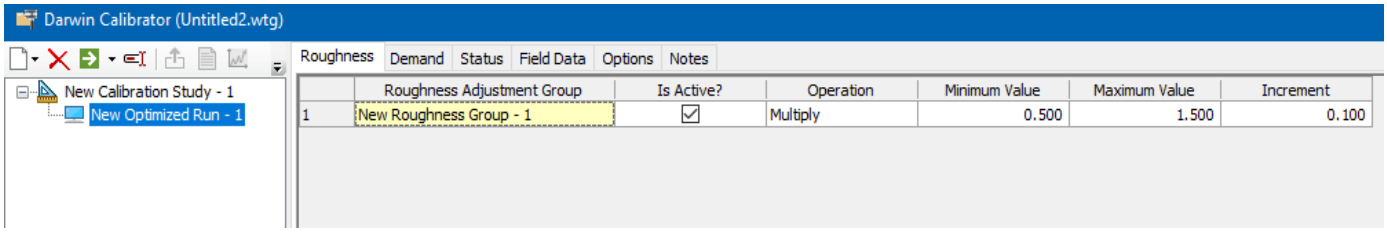


إدخال مجموعات النقاط التي سيتم تعديل قيم الإستهلاكات Demands بها

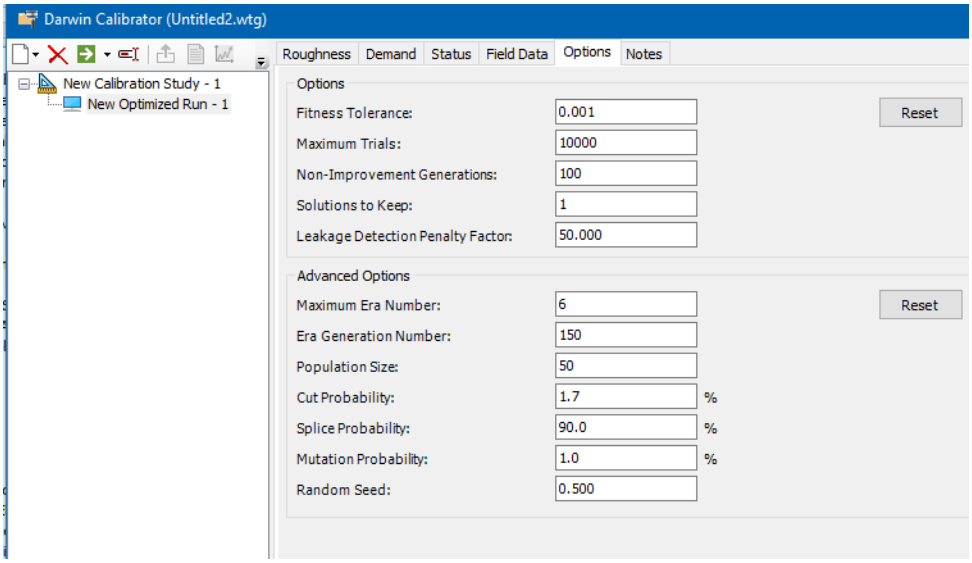


إدخال مجموعات المواسير والمحابس التي سيتم تعديل حالات التشغيل status لها

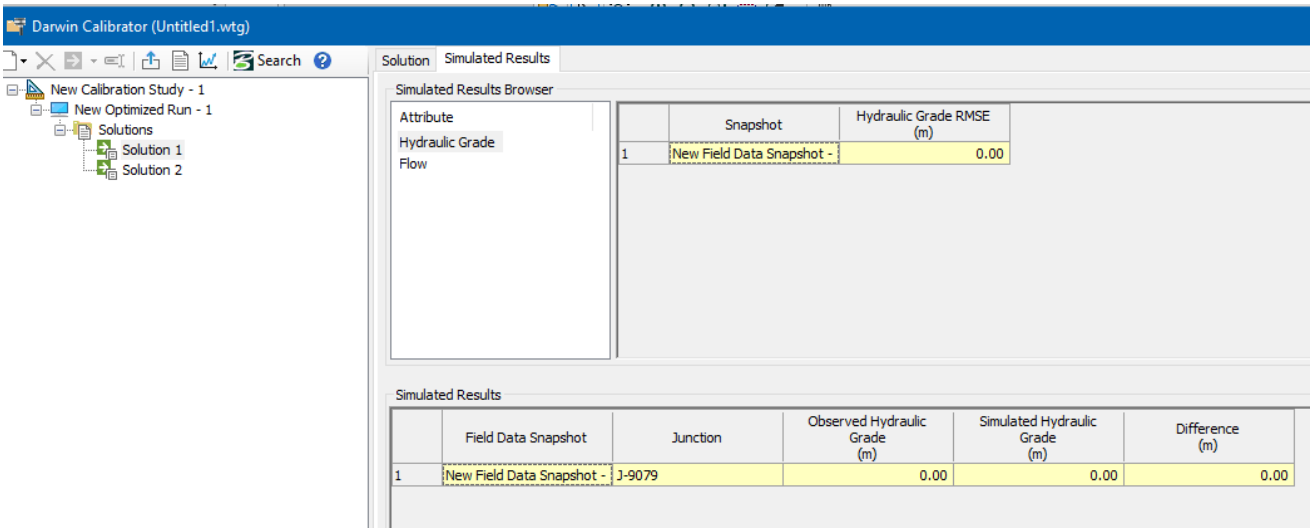
وبعد تسجيل جميع بيانات القياس وتحديد المجموعات يتم عمل new optimized calibration study



ثم يتم إختيار مجموعات معامل الخشونة Roughness ومجموعات الإستهلاكات Demand ومجموعات حالات التشغيل Status مع تحديد الحد الأدنى والحد الأقصى للتعديل المستهدف لكل منها.



و من قائمة Options يتم تحديد عدد مرات المحاولات Maximum Trials التي سيعمل بها البرنامج وذلك لتحديد القيم التي ستؤدى الى اقرب نتائج مقارنة بالقياسات التي تم تسجيلها في الخطوات الأولى.
كما يتم تحديد عدد الحلول التي سيتم الاحتفاظ بها وعرض نتائجها على المستخدم Solutions to keep لإختيار الحل الأفضل.
و في النهاية نقوم بعمل Run لإجراء الحسابات وعرض الحلول الممكنة لعمل معايرة للنموذج الهيدروليكي.

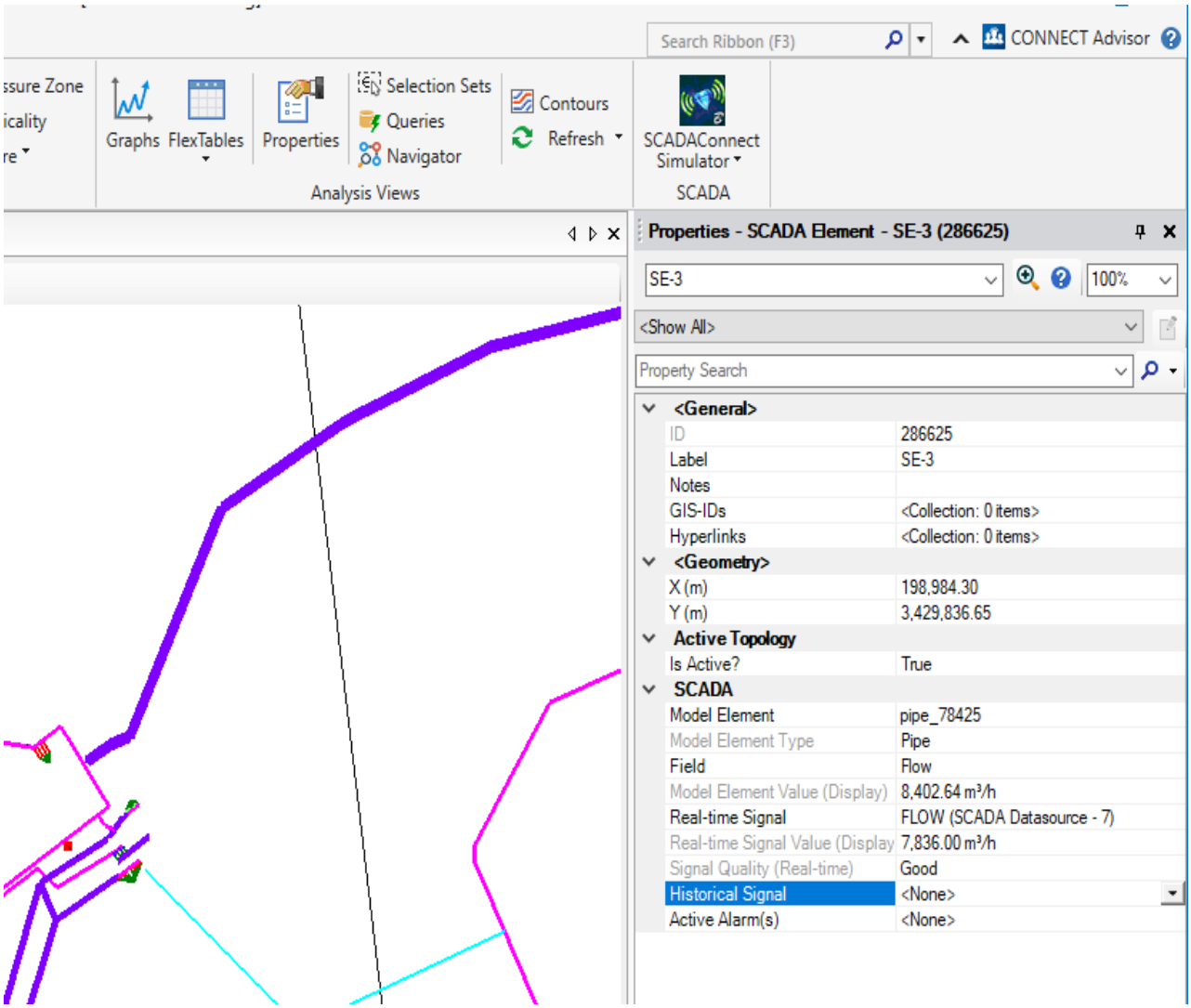


ثالثاً :- المعايرة عن طريق الإسكادا

وفي هذه الطريقة يتم إستخدام البيانات المسجلة من نظام الإسكادا فى عملية المعايرة وتنقسم إلى طريقتين:

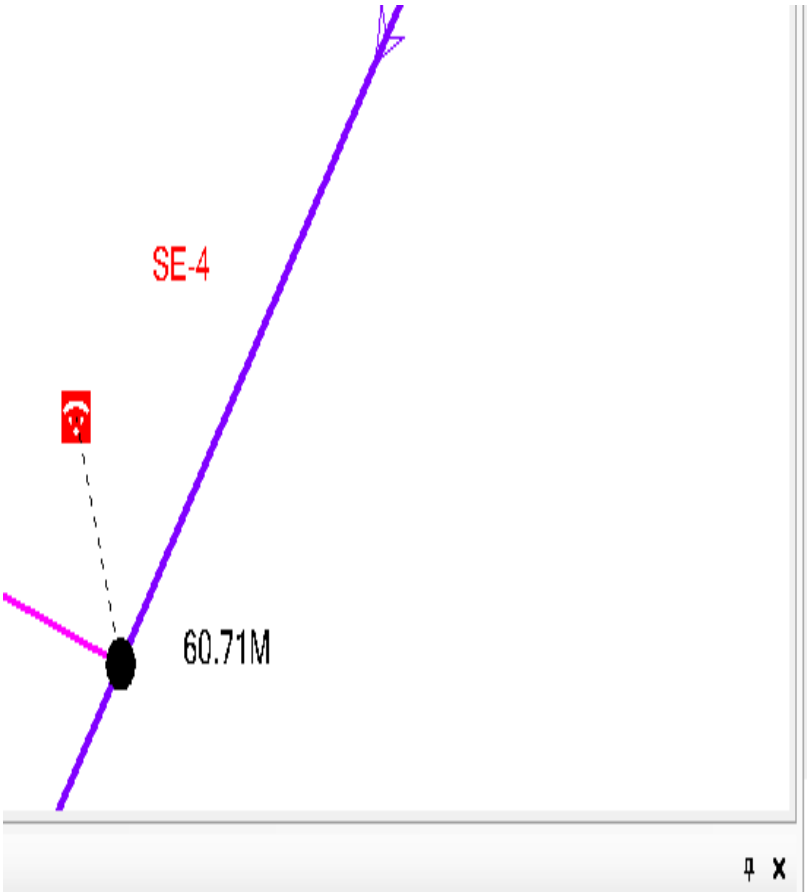
تعديل المدخلات يدوياً

وفى هذه الطريقة يتم إدخال بيانات الإسكادا عن طريق scada element حسب نوع البيانات فمثلاً إذا كانت البيانات تحتوي على قيم للضغوط يتم تعريفها ب junction الخاصة بها على النموذج أما فى حالة بيانات التصرف يتم ربط scada element بالماسورة الخاصة بها على النموذج.



فى هذا المثال يتضح الفرق بين قيم التصرف فى محطة مياه الكيلو40 بالاسكندرية على النموذج و القيم من نظام الإسكادا ويمكن تعديل قيم الإستهلاكات يدوياً حتى يقل الفرق بين القيمتين.

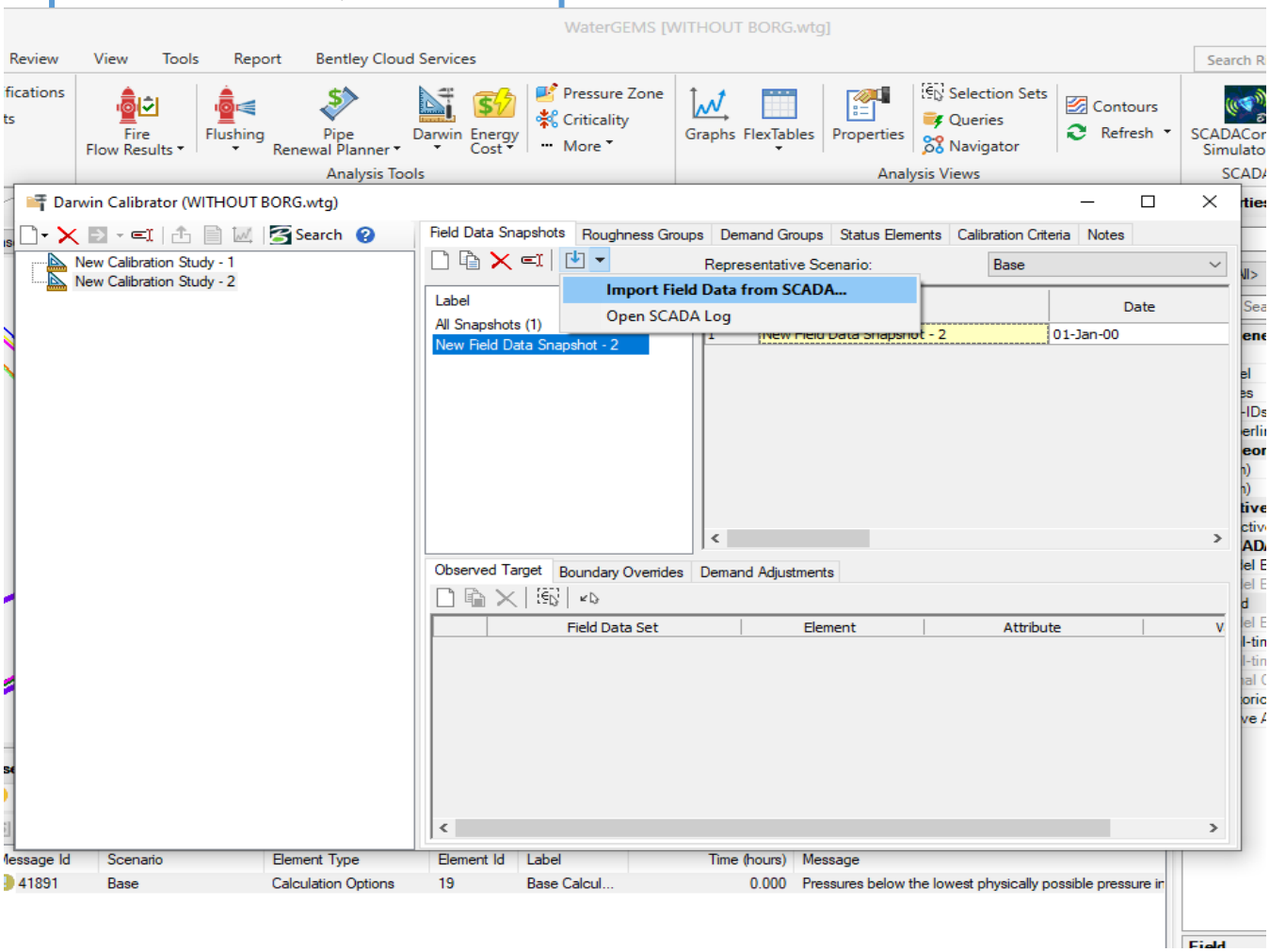
مثال يوضح الفرق بين قيم الضغط فى محطة مياه الكيلو40 بالاسكندرية على النموذج والقيم من نظام الإسكادا يمكن تعديل قيم الإستهلاكات أو تشغيل الطلمبات يدوياً حتى يقل الفرق بين القيمتين.



Notes	
GIS-IDs	<Collection: 0 items>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
<Geometry>	
X (m)	199,051.11
Y (m)	3,429,863.81
Active Topology	
Is Active?	True
SCADA	
Model Element	jun_587
Model Element Type	Junction
Field	Pressure
Model Element Value (Display)	61 m H2O
Real-time Signal	sharky 3 (SCADA Datasource - 8)
Real-time Signal Value (Display	62 m H2O
Signal Quality (Real-time)	Good
Historical Signal	<None>
Active Alarm(s)	<None>

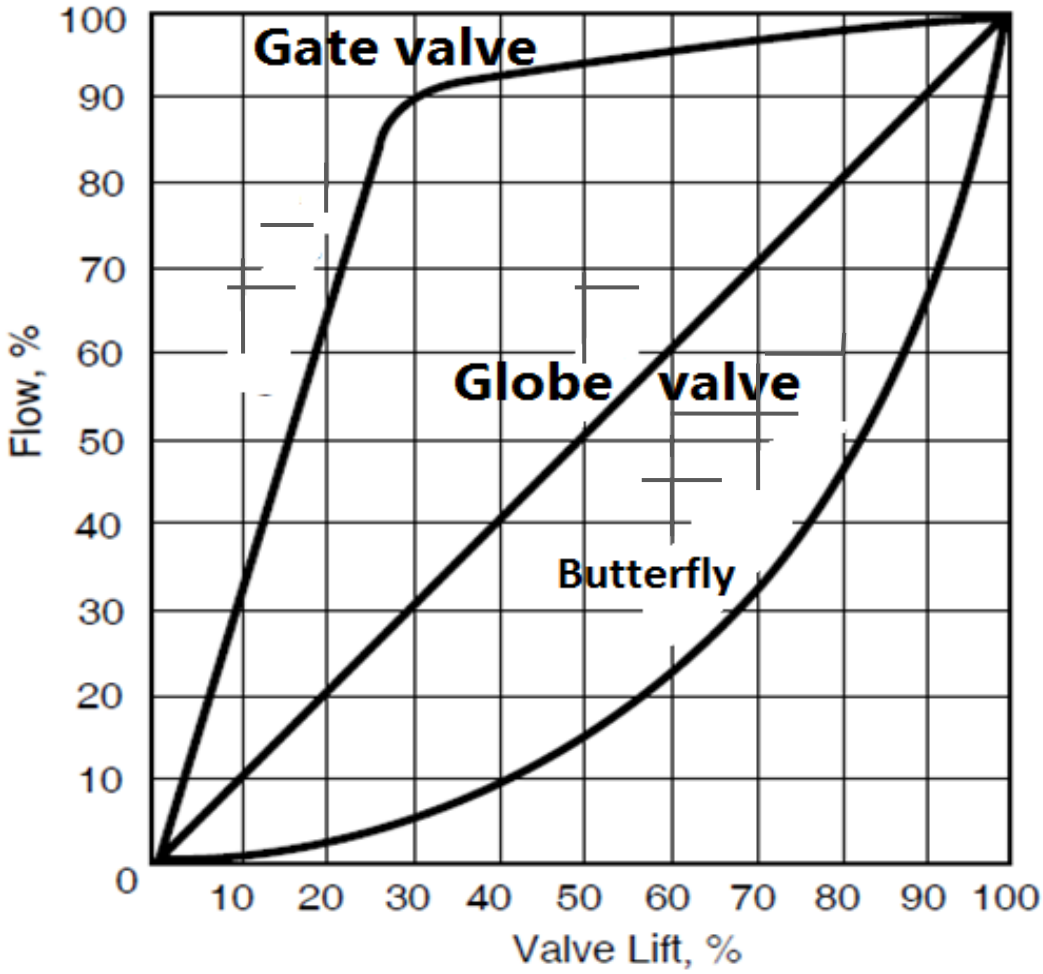
تعديل المدخلات أوتوماتيكياً

وفى هذه الطريقة يتم إدخال بيانات الإسكادا كلها سواء كانت تصرف أو ضغط إلى عناصر الشبكة الخاصة بها ثم إستخدام هذه البيانات كمدخلات ل Darwin calibrator ويقوم البرنامج تلقائياً بتعديل قيم الإستهلاكات ومعامل هازن ويليام للمواسير حتى تتطابق القيم الناتجة من النموذج مع قيم الإسكادا



ولكن هذه الطريقة تحتاج إلى وجود عدد كبير من القياسات (تصرف وضغط) ولفترات زمنية طويلة ولا يمكن الإعتماد على القراءات داخل المحطات فقط بل يجب تدعيمها بقراءات من شبكة التوزيع حتى تتم عملية المعايرة بالدقة المطلوبة.

إستخدام المحابس في التحكم في التصرف



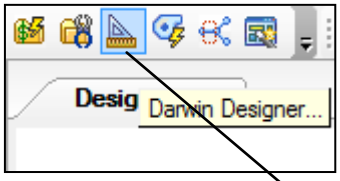
يتضح من المنحنى أن المحابس من نوع محبس السكينة (gate valve) لا تصلح فى عملية التحكم فى التصرف حيث أنه يمرر ٦٠% من التصرف عند فتحة حوالي ٢٠% أما محبس الفراشة (butterfly) يمكن إستخدامه فى التحكم فى التصرف ولكن فى حدود معينة (من ٣٠% إلى٧٠%) فقط وهو غير فعال خارج هذه الحدود أما المحابس من نوع (globe valve) هي الأفضل فى عملية التحكم حيث أن العلاقة بين نسبة الفتح وكمية التصرف علاقة خطية أي أن كل نسبة من فتح الحبس يقابلها نسبة مساوية من التصرف المار مما يجعلها الأفضل فى عملية التحكم فى التصرف.

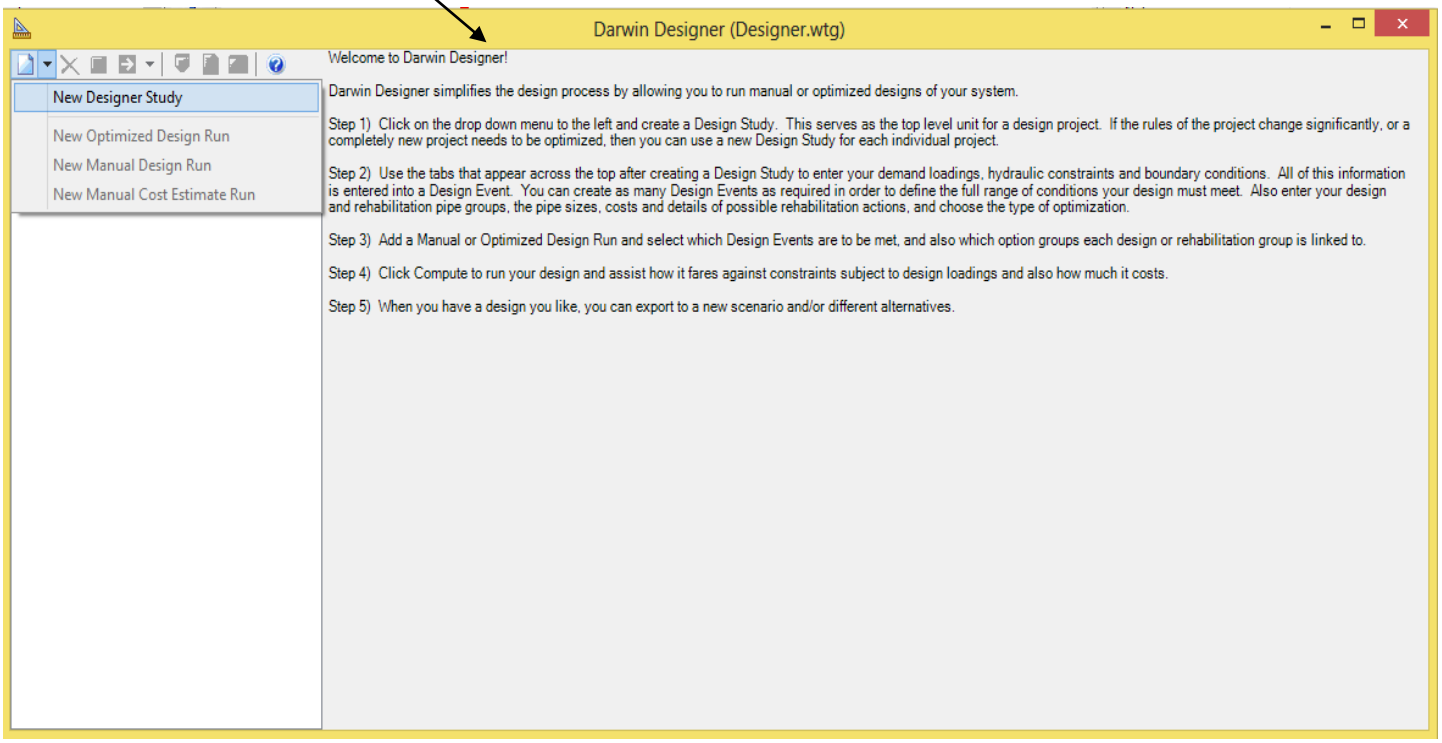
ملاحظة: الإعتماد على إستخدام المحابس في التحكم في التصرف لمدة طويلة قد تقلل من الإستفادة الكلية للمنظومة على مدى العمر الإفتراضي لها بنسبة تصل إلى حوالي ٢٥%

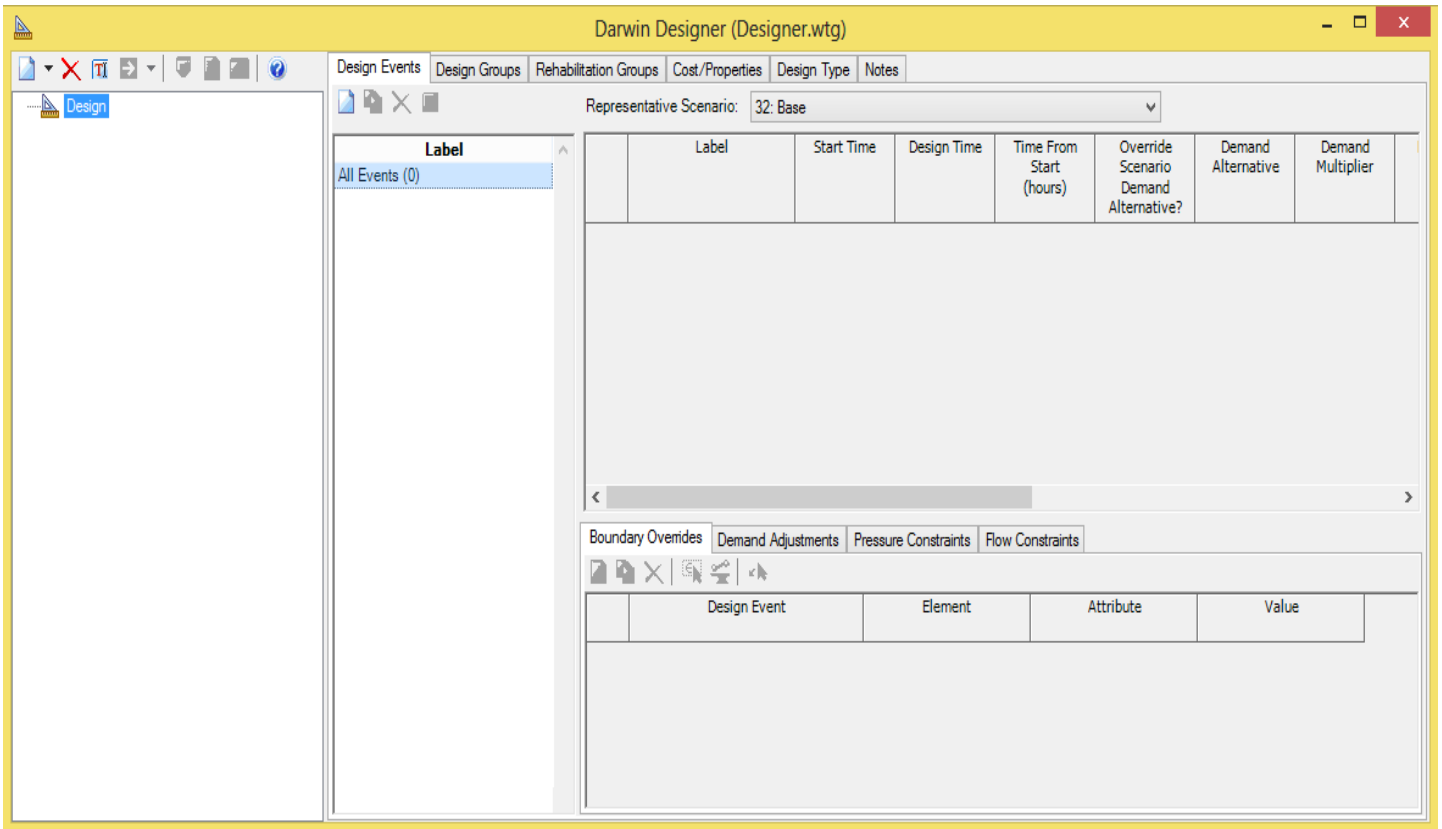
الفصل الرابع

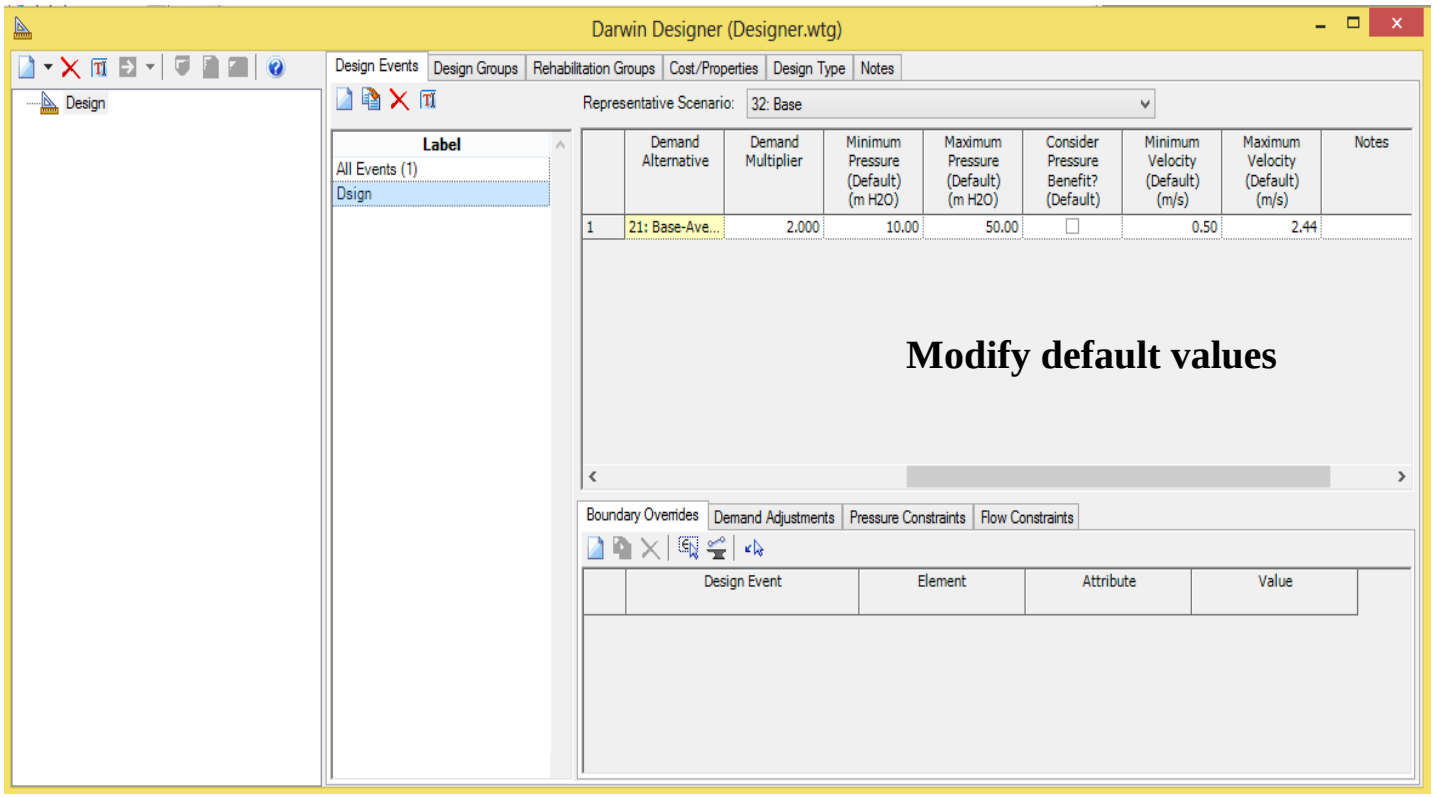
تصميم شبكات مياه الشرب بإستخدام
Darwin Designer-Skelebrator

