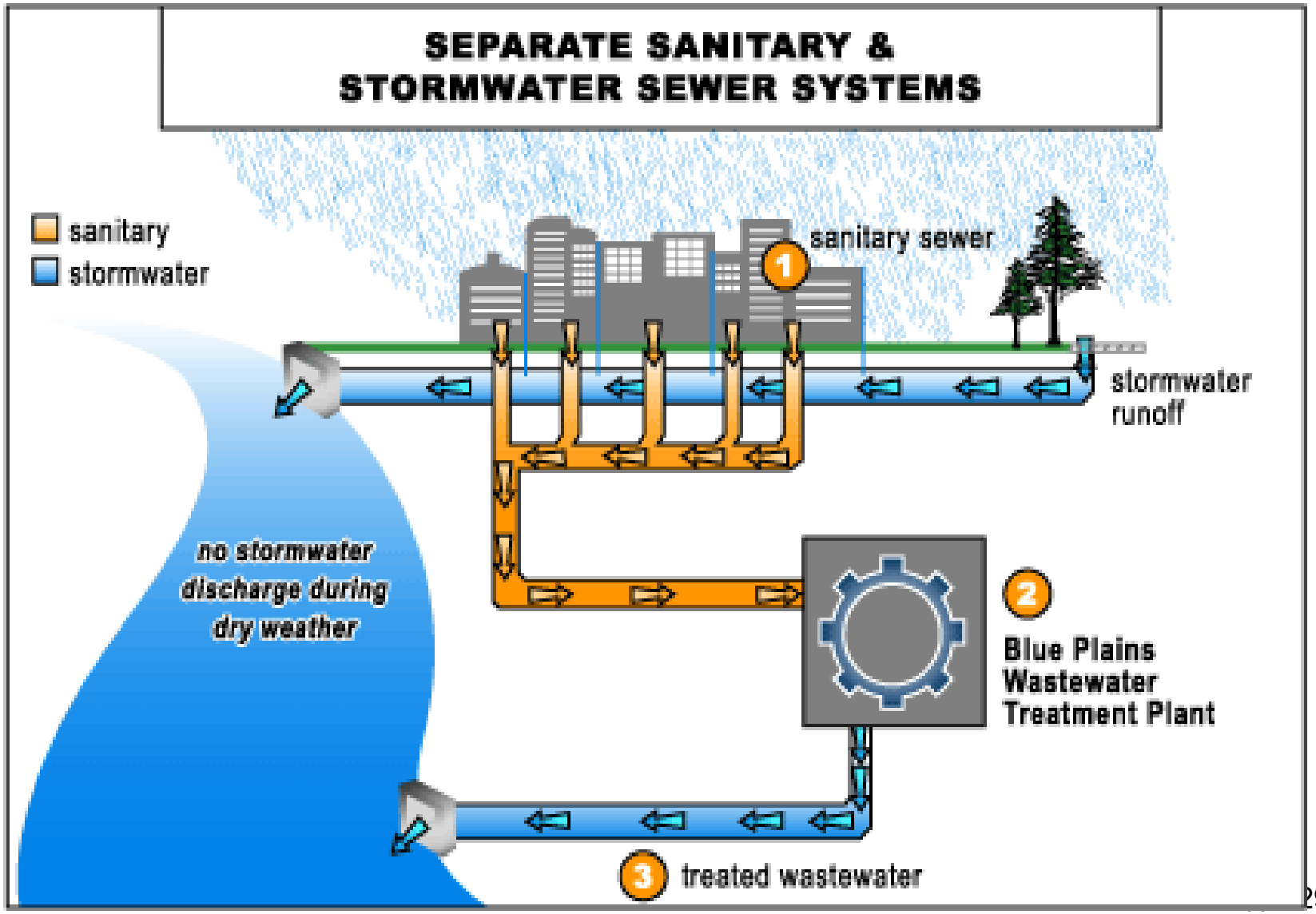
أسس تصميم شبكات الصرف الصحي المنفصلة والمختلطة

إعداد : د م عبد الله صغير

الغاية ورشة العمل

- عرض أسس تصميم شبكات الصرف الصحي المنفصلة
- عرض أسس تصميم شبكات الصرف الصحي المختلطة

نظام الصرف الصحي المنفصـل :



نظام المجاري الصحيـة المنفصـل :

- ويستخدم نظام المجارى الصحية المنفصل لجمع ونقل الفضلات المنزلية والتجارة والصناعية وفى هدا النظام يتم التخلص من المياه السطحية surface water ومياه السيل و الأمطار وبواسطة مجاري مياه الأمطار . أما الفضلات السائلة والحمأة المنزلية والتجارة والصناعة فيتم التعامل معها بواسطة مجاري أخرى تسمي المجاري الصحية .

محاسن ومساوئ النظام المنفصل لشبكات الصرف الصحي

ومن محاسن هذا النظـام :

نظام اقتصادي إذ يستعمل مجارى ذات أحجام صغيرة .
صرف الفائض من المياه .

كمية الفضلات السائلة و الحمأة الداخلية للمعالجة قليلة .

تقل التكلفة مقارنة بنظام المجاري الموحد عندما يحتاج آلي ضخ الفضلات .

محاسن ومساوئ النظام المنفصل لشبكات الصرف الصحي

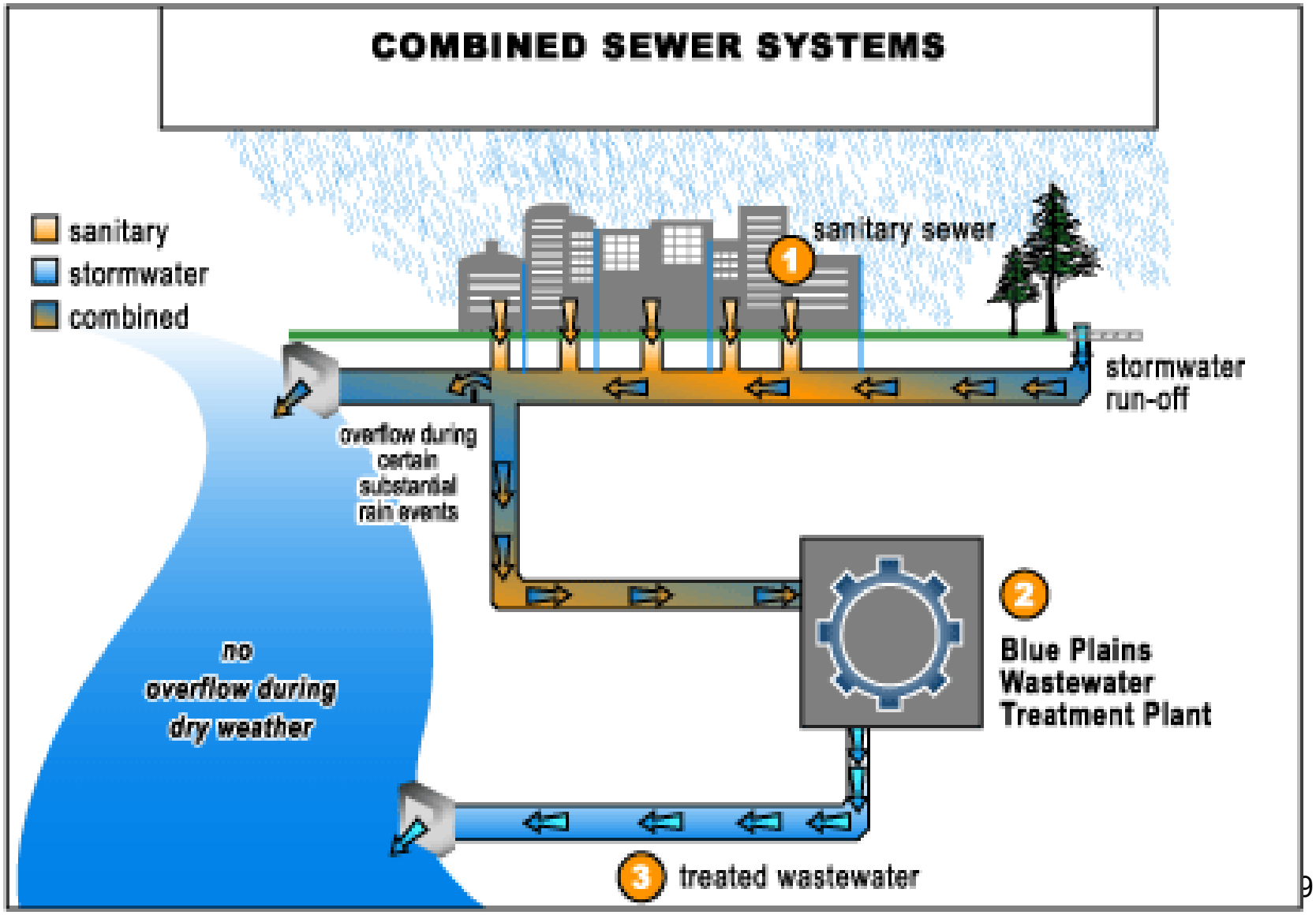
أما مساوئ النظام :

يحتاج الى أضافه وقشط للأوساخ وهذه عملية مكلفة والاحتياج لنظافة ناتج من صعوبة التأكد من وجود سرعة التنظيف الذاتية في المجرور عدا عندما يتم استخدام ميل كبير .

وجود شبكتين للمجاري في الطريق تقود آلي زحمة المرور وربما قادت منع المرور عند القيام بعمليات الترميم والإصلاح .

تكلفة شبكتن أو نظامين من المجاري أكثر من تكلفة نظام واحد .

نظام الصرف الصحي المختلط



نظام الصرف الصحي المختلط

وفي النظام المختلط للمجاري يقوم نفس المجرور بحمل ونقل الفضلات السائلة المنزلية والتجارية و الصناعية بالإضافة الى المياه السطحية ومياه السيل ومياه الأمطار .

ومن محاسن هذا النظـــام :

تقوم مياه الأمطار بتخفيف الحمأة مما يساعد في سهولة معالجتها في محطات المعالجة .

تساعد المياه في النظافة والكشط المستمر للأوساخ المترسبة في المجاريلمجاري أكبر في حجمها مما يساعد علي نظافتها.

وقد يقود سوء الاستخدام للمصارف الصحية الى مشاكل عديدة منها :

- ✓ الانفجـارات .
- ✓ حدوث الحرائق .
- ✓ الانسدادات (من جراء الشحوم والدهون والزيوت أو الأحمال القاعية وغيرها من الأوساخ).
- ✓ الإعطاب والخلل (مثلا من جراء دفق الفضلات الحارقة أو الأكالة ومن جراء التحميل الزائد أو التوصيلات غير القانونية أو تلوث المياه أوالتعرض للمعالجة بالدفق الفائض أو إدخال الفضلات غير القابلة للتفسخ) .
- ✓ ولعمل تصميم جيد مناسب لشبكة المجاري فلابد من القيام بدراسات للفحص والاستقراء فيما يتعلق :بالنواحي الطبوغرافية والجيولوجية والجغرافية والهيدرولوجية والهيدروليكية للمنطقة .

تتعلق التحريات اللازمة بشبكات الصرف الصحي بما يلي

- بخواص المياه السطحية والجوفية (مثلا النفاذية ومستوي المياه الجوفية والتسرب ومعامل الدفق السطحي وغيرها من العوامل المؤثرة .
- بشبكة المجاري الحالية وما بها من قصور أو مشاكل أو عيوب ومدي تحملها للامتداد مستقبلاً .
- بإمدادات المياه (من كمية الاستهلاك والنسبة المئوية الداخلة لشبكة المجاري) .
- بقطاع الخدمات الأخرى بالمنطقة (مثل وضع شبكة المياه وخطوط إمدادات الكهرباء وخطوط الهاتف وأنابيب الغاز وعرض الشارع.
- بالصناعات القائمة والمتوقعة .

معدل الصرف اليومي

- إن معدل الصرف النوعي هو كمية المياه التي يصرفها الشخص الواحد، لكي نحدد كمية المياه الكلية ثم حساب قطر الأنبوب اللازم. ومعدل الصرف الصحي للشخص الواحد يعرف من معدل الاستهلاك وذلك من معرفة كمية المياه المضخوخة من الشبكة ومعرفة عدد الأشخاص وتختلف قيمته تبعاً لعدة عوامل أهمها:
- درجة رفاهية السكان
- توفر المياه
- توفر الأدوات الصحية
- من شخص إلى أخر حسب وعيه الثقافي والاجتماعي والصحي
- وتحسب هذه القيمة لكل مدينة ولكل قرية ولكل شارع
- بمعرفة كل من معدل الصرف [L/day] وعدد السكان N يمكن حساب التدفق المار في الشبكة.
- في الريف – القرى الصغيرة - (في سوريا) يكفي اعتبار تصريف الفرد 100 لتر/يوم وفي المدن 150-200 لتر /يوم

مياه الصرف المطرية :

- عند تصميم شبكة الصرف الصحي لابد من الاستناد إلى حسابات دقيقة للكميات المائية الإجمالية ، والتي تنتج عن استهلاك السكان للماه العذبة بالإضافة إلى المياه السطحية الناتجة عن الهطول المطري ، وكلما ينتج عن المياه الصناعية ويتم اعتبار هذه الكميات المائية في حساب المقاطع الهيدروليكية وفقاً لنوع شبكة التصريف المقترحة.
- وفيما يتعلق بالمياه الناتجة عن الهطولات المطرية لابد من دراسة أمور عدة تتعلق بالهطولات ووضع المنطقة المدروسة مناخياً شدة الهطولات تكرار حدوث الفيضانات ..... الخ

عناصر العاصفة المطرية :

- العاصفة المطرية هي المطرة الغزيرة التي تهطل خلال فترة زمنية قصيرة، وتتميز كل عاصفة مطرية بعدة عناصر مميز وهي: شدة العاصفة - زمن التكرار- زمن الهطول.

- شدة الهطول: وهي عبارة عن كمية الهطول في واحدة الزمن ونرمز لها بـ **(I)**، أو هي كمية الهطول حجماً في واحدة الزمن في الهكتار الواحد ونرمز لها بـ **(q)** وتقدر بـ **[L/sec/ha]** .
- أما شدة الهطول كارتفاع بالنسبة للزمن تقدر بـ **[mm/min]** وتساوي إلى:
- **I = h / t**

- زمن الهطول: يقدر بالدقائق وتثبت بشكل خطوط في السجلات الآلية.

- زمن التكرار: وهو عدد المرات التي تصل فيها إلى شدة معينة للعاصفة المطرية خلال سنة واحدة، إن العواصف المطرية ذات الشدات الكبيرة ذات تكرار قليل أمّا العواصف المطرية ذات الشدات القليلة فهي ذات زمن تكرار كبير. كما أن العواصف ذات الشدات المختلفة تكون ذات زمن تكرار مختلف أيضاً.

تعريف تكرار الأمطار

- يعبر عنه بفترات زمنية مقدرة بالسنين حيث يتم خلالها هطول المطرة ذات الزمن والشدة الواحدة لمرة واحدة.
- إن انتقاء الفترة P بشكل صحيح ذو أهمية كبيرة عند تصميم شبكة المجاري فكلما أخذت قيمة p بشكل أكبر كلما استوعبت الشبكة تدفقات أكثر وكانت إمكانية غمر مساحات أقل.

تعريف تكرار الأمطار

- لدراسة اقتصادية سليمة لقيمة **P** يجب معرفة تصور العواقب والخسائر التي يمكن أن تنتج من جراء امتلاء الشبكة وفيضانها.

- من أجل الأماكن السكنية والمنشآت الصناعية لا يكون هناك عواقب سيئة تنتج من امتلاء الشبكة لذلك يؤخذ زمن التكرار ضمن المجال **(1-0,3)** سنة.

- من أجل الأماكن السكنية ذات الطبوغرافية شديدة الانحدار وساحات المنشآت الصناعية التي تحوي أقبية(مخازن) تحوي مواد وأجهزة تحتية فتؤخذ قيمة **P** من **(10-5)** سنة، حيث يمكن أن يؤدي الغمر في هذه المناطق إلى خسائر فادحة.

- الفترة الزمنية القصوى التي يتم فيها تجاوز العاصفة الحسابية لمرة واحدة يمكن أن تؤخذ من **(100-10)** سنة وتتعلق بمواصفات الحوض الساكب الذي يخدمه المجمع وحسب توضع المجمع أيضاً.

علاقة شدة العاصفة المطرية الحسابية :

- تؤخذ الهطولات المطرية لفترات زمنية تصل إلى 25 سنة ومن ثم يتم معالجة هذه المعلومات وتحدد المطرات المميزة وشداتها.
- يعطى التدفق المميز: $q = \frac{A}{t_{nr}}$ أو $q = \frac{A}{B.t_r}$
- **tr:** زمن التركيز
- **A,B:** ثوابت تستنتج من استقراء القراءات المطرية لطويلة.
- **q:** شدة العاصفة المطرية وتقدر [L/sc.ha] .
- ويكون معامل التدفق في الشبكة:
- **Q = C*q * F**
- **Q:** التدفق في الشبكة.
- **F:** مساحة المنطقة المدروسة.

