

הנחיות לטיפול במערכות
לא סטרוקטורליות בבתי חולים למניעת
נזקים במקרה של רעידת אדמה

מהדורה ראשונה

הוכן על ידי:

ק.א.מ.ג. יעוץ מיגון בע"מ

בשיתוף עם:

מרץ 2005

סרחיו סטולובס הנדסה בע"מ

תוכן עניינים		פרק	תוכן
עמוד			
5	מבוא		
8	טיפול בציוד, רכיבים ומערכות בתוך מבני בתי חולים	פרק 1	
	תוכן הסעיף	סעיף 1	
8	טיפול ברכיבים העומדים על הרצפה	סעיף 1	
9	מצבים בהם אין צורך בטיפול ברכיב	1-0	
10	טיפול בפריטים שגובהם גדול מ- 120 ס"מ ושאינם צמודים לקיר	1-1	
12	טיפול בפריטים שגובהם גדול מ- 120 ס"מ הצמודים לקיר	1-2	
16	טיפול במקררים ומכונות מכירה	1-3	
17	טיפול בבלוני גז (חמצן וכד')	1-4	
19	טיפול בציוד על גלגלים	1-5	
20	טיפול במתקני מים לשתייה	1-6	
21	טיפול ברכיבים תלויים על קירות	סעיף 2	
22	טיפול במטפי כיבוי	2-1	
22	טיפול במסכים מותקנים על קירות	2-2	
23	טיפול בתמונות, מראות וסמלי הכוונה	2-3	
24	טיפול ברכיבים תלויים מהתקרה הסטרוקטורלית	סעיף 3	
25	טיפול בציוד תלוי מהתקרה הסטרוקטורלית על ידי מתלה בודד.	3-1	
27	טיפול בצנרת ובכבלים מעל תקרה אקוסטית	3-2	
33	טיפול בציוד קל	סעיף 4	
34	מניעת נפילה של ציוד או חפצים משולחן או מדף	4-1	
35	ציוד בספריות, ארונות פתוחים וכד' - דוגמאות הבטחה	4-2	
37	טיפול בציוד מחשבים	4-3	
39	טיפול במכונות צילום ומדפסות	4-4	
40	טיפול במכשירי טלוויזיה מונחים על השולחן וכד'	4-5	
40	מכשירי מיקרוגל	4-6	
41	צנצנות, בקבוקים ודברי זכוכית בארונות, חומרים מסוכנים בתוך צנצנות, בקבוקים וכד'	4-7	
41	דוגמאות נוספות	4-8	
42	טיפול בתקרות תותב	סעיף 5	
43	תקרות תותב קלות	5-1	
44	תקרות מגשים	5-2	
45	גופי תאורה משולבים בתקרה אקוסטית	5-3	
46	התחברות למחיצות קלות	סעיף 6	
47	מחיצות גבס המגיעות לתקרה סטרוקטורלית	6-1	
49	מחיצות גבס שפרופילי החיזוק אינן מגיעות ומחוברות לתקרה סטרוקטורלית	6-2	
50	מחיצות מודולריות	6-3	
המשך תוכן עניינים פרק 1			

תוכן עניינים
(המשך פרק 1)

עמוד	תוכן הסעיף	סעיף
51	טיפול בדלתות וזיגוג	סעיף 7
52	טיפול בדלתות	7-1
53	טיפול בדלתות של ארונות	7-2
54	טיפול בזיגוג	7-3
55	אביזרים טיפוסיים ושימושם	סעיף 8
56	שימוש בכבלים משוכים להגבלת תזוזת צנרת בזמן רעידת אדמה	8-1
60	מחברים לתפיסת מכשירי טלוויזיה	8-2
61	מחברים לתפיסת מסכי מחשב	8-3
61	שטיחונים נגד החלקה של ציוד	8-4
62	מחברים רב תכליתיים על ידי רצועות	8-5
62	שימוש בכבלים ליצירת מחברים רב תכליתיים	8-6
64	שימוש ב- VELCRO	8-7
65	דיבלים רב תכליתיים	8-8
67	ברגי סיבית	8-9
68	ברגי איסכורית קודחים	8-10
68	ברגי פח קודחים	8-11
69	ברגי פח - פיליפס	8-12
69	ברגי פח - שטוח	8-13

פרק	תוכן	עמוד
פרק 2	טיפול בפרטי ציוד כבדים וקווי אספקה	70
סעיף	תוכן הסעיף	
סעיף 1	עקרונות טיפול למניעת נזק לציוד	70
	1-1 רשימת רכיבים לטיפול	71
	1-2 עקרונות הטיפול ביחידות ציוד	72
	1-3 עקרונות הטיפול בקווי אספקה	74
סעיף 2	אמצעים לטיפול ברכיבים	75
	2-1 אמצעים לחיבור סוגי ציוד שונים לרצפה	76
	2-2 אמצעים לטיפול בציוד מכני על קפיצים	80
	2-3 אמצעים לתפיסת קווי מערכות	83
	2-4 אמצעים להגמשת קווי צנרת במעברים וחיבורים לציוד גמיש	94
	2-5 מניעת נזק באמצעות ניתוק מערכות בזמן רעידת אדמה	98
סעיף 3	בדיקה ותכנון של חיזוקים לרכיבי ציוד וקווי מערכות	99
	3-1 תכן חיזוקים של רכיבי ציוד להטרחת סיסמית	100
	3-1-1 קביעת הכוח האופקי הסטטי-אקוויוולנטי הפועל על יחידת ציוד	100
	3-1-2 קביעת זמן מחזור של הרכיב	103
	3-1-3 קביעת הטרחה מותרת בחיבור	105
	3-2 תכן חיזוקים של קווי מערכות להטרחת סיסמית	108
	3-2-1 קביעת הכוח האופקי הסטטי-אקוויוולנטי הפועל על רכיב קווי	108
	3-2-2 קביעת זמן מחזור של קטע קו	110
	3-2-3 קביעת מרחקים בין תפיסות צדיות של קו	113
	3-2-4 תכן תפיסה צידית ע"י כבלים	116
	3-2-5 ריכוז הנחיות לתפיסת קווי מערכות	120
	3-2-5-1 סימון בתכניות	120
	3-2-5-2 הנחיות כלליות	120
	3-2-5-3 הנחיות לתפיסת קווי מערכת חשמל ותקשורת	122
	3-2-5-4 הנחיות לתפיסת קווי מערכת מים, כיבוי, ביוב, גזים רפואיים, וקום וכד'	123
	3-2-5-5 הנחיות לתפיסת תעלות מיזוג אוויר ותעלות ציוד מכני	124
סעיף 4	דוגמאות	125
	4-1 דוגמאות לתכן חיזוקים של רכיבי ציוד	126
	4-2 דוגמאות לתכן חיזוקים של קווי מערכות	140

פרק	תוכן	עמוד
פרק 3	הבטחת שרידות ותפקוד בית חולים למקרה של רעידת אדמה	145
סעיף 1	תוכן הסעיף	
סעיף 1	מסקנות מסקירת עמידות 4 בתי החולים	145
	1-1 עקרונות ביצוע הסקר	146
	1-2 מסקנות מסקר: עמידות סטרוקטורלית	148
	1-3 מסקנות מסקר: עמידות מערכות לא סטרוקטורליות	149
	1-4 מסקנות מסקר: שרידות תפקודית	151
סעיף 2	הבטחת תפקוד ושרידות בית חולים	152
	2-1 גישה עדכנית למניעת נזק כתוצאה מרעידת אדמה	153
	2-2 אספקטים של הנזק הצפוי והאמצעים למזעור הפגיעה	156
	2-3 מניעת נזק לא סטרוקטורלי לצורך הבטחת שרידות תפקודית	210
סעיף 3	שאלוני בקרה ותפסי רישום	165
	3-1 מפתח לשימוש בשאלוני הבקרה ותפסי רישום	166
	3-2 שאלוני בקרה לזיהוי פוטנציאל נזק במסגרת פרוגרמה לשיפור עמידות	168
	3-2-1 שאלון בקרה למנהל	168
	3-2-2 שאלון בקרת פוטנציאל נזק של רכיבים ארכיטקטוניים	169
	3-2-3 שאלון בקרת פוטנציאל נזק של ציוד ומערכות	171
	3-2-4 שאלון בקרת פוטנציאל נזק של חומרים מסוכנים	175
	3-2-5 שאלון בקרת פוטנציאל נזק רהוט, ציוד משרדי וכלל פרטי תכולה	176
	3-2-6 שאלון בקרת פוטנציאל נזק הקשור לתשתיות	177
	3-2-7 טופס רישום רכיבים	178
א	מקורות	

מבוא

במסגרת התארגנות של משרד הבריאות לבדיקה וטיפול בבתי חולים, על מנת להבטיח את שרידותם והמשך תפקודם במקרה של רעידת אדמה, עולה הצורך במתן הנחיות וכלים לביצוע עבודות חיזוק של מערכות לא סטרוקטורליות. מניעת נזק הלא סטרוקטורלי (NONSTRUCTURAL DAMAGE MITIGATION) מחייבת טיפול בכל הרכיבים שאינם חלק ממערכת הסטרוקטורלית של המבנה והנזק בהם, כתוצאה מאירוע סיסמי, יכול לגרום לפגיעה בחיי אדם, לפגיעה בתפקוד של בית החולים וכמובן לפגיעה ברכוש.

ניתן לערוך רשימה של סוג הרכיבים לטיפול בהתאם לקבוצות: רכיבים ארכיטקטוניים (מחיצות, תקרות תותב, ציפויים, זיגוג, ...) מערכות וציוד מערכות (מים, ביוב, חשמל, מיזוג אוויר, ...) ציוד (ריהוט, מכונות, מכשור רפואי, מחשבים, מעליות, ...) חומרים מסוכנים. רכיבים סביבתיים (שאינם שייכים למבנים). רכיבים הלא סטרוקטורליים יכולים להפוך לסיכון כאשר הם נשברים, מחליקים או נופלים במהלך רעידת אדמה. הם עשויים לפגוע באנשים, בציוד חיוני או לחסום דרכי גישה בבית החולים.

בחינת הצורך בחיזוק רכיבים ומערכות צריכה להתבסס על מספר פרמטרים: א. האם פגיעה ברכיב/במערכת עשויה לגרום לפגיעה באנשים או בציוד חיוני לתפקוד בית החולים? ב. האם פגיעה ברכיב/במערכת עשויה לגרום לחסימת דרכי גישה לאזורים חיוניים. ג. האם פגיעה ברכיב/במערכת עשויה לגרום לשיבוש תפקוד מערכות חיוניות? אם התשובה לאחת מהשאלות לעיל היא כן – יש לטפל בחיזוק הרכיב.

הנחיות לחיזוק מערכות ורכיבים הלא סטרוקטורליים, הכלולות בעבודה הנוכחית, נועדו לאפשר טיפול ברמות שונות של מיומנות צוותים מטפלים, החל מעבודות פשוטות הניתנות לביצוע על ידי צוותים טכניים של בית החולים עצמו ועד לעבודות הדורשות, לפעמים, קבלנים מיוחדים המתמחים בתחום ספציפי.

בפרק 1 של החוברת כלולות הנחיות לביצוע עבודות הנכנסות לקטגוריה של עבודות פשוטות יחסית הניתנות לביצוע עצמי של צוותים טכניים של בית החולים תוך שימוש בשיטות, אביזרים והנחיות המפורטות בפרק. רשימת הרכיבים שטיפול בהם כלול בפרק 1 מפורטת בטבלה בהמשך.

פרק 2 של החוברת כולל הנחיות לטיפול וחיזוק פריטי ציוד כבדים כגון מערכות גנרציה, חשמל, מערכות מים לרבות כיבוי אש, מערכות מיזוג האוויר, מערכות דלק ומערכות גזים רפואיים בתוך המבנים ומחוצה להם. כמוכן כלולות הנחיות בפרק 2 טיפול בקווי אספקה של המערכות המוזכרות לעיל בתוך המבנים ומחוצה להם.

טיפול בפריטי ציוד, מערכות וקווי אספקה אלו מחייב לרוב עבודות של קבלנים יעודים בכל תחום ותחום. כמוכן מחייבות עבודות אלו תכנון של האמצעים וצורת החיזוק לפריטים. רשימת הרכיבים שהטיפול בהם כלול בפרק 2 מפורטת בטבלה בהמשך.

פרק 3 נועד לשמש את הנהלת בית חולים ומתכנניו לבחינת רמת המוכנות של הבית חולים לאירוע של רעידת האדמה מבחינת הבטחת שרידות ותפקוד בית החולים במהלך ולאחר האירוע תוך ישום הנחיות לטיפול המפורטות בפרקים 1 ו-2. הפרק כולל סיכום כללי של הממצאים מבדיקת מצבם של 4 בתי חולים, אשר נערכה על ידי משרד הבריאות (בתי חולים "פוריה", "רבקה זיו", "רמב"ם" ו"בני ציון") בכל הקשור לשרידות מבנים ומערכות, מרכז מידע לגבי גישה לנושא בעולם, דן בדרכים ועדיפויות למניעת נזקים על מנת להבטיח את השרידות ותפקוד בתי החולים.

בנוסף לכך בפרק 3 מרוכזים שאלני בקרה המיועדים להנהלת בית החולים ומתכנניו לביקורת מצב בית החולים ומוכנותו על מנת לאפשר קביעת עדיפויות טיפול בכול הנושאים החשובים להבטחת שרידות ותפקוד בית החולים.

פריטי ציוד שהטיפול בהם מבוצע על פי הנחיות בפרק 1 הם:

צנרת וכבלים מעל תקרה אקוסטית	ארונות	מקרים
תקרות תותב	ספריות	ציוד כביסה
מחיצות גבס	שידות	ארונות חשמל ותקשורת בלוני גז (חמצן וכד')
מחיצות מודולריות	כונניות	מכונות מכירה
זיגוג בתוך המבנה	תכולה בתוך הרהוט	מכשירי טלוויזיה
דלתות כניסה ויציאה	דלתות של ארונות	מכשירי מיקרוגל
גופי תאורה	צנצנות, בקבוקים ודברי זכוכית	מכונות צילום
תמונות	חומרים מסוכנים בתוך צנצנות, בקבוקים וכד'	ציוד מחשבים
מראות	ציוד על גלגלים (עגלות וכד')	ציוד תקשורת
סמלי הכוונה	מטפי כיבוי	מדפסות
מתקני מים לשתייה		

פריטי ציוד והמערכות שהטיפול בהם מבוצע על פי הנחיות בפרק 2 הם:

3	2	1	מערכת
רכיבי מערכת לטיפול בהתאם להנחיות המופיעות בפרק 1	קווי מערכות	יחידות ציוד	
גלאי עשן מטפי כיבוי אש ארונות כיבוי דודים פרטי ציוד קל טיפול ברכיבים בחדרי מכונות יבוצע בהתאם להנחיות המופיעות בפרק 1	צנרת סולר צנרת מי קירור צנרת פליטה	גנרטורים מצברים מיכלי סולר	גנרציה
	כבלי חשמל	שנאים מנועים מרכזי בקרה ארונות חשמל	חשמל
	צנרת מים קרים צנרת מים חמים צנרת ספרינקלרים מערכת גילוי עשן	מאגרי מים משאבות מים מאגרי חירום משאבות מי-כיבוי	מערכת מים (כולל מערכת כיבוי אש)
	צנרת אספקת דלק	מיכלי גפ"מ	מיכלי גפ"מ ומערכות דלק
	תעלות	מדחסים מחליפי חום משאבות חימום מדחסי אוויר	מערכת מיזוג אוויר
	צנרת גזים רפואיים וצנרת וקום	מיכלים	מערכות גזים רפואיים

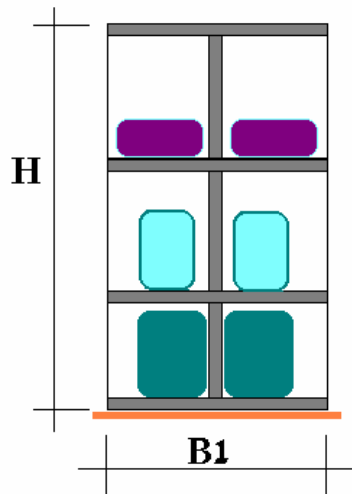
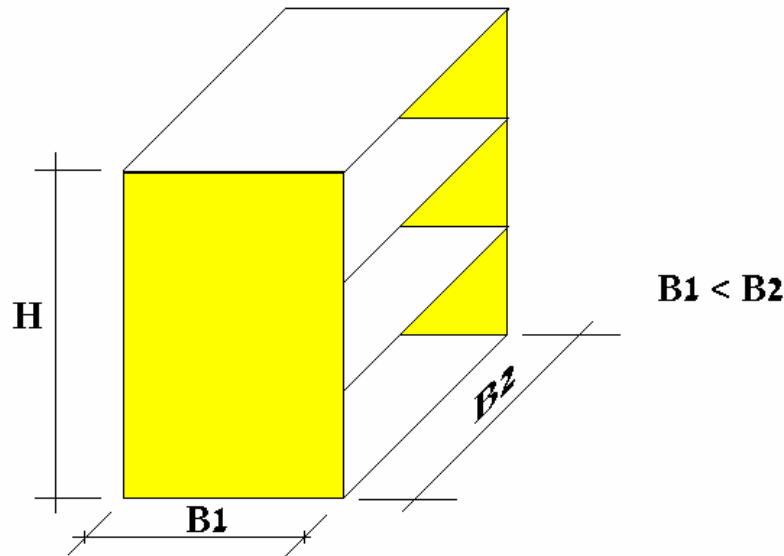
פרק 1 טיפול בציוד, רכיבים ומערכות בתוך מבני בתי חולים

סעיף 1	
טיפול ברכיבים עומדים על הרצפה	ספריות
ארונות כונניות מקררים ציוד כביסה ארונות חשמל ותקשורת בלוני גז (חמצן וכד') מכונות מכירה מתקני מים לשתייה ציוד על גלגלים (עגלות וכד')	

1-0

מצבים בהם אין צורך בטיפול ברכיב

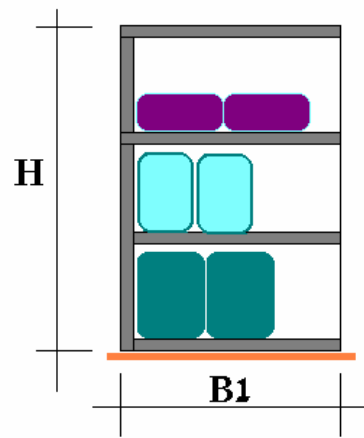
מתי אין צורך בביצוע תפיסות נגד רעידת אדמה ?



$H < 180$ ס"מ

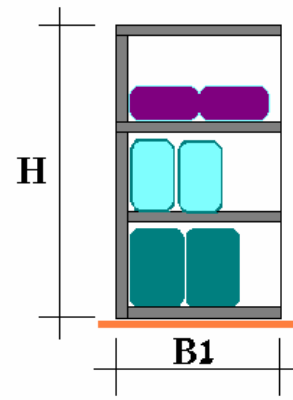
$H < 2.0 B1$

חלוקת המשקל
הינה סימטרית



$H < 180$ ס"מ

$H < 1.5 B1$



$H < 120$ ס"מ

1-0-1

1-1

טיפול בפריטים שגובהם גדול מ- 120 ס"מ ושאינם צמודים לקיר

4 חיבורים D 102

ארון מתכת			ארון עץ			גובה הארון (ס"מ)
B	A	t מ"מ	B	A	t מ"מ	
תבריג 4 מ"מ (או איסכורית) 2 ברגי פח	Multi-purpose plugs - 10mm או שווה ערך	3	תבריג 4 מ"מ 2 ברגים	Multi-purpose plugs - 10 mm או שווה ערך	3	155
תבריג 4 מ"מ 2 ברגי פח		4	תבריג 4 מ"מ 4 ברגים		4	200
		5			5	240

שים לב! במקרים של רכיבים צרים מ- 50 ס"מ יש לחברם לקיר

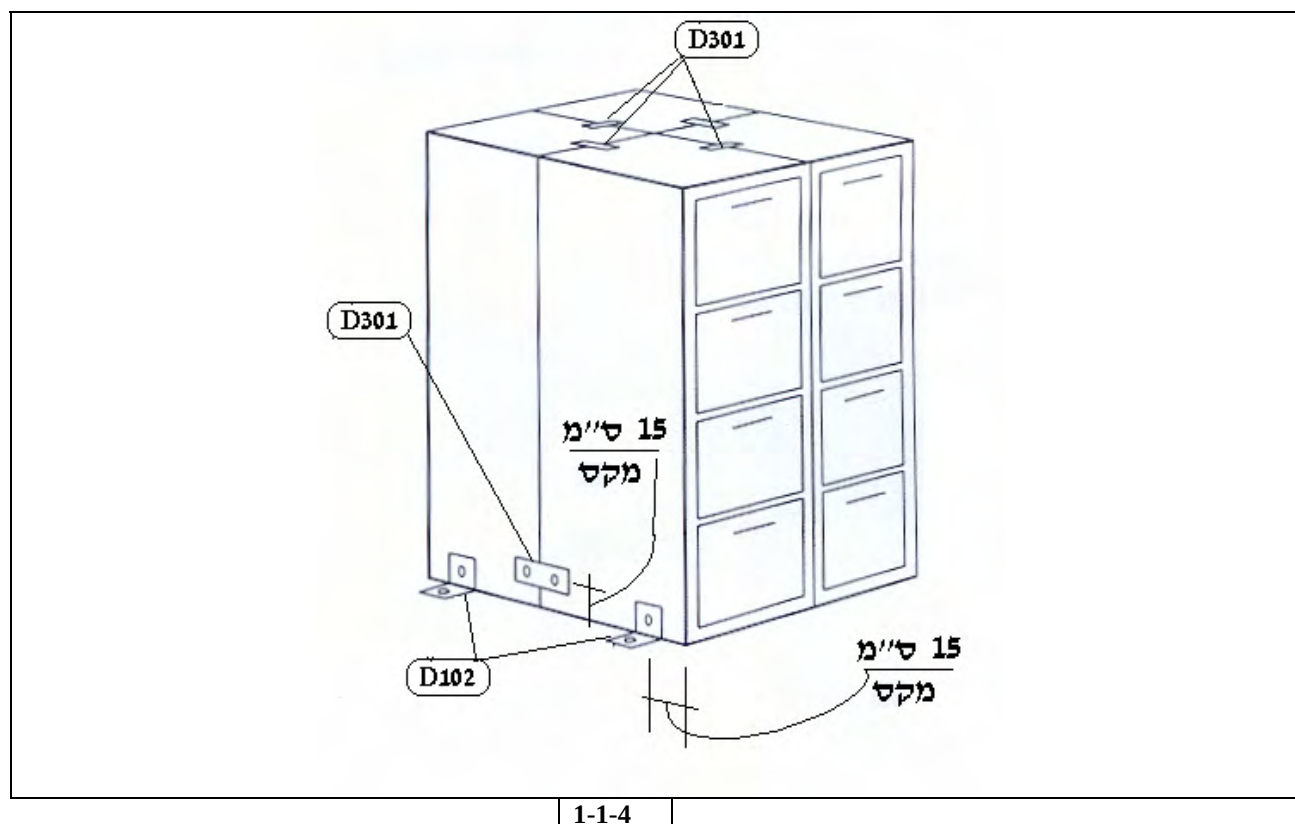
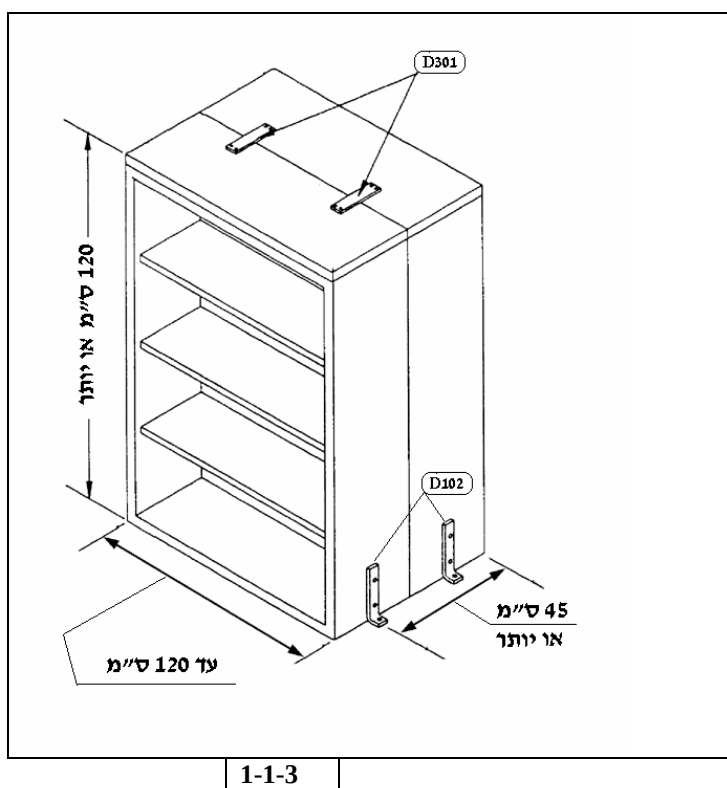
1-1-1

2 חיבורים D 301

ארון מתכת		ארון עץ		גובה הארון (ס"מ)
D	t מ"מ	D	t מ"מ	
תבריג 4 מ"מ 4 ברגי פח (או איסכורית)	3	8 ברגים תבריג 4 מ"מ	3	155
תבריג 4 מ"מ 8 ברגי פח (או איסכורית)			4	200
תבריג 4 מ"מ 8 ברגי פח	4		4	240

שים לב! במקרים של רכיבים צרים מ- 50 ס"מ יש לחברם לקיר

1-1-2



1-2

טיפול בפריטים שגובהם גדול מ- 120 ס"מ הצמודים לקיר.

D 102 4 חיבורים

ארון עץ			ארון מתכת		
B	A	t	B	A	t
מ"מ	מ"מ	מ"מ	מ"מ	מ"מ	מ"מ
3	3	3	3	3	3
או שווה ערך Multi-purpose plugs - 10 mm ברגים 4 מ"מ		ברגים 4 מ"מ	או שווה ערך Multi-purpose plugs - 10 mm ברגים 4 מ"מ		ברגים 4 מ"מ

עד 120 ס"מ 10 ס"מ או פחות

1-2-1

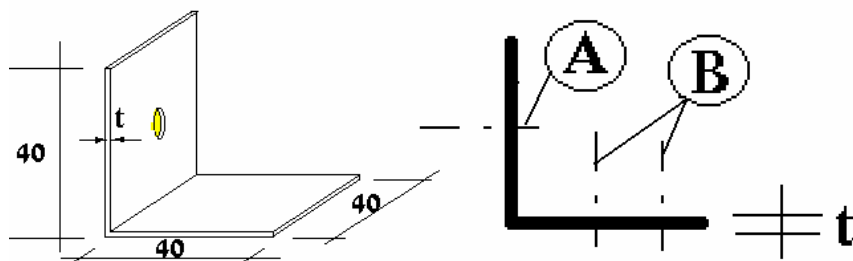
D 301 2 חיבורים

ארון עץ		ארון מתכת	
D	t	D	t
מ"מ	מ"מ	מ"מ	מ"מ
3	3	3	3
8 ברגים תבריג 4 מ"מ	4 ברגי פח תבריג 4 מ"מ (או איסכורית)	3	3

לא יותר מ- 10 ס"מ ממרכז היחידה

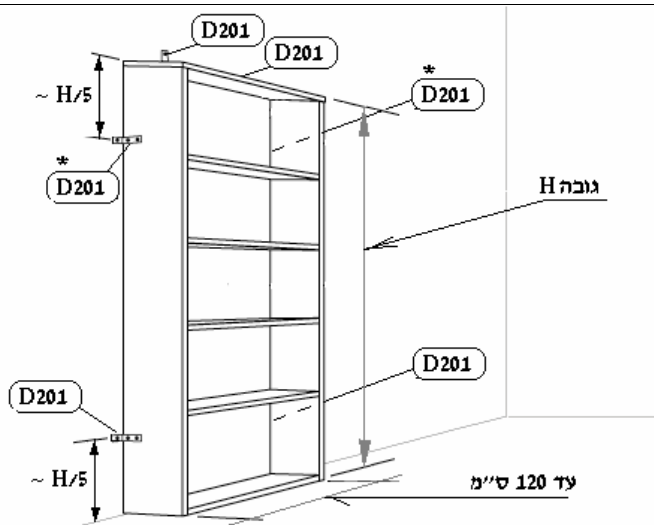
1-2-2

חיבורים D 201



קיר בטון	קיר בלוקים	קיר איטונג	מחיצת גבס
A	Multi-purpose plugs –10 mm או שווה ערך		ראה הנחיות להתחברות לקיר גבס בפרק 6
	ארון עץ	ארון מתכת	
B	2 ברגים תבריג 4 מ"מ	2 ברגי פח תבריג 4 מ"מ (או איסכורית)	

פרט מומלץ



שים לב!

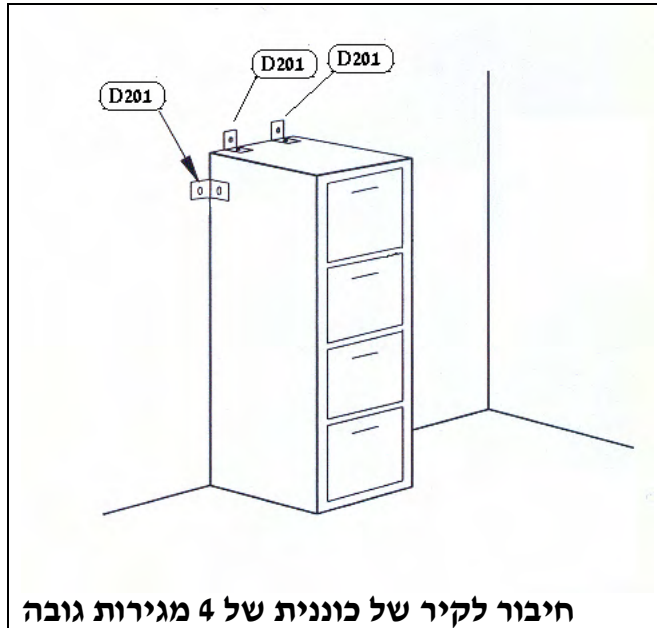
בכול המקרים כדאי (אם ניתן) להתחבר רק לקירות ולהימנע מחיבורים לרצפה.

(חיבורים לרצפה הנם בעייתיים כאשר קיים ריצוף והנם הפרעה לפעולות הניקיון)

עד גובה של 220 ס"מ 4 חיבורים מעל 220 מוסיפים 2 חיבורים (*)

1-2-3

1-2 (המשך)



חיבור לקיר של כוננית של 4 מגירות גובה

1-2-5



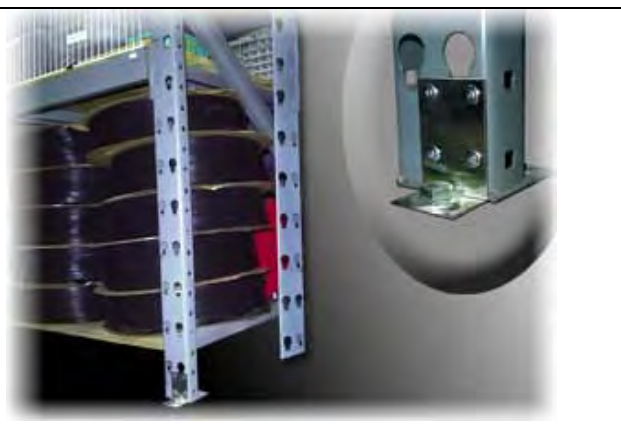
חיבור לקיר של כוננית של עד 3 מגירות גובה

1-2-4

באיור 1-2-6 ניתן לראות דוגמא של טיפול מקובל בארה"ב למניעת נפילה של ארון מחסן ע"י חיבור לרצפה (ת) של העמודים הקידמיים וקשירה עליונה לקיר (על ידי חגורה) של העמודים האחוריים (ע).



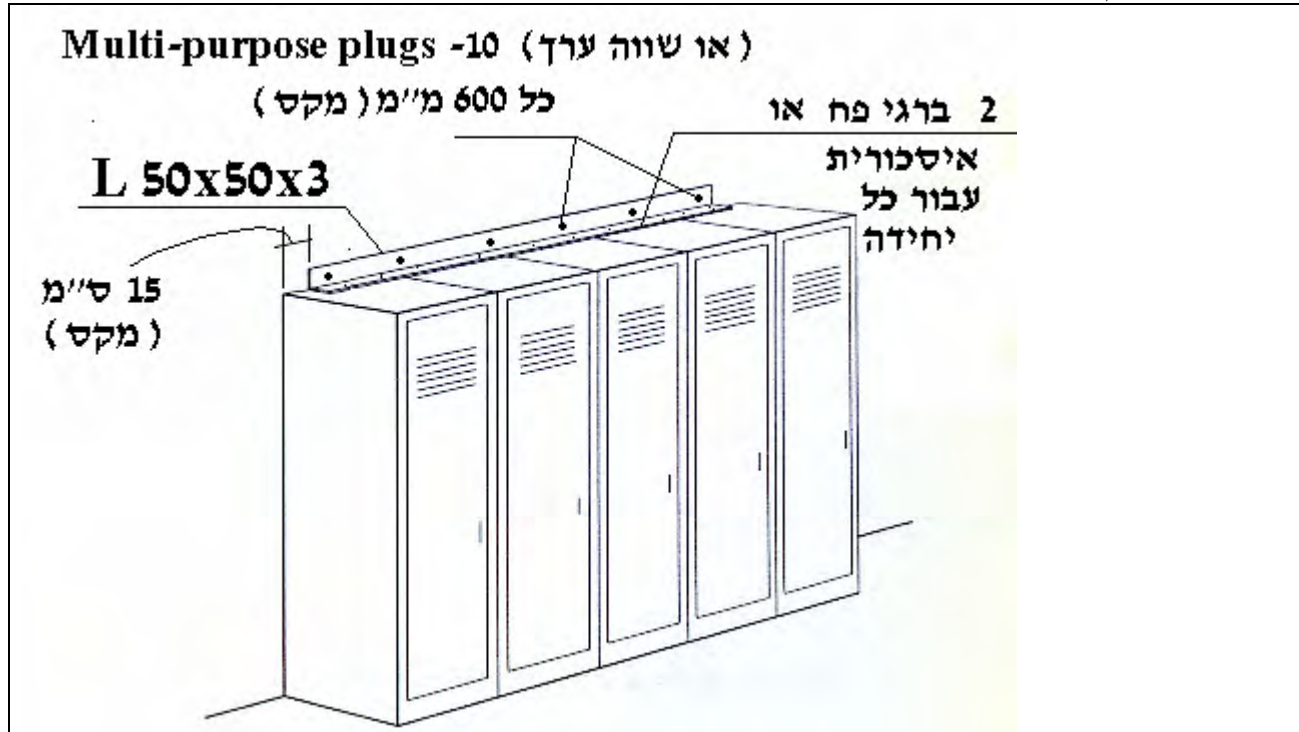
חיבור עילי לקיר למניעת היפוך. (ע)



חיבור של רגל קדמית של ארון מחסן למניעת החלקה. (ת)

1-2-6

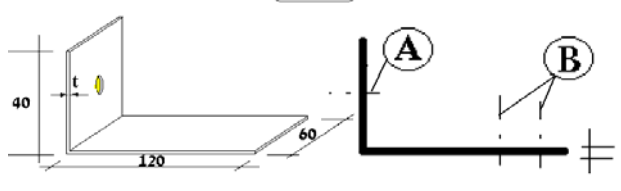
טיפול ב-"לוקרים"



1-2-7

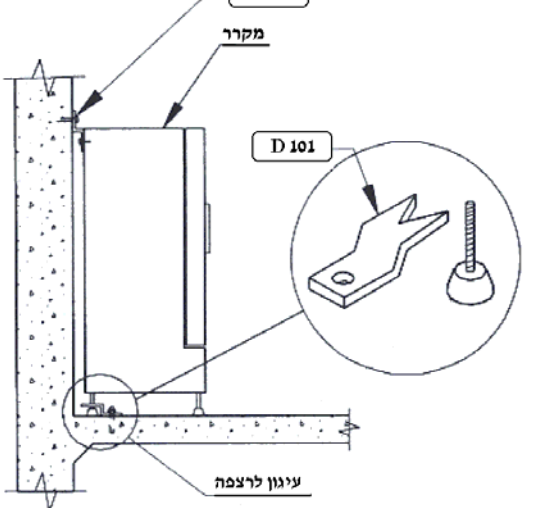
1-3

טיפול במקרים ומכונות מכירה



$t = 4$

מחיצת גבס	קיר איטונג	קיר בלוקים	קיר בטון
Multi-purpose plugs – 12mm או שווה ערך			
A			
4 ברגי פח תברג 4 מ"מ			
B			



שים לב!:

2 חיבורים D 202 1 בכל קצה

2 חיבורים D 101 1 לכל רגל אחורי

מחברים לרצפה ע"י

Multi-purpose plugs –

10mm

או שווה ערך

1-3-1

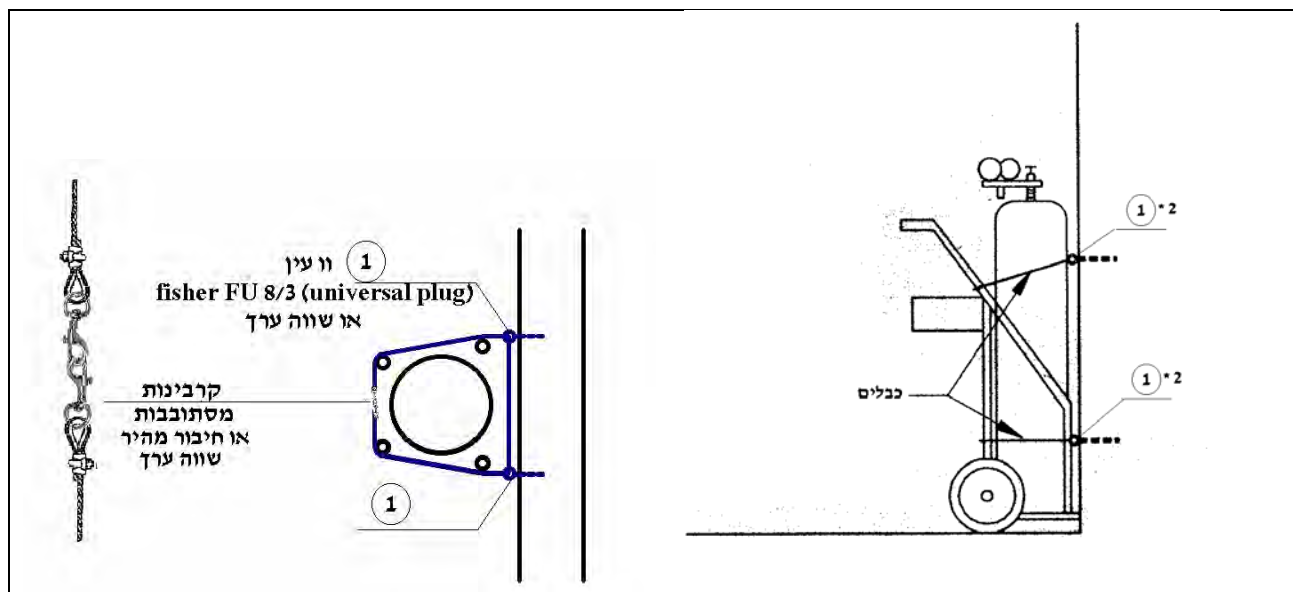
חיבור עליון אלטרנטיבי ע"י סרגל פח מכופף (רוחב 35 מ"מ, עובי 4 מ"מ). ההתחברות לקיר הנה ע"י 2 ברגים והחיבור למקרר ע"י אומי כנף. במקרה של האיור השתמשו בפינים הברגה מרותחים לפלטה מודבקת לדופן המקרר (במקום ברגים קדוחים).



