سلسلة أعمال مكافحة الحريق

الجزء الحادي والخمسون

Protection of Rack Storage of Class I Through IV 51 Commodities

حماية السلع من تصنيف I إلى IV والمخزنة في هياكل التخزين

ترجمة وجمع وترتيب

م/ رياض فاضل النجار

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله, أما بعد :

فهذا كتاب من سلسلة كتب أنرمعت العمل عليها في الفترة القادمة والتي تختص بالتكلم عن أنظمة مكافحة الحريق الأكثر انتشارا في المشاريع في منطقتنا .

المصدر الأساسي للمعلومات هي من المرجع NFPA . . وفي هذا الكتاب كانت المعلومات من NFPA 13 الاصدار 2013 .

والهدف من هذه السلسلة تقريب علم مكافحة الحريق من مهندسينا الذين لاحظت عليهم كثرة الاهتمام بالجانب العملي وإغفال كبير للجانب العلمي, الأمر الذي سيؤدي مع مرور الوقت إلى ضعف في المعلومات وعندها سيصبح المهندس عبارة عن مشرف من دون مميزات هندسية .

هذا ما نُصحت به من عدم ترك القراءة وهذا ما أحاول إيصاله عبر هذه السلسة, والمعلومات الموجودة في هذا الجزء هي عبارة عن ترجمة من اللغة الانكليزية, لذا ربما يجد القارئ بعض نقاط الخلل في العبارة وكيفية عرضها, وعليه فأنني أقدم دعوة لأصحاب الخبرة لتنقيح هذه المعلومات لتصبح أكثر وضوحاً ودقة .

هذا وما كان من خطأ فمني ومن الشيطان وما كان من صحة فمن الله وحده, والله الموفق الهادي لا إله إلا هو عليه توكلت وإليه أنيب .

كتبه م/ رياض فاضل النجار

1436/02/09 هـ

2014/12/02 م

مصطلحات مستعملة خاصة بهذا الفصل :

يتم الرجوع إلى الكتاب الخمسين من السلسلة لمعرفة مصطلحات التخزين ضمن هياكل التخزين.

حيث وردت كلمة هياكل التخزين فهي تعني racks.

وحيث وردت كلمة الرفوف أو الرف فهي تعني shelves.

وحيث وردت كلمة الممرات الطولية فهي تعني longitudinal flue.

وحيث وردت كلمة الممرات العرضية فهي تعني transverse flues.

وحيث وردت كلمة رشاشات الرفوف فهي تعني in-rack sprinklers.

الفصل الأول: مقدمة عامة

أولا : يشمل هذا الفصل مجموعة واسعة من المواد القابلة للاحتراق. ويتم تطبيق جميع متطلبات الكتاب 42 إلا ما سيتم تعديله هنا.

ثانيا : معايير حماية الرشاش:

1- لدينا قسمين رئيسين لمعايير الحماية بالرشاش وسيتم مناقشتهما لاحقا, الأول لارتفاع تخزين حتى 7.6 م والثاني لارتفاع تخزين أعلى من 7.6 م.

2- يجب السماح لمعايير الحماية للمواد البلاستيكية تصنيف A بأن تكون لحماية نفس ارتفاع التخزين والترتيب للسلع من تصنيف I, II, III, and IV.

ثالثا : هياكل التخزين المتحركة: يجب أن تكون معايير حماية هياكل التخزين المتحركة هي نفسها معايير حماية هياكل التخزين متعددة الصفوف.

رابعا : حماية الأعمدة المعدنية من الحرائق _ الأعمدة ضمن هياكل التخزين للسلع من تصنيف I, II, III, IV والسلع البلاستيكية:

1- عند عدم تزويد مواد مقاومة للحريق على أعمدة المبنى ويزيد ارتفاع التخزين عن 4.6 م, فإنه يجب حماية أعمدة المبنى ضمن هيكل التخزين أو أعضاء هيكل التخزين الرأسية والتي تدعم المبنى, حسب واحد من الطرق التالية:

- يتم تركيب رشاش جانبي على ارتفاع 4.6 م, ويتم توجيهه إلى جانب واحد من العمود المعدني.
- قيود على كثافة رشاشات السقف لتكون لمساحة لا تقل عن 186 م2 للرشاشات عادية درجة الحرارة (74°C) أو عالية درجة الحرارة (141°C) كما هو موضح في الجدول 16.1.4.1 لارتفاع تخزين أعلى من 4.6 م وحتى 6.1 م.
- تركيب رشاشات ESFR أو CMSA لنظام السقف.

Table 16.1.4.1 Ceiling Sprinkler Densities for Protection of Steel Building Columns

Commodity Classification	Aisle Width			
	4 ft (1.2 m)		8 ft (2.4 m)	
	gpm/ft^2	$(L/min)/m^2$	gpm/ft^2	$(L/min)/m^2$
Class I	0.37	15.1	0.33	13.5
Class II	0.44	17.9	0.37	15.1
Class III	0.49	20.0	0.42	17.1
Class IV	0.68	27.7	0.57	23.2

2- لن يتم تطبيق بنود الحماية السابقة كلها في حال التخزين ضمن هياكل تخزين ثابتة محمية برشاشات رفوف.

3- يسمح بحذف قيمة تدفق رشاشات حماية الأعمدة المعدنية من الحسابات الهيدروليكية.

خامسا : الرغوة عالية التمدد :

1- كثافة رشاشات السقف:

a- عند استعمال الرغوة عالية التمدد بالاشتراك مع رشاشات السقف, فإن أقل كثافة تصميمية لرشاشات السقف يجب أن تكون be 0.2 gpm/ft2 (8.1 mm/min) للسلع من تصنيف I أو II أو III, أما بالنسبة للسلع من تصنيف IV فتكون 0.25 gpm/ft2 (10.2 mm/min) وذلك لمنطقة تشغيل 186 م2.

b- عند استعمال الرغوة عالية التمدد بالاشتراك مع رشاشات السقف, فإن أقصى زمن للغمر هو 7 دقائق للسلع من تصنيف I أو II أو III و 5 دقائق للسلع من تصنيف IV.

c- عند استعمال الرغوة عالية التمدد للتخزين أعلى من 7.6 م وحتى 10.7 م, فإنها ستكون بالاشتراك مع رشاشات السقف. ويكون زمن للغمر هو 5 دقائق للسلع من تصنيف I أو II أو III و 4 دقائق للسلع من تصنيف IV.

2- لا داعي لتركيب رشاشات رفوف عند استعمال نظام الرغوة عالية التمدد بالاشتراك مع رشاشات السقف.

3- كواشف أنظمة الرغوة عالية التمدد:

- يجب أن تكون مسجلة للخدمة وتركب وفقا لواحد من الترتيبات التالية:

A- في السقف فقط, وذلك عندما تركب في نصف مسافة التباعد الخطية المقدرة (يعني (4.6 m × 4.6 m) بدلا من (9.1 m × 9.1 m)), في السقف حسب التباعد المقدر, و في هياكل التخزين في المستويات البديلة.

B- عندما تكون مسجلة للتركيب في هياكل التخزين وتركب وفقا لتسجيلها لتعطي استجابة ضمن دقيقة واحدة بعد الاشتعال.

- لا يكتفى فقط باستعمال كواشف السقف إذا زادت المسافة بين قمة التخزين والسقف عن 3.1 م أو زاد ارتفاع التخزين عن 7.6 م.

4- يجب تركيب كواشف الأنظمة مسبقة التشغيل حسب متطلبات البند رقم 3 السابق.

سادسا : هياكل التخزين برفوف صلبة :

1- عند تركيب رفوف صلبة في هياكل تخزين مفردة أو مزدوجة أو متعددة الصفوف وكانت مساحتها تزيد عن 1.86 م2 ولكن لا تتجاوز 5.95 م2,فلا داعي لتركيب رشاشات في تحت كل رف, ولكن يتم تركيب الرشاشات في السقف وتحت الرفوف المتوسطة عند كل 2 م بشكل رأسي.

2- وعندما تزيد مساحة الرف 5.95 م2 أو عندما تجاوز مستويات التخزين عن 2 م, يتم تركيب رشاشات في السقف وتحت كل مستوي من الرفوف.

3- في حالة هياكل التخزين متعددة الصفوف وبأي ارتفاع لا تحتوي على ممرات طولية, أو في حالة هياكل التخزين مزدوجة الصفوف وبارتفاع حتى 7.6 م ولا تحتوي على ممرات طولية, فالحالة هنا لا تعتبر رفوف صلبة في حالة وجود ممرات عرضية عند كل 1.5 م ولا داعي لتركيب رشاشات رفوف إضافية حسب البنود 1 و2.

4- يجب أن يكون التباعد الأقصى الأفقي بين رشاشات الرفوف هو 1.5 م.

5- عند عدم تحقق معايير هذا البند 5, فإنه يجب أن تعتمد كمية ماء رشاشات الرفوف على تدفق لا يقل عن 30 gpm (114 L/min) تطلق من العدد التالي من الرشاشات الموازنة لحاجة رشاشات السقف حسب الفقرة 23.8[1] :

[1]) الصفحة 27 من الكتاب 45 الفقرة ثالثا.

- ست رشاشات عند تركيب مستوي واحد فقط من هياكل التخزين لحماية السلع I أو II أو III.
- ثمان رشاشات عند تركيب مستوي واحد فقط من هياكل التخزين لحماية السلع IV.
- عشر رشاشات (خمسة في كل مستوي) عند تركيب أكثر من مستوى واحد من هياكل التخزين لحماية السلع I أو II أو III.
- أربع عشر رشاشا (سبعة في كل مستوي) عند تركيب أكثر من مستوى واحد من هياكل التخزين لحماية السلع IV.

6- لا داعي لأن تكون حاجة رشاشات الرفوف موازنة لحاجة رشاشات السقف وذلك عند تركيب رشاشات وجه إضافية تحت كل رف صلب, وتكون رشاشات الرفوف محسوبة لتعطي تدفقا لا يقل عن 60 gpm (227 L/min) من ثمان رشاشات.

سابعا : أكاويات المفتوحة من الأعلى : يعتبر خارج عن هدف هذا الكتاب.

ثامنا : رشاشات الرفوف :

1- يتم حساب عدد الرشاشات وقياس المواسير هيدروليكيا فقط, وليس بطريقة الجداول.
2- عندما تكون الحاجة لرشاشات الرفوف لحماية السلعة الأخطر والتي تشغل جزءا من طول الرف, يجب أن تمتد رشاشات الرفوف على الأقل 2.44 م أو مقطع واحد (one bay), أيهما أكبر, على كلا الاتجاهين على طول الرف على جانبي الخطورة العليا. ولا داعي لتمديد رشاشات الرفوف التي تحمي الخطورة العليا عبر الممر aisle.
3- عندما يحتاج رف التخزين لعدد أقل من الرشاشات المطلوبة وذلك بسبب طوله, عند ذلك فإن الرشاشات الموجودة في رف واحد هي التي ستدخل في الحسابات الهيدروليكية.

تاسعا : الفواصل الأفقية ورشاشات الرفوف :

1- عندما يطلب في أي قسم من الكود NFPA 13 تركيب فواصل أفقية مع رشاشات الرفوف لمنع تطور الحريق رأسيا, فإن الفواصل يجب أن تكون من ألواح معدنية أو خشب أو مواد مشابهة ويجب أن تكون على كامل طول وعمق الرف.
2- يجب تركيب الفواصل ضمن 51 مم أفقيا حول حوامل هيكل التخزين (rack uprights).

عاشرا : متطلبات فراغات الممرات للتخزين حتى 7.6 م (Flue Space Requirements) :

1- في هياكل التخزين متعددة أو مزدوجة الصفوف ومن دون رفوف صلبة, فلا داعي لوجود ممرات طولية (أي وجود فراغ بين الحمولات ظهرا لظهر).
2- يجب وجود ممر عرضي لا يقل عن 152 مم بين الحمولات وحوامل هيكل التخزين في الهياكل المفردة والمزدوجة والمتعددة الصفوف.
3- يسمح بوجود تغيرات في عرض الممرات أو في استاقها الرأسي.

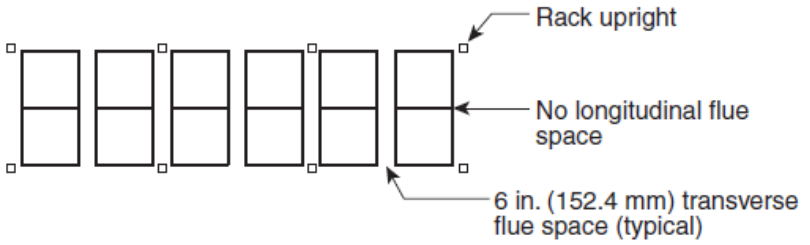


EXHIBIT 16.3 *Plan View of Double-Row Rack Without Longitudinal Flue Space.*

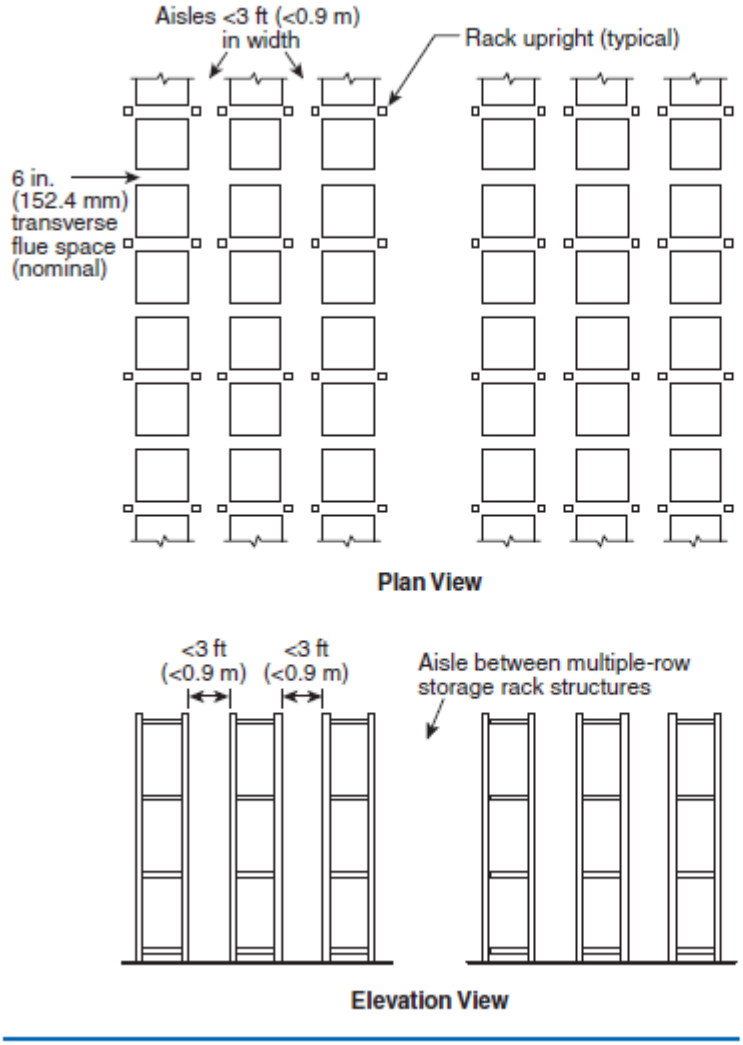


EXHIBIT 16.4 *Multiple-Row Rack Storage Arrangement Consisting of Aisle Widths Less Than 3 ft (0.9 m).*

أحد عشر : متطلبات فراغات الممرات للتخزين أعلى 7.6 م :

1- يجب وجود ممر عرضي لا يقل عن 152 مم بين الحمولات وحوامل هيكل التخزين في الهياكل المفردة والمزدوجة والمتعددة الصفوف.

- يجب وجود ممر طولي 152 مم في هياكل التخزين متعددة الصفوف.
- يسمح بوجود تغيرات في عرض الممرات أو في استاقها الرأسي.

2- في هياكل التخزين المفردة والمزدوجة والمتعددة الصفوف, يجب بقاء فراغ رأسي صافي لا يقل عن 152 مم بين عاكس رشاش الرف وقمة صف التخزين.

- يجب أن تقع رشاشات الوجه ضمن هيكل التخزين بمسافة لا تقل عن 76 مم من حامل الهيكل و مسافة لا تزيد عن 460 مم من وجه ممر التخزين (aisle face of storage).
- يجب أن تقع رشاشات رفوف الممر الطولي عند التقاطع مع الممر العرضي و مع عاكس يقع عند أو تحت قاع كمرة التحميل الأفقية أو أعلى أو تحت أحد أعضاء هيكل التخزين الأفقية المجاورين.
- يجب أن تبقى رشاشات الرفوف بعيدة عن حامل الهيكل بمقدار لا يقل عن 76 مم بشكل قطري.

تبين الصورة السابقة معنى حامل الهيكل Uprights ومعنى كمرة التحميل الأفقية beams.

الفصل الثاني: معايير الحماية لارتفاع حتى 7.6 م

معايير الحماية باستعمال الرشاشات Control Mode Density/Area Sprinkler:

أولا : يجب تحديد الكثافة والمساحة لأبعد منطقة هيدروليكية وإمداد الماء حسب ما هو موصف لارتفاع التخزين حتى 3.7 م ولارتفاع التخزين أعلى 3.7 م وحتى 7.6 م, حسب ما سيذكر لاحقا.

ثانيا : معايير الحماية لارتفاع حتى 3.7 م:

1- ستكون حسب معايير حماية التخزين المتنوع وذلك حسب ما سبق شرحه في الكتاب 43 من السلسلة.
2- معايير الحماية التي سبق ذكرها في الكتاب 46 ستكون مقبولة للتخزين حتى 3.7 م حسب الجدول 13.2.1.

ثالثا : معايير الحماية لارتفاع أعلى 3.7 م:

1- يجب أن تحديد حاجة رشاشات السقف للماء حسب عدد صفوف هيكل التخزين مفرد أو مزدوج أو متعدد حسب ما سيأتي.
2- لهياكل التخزين مفردة أو مزدوجة الصفوف للسلع مغلفة أو غير مغلفة, فإن كثافة ومساحة تشغيل رشاشات السقف يجب أن تحدد من الأشكال من 16.2.1.3.2(a) إلى 16.2.1.3.2(g) ويكون الترتيب حسب الجدول 16.2.1.3.2 ويجب أن يتم التعديل حسب البند 4. ويجب تطبيق هذه المتطلبات على هياكل التخزين المحمولة المرتبة بنفس ترتيب هياكل التخزين مفردة أو مزدوجة الصفوف. ويجب اختيار كثافات التصميم لملائمة عرض الممر.

