

المحاضرة التاسعة: تصميم شبكة مياه الأمطار داخل الأبنية

حساب الغزارة المطرية:

تحسب الغزارة المطرية Q_r من العلاقة:

$$Q_r = q_T^n \cdot C \cdot F \cdot \frac{1}{10000} \quad (1)$$

حيث (q_T^n) شدة العاصفة المطرية الحسابية (L/sec.ha) .

C: معامل الجريان وهنا نميز بين:

C_s : معامل الجريان الأعظمي من أجل حساب الغزارة المطرية الجدول رقم 1

في حال المساحات المركبة تؤخذ قيمة المتوسط الموزون لمعامل الجريان حيث تضرب قيمة كل نوع من أنواع المساحات المثبتة (حسب طبيعة سطح المساحة) بعامل الجريان الخاص بكل مساحة.

الجدول (1) قيم معامل الجريان الاعظمي C_s	
نوع السطح	معامل الجريان C_s
اسطح بميل $15^\circ \leq$	0.95
أسطح بميل $15^\circ \geq$	0.8

0.3	- أسطح مروية
0.90	- مواقف سيارات، ساحات غسل سيارات
0.9	- أرضيات بيتونية
0.6	- ممرات مشاة مغطاة بالبلاط
0.5	- شوارع اسفلتية
0.25	- الملاعب وساحات لعب الأطفال
0.02	حديقة المنزل

C_m : معامل الجريان الوسطي يستخدم في حساب حجوم خزانات أو أحواض (حجرة) تهدئة مياه الأمطار V_{RRR} .

F : المساحة المثبتة الأفقية وتعطى بالـ m^2 .

العاصفة المطرية الحسابية:

تعتمد العاصفة المطرية التي مدتها $T = 5 \text{ min}$ و ذات التواتر ($n = 0.5$) عند حساب الغزارة المطرية من الموقع العام للأبنية.

أما بالنسبة لحساب الغزارة المطرية الناتجة عن الأسطح فنعتمد عاصفة مطرية ذات تواتر

($n = 0.2$) أي كل مرة / 5 سنوات.

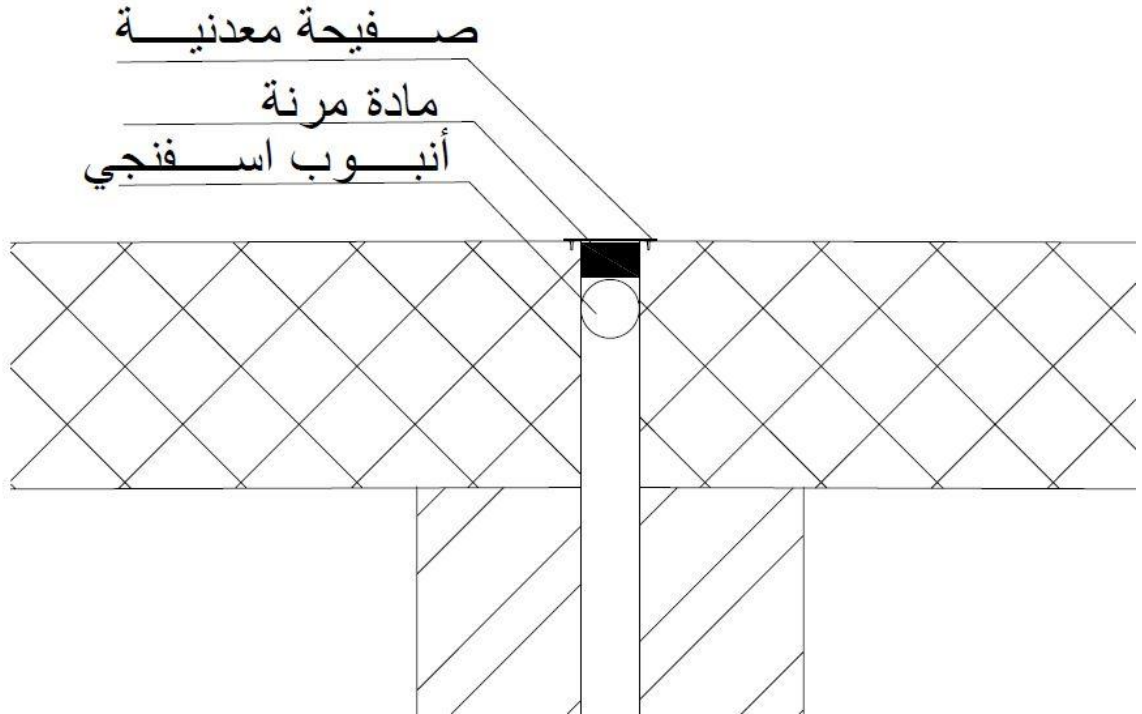
عدد البلايع على الأسطح:

