

الدليل الوطني لإدارة المشاريع

المجلد 6، الفصل 7

إرشادات تصميم المرافق

رقم الوثيقة: EPM-KEC-GL-000004-AR
رقم الإصدار: 000



إرشادات تصميم المرافق

سجل المراجعات:

رقم الإصدار	التاريخ	سبب الإصدار
000	2021/11/08	للإستخدام



يجب وضع هذا الإشعار على جميع نسخ هذا المستند

إشعار هام وإخلاء مسؤولية

هذه ("الوثيقة") مملوكة حصراً لهيئة كفاءة الإنفاق والمشروعات الحكومية، ويجب على كل معني أو من يطلع على هذه الوثيقة قراءة هذا الإشعار بالكامل إلى جانب قراءة أحكام هذه الوثيقة، ويجوز للإدارات المعنية في الهيئة الإفصاح عن هذه الوثيقة أو مقتطفات منها لمستشاريها و / أو المتعاقدين المعنيين ("المتعاملين") ، شريطة أن يكون هناك حاجة وبعد التنسيق وإحاطة الإدارة مالكة الوثيقة، كما تنوّه الهيئة إلى أن أي استخدام أو اعتماد على هذه الوثيقة، أو بعضها يلزم أن يسبقه إحاطة مالك الوثيقة وأي استخدام أو اعتماد على هذه الوثيقة، أو مقتطفات منها، من قبل أي طرف، بما في ذلك الكيانات الحكومية والمستشارين و / أو المتعاقدين المعنيين، هي على مسؤولية ذلك الطرف وحده.



الفهرس

1.0	متطلبات عامة	7
1.1	مقدمة	7
1.2	التعريفات	7
1.3	الاختصارات 7	
2.0	المياه الصالحة للشرب	8
2.1	متطلبات عامة	8
2.1.1	مقدمة	8
2.1.2	متطلبات عامة	8
2.1.3	الأكواد والقوانين والمعايير واللوائح	8
2.2	نظام نقل المياه الصالحة للشرب	8
2.2.1	نظام نقل المياه الصالحة للشرب (النظام الأساسي)	8
2.3	أنظمة توزيع المياه الصالحة للشرب	9
2.3.1	نظام توزيع المياه الصالحة للشرب	9
2.4	إمدادات المياه ومعالجتها وجودتها	9
2.4.1	الحفاظ على جودة المياه	9
2.4.2	الإمداد بالمياه	10
2.4.3	جودة المياه	10
2.5	وضع تقديرات للطلب على المياه	10
2.5.1	الطلب على المياه الصالحة للشرب	10
2.6	الاحتياجات من المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق	11
2.6.1	حساب الاحتياجات من المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق	11
2.7	النمذجة الهيدروليكية	11
2.7.1	الغرض منها	11
2.7.2	البرمجيات المستخدمة في النمذجة	11
2.7.3	سيناريوهات النمذجة المطلوبة	11
2.7.4	عوامل ذروة الاستهلاك	12
2.7.5	تركيب النماذج	12
2.7.6	تقديم التقارير عن النمذجة الهيدروليكية	13
2.8	معايير تصميم نظام المياه	13
2.8.1	متطلبات عامة	13
2.8.2	ضغط النظام	14
2.8.3	خطوط المياه (أنابيب المياه)	15
2.8.4	التخزين	15
2.9	أنابيب ومحابس شبكة توزيع المياه	15
2.9.1	خطوط أنابيب توزيع المياه	15
2.9.2	محابس العزل	16
2.9.3	محابس الهواء	16
2.9.4	مثبتات الوصلات	17
2.9.5	منحنيات وتركيبات	17
2.9.6	صنابير الحرائق	18
2.9.7	عدادات التدفق والخدمات	18
2.9.8	التحكم في الوصلات المتقاطعة	19
2.9.9	سلك التتبع وشريط التحذير تحت الأرض	19
2.9.10	تركيبات التصريف	19
2.10	معدات الضخ الخاصة بنظام توزيع المياه	20
2.10.1	متطلبات عامة	20
2.10.2	مضخات التقوية	20
2.10.3	المتطلبات الميكانيكية	20
2.10.4	المعالجة بالكلور	21
2.10.5	المبنى	21
2.11	صهاريج تخزين المياه	21
2.11.1	متطلبات عامة	21
2.11.2	تحديد الحجم	22
2.11.3	الأنابيب	22
2.11.4	فترة تخزين المياه	22
2.11.5	الوصول	23



23	فتحات التهوية	2.11.6
23	السقف والجدار الجانبي	2.11.7
23	الأمان	2.11.8
23	الطلاء و/أو الحماية الكاثودية	2.11.9
24	التحكم في التسرب	2.12
24	السيطرة على التآكل	2.12.1
24	التحكم في الضغط	2.12.2
25	الأنابيب المتأرجحة	2.12.3
25	أنظمة مجاري الصرف الصحي	3.0
25	متطلبات عامة	3.1
25	النظام الرئيسي لقوة الصرف الصحي	3.2
25	نظام تجميع الصرف الصحي	3.3
25	معايير تدفق تصميم مجاري الصرف الصحي	3.4
25	متطلبات عامة	3.4.1
25	إنتاج مياه الصرف الصحي	3.4.2
26	النمذجة الهيدروليكية	3.5
26	الغرض من الوثيقة	3.5.1
26	برامج النمذجة	3.5.2
26	سيناريوهات النمذجة المطلوبة	3.5.3
26	إعداد النموذج	3.5.4
27	إعداد تقارير النموذج الهيدروليكي	3.5.5
27	أنابيب نظام تجميع المجاري بالجاذبية	3.6
27	خطوط المجاري بالجاذبية	3.6.1
28	علب التوزيع	3.6.2
29	توصيلات الخدمات	3.6.3
30	أنظمة المجاري ذات الضغط المنخفض	3.6.4
30	محطات ضخ مياه الصرف الصحي	3.7
30	متطلبات عامة	3.7.1
30	المضخات	3.7.2
31	الأنابيب والصمامات ومقاييس التدفق في محطات الضخ	3.7.3
31	الصمامات الهوائية	3.7.4
31	الآبار الرطبة	3.7.5
32	التهوية	3.7.6
32	التشغيل في حالات الطوارئ	3.7.7
32	أنابيب الفناء	3.7.8
32	مكافحة الروائح الكريهة	3.7.9
32	أنابيب القوة	3.7.10
33	تصريف مياه الأمطار	4.0
33	متطلبات عامة	4.1
33	نظام البنية التحتية لمياه الأمطار	4.2
33	وصف مياه الأمطار	4.2.1
33	معايير التصميم	4.3
33	المنهجيات الهيدرولوجية	4.3.1
36	النمذجة الهيدروليكية	4.3.2
37	جودة مياه الأمطار	4.3.3
37	الإغاثة البرية	4.3.4
37	أنظمة وهياكل التصريف	4.4
37	المجاري المائية	4.4.1
38	علب التوزيع وهياكل نقاط الاتصال	4.4.2
39	القنوات المفتوحة	4.4.3
39	أحواض/برك الاحتجاز	4.4.4
40	هياكل المصببات	4.4.5
40	أنظمة الرشخ الخارجي	4.4.6
41	نظام مياه الري/المياه المعاد تدويرها	5.0
41	متطلبات عامة	5.1
41	أنظمة نقل المياه المعاد تدويرها	5.2
41	أنظمة توزيع المياه المعاد تدويرها	5.3
41	الطلبات على المياه المعاد تدويرها في الأماكن الخارجية	5.4



41	أنظمة الري	5.5
41	متطلبات عامة	5.5.1
42	موقع أنظمة الري	5.5.2
42	متطلبات تصميم نظام الري	5.5.3
42	مصادر المياه لأنظمة الري	5.5.4
43	النمذجة الهيدروليكية	5.6
43	الغرض	5.6.1
43	برامج النمذجة	5.6.2
43	سيناريوهات النمذجة المطلوبة	5.6.3
43	إعداد النموذج	5.6.4
43	إعداد تقارير النموذج الهيدروليكي	5.6.5



1.0 متطلبات عامة

1.1 مقدمة

الغرض من هذه الوثيقة هو تقديم إرشادات الجهة العامة لتصميم المرافق التي يجب على المكتب المعماري/الهندسي اتباعها كحد أدنى من المتطلبات، وذلك للأنظمة التالية:

- (1) المياه الصالحة للشرب
- (2) أنظمة مجاري الصرف الصحي
- (3) مصارف مياه الأمطار
- (4) أنظمة مياه الري/المياه المعاد تدويرها

1.2 التعريفات

تتطبق التعريفات التالية على هذا القسم:

الوصف	التعريفات
شبكة التصريف الشاملة التي تخدم منطقة بأكملها. ويتكون هذا النظام عادة من قنوات كبيرة ومفتوحة ومبطنة بالخرسانة.	شبكة التصريف الأولية
شبكة التصريف التي تخدم كل قطاع على حدة. ويتكون هذا النظام عادة من أنابيب صرف تحت الأرض، وصهاريج احتجاز، وأرصفة وبالوعات لمعالجة الفائض يتم تفريغ أنظمة الصرف الثانوية عادة في قنوات الصرف الأولية.	شبكة التصريف الثانوية
الأحواض التي تقلل من ذروة تفريغ مياه الأمطار من القطاعات الفردية عن طريق التخزين المؤقت لمياه الفيضانات وقياس التدفق الخارجي.	أحواض حجز المياه
تُعرف أيضًا بأحواض التدفق الأولى. وهي عبارة عن أحواض تحتوي على مياه الأمطار ولا يتم تفريغها في مرافق الصرف في اتجاه التيار. أحواض تخزين المياه ضرورية عادة في المناطق الصناعية.	الأحواض الصناعية لتخزين المياه
طريقة مبسطة لحساب أسوأ حالة لمعدلات ذروة تصريف مستجمعات المياه الصغيرة بكثافة هطول الأمطار، ومعاملات الجريان، ووقت التركيز.	الطريقة العقلانية
نموذج تجريبي لحساب الرسوم المائية للجريان، تم تطويره من قبل خدمات حفظ التربة سابقاً (SCS)، أو هيئة الحفاظ على الموارد الطبيعية حالياً (NRCS)، في عام 1972. غالبًا ما تستخدم هذه التقنية للنمذجة الهيدرولوجية التفصيلية.	طريقة خدمات حفظ التربة

1.3 الاختصارات

تتطبق التعريفات التالية على هذا القسم:

الوصف	الاختصارات
الجمعية الأمريكية لموظفي الطرق السريعة والنقل	AASHTO
متوسط الطلب اليومي	ADD
متوسط التدفقات اليومية	ADF
المعهد الوطني الأمريكي للمعايير	ANSI
الجمعية الأمريكية لأعمال المياه	AWWA
الجمعية الأمريكية للأشغال العامة	APWA
الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد	ASTM
التصميم بمساعدة الحاسوب	CAD
ديناميكا الموائع الحسابية	CFD
رقم المنحنى، هو مقياس تجريبي مستخدم في علم الهيدرولوجيا لتقدير الجريان السطحي المباشر للماء أو التسرب من فائض هطول الأمطار.	CN
50 بالمائة من قطر التبليط الصخري، وهي مواصفات يتم توفيرها عادة للتبليط الصخري المستخدم في تبطين القنوات	50D
حديد الزهر المرن	DI
خط تدفق الطاقة	EGL
البلاستيك المقوى بالزجاج	FRP
نظام المعلومات الجغرافية	GIS
بولي إيثيلين عالي الكثافة	HDPE
برنامج نظام النمذجة الهيدروليكية، الخاص بمركز الهندسة الهيدروليكية	HEC-HMS
برنامج نظام تحليل النهر، الخاص بمركز الهندسة الهيدروليكية	HEC-RAS



الاختصارات	الوصف
HGL	خط التدرُّج الهيدروليكي
IBC	كود البناء الدولي
801 SBC	كود البناء السعودي، متطلبات الحماية من الحرائق (801 SBC)
IPC	كود السبائك الدولي
أيزو	المنظمة الدولية للمعايير
KW	كيلووات
L	لترات
L/s	لتر في الثانية
Lpcd	لتر للفرد الواحد في اليوم
² L/m	لتر للمتر المربع
M	متر
Mm	مليمتر
m/s	متر في الثانية
s ³ /m	متر مكعب في الثانية
NRCS	هيئة الحفاظ على الموارد الطبيعية
NSF	مؤسسة الصحة العامة، مؤسسة عالمية
O & M	التشغيل والصيانة
PDD	الطلب في يوم الذروة
PHD	الطلب في ساعة الذروة
PVC	كلوريد متعدد الفينيل
SCS	خدمات حفظ التربة
SWMM	نموذج إدارة مياه الأمطار
20-TR	الإصدار التقني رقم 20 لهيئة الحفاظ على الموارد الطبيعية
55-TR	الإصدار التقني رقم 55 لهيئة الحفاظ على الموارد الطبيعية
US EPA	وكالة حماية البيئة الأمريكية
UV	فوق بنفسجي

2.0 المياه الصالحة للشرب

2.1 متطلبات عامة

2.1.1 مقمّمة

يستعرض هذا القسم دليل تصميم مرافق المياه الصالحة للشرب. وتشمل مرافق المياه الصالحة للشرب شبكات أنابيب النقل والتوزيع.

2.1.2 متطلبات عامة

يمكن الاطلاع على شروط التصميمات وممارساتها ذات الصلة بأعمال المياه في المنشورات التالية:

- كتيبات التصميم الخاصة بالجمعية الأمريكية لأعمال المياه (AWWA)

2.1.3 الأكواد والقوانين والمعايير واللوائح

- اللوائح الوطنية المتعلقة بالمياه الصالحة للشرب لوكالة حماية البيئة الأمريكية
- معايير الجمعية الأمريكية لأعمال المياه

2.2 نظام نقل المياه الصالحة للشرب

2.2.1 نظام نقل المياه الصالحة للشرب (النظام الأساسي)

يعمل نظام نقل المياه الصالحة للشرب على نقل المياه من مصادر الإمداد إلى مرافق المعالجة ومن مرافق المعالجة إلى نظام التوزيع.

- قد يشتمل نظام نقل المياه على المكونات التالية:
 - صهاريج تخزين المياه (في محطات معالجة المياه)
 - مرافق الحقن بمادة الكلور



إرشادات تصميم المرافق

- محطات ضخ ذات مضخات كبيرة متعددة ذات سرعة ثابتة
- خطوط أنابيب النقل
- صهاريج تخزين المياه للتصريف (توفر الشفط لمحطات الضخ الداعمة للتوزيع)
- الهدف التشغيلي
 - الهدف التشغيلي لنظام نقل المياه الصالحة للشرب هو نقل المياه من مصادرها إلى نظام التوزيع.
- توصيلات الخدمة
 - لا يوجد توصيلات خدمة مباشرة بنظام نقل المياه.
- معدل التدفق
 - التشغيل النموذجي لمحطات ضخ نظام نقل المياه هو العمل في ظروف سرعة ثابتة.
 - يختلف معدل التدفق لتلبية الطلب عن طريق تشغيل المضخات وإطفائها.
- نطاق ضغط
 - يتراوح ضغط التشغيل النموذجي من 1.0 بار إلى 2.0 بار عند نقطة تفريغ محطة الضخ.

2.3 أنظمة توزيع المياه الصالحة للشرب

2.3.1 نظام توزيع المياه الصالحة للشرب

ينقل نظام توزيع مياه الشرب المياه من صهاريج تخزين المياه بالمنطقة إلى مستخدمي المياه داخل المنطقة المعنية، مثل المساكن والمدارس والمطاعم والشركات التجارية والمناطق الصناعية.

- قد يشمل نظام توزيع المياه على المكونات التالية:
 - مرافق الحقن بمادة الكلور
 - مضخات كبيرة ومتعددة ومحطة (أو محطات) ضخ متغيرة السرعة
 - خطوط أنابيب التوزيع
 - صهاريج تخزين المياه
- توصيلات الخدمة
 - يحتوي نظام توزيع المياه على توصيلات خدمة بخطوط الأنابيب الخاصة به.
- الهدف التشغيلي
 - الهدف التشغيلي لنظام توزيع المياه الصالحة للشرب هو إيصال المياه إلى المستخدمين النهائيين مثل المنازل والمدارس والشركات التجارية والمناطق الصناعية.
- معدل التدفق
 - التشغيل النموذجي لمحطات ضخ نظام التوزيع هو التشغيل بمضخات متغيرة السرعة لتلبية الطلب على مياه الشرب عند ضغط تصريف ثابت.
 - يختلف معدل التدفق لتلبية الطلب المتغير عن طريق تغيير سرعات عدد من المضخات وتشغيل المضخات وإيقافها حسب الطلب للحفاظ على ضغط تصريف ثابت نسبياً.
- نطاق ضغط
 - يُصمم نظام التوزيع بحيث يحقق الحد الأدنى من الضغوط خلال السيناريوهات المختلفة.

2.4 إمدادات المياه ومعالجتها وجودتها

2.4.1 الحفاظ على جودة المياه

على الاستشاري المعماري / الهندسي مراعاة الاعتبارات التالية عند التصميم:

2.4.1.1 المعالجة المسبقة بالكلور لصهاريج التخزين

قد تكون هناك حاجة إلى المعالجة المسبقة بالكلور لصهاريج تخزين المياه، تبعاً لحجم البنية التحتية لمنطقة الضغط والطلب الأولي على المياه عند بدء التوصيل. من المحتمل أن تكون هذه الأنظمة مؤقتة في طبيعتها وأن يتم التخلي عنها بعد تحقيق الاستخدام الكافي للمياه داخل منطقة الضغط.

2.4.1.2 انخفاض مستوى تخزين صهاريج المياه خلال السنوات الأولى

- يمكن تقليل التخزين خلال المراحل الأولى من إنشاء مناطق ضغط توزيع جديدة لمنع فقدان الكلور المتبقي عن طريق خفض مستوى المياه المخزنة في صهاريج تخزين المياه.
- يؤدي تخزين كميات أقل من المياه إلى تقليل وقت تخزينها في صهاريج التخزين مما يؤدي إلى تقليل فقدان الكلور المتبقي.

Document No.: EPM-KEC-GL-000004-AR Rev 000 | Level - 3-E - External

بمجرد طباعة النسخة الإلكترونية من هذا المستند فإنها تصبح غير خاضعة للرقابة وقد تصبح نسخة قديمة، يرجى الرجوع إلى نظام إدارة المحتوى المؤسسي للحصول على آخر إصدار لهذا المستند إن هذا المستند ملكية خاصة لهيئة كفاءة الإنفاق والمشتريات الحكومية، ويخضع للقيود الموضحة بالإشعار الهام من هذا المستند



إرشادات تصميم المرافق

- يكون الحد الأدنى لكمية تخزين المياه هو التخزين المعد لإطفاء الحرائق بالإضافة إلى تخزين كمية تكفي يومين من متوسط الطلب اليومي.

2.4.1.3 المعالجة اللاحقة بالكلور لصهاريج التخزين

- يشترط على الاستشاري المعماري / الهندسي تصميم نظام المعالجة اللاحقة بجرعات الكلور في اتجاه مجرى الصرف لصهاريج تخزين المياه.
- يتم تصميم الجرعات بحيث تضمن وجود مستوى كاف من الكلور المتبقي في نظام التوزيع للحماية من أي تلوث لاحق محتمل أثناء عملية التوزيع.
 - تعتمد الجرعات على تركيز الكلور الخارج من صهاريج تخزين المياه في أعلى مجرى محطة دعم التوزيع.
 - يكون الكلور المتبقي في محطات دعم التوزيع بين 0.5 و 0.8 مجم/لتر. (جزء في المليون).

2.4.2 الإمداد بالمياه

يتعين على الاستشاري المعماري / الهندسي التأكد من توفر إمدادات المياه الكافية للإنشاءات التي يجري تصميمها.

2.4.3 جودة المياه

- يتعين على الاستشاري المعماري / الهندسي التأكد من أن المياه تفي بمتطلبات الجودة التالية:
 - متطلبات الجودة لوكالة حماية البيئة الأمريكية،
 - المعايير العالمية لمياه الشرب (منظمة الصحة العالمية)،
- وأن المياه غير قابلة للحث.

2.5 وضع تقديرات للطلب على المياه

2.5.1 الطلب على المياه الصالحة للشرب

2.5.1.1 وضع تقديرات الطلب على المياه الصالحة للشرب

- يتم وضع تقديرات الطلب على المياه لجميع المشاريع الجديدة بهدف تحديد الحجم الفعال للبنية التحتية الرئيسية المرتبطة بأنظمة نقل وتوزيع المياه. يشمل ذلك المناطق التي تغير فيها استخدام الأراضي بعد اعتماد خطة سابقة للتنمية العمرانية.
- يتولى الاستشاري المعماري / الهندسي وضع تقديرات الطلب على المياه.

2.5.1.2 متطلبات المناطق السكنية من المياه، ويتم تقديرها بعدد اللترات لكل فرد يوميًا.

فيما يلي عرض الاستهلاك النموذجي للوحدات وفقًا للاستخدام النموذجي للأراضي. يتم تحديد الأشكال الخاصة بكل مشروع بناءً على البيانات المتاحة والحكم الهندسي.

- متوسط الطلب اليومي = 415 لترًا للفرد يوميًا
- يمكن حساب معدلات تدفق الوحدات لمجموعة متنوعة من أنواع التوسع السكني بضرب كمية الفرد في العدد النموذجي للسكان لكل نوع وحدة.
- فيما يلي أساس متوسط الطلب اليومي للمناطق السكنية للعلم فقط:
- الاستخدامات المنزلية: 250 لترًا للفرد يوميًا
- الاستخدامات خارج الأبنية: 145 لترًا للفرد يوميًا
- عامل السلامة: 5%
- الإجمالي: 415 لترًا للفرد يوميًا

2.5.1.3 الجانب التجاري

يُحتسب الاستهلاك المحدد للمياه في أي من الفئات المختلفة للجهات المؤسسية والترفيهية والتجارية باستخدام معايير الجهة ذاتها.