A- فإذا كان عرض الممر من 1.2 م إلى 2.4 م, يجب استعمال قاعدة الممر بعرض 1.2 م, أو يتم إجراء عملية تناسب بين الكثافات.

B- وإذا كانت الكثافة المعطاة لممر بعرض 2.4 م فإنها يجب أن تطبق على ممر بعرض 2.4 م.

C- وإذا كانت الكثافة المعطاة لممر بعرض 1.2 م فإنها يجب أن تطبق على ممر بعرض 1.2 م وحتى 1.07 م.

D- إذا كان الممر أضيق من 1.07, يجب اعتبار هياكل التخزين متعددة الصفوف.

3- لهياكل التخزين متعددة الصفوف, والتخزين بارتفاع 3.7 م وحتى 7.6 م, من دون رفوف صلبة:

- عرض هيكل التخزين حتى 4.6 م مع ممر بعرض 2.4 م أو أعرض: للسلع من تصنيف I, II, III, or IV, مغلفة أو غير مغلفة, فإن كثافة ومساحة تشغيل رشاشات السقف يجب أن تحدد من الأشكال من 16.2.1.3.2(a) إلى 16.2.1.3.2(g) ويكون الترتيب حسب الجدول 16.2.1.3.3.1 ويجب أن يتم التعديل حسب البند 4. ويجب تطبيق هذه المتطلبات على هياكل التخزين المحمولة المرتبة بنفس ترتيب هياكل التخزين مفردة أو مزدوجة الصفوف.
- عرض هيكل التخزين أكثر من 4.9 م والممر أضيق من 2.4 م: للسلع من تصنيف I, II, III, or IV, مغلفة أو غير مغلفة, فإن كثافة ومساحة تشغيل رشاشات السقف يجب أن تحدد من الأشكال من 16.2.1.3.2(a) إلى 16.2.1.3.2(g) ويكون الترتيب حسب الجدول 16.2.1.3.3.2 ويجب أن يتم التعديل حسب البند 4. ويجب تطبيق هذه المتطلبات على هياكل التخزين المحمولة المرتبة بنفس ترتيب هياكل التخزين مفردة أو مزدوجة الصفوف.

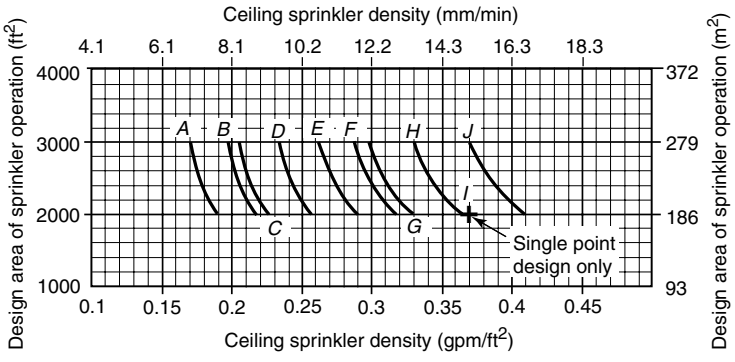
Table 16.2.1.3.2 Single- or Double-Row Racks — Storage Height Over 12 ft (3.7 m) Up to and Including 25 ft (7.6 m)

Height	Commodity Class	Encapsulated	Aisles*		Sprinklers Mandatory In-Rack	Ceiling Sprinkler Water Demand					
						With In-Rack Sprinklers			Without In-Rack Sprinklers		
			ft	m		Figure	Curves	Apply Figure 16.2.1.3.4.1	Figure	Curves	Apply Figure 16.2.1.3.4.1
Over 12 ft (3.7 m) up to and including 20 ft (6.1 m)	I	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(a)	C and D	Yes	16.2.1.3.2(a)	F and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and G	
		Yes	4	1.2	No	16.2.1.3.2(e)	C and D		16.2.1.3.2(e)	G and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and F	
	II	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(b)	C and D		16.2.1.3.2(b)	G and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and F	
		Yes	4	1.2	No	16.2.1.3.2(e)	C and D		16.2.1.3.2(e)	G and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and F	
	III	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(c)	C and D		16.2.1.3.2(c)	G and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and F	
		Yes	4	1.2	1 level	16.2.1.3.2(f)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				
	IV	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(d)	C and D		16.2.1.3.2(d)	G and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and F	
		Yes	4	1.2	1 level	16.2.1.3.2(g)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				
Over 20 ft (6.1 m) up to and including 22 ft (6.7 m)	I	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(a)	C and D	No	16.2.1.3.2(a)	F and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and G	
		Yes	4	1.2	1 level	16.2.1.3.2(e)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				
	II	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(b)	C and D		16.2.1.3.2(b)	G and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and F	
		Yes	4	1.2	1 level	16.2.1.3.2(e)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				
	III	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(c)	C and D		16.2.1.3.2(c)	G and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and F	
		Yes	4	1.2	1 level	16.2.1.3.2(f)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				
	IV	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(d)	C and D		16.2.1.3.2(d)	G and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and F	
		Yes	4	1.2	1 level	16.2.1.3.2(g)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				

Table 16.2.1.3.2 *Continued*

Height	Commodity Class	Encapsulated	Aisles* ft	Aisles* m	Sprinklers Mandatory In-Rack	Ceiling Sprinkler Water Demand: With In-Rack Sprinklers: Figure	With In-Rack Sprinklers: Curves	With In-Rack Sprinklers: Apply Figure 16.2.1.3.4.1	Without In-Rack Sprinklers: Figure	Without In-Rack Sprinklers: Curves	Without In-Rack Sprinklers: Apply Figure 16.2.1.3.4.1
Over 22 ft (6.7 m) up to and including 25 ft (7.6 m)	I	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(a)	C and D	No	16.2.1.3.2(a)	F and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and G	
		Yes	4	1.2	1 level	16.2.1.3.2(e)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				
	II	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(b)	C and D		16.2.1.3.2(b)	G and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and F	
		Yes	4	1.2	1 level	16.2.1.3.2(e)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				
	III	No	4	1.2	No	16.2.1.3.2(c)	C and D		16.2.1.3.2(c)	G and H	Yes
			8	2.4			A and B			E and F	
		Yes	4	1.2	1 level	16.2.1.3.2(f)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				
	IV	No	4	1.2	1 level	16.2.1.3.2(d)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				
		Yes	4	1.2		16.2.1.3.2(g)	C and D		—	—	—
			8	2.4			A and B				

*See 16.2.1.3.2.1 for interpolation of aisle widths.



Curve **Legend**

A — Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers

B — Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers

C — Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles or multiple-row racks with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers

D — Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles or multiple-row racks with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers

Curve **Legend**

E — Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles and high-temperature ceiling sprinklers

F — Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles and high-temperature ceiling sprinklers

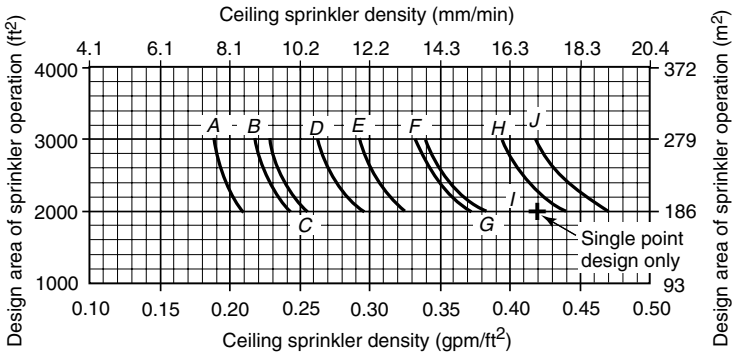
G — Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers

H — Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers

I — Multiple-row racks with 8 ft (2.44 m) or wider aisles and high-temperature ceiling sprinklers

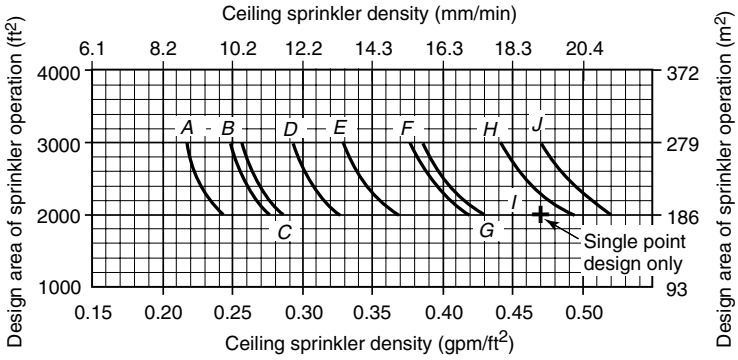
J — Multiple-row racks with 8 ft (2.44 m) or wider aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers

FIGURE 16.2.1.3.2(a) Sprinkler System Design Curves — 20 ft (6.1 m) High Rack Storage — Class I Nonencapsulated Commodities — Conventional Pallets.



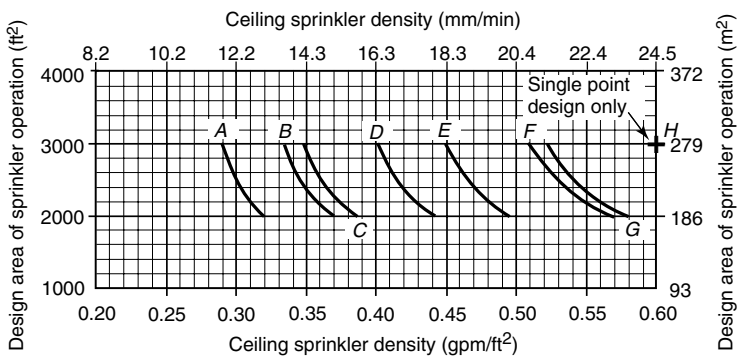
Curve	Legend
A	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
B	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
C	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles or multiple-row racks with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
D	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles or multiple-row racks with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
E	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles and high-temperature ceiling sprinklers
F	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers
G	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles and high-temperature ceiling sprinklers
H	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers
I	Multiple-row racks with 8 ft (2.44 m) or wider aisles and high-temperature ceiling sprinklers
J	Multiple-row racks with 8 ft (2.44 m) or wider aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers

FIGURE 16.2.1.3.2(b) Sprinkler System Design Curves — 20 ft (6.1 m) High Rack Storage — Class II Nonencapsulated Commodities — Conventional Pallets.



Curve	Legend
A	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
B	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
C	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles or multiple-row racks with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
D	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles or multiple-row racks with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
E	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles and high-temperature ceiling sprinklers
F	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers
G	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles and high-temperature ceiling sprinklers
H	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers
I	Multiple-row racks with 8 ft (2.44 m) or wider aisles and high-temperature ceiling sprinklers
J	Multiple-row racks with 8 ft (2.44 m) or wider aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers

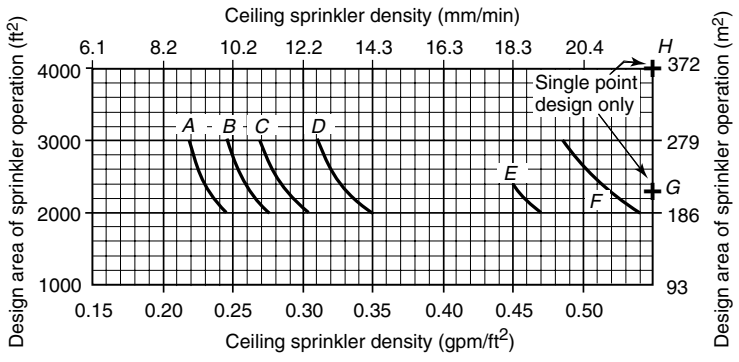
FIGURE 16.2.1.3.2(c) Sprinkler System Design Curves — 20 ft (6.1 m) High Rack Storage — Class III Nonencapsulated Commodities — Conventional Pallets.



Note: Curves *C* and *D* also apply to ceiling sprinklers only for multiple-row rack storage up to and including 15 ft (4.57 m) high, and Figure 16.2.1.3.4.1 shall not be applied.

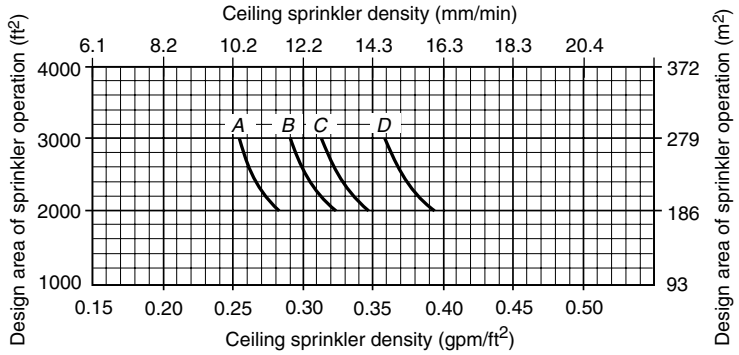
Curve	Legend
A	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
B	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
C	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles or multiple-row racks with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
D	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles or multiple-row racks with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
E	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles and high-temperature ceiling sprinklers
F	Single- or double-row racks with 8 ft (2.44 m) aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers
G	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles and high-temperature ceiling sprinklers
H	Single- or double-row racks with 4 ft (1.22 m) aisles and ordinary-temperature ceiling sprinklers

FIGURE 16.2.1.3.2(d) Sprinkler System Design Curves — 20 ft (6.1 m) High Rack Storage — Class IV Nonencapsulated Commodities — Conventional Pallets.



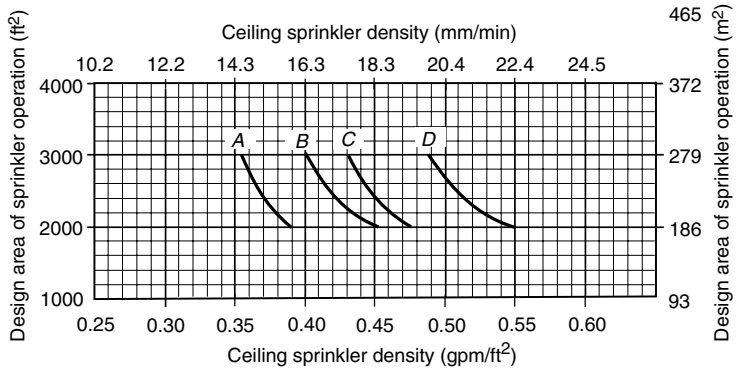
Curve	Legend
A	8 ft (2.44 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
B	8 ft (2.44 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
C	4 ft (1.22 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
D	4 ft (1.22 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
E	8 ft (2.44 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers
F	8 ft (2.44 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers
G	4 ft (1.22 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers
H	4 ft (1.22 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers

FIGURE 16.2.1.3.2(e) Single- or Double-Row Racks — 20 ft (6.1 m) High Rack Storage — Sprinkler System Design Curves — Class I and Class II Encapsulated Commodities — Conventional Pallets.



Curve	Legend
A	8 ft (2.44 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
B	8 ft (2.44 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
C	4 ft (1.22 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
D	4 ft (1.22 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers

FIGURE 16.2.1.3.2(f) Single- or Double-Row Racks — 20 ft (6.1 m) High Rack Storage — Sprinkler System Design Curves — Class III Encapsulated Commodities — Conventional Pallets.



Curve	Legend
A	8 ft (2.44 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
B	8 ft (2.44 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
C	4 ft (1.22 m) aisles with high-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers
D	4 ft (1.22 m) aisles with ordinary-temperature ceiling sprinklers and ordinary-temperature in-rack sprinklers

FIGURE 16.2.1.3.2(g) Single- or Double-Row Racks — 20 ft (6.1 m) High Rack Storage — Sprinkler System Design Curves — Class IV Encapsulated Commodities — Conventional Pallets.

Table 16.2.1.3.3.1 Multiple-Row Racks — Rack Depth Up to and Including 16 ft (4.9 m), Aisles 8 ft (2.4 m) or Wider and Storage Height Over 12 ft (3.7 m) Up to 25 ft (7.6 m)

Height	Commodity Class	Encapsulated	Sprinklers Mandatory In-Rack	Ceiling Sprinkler Water Demand							
				With In-Rack Sprinklers				Without In-Rack Sprinklers			
				Figure	Curves	Apply Figure 16.2.1.3.4.1	1.25 × Density	Figure	Curves	Apply Figure 16.2.1.3.4.1	1.25 × Density
Over 12 ft (3.7 m) up to and including 15 ft (4.6 m)	I	No	No	16.2.1.3.2(a)	C and D	Yes	No	16.2.1.3.2(a)	I and J	Yes	No
		Yes		16.2.1.3.2(a)			Yes	16.2.1.3.2(a)	I and J		Yes
	II	No		16.2.1.3.2(b)			No	16.2.1.3.2(b)	I and J	Yes	No
		Yes		16.2.1.3.2(b)			Yes	16.2.1.3.2(b)	I and J		Yes
	III	No	No	16.2.1.3.2(c)			No	16.2.1.3.2(c)	I and J	Yes	No
		Yes	1 level	16.2.1.3.2(c)			Yes		NA	NA	NA
	IV	No	No	16.2.1.3.2(d)			No	16.2.1.3.2(d)	C and D	No	No
		Yes	1 level	16.2.1.3.2(d)	A and B		1.50 × density		NA	NA	NA
Over 15 ft (4.6 m) up to and including 20 ft (6.1 m)	I	No	No	16.2.1.3.2(a)	C and D	Yes	No	16.2.1.3.2(a)	I and J	Yes	No
		Yes		16.2.1.3.2(a)			Yes	16.2.1.3.2(a)	I and J		Yes
	II	No		16.2.1.3.2(b)			No	16.2.1.3.2(b)	I and J	Yes	No
		Yes		16.2.1.3.2(b)			Yes	16.2.1.3.2(b)	I and J		Yes
	III	No	No	16.2.1.3.2(c)			No	16.2.1.3.2(c)	I and J	Yes	No
		Yes	1 level	16.2.1.3.2(c)			Yes	NA	NA	NA	NA
	IV	No	1 level	16.2.1.3.2(d)			No				
		Yes		16.2.1.3.2(d)	A nd B		1.50 × density				
Over 20 ft (6.1 m) up to and including 25 ft (7.6 m)	I	No	No	16.2.1.3.2(a)	C and D	No	No	16.2.1.3.2(a)	I and J	Yes	No
		Yes	1 level	16.2.1.3.2(a)			Yes	NA	NA	NA	NA
	II	No	1 level	16.2.1.3.2(b)			No				
		Yes		16.2.1.3.2(b)			Yes				
	III	No		16.2.1.3.2(c)			No				
		Yes		16.2.1.3.2(c)			Yes				
	IV	No	2 levels	16.2.1.3.2(d)			No				
		Yes		16.2.1.3.2(d)	A and B		1.50 × density				

NA: Not applicable.