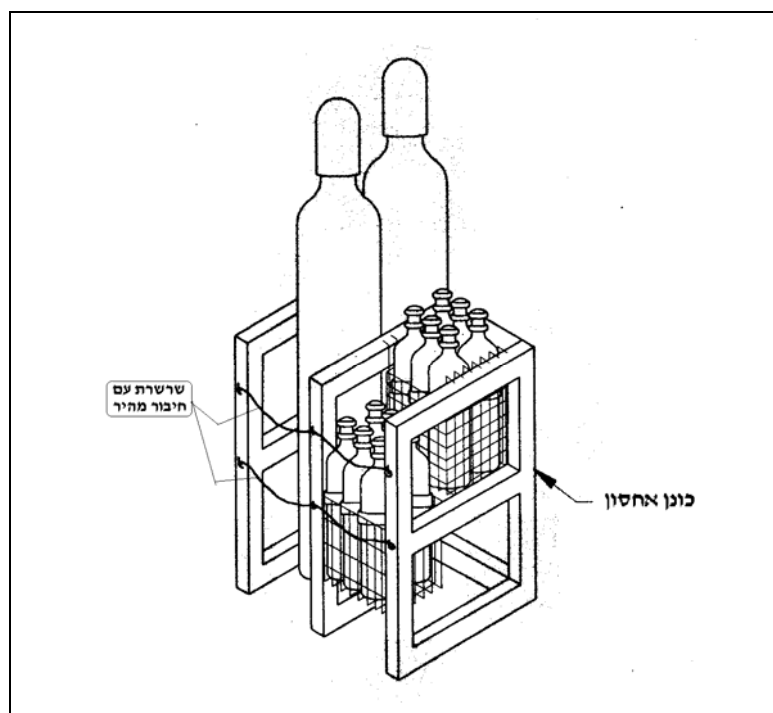
1-3-3

1-4

טיפול בבלוני גז (חמצן וכד')

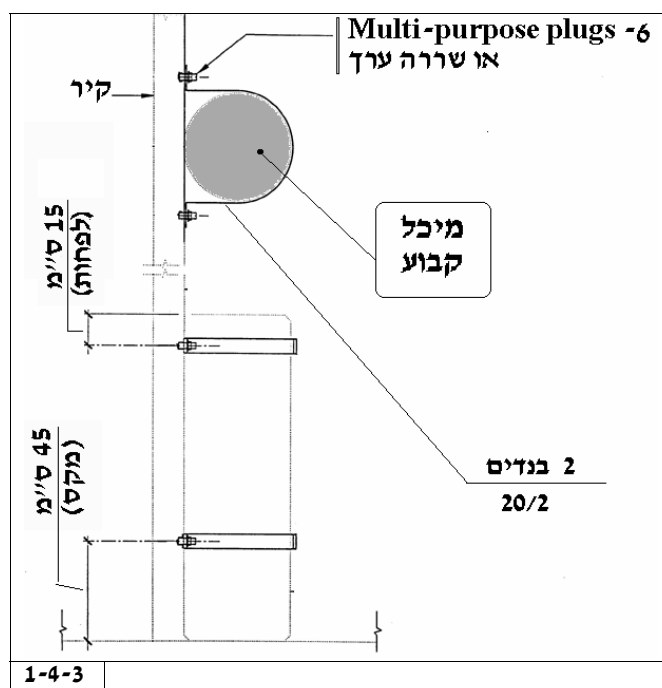


1-4-1



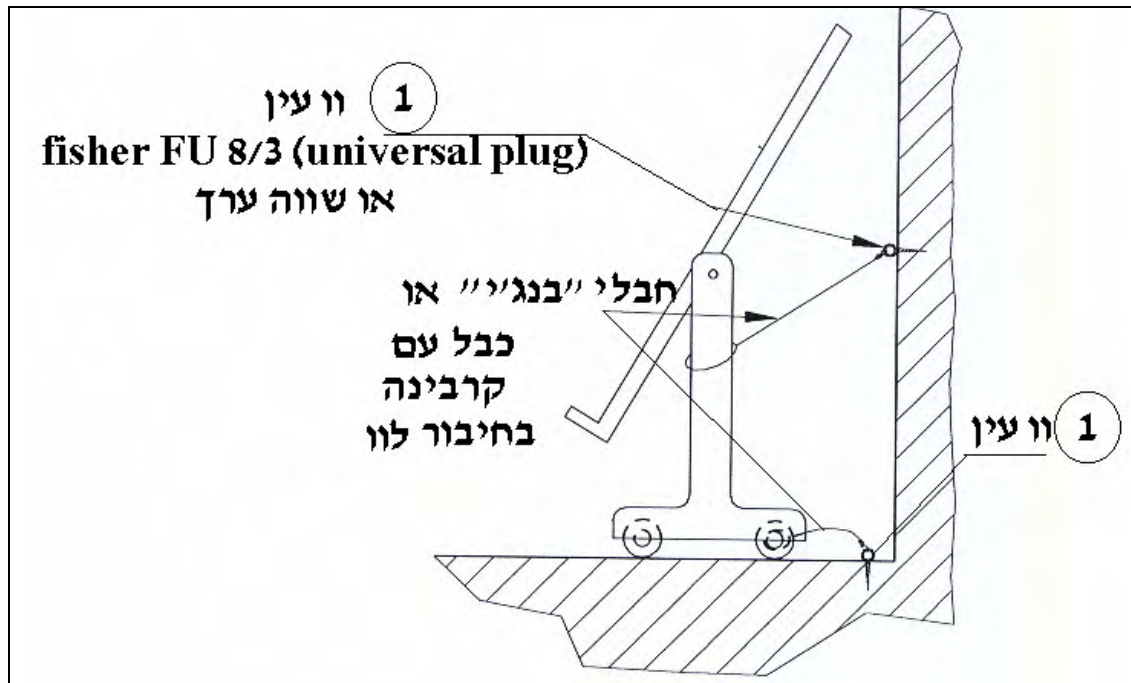
1-4-2

1-4 (המשך)

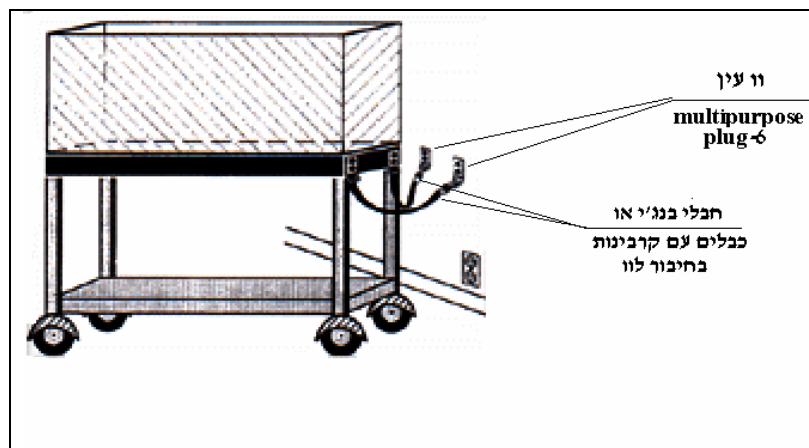


1-5

טיפול בציוד על גלגלים



1-5-1



1-5-2

1-6
טיפול במתקני מיים לשתייה

	
1-6-2	1-6-1

סעיף 2

טיפול ברכיבים תלויים על קירות

מטפי כיבוי
מכשירי טלויזיה
מאווררים
דודים
יחידות מיזוג אוויר
גופי תאורה
תמונות, מראות וסמלי הכוונה
ארוניות

2-1

טיפול במטפי כיבוי



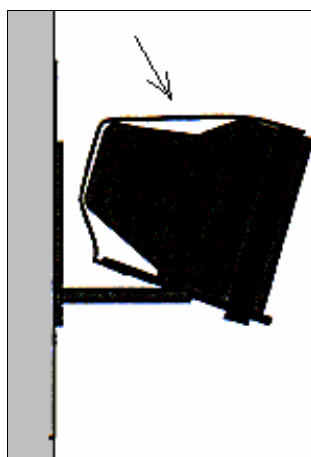
רצועה מחוברת לקיר
לפתיחה מהירה ע"י
VELCRO

2-1-2

2-1-1

2-2

טיפול במסכים מותקנים על קירות



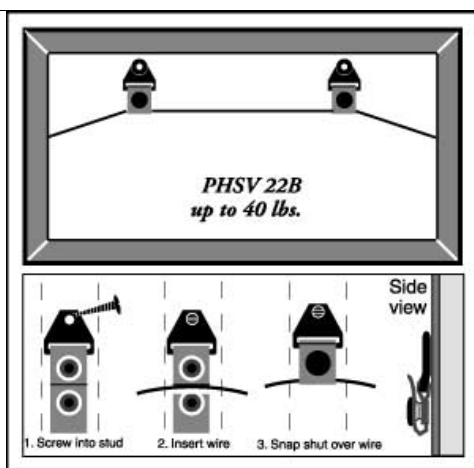
יש להימנע משימוש במתקנים מסוג זה
במעברים, דרכי מילוט או גישה.
יש להוסיף רצועה למניעת נפילה
קדימה של המכשיר מהמתקן.
(רוב המשקל מרוכז במסך)

2-2-1

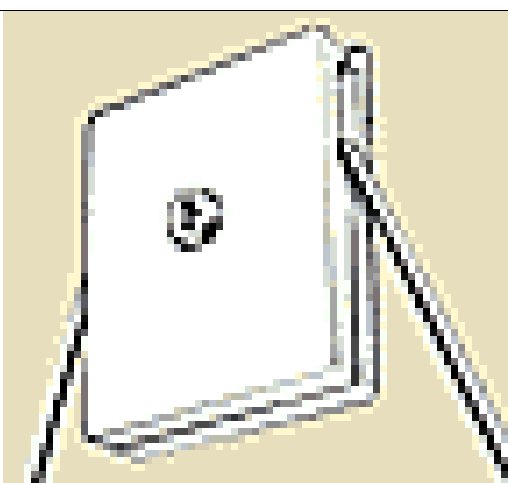
2-3

טיפול בתמונות, מראות וסמלי הכוונה

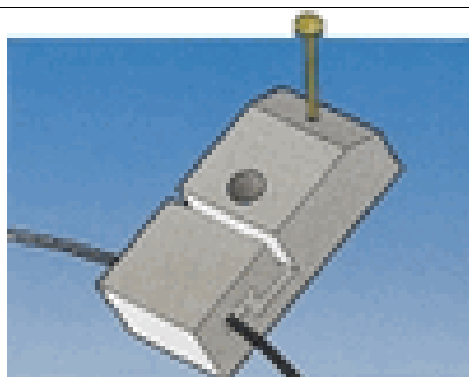
יש להשתמש בקולבים שמונעים שיחרור החפץ התלוי בזמן רעידת אדמה !



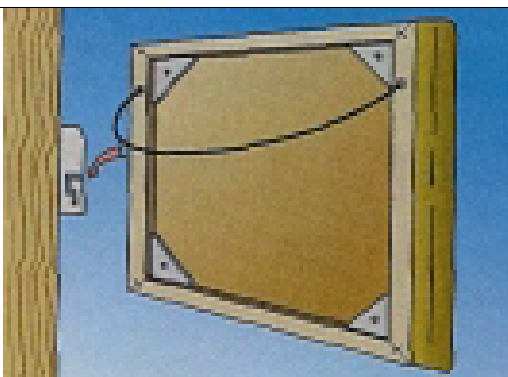
2-3-2



2-3-1



2-3-4



2-3-3

סעיף 3

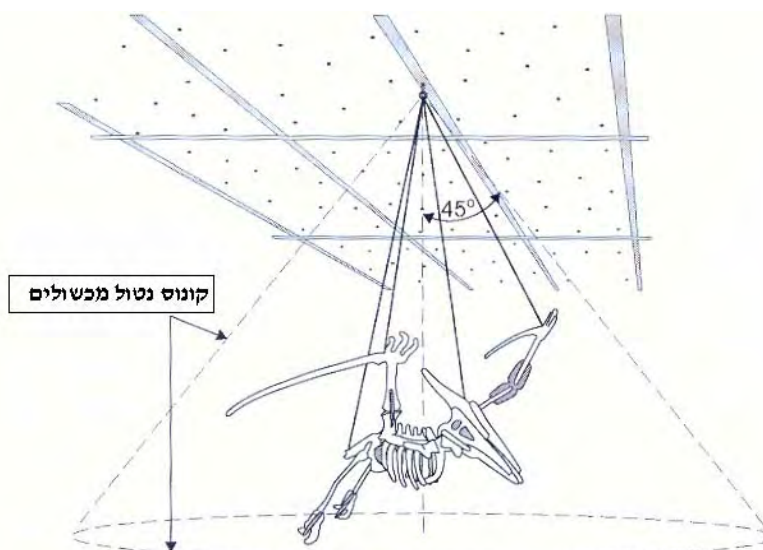
טיפול ברכיבים תלויים מהתקרה הסטרוקטורלית

גופי תאורה
יחידות מיזוג אוויר
צנרת וכבלים מעל תקרה אקוסטית

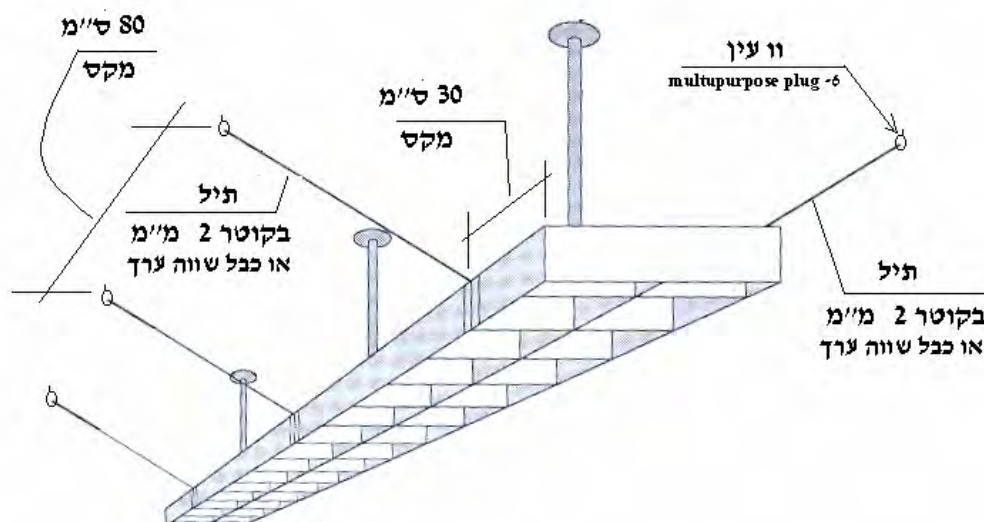
3-1

טיפול בציווד תלוי מהתקרה הסטרוקטורלית על ידי מתלה בודד (מטוטלת)

מומלץ לבצע תפיסות צידיות על מנת להגביל את התזוזה ולמנוע התנגשויות עם רכיבים אחרים או קירות (על פי איור 3-1-2). אם לא ניתן להימנע מקיום המטוטלת יש לדאוג להרחיק כל מכשול ולאפשר תנודות של עד 45 מעלות ללא התנגשויות (על פי איור 3-1-2).

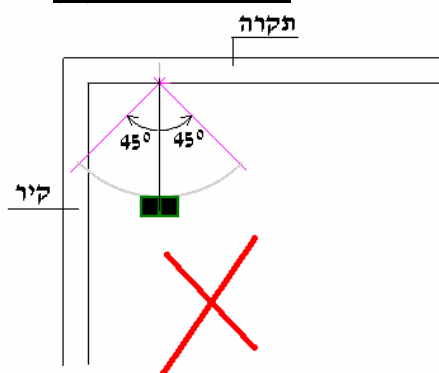


3-1-1

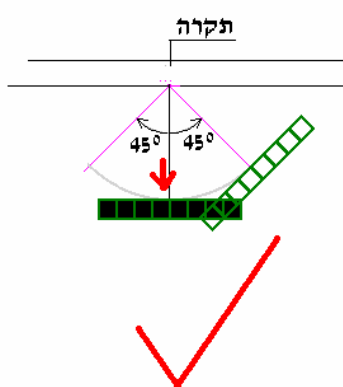
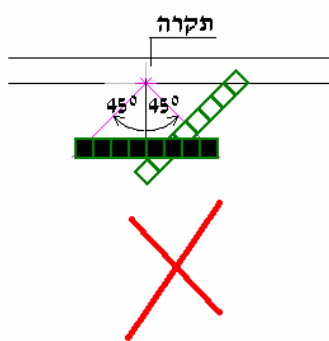
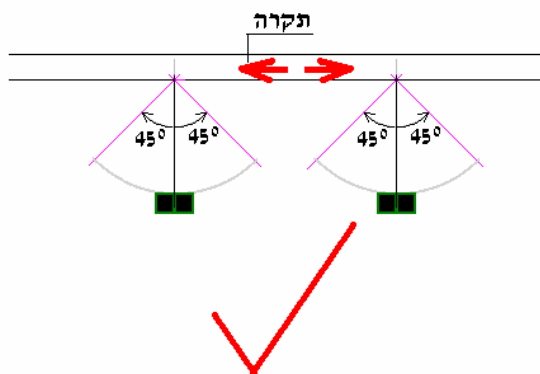
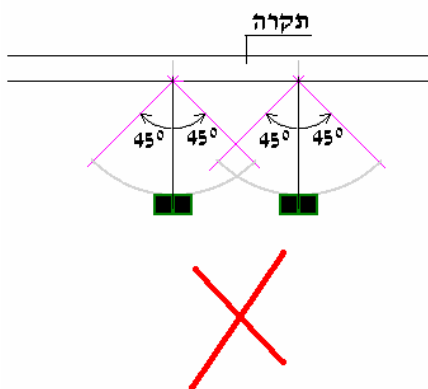
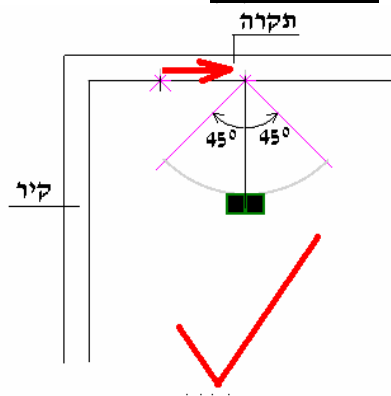


3-1-2

מצב לא תקין



מצב תקין

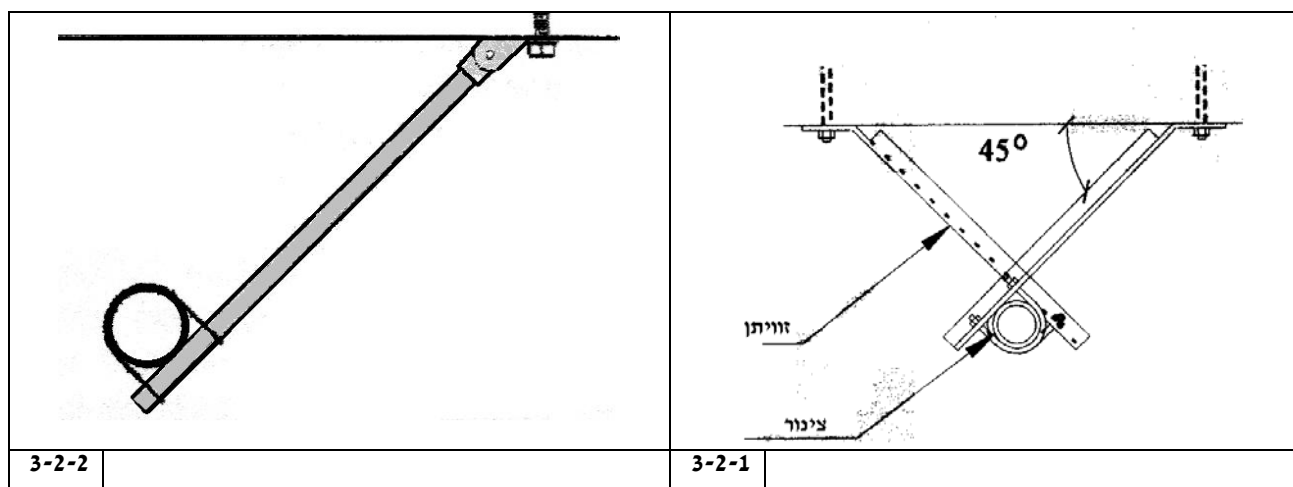


3-1-3

3-2

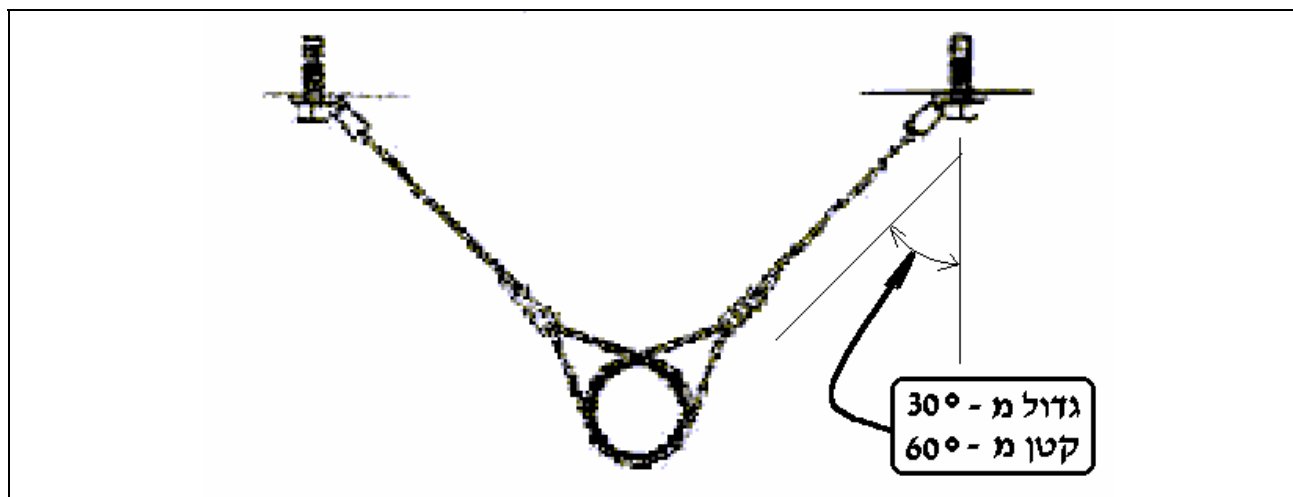
טיפול בצנרת ובכבלים מעל תקרה אקוסטית

יש לבצע תפיסות אלכסוניות לתקרה הסטרוקטורלית של כל הצנרת (גם כבלים) התלויה מעל תקרות אקוסטיות.

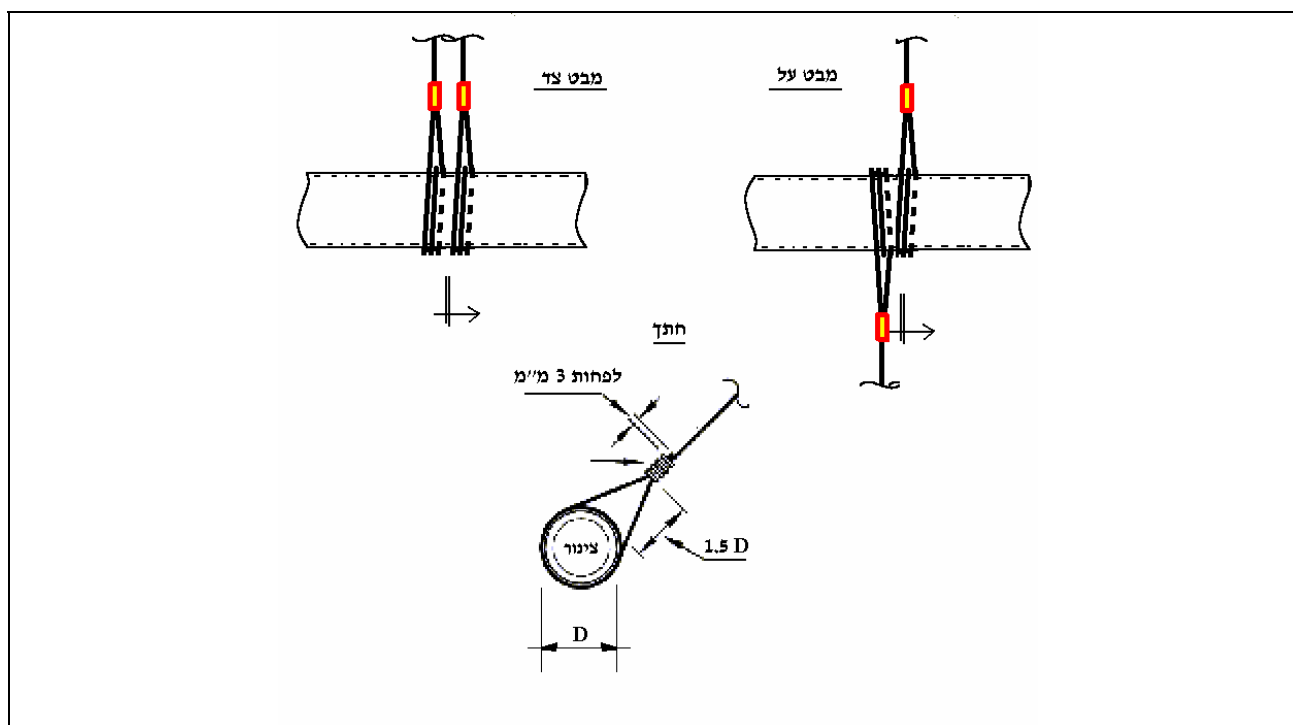


איורים 3-2-1 ו- 3-2-2 מצביעים על דרכים אפשריות לתפיסת צנרת להטחה סיסמית. קיימת אפשרות לבצע חיזוקים על פי הפרטים האלה, אבל לרוב הדבר אינו מתאפשר כתוצאה ממכשולים (תלות של רכיבים אחרים, תקרת התותב, צפיפות המערכות ומכשולים אחרים).

שימוש בכבלים (ראה איורים 3-2-3 ו- 3-2-4) לצורך תפיסת מערכות עונה למצבים של צפיפות מערכות ולביצוע מהיר.



3-2-3



3-2-4

הכבלים, שמותרים לשימוש על ידי התקינה הקליפורנית, הנם מאותו הסוג שבשימוש בארץ על ידי תעשייה אווירונאוטית.

Military Specification MIL-W-83420 E Wire Rope, Flexible, for Aircraft Control Carbon Steel and Corrosion Resistant Wire Construction: 7x19 7x(1+6+12)						
Composition B - Corrosion Resistant Steel			Composition A- Carbon Steel tin or Zinc Coated			
Nominal Diameter	Tolerance on Diameter	Construction	Minimum breaking load		Weight per 100 ft	Nominal Diameter
			comp A	comp B		
in	in	—	lbs	lbs	lbs	mm
1/16	0,010	7X19	480	480	0,75	1,58
3/32	0,012	7X19	1000	920	1,74	2,38
1/8	0,014	7X19	2000	1760	2,90	3,17
5/32	0,016	7X19	2800	2400	4,50	3,96
3/16	0,018	7X19	4200	3700	6,50	4,76
7/32	0,018	7X19	5600	5000	8,60	5,55
1/4	0,018	7X19	7000	6400	11,00	6,35
9/32	0,020	7X19	8000	7800	13,90	7,14
5/16	0,022	7X19	9800	9000	17,30	7,93
3/8	0,026	7X19	14400	12000	24,30	9,52

3-2-5

בטבלה המצורפת (איור 3-2-5) אנו הצבענו על שלושת הקטרים נומינאליים (3/32 , 1/8 ו- 3/16) המקובלים בעבודות החיבור.

יש להדגיש שכל תפיסה על ידי כבלים מורכבת מזוג של תפיסות צמודות בניצב לצינור האחת ימינה כלפי מעלה והשנייה שמאלה כלפי מעלה.

מרחק מירבי בין חיבורים אלכסוניים לאורך צינור ייקבע בהתאם לערכים של הטבלה המצורפת (איור 3-2-6).

מטרת החיבורים הנה למנוע תזוזה ייתרה של הצינור בזמן רעידת אדמה וכך למנוע התנגשויות. ככל שהמערכות יהיו פחות צפופות, יהיה ניתן לדלל את החיבורים כל עוד לא עוברים את המרחקים הנקובים בעמודה השמאלית של הטבלה (איור 3-2-6).

מרחקים מרביים בין תפיסות אלכסוניות של צנרת			
מרחק מרבי (מ') בין חיבורים כאשר אין רכיבים אחרים (או תליות) במרחק קטן מ- 20 ס"מ מהצינור 0 0	מרחק מרבי (מ') בין חיבורים כאשר יש רכיבים אחרים (או תליות) במרחק קטן מ- 20 ס"מ מהצינור 0 0	קוטר חיצוני	קוטר נומ'
		D	F _{in}
		mm	
5.05	1.70	21.3	1/2
5.90	1.95	26.9	3/4
6.55	2.20	33.7	1
7.30	2.45	42.4	1 1/4
7.80	2.60	48.3	1 1/2
8.65	2.90	60.0	2
9.60	3.20	73.0	2 1/2

	המשך איור 3-2-6		
10.50	3.50	89.0	3
11.80	3.95	114.3	4
13.80	4.60	168.3	6
15.20	5.05	219.1	8
16.55	5.50	273.1	10
17.90	6.00	323.9	12
18.55	6.20	355.6	14
19.40	6.45	406.4	16
3-2-6			

ככל שהמרחק בין חיבורים (זוג תפיסות) גדל, יש צורך בחיבורים חזקים יותר. אי
לכך עבור קטרים גדולים של צנרת לא יהיה ניתן להגיע למרחקים המרביים הנקובים
בטבלה ויהיה צורך לצופף חיבורים.

לצורך פשטות ואחידות בסוג החיבורים, בשלב זה אנו ממליצים להשתמש אך ורק בכבלים שקוטר הנומינלי שלהם " 3/32 . המרחקים המרביים בין חיבורים (בין זוגות של מיתרים) יהיה בהתאם לטבלה המצורפת באיור 3-2-7 .

קוטר נומ'	קוטר חיצוני	משקל פונקצ' (P) מרחק מרבי בין חיבורים על ידי זוג מיתרים " 3/32
F in	D mm	W kg/m
1/2	21.3	1.98
3/4	26.9	2.50
1	33.7	3.71
1 1/4	42.4	5.30
1 1/2	48.3	6.55
2	60.0	9.35
2 1/2	73.0	14.13
3	89.0	19.53
4	114.3	29.71
6	168.3	46.97
8	219.1	73.70
10	273.1	99.00
12	323.9	136.30
14	355.6	158.60

3-2-7

דוגמאות:

על פי הטבלה באיור 3-2-7 המרחק המרבי בין החיבורים של צינור קוטר " 3 על ידי מיתרים " 3/32 יהיה 10.50 מ'. במידה וקיימים מכשולים במרחק של פחות מ- 20 ס"מ מהצינור נצטרך לצופף את החיבורים עד מרחק מרבי של 3.50 מ' (איור 3-2-6).

על פי 3-2-7 המרחק המרבי בין החיבורים של צינור קוטר " 10 על ידי מיתרים " 3/32 הנו 2.30 מ'. גם אם יהיו מכשולים במרחק של פחות מ- 20 ס"מ המרחק בין חיבורים תקין כי הדרישה המופיעה באיור 3-2-6 הנה של מרחק מרבי של 5.50 מ'.

אם יש לנו 3 צינורות קוטר " 3 צמודים אחד לשני ולא רוצים (או לא ניתן) לבצע חיבורים של כל אחד בנפרד (כל 3.50 מ' כפי שראינו קודם), ניתן לעשות "חבילה" אחת הכוללת 3 הצינורות. באיור 3-2-7 יש עמודה המצביעה על "משקל פונקציונלי של הצינור" שהנו 19.53 ק"ג/מ' עבור צינור "3. המשקל הפונקציונלי של החבילה יהיה: $3 \times 19.53 = 58.59$ ק"ג/מ'. באיור 3-2-7 נמצא שהמשקל הפונקציונלי של צינור "8 עולה על המשקל של החבילה. לכן ניקח כמרחק מרבי בין תפיסות של החבילה של 3 צינורות קוטר "3 את המרחק 3.10 המופיע עבור צינור " 8.

אם יש לנו 2 צינורות קוטר " 3 צמודים אחד לשני ולא רוצים (או לא ניתן) לבצע חיבורים של כל אחד בנפרד (כל 3.50 מ' כפי שראינו קודם) ניתן לעשות "חבילה" אחת הכוללת 2 הצינורות. המשקל הפונקציונלי של החבילה יהיה: $2 \times 19.53 = 39.06$ ק"ג/מ'. באיור 3-2-7 נמצא שהמשקל הפונקציונלי של צינור "6 עולה על המשקל של החבילה. המרחק המותר בין תפיסות של צינורות קוטר "6 הנו 4.90 מ' על פי טבלה 3-2-7. היות והצינורות "3 הנם צמודים יהיה צורך להגביל את המרחק בין תפיסות של החבילה ל- 3.50 כפי שנקוב באיור 3-2-6.

(בסעיף 8 נרחיב בהסבר באביזרים המומלצים ובשיטת הביצוע המומלצת של התפיסה של צינור באמצעות כבל משוך).

סעיף 4

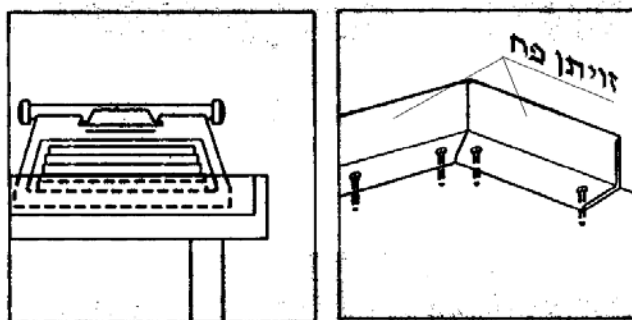
טיפול בציוד קל

ציוד על השולחנות וכד'
ציוד בספריות, ארונות פתוחים וכד'
ציוד מחשבים
ציוד תקשורת
מכונות צילום
מדפסות
מכשירי טלויזיה מונחים על השולחן וכד'
מכשירי מיקרוגל
צנצנות, בקבוקים ודברי זכוכית בארונות
חומרים מסוכנים בתוך צנצנות, בקבוקים וכד'

4-1

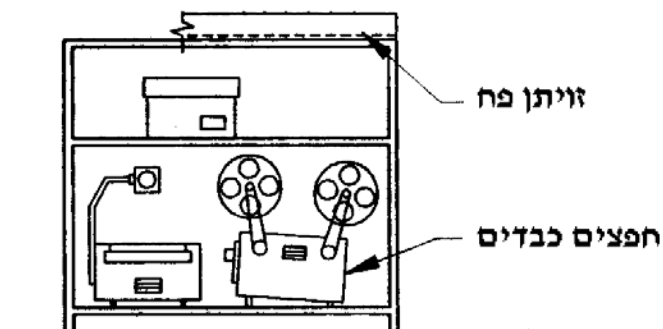
מניעת נפילה של ציוד או חפצים משולחן או מדף

יש ליצור מכשול המונע נפילתם של הפריטים הנמצאים על שולחן, שידה או ספריה.



