# Sewer System

# نظام المجارير

الدكتورة المهندسة
فاطمة جعارة

قسم الهندسة البيئية
كلية الهندسة
المدنية جامعة حلب

## أنواع المجارير Types of Sewers

إن أنظمة جمع مياه الصرف البلدية تتألف عادة من أنابيب مطمورة تحت سطح الأرض على مناسيب تسمح بجمع مياه الصرف بالثقالة. من الشائع تصميم الشبكة على أساس أن تكون الأنابيب مليئة عندما تنقل تدفقات الذروة، لهذا السبب فإن ظروف الجريان بالأقنية المكشوفة تسود النظام معظم الوقت. رغم أن معادلات تجريبية عديدة استخدمت في اختيار أنابيب شبكة الجمع ، فإن معادلة ماننغ هي ألأكثر شيوعاً للاستخدام لهذا الغرض.

# أنواع أنظمة الجمع Types of Collection Systems

## مجارير مياه الصرف الصحي: Sanitary sewers

تعرف بأنها مجارير منفصلة طورت لإزالة مياه الصرف البلدية من المناطق السكنية ، تجري مياه الصرف بالثقالة وتم مؤخراً تطوير شبكات تعمل تحت الضغط أو الانفراغ لتخدم مناطق يصعب فيها تمديد المجارير بالثقالة أو يكون أمراً مكلفاً في التركيب والصيانة .

## المجارير الموحدة Combined sewers:

يتم فيها نقل كل من مياه الصرف البلدية ومياه المطار، رغم أن المجارير الموحدة موجودة في المدن القديمة ولكنها نادراً ما تنشأ حالياً

تتألف الأنظمة المنفصلة من عناصر عدة منها:

مجارير الأبنية: وتدعى أحياناً وصلات الأبنية تصل التمديدات داخل الأبنية وتستخدم لتنقل مياه الصرف من الأبنية إلى مجارير فرعية أو جانبية أو أية مجارير أخرى عدا مجارير البناء.

هذه الأنابيب هي عادة بقطر 150 mm أو أكثر وتمد بميل لا يقل عن 1 - 2 % . تفرغ مجارير البناء إلى مجرور مجمع ( فرعي أو جانبي ) .

# INTERCEPTOR SEWERS

Metro area homes and industries are connected to wastewater treatment facilities through an extensive network of sewer pipes. Your community maintains the sewer pipe from your home or industry; these sewer pipes connect to regional interceptor sewers. Environmental Services owns and maintains the 550 miles of these interceptor sewers, and more than 60 lift stations and 170 flow meters. Many of the interceptor sewers are as large as 12 feet in diameter.

**المجرور الجانبي Lateral or branch:**

تشكل العنصر الأول من نظام جمع مياه الصرف وتكون عادة في الشوارع أو في ممرات خاصة تستاخدم لجمع مياه الصرف من مبنى أو أكثر وتنقلها إلى المجرور الرئيسي.

**المجارير الرئيسية Main sewers:**

تستخدم لنقل مياه الصرف من مجرور فرعي أو أكثر أو إلى مجرور مجمع Trunk sewers أو إلى مجارير مستقبلة.

**المجارير المجمعة Trunk sewers:**

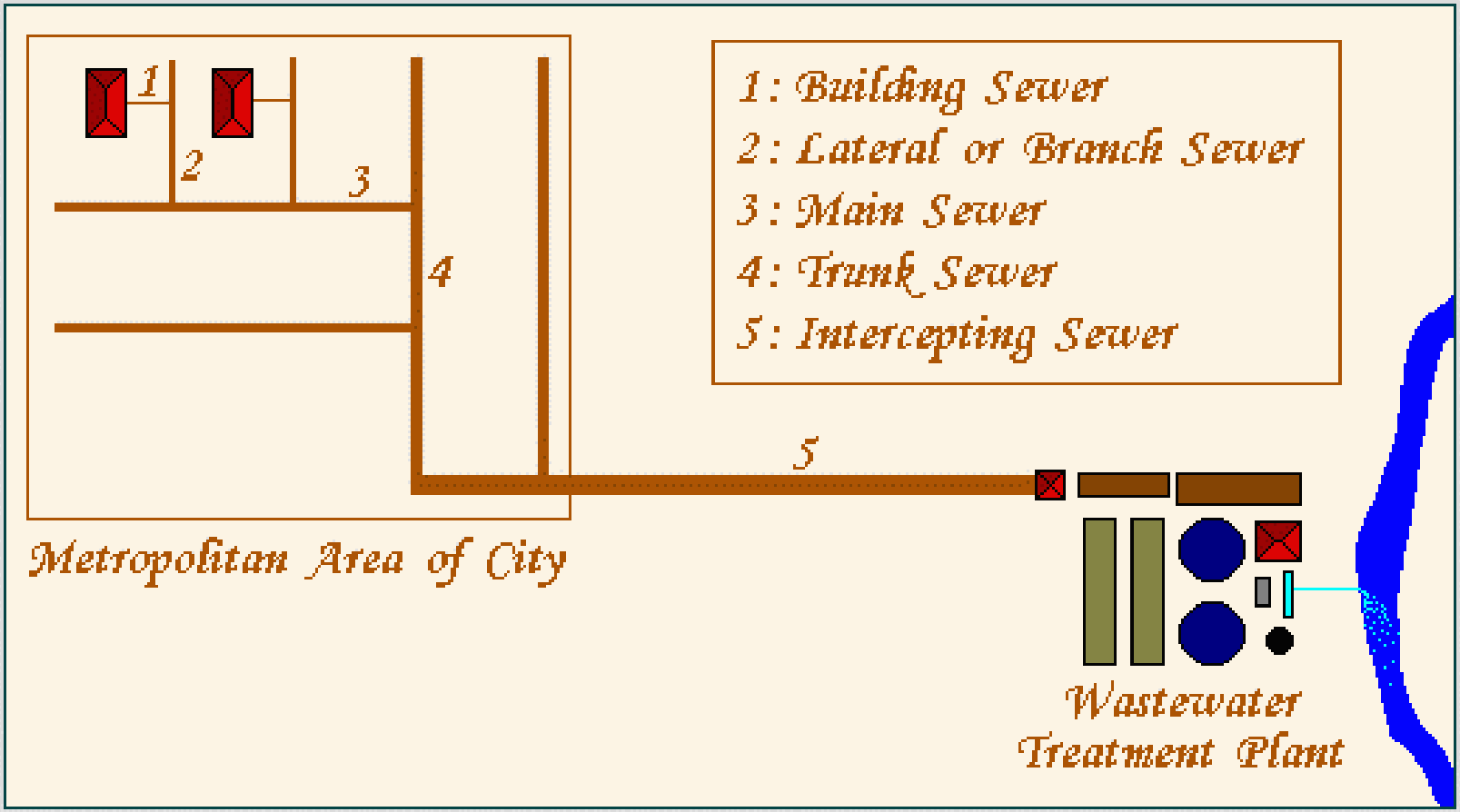
هي مجارير أكبر تستخدم لنقل مياه الصرف من المجارير الرئيسية في الشبكة إلى محطة المعالجة أو أي موقع تخلص نهائي أو إلى مجارير مستقبلة أكبر.

**المجارير المستقبلة Intercepting sewers.**

هي مجارير كبيرة نسبياً تستخدم لاستقبال عدد من المجارير الرئيسية أو المجمعة وتنقل مياه الصرف إلى المعالجة أو إلى معدات التخلص النهائي.

# Definition Sketch for Types of Sewers

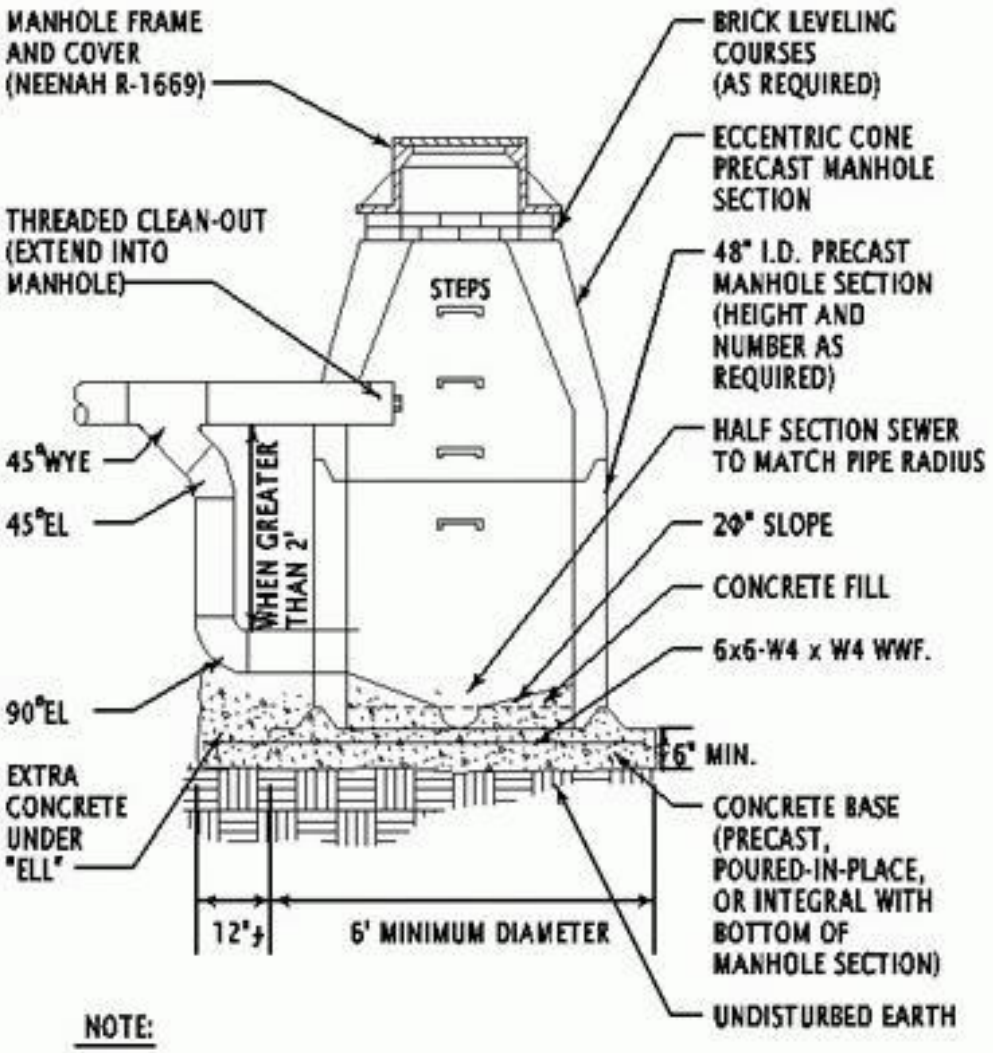
Plan



تستخدم حفر التفتيش لوصل مجرور أو أكثر وتؤمن إمكانية الدخول إلى المجرور للتنظيف والصيانة.

من أجل المجارير التي يكون قطرها 1,200 mm أو أقل ، تتوضع حفر التفتيش عند كل تغير في قطر المجرور وميله واتجاهه ، أحياناً ، يتحكم بمنسوب قاع حفرة التفتيش ميل الأنبوب الذي يصب في الحفرة والقادم من شارع آخر غي الشارع الموجدة فيه الحفرة.

ما لم تكن الحفرة مصممة خصيصاً لتكون حفرة سقوط فإن منسوب المولد السفلي الداخلي لكافة الأنابيب التي تصب في الحفرة يجب أن يكون عند منسوب قاع الحفرة.

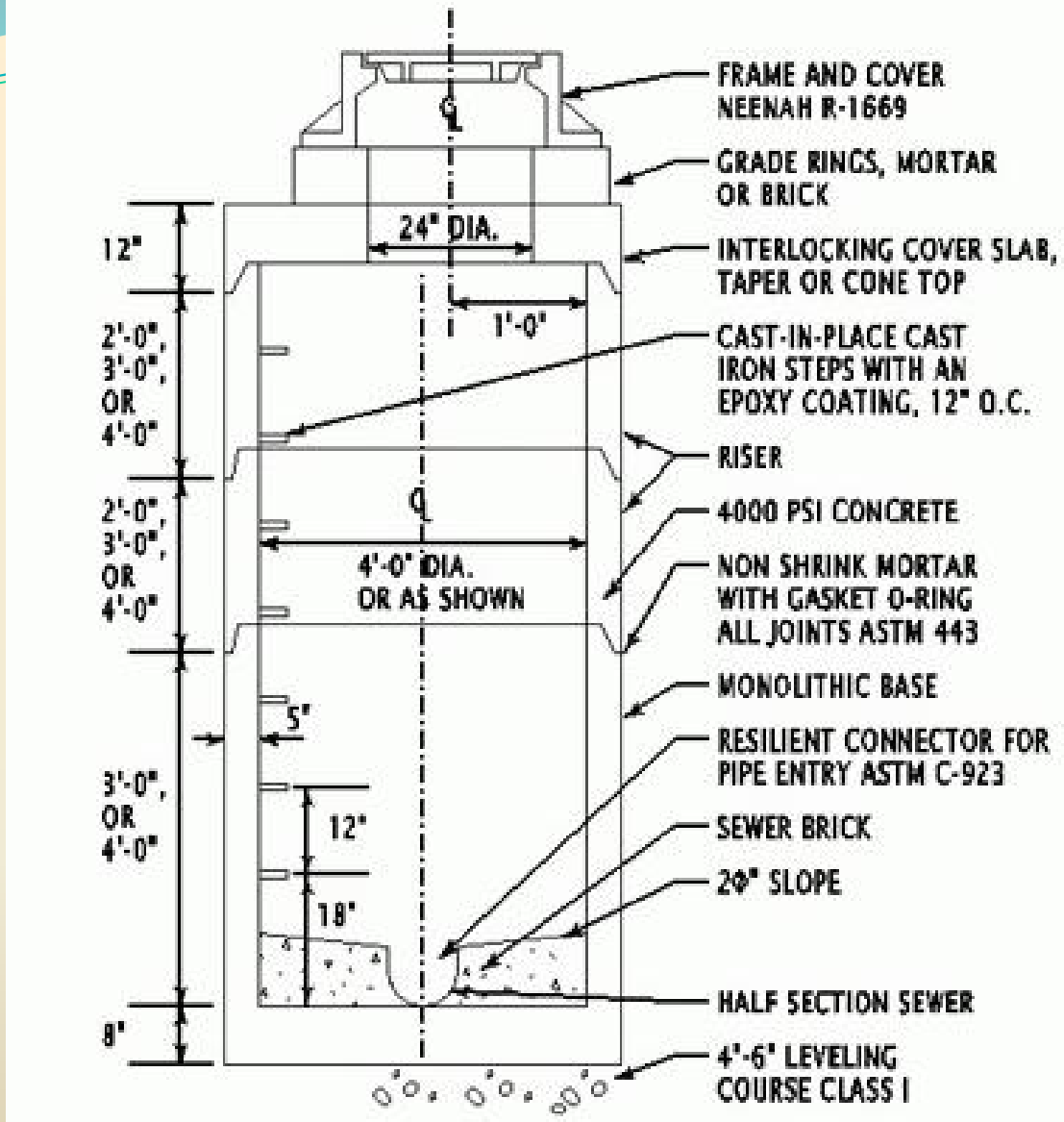



NOTE:

1. CONCRETE FOR BASE, FILL, AND INVERT WILL BE 4,000 PSI, 6% AIR ENTRAINING, 1" MAXIMUM SIZE COURSE AGGREGATE.

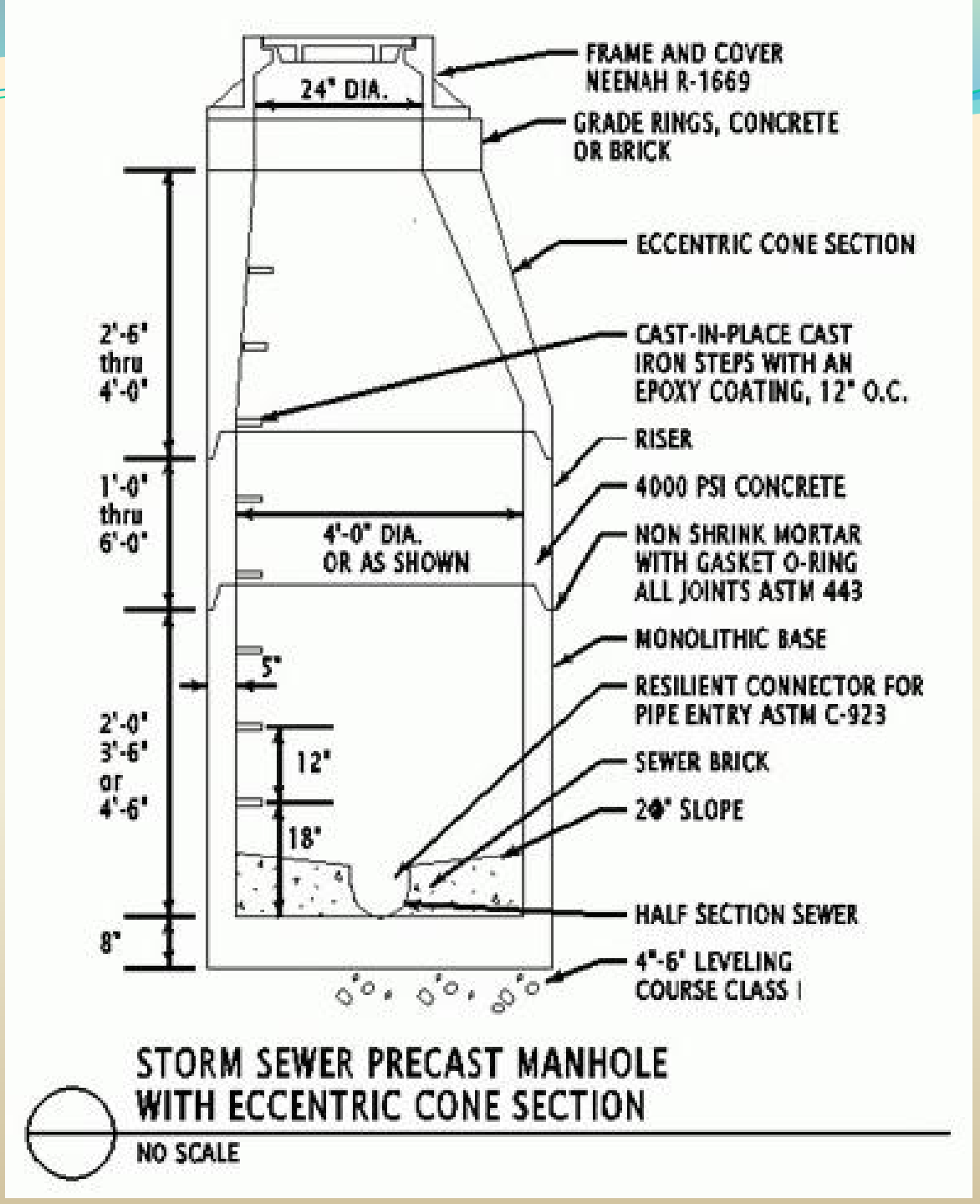
## SANITARY SEWER DROP MANHOLE DETAIL

NO SCALE




## SANITARY AND STORM SEWER PRECAST MANHOLE

NO SCALE




## STORM SEWER PRECAST MANHOLE WITH ECCENTRIC CONE SECTION

NO SCALE

يجب أن تتحقق الأمور التالية في الدليل التصميمي لحفر التفتيش:

- كافة حفر التفتيش تصمم بميل يساعد على الغسيل الذاتي وإن السقو
الأصغري للمخرج الذي يشكل زاوية قائمة مع نقطة الدخول له نفس
القطر هو 5 cm.
- كل حفر التفتيش عند حفر جمع المطر أو نقاط صرف منخفضة مشابه
خارج قبة مقطع الشارع يركب عليها أغطية كتيمة للماء
- الوصالات مع حفرة موجودة مسبقاً لا يتوفر فيها فتحة مسبقة الانش
يجب تنفيذها بالثقب وليس التخريب بالمطرقة وإن منسوب المو
العلوي للأنبوب الجديد يجب أن يحقق عمق with 25 cm وارتف
أصغري عن أنبوب الخروج من الحفرة قدره cm 5 فهذا يساعد ف
تجنب تأخير التنفيذ ويلغي الحاجة لإضافة معلومات جديدة عن الحفر
على مخطط الوضع الراهن . تركب وصلة تكيف تجارية مع لاص
من اللاتكس والبيتون ، ثم يعاد تشكيل القناة في قاع الحفرة وفق الرس
القياسي

يجب أن تتحقق الأمور التالية في الدليل التصميمي لحفر التفتيش:

- عندما يلزم إنشاء حفرة تفتيش على مجرور موجود مسبقاً يجب تحد
مادة وقطر الأنبوب الموجود مسبقاً بالزيارة الحقلية ويجب أن تنز
المعلومات على مخططات الوضع الجديد
- يجب وصل مصرف البناء ) أنابيب الخدمة الجانبية ( عن طريق قط
وصل wyes أو tees، بدلاً من حفر التفتيش، حيث أن وصلا
المنازل إلى حفرة تفتيش مسبقة الصب يمكن السماح بها باستخد
مكيف خاص للحفرة وصب قناة ذاتية التنظيف في قاع الحفرة . وإ
أمكن يجب أن لاتزيد حفر المنازل عن اثنتين ،
- يجب تبيان مناسيب حافة الحفرة ، فالحفرة التي لاتزيد المسافة فيها م
الحافة وحتى أعلى الأنبوب عن 15 cm يجب أن تزود بمسط
flattop لتسهيل التعامل معها في حالات الفحص والصيانة.

يجب أن تتحقق الأمور التالية في الدليل التصميمي لحفر التفتيش:

- لا ينصح بتركيب سلك للإضاءة لأن الفتحات المؤدية للحفرة مراراً تكون مصدراً لتسرب المياه الجوفية . وإن تركيب أنبوب الصرف بين حفر التفتيش لا تتطلب عادة أية إضاءة لتحديد مكان المجرور أو أي خدمات أخرى ، إذا دعت الضرورة يمكن استخدام شريط معدني تجاري للدلالة على مكان الأنبوب
- يجب ترقيم الحفر في المشروع على كل من المخطط الأفقي والمقطع الطولي باستخدام نظام ثابت لتمييز الحفر
- إذا تم استخدام مواد بديلة لإنشاء حفر التفتيش مثل البلاستيك م الواجب إعلام البلدية المسئولة عن الصيانة والمهندس الذي يقوم بخ المخططات .

## تصميم نظام المجاريز Design of Sewer System

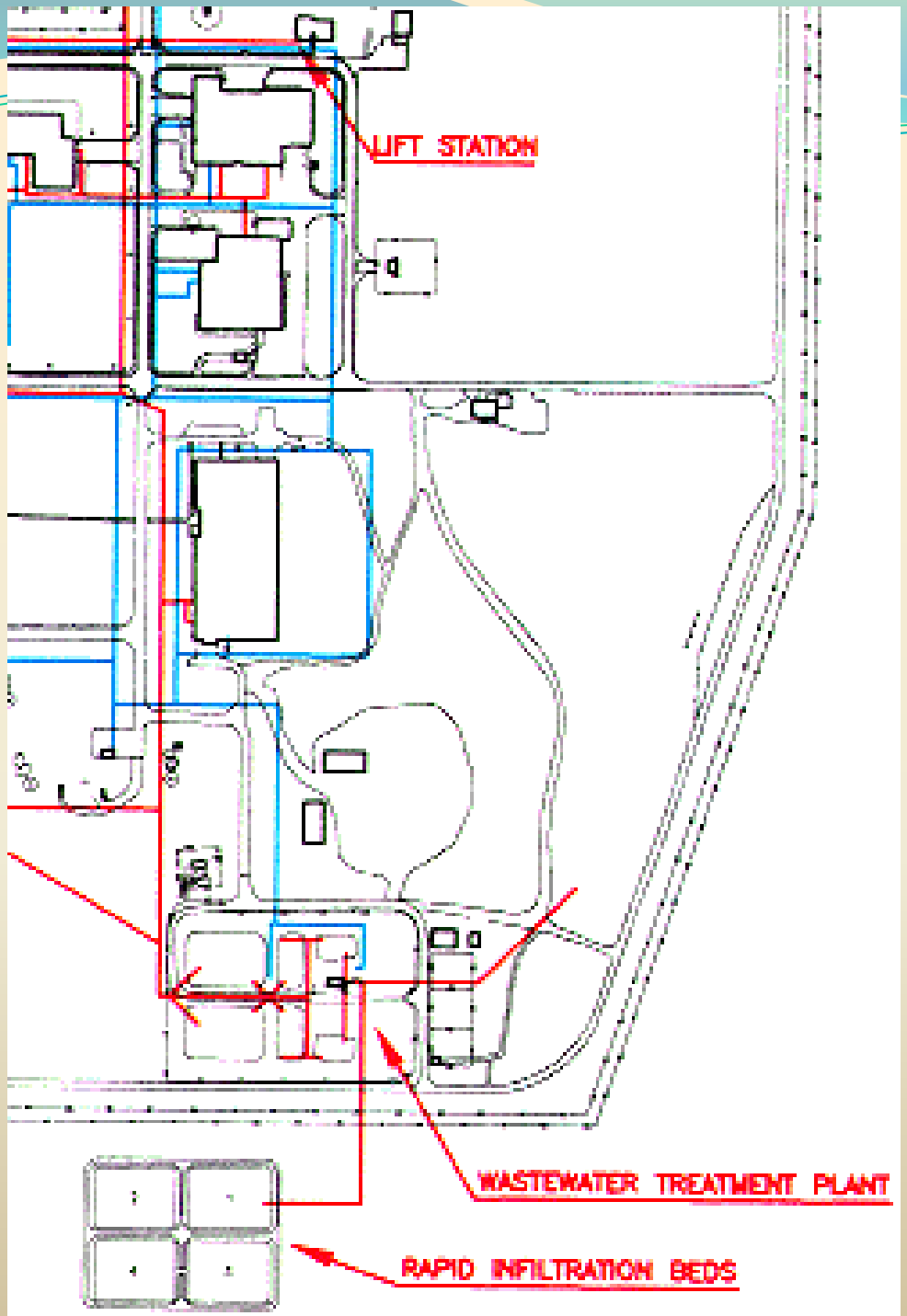
إن أنظمة جمع مياه الصرف تصمم عادة للتسع لمعدل تدفق ساعي أعظمي ، وهذا، يحدد استخدام الطريقة التالية . إن كمية مياه الصرف الصحي تختلف باختلاف مكانها على الشبكة ( بسبب اختلاف طريقة المعيشة ) يبين الجدول أدناه الكثافة السكانية الوسطية في المقاطعات المختلفة ، من مثل هذا الجدول ودراسات التخطيط السكاني ، الكثافات السكانية المستقبلية للمناطق المطلوب تخديمها بالمجارير , هذه المعلومات مع معلومات عن الاحتياج الوسطي للمياه والنسبة المتوقع أن تصل المجرور من هذه المياه تؤمن هذه المعلومات قيم عملية لتدفقات مياه الصرف اليومية والوسطية والمستقبلية ،