2.5.1.4 الصناعات الخفيفة والثقيلة

- من المتعذر وضع مبادئ توجيهية لاستهلاك المياه في المناطق ذات الصناعات الخفيفة والثقيلة (كونها صناعات ذات استهلاك مكثف لأغراض الإنتاج الصناعي). يعقد الاستشاري المعماري / الهندسي مقابلات مع المستهلكين الصناعيين المحتملين عند تقدير الاستهلاك المتوقع.
- ينظر الاستشاري المعماري / الهندسي في الاستخدامات السابقة للصناعات المشابهة
- يوفر الاستشاري المعماري / الهندسي المياه الصالحة للشرب والري (الصرف الصحي المنزلي المعالج) وتقديرات استهلاك المياه العادية الصناعية المعالجة لكل من لصناعات الخفيفة والثقيلة الجديدة.



2.5.1.5 الخسائر المادية (التسربات)

- تعود أسباب الخسائر المادية من الأنابيب في نظام إمداد المياه إلى عمر الأنابيب، والمواد التي صنعت منها الأنابيب والوصلات، وحجم الضغط في النظام، وظروف الإنشاءات.
- يضاف عامل زيادة بنسبة عشرين بالمائة (20%) لإجمالي الاستهلاك اليومي للمياه لمراعاة الخسائر غير المعروفة في المياه في حالة الأنابيب المياه القديمة.
- أظهرت بعض الدراسات التي أجريت على شبكة توزيع المياه حدوث خسائر أقل من 10%. لذا، فقد يقوم الاستشاري / الهندسي بإجراء تقييم فردي لخسائر المياه غير المحسوبة المتوقعة لإثبات استخدام أقل من 10 % خسائر غير معروفة. الحد الأدنى لعامل فاقد المياه غير المحسوب هو خمسة بالمائة (5%).

2.6 الاحتياجات من المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق

2.6.1 حساب الاحتياجات من المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق

- يتعين أن يكون نظام المياه قادرًا على توفير المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق بالإضافة إلى الكمية المطلوبة للنظام في يوم الذروة. تشمل المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق المياه المطلوبة لصنابير الإطفاء ورشاشات إطفاء الحرائق.
- المياه المطلوبة لصنابير الإطفاء – يتم احتساب الكمية والمدة وفقًا لآخر إصدار لكوند البناء السعودي (SBC 801).
 - تتفاوت كمية المياه المطلوبة لصنابير الإطفاء بين المناطق السكنية والمناطق غير السكنية.
 - يجدر الذكر هنا أن كود البناء السعودي (SBC 801) يسمح بتقليل كمية المياه المطلوبة لصنابير الإطفاء في المباني التي تحتوي على رشاشات حريق.
 - إلا أنه في المقابل لا يسمح بتقليل المدة.
 - يلزم التنسيق مع التخصصات الأخرى لتحديد المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق استنادًا إلى المباني المخطط لها ونوعها.
 - الحد الأدنى للمياه المطلوبة لصنابير الإطفاء هي 2000 لتر / دقيقة عند الضغوط المطلوبة.
 - المياه المطلوبة لرشاشات إطفاء الحرائق – يقوم المهندس الميكانيكي المختص لدى إدارات الهندسة أو المشتريات أو التشييد والاستشاري المعماري / الهندسي بحساب المياه المطلوبة لرشاشات إطفاء الحرائق.
 - يحدد المهندس الميكانيكي كمية المياه المطلوبة لرشاشات إطفاء الحرائق المناسبة لإدراجها في تقييم نظام المياه.
 - تكون كل منطقة في المناطق الصناعية، مبدئيًا، مسؤولة عن وضع ترتيباتها الخاصة لمكافحة الحرائق داخل حدودها.
 - تُقيم الحسابات الهيدروليكية لنظام الشبكة مدى إمكانية مكافحة حريق كبير مطول باستخدام المياه خارج حدود المنطقة الصناعية.

2.7 النمذجة الهيدروليكية

2.7.1 الغرض منها

- تستخدم النمذجة الهيدروليكية كأداة تصميم لتقييم التطور الجديد أو القائم من حيث صلته بتصميم تحسينات نظام المياه.
 - تُقيم الآثار المترتبة على النظم القائمة عند الاقتضاء.
 - توضح النمذجة الهيدروليكية أن التحسينات المقترحة تلبي متطلبات الضغط والتدفق المطلوبة في هذا القسم.
 - للاطلاع على الإجراءات الكاملة المرتبطة بالنمذجة الحاسوبية لأنظمة توزيع المياه يُرجى الرجوع للدليل 32 لمعايير الجمعية الأمريكية لأعمال المياه .
- خطط التنمية العمرانية
 - تُجرى النمذجة الهيدروليكية وتُدرج في "متطلبات قدرة المرافق" بناءً على خطة التنمية العمرانية المعتمدة.

2.7.2 البرمجيات المستخدمة في النمذجة

- يمكن إجراء النمذجة في منصات النمذجة المستقلة، أو تطبيقات التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) المتكاملة، أو أنظمة النمذجة المتكاملة لنظام المعلومات الجغرافية (GIS). تشمل برمجيات النمذجة المقبولة ما يلي:
- برنامج تصميم شبكات المياه ووتر كاد (بنتللي) أو ما يعادله

2.7.3 سيناريوهات النمذجة المطلوبة

تُعد سيناريوهات النمذجة وفقًا للسيناريوهات التالية:

- متوسط الطلب اليومي
- الطلب في يوم الذروة



- الطلب في ساعة الذروة
- يوم الذروة + المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق

2.7.4 عوامل ذروة الاستهلاك

يُوسع نطاق خطوط أنابيب المياه ومحطات الضخ والتخزين والمرافق الحيوية الأخرى بناءً على سيناريوهات ذروة الطلب المناسبة والضغط الدنيا والقوى اللازمة لإكمال تصميم نظام المياه. تُضرب عوامل ذروة الاستهلاك في متوسط الطلب اليومي لتحديد ذروة التدفق المطلوب. فيما يلي الحد الأدنى لعوامل ذروة الاستهلاك المسموح بها:

- يوم الذروة - متوسط الطلب اليومي مرتين
- ساعة الذروة - متوسط الطلب اليومي 4 مرات
- تراعى فترة الاستخدام عند تحديد عوامل ذروة الاستهلاك. تُحدد عوامل ذروة الاستهلاك، على سبيل المثال، على أساس المدة الفعلية للاستخدام في يوم معين. من المحتمل ألا تستخدم بعض الأغراض التجارية والصناعية المياه ليلاً.

2.7.5 تركيب النماذج

- تتكون نماذج التوزيع الهيدروليكي من مواسير ونقاط الربط (بما في ذلك صانابير إطفاء الحرائق) وصهاريج ومحطات ضخ.
- الأنابيب
 - أقطار الأنابيب
 - يُحدد قطر كل أنبوب
 - يُسمح بإدخال الأقطار الاسمية لمعظم مواد خطوط المياه بما في ذلك أنابيب الكلوريد متعدد الفينيل.
 - تقاس الأقطار الداخلية الحقيقية لأنابيب خطوط المياه من نوع البولي إيثيلين عالي الكثافة بي إي 100.
 - معامل الاحتكاك
 - تصمم النماذج الهيدروليكية لتقييم نظام المياه باستخدام معادلة هازن - ويليامز. استخدم معامل احتكاك هازن ويليامز التالي لمداخلات النموذج:
 - معامل احتكاك هازن-ويليامز لأنابيب الكلوريد متعدد الفينيل = 140
 - معامل احتكاك هازن-ويليامز لأنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة = 150
 - الخسائر الطفيفة
 - يمكن تضمين خسائر طفيفة للتركيبات والمحابس في النموذج بإضافة خسائر موضعية طفيفة إلى كل أنبوب. قد يوفر تقليل معامل احتكاك هازن-ويليامز المستخدم في النموذج البديل للخسائر الطفيفة بدلاً من ذلك. قيمة التقليل النموذجية هي 10% من المعامل المقبول للأنواع المذكورة أعلاه.
 - تؤخذ في الاعتبار الخسائر الطفيفة لعدادات التدفق الرئيسي وحماية التدفق العكسي، إذا أمكن ذلك، في سيناريوهات النمذجة.
 - الطول
 - تُنشأ نماذج لأغراض القياس لضمان دقة طول خطوط المياه.
- نقاط ربط
 - تُحدد ارتفاعات نقاط الربط في حدود 0.5 متر فوق سطح الأرض.
 - تخصص الطلبات مكانياً استناداً إلى حسابات الطلب لكل استخدام للأراضي وكثافته.
 - تُسجل الطلبات في كل من سيناريوهات النمذجة المذكورة أعلاه.
 - كما تُدرج كمية المياه المطلوبة لصانابير الإطفاء داخل نظام التوزيع.
- الصهاريج
 - الحجم: على الرغم من أن الحجم غير مطلوب لمحاكاة الأوضاع المستقرة، إلا أنه من الممارسات الجيدة تضمين معلومات دقيقة عن الصهرج فيما يتعلق بقطره وارتفاع جداره وارتفاع أرضيته وما إلى ذلك في حالة الحاجة إلى محاكاة فترة ممتدة في المستقبل. كما أنه يوفر وسيلة للتوثيق الضروري لسعات الصهاريج.
 - ارتفاع سطح الماء، فيما يلي إعدادات مرحلة الخزان المطلوبة لكل سيناريو نموذج مطلوب:
 - متوسط الطلب اليومي - ملء الصهرج
 - الطلب في يوم الذروة - أعلى كمية تخزين للماء المطلوب لإطفاء الحرائق
 - الطلب في ساعة الذروة - أعلى كمية تخزين للماء المطلوب لإطفاء الحرائق
 - يوم الذروة + المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق - قعر الصهرج



- محطات الضخ
 - ارتفاع الأرضية في حدود 0.5 متر
 - منحنيات المضخة - تُدرج منحنيات المضخة الفعلية في نموذج التوزيع إذا تم استخدامها لتأكيد اختيار المضخة.

2.7.6 تقديم التقارير عن النمذجة الهيدروليكية

2.7.6.1 يُستخدم جدول المحتويات التالي عند تقديم تقرير النمذجة الهيدروليكية:

- مقدمة - تشمل وصفا للمشروع، ومناقشة النظام القائم، والإضافات المقترحة للمشروع.
 - تُدرج خريطة للنظام لتوضيح مساحة التوسع المقترحة واستخدامات الأراضي.
- معايير الطلب على المياه وملخصه
 - يُقدم ملخص حسابات متوسط الطلب اليومي شاملة خسائر النظام المترتبة على استعمالات الأرض بحسب الطلبات الداخلية والخارجية على نظام مياه الشرب؛ مع إدراج الحسابات بالتفصيل في ملحق.
 - تؤكد قابلية تطبيق عوامل الذروة استنادًا إلى المتطلبات المحددة للمشروع.
 - حجم الطلب على المياه المخزنة لإطفاء الحرائق - يُقدم ملخص لكمية المياه المخزنة لإطفاء الحرائق اللازم لكل منطقة من مناطق استخدام الأراضي. توثق متطلبات المياه المطلوبة لصنابير الإطفاء ورشاشات إطفاء الحرائق.
- المنهجية والتحليل - توثق برمجيات النمذجة المستخدمة، ونوع النموذج (الوضع المستقر أو الفترة الممتدة)، والافتراضات، والمعايرة الميدانية، إن وجدت.
- مدخلات النمذجة
 - تتميز البرمجيات الحاسوبية للنمذجة الهيدروليكية للشبكات بين مجموعتين عامتين من البيانات المدخلة وهي الفواصل والروابط. على الرغم من أن طريقة نمذجة بعض المكونات قد تختلف من برنامج إلى آخر، إلا أن المعلومات المدخلة التالية قد تتطلب:
 - مصادر المياه: تحديد مستوى سطح الماء وموقعه وارتفاعه.
 - نقاط الربط: تحديد نوعها، تحديد موقعها وارتفاعها، تحديد الطلب الأساسي ونمط اختلاف الطلب.
 - الصهاريج: تحديد نوعها، بيان مواقعها، تحديد مستوى المياه الأعلى والأسفل، وصف الشكل (المنطقة المتقاطعة، الرسم البياني للسعة أو العمق)، تحديد مستوى المياه الأولي في بداية المحاكاة، تحديد ترتيبات المدخل/المخرج.
 - الأنابيب: تحديد نوعها، وطولها، وقطرها، وشدة الصلابة، وعامل الفقد الطفيف.
 - المضخات: تحديد نوعها، ووصف خصائصها، وسرعتها، ونمط تشغيلها.
 - الصمامات: تحديد نوع الصمام، وقطره، مقدار فاقد الاحتكاك عند فتح الصمام بالكامل، نمط التشغيل.
- النتائج والاستنتاجات
 - توثيق بأن الضغط والسرعة لكل سيناريو يفي بمعايير الدليل.
 - توثق نقطة أو نقاط الربط مع تحديد أدنى ضغط لكل سيناريو
 - توثق أنبوبية أو أنابيب مع تحديد أعلى سرعة لكل سيناريو
 - تضمن خريطة نظام تبين أحجام الأنابيب النهائية استنادًا إلى النموذج.
 - تشمل الخريطة علامات لجميع العناصر النموذجية مثل الوصلات والأنابيب ومحطات المضخات.
 - يتم ترميز الخريطة بالألوان استنادًا إلى قطر الأنابيب.
 - يُوثق ملف الإدخال المفصل وبيانات الشبكة الحالية المستخدمة للنمذجة.
 - توثق كميات المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق لكل منطقة من مناطق استخدام الأراضي مع استيفاء الحد الأدنى من متطلبات الضغط.
 - تُقدم ملفات مدخلات ومخرجات النموذج إلى الجهة.

2.8 معايير تصميم نظام المياه

2.8.1 متطلبات عامة

2.8.1.1 الأوضاع النموذجية للتربة والمياه الأرضية

- فيما يتعلق بالمشاريع الواقعة على طول المنطقة الساحلية في المملكة العربية السعودية، يجب أن يكون الاستشاري المعماري / الهندسي على علم بأن للتربة الساحلية خصائص فريدة، وأن إجراء دراسة شاملة لهذه الخصائص أمر أساسي قبل القيام بأي تصاميم. وعلى العموم، فإن التربة عالية الملوحة.
- يمكن أن تسبب الظروف المالحة بالإضافة إلى وجود مادتي الكبريتيدات والكبريتيت في تلفيات خطيرة حتى في النوع الخامس من خرسانة الأسمنت البورتلاندي (ما يعرف بالأسمنت المقاوم للأملاح الكبريتية)



إرشادات تصميم المرافق

- وبالإضافة إلى ذلك، قد تتسبب التربة الضعيفة وغير المستقرة في عدم دعم الأنابيب بالتساوي، ما يعرضها بعد ذلك لتسويات غير متكافئة حتى في ظل التحميل الخفيف.
- يكون الاستشاري المعماري / الهندسي على دراية باحتمال ارتفاع المياه الجوفية. تُحسب ظروف الطفو عند التصميم لمنع تعويم الأنابيب والصهاريج المدفونة والخزانات، وما إلى ذلك.

2.8.1.2 الأنابيب والمحابس والتركيبات

- تتسبب الملوحة في التآكل الشديد لكافة أنواع الأنابيب والمحابس والتركيبات الحديدية. تستخدم المواد غير المعدنية في خطوط الأنابيب.
- بالإضافة إلى ظروف التربة القاسية، فإن وجود المياه الجوفية المالحة يزيد من نشاط التحليل الكهربائي، خاصة في مسارات الأنابيب المعدنية الطويلة وحتى بعد التعزيز بالخرسانة المسلحة. وعلاوة على ذلك، فإن وجود عدة مرافق مستقلة محمية بشكل كاثودي على مقربة من بعضها البعض قد يسبب مشاكل في التداخل.

2.8.1.3 العمر التصميمي الحسابي

- من الضروري قبل بدء عمليات التصميم ووضع معاييرها وشروطها، تقدير العمر التصميمي الحسابي لعناصر التصميم الرئيسية في نظام إمدادات المياه، حيث يجب تصميم العناصر للظروف التي ستواجهها خلال فترة حياة خدمة التصميم المتوقعة.
- يراعى العمر التصميمي الحسابي المتوقع لعناصر التصميم المختلفة وفقاً لمتطلبات الجهة.

2.8.2 ضغط النظام

2.8.2.1 الضغط في نظام النقل

- الحد الأدنى للضغط – لمنع تسرب المياه الجوفية إلى الناقل الرئيسي، يجب الحفاظ على الضغط الإيجابي (1.0 إلى 2.0 بار) داخل الناقل الرئيسي. يتحقق ذلك من خلال التصميم الفعال لصهاريج تخزين التوزيع.
- تُقيم الضغوط القصوى ومقارنتها بتقييمات الضغط التصميمي للأنابيب والمكونات تأهباً للسيناريوهات التشغيلية والأحداث المفاجئة.
- يجري تحليل للأحداث المفاجئة والنمذجة الهيدروليكية أولاً، قبل تصميم نظام السيطرة على الأحداث المفاجئة والذي سيكون متوافقاً مع نتائج تحليل الأحداث المفاجئة. يراعى في خواص التصميم خصائص الأداء لجهاز التحكم في الأحداث المفاجئة ما يلي:
 - أقصى شروط التصميم للمضخات والأنابيب
 - أسوأ سيناريو لتدفق إمدادات المياه
 - الضغط الإيجابي (الحد الأعلى): يُتأكد من عدم تجاوز الضغوط المفاجئة الإيجابية ضغط تصميم خط الأنابيب
 - الضغط السلبي (الحد الأدنى): يُتأكد من عدم تجاوز ضغوط التدفق السالب 5 م من الفراغ (-5 م)
 - التلوث أثناء حالات الضغط السلبي والتسرب أثناء الضغوط المفرطة
 - توصيات الشركات المصنعة للأنابيب
 - توقف شبكة الإمداد بالمياه خلال فترات صيانة الأنابيب
 - تجويف المضخة وتلف بطانة الأنابيب
 - تُقدم ملفات مدخلات ومخرجات النموذج إلى الجهة.

2.8.2.2 الضغط في نظام التوزيع

- يتراوح ضغط التشغيل النموذجي من 1.5 إلى 3.5 بار
- الحد الأدنى للضغط - يُقيم ضغوط النظام أثناء عملية التصميم من خلال إتمام النموذج الهيدروليكي للمشروع. تطبق معايير الضغط التالية على سيناريوهات النمذجة أثناء التصميم:
 - متوسط الطلب اليومي - يكون الحد الأدنى لضغط النظام 3.5 بار
 - الطلب في يوم الذروة - يكون الحد الأدنى لضغط النظام 2.5 بار
 - الطلب في ساعة الذروة - يكون الحد الأدنى لضغط النظام 1.5 بار
 - ذروة الطلب اليومي + كمية المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق = يكون الحد الأدنى لضغط النظام 1.5 بار وكون الحد الأدنى من الضغط المتبقي عند صنوبر الماء المتدفق هو 1.5 بار.
 - يكون الحد الأدنى لضغط النظام المطلوب في أي نقطة داخل نظام التوزيع هو 1.5 بار، بعد احتساب كمية المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق والطلب في يوم الذروة،
 - يحدد كود البناء السعودي حداً أدنى للضغط يبلغ 1 بار للتركيبات الثابتة المزودة بمحابس تدفق داخل المباني. ينسق المهندس المدني مع مهندس ميكانيكا المباني التابعان للاستشاري المعماري / الهندسي الحد الأدنى من ضغط التوصيل أثناء عملية التصميم.
- الحد الأقصى للضغط - يُقيم الضغط الأقصى في نظام التوزيع بالمقارنة مع تقييمات الضغط التصميمي للأنابيب والمكونات لسيناريوهات التشغيل والأحداث المفاجئة، وقد يكون من الضروري تقسيم منطقة خدمة التوزيع إلى مناطق متعددة.
- يجري تحليل للأحداث المفاجئة والنمذجة الهيدروليكية أولاً، قبل تصميم نظام السيطرة على الأحداث المفاجئة والذي سيكون متوافقاً مع نتائج تحليل الأحداث المفاجئة.
 - أقصى شروط التصميم للمضخات والأنابيب



إرشادات تصميم المرافق

- أسوأ سيناريو لتدفق إمدادات المياه
- الضغط الإيجابي (الحد الأعلى): يُتأكد من عدم تجاوز الضغوط المفاجئة الإيجابية ضغط تصميم خط الأنابيب
- الضغط السلبي (الحد الأدنى): يُتأكد من عدم تجاوز ضغوط التدفق السالب 5 م من الفراغ (-5 م)
- التلوث أثناء حالات الضغط السلبي والتسرب أثناء الضغوط المفرطة
- توصيات الشركات المصنعة للأنابيب
- توقف شبكة الإمداد بالمياه خلال فترات صيانة الأنابيب
- تجويف المضخة وتلف بطانة الأنابيب

2.8.3 خطوط المياه (أنابيب المياه)

- العمليات التشغيلية الاعتيادية تكون سرعات خط المياه أقل من 1.5 م/ث في جميع سيناريوهات التشغيل الاعتيادية.
- يوم الذروة + المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق - تكون سرعات خط المياه أقل من 2.5 متر/ثانية بالنسبة لسيناريوهات تخزين المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق.
- بالنسبة للأنظمة التي لا تحتوي على التخزين المرتفع، يجب مراعاة أبطأ السرعات القصوى لتقليل القوة الحصانية المطلوبة للضخ.