Table 16.2.1.3.3.2 Multiple-Row Racks — Rack Depth Over 16 ft (4.9 m) or Aisles Narrower Than 8 ft (2.4 m), Storage Height Over 12 ft (3.7 m) Up to and Including 25 ft (7.6 m)

Height	Commodity Class	Encapsulated	Sprinklers Mandatory In-Rack	Ceiling Sprinkler Water Demand							
				With In-Rack Sprinklers				Without In-Rack Sprinklers			
				Figure	Curves	Apply Figure 16.2.1.3.4.1	1.25 × Density	Figure	Curves	Apply Figure 16.2.1.3.4.1	1.25 × Density
Over 12 ft (3.7 m) up to and including 15 ft (4.6 m)	I	No	No	16.2.1.3.2(a)	C and D	Yes	No	16.2.1.3.2(a)	I and J	Yes	No
		Yes		16.2.1.3.2(a)			Yes	16.2.1.3.2(a)	I and J		Yes
	II	No		16.2.1.3.2(b)			No	16.2.1.3.2(b)	I and J	Yes	No
		Yes		16.2.1.3.2(b)			Yes	16.2.1.3.2(b)	I and J		Yes
	III	No		16.2.1.3.2(c)			No	16.2.1.3.2(c)	I and J	Yes	No
		Yes	1 level	16.2.1.3.2(c)			Yes				
	IV	No	No	16.2.1.3.2(d)			No	16.2.1.3.2(d)	C and D	No	No
		Yes	1 level	16.2.1.3.2(d)			1.50 × density				
Over 15 ft (4.6 m) up to and including 20 ft (6.1 m)	I	No	1 level	16.2.1.3.2(a)	C and D	Yes	No	NA	NA	NA	NA
		Yes		16.2.1.3.2(a)			Yes				
	II	No		16.2.1.3.2(b)			No				
		Yes		16.2.1.3.2(b)			Yes				
	III	No		16.2.1.3.2(c)			No				
		Yes		16.2.1.3.2(c)			Yes				
	IV	No		16.2.1.3.2(d)			No				
		Yes		16.2.1.3.2(d)			1.50 × density				
Over 20 ft (6.1 m) up to and including 25 ft (7.6 m)	I	No	1 level	16.2.1.3.2(a)	C and D	No	No	NA	NA	NA	NA
		Yes		16.2.1.3.2(a)			Yes				
	II	No		16.2.1.3.2(b)			No				
		Yes		16.2.1.3.2(b)			Yes				
	III	No		16.2.1.3.2(c)			No				
		Yes		16.2.1.3.2(c)			Yes				
	IV	No	2 levels	16.2.1.3.2(d)			No				
		Yes		16.2.1.3.2(d)			1.50 × density				

NA: Not applicable.

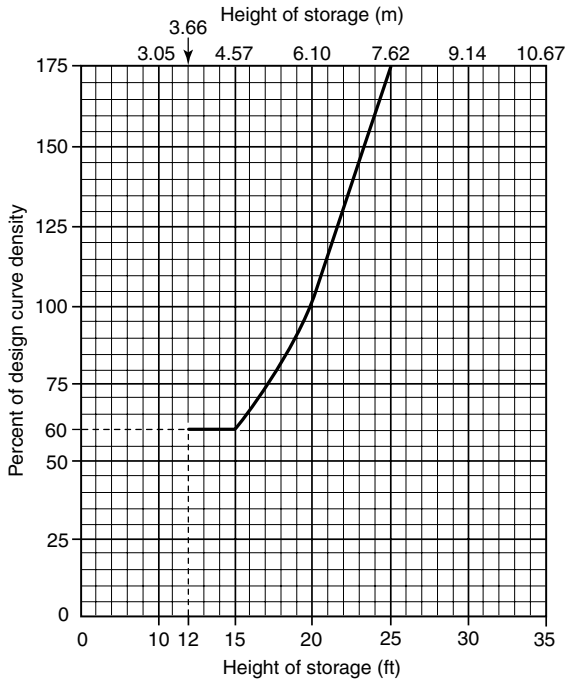


FIGURE 16.2.1.3.4.1 Ceiling Sprinkler Density vs. Storage Height.

Table 16.2.1.3.4.3 Adjustment to Ceiling Sprinkler Density for Storage Height and In-Rack Sprinklers

Storage Height	In-Rack Sprinklers	Apply Figure 16.2.1.3.4.1 for Storage Height Adjustment	Permitted Ceiling Sprinklers Density Adjustments Where In-Rack Sprinklers Are Installed
Over 12 ft (3.7 m) through 25 ft (7.6 m)	None	Yes	None
Over 12 ft (3.7 m) through 20 ft (6.1 m)	Minimum required	Yes	None
	More than minimum, but not in every tier	Yes	Reduce density 20% from that of minimum in-rack sprinklers
	In every tier	Yes	Reduce density 40% from that of minimum in-rack sprinklers
Over 20 ft (6.1 m) through 24 ft (7.5 m)	Minimum required	No	None
	More than minimum, but not in every tier	No	Reduce density 20% from that of minimum in-rack sprinklers
	In every tier	No	Reduce density 40% from that of minimum in-rack sprinklers

Table 16.2.1.4.2.1 In-Rack Sprinkler Spacing for Class I, II, III, and IV Commodities Stored in Single- or Double-Row Racks Up to 25 ft (7.6 m) in Height Protected by Control Mode Density/Area Sprinklers at the Ceiling

			Commodity Class					
	Aisle Widths		I and II		III		IV	
Encapsulated	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m
No	8	2.4	12	3.7	12	3.7	10	3.0
No	4	1.2	12	3.7	10	3.0	10	3.0
Yes	—	—	8	2.4	8	2.4	8	2.4

4- تعديلات كثافة رشاشات السقف:

1- للتخزين بارتفاع أكثر من 3.7 م وحتى 7.6 م والمحمي فقط برشاشات سقف وللتخزين بارتفاع أكثر من 3.7 م وحتى 6.1 والمحمي برشاشات سقف والمطلوب الأدنى من رشاشات رفوف التخزين, يجب تعديل الكثافات المأخوذة من منحنيات التصميم حسب الشكل 16.2.1.3.4.1.

2- للتخزين بارتفاع أعلى من 6.1 م وحتى 7.6 م والمحمي برشاشات سقف والمطلوب الأدنى من رشاشات رفوف التخزين, يجب استعمال الكثافات المأخوذة من منحني التصميم. ولا يتم تعديلها من الشكل 16.2.1.3.4.1.

3- للتخزين بارتفاع أعلى من 3.7 م وحتى 6.1 م والمحمي برشاشات سقف مع أكثر من مستوي واحد من رشاشات رفوف التخزين, ولكن ليس في كل صف, فالكثافات المأخوذة من منحنيات التصميم والمعدلة حسب الشكل 16.2.1.3.4.1, يجب أن تخفض بمقدار 20 ٪ حسب ما هو في الجدول 16.2.1.3.4.3.

4- للتخزين بارتفاع أعلى من 6.1 م وحتى 7.6 م والمحمي برشاشات سقف مع أكثر من المستويات المطلوبة الدنيا من رشاشات الرفوف, ولكن ليس في كل صف, فالكثافات المأخوذة من منحنيات التصميم يجب أن تخفض بمقدار 20 ٪ حسب ما هو في الجدول 16.2.1.3.4.3. ولا يتم تعديل الكثافات حسب الشكل 16.2.1.3.4.1.

5- للتخزين بارتفاع أعلى من 3.7 م وحتى 6.1 والمحمي برشاشات سقف ورشاشات رفوف في كل صف, فالكثافات المأخوذة من منحنيات التصميم والمعدلة حسب الشكل 16.2.1.3.4.1, يجب أن تخفض بمقدار 40 ٪ حسب ما هو في الجدول 16.2.1.3.4.3.

6- للتخزين بارتفاع أعلى من 6.1 م وحتى 7.6 م والمحمي برشاشات سقف ورشاشات رفوف في كل صف, فالكثافات المأخوذة من منحنيات التصميم يجب أن تخفض بمقدار 40 ٪ حسب ما هو في الجدول 16.2.1.3.4.3. ولا يتم تعديل الكثافات حسب الشكل 16.2.1.3.4.1.

7- عند استعمال طبليات قابلة للاحتراق وصلبة وبقاع مستوي (slave pallets) مع تخزين بارتفاع حتى 7.6 م, فالكثافات من منحنيات التصميم في الأشكال من 16.2.1.3.2(a) إلى 16.2.1.3.2(g) والمستندة على طبليات تقليدية, يجب أن تزاد بمقدار 20 ٪ للمساحة المعطاة.

A- يجب تطبيق النسبة على الكثافة المحددة حسب الشكل 16.2.1.3.4.1.

B- لن يتم تطبيق الزيادة في الكثافة عند تركيب رشاشات الرفوف حسب الجدول 16.2.1.3.4.3.

5- لهياكل التخزين برفوف صلبة, يجب استعمال الجدول 16.2.1.3.2 لتحديد معايير الكثافة/المساحة و رشاشات رفوف التخزين يجب أن تركب حسب (سادسا من الفصل الأول).

رابعا : رشاشات رفوف التخزين لارتفاع حتى 7.6 م مع رشاشات Control Mode Density/Area في السقف.

موقع رشاشات رفوف التخزين للسلع المخزنة بارتفاع حتى 7.6 م:

1- في هياكل التخزين مفردة أو مزدوجة الصفوف من دون رفوف صلبة, يجب تركيب الرشاشات حسب الجدول 16.2.1.3.2.

2- في هياكل التخزين متعددة الصفوف بعمق لا يزيد عن 4.9 م وبممرات بعرض 2.4 م أو أكثر, يجب تركيب الرشاشات حسب الجدول 16.2.1.3.3.1.

3- في هياكل التخزين متعددة الصفوف بعمق يزيد عن 4.9 م وبممرات بعرض أقل من 2.4 م, يجب تركيب الرشاشات حسب الجدول 16.2.1.3.3.2.

4- رشاشات رفوف التخزين في مستوي واحد فقط للتخزين بارتفاع حتى 7.6 م, يجب أن تركب في مستوي الصف الأول عند أو فوق نصف ارتفاع التخزين.

5- رشاشات رفوف التخزين في مستويين فقط للتخزين بارتفاع حتى 7.6 م, يجب أن تركب في مستوي الصف الأول عند أو فوق ثلث و ثلثي ارتفاع التخزين.

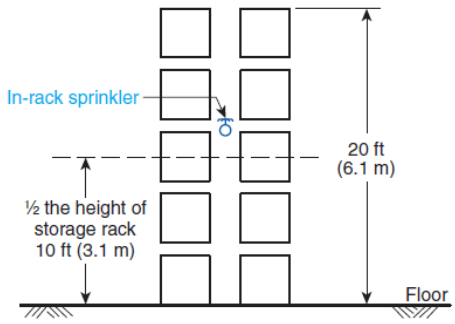


EXHIBIT 16.5 Positioning of One Level of In-Rack Sprinklers for Storage Heights Under 25 ft (7.6 m).

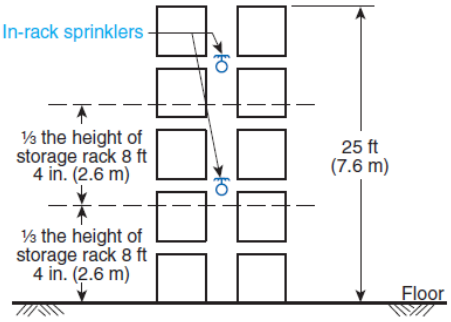


EXHIBIT 16.6 Positioning of Two Levels of In-Rack Sprinklers for Storage Heights Under 25 ft (7.6 m).

موقع رشاشات رفوف التخزين للسلع المخزنة بارتفاع حتى 7.6 م والمحمي برشاشات سقف Control Mode Density/Area:

1- أقصى تباعد أفقي بين رشاشات الرفوف لهياكل التخزين مفردة أو مزدوجة الصفوف وبارتفاع تخزين حتى 7.6 م سيكون حسب الجدول 16.2.1.4.2.1.

2- أقصى تباعد أفقي بين رشاشات الرفوف والمساحة العظمى لتغطية الرشاش في خطوط الفروع, لهياكل التخزين متعددة الصفوف وبارتفاع تخزين حتى 7.6 م سيكون حسب الجدول 16.2.1.4.2.2.

A- يتم اعتماد مسقط هياكل التخزين في تحديد مساحة التغطية لكل رشاش.

B- لن تدخل الممرات في حسابات المساحة.

Table 16.2.1.4.2.2 In-Rack Sprinkler Spacing for Class I, II, III, and IV Commodities Stored in Multi-Row Racks Up to 25 ft (7.6 m) in Height Protected by Control Mode Density/Area Sprinklers at the Ceiling

Commodity Class							
I, II, III				IV			
Spacing		Area		Spacing		Area	
ft	m	ft^2	m^2	ft	m	ft^2	m^2
12	3.7	100	9.3	8	2.4	80	7.4

3- يجب تركيب رشاشات الرفوف في تقاطع الممرات الطولية والعرضية حين لا تتجاوز أقصى تباعد مسموح به.

A- عندما تكون المسافة بين الممرات العرضية أكبر من التباعد المسموح به, يجب تركيب رشاشات عند التقاطع وتركيب رشاشات إضافية بين الممرات العرضية لتحقيق قاعدة التباعد الأقصى.

B- عند عدم وجود ممرات عرضية, يجب أن لا يزيد تباعد الرشاشات عن الحد الأقصى المسموح.

4- منسوب عاكس رشاش الرف فيما يتعلق بالتخزين لن يعتبر في هياكل التخزين المفردة والمزدوجة الصفوف بارتفاع تخزين حتى 6.1 م.

5- في هياكل التخزين مفردة أو مزدوجة الصفوف من دون رفوف صلبة وبارتفاع حتى 6.1 م, أو في هياكل التخزين متعددة الصفوف, أو في هياكل التخزين مفردة أو مزدوجة الصفوف مع رفوف صلبة وبارتفاع حتى 7.6 م, يجب وجود فراغ رأسي صافي بمقدار 152 مم بين عاكس رشاشات الرفوف وقمة صف التخزين.

A- يجب عدم إعاقة إطلاق الرشاش بأعضاء هيكل التخزين الأفقية.

6- في هياكل التخزين متعددة الصفوف, يجب إبقاء مسافة لا تقل عن 152 مم بين عاكس رشاشات الرفوف وقمة صف التخزين.

7- يجب تباعد رشاشات الرفوف من دون النظر إلى حوامل هيكل التخزين.

حاجة رشاشات رفوف التخزين من الماء للسلع المخزنة بارتفاع حتى 7.6 م والمحمي برشاشات سقف Control Mode Density/Area:

1- يجب أن تعتمد كمية ماء رشاشات الرفوف على التشغيل الآني لرشاشات أبعد منطقة هيدروليكيا حسب التالي:

1- ست رشاشات عند تركيب مستوي واحد فقط من الرشاشات مع سلع من تصنيف I, II, III.

2- ثمان رشاشات عند تركيب مستوي واحد فقط من الرشاشات مع سلع من تصنيف IV.

3- عشر رشاشات (خمسة في كل مستوي) عند تركيب أكثر من مستوى واحد من هياكل التخزين لحماية السلع I أو II أو III.

4- أربع عشر رشاشا (سبعة في كل مستوي) عند تركيب أكثر من مستوى واحد من هياكل التخزين لحماية السلع IV.

2- عندما يحتاج رف التخزين لعدد أقل من الرشاشات المطلوبة (في البنود الأربعة السابقة) وذلك بسبب طوله, عند ذلك فإن الرشاشات الموجودة في رف واحد هي التي ستدخل في الحسابات الهيدروليكية.

ضغط تشغيل رشاشات رفوف التخزين من الماء للسلع المخزنة بارتفاع حتى 7.6 م والمحمي برشاشات سقف Control Mode Density/Area:

يجب أن لا يقل ضغط تشغيل رشاشات رفوف التخزين عن 1 بار (15 psi) لكل أنواع السلع.

معايير الحماية باستعمال الرشاشات CMSA:

1- يجب أن تكون الحماية حسب الجدول 16.2.2.1 للحماية لكل السلع من دون رفوف صلبة.

2- عند الحاجة إلى رشاشات الرفوف حسب الجدول 16.2.2.1, فإن تباعد الرشاشات والضغط التصميمي ومعايير الحسابات الهيدروليكية يجب أن تكون حسب متطلبات البند 7 القادم حسب قابلية التطبيق.

3- يجب تزويد الحماية حسب الجدول 16.2.2.1 أو معايير NFPA الملائمة وذلك بهدف تحقيق أقل ضغط تشغيل و عدد الرشاشات الموجودة في منطقة التصميم.

4- الهياكل الخشبية المفتوحة (Open Wood Joist Construction):

- عند تركيب الرشاشات CMSA تحتها فيجب أن تكون بضغط تشغيل لا يقل عن 3.4 بار (50 psi) للرشاش بمعامل K-11.2 أو ضغط تشغيل 1.5 بار (22 psi) للرشاش بمعامل K-16.8.
- إذا كانت قنوات الهيكل مطلية بمادة مقاومة للحريق بكامل العمق, يجب السماح حين ذلك باستعمال الضغط الأدنى الموجود بالجدول 16.2.2.1 للرشاشات CMSA.

5- لغرض استعمال الجدول 16.2.2.1 يجب تصنيف الأنظمة المسبقة التشغيل كأنظمة جافة.

6- لن تحتاج الأبنية الحديدية لمتطلبات خاصة عند التصميم وفقا للجدول 16.2.2.1 حسب ترتيب التخزين الموافق.

7- رشاشات رفوف التخزين لارتفاع حتى 7.6 م مع رشاشات CMSA في السقف:

1- عند الحاجة إلى رشاشات الرفوف حسب الجدول 16.2.2.1, يجب تركيب الرشاشات في مستوي الصف الأول عند أو فوق منتصف ارتفاع التخزين.

2- يجب إبقاء مسافة لا تقل عن 152 مم بين عاكس رشاشات الرفوف وقمة صف التخزين.