# تصميم نظام المجارير Design of Sewer System

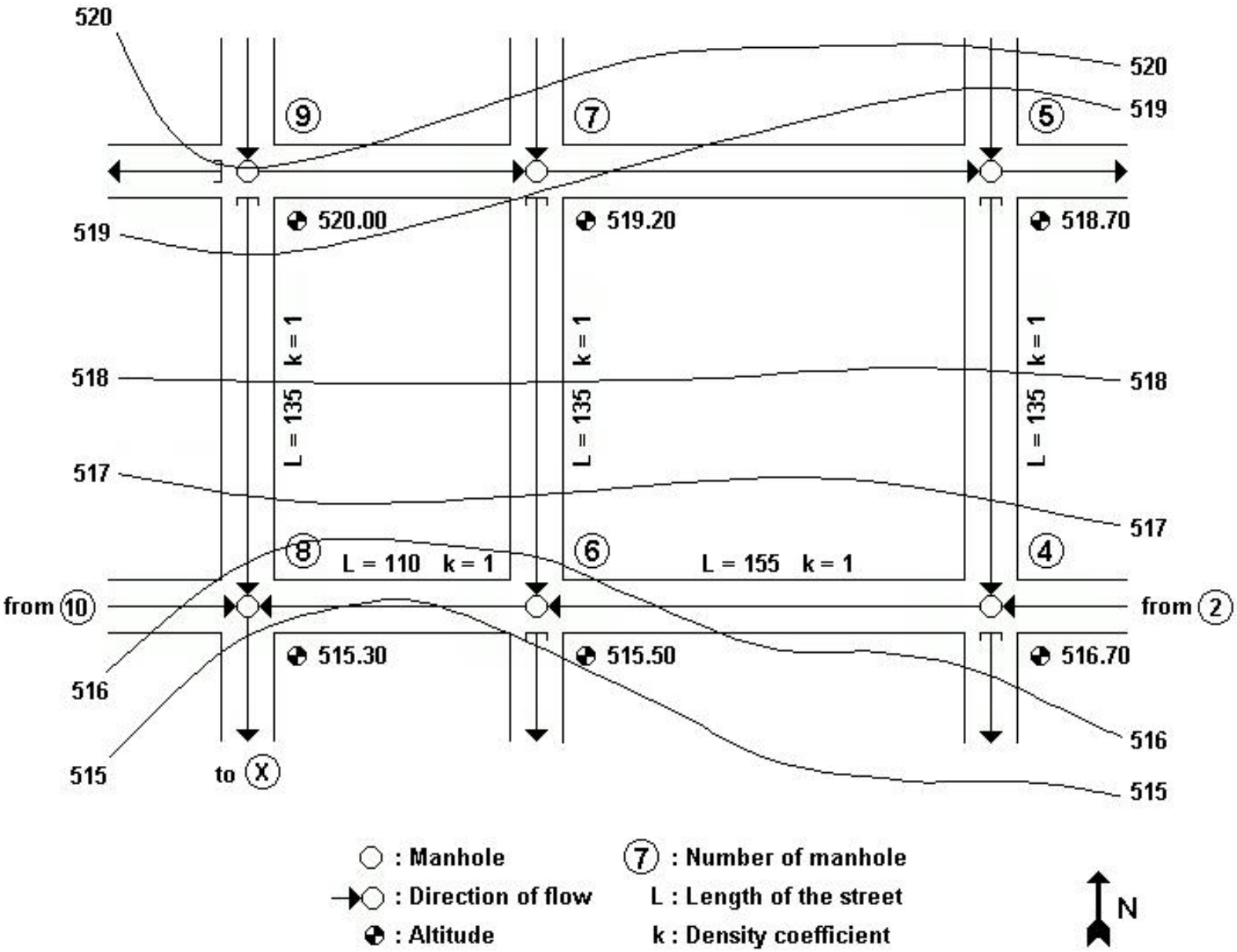
ومن أجل المجارير المجمعة غالباً مايتم التنبؤ بمعدل الجريان الساعي الأعظمي من ضرب التدفق الوسطي المستقبلي بالعامل 4 من أجل المجارير المستقبلة يتم ضرب التدفق الوسطي بالعامل 2.5 كعامل أمان ، وإن التدفق التصميمي يتضمن عادة قيمة هامش من أجل الرشح غير الممكن تجنبه بسبب الضعف في كتامة وصلات الأنابيب ، إذا لزم تصريف كميات ملحوظة من مياه الصرف الصناعية إلى شبكة الصرف يجب إضافة كمية إضافية من التدفق وهي عادة ضمن زمن المشروع المقدر ب 30 إلى 50 سنة من العمل المستقبلي

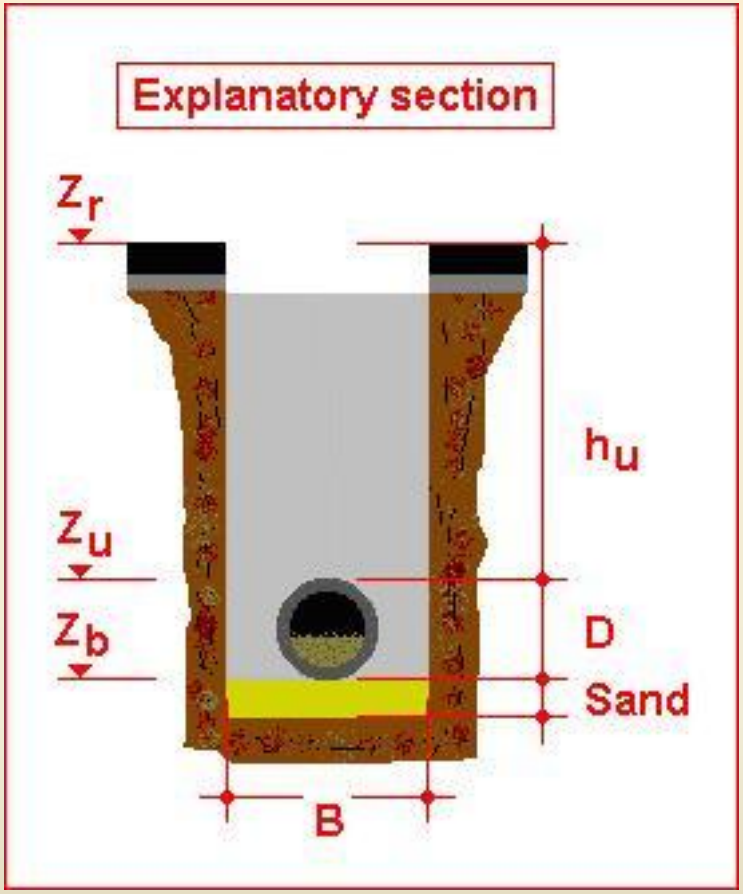
| صفات المنطقة | التطوير | الكثافة السكانية ( شخص / الفدان ) | نسبة المساحة الكتيمة |
|---|---|---|---|
| سكنية كثيفة | منزل بعائلتين ، وأبنية بشقة ست عائلات | 55 | 34 |
| سكنية بكثافة متوسطة | غالباً منازل بعائلة واحدة | 35 | 27 |
| سكنية بكثافة ضعيفة | منازل عائلة واحدة ، بعضها في عقار مزدوج | 15 | 20 |
| منطقة تجارية | - | 14 | 100 |
| منطقة تجارة خفيفة | - | 30 | 80 |
| منطقة صناعية | - | 10 | 60 |

يتم تحديد قطر الأنبوب من كمية مياه الصرف المتوقع التعامل معها وواحد من عاملي الميل أو السرعة ، إذا كانت الأرض شديدة الاستواء تستخدم السرعة الأصغرية المسموحة حتى لايتم مد الأنابيب بعمق كبير تحت سطح الأرض ، وإذا كان ميل الأرض أكبر من الميل المناسب لإنتاج سرعة أصغرية عندها يكون الميل هو العامل المحدد ، ويتم مد الأنابيب موازية قدر الإمكان لسطح الأرض.


LIFT STATION
WASTEWATER TREATMENT PLANT
RAPID INFILTRATION BEDS

# Network of the sanitary sewer system




Explanatory section
Zr
hu
Zu
D
Zb
Sand
B

## أسس تصميم شبكات الصرف

قبل البدء في التصميم يجب التقرير فيما إذا كانت الشبكة ستدرس بشكل شبكة موحدة أو منفصلة ،

**أنواع أنظمة الجمع Types of Collection Systems**

## آ - التحريات الأولية لجمع بيانات تفيد في التصميم

- طبيعة السكان (طريقة عيشهم والمستوى الإجتماعي )
- المخططات التنظيمية مع التوسعات المحتملة للمناطق المدروسة خلال مدة الاستفادة من المشروع ( 30 - 50 سنة )
- الكثافات السكانية ونسبة تزايد السكان المحتملة
- منسوب المياه الجوفية وطبيعتها ( من أجل تقدير احتمالات الرشح إلى أو من المجرور )
- آبار المياه
- عمق أساسات المنشآت ومناسيب الأقبية
- طبيعة التربة ( لأخذ مقاومة التربة لحمولة الأنابيب أو دراسة حالة انتفاخ التربة وتأثيرها على ثبات وضعه الأنابيب
- ميول الشوارع والميول الطبيعية للأرض
- نوعية رصف الطرقات والساحات العامة
- تحضير مخطط الموقع العام والقاطع الطولية للشوارع مع الأنابيب والمنشآت والطرقات الموجودة
- تحديد مناسيب الشوارع وأماكن حفر التفتيش ونقاط التقاطع.

**A. General Information**

بشكل عام فإن مد أنظمة الصرف بحيث تكون مجارير مياه الصرف الصحي والمطري على طرفين متعاكسين من الطريق وضمن المنطقة المشجرة إن كذلك عملياً ، يجب بذل الجهد لفصل مجرور الصرف المطري عن مجرور الصرف الصحي بمسافة 1.8 m بين الأنبوبين، ويجب إنشاء كل من المجرورين باستخدام أقنية وصل جيدة .

من أجل المجرور بقطر يساوي أو 90 cm أصغر تكون المسافة بين حفر التفتيش 120 m ومن أجل مجرور بقطر 1 m إلى 1.5 m تكون المسافة بين حفر التفتيش 180 m والمجاريربقطر يزيد عن 1.5 m يصل التباعد بين حفر التفتيش حتى 300 m . يجب اعتبار تنفيذ عبارات في مشاريع خاصة.

## A. General Information

يجب وضع حفر التفتيش عند نهاية كل مجرور طوله 30 m أو أكثر وعند كل تغير في المسار أو ميل أو حجم المجرور ، ويجب تأمين فتحة تعزيل بحجم كامل عوضاً عن حفرة التفتيش عند نهاية مسار المجرور إذا كان طوله أقل من 45 m.

كافة المجارير سواء كانت لمياه الصرف الصحي أو المطري عند عبورها جدول مائي أن تحاط بغلاف من البيتون المسلح (3000 PSI) بسماكة 15 cm.

وكافة الأنابيب سواء كانت لمياه الصرف الصحي أو المطري تحاط بغلاف من البيتون المسلح (3000 PSI) بسماكة 15 cm إذا كانت الغطاء من التربة يقل عن 1 m.

## ب - الاعتبارات التصميمية

- تدفقات المياه المراد تصريفها

**Design of Sewers**

**تصميم المجارير**

أن التصميم الهيدروليكي للمجارير والمصارف والذي يعني إيجاد أعاد المقطع الميل يتم عادة على نفس طريقة تصميم أنابيب الإمداد بالمائ العذب، ولكن يوجد اختلافين رئيسيين بين مواصفات الجريان في المجرور وفي أنابيب المياه العذبة، هذين الاختلافين هما:

## ب - الاعتبارات التصميمية

**Design of Sewers**

**تصميم المجارير**

1- أن المجارير تحتوي مواد صلبة معلقة و هذه المواد الأثقل وزناً تترسب إلى قاع المجرور وعندما تقل سرعة الجريان تسبب انسداد المجرور، لتجنب ترسب الطمي في المجرور من الضروري أن يمد المجرور بميل يولد سرعة تنظيف ذاتي عند مختلف قيم التدفقات المحتملة.

إن أنابيب المجارير تنقل مياه الصرف بالراحة باتجاه الجريان النازل حتى نقطة الخروج من المجرور ، حيث يتم رفعها ومعالجتها والتخلص النهائي منها.

- ميول الأرض الطبيعية و الشوارع

## - حساب التدفق التصميمى

$$C = \frac{\sum a_i C_i}{\sum a_i}$$

تتألف المياه الممكن نقلها بأنابيب الصرف تتألف من عنصر أو أكثر من أنواع مياهالصرف التالية

- مياه منزلية تتأثر بالكثافة السكانية وتعتبر حوالي 0.65 من استهلاك المياه العذبة
- تدفقات صناعية توخذ حسب نوع وتوزع الصناعات في الصناعات الخفيفة الموزعة يمكن أن ترجع إلى الكثافة السكانية ( في المناطق الصناعية ) أما في حالة الصناعات الكبيرة التي تفرغ تدفقات كبيرة من نقاط مركزة فتؤخذ من الصناعة نفسها كتدفق نقطي
- مياه الأمطار

## - حساب التدفق التصميمي

- تدفق مياه الأمطار وتؤخذ حسب الشدة المطرية وعامل الكتامة والمساحة المدروسة

Q = C I A

حيث A المساحة المصرفة

C عامل الجريان السطحي وهو عبارة عن نسبة التدفق الواصل إلى المجرور من إجمالي الكمية المطرية الهاطلة على مساحة معينة

عند التصريف من مساحة تتألف من مساحات ذات قيم مختلفة من C تحسب قيمة وسطية من العلاقة

$$C = \frac{\sum a_i C_i}{\sum a_i}$$

## I لشدة المطرية

تتأثر بزمن تكرار العاصفة المطرية ومدة العاصفة التي تؤخذ مساوية لزمن التركيز $t_u$

تعرف $t_u$ بالزمن اللازم لمياه العاصفة المطرية منذ وصولها إلى الأرض وحتى وصولها إلى حفرة بداية المجرور المدروس ويعبر عنها بالمعادلة

$$t_u = t_m + L/u$$

حيث $t_u$ زمن التركيز للأنبوب المدروس الذي تحسب على أساسه الشدة المطرية

$t_m$ زمن التركيز للأنبوب الذي يسبق الأنبوب المدروس وعندما يكون الأنبوب المدروس هو أنبوب بداية من الشبكة تكون قيمة $t_m$ هو زمن جريان قطرة المطر على سطح الأرض تختلف حسب خشونة الأرض ونوعيتها ومسافة المسير وهي عادة بين 3 و 20

## - فرض الميول

تتأثر ميول الشبكة بالعوامل التالية:

- ميول الشوارع ( الوضع الطبوغرافي للشارع )
- الحاجة لوصل المجارير مع بعضها عند حفرة التفتيش ( دراسة الحالات المختلفة للوصل
  - اختلاف قطر الانبوب الداخل عن الانبوب الخارج
  - ضياع الحمولة في حفرة التفتيش
- الميول الأصغرية حسب القطر والسرعة الأصغرية
- اعتبارات السرع الأعظمية ( حت جدران الأنابيب )

$$R = \frac{D}{4}\left(1 - \frac{\cos\beta \sin\beta}{\beta}\right)$$

## - حساب المقطع الهيدروليكي

تحسب السرعة في الأنبوب من علاقة شيزي: $V = C\sqrt{R\,I}$

حيث نصف القطر الهيدروليكي = $\frac{\text{المقطع}}{\text{المبلول المحيط}}$

C: أمثال شيزي تتعلق بخشونة الجدران وتعطى بمعادلات عدة أشهرها قانون $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$