יצירת סינוור למניעת נפילה של חפצים ע"י זייתן פח

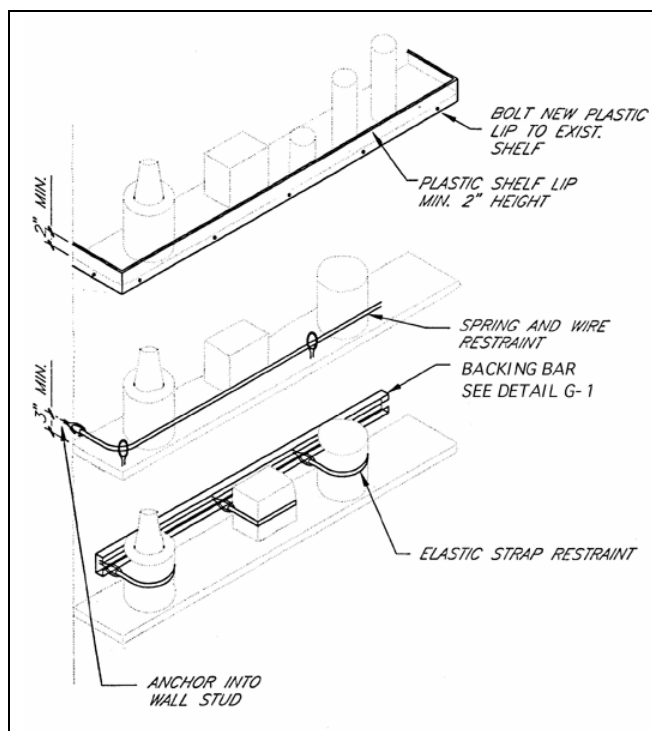
יש להעביר את הפריטים היותר כבדים למדפים הנמוכים



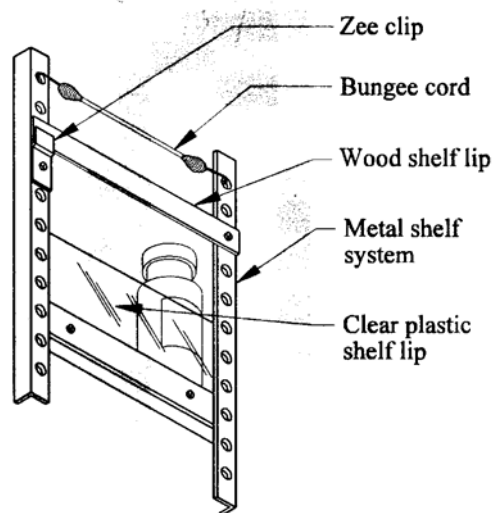
4-1-1

4-2

ציוד בספריות, ארונות פתוחים וכד' - דוגמאות הבטחה

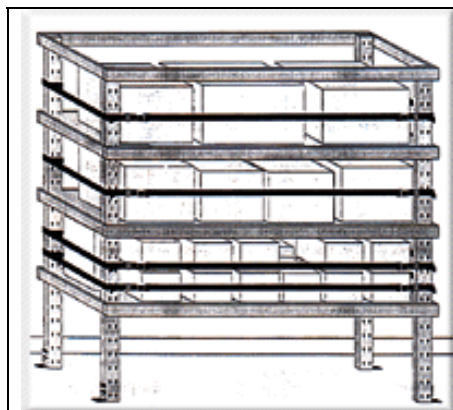


4-2-2

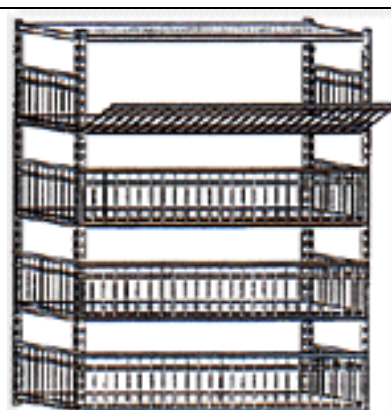


Securing Small Items

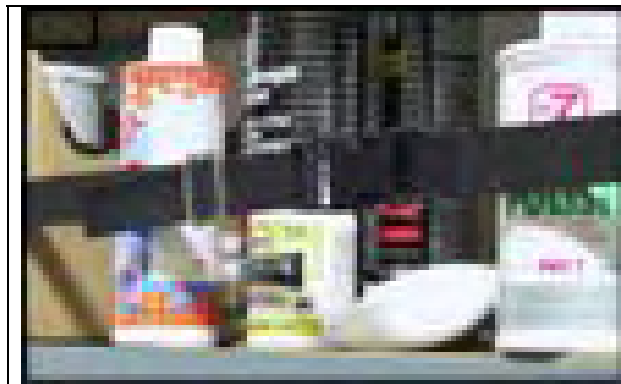
4-2-1



4-2-4



4-2-3



4-2-6

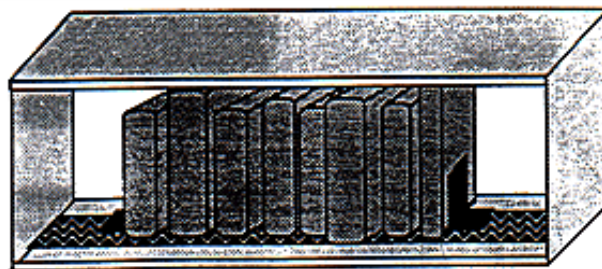


4-2-5



4-2-8

על מנת למנוע החלקת ספרים מחוץ למדפים ניתן להשתמש בשטיחונים מודבקים למדף עשויים מחומר יוצר מקדם חיכוך גבוה עם פני המדף.

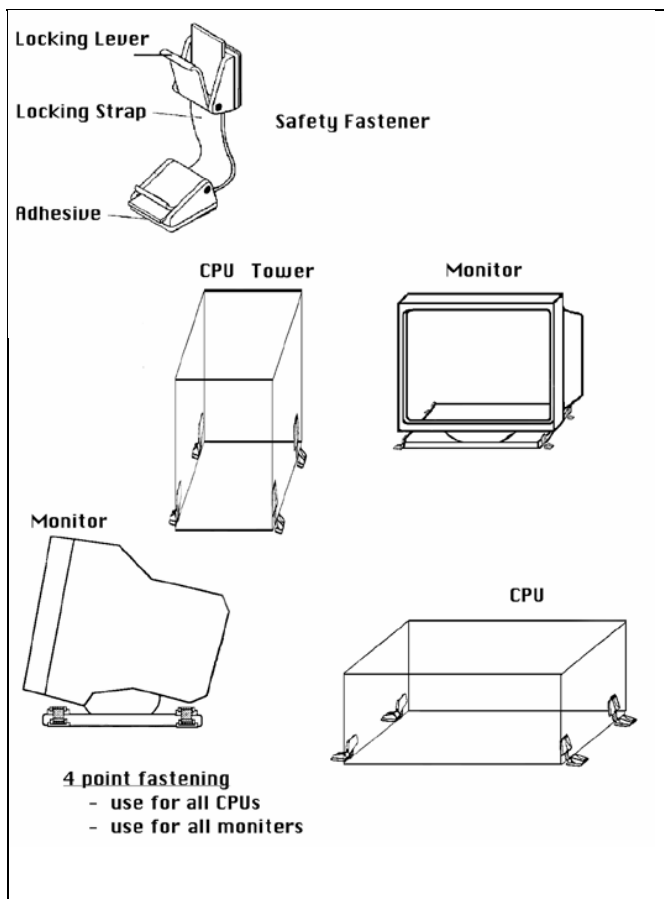


A pply to the front leading edge of a shelf to maximize effect.

4-2-7

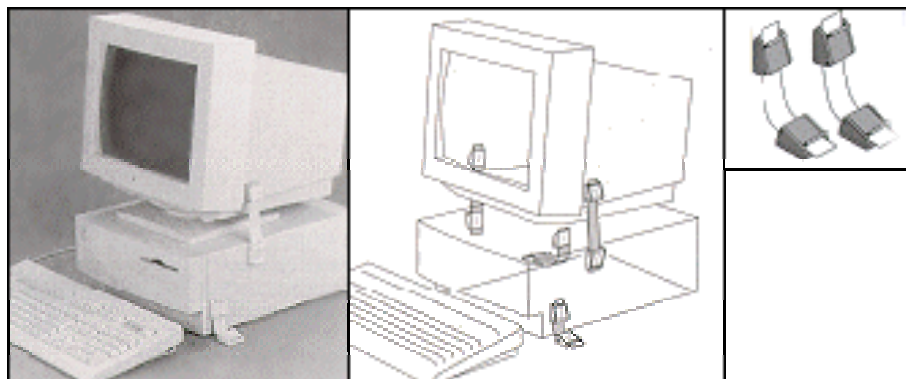
4-3

טיפול בצידוד מחשבים

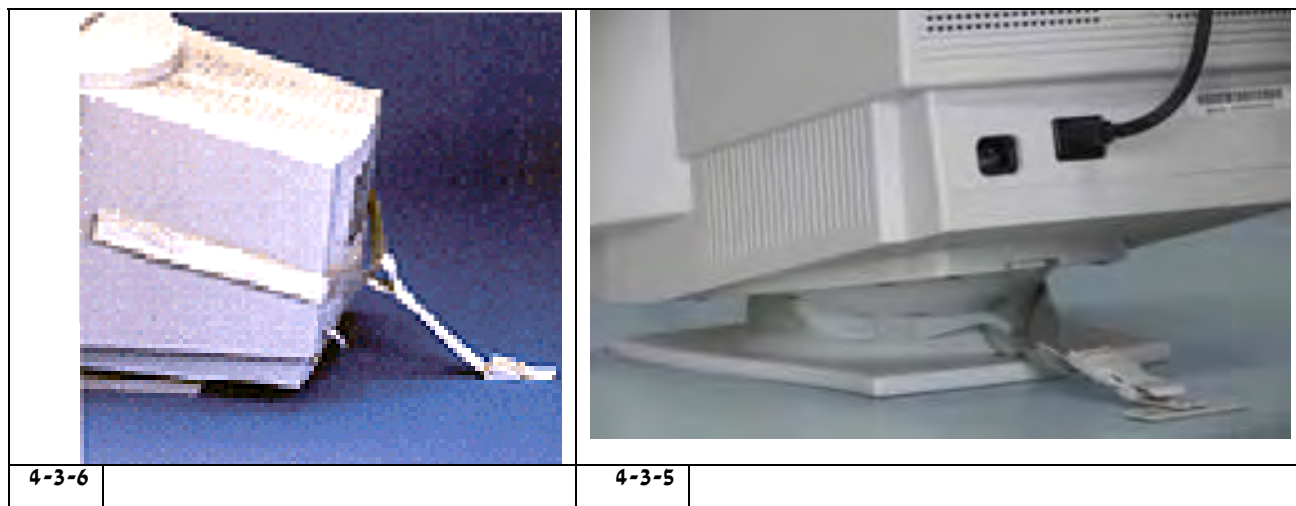
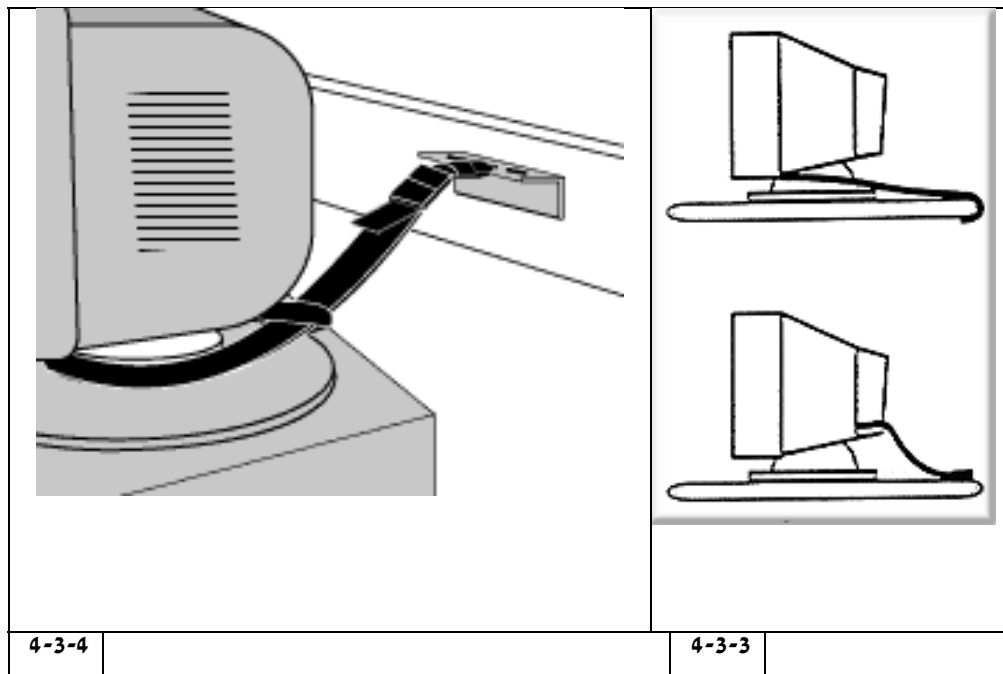


מומלץ לתפוס כל פריט בארבע נקודות לבסיס על ידי חיבורים עם סגירה ופתיחה מהירה.

4-3-1



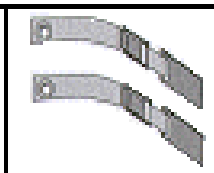
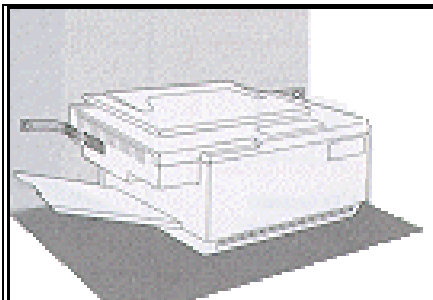
4-3-2



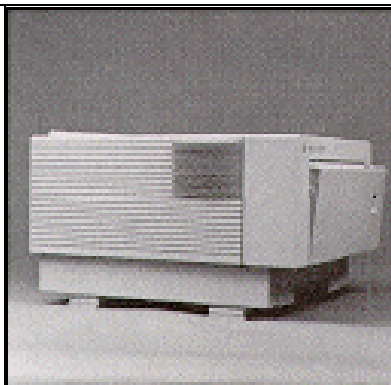
4-4

טיפול במכונות צילום ומדפסות

מכונות צילום ומדפסות הנן לרוב פריטים נמוכים ביחס למימדיהן האופקיים ואינן נוטות להתהפך בזמן רעידת אדמה. על מנת למנוע החלקה ניתן לתפוס אותן אופקית לקיר או להשתמש בהתקנים המגבירים את החיכוך עם התושבת.



4-4-2



4-4-1



4-4-4



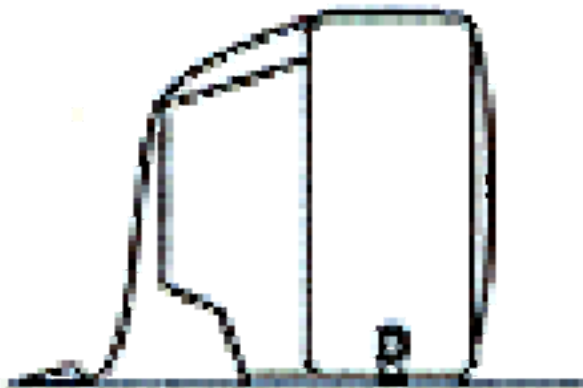
4-4-3

4-5

טיפול במכשירי טלויזיה מונחים על השולחן וכד'



4-5-2



4-5-1

4-6

מכשירי מיקרוגל



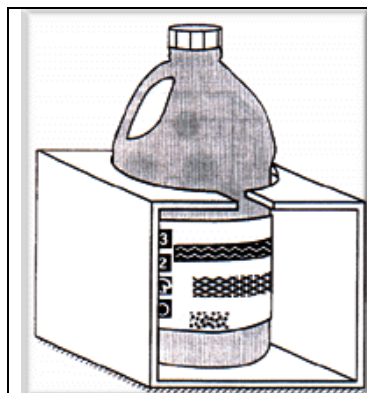
4-6-2



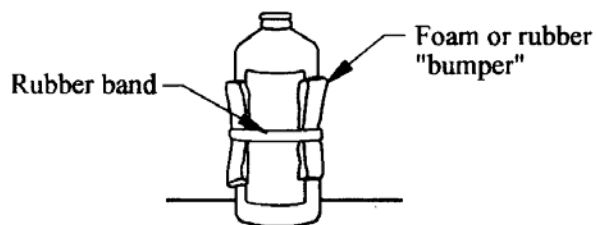
4-6-1

4-7

צנצנות, בקבוקים ודברי זכוכית בארונות, חומרים מסוכנים בתוך צנצנות, בקבוקים וכד'



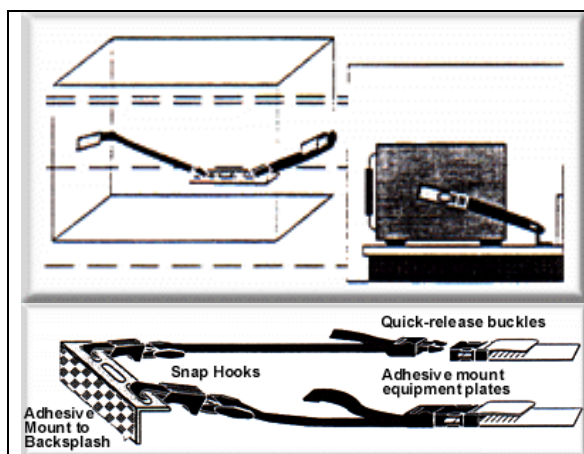
4-7-2



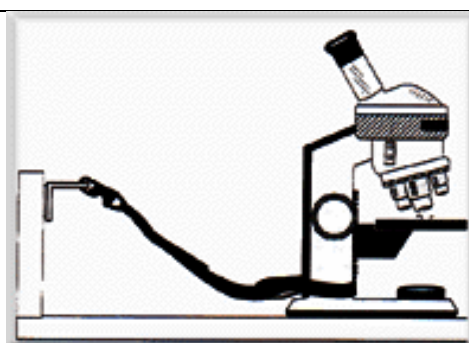
4-7-1

4-8

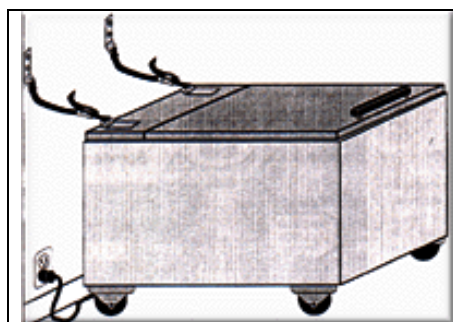
דוגמאות נוספות



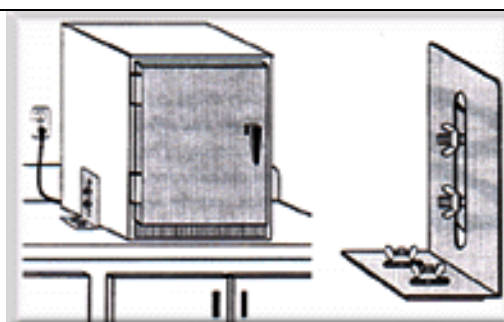
4-8-2



4-8-1



4-8-4



4-8-3

סעיף 5

טיפול בתקרות תותב

תקרות תותב קלות
תקרות מגשים
גופי תאורה משולבים בתקרה אקוסטית

5-1

תקרות תותב קלות

הנחיות לחיזוק תקרות תותב קלות :

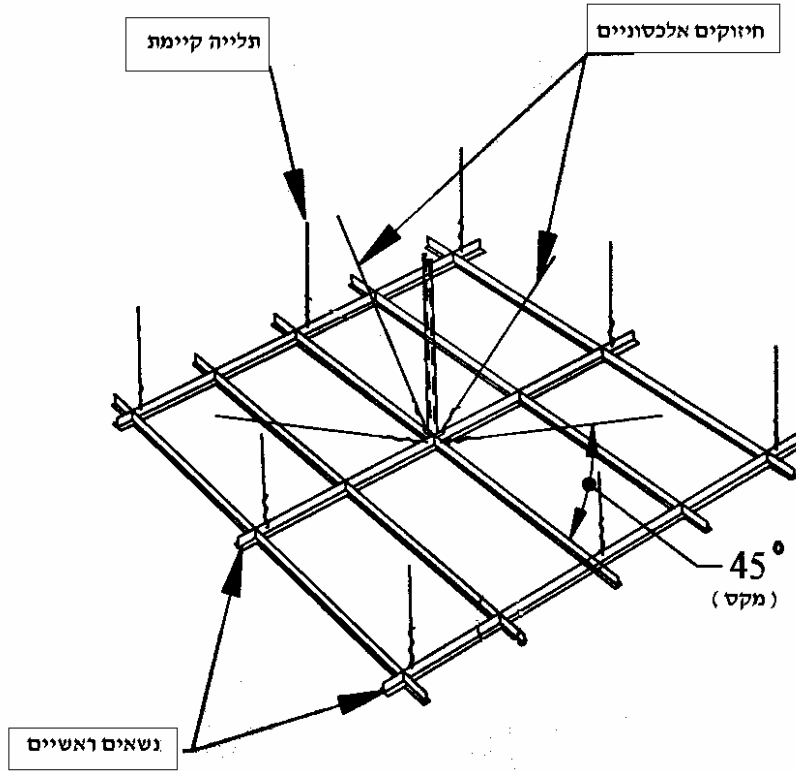
יש להוסיף תליות ולבצע חיזוקים אלכסוניים בהתאם לדרישות :

1 - המרחק בין תליות של מנשאים ראשיים: לא יהיה גדול מ- 1.20 מטר.

2 - המרחק בין חיזוקים אלכסוניים (הממוקמים בהצטלבויות בין מנשאים ראשיים ומשניים, לא יהיה גדול מ- 3.60 מטר באחד משני הכיוונים. בכיוון השני המרחק לא יעלה על 2.40 מ'. המרחק בין החיזוקים האלכסוניים הקיצוניים לקצוות התקרה לא יהיה גדול מ- 1.80 מטר. עבור מבנים קריטיים באחד משני הכיוונים המרחק בין החיזוקים לא יהיה גדול מ- 2.40 מטר ובאותו הכיוון המרחק בין החיזוקים האלכסוניים לקצוות התקרה לא יהיה גדול מ- 1.20 מטר.

3 - המרחק " a " בין התליות הקיצוניות לקצוות התקרה לא יהיה גדול מ: 0.20 מטר ולא יהיה גדול מרבע של המרחק לקצוות התקרה של התליות הקרובות אליהן.

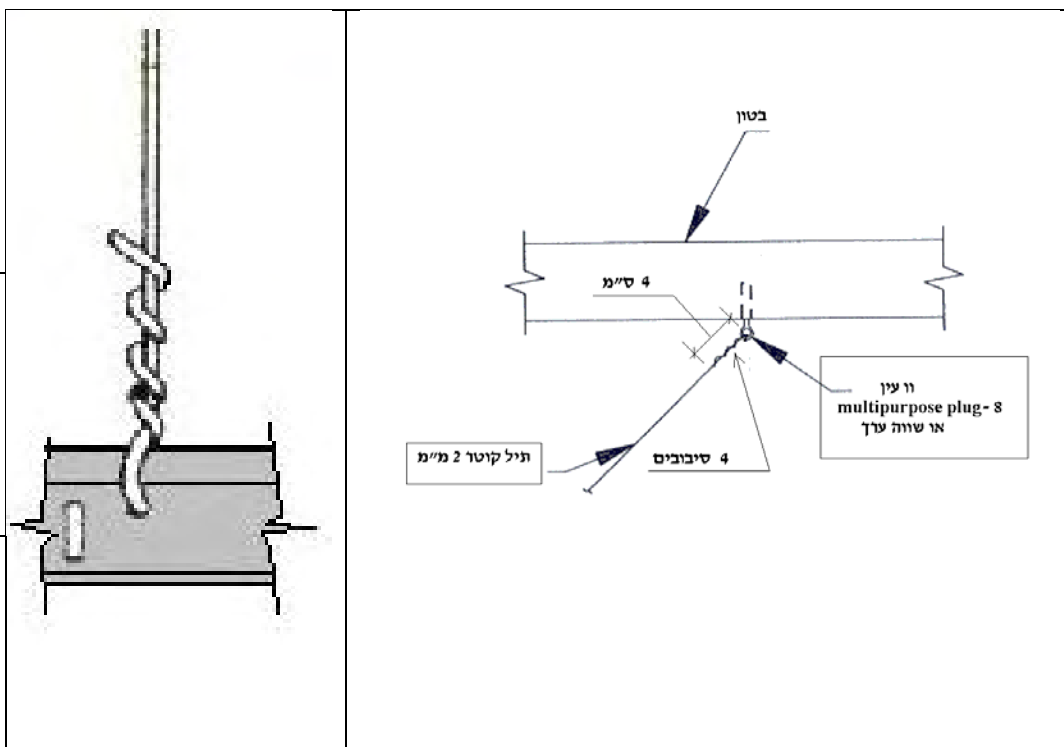
4 - מומלץ להשתמש בתילי חיזוק # 12 ($12 \text{ ga} = \text{קוטר של } 2 \text{ מ"מ}$) לצורך תליות ותפיסות אלכסוניות כאשר נועלים את קצה החיבור על ידי 4 סיבובים של התיל (ראה איור 5-1-4). לחלופין ניתן להשתמש באביזרי נעילת כבל ש"ע.



5-1-1

5-1 (המשך)

נעילת תיל על
ידי ארבעה
סיבובים של
התיל # 12
(12 ga = קוטר
של 2 מ"מ)

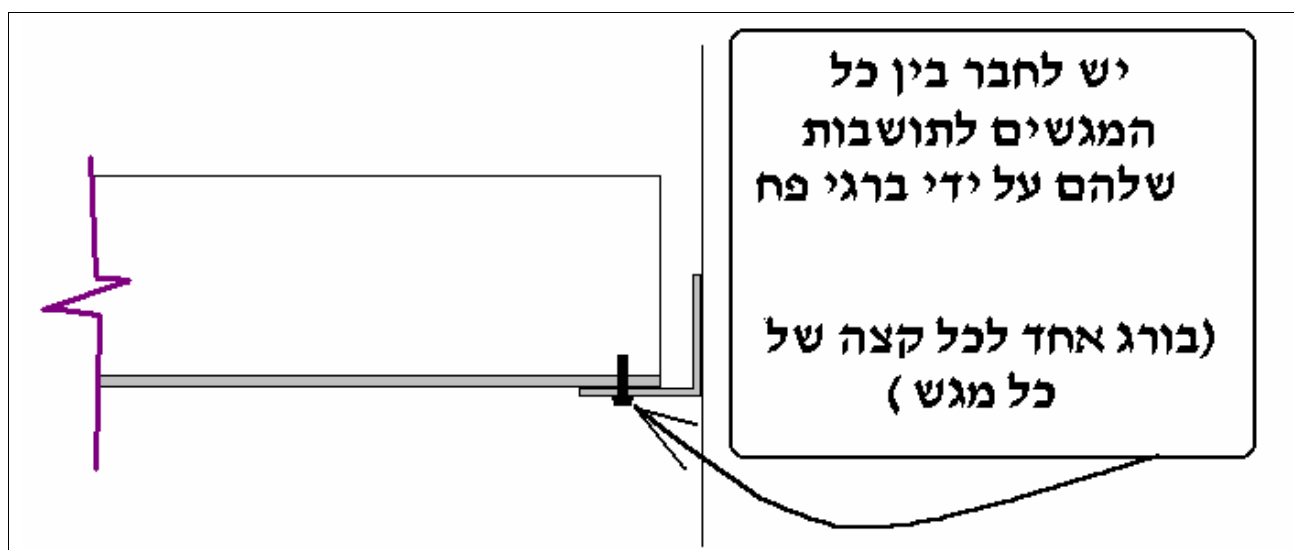


5-1-3

5-1-2

5-2

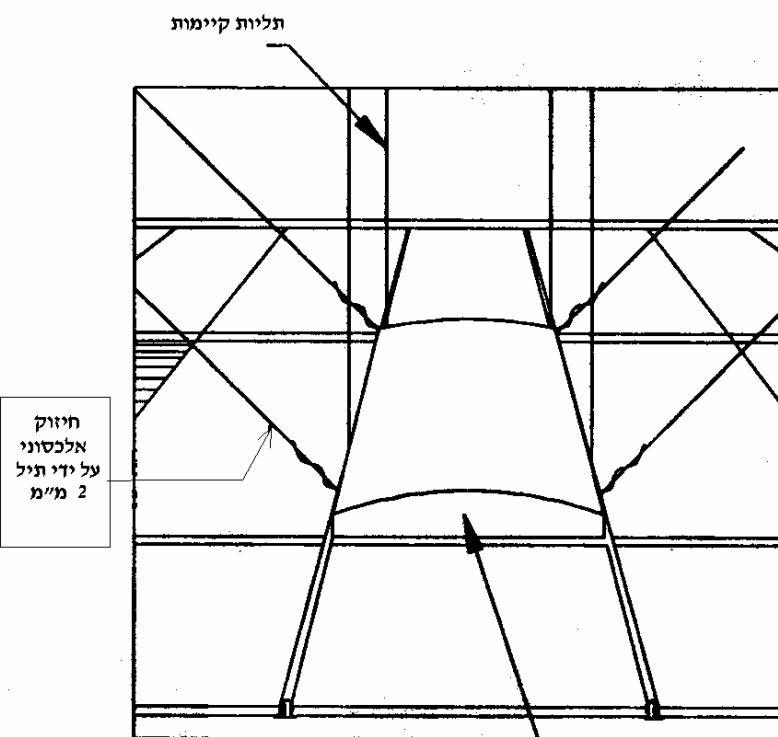
תקרות מגשים



5-3

גופי תאורה משולבים בתקרה אקוסטית

יש להוסיף חיבור אלכסוני לתקרה (45~ מעלות) הסטרוקטורלית בכל אחת מ- 4 הפינות של הגוף. מומלץ להשתמש בתילי חיזוק # 12 (12 ga = קוטר של 2 מ"מ כאשר נועלים את קצה החיבור על ידי 4 סיבובים של התיל או ש"ע (ראה איור 5-1-4).



גוף תאורה משולב בתקרת תותב

5.3.1

סעיף 6

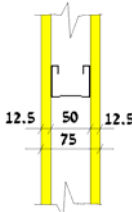
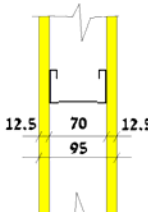
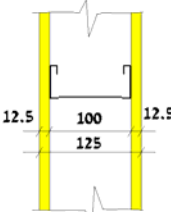
התחברות למחיצות קלות

מחיצות גבס המגיעות לתקרה סטרוקטורלית
מחיצות גבס שאינן מגיעות לתקרה סטרוקטורלית
מחיצות מודולריות

6-1

מחיצות גבס המגיעות לתקרה סטרוקטורלית

מחיצות גבס שנתונייהן עונים לתנאים של הטבלה באיור 6-1-1 אינן דורשות חיזוק.

גובה (ס"מ) מרבי למחיצה	מרחק בין פרופילים (mm) S	STUD	חתך אופקי	עובי מחיצה (מ"מ)	
7.5 ס"מ	@600	50-0.47		* 310	
				@400	365
				@300	405
	@600	50-0.57		340	
				@400	390
				@300	430
	@600	50-0.67		360	
				@400	410
				@300	450
9.5 ס"מ	@600	70-0.47		* 380	
				@400	* 470
				@300	520
	@600	70-0.57		* 420	
				@400	500
				@300	550
	@600	70-0.67		* 455	
				@400	530
				@300	580
12.5 ס"מ	@600	100-0.47		* 480	
				@400	* 590
				@300	*680
	@600	100-0.57		* 530	
				@400	* 650
				@300	725
	@600	100-0.67		* 570	
				@400	690
				@300	760

6-1-1

ניתן לחבר את הרכיב לקיר גבס בתנאים:

- (א) המחיצה בעצמה עומדת בקריטריונים של הטבלה באיור 6-1-1
- (ב) אם המשקל של הרכיב קטן מ- 30 ק"ג ניתן לחברו ללוח גבס על ידי בורג מתאים (ראה פרק 8).
- (ג) אם המשקל של הרכיב גדול מ- 30 ק"ג חייבים לחברו אל פרופילי החיזוק (STUDS) של המחיצה.
- (ד) משקל הרכיב שנתמך על ידי המחיצה יהיה מוגבל לערכים של הטבלה המופיעה באיור 6-1-2.

משקל מקסימלי של רכיב, שניתן לחבר לכל פרופיל אנכי במחיצת גבס תקנית, לצורך תמיכה אופקית										
		גובה [מ'] המחיצה (בין רצפה ותקרה)								
		2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50
עובי כולל של המחיצה	75	24 ק"ג	15 ק"ג	6 ק"ג	-	-	-	-	-	-
	95	60 ק"ג	50 ק"ג	40 ק"ג	30 ק"ג	-	-	-	-	-
	125	130 ק"ג	110 ק"ג	100 ק"ג	80 ק"ג	70 ק"ג	60 ק"ג	50 ק"ג	35 ק"ג	30 ק"ג
6-1-2										

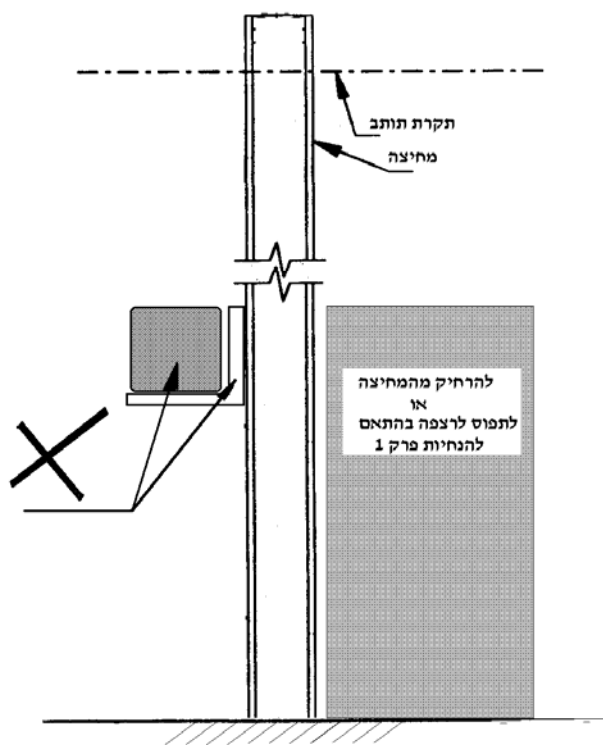
6-2

מחיצות גבס שפרופילי החיזוק אינן מגיעות ומחוברות לתקרה סטרוקטורלית

אין לחבר כל רכיב למחיצות כאשר פרופילי החיזוק שלהן אינם מגיעים לתקרה סטרוקטורלית.

יש להוריד כל פריט תלוי ממחיצה מסוג זה שמשקלו יותר מ- 1 ק"ג (במיוחד מסכים)

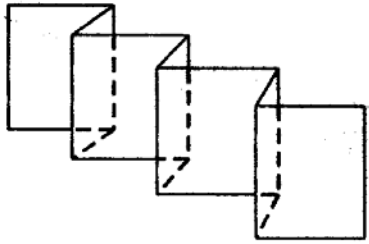
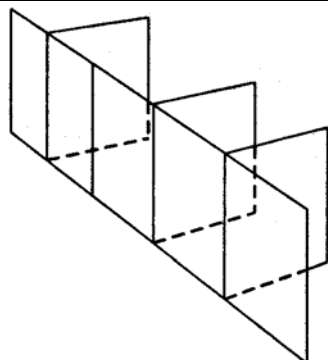
חיזוק מחיצות מסוג זה יבוצע במסגרת שלב ב'



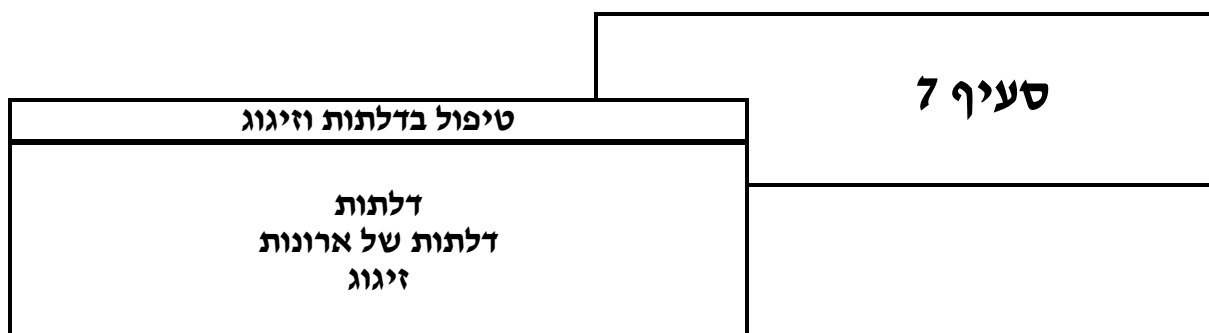
6-2-1

	6-3
מחיצות מודולריות	

מחיצות מודולריות מותרות:

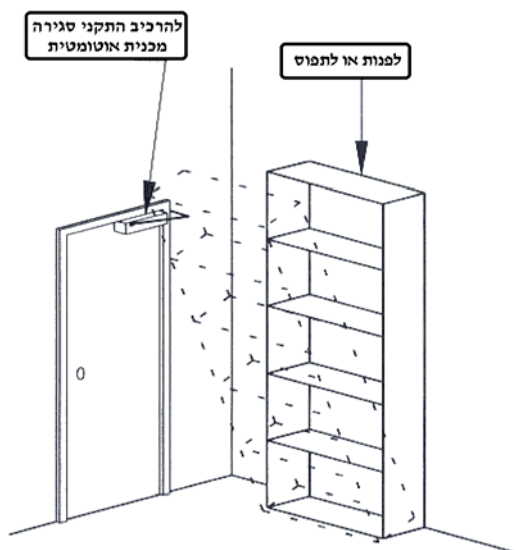
 Zig-Zag Partition Arrangement	 Tee-Shape Partition Arrangement
6-3-2	6-3-1

מומלץ לא לבצע תלייה של רכיבים על מחיצות מודולריות.