معامل الجريان السطحي :

- معامل الجريان هو عبارة عن النسبة بين كمية المياه الواصلة إلى المقطع المدروس إلى كمية المياه الهاطلة وهو دائماً أقل من الواحد ويرمز له بـ C ويختلف حسب طبيعة السطح المدروس كما يبين الجدول التالي:

طبيعة السطح	C
سطوح الأبنية والطرق المعبدة	0.950
بلاط أو جرف	0.600
رصف حجري	0.450
طح حصوي غير موصول	0.400
بساتين حصوية– طرق للحدائق	0.300
سطوح ترابية	0.200
أعشاب	0.100

- وعند وجود عدة أنواع من السطوح يتم حساب معامل الجريان الوسطي من العلاقة:
- وبإدخال معامل الجريان في علاقة التدفق نحصل على العلاقة:

$$C_{mid} = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^{n} F_i}$$

المعلومات اللازمة قبل التخطيط :

- عند دراسة أي مشروع صرف صحي لا بد من معرفة بعض المعلومات التي بدونها لا يمكن دراسة المشروع, منها :
- معلومات مكانية :
- توضع المخططات التنظيمية للمدن, والتجمعات السكنية, وكذلك للمنشآت الصناعية المختلفة لتحديد مستقبل تطور وتوسع هذه المدن و التجمعات.
- والمخططات تنظم عادة بمقاييس **2000/1** إلى **5000/1** للمدن و القرى وبمقياس **500/1** إلى **1000/1** للمصانع, وتحمل على هذه المخططات خطوط التسوية بتباعد من (**1-2متر**) كما أنه من الضروري الحصول على مخطط عام للمنطقة بقطر يتراوح بين (**25-30**) كيلو متر تقع ضمنه المنطقة التي يتم دراسة مشروع الصرف لها, وتحمل على هذا المخطط كافة المعالم الطبيعية, وكافة المعالم الهندسية الاصطناعية ويكون هذا المخطط عادة بمقياس لا يزيد عن (**25000/1**) تقسم المساحة التي يشملها المخطط التنظيمي للمدينة إلى مجموعة من المناطق منها :
- المنطقة السكنية
- المنطقة الصناعية
- منطقة تخزين المواد الغذائية
- منطقة محطات ووسائل النقل الخارجي
- منطقة الخدمات الصحية المختلفة

المعلومات اللازمة قبل التخطيط :

- كما أن دراسة أحواض التربة المختلفة و منسوب المياه الجوفية تعتبر من المعلومات الضرورية لتحديد أعماق مد الأنابيب, ونوعية الاساسات, واختيار مواد الأنابيب التي يمكن استعمالها.
- ويصار إلى تجميع المعلومات المناخية من مصلحة الأرصاد الجوية, و تشمل هذه المعلومات على تسجيل لدرجات الحرارة الدنيا و العظمى على مدار السنة, واتجاه الرياح, وكذلك بيانات عن الهطول المطري ويتم أيضاً دراسة مصادر الطاقة الكهربائية وتوفرها وأسعارها وذلك لتتم المقارنات الاقتصادية

- معطيات عن كمية وشكل مياه المجاري وكذلك عن محتوى الملوثات فيها وعن العلاقة بين استهلاك المياه و صرفها.

- تقديم رسومات لأنظمة الصرف وأشكال شبكات المجاري ووصلاتها وإيضاح مكان توسيع محطتا الضخ, ومنشآت المعالجة وكذلك مكان إلقاء المياه المعالجة.

- التأكيد على درجة معالجة مياه المجاري اعتماداً على معرفة كمية مياه الحوض المائي المستقبل ومقدرته على التنقية الذاتية.

وثائق ومراحل تخطيط شبكة مجاري :

- المخطط التنظيمي بمقياس **5000/1 – 25000/1.**
- رسومات ومخططات للمنشآت الغير نموذجية بمقياس **200/1.**
- مخطط شبكة المجاري لإيضاح حركة المياه.
- مخططات تكنولوجية لمنشآت المعالجة (عند اختيار حلول معقدة أو غير قياسية).

- في تركيبة التصميم التقني العملي, عدا عن ما سبق تنجز الرسومات والمخططات العملية التالية :

- رسومات للمقاطع الطولية للأنابيب الرئيسية والمجمعات والسيفونات المعابر (العبارات), وأنابيب مخارج المياه إلى الأحواض المائية ومقاطع طولية للأنابيب المضغوطة.

علاقة ماننك

- تستعمل علاقة ماينغ لحساب استيعاب المجرى:
- $Q = 1/n\ (S * Rh^{(2/3)} * I^{0.5})$
- $Rh = A_w/P_w$
- حيث Q استيعاب المجرى م3/ثا و n أمثال الخشونة وغالباً ما تساوي (0.0165) في حالة البيتون و(0.011) في حالة البولي ايتلين و S المقطع المائي بالمتر المربع و R نصف القطر المائي بالمتر و I الميل الطولي.

مثال رقم (1)

احسب الاستيعاب الأعظمي لقسطل من البيون المسلح وقسطل من البولي ايتيلين قطر كل منهما 50 سم علماً أنّ عامل مانينيك للقسطل البيتوني هو 0.00165 ولقسطل البولي ايتيلين هو 0.011 وان ميل القسطل هو 7/1000 واحسب السرعة في كل منهما.

وافترض أن نسبة امتلاء القسطل في حالة الاستيعاب الأعظمي 100 %

الحل :

لدينا علاقة ما نينك : $Q = 1/n\ (S * Rh^{(2/3)} * I^{0.5})$

$$Q=V*S$$

حيث V السرعة

نحسب أولاً مساحة المقطع المائي :

مساحة القطع المائي وعند الاستيعاب الأعظمي للقسطل تساوي مساحة القسطل وبالتالي:

$$S=0.5*0.5*3.14/4=0.196m2$$

نحسب نصف القطر الهيدروليكي

Rh=S/P

S : مساحة المقطع المائي وقد حسبت وتعطى بالعلاقة :

S =3.14*D^2/4

P : المحيط المبلول ويساوي :3.14 * D

بالتالي :

Rh=(3.14*D^2/4)/(3.14 * D)=D/4=0.5/4=0.125m

حساب استيعاب القسطل البيتوني

نطبق علاقة ما نينك :

$$Q=1/0.0165*(0.196*(0.125)^{(2/3)} *(0.007)^{0.5})$$
$$=0.25m3/sec$$

حساب السرعة :

$$V=Q/A= 0.25/0.196=1.273m /sec$$

حساب استيعاب القسطل المصنوع من البولي ايتلين

- نفس القيم السابقة ولكن فقط يتغير معامل مانينك لتصبح قيمته0.011
- نعوض في علاقة مانينك :
- Q=1/0.011*(0.196*(0.125)^(2/3) *(0.007)^0.5) =0.373m3/sec
- ونلاحظ ان استيعاب القسطل المصنوع من البولي ايتلين أكثر بـ 50 % من القسطل المصنوع من البيتون المسلح
- حساب السرعة :
- V=Q/A= 0.373/0.196=1.91m /sec

أعد حل المسألة من أجل الميول التالية :

0.01 -0.009- 0.008 -0.006 -0.005

وقارن النتائج التي سوف تحصل عليها مع القيم المحسوبة في حال كان الميل 0.007

القطر بالمتر	نوع مادة القسطل	الميل القسطل	الاستيعاب الأعظمي م3 /ثانية	السرعة م /ثانية	$Q_i/Q_{0.007}$ *100	$V_i/V_{0.007}$ *100
0.5	بيتون	0.005	0.21	1.071	84	84
0.5	بيتون	0.006	0.23	1.174	92	92.2
0.5	بيتون	0.007	0.25	1.273	100	100
0.5	بيتون	0.008	0.266	1.355	106.4	106.4
0.5	بيتون	0.009	0.282	1.473	112.8	115.7
0.5	بيتون	0.01	0.297	1.515	118.8	119

الاستنتاج

- إن استيعاب قساطل الصرف الصحي يتأثر بشكل كبير بتغير الميل فمثلاً عند زيادة الميل من 0.007 إلى 0.009 أي بزيادة 2 بالألف زاد استيعاب القسطل بمقدار 15.7 % .

- إن تقليل ميل القسطل في الحالة السابقة من 0.007 إلى 0.005 أدى إلى انخفاض الاستيعاب الاعظمي للقسطل بمقدار :16 %.
- لذلك يجب اختيار ميل القساطل بشكل دقيق لأنّ الاختيار الدقيق لميل القسطل يحقق الاقتصادية في التصميم والأمان في عمل شبكات الصرف الصحي.

مثال رقم (2)

حدد قطر قسطل الصرف الصحي المصنوع من البيتون لاستيعاب تدفق مقدارها 1.5 م3 /ثانية وإذا علمت انّ ميل هذا القسطل هو 9/1000 وصمم هذا القسطل باعتبار أن نسبة الامتلاء هي 100 % .

الحل

- لدينا علاقة ما نينك :

$$Q = 1/n\ (S * Rh^{(2/3)} * I^{0.5})$$

$$S=3.14*D^2/4$$

$$Rh=D/4$$

$$n=0.0165$$

نعوض في المعادلة السابقة :

$$1.5=1/0.0165*(3.14*D^2/4*(D/4)^(2/3)*(0.009)^0.5$$

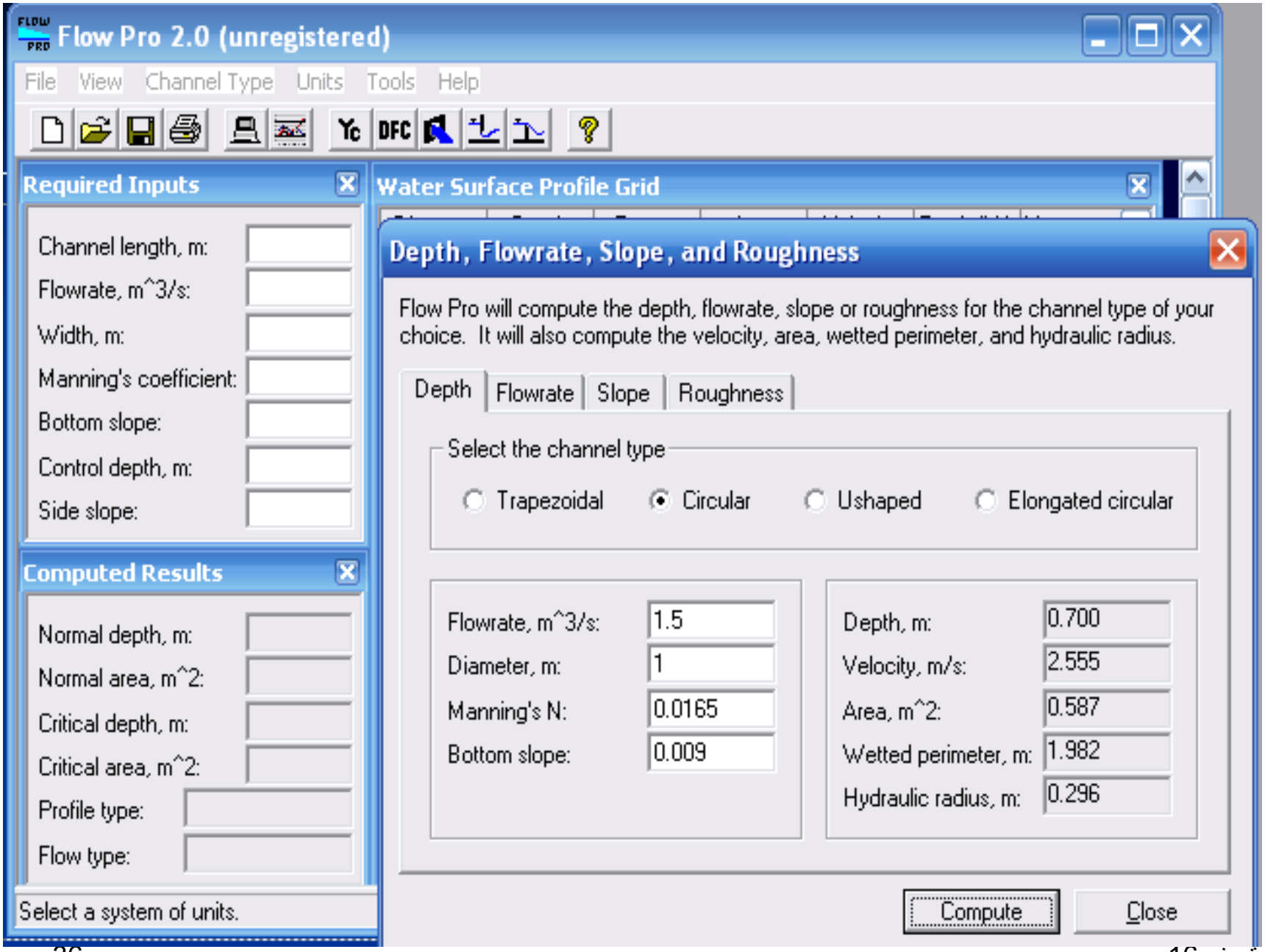
بحل المعادلة السابقة نحصل على قيمة للقطر الحسابي هي :

$$D=0.91m$$

ولكن عملياً نختار قطر هو 1000 مم ويمكن ان نختار قطراً مقداره 0.9 م ولكن هذا غير مفضل إذا نختار القطر التنفيذي هو $D=1000$ mm

وتكون السرعة : 2.55 م /ثانية

ونسبة الامتلاء هي : 70 % وتم حساب ذلك ببرنامج FLOW PRO


Flow Pro 2.0 (unregistered)
File View Channel Type Units Tools Help
Yc DFC
Required Inputs
Channel length, m:
Flowrate, m^3/s:
Width, m:
Manning's coefficient:
Bottom slope:
Control depth, m:
Side slope:
Computed Results
Normal depth, m:
Normal area, m^2:
Critical depth, m:
Critical area, m^2:
Profile type:
Flow type:
Select a system of units.
Water Surface Profile Grid
Depth, Flowrate, Slope, and Roughness
Flow Pro will compute the depth, flowrate, slope or roughness for the channel type of your choice. It will also compute the velocity, area, wetted perimeter, and hydraulic radius.
Depth
Flowrate
Slope
Roughness
Select the channel type
Trapezoidal
Circular
Ushaped
Elongated circular
Flowrate, m^3/s: 1.5
Diameter, m: 1
Manning's N: 0.0165
Bottom slope: 0.009
Depth, m: 0.700
Velocity, m/s: 2.555
Area, m^2: 0.587
Wetted perimeter, m: 1.982
Hydraulic radius, m: 0.296
Compute
Close

السرع المطلوب تحقيقها في لجريان مياه الصرف الصحي في القساطل

- مفهوم السرعة الحدية أو الحاملة (تحقيق السرعة الأصغري كافي)
- شر ط السرعة الأعظمية .
- شرط السرعة الأصغرية

السرعة الحاملة السرعة الحدية (السرعة المنظفة ذاتياً)

- تتصف جميع أشكال أنظمة الصرف الصحي بعدم انتظام تدفق المخلفات السائلة عبرها، و هنا يمكننا أن نتساءل أليس من الضروري تأمين قيم حدية دنيا (تصميمية) للسرعات في الشبكات **حتى عند التدفقات الأصغرية** للمخلفات السائلة في داخلها؟
- عند الاجابة على هذا السؤال يمكن القول أن المراقبة المستمرة لعمل شبكات الصرف الصحي تشير إلى أن تأمين مثل هذه السرعات سيقود إلى تنفيذ فروع الشبكة بميول كبيرة و هذا ما يرفع من كلفة بنائها و كذلك زيادة كلفة الاستثمار الناجمة عن الحاجة إلى ضخ المخلفات السائلة.
- فالسرعة الحدية الصغرى(المنظفة ذاتياً) في الأنابيب تتأمن عند التدفق الأعظمي (اليومي في الفصل الجاف التصميمي، أما عندما تقل قيمة التدفق عن التصميمي فسنشهد توضع جزء من المواد العالقة على شكل رواسب في قاع الأنبوب، و التي من المفترض أنها ستنجرف مع تيار المخلفات السائلة عندما يزداد التدفق ثانية ليصل إلى القيمة التصميمية و بالتالي تتم عملية التنظيف الذاتي للأنبوب.

السرعة الحاملة السرعة الحدية (السرعة المنظفة ذاتياً)

- تتصف المواد العالقة ذات المنشأ العضوي و الكثافة المنخفضة بسهولة انتقالها مع تيار المخلفات السائلة حتى عند قيم منخفضة لسرعة حركته، في حين أن الذرات العالقة ذات المنشأ المعدني تكون قابلة للترسيب في قاع الأنبوب أكثر من سابقتها عند قيم معينة لسرعة حركة المخلفات السائلة في داخله.

السرعة الحاملة السرعة الحدية (السرعة المنظفة ذاتياً)

- من ذلك الشرح ويتبين لنا أن انتقال المواد القابلة للترسيب في الشبكة تتم عندما تكون سرعة الجريان ليست صغيرة , تسمى تلك السرعة الحاملة للرواسب.
- السرعة الحاملة: وهي تلك السرعة التي تنتقل فيها المواد القابلة للترسيب مع الحركة العامة للماء .
- وهناك مفهوم آخر هو السرعة الجارفة : وهي السرعة التي تبدأ فيها الرواسب في أرضية الأنبوب بالحركة مع الماء .
- أجريت أبحاث لتحديد السرعة الحاملة فتوصلوا إلى العلاقة الرياضية التالية :

علاقة باكليف للسرعة الحدية

$$V_{min}=12.5*U_0*Rh^{0.2}$$

حيث:

U_0: سرعة الترسيب لحبيبات الرمل فيما لو كانت موضوعة في وعاء هادئ ومن أجل شبكات الصرف الصحي تبين بأن حبيبات الرمل الأكثر انتشاراً في مياه هي ذات القطر 1mm فتكون سرعة ترسيب حبيبات الرمل هي 0.1m/sec.

Rh: نصف القطر الهيدروليكي بالمتر=A/P

حيث A:مساحة المقطع المبلول وتقدر بـ m^2.