3- يجب تركيب رشاشات الرفوف عند تقاطع الممرات الطولية والعرضية.

4- أقصى تباعد بين رشاشات الرفوف هو 1.5 م.

5- عندما تكون المسافة بين الممرات العرضية أكبر من التباعد المسموح به, يجب تركيب رشاشات عند التقاطع وتركيب رشاشات إضافية بين الممرات العرضية لتحقيق قاعدة التباعد الأقصى.

6- عند عدم وجود ممرات عرضية, يجب أن لا يزيد تباعد الرشاشات عن الحد الأقصى المسموح.

7- كمية الماء المطلوبة للرشاشات الرفوف: يجب أن تعتمد كمية ماء رشاشات الرفوف على التشغيل الآني لثمان رشاشات في أبعد منطقة هيدروليكيا.

8- ضغط التشغيل المطلوب للرشاشات الرفوف: يجب أن لا يقل ضغط تشغيل رشاشات رفوف التخزين عن 1 بار (15 psi) لكل أنواع السلع.

Table 16.2.2.1 CMSA Sprinkler Design Criteria for Rack Storage of Class I Through Class IV Commodities (Encapsulated and Nonencapsulated) Stored Up to and Including 25 ft (7.6 m) in Height

Storage Arrangement	Commodity Class	Maximum Storage Height		Maximum Ceiling/Roof Height		K-Factor/ Orientation	Type of System	Number of Design Sprinklers	Minimum Operating Pressure	
		ft	m	ft	m				psi	bar
Single-, double-, and multiple-row racks without solid shelves (no open-top containers)	Class I or II	20	6.1	30	9.1	11.2 (160) Upright	Wet	15	25	1.7
							Dry	25	25	1.7
						16.8 (240) Upright	Wet	15	10	0.7
							Dry	25	15	1.0
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	16	1.1
		25	7.6	30	9.1	11.2 (160) Upright	Wet	20	25	1.7
							Dry	30	25	1.7
						16.8 (240) Upright	Wet	15	10	0.7
							Dry	30	15	1.0
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	16	1.1
	Class III	20	6.1	30	9.1	11.2 (160) Upright	Wet	15	25	1.7
							Dry	25	25	1.7
						16.8 (240) Upright	Wet	15	15	1.0
							Dry	25	15	1.0
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	16	1.1
		25	7.6	30	9.1	11.2 (160) Upright	Wet	15 + 1 level of in-rack	25	1.7
							Dry	25 + 1 level of in-rack	25	1.7
						16.8 (240) Upright	Wet	15	22	1.5
							Dry	25 + 1 level of in-rack	15	1.0
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	16	1.1
				35	10.6	11.2 (160) Upright	Wet	15 + 1 level of in-rack	25	1.7
							Dry	25 + 1 level of in-rack	25	1.7
						16.8 (240) Upright	Wet	15 + 1 level of in-rack	15	1.0
							Dry	25 + 1 level of in-rack	15	1.0
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	25	1.7
				40	12.1	19.6 (280) Pendent	Wet	15	30	2.1

(continues)

Table 16.2.2.1 *Continued*

Storage Arrangement	Commodity Class	Maximum Storage Height		Maximum Ceiling/Roof Height		K-Factor/ Orientation	Type of System	Number of Design Sprinklers	Minimum Operating Pressure	
		ft	m	ft	m				psi	bar
	Class IV	20	6.1	25	7.6	11.2 (160) Upright	Wet	15	50	3.5
						16.8 (240) Upright	Wet	15	22	1.5
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	16	1.1
				30	9.1	11.2 (160) Upright	Wet	20	50	3.5
								15	75	5.2
						16.8 (240) Upright	Wet	15	22	1.5
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	16	1.1
		25	7.6	30	9.1	11.2 (160) Upright	Wet	15 + 1 level of in-rack	50	3.5
						16.8 (240) Upright	Wet	15	22	1.5
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	16	1.1
				35	10.6	11.2 (160) Upright	Wet	20 + 1 level of in-rack	50	3.5
								15 + 1 level of in-rack	75	5.2
						16.8 (240) Upright	Wet	20 + 1 level of in-rack	22	1.5
								15 + 1 level of in-rack	35	2.4
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	25	1.7
				40	12.1	19.6 (280) Pendent	Wet	15	30	2.1

معايير الحماية باستعمال الرشاشات ESFR :

1- يجب أن تكون الحماية حسب الجدول 16.2.3.1 للحماية لكل السلع.

2- لا يسمح باستعمال الرشاشات ESFR مع هياكل تخزين برفوف صلبة إلا إذا تمت حماية الهياكل برشاشات رفوف حسب البند 6 القادم.

3- لا يسمح باستعمال الرشاشات ESFR مع الحاويات المفتوحة من الأعلى.

4- يجب تصميم أنظمة رشاشات ESFR بحيث لا يقل ضغط التشغيل الأدنى عن الموجود في الجدول 16.2.3.1 لنوع التخزين والسلعة وارتفاع التخزين وارتفاع المبنى.

5- يجب أن تشمل منطقة التصميم 12 رشاش, أربعة في كل خط فرع في أبعد منطقة هيدروليكيا.

6- رشاشات رفوف التخزين لارتفاع حتى 7.6 م مع رشاشات ESFR في السقف:

1- عند الحاجة إلى رشاشات الرفوف حسب الجدول 16.2.3.1, يجب تركيب الرشاشات في مستوي الصف الأول عند أو فوق منتصف ارتفاع التخزين.

2- يجب أن تكون رشاشات رفوف التخزين بمعامل K-8.0 أو K-11.2 باستجابة سريعة, وبحدود عادية درجة الحرارة.

3- يجب إبقاء مسافة لا تقل عن 152 مم بين عاكس رشاشات الرفوف وقمة صف التخزين.

4- أقصى تباعد بين رشاشات الرفوف هو 1.5 م.

5- يجب تركيب رشاشات الرفوف عند تقاطع الممرات الطولية والعرضية, مع المحافظة على قاعدة أقصى تباعد.

6- عندما تكون المسافة بين الممرات العرضية أكبر من التباعد المسموح به, يجب تركيب رشاشات عند التقاطع وتركيب رشاشات إضافية بين الممرات العرضية لتحقيق قاعدة التباعد الأقصى.

7- عند عدم وجود ممرات عرضية, يجب أن لا يزيد تباعد الرشاشات عن الحد الأقصى المسموح.

8- كمية الماء المطلوبة للرشاشات الرفوف: يجب أن تعتمد كمية ماء رشاشات الرفوف على التشغيل الآني لثمان رشاشات في أبعد منطقة هيدروليكيا.

9- كل رشاش رف في البند 8 يجب إن يطلق ما لا يقل عن 60 gpm (227 L/min).

Table 16.2.3.1 ESFR Sprinkler Protection of Rack Storage Without Solid Shelves of Class I Through Class IV Commodities Stored Up to and Including 25 ft (7.6 m) in Height

Storage Arrangement	Commodity	Maximum Storage Height		Maximum Ceiling/Roof Height		Nominal K-Factor	Orientation	Minimum Operating Pressure		In-Rack Sprinkler Requirements
		ft	m	ft	m			psi	bar	
Single-row, double-row, and multiple-row racks (no open-top containers)	Class I, II, III, or IV, encapsulated or unencapsulated	20	6.1	25	7.6	14.0 (200)	Upright/ pendent	50	3.4	No
						16.8 (240)	Upright/ pendent	35	2.4	No
						22.4 (320)	pendent	25	1.7	No
						25.2 (360)	Pendent	15	1.0	No
				30	9.1	14.0 (200)	Upright/ pendent	50	3.4	No
						16.8 (240)	Upright/ pendent	35	2.4	No
						22.4 (320)	Pendent	25	1.7	No
						25.2 (360)	Pendent	15	1.0	No
				35	10.7	14.0 (200)	Upright/ pendent	75	5.2	No
						16.8 (240)	Upright/ pendent	52	3.6	No
						22.4 (320)	Pendent	35	2.4	No
						25.2 (360)	Pendent	20	1.4	No
				40	12.2 or 12.1	16.8 (240)	Pendent	52	3.6	No
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No
						25.2 (360)	Pendent	25	1.7	No
				45	13.7	14.0 (200)	Pendent	90	6.2	Yes
						16.8 (240)	Pendent	63	4.4	Yes
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No
						25.2 (360)	Pendent	40	2.8	No
		25	7.6	30	9.1	14.0 (200)	Upright/ pendent	50	3.4	No
						16.8 (240)	Upright/ pendent	35	2.4	No
						22.4 (320)	Pendent	25	1.7	No
						25.2 (360)	Pendent	15	1.0	No
				32	9.8	14.0 (200)	Upright/ pendent	60	4.1	No
						16.8 (240)	Upright/ pendent	42	2.9	No

(continues)

Table 16.2.3.1 *Continued*

Storage Arrangement	Commodity	Maximum Storage Height		Maximum Ceiling/Roof Height		Nominal K-Factor	Orientation	Minimum Operating Pressure		In-Rack Sprinkler Requirements
		ft	m	ft	m			psi	bar	
				35	10.7	14.0 (200)	Upright/ pendent	75	5.2	No
						16.8 (240)	Upright/ pendent	52	3.6	No
						22.4 (320)	Pendent	35	2.4	No
						25.2 (360)	Pendent	20	1.4	No
				40	12.2 or 12.1	16.8 (240)	Pendent	52	3.6	No
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No
						25.2 (360)	Pendent	25	1.7	No
				45	13.7	14.0 (200)	Pendent	90	6.2	Yes
						16.8 (240)	Pendent	63	4.4	Yes
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No
						25.2 (360)	Pendent	40	2.8	No

التصميم الخاص لهياكل التخزين للسلع من تصنيف I إلى IV بارتفاع حتى 7.6 م:

الرفوف بشكل شرائح:

- يجب اعتبار هياكل التخزين برفوف على شكل شرائح مكافئة لهياكل التخزين برفوف صلبة عندما لا تعتبر الرفوف هياكل تخزين مفتوحة (open rack shelving) أو عند عدم تحقيق متطلبات البند التالي.
- النظام الرطب المصمم لتزويد كثافة لا تقل عن 0.6 gpm/ft2 (24.5 mm/min) فوق مساحة تصميم لا تقل عن 2000 ft^2 (186m^2), أو عند استعمال رشاشات ESFR بمعامل K-14 بضغط تشغيل لا يقل عن 3.4 بار (50 psi) أو بمعامل K-16.8 بضغط تشغيل لا يقل عن 2.2 بار (32 psi) أو عند استعمال رشاشات ESFR بمعامل K-22.4 بضغط تشغيل لا يقل عن 1.7 بار (25 psi) أو بمعامل K-25.2 بضغط تشغيل لا يقل عن 1 بار (15 psi), عند ذلك كله يجب السماح بحماية هياكل التخزين مفردة أو مزدوجة الصفوف برفوف على شكل شرائح وبشرط توافر كل الشروط التالية:

1- يجب أن تكون الرشاشات بمعامل K-11.2 (160), K-14.0 (200), or K-16.8 (240) مع تصنيف عادي أو متوسط أو عالي درجة الحرارة ويجب أن تكون مسجلة لإشغالات التخزين, أو يجب أن تكون رشاشات من نوع ESFR بمعامل K-14.0 (200), K-16.8 (240), K-22.4 (320), or K-25.2 (360).

2- يجب أن تكون السلع المحمية من تصنيف I إلى IV أو بلاستيك مجموعة B أو C أو بلاستيك مجموعة A قابلة للتمدد مغلفة أو مكشوفة أو غير قابلة للتمدد ومغلفة.

3- يجب أن تكون الشرائح بسمك لا يقل عن 51 مم وبعرض لا يقل عن 152 مم, وتثبت الشرائح بالمكان مع تباعد فيما بينها لا يقل عن 51 مم.

4- عند استعمال رشاشات بمعامل K-11.2 (160), K-14.0 (200), or K-16.8 (240), فلا يسمح بتركيب شرائح فوق مستوي أعلى من 3.7 م, فقط يسمح بتركيب سلك شبكي للرفوف فوق 3.7 م.

5- يجب تواجد ممر عرضي لا يقل عن 76 مم على تباعد أفقي لا يقل عن 3.1 م.

6- يجب تواجد ممر طولي لا يقل عن 152 مم لهياكل التخزين مزدوجة الصفوف. والممرات الطولية غير مطلوبة عند استعمال رشاشات ESFR.

7- يجب توافر ممرات لا تقل عن 2.3 م.

8- أقصى ارتفاع للسقف هو 8.2 م أو 9.1 م في حال استعمال رشاشات ESFR.

9- أقصى ارتفاع لتخزين هو 6.1 م.

10- يجب تجنب وضع ألواح خشبية صلبة أو ما شابهها فوق رفوف الشرائح وذلك لعدم غلق الفراغات بين الشرائح 51 مم, وكذلك يمنع وضع هذه الأخشاب فوق رفوف على شكل سلك شبكي.

الفصل الثالث : معايير الحماية لارتفاع أعلى من 7.6 م

معايير الحماية باستعمال الرشاشات Control Mode Density/Area Sprinkler :

أولا : لهياكل التخزين بصفوف مفردة أو مزدوجة, فإن كمية الماء للتخزين غير المغلف من دون رفوف صلبة والمفصول بممرات لا يقل عرضها عن 1.2 م ويوجد مسافة لا تقل عن 3.1 م بين قمة التخزين والرشاش, الحماية ستتم حسب الجدول 16.3.1.1.

وفي حال كانت السلع في الجدول 16.3.1.1 ولكنها مغلفة عند ذلك يجب زيادة كثافة رشاشات السقف بمقدار 25 ٪ عن الكثافة للسلع الغير مغلفة.

ويستحسن اتباع الجدول التالي في التصميم:

مزدوجة الصفوف	مفردة الصفوف	
2000 ft2 (186 m2)	3000 ft2 (278.7 m2)	
ordinary temperature–rated sprinklers		
0.18 gpm/ft2 (7.33 mm/min)		Class I
0.21 gpm/ft2 (8.56 mm/min)		Class II and Class III
0.25 gpm/ft2 (10.2 mm/min)		Class IV
high temperature–rated sprinklers		
0.25 gpm/ft2 (10.2 mm/min)		Class I
0.28 gpm/ft2 (11.41 mm/min)		Class II and Class III
0.32 gpm/ft2 (13.04 mm/min)		Class IV

ثانيا : لهياكل التخزين بصفوف متعددة, فإن كمية الماء للتخزين غير المغلف من دون رفوف صلبة والمفصول بممرات لا يقل عرضها عن 1.2 م ويوجد مسافة لا تقل عن 3.1 م بين قمة التخزين والرشاش, الحماية ستتم حسب الجدول 16.3.1.2.

وفي حال كانت السلع في الجدول 16.3.1.2 ولكنها مغلفة عند ذلك يجب زيادة كثافة رشاشات السقف بمقدار 25 ٪ عن الكثافة للسلع الغير مغلفة.

ثالثا : رشاشات رفوف التخزين عند حماية السقف برشاشات Control Mode Density/Area Sprinkler :

مواقع رشاشات الرفوف :

هياكل التخزين مزدوجة الصفوف :

1- لهياكل التخزين مزدوجة الصفوف من دون رفوف صلبة مع وجود مسافة بين قمة التخزين والسقف لا تزيد عن 3.1 م, يتم تركيب رشاشات رفوف التخزين حسب الجدول 16.3.1.1 والأشكال من 16.3.1.3.1.1(A)(a) إلى 16.3.1.3.1.1(A)(j). ويجب الانتباه إلى أن المسافة بين قمة التخزين والسقف لا تزيد عن 3.1 م. وعند خلط هياكل تخزين مفردة الصفوف مع هياكل تخزين مزدوجة الصفوف يجب استعمال الجدول 16.3.1.1 والأشكال من 16.3.1.3.1.1(A)(a) إلى 16.3.1.3.1.1(A)(j).

2- يجب السماح باستعمال الأشكال من 16.3.1.3.1.2(A)(a) إلى 16.3.1.3.1.2(A)(c) لحماية هياكل التخزين مفردة الصفوف.

ملاحظة: في حال كانت صفوف التخزين ليست بنفس الارتفاع, فيتم وضع الرشاشات حسب الشكل A.16.3.1.3.1.1 ويتم اتباع تعليمات الجدول 16.3.1.1 للتباعد الرأسي بين الرشاشات.

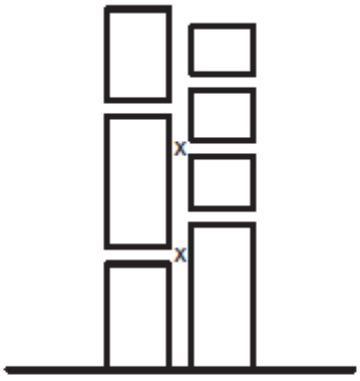


FIGURE A.16.3.1.3.1.1 Placement of In-Rack Sprinklers Where Rack Levels Have Varying Heights.

هياكل التخزين مفردة الصفوف:

1- لهياكل التخزين مفردة الصفوف من دون رفوف صلبة مع وجود مسافة بين قمة التخزين والسقف لا تزيد عن 3.1 م, يتم تركيب رشاشات رفوف التخزين حسب الأشكال من 16.3.1.3.1.2(A)(a) إلى 16.3.1.3.1.2(A)(e).

2- في هياكل التخزين مفردة الصفوف, عندما تريك الأشكال رشاشات رفوف في الممرات العرضية في المنتصف بين أوجه الهياكل (the rack faces), فإنه يجب السماح بتركيب رشاشات الرفوف في الممرات العرضية في أي نقطة بين أوجه الحمولات (the load faces).

ملاحظة: في حال زادت المسافة بين قمة التخزين والسقف عن 3.1 م يستحسن تركيب فاصل أفقي فوق التخزين مع صف واحد من الرشاشات تحت الفاصل.

هياكل التخزين متعددة الصفوف:

1- لهياكل التخزين متعددة الصفوف مع وجود مسافة بين قمة التخزين والسقف لا تزيد عن 3.1 م, فإن الحماية ستكون حسب الجدول 16.3.1.2 ويتم تركيب رشاشات رفوف التخزين حسب الأشكال من 16.3.1.3.1.3(A)(a) إلى 16.3.1.3.1.3(A)(c).

2- المسافة بين قمة التخزين والسقف لا تزيد عن 3.1 م للسلع I, II, or III, ولا تزيد عن 1.5 م للسلع IV.