7-1

טיפול בדלתות



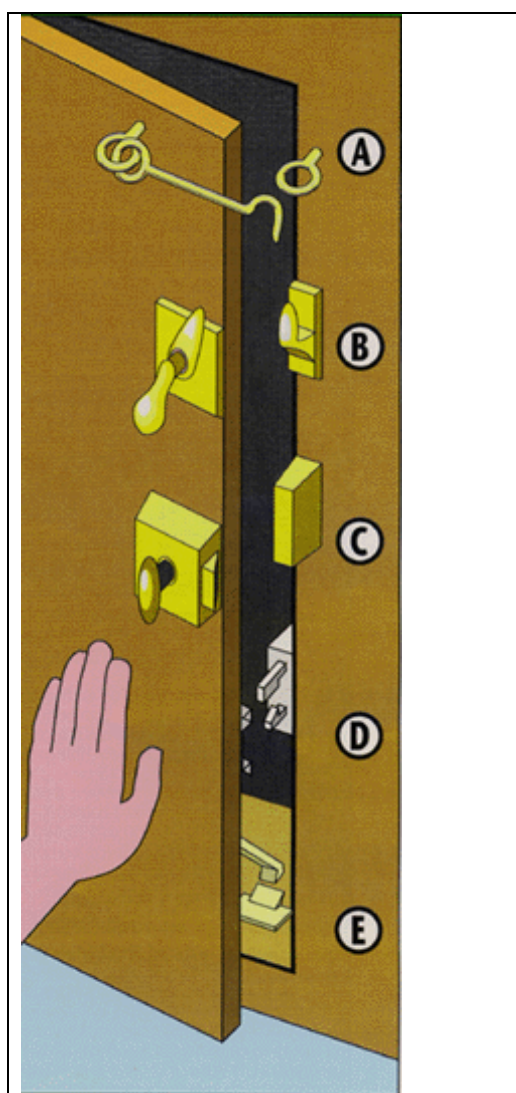
יש לפנות או לחזק בהתאם להנחיות פרק 1 כל פריט שיכול לחסום את הגישה או למנוע את השימוש בדלתות יציאה.

יש להרכיב התקני סגירה מכנית אוטומטית בכל דלת עם פתיחה דו-כיוונית.

7-1-1

7-2

טיפול בדלתות של ארונות



7-2-1

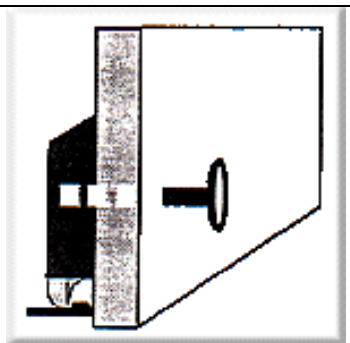
יש למנוע פתיחת דלתות של ארונות ונפילת תכולה כתוצאה מרעידת אדמה.



7-2-3



7-2-2



7-2-5

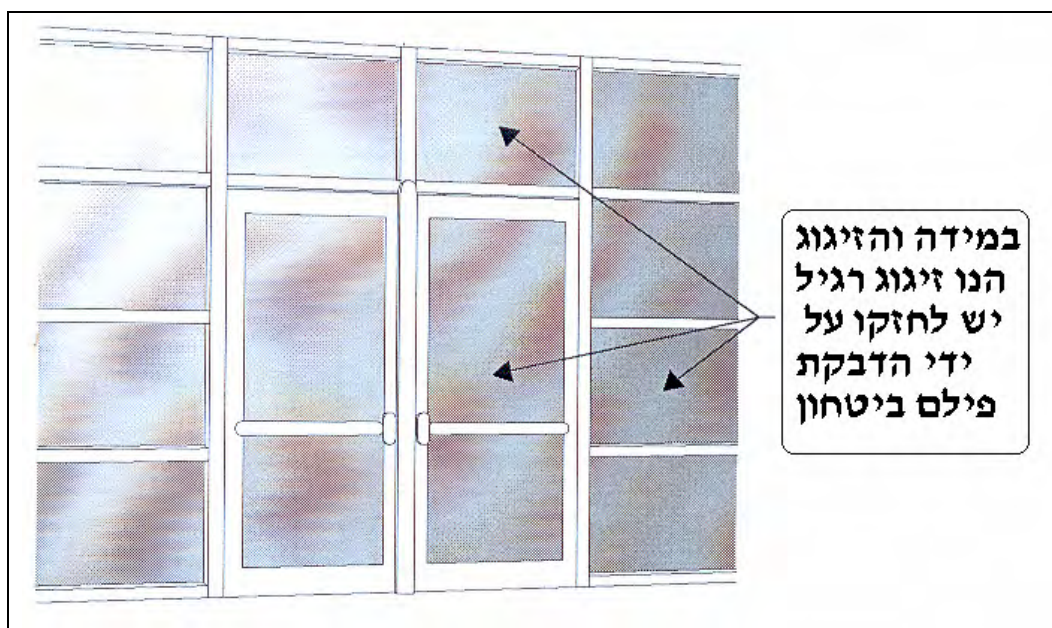


7-2-4

7-3

טיפול בזיגוג

רכיב זיגוג המחובר בצורה קשיחה למסגרתו עשוי להישבר כתוצאה מהתזוזה היחסית בין תקרה ורצפה, לכן יש לחזקו.



7-3-1

במידה והזיגוג המותקן הנו זיגוג שכבתי הכולל שכבה גמישה פנימית (P. V. B.) אין צורך בחיזוק.

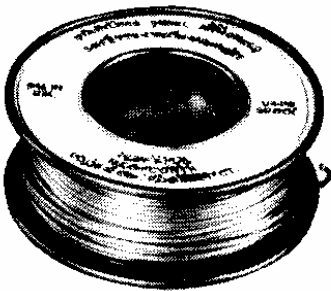
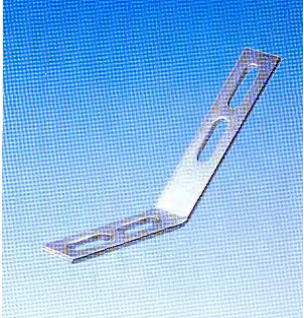
במידה והזיגוג הנו זיגוג רגיל מומלץ לחזקו על ידי הדבקת פילם ביטחון עשוי פוליאסטר בעובי 100 מיקרון לפחות.

סעיף 8

אבזרים טיפוסיים ושימושם

8-1
שימוש בכבלים משוכים להגבלת תזוזת צנרת בזמן רעידת אדמה.

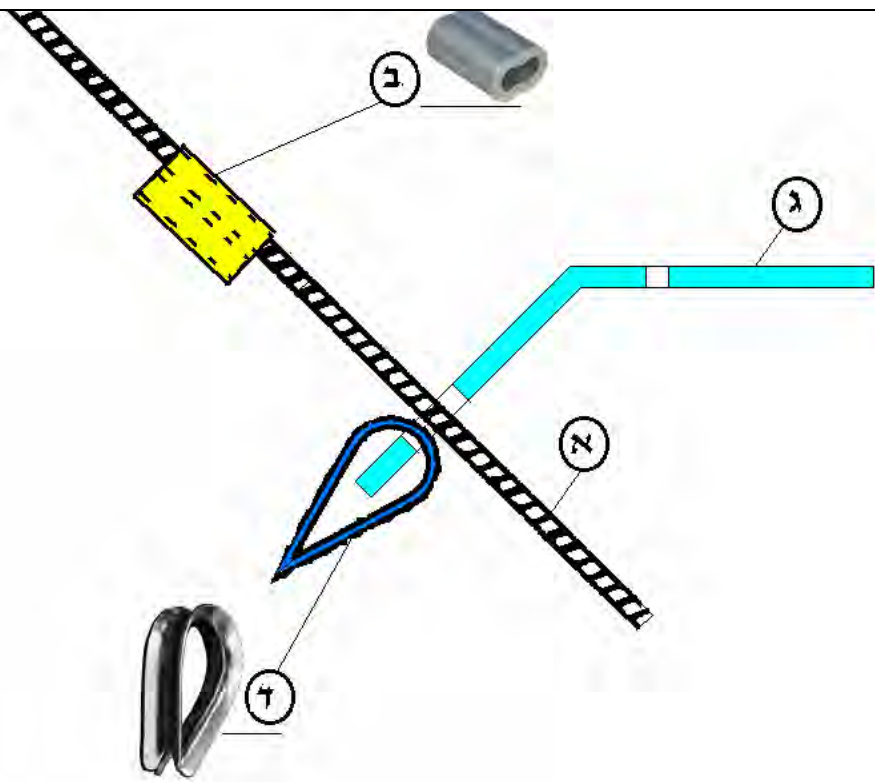
באיור 8-1-1 מפורטים האביזרים וכלים הדרושים

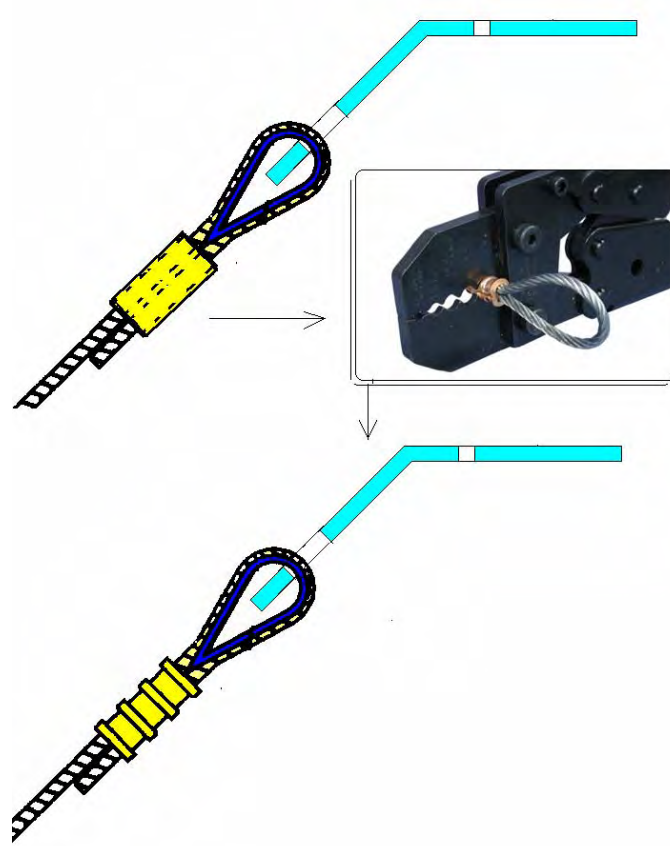
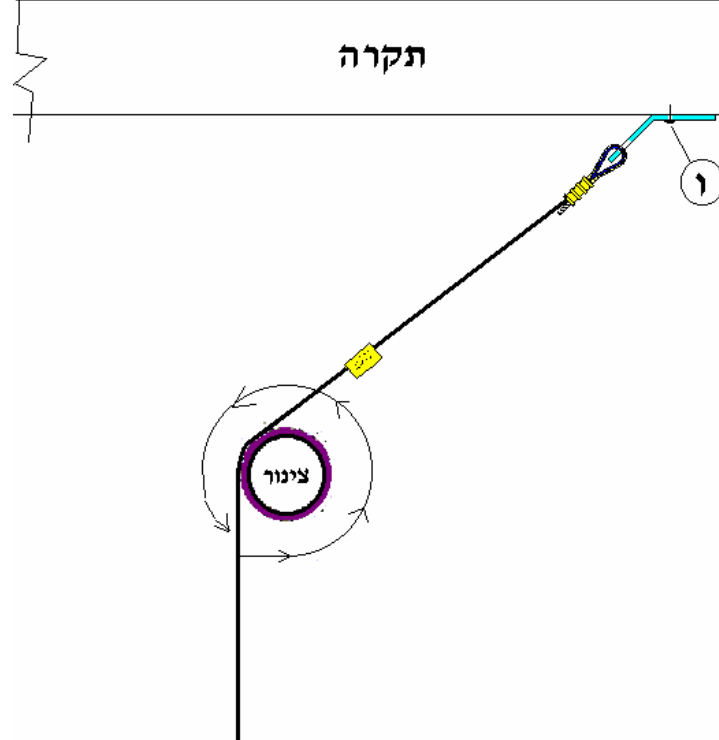
 ב 2 " OVAL SLEEVES " מתאימים לשימוש בכבל 3/32 " (א)	 א Aircraft Wire Rope ,Flexible, Carbon Steel and Corr. Res. Nom-Dia: 3/32 "
 ד THIMBLE 3/32 STAINLESS STEEL	 ג 45 מעלות – MUPRO MOUNTING ANGLE או שווה ערך – ZINC PLATED
 ה Multi-compression hand swager with cable cutter- Locoloc No. 1-SC Hand Swager – או שווה ערך	
ו Multi-purpose plugs -10 (או שווה ערך) עם דיסקית רחבה בהתאם לאביזר ג	

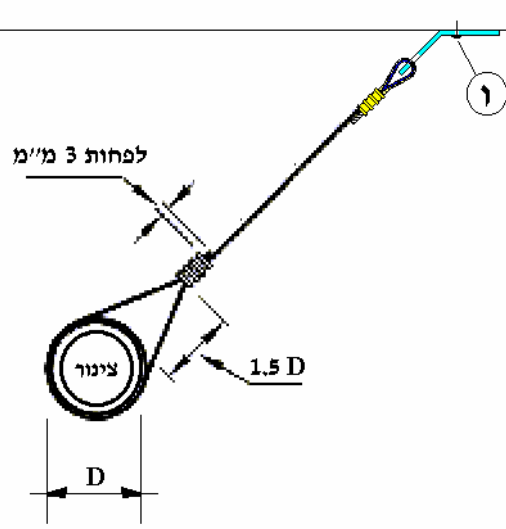
אביזרים וכלים

8-1

שלבי ביצוע:

שלב 1	קובעים ומסמנים את מיקום החיבור בצינור ונקודת העיגון בתקרה .
שלב 2	בהתאם למיקומים שנקבעו בשלב א, חותכים עם "ה" חתיכה של כבל "א" באורך שיספיק להשלמת החיבור.
שלב 3	פותחים את ה- THIMBLE "ד" ומעבירים דרך חור קיצוני של הזווית "ג". דרך אותו החור מעבירים אחד מהקצוות של הכבל.
שלב 4	מעבירים את הקצה השני של "א" דרך אחד מ- OVAL SLEEVES 2 "ב". ומקרבים את "ב" ל- "ג"
	

	מעבירים את הקצה של "א" דרך "ב" לפי האיור ונועלים את "ב" תוך שימוש בכלי "ה".	שלב 5
 תקרה	תופסים את הזווית "ג" לתקרה מכניסים את ה-OVAL SLEEVE "ב" השני דרך הקצה השני עד אמצע "א". מושכים את הכבל מעל הצינור ועושים סיבוב אחד שלם סביבו.	שלב 6 שלב 7 שלב 8

תקרה 	מעבירים את הקצה החופשי של "א" דרך "ב". מושכים את הקצה של "א" חזק תוך "ב" למקומו הסופי. נועלים את "ב" על ידי "ה" ואחרי כן חותכים עם "ה" את הזנב המיותר של "א"	שלב 9
תקרה 	מבצעים את אותן הפעולות בצמוד אך לכיוון השני	שלב 10

8-2

מחברים לתפיסת מכשירי טלויזיה



8-2-2



8-2-1



8-2-4



8-2-3

8-3

מחברים לתפיסת מסכי מחשב



8-3-2



8-3-1



8-3-4



8-3-3

8-4

שטיחונים נגד החלקה של ציוד



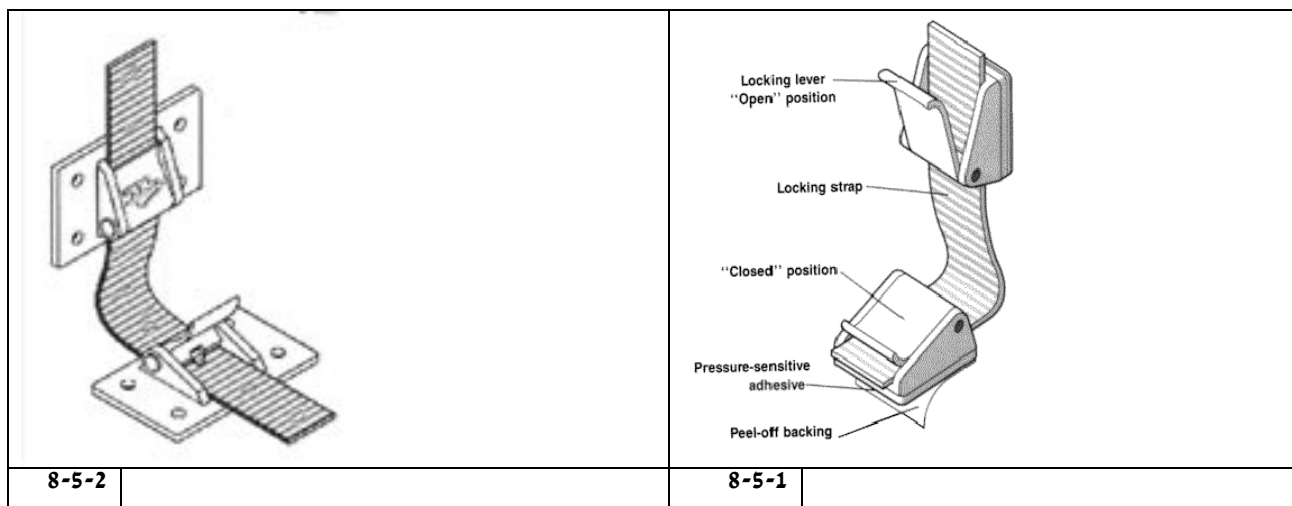
8-4-2



8-4-1

8-5

מחברים רב תכליתיים על ידי רצועות



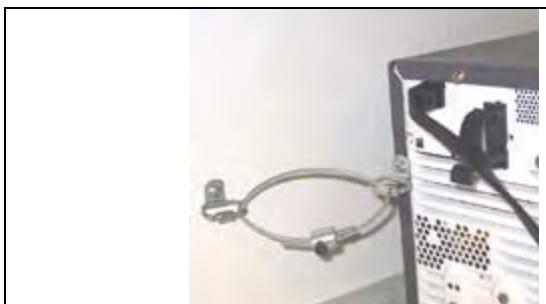
8-6

שימוש בכבלים ליצירת מחברים רב תכליתיים



השימוש העיקרי בכבלים הנו לצורך תפיסה (bracing) של צנרת.

קיימים אביזרים המבוססים על שימוש בכבלים שמתאימים לתפיסה של ציודים הכבדים ביותר:



8-6-3



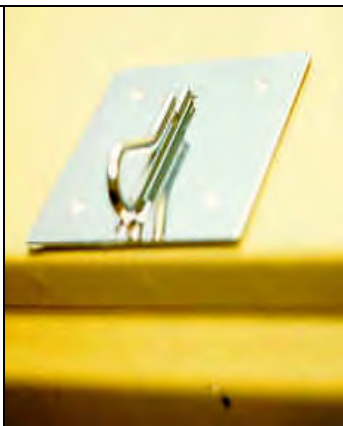
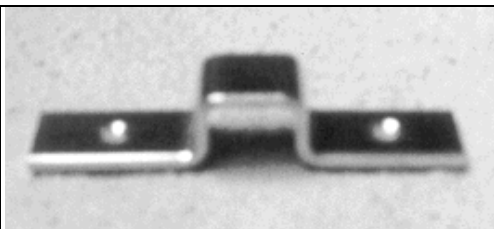
8-6-5

8-6-4



8-6-7

8-6-6



8-6-9

8-6-8

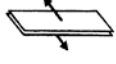
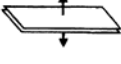
8-7	
שימוש ב- VELCRO	
	Side Strapping  Top Strapping 
8-7-1	





VELCRO® Technical Data Overview Matrix

Overview

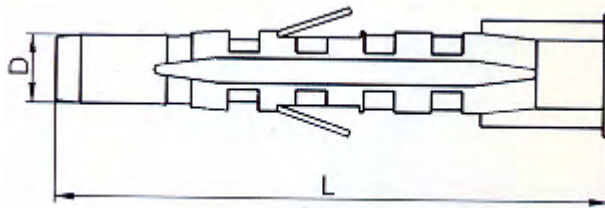
VELCRO® Product	 Peel Strength	 Shear Strength	 Tension	 Cycles (*)	Overall Thickness
Hook / Loop	Minimum: 1,3 N/cm Average: 2,1 N/cm	Minimum: 7,0 N/cm ² Average: 10 N/cm ²	Minimum: 2,5 N/cm ² Average: 3,0 N/cm ²	10'000	3,4 mm 12%
Hook / Velour	Minimum: 1,2 N/cm Average: 2,1 N/cm	Minimum: 9,0 N/cm ² Average: 11 N/cm ²	Minimum: 2,7 N/cm ² Average: 3,2 N/cm ²	1'000	2,3 mm 12%
Hook / Velour SL	Minimum: 0,6 N/cm Average: 1,0 N/cm	Minimum: 6,0 N/cm ² Average: 7,0 N/cm ²	Minimum: 1,8 N/cm ² Average: 2,3 N/cm ²	100	2,0 mm 12%
Vel.loc / Velour	Minimum: 0,7 N/cm Average: 2,5 N/cm	Minimum: 15 N/cm ² Average: 25 N/cm ²	Minimum: 2,8 N/cm ² Average: 3,5 N/cm ²	200	2,0 mm 12%
Vel.loc / Velour SL	Minimum: 0,6 N/cm Average: 2,0 N/cm	Minimum: 10 N/cm ² Average: 20 N/cm ²	Minimum: 2,5 N/cm ² Average: 3,0 N/cm ²	100	1,8 mm 12%
Vel.loc / Loop	Minimum: 2,5 N/cm Average: 4,0 N/cm	Minimum: 20 N/cm ² Average: 35 N/cm ²	Minimum: 3,0 N/cm ² Average: 6,0 N/cm ²	500	3,5 mm 12%
Super-Vel.loc / Loop	Minimum: 3,0 N/cm Average: 10 N/cm	Minimum: 50 N/cm ² Average: 100 N/cm ²	Minimum: 5,0 N/cm ² Average: 7,0 N/cm ²	200	3,0 mm 12%

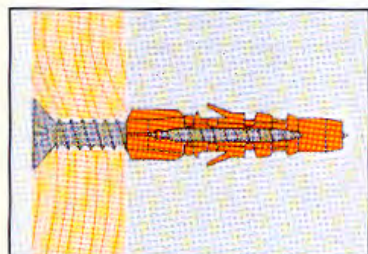
(*) After openings values decrease by 50 %

8-7-2

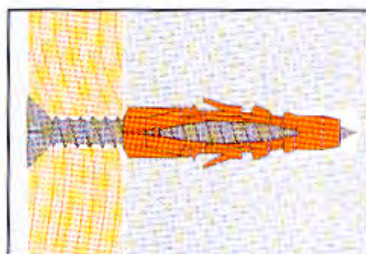
8-8

דיבלים רב תכליתיים

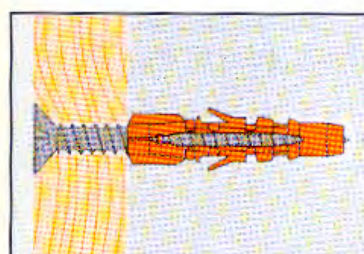




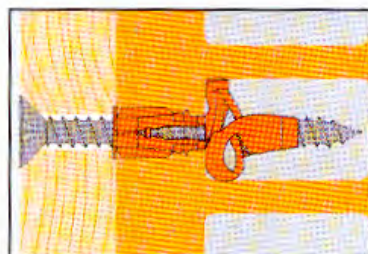
בטיח



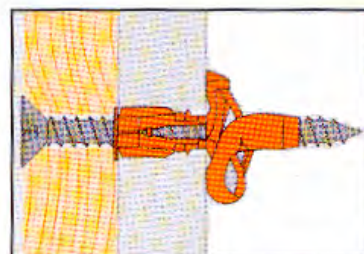
באיטונג



בבטון



בבלוק חלול



דרך לוח גבס

8-8-1

ידועים בשמות רבים לפי יצרנים שונים:

(MUPRO) Multi-purpose plug
 (FISCHER) Fischer FU universal plug
 (TOX) Trika – Allzweckdübel
 (HILTI) HUD Universal Plastic Anchor

8-9

ברגי סיבית

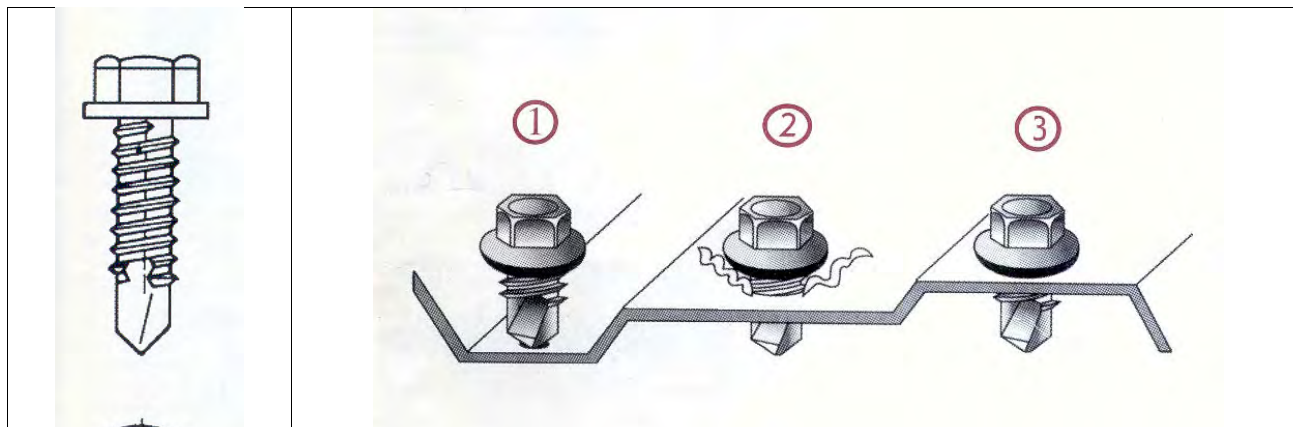


גדלים נפוצים:

קוטר תבריג							
6	5	4.5	4	3.5	3		
						13	אורך
						16	
						20	
						25	
						30	
						35	
						40	
						45	
						50	
						60	
						70	
						80	
						90	
						100	
						120	

8-10

ברגי איסכורית קודחים



8-10-1

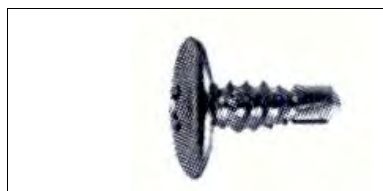
אורכים נפוצים:

19 מ"מ, 25 מ"מ, 32 מ"מ, 38 מ"מ, 50 מ"מ, 64 מ"מ, 75 מ"מ, 100 מ"מ, 125 מ"מ

8-10-2

8-11

ברגי פח קודחים



8-11-1

גדלים נפוצים: 25 x 4.2, 19 x 4.2, 13 x 4.2

8-12

ברגי פח - פיליפס

גדלים נפוצים:

		קוטר תבריג							
		14	12	10	8	6	4		
								1/4"	אורך
								3/8"	
								1/2"	
								5/8"	
								3/4"	
								1"	
								1 1/4"	
								1 1/2"	
								1 3/4"	
								2"	

8-13

ברגי פח - שטוח

גדלים נפוצים:

		קוטר תבריג				
		10	8	6		
					1/2"	אורך
					5/8"	
					3/4"	
					1"	
					1 1/4"	
					2"	

פרק 2

טיפול בפרטי ציוד כבדים וקווי אספקה

סעיף 1

עקרונות טיפול למניעת נזק לציוד

רשימת רכיבים לטיפול

עקרונות הטיפול ביחידות ציוד

עקרונות הטיפול בקווי אספקה

1-1
רשימת רכיבים לטיפול

הרשימה המופיעה באיור 1-1-1 מסכמת את עיקר הרכיבים לטיפול הכלולים בפרק זה. מדובר ב- 3 סוגים של רכיבים: (1) יחידות ציוד כבדות (שהנן חלק ממערכות חיוניות לתפקוד בית החולים), (2) קווי אספקה (חיוניים או בעלי פוטנציאל נזק גבוה), (3) רכיבים קלים.

3	2	1	מערכת
רכיבים לטיפול בהתאם להנחיות המופיעות בפרק 1	קווי מערכות	יחידות ציוד	
גלאי עשן מטפי כיבוי אש ארונות כיבוי	צנרת סולר צנרת מי קירור צנרת פליטה	גנרטורים מצברים מיכלי סולר	גנרציה
	כבלי חשמל	שנאים מנועים מרכזי בקרה ארונות חשמל	חשמל
	צנרת מים קרים צנרת מים חמים צנרת ספרינקלרים מערכת גילוי עשן	מאגרי מים משאבות מים מאגרי חירום משאבות מי-כיבוי	מערכת מים (כולל מערכת כיבוי אש)
דודים פרטי ציוד קל	צנרת אספקת דלק	מיכלי גפ"מ	מיכלי גפ"מ ומערכות דלק
	תעלות	מדחסים מחליפי חום משאבות חימום מדחסי אוויר	מערכת מיזוג אוויר
	צנרת גזים רפואיים וצנרת וקום	מיכלים	מערכות גזים רפואיים
טיפול ברכיבים בחדרי מכוונות יבוצע בהתאם להנחיות המופיעות בפרק 1			

רשימה עקרונית של רכיבים לטיפול	1-1-1
--------------------------------	-------

1-2

עקרונות הטיפול ביחידות ציוד

פוטנציאל הנזק המאפיין את יחידות הציוד (עמודה 1) נובע מהסכנה של:

- א- התהפכות
- ב- תזוזה יתרה כתוצאה מהחלקה
- ג- תזוזה יתרה כאשר הרכיב גמיש או יושב על התקן גמיש.

למעט מקרים מיוחדים של רכיבים תמימים (ראה סעיף 3), הנזק הצפוי שתגרום ל- החלקה כתוצאה מחוסר קיבוע או ריתום של הציוד נובע מ

- התנגשות עם רכיבים אחרים
- פגיעה בהתחברות לקווי המערכת
- נפילה מהבסיס התומך את הרכיב וכתוצאה מכך ייגרם נזק למבנה הרכיב

באופן כללי הטיפול מסתכם ב - :

קיבוע בצורה נאותה של בסיס הרכיב למשטח עליו הוא מונח

במידה והרכיב יהיה מקובע בצורה נאותה, לא צפוי נזק. מקרים מיוחדים בהם יש צורך בבדיקה של סיכון לנזק לרכיב מקובע הנם:

- מיכלים דקי דופן
- ציוד רגיש לתאוצות

יש לציין, שברעידות אדמה התאוצה המרבית הצפויה להטריח את הציוד הנה כמחצית מהתאוצה שלפיה מתוכננות המכונות (במצב של הובלה והרכבה), ולכן אין צורך להתחשב בסיכון של נזק למבנה הרכיב המקובע למעט מכשור רגיש במיוחד (כגון מכשור מעבדה או מכשור רפואי).

על מנת לקבוע רכיבים גמישים ורכיבים קשיחים יש להבדיל בין על פי התקנים רמת ההטרחת הסייסמית (ראה נספח א'). על פי רוב התקנים, הרכיב מוגדר כקשיח כאשר זמן המחזור העצמי הראשי (של הרכיב) קטן מ- 0.05 שניות. (במידה וזמן המחזור העצמי של הרכיב הנו דומה לזמן המחזור העצמי של המבנה קיימת סכנה של פרטי הציוד (שבטיפול בשלב זה), הנמצאים בתוך או על הגברה בגין תהודה.) רוב פרטי ציוד שהנם לכאורה גמישים (זמן מחזור העצמי גגות המבנים הנם קשיחים גדול מ- 0.05 שניות) הופכים להיות קשיחים כתוצאה מהטיפול המוגדר בחוברת זו.



1-2-0 ציוד מורכב על קפיצים

ציוד מקרה של ציוד גמיש הנו זה של ציוד מכני ברוב מורכב על קפיצים. המקרים מורכב על קפיצים אנכיים. (ראה איור 1-2-0).

קיום הקפיצים נועד לתת מענה לבעיה אקוסטית סביבתית. ברוב המקרים אין להתקנים הנ"ל יכולת התנגדות לתנודות אופקיות, דבר שגורם לכך שהרכיב יהיה מאוד פגיע להטחה סיסמית. (ראה איור 1-2-1).

קיבוע של המכונה לבסיס אינו פיתרון מקובל במקרים אלו בגין הצורך לתת מענה גם לבעיית הרעש, וכתוצאה מכך יהיה צורך בהתייחסות מיוחדת לציוד מסוג זה.



1-3

עקרונות הטיפול בקווי אספקה

קווי מערכות (צנרות למיניהם, כבלים, תעלות וכדומה) הנם רכיבים שתפיסתם כיום מתחשבת אך ורק בנשיאת משקלם. הטיפול בהם מיועד למנוע תזוזות אופקיות גדולות בזמן רעידת אדמה. יש להוסיף תפיסות בכל קטעי הקו על מנת להגביל את התזוזה במשור הניצב לקו וגם לאורך הקו. קטעי קו אנכיים ידרשו להוסיף תפיסות למניעת תזוזה במישור אופקי. קיימים רכיבים קלים המשולבים בקווי אספקה שיהיה צורך לחזק על ידי אותם האמצעים לתפיסת הצנרת.

במקרים בהם קיים חשש של תזוזה יחסית בין נקודות תפיסה קרובות של הקו (בזמן רעידת אדמה), כגון חיבור לציד או חיבור לרכיבים מבניים הצפויים לתזוזה יחסית, הפתרון הנו "מתן גמישות לקו" על ידי התקנת חיבורים גמישים מתאימים.

מניעת הנזק של הרכיבים הקוויים (עמודה 2 בטבלה המופיעה באיור 1-1-1) מבוסס על:

- א- תפיסה להגבלת תזוזה
- ב- מתן גמישות במקומות מסוימים (במעברים בין גושים וקומות או בהתחברות לצידים),
- ג- ניתוק של האספקה במידה ומדובר בצנרת שמובילה חומרים מסוכנים ו-או דליקים.

הערה: כחלק מפרק 1 ניתנו הנחיות ראשוניות לתפיסת קווי אספקה מעל תקרות אקוסטיות. בשלב ב' יש להשלים את עבודות תפיסת קוויים של מערכות קריטיות (או בעלות פוטנציאל נזק גבוה) בכל בית החולים.

סעיף 2

אמצעים לטיפול ברכיבים

אמצעים לחיבור של סוגי ציוד שונים לרצפה

אמצעים לטיפול בציוד מכני על קפיצים

אמצעים לתפיסת קווי מערכות

אמצעים להגמשת קווי צנרת במעברים וחיבורים לציוד גמיש

מניעת נזק באמצעות ניתוק מערכות

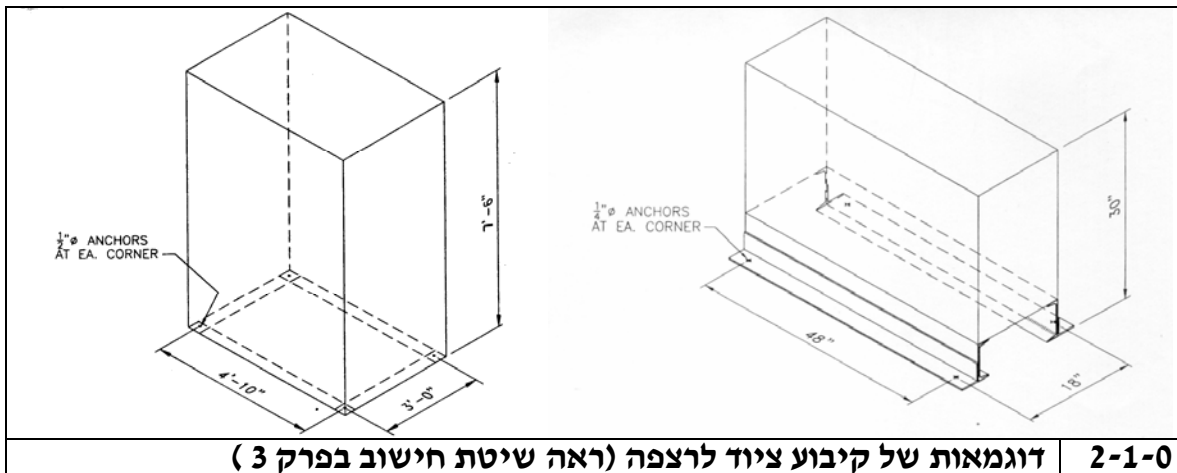
2-1

אמצעים לחיבור סוגי ציוד שונים לרצפה.

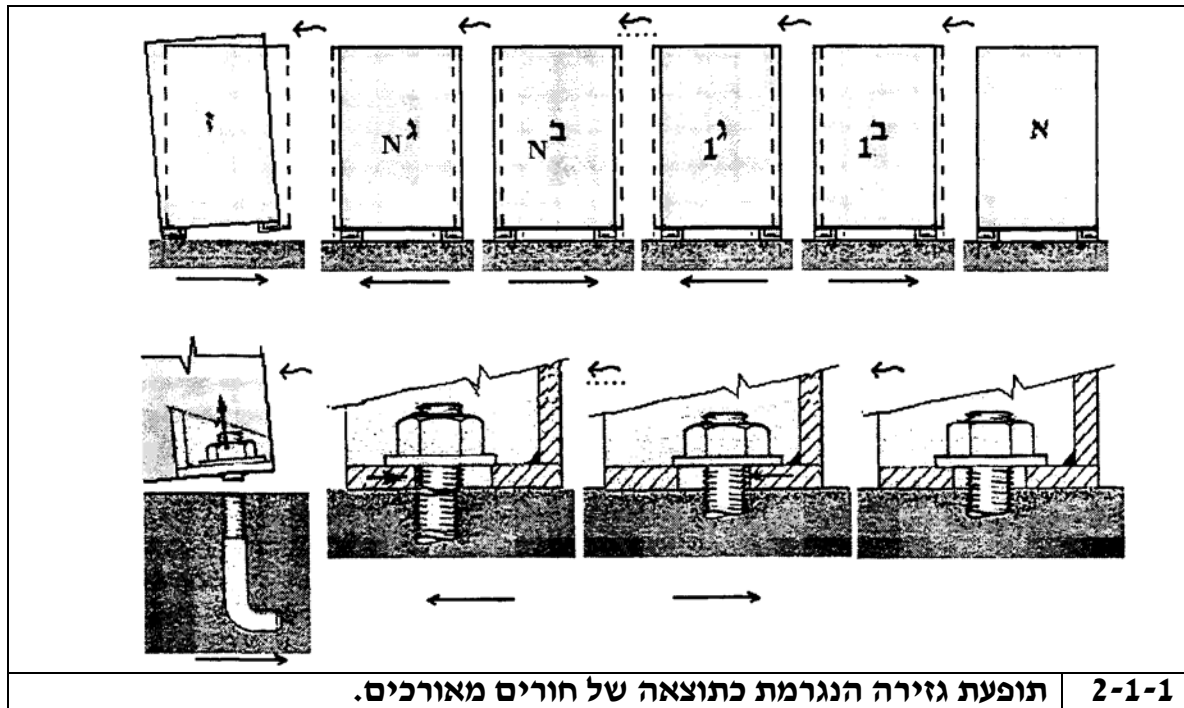
הטיפול המקובל לכל סוגי ציוד יהיה קיבוע (או חיזוק של התפיסה הקיימת) לרצפה (על ידי ברגים ובאמצעות מחברים כגון זוויתנים, כאשר סוג ההתחברות יהיה שונה במידה והרכיב מונח על התקני קפיצים. במקרים מסוימים של טיפול בציוד כגון מכלים ראשיים יהיה צורך באמצעי עזר נוספים כמוסבר בהמשך.