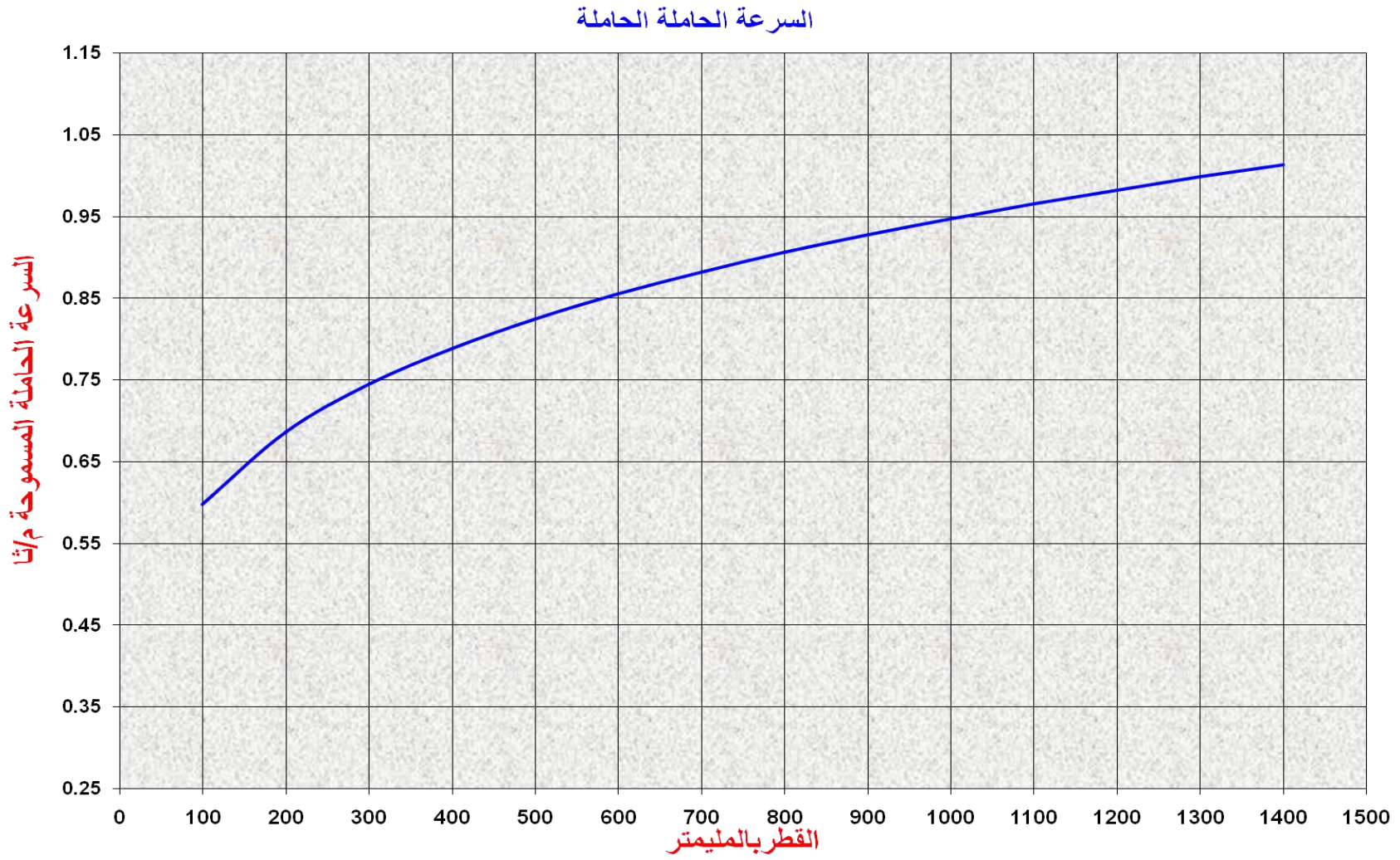
P: محيط المقطع المبلول مقدراً بالمتر m.

قيمة السرعة الحدية تبعاً لقطر القسطل عند نسبة امتلاء 100%

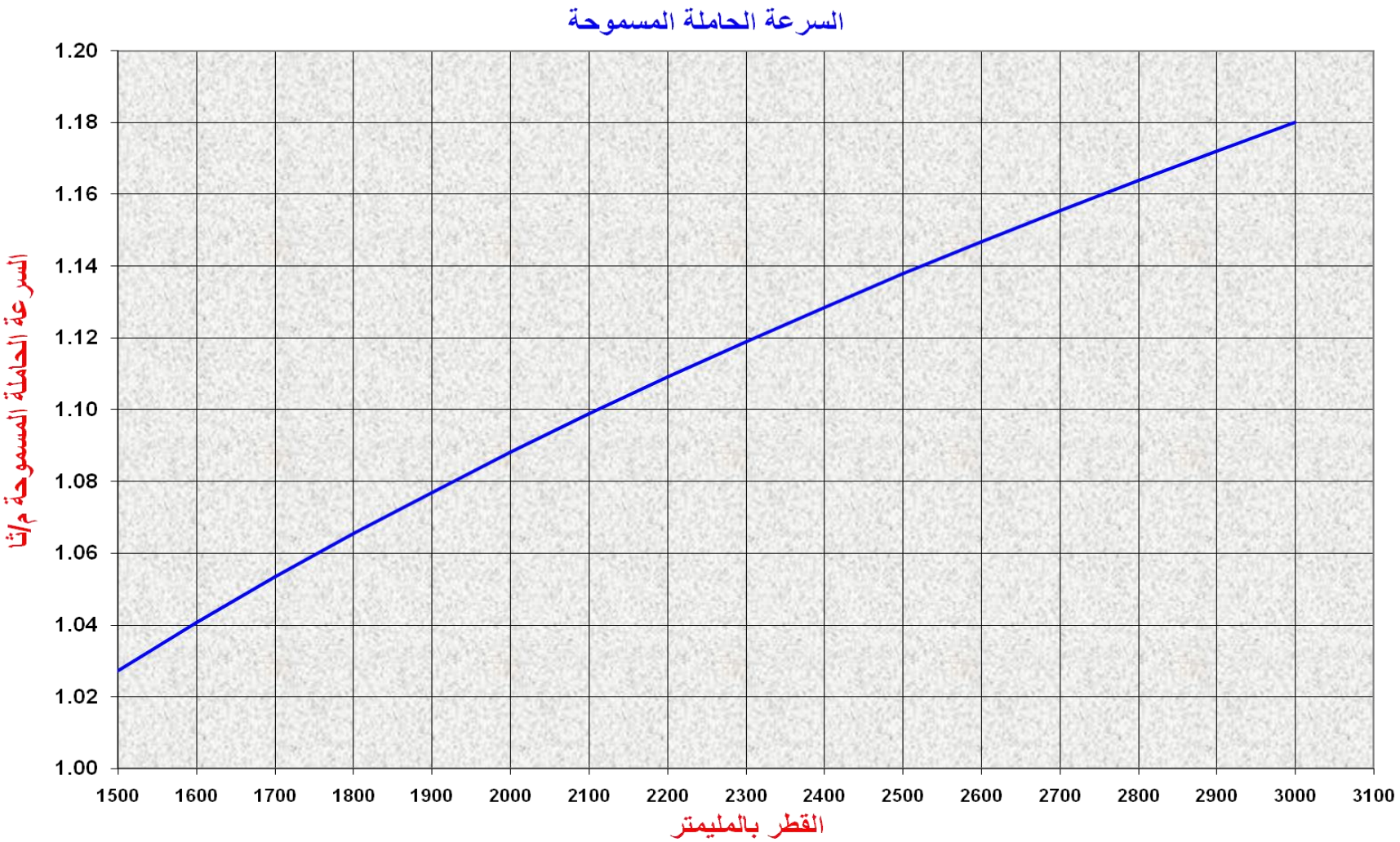
D(mm)	V (m/s)
100	0.60
200	0.69
300	0.74
400	0.79
500	0.82
600	0.86
700	0.88
800	0.91
900	0.93
1000	0.95
1100	0.97
1200	0.98
1300	1.00
1400	1.01

D(mm)	V(m/s)
1500	1.03
1600	1.04
1700	1.05
1800	1.07
1900	1.08
2000	1.09
2100	1.10
2200	1.11
2300	1.12
2400	1.13
2500	1.14
2600	1.15
2700	1.16
2800	1.16
2900	1.17
3000	1.18

قيمة السرعة الحدية تبعاً لقطر القسطل



قيمة السرعة الحدية تبعاً لقطر القسطل



السرعة الأصغرية (التصميمية)

- السرعة الأصغرية (في شبكات الصرف الصحي) يحتوي الماء في شبكات الصرف الصحي على مواد معلقة وقابلة للترسيب ذات منشأ عضوي أو معدني .
- إن المواد ذات المنشأ العضوي تبقى في حالة معلقة حتى في مجال السرعات المنخفضة (نسبة امتلاء صغيرة أو ميل ضعيف) وذلك نظراً لسطح بالنوعي الكبير وكثافتها المقاربة للواحد .
- وتنحصر المشكلة في المواد ذات الأصل المعدني والقابلة للترسيب . يتم نقل هذه المواد من رمال ناعمة وأتربة بفضل الجريان المضرب للماء في شبكات الصرف ومع تزايد السرعة تنجرف المواد المترسبة قبلاً .

شرط السرعة الأصغرية (مهم جداً)

- من أجل المجمعات الرئيسية يجب أن لا تقل السرعة عن 0.6 م /ثانية وذلك عند مرور التدفق في الوسطي في الفصل الجاف.

- من أجل المجمعات الثانوية والفرعية يجب أن لا تقل السرعة عن 0.3 م /ثانية وذلك عند مرور التدفق في الوسطي في الفصل الجاف.

ماذا نفعل في حال عدم تحقق السرعة؟؟

- إذا لم يتحقق شرط السرعة الأصغرية عندها نقوم بزيادة ميل القسطل حتى نحصل على السرعة المقبولة

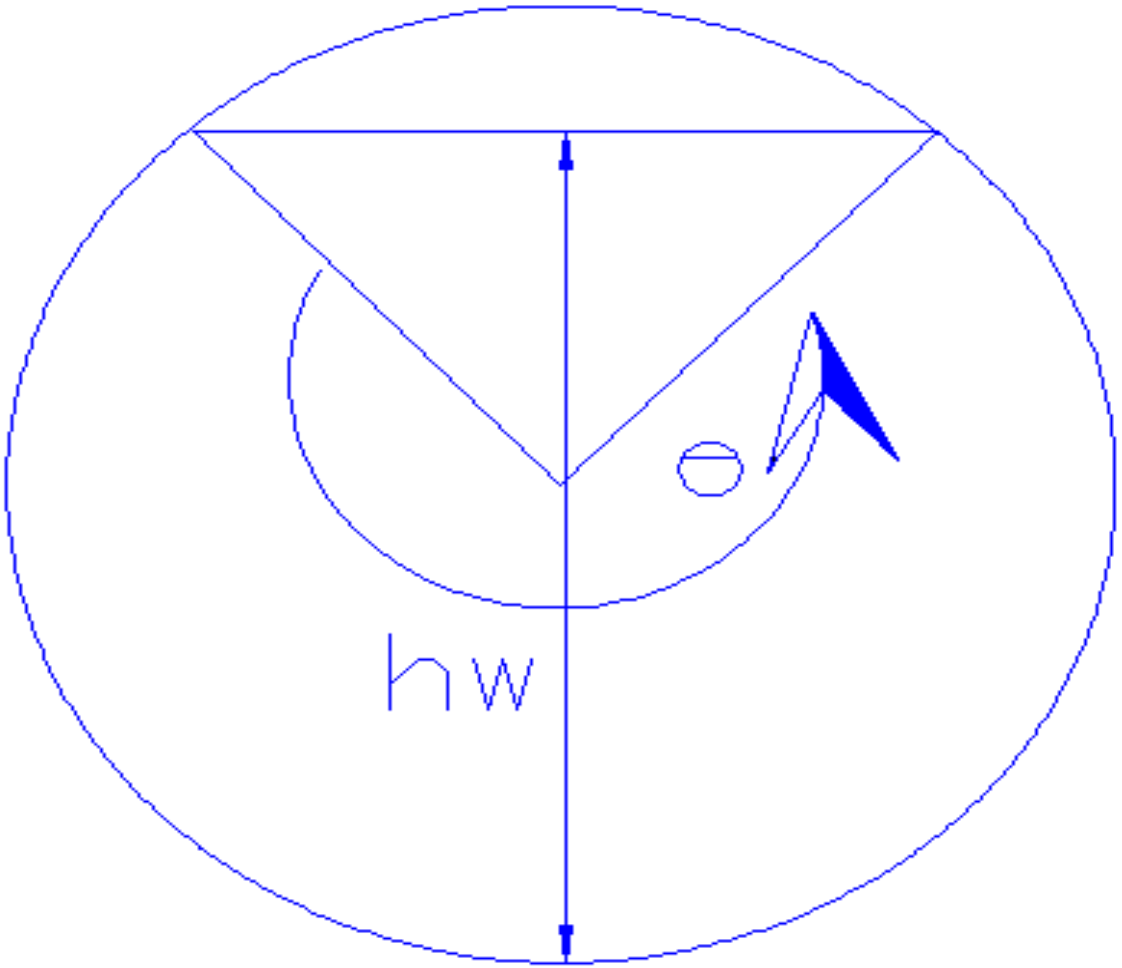
القطر الأصغري و الأعظمي في شبكات صرف الصحي البلدية

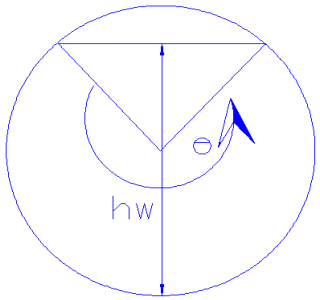
- يؤخذ القطر الأصغري عند تصميم شبكات صرف الصحي المفصلة او المختلطة 300 مم مهما كان التدفق صغيراً وذلك لكي نمنع حدوث أي انسداد محتمل في شبكة الصرف الصحي ولكي نزيد من طول مدة الصيانة
- أما القطر الأعظمي فهذا يعود لما هو متوفر في السوق المحلي او في البلدان الأخرى إن كان مسموحاً استيراد القساطل.

مفهوم السرعة الأعظمية :

- جاء مفهوم السرعة الأعظمية نتيجة الخبرات المتراكمة في استثمار الصرف .. حيث تبين أن الأنابيب التي يتم فيها الجريان بسرعات كبيرة تكون فترة خدمتها أقصر .. وبذلك يتم تحديد السرعة الأعظمية المسموحة في الأنابيب البيتونية المسلحة حتى 4m/sec وأحياناً 5m/sec . أمّا في قساطل البولي ايتلين فتسمح السرعات حتى 8m/sec حيث يتم تحديد الميل المقابل لكل سرعة وذلك حسب تمطر الأنبوب .

العلاقات الرياضية الحسابية للقساطل الدائرية





العلاقات الرياضية الحسابية للقساطل الدائرية

يتم حساب الأقطار وفق علاقة مانينغ مع تعويض قيمة التدفق الموجود في العلاقة بمجموع التدفقيين المطري والجاف وذلك في حال كانت الشبكة مختلطة أمّا في حال الشبكة منفصلة فيعوض التدفق التصميمي المطلوب كما يلي:

(0) $Q=QW+Qd$

(1) $D0=(3.2* Q *n/I^{(0.5)})^{(3/8)}$

نختار قطراً عملياً D>D0

(2) $R=D/2$

(3) $(Q*n*3.175/(R^{(8/3)}*I^{(0.5)})=(\Theta-SIN(\Theta))/\Theta^{0.4}$

(4) $A=R^2*(\Theta-SIN(\Theta))/2$

(5) $Rh=R*(\Theta-SIN(\Theta))/(2*\Theta)$

(6) $Vw=Q/Aw$

(7) $hw=R-R*COS(0.5\Theta)$

العلاقات الرياضية الحسابية للقساطل الدائرية

- D0: القطر المحسوب للأنبوب ويقدر بالمتر
- D : القطر العملي للأنبوب حيث غالباً ل ايتوفر في الأسواق القطر المحسوب لذا نقوم بوضع القطر العملي حيث D>D0 فمثلاً إذا كان D0=0.36m فأن D=0.4m.
- Rh: نصف القطر الهيدروليكي ويقد بالمتر.

- حيث يتم حساب الزاوية Θ (بالراديان) بالتجريب بحل المعادلة (3)
- حيث في البداية نختار ميل مناسب فإذا كانت الأرض ذات ميل مناسب نأخذ ميل الأرض نفسه ونعتبره هو نفسه ميل الأنبوب .

- بعد حساب قطر الأنبوب نقوم بإجراء التحقيقات التالية:
- نحسب السرعة Vw من العلاقات السابقة ونقارنها مع السرعة الأعظمية المسموحة فإذا كانت السرعة المحسوبة أصغر من السرعة الأعظمية فالتصميم مقبول وإذا كان العكس نقوم بتقليل ميل الأنبوب حتى نصل إلى السرعة الأعظمية المسموحة.

التحقيقات في الفصل الجاف (في الشبكة المختلطة)

- التحقيقات الهيدروليكية في فصل الصيف (عندما يوجد فقط التدفق الجاف):
- بعد أن حسبنا القطر والميل وحققنا السرعة شتاءً نقوم بالتحقق من السرعة الأصغرية المسموحة(وهي السرعة التي لا تسمح بتشكل ترسبات في الأنابيب) حيث نحسب السرعة في الفصل الجاف كمايلي:
- (Qd*n*3.175/(R^(8/3)*I^(0.5))=(Ɵ-SIN(Ɵ))/Ɵ^0.4 (7)
- Ad=R^2*(Ɵ-SIN(Ɵ))/2 (8)
- Rh=R*(Ɵ-SIN(Ɵ))/(2*Ɵ) (9)
- Vd=Q/Ad (10)
- hd=R-R*COS(0.5Ɵ) (11)
- فإذا كانت السرعة في الفصل الجاف أكبر أو تساوي السرعة الأصغرية فالتصميم مقبول وإن كان العكس فالنزيد الميل للأنبوب .

علاقة ماننغ

- تستعمل علاقة ماننغ لحساب استيعاب المجرى:
- $Q = 1/n\ (S * Rh^{(2/3)} * I^{0.5})$
- $Rh = A_w/P_w$
- حيث Q استيعاب المجرى م3/ثا و n أمثال الخشونة وغالباً ما تساوي (0.0165) في حالة البيتون و(0.011) في حالة البولي ايتلين و S المقطع المائي بالمتر المربع و R نصف القطر المائي بالمتر و I الميل الطولي.