ملاحظة: في حال زادت المسافة بين قمة التخزين والسقف عن 3.1 م يستحسن تركيب فاصل أفقي فوق التخزين مع صف واحد من الرشاشات تحت الفاصل.

تباعد رشاشات الرفوف:

1- يجب أن تكون الرشاشات متداخلة (staggered) أفقيا ورأسيا عند تركيبها وفقا للجدول 16.3.1.1 والأشكال من 16.3.1.3.1.1(A)(a) إلى 16.3.1.3.1.1(A)(j) والأشكال من 16.3.1.3.1.2(A)(a) إلى 16.3.1.3.1.2(A)(e).

2- يجب أن تباعد رشاشات رفوف التخزين في الهياكل مزدوجة الصفوف أفقيا و تقع في فراغ أفقي بالقرب من the vertical intervals الموصف في الجدول 16.3.1.1 والأشكال من 16.3.1.3.1.1(A)(a) إلى 16.3.1.3.1.1(A)(j).

3- أقصى تباعد أفقي بين رشاشات رفوف التخزين في الهياكل متعددة الصفوف سيكون حسب الأشكال من 16.3.1.3.1.3(A)(a) إلى 16.3.1.3.1.3(A)(c).

4- يجب تركيب رشاشات الرفوف عند تقاطع الممرات الطولية والعرضية, مع المحافظة على قاعدة أقصى تباعد.

5- عندما تكون المسافة بين الممرات العرضية أكبر من التباعد المسموح به, يجب تركيب رشاشات عند التقاطع وتركيب رشاشات إضافية بين الممرات العرضية لتحقيق قاعدة التباعد الأقصى.

6- عند عدم وجود ممرات عرضية, يجب أن لا يزيد تباعد الرشاشات عن الحد الأقصى المسموح.

كميت الماء المطلوبت لرشاشات الرفوف:

يجب أن تستند كمية الماء المطلوبة لرشاشات الرفوف على التشغيل الآني للرشاشات في أبعد منطقة هيدروليكية حسب الآتي:

1- ست رشاشات عند تركيب مستوي واحد فقط من هياكل التخزين لحماية السلع I أو II أو III.

2- ثمان رشاشات عند تركيب مستوي واحد فقط من هياكل التخزين لحماية السلع IV.

3- عشر رشاشات (خمسة في كل مستوي) عند تركيب أكثر من مستوى واحد من هياكل التخزين لحماية السلع I أو II أو III.

4- أربع عشر رشاشا (سبعة في كل مستوي) عند تركيب أكثر من مستوى واحد من هياكل التخزين لحماية السلع IV.

ويجب أن تطلق الرشاشات ما لا يقل عن 30 gpm (113.6 L/min) لكل أنواع السلع.

Table 16.3.1.1 Single- or Double-Row Racks Without Solid Shelves of Class I Through Class IV Commodities Stored Over 25 ft (7.6 m) in Height with Aisles 4 ft (1.2 m) or More in Width

Commodity Class	In-Rack Sprinklers Approximate Vertical Spacing at Tier Nearest the Vertical Distance and Maximum Horizontal Spacing[a,b,c]		Figure	Maximum Storage Height	Stagger	Ceiling Sprinkler Operating Area		Ceiling Sprinkler Density Clearance to Ceiling Up to 10 ft (3.1 m)[g]			
								Ordinary Temperature		High Temperature	
	Longitudinal Flue[d]	Face[e,f]				ft^2	m^2	gpm/ft^2	mm/min	gpm/ft^2	mm/min
I	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m) under horizontal barriers	None	16.3.4.1.1.1(a)	30 ft (9.1 m)	No	2000	186	0.25	10.2	0.35	14.3
	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	16.3.4.1.1.1(b)	Higher than 25 ft (7.6 m)	Yes			0.25	10.2	0.35	14.3
I, II, III	Vertical 10 ft (3.1 m) or at 15 ft (4.6 m) and 25 ft (7.6 m)	None	16.3.4.1.1.1(c)	30 ft (9.1 m)	Yes	2000	186	0.3	12.2	0.4	16.3
	Vertical 10 ft (3.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	Vertical 30 ft (9.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	16.3.4.1.1.1(d)	Higher than 25 ft (7.6 m)	Yes			0.3	12.2	0.4	16.3
	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 5 ft (1.5 m)	16.3.4.1.1.1(e)		Yes			0.3	12.2	0.4	16.3
	Vertical 25 ft (7.6 m) Horizontal 5 ft (1.5 m)	Vertical 25 ft (7.6 m) Horizontal 5 ft (1.5 m)	16.3.4.1.1.1(f)		No			0.3	12.2	0.4	16.3
	Horizontal barriers at 20 ft (6.1 m) Vertical intervals — two lines of sprinklers under barriers — maximum horizontal spacing 10 ft (3.1 m), staggered		16.3.4.1.1.1(g)		Yes			0.3	12.2	0.4	16.3
I, II, III, IV	Vertical 15 ft (4.6 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	16.3.4.1.1.1(h)	Higher than 25 ft (7.6 m)	Yes	2000	186	0.35	14.3	0.45	18.3
	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 5 ft (1.5 m)	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 5 ft (1.5 m)	16.3.4.1.1.1(i)		No			0.35	14.3	0.45	18.3
	Horizontal barriers at 15 ft (4.6 m) Vertical intervals — two lines of sprinklers under barriers — maximum horizontal spacing 10 ft (3.1 m), staggered		16.3.4.1.1.1(j)		Yes			0.35	14.3	0.45	18.3

[a]Minimum in-rack sprinkler discharge, 30 gpm (114 L/min).

[b]Water shields required.

[c]All in-rack sprinkler spacing dimensions start from the floor.

[d]Install sprinklers at least 3 in. (76.2 mm) from uprights.

[e]Face sprinklers shall not be required for a Class I commodity consisting of noncombustible products on wood pallets (without combustible containers), except for arrays shown in Figure 16.3.1.3.1.1(A)(g) and Figure 16.3.1.3.1.1(A)(j).

[f]In Figure 16.3.1.3.1.1(A)(a) through Figure 16.3.1.3.1.1(A)(j), each square represents a storage cube that measures 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. to 10 ft (0.46 m to 3.1 m). Therefore, there can be one load to six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

[g]For encapsulated commodity, increase density 25 percent.

Table 16.3.1.2 Multiple-Row Racks of Class I Through Class IV Commodities Stored Over 25 ft (7.6 m) in Height

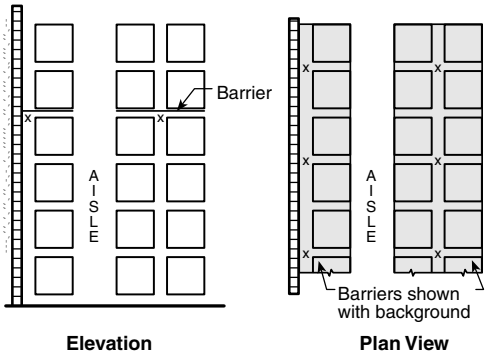
Commodity Class	Encapsulated	In-Rack Sprinklers[a,b,c]						Height Limit (ft)	Stagger	Figure	Maximum Spacing from Top of Storage to Highest In-Rack Sprinklers		Ceiling Sprinkler Operating Area		Ceiling Sprinklers Density Clearance to Ceiling Up to 10 ft			
		Maximum Vertical Spacing		Maximum Horizontal Spacing in A Flue		Maximum Horizontal Spacing across Flue									165° Rating		286° Rating	
		ft	m	ft	m	ft	m				ft	m	ft^2	m^2	gpm/ft^2	mm/min	gpm/ft^2	mm/min
I	No	20	6.1	12	3.7	10	3.1	None	Between adjacent flues	16.3.4.1.3.1(a)	10	3.1	2000	186	0.25	10.2	0.35	14.3
	Yes														0.31		0.44	
I, II, and III	No	15	4.6	10	3.1	10	3.1			16.3.4.1.3.1(b)	10	3.1			0.30	12.2	0.40	16.3
	Yes														0.37		0.50	20.4
I, II, III, and IV	No	10	3.1	10	3.1	10	3.1			16.3.4.1.3.1(c)	5	1.5			0.35	14.3	0.45	18.3
	Yes														0.44		0.56	

For SI units, °C = ⅝ (°F–32); 1 gpm/ft^2 = 40.746 mm/min.

[a]All four rack faces shall be protected by sprinklers located within the racks and no more than 18 in. (0.46 m) from the faces, as indicated in Figure 16.3.1.3.1.3(A)(a) through Figure 16.3.1.3.1.3(A)(c). It shall not be required for each sprinkler level to protect all faces.

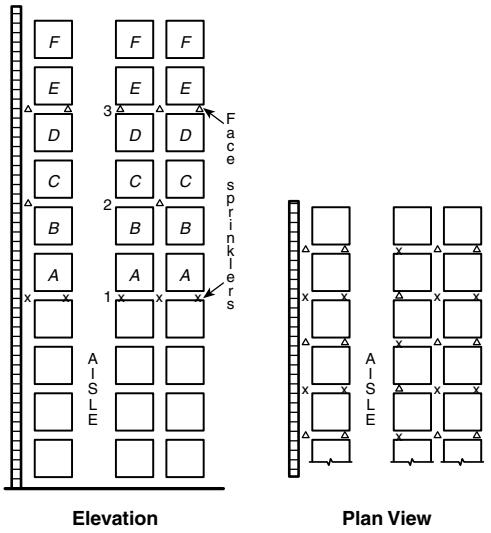
[b]All in-rack sprinkler spacing dimensions start from the floor.

[c]In Figure 16.3.1.3.1.3(A)(a) through Figure 16.3.1.3.1.3(A)(c), each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. to 10 ft (0.46 m to 3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.



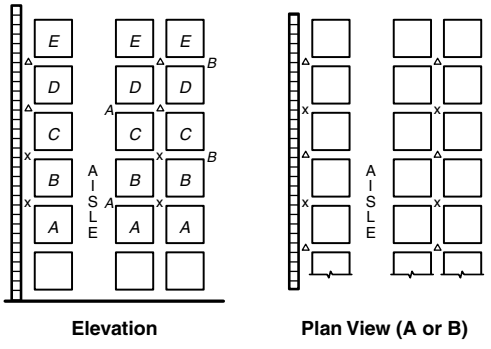
Notes:
1. Symbol x indicates in-rack sprinklers.
2. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.1(A)(a) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I Commodities, Storage Height 25 ft to Maximum 30 ft (7.6 m to Maximum 9.1 m).



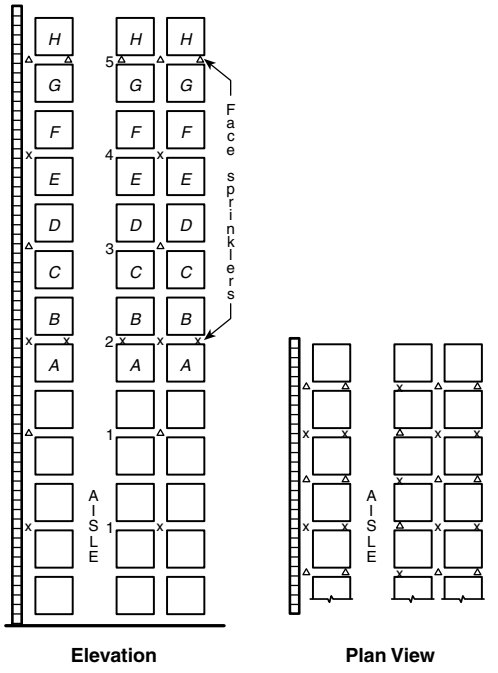
Notes:
1. Sprinklers labeled 1 (the selected array from Table 16.3.1.1) shall be required where loads labeled *A* or *B* represent top of storage.
2. Sprinklers labeled 1 and 2 shall be required where loads labeled *C* or *D* represent top of storage.
3. Sprinklers labeled 1 and 3 shall be required where loads labeled *E* or *F* represent top of storage.
4. For storage higher than represented by loads labeled *F*, the cycle defined by Notes 2 and 3 is repeated, with stagger as indicated.
5. Symbol Δ or x indicates sprinklers on vertical or horizontal stagger.
6. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.1(A)(b) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I Commodities, Storage Height Over 25 ft (7.6 m).



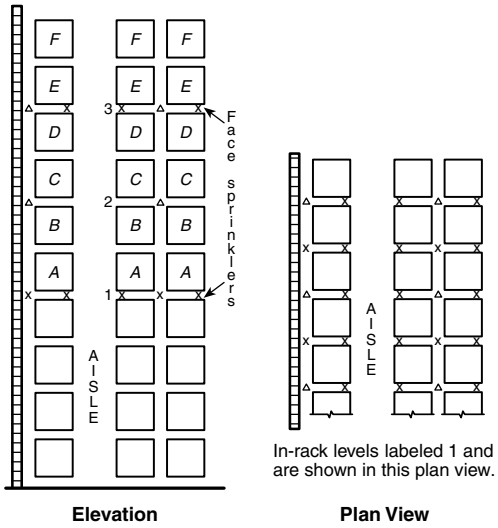
Notes:
1. Alternate location of in-rack sprinklers. Sprinklers shall be permitted to be installed above loads *A* and *C* or above loads *B* and *D*.
2. Symbol Δ or x indicates sprinklers on vertical or horizontal stagger.
3. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.1(A)(c) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, or III Commodities, Storage Height 25 ft to Maximum 30 ft (7.6 m to Maximum 9.1 m).



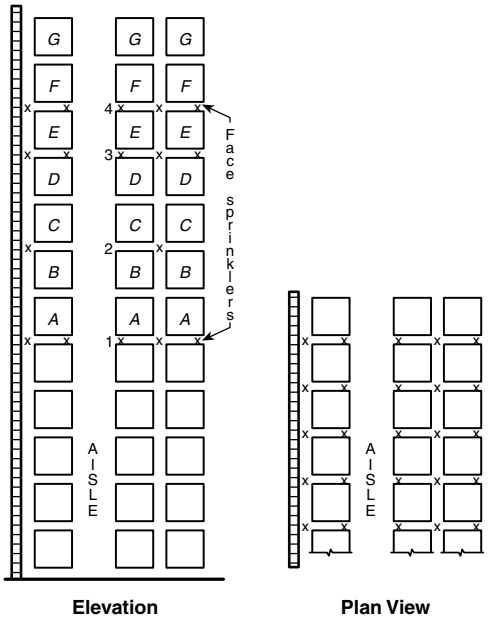
Notes:
1. Sprinklers labeled 1 shall be required where loads labeled *A* represent the top of storage.
2. Sprinklers labeled 1 and 2 shall be required where loads labeled *B* or *C* represent top of storage.
3. Sprinklers labeled 1, 2, and 3 shall be required where loads labeled *D* or *E* represent top of storage.
4. Sprinklers labeled 1, 2, 3, and 4 shall be required where loads labeled *F* or *G* represent top of storage.
5. Sprinklers labeled 1, 2, 3, 4, and 5 shall be required where loads labeled *H* represent top of storage.
6. For storage higher than represented by loads labeled *H*, the cycle defined by Notes 3, 4, and 5 is repeated with stagger as indicated.
7. The indicated face sprinklers shall be permitted to be omitted where commodity consists of unwrapped or unpackaged metal parts on wood pallets.
8. Symbol Δ or x indicates sprinklers on vertical or horizontal stagger.
9. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.1(A)(d) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, or III Commodities, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 1.



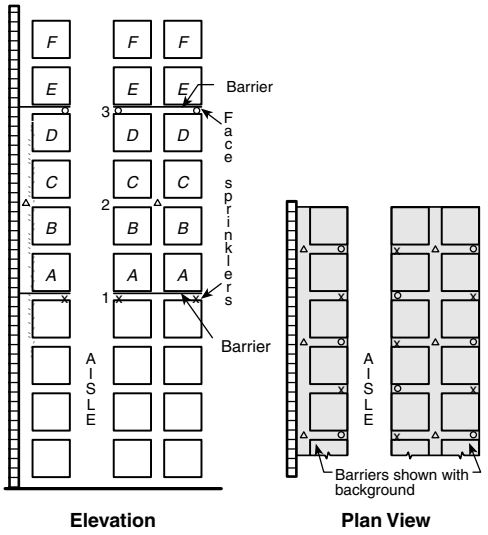
Notes:
1. Sprinklers labeled 1 (the selected array from Table 16.3.1.1) shall be required where loads labeled *A* or *B* represent top of storage.
2. Sprinklers labeled 1 and 2 shall be required where loads labeled *C* or *D* represent top of storage.
3. Sprinklers labeled 1 and 3 shall be required where loads labeled *E* or *F* represent top of storage.
4. For storage higher than represented by loads labeled *F*, the cycle defined by Notes 2 and 3 is repeated, with stagger as indicated.
5. Symbol Δ or x indicates sprinklers on vertical or horizontal stagger.
6. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.1(A)(e) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, or III Commodities, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 2.



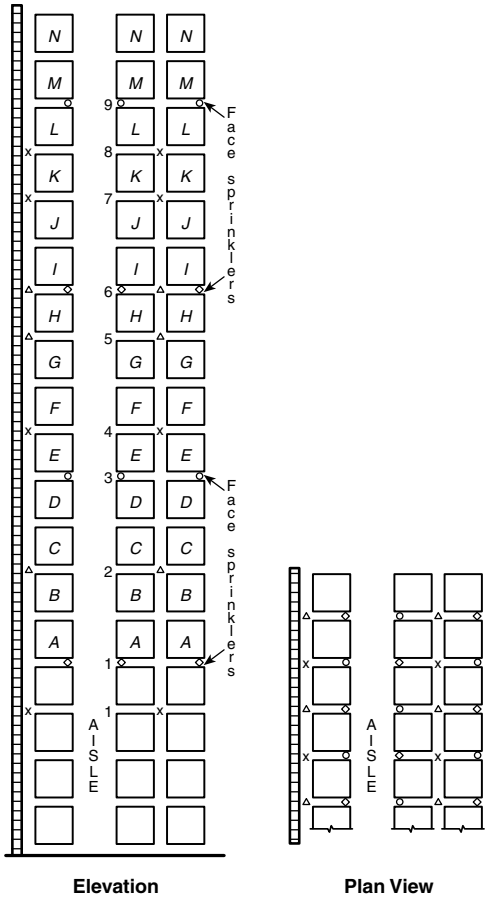
Notes:
1. Sprinklers labeled 1 (the selected array from Table 16.3.1.1) shall be required where loads labeled *A* or *B* represent top of storage.
2. Sprinklers labeled 1 and 2 shall be required where loads labeled *C* or *D* represent top of storage.
3. Sprinklers labeled 1 and 3 shall be required where loads labeled *E* represent top of storage.
4. Sprinklers labeled 1 and 4 shall be required where loads labeled *F* or *G* represent top of storage.
5. For storage higher than represented by loads labeled *G*, the cycle defined by Notes 2, 3, and 4 is repeated.
6. Symbol x indicates face and in-rack sprinklers.
7. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.1(A)(f) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, or III Commodities, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 3.