يعطى عامل مانغ من الجداول تبعاً لنوع مادة الأنبوب في حال جريان مياه عذبة

أما في حالة جريان مياه صرف فيعتبر عامل مانغ موحداً لكافة أنواع مواد صنع الأنابيب لأن الخشونة هنا هي مع طبقة مياه الصرف الملتصقة بالجدران وليس $n = 0.013$ لجدران

## ـ حساب المقطع الهيدروليكي

تعطى السرعة بمعادلة ماننغ

من أجل المقطع الدائري للأنابيب $V = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{I}$

من أجل الأنبوب بمقطع مليء يكون:

المقطع المائي $A = \frac{\pi}{4} d^2$

المحيط المبلول $P = \pi d$

نصف القطر الهيدروليكي $R = \frac{d}{4}$

- **<u>حساب المقطع الهيدروليكي</u>**

- وتعطى معادلة التدفق في الأنبوب الدائري بالعلاقة: $Q = A\,V$

$$Q = A\frac{1}{n}\ R^{2/3}\sqrt{I}$$

من أجل الجريان في الأنبوب بتدفق يجعل الإمتلاء جزئياً يمكن أن نجري المحاكمة التالية

باعتبار أن :

Q التدفق في المقطع المليء كلياً وتعطى بالعلاقة أعلاه و

q- التدفق في المقطع المليء جزئياً وتعطة بالعلاقة

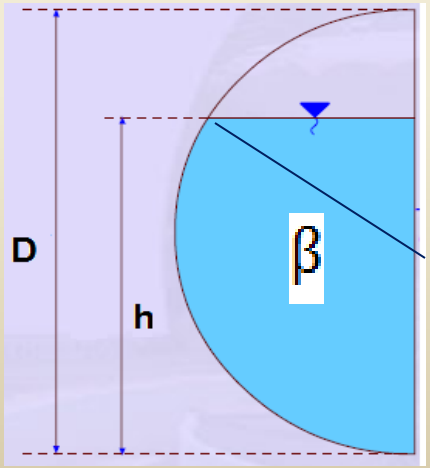
$$q = a\frac{1}{n}\ r^{2/3}\sqrt{I}$$

# حساب المقطع الهيدروليكي

- بنسبة q إلى Q نجد $\frac{q}{Q} = \frac{a\ r^{\frac{2}{3}}}{A\ R^{\frac{2}{3}}}$

بنسبة v إلى V نجد $\frac{v}{V} = \frac{r^{\frac{2}{3}}}{R^{\frac{2}{3}}}$

بتحليل أسلوب الجريان في المقطع المليء جزئياً يمكن نسب أبعاد مقطع الماء إلى الزاوية β التي يصنعها سطح الماء مع مركز دائرة الأنبوب يكون



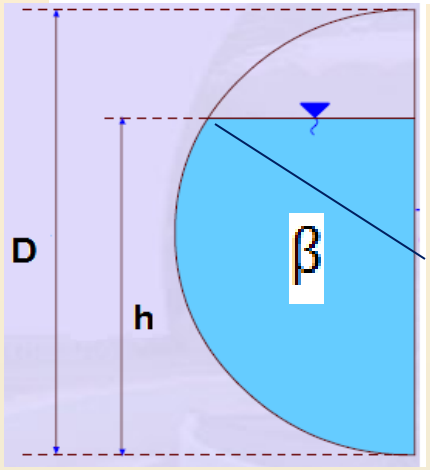

المقطع $A = (D^2/4)(\beta - \cos\beta\sin\beta)$

المحيط المبلول $P = \beta D$

ارتفاع الماء في الأنبوب $h = D/2(1 - \cos\beta)$

# حساب المقطع الهيدروليكي

$$\frac{h}{D} = 1/2(1 - \cos\beta)$$




نصف القطر الهيدروليكي

$$\frac{A}{P} = \frac{(D^2/4)(\beta - \cos\beta\sin\beta)}{\beta D}$$

$$R = \frac{D}{4}\left(1 - \frac{\cos\beta\sin\beta}{\beta}\right)$$

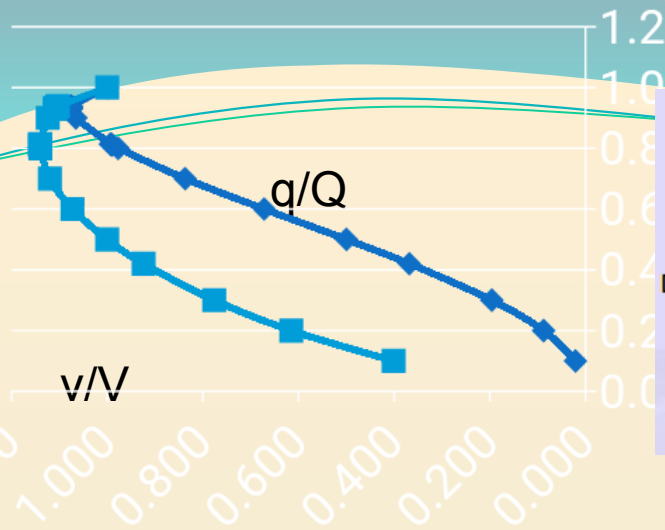
$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{\cos\beta\sin\beta}{\beta}\right)^{\frac{2}{3}}$$

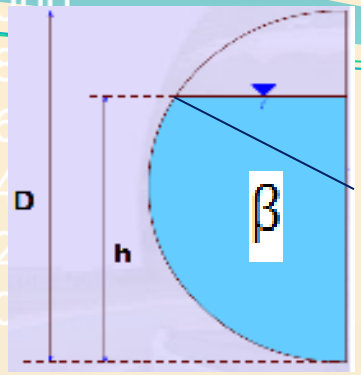
$$\frac{q}{Q} = \frac{\beta}{\pi}\left(1 - \frac{\cos\beta\sin\beta}{\beta}\right)^{\frac{5}{3}}$$

نسبة الإمتلاء في الأنبوب

الزاوية الي يصنعها الشاقول المار بمركز الأنبوب مع سطح الماء عند طرف الدائرة ، وهي ترتبط بعمق الجريان Y وقطر الأنبوب D بالعلاقة

$$\beta = A\cos(1 - 2h/D)$$



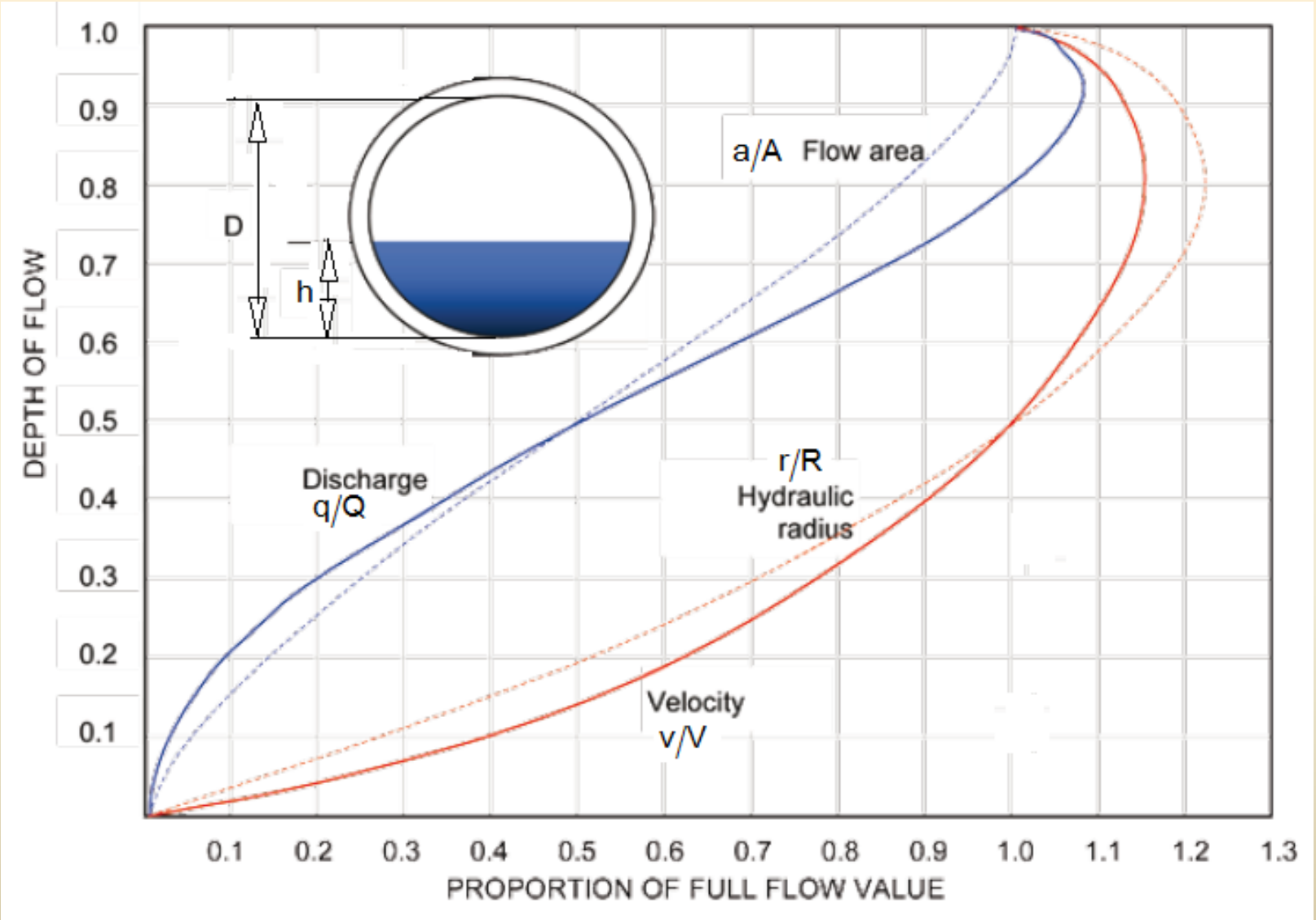




$$\frac{h}{D} = 1/2(1 - \cos\beta)$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{\beta}{\pi}\left(1 - \frac{\cos\beta\sin\beta}{\beta}\right)^{\frac{5}{3}}$$

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{\cos\beta\sin\beta}{\beta}\right)^{\frac{2}{3}}$$

| q/Q | v/V | sine Beta | cos beta | Beta( Radian ) | h/D |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.021 | 0.401 | 0.600 | 0.800 | 0.64 | 0.100 |
| 0.088 | 0.615 | 0.800 | 0.600 | 0.93 | 0.200 |
| 0.196 | 0.776 | 0.917 | 0.400 | 1.16 | 0.300 |
| 0.337 | 0.902 | 0.980 | 0.200 | 1.37 | 0.400 |
| 0.500 | 1.000 | 1.000 | 0.000 | 1.57 | 0.500 |
| 0.672 | 1.072 | 0.980 | -0.200 | 1.77 | 0.600 |
| 0.837 | 1.120 | 0.917 | -0.400 | 1.98 | 0.700 |
| 0.977 | 1.140 | 0.800 | -0.600 | 2.21 | 0.800 |
| 0.990 | 1.140 | 0.783 | -0.622 | 2.24 | 0.811 |
| 0.991 | 1.140028 | 0.781 | -0.624 | 2.24 | 0.812 |
| 0.992 | **1.140029** | 0.780 | -0.626 | 2.247 | **0.813** |
| 0.993 | 1.140027 | 0.778 | -0.628 | 2.250 | 0.814 |
| 1.065 | 1.124 | 0.600 | -0.800 | 2.498 | 0.900 |
| 1.075 | 1.109 | 0.510 | -0.860 | 2.606 | 0.930 |
| 1.075 | 1.109 | 0.507 | -0.862 | 2.610 | 0.931 |
| 1.074955 | 1.108 | 0.503 | -0.864 | 2.614 | 0.932 |
| **1.075273** | 1.10410 | 0.48 | -0.88 | 2.64 | **0.938** |
| 1.075268 | 1.103 | 0.479 | -0.878 | 2.642 | 0.939 |
| 1.000 | 1.000 | 0.000 | -1.000 | 3.142 | 1.000 |


DEPTH OF FLOW
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
D
h
a/A Flow area
Discharge
q/Q
r/R
Hydraulic
radius
Velocity
v/V
0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3
PROPORTION OF FULL FLOW VALUE

## السرعة الأصغرية

إن سرعة الجريان في المجارير يجب أن تمنع ترسب المواد المعلقة الموجودة في مياه الصرف أي يجب أن تسبب السرعة تأثير التنظيف الذاتي في المجرور ،وإن توليد مثل هذه السرعة التي تسبب الغسيل الذاتي مرة واحدة في اليوم على الأقل هو أمر هام لأن المواد المترسبة إذا بقيت لفترة طويلة على أرضية المجرور دون إزالة ستعيق الجريان الحر لتسبب ترسباً إضافياً وتؤدي في نهاية الأمر إلى انسداد كامل للمجرور.

الجدول رقم (  ) القيم التقريبية للسرع المسموحة والتي تمنع ترسب المواد المختلفة

| المادة | V ( m/s ) |
| --- | --- |
| الرمل الناعم | 0.4 |
| طين رملي Sandy Loam | 0.5 |
| طين سيلتي | 0.6 |
| طين راسخ | 0.7 |
| غضار راسخ | 1.1 |
| بحص ناعم | 0.7 |
| بحص خشن | 1.2 |

## السرعة الأعظمية

إن السطح الداخلي الأملس لأنبوب المجرور يتخرش بسبب الحت المستمر الذي تسببه المواد الصلبة المعلقة الموجودة في مياه الصرف، لذلك من الضروري الحد من السرعة الأعظمية في أنبوب المجرور ، هذا الحد للسرعة غير المخرشة تعتمد على مادة المجرور.

## تأثير تغير التدفق على السرعة في المجرور

إن عمق الجريان في الأنبوب يتغير بتغير التدفق المار في الأنبوب وبذلك يتغير العمق الوسطي الهيروليكي ( r ) . وبسبب التغير في العمق الوسطي الهيدروليكي فإن سرعة الجريان التي تتناسب طرداً مع القيمة ( $r^{2/3}$ ) تتأثر من آن لآخر.

من الهام فحص المجرى للحفاظ على سرعة أصغرية حوالي 0.45 m/s في زمن الجريان الأصغري ( وتعتبر $1/3^{rd}$ التدفق الوسطي ) على المصمم أن يتأكد أيضاً أن تتطور السرعة بقيمة 0.9 m/s مرة واحدة في اليوم على الأقل عند التدفق الأعظمي ويفضل أن تكون عند التدفق الوسطي أيضاً، بل وأكثر من ذلك يجب الاهتمام أن لاتزيد السرعة عند الجريان الأعظمي عن القيمة التي تسبب التخريش.