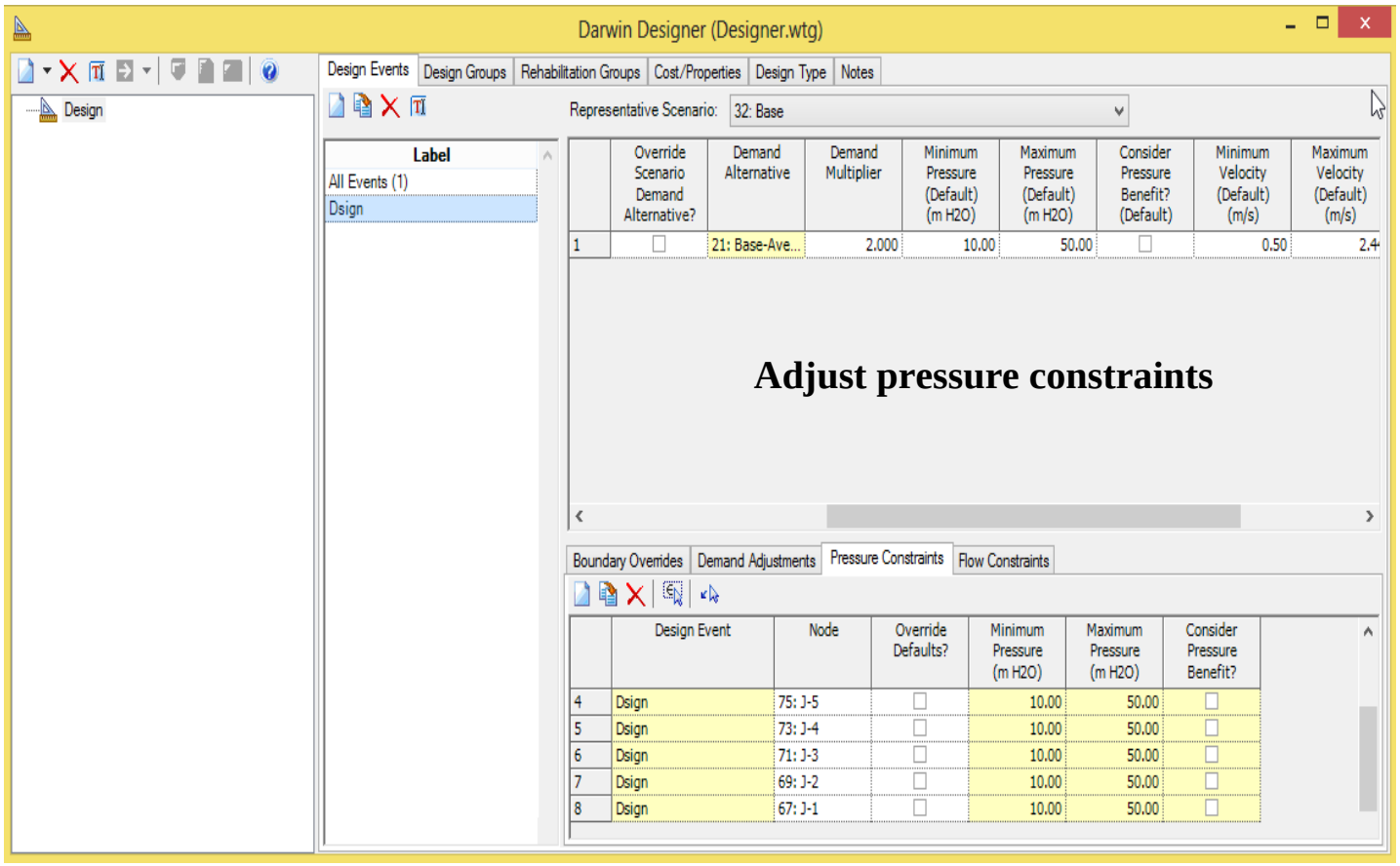
Darwin designer من التطبيقات الهامة التى تستخدم فى المساعدة على إعداد تصميم للشبكة وخطواته كما هو مبين بالأشكال التالية:

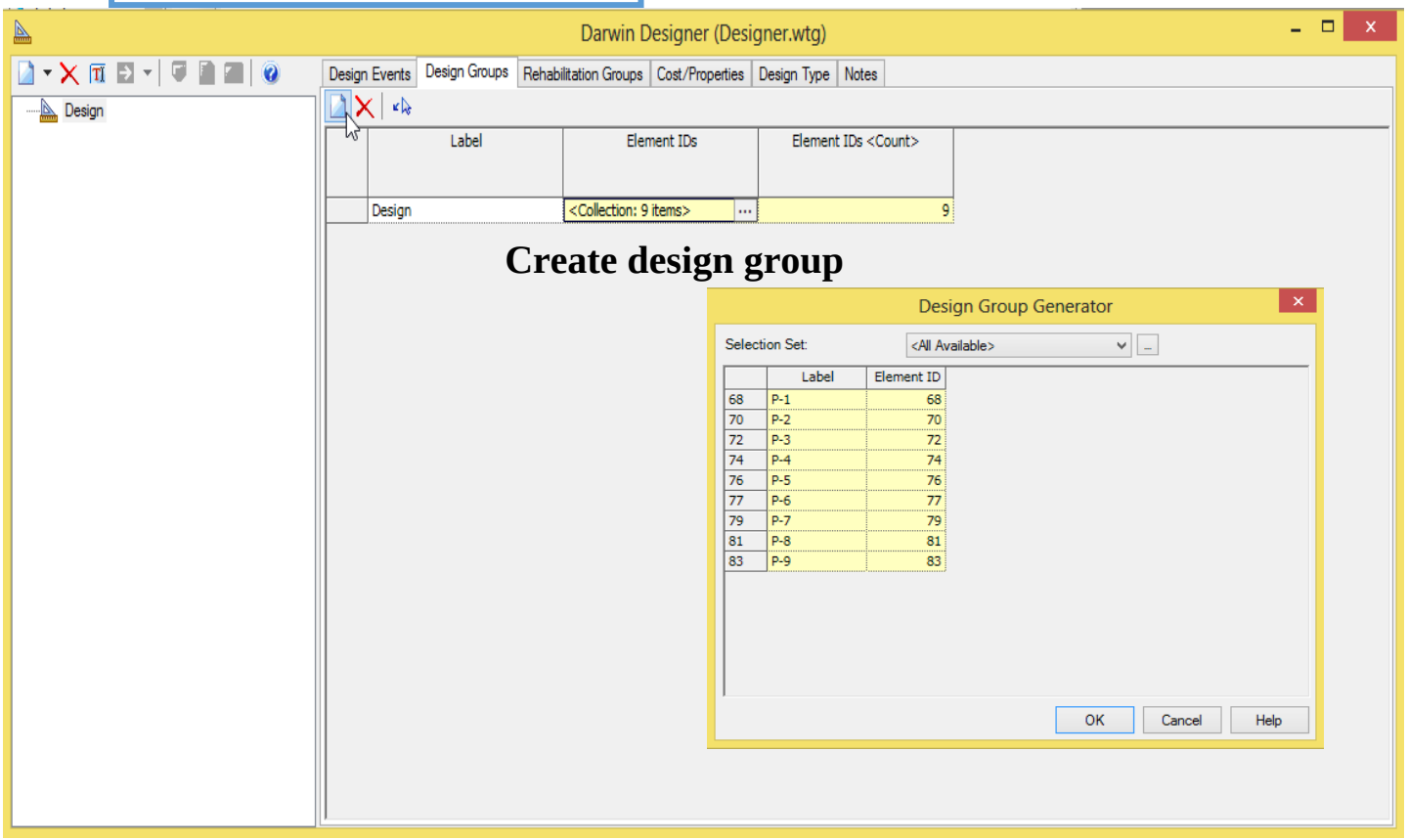


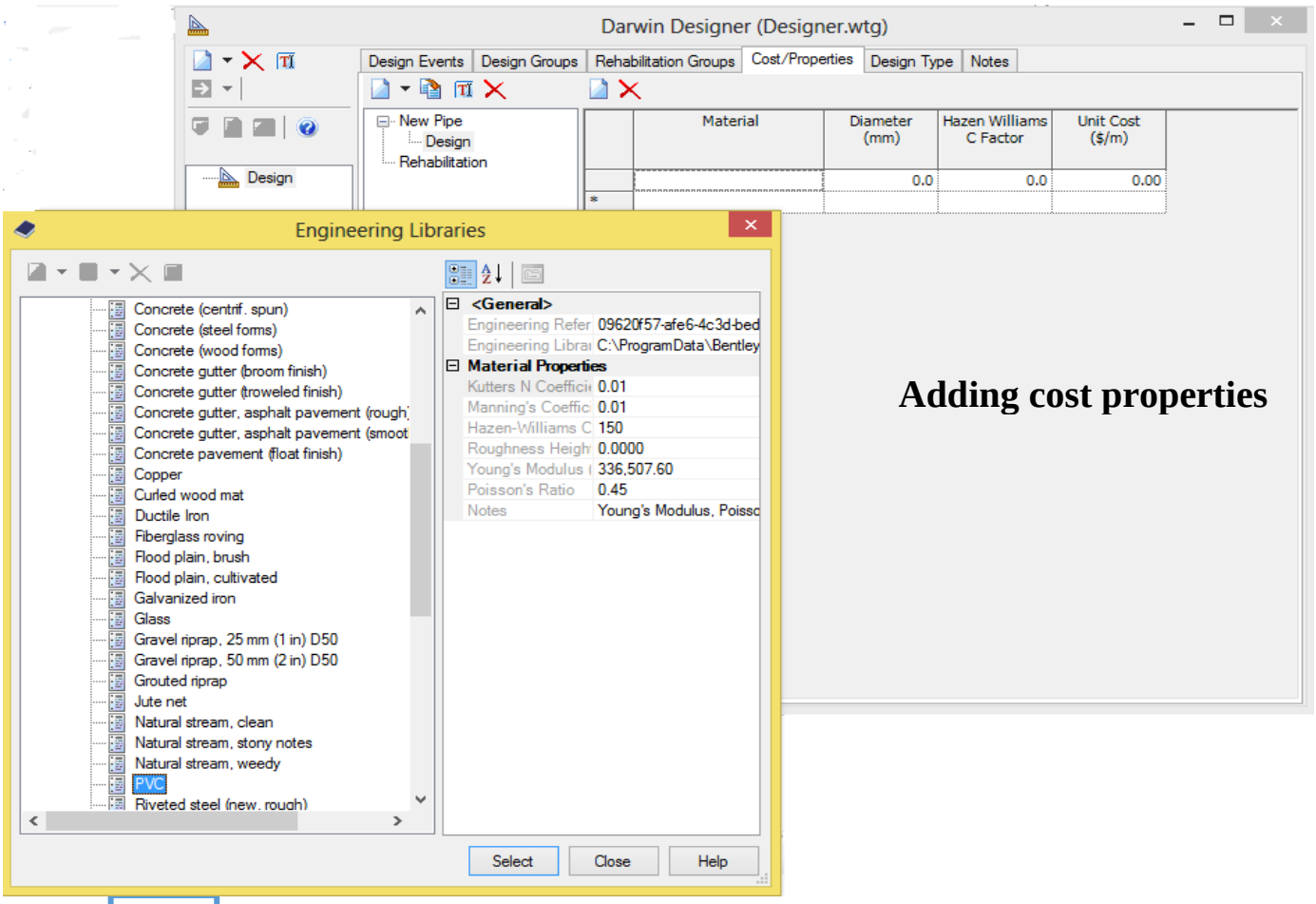


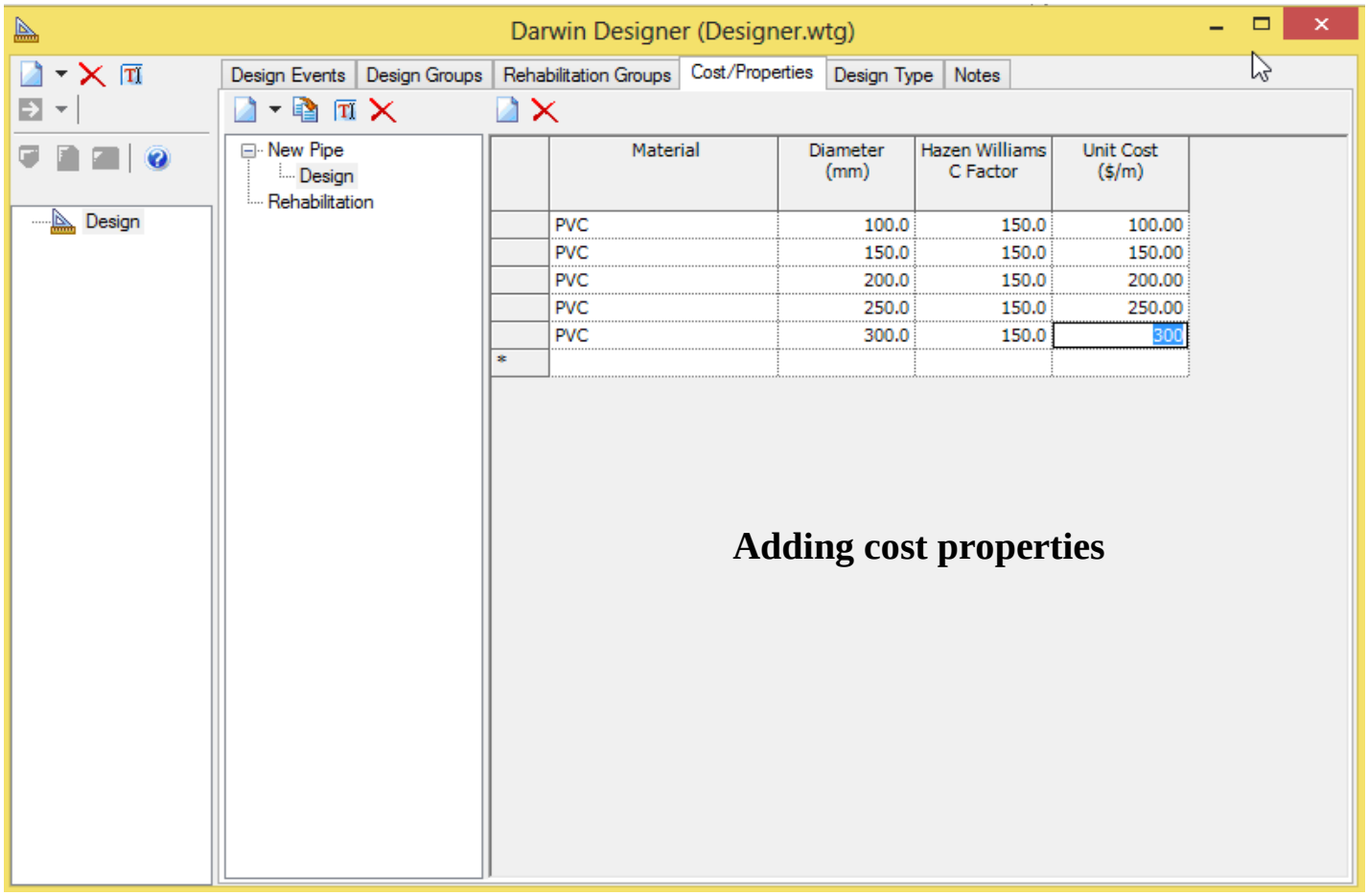



Darwin Designer (Designer.wtg)
Design Events
Design Groups
Rehabilitation Groups
Cost/Properties
Design Type
Notes
Design
Representative Scenario:
32: Base
Label
All Events (1)
Dsign
Demand Alternative
Demand Multiplier
Minimum Pressure (Default) (m H2O)
Maximum Pressure (Default) (m H2O)
Consider Pressure Benefit? (Default)
Minimum Velocity (Default) (m/s)
Maximum Velocity (Default) (m/s)
Notes
1
21: Base-Ave...
2.000
10.00
50.00
0.50
2.44
Modify default values
Boundary Overrides
Demand Adjustments
Pressure Constraints
Flow Constraints
Design Event
Element
Attribute
Value

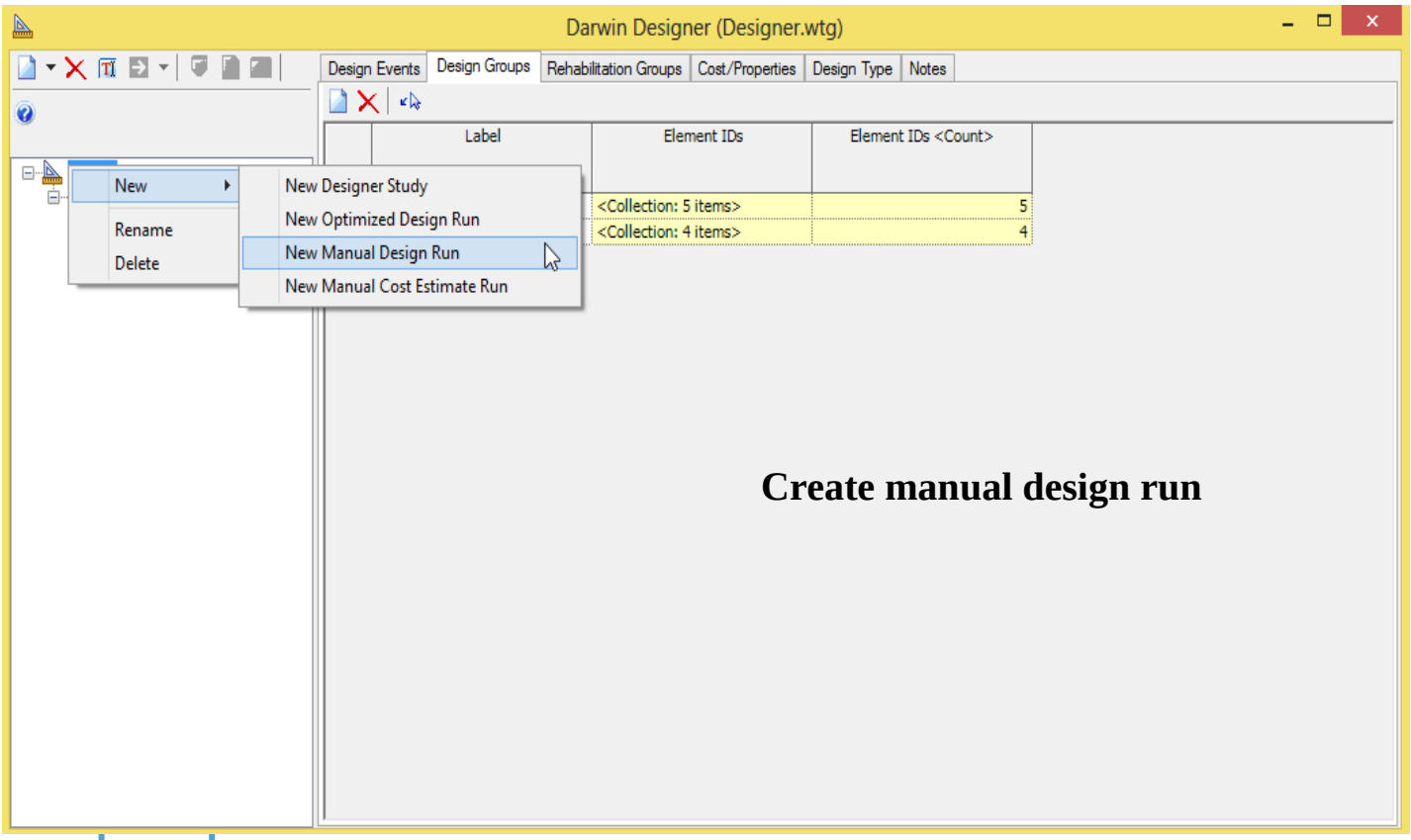

Darwin Designer (Designer.wtg)
Design Events
Design Groups
Rehabilitation Groups
Cost/Properties
Design Type
Notes
Design
Representative Scenario:
32: Base
Label
All Events (1)
Dsign
Override Scenario Demand Alternative?
Demand Alternative
Demand Multiplier
Minimum Pressure (Default) (m H2O)
Maximum Pressure (Default) (m H2O)
Consider Pressure Benefit? (Default)
Minimum Velocity (Default) (m/s)
Maximum Velocity (Default) (m/s)
1
21: Base-Ave...
2.000
10.00
50.00
0.50
Adjust pressure constraints
Boundary Overrides
Demand Adjustments
Pressure Constraints
Flow Constraints
Design Event
Node
Override Defaults?
Minimum Pressure (m H2O)
Maximum Pressure (m H2O)
Consider Pressure Benefit?
4 Dsign 75: J-5 10.00 50.00
5 Dsign 73: J-4 10.00 50.00
6 Dsign 71: J-3 10.00 50.00
7 Dsign 69: J-2 10.00 50.00
8 Dsign 67: J-1 10.00 50.00


Darwin Designer (Designer.wtg)
Design Events
Design Groups
Rehabilitation Groups
Cost/Properties
Design Type
Notes
Design
Label
Element IDs
Element IDs <Count>
Design
<Collection: 9 items>
9
Create design group
Design Group Generator
Selection Set:
<All Available>
Label
Element ID
68 P-1 68
70 P-2 70
72 P-3 72
74 P-4 74
76 P-5 76
77 P-6 77
79 P-7 79
81 P-8 81
83 P-9 83
OK
Cancel
Help

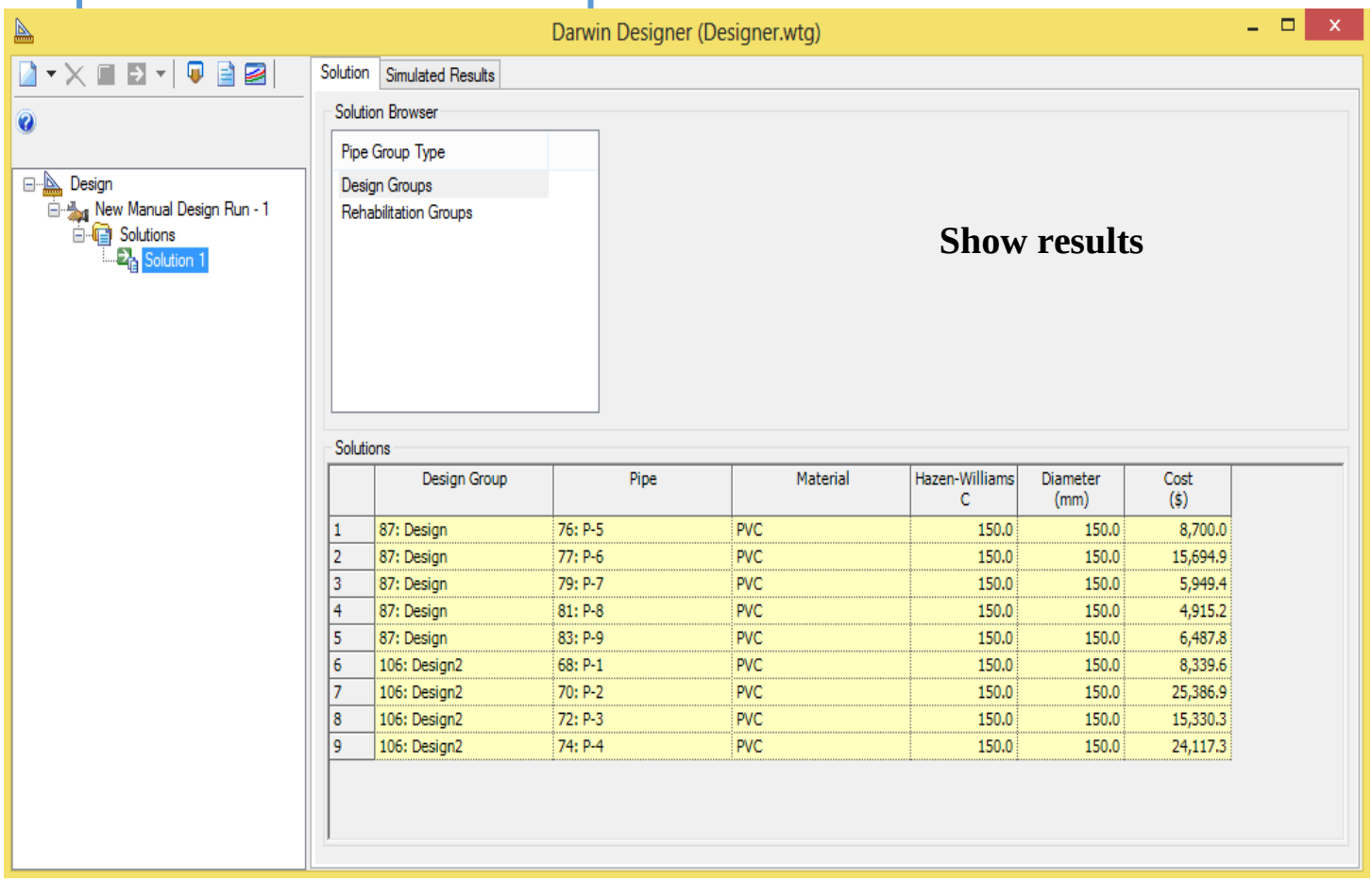

Darwin Designer (Designer.wtg)
Design Events
Design Groups
Rehabilitation Groups
Cost/Properties
Design Type
Notes
New Pipe
Design
Rehabilitation
Material
Diameter (mm)
Hazen Williams C Factor
Unit Cost ($/m)
0.0
0.0
0.00
Engineering Libraries
Concrete (centrif. spun)
Concrete (steel forms)
Concrete (wood forms)
Concrete gutter (broom finish)
Concrete gutter (troweled finish)
Concrete gutter, asphalt pavement (rough)
Concrete gutter, asphalt pavement (smoot
Concrete pavement (float finish)
Copper
Curled wood mat
Ductile Iron
Fiberglass roving
Flood plain, brush
Flood plain, cultivated
Galvanized iron
Glass
Gravel riprap, 25 mm (1 in) D50
Gravel riprap, 50 mm (2 in) D50
Grouted riprap
Jute net
Natural stream, clean
Natural stream, stony notes
Natural stream, weedy
PVC
Riveted steel (new, rough)
<General>
Engineering Refer 09620f57-afe6-4c3d-bed
Engineering Libra C:\ProgramData\Bentley
Material Properties
Kutters N Coeffici 0.01
Manning's Coeffic 0.01
Hazen-Williams C 150
Roughness Heigh 0.0000
Young's Modulus 336,507.60
Poisson's Ratio 0.45
Notes Young's Modulus, Poisso
Select
Close
Help
Adding cost properties