- يجب في البداية دراسة السطح المراد تصريفه من الناحية المعمارية والإنشائية أي دراسة مناسيب السطح، وجود غرف على السطح، وجود مناور بأعداد كبيرة، وجود فواصل تمتد أو فواصل هبوط.

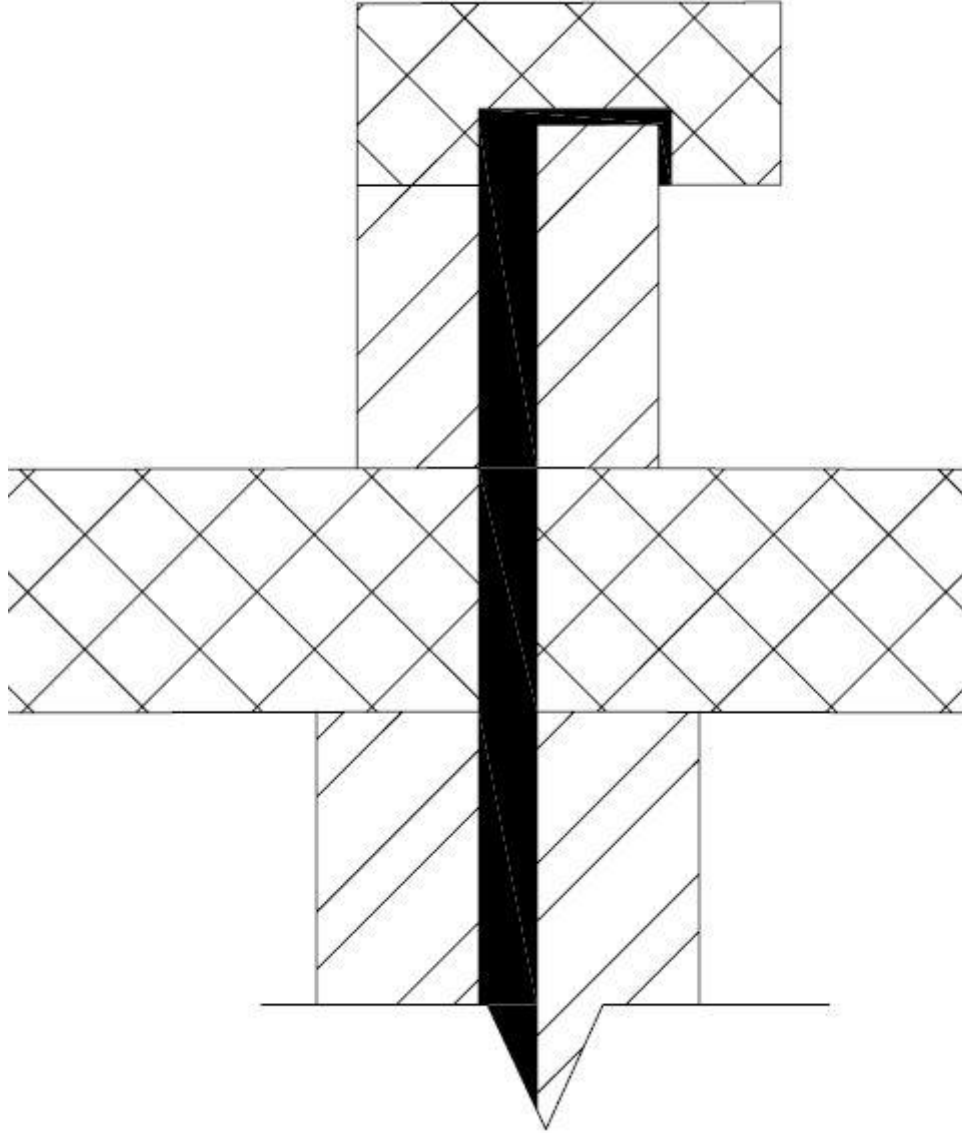
- نتيجة هذه الدراسة يقسم السطح الى أجزاء يجب تصريفها بشكل منفصل عن بعضها البعض. فأسطح الغرف وأسطح بيت الدرج (والتي غالبًا ما تكون أسطح لخزانات المياه) تصرف على السطح الأدنى بواسطة بلايع ونوازل تنتهي على السطح.