# Other Design Considerations

- Critical Slope ($S_c$)
  - Slope corresponding to critical depth
  - Compute by evaluating Manning's equation at $y_c$

$$S_c = \frac{n^2 Q^2}{K_n^2 A_c^2 R_c^{4/3}}$$

  - Slope classification criteria:

$S_o < S_c \rightarrow$ mild slope

$S_o > S_c \rightarrow$ steep slope

**اعتبارات تصميمية أخرى**

- **الميل الحرج ( Sc)**

- الميل الموافق للعمق الحرج
- يحسب من تقدير معادلة مانغ عند Yc

$$S_c = \frac{n^2 Q^2}{K_n^2 A_c^2 R_c^{4/3}}$$

- معايير تصنيف الميل
  - Sc > S الميل متوسط
  - Sc < S الميل شديد

$$R = \frac{D}{4}\left(1 - \frac{\cos\beta\sin\beta}{\beta}\right)$$

$h = D/2(1 - \cos\beta)$

$A = (D^2/4)(\beta - \cos\beta\sin\beta)$

$V = 1/nR\ ^{\wedge}(2/3) * I^{\wedge}(1/2)$

| q/Q | V ( m/s ) | Q m3/s ) | A ( m2 ) | R | n | I | h | D ( m ) | Beta( Radian ) | h/D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.029 | 0.599 | 0.419 | 0.699 | 0.301 | 0.013 | 0.00030 | 0.50 | 2.50 | 0.93 | 0.200 |
| | 3.097 | 14.412 | 4.653 | 0.75 | 0.013 | 0.00240 | 2.25 | 2.50 | 2.50 | 0.900 |
| 0.029 | 0.604 | 0.270 | 0.447 | 0.24 | 0.013 | 0.00041 | 0.40 | 2.00 | 0.93 | 0.200 |
| | 3.177 | 9.461 | 2.978 | 0.60 | 0.013 | 0.00340 | 1.80 | 2.00 | 2.50 | 0.900 |
| 0.046 | 0.953 | 0.240 | 0.252 | 0.18 | 0.013 | 0.00150 | 0.30 | 1.50 | 0.93 | 0.200 |
| | 3.083 | 5.165 | 1.675 | 0.45 | 0.013 | 0.00470 | 1.35 | 1.50 | 2.50 | 0.900 |
| 0.043 | 0.939 | 0.105 | 0.112 | 0.12 | 0.013 | 0.00250 | 0.20 | 1.00 | 0.927 | 0.200 |
| | 3.198 | 2.447 | 0.765 | 0.29 | 0.013 | 0.00900 | 0.94 | 1.00 | 2.638 | 0.938 |
| 0.029 | 0.605 | 0.043 | 0.072 | 0.10 | 0.013 | 0.00140 | 0.16 | 0.80 | 0.927 | 0.200 |
| | 3.102 | 1.478 | 0.476 | 0.24 | 0.013 | 0.01100 | 0.72 | 0.80 | 2.498 | 0.900 |
| 0.046 | 0.612 | 0.025 | 0.040 | 0.07 | 0.013 | 0.00210 | 0.12 | 0.60 | 0.927 | 0.200 |
| | 3.037 | 0.538 | 0.177 | 0.17 | 0.013 | 0.01700 | 0.36 | 0.60 | 1.772 | 0.600 |
| 0.045 | 0.603 | 0.017 | 0.028 | 0.06 | 0.013 | 0.00260 | 0.10 | 0.50 | 0.927 | 0.200 |
| | 3.059 | 0.376 | 0.123 | 0.14 | 0.013 | 0.02200 | 0.30 | 0.50 | 1.772 | 0.600 |
| 0.059 | 0.645 | 0.012 | 0.018 | 0.05 | 0.013 | 0.00400 | 0.08 | 0.40 | 0.927 | 0.200 |
| | 3.100 | 0.195 | 0.063 | 0.10 | 0.013 | 0.03500 | 0.20 | 0.40 | 1.571 | 0.500 |
| 0.055 | 0.595 | 0.006 | 0.010 | 0.04 | 0.013 | 0.00500 | 0.06 | 0.30 | 0.927 | 0.200 |
| | 3.059 | 0.108 | 0.035 | 0.08 | 0.013 | 0.05000 | 0.15 | 0.30 | 1.571 | 0.500 |
| 0.04128 | 0.454 | 0.002 | 0.004 | 0.02 | 0.013 | 0.00500 | 0.04 | 0.20 | 0.927 | 0.200 |
| | 3.132 | 0.049 | 0.016 | 0.05 | 0.013 | 0.09000 | 0.10 | 0.20 | 1.571 | 0.500 |

## تقييم مواد الأنابيب

## نوع الأنابيب المستخدمة

## عموميات

المواد التي تمت دراستها هنا هي المستخدمة في منطقة دينيفر ويمكن قبولها اقتصادياً

### آ- البيتون المسلح Reinforced Concrete Pipe (RCP)

تم استخدام أنابيب البيتون المسلح لنقل مياه العواصف المطرية لسنين عديدة تنتج محلياً لها تاريخ أداء ممتاز لمدة تزيد عن 75 سنة خدمة ، هذه الأنابيب تقدم أنابيب بأقطار تصل إلى 3.5 متر ، احتياجات سماكة الجدران تحدده أقطار الأنابيب وظروف الطمر في الأرض والتصميم الإنشائي للأنبوب، وتتأمن الكتامة للوصلات عن طريق حلقات مطاطية .

## تقييم مواد الأنابيب

### نوع الأنابيب المستخدمة

### ب - أنابيب فولاذ مبطنة بالألومنيوم AlLUMENIZED STEEIL PIPE (ASP)

أنابيب الفولاذ المبطن بعروق حلزونية من الألمنيوم Spiral ribbed Aluminized Steel Pipe (ASP) تم استخدامها للمر ة الأولى عام 1984 كبديل عن الأنابيب المعدنية المتعرجة Corrugated Metal Pipe من أجل تطبيقات مياه العاصفة المطرية. بينت التقارير أنها تقدم مقاومة للتآكل أعلى من الفولاذ المزئبق .

تتوفر أقطار تصل حتى 2.5 متر وطول مد يصل إلى 12 متر .

يتم الوصل بمزدوجة من نوع Hugger مع حلقات O-ring gaskets.

**تقييم مواد الأنابيب**

**نوع الأنابيب المستخدمة**

**ج- أنابيب الكلورايد متعدد الفينيل Polyvinyl Chloride Pipe PVC**

تتوفر أنابيب الكلورايد متعدد الفينيل بجدار مصمت وجدار بروفايل منها البروفيلات المفتوحة ( أي جدار خارجي محلزن وجدار داخلي أملس ) وبوفيلات مغلقة ( أملس داخلياً وخارجياً ) تتوفر أنابيب ال PVC بأقطار مختلفة ولكن يتحدد القطر ب 1.4 متر من أجل الاستخدام كمجارير لمياه العاصفة المطرية .

مادة الأنابيب خفيفة الوزن وتقدم مقاومة ممتازة للحت والتآكل الكيميائي ، وهي تتوفر بأطوال مد 4 متر بوصلة الكأس مع حلقة مطاطية rubber gasketed bell and spigot joints المادة عرضة للتحل بالأشعة فوق البنفسجية .

**تقييم مواد الأنابيب**

**نوع الأنابيب المستخدمة**

**د - أنابيب البولي إثلين عالي الكثافة High Density Polyethylene Pipe (HDPE)**

تنتج أنابيب البولي إثلين عالي الكثافة ( HDPE ) بجدار مفرد محلزن وبجدار مزدوج الداخي أملس والخارجي محلزن ، وهو محدود بقطر لايزيد عن 90 cm ( وفق مواصفة آشتو AASHTO M294 للاستعمال كمجارير مياه المطر ، رغم تصنيع أنابيب بأقطار أكبر .

المواد خفيفة الوزن تقدم مقاومة ممتازة للحت والتآكل الكيميائي وهي مرنة وإن التركيب الصحيح هام جداً في أداء الأنابيب.

**دليل اختيار مادة الأنبوب**

**آ- تقييم النظام بأكمله**

إن تقييم النظام يتطلب تعريف مواصفات تصريف المنطقة وإجراء دراسة تحت سطحية لجمع عينات وإجراء تحاليل مخبرية لتأمين معلومات تصميمية شاملة لنظام صرف المياه المطرية ، يمكن الحصول على هذه الدراسة من دراسات تمت لمشاريع الطرق ومجارير الصرف الصحي أو تصاميم لمنشآت خدمية أخرى ، وقد يلزم إجراء دراسات جيولوجية لتصميم نظام الصرف المجري على طول المسار المقترح للمجارير المطرية، وللحصول على تصميم شامل يجب تحديد أماكن ذات المواصفات المتطرفة وجمع عينات منها وتسجيل النتائج لضمان تصميم نظام متماسك ومتكامل، ندرج فيما يلي قائمة بالعناصر الأساسية اللازمة في التصميم:

**دليل اختيار مادة الأنبوب**

- الدراسات تحت سطحية

- استعيان التربة

- معلومات عن البساط المائي

- تغير منسوب المياه الجوفية بسبب ظروف الطقس الرطب والجاف

## دليل اختيار مادة الأنبوب

- مواصفات التربة
  - محتوى التربة من الرطوبة
  - قابلية الانضغاط في التربة
  - تصنيف التربة
  - ثبات التربة
  - منتجات النفايات الصناعية ( هيدروكربونات )
  - ملوثات عضوية
  - pH
  - محتوى التربة من الكبريتات
  - هبوط التربة
  - مقاومة التربة

**دليل اختيار مادة الأنبوب**

- مواصفات منطقة التصريف
- الظروف المتوقعة من خنادق الأنابيب
- احتياجات إنشائية للأنابيب
  - ظروف التحميل
  - حمولة التربة
  - الحمولة الحية
  - قوى الطفو
- احتياجات مد الأنابيب
- موقع الأنابيب نسبة لخطوط خدمات أخرى

## قائمة تدقيق الأداء

تقدم تصميم قائمة تدقيق الأداء لتسهيل تأكد المصمم أن الأمور الحرجة قد تم أخذها بالحسبان عند تصميم مجارير الصرف المطري قائمة التدقيق في الجدول التالي تحوي الجرد الأصغري للعناصر التي يجب أخذها بالحسبان في التصميم الإنشائي لنظام الصرف المطري.

الحاجات الهيدروجيولوجية والهيدرولوجية غير مدرجة في هذه القائمة .

| قائمة تدقيق الأداء ( استلام الدراسة ) | | |
|---|---|---|
| **المعيار** | نعم | لا |
| هل المادة تؤمن عمر الخدمة التي يحددها المشروع؟ | | |
| هل قطر مجرور الصرف المطري معتمد على زمن تكرار وشدة عاصفة يحددها المشروع ؟ | | |
| هل السرعة التي تعتمد على زمن تكرار وشدة العاصفة المطرية مقبولة؟ | | |
| هل تم تضمين تحاليل التربة والاستعيان في التصميم | | |
| هل التصميم الانشائي للأنبوب يفي بظروف تحميل خنادق مد الأنبوب | | |
| هل تم تصنيع الأنبوب ضمن مجال الأقطار اللازمة تحت المواصفات الموجودة للمادة؟ | | |
| هل سيتعرض الأنبوب للتلوث العضوي أو البترولي؟ | | |
| هل مادة الأنابيب مناسبة للمناطق الملوثة؟ | | |
| هل الأنابيب عرضة لحالة التطويف؟ | | |
| هل وصلات الأنابيب كتيمة على الماء؟ | | |
| هل الصفات الإنشائية متوافقة مع الأعماق التصميمية المقترحة للمجارير؟ ( الأعماق الأصغرية والأعظمية ) | | |
| هل ظروف الخنادق متوافقة مع المواد المتوقع تركيبها؟ | | |
| هل مواد الأنبوب متوافقة مع مواصفات التربة الموجودة ؟ | | |
| هل تغيير ظروف الخندق تأخذ بالحسبان عمر المشروع؟ | | |
| هل تركيب أنابيب خدمة متوازية تؤثر على سلامة خطالأنابيب؟ | | |
| هل مواد طمر الأنابيب مقبولة إذا وجدت جريانات تحت سطحية؟ | | |

## احتياجات تسليم المشروع

القائمة التالية من المعلومات اللازم تقديمها مع تصميم أنظمة مجارير العاصفة المطرية.

- مواصفات التربة
  - رطوبة التربة
  - pH
  - قابلية الارتصاص
  - محتوى التربة من الكبريتات ( إجمالي على شكل SO4)
  - التصنيف
  - الثبات
  - مقاومة التربة
  - التلوث بالهيدروكربونات
- عمق الردم التصميمي
- مستوى المياه الجوفية
- صنف وعامل طمر الأنابيب Bedding class ( الأصغري والأعظمي )
- مواصفات مواد الردم

## احتياجات تسليم المشروع

القائمة التالية من المعلومات اللازم تقديمها مع تصميم أنظمة مجارير العاصفة المطرية.