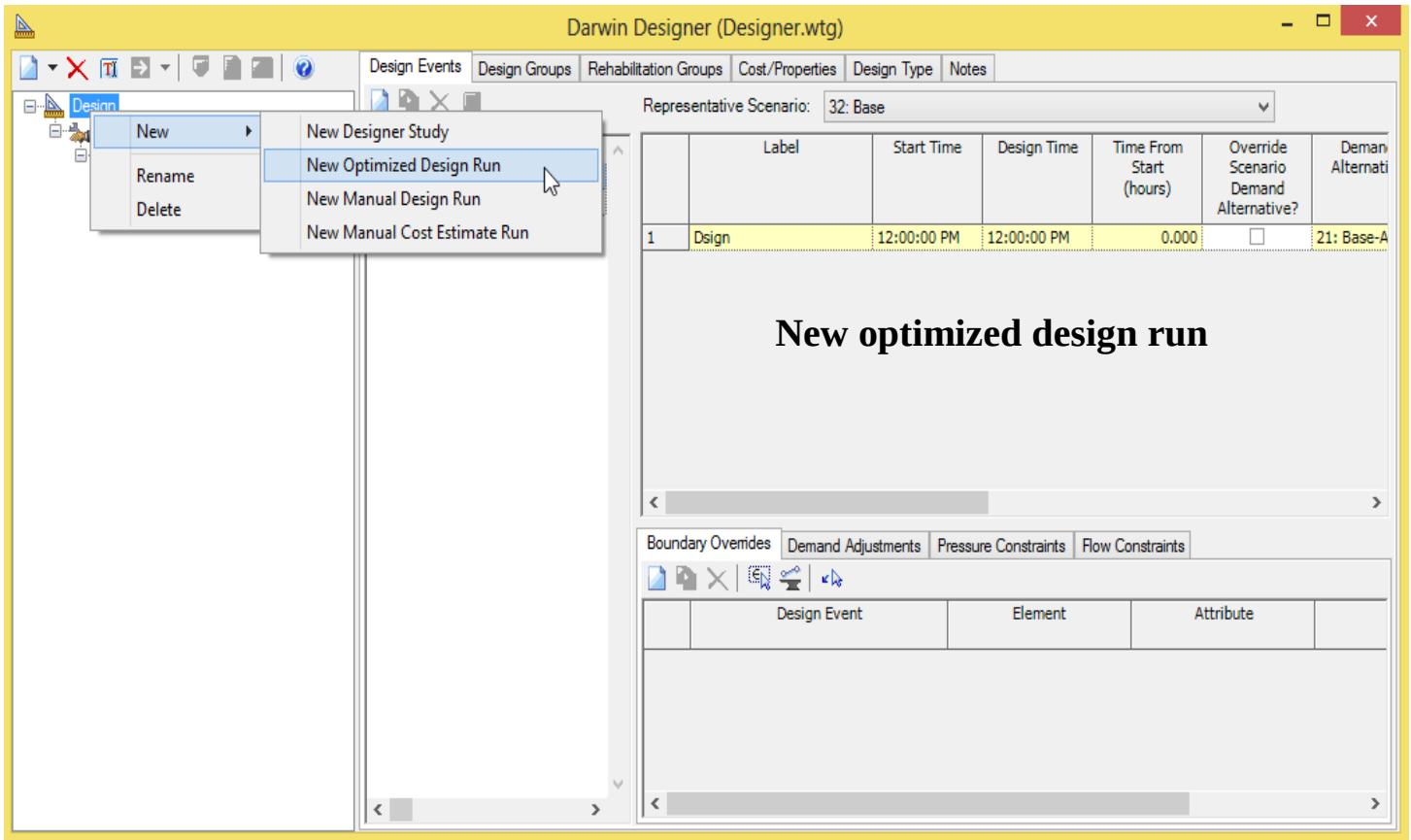
Adding cost properties

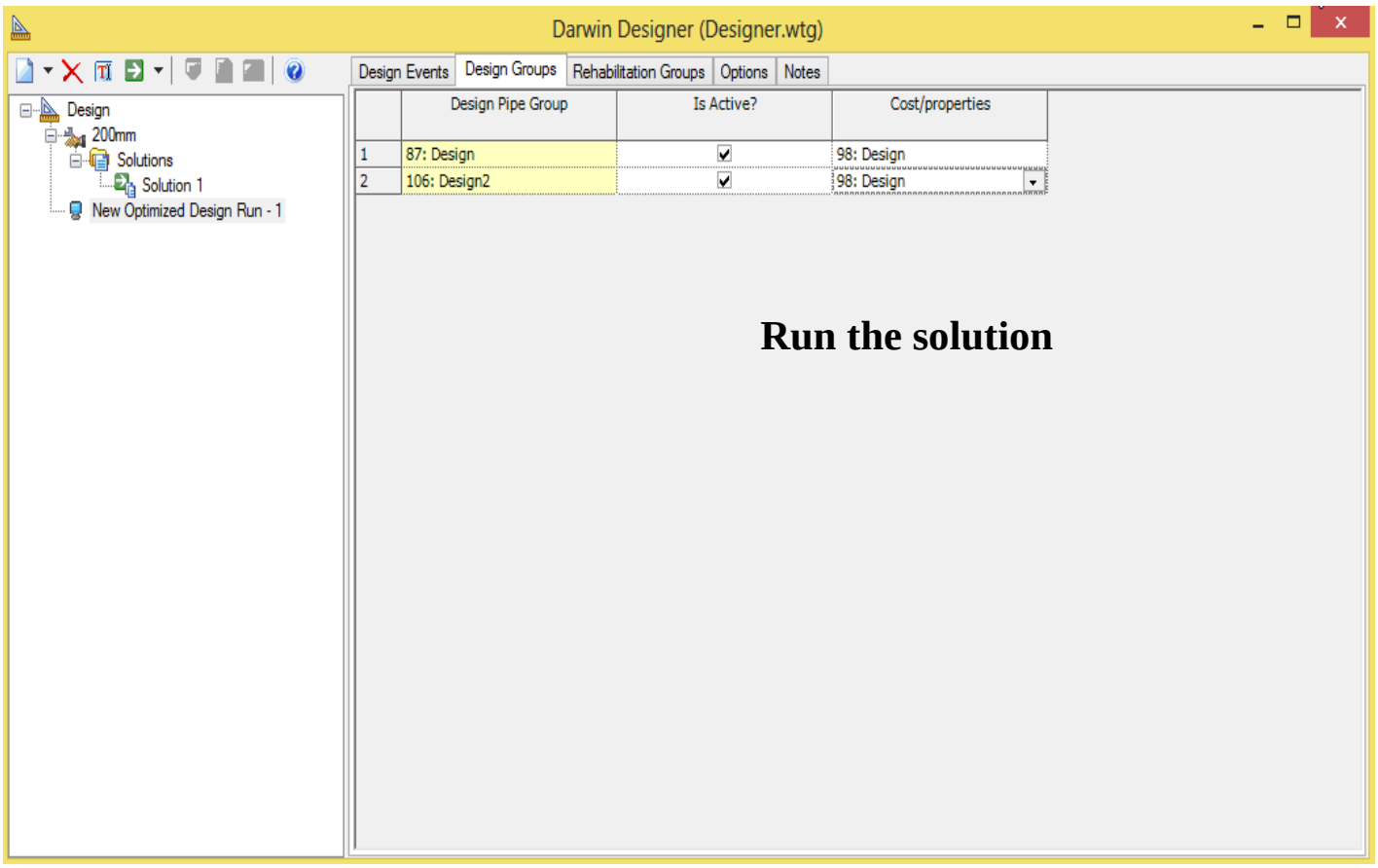


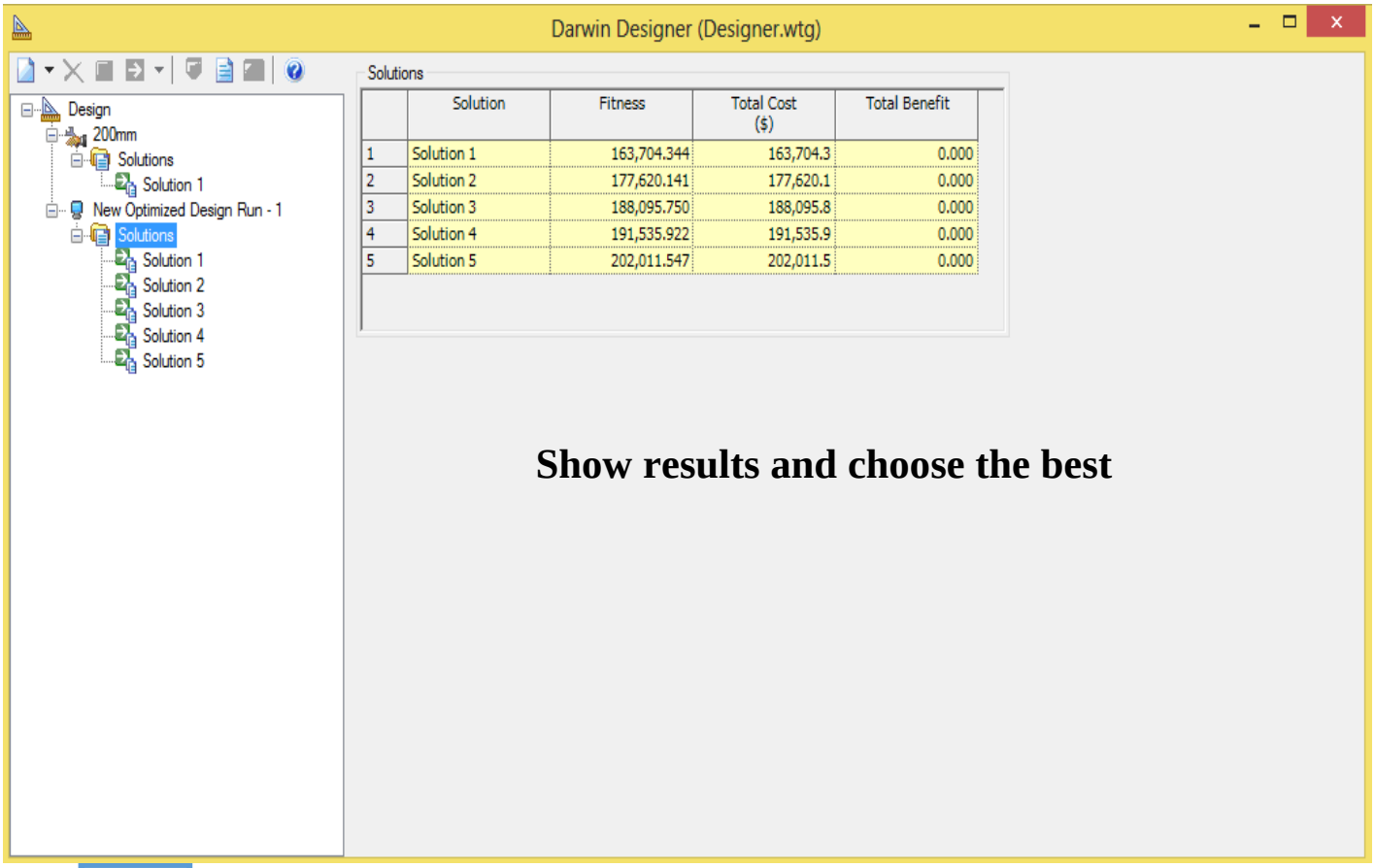
Create manual design run

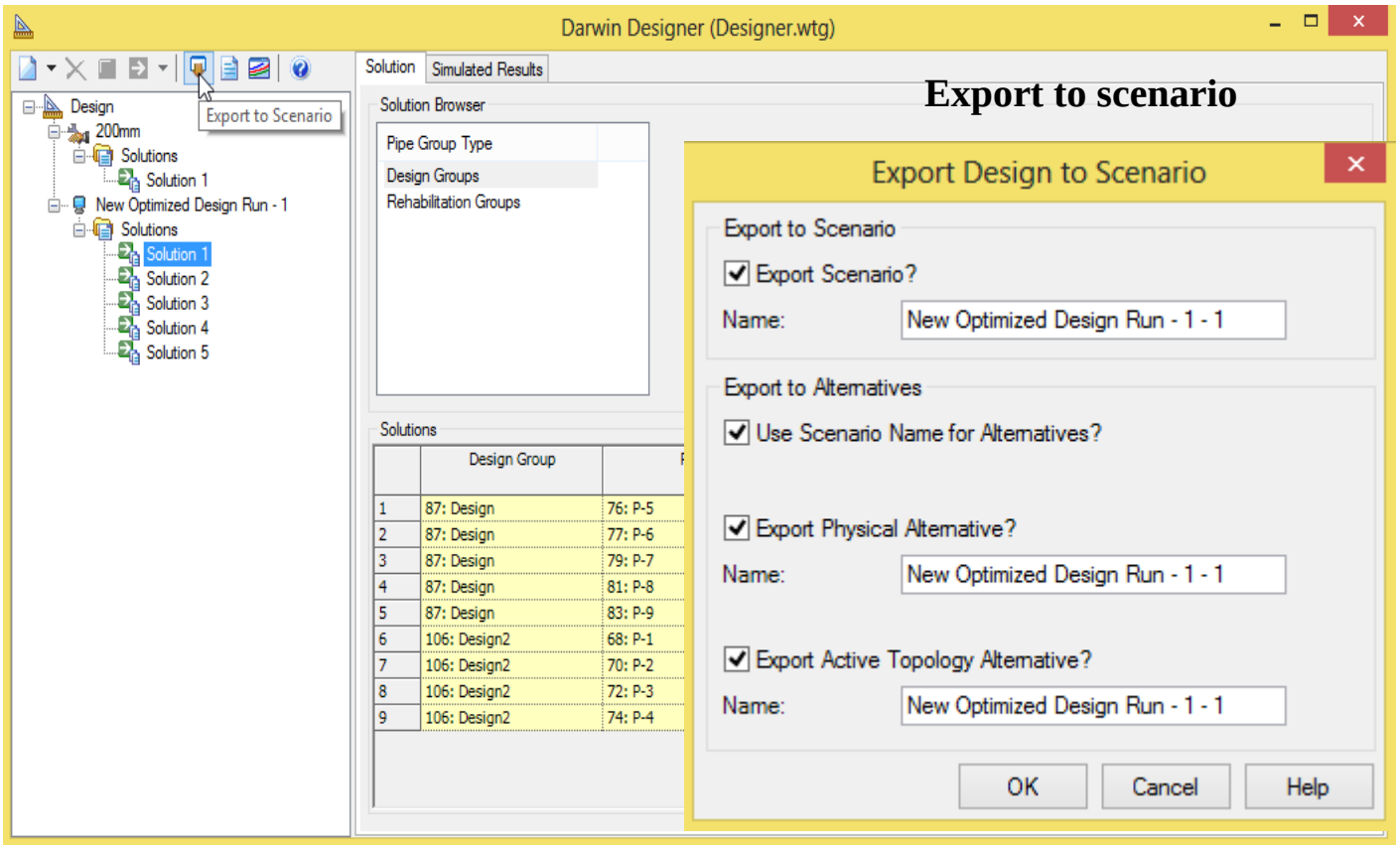


	Design Group	Pipe	Material	Hazen-Williams C	Diameter (mm)	Cost ($)
1	87: Design	76: P-5	PVC	150.0	150.0	8,700.0
2	87: Design	77: P-6	PVC	150.0	150.0	15,694.9
3	87: Design	79: P-7	PVC	150.0	150.0	5,949.4
4	87: Design	81: P-8	PVC	150.0	150.0	4,915.2
5	87: Design	83: P-9	PVC	150.0	150.0	6,487.8
6	106: Design2	68: P-1	PVC	150.0	150.0	8,339.6
7	106: Design2	70: P-2	PVC	150.0	150.0	25,386.9
8	106: Design2	72: P-3	PVC	150.0	150.0	15,330.3
9	106: Design2	74: P-4	PVC	150.0	150.0	24,117.3

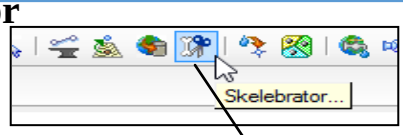


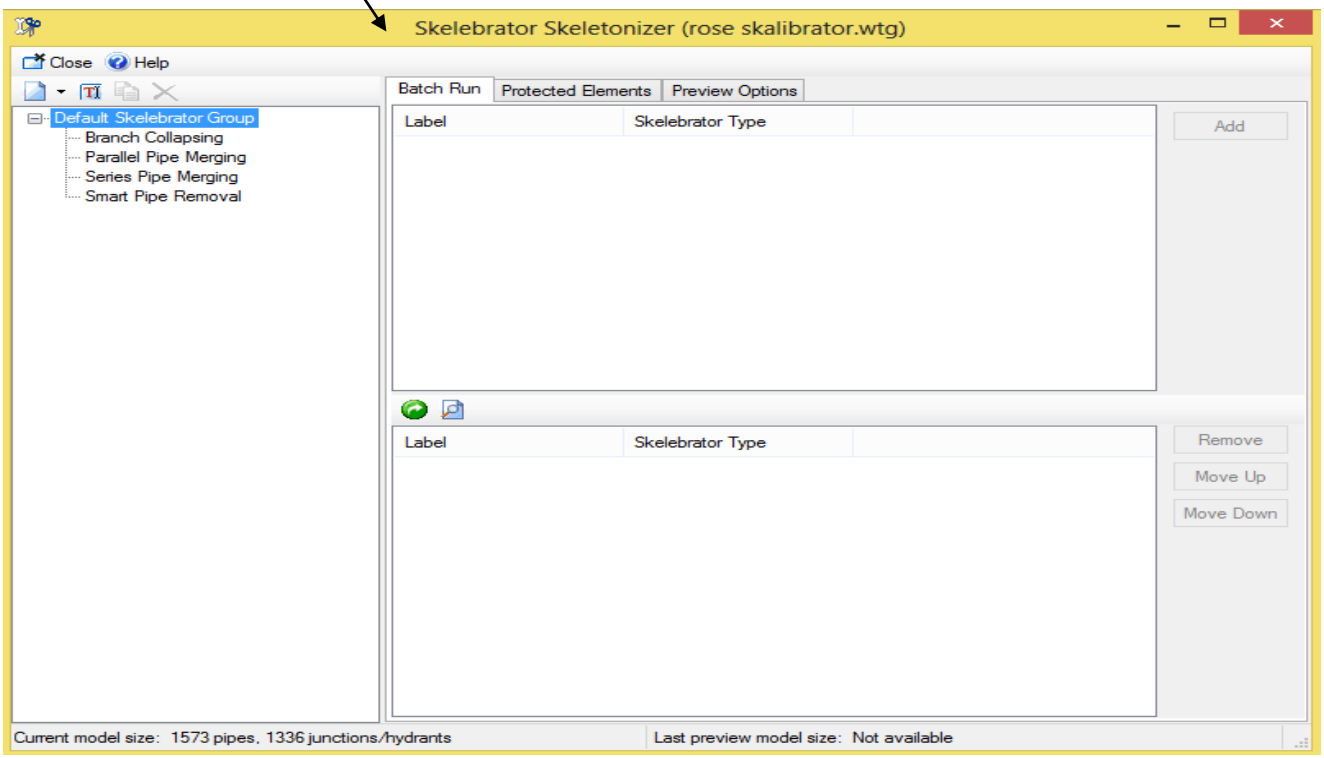

Darwin Designer (Designer.wtg)
Design Events
Design Groups
Rehabilitation Groups
Options
Notes
Design
200mm
Solutions
Solution 1
New Optimized Design Run - 1
Design Pipe Group
Is Active?
Cost/properties
1
87: Design
98: Design
2
106: Design2
98: Design
Run the solution

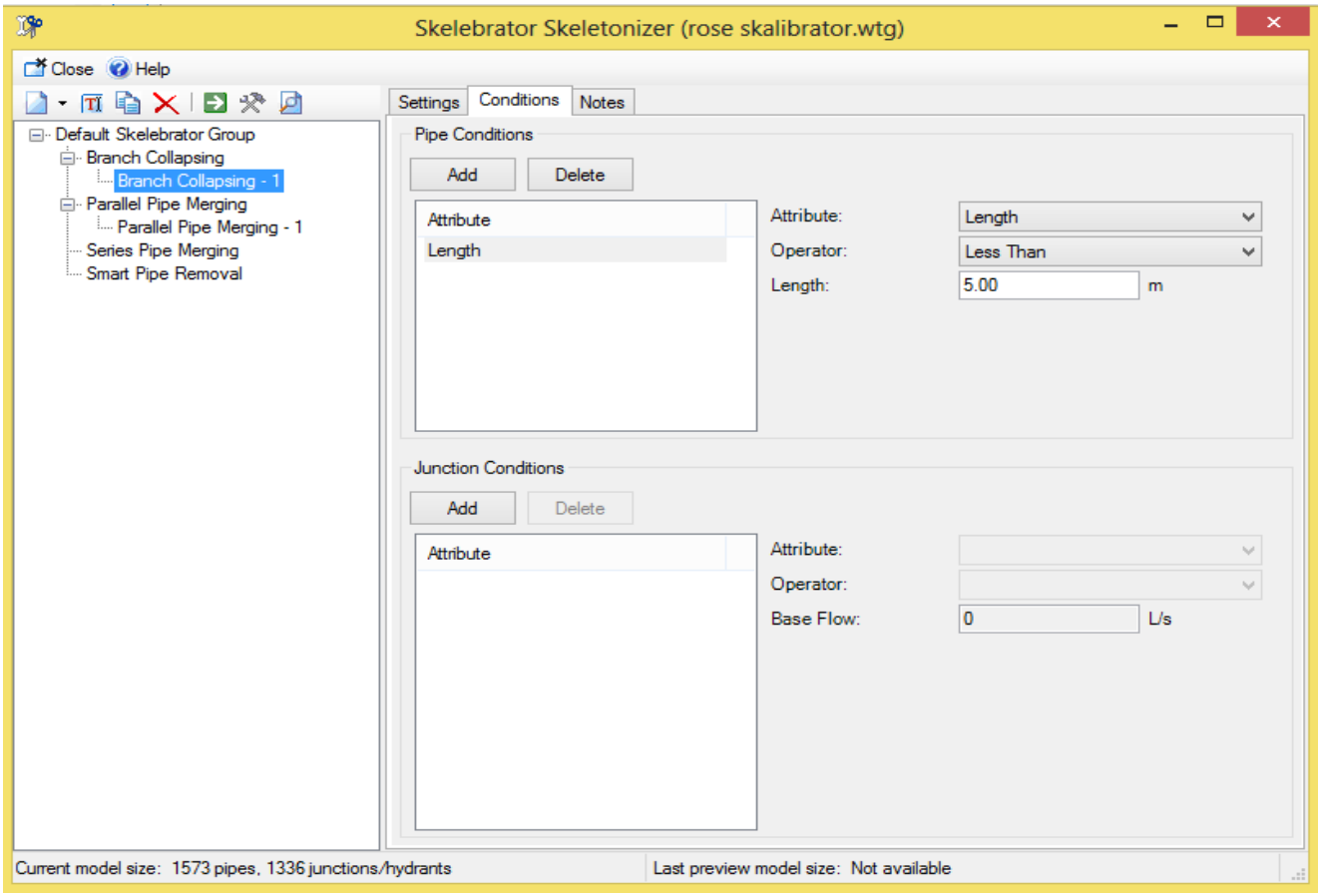

Darwin Designer (Designer.wtg)
Design
200mm
Solutions
Solution 1
New Optimized Design Run - 1
Solutions
Solution 1
Solution 2
Solution 3
Solution 4
Solution 5
Solutions
Solution
Fitness
Total Cost ($)
Total Benefit
1 Solution 1 163,704.344 163,704.3 0.000
2 Solution 2 177,620.141 177,620.1 0.000
3 Solution 3 188,095.750 188,095.8 0.000
4 Solution 4 191,535.922 191,535.9 0.000
5 Solution 5 202,011.547 202,011.5 0.000
Show results and choose the best

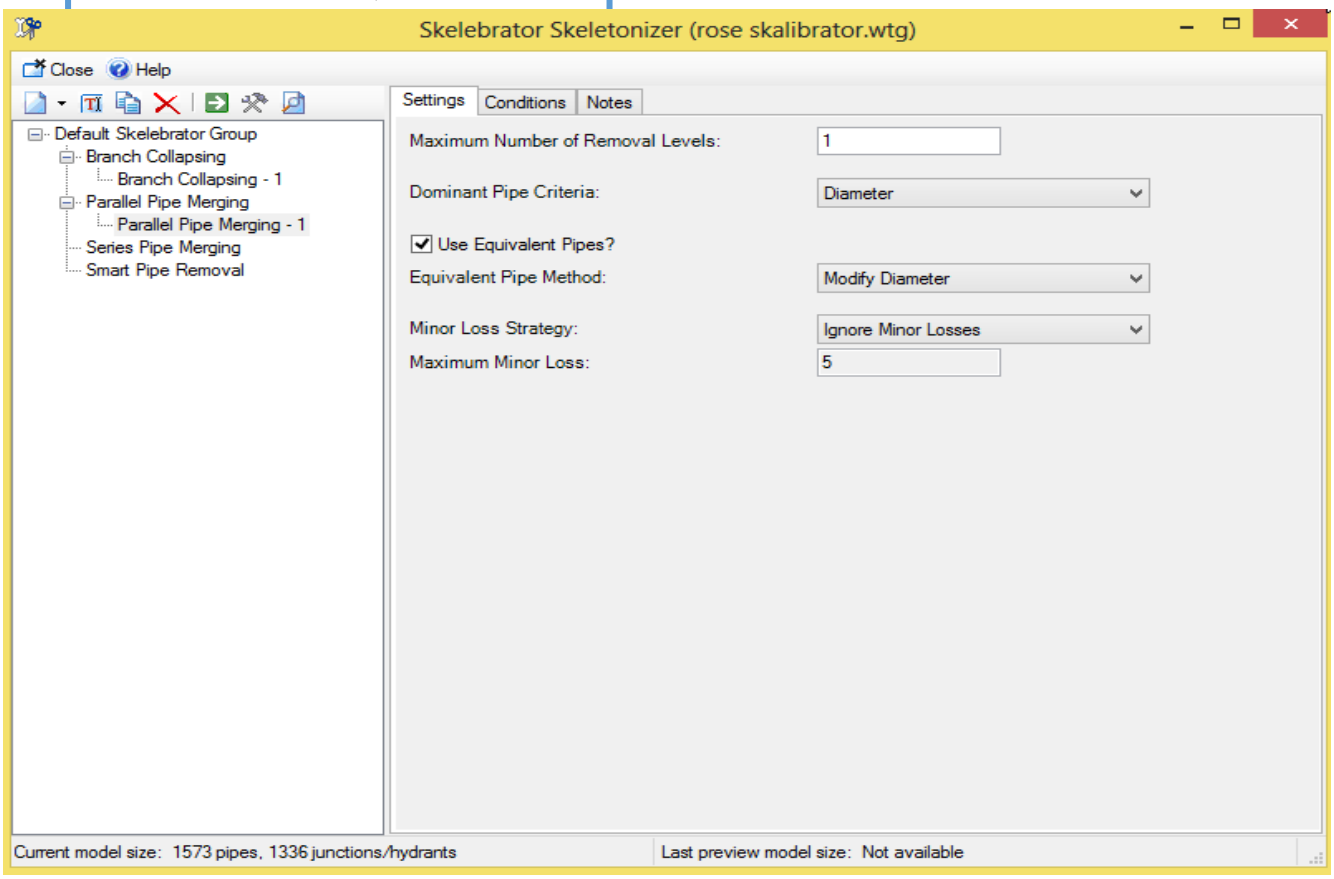

Darwin Designer (Designer.wtg)
Export to scenario
Export to Scenario
Design
200mm
Solutions
Solution 1
New Optimized Design Run - 1
Solutions
Solution 1
Solution 2
Solution 3
Solution 4
Solution 5
Solution
Simulated Results
Solution Browser
Pipe Group Type
Design Groups
Rehabilitation Groups
Solutions
Design Group
1 87: Design 76: P-5
2 87: Design 77: P-6
3 87: Design 79: P-7
4 87: Design 81: P-8
5 87: Design 83: P-9
6 106: Design2 68: P-1
7 106: Design2 70: P-2
8 106: Design2 72: P-3
9 106: Design2 74: P-4
Export Design to Scenario
Export to Scenario
Export Scenario?
Name: New Optimized Design Run - 1 - 1
Export to Alternatives
Use Scenario Name for Alternatives?
Export Physical Alternative?
Name: New Optimized Design Run - 1 - 1
Export Active Topology Alternative?
Name: New Optimized Design Run - 1 - 1
OK
Cancel
Help

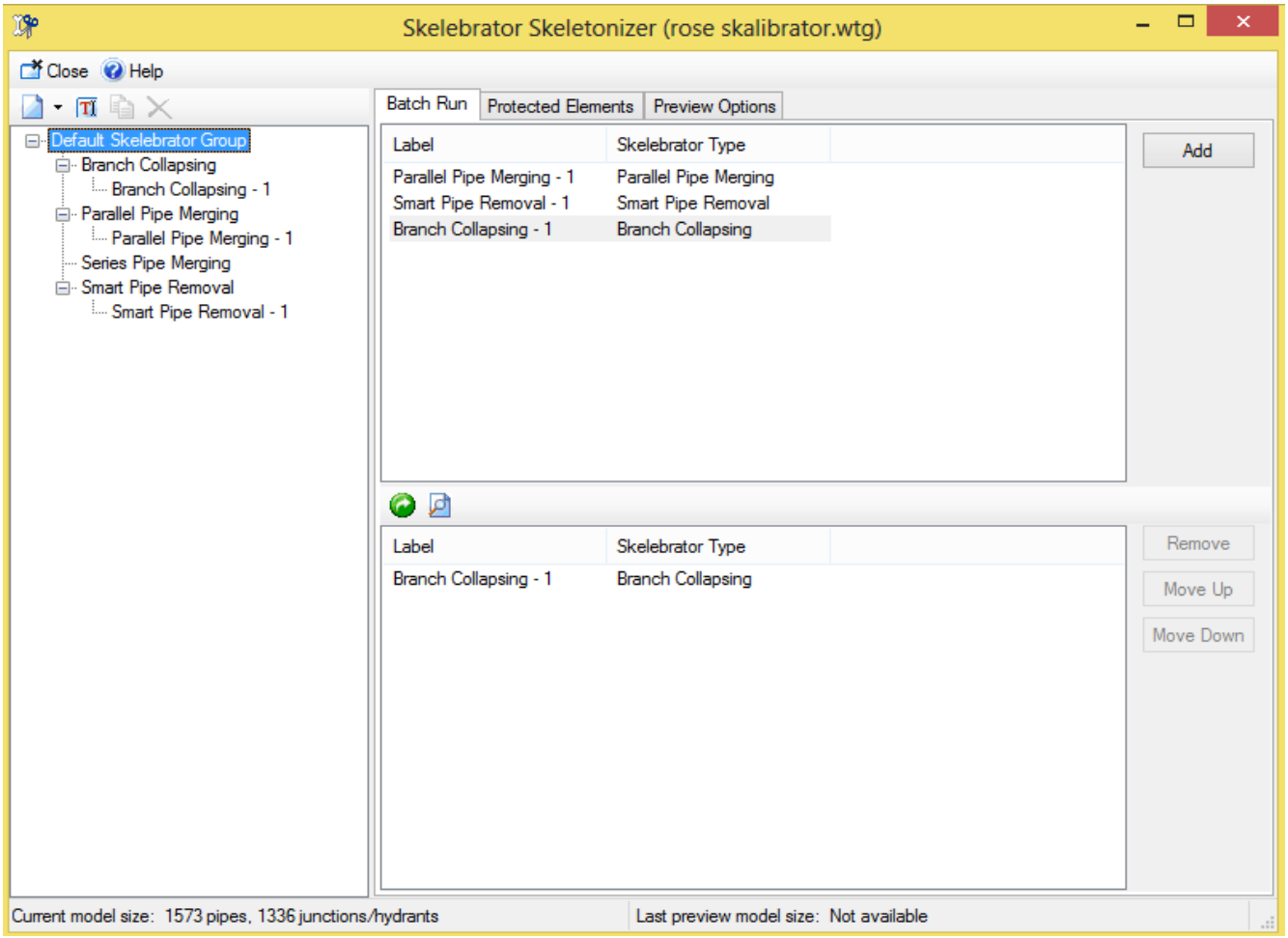
Skelebrator








Skelebrator Skeletonizer (rose skalibrator.wtg)
Close
Help
Default Skelebrator Group
Branch Collapsing
Branch Collapsing - 1
Parallel Pipe Merging
Parallel Pipe Merging - 1
Series Pipe Merging
Smart Pipe Removal
Settings
Conditions
Notes
Maximum Number of Removal Levels:
1
Dominant Pipe Criteria:
Diameter
Use Equivalent Pipes?
Equivalent Pipe Method:
Modify Diameter
Minor Loss Strategy:
Ignore Minor Losses
Maximum Minor Loss:
5
Current model size: 1573 pipes, 1336 junctions/hydrants
Last preview model size: Not available


Skelebrator Skeletonizer (rose skalibrator.wtg)
Close
Help
Default Skelebrator Group
Branch Collapsing
Branch Collapsing - 1
Parallel Pipe Merging
Parallel Pipe Merging - 1
Series Pipe Merging
Smart Pipe Removal
Smart Pipe Removal - 1
Batch Run
Protected Elements
Preview Options
Label
Skelebrator Type
Parallel Pipe Merging - 1
Parallel Pipe Merging
Smart Pipe Removal - 1
Smart Pipe Removal
Branch Collapsing - 1
Branch Collapsing
Add
Label
Skelebrator Type
Branch Collapsing - 1
Branch Collapsing
Remove
Move Up
Move Down
Current model size: 1573 pipes, 1336 junctions/hydrants
Last preview model size: Not available

الفصل الخامس

تقسيم المناطق المنعزلة
District Metered Areas (DMA)

(عمـــــــــــــــــــلي ونـــظـــــــــــــــري)

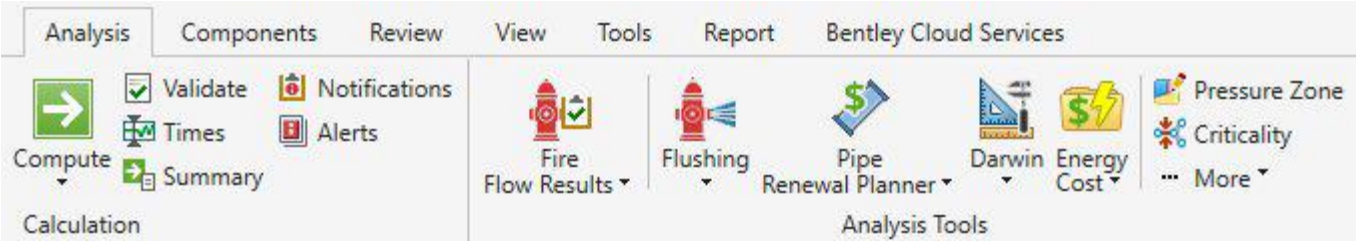
تقسيم المناطق المنعزلة District Metered Area (DMA)

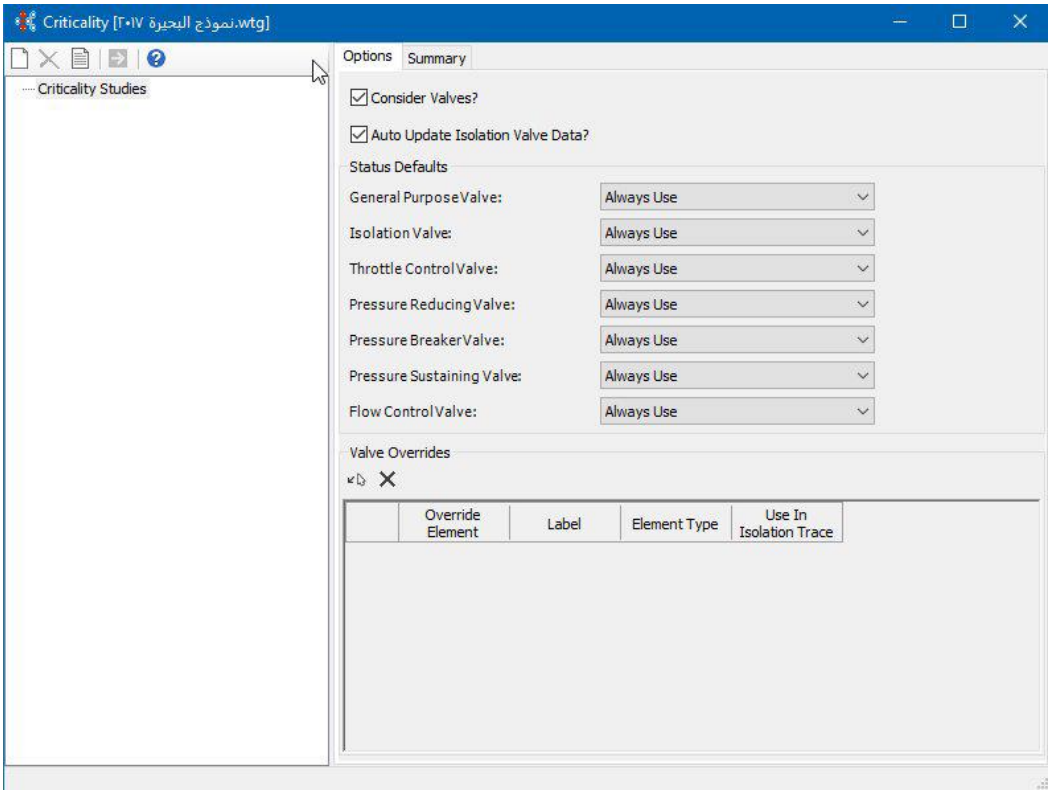
تعتمد نظرية خفض الفاقد على تقسيم الشبكة إلى مناطق مقاسة تسمى DMA يتم قياس كمية المياه الفعلية المستهلكة بها عن طريق تحديد نقاط دخول وخروج المياه منها بواسطة أجهزة قياس التصرف، و مقارنة تلك القيمة بقراءات إستهلاك عدادات الوصلات المنزلية بالمنطقة، و من ثم يصبح الفارق بينهما هو نسبة الفاقد في المياه الغير محاسب عليها بالمنطقة.