- أن وجود فاصل تمتد أو اكثر (باتجاه أو اتجاهين) يقسم السطح الى أقسام مستقلة تمامًا عن بعضها البعض.

- تختلف طريقة معالجة فواصل التمدد على السطح ويبين الشكل أدناه الحالة الأكثر شيوعًا.



الشكل أدناه يمثل الحل الآخر لمعالجة فواصل التمدد على الأسطح:



يجب على الدارس الصحي معرفة كيفية معالجة هذه الفواصل (إن وجدت) والسبب إنه في حال اعتماد الأسلوب الأول بالمعالجة يجب أن تميل المساحات الساكنة بشكل معاكس للفواصل أي أن الفاصل يكون بمستوي مرتفع لمنع دخول مياه الأمطار من خلاله وبالتالي تكون البلايع المطرية بعيدة عنه. أما بالحالة الثانية فلا مانع من أن تميل المساحة الساكنة باتجاه الفاصل.

- من مخطط الموقع العام للمبنى يتم تحديد فيما إذا كان بالإمكان تصريف مياه السطح باتجاه المحيط أم لا (لأنه في حالة وجود جوار ملاصق للمبنى المدروس يتم تصريف الأمطار بواسطة نوازل داخلية ضمن المبنى).

- يتم حساب الغزارة المطرية وتقسيم كل جزء من أجزاء السطح حسب مساحته إلى مساحات ساكنة (وقد يشكل الجزء الواحد مساحة ساكنة واحدة).

يعطى عدد البلايغ المطرية الضرورية من العلاقة التالية رقم (2):

$$n_{DA} = \frac{Qr}{Q_{DA}} \quad (2)$$

Qr : الغزارة المطرية من السطح أو من جزء منه L/sec .

n_{DA} : عدد البلايغ المطرية.

Q_{DA} : غزارة البالوعة المطرية التي تم اختيارها تبعاً لقطرها وللضاغط (ارتفاع الماء) عند البالوعة. يجب أن تحدد هذه القيمة من قبل المنتج للبلايغ المطرية والتي يجب إثباتها وفق تعليمات الكود رقم 2-1253-EN DIN .

إن القيم الدنيا لغزارة البلايغ المطرية معطاة بالجدول رقم (2) .

يتم اختبار البلايغ المصنعة يدوياً وفق تعليمات أخرى مدونة بالكود رقم:

.DIN EN 12056-3,2001-01,5-3

الجدول رقم (2) غزارة البلايغ المطرية حسب قطرها وحسب ارتفاع المياه أمامها		
قطر البالوعة الخارجي	غزارة البالوعة المطرية l/s	ارتفاع المياه أمام البالوعة mm
50	0.9	35
63	1.0	
75	1.7	
90	3.0	
110	4.5	45
125	7.0	45
150	8.1	45

إن قطر وعدد البلايغ المطرية اللازمة لتصريف سطح ذو مساحة معينة يختلف حسب الظروف المناخية التي تؤثر على شدة العاصفة المطرية الحسابية.

- بعد تحديد قطر وعدد البلايغ يتم تقسيم السطح أو كل جزء منه إلى عدد من المساحات الساكنة يساوي عدد البلايغ المطرية. أي يتم إلحاق كل بالوعة مطرية بمساحة ساكنة تابعة لها.

- يتم تحديد المساحة الساكنة لكل بالوعة وفقاً لمايلي:

- تعطى كل مساحة ساكنة ميلاً عن طريق طبقة ميول بيتونية باتجاه البالوعة قيمته تتبع حسب طبقة الأكساء الأخيرة للسطح والتي قد تكون إما بيتونية أو طبقة عزل من البيتومين أو بلاط.

- ان اختلاف خشونة طبقة الاكساء الأخيرة للسطح تؤثر على ميل طبقة الميول والتي تتراوح بين 0.3-0.6%.

- تحسب سماكة طبقة الميول في زوايا المساحات الساكنة بحيث تشكل كل مساحة ساكنة مستويًا واحدًا، لذلك يجب أن يكون مجموع السماكات المتقابلة قطريًا في المساحة الواحدة متساويًا.