- الحمولات التصميمية
  - حمولات التربة
  - الحمولات الحية

- حسابات الطفو ( عندما يكون ذلك عملي )
- تفاصيل نموذجية لخندق الطمر
- تفاصيل تثبيت أرضية الخندق إذا وجدت الحاجة لتقديم معلومات عن مادة الأنابيب في دفتر مواصفات المشروع
- مواصفات هيدرولوجية وهيدروليكية ومواصفات منطقة التصريف

**Table ES-1**
**Comparative Evaluation Summary of Pipeline Materials**

| Item | Reinforced Concrete Pipe (RCP) | Aluminized Steel Pipe (ASP) | Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) | High Density Polyethylene Pipe (HDPE) |
|---|---|---|---|---|
| Manning's "n" Value | 0.013 | 0.013 | 0.011 | 0.012 |
| Pipe Size (Inches) | 18-144 | 18-102 | 18-54* | 18-36* |
| Joints | Watertight Rubber Gasket | Watertight Band Strip with O-Ring Gasket | Watertight Rubber Gasket | Watertight Rubber Gasket |
| Typical Manufactured Length (Feet) | 7.5-8 | 20-40 | 13 | 20 |

| Table ES-1<br>Comparative Evaluation Summary of<br>Pipeline Materials | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Item** | **Reinforced Concrete Pipe (RCP)** | **Aluminized Steel Pipe (ASP)** | **Polyvinyl Chloride Pipe (PVC)** | **High Density Polyethylene Pipe (HDPE)** |
| Minimum Stiffness (psi) | Rigid (Class III min) | See Table VI-1 and Table VI-2 | 46 | 22 (for 36") (varies with diameter) |
| Minimum Bury Depth (Feet)** | 1.0 | See Table VI-1 | 2.0 (ASTM 2321) | 2.0 (ASTM 2321) |
| Maximum Bury Depth (Feet)** | See Table V-2 | See Table V1-2 | See Table VII-1 | 10 |

**Table ES-1**
**Comparative Evaluation Summary of Pipeline Materials**

| Item | Reinforced Concrete Pipe (RCP) | Aluminized Steel Pipe (ASP) | Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) | High Density Polyethylene Pipe (HDPE) |
|---|---|---|---|---|
| Chemical Resistance | Moderate | Low | High | High |
| Abrasion Resistance | Moderate | See Section VI-1 | High | High |
| Corrosion Resistance | Moderate | Low | High | High |
| Performance History (Denver Metro area) | High | High | High | Moderate |
| Connections | Grouted or Insert Tee | Saddle or Branch | Insert Tee | Insert Tee |
| Contractor Preference | High | Acceptable | Preferred | Acceptable |

* Maximum diameter of current AASHTO/ASTM standard. If AASHTO/ASTM approved specifications change in the future user may use larger accepted pipe diameter sizes.

** Maximum and minimum bury depths are general parameters and may be exceeded if a special design and application allows an acceptable usage.

## Pipe Material Selection

A pipe material selection process is presented that provides several items of comparison for the designerlreviewer to consider.

Pipe material selection charts to aid in the selection of pipe materials for use in a storm drainage system are also presented. These charts present several conditions for each material which can easily be followed in a logical step-by-step flow chart manner to determine the applicability of each pipeline material for a particular installation. In general, High Density Polyethylene (HDPE) Pipe is limited in size, *UV degradation, flotation, and maximum and minimum trench depth* conditions. Reinforced Concrete Pipe (RCP) is generally limited by wall thickness requirements, pH, sulfate levels, and minimum bury depth. Polyvinyl Chloride Pipe (PVC) is generally limited by size, ultraviolet degradation, flotation, pipe stiffness, and minimum cover depth. Aluminized Steel Pipe (ASP) is generally limited by pH, soil resistivity, flotation, corrosive agents, abrasive flows, and minimum cover. See specific sections in this Report on each pipe material and refer to the referenced standards for each material if the conditions or design criteria vary from those presented herein.

| Type of Pipe | Manning's "n" |
|---|---|
| Vitrified clay pipe | 0.013 |
| Plastic pipe (smooth wall) | 0.010 |
| Concrete pipe | 0.013 |
| Corrugated plastic pipe | 0.020 |
| CMP (2-2/3" x 1/2" corrugations) | 0.024 |
| (spun asphalt lined) | 0.015 |
| CMP (3" x 1" corrugations) | 0.027 |
| Structural Plate | 0.032 |

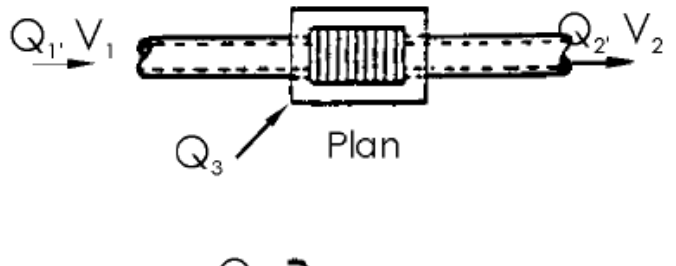
## Table 1010.A - Design Return Periods for Hydraulic Structures (years)

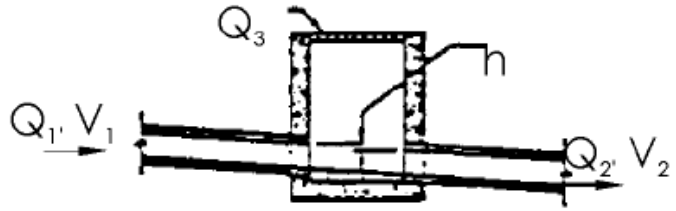
| Road Classification / Hydraulic Structures | Low Volume | Local | Collector | Arterial | Freeway |
|---|---|---|---|---|---|
| Gutters | - | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Stormwater Inlets | - | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Storm Sewers | - | 10 to 25 | 10 to 25 | 10 to 25 | 10 to 25 |
| Highway Ditches | 10 to 25 | 10 to 25 | 10 to 25 | 10 to 25 | 10 to 25 |
| Culverts < 3 m Span[1] | 50 to 100 | 50 to 100 | 100 | 100 | 100 |
| Buried Structures & Culverts ≥ 3 m Span[2] | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Bridges[2] | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| River Training and Channel Control Works | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 |

1 For drainage areas less than 1 ha, the 10-year return period storm can be used.

2 Design shall be in accordance with BC MoT Bridge Standards and Procedures Manual

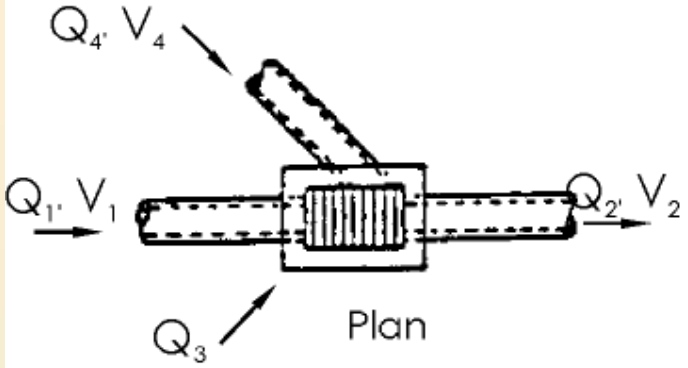
# Table 3: Manhole and Junction Losses

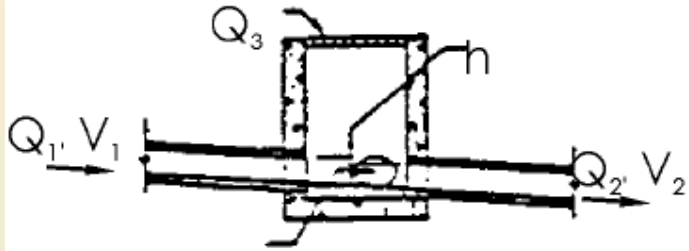



$$Q = VA$$

Case I
Inlet on Main Line



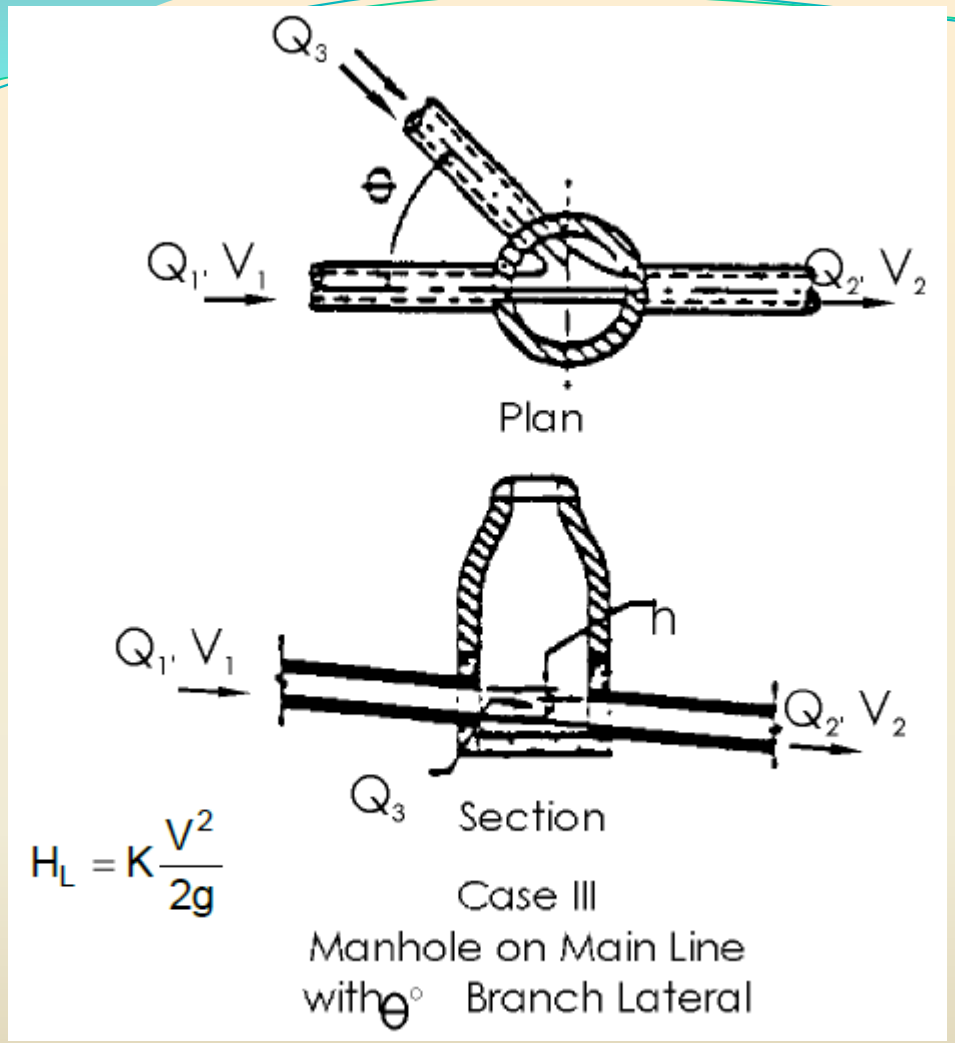




$$H_L = K\frac{V^2}{2g}$$

Case II
Inlet on Main Line
with Branch Lateral

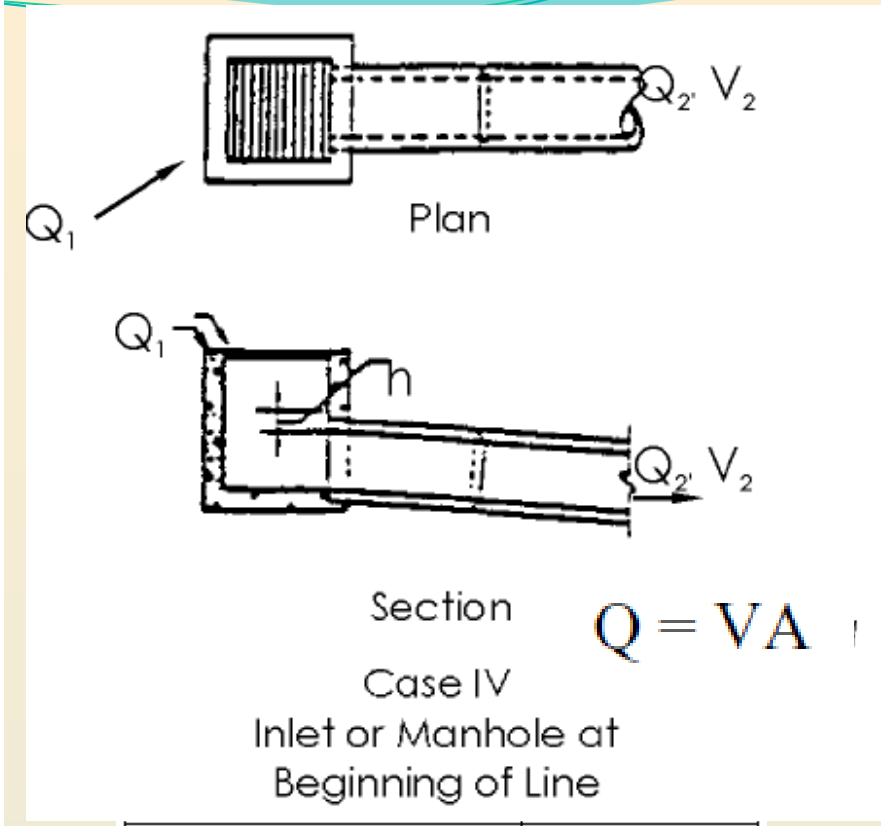
| Case | | $K_j$ |
|---|---|---|
| I | | 0.05 |
| II | | 0.25 |
| III | $\theta = 22.5°$ | 0.75 |
| | $\theta = 45°$ | 0.50 |
| | $\theta = 60°$ | 0.35 |
| | $\theta = 90°$ | 0.25 |
| IV | | 1.25 |

# Table 3: Manhole and Junction Losses




$$H_L = K\frac{V^2}{2g}$$

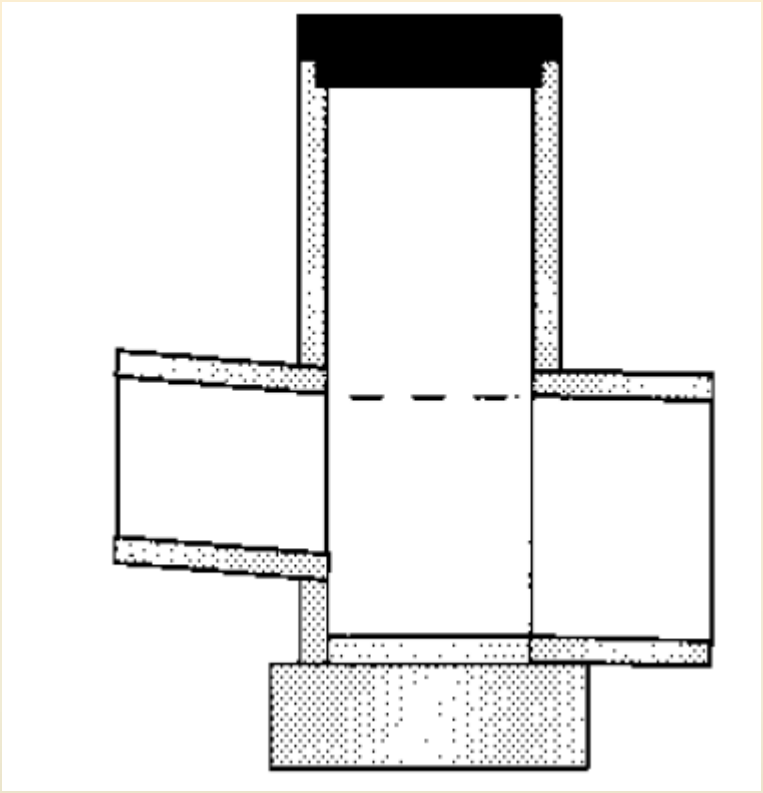
Case III
Manhole on Main Line
with $\theta^\circ$ Branch Lateral




$$Q = VA$$

Case IV
Inlet or Manhole at
Beginning of Line

| Case | | $K_j$ |
|---|---|---|
| I | | 0.05 |
| II | | 0.25 |
| III | $\theta = 22.5°$ | 0.75 |
| | $\theta = 45°$ | 0.50 |
| | $\theta = 60°$ | 0.35 |
| | $\theta = 90°$ | 0.25 |
| IV | | 1.25 |



**E. Manholes Frames and Castings**

Standard manholes frames and castings are as indicated in the General Notes, Sheets 2/27 and 3/27. Manholes in residential and non-residential areas which may be subject to flooding shall have solid lid castings and, where such conditions occur in excess of 1,000 feet of sewer, special non-flooding venting shall be provided.