كيف نختار ميل القساطل في شبكات الصرف الصحي ؟

- الغاية من اختيار الميل هي تحقيق السرعة والتي يجب أن تكون قيمتها بين قيمة السرعة الأصغرية وقيمة السرعة الأعظمية واختيار الميل له دور أهمية اقتصادية وأهمية تصميمية لذلك يعتبر اختيار ميل القساطل من الامور الهامة جداً في تصميم شبكات الصرف الصحي.
- ودوما نسعى ان يكون ميل القسطل مساوياً ميل الأرض الطبيعية لتقليل الحفر قدر الإمكان والآن سوف نناقش الحالات التالية :

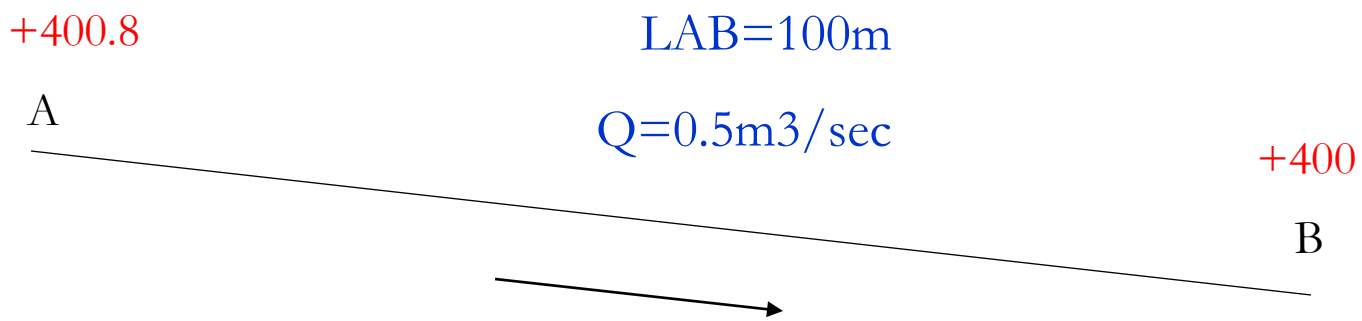
1- الأرض الطبيعة ذات ميل مقبول

2- الأرض الطبيعية ذات ميل سالب

3- الأرض الطبيعة ذات ميل معدوم (أرض أفقية) أو ميل صغير

4- الأرض ذات ميل قليل

الحالة الثانية : الأرض الطبيعية ذات ميل مقبول



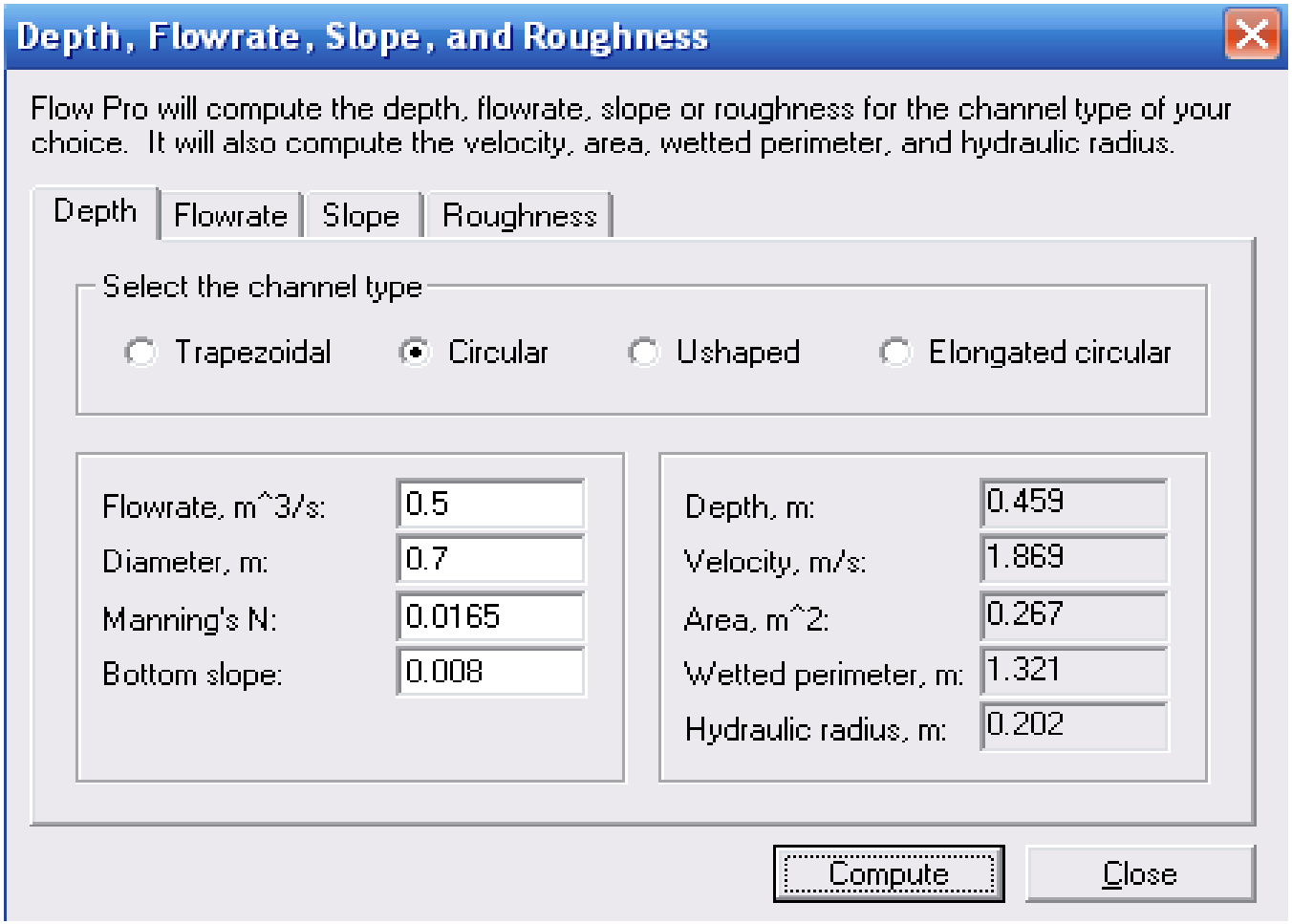
نحسب ميل الأرض الطبيعة

IL=(HA-HB)/L=(400.5-400)/100=0.008

والآن نصمم هذا القسطل على فرض أن الشبكة منفصلة ولا نزيد نسبة الامتلاء عن 75 % وان القسطل السابق هو مجمع رئيسي لا تقل فيه السرعة عن 0.6 م /ثانية ولا تزيد عن 4 م/ثانية .

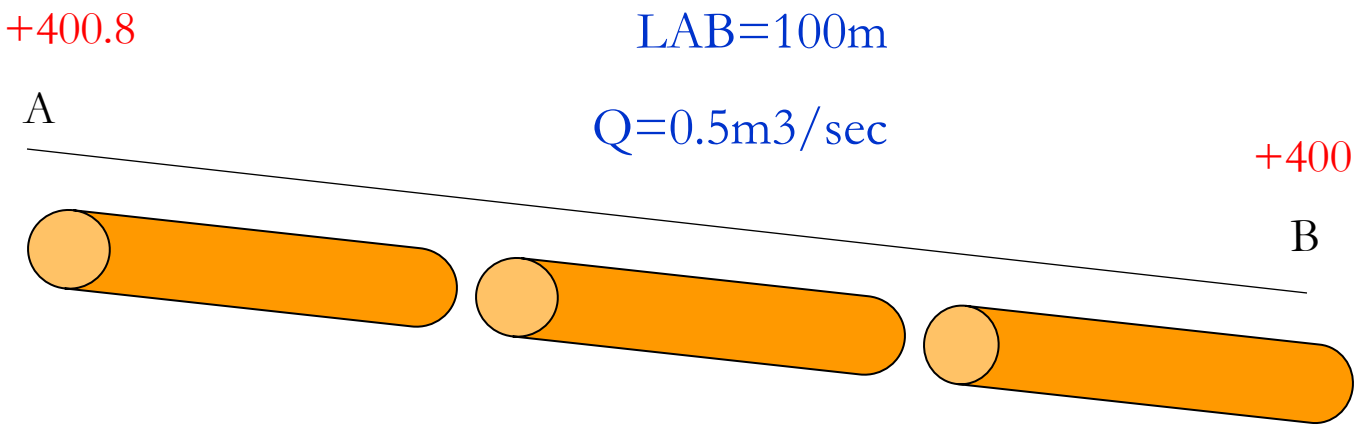
التصميم نفترض ان ميل القسطل يساوي ميل الأرض الطبيعية = 0.008
ونقوم بالاستعانة ببرنامج FLOW PRO لتصميم هذا القسطل

الحالة الأولى : الأرض الطبيعية ذات ميل مقبول



نلاحظ ان السرعة 1.87 م/ثانية ونسبة الامتلاء هي 0.46/0.7 *100 =65.7 %
وبالتالي التصميم مقبول وقطر القسطل هو 700 مم وميله 8 /1000

الحالة الأولى : الأرض الطبيعية ذات ميل مقبول



D=700mm IP=0.008

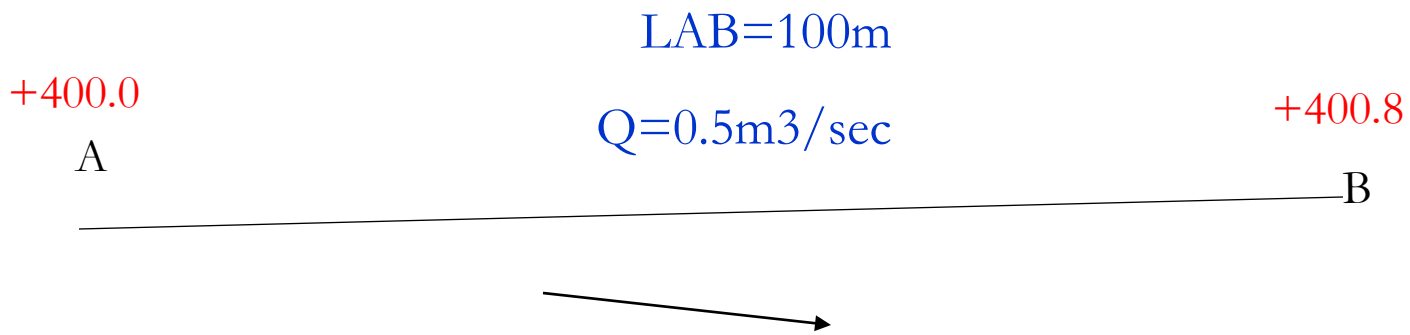
حساب عمق الردم في بداية ونهاية القسطل لدينا العلاقة التالية تطبق دوما وفي كل الظروف :

$$HB=HA+ LAB*(IP-IL)$$

بفرض ان الردم الأصغري عند النقطة A يساوي 1 م نعوض في العلاقة السابقة

$$HB=HA+ LAB*(IP-IL) =1+100*(0.008-0.008)=1m$$

الحالة الثانية : الأرض الطبيعية ذات ميل سالب



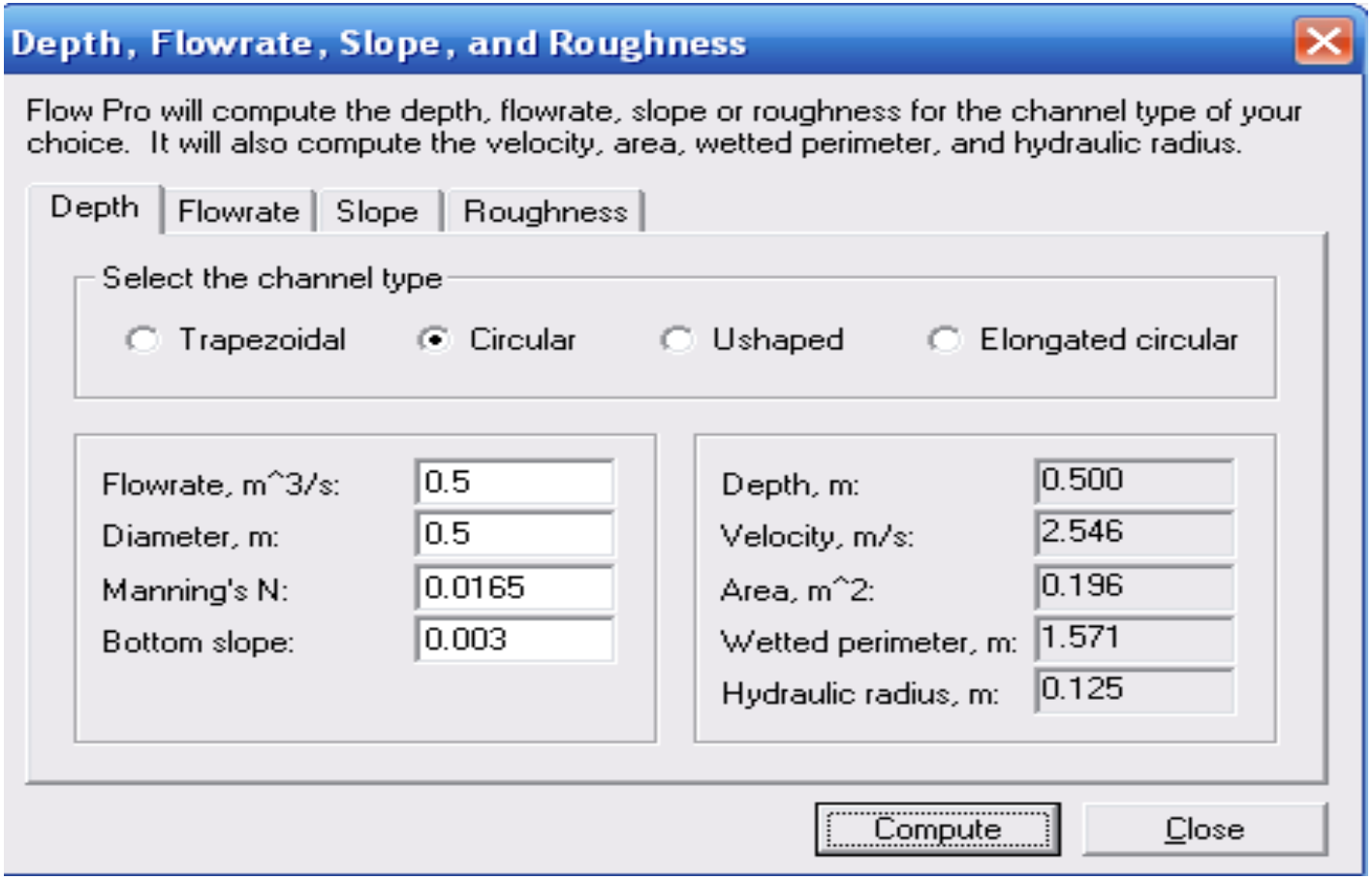
نحسب ميل الأرض الطبيعة

IL=(HA-HB)/L=(400-400.8)/100=-0.008

والآن نصمم هذا القسطل على فرض أن الشبكة منفصلة ولا نزيد نسبة الامتلاء عن 75 % وان القسطل السابق هو مجمع رئيسي لا تقل فيه السرعة عن 0.6 م /ثانية ولا تزيد عن 4 م/ثانية .

نلاحظ ان ميل الأرض سالب لذلك نسعى لاختيار ميل يحقق السرعة الأصغرية ونسبة الامتلاء معاً ونقوم بالاستعانة ببرنامج FLOW PRO وسوف نفترض ان القطر هو 0.5 م والميل 0.003 ونحقق التصميم ونلاحظ ما يلي

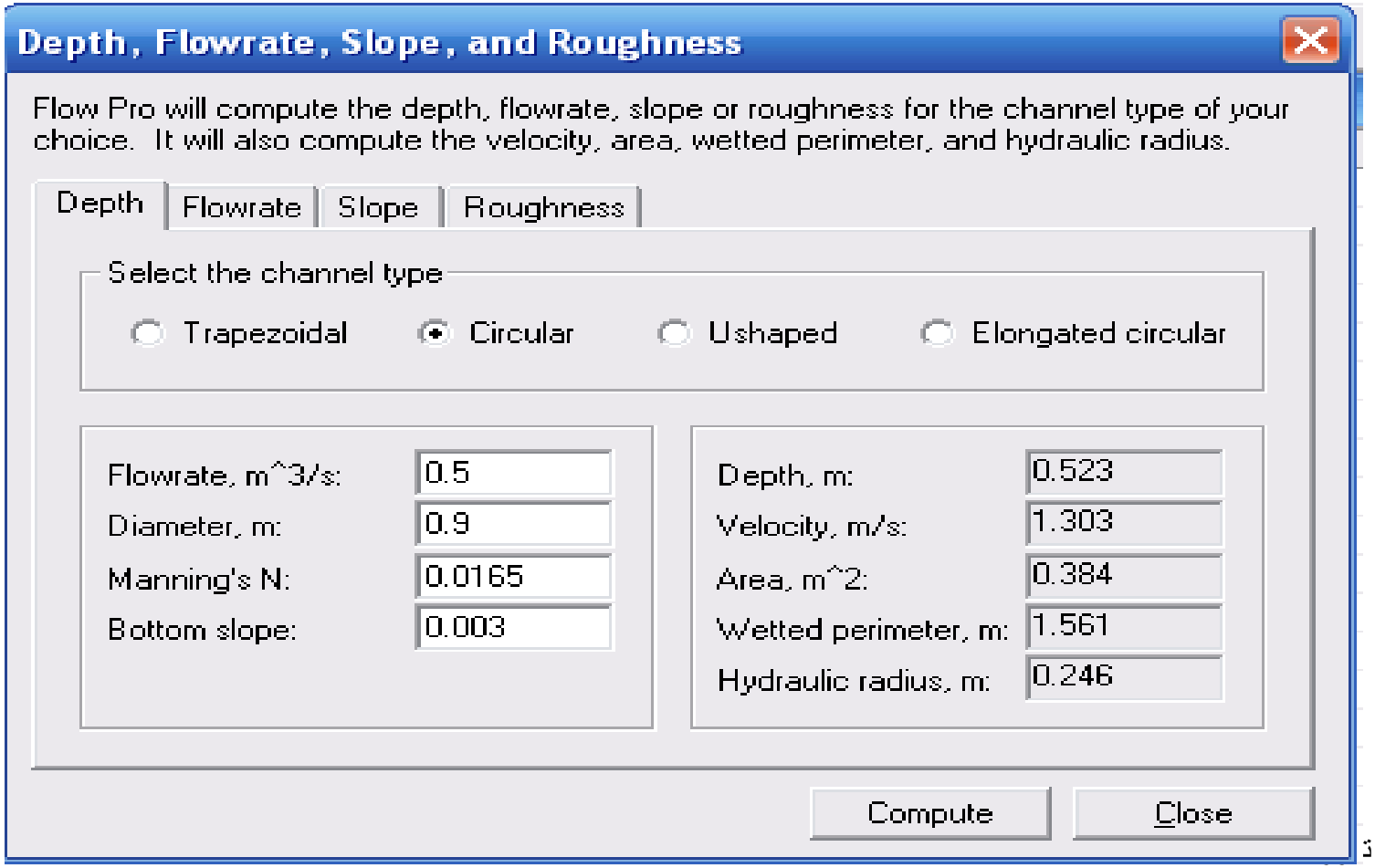
الحالة الثانية : الأرض الطبيعية ذات ميل سالب