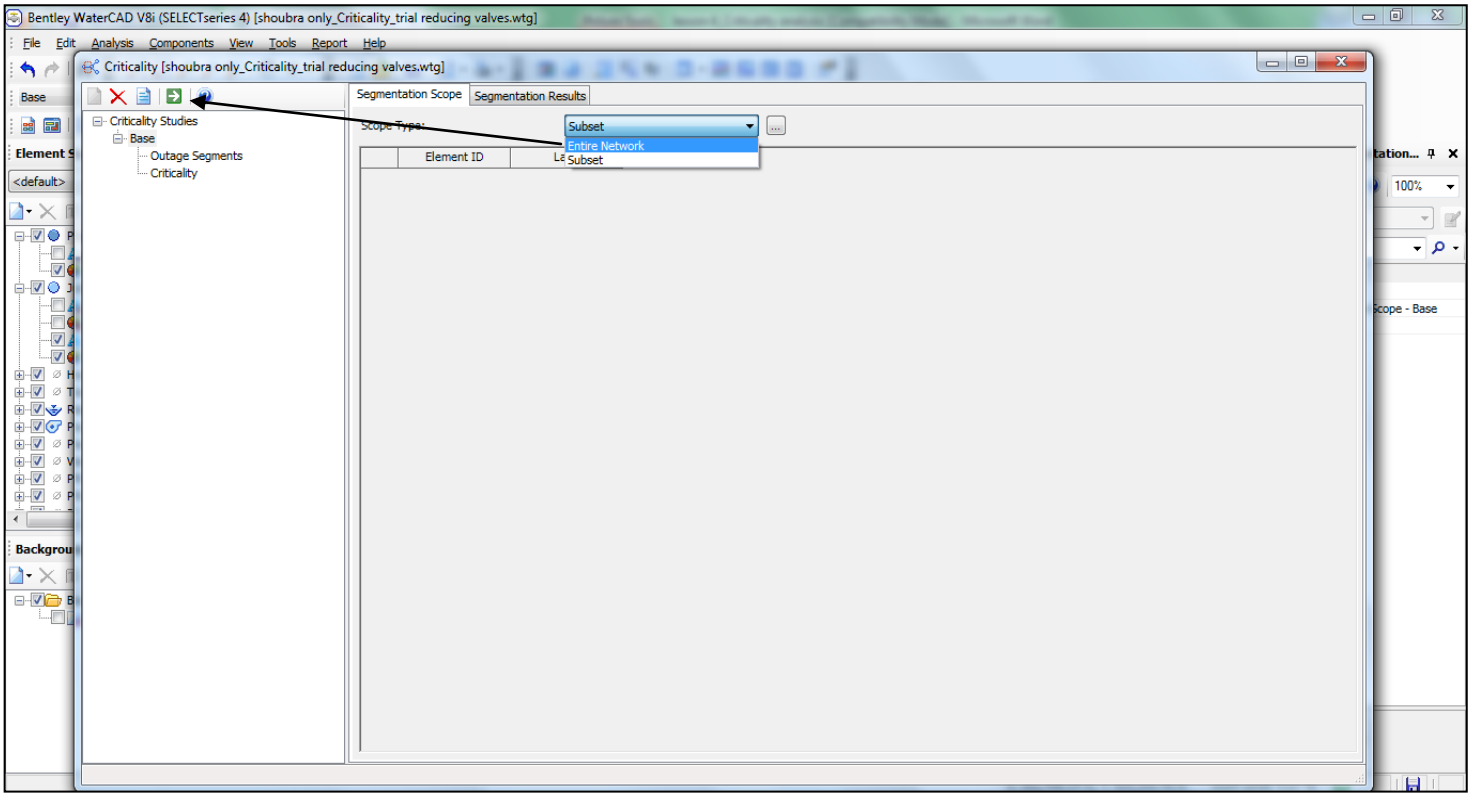
و بناء عليه يتم إتخاذ بعض الإجراءات من عمل كشف للتسرب بشبكة المنطقة (وهو ما يسمى الفاقد الفيزيائى) وإصلاح العدادات التالفة وإكتشاف الوصلات الخلسة (وهو ما يسمى الفاقد التجارى) وما يليه من إجراءات أخرى لخفض نسبة الفاقد في المياه.

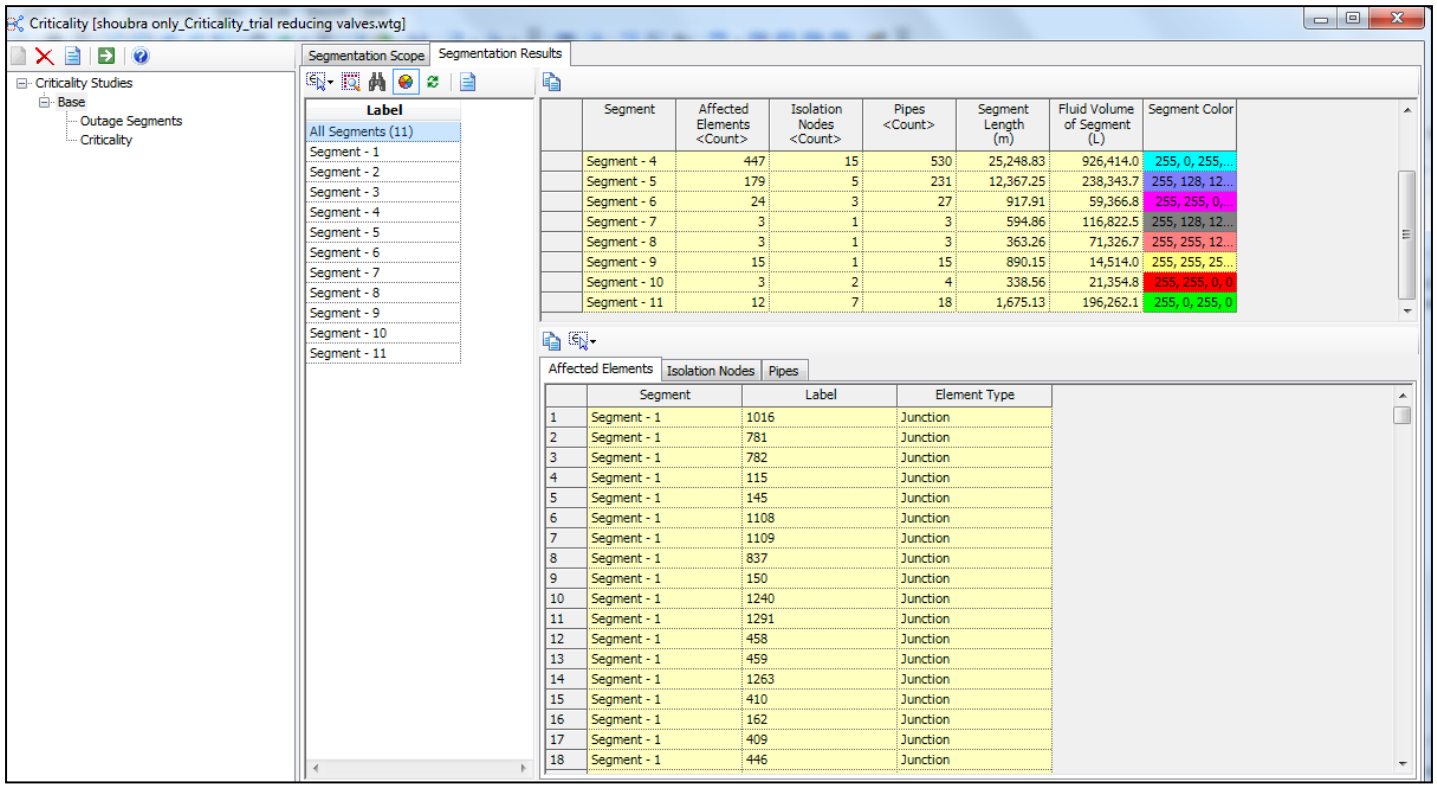
و يأتي دور التحليل الهيدروليكى في هذا الصدد في تقسيم الشبكات الى مناطق معزولة DMA وتحديد مصادر دخول وخروج المياه من المناطق ويساعد برنامج Watercad بعمل تلك المناطق من خلال criticality analysis وهو ما سيتم شرحه في الخطوات التالية:

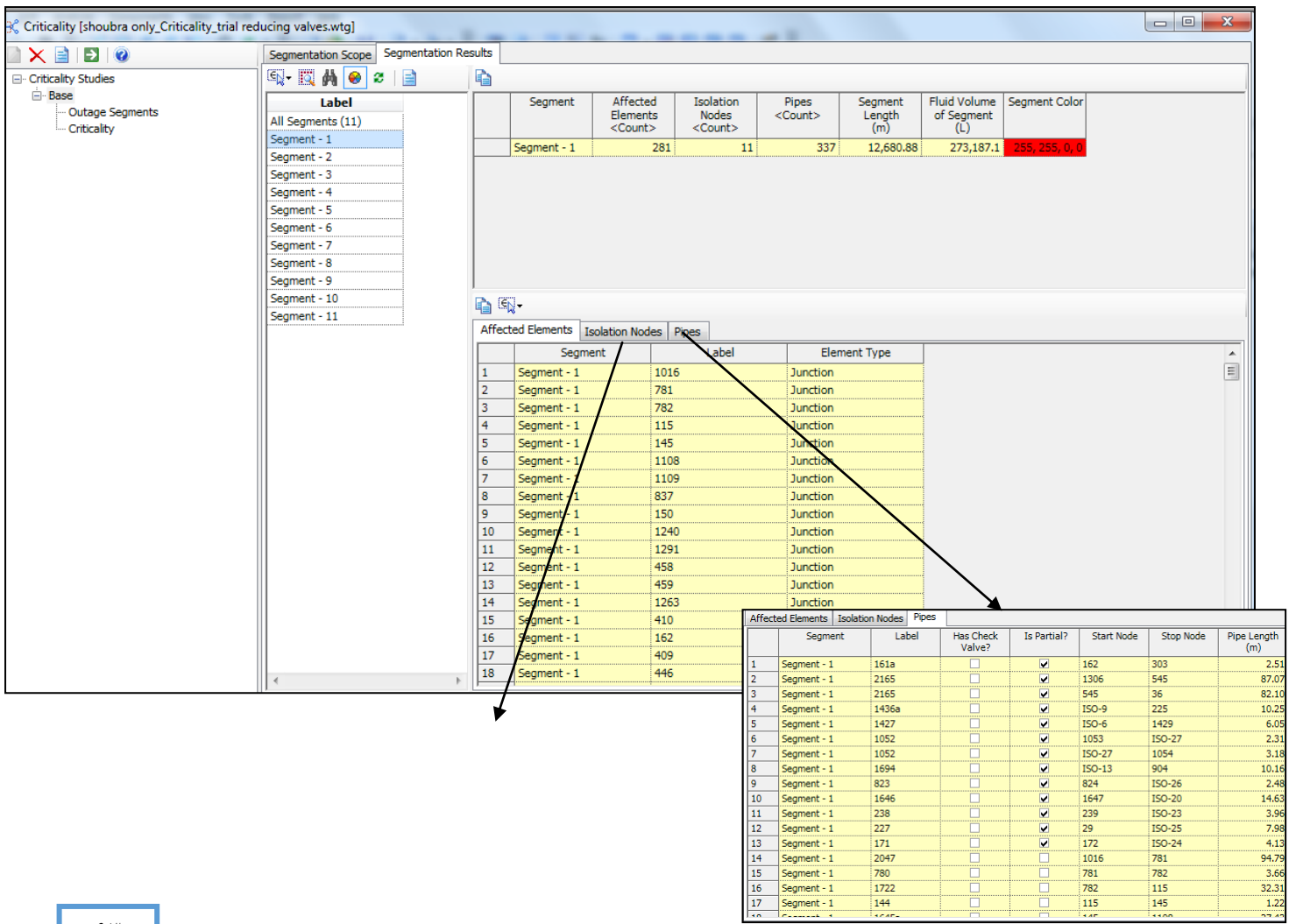
Criticality analysis هي أداة في الأصل يتم إستخدامها في تحديد العناصر التي يمكن أن تؤثر على أداء الشبكة ومدى تأثر باقي الشبكة من غلق هذه العناصر سواء من ناحية الضغوط وكمية المياه المغذية لهذه المنطقة المتأثرة






Bentley WaterCAD V8i (SELECTseries 4) [shoubra only_Criticality_trial reducing valves.wtg]
File Edit Analysis Components View Tools Report Help
Criticality [shoubra only_Criticality_trial reducing valves.wtg]
Criticality Studies
Base
Outage Segments
Criticality
Segmentation Scope
Segmentation Results
Scope Type:
Subset
Entire Network
Subset
Element ID


Criticality [shoubra only_Criticality_trial reducing valves.wtg]
Segmentation Scope
Segmentation Results
Criticality Studies
Base
Outage Segments
Criticality
Label
All Segments (11)
Segment - 1
Segment - 2
Segment - 3
Segment - 4
Segment - 5
Segment - 6
Segment - 7
Segment - 8
Segment - 9
Segment - 10
Segment - 11
Segment | Affected Elements <Count> | Isolation Nodes <Count> | Pipes <Count> | Segment Length (m) | Fluid Volume of Segment (L) | Segment Color
Segment - 4 | 447 | 15 | 530 | 25,248.83 | 926,414.0 | 255, 0, 255,...
Segment - 5 | 179 | 5 | 231 | 12,367.25 | 238,343.7 | 255, 128, 12...
Segment - 6 | 24 | 3 | 27 | 917.91 | 59,366.8 | 255, 255, 0,...
Segment - 7 | 3 | 1 | 3 | 594.86 | 116,822.5 | 255, 128, 12...
Segment - 8 | 3 | 1 | 3 | 363.26 | 71,326.7 | 255, 255, 12...
Segment - 9 | 15 | 1 | 15 | 890.15 | 14,514.0 | 255, 255, 25...
Segment - 10 | 3 | 2 | 4 | 338.56 | 21,354.8 | 255, 255, 0, 0
Segment - 11 | 12 | 7 | 18 | 1,675.13 | 196,262.1 | 255, 0, 255, 0
Affected Elements
Isolation Nodes
Pipes
Segment | Label | Element Type
1 | Segment - 1 | 1016 | Junction
2 | Segment - 1 | 781 | Junction
3 | Segment - 1 | 782 | Junction
4 | Segment - 1 | 115 | Junction
5 | Segment - 1 | 145 | Junction
6 | Segment - 1 | 1108 | Junction
7 | Segment - 1 | 1109 | Junction
8 | Segment - 1 | 837 | Junction
9 | Segment - 1 | 150 | Junction
10 | Segment - 1 | 1240 | Junction
11 | Segment - 1 | 1291 | Junction
12 | Segment - 1 | 458 | Junction
13 | Segment - 1 | 459 | Junction
14 | Segment - 1 | 1263 | Junction
15 | Segment - 1 | 410 | Junction
16 | Segment - 1 | 162 | Junction
17 | Segment - 1 | 409 | Junction
18 | Segment - 1 | 446 | Junction


Criticality [shoubra only_Criticality_trial reducing valves.wtg]
Segmentation Scope
Segmentation Results
Criticality Studies
Base
Outage Segments
Criticality
Label
All Segments (11)
Segment - 1
Segment - 2
Segment - 3
Segment - 4
Segment - 5
Segment - 6
Segment - 7
Segment - 8
Segment - 9
Segment - 10
Segment - 11
Segment | Affected Elements <Count> | Isolation Nodes <Count> | Pipes <Count> | Segment Length (m) | Fluid Volume of Segment (L) | Segment Color
Segment - 1 | 281 | 11 | 337 | 12,680.88 | 273,187.1 | 255, 255, 0, 0
Affected Elements
Isolation Nodes
Pipes
Segment | Label | Element Type
1 | Segment - 1 | 1016 | Junction
2 | Segment - 1 | 781 | Junction
3 | Segment - 1 | 782 | Junction
4 | Segment - 1 | 115 | Junction
5 | Segment - 1 | 145 | Junction
6 | Segment - 1 | 1108 | Junction
7 | Segment - 1 | 1109 | Junction
8 | Segment - 1 | 837 | Junction
9 | Segment - 1 | 150 | Junction
10 | Segment - 1 | 1240 | Junction
11 | Segment - 1 | 1291 | Junction
12 | Segment - 1 | 458 | Junction
13 | Segment - 1 | 459 | Junction
14 | Segment - 1 | 1263 | Junction
15 | Segment - 1 | 410 | Junction
16 | Segment - 1 | 162 | Junction
17 | Segment - 1 | 409 | Junction
18 | Segment - 1 | 446 | Junction
Affected Elements
Isolation Nodes
Pipes
Segment | Label | Has Check Valve? | Is Partial? | Start Node | Stop Node | Pipe Length (m)
1 | Segment - 1 | 161a | | ✓ | 162 | 303 | 2.51
2 | Segment - 1 | 2165 | | ✓ | 1306 | 545 | 87.07
3 | Segment - 1 | 2165 | | ✓ | 545 | 36 | 82.10
4 | Segment - 1 | 1436a | | ✓ | ISO-9 | 225 | 10.25
5 | Segment - 1 | 1427 | | ✓ | ISO-6 | 1429 | 6.05
6 | Segment - 1 | 1052 | | ✓ | 1053 | ISO-27 | 2.31
7 | Segment - 1 | 1052 | | ✓ | ISO-27 | 1054 | 3.18
8 | Segment - 1 | 1694 | | ✓ | ISO-13 | 904 | 10.16
9 | Segment - 1 | 823 | | ✓ | 824 | ISO-26 | 2.48
10 | Segment - 1 | 1646 | | ✓ | 1647 | ISO-20 | 14.63
11 | Segment - 1 | 238 | | ✓ | 239 | ISO-23 | 3.96
12 | Segment - 1 | 227 | | ✓ | 29 | ISO-25 | 7.98
13 | Segment - 1 | 171 | | ✓ | 172 | ISO-24 | 4.13
14 | Segment - 1 | 2047 | | | 1016 | 781 | 94.79
15 | Segment - 1 | 780 | | | 781 | 782 | 3.66
16 | Segment - 1 | 1722 | | | 782 | 115 | 32.31
17 | Segment - 1 | 144 | | | 115 | 145 | 1.22

Criticality [shoubra only_Criticality_trial reducing valves.wtg]

Criticality Studies
Base
Outage Segments
Criticality

Segmentation Scope | Segmentation Results

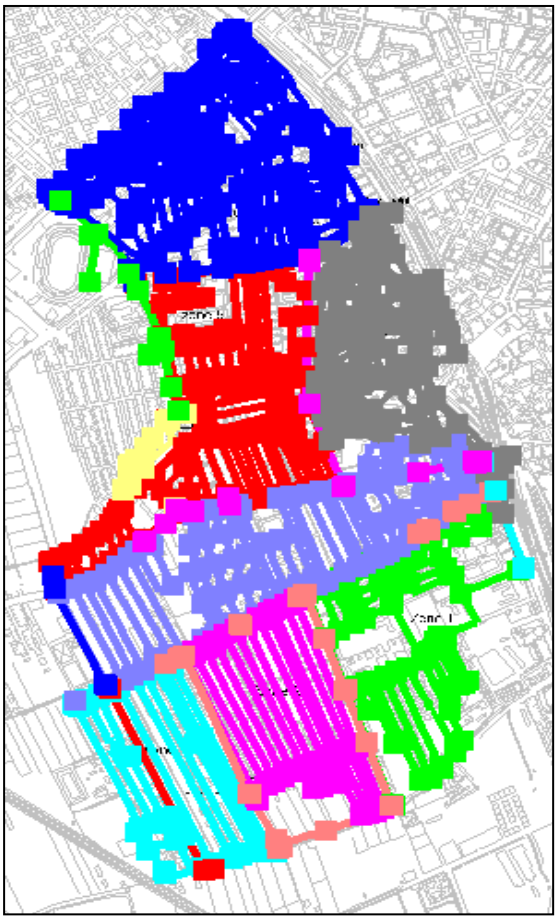
Highlight Segments

Label
All Segments (11
Segment - 1
Segment - 2
Segment - 3
Segment - 4
Segment - 5
Segment - 6
Segment - 7
Segment - 8
Segment - 9
Segment - 10
Segment - 11

Segment	Affected Elements <Count>	Isolation Nodes <Count>	Pipes <Count>	Segment Length (m)	Fluid Volume of Segment (L)	Segment Color
Segment - 1	281	11	337	12,680.88	273,187.1	255, 255, 0, 0
Segment - 2	400	9	468	17,060.25	380,581.8	255, 0, 0, 255
Segment - 3	147	3	179	7,783.31	141,850.8	255, 0, 255, 0
Segment - 4	447	15	530	25,248.83	926,414.0	255, 0, 255,...
Segment - 5	179	5	231	12,367.25	238,343.7	255, 128, 12...
Segment - 6	24	3	27	917.91	59,366.8	255, 255, 0,...
Segment - 7	3	1	3	594.86	116,822.5	255, 128, 12...
Segment - 8	3	1	3	363.26	71,326.7	255, 255, 12...
Segment - 9	15	1	15	890.15	14,514.0	255, 255, 25...
Segment - 10	3	2	4	338.56	21,354.8	255, 255, 0, 0
Segment - 11	12	7	18	1,675.13	196,262.1	255, 0, 255, 0

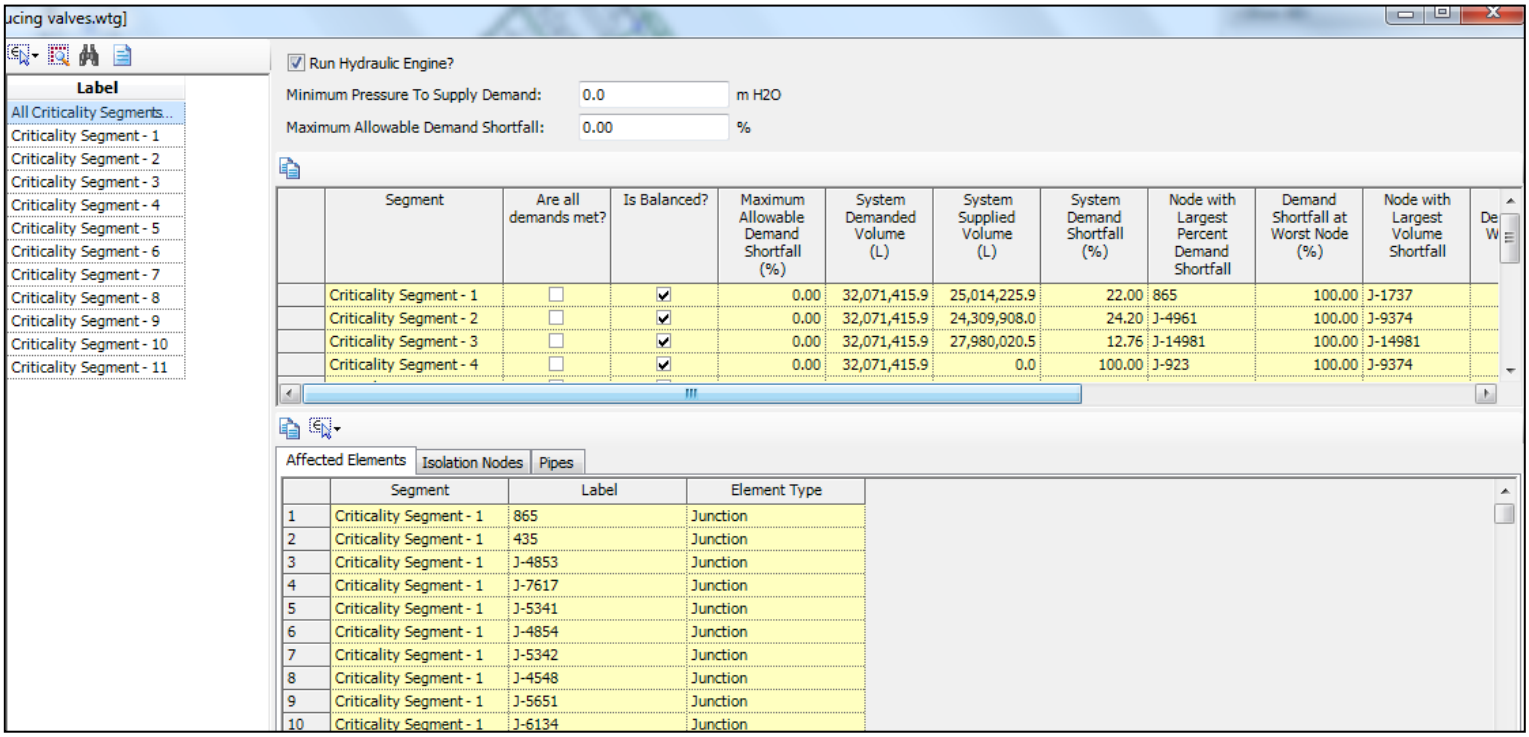
Affected Elements | Isolation Nodes | Pipes

	Segment	Label	Has Check Valve?	Is Partial?	Start Node	Stop Node	Pipe Length (m)
1	Segment - 1	161a	☐	☑	162	303	2.51
2	Segment - 1	2165	☐	☑	1306	545	87.07
3	Segment - 1	2165	☐	☑	545	36	82.10
4	Segment - 1	1436a	☐	☑	ISO-9	225	10.25
5	Segment - 1	1427	☐	☑	ISO-6	1429	6.05
6	Segment - 1	1052	☐	☑	1053	ISO-27	2.31
7	Segment - 1	1052	☐	☑	ISO-27	1054	3.18
8	Segment - 1	1694	☐	☑	ISO-13	904	10.16
9	Segment - 1	823	☐	☑	824	ISO-26	2.48
10	Segment - 1	1646	☐	☑	1647	ISO-20	14.63
11	Segment - 1	238	☐	☑	239	ISO-23	3.96
12	Segment - 1	227	☐	☑	29	ISO-25	7.98
13	Segment - 1	171	☐	☑	172	ISO-24	4.13
14	Segment - 1	2047	☐	☐	1016	781	94.79



Outage segments analys

وهي خاصية تتيح للمستخدم مدى تأثر قطاع معين في الشبكة نتيجة غلق أحد المحابس



	Segment	Are all demands met?	Is Balanced?	Maximum Allowable Demand Shortfall (%)	System Demanded Volume (L)	System Supplied Volume (L)	System Demand Shortfall (%)	Node with Largest Percent Demand Shortfall	Demand Shortfall at Worst Node (%)	Node with Largest Volume Shortfall
	Criticality Segment - 1	☐	☑	0.00	32,071,415.9	25,014,225.9	22.00	865	100.00	J-1737
	Criticality Segment - 2	☐	☑	0.00	32,071,415.9	24,309,908.0	24.20	J-4961	100.00	J-9374
	Criticality Segment - 3	☐	☑	0.00	32,071,415.9	27,980,020.5	12.76	J-14981	100.00	J-14981
	Criticality Segment - 4	☐	☑	0.00	32,071,415.9	0.0	100.00	J-923	100.00	J-9374

	Segment	Label	Element Type
1	Criticality Segment - 1	865	Junction
2	Criticality Segment - 1	435	Junction
3	Criticality Segment - 1	J-4853	Junction
4	Criticality Segment - 1	J-7617	Junction
5	Criticality Segment - 1	J-5341	Junction
6	Criticality Segment - 1	J-4854	Junction
7	Criticality Segment - 1	J-5342	Junction
8	Criticality Segment - 1	J-4548	Junction
9	Criticality Segment - 1	J-5651	Junction
10	Criticality Segment - 1	J-6134	Junction

الفصل السادس

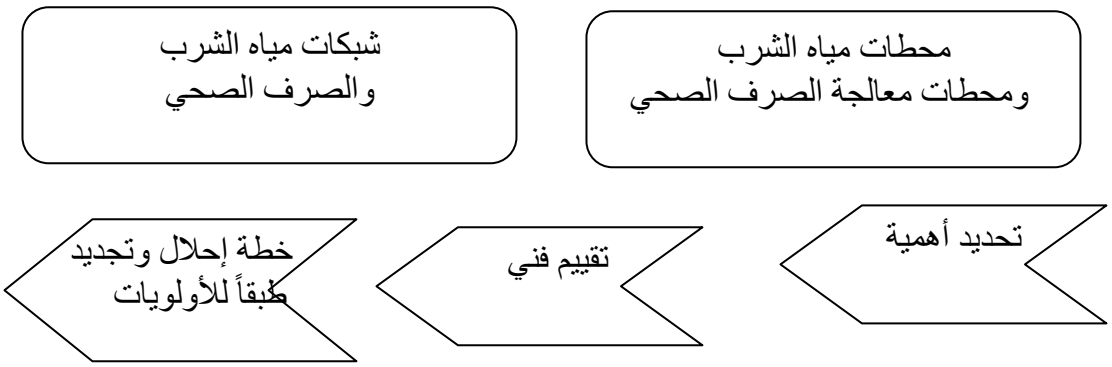
إدارة الأصول للشبكات بإستخدام برنامج WaterGEMS

إدارة الأصول للشبكات بإستخدام برنامج WaterGEMS

أهداف إدارة الأصول الفنية:

- التخطيط الفعال والكفاءة في التشغيل من خلال وجود أفضل معرفة بالظروف والإحتياجات
- الإستدامة وإدارة المخاطر والشفافية هي الأساس لتحديد أولويات برنامج التشغيل والاستثمار وعمل الخطط السنوية والخمسية.

إدارة الأصول الفنية:



إدارة الأصول لشبكات المياه

المسح الميداني:

- بيانات المواسير
- بيانات الكسور
- أماكن ضعف الضغوط

إدخال البيانات:

- نموذج المحاكاة لإجراء التحليل الهيدروليكي وإدارة الأصول
- القراءات الحقلية

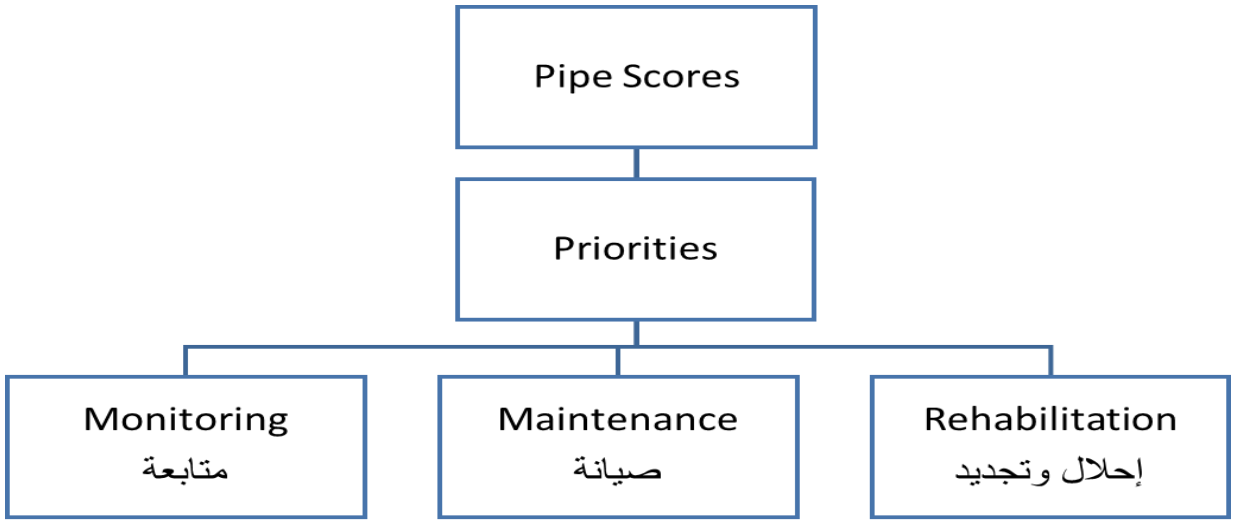
المخرجات:

- أولويات خطة الإحلال والتجديد للشبكات

إدارة الأصول في برنامج WaterGEMS

من خلال إدخال بيانات شبكات مياه الشرب وكل المعايير المطلوب تقييم الشبكات على أساسها، يقوم البرنامج بعمل الحسابات الهيدروليكية اللازمة لتقييم تأثير كل ماسورة في الشبكة في حالة عزلها، وكذلك يقوم بإعطاء درجة معيار لكل ماسورة.

النتائج

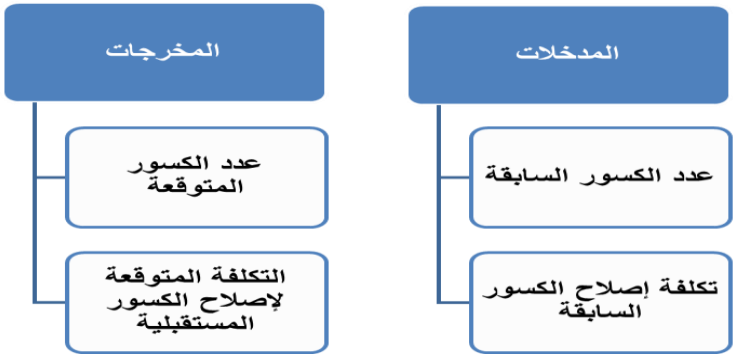


- Pipe Break Analysis
- Criticality
- Pipe Renewal Planner

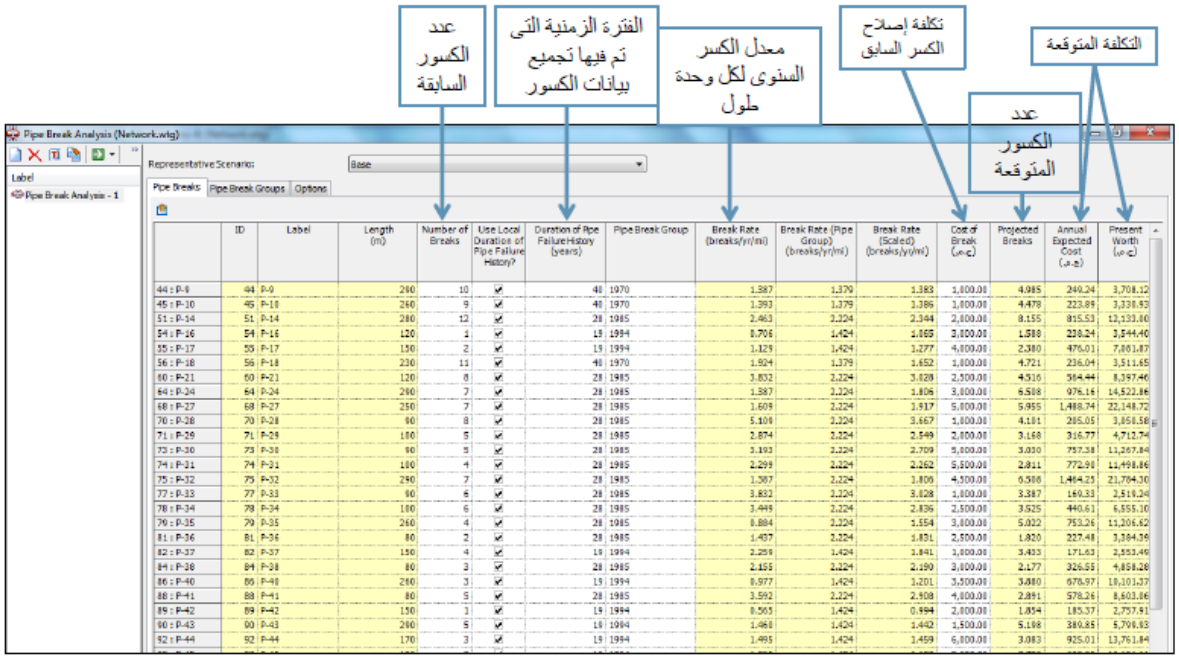
1-Pipe Break Analysis

- تقوم هذه الأداة بحساب عدد الكسور المتوقع حدوثها لكل ماسورة بناء على عدد الكسور السابق حدوثها في فترة زمنية معينة.