- يوصي الكود الألماني ألا تزيد المسافة بين البلايع المطرية الواقعة على خط واحد عن 20 م. (هذه التوصية تصح في المناطق المتشابهة مناخيا مع أوروبا كما في المنطقة الساحلية).

- عند تحديد موقع البلايع على السطح الانتباه إلى مكانها على المخطط المعماري للطابق الأخير.

- أنابيب التصريف المطرية الافردية والتجميعية:

غالبًا ما يتم ربط كل بالوعة مطرية بنازل مطري شاقولي خاص بها. ولكن هناك حالات يكون من الصعب تحقيق ذلك، في مثل هذه الحالة يتم تصريف أكثر من بالوعة مطرية إلى نازل واحد يسمى الأنبوب المستقبل لمياه البالوعة المطرية أنبوب التصريف الافردية.

يجب ألا يقل قطر أنبوب التصريف الافردية والأنابيب التجميعية عن قطر البالوعة المطرية.

اما أنابيب التصريف التجميعية تصمم مثل الأنابيب التجميعية الرئيسية (انظر الجداول التالية):

الجدول رقم (3) الغزرات حسب قطر الانبوب والميل من اجل نسبة امتلاء تساوي 0.5

الميل J	DN 70 d _i = 68 mm		DN 80 d _i = 75 mm		DN 90 d _i = 79 mm		DN 100 d _i = 96 mm		DN 125 d _i = 113 mm		DN 150 d _i = 146 mm		DN 200 d _i = 184 mm		DN 225 d _i = 207 mm		DN 250 d _i = 230 mm		DN 300 d _i = 290 mm	
	Q	V	Q	v	Q	V	Q	v	Q	V	Q	v	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0.20													6.3	0.5	8.6	0.5	11.4	0.5	21.0	0.6
0.30											4.2	0.5	7.7	0.6	10.5	0.6	14.0	0.7	25.8	0.8
0.40									2.4	0.5	4.8	0.6	8.9	0.7	12.2	0.7	16.2	0.8	29.9	0.9
0.50							1.8	0.5	2.7	0.5	5.4	0.6	10.0	0.8	13.7	0.8	18.1	0.9	33.4	1.0
0.60					1.1	0.5	1.9	0.5	3.0	0.6	5.9	0.7	11.0	0.8	15.0	0.9	19.8	1.0	36.7	1.1
0.70	0.8	0.5	1.1	0.5	1.2	0.5	2.1	0.6	3.2	0.6	6.4	0.8	11.8	0.9	16.2	1.0	21.4	1.0	39.6	1.2
0.80	0.9	0.5	1.1	0.5	1.3	0.5	2.2	0.6	3.5	0.7	6.8	0.8	12.7	1.0	17.3	1.0	22.9	1.1	42.4	1.3
0.90	0.9	0.5	1.2	0.6	1.4	0.6	2.4	0.7	3.7	0.7	7.3	0.9	13.4	1.0	18.4	1.1	24.3	1.2	45.0	1.4
1.00	1.0	0.5	1.3	0.6	1.5	0.6	2.5	0.7	3.9	0.8	7.7	0.9	14.2	1.1	19.4	1.2	25.7	1.2	47.4	1.4
1.10	1.0	0.6	1.4	0.6	1.6	0.6	2.6	0.7	4.1	0.8	8.0	1.0	14.9	1.1	20.4	1.2	26.9	1.3	49.8	1.5
1.20	1.1	0.6	1.4	0.6	1.6	0.7	2.7	0.8	4.2	0.8	8.4	1.0	15.5	1.2	21.3	1.3	28.1	1.4	52.0	1.6
1.30	1.1	0.6	1.5	0.7	1.7	0.7	2.9	0.8	4.4	0.9	8.7	1.0	16.2	1.2	22.1	1.3	29.3	1.4	54.1	1.6
1.40	1.2	0.6	1.5	0.7	1.8	0.7	3.0	0.8	4.6	0.9	9.1	1.1	16.8	1.3	23.0	1.4	30.4	1.5	56.2	1.7
1.50	1.2	0.7	1.6	0.7	1.8	0.7	3.1	0.8	4.7	0.9	9.4	1.1	17.4	1.3	23.8	1.4	31.5	1.5	58.2	1.8
2.00	1.4	0.8	1.8	0.8	2.1	0.9	3.5	1.0	5.5	1.1	10.9	1.3	20.1	1.5	27.5	1.6	36.4	1.8	67.2	2.0
2.50	1.6	0.9	2.0	0.9	2.4	1.0	4.0	1.1	6.1	1.2	12.2	1.5	22.5	1.7	30.8	1.8	40.7	2.0	75.2	2.3
3.00	1.7	1.0	2.2	1.0	2.6	1.1	4.4	1.2	6.7	1.3	13.3	1.6	24.7	1.9	33.7	2.0	44.6	2.1	82.4	2.5
3.50	1.9	1.0	2.4	1.1	2.8	1.1	4.7	1.3	7.3	1.5	14.4	1.7	26.6	2.0	36.4	2.2	48.2	2.3		
4.00	2.0	1.1	2.6	1.2	3.0	1.2	5.0	1.4	7.8	1.6	15.4	1.8	28.5	2.1	39.0	2.3	51.5	2.5		
4.50	2.1	1.2	2.8	1.2	3.2	1.3	5.3	1.5	8.3	1.6	16.3	2.0	30.2	2.3	41.3	2.5				
5.00	2.2	1.2	2.9	1.3	3.3	1.4	5.6	1.6	8.7	1.7	17.2	2.1	31.9	2.4						