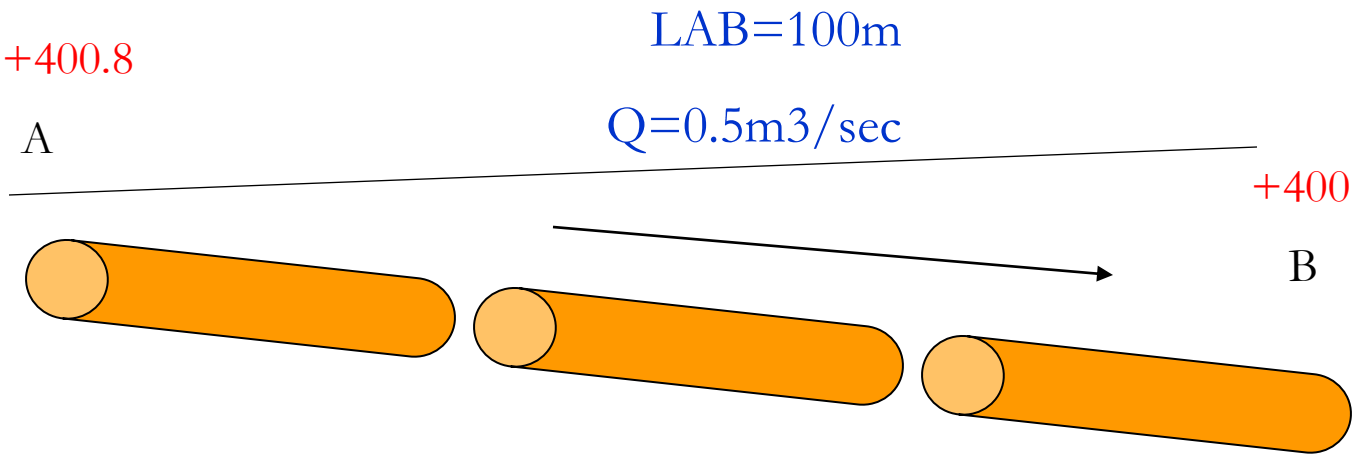
- نلاحظ ان السرعة محقق ولكن نسبة الامتلاء غير محقق لذلك نقوم بتكبير القطر

الحالة الثانية : الأرض الطبيعية ذات ميل سالب

- بالتجريب نجد أن القطر هو 900 مم ونسبة الامتلاء هي 58.11% والسرعة محقق وتساوي 1.3 م /ثانية



الحالة الثانية : الأرض الطبيعية ذات ميل سالب



D=900mm IP=0.003

حساب عمق الردم في بداية ونهاية القسطل لدينا العلاقة التالية تطبق دوما وفي كل الظروف :

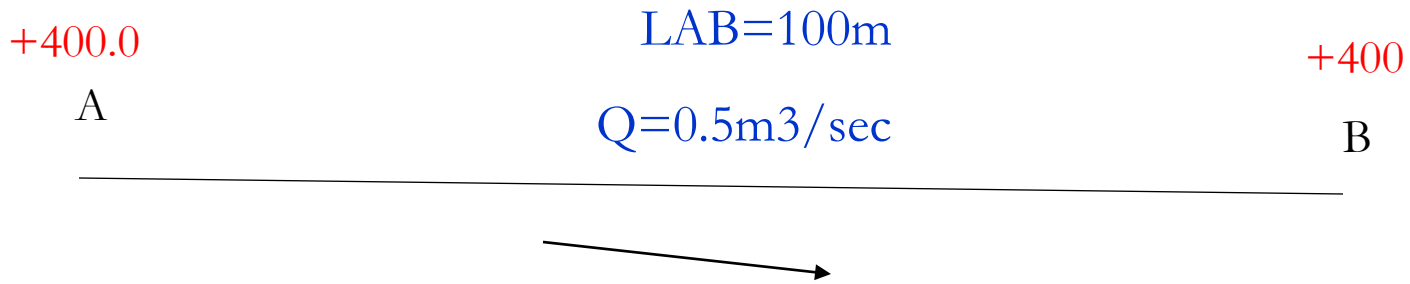
$$HB=HA+ LAB*(IP-IL)$$

بفرض ان الردم الأصغري عند النقطة A يساوي 1 م نعوض في العلاقة السابقة

$$HB=HA+ LAB*(IP-IL) =1+100*(0.003-(-0.008))=2.1m$$

الحالة الثالثة: الأرض الطبيعية ذات ميل معدوم (أفقية) أو ذات ميل صغير

هذه الحالة تماثل تماماً من حيث الحل الحالة السابقة التي فيها الأرض ذات ميل سالب

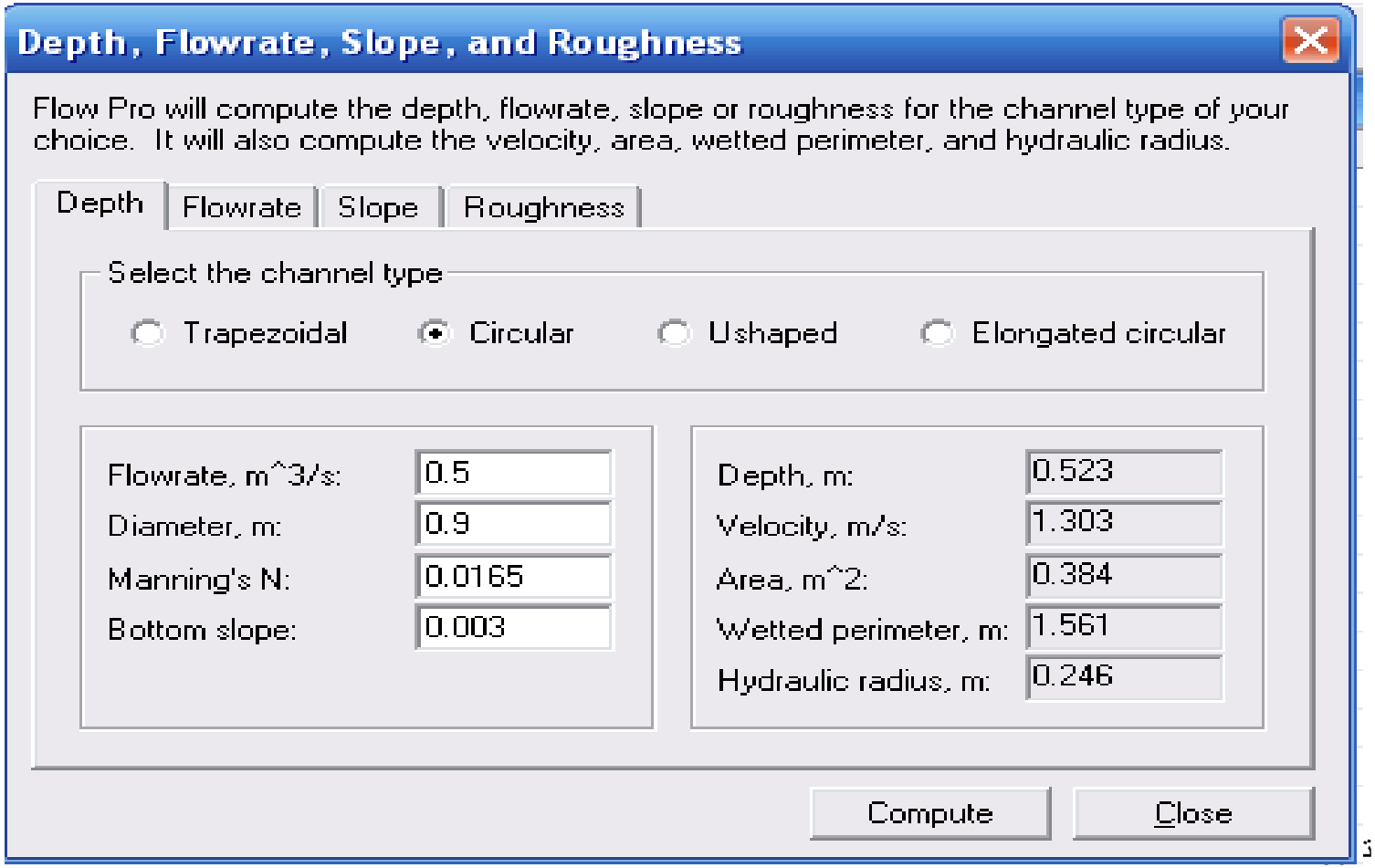


نحسب ميل الأرض الطبيعة

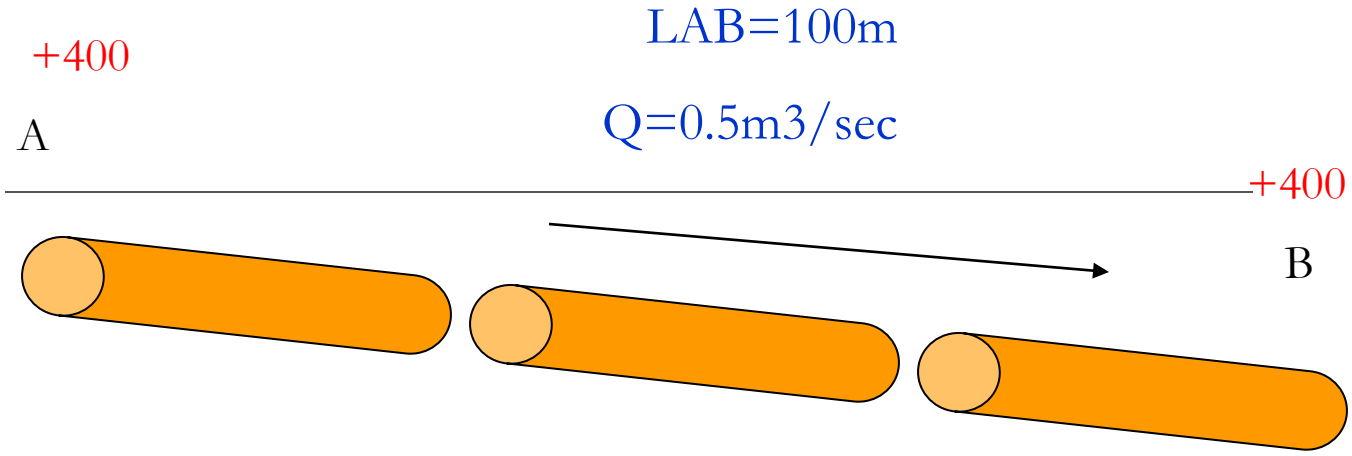
IL=(HA-HB)/L=(400-400)/100=0.00

الحالة الثالثة: الأرض الطبيعية ذات ميل معدوم (أفقية) أو ذات ميل صغير

- بالتجريب نجد أن القطر هو 900 مم ونسبة الامتلاء هي 58.11% والسرعة محقق وتساوي 1.3 م /ثانية



الحالة الثالثة: الأرض الطبيعية ذات ميل معدوم (أفقية) أو ذات ميل صغير



D=900mm IP=0.003

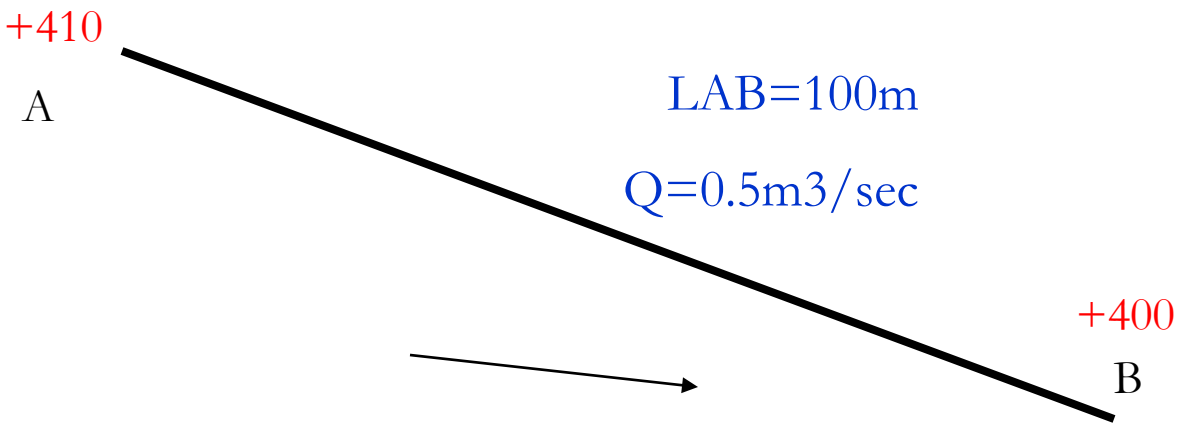
حساب عمق الردم في بداية ونهاية القسطل لدينا العلاقة التالية تطبق دوما وفي كل الظروف :

$$HB=HA+ LAB*(IP-IL)$$

بفرض ان الردم الأصغري عند النقطة A يساوي 1 م نعوض في العلاقة السابقة

$$HB=HA+ LAB*(IP-IL) =1+100*(0.003-0)=1.3m$$

الحالة الرابعة: الأرض الطبيعية ذات انحدار شديد

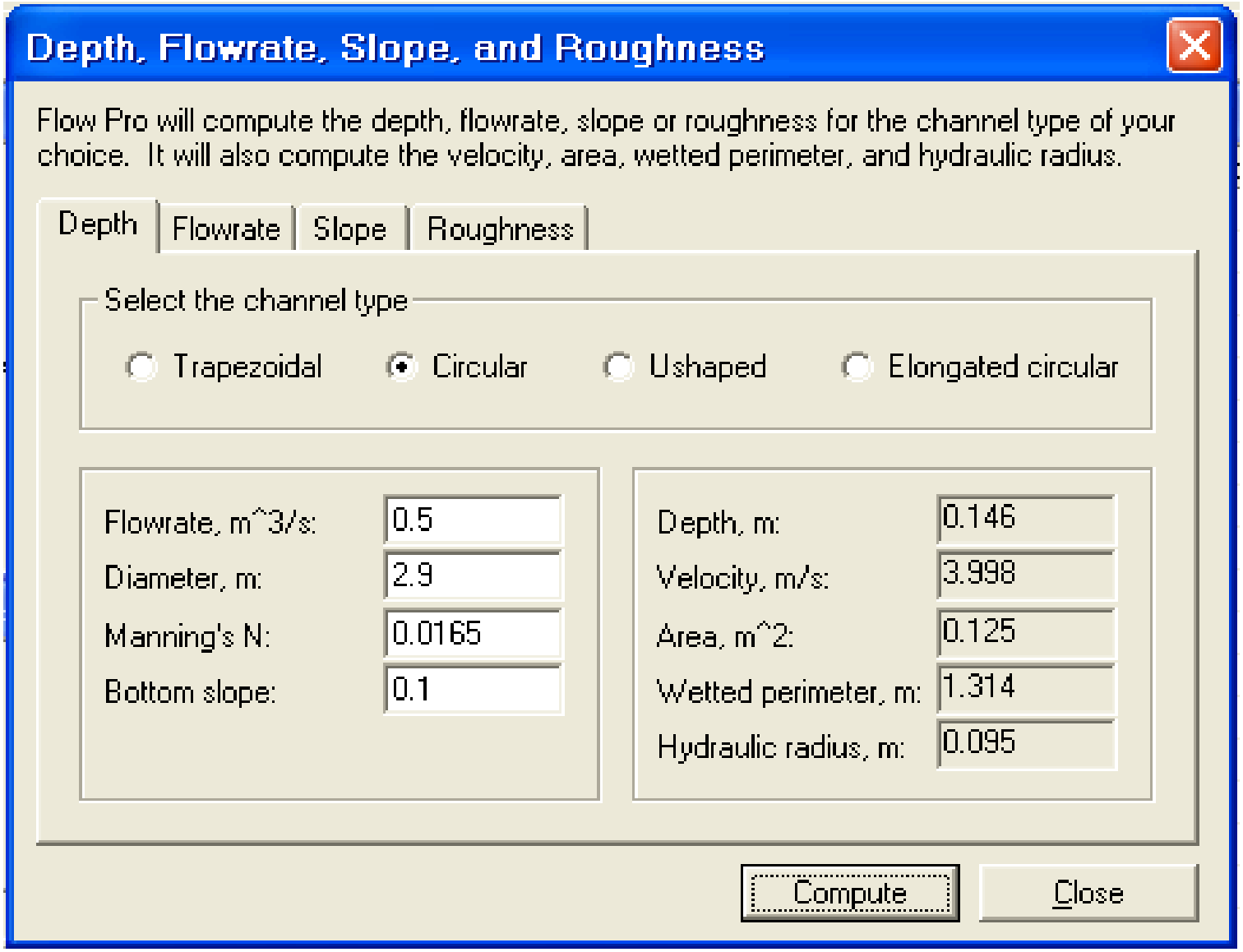


نحسب ميل الأرض الطبيعة

IL=(HA-HB)/L=(420-400)/100=0.1

والآن نصمم هذا القسطل على فرض أن الشبكة منفصلة ولا نزيد نسبة الامتلاء عن 75 % وان القسطل السابق هو مجمع رئيسي لا تقل فيه السرعة عن 0.6 م /ثانية ولا تزيد عن 4م/ثانية .

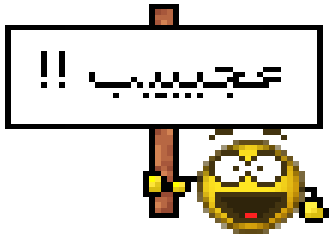
لنفترض اننا اخذنا ميل للقسطل مساوياً لميل الأرض الطبيعية ونقوم بالحل بالتجريب في برنامج FLOW PRO


Depth, Flowrate, Slope, and Roughness
Flow Pro will compute the depth, flowrate, slope or roughness for the channel type of your choice. It will also compute the velocity, area, wetted perimeter, and hydraulic radius.
Depth
Flowrate
Slope
Roughness
Select the channel type
Trapezoidal
Circular
Ushaped
Elongated circular
Flowrate, m^3/s:
0.5
Diameter, m:
2.9
Manning's N:
0.0165
Bottom slope:
0.1
Depth, m:
0.146
Velocity, m/s:
3.998
Area, m^2:
0.125
Wetted perimeter, m:
1.314
Hydraulic radius, m:
0.095
Compute
Close

الحالة الرابعة: الأرض الطبيعية ذات انحدار شديد

وبالتجريب نجد ان القطر هو 2900 مم وان السرعة مقبولة وهي بحدود 4 م/ثانية ونسبة الامتلاء هي 6 % ؟؟؟؟؟؟

فهل هذا التصميم صحيح ؟!! وهل يقبل إنسان ذو عقل أن تكون نسبة الامتلاء 5 % وأن القطر هو 2.9 م ؟ ؟؟



إذا يوجد شيء خطأ ويجب الانتباه إلى هذه الحالة .