2.8.4 التخزين

- يتطلب تخزين مياه شبكة التوزيع على المستوى الأرضي كمية مياه تساوي يومين من متوسط الطلب اليومي + المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق.
- يلزم وجود خزان واحد مرتفع لتوفير الضغط لكل منطقة / قطاع في نظام المياه.
- تساوي سعة التخزين المرتفع كمية المياه المطلوبة لإطفاء الحرائق بالإضافة لكمية متوسط الطلب اليومي

2.9 أنابيب ومحابس شبكة توزيع المياه

2.9.1 خطوط أنابيب توزيع المياه

2.9.1.1 متطلبات التصميم العام

- تكون الأنابيب والوصلات والتركيبات والمحابس وصنابير الحريق متوافقة مع الأقسام المعمول بها من معايير المعهد الوطني الأمريكي للمعايير / الجمعية الأمريكية لأعمال المياه، ويجب أن تكون جميع المواد التي قد تلامس مياه الشرب معتمدة من المعهد الوطني الأمريكي للمعايير على أنها تلبى متطلبات المعيار 61 لمؤسسة الصحة العامة.
- يتم التقليل من النهايات المسدودة عن طريق إنشاء وصلات مناسبة كلما أمكن ذلك لزيادة موثوقية الخدمة وتقليل فاقد الاحتكاك لأقصى قدر ممكن.
- جميع النهايات المسدودة يجب أن يكون لها صنوبر حريق.
- تُستخدم صنابير الحرائق في تسليك أنابيب المياه.
- تُراعى خصائص التربة وعمق منسوب المياه الجوفية للمناطق التي ستمر من خلالها خطوط المياه الرئيسية. كما ينظر مهندس التصميم في المواد التي يتعين استخدامها عند مواجهة التربة أو المياه المسببة للتآكل (مثل التربة الساحلية شديدة الملوحة والتسبب في التآكل، ومن الضروري إجراء دراسة شاملة للظروف قبل بدء التصميم).
- تكون جميع أنابيب المياه في حجم مناسب لتلبية احتياجات التدفق والحفاظ على الحد الأدنى من الضغط.
- تكون جميع المكونات، مثل المحابس والتركيبات، ذات تصنيف ضغط يساوي أو يزيد عن التصنيف اللازم لضغط خط أنابيب المياه.
- يكون الحد الأدنى لقطر خط أنابيب المياه الرئيسية المراد تركيبه 200 ملم. يكون الحد الأدنى لقطر خط أنابيب المياه المتفرعة لصنابير الحرائق 150 ملم.
- الحد الأدنى لانحدار خط الأنابيب 0.10% الحد الأقصى لانحدار خط الأنابيب هو 10%، ما لم يتطلب المشروع غير ذلك ويُتفق عليه.
- لا يُسمح بالانحناء الطولي لأنابيب الكلوريد متعدد الفينيل.
- يقتصر الانحناء الطولي لأنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة على 80% من توصيات التركيب للشركة المصنعة.
- يقتصر الانحناء الطولي لأنابيب الكلوريد متعدد الفينيل على 80% من توصيات التركيب للشركة المصنعة.
- موقع خط أنابيب المياه:
 - عمودياً: الحد الأدنى لعمق الدفن هو 1.0 متر، ويقاس من أدنى تدرج الأنبوب إلى قمته. الحد الأقصى لعمق الدفن هو 2.0 متر
 - أفقياً: وراء حافة الرصيف أو الحاجز الخلفي من الرصيف بمسافة 2.0 متر، ما لم تتم الموافقة على خلاف ذلك.
- القرب من المرافق الأخرى:
 - غير مسموح باستخدام خنادق المرافق المشتركة (المجمعة).



إرشادات تصميم المرافق

- تُركب خطوط مياه الشرب على مسافة لا تقل عن 3.0 متر أفقيًا (من الحد الخارجي لكل من الخطين) و500 مم عمودياً فوق أي خط مياه غير صالح للشرب (مستصلح) أو خط صرف صحي أو خط تصريف مياه الأمطار.
- تُركب خطوط مياه الشرب على مسافة لا تقل عن 1.0 متر أفقيًا من أنابيب مياه الشرب الأخرى أو أنابيب الغاز أو غيرها من المرافق الجافة.
- تخصصات عملية نقل المياه
- تبدأ التخصصات المدنية من مسافة 1.5 مترًا من حافة المبنى وتبتعد عنه.
- تبدأ التخصصات الميكانيكية من مسافة 1.5 مترًا من حافة المبنى وتتجه داخله.
- الخامات المقبولة للأنابيب
 - أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة
 - أحجام 160 مم إلى 1400 مم:
 - أنابيب الكلوريد متعدد الفينيل
 - أحجام 150 مم إلى 300 مم:
 - أحجام 350 مم إلى 900 مم:
 - أنابيب البلاستيك المقواة بالألياف الزجاجية
 - أحجام 150 مم إلى 1200 مم:

2.9.2 محابس العزل

2.9.2.1 متطلبات التصميم العام

- مواقع الصمامات: يتم توفير عدد كافٍ من محابس العزل على خطوط أنابيب المياه لتقليل الإزعاج والمخاطر الصحية وللحماية من التلوثات المتسببة من الحرائق أثناء الصيانة والإصلاح. تُركب المحابس إجمالاً على النحو التالي، ما لم يُتفق على خلاف ذلك:
 - على مسافات لعزل ما لا يزيد عن صنبورين في جميع الأوقات.
 - في المناطق السكنية لعزل 30 خدمة بحد أقصى.
 - يلزم وجود خمسة محابس كحد أقصى لعزل أي مكان.
 - يلزم وجود 3 محابس عزل على جميع جوانب الوصلات ذات الشكل T، كما يلزم وجود 4 محابس على المشتريات.
 - يكون الحد الأقصى للمسافة بين محابس العزل للأنابيب المستقيمة في المناطق التجارية والصناعية 200 م.
 - يكون الحد الأقصى للمسافة بين محابس العزل للأنابيب المستقيمة في المناطق الأخرى 200 م.
 - يتم توفير محبس مجاور مباشرة إلى خط المياه الرئيسي لجميع الخطوط الفرعية التي يتعدى قطرها 50 ملم، ولجميع الخطوط الفرعية لصنابير الحرائق.
- تركيب صناديق المحابس على جميع محابس العزل المدفونة. تتركب تمديدات ساق المحبس في حدود 500 مم من القاعدة الأرضية حيث تتجاوز المسافة من أعلى صندوق المحبس إلى أعلى صامولة التشغيل 1500 مم.
- تكون صناديق المحابس والأغطية من الحديد الزهر، مقسمة إلى ثلاثة أقسام، وتكون البراغي من النوع القابل للتعديل، مصممة لأحمال مرور الطرق السريعة.

2.9.2.2 أنواع المحابس المقبولة

- المحابس البوابية
 - تتراوح مقاسات المحبس من 150 مم إلى 400 مم
- محابس الفراشة
 - تتراوح مقاسات المحبس من 450 مم إلى 1400 مم

2.9.3 محابس الهواء

2.9.3.1 متطلبات التصميم العام

- تُحدد موقع محابس الهواء وحجمها وفقاً لمتطلبات الشركة المصنعة للمحابس و الجمعية الأمريكية لأعمال المياه.
- تستخدم ثلاثة أنواع من محابس الهواء حسب الاقتضاء:
 - محابس تنفيس الهواء
 - محابس إدخال الهواء
 - محبس هواء مركب: محبس هواء مركب (يجمع بين وظائف محبس تصريف الهواء ومحبس إدخال الهواء)
- يلزم وجود الأنواع التالية من محابس الهواء في النقاط التالية على طول خط أنابيب المياه (إخراج الهواء وإدخاله ولمنع حالات التفريغ والارتفاعات المفاجئة في ضغط الهواء):
 - في أعلى نقطة في الخط: محبس هواء مركب



إرشادات تصميم المرافق

- الإمدادات على مسافة أفقية طويلة: محابس تنفيس هواء أو محابس هواء مركب على مسافات لا تتجاوز 1000 متر بحد أقصى.
- منحدر طويل: محابس هواء مركب على مسافات لا تتجاوز 600 متر بحد أقصى.
- مرتفع طويل: محابس إدخال الهواء على مسافات لا تتجاوز 600 متر بحد أقصى.
- انخفاض في مرتفع صاعد: محابس إدخال الهواء.
- ارتفاع في منخفض هابط: محبس هواء مركب.
- تكون تدرجات خط الأنابيب سلسلة ومستقرة، ويقتصر العدد المطلوب من محابس الهواء محدودة على الحد العملي. تُوضع ملاحظات بالتغييرات في تدرجات خطوط الأنابيب على رسومات البناء.
- لا تتطلب النقاط المرتفعة وتغييرات التدرج التي تقل عن نصف قطر خط الأنابيب عادةً محبس هواء، لأن تدفق المياه يجب أن يدفع الهواء المتراكم في اتجاه مجرى التيار.
- تحديد الحجم
 - يكون تحجيم محابس الهواء خاصًا بالمشروع ووفقًا لمتطلبات وتوصيات الجمعية الأمريكية لأعمال المياه والشركة المصنعة للمحابس.
 - يكون تحجيم محابس إدخال الهواء ومحبس الهواء المركب عمومًا عُشر قطر خط الأنابيب.
 - يختلف تحجيم محبس تنفيس الهواء تبعًا لاحتمال وجود هواء في مصدر الماء. تكون وصلة مدخل محبس تنفيس الهواء بنفس حجم المحبس كحد أدنى.
 - يكون للمحابس مقاس 76 مم وأصغر مداخل ومخارج ملولبة. يكون للصمامات التي يزيد حجمها عن 76 مم مدخل ذو حواف.
- يمتد الطرف المفتوح لأنبوب تنفيس الهواء من محبس الهواء إلى 0.5 متر على الأقل فوق درجة الأنبوب ويتم تزويده بكوع لأسفل يتم غربلته باستخدام شبكة من الفولاذ المقاوم للصدأ مقاس 1.4 مم. يكون قطر أنبوب تنفيس الهواء هو نفس قطر محبس الهواء الذي يتم تنفيسه.
- يمكن تمديد الطرف المفتوح للأنبوب إلى 0.5 متر بالتناوب فوق الجزء العلوي من الأنبوب إذا كانت فتحة محبس الهواء غير معرضة للفيضان ومزودة بتصرف في الهواء الطلق. لا تُوصل محابس الهواء مباشرة بأي نظام صرف صحي.
- ربط محابس الهواء بمحابس خط المياه الرئيسي
 - الوصلات من النوع الملفوف يتم لف جسم الوصلة حول الخط الرئيسي 360 درجة بحد أدنى.
 - لخطوط أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة الرئيسية: تستخدم وصلة مجهزة بملف تسخين معدني
 - لخطوط أنابيب الكلوريد متعدد الفينيل الرئيسية: تُستخدم وصلة الحزام الفولاذي المزدوج المقاوم للصدأ
 - تكون جميع المكونات مقاومة للتآكل

2.9.4 مثبتات الوصلات

2.9.4.1 متطلبات التصميم العام

- تستخدم مثبتات الوصلات عند المنحنيات والتركيبات
- خطوط أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة:
 - تكون جميع الانحناءات والتركيبات ملحومة بطريقة اللحام المتقابل أو مشفهة باستخدام مهائنات الشفاه المسننة.
- خطوط أنابيب الكلوريد متعدد الفينيل:
 - يجب أن يكون مثبت الوصلة عبارة عن وصلة ميكانيكية لتثبيت أنابيب الكلوريد متعدد الفينيل وفقًا للمواصفة 1674F للجمعية الأمريكية للاختبار والمواد.
 - لا يسمح بالوصلات المذابة ميدانيًا.
 - تركيب كتل دعم خرسانية في جميع الانحناءات والتركيبات، بالإضافة إلى مثبتات الوصلات الميكانيكية.
- البلاستيك المقوى بالزجاج:
 - يجب تثبيت كل المنحنيات والتركيبات ميكانيكيًا بأحد الخيارات التالية:
 - كتل دعم خرسانية
 - وصلات مثبتة

2.9.5 منحنيات وتركيبات

2.9.5.1 متطلبات التصميم العام

- لخطوط أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة:
 - بولي إيثيلين عالي الكثافة مصبوب بالحقن أو بولي إيثيلين عالي الكثافة مُشكّل (تركيب محدد).
 - اللحام المتقابل، اللحام بالوصلة المنصهرة، أو بمهائنات الشفاه المسننة.
 - غير مسموح باستخدام وصلات الصهر الكهربائي.
- لخطوط الكلوريد متعدد الفينيل:



○ وصلات حديد الزهر المرن الميكانيكية

- تكون جميع المكونات المكشوفة محمية من التآكل

2.9.6 صنادير الحرائق

2.9.6.1 اشتراطات مواقع الصنادير

- تدرج مواقع صنادير الحرائق في مخططات المواقع المدنية.
- تكون مسافات ومواقع الصنادير متوافقة مع كود البناء السعودي SBC 801. لا تزيد المسافة القصوى بين صنادير المياه عن 150 م في المناطق السكنية و 100 م في المناطق التجارية / الصناعية.
- تكون صنادير إطفاء الحرائق ملحقة بالمباني بحيث يمكن لعربات الإطفاء تحديد مواقع الصنادير وتوصيلها بالفوهات بسهولة.
- لا تُعطى صنادير مياه الحرائق داخل المناظر الطبيعية أو خلفها.
- تكون المياه على بعد 15 متراً على الأقل من المبنى أو المنشأة.
- لا تكون المياه على بعد أكثر من 10 أمتار من حافة الرصيف أو الطريق.
- يُركب صنوبر إطفاء إضافي لأي جزء من المبنى يمتد لمسافة تزيد عن 100 متر عن الطريق لأقرب صنوبر إطفاء.
- يُحدد عدد صنادير إطفاء الحرائق على متوسط تباعد 100 متر محسوب على خط وهمي مواز ولا يقل عن 15 متراً من البناية. تكون جميع الصنادير في متناول شاحنات الإطفاء على الطرق القادرة على دعم أجهزة الإطفاء هذه.

2.9.6.2 متطلبات التصميم العام

- تكون الصنادير من نوع ويت باريل.
- تكون صنادير الحرائق ذات محبس سفلي لا يقل حجمه عن 125 مم، مع فوهة مضخة واحدة وفتحتين للخرطوم.
- تتاح وصلة سيامية واحدة لكل 100 متر من جدار المبنى الخارجي أو جزء منه مواجه لكل شارع أو ساحة عامة.
- تحط ثلاثة أعمدة من الصلب جميع صنادير الحريق غير المحمية برصيف وفي جميع المناطق الصناعية سواء كان هناك رصيف أم لا.
- لا يقل قطر الأنبوب الفرعي الذي يربط بين خط الأنابيب والصنوبر عن 150 مم والحد الأقصى للطول الفرعي 50 م.
 - يزداد قطر الأنبوب الفرعي كلما طالت مسافة الأنبوب.
- يركب محبس عزل على جميع جوانب الصنادير المجاورة للمحبس الرئيسي.
- لا يُسمح بتوصيلات خدمة المياه أو خدمة إطفاء الحرائق على الأنابيب الجانبية لصنادير إطفاء الحرائق.
- تُثبت جميع الوصلات والتركيبات بين الخط الرئيسي والصنوبر.

2.9.7 عدادات التدفق والخدمات

2.9.7.1 متطلبات التصميم العام

- خطوط الخدمات:
 - تُصنع جميع خطوط خدمة المياه بقطر 100 مم وأصغر من أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة.
 - تكون أنابيب البولي إيثيلين زرقاء اللون ولها عوامل ثبات للون الأشعة فوق البنفسجية بحيث لا يتأثر لون الأنبوب ولا مرونته لمدة لا تقل عن أربع سنوات.
 - تُركب وصلات الخدمة وخطوط أنابيبها بزاوية 90 درجة من خط الأنابيب الرئيسي.
 - يكون لكل مبنى منفصل مزود بالمياه وصلته وخدماته وعداداته الخاصين به.
- تركيبات خطوط الخدمات مثل فواصل التوقف، محابس قطع، السروج
 - تكون جميع فواصل التوقف ذات منفذ كامل ولها مسار مرور تدفق يعادل منطقة تدفق منفذ التركيب.
 - تكون وصلة المدخل مدببة ولولبية متوافقة مع توصيات الجمعية الأمريكية لأعمال المياه. وتكون وصلة المنفذ منفذاً مشتركاً لأنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة.
 - تكون فواصل التوقف عند الرصيف من الصمامات الكروية، ذات المسار الدائري، وجناح القفل المصبوب على جسم الفاصل ومشارك التشغيل لغلط الفاصل في الوضع المغلق. تتصل فواصل التوقف عند الرصيف بأنابيب الخدمة من نوع البولي إيثيلين عالي الكثافة وصلة مدخل مع وصلة ضغط وصلة مخرج لولبي لأنبوب الحديد أنثى.
 - سروج خطوط الخدمة:
 - الوصلات من النوع الملفوف يتم لف جسم الوصلة حول الخط الرئيسي 160 درجة بحد أدنى.
 - لخطوط أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة الرئيسية: تستخدم وصلة مجهزة بملف تسخين معدني
 - على خطوط الأنابيب الرئيسية من نوع الكلوريد متعدد الفينيل: تُستخدم وصلة الحزام الفولاذي المزود بالمقاوم للصدأ
 - تكون جميع المكونات مقاومة للتآكل.



إرشادات تصميم المرافق

- تحتوي جميع سروج الخدمة على سداة لولبية.

• عدادات التدفق

- يتم تثبيتها على خط العقار، في صندوق عداد من البولي إيثيلين عالي الكثافة أو الكلوريد متعدد الفينيل
- تحدد أحجام عدادات التدفق وفقاً للجمعية الأمريكية لأعمال المياه و كود السباكة الدولي
- تُركب عدادات التدفق بحجم 100 ملم أو أكبر في كشك (غرفة)

2.9.8 التحكم في الوصلات المتقاطعة

2.9.8.1 متطلبات التصميم العام

- غير مسموح بأي اتصال مادي بين مصادر المياه الصالحة للشرب وغير الصالحة للشرب بدون وجود جهاز منع التدفق العكسي المعتمد.
- يركب جهاز منع تدفق عكسي معتمد في جميع المباني التي يوجد بها رشاشات لإطفاء الحرائق. تُركب هذه الأجهزة داخل المباني في الطابق الأرضي كما هي العادة؟
- وتركب أجهزة منع التدفق العكسي في المستوى الأعلى.
- تركيب مجموعة لمنع التدفق العكسي المعتمدة (المناسبة لدرجة الخطر) على كل خط خدمة أينما وجد أحد الشروط التالية:
 - مبنى أو عقار به مصدر مياه إضافي ليس أو قد لا يكون بجودة جرثومية أو كيميائية آمنة.
 - مبنى أو عقار يتم التعامل فيه مع السوائل الصناعية أو غيرها من المواد غير المقبولة بطريقة تخلق خطراً فعلياً أو محتملاً على نظام مياه الشرب.
 - مبنى أو عقار به وصلة متقاطعة لا يمكن تصحيحها أو التحكم فيها بشكل جذري، أو تركيبات السباكة و / أو الأنابيب المعقدة، أو حيث لا يمكن الوصول بسهولة إلى جميع أجزاء المبنى لأغراض التنظيف، مما يجعل من غير العملي أو المستحيل التأكد ما إذا كانت هناك وصلات متقاطعة خطيرة أم لا.

2.9.9 سلك التتبع وشريط التحذير تحت الأرض

2.9.9.1 متطلبات التصميم العام

- سلك التتبع:
 - يُركب على جميع التركيبات الرئيسية للأنابيب غير المعدنية.
 - وتُربط الأسلاك بخط الأنابيب باستخدام شريط لاصق بعرض 50 مم كحد أدنى ، يطبق على كل جانب من جوانب الوصلات ويتكرر اللصق كل 1.5 متر.
 - تنتهي أسلاك تحديد المواقع عند كل صندوق صمامات، وعلبة توزيع، وغرفة الخزانة.
 - يتم إجراء اختبارات استمرارية على سلك التتبع المركب للتأكد من استمرارية حلقة سلك التتبع.
- شريط التحذير تحت الأرض:
 - يجب ألا يقل عرض الشريط عن 75 مم.
 - يجب ألا يقل ارتفاع الحروف عن 25 مم.
 - يتعين أن يتوافق اللون مع نظام الألوان الخاص بالجمعية الأمريكية للأشغال العامة (APWA)، وأن يكون مطبوعاً بصفة دائمة.
 - يتم تركيب الشريط على ارتفاع لا يقل عن 200 مم من الأنبوب ما لم يتم توجيهه بغير ذلك.

2.9.10 تركيبات التصريف

2.9.10.1 متطلبات التصميم العام

- تكون صمامات التصريف مطلوبة في جميع مسارات الأنابيب المسدودة الدائمة والنقاط المنخفضة الرئيسية المستقيمة، وقد تكون مطلوبة في مواقع أذرع التوصيل.
- تُستخدم صنادير إطفاء الحريق كنقاط تصريف وللشطف. يلزم سرعة لا تقل عن 0.75 م/ثانية في أنبوب المياه الرئيسي الذي يتم شطفه لتوفير عملية شطف مناسبة.
- يتعين تقديم تركيبات تصريف مؤقتة حسب الضرورة لاختبار الضغط ومستوى الكلور في أنابيب المياه الرئيسية. تتم إزالة تركيبات التصريف المؤقتة عند قبول خط المياه.
- تنتهي تركيبات التصريف والمصارف في مكان به فجوة هواء مقبولة للحماية من التدفق العكسي.
- عدم وضع أي وحدة تصريف على الطرق أو توصيلها بشكل مباشر بأي شبكة صرف صحي.



2.10 معدات الضخ الخاصة بنظام توزيع المياه

2.10.1 متطلبات عامة

- تُصمم مرافق الضخ من قِبَل استشاري معماري/ هندسي يَتَمَتَّع بخبرة محددة ذات صلة في تصميم وإنشاء مرافق الضخ.
- يتم تحديد موقع مرافق الضخ بحيث يفي موقعها المقترح بمتطلبات الحماية الصحية لجودة المياه والمكونات الهيدروليكية للنظام والحماية من انقطاع الخدمة بسبب الحريق أو الفيضانات أو أي مخاطر أخرى.
- غير مسموح بأنظمة الضخ ذات الحلقة المغلقة.
- تراعي تصميمات المرافق وتأخذ بعين الاعتبار الطلبات طويلة الأجل، بما في ذلك توفير مساحة للتوسع المستقبلي إذا لزم الأمر، ومتطلبات التشغيل والصيانة.
- تكون جميع المعدات والمكونات معتمدة من الجمعية الأمريكية لأعمال المياه (AWWA) والمؤسسة الوطنية للصرف الصحي (NSF).