Notes:
1. Sprinklers labeled 1 (the selected array from Table 16.3.1.1) shall be required where loads labeled *A* or *B* represent top of storage.
2. Sprinklers labeled 1 and 2 shall be required where loads labeled *C* or *D* represent top of storage.
3. Sprinklers labeled 1 and 3 shall be required where loads labeled *E* or *F* represent top of storage.
4. For storage higher than represented by loads labeled *F*, the cycle defined by Notes 2 and 3 is repeated.
5. Symbols o, Δ, and x indicate sprinklers on vertical or horizontal stagger.
6. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

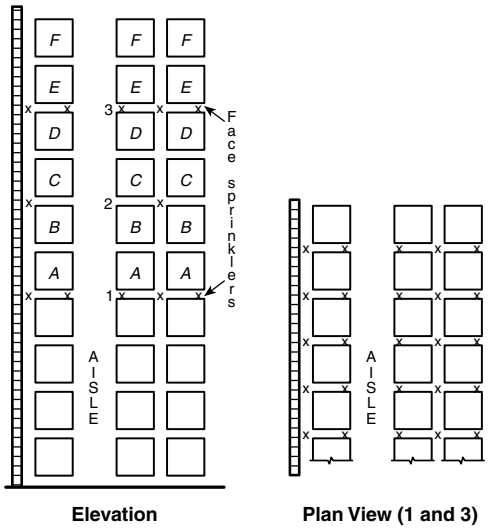
FIGURE 16.3.1.3.1.1(A)(g) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, or III Commodities, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 4.



Notes:

1. Sprinklers labeled 1 (the selected array from Table 16.3.1.1) shall be required where loads labeled *A* or *B* represent top of storage.
2. Sprinklers labeled 1 and 2 shall be required where loads labeled *C* or *D* represent top of storage.
3. Sprinklers labeled 1, 2, and 3 shall be required where loads labeled *E* or *F* represent top of storage.
4. Sprinklers labeled 1, 2, 3, and 4 shall be required where loads labeled *G* represent top of storage.
5. Sprinklers labeled 1, 2, 3, 4, and 5 shall be required where loads labeled *H* represent top of storage.
6. Sprinklers labeled 1, 2, 3, 4, and 6 (not 5) shall be required where loads labeled *I* or *J* represent top of storage.
7. Sprinklers labeled 1, 2, 3, 4, 6, and 7 shall be required where loads labeled *K* represent top of storage.
8. Sprinklers labeled 1, 2, 3, 4, 6, and 8 shall be required where loads labeled *L* represent top of storage.
9. Sprinklers labeled 1, 2, 3, 4, 6, 8, and 9 shall be required where loads labeled *M* or *N* represent top of storage.
10. For storage higher than represented by loads labeled *N*, the cycle defined by Notes 1 through 9 is repeated, with stagger as indicated. In the cycle, loads labeled *M* are equivalent to loads labeled *A*.
11. Symbols o, x, and Δ indicate sprinklers on vertical or horizontal stagger.
12. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

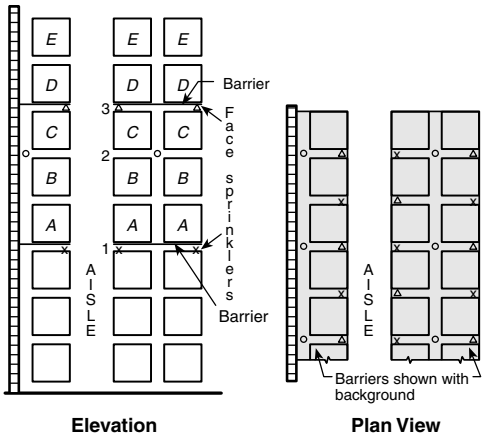
FIGURE 16.3.1.3.1.1(A)(h) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, III, or IV Commodities, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 1.



Notes:

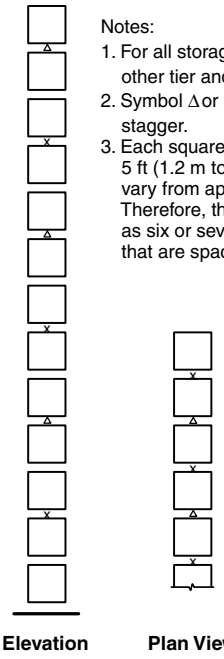
1. Sprinklers labeled 1 (the selected array from Table 16.3.1.1) shall be required where loads labeled *A* or *B* represent top of storage.
2. Sprinklers labeled 1 and 2 shall be required where loads labeled *C* or *D* represent top of storage.
3. Sprinklers labeled 1 and 3 shall be required where loads labeled *E* or *F* represent top of storage.
4. For storage higher than represented by loads labeled *F*, the cycle defined by Notes 2 and 3 is repeated.
5. Symbol x indicates face and in-rack sprinklers.
6. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.1(A)(i) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, III, or IV Commodities, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 2.



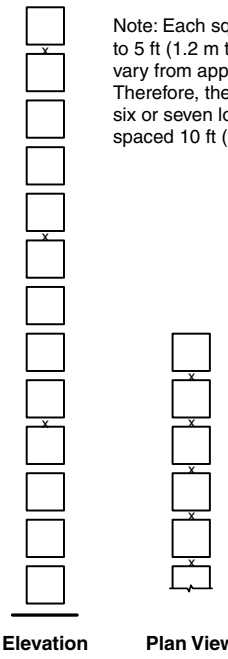
Notes:
1. Sprinklers labeled 1 (the selected array from Table 16.3.1.1) shall be required where loads labeled *A* or *B* represent top of storage.
2. Sprinklers labeled 1 and 2 and barrier labeled 1 shall be required where loads labeled *C* represent top of storage.
3. Sprinklers and barriers labeled 1 and 3 shall be required where loads labeled *D* or *E* represent top of storage.
4. For storage higher than represented by loads labeled *E*, the cycle defined by Notes 2 and 3 is repeated.
5. Symbol ∆or x indicates sprinklers on vertical or horizontal stagger.
6. Symbol o indicates longitudinal flue space sprinklers.
7. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.1(A)(j) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, III, or IV Commodities, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 3.



Notes:
1. For all storage heights, sprinklers shall be installed in every other tier and staggered as indicated.
2. Symbol ∆or x indicates sprinklers on vertical or horizontal stagger.
3. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.2(A)(a) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, III, or IV Commodities, Single-Row Racks, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 1.



Note: Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.2(A)(b) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, or III Commodities, Single-Row Racks, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 1.

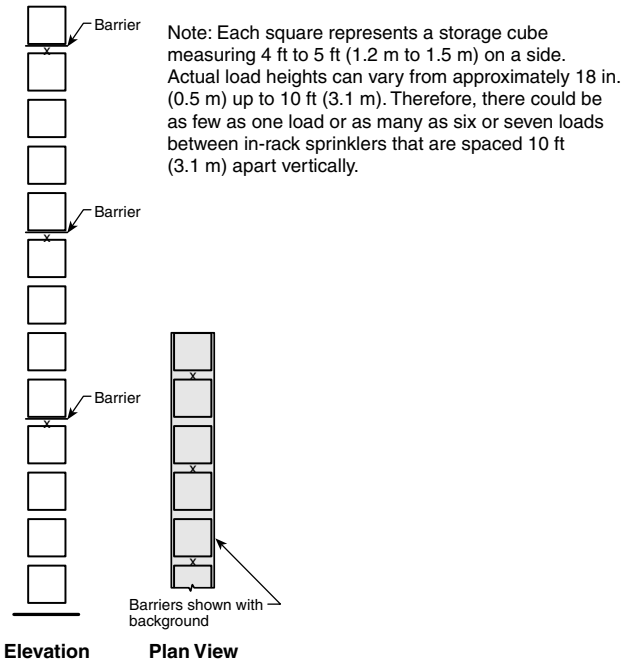


FIGURE 16.3.1.3.1.2(A)(c) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, or III Commodities, Single-Row Racks, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 2.

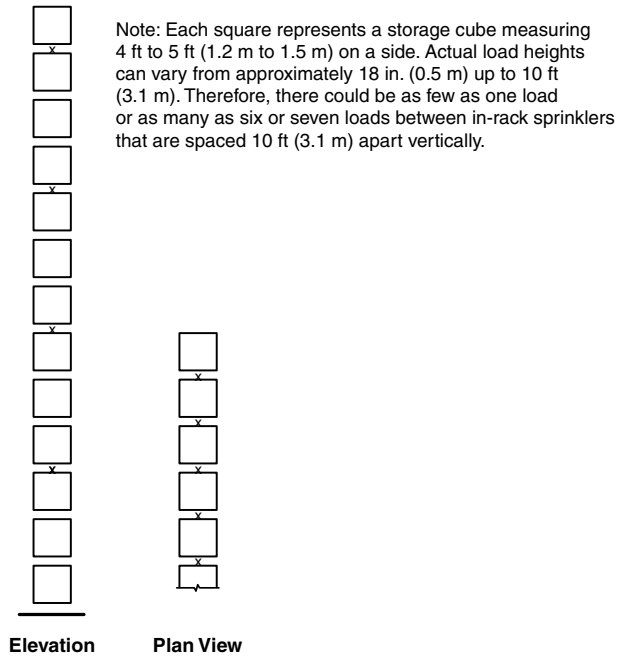


FIGURE 16.3.1.3.1.2(A)(d) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, III, or IV Commodities, Single-Row Racks, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 2.

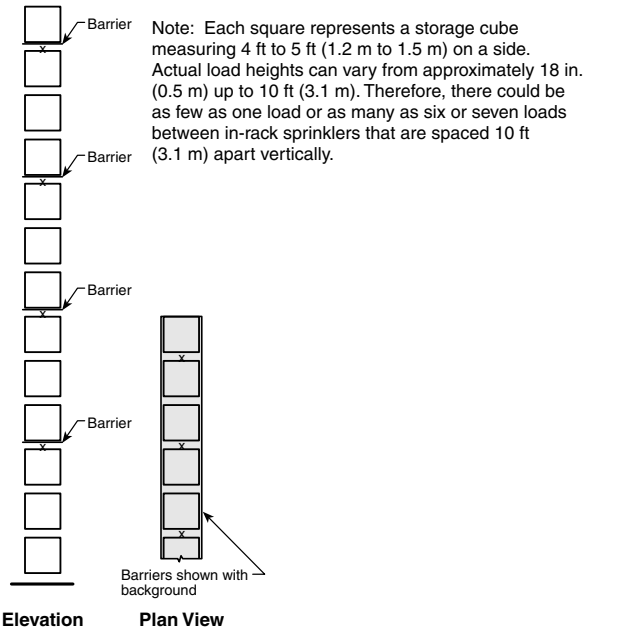
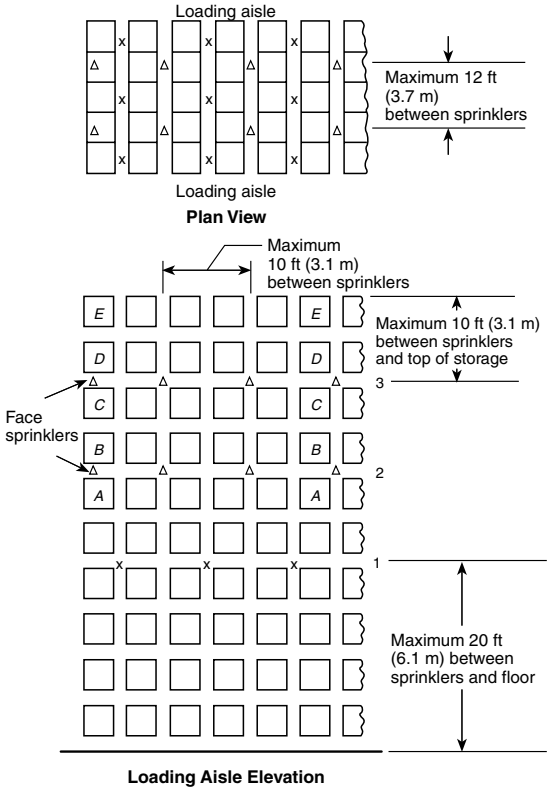
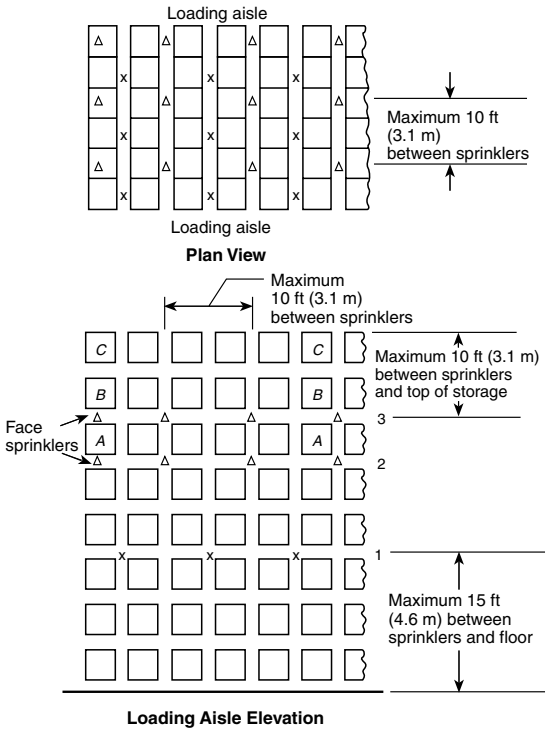


FIGURE 16.3.1.3.1.2(A)(e) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, III, or IV Commodities, Single-Row Racks, Storage Height Over 25 ft (7.6 m) — Option 3.



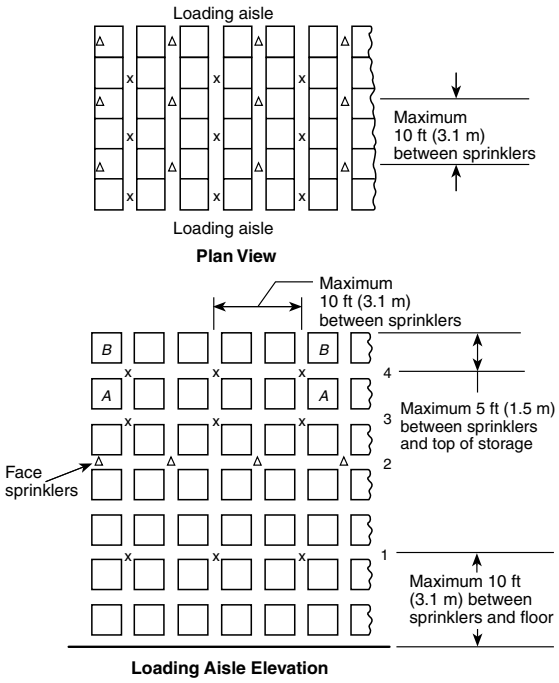
Notes:
1. Sprinklers labeled 1 shall be required if loads labeled *A* represent top of storage.
2. Sprinklers labeled 1 and 2 shall be required if loads labeled *B* or *C* represent top of storage.
3. Sprinklers labeled 1 and 3 shall be required if loads labeled *D* or *E* represent top of storage.
4. For storage higher than represented by loads labeled *E*, the cycle defined by Notes 2 and 3 is repeated, with stagger as indicated.
5. Symbol Δ or x indicates sprinklers on vertical or horizontal stagger.
6. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.3(A)(a) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I Commodities, Multiple-Row Racks, Storage Height Over 25 ft (7.6 m).



Notes:
1. Sprinklers labeled 1 and 2 shall be required if loads labeled *A* represent top of storage.
2. Sprinklers labeled 1 and 3 shall be required if loads labeled *B* or *C* represent top of storage.
3. For storage higher than represented by loads labeled *C*, the cycle defined by Notes 2 and 3 is repeated, with stagger as indicated.
4. Symbol Δ or x indicates sprinklers on vertical or horizontal stagger.
5. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.3(A)(b) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, or III Commodities, Multiple-Row Racks, Storage Height Over 25 ft (7.6 m).



Notes:

1. Sprinklers labeled 1, 2, and 3 shall be required if loads labeled *A* represent top of storage.
2. Sprinklers labeled 1, 2, and 4 shall be required if loads labeled *B* represent top of storage.
3. For storage higher than represented by loads labeled *B*, the cycle defined by Notes 1 and 2 is repeated, with stagger as indicated.
4. Symbol Δ or x indicates sprinklers on vertical or horizontal stagger.
5. Each square represents a storage cube measuring 4 ft to 5 ft (1.2 m to 1.5 m) on a side. Actual load heights can vary from approximately 18 in. (0.5 m) up to 10 ft (3.1 m). Therefore, there could be as few as one load or as many as six or seven loads between in-rack sprinklers that are spaced 10 ft (3.1 m) apart vertically.

FIGURE 16.3.1.3.1.3(A)(c) In-Rack Sprinkler Arrangement, Class I, II, III, or IV Commodities, Multiple-Row Racks, Storage Height Over 25 ft (7.6 m).