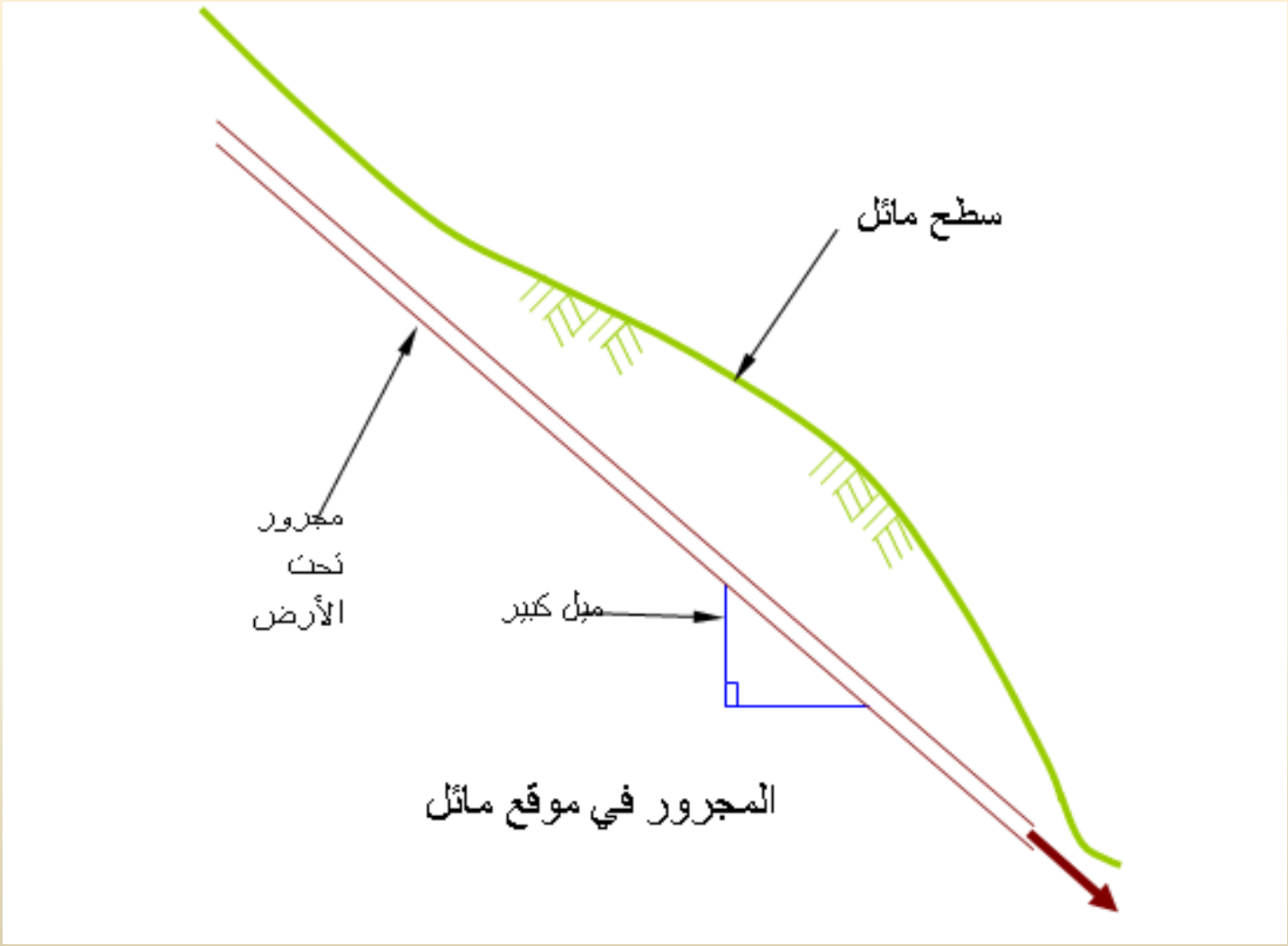
## F. Depth of Sanitary Sewers

In general, the top of the pipe of sanitary sewers shall be at least 10 feet below the average finished grade at the building line in residential districts and 12 feet below the building line elevation in all other areas. Conduits shallower than this requirement shall be considered a special project.

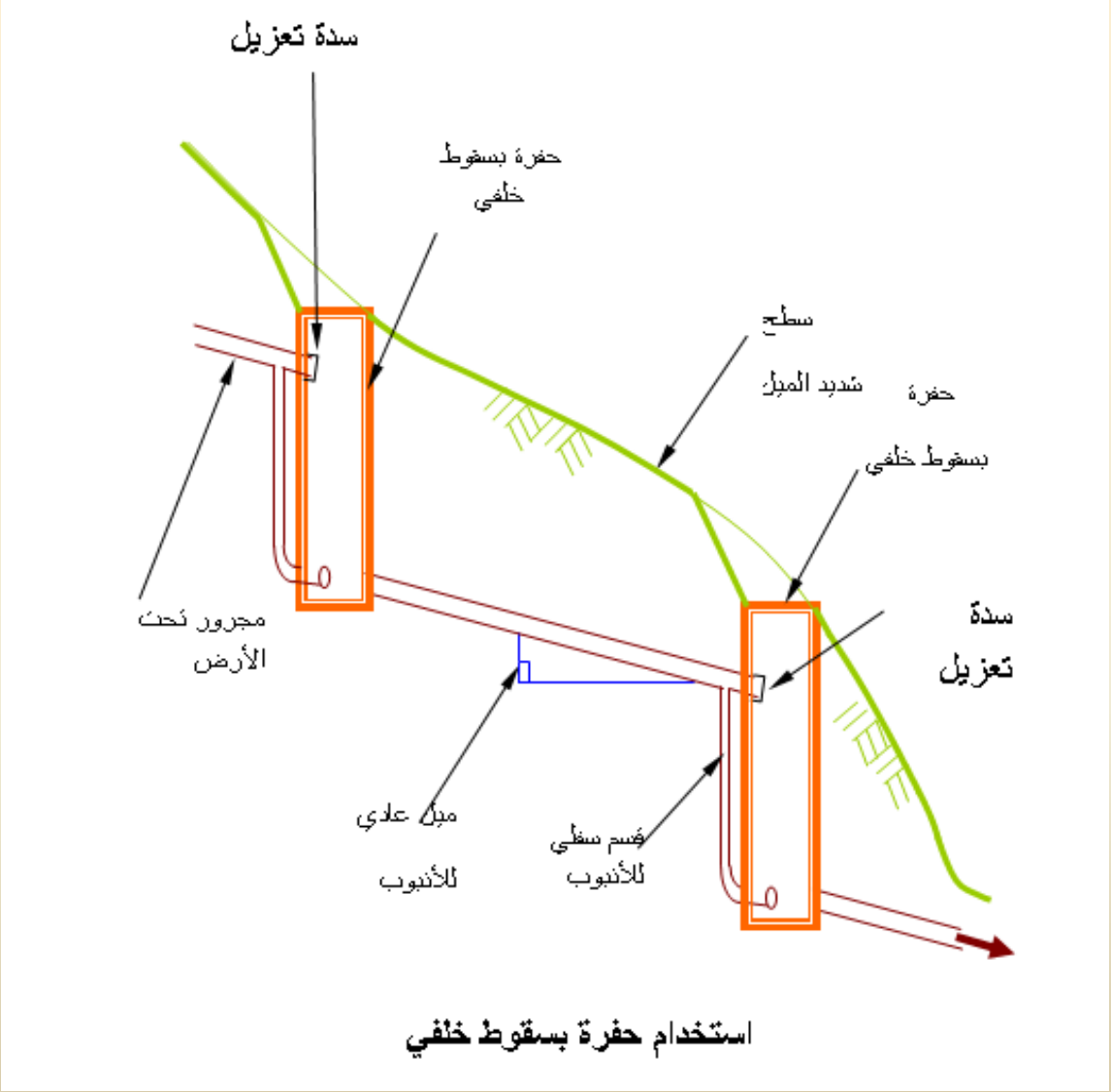
**G. Velocities**

All sewers shall be designed and constructed to give mean velocities, when flowing full, of not less than 2.0 feet per second. The following are the minimum slopes which should be provided; however, slopes greater than these are desirable, with maximum velocity of 15.0 feet per second. Velocities greater or less shall be considered special projects.

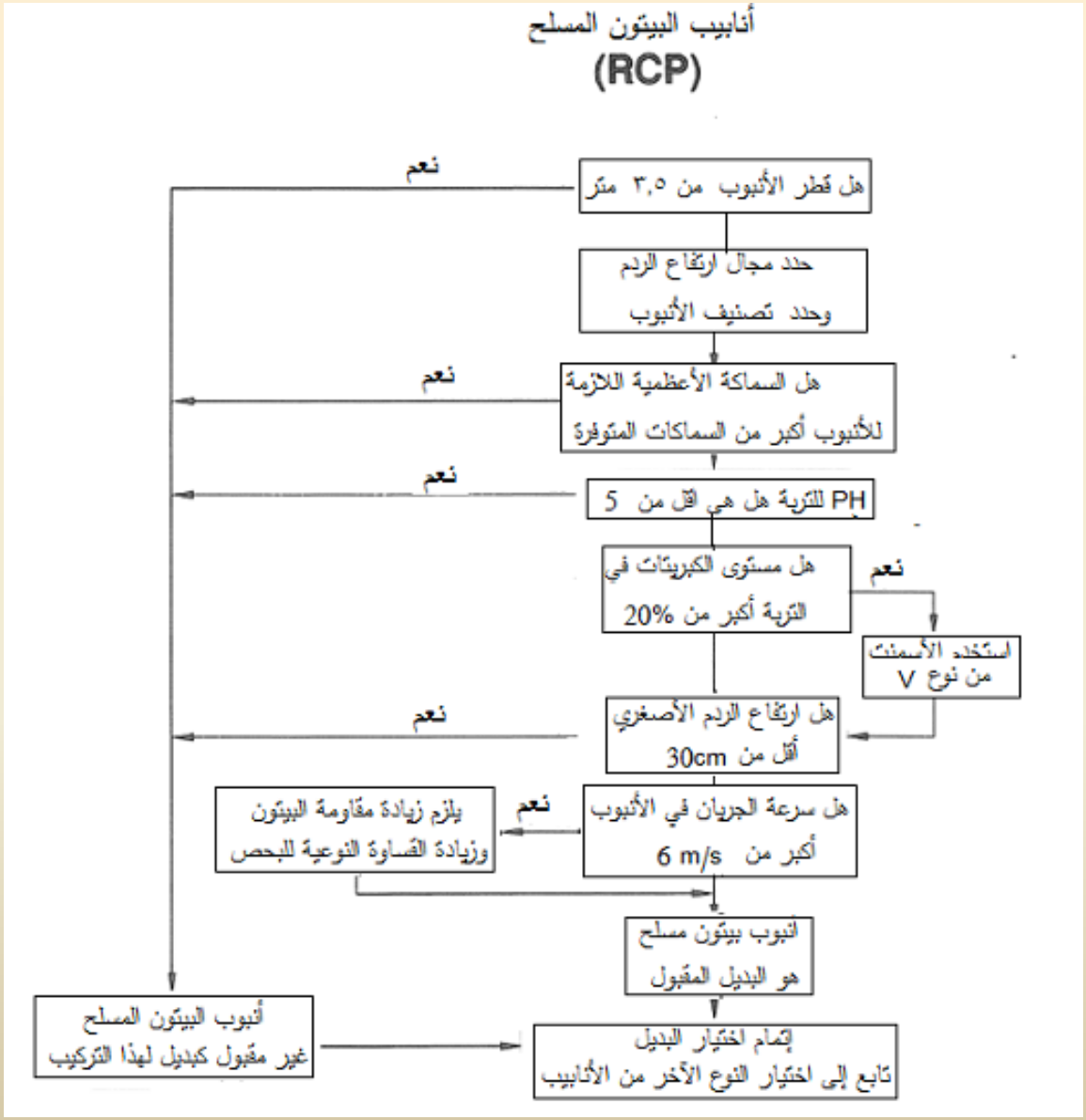
| % | | D |
|---|---|---|
| 1.00 | 15 | 6 |
| 0.44 | 20 | 8 |
| 0.33 | 25 | 10 |
| 0.26 | 30 | 12 |
| 0.20 | 38 | 15 |
| 0.18 | 40 | 16 |