2.10.2 مضخات التقوية

- تكون مضخات التقوية من النوع التوربيني الطارد المركزي أو الرأسي.
- يتم توفير مضختين على الأقل في جميع محطات الضخ المقوية لمياه الشرب. عند تعطل أي مضخة، يجب أن تكون المضخة أو المضخات المتبقية قادرة على توفير الحد الأقصى للطلب على الضخ فيما يخص النظام. في حالة تركيب مضختين أو أكثر، يجب اتخاذ تدابير للتشغيل المتناوب.
- على الاستشاري المعماري/ الهندسي تقديم شروط التشغيل ومعايير الأداء التالية والحصول على موافقة عليها أثناء التصميم الأولي:
 - معدل التصريف المطلوب للمضخات
 - الرأس الديناميكي الكلي عند معدل التصريف المطلوب
 - الحد الأدنى لضغط الشفط وصافي رأس الشفط الإيجابي المطلوبان والمتوفران (إن أمكن)
 - أقصى سرعة للضخ
 - الحد الأدنى لقوة المحرك
 - الحد الأدنى للكفاءة
 - المضخة المقترحة والمحرك المختار
- يتعين تجنب رفع الشفط إن أمكن. إذا لزم الأمر، يجب أن يقل طوله عن 4 أمتار مع مراعاة تجهيز المضخة (المضخات).
- مضخات تقوية نظام النقل
 - تعمل بشكل عام بمعدل تدفق ثابت، سرعة ضخ، وتأخذ المياه الناتجة عن الشفط من صهاريج تخزين المياه الناتجة عن الشفط من نظام النقل وتنقله إلى خط أنابيب النقل إلى صهاريج تخزين تصريفات نظام النقل. عادة ما قد تستخدم محركات المضخات هذه بادئاً ناعماً منخفض الجهد (RVSS).
 - يتمتع مرفق الضخ بالقدرة على توفير الطلب في يوم الذروة فيما يخص النظام أو الجزء المحدد من النظام الذي تتم خدمته.
 - يتم التحكم في تشغيل المضخات من خلال المستوى في صهاريج تخزين تصريفات نظام النقل، عبر محول للمستوى، مع حجم كافٍ للصهاريج بين مستوى صهريج بدء الضخ ومستوى صهريج توقف الضخ لمنع التدوير المفرط.
 - يجب أيضاً تضمين بند في آلية التحكم ينص على الحفاظ على مستوى أدنى في صهاريج تخزين تصريفات نظام النقل للمياه الناتجة عن شفط محطة المضخة لنظام التوزيع.
- محطات مضخات تقوية نظام التوزيع
 - تعمل بشكل عام بمعدل تدفق ثابت وسرعة ضخ ثابتة، وتأخذ المياه الناتجة عن الشفط من صهاريج تخزين تصريفات نظام النقل وتصرفها إلى خطوط أنابيب نظام التوزيع وصهريج تخزين مياه نظام التوزيع المرفوع. عادة ما قد تستخدم محركات المضخات هذه بادئاً حركة منخفضة الجهد (RVSS)، على الرغم من أن استخدام محركات التردد المتغير (VFD) قد يكون مفضلاً في بعض الحالات لتلبية المتطلبات الخاصة بالطلب.
 - يتم توفير السعة بحيث يكون مرفق الضخ قادراً على توفير الطلب في يوم الذروة فيما يخص النظام أو الجزء المحدد من النظام الذي تتم خدمته.
 - يتم التحكم في تشغيل المضخات من خلال المستوى في صهريج تخزين مياه نظام التوزيع المرفوع (عبر محول للمستوى)، مع حجم كافٍ بين مستوى صهريج بدء الضخ ومستوى صهريج توقف الضخ لمنع التدوير المفرط.
 - يجب أيضاً تضمين بند في منطق التحكم للحفاظ على مستوى أدنى في صهاريج التخزين الخاصة بنظام النقل للمياه الناتجة عن شفط محطة الضخ.

2.10.3 المتطلبات الميكانيكية

- تُصمم أنابيب محطة الضخ بحيث يكون لكل مضخة خط شفط فردي، أو أن تكون الخطوط متشعبة بحيث تضمن ظروف هيدروليكية وتشغيلية متشابهة.
- تكون الأنابيب عبارة عن أنابيب ملحومة من الصلب مبطنه ومغطاة بالإيبوكسي مع وصلات ذات حواف.



إرشادات تصميم المرافق

- يكون لدى جميع مرافق الضخ تحكم كافٍ في الزيادة المفاجئة مع صمامات لتوقع الزيادة المفاجئة و/ أو صهاريج للزيادة المفاجئة لحماية الأنابيب والمعدات الأخرى. يتم إبقاء تقلبات الضغط ضمن 15 بالمائة من معدلات ضغط التشغيل العادية أثناء بدء الضخ وتوقفه. يتعين أيضاً إجراء ترتيبات مناسبة للزيادات المفاجئة في الضغط الناتجة عن حالات انقطاع التيار الكهربائي.
- يتم تزويد جميع مرافق الضخ بصمام (صمامات) تنفيس الضغط.
- يتم تزويد محركات المضخات الأكبر من 15 كيلو وات بصمام تحكم في مضخة التقوية عند تصريف المضخة.
- يتم تزويد خط تصريف المضخة بمقياس تدفق مغناطيسي يشير إلى حجم التدفق الكلي (لتر) ومعدل التدفق (لتر/ دقيقة) مع خرج في حدود 4 إلى 20 ملي أمبير.
- تركيب صمام تفريغ هواء عند مصب تصريف المضخة بشكل مباشر.
- تركيب مقياس ضغط ومحول ضغط (بخرج في حدود 4 إلى 20 ملي أمبير) ومفتاح ضغط عند مصب صمام تفريغ الهواء وصمام التحكم في الضخ (إن وجد).
- تضمين خط جانبي في محطة الضخ للسماح بتوصيل مضخات الطوارئ.
- توفير صمامات عزل كافية التي عادةً ما تكون صمامات فراشة وصلات فك مقيدة.
- وضع بطاقة/ علامة على المعدات حتى تتوافق مع سجل الصيانة ولتعريفها بشكل مناسب.
- توفير مساحة خالية كافية حول جميع الأنابيب والمعدات تسمح بالوصول والصيانة والإزالة والاستبدال. ترك ما لا يقل عن 0.75 متر بين جميع المواسير والمعدات وجميع العوائق.

2.10.4 المعالجة بالكلور

- تكون جميع مرافق الضخ مجهزة بنظام جرعات الكلور باستخدام أسطوانات غاز الكلور، وأن تقع في غرفة منفصلة بها شفاط عواد ومعزولة عن بقية مرفق الضخ. يتوافق تصميم الغرفة مع المتطلبات المعمول بها لكود البناء الدولي (IBC) وكود السباكة الدولي (IPC).
- يمكن أيضاً استخدام مولدات هيبوكلوريت مع مضخة جرعات.
- يتعين أن يكون الحد الأدنى لتخزين الكلور في الموقع سبعة أيام.
- تكون جميع مكونات النظام متوافقة مع توصيات الشركة الصانعة لضمان التشغيل الفعال لنظام المعالجة بالكلور.
- يتعين توفير أجهزة لتحليل الكلور وصنابير عينات عند منبع ومصب نقطة الحقن.
- كذلك يتعين توفير وحدة طوارئ لغسل العيون ومرشة استحمام ولافتات مناسبة.

2.10.5 المبنى

- يتم وضع جميع مضخات التقوية، والمعدات الميكانيكية، ومرافق المعالجة بالكلور، ومعدات التحكم، والمعدات الكهربائية ومعدات القياس في مكان مغلق داخل مبنى.
- يتم تجهيز جميع محطات مضخات التقوية بمفتاح تحويل يدوي وترتيبات لتوصيل مولد لتشغيل محطة الضخ في حالة انقطاع التيار الكهربائي لفترة طويلة.
- تكون ارتفاعات أرضية محطات الضخ النهائية على ارتفاع 1.0 متر كحد أدنى من الارتفاع الخاص بفيضان المائة عام أو أن تتم حمايتها عند مثل هذا الارتفاع؛ وأن تكون متدرجة في أنحاء المحطة لإبعاد تصريف السطح عن المحطة. ألا يقل ارتفاع الأرضية النهائية لمحطة الضخ عن 150 مم أعلى الطبقة النهائية.
- يتعين إجراء ترتيبات مناسبة لإزالة واستبدال المحرك وعمود التفريغ والمضخة والمعدات الأخرى. تشمل الترتيبات فتحات سقف أو معابر للرافعات أو عوارض رفع أو مسامير ذات العروة أو غيرها من الوسائل المقبولة.
- يكون نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء المناسب مطلوباً. الحفاظ على درجات الحرارة الداخلية عند درجة لا تزيد عن 45 درجة مئوية.
- توفير طاقة طوارئ/ احتياطية لجميع مرافق الضخ الحيوية (خدمات الحفاظ على الحياة).
- توفير مصارف أرضية، ما عدا في غرفة الكلور. ويتعين أن تكون أرضية المبنى منحدرتة تجاه المصارف.
- تكون جميع مرافق الضخ مسورة بسياج يبلغ ارتفاعه 2.0 متر على الأقل. توفر إمكانية الوصول إلى الموقع وحجمه وتخطيطه مساحة كافية لصيانة المرفق، بما في ذلك إزالة المضخات؛ بما يتضمن مساحة كافية لإزالة واستبدال جميع المعدات الميكانيكية والكهربائية.

2.11 صهاريج تخزين المياه

2.11.1 متطلبات عامة

2.11.1.1 صهاريج تخزين المياه السطحية الأرضية

- يتوافق تصميم صهاريج تخزين المياه مع المعايير والأدلة التالية للجمعية الأمريكية لأعمال المياه:
 - صهاريج كربونية من الصلب ملحومة لتخزين المياه، معيار 11-100D للجمعية الأمريكية لأعمال المياه
 - صهاريج تخزين مياه من الصلب، الدليل 42M للجمعية الأمريكية لأعمال المياه



إرشادات تصميم المرافق

- صهاريج كربونية من الصلب مغلقة بالمصنع لتخزين المياه، معيار 09-103D للجمعية الأمريكية لأعمال المياه
- صهاريج مياه دائرية من الخرسانة المسلحة ملفوفة بأسلاك وجداول، معيار 13-110D للجمعية الأمريكية لأعمال المياه
- صهاريج من الخرسانة المسلحة مزودة بأوتار، معيار 17-115D للجمعية الأمريكية لأعمال المياه

2.11.1.2 صهاريج تخزين المياه المرفوعة

- صهاريج مركبة مرفوعة لتخزين المياه، معيار 16-107D للجمعية الأمريكية لأعمال المياه
 - توفر المواد والتصاميم المستخدمة في الهياكل النهائية لتخزين المياه الاستقرار والمتانة بالإضافة إلى حماية جودة المياه المخزنة. تتبع الهياكل الفولاذية المعايير الحالية للجمعية الأمريكية لأعمال المياه فيما يتعلق بالصهاريج الفولاذية والمواسير الرأسية، والخزانات والصهاريج المرفوعة أينما كانت قابلة للتطبيق.
 - يكون أدنى ارتفاع لأرضية الخزانات على مستوى الأرض على ارتفاع 0.5 متر على الأقل من الطبقة المحيطة، وعلى ارتفاع 1.0 متر فوق الارتفاع الخاص بفيضان المنة عام، وعلى ارتفاع 2 متر على الأقل فوق منسوب المياه الجوفية.
 - يتم إعداد فحص جيوتقني وتصميم للأساسات فيما يخص جميع مواقع الصهاريج.
 - إبقاء المجاري والمصارف والمياه الراكة ومصادر التلوث المحتمل المماثلة على بعد 15 مترًا على الأقل من الخزان.
 - يكون لجميع هياكل تخزين المياه النهائية أسقف مناسبة مانعة لتسرب الماء تقوم بإبعاد الطيور والحيوانات والحشرات والغبار. يتم تركيب الملحقات، مثل الهوائي، بطريقة تضمن عدم إتلاف الصهريج أو طبقات الطلاء أو جودة المياه.
 - توفير أسيجة وأقفال على علب التوزيع وغيرها من الاحتياطات اللازمة لمنع التعدي على الممتلكات وتخريبها والتلاعب بها.

2.11.2 تحديد الحجم

- تكون سعة مرافق التخزين كافية، على النحو المحدد أثناء التصميم الأولي، لتلبية الطلبات المحلية؛ ولتلبية الطلبات على مياه إطفاء الحرائق حيث يتم توفير حماية من الحرائق.
 - يتعين إرساء المتطلبات الخاصة بالتخزين ومياه إطفاء الحرائق باستخدام كود البناء السعودي SBC 801.
 - يجب تجنب السعة التخزينية الزائدة لمنع المشاكل المحتملة لتدهور جودة المياه.
 - سعة صهريج (صهاريج) نظام النقل على مستوى الأرض: خمسة أيام من متوسط الطلب اليومي.
 - سعة صهريج (صهاريج) التخزين على مستوى الأرض لنظام التوزيع على مستوى المحافظة: يومين من متوسط الطلب اليومي ومخزون مياه إطفاء الحرائق.
 - صهريج (صهاريج) التخزين المرفوعة لنظام التوزيع على مستوى المحافظة: يوم واحد من متوسط الطلب اليومي ومخزون مياه إطفاء الحرائق.

2.11.3 الأنابيب

- المدخل: يكون مطلوبًا خط إمداد مخصص من محطة مضخة تقوية نظام التوزيع إلى صهريج (صهاريج) التخزين المرفوعة نظام التوزيع على مستوى المحافظة.
- المخرج: يجب وضع أنبوب (أنابيب) التصريف من هياكل تخزين المياه بطريقة تمنع تدفق الرواسب إلى النظام. توفير سدادات طمي قابلة للإزالة.
- الفائض: يجب تزويد جميع هياكل تخزين المياه بفائض يتم خفضه إلى ارتفاع 0.5 متر فوق سطح الأرض، ويُصَرَّف فوق هيكل مدخل صرف أو لوحة الرش. لا يجوز توصيل أي فائض بشكل مباشر بالمجاري أو بمصرف مياه الأمطار. تُوضع جميع أنابيب الفائض في مكان يمكن من خلاله رؤية أي تصريف.
 - عند استخدام أنبوب فائض داخلي في الصهاريج المرفوعة، يجب وضعه في أنبوب الوصول. للمسايط العمودية بالأنواع الأخرى من مرافق التخزين، يجب وضع أنبوب الفائض على السطح الخارجي للهيكلي.
 - تكون فتحة أنبوب الفائض لأسفل وأن توضع عليها حاجز غير قابل للتآكل من الفولاذ المقاوم للصدأ بقطر 5 مم و 2 مم. يتم تركيب الحاجز داخل أنبوب الفائض في موضع أقل عرضة للتلف الناتج عن التخريب.
 - يكون أنبوب الفائض بقطر كافٍ للسماح بصرف المياه الزائدة عن معدل التعبئة.
- المصارف: يسمح التصميم بتصريف مرفق التخزين للتنظيف أو الصيانة دون التسبب في فقدان الضغط في نظام النقل و/ أو التوزيع. يجب ألا يتصل أي مصرف على هيكل لتخزين المياه بالمجاري أو بمصرف مياه الأمطار بشكل مباشر.
- أخذ العينات: يجب توفير صنوبر (صنابير) أخذ العينات ذات الأنف الأملس في سرداب صمام الصهريج لتسهيل جمع عينات المياه للتحليل البكتيري والكيميائي. يكون من السهل الوصول إلى صنوبر (صنابير) العينات.

2.11.4 فترة تخزين المياه

- تُصمم خزان المياه النهائي بمشعب إدخال للخلط والتوزيع لتسهيل دوران المياه في خزان المياه النهائي لتقليل الركود و/ أو فترة تخزين المياه.
- يتعين فصل أنابيب الإدخال والإخراج لتعزيز عملية الخلط. قد يؤدي ضعف دوران المياه وحجزها لفترات طويلة إلى فقدان المطهرات المتبقية، ونمو الميكروبات، وتكون منتجات ثانوية للمطهرات، ونشوء مشكلات تتعلق بالمذاق والرائحة، ومشكلات أخرى تتعلق بجودة المياه.



إرشادات تصميم المرافق

- يقدم مهندس تصميم الصهريج نموذجًا لديناميكا الموائع الحسابية (CFD) لتحديد موقعي مدخل ومخرج نظام الخلط الخاص بالصهريج.

2.11.5 الوصول

- تُصمم هياكل التخزين بما يتيح إمكانية وصول مناسبة بشكل معقول إلى الجزء الداخلي للتنظيف والصيانة. يتم توفير فتحتي وصول أو ممري نفاذ على الأقل فوق خط المياه العالي لكل حجرة صهريج.
- الخزانات المرفوعة أو الهياكل بالسقف المقبب
 - تأطير فتحة وصول واحدة أو ممر نفاذ واحد عند ارتفاع 100 مم بحد أدنى فوق سطح السقف عند الفتحة. يكون المنفذ مزودًا بغطاء صلب مانع لتسرب المياه يتداخل مع الفتحة المؤطرة ويمتد لأسفل حول الإطار بمقدار 50 مم على الأقل ("غطاء على نمط صندوق الأحذية")، وأن يكون مفصليًا عند جانب واحد، ومزود بأداة قفل.
 - تكون جميع الممرات أو منافذ الوصول الأخرى مانعة لتسرب المياه باستخدام وسائل مثبتة بمسامير وحشيات، أو يجب أن تفي بالمتطلبات المذكورة أعلاه.
- الهياكل على مستوى الأرض أو ذات السقف المسطح
 - تكون كل فتحة وصول أو ممر نفاذ على ارتفاع لا يقل عن 0.75 متر فوق قمة الصهريج أو الغطاء، أيهما أعلى.
 - يتعين أن تكون المداخل مزودة بغطاء صلب مانع لتسرب المياه يتداخل مع الفتحة المؤطرة ويمتد لأسفل حول الإطار بمقدار 50 مم على الأقل، مع ارتفاع الإطار 100 مم كحد أدنى ("غطاء على نمط صندوق الأحذية"). يكون كل غطاء مفصليًا من جانب واحد وأن يكون به أداة قفل.

2.11.6 فتحات التهوية

- تُزود هياكل تخزين المياه النهائية بفتحات تهوية. لا يعتبر أنبوب الفاض فتحة تهوية. لا يجوز إنشاء بنية مفتوحة بين الجدار الجانبي والسقف. فتحات التهوية:
 - توفير ما لا يقل عن اثنين لكل حجرة صهريج.
 - منع دخول المياه السطحية ومياه الأمطار.
 - إبعاد الطيور والحيوانات؛ ويجب إبعاد الحشرات والغبار، بقدر الممكن مع جعل هذه الوظيفة متوافقة مع توفير فتحات تهوية فعالة.
 - تكون فتحة التهوية، بالهياكل على مستوى الأرض، لأسفل وعلى ارتفاع لا يقل عن 0.75 متر فوق السقف وأن تكون مغطاة بحواجز شبكية من الصلب غير القابل للصدأ بقطر 5 مم و2 مم. يتم تركيب الحاجز داخل الأنبوب في موضع أقل عرضة للتخريب.
 - تكون فتحة التهوية، بالصهاريج المرفوعة والأنابيب الرأسية، لأسفل وأن تكون مزودة بحواجز بقطر 4.76 مم و1.410 مم أو الحاجز الشبكي الأكثر رقة المتوفر.

2.11.7 السقف والجدار الجانبي

- تكون الأسقف والجدران الجانبية لجميع هياكل تخزين المياه مانعة لتسرب المياه بدون فتحات باستثناء الفتحات أو ممرات النفاذ، أو أنابيب الفاض، أو الرفاعات، أو المصارف، أو ركائز المضخات، أو منافذ التحكم، أو أنابيب التدفق الداخل والتدفق الخارج المشيدة بشكل صحيح. إيلاء اهتمام خاص لتجهيز هياكل الأسقف، التي تُعد جزءًا لا يتجزأ من جسم الصهريج، بمواد مانعة للتسرب.
 - تكون أي أنابيب تمر عبر السقف أو الجدار الجانبي لهيكل تخزين معدني ملحومة أو مزودة بحشيات ملائمة.
 - تأطير الفتحات الموجودة في سقف هيكل التخزين المصمم لاستيعاب أجهزة التحكم أو أعمدة المضخات وتغطيتها بوسائل واقية إضافية مناسبة لمنع التلوث من الصرف السطحي أو الأرضي.
 - تزويد سقف هيكل الخزان بمصرف ملائم جيدًا. يجب ألا تدخل أنابيب مزارب الصرف الخزان أو تمر عبره. لا يُسمح بالحواجز أو البنى المشابهة التي تميل إلى بحجز المياه على السطح.

2.11.8 الأمان

- مراعاة السلامة في تصميم هيكل تخزين المياه. يتوافق التصميم مع القوانين واللوائح ذات الصلة بالمنطقة التي يتم إنشاء هيكل تخزين المياه فيها.
 - يتعين توفير سلاسل وقضبان للسلام ودرابزين على الشرفات وفتحات دخول موضوعة في أماكن آمنة حيثما ينطبق ذلك.
 - تزويد الصهاريج المرفوعة ذات الأنابيب الصاعدة التي يزيد قطرها عن 200 مم بقضبان واقية فوق الفتحات الصاعدة داخل الصهريج.
 - يتم توفير درابزين أو مقابض على الصهاريج المرفوعة حيث يتعين أن ينتقل الأشخاص من أنبوب الوصول إلى حجرة المياه.
 - مراعاة متطلبات دخول الأماكن الضيقة.

2.11.9 الطلاء و/أو الحماية الكاثودية

- توفير حماية مناسبة للأسطح المعدنية بوسائل الحماية الكاثودية والدهانات أو الطلاءات الواقية الأخرى أو كليهما.