الجدول رقم (5) الغزارات حسب قطر الانبوب والميل من اجل الامتلاء الكامل

J	DN 70 d _i = 68 mm		DN 80 d _i = 75 mm		DN 90 d _i = 79 mm		DN 100 d _i = 96 mm		DN 125 d _i = 113 mm		DN 150 d _i = 146 mm		DN 200 d _i = 184 mm		DN 225 d _i = 207 mm		DN 250 d _i = 230 mm		DN 300 d _i = 290 mm	
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0.20													12.5	0.5	17.2	0.5	22.7	0.5	42.1	0.6
0.30											8.3	0.5	15.4	0.6	21.1	0.6	27.9	0.7	51.7	0.8
0.40									4.9	0.5	9.6	0.6	17.8	0.7	24.4	0.7	32.3	0.8	59.7	0.9
0.50							3.5	0.5	5.4	0.5	10.8	0.6	20.0	0.8	27.3	0.8	36.2	0.9	66.9	1.0
0.60					2.3	0.5	3.9	0.5	6.0	0.6	11.8	0.7	21.9	0.8	30.0	0.9	39.7	1.0	73.3	1.1
0.70	1.6	0.5	2.1	0.5	2.5	0.5	4.2	0.6	6.5	0.6	12.8	0.8	23.7	0.9	32.4	1.0	42.9	1.0	79.3	1.2
0.80	1.8	0.5	2.3	0.5	2.6	0.5	4.5	0.6	6.9	0.7	13.7	0.8	25.3	1.0	34.7	1.0	45.9	1.1	84.8	1.3
0.90	1.9	0.5	2.4	0.6	2.8	0.6	4.7	0.7	7.3	0.7	14.5	0.9	26.9	1.0	36.8	1.1	48.7	1.2	90.0	1.4
1.00	2.0	0.5	2.6	0.6	3.0	0.6	5.0	0.7	7.7	0.8	15.3	0.9	28.4	1.1	38.8	1.2	51.3	1.2	94.9	1.4
1.10	2.1	0.6	2.7	0.6	3.1	0.6	5.2	0.7	8.1	0.8	16.1	1.0	29.8	1.1	40.7	1.2	53.8	1.3	99.5	1.5
1.20	2.2	0.6	2.8	0.6	3.2	0.7	5.5	0.8	8.5	0.8	16.8	1.0	31.1	1.2	42.5	1.3	56.2	1.4	104.0	1.6
1.30	2.3	0.6	2.9	0.7	3.4	0.7	5.7	0.8	8.8	0.9	17.5	1.0	32.4	1.2	44.3	1.3	58.6	1.4	108.2	1.6
1.40	2.3	0.6	3.1	0.7	3.5	0.7	5.9	0.8	9.2	0.9	18.2	1.1	33.6	1.3	46.0	1.4	60.8	1.5	112.4	1.7
1.50	2.4	0.7	3.2	0.7	3.6	0.7	6.1	0.8	9.5	0.9	18.8	1.1	34.8	1.3	47.6	1.4	62.9	1.5	116.3	1.8
2.00	2.8	0.8	3.7	0.8	4.2	0.9	7.1	1.0	11.0	1.1	21.7	1.3	40.2	1.5	55.0	1.6	72.7	1.8	134.4	2.0
2.50	3.1	0.9	4.1	0.9	4.7	1.0	7.9	1.1	12.3	1.2	24.3	1.5	45.0	1.7	61.5	1.8	81.4	2.0	150.4	2.3
3.00	3.5	1.0	4.5	1.0	5.2	1.1	8.7	1.2	13.5	1.3	26.7	1.6	49.3	1.9	67.4	2.0	89.2	2.1	164.8	2.5
3.50	3.7	1.0	4.9	1.1	5.6	1.1	9.4	1.3	14.5	1.5	28.8	1.7	53.3	2.0	72.9	2.2	96.4	2.3		
4.00	4.0	1.1	5.2	1.2	6.0	1.2	10.1	1.4	15.6	1.6	30.8	1.8	57.0	2.1	77.9	2.3	103.0	2.5		
4.50	4.2	1.2	5.5	1.2	6.3	1.3	10.7	1.5	16.5	1.6	32.7	2.0	60.5	2.3	82.7	2.5				
5.00	4.5	1.2	5.8	1.3	6.7	1.4	11.3	1.6	17.4	1.7	34.5	2.1	63.8	2.4						