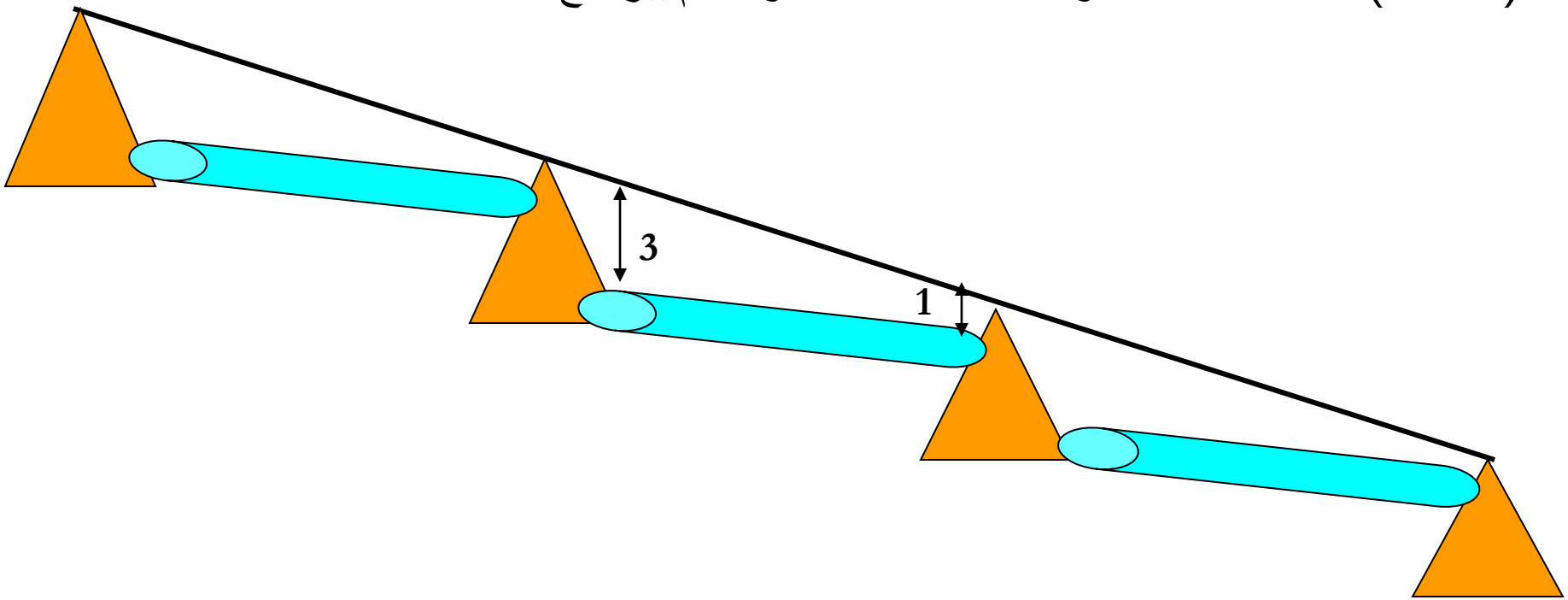
عادة في مثل هذه الحالة نقوم بإنشاء حفر سقوط .

الحالة الرابعة: الأرض الطبيعية ذات انحدار شديد

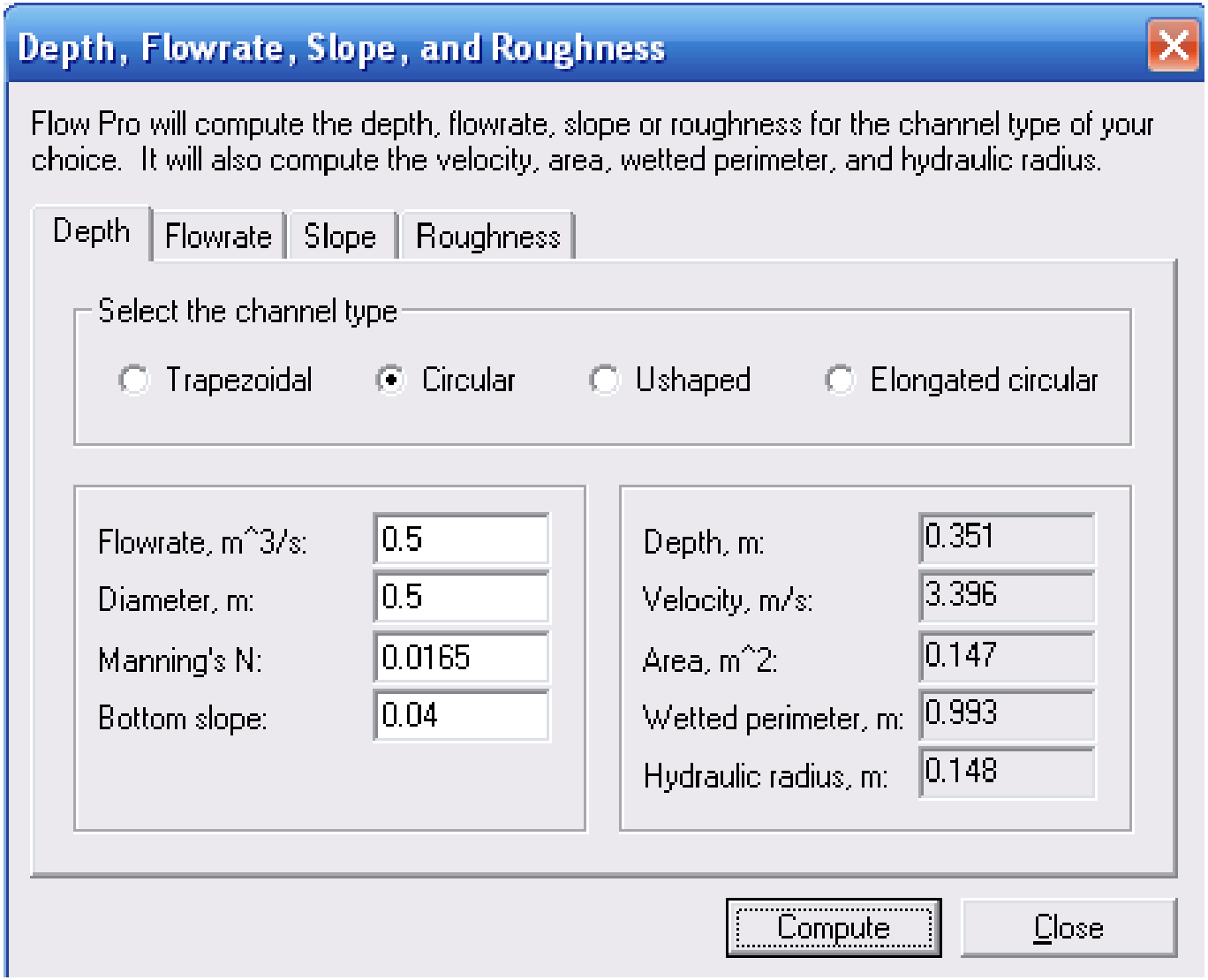
- نقوم بهذه الحالة باختيار عدد من حفر السقوط وليكن كل 33.33 م واحدة فيكون عدد الحفر /3/.
- بفرض ان عمق الردم الأعظمي المسموح فوق القسطل هو 3 م وعمق الحفر الاصغري هو 1 م عندها نفترض ان القسطل قد تحول إلى 3 قساطل على التوالي عمق الحفر عند بداية كل قسطل هو 3 م وعمق الحفر عند نهاية كل قسطل هو 1م عندها يمكن حساب ميل القسطل بسهولة

والآن نحسب ميل القسطل من العلاقة : HB=HA+ LAB*(IP-IL)

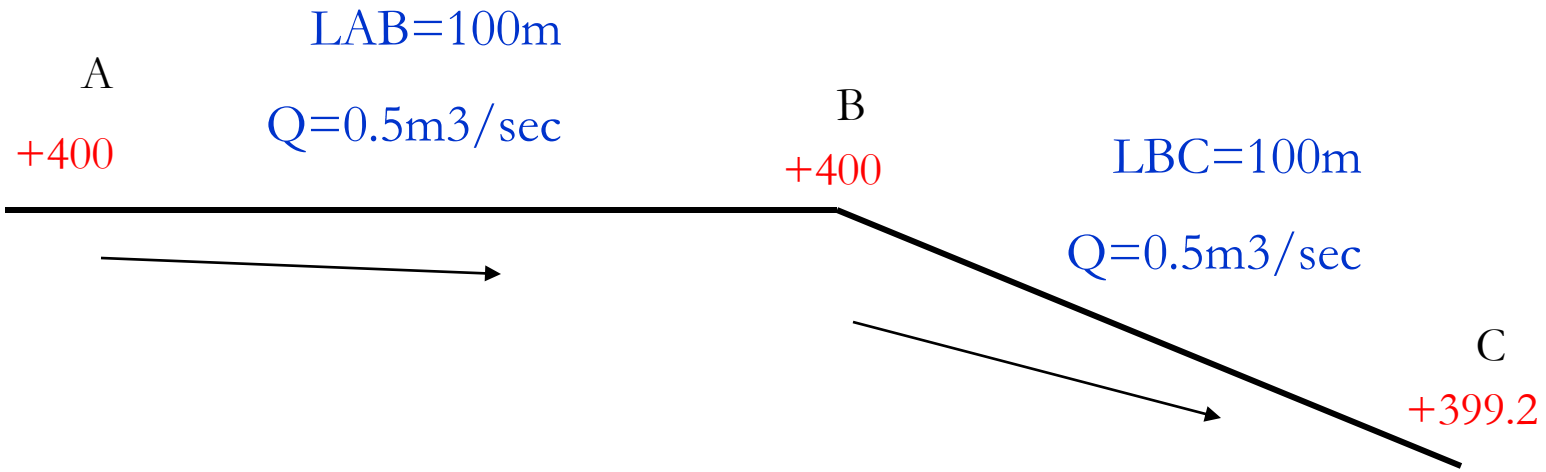
1=3+33.33*(IP-0.1) ومنه نجد IP=0.04 ونصمم ببرنامج FLOW PRO



فنجد انّ القطر هو 500 مم وان السرعة هي 3.4 م/ثانية و أنّ نسبة الامتلاء هي 70.2 % والتصميم مقبول


Depth, Flowrate, Slope, and Roughness
Flow Pro will compute the depth, flowrate, slope or roughness for the channel type of your choice. It will also compute the velocity, area, wetted perimeter, and hydraulic radius.
Depth
Flowrate
Slope
Roughness
Select the channel type
Trapezoidal
Circular
Ushaped
Elongated circular
Flowrate, m^3/s:
0.5
Diameter, m:
0.5
Manning's N:
0.0165
Bottom slope:
0.04
Depth, m:
0.351
Velocity, m/s:
3.396
Area, m^2:
0.147
Wetted perimeter, m:
0.993
Hydraulic radius, m:
0.148
Compute
Close

حالة مهمة جداً وفيها يظهر الحس الهندسي لدا المصمم

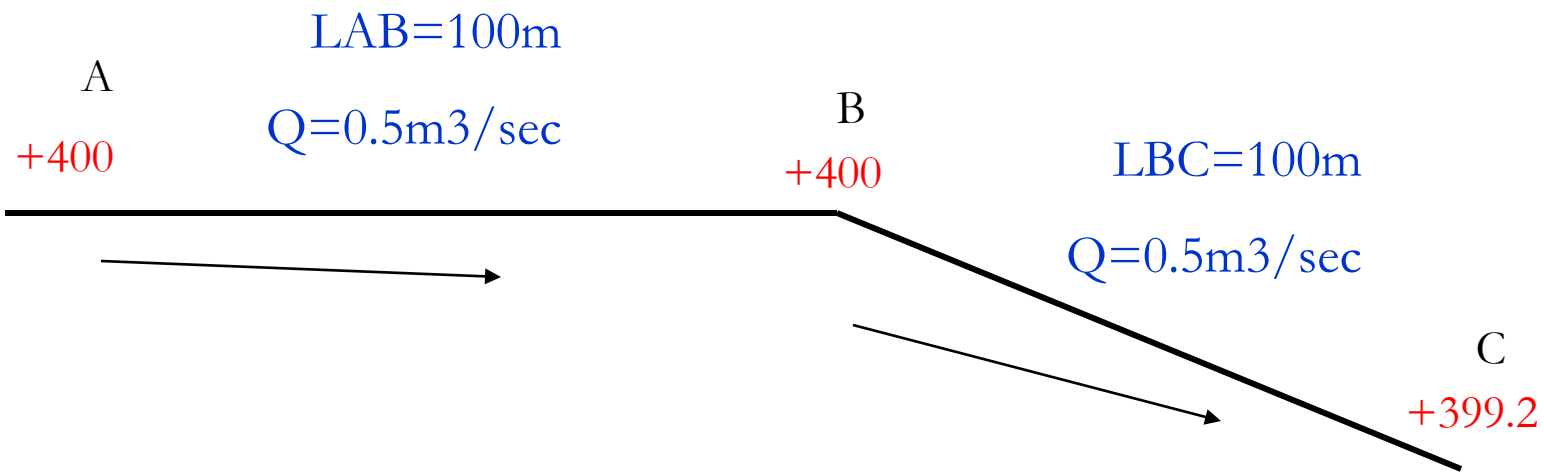


المطلوب صمم القساطل (حدد القطر – ميل القسطل – عمق الردم عند كل نقطة – حدد السرعة – نسبة الامتلاء) اللازمة لاستيعاب تدفق مياه الصرف الموضح في الشكل السابق

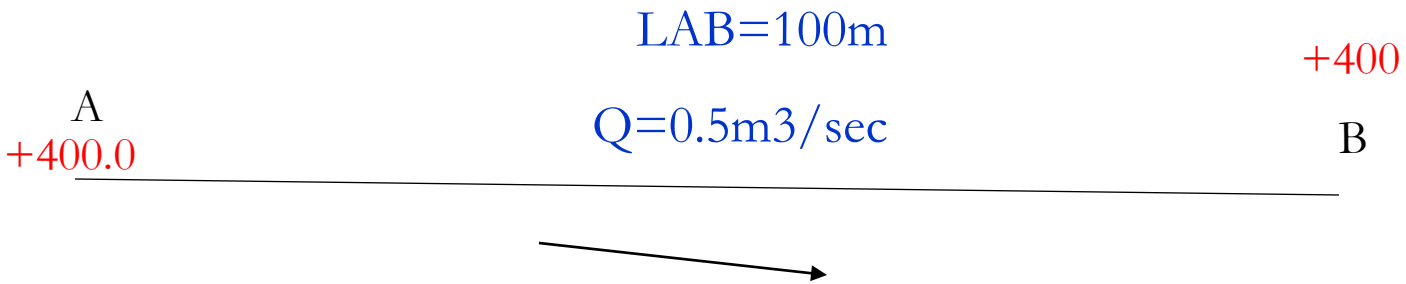
واحسب كميات الحفر والردم مفترضاً أن عرض الحفرية يساوي ضعفي قطر القسطل الموجود فيها.

افترض ان القسطل من البيتون العادي او المسلح وأن نسبة الامتلاء يجب أن لا تزيد عن 80 % لكون الشبكة منفصلة.

الحل : أولاً تصميم الجزء الأوّل وهو القسطل AB



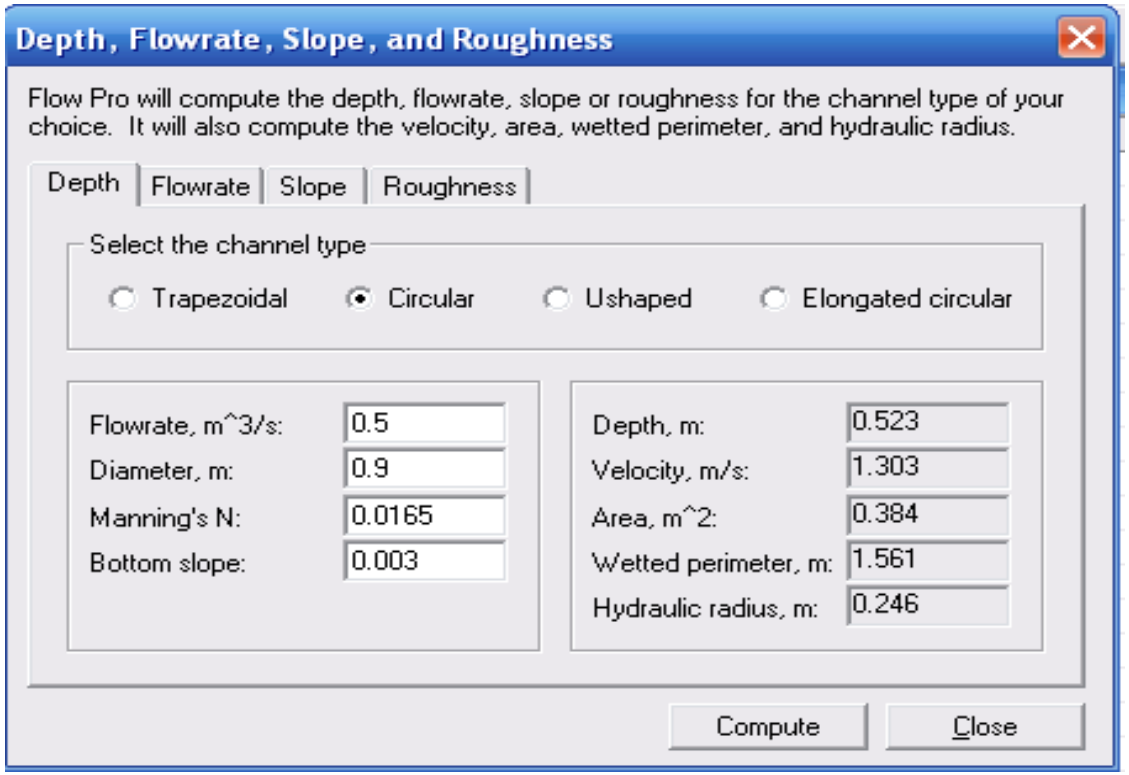
مر معنا سابقا تصميم هذا الجزء في الشرائح رقم 59-60-61 ونقوم بإعادة الحل نظراً للفائدة