إرشادات تصميم المرافق

- تستوفي أنظمة الطلاء معيار 61 للمؤسسة الوطنية للصرف الصحي/ المعهد الأمريكي للمعايير الوطنية (ANSI). وضع الطلاء الداخلي ومعالجته واستخدامه بطريقة تتفق مع متطلبات شهادة المؤسسة الوطنية للصرف الصحي/ المعهد الأمريكي للمعايير الوطنية. بعد معالجة الطلاء، يجب ألا ينقل إلى المياه أي مادة تكون سامة أو تسبب مشاكل في المذاق أو الرائحة. قبل استخدام الطلاء، يكون مطلوباً إجراء تحليل للمركبات العضوية المتطايرة للتأكد من أن طلاء معالج بشكل صحيح. تكون جميع أنظمة الطلاء من طلاءات صلبة بنسبة 100%.
- لا يُسمح باستخدام طلاءات شمعية للجزء الداخلي الصهريج.
- يجري أخصائي تآكل تقييماً للتركيب الكيميائي للمياه وتقديم تقرير مكتوب وتوصيات بخصوص نظام الحماية الكاثودية. تُصمم وتركب الحماية الكاثودية، إذا كانت مطلوبة، من قبل فنيين مختصين (وفقاً للجمعية الأمريكية لأعمال المياه)، ويجب توفير عقد صيانة.

2.12 التحكم في التسرب

- يمكن تجنب حدوث تسرب من خلال مراعاة التحكم في التآكل وتدابير التحكم في الضغط بشكل مناسب.

2.12.1 السيطرة على التآكل

- يمكن أن يقلل اختيار المواد المناسبة من التآكل. يتعين مقارنة العديد من المواد البديلة بناءً على التكلفة والتوافر وسهولة التركيب والصيانة وكذلك مقاومة التآكل.
- يتعين تنفيذ تصميم الشبكة مع مراعاة الاعتبارات التالية لجعل النظام أكثر مقاومة للتآكل
 - تجنب الطرق المسدودة والمناطق الراكدة،
 - توفير الصرف المناسب عند الحاجة
 - اختيار سرعة تدفق مناسبة،
 - اختيار سمك معدن مناسب،
 - الحد من الضغوط الميكانيكية،
 - تجنب الانحناءات الحادة والأكواع،
 - التخلص من تآريض الدوائر الكهربائية في النظام،
 - توفير سهولة الوصول إلى الهيكل للفحص الدوري والصيانة واستبدال الأجزاء التالفة.
- يمكن استخدام الحماية الكاثودية لحماية التصحيح بناءً على اختيار مادة الأنابيب. الحماية الكاثودية هي طريقة كهربائية لمنع التآكل المعدني، فهي تجبر المعدن المحمي على العمل ككاثود وبالتالي يكون غير قادر على إطلاق الإلكترونات.
- يمكن حفظ جدار الأنبوب من التآكل إذا تم تبطينه بطبقة واقية. عادةً ما يتم وضع البطانات بشكل ميكانيكي، إما أثناء عملية التصنيع أو قبل مد الأنابيب. أكثر أنواع بطانات الأنابيب شيوعاً هي:
 - دهانات الإيبوكسي
 - ملاط الأسمنت،
 - البولي إيثيلين.
- تستخدم دهانات الإيبوكسي في الأنابيب الفولاذية والأنابيب من الحديد اللدن. ملاط الأسمنت هو بطانة قياسية للأنابيب من الحديد اللدن، تستخدم أحياناً للصلب والحديد الزهر. يتم استخدام طلاء البولي إيثيلين للأنابيب من الحديد اللدن والأنابيب الفولاذية.
- يمكن إضافة مثبطات في الماء لتقليل التآكل. تسمى المواد الكيميائية المضافة إلى الماء والتي تشكل طبقة واقية على سطح الأنبوب بالمثبطات. توفر المثبطات حاجزاً بين الماء والأنبوب، مما يقلل من التآكل. يتم استخدام منتجات مختلفة لهذا الغرض، والتي يمكن تصنيفها إلى ثلاث مجموعات رئيسية:
 - المواد الكيميائية التي تسبب تكوين كبريتات الكالسيوم،
 - الفوسفات غير العضوي،
 - سيليكات الصوديوم.

2.12.2 التحكم في الضغط



- تقسم شبكة المياه إلى مناطق معزولة مختلفة للتحكم في الضغط بشكل أفضل.
- يمكن استخدام صمامات خفض الضغط للتحكم في الضغط في الأجزاء المعزولة من الشبكات إذا أصبح مرتفعاً للغاية.
- يتم إجراء نمذجة تحليل للزيادة المفاجئة ثم يتبعها تصميم نظام التحكم في الزيادة المفاجئة الذي يتوافق مع نتائج تحليل الزيادة المفاجئة.

2.12.3 الأنابيب المتأرجحة

- تعد كل من خطوط الأنابيب الصلبة والمرنة معرضة للحركات الأرضية نتيجة المستويات الكبيرة من الضغط الناجم عنها. أي شكل من أشكال الحركات الأرضية التفاضلية غير المتوقعة بين هيكل على أساس مطاوع وخط أنابيب متصل به، يمكن أن يؤدي إلى تفاقم الضغوط في خط الأنابيب إلى مستويات غير مقبولة. لذلك، يجب استخدام أنبوب متأرجح لجميع حجيرات الأنابيب لمواجهة تأثير الحركات الأرضية التفاضلية غير المتوقعة

3.0 أنظمة مجاري الصرف الصحي

3.1 متطلبات عامة

يوفر هذا القسم الأساس لتصميم مرافق مجاري الصرف الصحي. تشمل مرافق مجاري الصرف الصحي أنظمة التجميع والنقل.

3.2 النظام الرئيسي لقوة الصرف الصحي

- الأنظمة الرئيسية لقوة الصرف الصحي هي الأنظمة الرئيسية التي تنقل مياه الصرف الصحي الخام من محطات الرفع إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي.
- تشمل الأنظمة الرئيسية لقوة المجاري ما يلي:
 - محطات رفع الصرف الصحي
 - أنابيب قوة الصرف الصحي

3.3 نظام تجميع الصرف الصحي

- تقوم أنظمة تجميع الصرف الصحي بجمع مياه الصرف الصحي من المساكن والشركات ونقلها إلى محطات رفع مياه الصرف الصحي.
- تستخدم أنظمة تجميع الصرف الصحي تدفق الجاذبية وأنظمة الضخ؛ كلاهما يعمل في ظروف تدفق القناة المفتوحة.
- تشمل أنظمة تجميع الصرف الصحي ما يلي:
 - أنابيب تجميع مياه الصرف الصحي بتدفق الجاذبية
 - مضخات التجميع
 - خطوط أنابيب الصرف الصحي

3.4 معايير تدفق تصميم مجاري الصرف الصحي

3.4.1 متطلبات عامة

- يوفر هذا القسم معايير التصميم العامة لحساب متوسط التدفق اليومي (ADF).
 - يتعين تطبيق عوامل الذروة على متوسط التدفق اليومي لتحديد حجم البنية التحتية الرئيسية المرتبطة بنظام تجميع مياه الصرف الصحي.
- يكون الاستشاري المعماري/الهندسي على دراية باحتمالية ارتفاع المياه الجوفية. ينبغي مراعاة ذلك مع التصميم لمنع تعويم الأنابيب وعلب التوزيع.

3.4.2 إنتاج مياه الصرف الصحي

- تحديد متوسط التدفق اليومي لمياه الصرف الصحي (ADF)
 - يكون متوسط التدفق اليومي مساوياً لمتوسط الطلب اليومي على المياه في الأماكن المغلقة

- لا يوجد عامل ترشيح.
- وهذا ينطبق على التدفقات السكنية والتجارية والصناعية للفرد.
- لا يجوز تضمين تدفقات العمليات الصناعية حيث يتم جمع مياه الصرف الصناعي بواسطة نظام منفصل
- على الاستشاري المعماري/الهندسي النظر في الترشيح من الأرض إلى نظام التجميع



إرشادات تصميم المرافق

- تتبع حسابات الترشيح إرشادات وكالة حماية البيئة الأمريكية، ويجب أن تستند إلى عمق الأنبوب وموقع منسوب المياه الجوفية (إن وجد) ونوع الأنبوب وعدد الوصلات والتربة وظروف الحمل الخارجية الأخرى.

• التدفق المنخفض

- تُجرى تقييمات التدفق المنخفض حسب الحاجة للمناطق في جميع أنحاء نظام التجميع التي قد تكون بها مشكلات ناجمة عن ترسب المواد الصلبة.

- يتم استخدام 25% من متوسط التدفق اليومي لحساب التدفق المنخفض.

• ذروة التدفق التصميمي

- عوامل ذروة تحديد حجم خط الصرف الصحي

- لحسابات تحديد حجم خط الجاذبية، يجب استخدام عوامل الذروة.

3.5 النمذجة الهيدروليكية

3.5.1 الغرض من الوثيقة

- تُستخدم النمذجة الهيدروليكية كأداة تصميم لتقييم التطورات الجديدة والقائمة من حيث صلتها بتصميم تحسينات نظام الصرف الصحي.
 - وهناك نوعان من التقييمات الهيدروليكية التي يتعين تقييمها مع تصميم نظام تجميع الصرف الصحي، على النحو التالي:
 - يجب حساب جمع الجاذبية باستخدام نموذج شبكة مناسب يكمل حسابات التدفق المطلوبة بناءً على مدخلات المستخدم.
 - يوصى ببرنامج النمذجة لأنه يوفر مرونة كبيرة لإجراء التعديلات بناءً على التغييرات في خطط تطوير الأراضي.
 - قد يتم إكمال التقييمات الرئيسية للقوة باستخدام برنامج نمذجة أو عن طريق حسابات جداول بيانات منفصلة بناءً على صيغة هيزن-وليامز.
 - يتعين تقييم التأثيرات على الأنظمة الحالية إذا كان ذلك مناسباً.

• خطط التنمية الحضرية

- يتم إكمال النمذجة الهيدروليكية بناءً على خطة التنمية الحضرية المعتمدة ويجب إدراجها في "متطلبات أحمال المرافق".

3.5.2 برامج النمذجة

- يمكن إكمال النمذجة في النظم الأساسية للنمذجة المستقلة أو المتكاملة بالتصميم بمساعدة الحاسب أو نظام المعلومات الجغرافية. تتضمن برامج النمذجة المقبولة:

- SewerCAD أو SewerGEMS (بنثلي)

- OMAP Sewer₂H أو InfoSewer ICM SE أو H2ONET (إنوفاز)

3.5.3 سيناريوهات النمذجة المطلوبة

- تُستكمل نماذج تجميع الصرف الصحي لسيناريوهات التدفق المنخفض ومتوسط التدفق اليومي وذروة التدفق التصميمي.
- يتم توزيع التدفقات مكانياً حسب المنطقة التي يتم فيها إنشاء التدفق.
- تستند التقييمات إلى مراحل خطة التنمية الحضرية لتحديد مناطق مشاكل التدفق المنخفض المحتملة.

3.5.4 إعداد النموذج

- تتكون نماذج التوزيع الهيدروليكي من أنابيب وعقد ومحطات رفع.

• الأنابيب

- القطر

- يكون القطر مدخلاً لكل أنبوب

- يُسمح بإدخال الأقطار الاسمية لمعظم مواد خطوط الصرف الصحي بما في ذلك كلوريد متعدد الفينيل والبولي إثيلين عالي الكثافة الصلب.

- تستخدم الأقطار الداخلية الفعلية لتقييم خطوط الصرف الصحي من البولي إثيلين عالي الكثافة PE 100.

- معامل الاحتكاك

- يجب تكوين النماذج لتقييم نظام تجميع الصرف الصحي بناءً على معادلة مانينغ لحساب تدفق القناة المفتوحة. يكون معامل صلابة مانينغ بقيمة 0.013 لجميع مواد الأنابيب.

- الطول

- إنشاء نماذج على نطاق واسع لضمان الطول الدقيق لخطوط الصرف الصحي.



إرشادات تصميم المرافق

- العقد (علب التوزيع)
 - الارتفاعات
 - تعيين ارتفاعات الحافة وقاع المجرى إلى جزء من الألف من المتر (0.001).
- محطات الرفع
 - ارتفاع الأرض في حدود 0.5 متر.
 - منحنيات المضخة - حال استخدام نموذج التوزيع لتأكيد اختيار المضخة، يجب إدخال منحنيات المضخة الفعلية في النموذج.

3.5.5 إعداد تقارير النموذج الهيدروليكي

3.5.5.1 يُستخدم جدول المحتويات التالي عند تقديم تقرير النمذجة الهيدروليكية:

- مقدمة - إدراج وصف المشروع ومناقشة النظام الحالي والإضافات المقترحة للمشروع.
 - إدراج خريطة المنطقة المجاورة لإظهار كيفية ارتباط المشروع بأنظمة مجاري الصرف الصحي الحالية.
 - إدراج خريطة نظام لتوضيح منطقة التوسع المقترحة واستخدامات الأراضي.
- ملخص ومعايير تدفق مياه الصرف الصحي
 - تلخيص حسابات التدفق لمتوسط التدفق اليومي؛ عن طريق استخدام الأرض لتدفق المجاري الناشئة. إدراج حسابات مفصلة في الملحق.
 - إدراج معدلات الترشيح.
 - تأكيد قابلية تطبيق عوامل الذروة لتدفقات مياه الصرف الصحي بناءً على متطلبات المشروع المحددة.
- المنهجية والتحليل - توثيق برنامج النمذجة المستخدم ونوع النموذج (حالة ثابتة أو فترة ممتدة) والافتراضات والقياسات الميدانية والمعايير، إن وجدت.
- النتائج والاستنتاجات
 - توثيق نتائج السيناريوهات التي تفي بمتطلبات هذا الدليل لأدنى سرعة وعمق للتدفق.
 - توثيق الأنابيب ذات المخاوف المحتملة المتعلقة بسيناريو التدفق المنخفض
 - إدراج خريطة نظام توضح أحجام الأنابيب النهائية بناءً على النموذج
 - تتضمن الخريطة تسميات لجميع عناصر النموذج مثل العقد والأنابيب
 - تكون الخريطة مشفرة بالألوان بناءً على قطر الأنبوب
 - تتضمن الخريطة طبقات خلفية للتطوير المقترح بما في ذلك الطرق واستخدامات الأراضي
 - تقديم ملف الإدخال المستخدم للنمذجة وملفات الإخراج/النموذج إلى الجهة.

3.6 أنابيب نظام تجميع المجاري بالجاذبية

3.6.1 خطوط المجاري بالجاذبية

3.6.1.1 متطلبات التصميم العام

- ينطبق هذا القسم على خطوط الصرف الصحي بالجاذبية.
- يتعين ألا يقل قطر خط الصرف الصحي بالجاذبية عن 200 مم.
- وبشكل عام، يجب أن تكون المجاري عميقة بدرجة كافية لاستقبال مياه الصرف الصحي من أدنى مستوى أرضي للمشروع المجاور. يكون الحد الأدنى لعمق الدفن حتى الجزء العلوي للأنبوب 1.0 متر.
- يتم تعريف المجاري الجذعية على أنها بنية تحتية أساسية. يجب ألا يقل عمق الدفن بالنسبة لمجاري الصرف الصحي عن 2.5 متر؛ ويجب أن يكون أقصى عمق للدفن 6 أمتار.
- يجب ألا يزيد عمق التدفق في أنابيب الصرف الصحي بقطر 375 مم عن 0.5 D حيث يمثل D القطر الاسمي للأنبوب. يجب ألا يزيد عمق التدفق في مجاري الصرف الصحي التي يزيد قطرها عن 375 مم عن 0.75 D. يتم تعيين حجم أنظمة تجميع مياه الصرف الصحي لمنطقة معينة لتحمل ذروة التدفق التصميمي من منطقة الراصد بأكملها عند البناء، حتى لو لم تكن منطقة الراصد ضمن حدود المشروع.
- مراعاة طفو المجاري ومنع تعويم الأنابيب بالوسائل المناسبة حيث يتوقع ارتفاع ظروف المياه الجوفية.
- تُصمم جميع المجاري لمنع التلف الناتج عن الأحمال المتغيرة والسكنة المتشابهة. يجب عمل بدل مناسب للأحمال على المجاري بسبب التربة وظروف المياه الجوفية المحتملة، وكذلك عرض وعمق الخندق. عند الضرورة، يجب استخدام تأسيس خاص، أو تبليط ورم أولي، أو المهد الخرساني، أو أي إنشاءات خاصة أخرى لتحمل التحميل المترابك المحتمل المتوقع أو فقدان ثبات جدار الخندق. يُرجى الرجوع إلى الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد 2321D.
- المنحدرات



إرشادات تصميم المرافق

- تُصمم وتُبنى جميع المجاري لإعطاء سرعات متوسطة، عند التدفق في وضع نصف ممتلئ، لا تقل عن 0.6 متر/ثانية، بناءً على صيغة مانينغ باستخدام قيمة "n" البالغة 0.013.
- يتم تصميم وبناء أنابيب المجاري الصلبة التي يزيد حجمها عن 300 مم بحيث لا تقل السرعات المتوسطة، عند التدفق في وضع ممتلئ، عن 0.9 متر/ثانية، بناءً على صيغة مانينغ باستخدام قيمة "n" البالغة 0.013.
- يجب تحديد قطر الأنبوب وانحداره للحصول على أكبر سرعات عملية لتقليل مشاكل الاستقرار. عدم اعتماد المجاري كبيرة الحجم لتبرير استخدام المنحدرات المسطحة. إذا كان المنحدر المقترح أقل من الحد الأدنى للانحدار للأنبوب الأصغر والذي قد يستوعب ذروة التدفق التصميمي، يجب حساب الأعماق والسرعات الفعلية عند الحد الأدنى والمتوسط والتصميم (الذروة) للتدفق اليومي الأقصى لكل قسم تصميم من المجاري من قبل مهندس التصميم وتقديمها للمراجعة.
- يتعين وضع أنابيب المجاري بانحدار منتظم بين علب التوزيع.
- عندما يتم الوصول إلى سرعات أكبر من 4.5 متر في الثانية، يجب اتخاذ تدابير خاصة للحماية من الإزاحة عن طريق التآكل والتأثر.

المحاذاة

- يتعين وضع أنابيب المجاري بمحاذاة مستقيمة بين علب التوزيع.
- غير مسموح باستخدام المجاري ذات الخطوط المنحنية.

الموقع

- يتعين أن تكون خارج حارات السير الإسفلتية والجزء الهامشي من الطريق.
- التغييرات في حجم الأنبوب
- عند ضم مجاري أصغر إلى مجاري أكبر في إحدى علب التوزيع، يجب خفض قاع مجرى المجاري الأكبر بشكل كافٍ للحفاظ على نفس تدرج الطاقة. ولتحقيق التقريب، يتم وضع نقطة العمق البالغة 0.8 لكلا أحجام المجاري على نفس الارتفاع.

الوصلات

- تُصمم وصلات المجاري لتقليل الترشيع وللمنع دخول الجذور طوال عمر النظام.

3.6.1.2 مواد الأنابيب المقبولة

- أنابيب كلوريد متعدد الفينيل (أنابيب الجاذبية والضغط)
 - الأحجام من 200 مم إلى 1050 مم
- أنابيب مجاري كلوريد متعدد الفينيل A-2000 (أنابيب الجاذبية فقط)
 - الأحجام من 200 مم إلى 900 مم
- أنابيب البولي إيثيلين عالية الكثافة (HDPE) (أنابيب الضغط فقط)
 - الأحجام من 200 مم إلى 1050 مم

3.6.2 علب التوزيع

3.6.2.1 متطلبات التصميم العام

الموقع

- تركيب علب التوزيع: في نهاية كل خط؛ وفي جميع التغييرات في الدرجة أو الحجم أو المحاذاة؛ وعلى جميع التقاطعات.
- تركيب علب التوزيع: على مسافات لا تزيد عن 120 م للمجاري بحجم 375 مم أو أقل، و 150 م للمجاري بحجم 450 مم إلى 750 مم، و 180 م للمجاري الأكبر من 750 مم.
- لا يجوز استخدام مخارج التنظيف إلا لظروف خاصة ولا يجوز استبدالها بعلب التوزيع أو تركيبها في نهاية الأنابيب الجانبية التي يزيد طولها عن 45 مترًا.

نوع الإسقاط

- يتم توفير أنبوب إسقاط لأحد المجاري الذي يدخل علبة توزيع على ارتفاع 600 مم أو أكثر فوق قاع مجرى علبة التوزيع. عندما يكون الفرق في الارتفاع بين المجاري الواردة وقاع مجرى علبة التوزيع أقل من 600 مم، يجب تغيير قاع المجرى لمنع ترسب المواد الصلبة.
- يتعين أن تكون علبة التوزيع على شكل "إسقاط خارجي".

القطر

- بالنسبة لخطوط الصرف الصحي التي تصل إلى 450 مم، يجب أن يكون الحد الأدنى لقطر علب التوزيع 1200 مم.
- بالنسبة لخطوط الصرف الصحي التي يتراوح حجمها بين 525 مم و 750 مم، يجب أن يكون الحد الأدنى لقطر علب التوزيع 1500 مم.
- بالنسبة لخطوط الصرف الصحي التي يتراوح حجمها بين 825 مم و 1050 مم، يجب أن يكون الحد الأدنى لقطر علب التوزيع 1800 مم.
- يتعين توفير قطر وصول لا يقل عن 750 مم.



● قناة التدفق

- بالنسبة للخطوط التي يقل حجمها عن 300 مم، يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى لتغيير زاوية مسار التدفق عبر علبة التوزيع 90 درجة.
- بالنسبة للخطوط البالغ حجمها 300 مم وأكبر، يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى لتغيير زاوية مسار التدفق عبر علبة التوزيع 45 درجة.
- لتغيير زاوية مسار التدفق بين 0 درجة و25 درجة، يجب ألا تقل الدرجة عبر علبة التوزيع عن درجة أنبوب المصب.
- لتغيير زاوية مسار التدفق بين 25 درجة و75 درجة، يجب أن يكون درجة الإسقاط عبر علبة التوزيع 30 مم.
- لتغيير زاوية مسار التدفق بين 75 درجة و90 درجة، يجب أن يكون درجة الإسقاط عبر علبة التوزيع 60 مم.

● المقعد

- توفير مقعد على كل جانب من قناة علبة التوزيع.
- ألا يقل ميل المقعد عن 5%.
- عدم تصريف المجاري الجانبية أو وصلة الخدمة أو أنبوب علبة التوزيع للإسقاط على سطح المقعد.