בחלק מהמקרים הציוד מונח על בסיס מתנווך (כגון מסגרת פלדה). יש קודם כל להבטיח שהבסיס הנו קשיח ולחזק במידת הצורך ואז לבצע את קיבוע הבסיס לרצפה ושל הציוד לבסיס המתנווך.

הכמות המינימאלית של חיבורים הנה 4 (ראה איור 2-1-0). בסעיף 3 ניתן למצוא את השיטה לקביעת הכמות והגודל של הברגים הנחוצים.



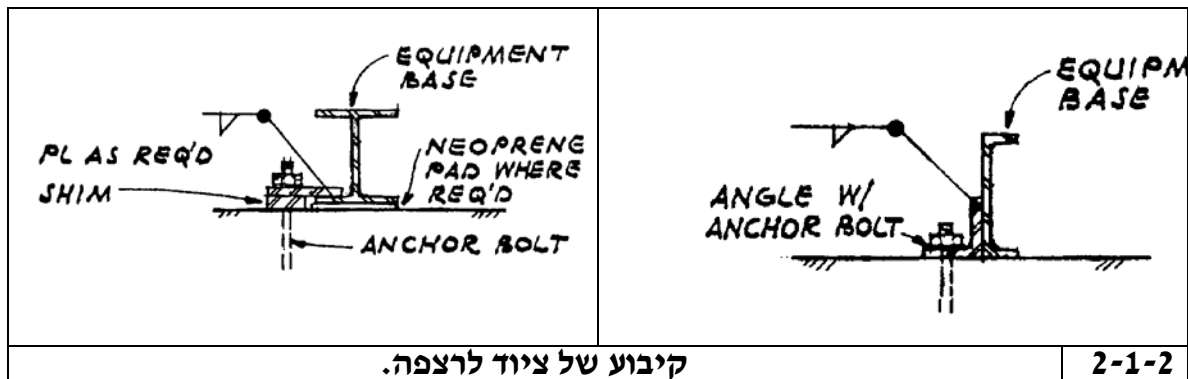
החיבור חייב לגרום בין היתר, לכך שלא תהיה החלקה. יש להבטיח שאין חופש/מרווח בין הברגים ואביזר החיבור. השימוש בפלטות עם חורים מאורכים או מוגדלים אינו תקין. באיור 2-1-1 מתוארת התופעה שנגרמת בזמן רעידת אדמה כאשר קיים חופש בין הפינים ו/או ברגים לפלטקות או זוויתנים.



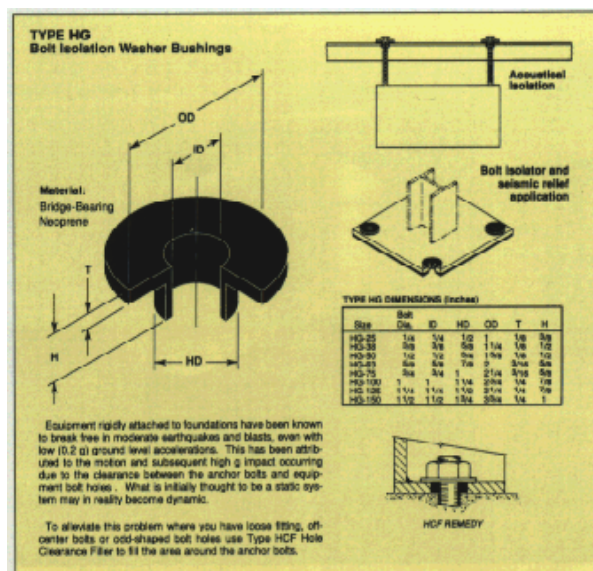
במקרים בהם קיימים חורים מאורכים יש להחליף את החיבור, להוסיף חיבורים או לבצע ריתוכים על מנת למנוע את התופעה.

יש לציין, שכתוצאה מהתופעה הזו נגרם נזק רב במדחסי קירור על גגות מבנים בכל רעידת אדמה, בגלל זה בוצע שינוי בדרישות התקנים האמריקאים, האוסרות חיבורים מסוג זה באזורים בהם הסיכון לאירוע סיסמי גבוה.

תקן NAVFAC (Naval Facilities Engineering Command) ממליץ על החיבורים המופיעים באיור: 2-1-2.



קיימים תותבים (ושרס) המאפשרים שימוש בחורים ומונעים את תופעת ההתנגשות בין הפין לפלטה בזמן רעידת אדמה (ראה איור 2-1-3).



2-1-3 דוגמא של תותב

הציוד הכבד לטיפול, כגון מיכלים מרכזיים מסוגים שונים, עשויים להיות במשקל של מספר טונות. יחידות ציוד כבד הנמצאות מחוץ למבנים ממוקמות בדרך כלל על משטח בטון (בסיס).

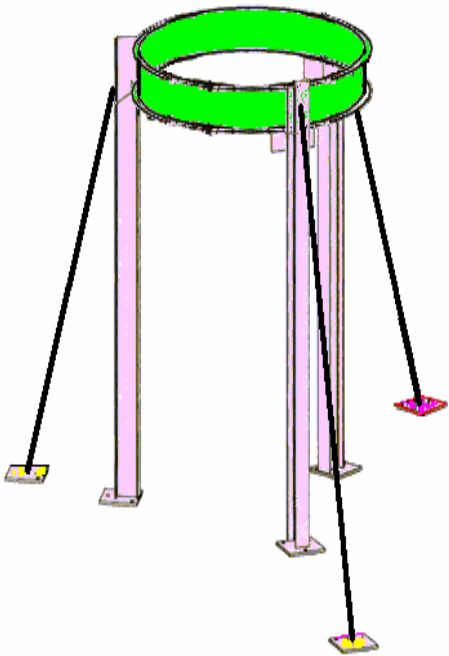
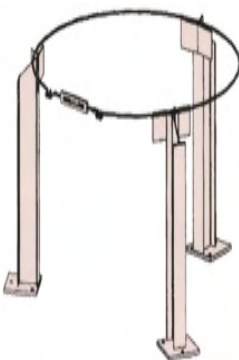
במקרים מסוימים ניתן להסתפק בתפיסה על ידי הברגה לבסיס הנ"ל. הטיפול במיכלים גבוהים (כגון מכלי חמצן מרכזיים) מחייב בדיקה וחישוב זהיר לקביעת ההטחה בהתאם לתדר העצמי כתוצאה מתנודות התכולה, בדיקה של עמידות שלדית של המיכל, בדיקה של החלקה והתהפכות ובדיקה של יציבות המערכת מיכל-בסיס.



מיכל חמצן
בבית חולים

2-1-4-1

במידה ולא ניתן להסתפק בטיפול בתושבת הקיימת, גם כאשר קיים סיכון לנזק שילדי של המיכל (כגון מאמצים מרוכזים גדולים סביב החיבור של המיכל לרגליים בזמן רעידת אדמה), ניתן לעשות שימוש במערכת עזר שאינה דורשת טיפול במעטפת של המכל ואינה גורמת להפסקת תפקוד. (ראה איור 2-1-4-2). את מערכת העזר יש לתכנן בהתאם לסעיף 3.

 דוגמא של מערכת חיזוק עביר מיכל גדול וגבוה	 דוגמא של מערכת חיזוק עביר מיכל קטן
תאור עקרוני של מערכות חיזוק אפשריות למכלים אנכיים	

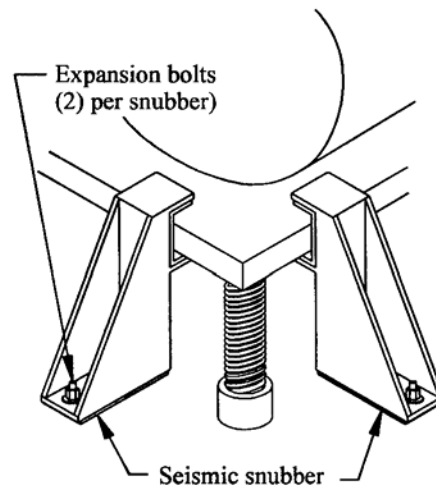
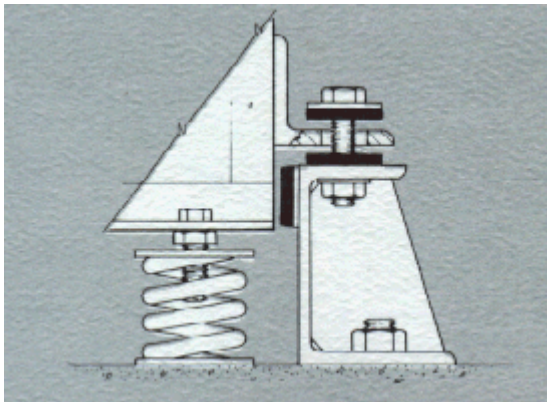
2-1-4-2

2-2

אמצעים לטיפול בציד מכני על קפיצים

לציד מכני המורכב על קפיצים סיכון גבוה לפגיעה כתוצאה מאירוע סיסמי (ראה סעיף 1 / איור 1-2), אבל אין לבצע קיבוע ישיר למבנה של הציד, כי הדבר ימנע את חופש התזוזה הנחוץ לשיכוך הרעידות כמוצאה מתפעול המכונה.

הפתרון הנפוץ הנו הוספת מעצורים עם רווח מספיק (לא במגע), אבל עם אמצעים לבלימת התנגשות : SNUBBERS (סנברס)
דוגמאות של סנברס הנם סוגי האביזרים שמופיעים באיורים 2-2-1 ו- 2-2-2.
זוג סנברס ניצבים בכל פינה של הבסיס)



דוגמה של טיפול בציד עם
תושבת על קפיצים

2-2-2

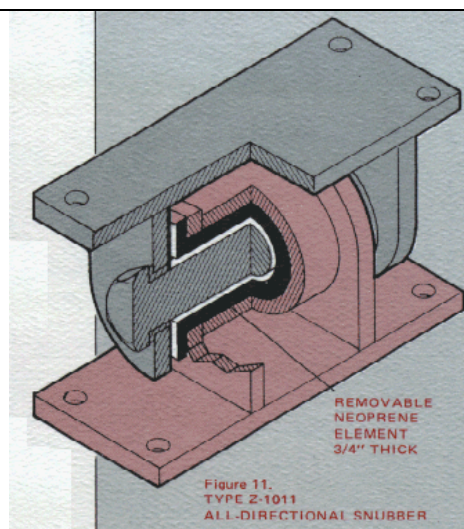
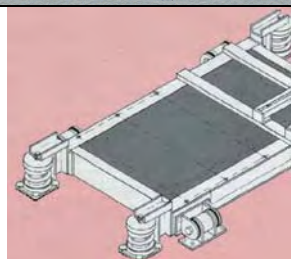
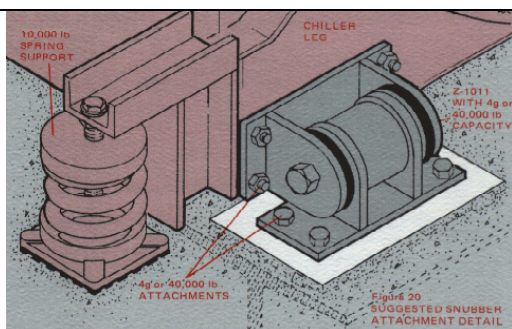
דוגמה של טיפול בציד עם
תושבת על קפיצים

2-2-1

במשך הזמן פותחו אביזרים מתוחכמים יותר כמו הדוגמאות של איור 2-2-3 ו-2-2-4.



2-2-3 דוגמאות של "סנברס" (1 בצמוד לכל פינה של בסיס הציוד)



2-2-4 דוגמא של שימוש ב-"סנברס" (1 בצמוד לכל פינה של בסיס הציוד)

כיום קיימים התקנים המשלבים את הפעולה של הקפיץ והסנבר (ראה איור 2-2-5).



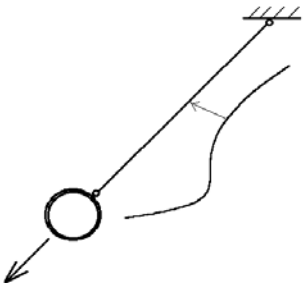
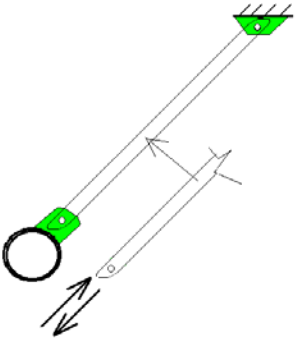
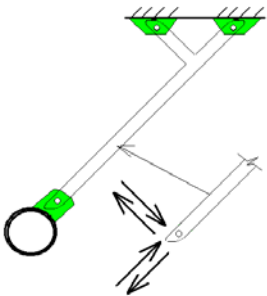
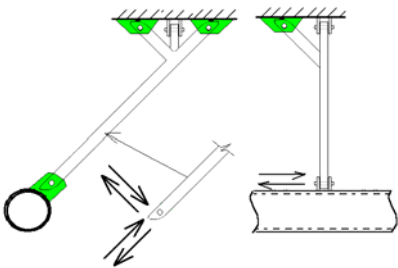
דוגמאות של תושבות לציוד מכני שפותחו עבור אזורים סיסמיים.

2-2-5

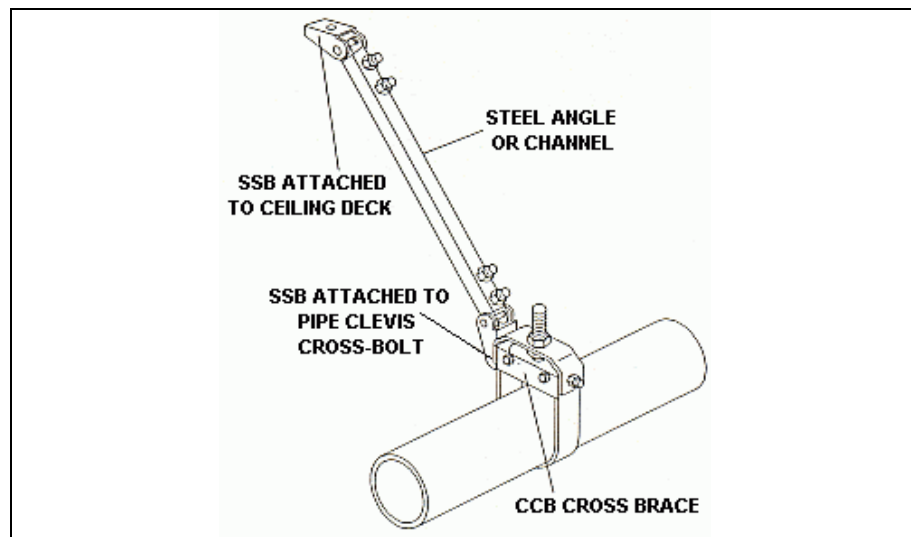
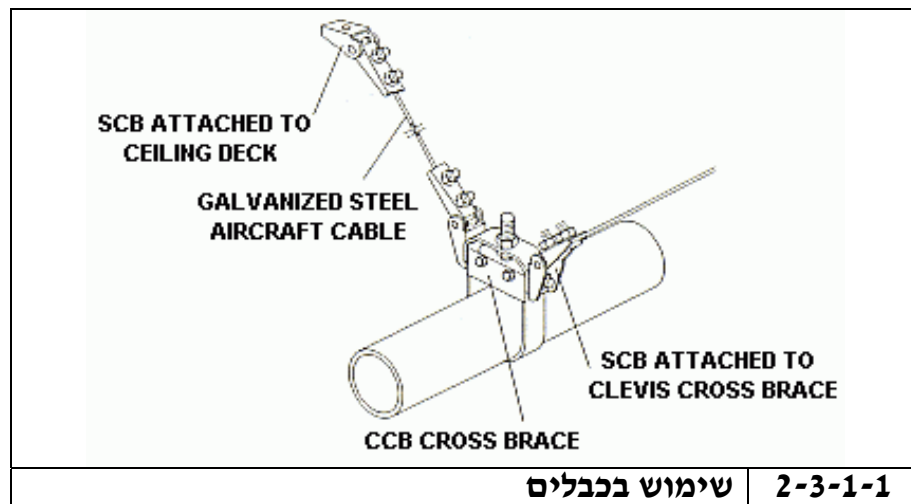
2-3

אמצעים לתפיסת קווי מערכות

ניתן לסווג את אמצעי התפיסה של קווי מערכות בין:

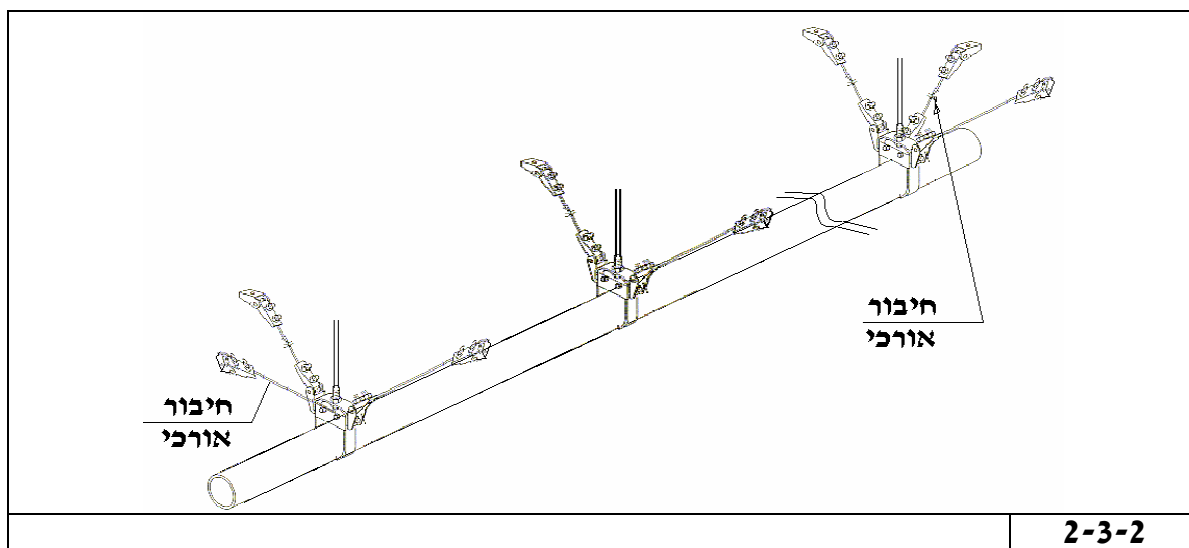
תאור סכמתי של פעולת האמצעים השונים		כבלים
	רק מיועדים להימתח. מונעים מנקודת ההתחברות לקו להתרחק מנקודת התפיסה למבנה קשיח (נקודת קיבוע).	מוטות דו-פרקים
	קשיחים גם ללחיצה. שומרים על המרחק בין ההתחברות לקו לנקודת התפיסה (נקודת קיבוע).	מוטות רתומים במישור הניצב לקו
	מונעים את התזוזה של נקודת ההתחברות לקו במישור הניצב למוט.	מוטות רתומים
	הופכים את נקודת ההתחברות לקו לנקודה קבועה.	

כפי שנאמר בפרק 1, לכבלים יש יתרון מאד גדול בגין הגמישות בביצוע והיכולת להתאים את החיבור לכל מרחק בין נקודת ההתחברות לקו ונקודת הקיבוע למבנה. על מנת למנוע תזוזה אופקית בניצב לקו של נקודה מסוימת של קו אופקי יש לחבר בין הנקודה ל- 2 נקודות של המבנה על ידי 2 קבלים משוכים (ראה איור 2-3-1-1). על מנת לבצע את אותה פעולה, יש צורך אך ורק במוט דו-פרקי אחד (ראה איור 2-3-1-2).



שימוש במוט דו-פרקי	2-3-1-2
--------------------	---------

היות ויש למנוע גם את התזוזה לאורך הקו יהיה צורך להוסיף חיבורים במישור האנכי של כל קו מערכת אופקי. לרוב, הקווים הנם די קשיחים לאורכם ויהיה מספיק להוסיף חיבור אחד אורכי מסוג מוט דו-פרקי או שני חיבורים אורכיים על ידי כבלים (אחד לכל כיוון). (ראה איור 2-3-2)



מקובל לבצע לפחות חיבור אחד אורכי בכל קצה של קטע קו, במיוחד אם הקו מסתובב כלפי מעלה או יורד בקצה הקטע. (ראה איור 2-3-8, 2-3-3 ו- 2-3-4)



חיבור אורכי על ידי מוט דו-פרקי בקצה קטע קו

2-3-4

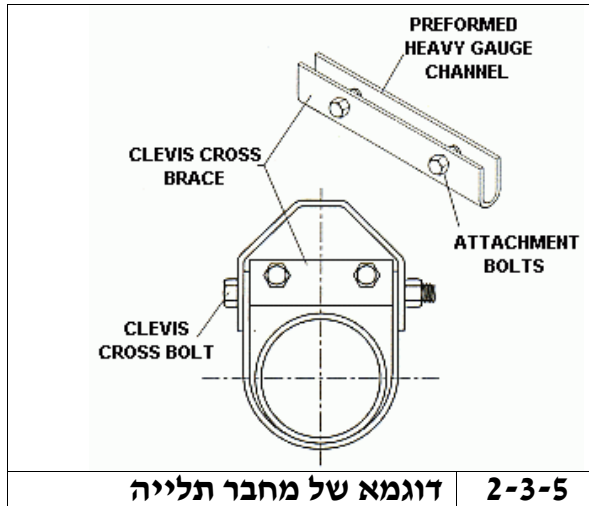


חיבור אורכי על ידי כבל בקצה קטע קו

2-3-3

חדשות יש להרכיב קודם את כול התליות של כול המערכות ורק בביצוע מערכות , וזאת על מנת למנוע היווצרות מכשולים בשילוב והרכבת בסוף לבצע תוספת חיזוקים כל המערכות.

אם מדובר בבניין חדש או מערכת חדשה ניתן לבחור במחברי תלייה שמותאמים לצורכי תפיסה סיסמית המאוחרת (ראה איור 2-3-5).
באיור 2-3-6 ניתן למצוא אביזר חכם שמשלב עם אביזר תלייה מסוג דומה לאביזר של איור 2-3-5 ומאפשר תפיסה מהירה של המוט הדו-פרקי למחבר התלייה.

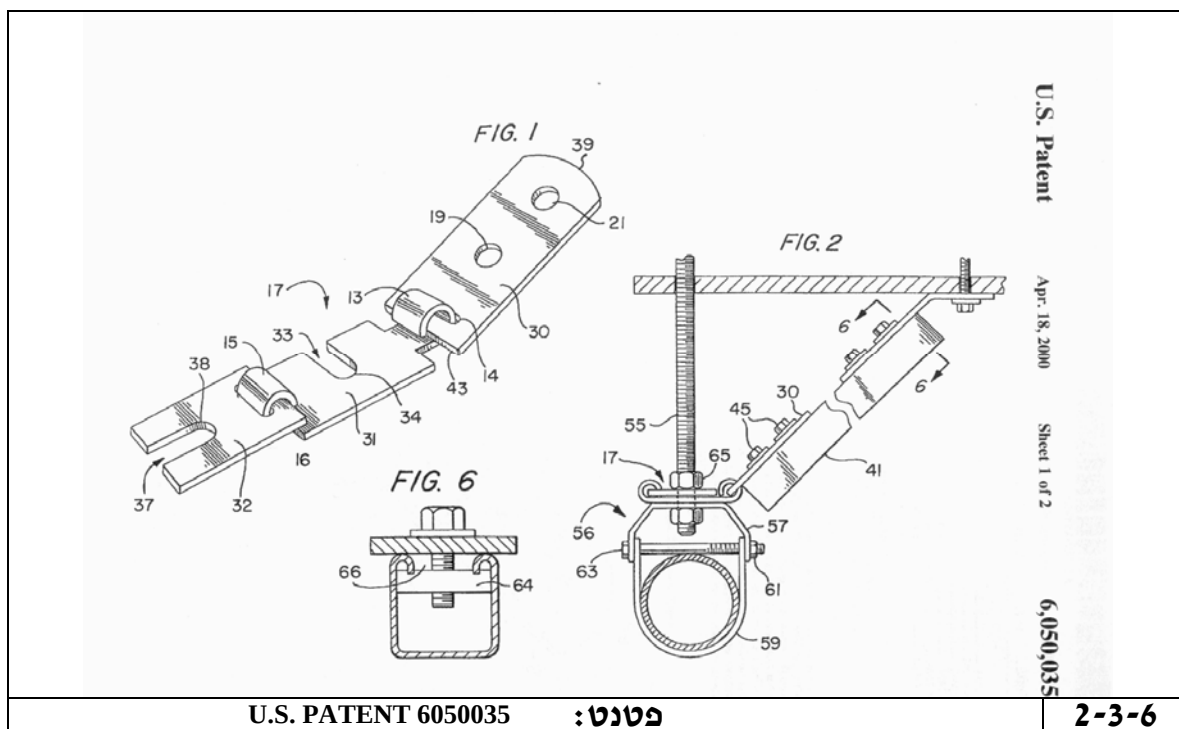


בשלב ראשון מבצעים את התלייה ומשאירים את האום # 65 גבוה.

בשלב הרכבת המערכת לרעידת אדמה יהיה ניתן להכניס את אביזר החיבור דרך החרץ # 33 כאשר # 32 עדיין פתוח.

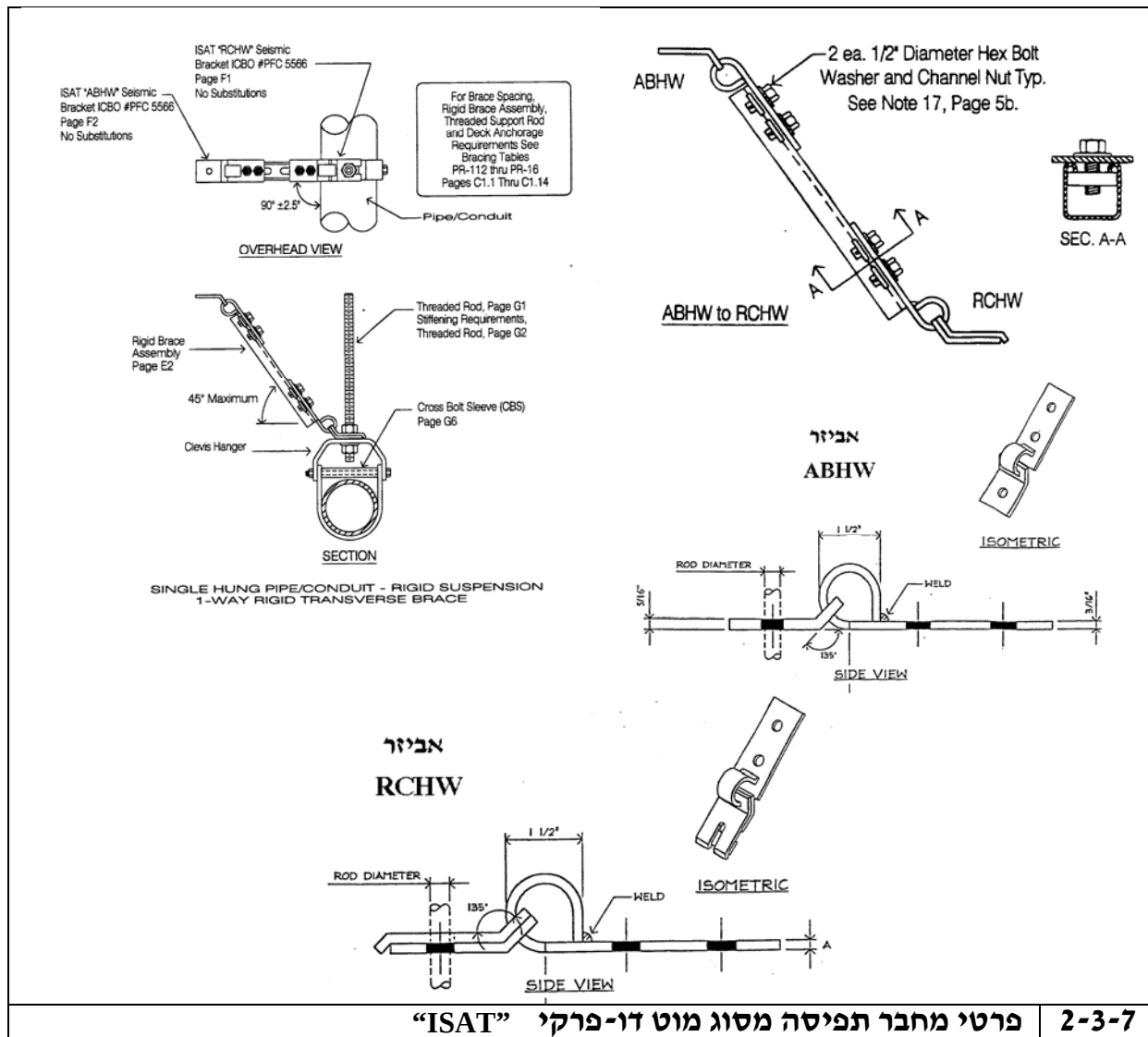
לאחר מכן סובבים את # 32 והחרץ # 37 ננעל במוט ההברגה של התלייה.

בסוף מבריגים את האום # 65 שמהדק את החיבור.

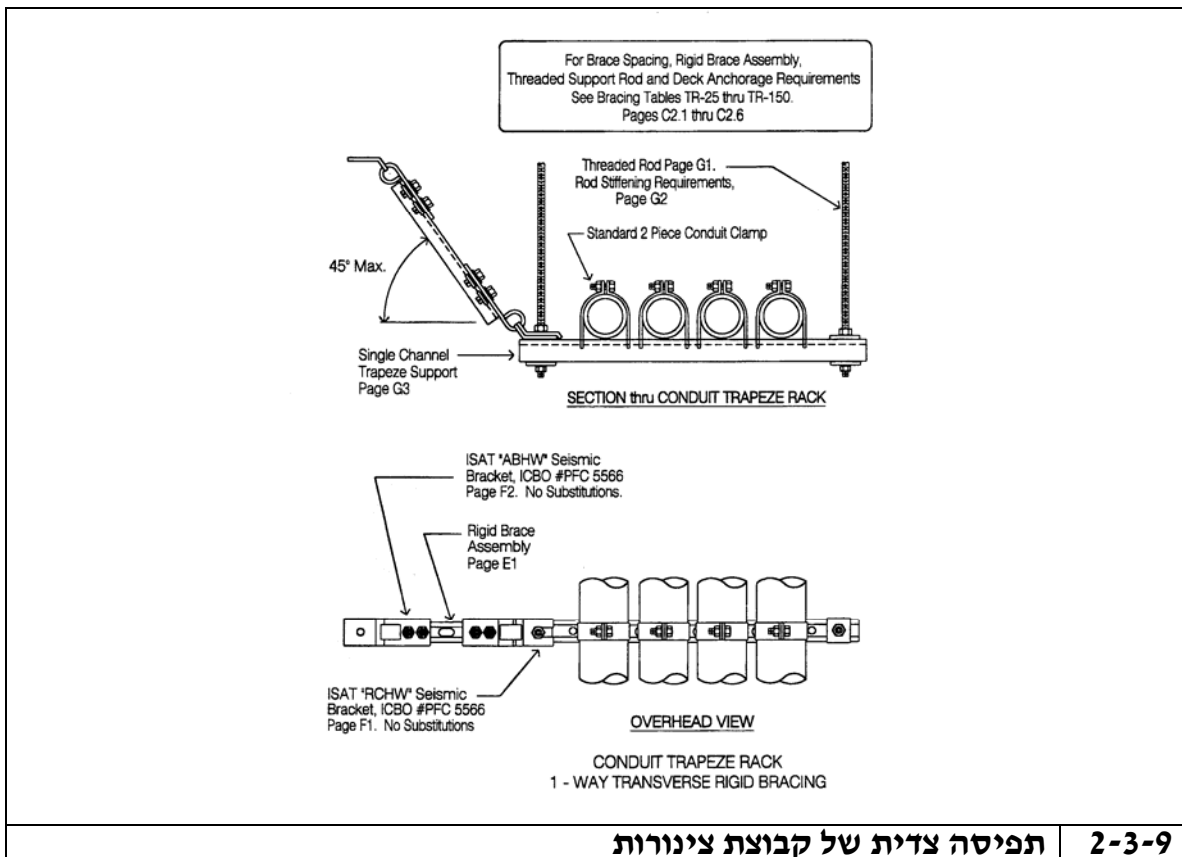
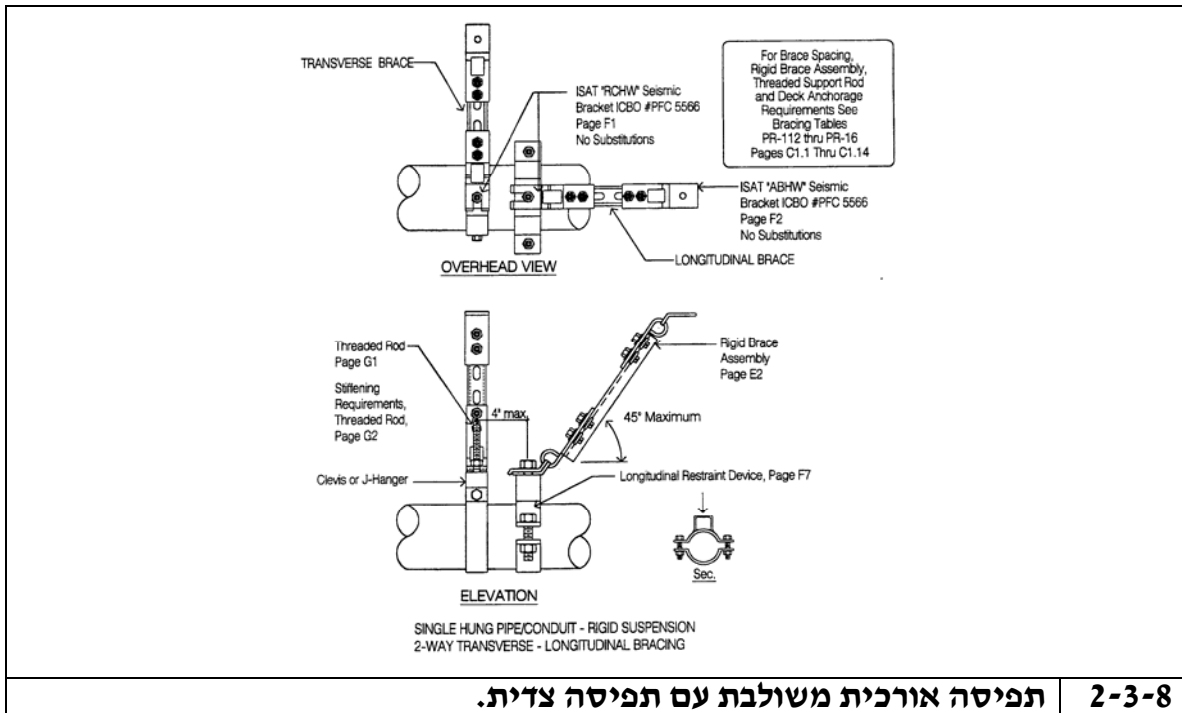


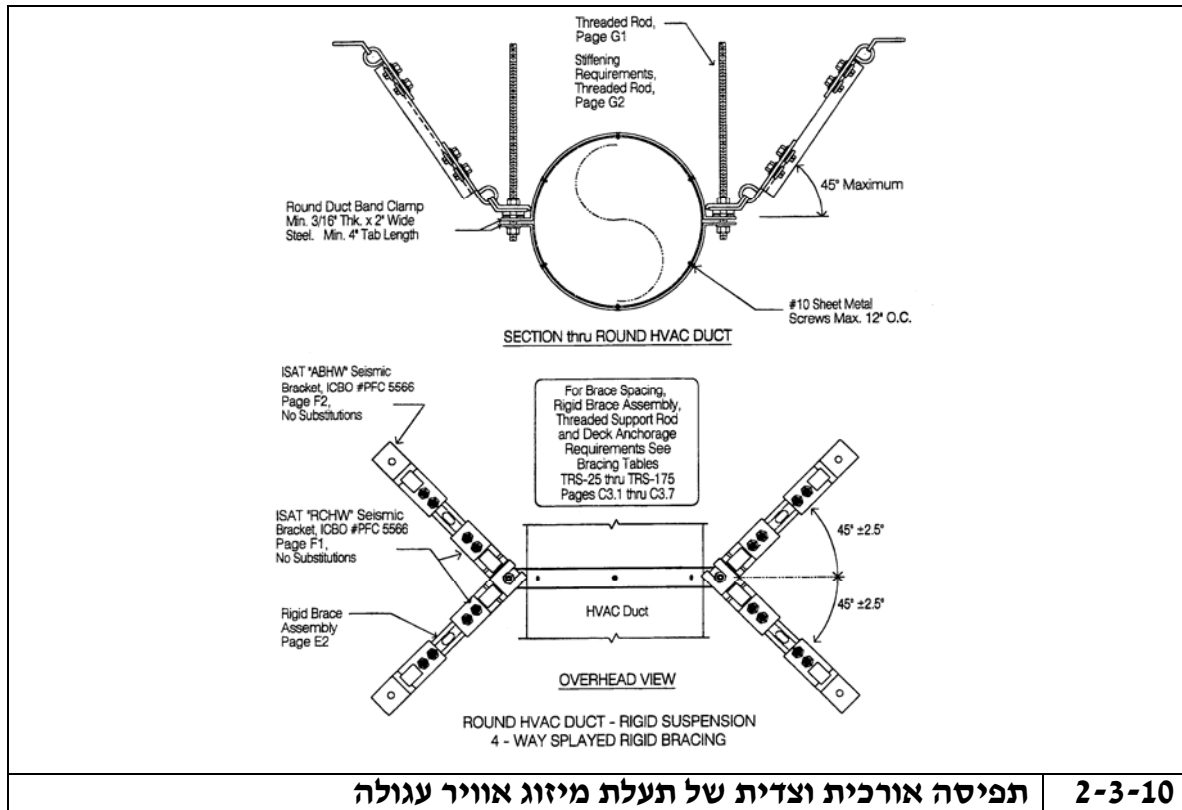
2-3-6

באיור 2-3-7 מתוארת שיטת מוט דו-פרקי. יש לציין, שבשיטה המתוארת, אביזר החיבור חייב להיות מושחל לבורג התליה לפני ביצוע התליה.