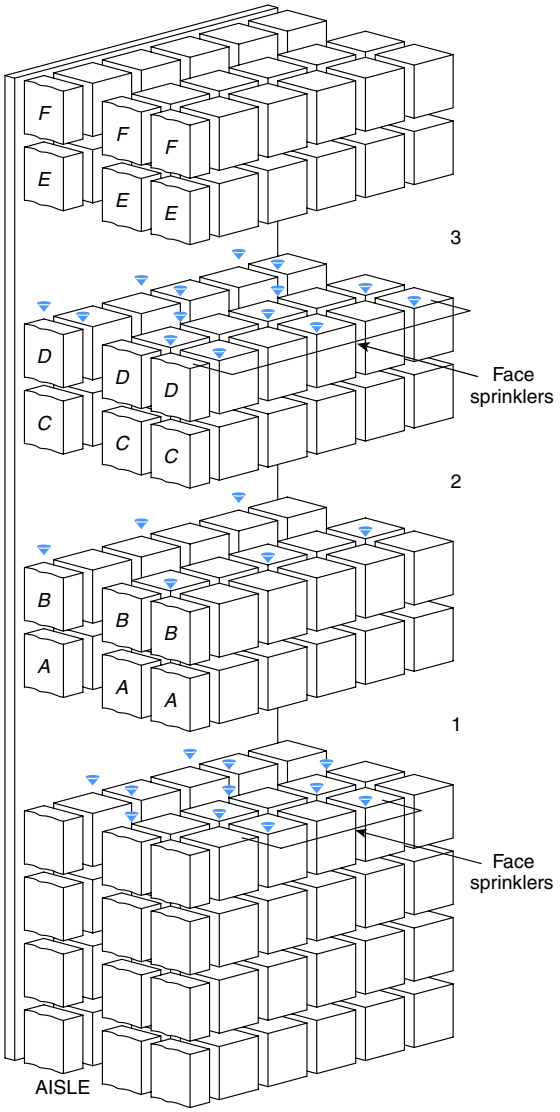


EXHIBIT 16.8 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.1(b*

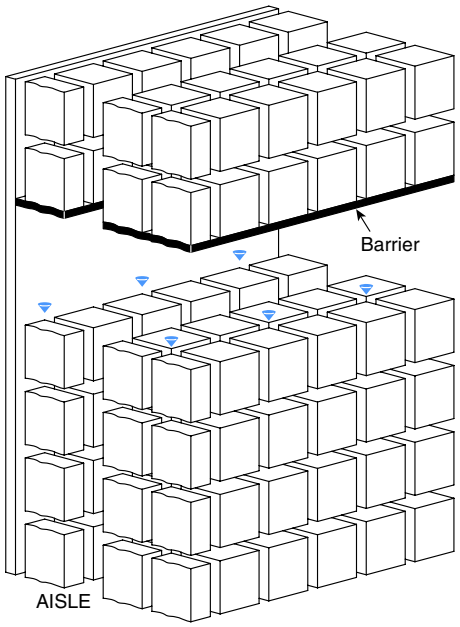


EXHIBIT 16.7 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.1(a*

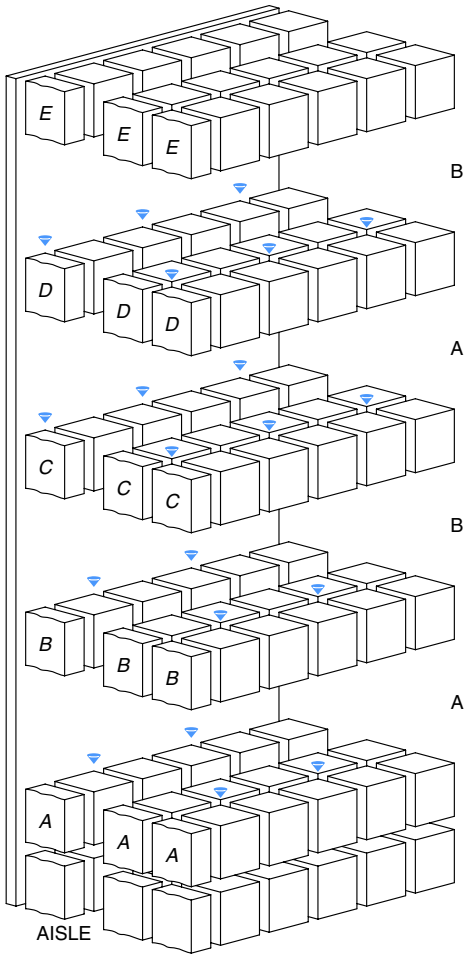


EXHIBIT 16.9 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.1(c*

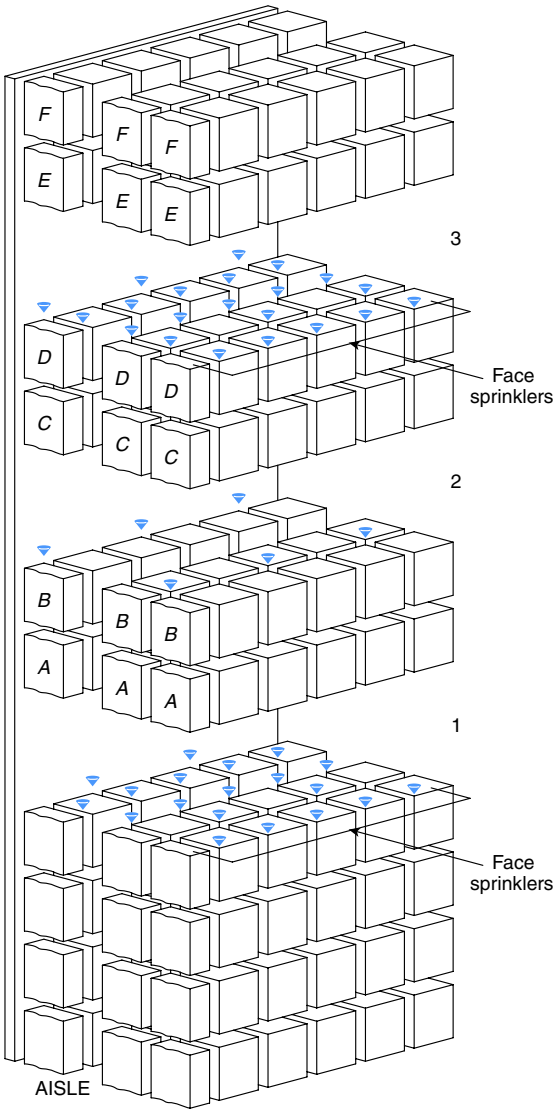


EXHIBIT 16.11 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.1(e*

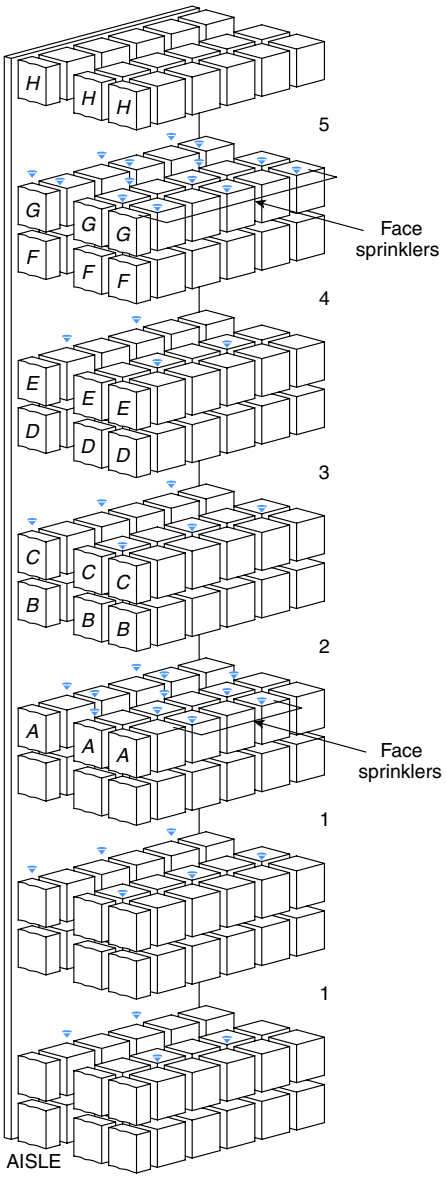


EXHIBIT 16.10 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.1(d*

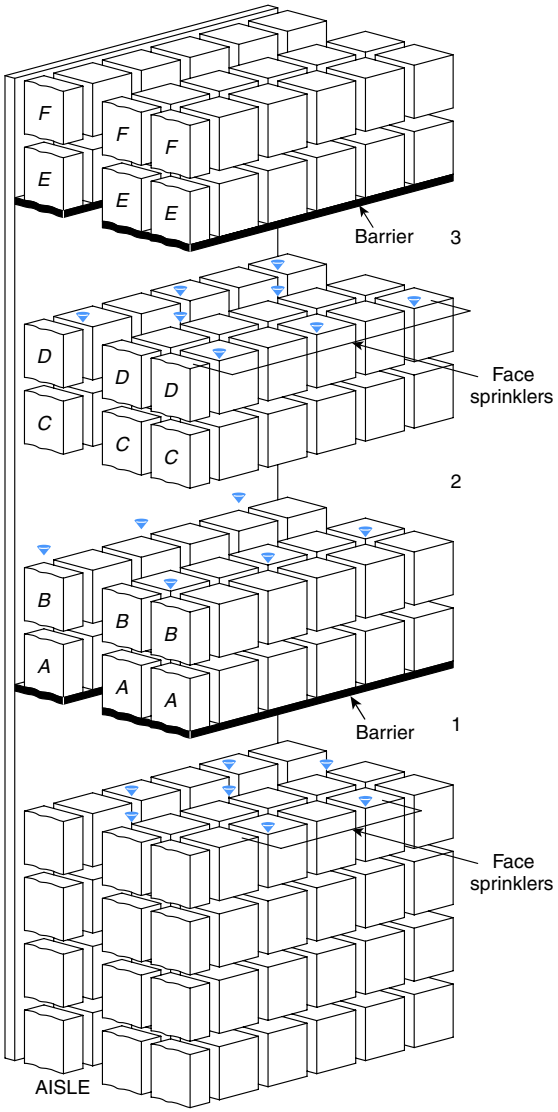


EXHIBIT 16.13 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.1(g*

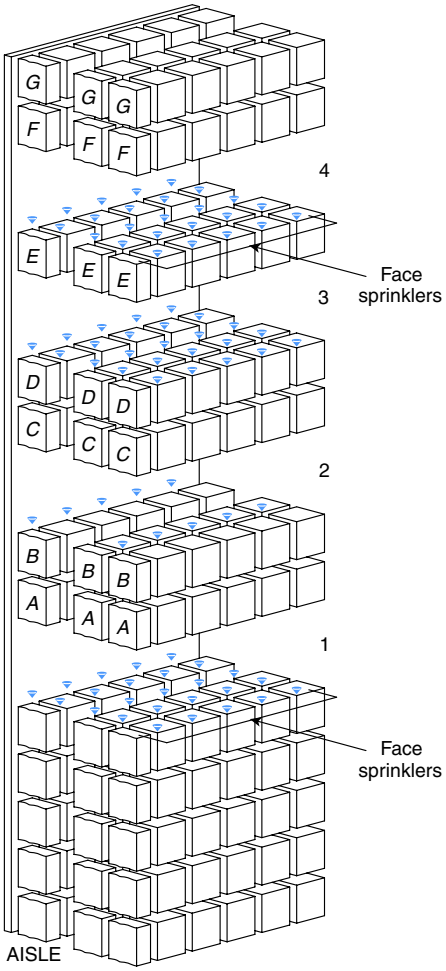


EXHIBIT 16.12 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.1(f*

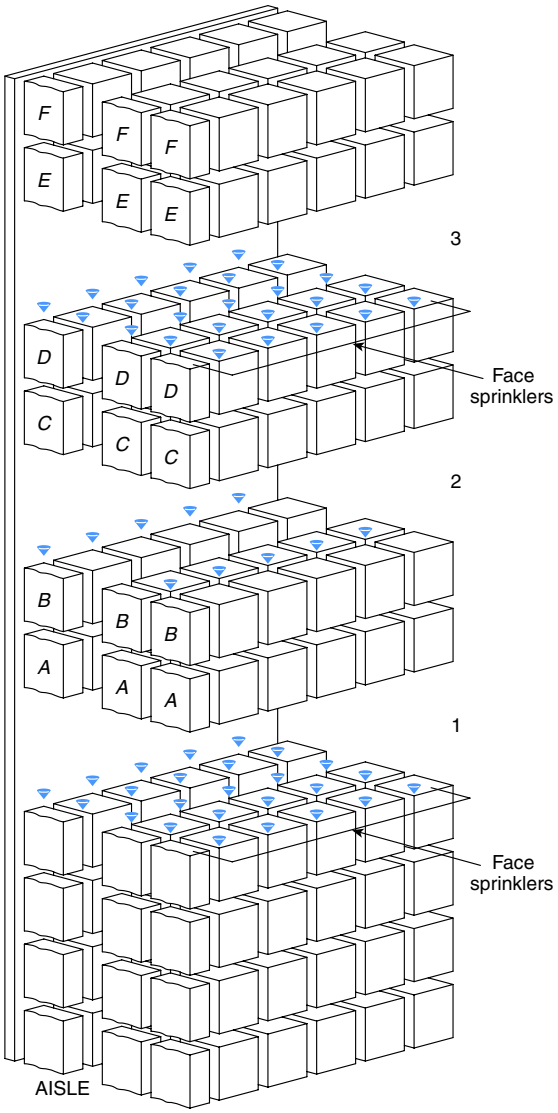


EXHIBIT 16.15 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.1(i*

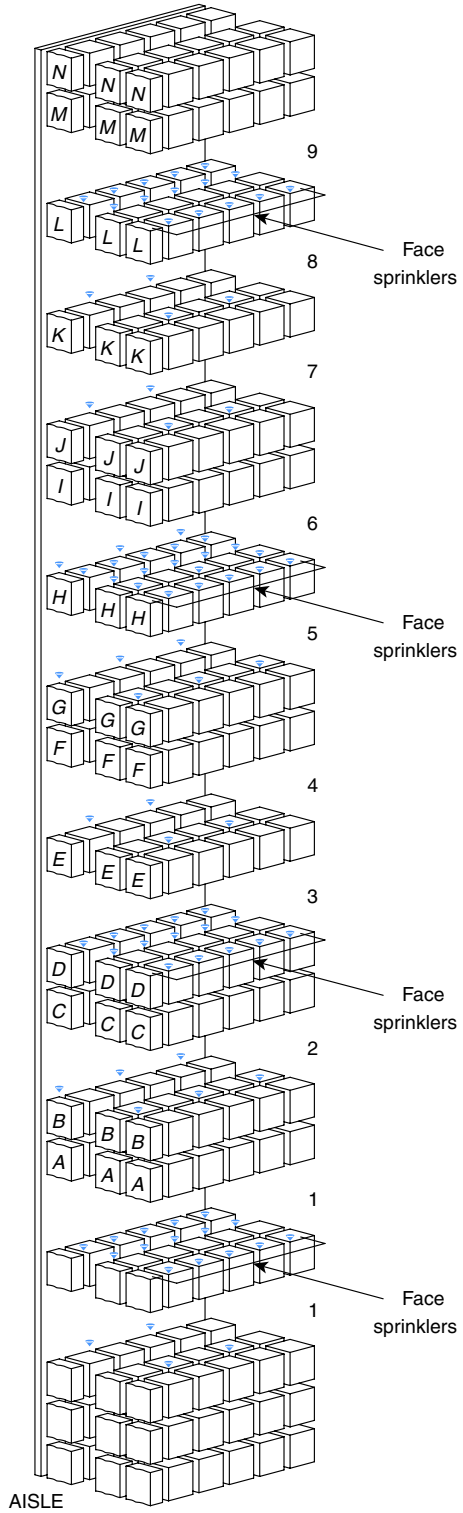


EXHIBIT 16.14 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.1(h*

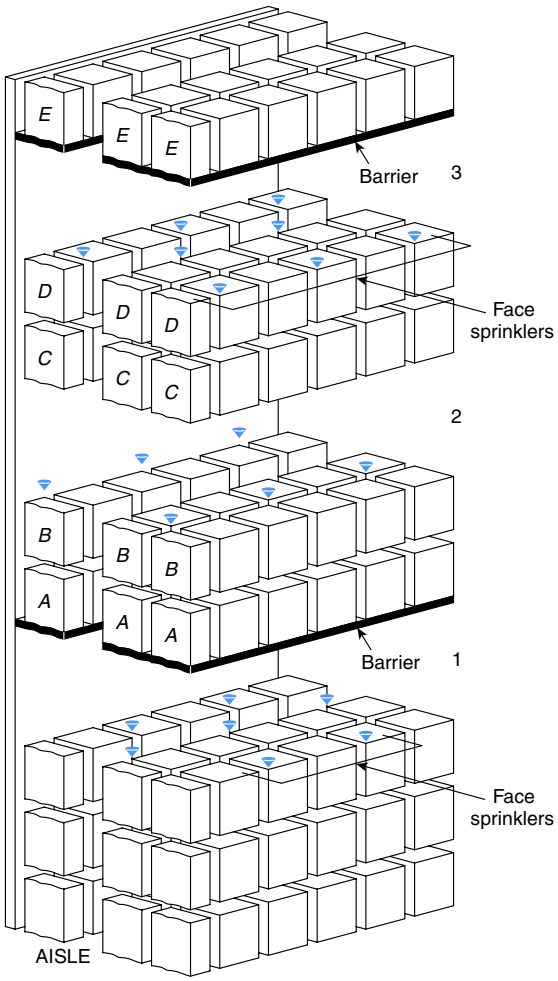


EXHIBIT 16.16 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.1(j*

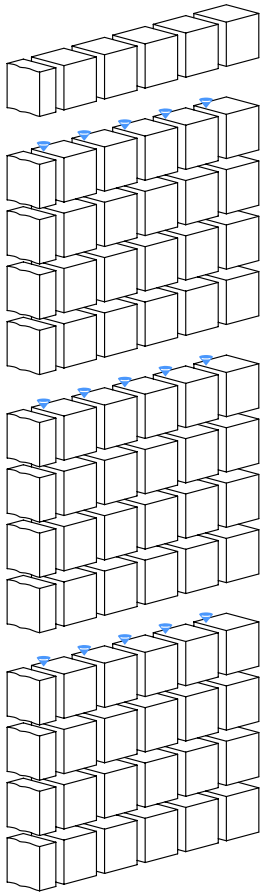


EXHIBIT 16.18 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.2(b*

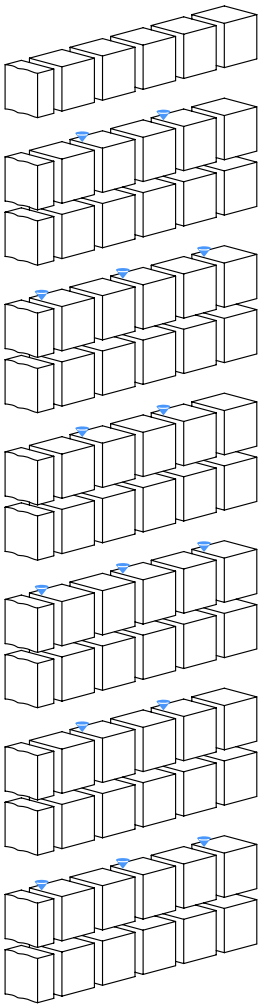


EXHIBIT 16.17 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.2(a*

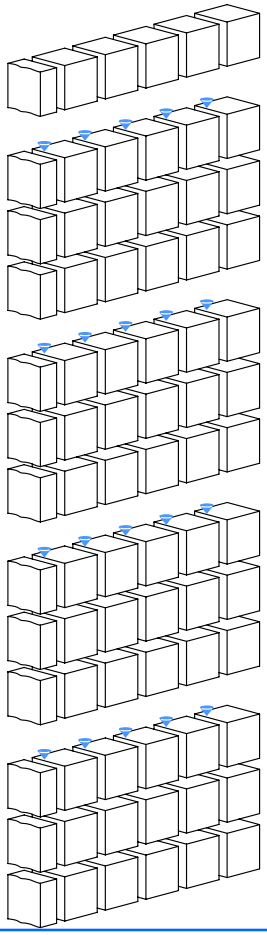


EXHIBIT 16.20 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.2(d*

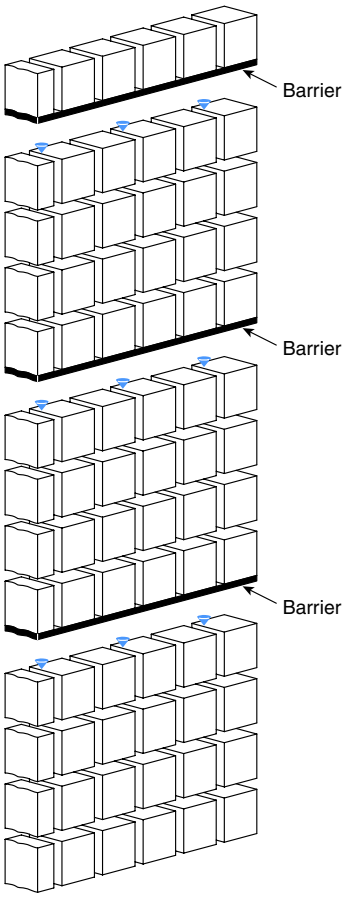


EXHIBIT 16.19 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.2(c*

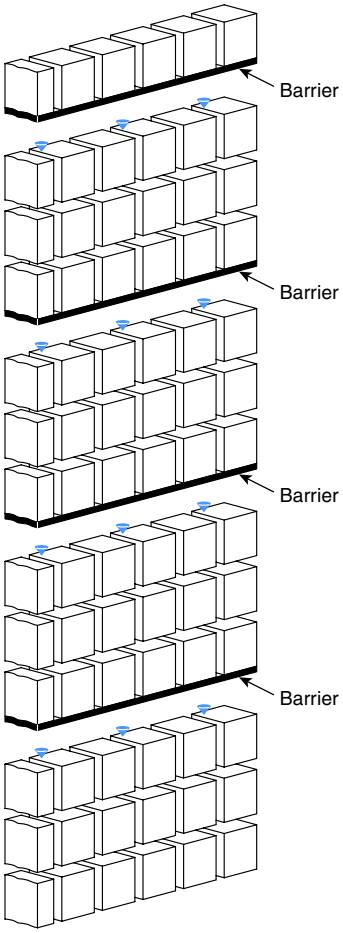


EXHIBIT 16.21 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.2(e*

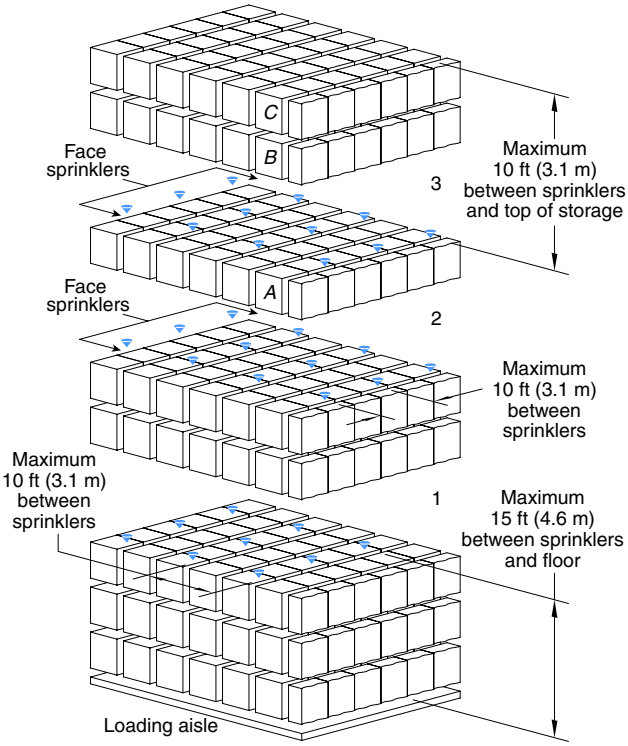


EXHIBIT 16.23 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.3(b*

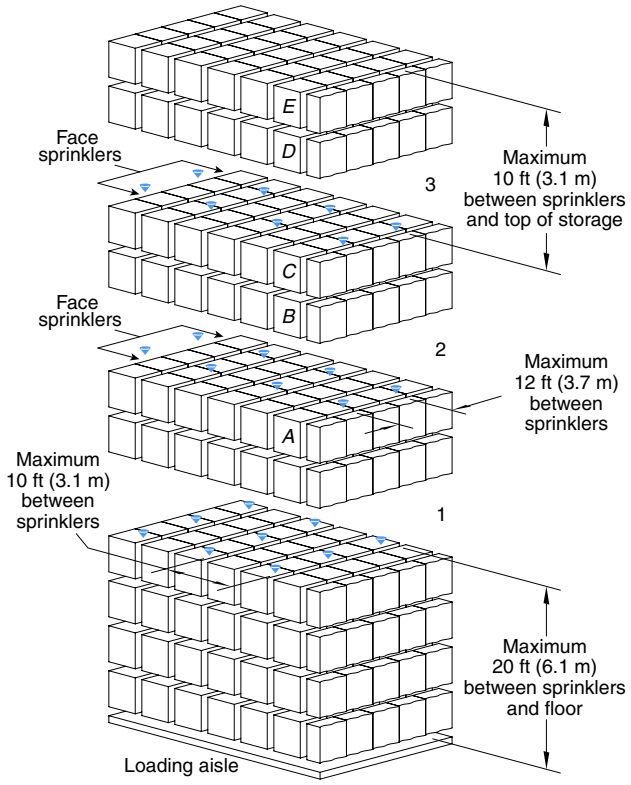


EXHIBIT 16.22 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.3(a*

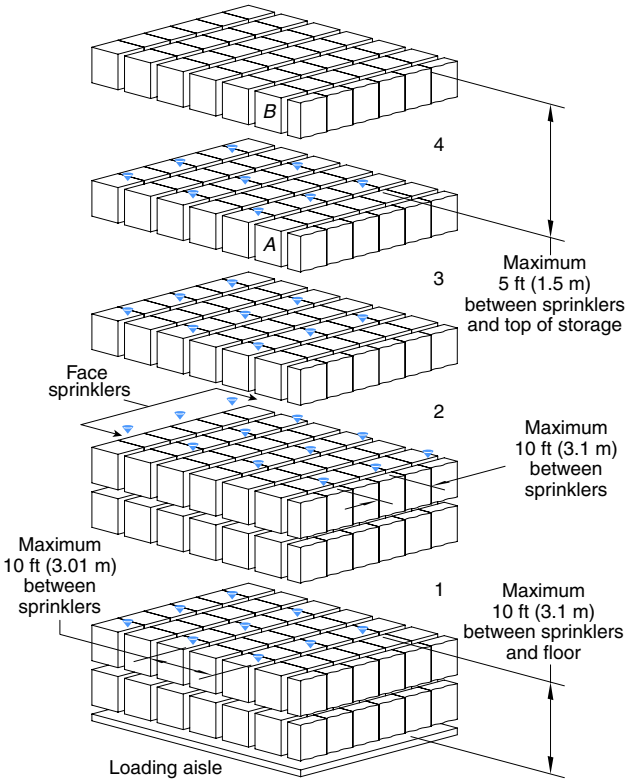


EXHIBIT 16.24 *Positioning of In-Rack Sprinklers in .(Accordance with Figure 16.3.1.3.1.3(c*

معايير الحماية باستعمال الرشاشات CMSA :

1- يجب أن تكون الحماية حسب الجدول 16.3.2.1 للحماية لكل السلع من دون رفوف صلبة.

2- عند الحاجة إلى رشاشات الرفوف حسب الجدول 16.3.2.1, فإن تباعد الرشاشات والضغط التصميمي ومعايير الحسابات الهيدروليكية يجب أن تكون حسب متطلبات البند ثالثا من الفصل الثالث حسب قابلية التطبيق للسلعة.

3- يجب تزويد الحماية حسب الجدول 16.3.2.1 أو معايير NFPA الملائمة وذلك بهدف تحقيق أقل ضغط تشغيل و عدد الرشاشات الموجودة في منطقة التصميم.

4- الهياكل الخشبية المفتوحة (Open Wood Joist Construction):

- عند تركيب الرشاشات CMSA تحتها فيجب أن تكون بضغط تشغيل لا يقل عن 3.4 بار (50 psi) للرشاش بمعامل K-11.2 أو ضغط تشغيل 1.5 بار (22 psi) للرشاش بمعامل K-16.8.
- إذا كانت قنوات الهيكل مطلية بمادة مقاومة للحريق بكامل العمق, يجب السماح حين ذلك باستعمال الضغط الأدنى الموجود بالجدول 16.3.2.1 للرشاشات CMSA.

5- لغرض استعمال الجدول 16.3.2.1 يجب تصنيف الأنظمة المسبقة التشغيل كأنظمة جافة.

6- لن تحتاج الأبنية الحديدية لمتطلبات خاصة عند التصميم وفقا للجدول 16.3.2.1 حسب ترتيب التخزين الموافق.

7- رشاشات رفوف التخزين لارتفاع أعلى من 7.6 م مع رشاشات CMSA في السقف:

1- عند الحاجة إلى رشاشات الرفوف حسب الجدول 16.3.2.1, يجب تركيب الرشاشات في مستوي الصف الأول عند أو فوق منتصف ارتفاع التخزين.

2- يجب إبقاء مسافة لا تقل عن 152 مم بين عاكس رشاشات الرفوف وقمة صف التخزين.

3- يجب تركيب رشاشات الرفوف عند تقاطع الممرات الطولية والعرضية.

4- أقصى تباعد بين رشاشات الرفوف هو 1.5 م.

5- عندما تكون المسافة بين الممرات العرضية أكبر من التباعد المسموح به, يجب تركيب رشاشات عند التقاطع وتركيب رشاشات إضافية بين الممرات العرضية لتحقيق قاعدة التباعد الأقصى.

6- عند عدم وجود ممرات عرضية, يجب أن لا يزيد تباعد الرشاشات عن الحد الأقصى المسموح.

7- كمية الماء المطلوبة للرشاشات الرفوف: يجب أن تعتمد كمية ماء رشاشات الرفوف على التشغيل الآني لثمان رشاشات في أبعد منطقة هيدروليكيا.

8- ضغط التشغيل المطلوب للرشاشات الرفوف: يجب أن لا يقل ضغط تشغيل رشاشات رفوف التخزين عن 1 بار (15 psi) لكل أنواع السلع.

Table 16.3.2.1 CMSA Sprinkler Design Criteria for Rack Storage of Class I Through Class IV Commodities Stored Over 25 ft (7.6 m) in Height (Encapsulated and Nonencapsulated)

Storage Arrangement	Commodity Class	Maximum Storage Height		Maximum Ceiling/Roof Height		K-Factor/ Orientation	Type of System	Number of Design Sprinklers	Minimum Operating Pressure	
		ft	m	ft	m				psi	bar
Single-, double-, and multiple-row racks without solid shelves (no open-top containers)	Class I or II	30	9.1	35	10.6	11.2 (160) Upright	Wet	20 + 1 level of in-rack	25	1.7
							Dry	30 + 1 level of in-rack	25	1.7