● مقاومة تسرب المياه

- يتم ربط أنابيب المدخل والمخرج بعلبة التوزيع بوصلة مرنة مانعة لتسرب الماء تسمح بالهبوط متفاوتة للأنبوب وجدار علبة التوزيع.
- يجب استخدام أغطية علبة التوزيع المقاومة لتسرب الماء في أي مكان قد تغمر فيه أغطية علبة التوزيع بسبب جريان مياه الشارع أو ارتفاع منسوب المياه.
- قد يكون من المرغوب فيه استخدام أغطية علبة توزيع مقلدة في مواقع الارتفاق المعزولة أو حيث قد يمثل التخريب مشكلة.

3.6.2.2 مواد غلب التوزيع المقبولة

- البوليمر المقوى بالألياف الزجاجية
- غلب التوزيع (من البوليمر المقوى بالزجاج) أو ما يعادلها
 - حسب الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد 3753D.
 - تصنيف حمولة عجالات 20-H.
 - تكون التوصيلات عبارة عن وصلات ضغط مانعة لتسرب الماء حسب توصيات الشركة الصانعة أو ما يعادلها.
 - مطلوب قيعان علبة توزيع مقواة بالألياف الزجاجية.
 - يتم تركيب قاع المجرى والمقعد في المصنع باستخدام مواد غير قابلة للتآكل مغلفة بألياف زجاجية بسمكة لا تقل عن 25 مم.
 - يتم تثبيت غلب التوزيع لمواجهة قوى الطفو. تكون المراسي مصممة لاستخدامات محددة للمشروع.
 - لا يُسمح بطلاء الجل أو الدهانات أو الطلاءات الأخرى.

3.6.3 توصيلات الخدمات

3.6.3.1 متطلبات التصميم العام

- تكون توصيلات الخدمات بشبكة المجاري الرئيسية مانعة لتسرب الماء ولا تبرز في المجاري. إذا تم استخدام وصلة سرجية، يجب أن تكون بمثابة جهاز مصمم لتوصيله بأنواع الأنابيب التي سيتم ربطها. تكون جميع المواد المستخدمة لعمل توصيلات الخدمات متوافقة مع بعضها البعض ومع مواد الأنابيب المراد ربطها وتكون مقاومة للتآكل.
- تكون قيعان مجرى صنبور الخدمة فوق الجزء العلوي لشبكة المجاري الرئيسية وتمتد بشكل متعامد مع الشبكة الرئيسية.
- تتم تغطية جميع صنادير خدمات المجاري المهجورة.
- يتم عمل توصيلات الخدمات (الأنابيب الجانبية) بحجم 200 مم وأكبر فقط في علبة التوزيع.
- تتركب توصيلات الخدمات على الخطوط بحجم 375 مم أو أكبر في علبة التوزيع مباشرة، مع عدم وجود أكثر من أربعة صنادير في فتحة نفاذ واحدة.
- يجب ألا يقل ميل التوصيلات الجانبية عن 2%.
- يتم توفير مخارج تنظيف على خط العقار وفي المواقع وعلى مسافات كما هو مطلوب من قبل كود السباكة الدولي.

3.6.3.2 الأنابيب الجانبية للمجاري بالضغط

- في المواقع التي لا يمكن فيها تصريف المباني إلى شبكة المجاري الرئيسية عن طريق أنبوب جانبي لتدفق بالجاذبية، يمكن ضخ التدفقات بواسطة معدات الضخ الأوتوماتيكية وتصريفها في أنبوب جانبي لتدفق بالجاذبية؛ والتوصيل في الشبكة الرئيسية، أو التوصيل في فتحة نفاذ، باستخدام وصلة (وصلات) قارنة مقيدة معتمدة.
- تُصمم معدات الضخ والأنابيب الجانبية للتدفق بالضغط لتلبية متطلبات الاستخدام المتوقعة أو تتجاوزها.
- يجب ألا يتجاوز إجمالي ارتفاع النظام الأقصى الارتفاع المسموح به الموصى به من قبل الشركة الصانعة للمضخة لنظام المضخة المقترح.
- تصنع الأنابيب الجانبية للمجاري بالضغط من البولي إيثيلين عالي الكثافة.



إرشادات تصميم المرافق

- تكون الأنابيب الجانبية للمجاري بالضغط بمقاس يوفر سرعة دنيا قدرها 0.6 م/ثانية بمعدل الضخ التصميمي.
- يتم تصميم وبناء الأنابيب الجانبية للمجاري بالضغط على درجة عكسية ثابتة.

3.6.4 أنظمة المجاري ذات الضغط المنخفض

- يمكن السماح بهذه الأنظمة على أساس كل حالة على حدة.
- وحال كان مسموحاً بها، يجب أن تكون متطلبات التصميم المحددة وفقاً لمتطلبات الشركة المصنعة وتوصياتها.

3.7 محطات ضخ مياه الصرف الصحي

3.7.1 متطلبات عامة

- تتم حماية هياكل محطات ضخ مياه الصرف الصحي والمعدات الكهربائية والميكانيكية من التلف المادي بسبب الفيضان المحتمل حدوثه مرة كل 100 عام. تظل محطات ضخ مياه الصرف الصحي تعمل بكامل طاقتها ويمكن الوصول إليها خلال فترة الفيضان المحتمل حدوثه مرة كل 25 عامًا.
- يجب أن يسهل الوصول إلى محطة الضخ بواسطة مركبات الصيانة أثناء جميع الظروف الجوية. يتعين أن يكون المرفق بعيداً عن الطريق المروري للشوارع والأزقة. يجب توفير سياج أمني وقتحات دخول مزودة بأقفال.
- عندما يكون من الضروري ضخ مياه الصرف الصحي قبل إزالة الحصى، يجب أن يحظى تصميم البئر الرطب وأنابيب محطة الضخ باهتمام خاص لتجنب مشاكل التشغيل من تراكم الحصى.
- يجب توفير ما يكفي لحماية أفراد الصيانة بشكل فعال من المخاطر. يجب توفير المعدات اللازمة لدخول الأماكن الضيقة وفقاً لمتطلبات هيئة السلامة والصحة المهنية (OSHA) والهيئة التنظيمية لجميع محطات ضخ مياه الصرف الصحي.
- محطات رفع مياه الصرف الصحي من نوع المضخة الغاطسة هي النوع الوحيد المسموح به بينما لا يُسمح بنوع البئر الرطب/البئر الجاف ونوع رفع الشفط ومحطات الضخ من نوع المضخة اللولبية).
- يتعين فصل الغرف الميكانيكية والكهربائية تماماً عن البئر الرطب. تكون الجدران المشتركة مانعة لتسرب الغاز.
- يتم اتخاذ تدابير لتسهيل إزالة المضخات والمحركات وغيرها من المعدات الميكانيكية والكهربائية. يجب ألا تتداخل الإزالة الفردية للمضخة والمحرك مع استمرار عمل المضخات المتبقية.
- وحال توقع ظروف مياه جوفية مرتفعة، يجب مراعاة طفو هياكل محطات ضخ مياه الصرف الصحي، وإذا لزم الأمر، يجب اتخاذ تدابير مناسبة للحماية.
- يلزم اختيار المواد المناسبة في ظل ظروف التعرض لكبريتيد الهيدروجين والغازات المسببة للتآكل والشحوم والزيوت والمكونات الأخرى الموجودة في مياه الصرف الصحي. هذا مهم بشكل خاص في اختيار المعادن والدهانات. يجب تجنب التلامس بين المعادن غير المتشابهة أو إجراء تدابير أخرى لتقليل تأثير الجلفنة.
- يجب توفير أنظمة إنذار بمصدر طاقة احتياطي لمحطات رفع مياه الصرف الصحي. يتعين تفعيل الإنذار في حالات انقطاع التيار الكهربائي، إذا فشلت المضخة في إطلاق المياه في حوض بئر رطب منخفض ومستويات مياه عالية لبئر رطب، أو عطل في المضخة، أو دخول غير مصرح به، أو أي سبب آخر لخلل في محطة الضخ.
- يلزم تزويد محطات رفع مياه الصرف الصحي والمعدات المحمولة بمجموعة كاملة من التعليمات التشغيلية، بما في ذلك إجراءات الطوارئ وجدول الصيانة والأدوات وقطع الغيار التي قد تكون ضرورية.

3.7.2 المضخات

- تكون جميع المضخات طاردة مركزية ذات تدفق محوري غاطسة مقترنة الغلق.
- لا يجوز تحميل المحركات (ذات السرعة الثابتة والمتغيرة) لاستخدام أكثر من 80 في المائة من السعة المقدرة للمحرك، مقاسة بالكيلوواط.
- يقدم مهندس التصميم حسابات ومنحنيات رأس النظام. يتم إعداد منحنيات رأس النظام لقيم C وقدرها 100 و 120 و 140 في معادلة هيزن-ويليامز لحساب خسارة الرأس المقابلة للحد الأدنى والمتوسط والأقصى لمستويات المياه.
- ومع خروج أكبر مضخة من الخدمة، تُصمم نظام الضخ بما في ذلك أنابيب التفريغ والأنابيب الرئيسية لضخ ما لا يقل عن أربعة أضعاف متوسط التدفق اليومي عندما يكون متوسط التدفق اليومي أقل من 3500 متر مكعب/اليوم.
- ومع خروج أكبر مضخة من الخدمة، تُصمم نظام الضخ بما في ذلك أنابيب التفريغ والأنابيب الرئيسية لضخ ما لا يقل عن 2.5 أضعاف متوسط التدفق اليومي عندما يكون متوسط التدفق اليومي أكبر من 3500 متر مكعب/اليوم.
- يتم اختيار المضخات التي توفر كفاءة لا تقل عن 75% بمتوسط التدفق المتوقع خلال جميع مراحل التوسع.
- يجب توفير مضخات متعددة. في حالة توفير وحدتين فقط، يجب أن يكونا من نفس الحجم.
- يجب اختيار المضخات وأجهزة التحكم للعمل بمعدلات توصيل مختلفة. تُصمم محطات الضخ لتقديم تدفق منتظم بقدر المستطاع لتقليل الزيادات الهيدروليكية المفاجئة.
- تتم حماية المضخات التي تتعامل مع المجاري والبالغ قطرها 750 مم أو أكبر بواسطة حوامل قضبان (فتحة شفافة بحد أقصى 35 مم). يجب أيضاً مراعاة الحماية المناسبة من الانسداد لمحطات الضخ الصغيرة.



إرشادات تصميم المرافق

- تكون المضخات قادرة على تمرير كرات بقطر 80 مم على الأقل. يجب ألا يقل قطر فتحات الشفط والتفريغ للمضخة عن 100 مم.
- توضع المضخة بحيث تعمل في ظل ظروف التشغيل العادية تحت رأس شفط موجب.
- تكون المضخات قابلة للإزالة والاستبدال بسهولة (برافعة آلية مخصصة ومركبة بشكل دائم) دون دخول الأفراد أو نزح المياه من البئر الرطب، أو فصل أي أنابيب في البئر الرطب.
- يكون لكل مضخة مدخل فردي. يتم تصميم البئر الرطب والمدخل بحيث يتجنب الاضطراب بالقرب من المدخل ويمنع تكون الدوام.
- تكون أجهزة استشعار التحكم في منسوب المياه في موقع بحيث لا تتأثر بشكل مفرط بالتدفقات المضطربة التي تدخل البئر أو بالشفط المضطرب للمضخات.
- يتم اتخاذ الترتيبات للتبديل التلقائي للمضخات المستخدمة.

3.7.3 الأنابيب والصمامات ومقاييس التدفق في محطات الضخ

- تكون الأنابيب عبارة عن أنابيب منصهرة من الصلب مبطنة ومغطاة بالإيبوكسي مع وصلات ذات حواف. تكون جميع أدوات التثبيت المستخدمة لربط الأنابيب من الصلب غير القابل للصدأ.
- يتم تركيب جميع صمامات التفريغ الموجودة على أنبوب (أنابيب) القوة فوق الدرجة وبجوار البئر الرطب.
- يتم وضع صمامات إغلاق مناسبة وصمامات فحص متأرجحة مزودة بوسادة هوائية على خط تصريف كل مضخة. يُوضع صمام الفحص بين صمام الإغلاق والمضخة. تكون صمامات الفحص مناسبة للمواد التي يتم تناولها ويجب وضعها على الجزء الأفقي من أنابيب التصريف. يوصى باستخدام رافعات خارجية على صمامات فحص متأرجحة.
- تكون جميع صمامات الإغلاق/العزل عبارة عن صمامات سدادية غير متراكزة كاملة المنافذ.
- تشتمل محطة الضخ على أنابيب وصمامات ووصلات سريعة التوصيل للسماح بمرور الضخ من البئر الرطب إلى أنابيب القوة باستخدام مضخة محمولة.
- يتم توفير مقاييس التدفق في جميع محطات الضخ. يتم تحديد قياس التدفق وتجميعه وتسجيله في محطات الضخ.

3.7.4 الصمامات الهوائية

- تُصمم الصمامات الهوائية خصيصًا لتطبيقات الصرف الصحي وتكون ذات نهايات ملولبة وملحقات ذات تدفق خلفي.
- تكون أجسام الصمامات وجميع الأجزاء المعدنية المتحركة من الصلب غير القابل للصدأ من النوع 316.
- محطات ضخ داخلية:
 - يتم تركيب صمام هوائي مركب على الساق الرأسية للتركيب على شكل حرف T على أنبوب التصريف قبل أي صمام آخر. بالإضافة إلى ذلك، يجب تركيب صمام إطلاق الهواء في اتجاه مصب صمامات الفحص وأعلى مقياس التدفق، مرة أخرى على الساق الرأسية للتركيب على شكل حرف T. يجب إعادة مخرج إطلاق الهواء إلى البئر الرطب من أجل التصريف.
- أنابيب قوة خارجية:
 - يتم وضع صمام تنقيس الهواء عند نقاط عالية في أنبوب القوة لمنع انسداد الهواء. قد تكون صمامات تفريغ الهواء ضرورية لتخفيف الضغوط السلبية على أنابيب القوة. يجب تقييم تكوين أنابيب القوة وظروف الرأس فيما يتعلق بالحاجة إلى صمامات تفريغ الهواء ووضعها.
 - يكون لصمامات إطلاق الهواء الموجودة على أنابيب القوة خارج محطة الضخ خاصية تحكم في الرائحة وطريقة للتخلص من الرطوبة المنبعثة مع الهواء.

3.7.5 الآبار الرطبة

- عندما يكون استمرار تشغيل محطة الضخ أمرًا بالغ الأهمية، تجب مراعاة تقسيم البئر الرطب إلى قسمين، مترابطين بشكل صحيح، لتسهيل عمليات الإصلاح والتنظيف.
- تجب مراعاة وقت ملء التصميم والحد الأدنى من وقت دورة المضخة عند تحجيم البئر الرطب. يعتمد الحجم الفعال للبئر الرطب على متوسط التدفق التصميمي وألا يتجاوز وقت الملء 30 دقيقة. تدور المضخة (المضخات) بين 2 و 6 مرات في الساعة.
- يتعين استخدام توصيات دورة عمل الشركة المصنعة للمضخة في اختبار أقل وقت للدورة. عندما يكون التدفق الأولي المتوقع للرافد إلى محطة الضخ أقل من متوسط التدفق التصميمي، يتعين اتخاذ تدابير بحيث لا يتم تجاوز وقت الملء المحدد للتدفقات الأولية.
- يكون مستوى "توقف الضخ" مرتفعًا بما يكفي لإبقاء المضخات مغمورة وفقًا لتوصيات الشركة الصانعة وللمنع حدوث دوامة. يجب ألا يزيد مستوى "تشغيل الضخ" عن 0.3 متر أسفل قاع المجرى للأنبوب الأقل تأثيرًا.
- يكون لأرضية البئر الرطب انحدار أدنى من 1 إلى 1 إلى قاع القادوس. يجب ألا تكون المساحة الأفقية لقاع القادوس أكبر من اللازم للتركيب السليم ووظيفة المدخل.
- تكون الآبار الرطبة مبطنة بمادة مناسبة لخدمة المجاري المغمورة. تكون البطانة مقاومة تمامًا لكبريتيد الهيدروجين وحمض الكبريتيك.
- تتمتع الآبار الرطبة كذلك بنظام مقاومة التآكل والعزل المائي المركب على السطح الخارجي للبئر الرطب.
- توفير فتحة وصول مزودة بسلاسل أمان فوق المضخات في الجزء العلوي من البئر الرطب. تكون الفتحة ذات تصميم ذي درفتين على الأقل مع مساحة كافية لإزالة المضخات بأمان وسهولة.
- تحتوي الآبار الرطبة المغطاة على تدابير لإزالة الهواء إلى الغلاف الجوي، مثل الأنابيب المقلوب على شكل حرف "J" أو أي وسيلة أخرى.



3.7.6 التهوية

- يجب توفير تهوية كافية لجميع محطات الضخ. إذا كانت الحاجبات أو المعدات الميكانيكية التي تتطلب الصيانة أو الفحص موجودة في البئر الرطب، يلزم وجود وحدة تهوية مركبة بشكل دائم. لا يكون هناك ربط بين البئر الرطب وأنظمة التهوية الأخرى.
- تكون جميع معدات التهوية التي تعمل بشكل متقطع متصلة بنظام إضاءة الحفرة المعني.
- تكون عجلة المروحة مصنعة من مادة غير شرارية. توفير معدات التسخين التلقائي وإزالة الرطوبة في جميع الآبار الجافة.
- قد تكون التهوية إما مستمرة أو متقطعة. توفر وحدة التهوية، إذا كانت مستمرة، ما لا يقل عن 12 تغييرًا كاملاً للهواء في الساعة؛ إذا كانت متقطعة، ما لا يقل عن 30 تغييرًا كاملاً للهواء في الساعة. يجب دفع الهواء إلى الداخل بوسائل ميكانيكية بدلاً من استنفاده فقط. تعتمد متطلبات تغيير الهواء على هواء نقي بنسبة 100%.

3.7.7 التشغيل في حالات الطوارئ

- تكون القدرة على الضخ في حالات الطوارئ مطلوبة ما لم يتم توفير منع التدفق الزائد في النظام من خلال سعة تخزين كافية. تتحقق قدرة الضخ في حالات الطوارئ عن طريق توصيل المحطة بمحطتين فرعيتين منفصلتين على الأقل، أو عن طريق توفير مولد محمول أو موضعي لديه القدرة الكافية لبدء التشغيل والحفاظ على إجمالي قدرة التشغيل المقدرة للمحطة.
- بغض النظر عن نوع نظام الاستعداد للطوارئ المقدم، يجب توفير وصلة مضخة محمولة بأنبوب القوة مع إمكانيات توصيل سريعة وصمام مناسب خارج البئر الجاف والبئر الرطب.

3.7.8 أنابيب الفناء

- مطلوب إمدادات مياه الشرب في جميع محطات الضخ لتزويد صنادير الفناء، وصنادير الخرطوم، وأنظمة الاستحمام للطوارئ وغسيل العينين.
- يتم تركيب ثلاثة صنادير مياه على الأقل. يتم تركيب أحدها بالقرب من البئر الرطب، وفي مكان يوفر إرخاء كافي للعمل داخل وحول البئر الرطب ولكن في وضع لا يعيق جهود سحب المضخات أو صيانة الصمامات.
- بالإضافة إلى صنادير الفناء والحوامل، يتم تركيب محطات مشتركة لغسيل العينين ووحدات استحمام للطوارئ عند الاقتضاء. تُركب جميع محطات غسيل العينين والاستحمام في حالات الطوارئ مع بطانة خرسانية وصمام تصريف ومقاوم للحرائق.
- يجب ألا يكون هناك اتصال مادي بين أي مصدر لمياه الشرب ومحطة ضخ مياه الصرف الصحي والتي قد تتسبب تحت أي ظرف في تلوث إمدادات مياه الشرب. تتم حماية مصدر مياه الشرب لمحطة الضخ من التوصيل المتقاطع أو التدفق العكسي.

3.7.9 مكافحة الروائح الكريهة

- يكون لجميع المحطات نظام لمكافحة الروائح الكريهة. يتكون هذا النظام عادةً من مكونين: مكون لمعالجة الهواء الملوث من فراغ الرأس في البئر الرطب ومكون لمنع الروائح عند تصريف أنبوب القوة وفي اتجاه مصب المجرى.

3.7.10 أنابيب القوة

- عند معدلات الضخ التصميمي، يجب الحفاظ على سرعة لا تقل عن 1.0 م/الثانية. يجب ألا تتجاوز السرعة القصوى 2.1 م/الثانية.
- ألا يقل الحد الأدنى لقطر أنبوب القوة عن 100 مم.
- تحافظ أنابيب القوة على انحدار صعود إيجابي من خرج المضخة إلى علب التوزيع التي تستقبل تصريف أنبوب القوة. يتم تقليل التغييرات في انحدار واتجاه أنبوب القوة. للحد من تراكبات الغازات، يجب ألا يكون ميل أي جزء من أنبوب القوة يساوي صفراً. يجب تجنب النقاط المنخفضة المعرضة لتراكم المواد الصلبة.
- يتم تصميم أنابيب القوة بغطاء يصل عمقه إلى 2 متر على الأقل فوق الجزء العلوي من الأنبوب.
- يجب أن يدخل أنبوب القوة إلى علب التوزيع المستقبلية مع انتقال سلس للتدفق إلى نظام الصرف الصحي بالجاذبية عند نقطة لا تزيد عن 0.3 متر فوق خط التدفق.
- يجب أن تستند خسائر الاحتكاك عبر أنابيب القوة إلى صيغة هيزن-ويليامز؛ باستخدام $C'' = 140$ ، و $C'' = 120$ ، و $C'' = 100$ لتوضيح أداء أنابيب القوة عند بدء التشغيل وبعد الخدمة الممتدة.
- مواد الأنابيب المقبولة:
 - أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة



4.0 تصريف مياه الأمطار

4.1 متطلبات عامة

- يوفر هذا القسم الفرعي الأساس لتصميم مرافق تصريف مياه الأمطار بالموقع.
- تكون الهندسة الهيدرولوجية والهيدروليكية ضرورية لتصميم جميع أنظمة الصرف السطحية والجوفية.