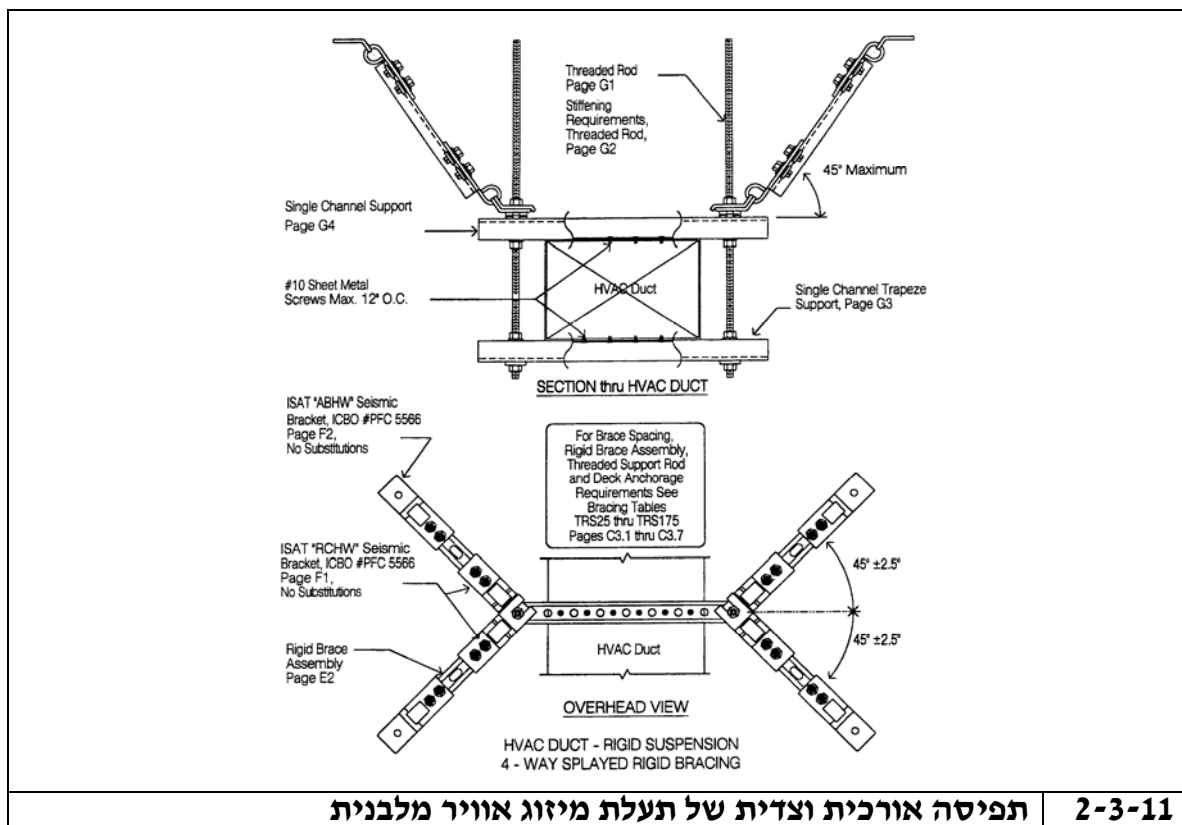
באיורים הבאים ניתן למצוא תפיסות טיפוסיות, תוך שימוש באביזרים מהסוג של איור 2-3-7, לתפיסה אורכית משולבת עם תפיסה צדית (איור 2-3-8), לתפיסה צדית של קבוצת צינורות (איור 2-3-9), לתפיסה אורכית וצדית של תעלת מיזוג אוויר עגולה (איור 2-3-10), לתפיסה אורכית וצדית של תעלת מיזוג אוויר מלבנית (איור 2-3-11).





תפיסה אורכית וצדית של תעלת מיזוג אוויר עגולה

2-3-10



תפיסה אורכית וצדית של תעלת מיזוג אוויר מלבנית

2-3-11

בשני האיורים הבאים ניתן לראות פרטים מהסוגים שצוינו קודם מבוצעים בפועל בבית חולים בפנורמה סיטי (קליפורניה).



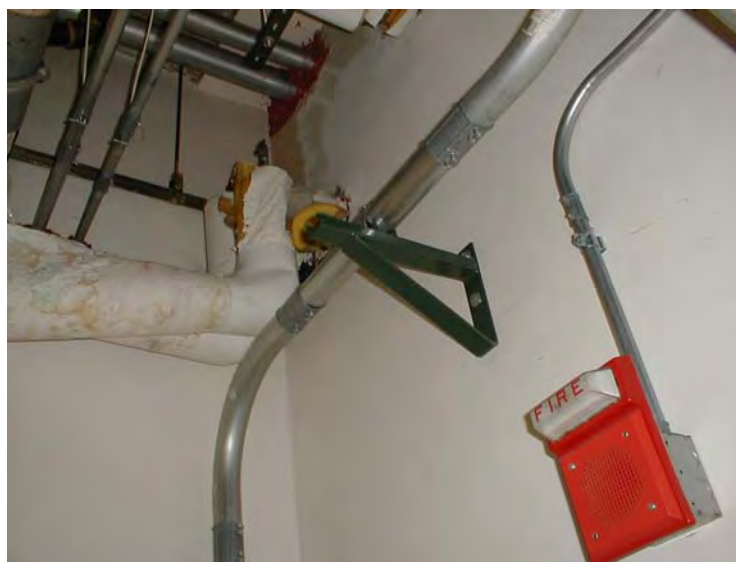
תפיסה אורכית של זוג צינורות בית חולים קייסר פרמננטה - פנורמה סיטי. (מרץ 2004)	2-3-12
---	----------------------



תפיסה צדית של תעלה בחדר מכונות בית חולים קייסר פרמננטה - פנורמה סיטי. (מרץ 2004)	2-3-13
--	----------------------

כמעט כל המקרים של תפיסת קווים אופקיים בתוך בניינים ניתן (ומומלץ) לפתור על ידי שימוש בכבלים או מוטות דו-פרקיים.

במקרים של קטעי מערכת חיצונים ו-/או אנכיים, כאשר אין תקרות בקרבת מקום, שיטות התפיסה על ידי כבלים או על ידי מוטות דו-פרקים אינן (ברוב המקרים) רלוונטיות ויש לעשות שימוש במוטות רתומים למבנה כמו בדוגמאות של האיורים הבאים.



תפיסה של צנרת על ידי מוט רתום לקיר.
בית חולים קייסר פרמננטה - פנורמה סיטי. (מרץ 2004)

2-3-14



תפיסה של צנרת על ידי מוט רתום לקיר.
בית חולים קייסר פרמננטה - פנורמה סיטי. (מרץ 2004)

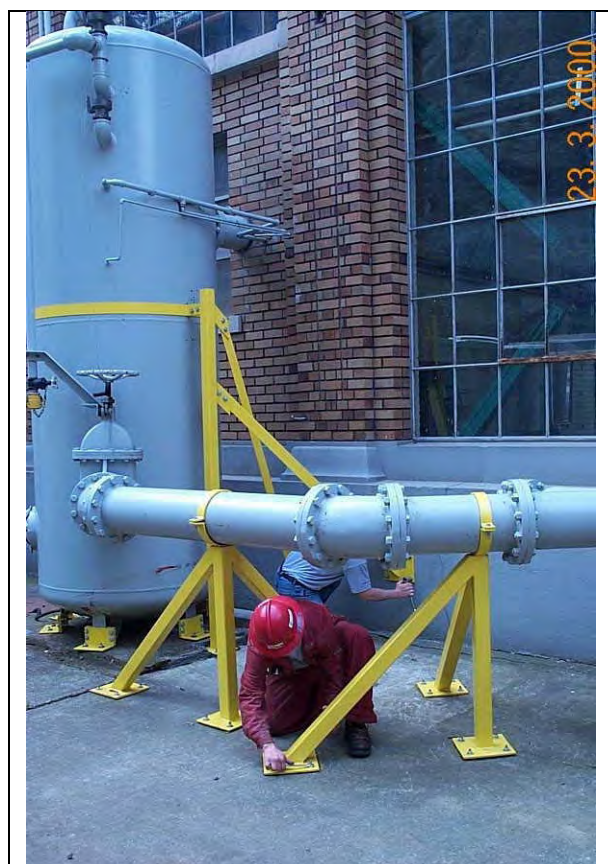
2-3-15

צנרת המותקנת בצמוד לקיר ניתנת לתפיסה ישירה לקיר על ידי חבקים או באמצעות תיווך של פרופיל תעלה (אוניסטרט) שמחובר לקיר כמו באיורים הבאים.



תפיסה של צנרת ותעלות מיזוג אוויר לקיר.
בית חולים קייסר פרמנטה - פנורמה סיטי. (מרץ 2004)

2-3-15



תפיסת קו מערכת חיצוני

2-3-17

מקרים מסוימים מחייבים יצירת התקנים מיוחדים כמו בדוגמא של איור 2-3-17.

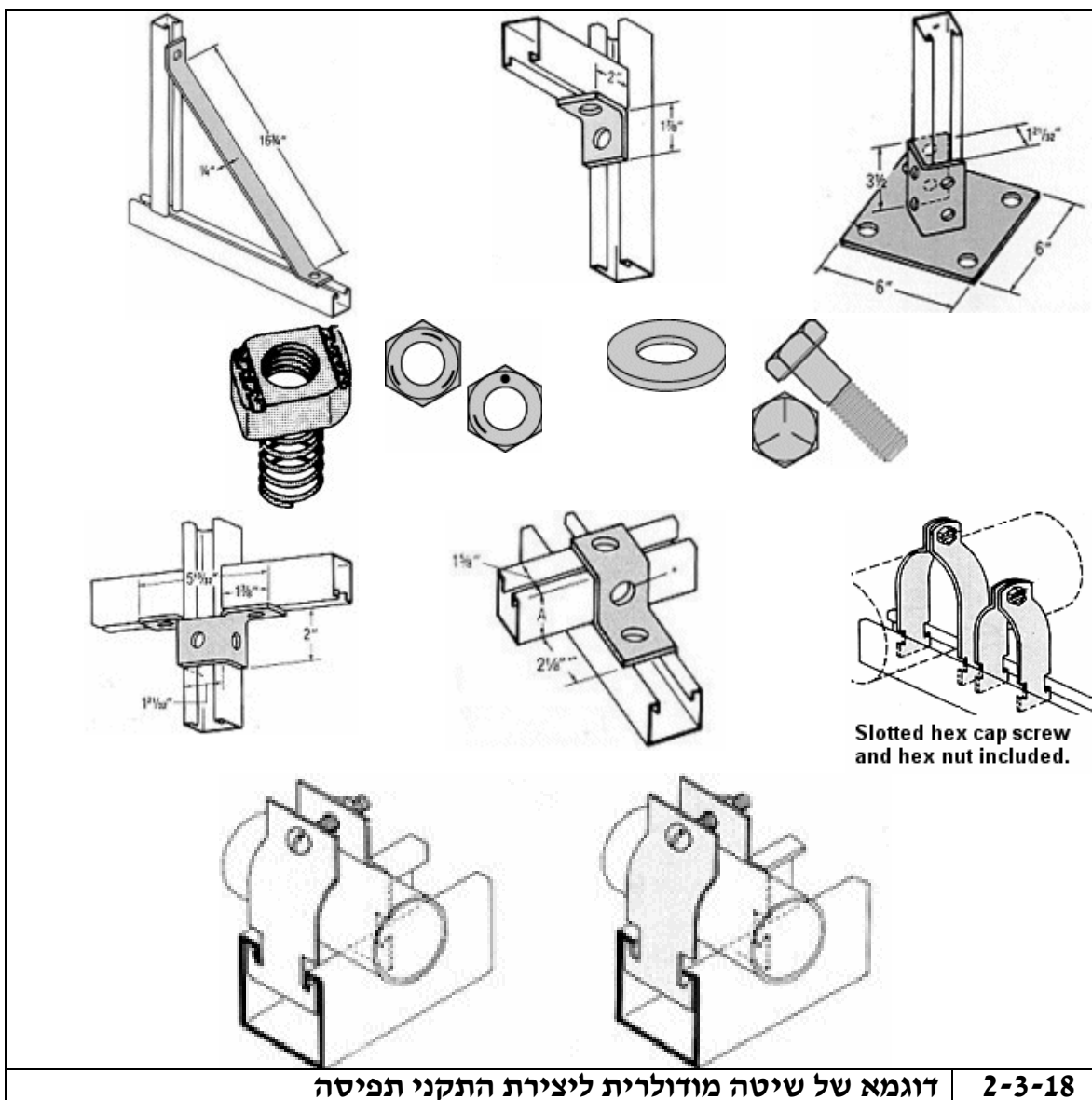
התקנים אלה יכולים על פי הצרכים לקבל מימדים גדולים, וגם כך להשיג מענה לצורך בתפיסת ציודים לא מוחזקים שלא ניתן לקבע לרצפה.



מסגרות מתכת לצורך תפיסה של ציודים וקווי מערכות.
בית חולים קייסר פרמנטה - פנורמה סיטי. (מרץ 2004)

2-3-16

את המתקנים המיוחדים ניתן לייצר במסגרות או ניתן לבנותם תוך שימוש בשיטות מתועשות מודולריות (איור 2-3-18). אימוץ של אחת השיטות מומלץ על מנת לתת פתרון למצבים השונים.



2-3-18 דוגמא של שיטה מודולרית ליצירת התקני תפיסה

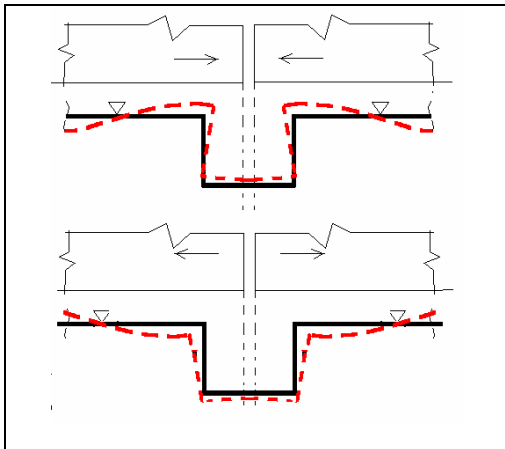
קיימים מצבים של קווים חיצוניים (למבנים) בהם תפיסתם למניעת נזק בזמן רעידת אדמה הנה משימה כה מורכבת שנדרש להקים עמודים מרחביים מחוזקים מפרופילי פלדה.

2-4

אמצעים להגמשת קווי צנרת במעברים וחיבורים לציוד גמיש

מטרת הטיפול הינה למנוע נזק בצנרת כתוצאה מתזוזה יחסית בין שתי נקודות תפיסה קרובות של הקו. התזוזה היחסית יכולה להיווצר:

- א - אם הקו עובר ממבנה למבנה (או בין גושים שונים ביניהם קיימת הפרדה סטרוקטורלית)
- ב - אם הקו עובר בין תקרות של מבנה ביניהם קיימת תזוזה יחסית גדולה (התופעה נדירה היכולה להיווצר רק במקרה של קומה גמישה וקו אנכי מאד קשיח)
- ג - אם הצנרת מחוברת לציוד גמיש, ולציוד (בזמן רעידת אדמה) תהיה תזוזות יחסית למבנה (לקומה בה הציוד נמצא)

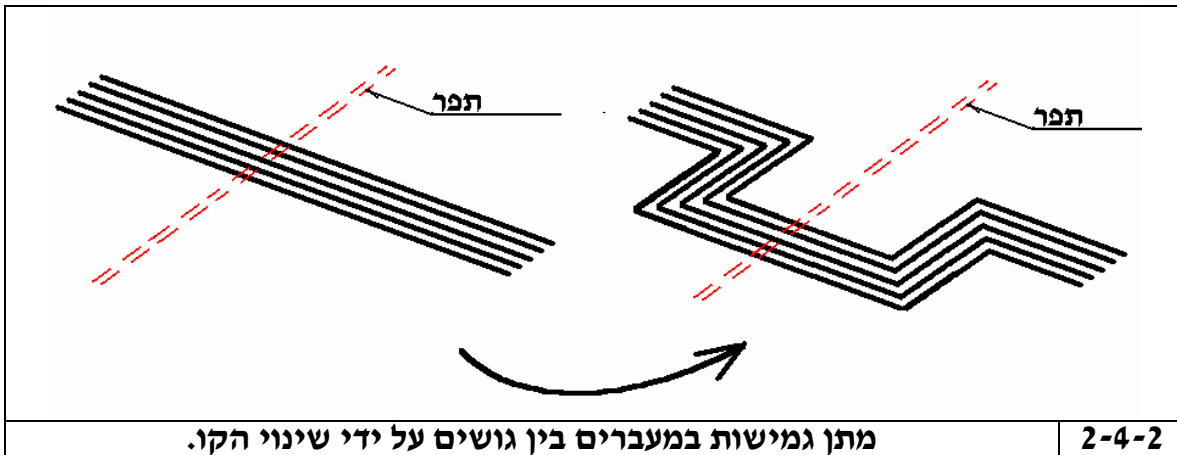


2-4-1 מתן גמישות במעברים בין גושים על ידי שינוי הקו.

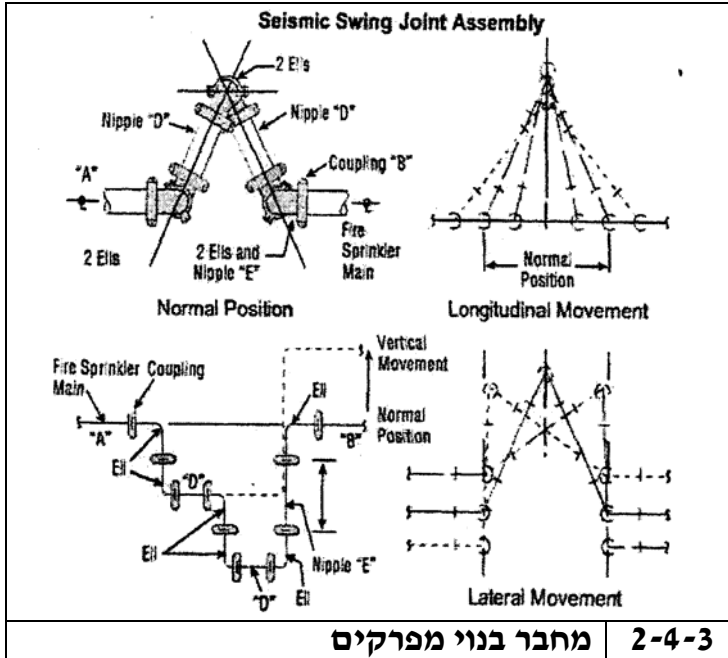
אמצעי ראשון למתן גמישות הנו על ידי ייצוב הקו עצמו (ראה איור 2-4-1) במטרה לגרום לכך שהקו יהיה מספיק גמיש בין התפיסות כדי ללוות את התזוזות בלי להינזק.

פיתרון מסוג זה דורש בדיקה של מאמצים (ורכיזי המאמצים בנקודות תורפה) עבור תזוזות יחסיות בכל הכיוונים.

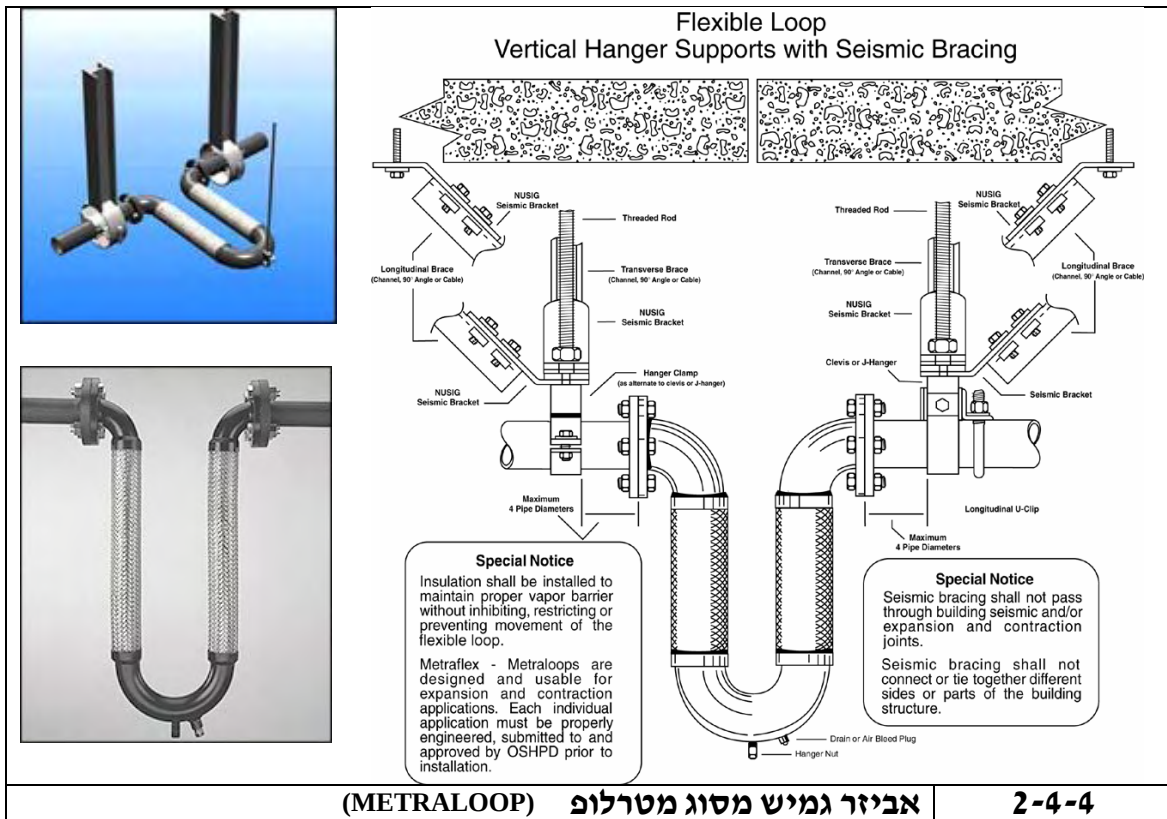
ייזום הפתרון יכול ליצור בעיות במקרה של צפיפות מערכות (בגין חוסר מקום) במיוחד כאשר קטרי הצנרת גדולים. (ראה איור 2-4-2)



2-4-2 מתן גמישות במעברים בין גושים על ידי שינוי הקו.

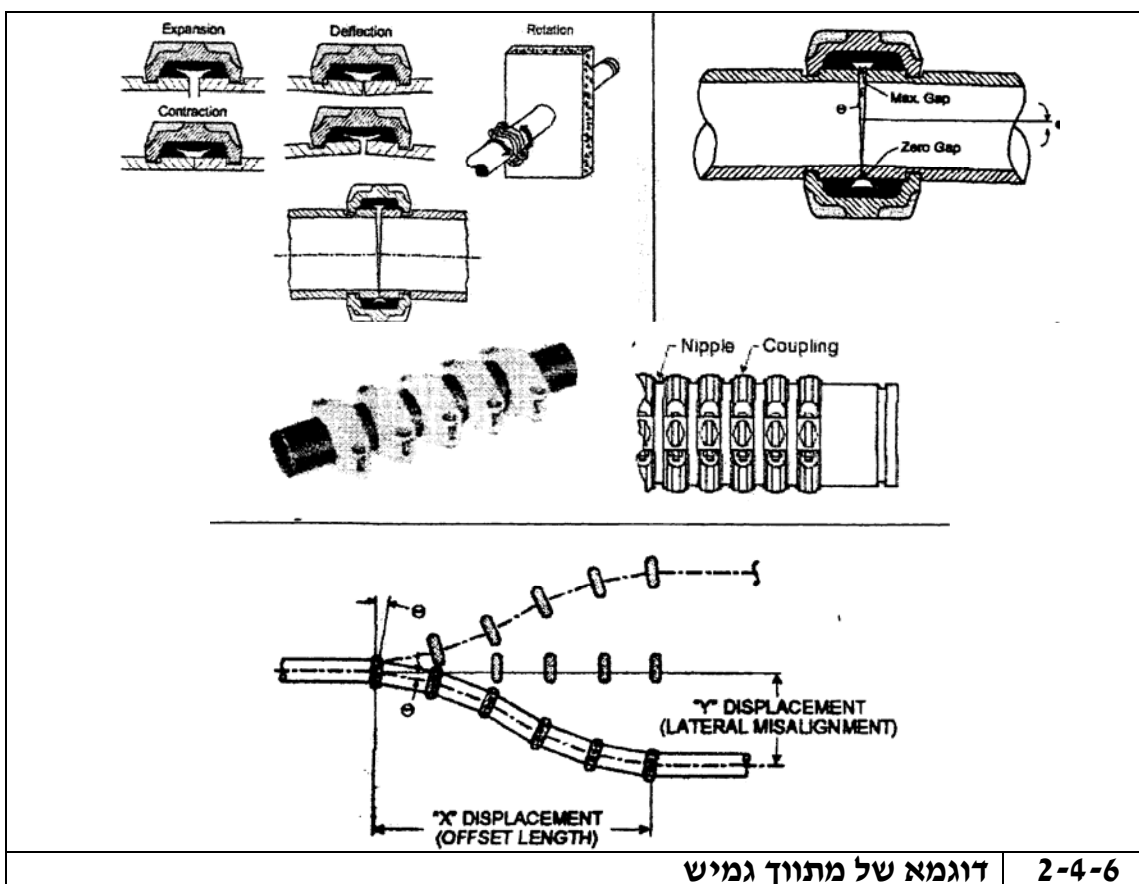


אלטרנטיבה רצויה הנה שילוב של מחברים גמישים. באיור 2-4-3 מתואר מחבר בנוי על ידי פרקים. השימוש בו מאפשר לספוג תזוזות יחסיות גדולות, אבל קיימת בעיה של התאמה במקרה של צפיפות מערכות. באיורים 2-4-4 ו- 2-4-5 מתוארת אלטרנטיבה נוספת של אביזר מגמיש. האביזרים (מתווכים) מהסוג המופיע באיור 2-4-6 מספקים פתרון אופטימלי למקרי צפיפות מערכות.



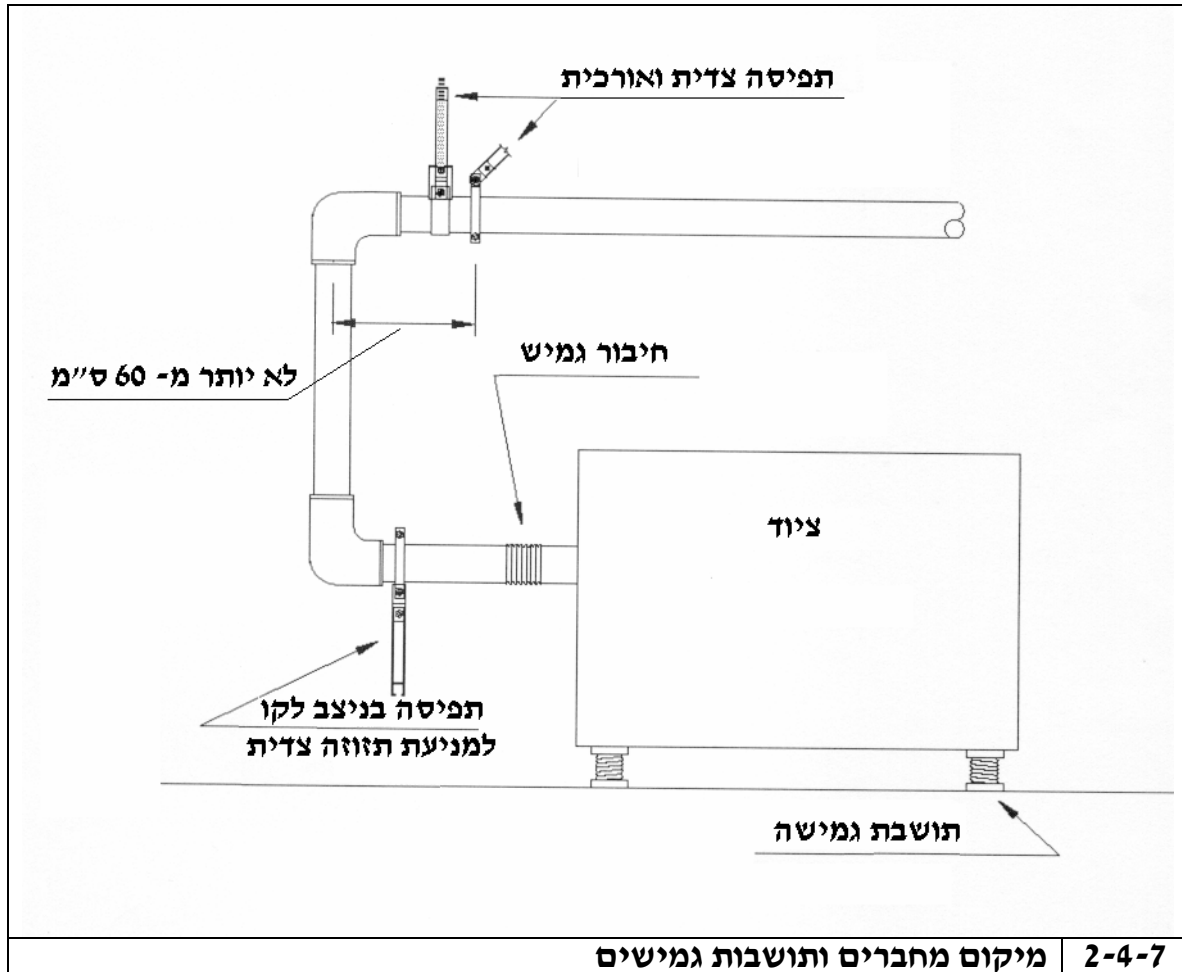


2-4-5 אביזר גמיש מסוג מטרלופ (METRALOOP)



2-4-6 דוגמא של מתווך גמיש

התזוזות של ציוד מכני המורכב על תושבות גמישות (קפיצים או אחרות) בזמן רעידת אדמה גורמים לנזק בזמן רעידת אדמה בחיבורים של המערכות לציוד. יש להוסיף חיבורים גמישים בצמוד לחיבור של כל קו מערכת לציוד. (ראה איור 2-4-7)

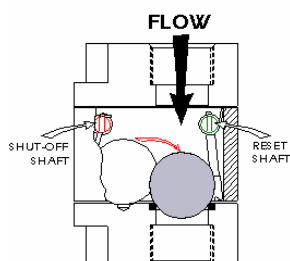


2-5

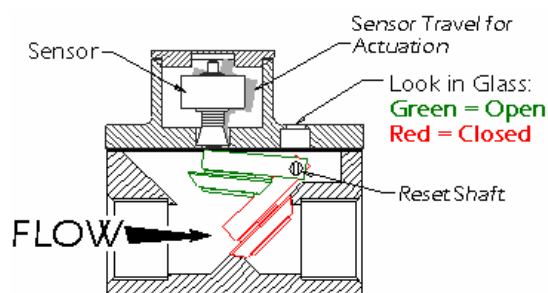
מניעת נזק באמצעות ניתוק מערכות בזמן רעידת אדמה

כול האמצעים לחיזוק קווי אספקה נכונים גם לקווים שמובילים גזים. לקווי אספקה של גזים דליקים או רעילים פוטנציאל נזק רב. מיקום של פגיעה נקודתית (לרוב בגין סדק הנובע מריכוזי מאמצים בסמוך לחיבורים) קשה מאוד לאיתור. שילוב של שסתום סגירה אוטומטית בתחילת הקו מונע המשך פליטת הגז הרעיל ו- או דליק עד לאחר עריכת בדיקת תקינות הקו.

קיימים שני סוגים של שסתומים סיסמיים (אוטומטיים): שסתומים רגילים שמופעלים על ידי גלאי רעידות ושסתומים עצמאיים הכוללים בתוכם את מנגנון זיהוי הרעידה. המנגנון של השסתומים העצמאיים מתואר באיורים 1-5-2 בשתי אלטרנטיבות: לשילוב בקו אופקי ולשילוב בקו אנכי.



שסתום הממוקם בקטע קו אנכי עם זרימה יורדת



שסתום הממוקם בקטע קו אופקי

2-5-1 תאור של מנגנונים של שסתומים סיסמיים אוטומטיים עצמאיים

סעיף 3

**בדיקה ותכנון של חיזוקים לרכיבי ציוד וקווי
מערכות**

תכן חיזוקים של רכיבי ציוד להטרחת סיסמית
תכן חיזוקים של קווי מערכות להטרחת סיסמית

3-1
תכן חיזוקים של רכיבי ציוד להטרחת סיסמית

3-1-1
קביעת הכוח האופקי הסטטי-אקווילנטי הפועל על יחידת ציוד F_p

הכוח האופקי הסטטי-אקווילנטי F_p לצורך בדיקת עמידות הרכיב יחושב ע"פי נוסחא (1):

$$(1) \quad F_p = k R_p Z W_p$$

כאשר:

k : מקדם הפחתה

R_p : מקדם הגברה בגין גמישות הרכיב והמבנה

Z : מקדם תאוצת קרקע אופקית חזויה

W_p : משקל כולל של הרכיב

כאשר kR_p הינה פונקציה של :

T_p : זמן מחזור של הרכיב.

T_0 : זמן מחזור ראשי של המבנה בו נמצא הרכיב.

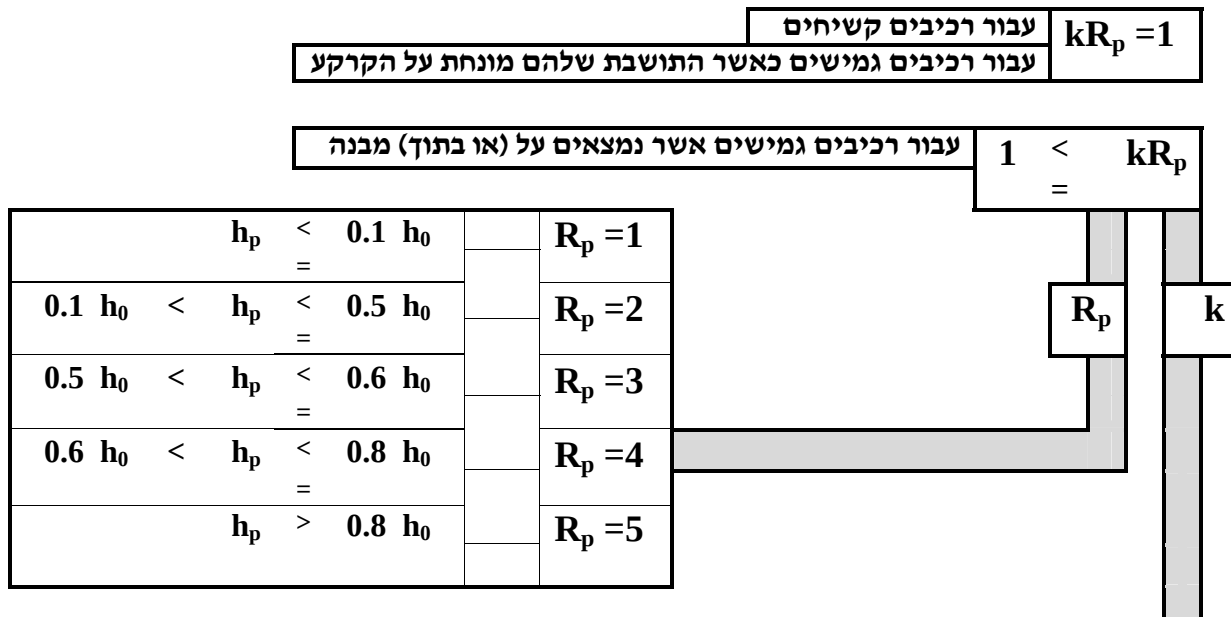
h_p : גובה מרכז כובד של הרכיב ביחס לביסוס המבנה

h_0 : גובה המבנה (מהביסוס ועד הגג האחרון)

$$\text{כאשר:} \quad 1 \leq k \leq 1 \quad \text{ו} \quad 1 \leq kR_p \leq 5$$

רכיב קשיח מוגדר כרכיב שזמן המחזור הראשי שלו קטן מ: 0.05 שניות.
רכיב גמיש מוגדר כרכיב שזמן המחזור הראשי שלו גדול מ: 0.05 שניות.