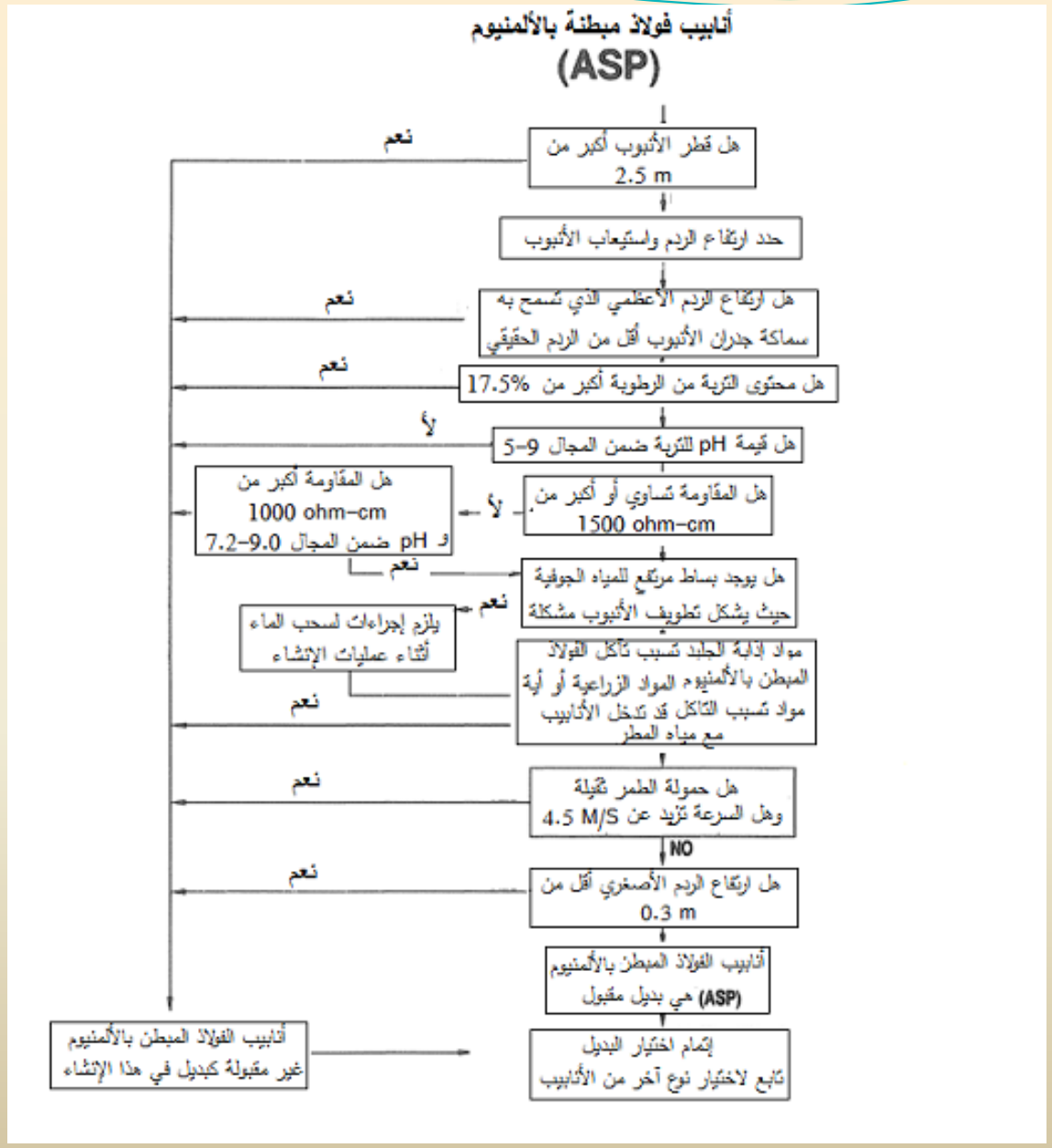


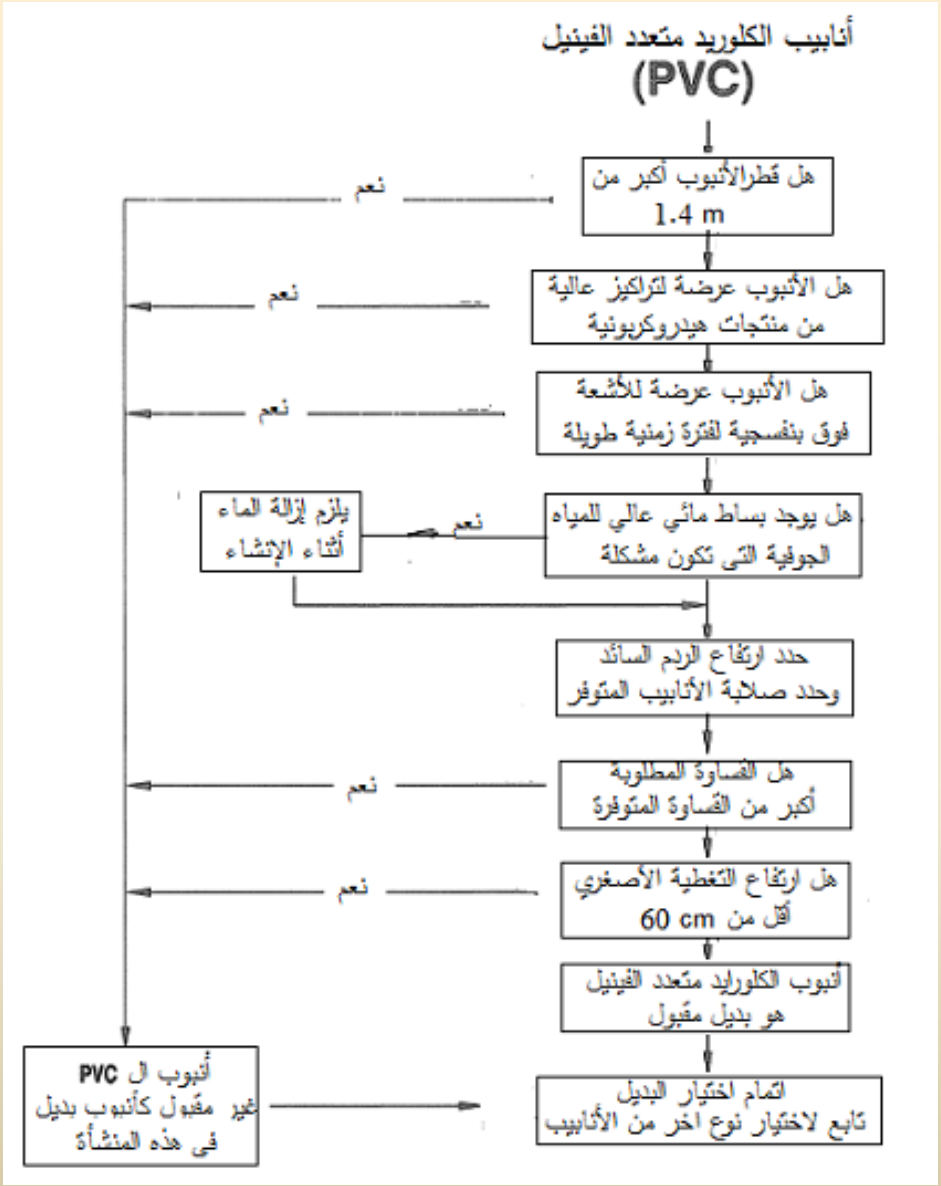

المجرور في موقع مائل

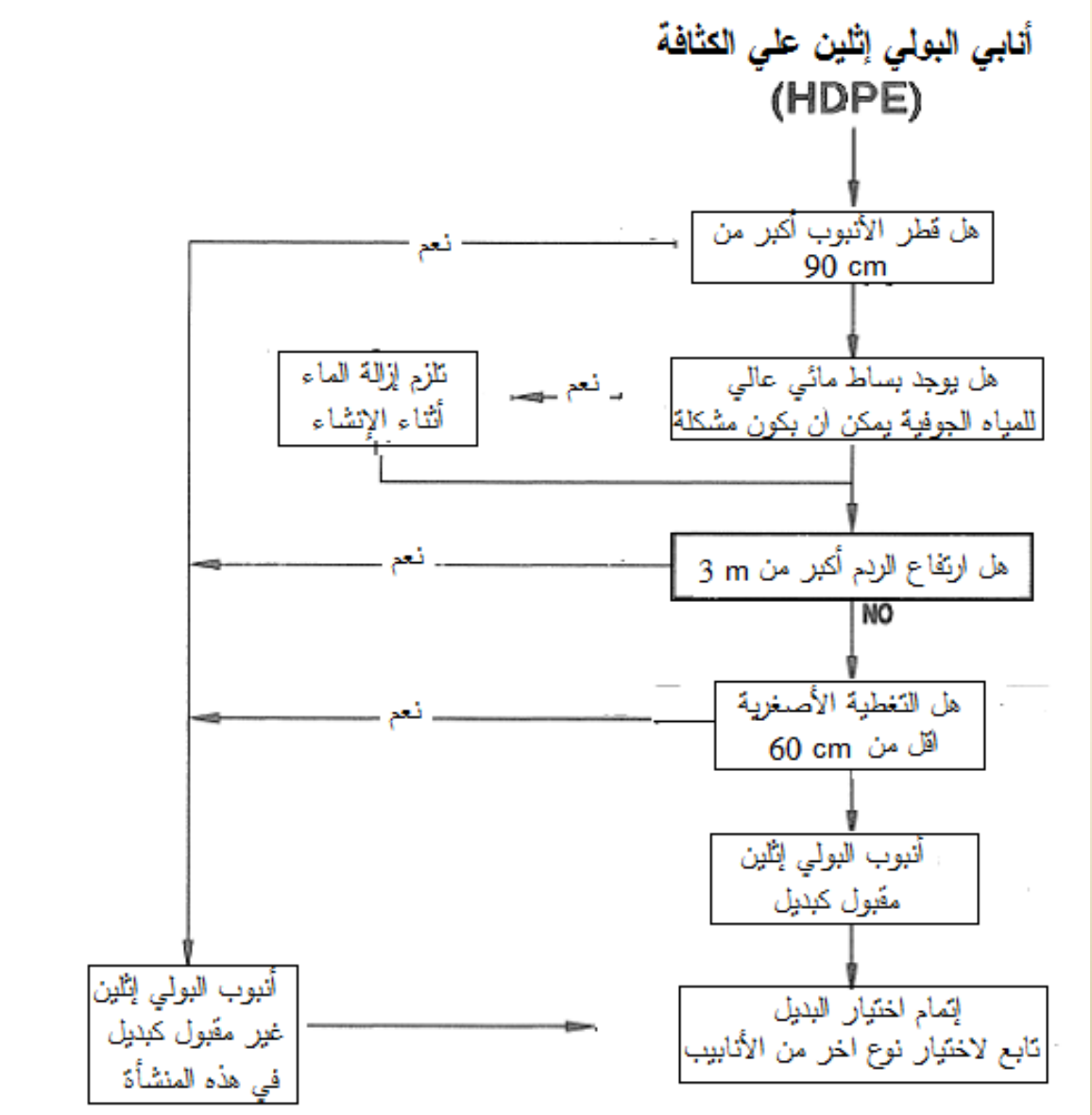



استخدام حفرة بسقوط خلفي


أنابيب البيتون المسلح
(RCP)
هل قطر الأنبوب من ٣,٥ متر
نعم
حدد مجال ارتفاع الردم
وحدد تصنيف الأنبوب
هل السماكة الأعظمية اللازمة
للأنبوب أكبر من السماكات المتوفرة
نعم
PH للتربة هل هي اقل من 5
نعم
هل مستوى الكبريتات في
التربة أكبر من 20%
نعم
استخدم الأسمنت
من نوع V
هل ارتفاع الردم الأصغري
أقل من 30cm
نعم
هل سرعة الجريان في الأنبوب
أكبر من 6 m/s
نعم
يلزم زيادة مقاومة البيتون
وزيادة القساوة النوعية للبحص
انبوب بيتون مسلح
هو البديل المقبول
إتمام اختيار البديل
تابع إلى اختيار النوع الآخر من الأنابيب
أنبوب البيتون المسلح
غير مقبول كبديل لهذا التركيب


أنابيب فولاذ مبطنة بالألمنيوم
(ASP)
هل قطر الأنبوب أكبر من 2.5 m
نعم
حدد ارتفاع الردم واستيعاب الأنبوب
هل ارتفاع الردم الأعظمي الذي تسمح به سماكة جدران الأنبوب أقل من الردم الحقيقي
نعم
هل محتوى التربة من الرطوبة أكبر من 17.5%
نعم
هل قيمة pH للتربة ضمن المجال 5-9
لا
هل المقاومة تساوي أو أكبر من 1500 ohm-cm
لا
هل المقاومة أكبر من 1000 ohm-cm و pH ضمن المجال 7.2-9.0
نعم
هل يوجد بساط مرتفع للمياه الجوفية حيث يشكل تطويف الأنبوب مشكلة
نعم
يلزم إجراءات لسحب الماء أثناء عمليات الإنشاء
مواد إذابة الجليد تسبب تآكل الفولاذ المبطن بالألمنيوم المواد الزراعية أو أية مواد تسبب التآكل قد تدخل الأنابيب مع مياه المطر
نعم
هل حمولة الطمر ثقيلة وهل السرعة تزيد عن 4.5 M/S
نعم
NO
هل ارتفاع الردم الأصغري أقل من 0.3 m
نعم
أنابيب الفولاذ المبطن بالألمنيوم (ASP) هي بديل مقبول
إتمام اختيار البديل تابع لاختيار نوع آخر من الأنابيب
أنابيب الفولاذ المبطن بالألمنيوم غير مقبولة كبديل في هذا الإنشاء


أنابيب الكلوريد متعدد الفينيل
(PVC)
هل قطرالأنبوب أكبر من
1.4 m
نعم
هل الأنبوب عرضة لتراكيز عالية
من منتجات هيدروكربونية
نعم
هل الأنبوب عرضة للأشعة
فوق بنفسجية لفترة زمنية طويلة
نعم
هل يوجد بساط مائي عالي للمياه
الجوفية التى تكون مشكلة
نعم
يلزم إزالة الماء
أثناء الإنشاء
حدد ارتفاع الردم السائد
وحدد صلابة الأنابيب المتوفر
هل القساوة المطلوبة
أكبر من القساوة المتوفرة
نعم
هل ارتفاع التغطية الأصغري
أقل من 60 cm
نعم
أنبوب الكلورايد متعدد الفينيل
هو بديل مقبول
اتمام اختيار البديل
تابع لاختيار نوع اخر من الأنابيب
أنبوب ال PVC
غير مقبول كأنبوب بديل
فى هذه المنشأة


أنابي البولي إثلين علي الكثافة
(HDPE)
هل قطر الأنبوب أكبر من
90 cm
نعم
هل يوجد بساط مائي عالي
للمياه الجوفية يمكن ان يكون مشكلة
نعم
تلزم إزالة الماء
أثناء الإنشاء
هل ارتفاع الردم أكبر من 3 m
نعم
NO
هل التغطية الأصغرية
اقل من 60 cm
نعم
أنبوب البولي إثلين
مقبول كبديل
إتمام اختيار البديل
تابع لاختيار نوع اخر من الأنابيب
أنبوب البولي إثلين
غير مقبول كبديل
في هذه المنشأة

شكراً لإصغائكم