النوازل المطرية:

يجب ألا يقل قطر هذه النوازل عن أقطار أنابيب التصريف الافردية لكل بالوعة وحتى عن قطر انبوب التصريف التجميعي.

تصمم هذه النوازل من أجل نسبة امتلاء 0.33.

هناك دول توصي باعتماد نسبة امتلاء أقل (0.2) في المناطق ذات كمية هطول مطري عال وشدة الهطول من أجل عواصف مطرية ذو التواتر الأقل من $n = 0.2$ أكبر بكثير من شدة العواصف ذات التواتر $n = 0.2$ الحسابية.

في سورية يمكن اعتماد هذه النسبة المنخفضة في المناطق الساحلية.

جدول رقم (6) يعطي الغزرات المطرية المسموحة من أجل النسبتين 0.2 - 0.33 وهي مستنتجة من العلاقة التالية:

$$Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0,167} \cdot d_i^{2,667} \cdot f^{1,667}$$

Q_{RWP} الغزارة I/sec

k_b خشونة 0.25 mm

d_i القطر الداخلي m

f نسبة الامتلاء .

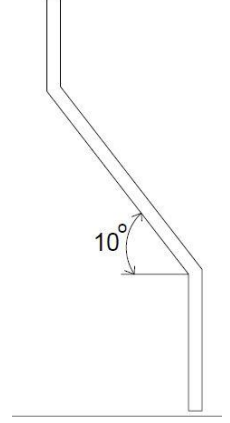
إن قيم الغزرات الواردة في الجدول أدناه مستنتجة من أجل الأقطار الداخلية لأنابيب ذات خشونة مقدارها 0.25 mm وبالتالي يتم استخدام القيم الواردة في الجدول في حال تطابق

خشونة الأنابيب المختارة وأقطار الأنابيب الداخلية مع الواردة في الجدول وألا يجب استخدام العلاقة أعلاه.

ملاحظة هامة: على المصمم تحديد مادة الأنبوب المراد استخدامه كنازل مطري فتحدد خشونته الداخلية وقيمة الضغط الاسمي الذي يتحمله الانبوب ومنه يتم تحديد القطر الداخلي للأنبوب. فإذا كانت هذه البارامترات مطابقة لما هو وارد في الجدول أعلاه يتم استخدام قيم الغزرات في الجدول وألا تستخدم العلاقة أعلاه.