4.2 نظام البنية التحتية لمياه الأمطار

4.2.1 وصف مياه الأمطار

- خصائص تصريف مياه الأمطار التالية في نظام البنية التحتية لمياه الأمطار:
 - تصريف الموقع
 - مرافق التدفق البري (الأرصعة والبالوعات)
 - المرافق تحت الأرض (الأنابيب)
 - قنوات التصريف

4.3 معايير التصميم

4.3.1 المنهجيات الهيدرولوجية

4.3.1.1 ملخص متطلبات النمذجة الهيدرولوجية

تتكون النمذجة الهيدرولوجية من الخطوات التالية:

- تحديد حوض التصريف، يجب تحديد جميع مناطق التصريف المساهمة بما في ذلك التصريف خارج الموقع. تكون حدود حوض التصريف واقعية وتعتمد على الظروف الطبوغرافية والدرجات ومواد الردم ومرافق الصرف الأخرى في المنطقة.
- وقت حساب التركيز، يتعين تحديد وقت التركيز بكل حوض تصريف باستخدام أساليب 55-TR للتدفق السطحي والرقيق والتدفق المركز الضحل.
- معامل خسارة الجريان السطحي، يتعين تحديد معاملات خسارة الجريان السطحي (أو أرقام المنحنى) على أساس نوع التربة واستخدام الأرض.
- تحديد تصميم مياه الأمطار، يجب تحديد تصميم مياه الأمطار وفترات العودة بناءً على حجم حوض التصريف وتطبيق النمذجة.
- النمذجة والتوجيه الهيدرولوجي، بناء النمذجة الهيدرولوجي وتحديد تصميم التصريفات. يتم تحديد تقنية النمذجة المناسبة بناءً على حجم حوض التصريف وتطبيق التصميم. راجع منهجيات النمذجة المناسبة أدناه.

4.3.1.2 الطريقة العقلانية

يمكن استخدام الطريقة العقلانية لتصميم المواقع الصغيرة (≤ 8 هكتارات) كما هو مبين في الجدول 3.1: تتطلب هذه الطريقة ما يلي:

- شدة هطول الأمطار في وقت تركيز الحوض.
- معامل الجريان السطحي "C".
- منطقة حوض التصريف.
- معادلة لحساب ذروة التصريف

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

$$Q = \text{Peak flow, } m^3/s$$

$$i = \text{Rainfall intensity, } mm/hr$$

$$C = \text{Runoff coefficient, dimensionless}$$

$$A = \text{Drainage area, hectares}$$



الجدول 3.1: متطلبات نمذجة التصريف الهيدرولوجي

التطبيق	إجراء الحساب
شبكات التصريف الثانوية؛ منطقة تصريف المياه ≥ 8 هكتارات	الطريقة العقلانية، HEC-HMS (رسم مائي لوحدة خدمات حفظ التربة أو الموجة الحركية)، HEC-RAS، أو 20-TR أو 55-TR
شبكات التصريف الأولية	الطريقة العقلانية، HEC-HMS (رسم مائي لوحدة خدمات حفظ التربة أو الموجة الحركية)، HEC-RAS، أو 20-TR أو 55-TR
شبكات التصريف الثانوية؛ منطقة تصريف المياه < 8 هكتارات	الطريقة العقلانية، HEC-HMS (رسم مائي لوحدة خدمات حفظ التربة أو الموجة الحركية)، HEC-RAS، أو 20-TR أو 55-TR
أحواض حجز المياه	الطريقة العقلانية، HEC-HMS (رسم مائي لوحدة خدمات حفظ التربة أو الموجة الحركية)، HEC-RAS، أو 20-TR أو 55-TR

○ وقت التركيز: وقت التركيز ضروري لتحديد كثافة هطول الأمطار. يُحسب وقت التركيز باستخدام منهجية خدمة حفظ الموارد الوطنية للتدفق السطحي الرقيق والتدفق المركز الضحل ومعادلة مانينغ لتدفق القناة.

■ التدفق السطحي الرقيق: يوجد التدفق السطحي الرقيق بشكل عام في الروافد العليا لمستجمع المياه أثناء هطول الأمطار وعادةً ما يكون طوله من 50 إلى 150 مترًا.

$$Sheet\ Tc = \frac{0.0912(nL)^{0.8}}{(P_2)^{0.5}S_f^{0.4}}$$

Sheet Tc = Time of concentration, (hours)

n = Manning's roughness coefficient for overland flow

L = flow length, m

P₂ = 2 – year, 24 – hour rainfall, mm

S_f = Land slope, m/m

■ التدفق المركز الضحل: يتكون التدفق المركز الضحل عمومًا من التصريف المركز في البالوعات أو القنوات أو المجاري المائية أو قنوات التصريف. هناك نوعان من المعادلات المختلفة:
الأسطح غير المرصوفة:

$$Shallow\ Tc = \left(\frac{L_f}{4.907 * S_f^{0.5}} \right) \left(\frac{1hr}{3600\ sec} \right)$$

الأسطح المرصوفة:

$$[LRI]Tc = \left(\frac{L_f}{6.1961 * S_f^{0.5}} \right) \left(\frac{1hr}{3600\ sec} \right) [PDI]$$

Shallow Tc = Time of concentration, hours

L_f = flow length, m

S_f = Slope, m/m

■ تدفق القناة: من المفترض أن يبدأ تدفق القناة في أحواض التصريف الرئيسية حيث يمكن تحديد المقاطع العرضية للقناة الكبيرة. يتم حساب وقت الانتقال داخل القنوات باستخدام معادلة مانينغ لتصريف القناة المفتوحة:

$$[LRI]V = \left(\frac{1}{n} \right) \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} (S)^{\frac{1}{2}} [PDI]$$

n = Manning coefficient of roughness

A = Cross Sectional Area of Flow (m²)

Document No.: EPM-KEC-GL-000004-AR Rev 000 | Level - 3-E - External



$P = \text{Wetted Perimeter of Flow (m)}$

$S = \text{Slope of Channel (m/m)}$

$V = \text{Average Velocity of Flow (m/s)}$

يتم حساب وقت الانتقال باستخدام:

$$\text{Channel } T_c = \left(\frac{L}{V} \right) \left(\frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ sec}} \right)$$

$L = \text{Length of Channel (m)}$

$V = \text{Average Velocity of Flow (m/s)}$

$T = \text{Wetted Perimeter of Flow (m)}$

$S = \text{Slope of Channel (m/m)}$

■ إجمالي وقت التركيز:

$$\text{Total } T_c = \text{Sheet } T_c + \text{Shallow } T_c + \text{Channel } T_c$$

- شدة هطول الأمطار للحسابات المنطقية
- استخدم مجموعة منحنيات الكثافة - المدة - التردد (IDF) التي تم تطويرها بالفعل أو جهة لتطوير الكثافة - المدة - التردد (IDF) من أجل المشروع.

4.3.1.3 طريقة خدمات حفظ التربة (خدمة حفظ الموارد الوطنية) (HEC-HMS)

- تُستخدم طريقة خدمات حفظ التربة لتصميم:
 - مواقع أكبر (8 1 هكتارات)
 - قنوات التصريف الأولية
 - أحواض حجز المياه
- لنمذجة مستجمعات المياه باستخدام طريقة رقم منحنى خدمات حفظ التربة، استخدم حزمة برامج مثل HEC-HMS لإنشاء رسوم مائية. تتطلب هذه الطريقة الإدخال التالي:
 - عمق هطول الأمطار وتوزيع هطول الأمطار.
 - رقم منحنى حوض التصريف.
 - وقت التركيز (وقت التأخير).
- معادلة حساب أحجام الجريان السطحي:

$$Q = \frac{(P - Ia)^2}{(P - Ia) + S}$$

$Q = \text{Runoff (mm)}$

$P = \text{Rainfall (mm)}$

$S = \text{Potential Maximum Retention after Runoff Begins (mm)}$

$Ia = \text{Initial Abstraction (mm)}$

$$Ia = 0.2 * S$$

$$-10S = \frac{1000}{CN}$$

$CN = \text{Curve Number}$

- هطول الأمطار
 - العمق: تُستخدم بيانات عمق هطول الأمطار التي قد تم تطويرها بالفعل أو يتعين على الجهة العامة تطوير الكثافة - المدة - التردد للمشروع
 - التوزيع الزمني: يتم اعتماد منحنى أنواع خدمات حفظ التربة الذي تم تطويره بواسطة الجهة المختصة بالمشروع.
- أرقام المنحنى
 - يعتمد رقم المنحنى على استخدام الأرض ونوع التربة ومحتوى الرطوبة السابق.



• وقت التأخير

○ تتطلب طريقة خدمات حفظ التربة إدخال وقت التأخير وليس وقت التركيز. يتم حساب وقت التأخير باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{Lag Time} = 0.6 * T_c$$

$T_c = \text{Total Time of Concentration}$

النمذجة الهيدروليكية

4.3.2

- يُرجى الرجوع إلى

الجدول متطلبات خلوص الفروق ومعايير التصميم الهيدروليكي.

الجدول 3.2 معايير التصميم الهيدروليكي

الغرض	المعيار
قنوات التصريف الأولية	القدرة على حدث محتمل نسبة حدوثه 1 من 50 في السنة بدون خلوص للفروق. تخزين السهول الفيضية لحدث محتمل نسبة حدوثه 1 من 100 في السنة مع 0.3 متر من خلوص الفروق لأعلى خطوط أنابيب العقار المجاور.
مرافق الصرف الصحي الثانوية تحت الأرض (الأنابيب)	القدرة على حدث محتمل نسبة حدوثه 1 من 25 في السنة بدون حمل إضافي
قناة التدفق الزائد للتصريف الثانوي (الرصيف والبالوعة)	قدرة على التدفق الزائد لأحداث نسبة حدوثها 1 من 100 في السنة مع لوح خلوص فروق كافٍ ولا يوجد انتشار مفرط للبالوعات.
في الموقع (منابع أحواض الاحتجاز)	تصميم لسعة تخزين مياه الأمطار لمدة 10 سنوات
أحواض الاحتجاز	حدث نسبة حدوثه 1 من 100 في السنة مع 0.3 متر من خلوص الفوارق حتى الجزء العلوي من الحاجز وهيكل طارئ للتدفق الزائد للتعامل مع ذروة تصريف التدفق داخلي لحدث متوقع نسبة حدوثه 1 من 100 في السنة على مدار 24 ساعة.
جودة المياه الصناعية/أحواض التدفق الأول	جمع أول 30 مم من الأمطار والاحتفاظ بما لا يقل عن 0.3 متر من حد خلوص الفروق حتى الجزء العلوي من الحاجز.
جودة المياه/أحواض التدفق الأول	جمع أول 30 مم من الأمطار
في الموقع (مصب صناديق الإدخال)	حدث عاصفة نسبة حدوثه 1 من 10 في السنة

راجع الجدول 3.3 لمعرفة الحسابات الهيدروليكية المطلوبة بناءً على تطبيق التصميم.

الجدول 3.3 منهجيات النمذجة الهيدروليكية

التطبيق	إجراء الحساب
شبكات التصريف الثانوية؛ منطقة تصريف المياه ≥ 8 هكتارات	معادلة مانينغ المعدلة.
شبكات التصريف الثانوية؛ منطقة تصريف المياه < 8 هكتارات	نمذجة شبكة تصريف مياه العاصفة الديناميكية (نموذج إدارة مياه الأمطار)
شبكات التصريف الأولية	التدفق المتنوع تدريجياً (HEC-RAS) أو نمذجة شبكة تصريف مياه العاصفة الديناميكية (نموذج إدارة مياه الأمطار)

• معادلة مانينغ المعدلة للتدفق بالجاذبية

○ يمكن استخدام معادلة مانينغ للتدفق بالجاذبية لتصميم خطوط تصريف مياه العاصفة بالموقع والقنوات المفتوحة، في نظام التدفق الطبيعي، لمناطق التصريف الصغيرة.

$$Q = \frac{1}{n} (AR^{2/3} S^{1/2})$$

$$Q = \text{Peak flow, m}^3/\text{s}$$

$$A = \text{Area of flow at right angle to direction of flow, m}^2$$

Document No.: EPM-KEC-GL-000004-AR Rev 000 | Level - 3-E - External

بمجرد طباعة النسخة الإلكترونية من هذا المستند فإنها تصبح غير خاضعة للرقابة وقد تصبح نسخة قديمة، يرجى الرجوع إلى نظام إدارة المحتوى المؤسسي للحصول على آخر إصدار لهذا المستند. إن هذا المستند ملكية خاصة لهيئة كفاءة الإنفاق والمشروعات الحكومية، ويخضع للقيود الموضحة بالإشعار الهام من هذا المستند



$R = \text{Hydraulic radius, m}$

$S = \text{Slope of grade, m/m}$

$n = \text{Coefficient of roughness}$

- تحليل التدفق المتنوع تدريجيًا
 - يلزم وجود طرق نمذجة أكثر تفصيلاً لتصميم قنوات تصريف أولية كبيرة. معادلة مانينغ للتصريف بالجاذبية ليست تقنية نمذجة مقبولة وافترض العمق الطبيعي غير مناسب. نموذج HEC-RAS هو النموذج المقترح لأنه النموذج الهيدروليكي المعتمد الأكثر شيوعاً في المجال، وهو متاح بسهولة ويمكنه محاكاة مجموعة متنوعة من مدخلات التدفق وهياكل التصريف مثل بوابات المد والجزر.
- نمذجة شبكة تصريف مياه العاصفة الديناميكية
 - لتصميم شبكات تصريف مياه العواصف الكبيرة، تُستخدم نموذج هيدروليكي ديناميكي مثل نموذج إدارة مياه الأمطار لتحديد سعة الأنابيب وأعماق الحمل الإضافي لعبلة التوزيع.
 - يمكن استخدام نماذج أخرى لتوجيه التدفق الديناميكي.

4.3.3 جودة مياه الأمطار

- أحواض التدفق الأولى
 - أحواض مراقبة جودة المياه المعروفة باسم أحواض التدفق الأولى مطلوبة لجميع مناطق التصريف الصناعي.
 - تجمع الأحواض أول 30 مم من مياه الأمطار من كل حدث. بعد تجميع التدفق الأول، قد يتم تحويل أي مطر إضافي يسقط على مناطق العمليات الصناعية مباشرة إلى نظام تصريف مياه العواصف.
 - تكون أحواض التدفق الأولى مبطنة بحيث تكون منيعة تماماً.
 - تستوفي المناطق الصناعية جميع اللوائح البيئية المتعلقة بالتصريف واحتجاز مياه الأمطار.

4.3.4 الإغاثة البرية

- الإغاثة البرية للتدفقات الزائدة لتصريف مياه العواصف
 - تُصمم جميع هياكل تصريف مياه الأمطار لاستيعاب التدفقات الزائدة لتصريف مياه العواصف الذي قد ينتج عن انسداد خط تصريف مياه الأمطار لحدث عاصفة متوقع حدوثه مرة كل 10 سنوات.
 - يتم توجيه التدفقات الزائدة لتصريف مياه العواصف عبر التدفق البري، أو مستنقعات التصريف، أو نقل مياه الصرف على الطرق التي تتصل في النهاية بقناة تصريف أولية.
 - توضح جميع تصميمات تصريف مياه العواصف مسارات التدفق ونقطة التصريف النهائية لجميع تدفقات التصريف. تستوعب مسارات التدفق هذه جميع المواقع التي يمكن أن يحدث فيها عائق لتصريف مياه العواصف.
 - يكون التدرج النهائي بحيث يتم توجيه أي تدفقات زائدة لتصريف مياه العواصف بعيداً عن المباني أو الهياكل.
 - تتم محاذاة التدفقات الزائدة لتصريف مياه العواصف التي تستخدم التدفق البري كوسيلة نقل مع العشب أو الرصيف أو غيرها من تدابير الحماية من التآكل.

4.4 أنظمة وهياكل التصريف

4.4.1 المجاري المائية

4.4.1.1 متطلبات التصميم العام

- تقليل حجم خطوط أنابيب تصريف مياه العواصف 300 مم.
- يكون الحد الأدنى لعمق الدفن حتى الجزء العلوي للأنبوب 1.2 متر. يكون الحد الأقصى لعمق الدفن 4.0 أمتار، ما لم يتم منح الموافقة الخاصة بالمشروع لأعماق أعمق.
- تتم مراعاة طفو مصارف الأمطار ومنع تعويم الأنبوب بالوسائل المناسبة حيث يتوقع ارتفاع ظروف المياه الجوفية.
- تُصمم جميع مصارف الأمطار لمنع التلف الناتج عن الأحمال المتغيرة والساكنة المتشابهة. يجب عمل بديل مناسب للأحمال على مصارف الأمطار للتربة وظروف المياه الجوفية المحتملة، وكذلك عرض وعمق الخندق. عند الضرورة، تُستخدم تأسيس خاص، أو تبليل ورم أولي، أو المهد الخرساني، أو أي إنشاءات خاصة أخرى لتحمل التحميل المتراكب المحتمل المتوقع أو فقدان ثبات جدار الخندق. يُرجى الرجوع إلى دليل الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد 2321 D.
- المنحدرات
 - للحسابات التي تفترض أن الأنبوب يتدفق بالكامل.
 - مطلوب سرعة لا تقل عن 1.0 م/الثانية.



إرشادات تصميم المرافق

- ينتج عن هذا المطلب سرعة 0.6 م/الثانية عندما يكون عمق التدفق 25% من قطر الأنبوب،
 - يتعين وضع مصارف الأمطار بانحدار منتظم بين علب التوزيع.
 - عندما ينتج عن التصميم الهندسي سرعات أكبر من 4.5 م/الثانية، يجب اتخاذ تدابير خاصة للحماية من الإزاحة عن طريق التآكل والتأثر.
- المحاذاة
 - يتعين وضع مصارف مياه الأمطار بمحاذاة مستقيمة بين علب التوزيع.
 - غير مسموح بمصارف مياه الأمطار ذات الخطوط المنحنية.
- الموقع
 - تكون ضمن نطاق الطرق حيثما أمكن ذلك.
- الأساس والردم
 - يتم توفير أساس متواصل وموحد في الخندق لجميع الأنابيب المدفونة. تتم إزالة الأحجار الأكبر من مواد الردم الموصوفة أدناه للحصول على عمق لا يقل عن 150 مم تحت قاع الأنبوب.
 - يتعين ضغط مواد الردم في طبقات حول الأنبوب وبارتفاع كافٍ فوق الأنبوب لدعم وحماية الأنبوب بشكل مناسب.
 - تُستخدم مواد الردم بحجم جسيمي يبلغ 20 مم بحد أقصى لإحاطة الأنبوب.
- مواد الأنابيب المقبولة
 - يجب على المصمم اختيار إحدى المواد المقبولة التالية:
 - أنابيب كلوريد متعدد الفينيل (PVC)
 - الأحجام من 300 مم إلى 400 مم
 - بالمعدل البعدي القياسي SDR 35 أو SDR 26
 - وفقاً للمتطلب 3034D للجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
 - تركيبات المجاري المزودة بحشيات
 - الأحجام من 450 مم إلى 1050 مم
 - 46PS أو 115PS
 - وفقاً للمتطلب 679F للجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
 - تركيبات المجاري المزودة بحشيات
 - أنابيب المجاري من كلوريد متعدد الفينيل المموجة
 - الأحجام من 300 مم إلى 900 مم
 - تلبية متطلبات 477F و 949F و 794F و 1784D و 2122D و 2412D للجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
 - وصلة مزودة بحشية ومادة مزدوجة مانعة للتسرب، تتجاوز متطلبات 3212D للجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
 - تصنيف ضغط بمقدار 3 بار
 - أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة الملحومة من الأعقاب
 - وفقاً لمعيار الأيزو 1167 ISO و 4427 ISO.
 - الأحجام من 300 مم إلى 1050 مم:
 - مادة البولي إيثيلين 100PE
 - تصنيف خلية يبلغ C/E445474
 - تصنيف الضغط الأدنى:
 - 26 DR (سلسلة أنابيب متوافقة مع معيار أيزو 4427 ISO)
 - ضغط العمل الاسمي لمادة 100 = 6PE بار
 - يضم الأنبوب أربعة خطوط بنية طولية متباعدة على التساوي.
 - يتطلب استخدام أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة الملحومة من الأعقاب انحدار للأنابيب بحد أدنى 1.00%.
 - أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة المموجة مزدوجة الجدار
 - وفقاً للمتطلب 2306F للجمعية الأمريكية للاختبار والمواد و 294M للجمعية الأمريكية لموظفي الطرق السريعة والنقل، النوع S.
 - تلبية الوصلة للمتطلب 3212D للجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
 - الأحجام من 300 مم إلى 1500 مم:
 - مادة البولي إيثيلين عالي الكثافة
 - تصنيف خلية يبلغ C435420

4.4.2 علب التوزيع وهياكل نقاط الاتصال

4.4.2.1 متطلبات التصميم العام

- غير مسموح بوجود درج في علب التوزيع.



- الموقع
 - يتم تركيب علب التوزيع عند:
 - نهاية كل خط
 - جميع التغييرات في الدرجة أو الحجم أو المحاذاة
 - جميع التقاطعات.
 - يتم تركيب علب التوزيع على مسافات لا تزيد عن:
 - 120 م لمصارف مياه الأمطار بقطر 375 مم أو أقل
 - 150 م لمصارف مياه الأمطار بقطر من 450 مم إلى 750 مم
 - 180 م لمصارف مياه الأمطار التي يزيد قطرها عن 750 مم.
 - لا يجوز استخدام مخارج التنظيف إلا لظروف خاصة ولا يجوز استبدالها بعلب التوزيع أو تركيبها في نهاية الأنابيب الجانبية التي يزيد طولها عن 45 مترًا.

- القطر
 - بالنسبة لخطوط مصارف مياه الأمطار حتى 450 مم، يجب أن يكون الحد الأدنى لقطر علب التوزيع 1200 مم.
 - بالنسبة لخطوط مصارف مياه الأمطار بين 525 مم وحتى 750 مم، يجب أن يكون الحد الأدنى لقطر علب التوزيع 1500 مم.
 - بالنسبة لخطوط مصارف مياه الأمطار بين 825 مم وحتى 1050 مم، يجب أن يكون الحد الأدنى لقطر علب التوزيع 1800 مم.
 - يتعين توفير قطر وصول لا يقل عن 750 مم.
 - في حالة دخول أكثر من أنبوبين إلى فتحة نفاذ، يجب تقييم الحد الأدنى للقطر على أساس كل حالة على حدة.