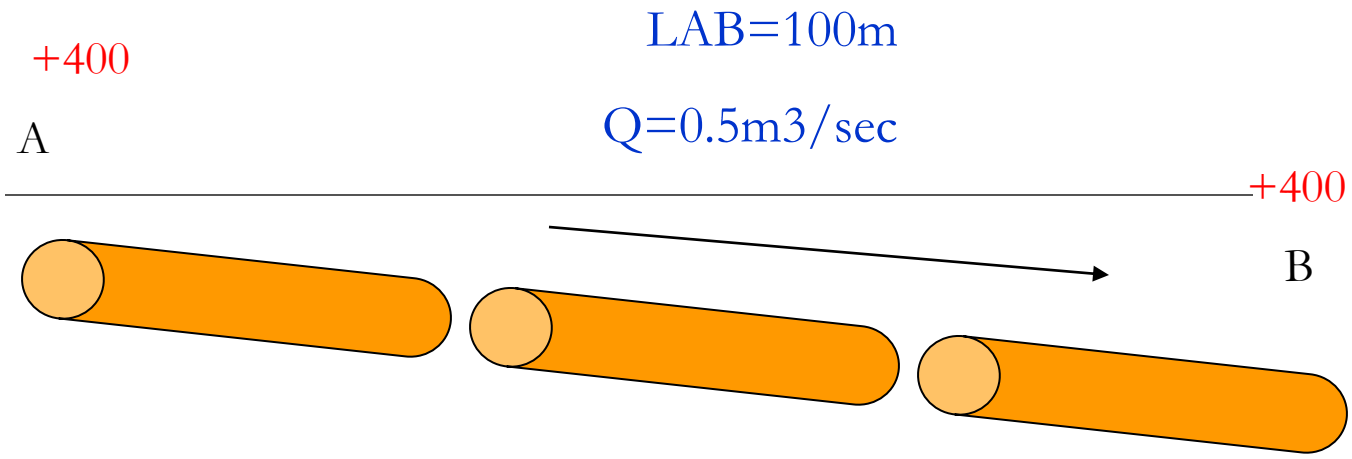


نحسب ميل الأرض الطبيعة

IL=(HA-HB)/L=(400-400)/100=0.00

بالتجريب نجد أن القطر هو 900 مم ونسبة الامتلاء هي 58.11% والسرعة محقق وتساوي 1.3 م /ثانية





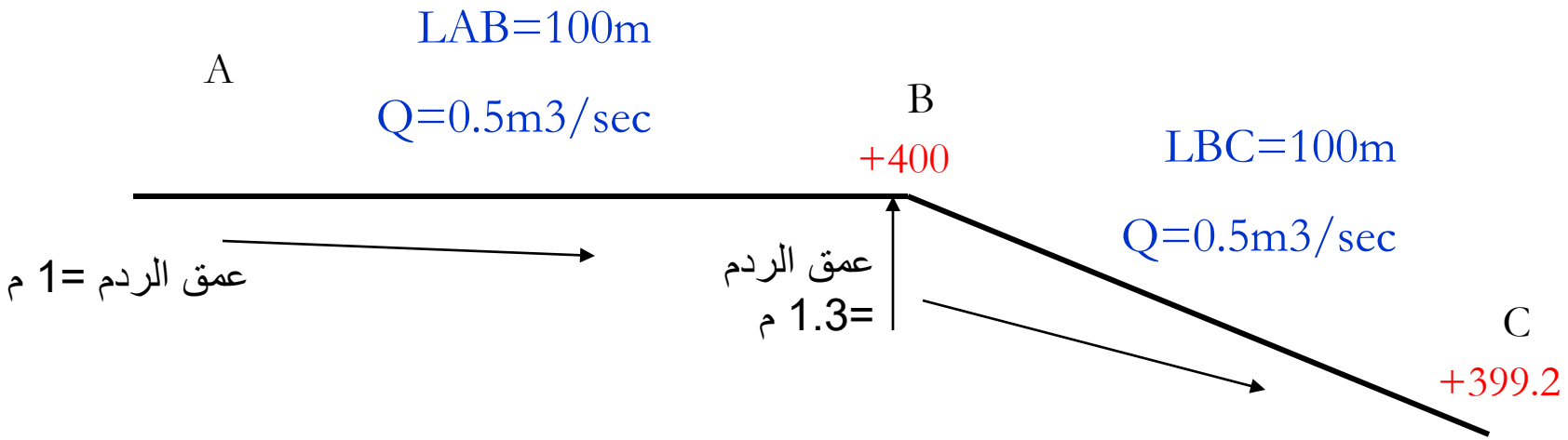
حساب عمق الردم في بداية ونهاية القسطل لدينا العلاقة التالية تطبق دوما وفي كل الظروف :

$$HB=HA+ LAB*(IP-IL)$$

بفرض ان الردم الأصغري عند النقطة A يساوي 1 م نعوض في العلاقة السابقة

$$HB=HA+ LAB*(IP-IL) =1+100*(0.003-0)=1.3m$$

ثانياً : تصميم الجزء BC

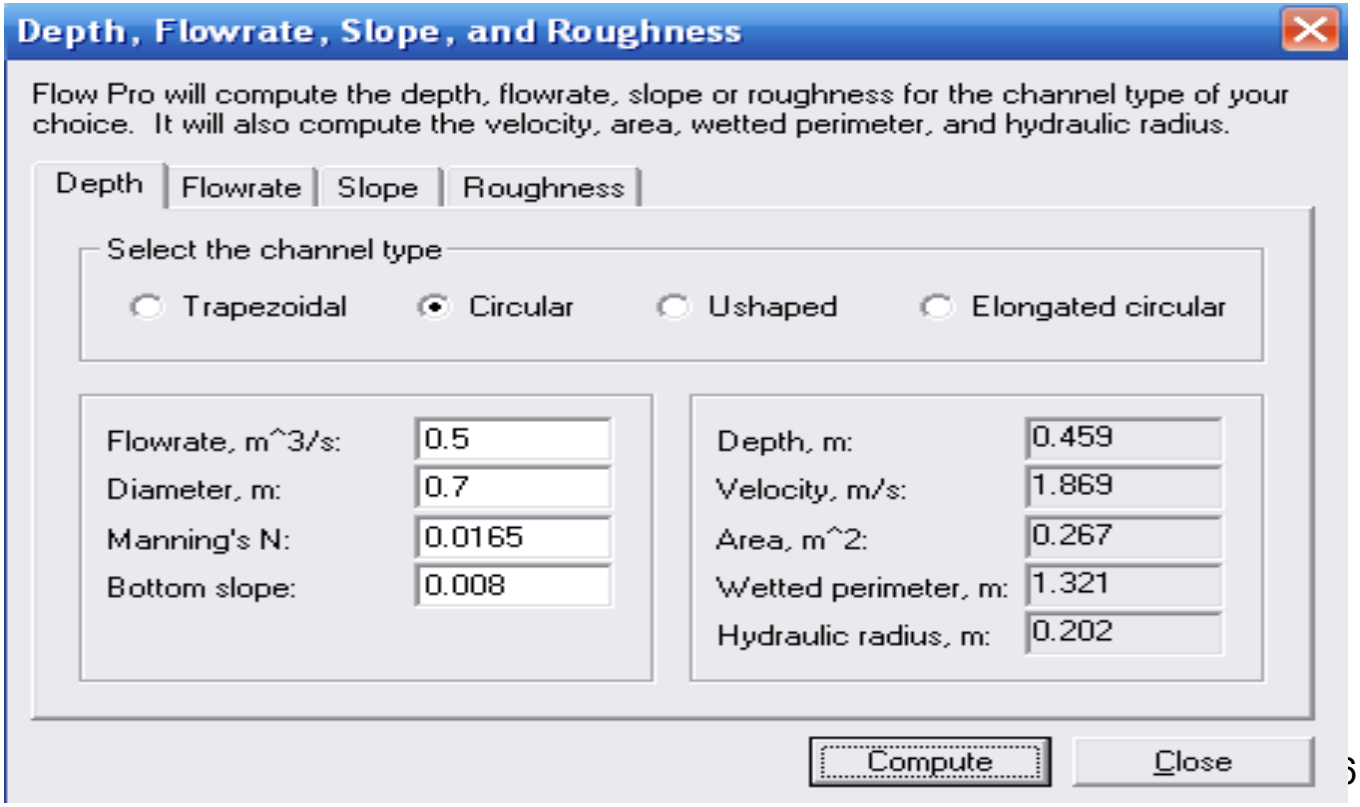


نحسب ميل الأرض في الجزء BC

IL=(HB-HC)/LBC=(400-399.2)/100=0.008

الحلول الممكنة لتصميم الجزءBC :

- الحل الأول : هو أن نأخذ ميلاً للقسطل مساويا لميل الأرض الطبيعة وهو 0.008عندها يكون عمق الردم عند النقطة C مساوياً لعمق الردم عند النقطة B ويكون قطر القسطل هو D=700mm IP=0.008 كما مرمعنا في الشرائح ذوات الأرقام 52 – 53- 54



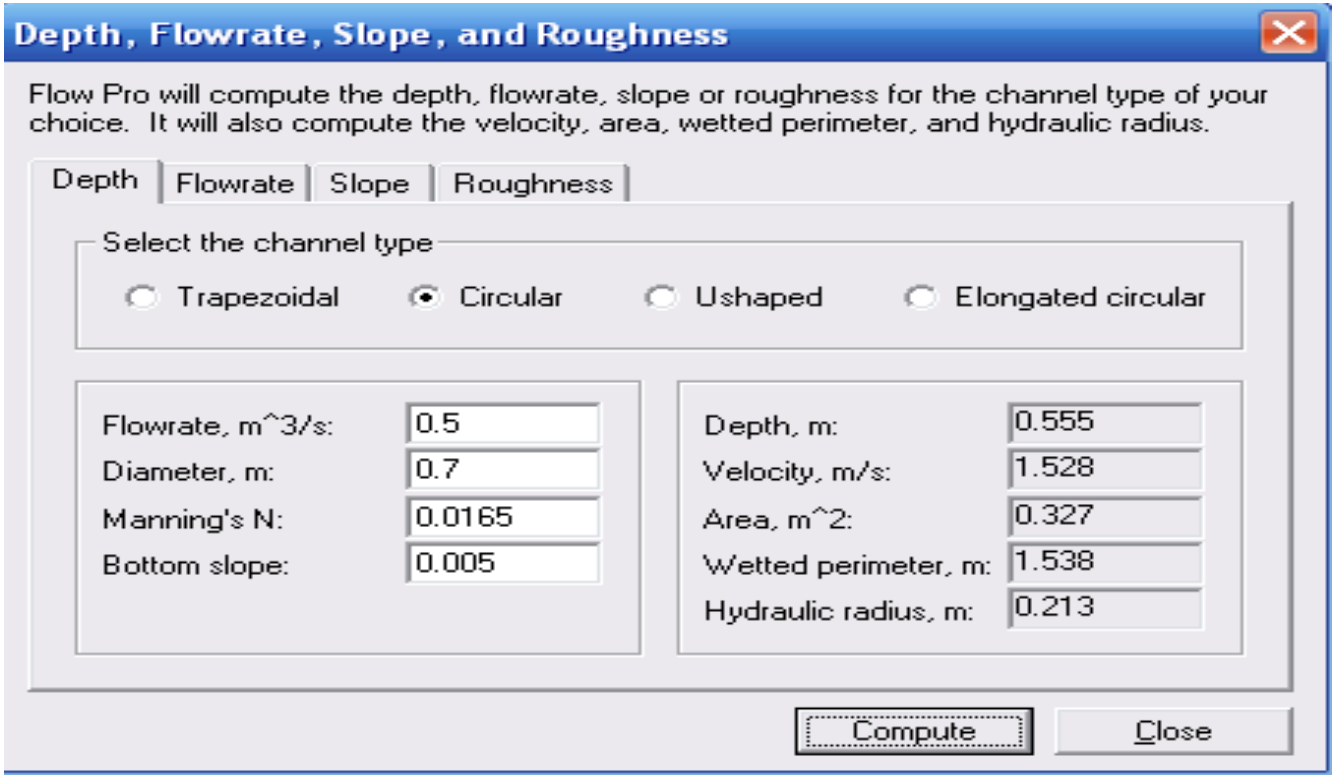
الحلول الممكنة لتصميم الجزءBC :
الحل الثاني

- الاحتمال الثاني : نفرض أنّ عمق الردم عند النقطة C هو 1 ونقوم بحساب الميل بطريقة عكسية
- HC=HB +LBC*(IP-IL)

- نعوض :(IP-0.008)*100+1.3=1 وبالتالي IP يساوي :IP =0.005

نقوم الآن بحساب القطر ونسبة الامتلاء والسرعة للتحقق من التصميم ونقوم بالاستعانة ببرنامج FLOW PRO فنجد

الحلول الممكنة لتصميم الجزءBC :
الحل الثاني

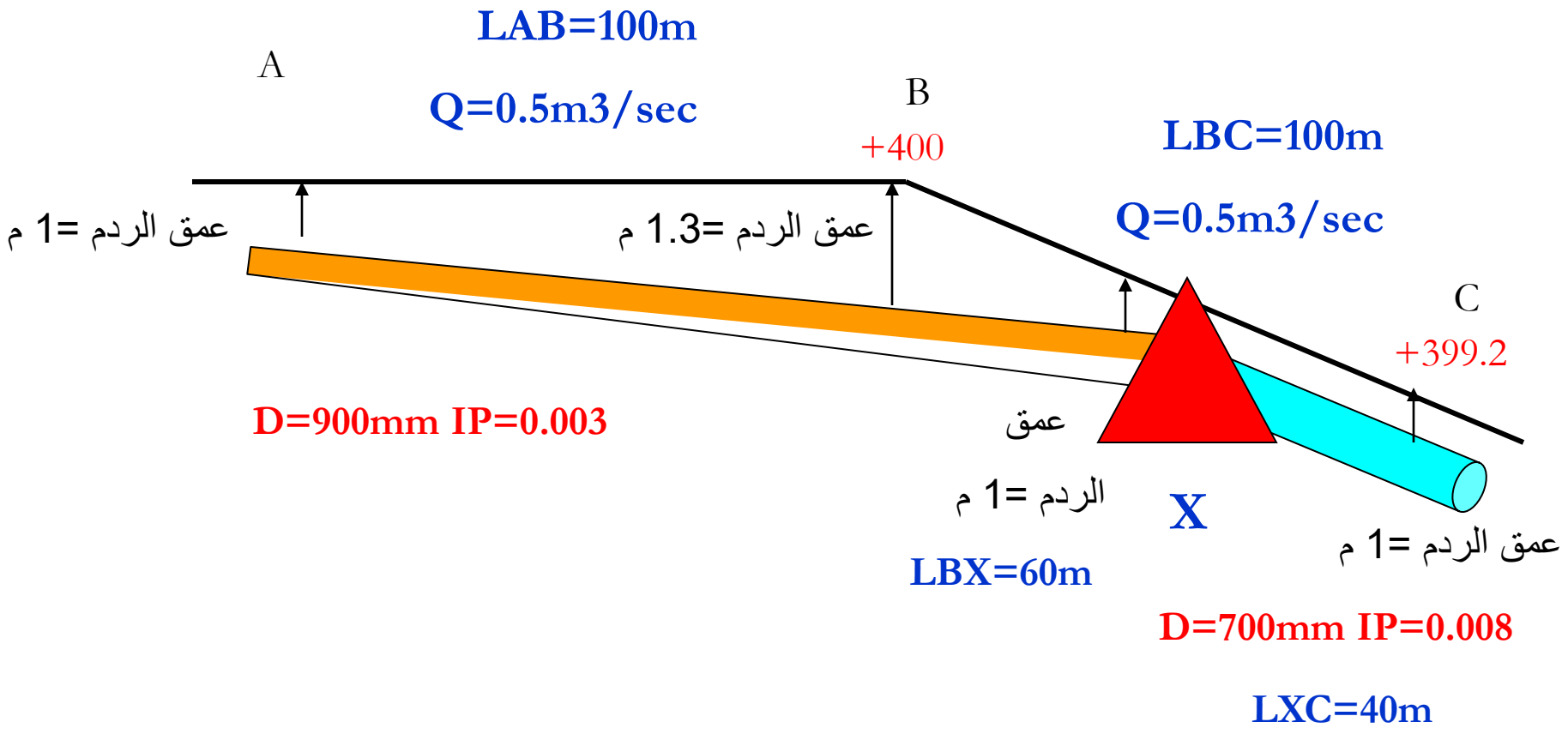


- نلاحظ أن القطر هو 700 مم وان نسبة الامتلاء هي 78.6 % وأن السرعة 1.53 م/ثانية وبالتالي التصميم مقبول