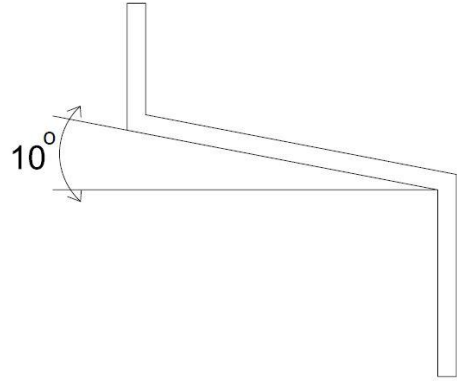
جدول رقم (6) قيم الغزرات المطرية المسموحة من أجل النسبتين 0.33 - 0.2					
القطر الداخلي d	الغزارة I/sec		القطر الداخلي d	الغزارة I/sec	
	f=0.2	f=0.33		f=0.2	f=0.33
50	0.7	1.7	130	9.4	21.6
55	0.9	2.2	140	11.4	26.3
60	1.2	2.7	146	12.8	29.4
65	1.5	3.4	150	13.7	31.6
70	1.8	4.1	160	16.3	37.5
75	2.2	5.0	170	19.1	44.1
80	2.6	5.9	180	22.3	51.4
85	3.0	6.9	190	25.7	59.3
90	3.5	8.1	200	29.5	65.0
95	4.0	9.3	220	38.1	87.7
96	4.2	9.6	240	48.0	110.6
100	4.6	10.7	260	59.4	137.0
110	6.0	13.8	280	72.4	166.9
113	6.4	14.8	300	87.1	200.6
120	7.6	17.4	300 اكبر		

إن إزاحة النازل المطري بدرجة أكبر أو تساوي 10^0 عن الأفق (كما في الشكل أدناه) لا يغير من الاستطاعة الهيدروليكية له.



أما إذا كانت زاوية إزاحة النازل عن الأفق بدرجة أقل من 10^0 فيجب أن تحسب الاستطاعة الهيدروليكية له على أساس أنبوب له ميل يساوي الجزء الأفقي منه وبنسبة امتلاء تساوي

0.7



أنابيب التصريف المطرية التجميعية والأرضية:

تستخدم الجداول أعلاه (3-4-5) في تصميم هذه الأنابيب. إن الغزرات الواردة في هذه الجداول محسوبة على أساس القطر الأدنى الداخلي للأنابيب المقابل للقطر الاسمي وفق ما هو وارد في الكود : 2001-01 , DIN EN 12056-2 , ومن اجل خشونة تشغيلية مقدارها

$$k_b=1.0$$

يمكن أيضا ان يتم حساب هذه الغزارات وفق القطر الداخلي الحقيقي لمادة الأنابيب المستخدمة حسب علاقة برانتدل - كول بروك على اعتبار الخشونة التشغيلية $K_b = 1.0$ ونسبة امتلاء تساوي 0.7 و ميل أدنى 0.5 cm/m

- القطر الأدنى للأنابيب الأرضية (المطمورة) هو DN 100 .
- بالنسبة للأنابيب الأرضية خارج حدود البناء يجب أن لا تقل سرعة الجريان عن $v = 0.7$ m/sec ولا تزيد عن 2.5 m/sec . ميل هذه الأنابيب لا يقل عن 1:DN و نسبة الامتلاء (0.7) .

- يمكن أن يحسب شبكة الموقع العام على أساس الامتلاء الكامل.
 - عند الحساب الهيدروليكي للأنابيب الأرضية خارج البناء يجب الاعتماد سواء للأسطح أو المساحات في الموقع العام على عاصفة مطرية ذات تواتر مرة كل سنتين ومدتها $T=5min$.
- أنابيب الصرف المشتركة (مياه مطرية و منزلية) :

تتألف الغزارة المشتركة التصميمية الأنابيب الأرضية من الغزارة المنزلية Q_{ww} و الغزارة

$$Q_m = Q_{ww} + Q_r \quad \text{المطرية } Q_r \text{ كما يلي :}$$

حيث : Q_m : الغزارة المشتركة . Q_{ww} : الغزارة المنزلية .

Q_r : الغزارة المطرية .

إن القطر الاسمي الأدنى للأنابيب التصريف المشتركة DN 100 (القطر الداخلي الأدنى الداخلي) (96mm) .

تصميم الأنابيب المشتركة الواقعة خارج البناء من أجل سرعة جريان دنيا لا تقل m/se 0.7 وعن سرعة عظمى لا تزيد عن $2.5 m/se$.

نسبة الامتلاء المسموحة ($h/d_i = 0.7$) و الميل الأدنى ($1 / DN$) .

في حال ربط انبوب ضخ مع غرفة تفتيش تقع خارج المبنى يمكن حساب الجزء الواقع بعد هذه الغرفة على أساس الامتلاء الكامل $h/d=1.0$.

تصمم أنابيب الصرف المطمورة المشتركة التي قطرها الاسمي $DN > 150$

على أساس الامتلاء الكامل ($h/d_i = 1.0$)