- كما يمكن لهذه الأداة توقع تكلفة هذه الكسور بمعرفة تكلفة الكسور السابقة ومعدل الفائدة.



Pipe Break Analysis (Output)

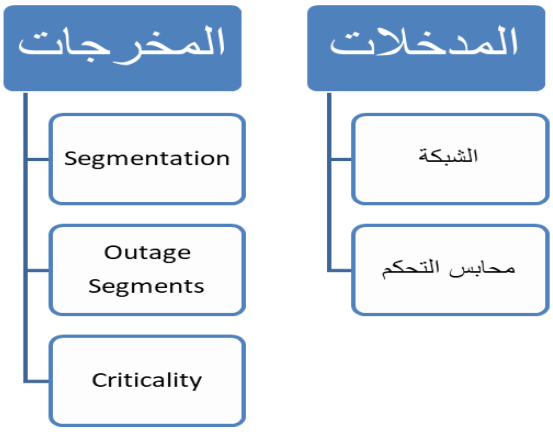


Criticality

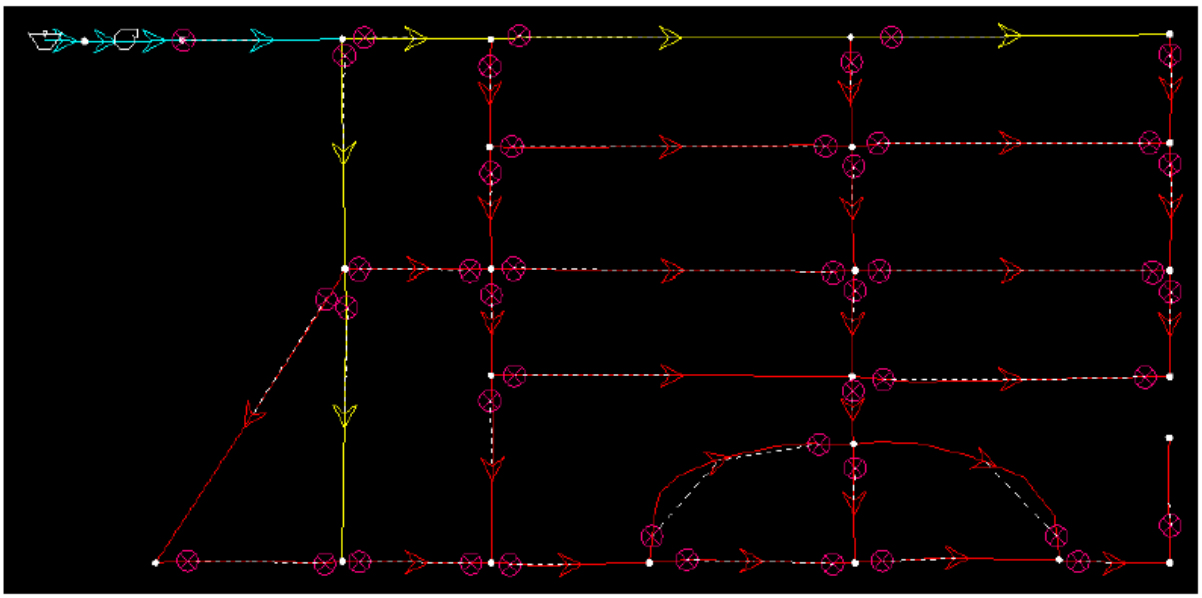
تقوم هذه الأداة بحساب مدى تأثير كل ماسورة في الشبكة في حالة عزلها:

- كل المواسير التي يجب غلقها في حالة كسر الماسورة تحت الدراسة

- النقاط المتأثرة بضعف الضغوط
- النقاط المنتأثرة بقلة كميات المياه

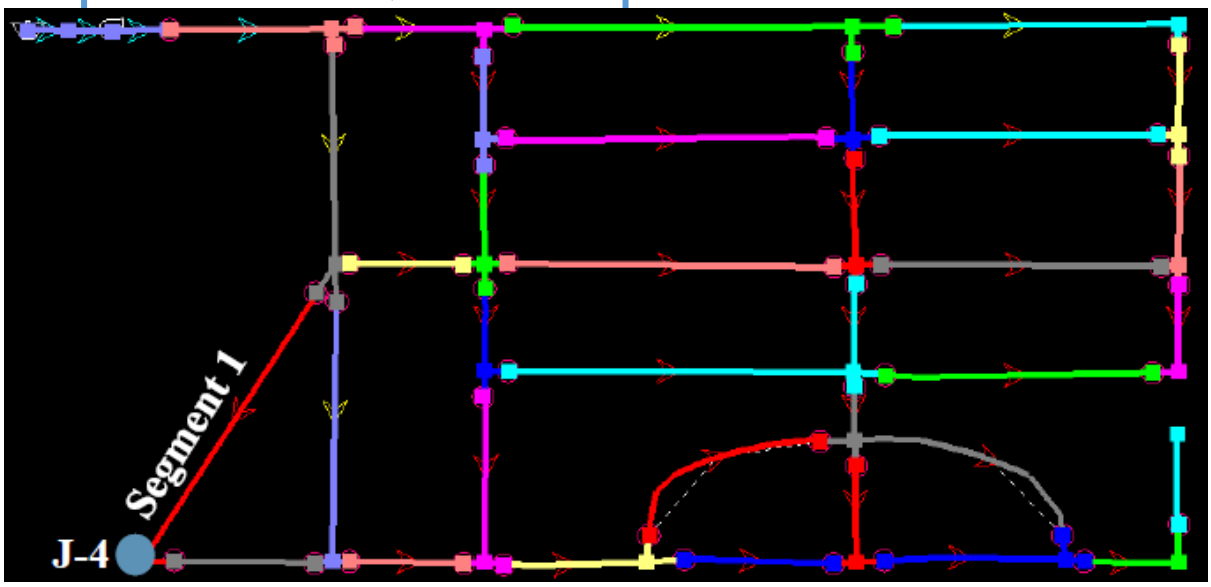


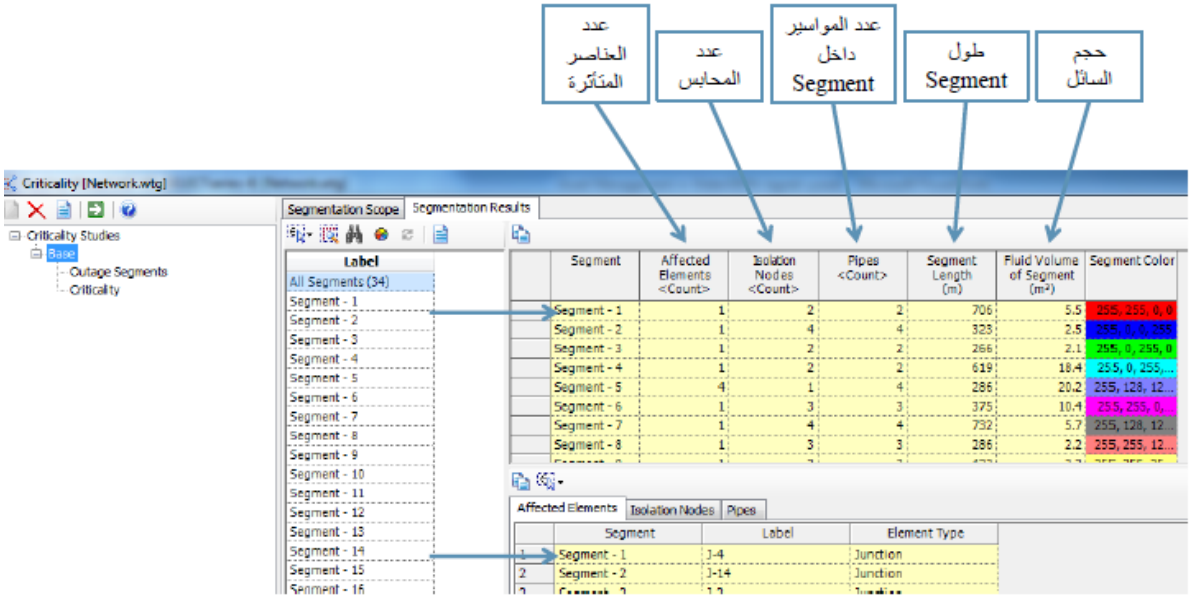
Network with Isolation Valves



<u>Criticality (Segmentation)</u>
Segment is defined as the smallest portion of a distribution system that can be isolated

أصغر جزء في الشبكة يمكن عزله بالمحابس (قسم معزول)

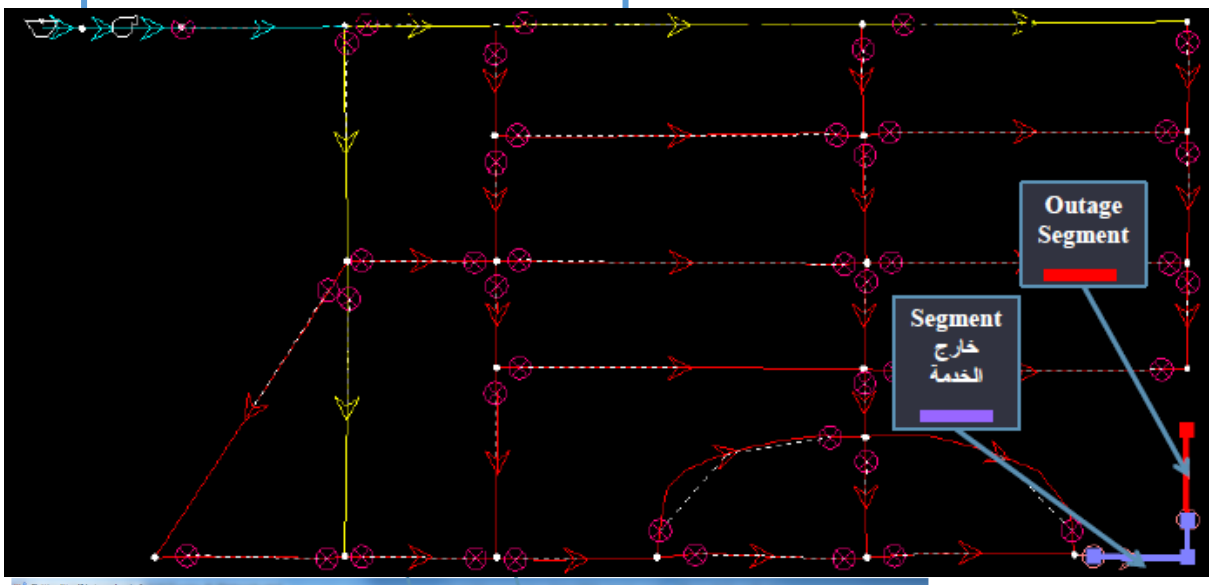


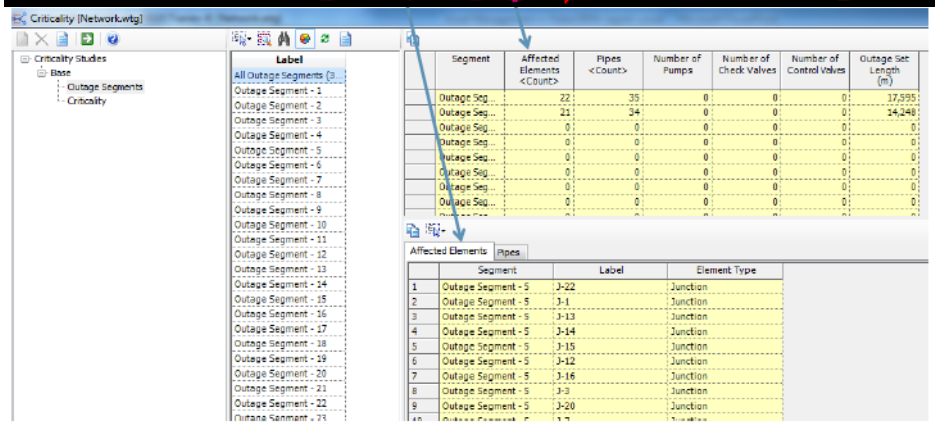


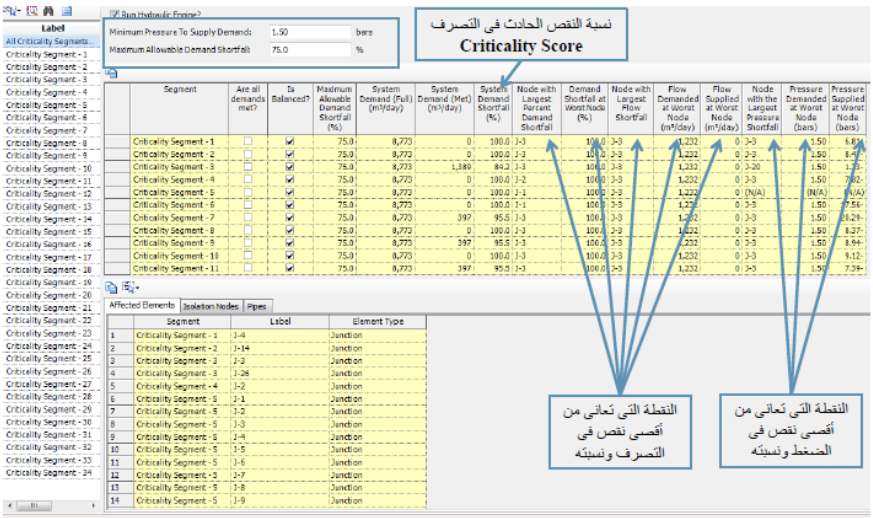
-Criticality (Outage Segments)

Removing one segment from service also takes downstream segments

out of service. These downstream segments are referred to as " Outage Segments


Outage Segment
Segment خارج الخدمة


Criticality [Network.wtg]
Criticality Studies
Base
Outage Segments
Criticality
Label
All Outage Segments (3...
Outage Segment - 1
Outage Segment - 2
Outage Segment - 3
Outage Segment - 4
Outage Segment - 5
Outage Segment - 6
Outage Segment - 7
Outage Segment - 8
Outage Segment - 9
Outage Segment - 10
Outage Segment - 11
Outage Segment - 12
Outage Segment - 13
Outage Segment - 14
Outage Segment - 15
Outage Segment - 16
Outage Segment - 17
Outage Segment - 18
Outage Segment - 19
Outage Segment - 20
Outage Segment - 21
Outage Segment - 22
Segment
Affected Elements <Count>
Pipes <Count>
Number of Pumps
Number of Check Valves
Number of Control Valves
Outage Set Length (m)
Affected Elements
Pipes
Segment
Label
Element Type
1 Outage Segment - 5 J-22 Junction
2 Outage Segment - 5 J-1 Junction
3 Outage Segment - 5 J-13 Junction
4 Outage Segment - 5 J-14 Junction
5 Outage Segment - 5 J-15 Junction
6 Outage Segment - 5 J-12 Junction
7 Outage Segment - 5 J-16 Junction
8 Outage Segment - 5 J-3 Junction
9 Outage Segment - 5 J-20 Junction


نسبة النقص الحادث فى التصرف
Criticality Score
Minimum Pressure To Supply Demands: 1.50 bars
Maximum Allowable Demand Shortfall: 75.0 %
Label
All Criticality Segments...
Criticality Segment - 1
Criticality Segment - 2
Criticality Segment - 3
Criticality Segment - 4
Criticality Segment - 5
Criticality Segment - 6
Criticality Segment - 7
Criticality Segment - 8
Criticality Segment - 9
Criticality Segment - 10
Criticality Segment - 11
Affected Elements
Isolation Nodes
Pipes
Segment
Label
Element Type
النقطة التى تعانى من أقصى نقص فى التصرف ونسبته
النقطة التى تعانى من أقصى نقص فى الضغط ونسبته

3- Pipe Renewal Planner

تقوم هذه الأداة بحساب درجات كافة المعايير المختلفة لكل ماسورة في منطقة الدراسة، وبالتالي حساب أولوية الإحلال لكل ماسورة، ومن ثم وضع خطة الإحلال والتجديد للشبكات مرتبة بالأولويات.

المعايير:

1. Pipe Break
2. Criticality
3. Capacity (Fire Flow)
4. Age of pipes
5. Diameter
6. Material
7. Operational flag (YES or NO)
8. Soil (clay – silty clay - sand- collapsing)
9. Crossings (no crossing- surface crossing- subsurface crossing)
10. No. of road lanes
11. Road type
12. Critical customer
13. Water Quality

Score Values:

Diameter		
From	To	SCV
0	200	20
200	400	25
400	600	50
600	1000	100
1000	3000	100

Material		
ID	Type	SCV
PV	PVC	1
UPV	UPVC	5
PE	PE	10
GRP	GRP	15
HDPE	HDPE	20
AC	Asbestos Cement	20
UN	UNKNOWN	50
GST	GLVANIZED STEEL	50
ST	Steel	50
CI	Cast Iron	60
DI	Ductile Iron	80
CC	Concrete Cylinder	100

Road Type		
ID	Type	SCV
LO	Local	1
CO	Collector	5
IA	Minor Arterial	10
JA	Major Arterial	50
FW	Freeway	100

Type of Soil		
ID	Type	SCV
C	Clay	1
sc	Silty-Clay	6
S	Sand	10
Co	Collapsing	100

Number of road lanes	
Number	SCV
2	1
3	10
4	50
5	100

Operational Flag	
ID	SCV
No	1
Yes	100

Pipe Crossing		
ID		SCV
NO	No Crossing	1
SF	Surface Crossing	10
SS	Subsurface Crossing	100

Break Rate (breaks/yr/km)	
Number	SCV
0	25
2	50
4	75
6	100

Serving Critical Customer	
ID	SCV
No	1
Yes	100

Weights

Aspect	بدون توافر بيانات جودة المياه	بدون توافر بيانات عدايات أو عدم وجودها	بدون توافر بيانات الكسور	في حالة توافر بيانات جودة المياه
Criticality	25%	29%	30%	25%
Pipe Break	25%	25%	0%	25%
Age of pipes	0%	0%	15%	0%
Diameter	5%	8%	5%	5%
Pipe Material	2%	5%	5%	2%
Type of Soil	5%	5%	5%	5%
Pipe crossings	10%	0%	10%	8%
Road Type	5%	5%	5%	5%
Number of road lanes	3%	3%	5%	3%
Serving Critical Customer	10%	10%	10%	10%
Water Quality	0%	0%	0%	6%
Operational Flag	10%	10%	10%	6%
Total	100%	100%	100%	100%

الفصل السابع

مقدمة في ظاهرة الطرق المائي

Water Hammer Introduction

ظاهرة الطرق المائي وأسبابها

هي ظاهرة هيدروليكية تحدث في المواسير بكل أنواعها ومقاساتها لكنها تكون ظاهرة ومتجلية في الأقطار الكبيرة والضغوط العالية والسرعات العالية.
وتحدث المطرقة المائية دائماً عند إغلاق المحابس بشكل مفاجئ أو إغلاق عمل المضخات بشكل مفاجئ وغير متوقع مما يتولد عنه حدوث موجه إرتداد شديدة خلف المحبس أو المضخة تصل سرعتها في مواسير الحديد إلى ١٠٠٠ متر/ث وصدمة ضغط يمكن أن تصل إلى أكثر من ٥٠ ضعف ضغط التشغيل
هذة الموجة تؤدي لحدوث مشاكل كبيرة خاصة عند المحبس أو الطلمبة وعند منطقة وسط الماسورة وعند نهاية الماسورة وتؤدي إلى حدوث كسورات وتلفيات كبيرة .

طرق الحماية من المطرقة المائية:

1- الإغلاق البطيء للصمامات

يُعدّ معدل إغلاق الصمام ذا أهمية بالغة في تحديد القيمة العظمى لموجة الضغط الناشئة عن الإغلاق. فإذا كان زمن إغلاق المحبس قصيراً فمن المحتمل أن يرتفع الضغط عند الصمام إلى قيم كبيرة مما قد يشكل خطراً على الأنبوب .والحل الأمثل هو إختيار زمن مناسب لإغلاق الصمام بحيث تكون قيم الضغوط العظمى والدنيا الناشئة عن عملية الإغلاق ضمن الحدود المقبولة. ويتم تحديد ذلك بالطرق الحسابية.

* المعادلات للإطلاع فقط

Water Hammer - Pressure Increase:

Pressure Increase: $$P = \frac{0.07VL}{t} + P_i$$

Flow Velocity: $$V = \frac{(P_i - P)t}{0.07L}$$

Upstream Pipe Length: $$L = \frac{(P_i - P)t}{0.07V}$$

Valve Closing Time: $$t = \frac{0.07VL}{P - P_i}$$

Inlet Pressure: $$P_i = P - \frac{0.07VL}{t}$$

where,
P = Pressure Increase,
V = Flow Velocity,
L = Upstream Pipe Length,
t = Valve Closing Time,
P_i = Inlet Pressure.

2- خزانات الحماية surge tanks

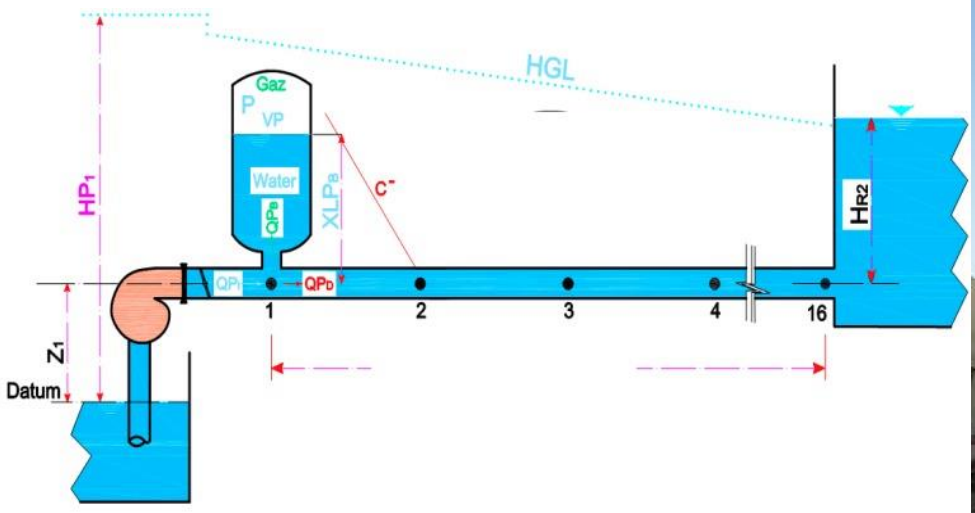
في الحالات التي لا يمكن فيها التحكم في قيم الضغوط فإن تحويل جريان السائل إلى خزانات حماية قد يخفف من معدل تباطئه ومن ثم من قيم الضغوط الناتجة من ذلك.

3- خزانات الضغط pressure vessels

تُستخدم خزانات الضغط في الحالات التي لايمكن فيها استخدام خزانات حماية مفتوحة من الأعلى لأسباب إقتصادية أو فنية. وخزان الضغط هو وعاء يحتوي على غاز مضغوط في جزئه العلوي (عادة هواء) وسائل في جزئه السفلي .وغالباً ما تستخدم خزانات الضغط وسيلة للحماية من المطرقة المائية الناتجة من توقف المضخات

في حال توقف المضخات عن العمل فجأة ينخفض الضغط عند طرف دفع المضخة؛ مما يؤدي إلى تمدد الهواء الموجود في الخزان دافعاً السائل أمامه باتجاه الناقل ومخففاً بذلك من حدة التغير في معدل الجريان في الناقل ومن ثم من مقدار الهبوط في الضغط. أما عند انعكاس الجريان في الناقل، فيُغلق صمام عدم الرجوع الموجود عند طرف دفع المضخة، ويتم تحويل كامل الجريان نحو الخزان مما يؤدي إلى انضغاط الهواء وتقلص حجمه. وتؤدي عملية الجريان من الخزان وإليه وتمدد الهواء وتقلصه فيه إلى التخفيف من قيم الضغوط الدنيا والعظمى .

قد يكون من الأنسب في بعض الحالات إستخدام صمامات تحرير (relief) وإخراج المياه إلى خزان أو مجرى مائى



الصـــــــــــــــــــرف الصحـــــــــــــــــــــي

الفصل الثامن

تحليل وإدخال البيانات على برامج التحليل الهيدروليكى للصرف الصحي

(نظـــــــــــــــــــــــري)

التحليل الهيدروليكي وإستعراض البيانات

أسس التحليل الهيدروليكي لشبكات الصرف الصحي

مقدمة

تعتبر مرحلة التحليل الهيدروليكي مرحلة أساسية من مراحل إعداد مشروعات الصرف الصحي، حيث تعتبر الدراسات السكانية والعمرانية ودراسات الوضع الراهن مراحل تمهيدية لأعمال التحليل الهيدروليكي،أما أعمال تطوير وتدعيم نظم الصرف الصحي وطرح بدائل المشروعات للدراسة فتعتبر من الأعمال المترتبة على نتائج التحليل الهيدروليكي.

ويتم من خلال دراسة التحليل الهيدروليكي توظيف الدراسات التمهيدية لتكوين نموذج هيدروليكي رقمي يحتوي على كافة عناصر أنظمة شبكات الصرف الصحي ويحاكي الوضع القائم على الطبيعة. ويجرى من خلال تطبيق نماذج شبكات

الصرف الصحي محاكاة حالات التصرفات على الطبيعة ودراسة نسب الإمتلاء والسرعات بالشبكات والتعرف على إحتياجات التطوير التي تتم من خلال وضع معايير رقمية محددة لمتطلبات خدمة شبكات الصرف الصحي وتحقيق هذه المعايير بتطوير النموذج الهيدروليكي للوضع القائم سواء بالإحلال والتجديد لبعض الشبكات أو تعديل خطط الصيانة لبعض الفرعات بالشبكات التي بها مشاكل في التشغيل ظهرت من خلال التحليل وهذا يظهر في حالة كون المشروع تحت الدراسة يهتم بتقييم ودراسة شبكات قائمة.

كما يعتبر التحليل الهيدروليكي أحد الأدوات الهامة والرئيسية التي يعتمد عليها تخطيط وتصميم وإدارة وتشغيل وصيانة شبكات الصرف الصحي، ويستخدم التحليل الهيدروليكي بصورة عامة في أغراض مختلفة أخرى أهمها:

- دراسة بدائل إحلال وتجديد الشبكات وتأثير كل منها على أداء الشبكة.
- تحديد مواقع المواسير التي تتعرض لنسب إمتلاء كبيرة تؤثر على التشغيل السليم للشبكات.
- الإستجابة لمتطلبات الطوارئ (في حالات حدوث إنهيارات بالشبكة)، وتحديد حلول سريعة للمشاكل الطارئة.
- سهولة إمكانية تقييم الشبكة بصفة مستمرة مع حدوث أي مستجدات.
- تصميم شبكات لمدن جديدة أو مناطق ليس بها خدمة الصرف الصحي.

ويمكن تبسيط عملية التحليل الهيدروليكي في الخطوات الآتية:

تجميع وإعداد البيانات والمعلومات

عند البدء في تخطيط وتصميم أعمال تجميع مياه الصرف الصحي يتعين تقدير كمية المخلفات السائلة المتوقعة من المدينة بعد نموها مستقبلاً، وهذا يستوجب القيام بالآتي:

- حساب وتقدير تعداد السكان حالياً ومستقبلاً
- التخطيط العمراني وإستخدامات الأراضي
- تحديد الفترات التصميمية
- معدلات إستهلاك المياه المختلفة
- تصرفات مياه الصرف الصحي المنزلي- الصناعي- التجاري...
- كمية مياه الرشح
- كمية مياه الأمطار

برنامج التحليل الهيدروليكي

تتيح برامج التحليل الهيدروليكي المستخدمة على مستوى الشركات التابعة للشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي (Sewer CAD/ GEMS) إمكانية إخراج نتائج قريبة للواقع، وبعد تحديد البرنامج المستخدم في عملية التحليل الهيدروليكي تتم عملية إدخال البيانات والمعلومات ثم تبدأ عملية التحليل الهيدروليكي بتكوين النموذج الهيدروليكي الذي يحاكي كافة عناصر شبكات الصرف الصحي.

معايرة متابعة نتائج التحليل الهيدروليكي

يتم متابعة نتائج التحليل الهيدروليكي من خلال مقارنتها بمعايير عامة يتم من خلالها إستنتاج كفاءة أداء المنظومة، وأهم المعايير الهيدروليكية في دراسة أنظمة شبكات الصرف الصحي هي معايير نسبة الإمتلاء وسرعة السريان، هذا بالإضافة إلى عدد آخر من المعايير منها أداء طلمبات محطات الرفع ومدى توافقها مع إحتياجات التصرفات الواردة إليها وكذلك خطوط الطرد والسرعات بها.

نتائج التحليل الهيدروليكي

يتبين من نتائج التحليل الهيدروليكي وجود العديد من نقاط الضعف وكذلك نقاط القوة في الشبكات، يمكن إيجاز أهمها فيما يلي:

- إظهار نقاط الضعف ونسب الإمتلاء الغير آمنة.
- تحديد قدرة الشبكة على إستيعاب توسعات عمرانية جديدة.
- تحديد متطلبات تدعيم محطات الرفع بكل محتوياتها.
- تحديد إحتياجات تدعيم الشبكة لمقابلة الزيادة المستقبلية في التصرفات.

وبناءاً على ما تقدم، يستعرض الجزء التالي كلاً من:

- برامج التحليل الهيدروليكي
- مثال لوضع منهجية إعداد دراسة تحليلية لشبكات الصرف الصحي
- مراحل عملية نتائج التحليل الهيدروليكي

برامج التحليل الهيدروليكي

نظراً لما تحتاجه أعمال برامج التحليل الهيدروليكي من تطبيقات ومعادلات حسابية وهيدروليكية كثيرة، يلزم تكرار إدخال البيانات وإعادة التحليل للوصول في النهاية إلى درجة دقة عالية في النتائج، فقد أصبح من المعتاد إستخدام تقنيات وبرامج الكمبيوتر مثل: (Sewer CAD/ GEMS- Mouse) كما توجد برامج مشابهة كثيرة تستخدم لتنفيذ عملية التحليل الهيدروليكي لما لها من مميزات في تبسيط تطبيق الكثير من أنماط التصرفات على بدائل المخططات الهيكلية لشبكات الصرف الصحي.

وتعتمد برامج التحليل الهيدروليكي في تصميمها على توظيف العديد من معادلات التصرف والمتغيرات ووحدات القياس والتي نلخصها فيما يلي:

معادلات التصرف

يتم إستخدام معادلة مانننج

حيث **تربط معادلة مانننج بين السرعة، ومعامل الاحتكاك، والميل الهيدروليكى للماسورة، –ومساحة مقطع الماسورة، ومحيط الجزء المبتل منها وتنص على:**

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

حيث:

V: **سرعة التصرف (م/ ث)**

R: **نصف القطر الهيدروليكي (م)** ($R = \frac{A}{P}$)

A: **مساحة مقطع الماسورة (م^2)**

P: **المحيط المبتل (م)**

S: **الميل الهيدروليكى للماسورة (م/ م)**

n: **معامل الاحتكاك ويعتمد على نوع مادة الماسورة**

وحدات القياس

تستخدم البرامج العديد من وحدات القياس مثل الوحدات الدولية (System International S.I) أو الوحدات الأمريكية (U.S Units).

تقييم كفاءة تصميم النموذج الهيدروليكي

يتم تقييم كفاءة تصميم النموذج الهيدروليكي بواسطة العديد من المعاملات والظواهر والواردة بالكود المصري لأسس تصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير المستخدمة في شبكات مياه الشرب والصرف الصحي إصدار مايو ٢٠١٠ يمكن إيجازها فيما يلي:

- يفضل أن تتراوح قيم السرعات في مواسير الإنحدار من ٠.٦ م/ث سرعة التنظيف الذاتى **(Self - cleaning velocity)** إلى ١.٥ م/ث
- عدم زيادة نسبة الإمتلاء عن الحدود المذكورة بالكود المصري

قطر المأسورة (مم) شبكات الصرف المنفصلة	نسبة الإمتلاء
أقل من ٧٠٠ مم	٠,٦٧
أكبر من أو يساوي ٧٠٠ مم	٠.٧٥

قطر المأسورة (مم) شبكات الصرف المشتركة	نسبة الإمتلاء
أقل من ٧٠٠ مم	٠,٧٥
أكبر من أو يساوي ٧٠٠ مم	٠.٩

منهجية إعداد الدراسة:

يمكن تلخيص أهداف دراسة التحليل الهيدروليكي في بناء ومعايرة نموذج هيدروليكي لشبكة الصرف الصحي لكل مركز من مراكز المحافظة، وإجراء عمليات التحليل الهيدروليكي بما يحقق ما يلي:

- تحديد المشاكل التي تعاني منها شبكة الصرف الصحي.
- تدعيم الشبكة الحالية ورفع أدائها لمواجهة التصرفات الواردة إليها للوضع الراهن وحتى سنة الهدف.
- دراسة بدائل المخطط العام للشبكة والحالات الخاصة بمراحل النمو المختلفة لتدعيم إتخاذ القرار في إختيار أنسب الحلول لشبكة الصرف الصحي.