						16.8 (240) Upright	Wet	20 + 1 level of in-rack	15	1.0
							Dry	30 + 1 level of in-rack	15	1.0
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	25	1.7
		35	10.6	40	12.1	11.2 (160) Upright	Dry*	36	55	3.8
						16.8 (240) Upright	Dry*	36	22	1.5
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	30	2.1
	Class III or IV	30	9.1	35	10.6	19.6 (280) Pendent	Wet	15	25	1.7
		35	10.6	40	12.1	19.6 (280) Pendent	Wet	15	30	2.1

*High temperature–rated sprinklers shall be used. Dry system water delivery shall be determined in accordance with 7.2.3.6 with a maximum time of water delivery of 30 seconds with four sprinklers initially open.

معايير الحماية باستعمال الرشاشات ESFR :

1- يجب أن تكون الحماية حسب الجدول 16.3.3.1 للحماية لكل السلع.

2- لا يسمح باستعمال الرشاشات ESFR مع هياكل تخزين برفوف صلبة ولا مع هياكل تحتوي مواد قابلة للاشتعال أو حاويات أو كرتون مفتوحة من الأعلى.

3- يجب تصميم أنظمة رشاشات ESFR بحيث لا يقل ضغط التشغيل الأدنى عن الموجود في الجدول 16.3.3.1 لنوع التخزين والسلعة وارتفاع التخزين وارتفاع المبنى.

4- يجب أن تشمل منطقة التصميم 12 رشاش, أربعة في كل خط فرع في أبعد منطقة هيدروليكيا.

5- عندما يطلب من الجدول 16.3.3.1, مستوي واحد من رشاشات رفوف سريعة الاستجابة وعادية درجة الحرارة وبمعامل K-8.0 (115) or K-11.2 (160), يجب تركيبهم في مستوي قريب ولكن لا يزيد عن منتصف ارتفاع التخزين الأقصى المسموح به.

1- يجب إبقاء مسافة لا تقل عن 152 مم بين عاكس رشاشات الرفوف وقمة صف التخزين.

2- أقصى تباعد بين رشاشات الرفوف هو 1.5 م.

3- يجب تركيب رشاشات الرفوف عند تقاطع الممرات الطولية والعرضية, مع المحافظة على قاعدة أقصى تباعد.

4- عندما تكون المسافة بين الممرات العرضية أكبر من التباعد المسموح به, يجب تركيب رشاشات عند التقاطع وتركيب رشاشات إضافية بين الممرات العرضية لتحقيق قاعدة التباعد الأقصى.

5- عند عدم وجود ممرات عرضية, يجب أن لا يزيد تباعد الرشاشات عن الحد الأقصى المسموح.

6- كمية الماء المطلوبة للرشاشات الرفوف: يجب أن تعتمد كمية ماء رشاشات الرفوف على التشغيل الآني لثمان رشاشات في أبعد منطقة هيدروليكيا.

7- كل رشاش رف في البند 8 يجب إن يطلق ما لا يقل عن 60 gpm (227 L/min).

التصميم الخاص لهياكل التخزين للسلع من تصنيف I إلى IV بارتفاع أعلى من 7.6 م:

1- عند استعمال أنظمة الرغوة عالية التمدد للتخزين أعلى من 7.6 م وحتى 10.7 م, فإنه يجب استعمالهم بالاشتراك مع رشاشات سقف.

2- زمن الغمر الأقصى يجب أن يكون 5 دقائق للسلع من تصنيف I, II, or III و4 دقائق للسلع من تصنيف IV.

Table 16.3.3.1 ESFR Sprinkler Protection of Rack Storage Without Solid Shelves of Class I Through Class IV Commodities Stored Over 25 ft (7.6 m) in Height

Storage Arrangement	Commodity	Maximum Storage Height		Maximum Ceiling/ Roof Height		Nominal K-Factor	Orientation	Minimum Operating Pressure		In-Rack Sprinkler Requirements	Hose Stream Allowance		Water Supply Duration (hours)
		ft	m	ft	m			psi	bar		gpm	L/min	
Single-, double-, and multiple-row rack (no open-top containers)	Class I, II, III, or IV, encapsulated or nonencapsulated	30	9.1	35	10.7	14.0 (200)	Upright/pendent	75	5.2	No	250	946	1
						16.8 (240)	Upright/ pendent	52	3.6	No			
						22.4 (320)	Pendent	35	2.4	No			
						25.2 (360)	Pendent	20	1.4	No			
				40	12.2	14.0 (200)	Pendent	75	5.2	No			
						16.8 (240)	Pendent	52	3.6	No			
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No			
						25.2 (360)	Pendent	25	1.7	No			
				45	13.7	14.0 (200)	Pendent	90	6.2	Yes			
						16.8 (240)	Pendent	63	4.3	Yes			
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No			
						25.2 (360)	Pendent	40	2.8	No			
		35	10.7	40	12.2	14.0 (200)	Pendent	75	5.2	No			
						16.8 (240)	Pendent	52	3.6	No			
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No			
						25.2 (360)	Pendent	25	1.7	No			
				45	13.7	14.0 (200)	Pendent	90	6.2	Yes			
						16.8 (240)	Pendent	63	4.3	Yes			
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No			
						25.2 (360)	Pendent	40	2.8	No			
		40	12.2	45	13.7	16.8 (240)	Pendent	63	4.3	Yes			
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No			
						25.2 (360)	Pendent	40	2.8	No			

هذا ما تيسر إيراده

م	البند	الصفحة
1	مصطلحات مستعملة خاصة بهذا الفصل	3
2	الفصل الأول : مقدمة عامة	4
3	الفصل الثاني : معايير الحماية لارتفاع حتى 7.6 م	9
	معايير الحماية باستعمال الرشاشات Control Mode Density/Area Sprinkler	9
	معايير الحماية باستعمال الرشاشات CMSA	21
	معايير الحماية باستعمال الرشاشات ESFR	24
	التصميم الخاص لهياكل التخزين للسلع من تصنيف I إلى IV بارتفاع حتى 7.6 م	27
4	الفصل الثالث : معايير الحماية لارتفاع أعلى من 7.6 م	28
	معايير الحماية باستعمال الرشاشات Control Mode Density/Area Sprinkler	28
	معايير الحماية باستعمال الرشاشات CMSA	49
	معايير الحماية باستعمال الرشاشات ESFR	50
	التصميم الخاص لهياكل التخزين للسلع من تصنيف I إلى IV بارتفاع أعلى من 7.6 م	51