4.4.2.2 مواد علب التوزيع المقبولة

- علب التوزيع من البوليمر المقوى بالألياف الزجاجية (FRP) أو ما يعادله
 - وفقًا للمتطلب 3753D للجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
 - تصنيف حمولة عجالات 20-H.
 - تكون التوصيلات عبارة عن وصلات ضغط مانعة لتسرب الماء حسب توصيات الشركة الصانعة أو ما يعادلها.
 - يلزم قيعان علب توزيع مقواة بالألياف الزجاجية.
 - يتم تركيب قاع المجرى والمقعد في المصنع باستخدام مواد غير قابلة للتآكل مغلفة بألياف زجاجية بسمكة لا تقل عن 25 مم.
 - تثبت علب التوزيع لمواجهة قوى الطفو. تكون المراسي مصممة لاستخدامات محددة للمشروع.
 - لا يُسمح بطلاء الجل أو الدهانات أو الطلاءات الأخرى.

4.4.3 القنوات المفتوحة

4.4.3.1 متطلبات التصميم العام

- تُستخدم القنوات المفتوحة لنظام الصرف الأولي.
- تكون القنوات المفتوحة التي تصب في مصب البحر محصنة ضد المد.
 - تُصمم قنوات الصرف الأولية المفتوحة لنقل حدث نسبة حدوثه 1 من 50 في السنة والحدث الذي نسبة حدوثه 1 من 100 في السنة حسب الجدول 3.2.

4.4.3.2 مواد تبطين القنوات المقبولة

- عادةً ما يكون من الكافي منع التآكل من خلال تمديد مواد الحماية من التآكل التراكمي على المنحدرات الجانبية للسد على نطاق العرض الكامل للخرق. بالإضافة إلى ذلك، يجب توفير أكوام من الحجارة المكسرة بجوار جدران الجناح عند نهايات المدخل والمخرج للمجري المائية لصندوق الصرف لمنع التعرية الموضعية.
- تكون القنوات المبينة بالخرسانة مطلوبة في الحالات التالية:
 - حيث تكون هذه هي الطريقة الوحيدة لتوفير السعة المطلوبة.
 - عند التوصيلات مع القنوات الأولية المبينة. في هذه الحالة، يجب أن تمتد البطانة الخرسانية للخلف من القناة الأولية بطول يساوي 3 أضعاف عرض القناة الأولية.

4.4.4 أحواض/ برك الاحتجاز

4.4.4.1 الأحواض السطحية

- تتطوي على منحدرات جانبية بنسبة 3:1
- يتعين توفير إمكانية وصول إلى مركبات الصيانة.



- ألا يتجاوز عمق التجميع في البرك 1000 مم لحدوث هطول الأمطار على مدار 24 ساعة الذي نسبة حدوثه 1 من 100 في السنة.
- تحافظ البركة على 300 مم على الأقل لخلوص الفروق خلال حدث نسبة حدوثه 1 من 100 في السنة على مدار 24 ساعة.
- يكون للبركة هيكل للمياه الفائضة مع القدرة على التعامل مع تدفق الذروة خلال حدث العاصفة الممتدة على مدار 24 ساعة الذي نسبة حدوثه 1 من 100 في السنة.
- يحد حجم البركة من ذروة تصريف الجريان السطحي حتى $0.14 \text{ m}^3/\text{s}$ ثانية لكل هكتار خلال حدث هطول الأمطار على مدار 24 ساعة نسبة حدوثه 1 من 100 في السنة.

4.4.4.2 خزان الاحتجاز تحت الأرض

- لا يسمح بوجود حجيرات احتجاز تحت الأرض.

4.4.5 هياكل المصببات

- تتم حماية جميع هياكل المصببات بواسطة أغطية من أكوام الحجارة المكسرة أو أغطية مبطنة بالخرسانة.
- تكون هياكل المصببات مطلوبة حيث يتم تصريف الأنابيب في المحيط أو القنوات أو الأحواض.
- يتم تحديد حجم كومة الحجارة المكسرة باستخدام طريقة Isbash استنادًا إلى السرعة القصوى للمصب خلال حدث عاصفة نسبة حدوثه 1 من 100 في السنة:

$$D_{50} = \frac{692(KV)^2}{(2g(S_s - 1))}$$

$$D_{50} = \text{Riprap size, mm}$$

$$V = \text{Velocity, m/s}$$

$$S_s = \text{Specific gravity of the riprap (usually 2.65)}$$

$$K = 1.0$$

- يكون الحجم الأدنى لكومة الحجارة المكسرة D_{50} يساوي 100 مم.
- يكون السمك الأدنى لكومة الحجارة المكسرة ضعف كومة الحجارة المكسرة D_{50} بمقدار 1.5.
- يتم تقييم جميع المصببات من حيث احتمالية حدوث قفزة هيدروليكية والحاجة إلى مشتت لطاقة المصب.
- راجع دليل تصميم الطرق السريعة، القسم 1.10 التصميم الهيدروليكي لمنهجية تصميم مشتت الطاقة لوزارة الاتصالات (حاليًا وزارة النقل) في المملكة العربية السعودية.

4.4.6 أنظمة الرشخ الخارجي

- يتم توفير أنظمة رشخ خارجي (الصرف تحت السطحي) لجدران الأساسات ومناطق القطوع والطرق ومواقف السيارات ومناطق المسطحات الخضراء وما إلى ذلك، حيث يصبح من الضروري التحكم في المياه الجائمة أو المياه الجوفية العليا.
- قد يتم ربط أنظمة الرشخ الخارجي في هياكل تصريف مياه الأمطار ثانوية أو أولية
- متطلبات التصميم
 - تستند متطلبات التصميمات الهيدروليكية إلى ما يلي:
 - نفاذية التربة
 - المنطقة المراد تصريفها، بناءً على تقييم الموقع واستكشافه.
 - الرأس المتوقع.
 - ألا يقل قطر المصرف السفلي عن 100 مم للمقاطع الدائرية أو أي أبعاد أقل من 200 مم لأي قسم آخر.

• تصميم النظام

- يجب دمج تصميم النظام مع الاعتبارات العملية لضمان الأداء المرضي في ظل الظروف الميدانية الفعلية، بما في ذلك ما يلي:
 - يتم إنشاء الوصلات بمثل هذه الطريقة من خلال الاستفادة من حجم الفتحات و/أو الحشيات و/أو وسائط الترشيح بحيث لا تدخل التربة المحيطة إلى المصرف السفلي نفسه.
 - يكون الطول الأقصى بين المخارج النظيفة أو فتحات الوصول 100 متر.
 - يكون لجميع المصارف الجوفية مخرج موجب حر التدفق. لن يُسمح باستخدام المصارف المصمتة أو المصارف الفرنسية أو أي تكوين آخر لا يحتوي على قناة موجبة بسبب احتمال تراكم الرواسب



5.0 نظام مياه الري/المياه المعاد تدويرها

5.1 متطلبات عامة

يوفر هذا القسم الأساس لتصميم أنظمة المياه المعاد تدويرها. تشمل أنظمة المياه المعاد تدويرها أنظمة النقل والتوزيع.

5.2 أنظمة نقل المياه المعاد تدويرها

- نظام نقل المياه المعاد تدويرها (النظام الأولي): يقوم نظام نقل مياه الري بنقل المياه من محطات معالجة مياه الصرف الصحي المحلية إلى صهاريج تخزين مياه الصرف.
- يتمثل الهدف التشغيلي لنظام نقل مياه الري في نقل المياه من محطات معالجة مياه الصرف الصحي المحلية إلى صهاريج تخزين مياه صرف نظام نقل مياه الري.
- يكون التشغيل النموذجي لمحطات مضخات نظام النقل هو التشغيل في ظروف ثابتة السرعة. يتعين أن يختلف معدل التدفق لتلبية الطلب عن طريق تشغيل المضخات وإيقافها.
- تشمل أنظمة نقل المياه المعاد تدويرها على المكونات التالية:
 - صهاريج تخزين مياه الشطف،
 - نظام ضخ تقوية الكلور،
 - محطة (محطات) ضخ كبيرة متعددة المضخات ثابتة السرعة
 - خط أنابيب نقل
 - صهاريج تخزين مياه الصرف

5.3 أنظمة توزيع المياه المعاد تدويرها

- ينقل نظام توزيع المياه المعاد تدويرها المياه من صهاريج تخزين المياه على مستوى المحافظة إلى مستخدمي المياه داخل المحافظة المعنية، مثل المساكن والمدارس والمطاعم والشركات التجارية.
- تشمل أنظمة توزيع المياه المعاد تدويرها على المكونات التالية:
 - نظام ضخ تقوية الكلور،
 - محطة (محطات) ضخ كبيرة متعددة المضخات متغيرة السرعة
 - خطوط أنابيب توزيع.

5.4 الطلبات على المياه المعاد تدويرها في الأماكن الخارجية

- عادة ما تلبية استخدام مياه الأماكن الخارجية (ري النباتات) في الأماكن العامة خارج المواقع السكنية أو التجارية الخاصة من خلال المياه المعاد تدويرها
- تستخدم دور رياض الأطفال المياه الصالحة للشرب لري النباتات في الأماكن الخارجية.
- يناقش ما يلي عملية حساب الطلبات على الري للمناطق المطلوب خدمتها بواسطة نظام المياه الصالحة للشرب:
 - تقييم المساحة المروية بمعدل استهلاك المساحات الخضراء استناداً إلى نوع نظام الري المستخدم مثل الرش والتنقيط والغمر.
 - للري بالرش في المناطق العشبية، يكون متوسط الطلب الأسبوعي في حدود 50 مم في الأسبوع.
 - يتم تقييم معدلات الري بالتنقيط على أساس كل حالة على حدة مع مراعاة أنواع النباتات وطرق الري.
- يُسمح باستخدام المياه المعاد تدويرها لنظام الري بالتنقيط في مناطق الاستخدام العام.
- قد يُسمح بالري بالرش في الأماكن غير العامة.

5.5 أنظمة الري

5.5.1 متطلبات عامة

- يعزز تصميم أنظمة الري توحيد المواد والمعدات والأجهزة لتقليل الخدمة والصيانة.
- يجب التحديد والتفصيل الكامل لنظام ري آلي مكتمل لأي مشاريع مقترحة. ويجب أن يخدم جميع المزرعات. يتعين تنسيق جدول الزراعة مع مواعيد توافر المياه. يجب عدم الزراعة حتى يتم تركيب نظام الري واختباره واعتماده وتشغيله بكامل طاقته.



5.5.2 موقع أنظمة الري

- يجب ري جميع المسطحات الخضراء.
- يجب ري المناطق العشبية الكائنة في الشوارع المغطاة بالعشب التي تواجه الاستخدامات المؤسسية والتجارية والسكنية مع احتمال حركة مرور كثيفة للمشاة بين حافة الطريق ورصيف المشاة. يجب أن يتم ري أشجار الشوارع والشجيرات والأغطية الأرضية بواسطة نظام ري آلي.
- يجب ري المسطحات الخضراء الوسطى في الطرق بواسطة أنظمة ري تحت سطحية.
- يتم ري الأشجار الحضرية المزروعة على الأرصفة بواسطة أجهزة ري بالتنقيط متعددة المنافذ.

5.5.3 متطلبات تصميم نظام الري

- يجب تركيب الأنظمة تحت الأرض. تُصمم وتركيب جميع المكونات لتقليل وصول العامة إليها ومخالطتهم لها. تُستخدم أغطية وأبواب مقفلة عند الضرورة. لا يجوز تحت أي ظرف من الظروف رش مياه تحتوي على مياه صرف صحي في المناطق المأهولة في العادة. لأغراض ري ورش المزروعات الداخلية، تُستخدم المياه الصالحة للشرب فقط.
- يكون تصميم أنظمة الري على نحو لا يسمح بتلامس المياه مع الأسطح والمباني الصلبة للسيارات والمشاة.
- يجب تركيب مقياس تدفق على أنظمة الري مزود بإشارة إلكترونية تُرسل إلى مقياس نظام الري الرئيسي.
- يكون مقياس التدفق مزود بمقياس حساس للتدفق المنخفض متصل بوحدة التحكم المركزية.
- يجب قياس جميع أنظمة الري (عادة عند نقطة التوصيل بالإمداد الرئيسي).
- يتعين تصميم توصيلات الخدمة من نظام المياه الرئيسي إلى حجرة مقياس المياه وحتى أجهزة الري.
- لأنظمة المياه الصالحة للشرب فقط: يتعين تركيب مانع للتدفق العكسي.
- يتعين قياس ضغط الماء الساكن عند نقطة التوصيل أو بالقرب منها وإدراجه في تصميم نظام الري.
- تبلغ سرعة التدفق القصوى للتصميم 1.5 متر في الثانية.
- يتعين تصميم تغطية من الرأس إلى الرأس للمناطق المكسوة بالأعشاب والشجيرات.
- يتعين تصميم دوائر الرش مع رؤوس تهطل متطابقة. يجب ألا يتم خلط الرؤوس بمعدلات تهطل متنوعة في نفس الدائرة.
- يتعين تحديد رؤوس تدفق منخفض للمناطق المنحدرة.
- عند استخدام الرشاشات السطحية، احرص على توفير تغطية بالمرشات لقواعد الأشجار لا تنطوي على عوائق من جانبيين على الأقل.
- تُصمم كل دائرة تنقيط بمرشح ومنظم ضغط وصمام تدفق وصمام تنفيس الهواء. يتم إدراج تعليمات الشركة المصنعة لمكون التنقيط الخاصة بالتركيب والصيانة في مواصفات المشروع.
- يتعين تقليل الرش الزائد على الأسطح المرصوفة.
- تُصمم أنظمة الري لتوفر المياه على أساس الطلب عن طريق استخدام مسبار لرطوبة التربة لتجاوز وحدة التحكم خلال فترات الرطوبة الكافية بالتربة.
- يتم وضع علامات على جميع أغطية الصمامات ونقاط الوصول الأخرى تحمل عبارة "ماء ملوث - لا تشربه" باللغتين العربية والإنجليزية.
- يلزم وجود علامات مماثلة على أي خطوط من مصادر مياه صالحة للشرب كلما يتم حقن السماد.
- تتطلب جميع الأنظمة من مصادر مياه الصرف الصحي مرشحات و/أو مصافي عند مصب الصمامات ذات الملفات اللولبية التي تخدم أجهزة الري بالتنقيط.
- يلزم خرطوم مقاوم للطحالب في جميع خطوط أجهزة الري. تعمل درجات الحرارة المرتفعة على تعزيز نمو الطحالب.
- للأسباب المذكورة أعلاه، يكون الدفن العميق لجميع الخطوط مفيداً. يُقترح أن يكون الحد الأدنى لعمق دفن الخط الرئيسي 900 مم.
- أنابيب البولي إيثيلين عالي الكثافة وكلوريد متعدد الفينيل هي المواد المعتمدة لأنظمة الري.
- يمثل ري السماد المذاب في نظام الري طريقة استخدام فعالة ويكون مناسباً للمنشآت كبيرة الحجم. يجوز استخدام وحدات حقن صغيرة متنقلة. تكون وحدات الحقن الأكبر مناسبة، عندما تسمح وفورات الحجم بذلك. قد تكون مراكز التحكم بمساعدة الكمبيوتر؛ على غرار تلك المستخدمة في ملاعب الجولف الكبيرة مناسبة حيث تتوفر مساحة مكيفة الهواء.
- في كثير من الحالات، تخضع أنظمة الري بالتنقيط التي يتم الحصول عليها من مصادر مياه الصرف الصحي لتراكم الفوسفات (التنقلس) وهو ما يؤدي إلى انسداد نظام الري. غالباً ما يُقترح حقن حامض الكبريتيك بكميات كافية لمنع التنقلس في هذه الحالات ويمكن تحقيق ذلك من خلال تصميم معدات الحقن بما يسمح باستخدام الأسمدة والأحماض ومبيدات الحشرات الجهازية.

5.5.4 مصادر المياه لأنظمة الري

- يكون المصدر الرئيسي لمياه الري هو مياه الصرف الصحي المعالجة.
- يستخدم الري بالمياه الصالحة للشرب في مناطق دور رياض الأطفال فقط.
- تتم حماية خطوط المياه الصالحة للشرب من التلوث باستخدام مانعات التدفق العكسي ذات مبدأ الضغط المخفض.
- يوفر مخطط النظام فصلاً مناسباً بين خطوط المياه الصالحة للشرب وخطوط مياه الصرف الصحي والمجاري. يتم تجنب الازدواجية المتوازية في خطوط الري بالمياه الصالحة للشرب ومياه الصرف الصحي.



- 5.6 النمذجة الهيدروليكية
- 5.6.1 الغرض
 - تُستخدم النمذجة الهيدروليكية كأداة تصميم لتقييم المشروع التطويري الجديد أو الحالي
- 5.6.2 برامج النمذجة

يمكن إكمال النمذجة في النظم الأساسية للنمذجة المستقلة أو المتكاملة بالتصميم بمساعدة الحاسب أو نظام المعلومات الجغرافية. تتضمن برامج النمذجة المقبولة:

 - برنامج ووتر كاد (WaterCAD) (بنثلي) أو ما يعادله
- 5.6.3 سيناريوهات النمذجة المطلوبة

يتم إعداد سيناريوهات النماذج استنادًا إلى دورة الري.
- 5.6.4 إعداد النموذج
 - تتكون نماذج التوزيع الهيدروليكي من أنابيب وعُقد (بما في ذلك صنابير الحريق) وصهاريج ومحطات ضخ.
 - الأنابيب
 - القطر
 - يُحدد قطر كل أنبوب
 - معامل الاحتكاك
 - يتم تكوين النماذج الهيدروليكية لتقييم نظام المياه باستخدام صيغة هيزن-ويليامز.
 - الخسائر الطفيفة
 - يمكن إدراج خسائر طفيفة للتركيبات والصمامات في النموذج عن طريق إضافة خسائر طفيفة محلية لكل أنبوب.
 - إن أمكن، يجب وضع الخسائر الطفيفة لمقاييس التدفق الرئيسية والحماية من التدفق العكسي في الاعتبار من خلال سيناريوهات النمذجة.
 - الطول
 - يتم إنشاء نماذج على نطاق واسع لضمان الطول الدقيق لخطوط المياه.
 - العقد
 - يُحدد ارتفاع العقد عند ارتفاع الأرض ضمن نطاق 0.5 متر.
 - تُخصص الطلبات مكانيًا استنادًا إلى حسابات الطلب
 - الصهاريج
 - الحجم: على الرغم من أن الحجم غير مطلوب لمحاكاة الأوضاع المستقرة، إلا أنه من الممارسات الجيدة تضمين معلومات دقيقة عن الصهريج فيما يتعلق بقطره وارتفاع جداره وارتفاع أرضيته وما إلى ذلك في حالة الحاجة إلى محاكاة فترة ممتدة في المستقبل.
 - محطات المضخات
 - ارتفاع الأرض في حدود 0.5 متر
 - منحنيات المضخة - تُدرج منحنيات المضخة الفعلية في نموذج التوزيع إذا تم استخدامها لتأكيد اختيار المضخة.
- 5.6.5 إعداد تقارير النموذج الهيدروليكي
- 5.6.5.1 يُستخدم جدول المحتويات التالي عند تقديم تقرير النمذجة الهيدروليكية:
 - مقدمة - تشمل وصفًا للمشروع، ومناقشة النظام القائم، والإضافات المقترحة للمشروع.
 - تُدرج خريطة للنظام لتوضيح مساحة التوسع المقترحة واستخدامات الأراضي.
 - ملخص ومعايير الطلب على الري
 - يتعين تلخيص حسابات الطلب الخاصة بالطلب على الري؛ إدراج حسابات مفصلة في الملحق.
 - المنهجية والتحليل - توثق برمجيات النمذجة المستخدمة، ونوع النموذج (الوضع المستقر أو الفترة الممتدة)، والافتراضات، والمعايير الميدانية، إن وجدت.
 - إدخال النمذجة



إرشادات تصميم المرافق

تميز البرمجيات الحاسوبية للنمذجة الهيدروليكية للشبكات بين مجموعتين عامتين من البيانات المدخلة وهي الفواصل والروابط. على الرغم من أن الطريقة التي يتم بها نمذجة بعض المكونات قد تختلف من برنامج إلى آخر، فقد تكون معلومات الإدخال التالية مطلوبة:

- مصادر المياه: تحديد مستوى سطح الماء وموقعه وارتفاعه.
- نقاط الربط: تحديد نوعها، تحديد موقعها وارتفاعها، تحديد الطلب الأساسي ونمط اختلاف الطلب.
- الصهاريج: تحديد نوعها، بيان مواقعها، تحديد مستوى المياه الأعلى والأسفل، وصف الشكل (المنطقة المتقاطعة، الرسم البياني للسعة أو العمق)، تحديد مستوى المياه الأولي في بداية المحاكاة، تحديد ترتيبات المدخل/المنفذ.
- الأنابيب: تحديد نوعها، وطولها، وقطرها، وشدة الصلابة، وعامل فقد الطفيف.
- المضخات: تحديد نوعها، ووصف خصائصها، وسرعتها، ونمط تشغيلها.
- الصمامات: تحديد نوع الصمام، وقطره، مقدار فاقد الاحتكاك عند فتح الصمام بالكامل، نمط التشغيل.

● النتائج والاستنتاجات

- توثيق بأن الضغط والسرعة لكل سيناريو يفي بمعايير الدليل.
 - توثيق نقطة أو نقاط الربط مع تحديد أدنى ضغط لكل سيناريو
 - توثيق أنبوبة أو أنابيب مع تحديد أعلى سرعة لكل سيناريو
 - إدراج ملفات إدخال وإخراج النموذج في تقرير النمذجة
 - تضمين خريطة نظام تبين أحجام الأنابيب النهائية استنادًا إلى النموذج.
- تشمل الخريطة علامات لجميع العناصر النموذجية مثل الوصلات والأنابيب ومحطات المضخات.
- يتم ترميز الخريطة بالألوان استنادًا إلى قطر الأنابيب.