مراحل عملية التحليل الهيدروليكي

تشتمل هذه المراحل على:

- إعداد النموذج الهيدروليكي
- إدخال البيانات
- أسس التحليل الهيدروليكي
- تشغيل البرنامج الهيدروليكي

إعداد النموذج الهيدروليكي (Setting of Hydraulic Model)

يشتمل أي نموذج هيدروليكي على مخطط كامل لحالة الشبكة بالمواسير والمطابق، ويحكم أسلوب إعداد النموذج الهيدروليكي العديد من العوامل الهامة نذكر منها مايلي:

مخطط الشبكة القائمة ومكوناتها ونقاط الضعف بها وإتجاهات التطوير الأولية.

- متطلبات التنمية والتوسع في الخدمات حسب الأنشطة السكانية وتوزيع الكثافات السكانية وإمتداد الحيز العمراني.
- أولويات تنفيذ الشبكة أو تطويرها طبقاً لشكاوى المنتفعين وتبعاً لأهميتها وحسب الدراسة الإقتصادية التقديرية للأعمال.
- مراحل تنفيذ الأعمال الخاصة بالشبكة حسب إحتياجات ومراحل التطور العمراني وإمكانيات التمويل المتاح.

ويتم إعداد العديد من النماذج الهيدروليكية بحيث يمثل كل نموذج مرحلة متكاملة من مراحل الشبكة، أي تخطيط متكامل للشبكة بعد تنفيذ أي مرحلة متكاملة من أولويات أعمال التحسين ليخضع كل نموذج فيما بعد لتطبيق كافة حالات التشغيل المتوقعة سواء حالات التصرفات القصوى أو الدنيا أو حالات الطوارئ.

إدخال البيانات

فيما يلي ملخص لأهم البيانات التي يتم إدخالها إلى برنامج التحليل الهيدروليكي:

- أرقام المطابق
- إحداثيات المطابق (يتم إدخالها أتوماتيكياً من خلال الربط مع بيانات GIS)
- أرقام خطوط مواسير الإنحدار.
- أطوال خطوط مواسير الإنحدار (يتم إدخالها أتوماتيكياً من خلال الربط مع بيانات GIS)
- الأقطار الأولية للمواسير طبقاً للوضع الحالي.
- معاملات الإحتكاك داخل خطوط المواسير.
- بيانات إحداثيات ومناسيب مواقع محطات الرفع.
- معدلات التصرفات المتوقعة حتى سنة الهدف.

أسس التحليل الهيدروليكي

يتم تحليل جميع مراكز المحافظة هيدروليكياً طبقاً للأسس التالية:

- حساب المساحة المخدومة بشبكات الصرف الصحي لكل محطة رفع في الوضع الحالي وإقتراح حدود المساحة المخدومة بالوضع المستقبلي لكل محطة بناء على الأسس المتبعة من هيئة التخطيط العمراني.

- حساب التصرفات الحالية والمستقبلية طبقاً للأسس المتبعة بالكود المصري والمذكورة سابقاً في هذا الجزءثم توزيعها على المطابق بنطاق خدمة كل محطة رفع.
- تشغيل البرنامج على الوضع الحالي لجميع شبكات المحافظة وتحديد المشاكل القائمة والتي منها يتم إستنتاج المشروعات العاجلة.
- تشغيل البرنامج على الوضع المستقبلي لجميع الشبكات وفي حالة كون الشبكة في الحدود المقررة بالكود المصري (الشبكات في وضع آمن حتى سنة الهدف) لا يتم التحليل لباقي السنوات.
- في حالة عدم الوصول بالشبكات بأمان حتى سنة الهدف يتم التحليل طبقاً للخطط الخمسية حتى الوصول إلى سنة الهدف بصورة آمنة.

تشغيل البرنامج الهيدروليكي

يتم في هذه المرحلة تشغيل كافة الحالات الهيدروليكية التي تم إعدادها لكل نموذج من النماذج الهيدروليكية، ويجرى خلال ذلك التحقق من أي أخطاء بالبيانات تمنع تشغيل البرنامج لكي يتم تصحيحها.

يبدأ بعد ذلك إستقبال نتائج التحليل الهيدروليكي حيث يتم تقييمها وإسقاط نتائج التقييم على النماذج الهيدروليكية المختلفة، عن طريق تعديل العناصر الهندسية بها وإعادة التحليل حتى يتم الوصول إلى الحل التصميمي الأمثل لكل نموذج.

فيما يلي في الفصل التالي يتم عرض شرح بإستخدام النوافذ عن كيفية إجراء التصميم أو التقييم لشبكات الصرف الصحي بإستخدام برنامج SewerGEMS .

الفصل التاسع

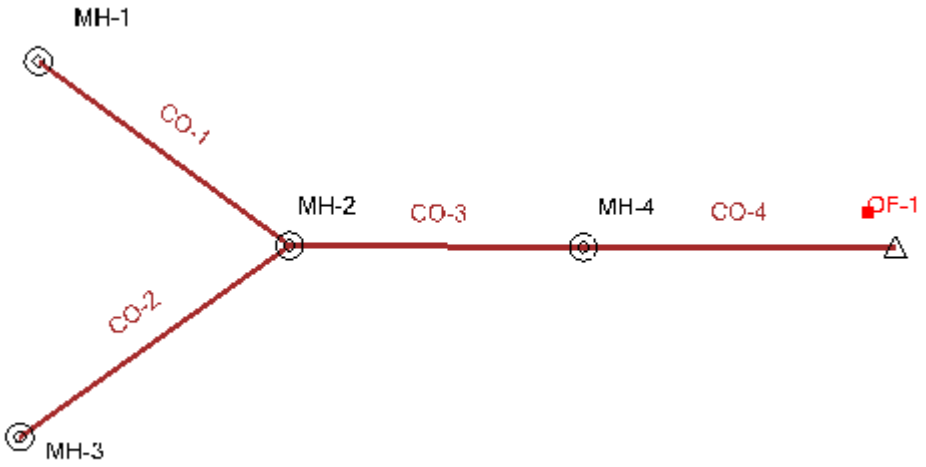
بناء النموذج الهيدروليكي للصرف الصحي وإعداد السيناريوهات

(عمـــــــــــــــــــلي)

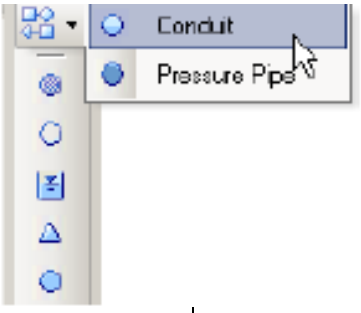
LESSON 1

Creating a Schematic Network

في هذا التمرين نتعرف على كيفية عمل تحليل هيدروليكي لنموذج لشبكة مصغرة.



- ١- من خلال أدوات رسم الشبكة نقوم برسم عناصر الشبكة الموضحة



- ٢- إدخال البيانات لكل عنصر فى الشبكة فى النافذة الخاصة بخصائص كل عنـ

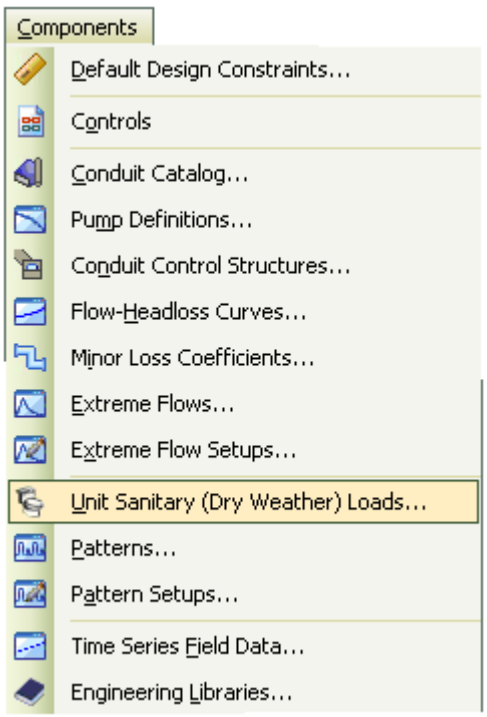
	Elevation (Ground)	Elevation (Invert)
MH-1	**11.9**	**10.33**
MH-2	**11.1**	**10.08**
MH-3	**11.4**	**10.38**
MH-4	**10.80**	**9.78**

label	Diameter (mm)	Material
CO-1	**150**	**Ductile Iron**
CO-2	**150**	**Ductile Iron**
CO-3	**200**	**Ductile Iron**
CO-4	**200**	**Ductile Iron**

label	Elevation (Ground)	Elevation (Invert)	Boundary condition
OF-1	**10.5**	**9.48**	**Free outfall**

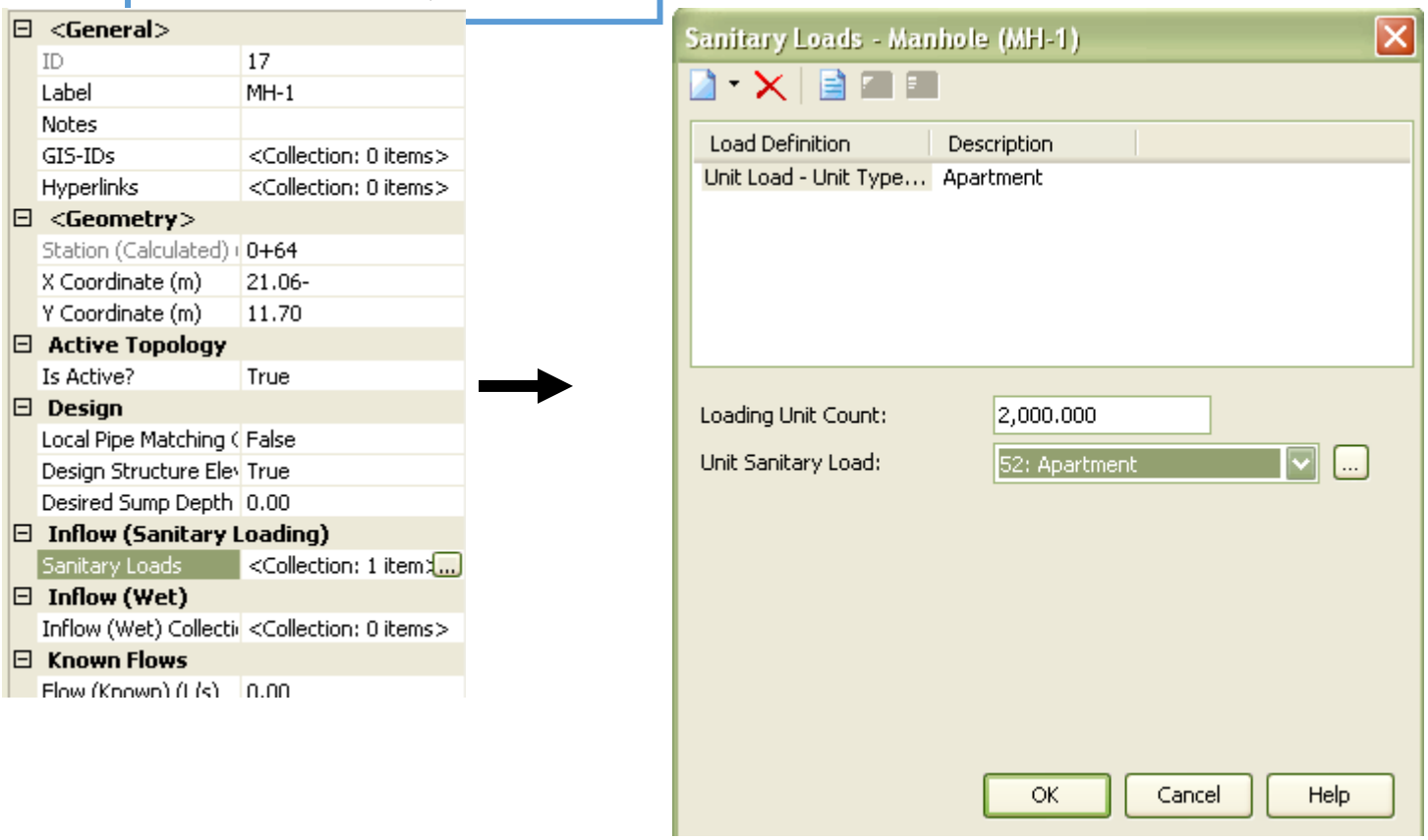
- ٣- يتم وضع قيم لكميات مياه الصرف الصحي وهناك عدة طرق لتحديد كميات مياه الصرف الصحي بالمطابق بالخطوات التالية:

* نفتح من قائمة components الأداة الخاصة بـ unit sanitary (dry weather) loads

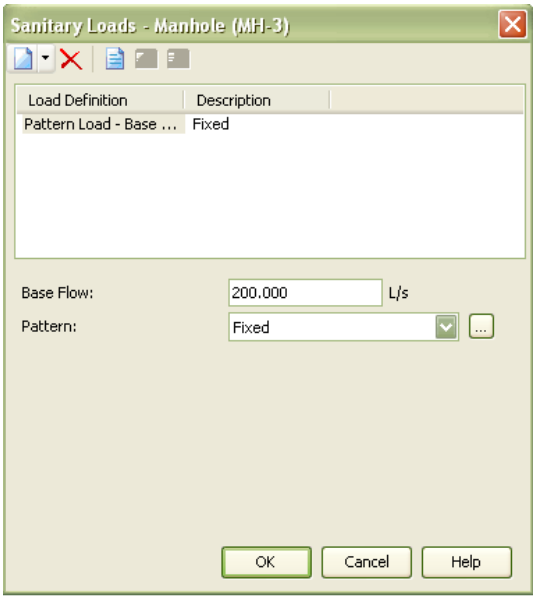


ثم نقوم بفتح Library الخاصة بالبرنامج وذلك لتحديد التصرفات المسجلة مسبقا بالبرنامج ثم عمل import from library ونقوم بعمل وتحديد التصرفات الخاصة بالشقق السكنية apartments

بإفتراض أن MH-1 يقوم بخدمة ٢٠٠٠ فرد داخل تجمع عمارات سكنية نبدأ بفتح sanitary loads داخل خصائص MH-1



ثم نبدأ بتخصيص كمية مياه الصرف لـ MH-3 بنفس الطريقة ولكن نختار pattern load وهو مخصص لوضع تصرف معين تم حسابه من قبل وليكن ٢٠٠ ل/ث

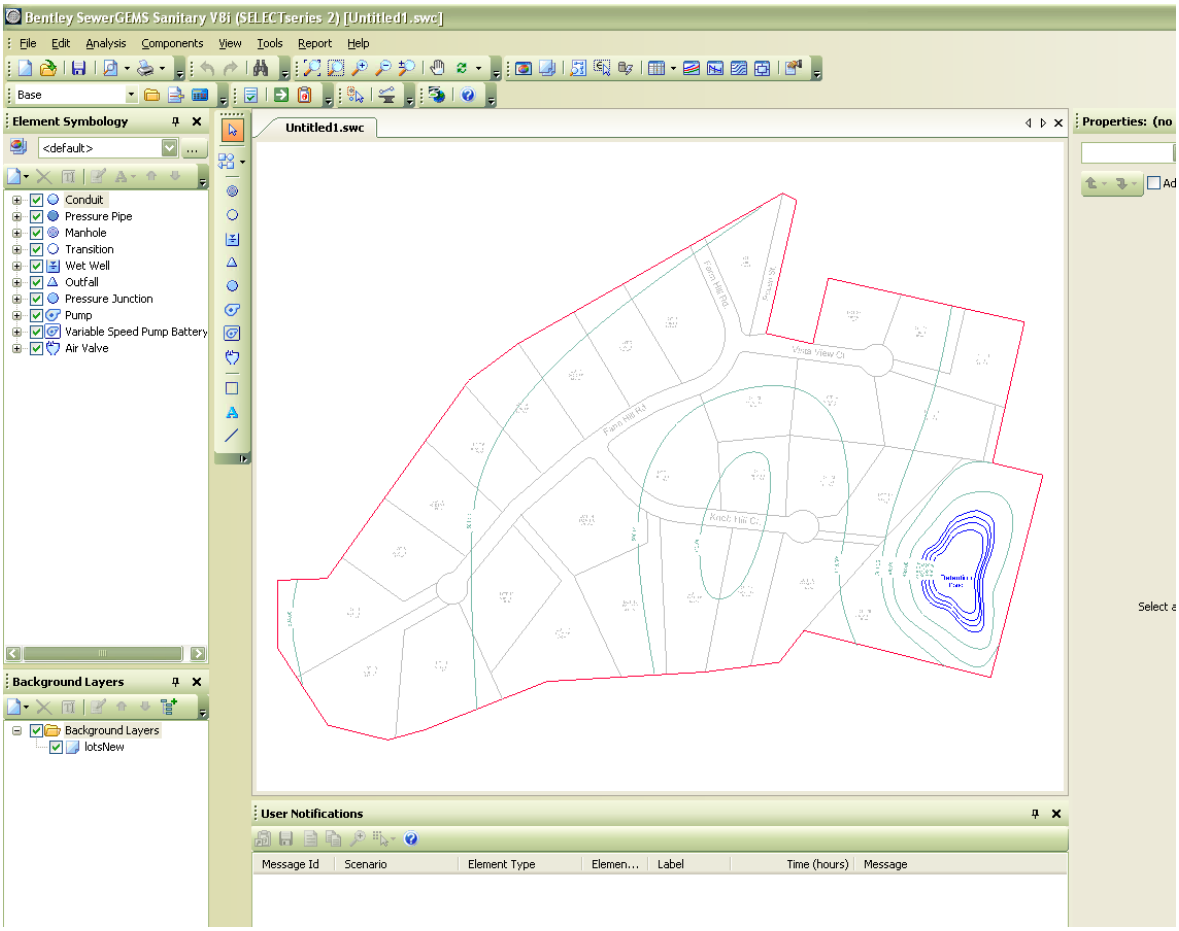


نقوم بعمل compute للحصول على النتائج المختلفة من ميول وتصرفات وسرعات في الخطوط.

LESSON 2

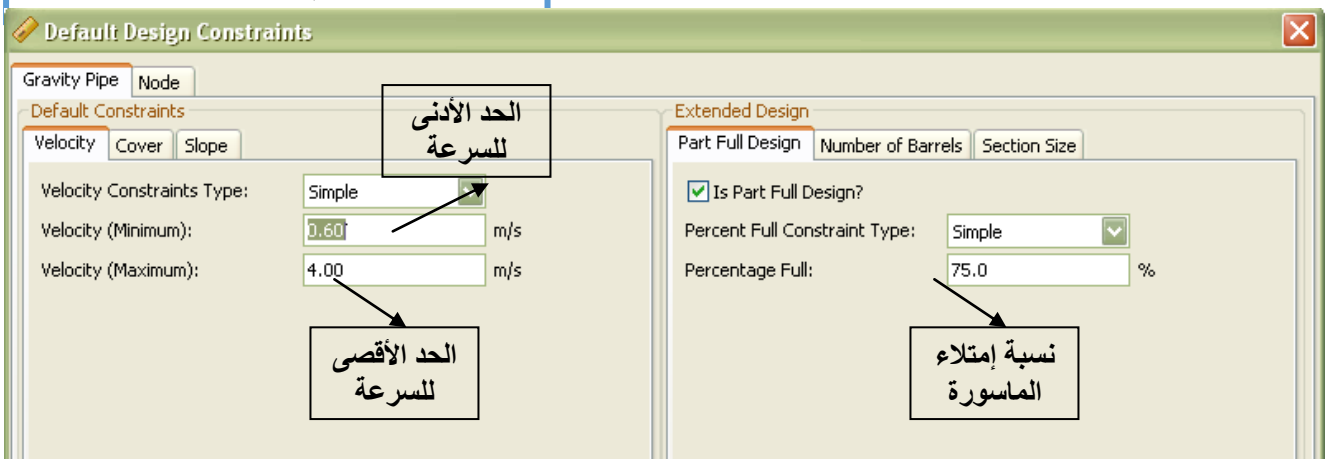
Automatic design

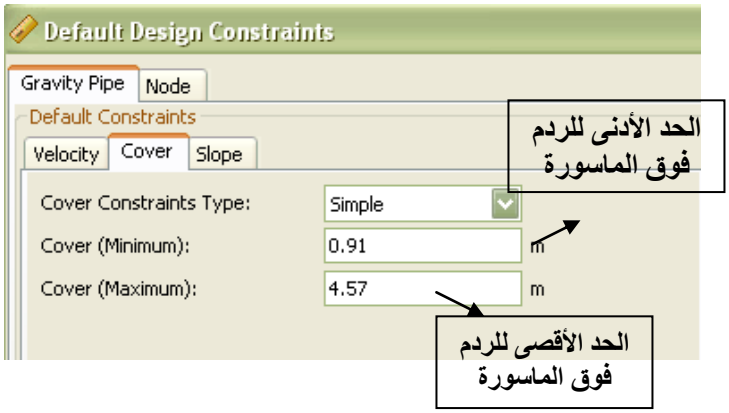
فى هذا التمرين نتعرف على كيفية رسم شبكة جديدة و استخدام SewerGems Sanitary فى تصميم الشبكة.

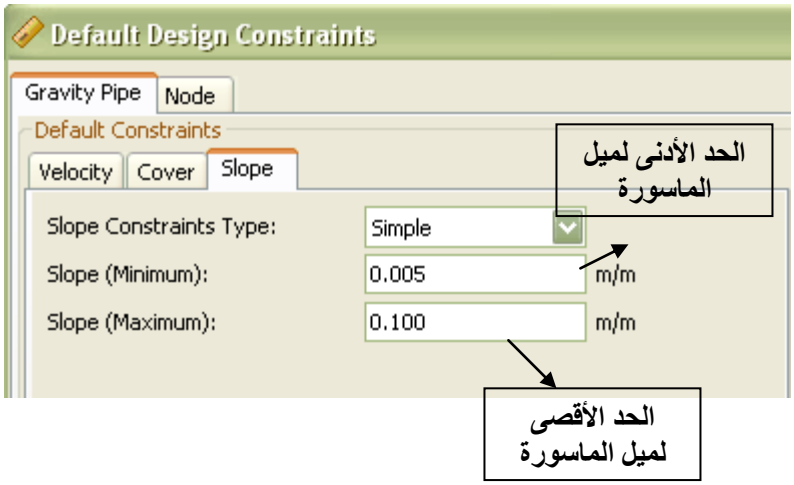


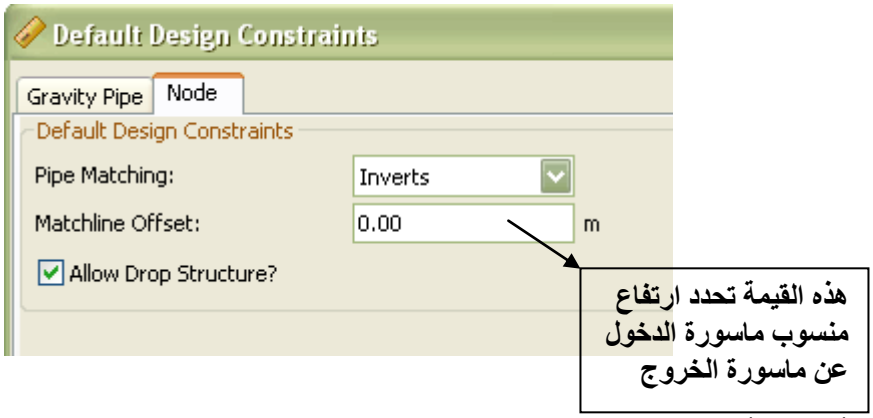
يتم عمل خلفية لخريطة المكان المراد تصميم شبكه صرف صحى له و موضح عليها كونتور خاص بمناسيب وطبيعة الأرض وذلك لتساعد فى تسهيل تصميم هيكل الشبكة.

- نقوم برسم الشبكة عن طريق أدوات الرسم و ادراج جميع مكوناتها من Manholes و Conduits و Outfall
- نقوم بإدراج مناسيب الأرض Elevation (Ground) على جميع العناصر سواء يدوياً أو بإستخدام أداة TREX
- نقوم بتحديد معايير التصميم التى سيستخدمها البرنامج لعمل تصميم للشبكة وذلك من خلال قائمة components ثم Default Design Constraints

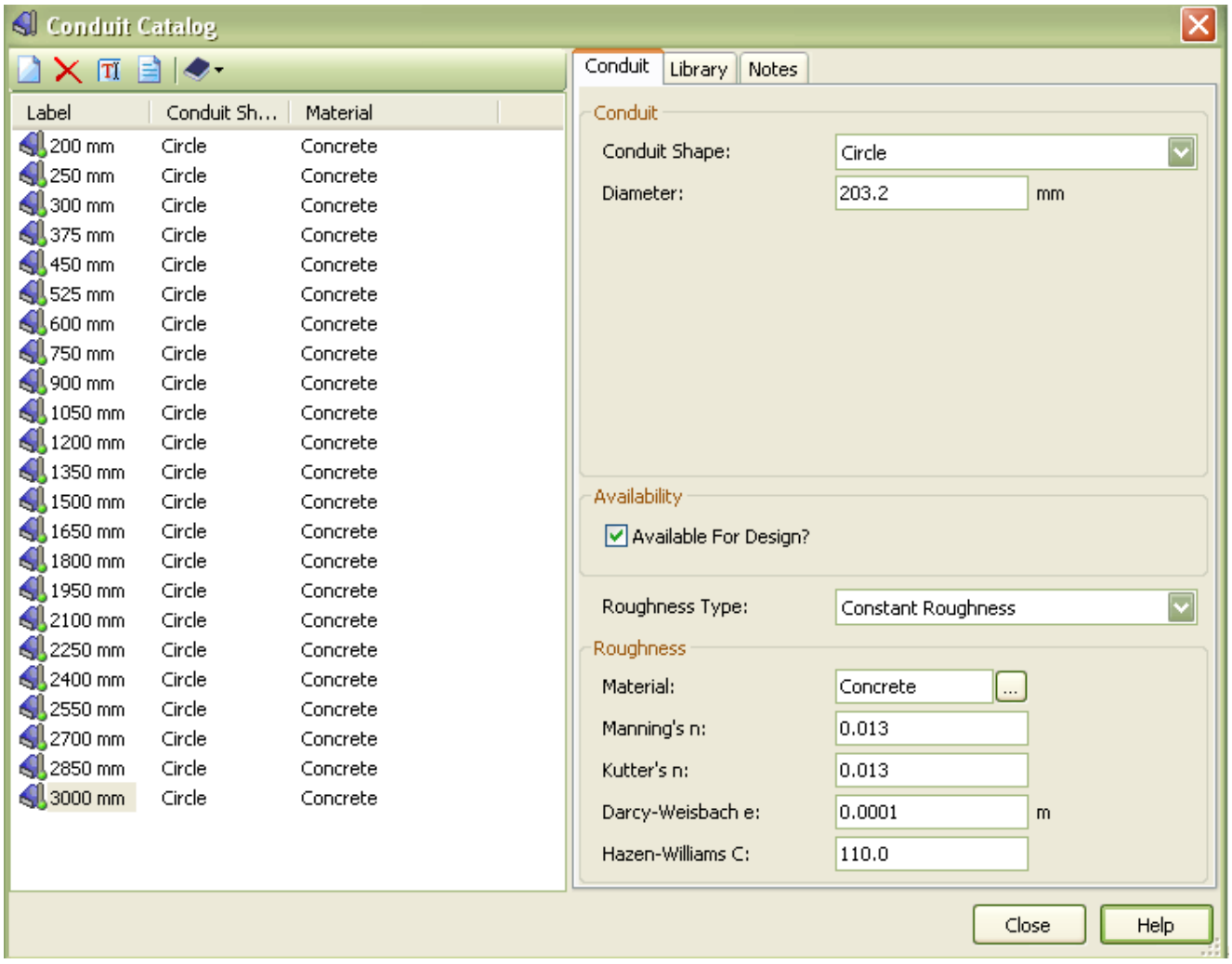

Default Design Constraints
Gravity Pipe
Node
Default Constraints
Velocity
Cover
Slope
Velocity Constraints Type:
Simple
Velocity (Minimum):
0.60
m/s
Velocity (Maximum):
4.00
m/s
الحد الأدنى للسرعة
الحد الأقصى للسرعة
Extended Design
Part Full Design
Number of Barrels
Section Size
Is Part Full Design?
Percent Full Constraint Type:
Simple
Percentage Full:
75.0
%
نسبة إمتلاء الماسورة


Default Design Constraints
Gravity Pipe
Node
Default Constraints
Velocity
Cover
Slope
Cover Constraints Type:
Simple
Cover (Minimum):
0.91
m
Cover (Maximum):
4.57
m
الحد الأدنى للردم فوق الماسورة
الحد الأقصى للردم فوق الماسورة


Default Design Constraints
Gravity Pipe
Node
Default Constraints
Velocity
Cover
Slope
Slope Constraints Type:
Simple
Slope (Minimum):
0.005
m/m
Slope (Maximum):
0.100
m/m
الحد الأدنى لميل الماسورة
الحد الأقصى لميل الماسورة



- لتحديد قيم الأقطار وأنواع المواسير التي سيستخدمها البرنامج فى التصميم نقوم بعمل Conduit Catalog من قائمة components ثم نختار من قائمة المواد الموجوده داخل المكتبة الخاصة بالبرنامج و لتكن – Circle Concrete



- بعدها نقوم بفتح جدول Flex table conduit table

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0.000 hours) (Untitled1.swc)

	Invert (Stop) (m)	Conduit Type	Conduit Shape	Material	Manning's n	Section Size (Catalog Conduit)	Diameter (mm)
19: CO-1	0.00	Catalog Conduit	Circular Pipe	Concrete	0.013	200 mm	203.2
21: CO-2	0.00	Catalog Conduit	Circular Pipe	Concrete	0.013	200 mm	203.2
23: CO-3	0.00	Catalog Conduit	Circular Pipe	Concrete	0.013	200 mm	203.2
25: CO-4	0.00	Catalog Conduit	Circular Pipe	Concrete	0.013	200 mm	203.2
27: CO-5	0.00	Catalog Conduit	Circular Pipe	Concrete	0.013	200 mm	203.2
29: CO-6	0.00	Catalog Conduit	Circular Pipe	Concrete	0.013	200 mm	203.2
31: CO-7	0.00	Catalog Conduit	Circular Pipe	Concrete	0.013	200 mm	203.2
33: CO-8	0.00	Catalog Conduit	Circular Pipe	Concrete	0.013	200 mm	203.2
36: CO-9	0.00	Catalog Conduit	Circular Pipe	Concrete	0.013	200 mm	203.2
37: CO-10	0.00	Catalog Conduit	Circular Pipe	Concrete	0.013	200 mm	203.2

نختار catalog conduit لجميع المواسير

نضع قيمة ابتدائية لقطر الماسورة ولتكن 200 mm

- تأتي الآن خطوة توزيع كمية التصرفات التي ستدخل لشبكة الصرف الموضحة Sanitary loads وذلك من خلال load builder أو من خلال trol center
- عن طريق تحديد ثم إختيار Design ثم عمل compute

<General>	
ID	15
Label	Base Calculation Optio
Notes	
Time Analysis Type	Steady State
Calculation Type	Design
Tractive Stress (Glo	0.000
Report Hydrologic T	True
Convex Routing	
Peak Flow Ratio (%	75.0
Gravity Hydraulics	
Maximum Network T	5
Flow Convergence	0.001
Flow Profile Method	Backwater Analysis