במידה ולא מבצעים אנליזה מדויקת יותר, בדיקה ותכן חיזוקים של הרכיבים בטיפול תבוצע לפי:



k		T _p : זמן מחזור של הרכיב. (שניות)															
		?	.05	.10	.2	.3	.4	.5	.6	.9	1.0	1.2	1.5	1.6	2.0	2.4	3.2
T ₀ : זמן מחזור של מבנה. (שניות)		?	0.50	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		3.00	2.00	1.00	0.80	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	?	0.54	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	.05	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	.1	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	.2	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	.3	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	.4	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	.5	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	.6	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	.9	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	1.0	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	1.2	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	1.5	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	1.6	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	2.0	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	2.4	0.54	0.66	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	3.2	0.54	0.43	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	3.6	0.54	0.32	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	4.0	0.48	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	6.0	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

טבלה לקביעת מקדם הפחתה: k

3-1-1

לצורך בדיקה ותכן של חיזוקים של ציוד בבתי חולים בכל תחומי מדינת ישראל יילקח :

$$Z = 0.3$$

לסיכום, הכח האופקי הסטטי אקווילנטי הפועל על הרכיב ייקבע לפי:

$F_p = 0.3 W_p$		עבור רכיבים קשיחים:
אם: $h_p \leq 0.1 h_0$	$F_p = 0.3 k W_p$	$F_p \geq 0.3 W_p$ k : לפי טבלה באיור 3.3.1
אם: $0.1 h_0 < h_p \leq 0.5 h_0$	$F_p = 0.6 k W_p$	
אם: $0.5 h_0 < h_p \leq 0.6 h_0$	$F_p = 0.9 k W_p$	
אם: $0.6 h_0 < h_p \leq 0.8 h_0$	$F_p = 1.2 k W_p$	
אם: $h_p > 0.8 h_0$	$F_p = 1.5 k W_p$	

כוח אנכי סטטי אקווילנטי הפועל על הרכיב ייקבע לפי: $F_v = \pm 0.1 W_p$

שים לב! רכיבים מיוחדים (פרטי ציוד מורכבים מחלקים שאינם מחוברים ביניהם בצורה קשיחה כגון מנגנונים מיוחדים למיניהם) מחייבים אנליזה דינמית ע"מ לבדוק את התנהגותם בעת אירוע סייסמי.

3-1-2

קביעת זמן מחזור של הרכיב: T_p

עבור רכיבים בעלי דרגת חופש תנועה 1, ניתן לעשות שימוש בנוסחאות של איור 3-1-2. את החישוב של הקשיחות ניתן לבצע בהתאם לתכונות הרכיב או בצורה אמפירית. באיור 3-1-3 דוגמאות של קביעת זמן מחזור עצמי (ראשי) עבור רכיב.

ביחידות טכניות:

$[\tilde{F}] = \text{kg}$ $\tilde{K} = \frac{\tilde{F}}{\Delta}$
 $[\tilde{K}] = \text{kg/m}$
 $[\tilde{W}] = \text{kg}$
 $[T_p] = \text{s}$

$T_p = 2\pi \sqrt{\frac{\tilde{W}}{\tilde{K} g}} \approx 2 \sqrt{\frac{\tilde{W}}{\tilde{K}}}$

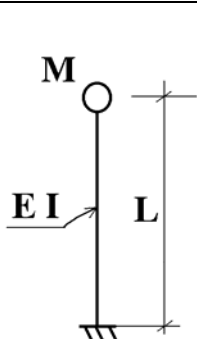
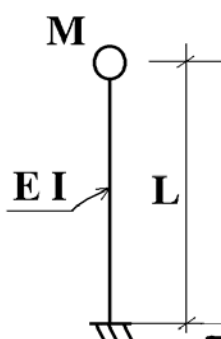
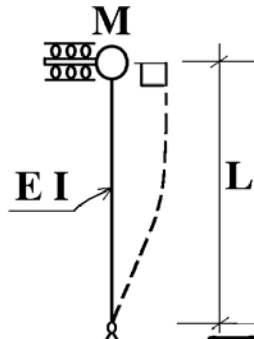
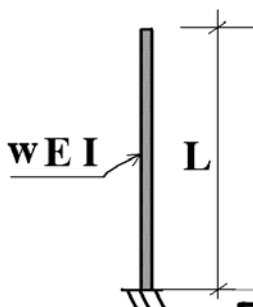
$[F] = \text{N}$
 $[K] = \text{N/m}$
 $[M] = \text{kg}$
 $[T_p] = \text{s}$

$T_p = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$

" $\tilde{W}$ " = "M"
 $\tilde{K} g = K$

נוסחאות לקביעה של זמן מחזור של הרכיב: T_p

3-1-2

 $\Delta = \frac{\tilde{F} L^3}{3 E I}$ $\tilde{K} = \frac{\tilde{F}}{\Delta} = \frac{3 E I}{L^3}$ ביחידות טכניות !!! [M] = kg [L] = m [E] = kg/m² [I] = m⁴ $2 \sqrt{\frac{M}{\tilde{K}}} = T_p = 1.15 \sqrt{\frac{M L^3}{E I}}$		
 $T_p = 1.15 \sqrt{\frac{M L^3}{E I}}$	 $T_p = 1.15 \sqrt{\frac{M L^3}{E I}}$	 $T_p = 0.56 \sqrt{\frac{w L^4}{E I}}$
3-1-3 דוגמאות של זמן מחזור עצמי (ראשי) עבור רכיב T_p		

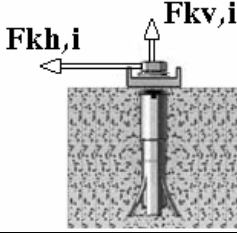
3-1-3

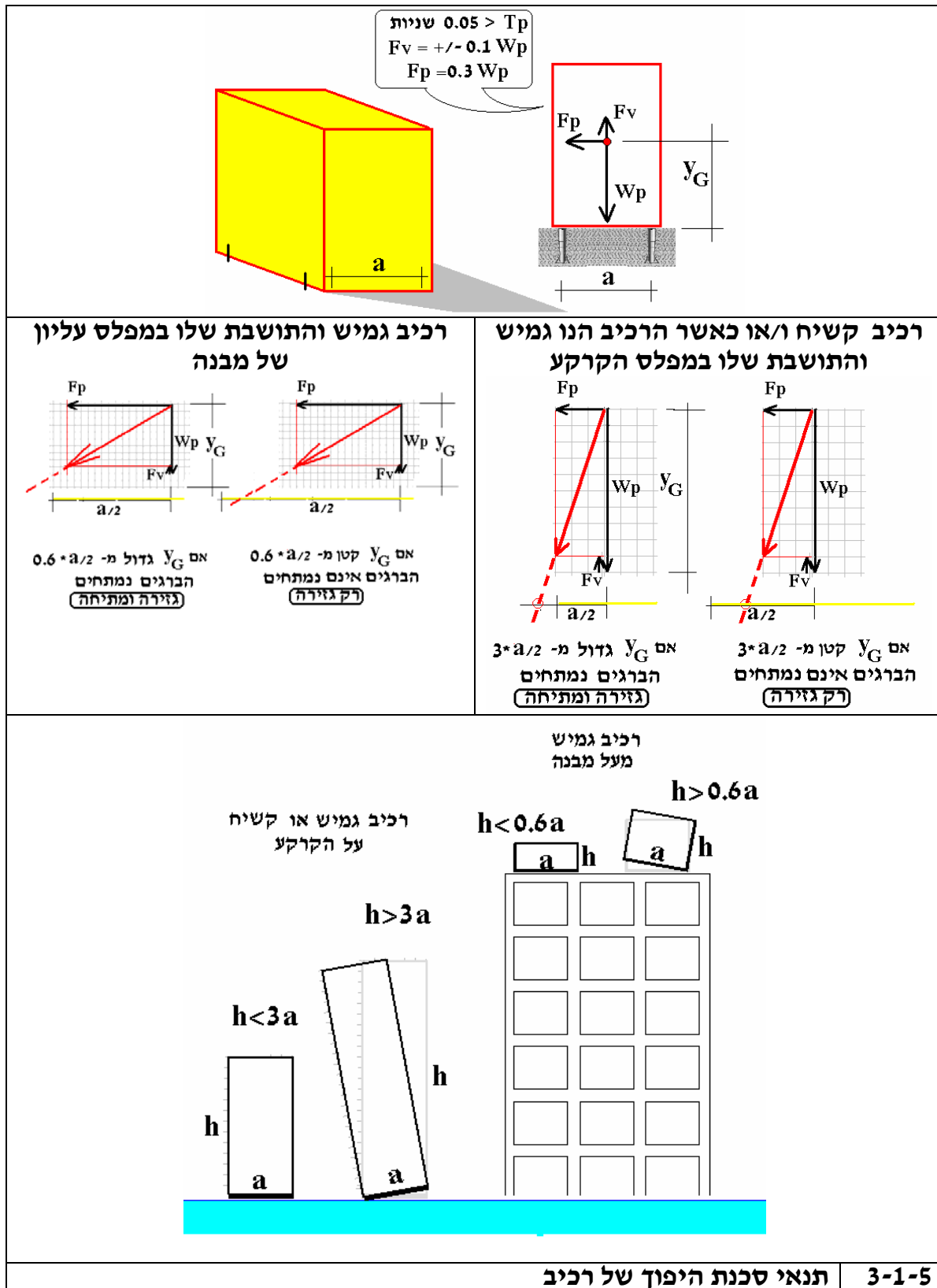
קביעת הטרחה מותרת בחיבור : $F_{all,i}$

אין לקחת בחשבון שום תרומה של החיכוך בין רכיב לתושבתו . לצרכי הבדיקה ,
ההטרחה במלואה תילקח כמופעלת אך ורק על החיבורים המכניים.

החיבורים של רכיבי ציוד חדשים (או חיבורים חדשים של רכיבים קיימים) יבוצעו באמצעות ברגים מתאימים לגודל ההטרחה. יהיה ניתן לאמץ (לצורך בדיקת עמידות החיבור החדש) הערכים המותרים הנקובים בהוראות היצרן (קטלוג) מוגדלים ב-30%.

בבדיקת של חיבורים קיימים שלגביהם אין תיעוד מפורט ומאושר, יש להתבסס על ההטרחות המותרות (שמרניות) המופיעות באיור 3-1-4 .

פין הברגה קיים מעוגן בבטון		בורג בטון קיים		בורג כימי קיים	
קוטר מוט mm	$F_{all,i}$ kg	קוטר אופייני של הדיבל mm	$F_{all,i}$ kg	קוטר הבורג mm	$F_{all,i}$ kg
6	90	6	200	6	200
8	150	8	400	8	400
10	250	10	600	10	600
12	350	12	1,000	12	1,000
14	450	$(F_{all,i})^2 > (F_{kh,i})^2 + (F_{kv,i})^2$ 			
16	600				
>18	750				
3-1-4		הטרחות מותרות לחיבור קיים לגביו אין תיעוד מפורט			
		$F_{all,i}$			



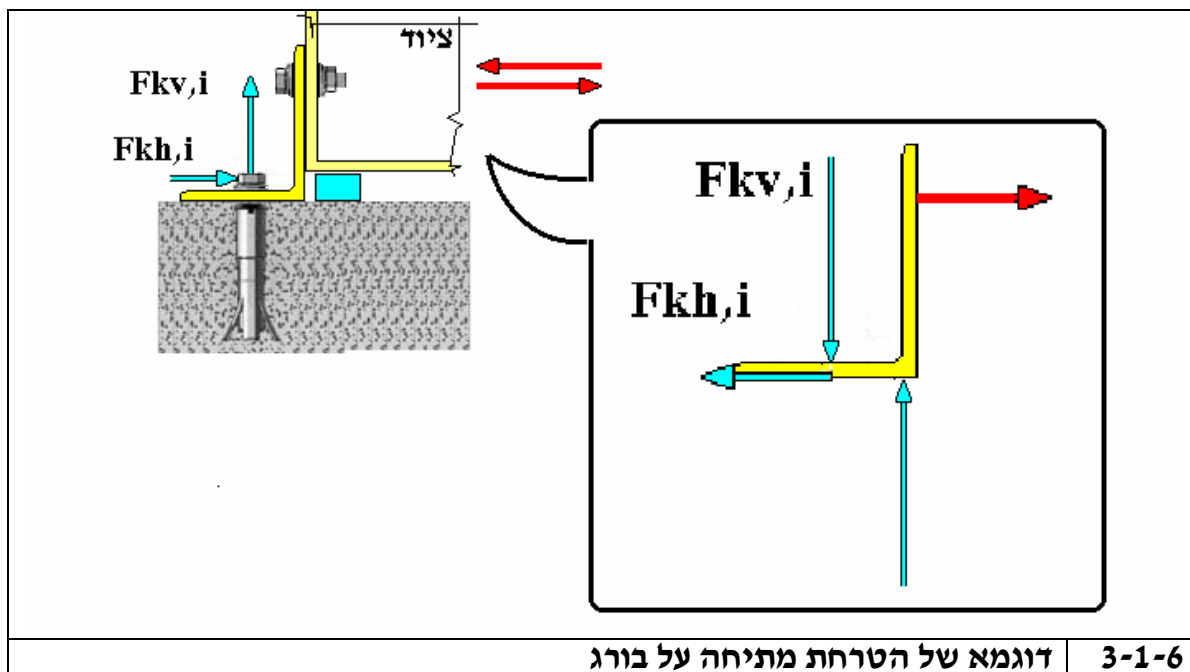
: אם גובה הרכיב קטן מ- 3 פעמים רוחב הרכיב- במקרים הרגילים של רכיב קשיח לא צפויה מתיחה של ברגי חיבור (לבסיס) בעת רעידת אדמה (ראה איור 3-1-6).

הנמצאים על גג בנין, יכולה להופיע מתיחה גם כאשר במקרים של רכיבים גמישים גובה הרכיב כ- 60% מרוחב הרכיב, כאשר:

$$F_p = 1.5 W_p$$
(ראה תת-סעיף : 3-1-1)

מכל האמור קודם, עבור רכיבים קשיחים שאינם תמירים ההטחה על הברגים תהיה לרוב של גזירה.

יש מצבים בהם לא קיימת נטייה להיפוך, ולעומת זאת יכולה להופיע מתיחה כתוצאה מסוג המחבר, כמו בדוגמא של איור 3-1-6.



3-2

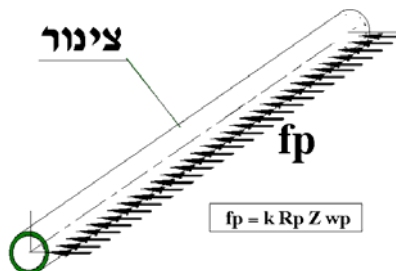
תכן חיזוקים של רכיבים קוויים להטרחת סיסמית

3-2-1

קביעה של הכוח האופקי הסטטי-אקווילנטי f_p הפועל על רכיב קווי

תכן של קו מערכת מבוסס על אותם עקרונות שפורטו בתת-סעיף 3-1 עבור יחידות ציוד.

הכוח האופקי הסטטי-אקווילנטי f_p לצורך בדיקת עמידות הקו יחושב ע"פי נוסחא (2):



$$[f_p] = \text{N/m (kg/m)} \quad (2) \quad f_p = k R_p Z w_p$$

k : מקדם הפחתה לפי טבלה באיור 3-2-0

R_p : מקדם הגברה בגין גמישות הקו והמבנה לפי איור 3-2-0.

Z : מקדם תאוצת קרקע אופקית חזויה

w_p : משקל פונקציונלי (כולל תכולה) של הקו ליחידת אורך של הקו

כאשר: $k R_p$

הנה פונקציה של :

T_p : זמן מחזור העצמי הראשי של הקו.

T_0 : זמן מחזור ראשי של המבנה בו נמצא הרכיב.

h_p : גובה של הקו ביחס לביסוס המבנה.

h_0 : גובה המבנה (מהביסוס ועד הגג האחרון)

כאשר:

$$1 \leq k \leq 1 \quad \text{ו} \quad 1 \leq k R_p \leq 5$$

מוגדר כרכיב שזמן המחזור הראשי שלו אינו גדול מ: 0.06 שניות. קו קשיח

מוגדר כרכיב שזמן המחזור הראשי שלו גדול מ: 0.06 שניות. קו גמיש

k	זמן מחזור של הקו. (שניות): T_p						
	?	≤ 0.06	0.10	0.15	0.20	0.25	≥ 0.30
זמן מחזור של מבנה (שניות): T_0	?	1.00	0.20	1.00	1.00	1.00	1.00
	≤ 0.50	1.00	0.20	0.35	0.52	0.68	1.00
	0.55	1.00	0.20	0.48	0.62	0.74	1.00
	0.60	1.00	0.20	0.61	0.72	0.80	1.00
	0.65	1.00	0.20	0.74	0.82	0.86	1.00
	0.70	1.00	0.20	0.87	0.91	0.93	1.00
	≥ 0.75	1.00	0.20	1.00	1.00	1.00	1.00
	?	≤ 0	0.10	0.15	0.20	0.25	≥ 0

$R_p=1$	—	$h_p \leq 0.1 h_0$
$R_p=2$	—	$0.1 h_0 < h_p \leq 0.5 h_0$
$R_p=3$	—	$0.5 h_0 < h_p \leq 0.6 h_0$
$R_p=4$	—	$0.6 h_0 < h_p \leq 0.8 h_0$
$R_p=5$	—	$h_p > 0.8 h_0$

kR_p לא קטן מ- 1 !!!

$f_p = (k R_p)(0.3 w_p)$

טבלה לקביעת מקדמי: kR_p עבור רכיבים קווים 3-2-0

בסעיף 3-2-2 ניתן למצוא דרכים מופשטות לקביעת זמן מחזור עצמי ראשי של קטע קו.

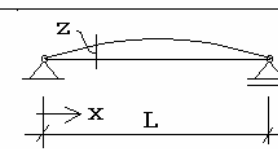
רוב הנזק הנגרם ברעידות אדמה בקווי אספקה נובע מתזוזה יתרה, שגורמת להתנגשויות בין קווים או להתנגשות בין קווים ורכיבים אחרים.

ברוב המקרים, המרחק בין נקודות תפיסה אופקית של הקו ייקבע בהתאם לצורך להגביל את התזוזה (בגין כפיפה בין תפיסות) בזמן רעידת אדמה ולא בהתאם לסיבולת של הצינור ו/ או סיבולת החיבורים. (תוך כדי "הגבלת זמן המחזור העצמי" של קו בתוך מבנה ע"י ציפוף תפיסות אנו מפחיתים את ההטחה ליחידת אורך).

3-2-2

קביעת זמן מחזור של קטע קו: T_p

את זמן המחזור העצמי של קטע קו בין 2 תפיסות נקבע ע"י ידי הנוסחה המופיעה באיור 3-2-1. למעט בקטעים זיזיים, לצורך קביעת זמני מחזור עצמיים, הטרחות בתפיסות וחישוב תזוזות יוזנה אפקט ההמשכיות.



$z = z(x, t)$

$\frac{\partial^4 z}{\partial x^4} + \frac{w}{EI} \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = 0$

$z(0, t) = z(L, t) = \frac{\partial^2 z(0, t)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 z(L, t)}{\partial x^2} = 0$

$z = A \left[\sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \right] \sin\left(2\pi t / T_n\right)$

$T_n = (1/n)^2 \left[\frac{2L^2}{\pi} \sqrt{\frac{w}{EI}} \right]$

$T_1 = T_p$

$$T_p = \frac{2L^2}{\pi} \sqrt{\frac{w}{EI}}$$

$[T_p] = s$
 $[w] = \text{kg/m}$
 $[E] = \text{N/m}^2$
 $[I] = \text{m}^4$
 $[L] = \text{m}$

$[T_p] = s$
 $[w] = \text{kg/m}$
 $[E] = \text{kg/m}^2$
 $[I] = \text{m}^4$
 $[L] = \text{m}$

$$T_p \approx 0.2 L^2 \sqrt{\frac{w}{EI}}$$

זמן מחזור ראשי של קו תפוס בקצוות

3-2-1

(על סמך הנתונים המופיעים באיור 3-2-3 ניתן לקבוע זמני מחזור למצבים שונים.)

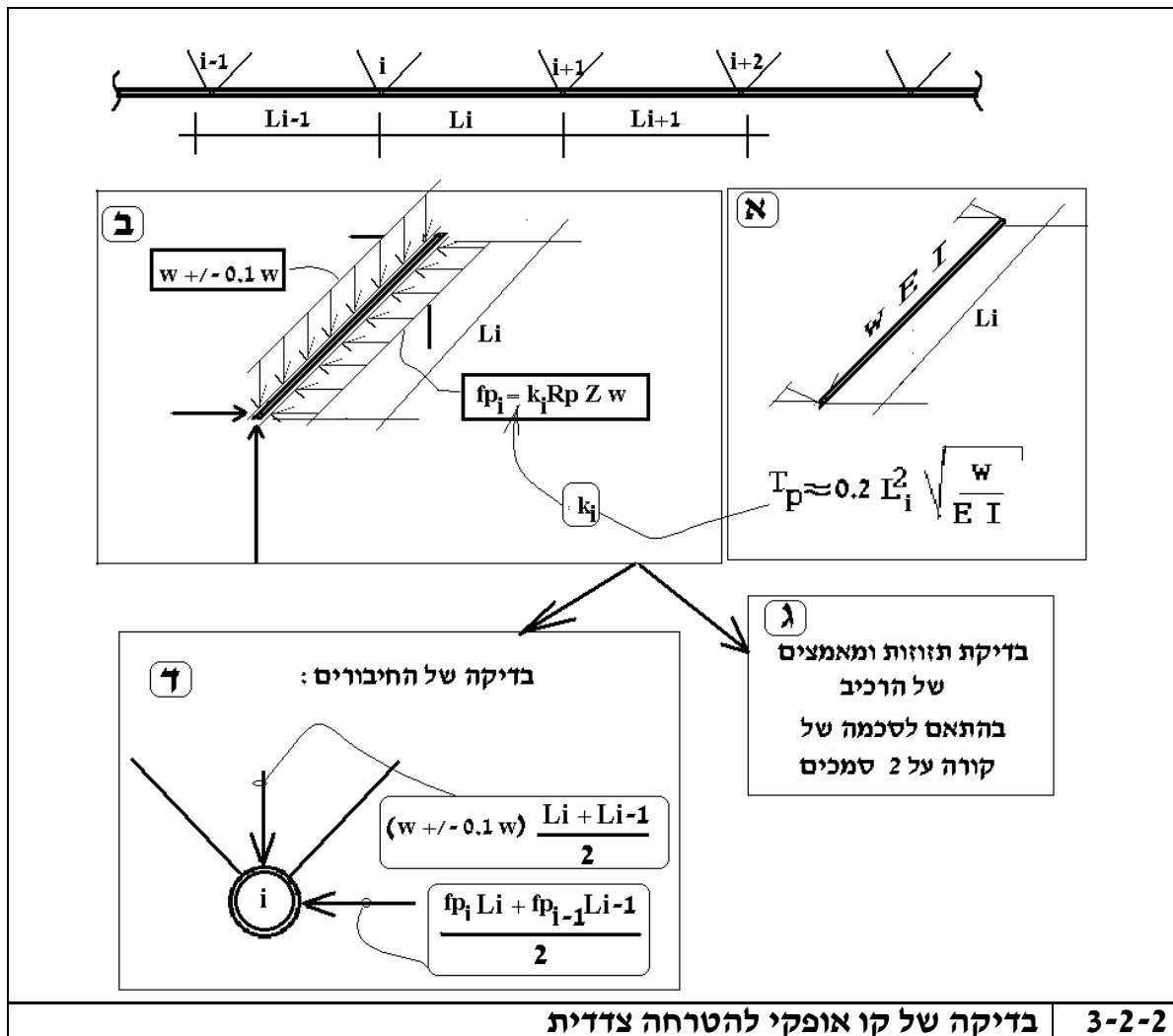
חשוב לציין, שהמשקל פונקציונלי של קטע צינור יחושב כמשקל העצמי בתוספת משקל התכולה (נוזל שבתוכו) ומשקל האביזרים המחוברים אליו.

את המשקל פונקציונלי של צינור מים עשוי פלדה נתן להעריך על פי הנוסחה:

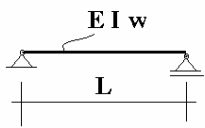
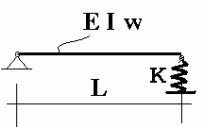
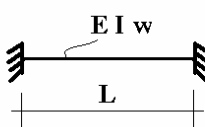
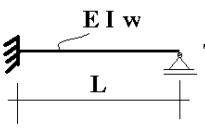
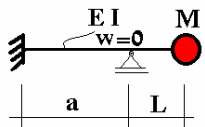
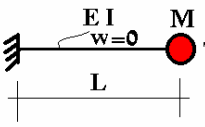
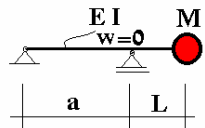
$$w = 0.873 G + 0.785 D^2$$

כאשר: G = משקל של הצינור ב- ק"ג / מ'
 D = קוטר נומינלי של הצינור ב- מ"מ
 w = משקל פונקציונלי ב- ק"ג / מ'

במקרה של קו עם מספר תפיסות אופקיות ייבדק כל קטע בין תפיסות כקורה על 2 סמכים (כאילו שקיים פרק בכל נקודת תפיסה). באיור 3-2-2 מוסברת שיטת הבדיקה מומלצת לבדיקת תקינות תפיסות צדדיות של קו.



במקרים מיוחדים (כגון ריתומים, זיזים, אביזרים תלויים מהקו שמשקלם אינו זניח) ניתן יהיה לעשות שימוש בנוסחאות המופיעות באיור 3-2-3 על מנת לקבוע את זמן המחזור העצמי.

 $T_p = 0.2 L^2 \sqrt{\frac{w}{EI}}$	 $T_p = (h) L^2 \sqrt{\frac{w}{EI}}$ $r = \frac{K L^3}{EI}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>r</th><th>h</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>~ 0</td><td>1.50</td></tr> <tr> <td>12.5</td><td>0.50</td></tr> <tr> <td>25</td><td>0.30</td></tr> <tr> <td>50</td><td>0.25</td></tr> <tr> <td>≥ 100</td><td>0.20</td></tr> </tbody> </table>	r	h	~ 0	1.50	12.5	0.50	25	0.30	50	0.25	≥ 100	0.20
r	h												
~ 0	1.50												
12.5	0.50												
25	0.30												
50	0.25												
≥ 100	0.20												
 $T_p = 0.09 L^2 \sqrt{\frac{w}{EI}}$	 $T_p = 0.13 L^2 \sqrt{\frac{w}{EI}}$ $T_p = (h) L^2 \sqrt{\frac{w}{EI}}$ $r = \frac{K L^3}{EI}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>r</th><th>h</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>~ 0</td><td>0.56</td></tr> <tr> <td>25</td><td>0.22</td></tr> <tr> <td>50</td><td>0.17</td></tr> <tr> <td>100</td><td>0.14</td></tr> <tr> <td>≥ 150</td><td>0.13</td></tr> </tbody> </table>	r	h	~ 0	0.56	25	0.22	50	0.17	100	0.14	≥ 150	0.13
r	h												
~ 0	0.56												
25	0.22												
50	0.17												
100	0.14												
≥ 150	0.13												
 $T_p = 1.15 \psi L^{1.5} \sqrt{\frac{M}{EI}}$ $\psi = \sqrt{1 + 0.75 \frac{a}{L}}$	 $T_p = 1.15 L^{1.5} \sqrt{\frac{M}{EI}}$ $T_p = (h) L^2 \sqrt{\frac{w}{EI}}$ $r = \frac{M}{w L}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>r</th><th>h</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>~ 0</td><td>0.56</td></tr> <tr> <td>5</td><td>2.00</td></tr> <tr> <td>10</td><td>3.50</td></tr> <tr> <td>20</td><td>5.50</td></tr> </tbody> </table>	r	h	~ 0	0.56	5	2.00	10	3.50	20	5.50		
r	h												
~ 0	0.56												
5	2.00												
10	3.50												
20	5.50												
 $T_p = 1.15 \psi L^{1.5} \sqrt{\frac{M}{EI}}$ $\psi = \sqrt{1 + \frac{a}{L}}$													

3-2-3 נוסחאות עזר לקביעת זמן מחזור עצמי של קטע קו למצבים שונים

3-2-3

קביעת מרחקים בין תפיסות ציודיות של קו

זמן המחזור העצמי המרבי המותר יהיה 0.55 על מנת להגביל את התזוזה הצדדית שניות (זמן מחזור גבולי של גמישות הקו) לכן:

$$f_p = 0.3 w_p : T_p < 0.06 \text{ (קו קשיח)}$$

$$T_p < 0.55$$

$$f_p = k R_p Z w_p : 0.06 < T_p < 0.55 \text{ (קו גמיש)}$$

לרכיב קווי מסוים ניתן להגדיר את "המרחק הגבולי של קשיחות" כמרחק בין תפיסות עבורו זמן המחזור של הקו הנו 0.06. "המרחק הגבולי של גמישות" יוגדר כמרחק בין תפיסות עבורו זמן המחזור של הקו הנו 0.55.
 $=L_s$ מרחק הגבולי של קשיחות ; $=L_f$ מרחק הגבולי של גמישות

מרחק בין תפיסות עבור זמן מחזור $T_p = 0.55$ שניות	מרחק בין תפיסות עבור זמן מחזור $T_p = 0.06$ שניות	אינרציה	משקל פונקצי	משקל עצמי	קוטר חיצוני	קוטר נומ'	grade
L_f	L_s	I	w	G	D	ϕ	in
m	m	cm ⁴	kg/m	kg/m	mm		
5.25	1.75	.72	1.46	1.26	21.3	40	1/2
5.05	1.70	.85	1.98	1.62		80	
5.90	1.95	1.59	2.03	1.68	26.9	40	3/4
5.90	1.95	1.92	2.50	2.19		80	
6.55	2.20	3.74	3.07	2.50	33.7	40	1
6.55	2.20	4.52	3.71	3.23		80	
7.30	2.45	8.32	4.36	3.38	42.4	40	1 1/4
7.35	2.45	10.31	5.30	4.46		80	
7.80	2.60	13.12	5.37	4.05	48.3	40	1 1/2
7.90	2.65	16.57	6.55	5.40		80	
8.65	2.90	27.73	7.57	5.43	60.0	40	2
8.70	2.90	35.98	9.35	7.47		80	
9.60	3.20	64.81	11.71	8.62	73.0	40	2 1/2
9.65	3.20	81.47	14.13	11.40		80	
10.50	3.50	128.64	16.06	11.28	89.0	40	3
10.65	3.55	165.69	19.53	15.25		80	
11.80	3.95	312.12	24.27	16.06	114.3	40	4
12.00	4.00	412.86	29.71	22.29		80	
13.80	4.60	1060	44.35	25.33	168.3	6.35	6
13.90	4.65	1161	46.97	28.33		7.04	
15.20	5.05	2437	69.76	36.75	219.1	7.04	8
15.75	5.25	2991	73.70	41.26		7.93	
16.55	5.50	4733	94.90	41.73	273.1	6.35	10
16.80	5.60	5239	99.00	46.40		7.04	
17.90	6.00	8916	131.00	55.73	323.9	7.14	12
18.80	6.05	9833	136.30	61.77		7.93	
18.55	6.20	11874	152.80	61.33	355.6	7.14	14
18.80	6.30	13105	158.60	67.98		7.93	
19.40	6.45	17860	191.00	70.27	406.4	7.14	16
19.71	6.60	19727	198.00	77.92		7.93	

טבלת עזר לתכנון תפיסה אופקית של צנרת מים

3-2-3

עבור תכנון של צנרת מים ניתן להיעזר בטבלה של איור 3-2-3 .

מהנוסחה של איור 3-2-1 נגזר:

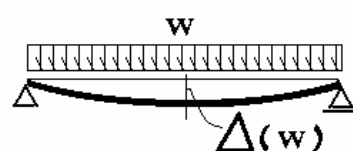
$$T_p \propto L^2$$

$$L_f = L_s \sqrt{\frac{0.55}{0.06}} = 3 L_s \quad L(T_p) = 4 L_s \sqrt{T_p}$$

עבור סכמה של קורה על שני סמכים מתקיים:

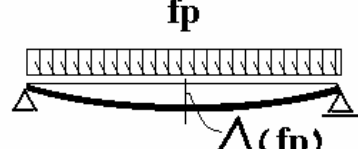
$$\begin{aligned} [w] &= \text{kg/m} ; [L] = \text{m} \\ [I] &= \text{m}^4 ; [E] = \text{kg/m}^2 \\ [T_p] &= \text{s} \end{aligned} \quad \frac{w L^4}{E I} = 25 T_p^2$$

לכן יהיה ניתן לקבוע את היחסים:



$$\frac{5}{384} \frac{w L^4}{E I} = \Delta(w) = 0.33 T_p^2$$

$$[\Delta(w)] = \text{m} ; [T_p] = \text{s}$$



$$\Delta(fp) = 0.33 \frac{f_p}{w} T_p^2$$

$$[\Delta(fp)] = \text{m} ; [f_p] = \text{kg/m} ; [T_p] = \text{s}$$

כאמור , עבור $f_p = 0.3 w$, $(0.06 = T_p) L = L_s$

לכן עבור התנאי הגבולי של קשיחות התזוזה הצידית הצפויה תהיה:

$$\Delta_s = 0.33 * 0.3 * 0.06^2 = 0.36 \text{ mm}$$

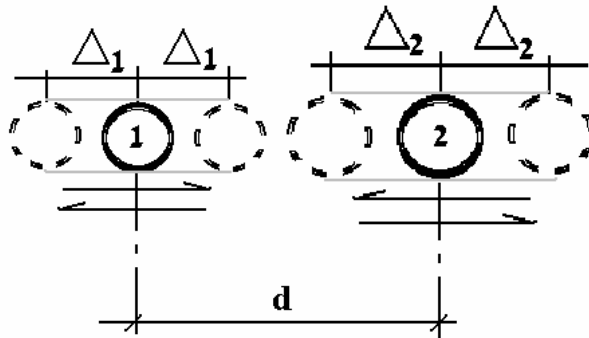
עבור התנאי הגבולי של גמישות התזוזה הצידית הצפויה תהיה:

$$84 \Delta_s = 3 \text{ cm} \leq \Delta_f \leq 15 \text{ cm} = 420 \Delta_s$$

המרחק המירבי בין תפיסות של קו ייקבע בהתאם ל- 2 תנאים:

א) זמן מחזור עצמי קטן מ- 0.55 שניות : $L < L_f$

ב) הגבלת תזוזה צידית (Δ) ע"מ למנוע התנגשות עם רכיבים אחרים, מכשולים וכד'



$$\Delta_1 + \Delta_2 < d - \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}$$

הנו 6 ס"מ . 3" לדוגמא: המרחק האופקי החופשי בין 2 צינורות מים קוטר הצינורות נמצאים בקומה העליונה של בנין גבוה בעל זמן מחזור עצמי 2 שניות.



יש להגביל את התזוזה הצידית של כל אחד מהצינורות ל- פחות מ- 3 ס"מ.

$$f_p = 1.50 * w \quad \text{לכן:} \quad R_p = 5 ; Z = 0.3 ; k = 1.00$$

לפי טבלת איור 3-2-3 : $L_s = 350 \text{ cm}$

$$T_p < 0.25 \quad \Leftrightarrow \quad T_p^2 < \frac{0.03}{0.33 * 1.5} \quad \text{לכן:} \quad \Delta(f_p) = 0.33 \frac{f_p}{w} T_p^2$$

המרחק המרבי בין תפיסות יהיה:

$$L(T_p) = 4 L_s \sqrt{T_p} = 4 * 3.50 * \sqrt{0.25} = 7.00 \text{ m}$$

ההטרחת האופקית על כל תפיסה תהיה:

$$F_i = 7.00 * 1.5 * 16.06 = 168 \text{ kg}$$

אם נחליט להשתמש בשומרי מרחק לחיבור הצינורות ונניח שאין מכשולים קרובים לזוג הצינורות, נוכל לקבוע את המרחק המרבי בין תפיסות (משותפות לזוג) כל 11.80 מטר. כוח אופקי אקוויולנטי על כל תפיסה תהיה:

$$F_i = 1.00 * 5 * 0.3 * (2 * 16.06) * 11.80 = 568 \text{ kg}$$

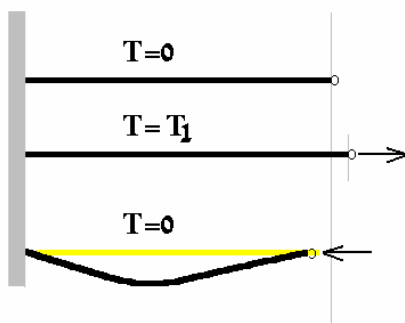
(הערכת התזוזה הצידיית תהיה : 15 ס"מ)

3-2-4

תכן תפיסה צידית ע"י כבלים

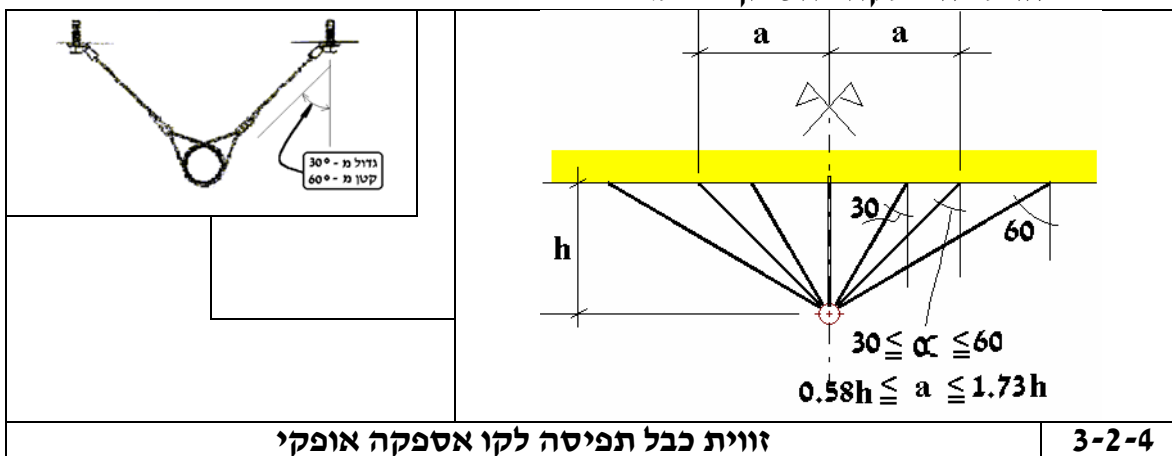
התנאים לתפיסה צידית של קו אספקה אופקי על ידי כבלים הנם:

- א - שימוש אך ורק בכבלים משוכים.
- ב - כל תפיסה צידית מורכבת מזוג של תפיסות צמודות בניצב לקו, האחת ימינה כלפי מעלה והשניה שמאלה כלפי מעלה. (ראה פרק 3 / שלב א')
- ג - הזווית של כל כבל ביחס לקו אנכי חייב להיות לא קטן מ- 30 מעלות, אך לא גדול מ- 60 מעלות. (ראה איור 3-2-4)



ד - בתכן החיבורים יילקח בחשבון הכבל כרכיב שמסוגל לקבל רק הטרחות מתיחה צרית.