الحلول الممكنة لتصميم الجزءBC :
الحل الثالث

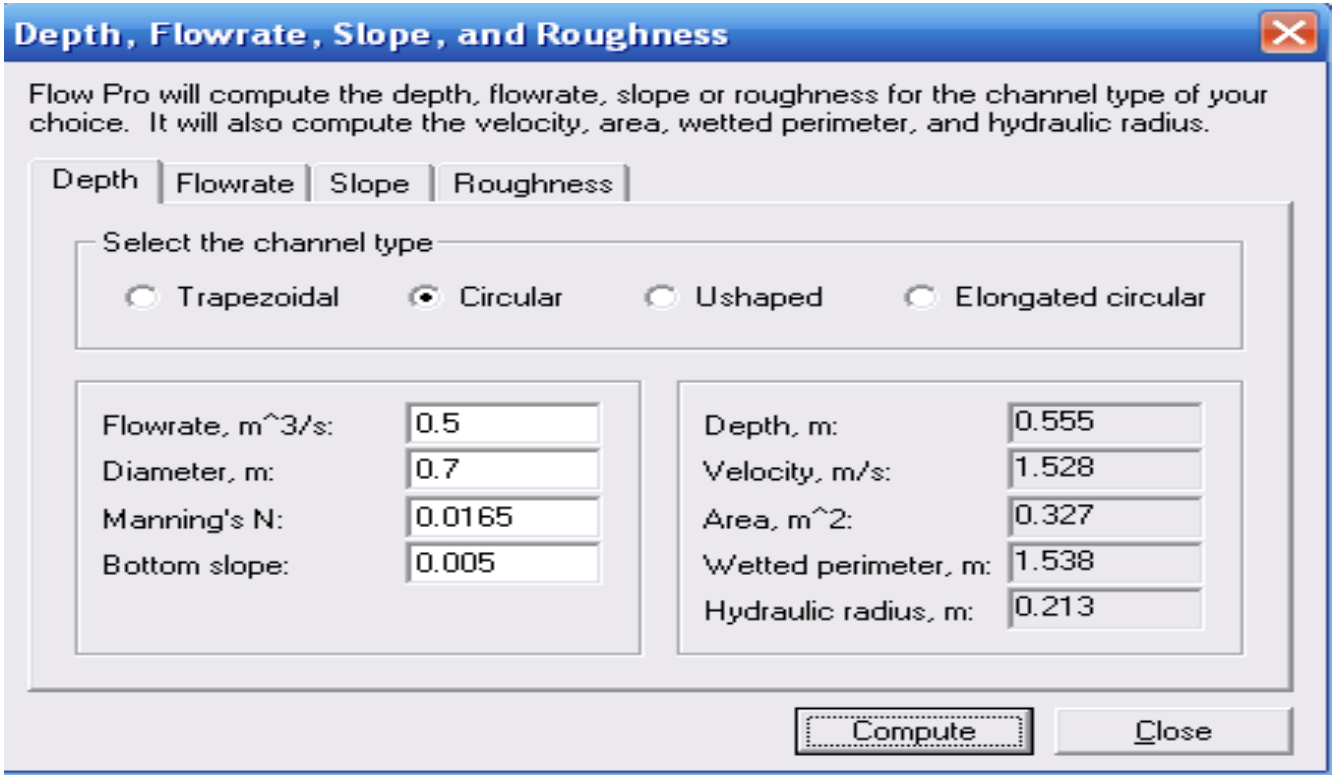
- الحل الثالث : نقوم بالسير بالقسطل إلى مسافة x وذلك مع المحافظة على ميله في الجزء AB والذي هو 0.003 ثم نسيرمع ميل الأرض الطبيعية أما المسافة x فتحسب كما يلي :
- HX=HB +x*(IP-IL)
- 1=1.3+X *(0.003-0.008)
- بالتالي نجد أنّ X =60 م إذا القسطل في الجزء BX ذو ميل 0.003 وله نفس المعلومات التصميمية للجزء AB .
- الآن نصمم الجزء XC وهنا نعطي للقسطل ميلاً مساوياً لميل الأرض الطبيعة والذي هو 0.008 وبالتالي القطر هو 700 مم كما هو موضح في الشريحة رقم 73 ويكون عمق الردم عند C هو 1م

تصميم الجزء BC



- بعد أن قمنا بوضع الحلول الممكنة نقوم بمقارنة اقتصادية بين الحلول الثلاثة
- ويتضح ان الحل رقم (1) أكثر كلفة من الحلين رقم (2) و(3) إذا تتم المقارنة الاقتصادية بين الحلين رقم (2) والحل رقم (3) وعند المقارنة يجب ان ندخل المؤشرات التالية :
- ـ كلفة القسطل ــ كلفة الحفر ــ كلفة الردم- كلفة حفر التفتيش اللازمة ــ سرعة التنفيذ.

الحلول الممكنة لتصميم الجزءBC :
الحل الثاني



- نلاحظ أن القطر هو 700 مم وان نسبة الامتلاء هي 78.6 % وأن السرعة 1.53 م/ثانية وبالتالي التصميم مقبول

أسس تصميم شبكات الصرف الصحي المختلطة في مدينة حلب

- صرف المياه المعاشية(المنزلية):

ويعطى بالعلاقة التالية:

$$Qd=N*M$$

Qd: التدفق قي الفصل الجاف (m3/sec)

N: عدد السكان التي يخدمهم أنبوب الصرف الصحي.

M: التدفق الذي يطرحه الشخص الواحد إلى شبكة المجاري وعادة يساوي(0.7-0.85) من استهلاك الفرد من المياه العذبة ويقدر بـ (m3/sec).

أسس تصميم شبكات الصرف الصحي المختلطة في مدينة حلب

2-الصرف المطري: تعطى قيمة التدفق بالعلاقة المنطقية:

$$Qw = C^* I^* A/1000$$

C : أمثال الجريان السطحي:

1-أمثال الجريان السطحي: يعطى أمثال الجريان السطحي (C) قيمة المركبة من الهطول التي تصرف في مجاري الصرف.

طبيعة السطح	C
سطوح الأبنية والطرق المعبدة	0.950
بلاط أو جرف	0.600
رصف حجري	0.450
طح حصوي غير موصول	0.400
بساتين حصوية– طرق للحدائق	0.300
سطوح ترابية	0.200
أعشاب	0.100

أسس تصميم شبكات الصرف الصحي المختلطة في مدينة حلب

كما يمكن ان نحدد عامل الجريان السطحي تبعاً لكثافة السكان وفق الجدول الآتي :

الكثافة السكانية(عدد الأشخاص في الهكتار)	عامل الجريان السطحي
350	0.8
250	0.6
150	0.4
100	0.25

أسس تصميم شبكات الصرف الصحي المختلطة في مدينة حلب

- في حال كانت المنطقة تشمل على عدة أصناف في آن واحد فإنه يتم حساب القيمة الوسطية الموزونة:

C= (C1*A1+C2 *A2……Cn*An)/(A1+A2……An)

- Ai: مساحة المنطقة بالهكتار.
- Ci: عامل الجريان السطحي للمنطقة i.
- QW: التدفق المطري ويقدر ب m3/sec

أسس تصميم شبكات الصرف الصحي المختلطة في مدينة حلب

- I: الشدة المطرية النوعية:
- الشدة المطرية النوعية:
- يقدر بالليتر في الثانية للهكتار وتختلف علاقة الشدة المطرية من منطقة إلى أخرى فمن أجل محافظة حلب ينصح بتطبيق العلاقة التالية:
- I=333 P ^0.4/t^0.66
- حيث P : طور التكرار للشدة المطرية و نعتمده مساوياً (2) سنة.
- فتصبح العلاقة: I=440 /t^0.66 □□□
- حيث:q التدفق الو احدي المطري مقدراً بـ(l/s/ha)
- t :زمن التركيز مقدراً بالدقائق بالعلاقة :

$$T = T0 + \sum \frac{L}{U}$$

- To : زمن التركيز الابتدائي ويقدر بـ (5) دقائق.
- L: طول كل أنبوب بالمتر.
- U: سرعة الجريان داخل الأنبوب (m/min).

أسس تصميم شبكات الصرف الصحي المختلطة في مدينة حلب

- Σ (L/U) : زمن الجريان المياه من أبعد نقطة إلى الأنبوب المدروس(زمن الجريان في الأنابيب الفرعية) حيث تؤخذ الأنابيب المتسلسلة ذات المسافة الأكبر دون غيرها من التفرعات.

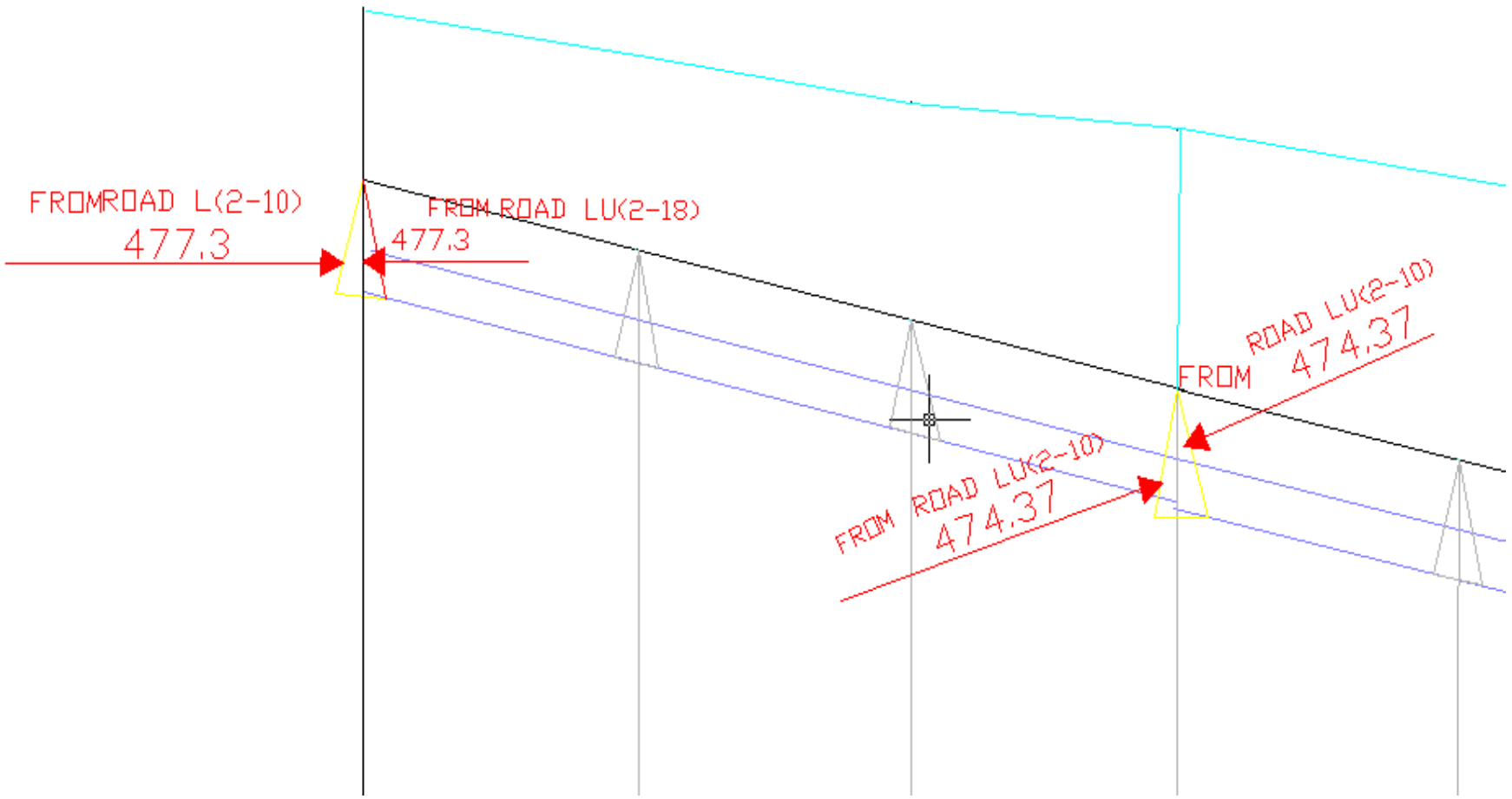
رسم مسقط شبكة الصرف الصحي

- ترسم شبكة الصرف الصحي على المخطط التنظيمي ويفضل أن يكون مقياسه بين 1/1000 -1/2000.
- توضع تسمية للريكارات الرئيسية الموجودة في الشبكة.
- توضع أسهم على الخطوط التي تمثل القساطل بحيث السهم يدل على اتجاه الجريان.
- يوضع على مسقط شبكة بين كل حفرتي تفتيش ميل كل قسطل وقطره .
- يفضل وضع منسوب المولد السفلي للقسطل قبل أي حفرة وبعدها
- على مسقط الشبكة

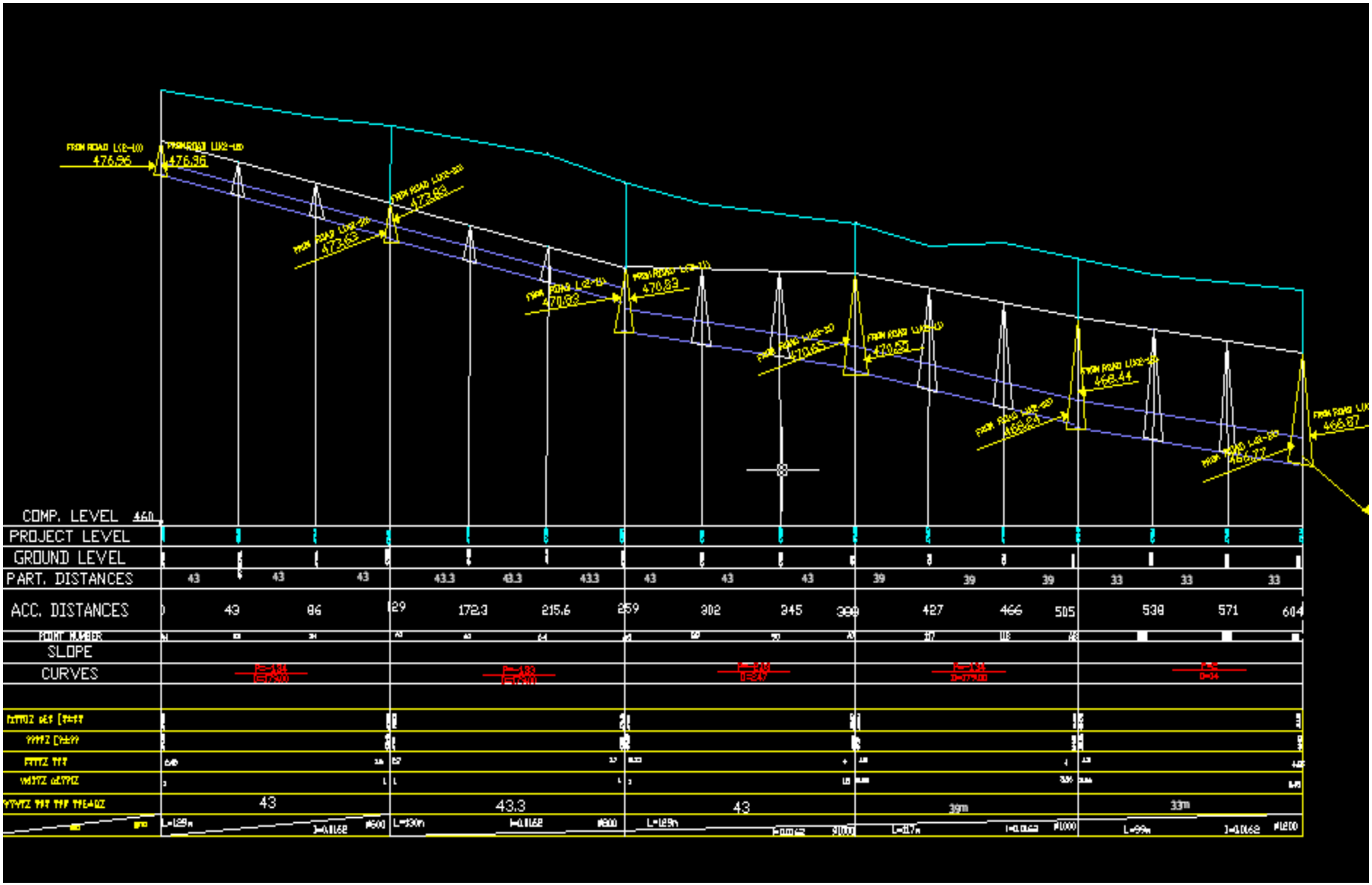
المقطع الطولي للخطوط المدروسة

- عادة يكون المقياس الأفقي هو 1/1000 والمقياس الشاقولي هو 1/100 .
- توضع كافة المعلومات التنفيذية في المقطع الطولي من قطر وميل ومناسيب وخصوصاً مناسيب المولد السفلي للقساطل وكذلك توضع أعماق الحفر والردم.
- يجب وضع منسوب المولد السفلي للقسطل الذي يصب على أي قسطل آخر وذلك عند حفرة التفتيش الذي يلتقيان بها .
- يجب كتابة اسم المكان (سواء قسطل آخر- مسيل – مصب) الذي سوف يصب فيه القسطل ...

توضيح جزء من المقطع الطولي للمجرور



رسم المقطع الطولي للخطوط المدروسة



التوصيات

1. نوصي كافة الجهات المعنية بالعمل على إعداد مرجع خاص معتمد وإلزامي التطبيق (كود مرجعي خاص) بالتمديدات الصحية وشبكات الصرف الصحي وشبكات المياه .

2. نوصي الجهات المالكة والمدققة لدراسات شبكات الصرف الصحي عدم اعتماد أي دراسة لشبكات الصرف الصحي ما لم تذكر الأسس التصميمية لهذه الشبكة مع وجود مذكرة حسابية وتفسيرية لكافة الحسابات الهيدروليكية للشبكة.

التوصيات

3. نوصي الجهات الدارسة والمنفذة والمستثمرة لشبكات الصرف الصحي دراسة أخذ بعين الاعتبار التدفقات المطرية عند تصميم شبكات الصرف الصحي في القرى والمدن السورية.

4. نوصي الجهات الدارسة لمحطات المعالجة والجهات صاحبة هذه المحطات بان يكون هناك توافقاً بين دراسة محطة المعالجة لقرى وشبكة الصرف الصحي الخاصة بها , لأنّه أحياناً تقوم اللجان الخاصة بتقييم العروض الفنية الخاصة بمحطات المعالجة بإلزام العارض بدراسة محطة المعالجة على أساس وجود التدفق المطري في الوقت الذي تكون فيه شبكة الصرف الصحي الخاصة بمحطة المعالجة مدروسة على التدفق المنزلي فقط؟؟؟؟

بعض مراجع الدورة:

- كتاب الصرف صحي (1) للدكتور أمجد مراد آغا.
- مشروع دبلوم في كلية الهندسة المدنية – قسم الهندسة البيئة عام 2006 بعنوان :"مقارنة بين الكودين الروسي والفرنسي لتصميم شبكات الصرف الصحي" إعداد المهندس عبدالله صغير وإشراف الدكتور حسام صبوح.
- كتاب تصميم شبكات الصرف الصحي للدكتور حسام صبوح
- محاضرات في تصميم شبكات الصرف الصحي للدكتور محمد ضاي لطلاب السنة الرابعة قسم الهندسة البيئة في كلية الهندسة المدنية.

- دورة في التصميم الهيدروليكي لشبكات الصرف الصحي للدكتور محمود فطامة.

أرحب باستفساراتكم على الايميل

a.saghir@secdo.org

وشكرا لإصغائكم