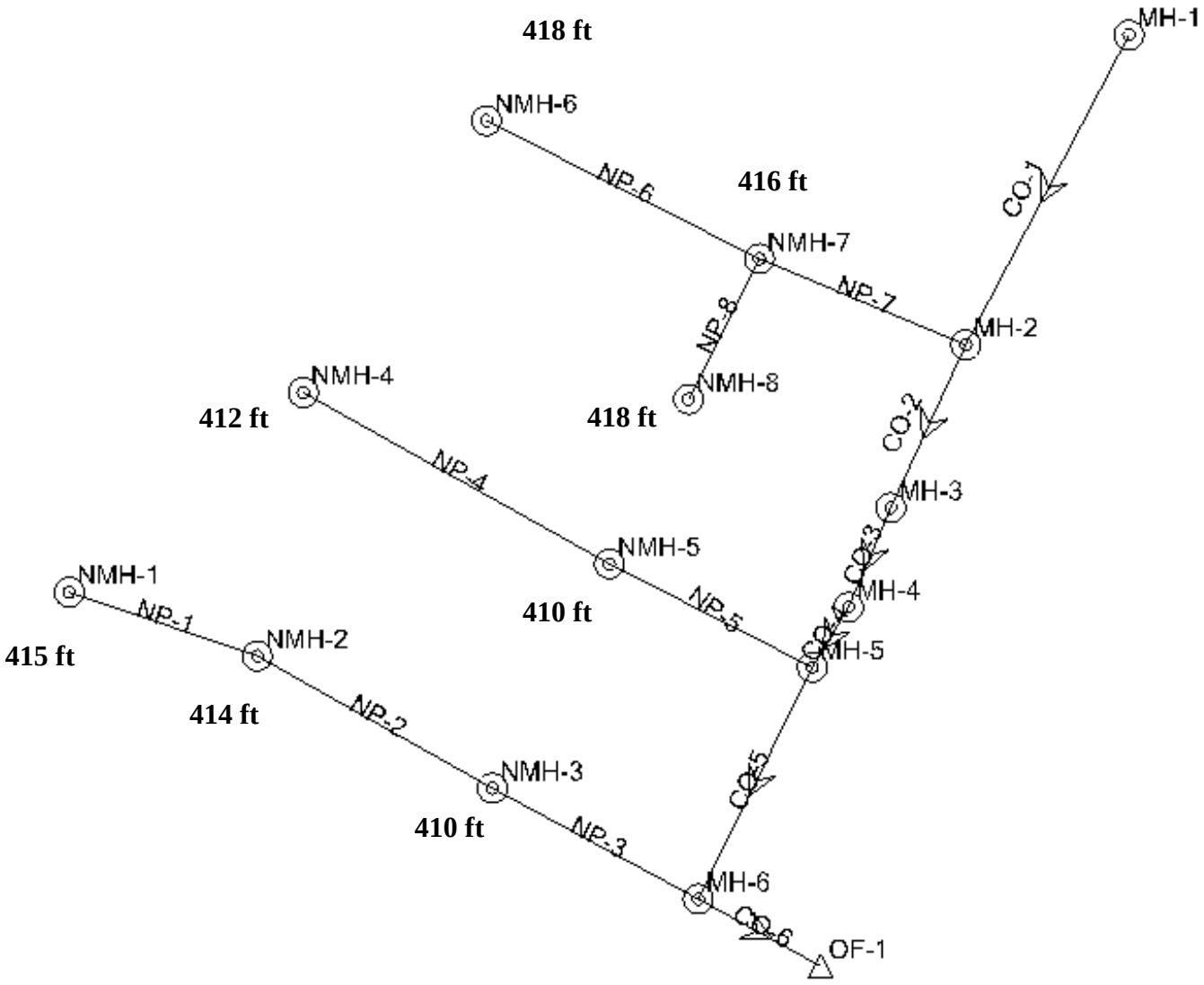
- يقوم البرنامج بتحديد الأقطار وأعماق المطابق طبقاً للتصرفات ومعايير التصميم التي تم إدخالها مسبقاً

LESSON 3

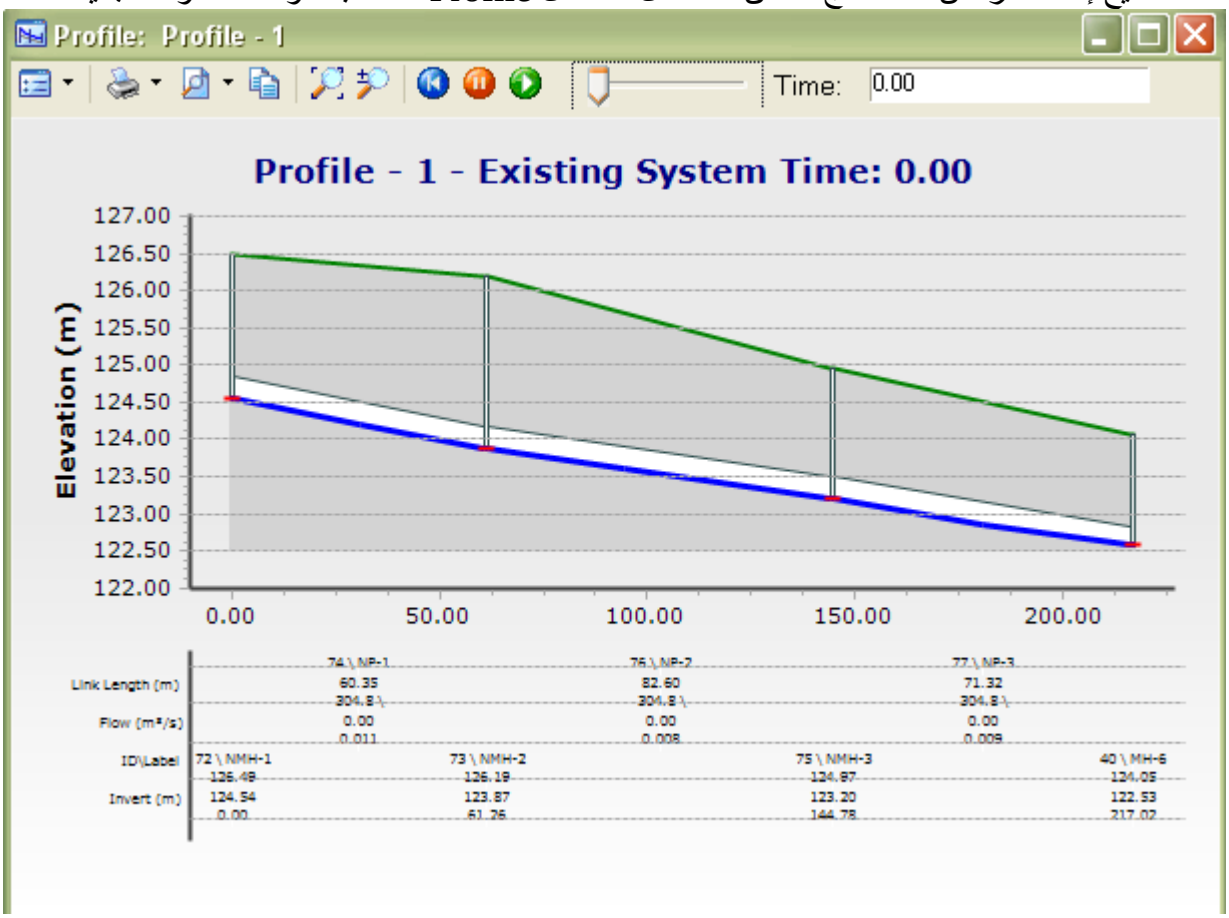
Simple steady state

نستخدم الملف الخاص بالتمرين Steadystate.swg

نقوم بعمل New Active Topology Alternative وذلك لرسم الشبكة المقترحة داخله والتي ستكون إمتداد للشبكة القائمة. ونرسم الشبكة كما بالصورة مع فرض أن الشبكة المقترحة كلها 12 in. نقوم باستنتاج أعماق المطابق طبقاً لأقل ميل موجود بالكود للقطر12in وبمعلومية الطول نستطيع إيجاد Elevation Inverts للمطابق المقترحة.



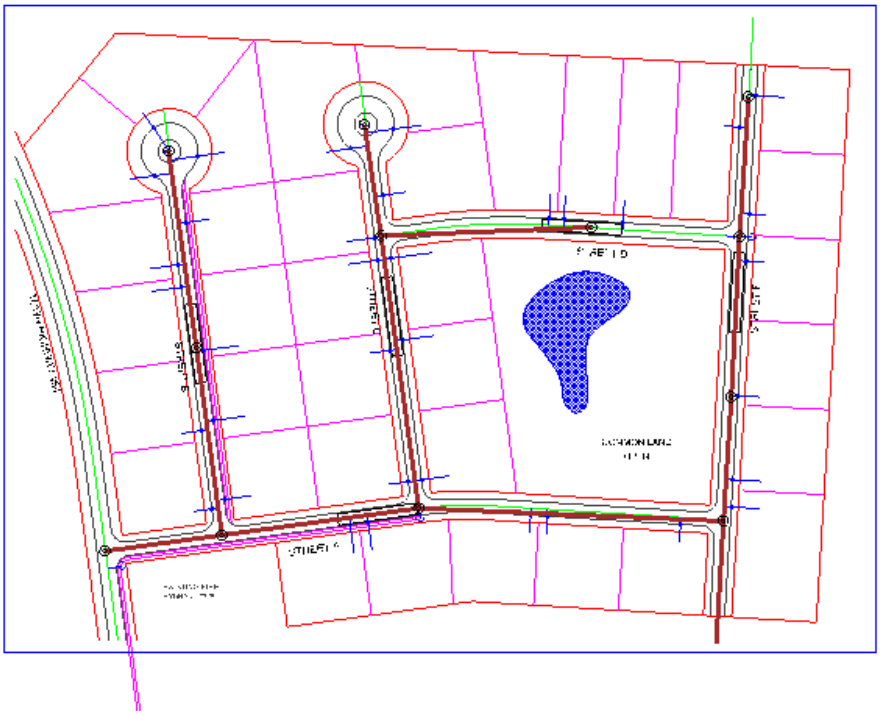
نستطيع إستعراض النتائج من خلال عمل Profile للشبكة والخطوط الجديدة المقترحة.



LESSON 4

Working with Multiple Scenarios

نقوم بفتح ملف Lesson5.swg ليظهر لنا الشكل التالى:

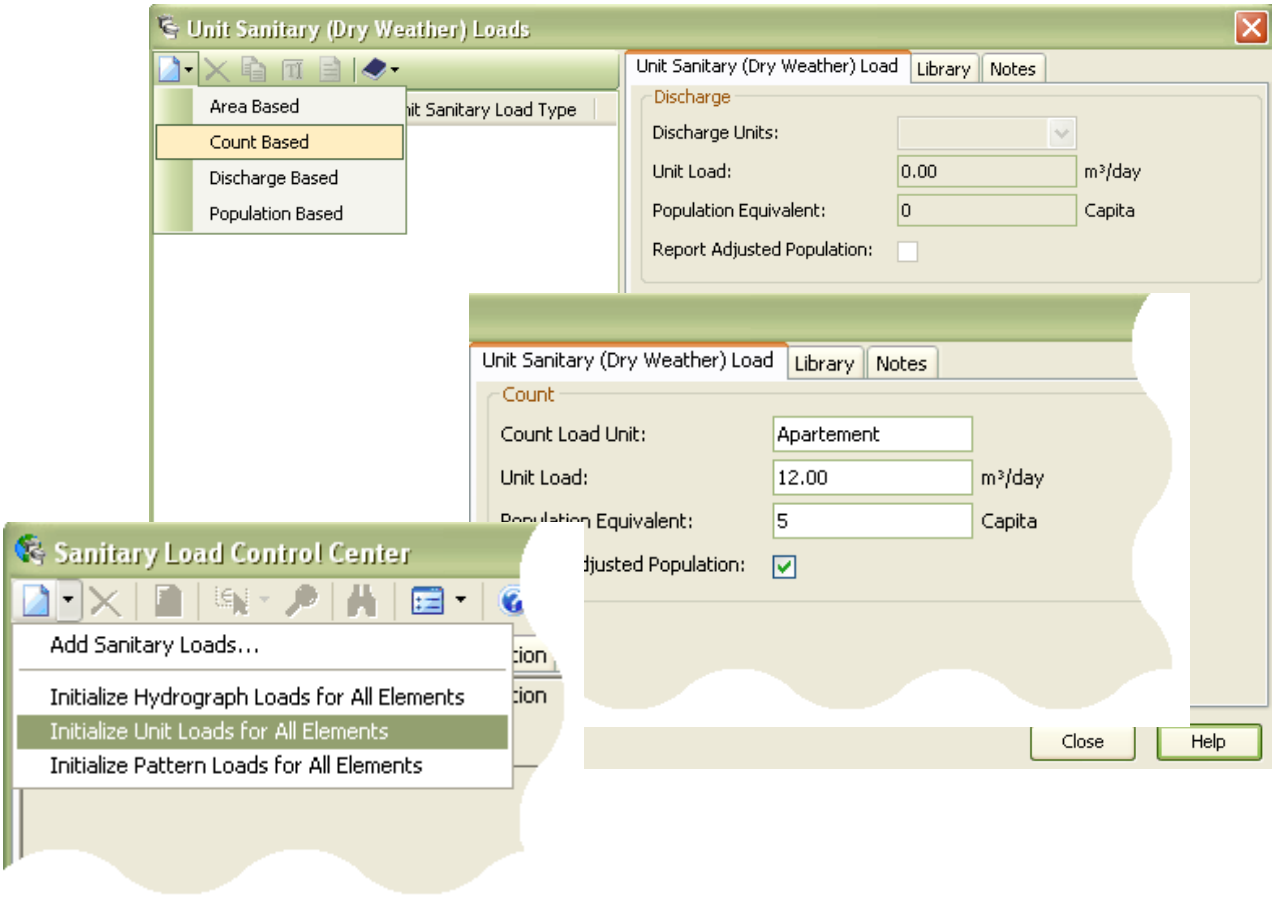


١ـ تمثيل حالة الطقس الجاف:

نبدأ فى إدخال بيانات التصرفات كما يلي:

Manhole	Loading, Equivalent Apartment units
MH-1	2
MH-2	4
MH-3	4
MH-4	4
MH-5	3
MH-6	6
MH-7	4
MH-8	4
MH-9	5
MH-10	2
MH-11	4
MH-12	4

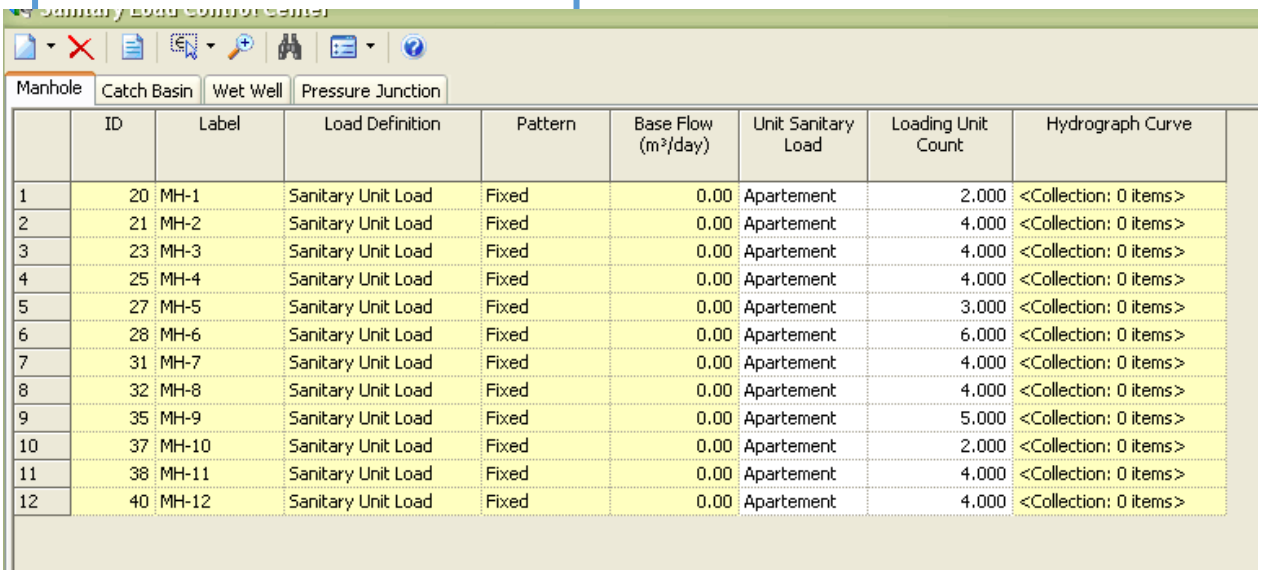
- نقوم بفتح Unit Sanitary (Dry Weather) Loads و ذلك لتحديد قيمة التصرف للوحدة الواحدة (الشقة السكنية Apartment) ثم إختيار New → Count based



و إدخال البيانات كما هو موضح بالصورة.

- بعد ذلك نستخدم Sanitary Load Control Center ونقوم بعمل Initialize Unit loads for all Elements

و فى العمود Unit Sanitary Load نختار Apartment لكل المطابق ونقوم بإدخال القيم المكافئة بالجدول السابق.

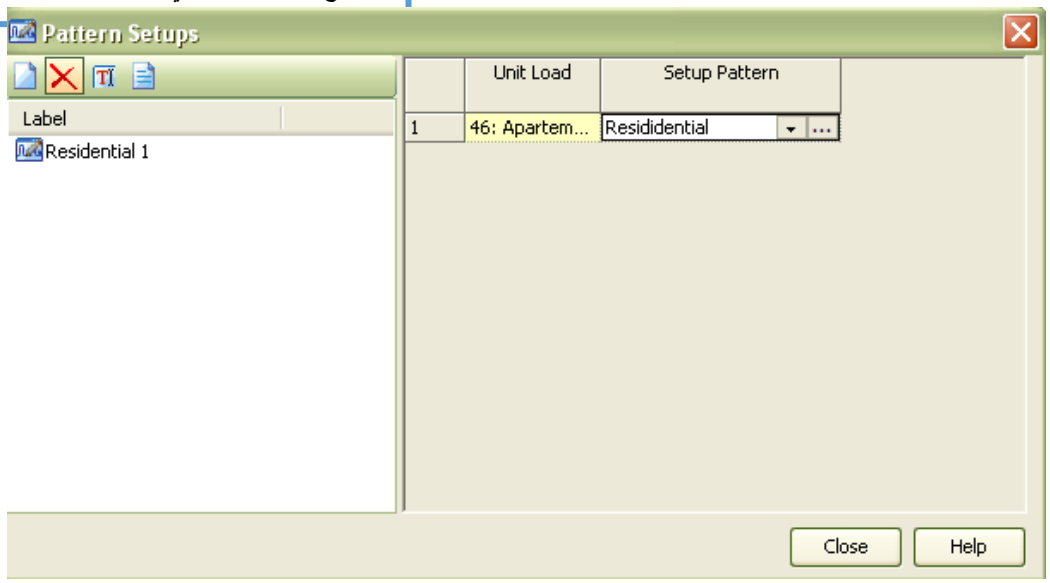


Manhole | Catch Basin | Wet Well | Pressure Junction

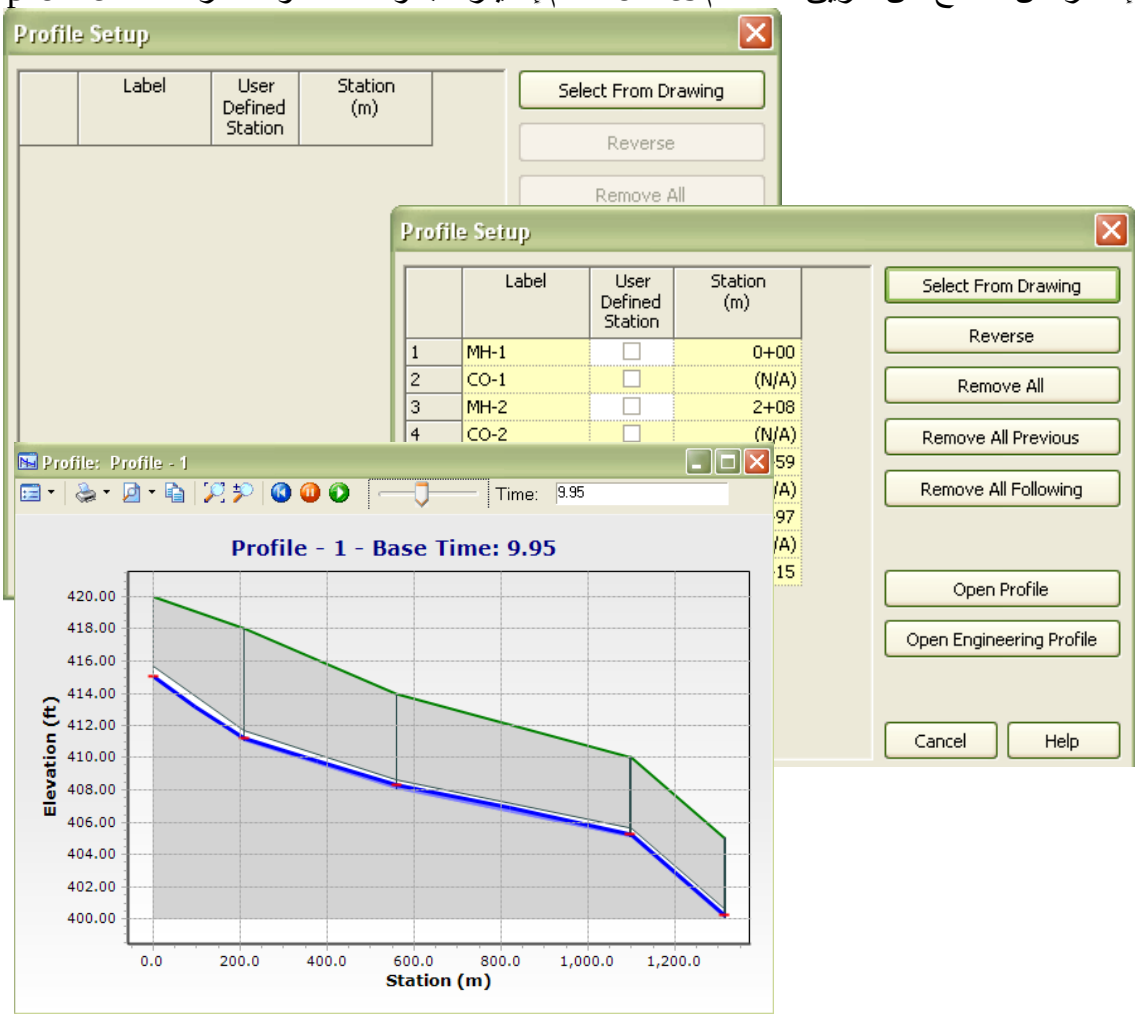
	ID	Label	Load Definition	Pattern	Base Flow (m^3/day)	Unit Sanitary Load	Loading Unit Count	Hydrograph Curve
1	20	MH-1	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	2.000	<Collection: 0 items>
2	21	MH-2	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	4.000	<Collection: 0 items>
3	23	MH-3	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	4.000	<Collection: 0 items>
4	25	MH-4	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	4.000	<Collection: 0 items>
5	27	MH-5	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	3.000	<Collection: 0 items>
6	28	MH-6	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	6.000	<Collection: 0 items>
7	31	MH-7	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	4.000	<Collection: 0 items>
8	32	MH-8	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	4.000	<Collection: 0 items>
9	35	MH-9	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	5.000	<Collection: 0 items>
10	37	MH-10	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	2.000	<Collection: 0 items>
11	38	MH-11	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	4.000	<Collection: 0 items>
12	40	MH-12	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00	Apartement	4.000	<Collection: 0 items>

- نقوم بعمل Pattern و ذلك لتمثيل التغير فى التصرفات على مدار ٢٤ ساعة و إدخال البيانات طبقا للجدول التالي و تسميتها Residential

Time	Multiplier
0	0.4
3	0.6
6	1.2
9	1.4
12	1.2
15	1
18	1.3
21	0.9
24	0.4



- ثم نقوم بإعداد calculation options لإستخدام Residintial pattern ونقوم بعمل compute
- نقوم بعمل إستعراض للنتائج عن طريق استخدام Profiles ثم إختيار مجموعة الخطوط المراد عمل profile لها.



٢- تمثيل حالة الطقس الممطر

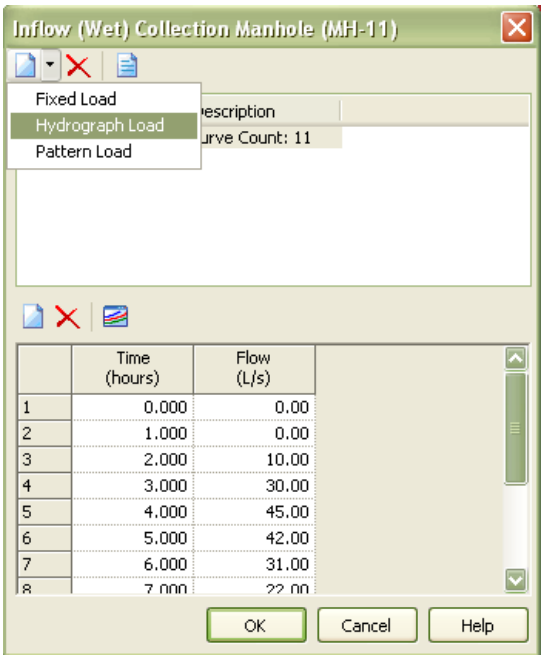
على نفس المثال السابق نفترض وجود حالة طقس ممطر أو كمية إضافية من المياه دخلت إلى الشبكة inflow، ولتمثيل ذلك والإحتفاظ بالنتائج فى الحالة السابقة نقوم بإعداد سيناريو جديد Wet Weather

- ١- نقوم بإعداد بديل جديد Inflow Alternative وإدراجه ضمن بدائل السيناريو WetWeather
- ٢- عند MH-11 نقوم بإدخال بيانات inflow جديد كما فى الجدول التالى:

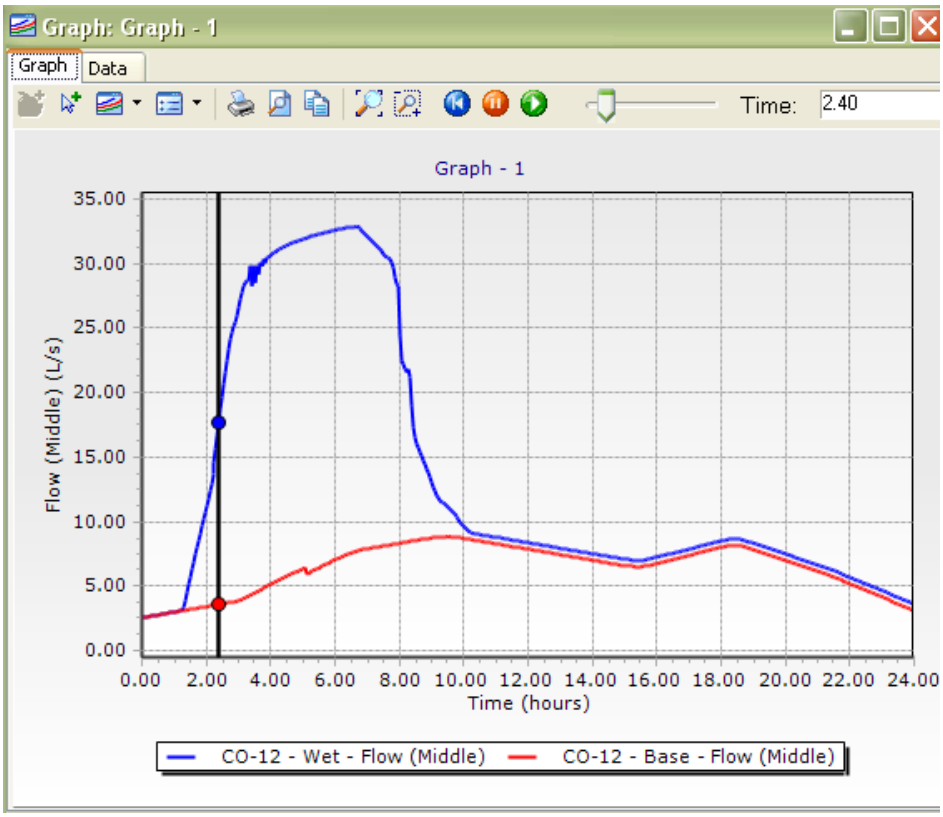
Time (hr)	Inflow (L/s)
0	0.00
1	0.00
2	10
3	30
4	45
5	42
6	31
7	22
8	10
9	3
10	0.5

نبدأ بفتح Inflow Collection و نقوم بعمل New → Hydrograph Load

و ندخل البيانات فى الجدول كما بالصورة



نقوم بعمل Compute للسيناريو Wet weather ثم نقارن بين النتائج فى الماسورة Co-12 للسيناريوهات Dry weather ، Wet weather عن طريق عمل Graph و عمل Profile للخط.


Graph: Graph - 1
Graph
Data
Time:
2.40
Graph - 1
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
Flow (Middle) (L/s)
0.00
2.00
4.00
6.00
8.00
10.00
12.00
14.00
16.00
18.00
20.00
22.00
24.00
Time (hours)
CO-12 - Wet - Flow (Middle)
CO-12 - Base - Flow (Middle)

الفرق بين Pattern Load وHydrograph Load

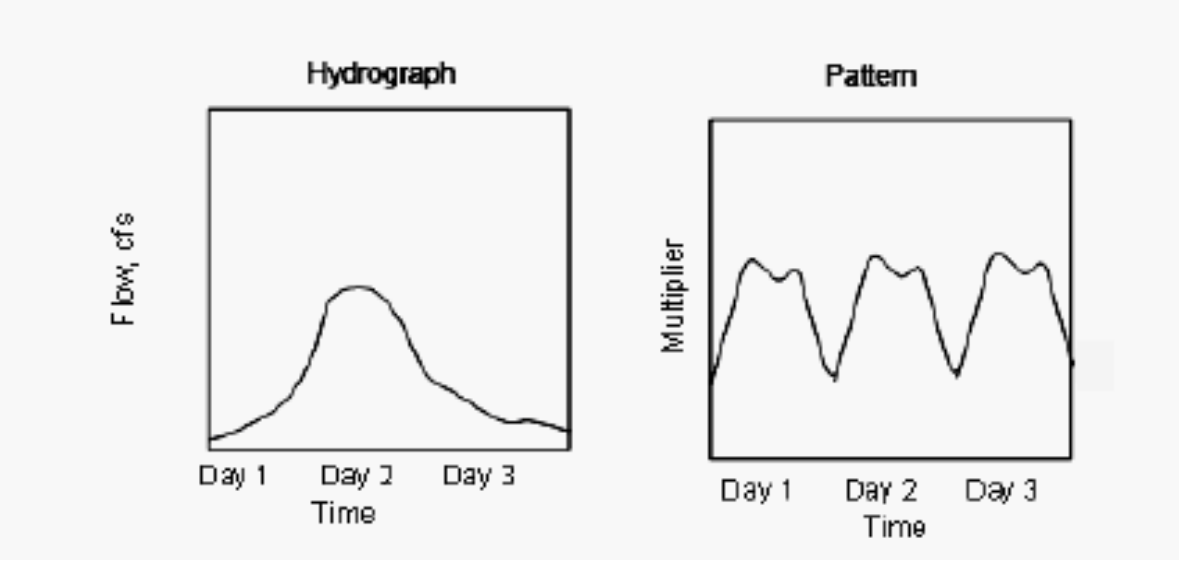
Pattern loads :

- عبارة عن مجموعة من المعاملات مبنية على قيمة متوسط التصرف وذلك لتمثيل التغير فى التصرف على مدار فترة معينة
- يتم استخدامها فى sanitary loads
- يتم إستنتاج المعاملات من القياسات الفعلية للشبكة و يكون هناك patterns مختلفة حسب طبيعة الإستهلاك في المنطقة (إستهلاك آدمى ، إستهلاك تجارى ، إستهلاك صناعى ، .....)
- يتم تكرار الضرب فى المعاملات المدرجة بعد انتهاء زمنها حتى إنتهاء فترة التحليل المحددة.

Hydrograph loads:

- عبارة عن علاقة بين الزمن والتصرف
- يتم استخدامها غالباً لتمثيل حالة الطقس الممطر
- بعد إنتهاء زمنها فإنه يتم إستخدام آخر قيمة مدرجة بها حتى نهاية فترة التحليل.

كما يمكن استخدام Hydrograph فى تمثيل حالات unsteady flow



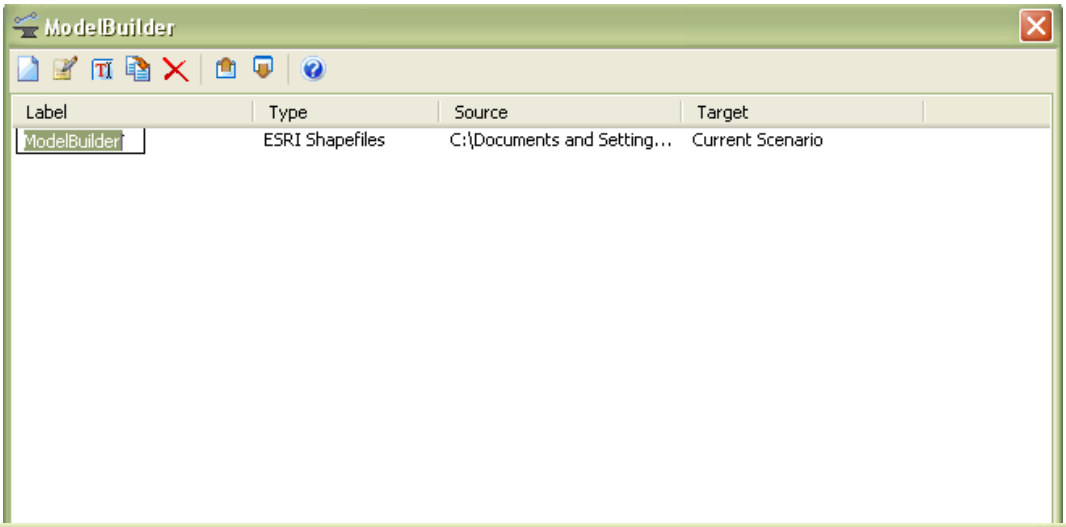
LESSON 5

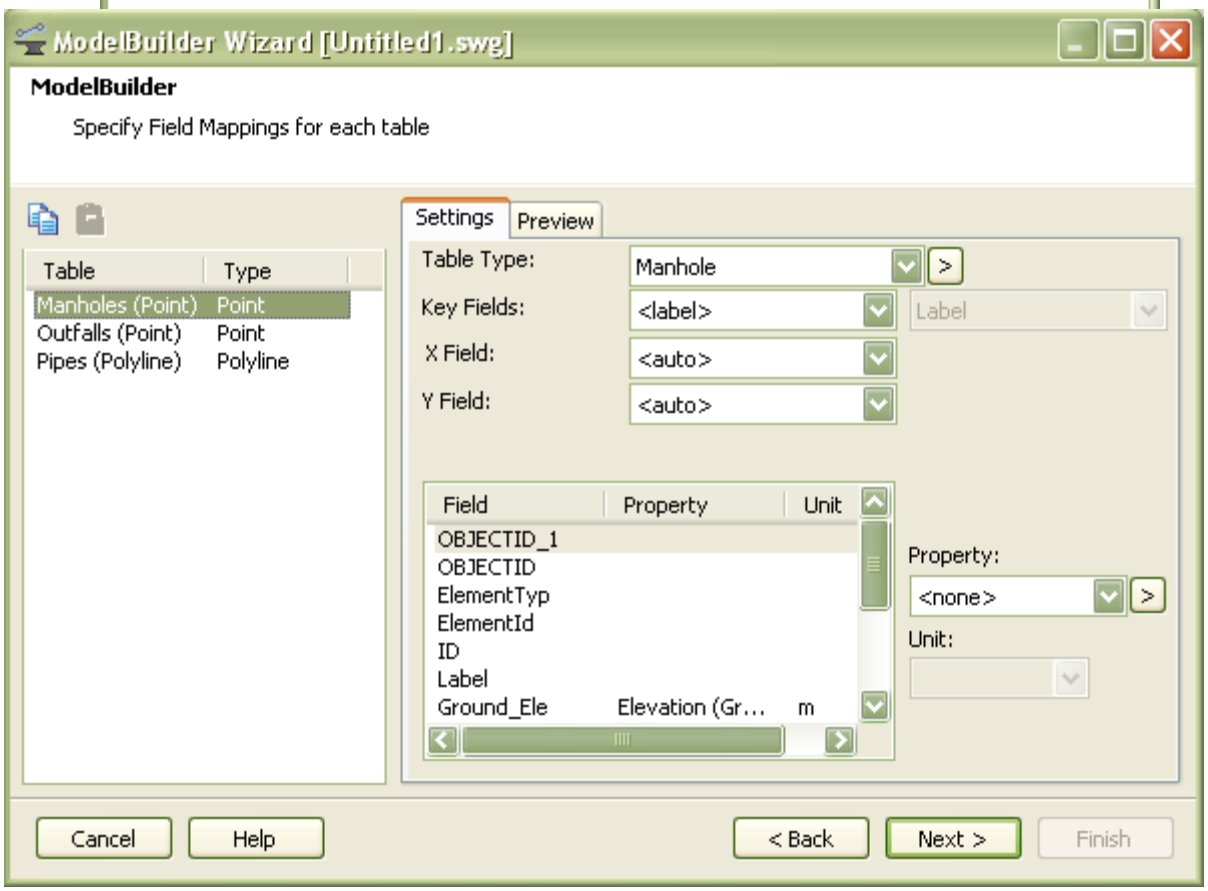
Using Model Builder to import network

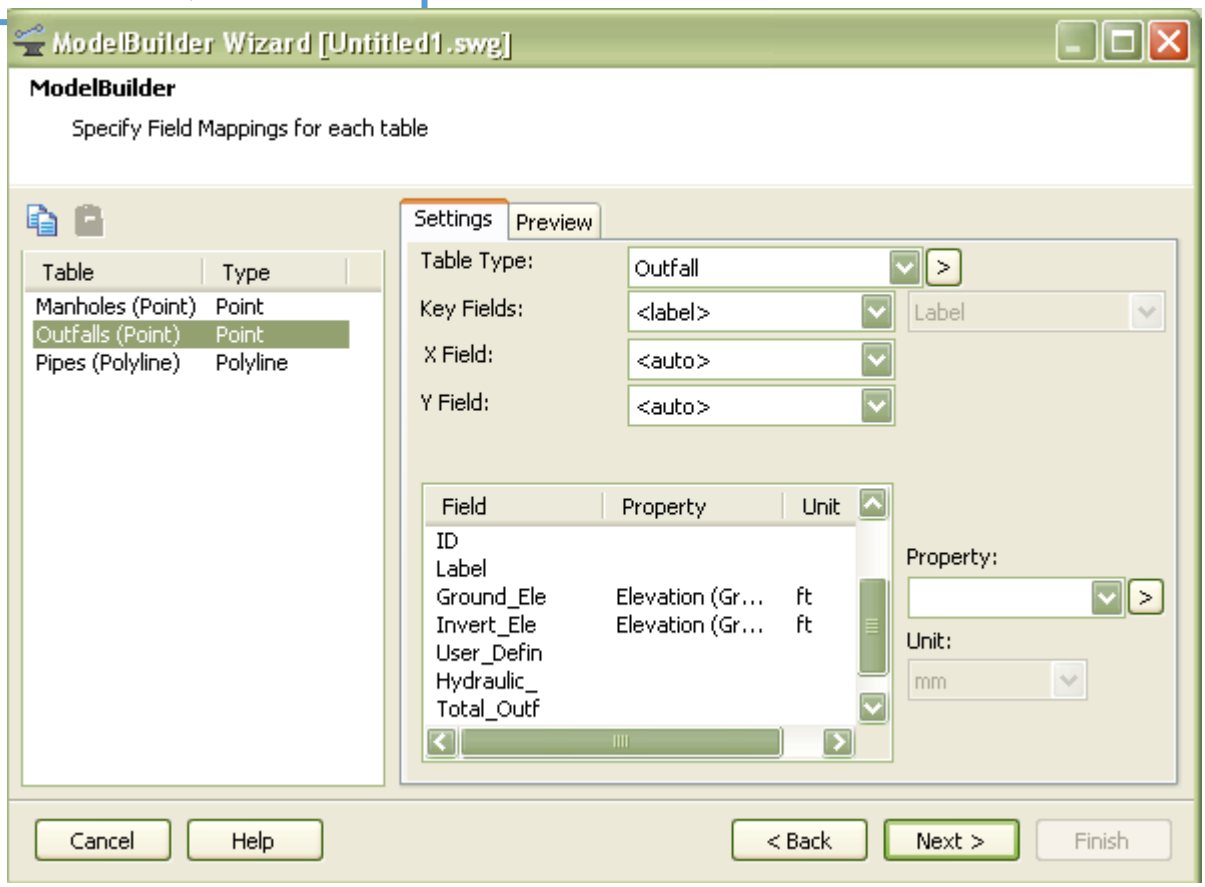
To SewerCad

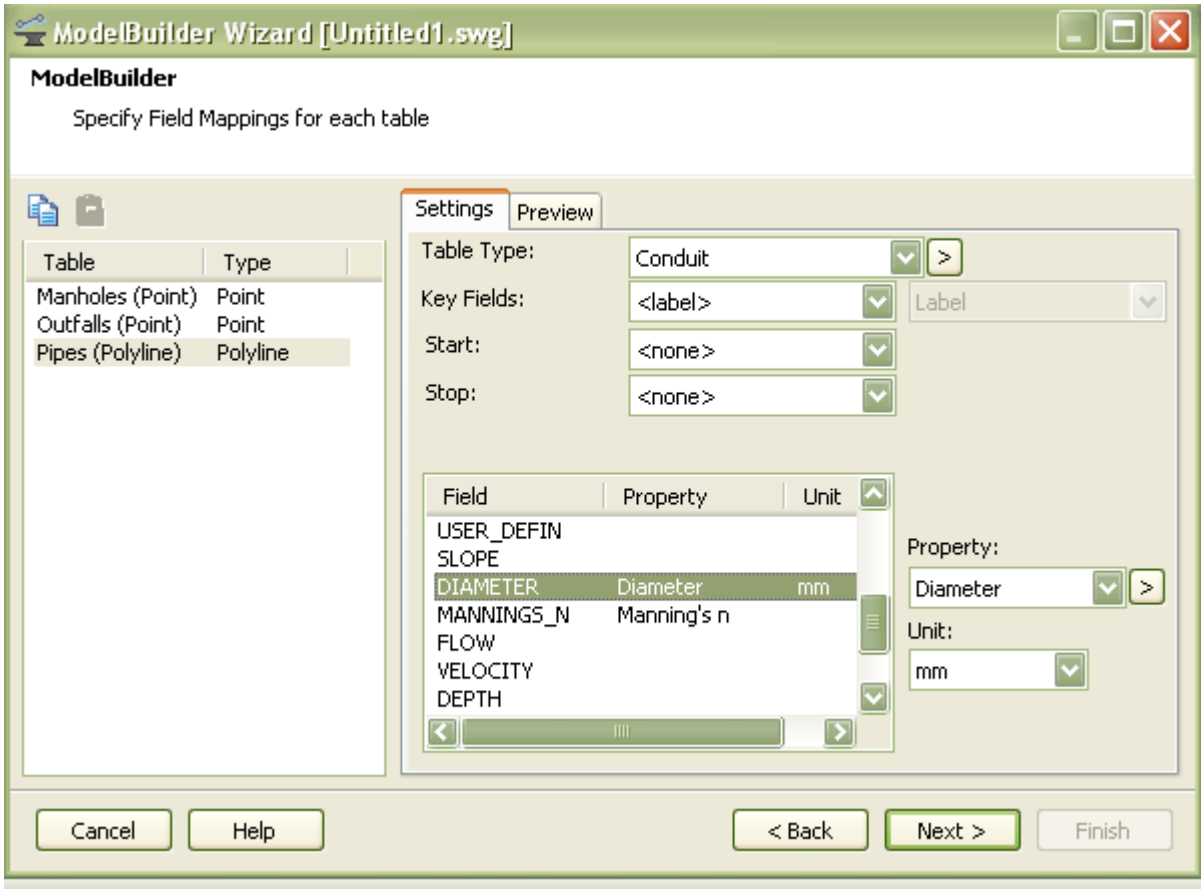
نستعرض فى هذا الدرس كيفية استخدام model builder فى إ دخال شبكة تم إ عدادها مسبقا بواسطة GIS .

١- نقوم بفتح Model Builder ثم إ دراج ملفات shapefiles الخاصة بالمطابق والمواسير والروافع.

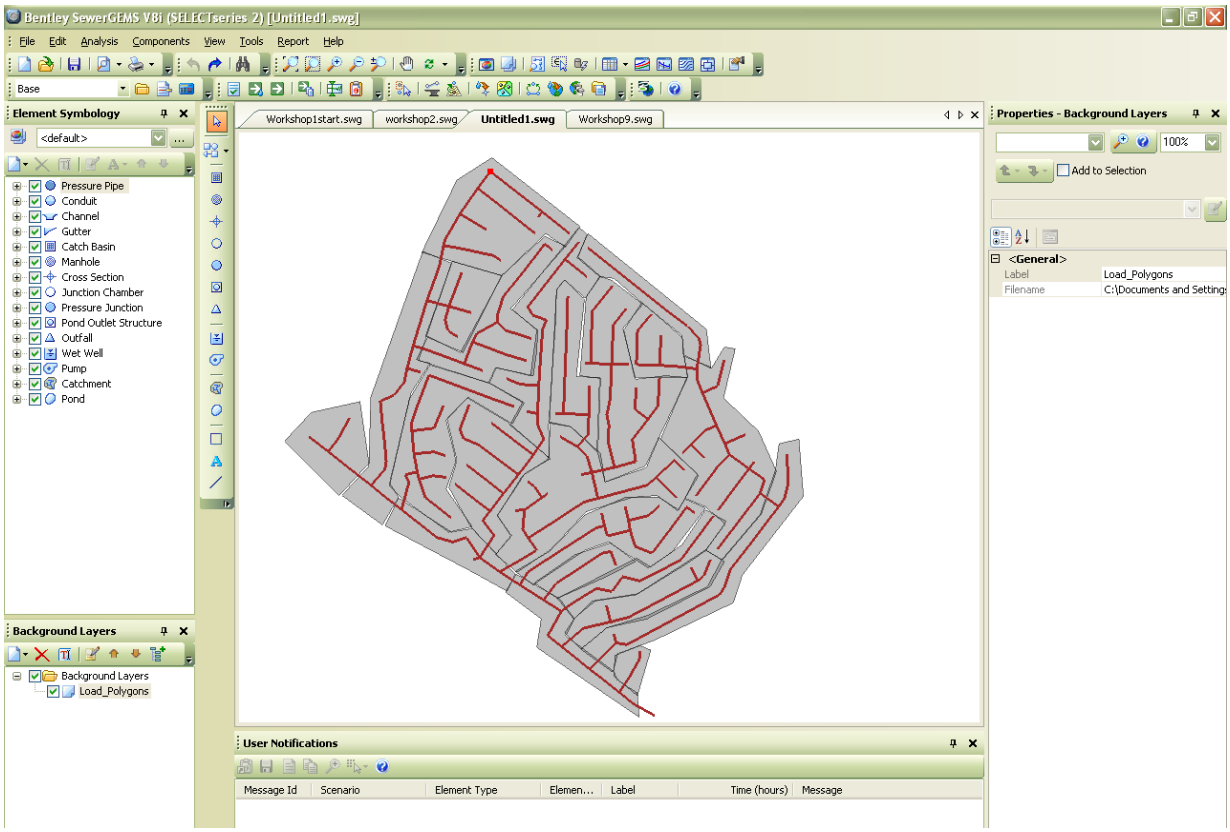








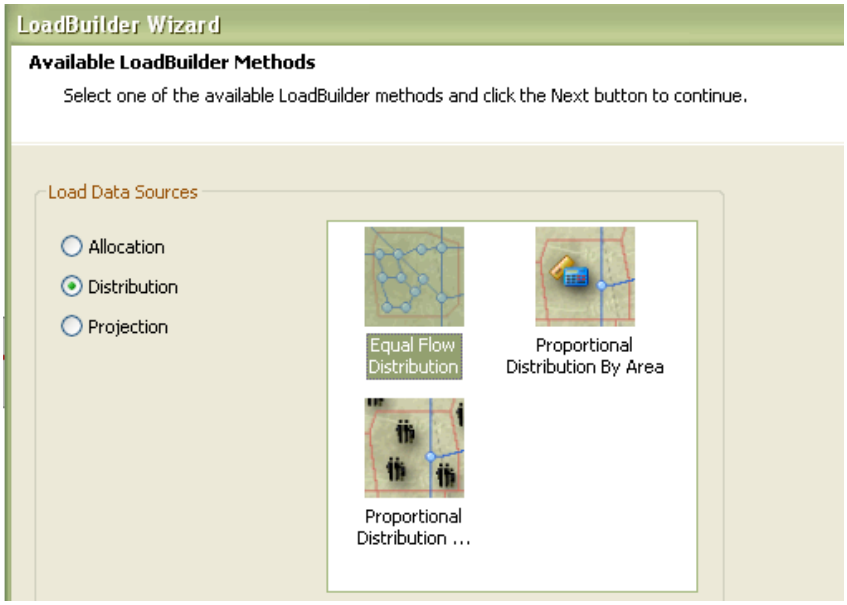
ثم متابعة إ دخال البيانات حتى الحصول على نموذج هيدروليكي للشبكة.



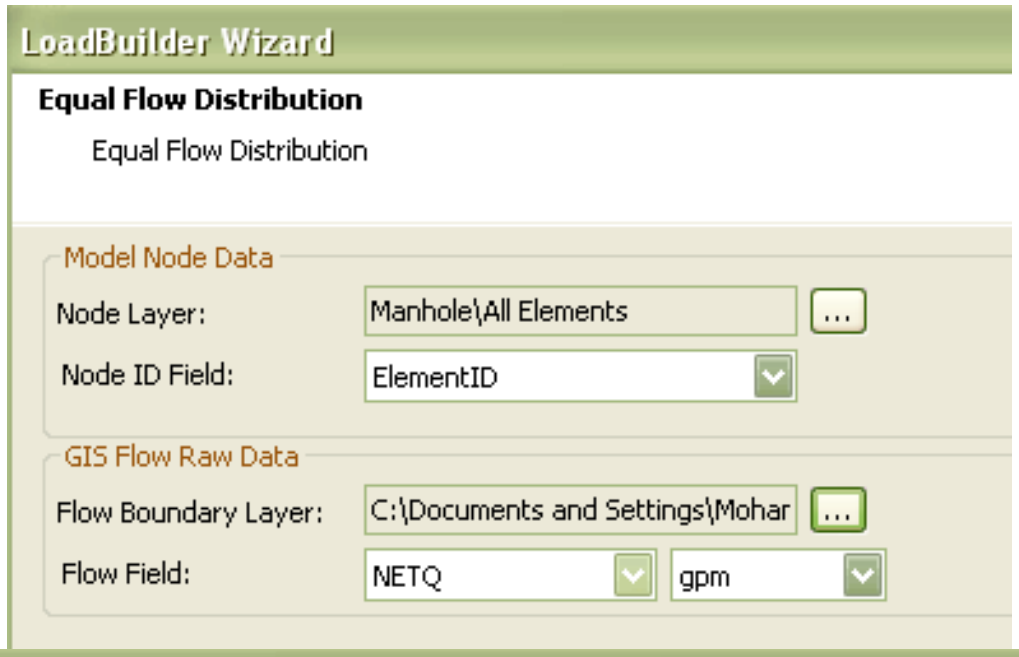
نبدأ الآن باستخدام Load builder في توزيع التصرفات على جميع المطابق

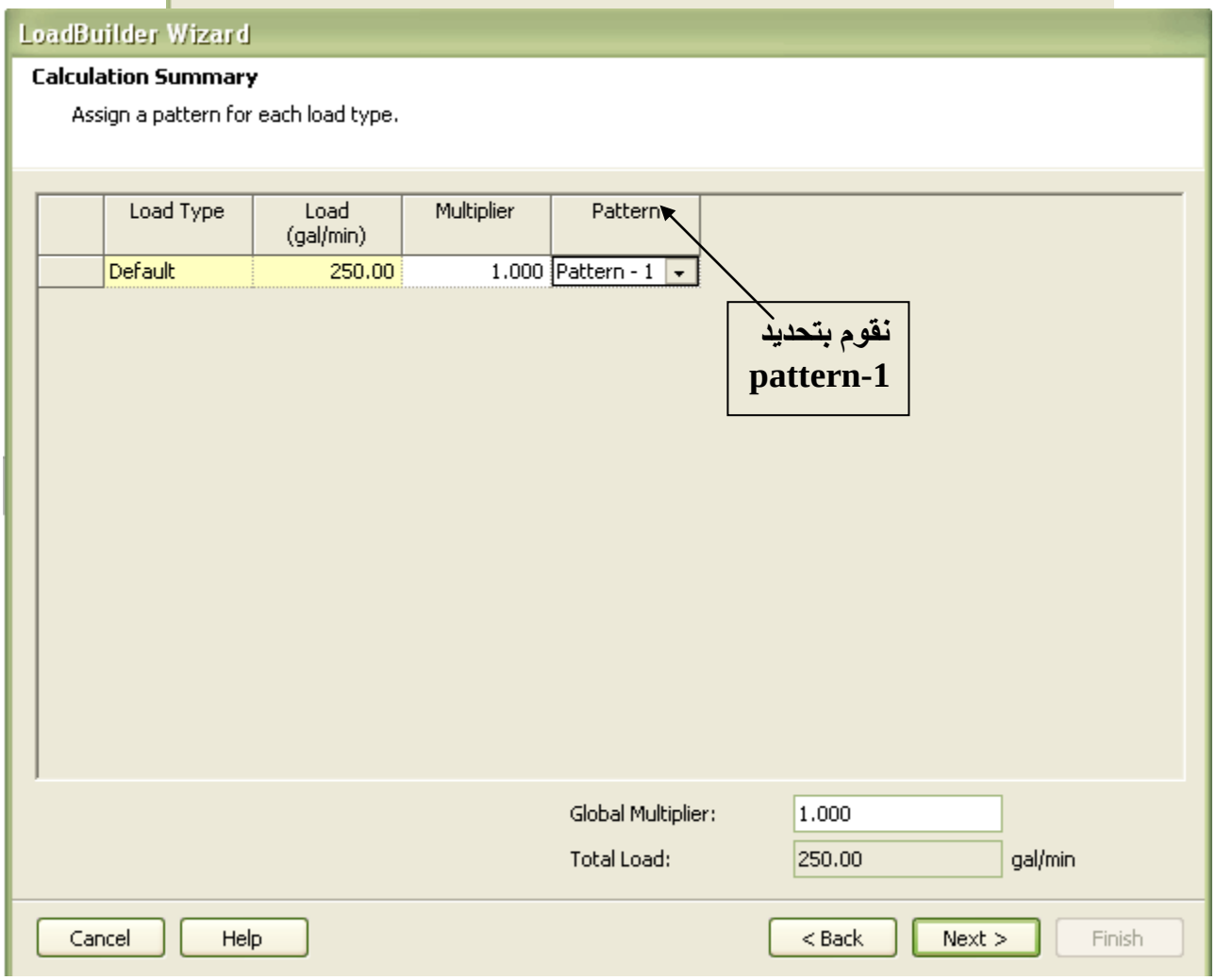
1-نستعرض الملف Background والمعد مسبقاً بواسطة GIS والذي يمثل حدود المناطق الموجودة وقيمة التصرفات بكل منطقة. والملف هو Load_polygons

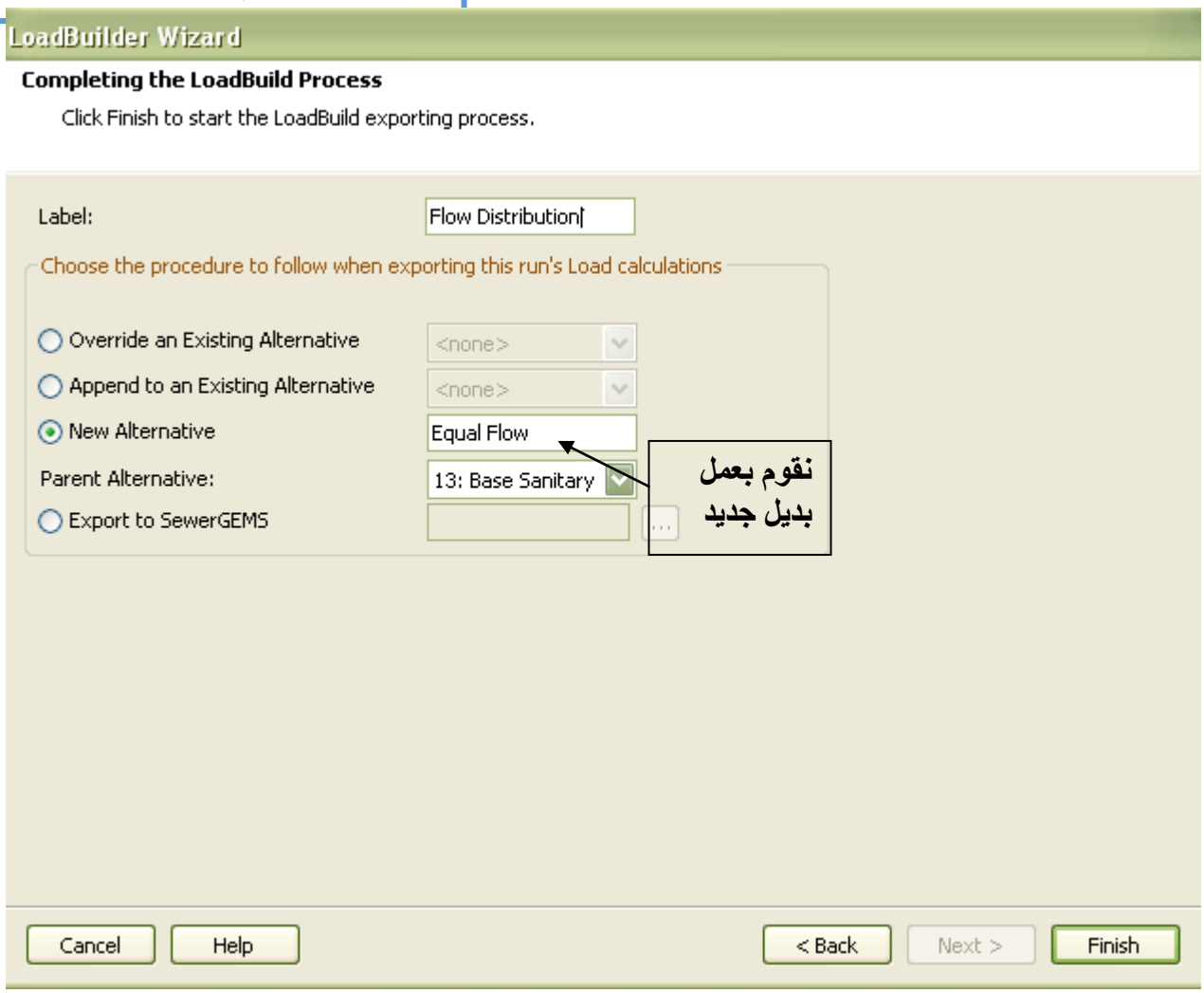
2-نفتح Load Builder ونختار Distribution→ Equal flow distribution



وهى طريقة لتوزيع التصرفات بالتساوي على جميع المطابق داخل كل منطقة ثم نقوم بإعداد البينات كما بالصورة.


LoadBuilder Wizard
Equal Flow Distribution
Equal Flow Distribution
Model Node Data
Node Layer:
Manhole\All Elements
...
Node ID Field:
ElementID
GIS Flow Raw Data
Flow Boundary Layer:
C:\Documents and Settings\Mohar
...
Flow Field:
NETQ
gpm

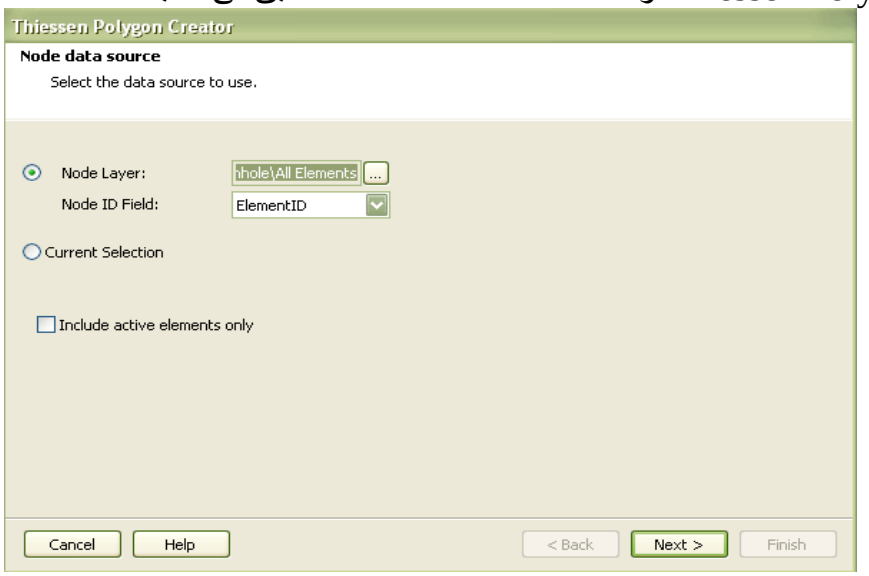

LoadBuilder Wizard
Calculation Summary
Assign a pattern for each load type.
Load Type
Load (gal/min)
Multiplier
Pattern
Default
250.00
1.000
Pattern - 1
نقوم بتحديد pattern-1
Global Multiplier:
1.000
Total Load:
250.00
gal/min
Cancel
Help
< Back
Next >
Finish



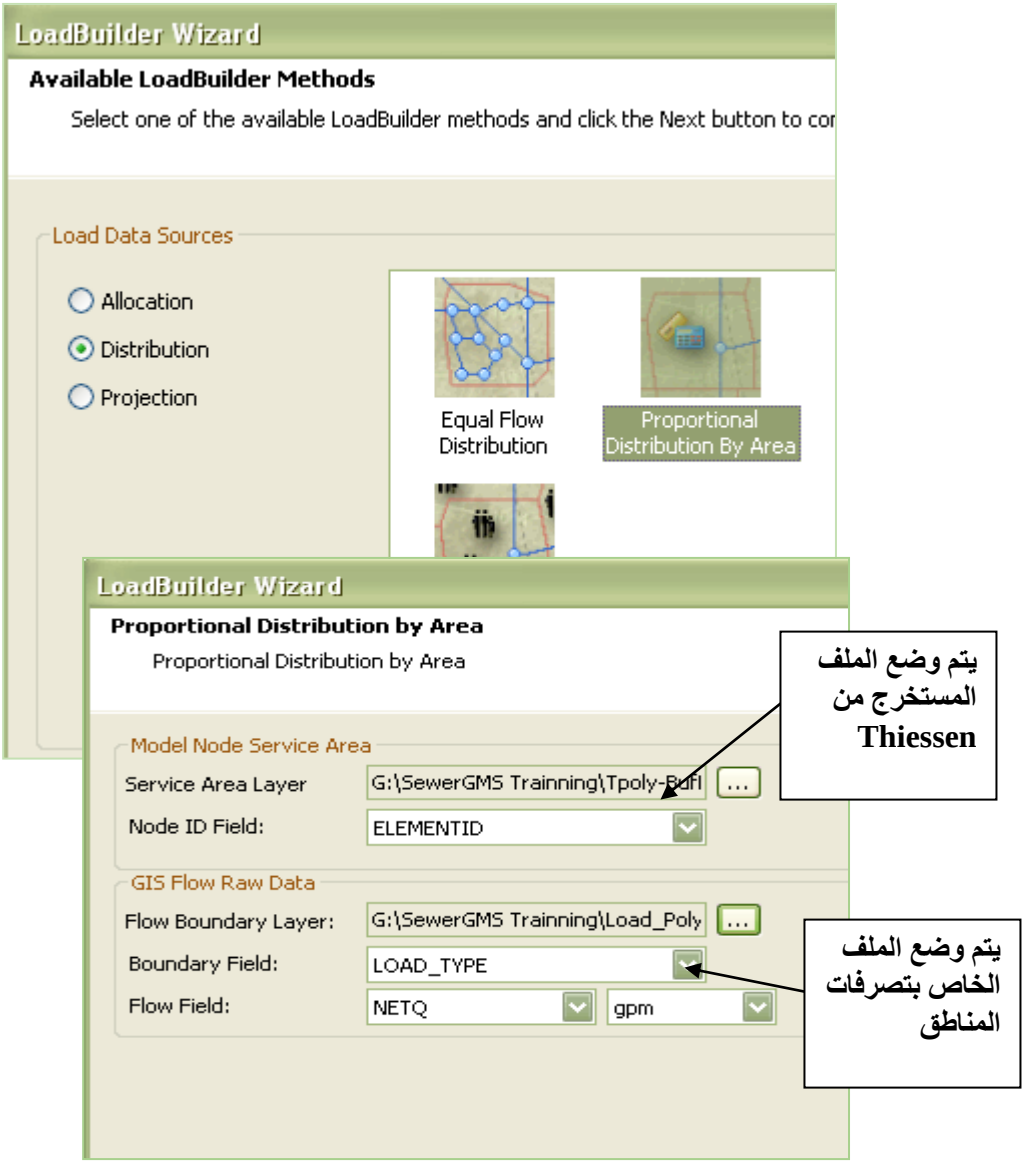
ثم نقوم بإدارج البديل الجديد Equal Flow داخل سيناريو جديد وعمل Compute

إستخدام طريقة أخرى لتوزيع التصرفات

1-نقوم باستخدام Thiessen Polygon وذلك لعمل منطقة خدمة لكل مطبق فى الشبكة.



٢- نقوم بفتح Load Builder ونختار Proportional Distribution by Area



الملاحق

مرفق مع المادة العلمية CD موضح به التطبيقات الواردة بالمادة وفيديوهات للشرح العملي للبرامج المستخدمة في التحليل الهيدروليكي لشبكات مياه الشرب والصرف الصحي.

المراجع:

- كود المركز البريطاني لبحوث المياه (WRC)
- الكود المصري لأسس تصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير المستخدمة في شبكات مياه الشرب والصرف الصحي إصدار مايو ٢٠١٠
- شبكات وأنظمة التحكم شركة مياه الشرب بالإسكندرية
- ورشة عمل التحليل الهيدروليكي- قطاع التخطيط والتصميم- الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي.
- Hydraulic Analysis of Wastewater Networks by Computer_Water& Wastewater Management Program_GIZ
- Water Distribution Modeling by Heasted Models

تم إعداد وتعديل المادة العلمية من خلال :-

مهندس / حازم ركابي عوض الله	شركة مياه الشرب بالإسكندرية
مهندسة / أميرة السعيد الخولي	شركة الصرف الصحي بالإسكندرية
مهندس / محمد علي أبو شنب	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
مهندس/ ماجد مكرم روفائيل	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالمنوفية
مهندسة / عزيزة السيد عبد الله	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة

حقوق الطبع محفوظة
الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة المناهج
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)