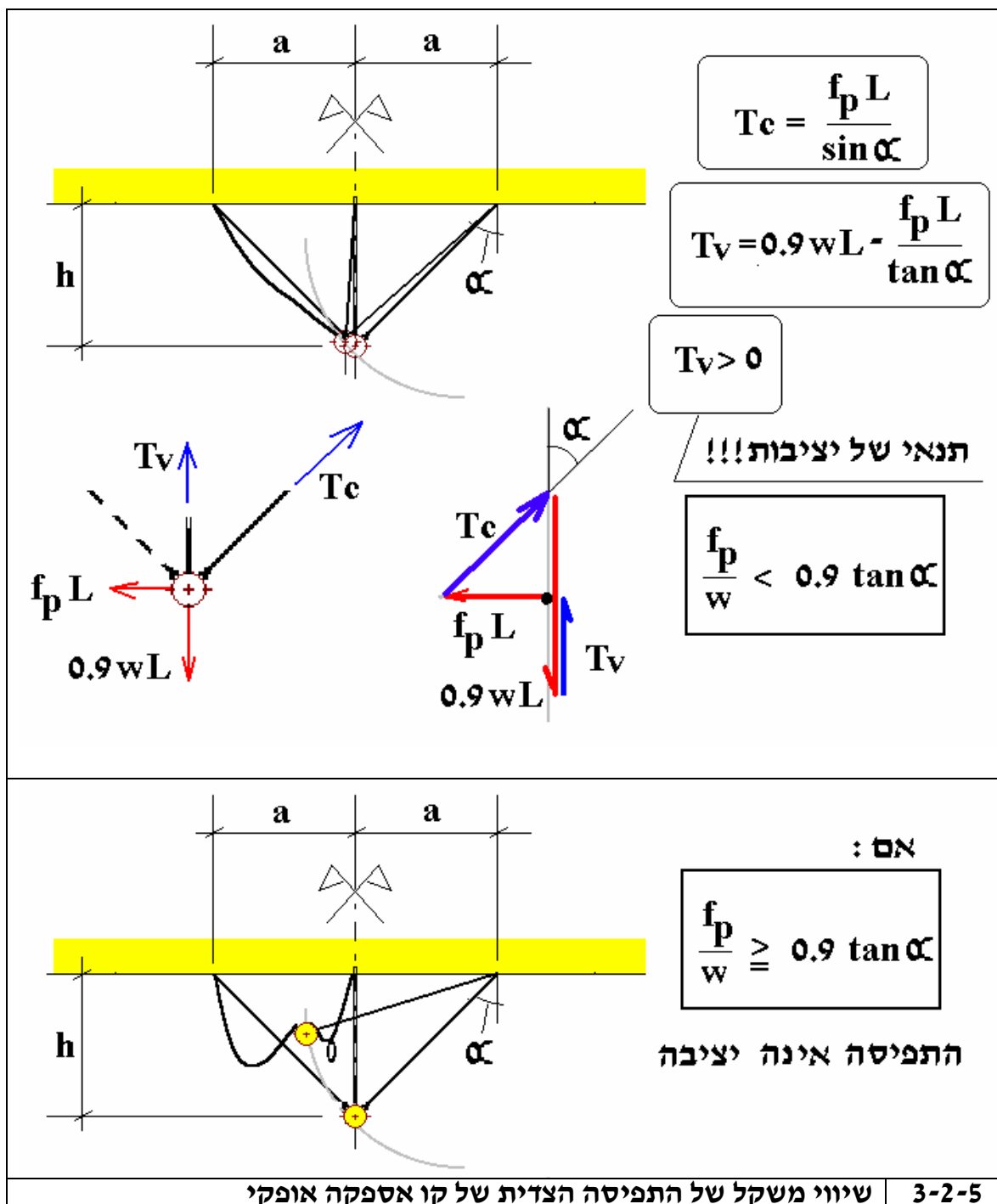
ה - תפיסות הצידייות ע"י כבלים יבוצעו לאחר תליית הצנרת. אביזרי התלייה הקיימים יילקחו בחשבון אך ורק לצורך קבלת כוחות אנכיים הגורמים למתיחתם, לכן (לצורכי תכן) אביזר התלייה יילקח בחשבון ככבל.



זווית כבל תפיסה לקו אספקה אופקי

3-2-4

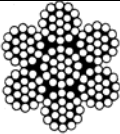
' (ראה איור 3-2-5): $\underline{ה}$ קיימת מגבלה לשימוש בפתרון זה כתוצאה מתנאי



a=1.73 h	a=h	a=0.58 h	זווית הכבלים
60	45	30	תנאי של יציבות
$f_p < 1.53 * w$ ($k R_p < 5.10$)	$f_p < 0.90 * w$ ($k R_p < 3.00$)	$f_p < 0.52 * w$ ($k R_p < 1.73$)	הטרחה על הכבל
$T_c = 1.15 * f_p * L$	$T_c = 1.41 * f_p * L$	$T_c = 2.00 * f_p * L$	תנאי של יציבות והטרחה על הכבל עבור זוויות השונות
			3-2-6

אם הזווית של הכבל 60 מעלות תנאי היציבות מתקיים תמיד (ראה איור 3-2-6).
עבור זוויות קטנות יותר יהיה צורך לצופף את התפיסות וכך מקטינים את
הגמישות של הקו ואת התגובה. חשוב לציין, שבכל מקרה בו צפיפות התפיסות
נקבעת על פי קו קשיח, התפיסה תמיד תהיה יציבה כי :

$$k R_p = 1 < 1.73 \quad \text{מתקיים,} \quad L = L_s \quad \text{אם:}$$

Military Specification MIL-W-83420 E Wire Rope, Flexible, for Aircraft Control Carbon Steel and Corrosion Resistant Wire Construction: 7x19 7x(1+6+12)						
Composition B - Corrosion Resistant Steel			Composition A - Carbon Steel tin or Zinc Coated			
Nominal Diameter	Tolerance on Diameter	Construction	Minimum breaking load		Weight per 100 ft	Nominal Diameter
in	in		comp A	comp B	lbs	mm
lbs	lbs					
1/16	0,010	7X19	480	480	0,75	1,58
3/32	0,012	7X19	1000	920	1,74	2,38
1/8	0,014	7X19	2000	1760	2,90	3,17
5/32	0,016	7X19	2800	2400	4,50	3,96
3/16	0,018	7X19	4200	3700	6,50	4,76
7/32	0,018	7X19	5600	5000	8,60	5,55
1/4	0,018	7X19	7000	6400	11,00	6,35
9/32	0,020	7X19	8000	7800	13,90	7,14
5/16	0,022	7X19	9800	9000	17,30	7,93
3/8	0,026	7X19	14400	12000	24,30	9,52

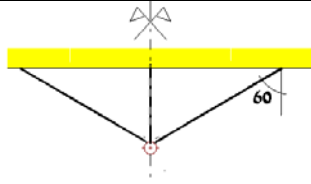
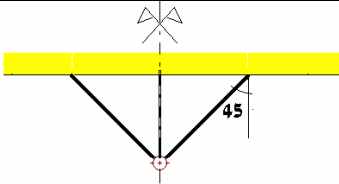
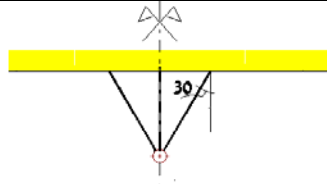
3-2-7

שלושת הקטרים של
כבלים המומלצים הנם:

3/32 in ; 1/8 in ; 3/16 in

(ראה איור 3-2-7)

באיור 3-2-8 ניתן למצוא טבלת
ערכים מותרים עבור קטרים
נומינליים השונים בהתאם
לזווית התפיסה.

			
60	45	30	זווית הכבלים
$F_{h\ all} = 215\ kg$	$F_{h\ all} = 175\ kg$	$F_{h\ all} = 125\ kg$	$3/32\ in\ ;$ $T_{all} = 250\ kg$
$F_{h\ all} = 430\ kg$	$F_{h\ all} = 350\ kg$	$F_{h\ all} = 250\ kg$	$1/8\ in\ ;$ $T_{all} = 500\ kg$
$F_{h\ all} = 1,040\ kg$	$F_{h\ all} = 850\ kg$	$F_{h\ all} = 600\ kg$	$3/16\ in\ ;$ $T_{all} = 1,200\ kg$

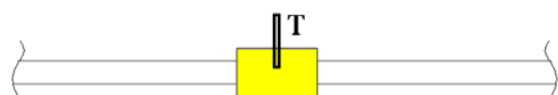
הטרה אופקית מותרת לתפיסה ע"י כבלים בזוויות שונות	3-2-6
--	-------

3-2-5

ריכוז הנחיות לתפיסת קווי מערכות

3-2-5-1

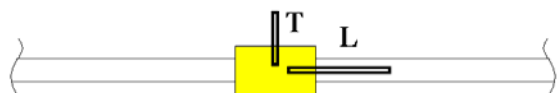
סימון בתכניות



סימון תפיסה צידית:



סימון תפיסה אורכית:



סימון תפיסה משולבת:

3-2-5-2

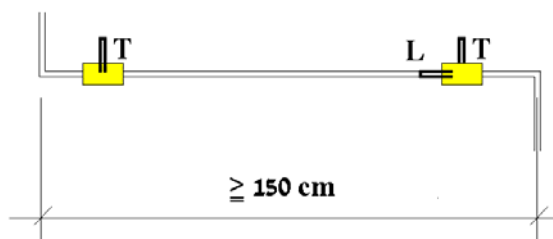
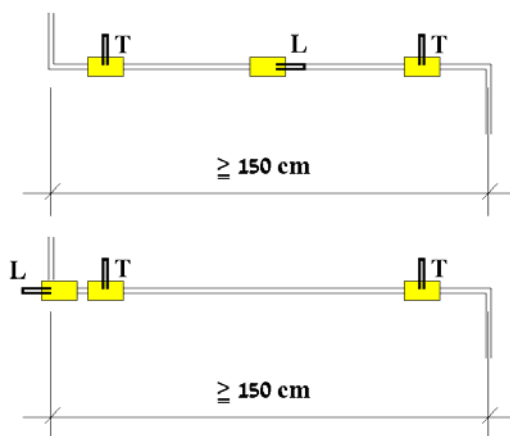
הנחיות כלליות

שאורכו לא קטן מ- 150 ס"מ : קטע ישר של קו בין נקודות שינוי כיוון מקטעהגדרת.

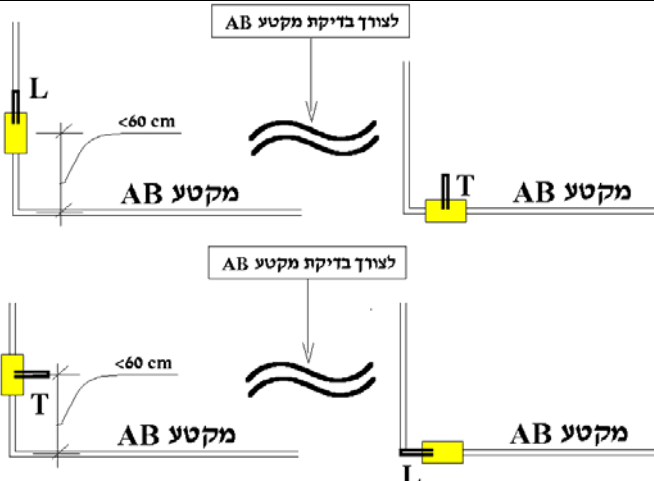
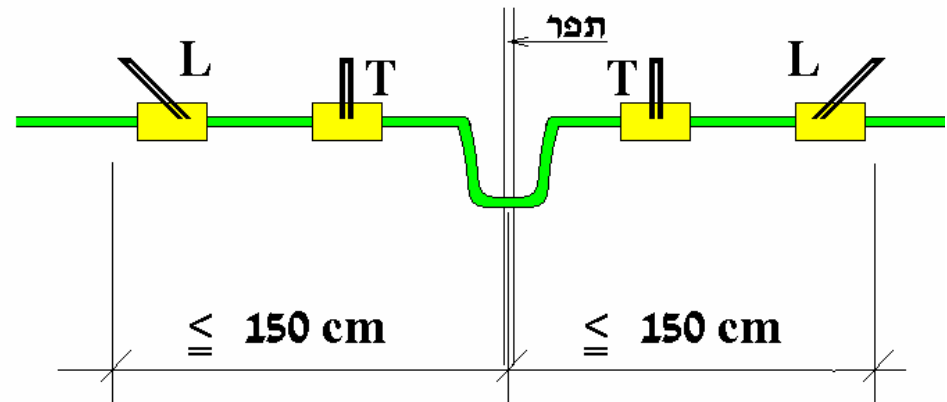
1

יידרש מינימום של : מקטעלצורכי תפיסה של

2 תפיסות צידיות ותפיסה אורכית אחת



(המשך הנחיות כלליות)

2	תפיסה אורכית הנמצאת במרחק קטן מ- 60 ס"מ מסיבוב הקו במקטע מסוים יכולה גם להילקח בחשבון (לאחר בדיקת עמידותה להטרדות הרלוונטיות) כתפיסה צדית של המקטע הניצבת. תפיסה צדית הנמצאת במרחק קטן מ- 60 ס"מ מסיבוב הקו במקטע מסוים יכולה גם להילקח בחשבון (לאחר בדיקת עמידותה להטרדות הרלוונטיות) כתפיסה אורכית של המקטע הניצב. 
3	במידה והתפיסות מתבצעות על ידי כבלים יש למתוח אותם לפני הנעילה אבל אין לגרום להרמה של הקו. (UPLIFT)
4	במידה ומשתמשים בתפיסות על ידי כבלים יש להימנע מתפיסות שאינן על ידי כבלים באותו מקטע או במקטעים גובלים של אותו הקו.
5	אין לבצע תפיסות (צידייות או אורכיות) החוצות תפר בין מבנים (או בין גושים).
6	יש לשלב חיבורים מגמישים בכל מעבר של קו החוצה תפר. המרחק המרבי בין התפר והתפיסות הצידייות ואורכיות הראשונות (שמעבר לחיבור המגמיש) הנו 150 ס"מ. 
7	עובי הפח המינימלי לכל פרופיל שהנו חלק מחיבור לתפיסת הקו לרעידת אדמה (כמוט או כחלק מהמבנה תמך) הנו 3 מ"מ.
8	המרחק המרבי בין תפיסות והכוחות לבדיקת החיבורים יקבעו בהתאם למפורט בסעיפים 3-2-4 , 3-2-3 , 3-2-2

3-2-5-3

הנחיות לחיזוק קווי מערכת חשמל ותקשורת

1	יש לחזק כנגד רעידת אדמה כל תעלה, צינור, ספסל, סולם השייך למערכות חשמל או תקשורת.
2	כל תעלה, משקל פונקציונלי (לצורך חישוב ההטרחות) של יקבע בהתאם למשקל של כל הרכיבים צינור, ספסל, סולם בתוספת של 15 ק"ג / מ'.
3	במידה והחומרים מהם עשוי הקו אינם משיכים, המרחק המרבי בין תפיסות צדיות יוגבל לחצי מהמרחק הגבולי של גמישות: $L < L_f / 2$
4	ניתן להימנע מתפיסה אופקית של כל כבל, תעלה, צינור, ספסל, (או כד') שהנו תלוי מהתקרה הסטרוקטורלית ע"י תליות סולם שאורכן קטן מ- 30 ס"מ והמרחק בין תליות אינו גדול ממרחק הגבולי של קשיחות: L_s
5	לכל פיר אנכי יהיו תפיסות אופקיות המרוחקות לא יותר מ- 900 ס"מ אחת מהשניה.
6	המרחק בין תליות אנכיות של כל תעלה, ספסל או סולם לא יהיה גדול מ- 300 ס"מ.
7	ראה הנחיות כלליות (3-2-5-2)

3-2-5-4

הנחיות לתפיסת קווי מערכת מים, כיבוי, ביוב, גזים רפואיים, וקום וכד'

1	יש לתפוס לרעידת אדמה כל צינור ואו קבוצה של צינורות שמחוברות ביניהם.
2	ניתן להימנע מתפיסה אופקית של כל צינור ואו קבוצה של צינורות שהנו תלוי מהתקרה הסטרוקטורלית ע"י תליות מחוברות ביניהם כאשר: אורך התליה קטן מ- 30 ס"מ והמרחק בין תליות אינו גדול ממרחק הגבולי של קשיחות:
	L_s
3	לצורכי קביעת מרחקים בין תפיסות וכוחות סטטיים אקוויוולנטים על החיבורים, יילקח בחשבון משקלו של כל צינור במצב בו הנו מלא מים (גם אם מדובר על צנרת וקום או גז). עבור קבוצות של יותר מ- 3 צינורות יש להוסיף, לצורכי חישוב, למשקל הנ"ל 15 ק"ג/מ'.
4	במידה והחומר בו עשוי הצינור אינו משיך, המרחק המרבי בין תפיסות צדיות יוגבל לחצי מהמרחק הגבולי של גמישות:
	$L < L_f / 2$
5	המרחק בין תליות אנכיות של כל קבוצה של צינורות לא יהיה גדול מ- 300 ס"מ.
6	לכל קו אנכי תהיה לפחות תפיסה אופקית אחת בכל קומה וגם תפיסות בקצה התחתון ובקצה העליון של הקו האנכי. המרחק המרבי בין תפיסות אופקיות לא יהיה גדול מ- 900 ס"מ.
7	ראה הנחיות כלליות (3-2-5-2)

3-2-5-5

הנחיות לתפיסת תעלות מיזוג אוויר ותעלות ציוד מכני

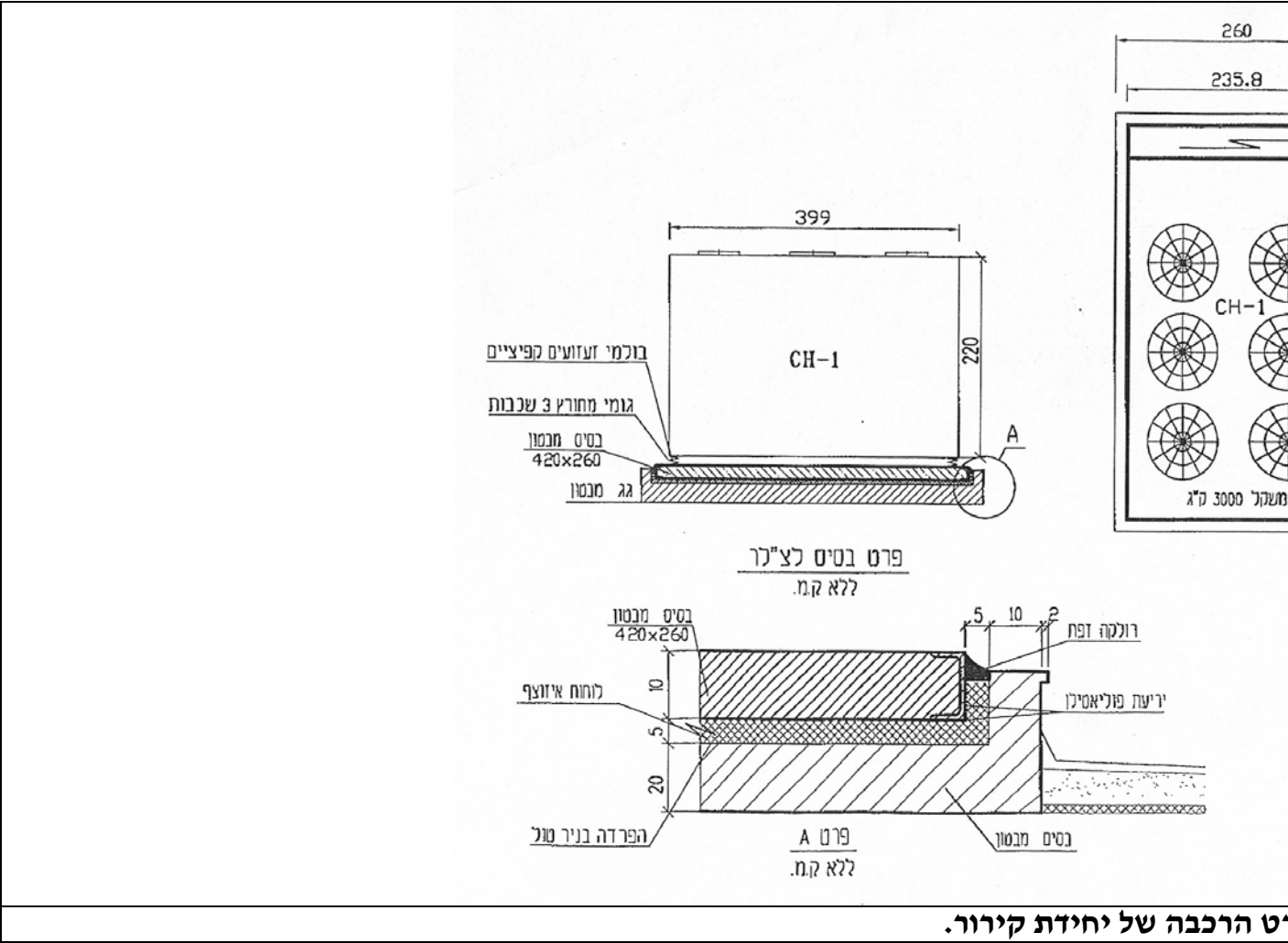
1	יש לתפוס לרעידת אדמה כל <u>תעלה</u> .
2	שהנה תלויה <u>ניתן להימנע מתפיסה אופקית של כל תעלת מיזוג אוויר</u> מהתקרה הסטרוקטורלית כאשר: אורך התליות קטן מ- 30 ס"מ והמרחק בין תליות אינו גדול ממרחק הגבולי של קשיחות: L_s
3	בסמוך לכל שינוי כיוון אופקי יש לבצע תפיסה צדית אחת עבור כל אחד משני המקטעים.
4	בתחום של 300 ס"מ מרחק מכל קצה של תעלה תהיה לפחות תפיסה צדית אחת.
5	יש לבצע תפיסות אופקיות ישירות נוספות עבור כל ציוד שמשקלו גדול מ- 5 ק"ג והנו מחובר לתעלה.
6	המרחק המרבי בין התפיסה הצדית הראשונה של תעלה לציוד (או מכונה) אליו מחוברת התעלה הנו : $L_s / 2$
7	המרחק המרבי בין תליות יהיה תמיד קטן מ- 300 ס"מ. המרחק המרבי בין תפיסות צדיות יהיה תמיד קטן מ- 900 ס"מ.
8	ראה הנחיות כלליות (3-2-5-2)

דוגמאות	סעיף 4
דוגמאות לתכן חיזוקים של רכיבי ציוד דוגמאות לתכן חיזוקים של קווי מערכות	

4-1
דוגמאות לתכנ חיזוקים של רכיבי ציוד

4-1-1
יחידת קירור

באיור 4-1-1 מתואר פרט ההרכבה המקובל בארץ עבור יחידת קירור שמשקלה 3,000 ק"ג.



בהתאם לסעיף 3-1-1 :

הסטטי-אקווילנטי האופק הכוח F_p לצורך בדיקת עמידות הרכיב יחושב ע"פי הנוסחה:

$$F_p = (k R_p) 0.3 W_p$$

כאשר: $k \leq 1$ ו- $1 \leq k R_p \leq 5$

לכן: $0.3 W_p \leq F_p \leq 1.5 W_p$

הכח האנכי הסטטי אקווילנטי הפועל על הרכיב ייקבע לפי: $F_v = \pm 0.1 W_p$

על מנת למנוע נזק בזמן רעידת אדמה (ראה סעיף 1-2), נחוץ לבצע את ההרכבה של היחידה על לפחות 4 התקנים קפיציים מהסוג המופיע באיור 2-2-5 או שווה ערך.

הכוח הסטטי-אקווילנטי הנו פונקציה, בין היתר, של זמן המחזור העצמי של הציוד, לכן יהיה תלוי בקשיחות של ההתקנים הקפיציים עצמם.

אם ידועים לנו מקדמי הקפיץ של ההתקנים: k_{si} ניתן יהיה לחשב את זמני המחזור העצמיים של הציוד (ראה פרק 3-1-2) לפי השיטה המקורבת המתוארת באיור 4-1-2:

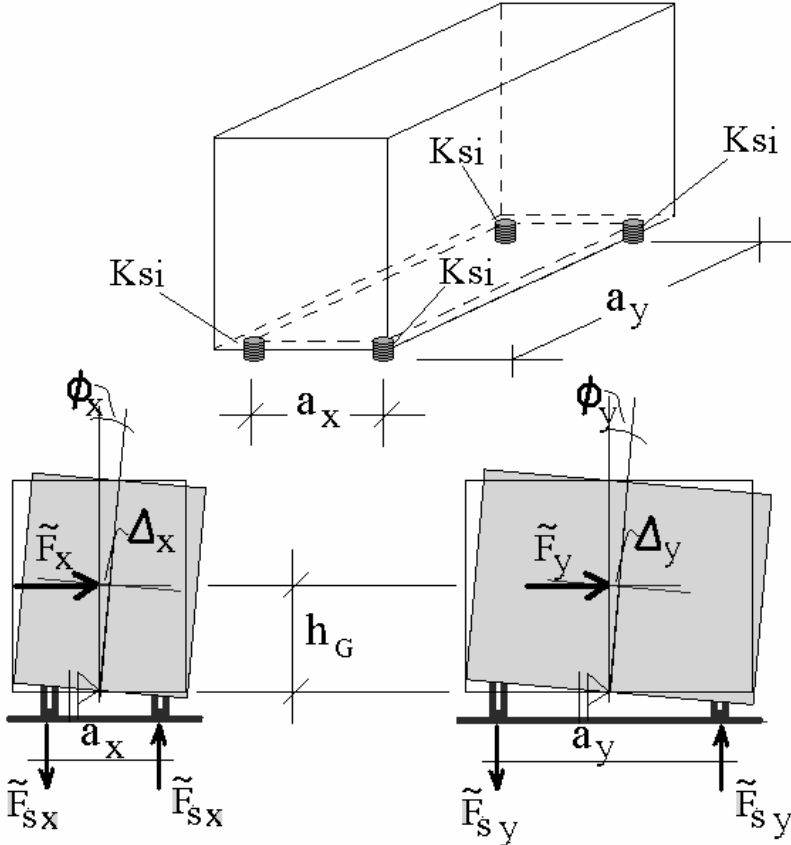
$$T_{px} , T_{py}$$

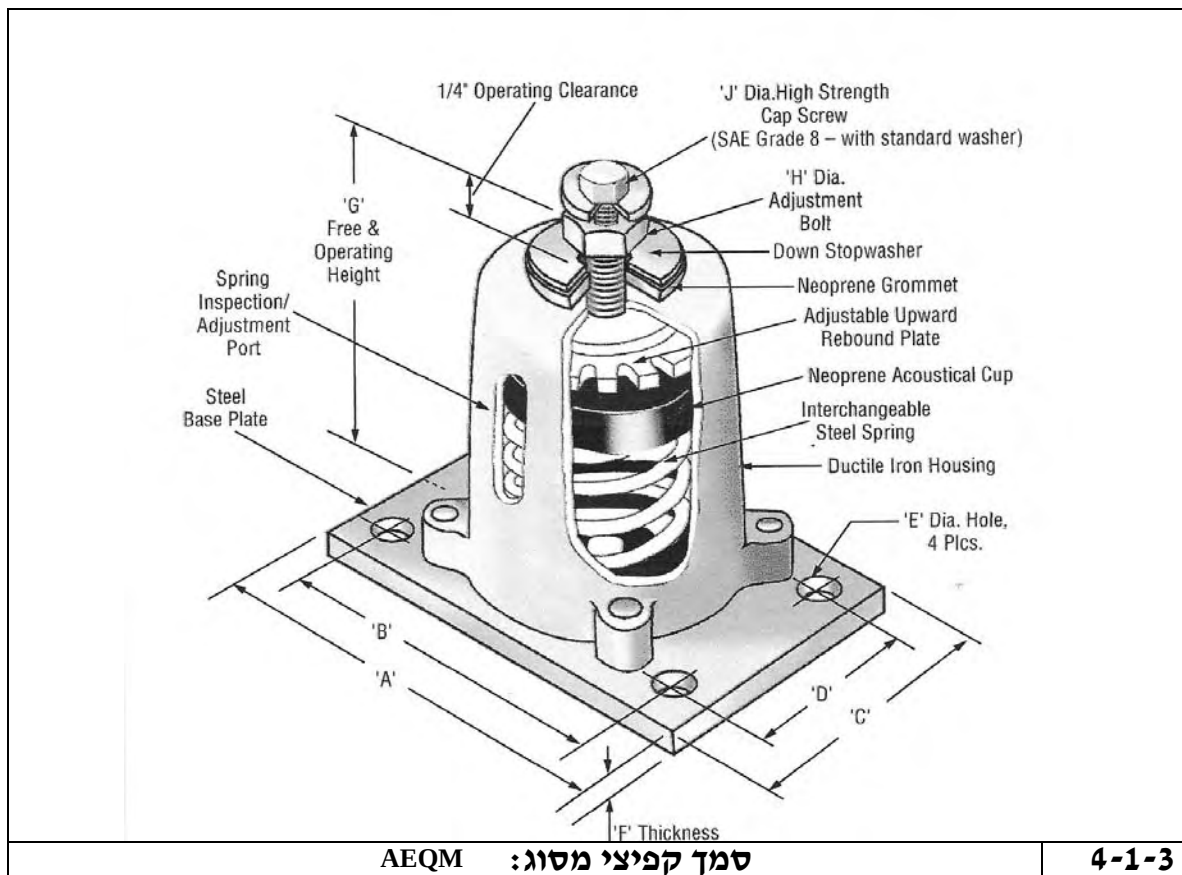
בהתאם לערכי זמני המחזור ניתן יהיה לקבוע את מקדמי ההפחתה:

$$k_x , k_y$$

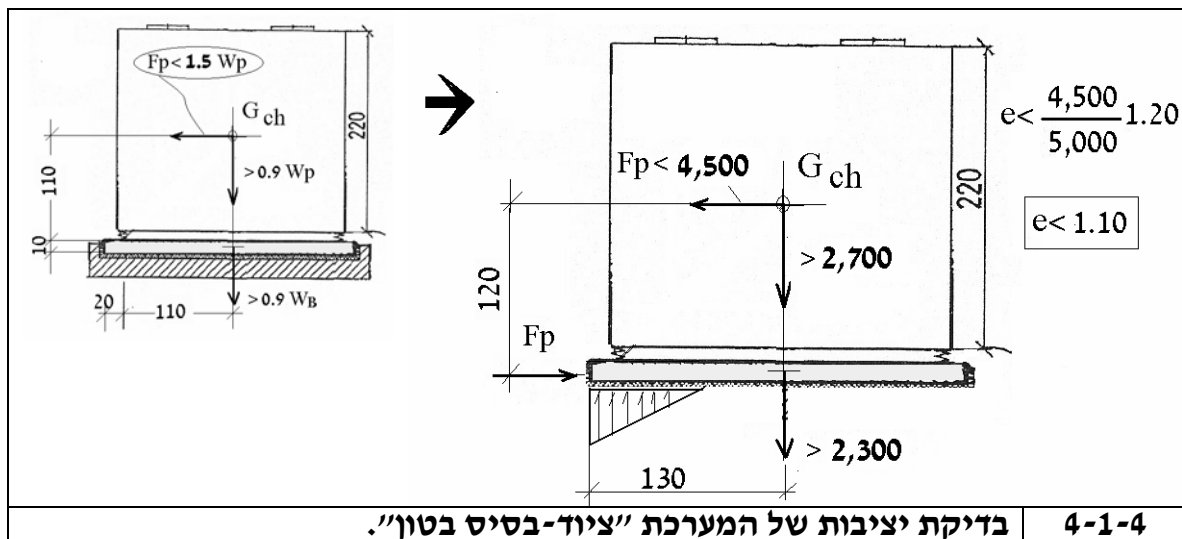
בהעדר נתונים מספיקים לקביעת זמני מחזור עצמיים של הציוד מומלץ לקחת את הערך של מקדם ההפחתה לפי:

זמן מחזור ראשי של הבנין									מקדם הפחתה $k_x = k_y$
2.50	2.25	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00	0.75	0.50	
0.60	0.63	0.66	0.70	0.75	0.78	0.80	0.95	1.00	

	
$K_{si} \phi_x a_x = \tilde{F}_{sx} = \tilde{F}_x \frac{h_G}{a_x}$ $\phi_x = \tilde{F}_x \frac{h_G}{K_{si} a_x^2}$ $\tilde{K}_x \cong \frac{\tilde{F}_x}{\Delta_x} = \frac{\tilde{F}_x}{h_G \phi_x} = K_{si} \left[\frac{a_x}{h_G} \right]^2$ $T_{Px} \cong 2 \sqrt{\frac{\tilde{W}}{\tilde{K}_x}} \cong 2 \frac{h_G}{a_x} \sqrt{\frac{\tilde{W}}{K_{si}}}$	$K_{si} \phi_y a_y = \tilde{F}_{sy} = \tilde{F}_y \frac{h_G}{a_y}$ $\phi_y = \tilde{F}_y \frac{h_G}{K_{si} a_y^2}$ $\tilde{K}_y \cong K_{si} \left[\frac{a_y}{h_G} \right]^2$ $T_{Py} \cong 2 \frac{h_G}{a_y} \sqrt{\frac{\tilde{W}}{K_{si}}}$
חישוב מקורב של זמני מחזור עצמיים ראשיים של ציוד על 4 בולמי זעזועים קפיציים מותאמים לאזורים סיסמיים (ראה איור 4-1-3).	



בהתאם לבדיקה המופיעה באיור 4-1-4 לא קיים סיכון של היפוך של המערכת "יחידה-בסיס".





$$\begin{aligned} (k R_p) &> 3 \\ F_p &> 0.9 W_p \end{aligned}$$

**אקסנטריות של המשקל תגרום
למתיחת ההתקנים. לכן, להתקנים
ולחיבורים של ההתקנים לציוד ולבסיס
תידרש עמידות להטרדות מתיחה בזמן
רעידת אדמה.**

בחירה בהתקנים מתאימים תתבסס על שני תנאים עיקריים:

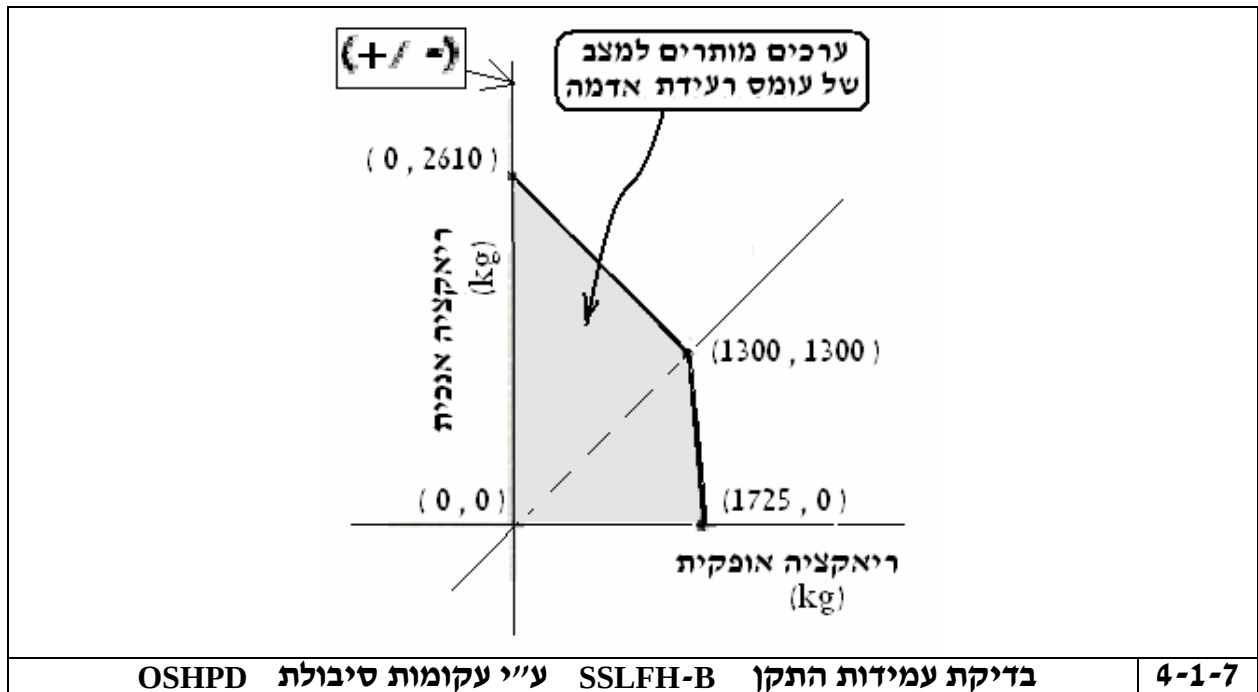
- (התנהגות אקוסטית נאותה של המערכת). תנאי תפקוד במצב שרות זה יחייב בחירה של התקנים המתאימים לחלוקת המשקל של הציוד הפועלת על הקפיץ. לצורך זה, יצרן ההתקן קובע את מקדם הקפיץ של ההתקן כך, שזמני המחזור העצמיים של התנודות האנכיות ימנעו תהודת המערכת ציוד-קפיץ בתחום התדרים של תפקוד הציוד. לצורך זה מקדם הקפיץ יהיה כזה, שתדרים העצמיים של התנודות האנכיות יהיו בין 1.5 הרץ ל- 10 הרץ. אם נשתמש בהתקנים שאינם מתאימים למשקל האמיתי של הציוד, ההתקן לא יהיה יעיל בתפקוד היום-יומי. באיור 1-4 ניתן לקבל מושג על השתנות זמני המחזור העצמי של התנודות האנכיות תוך שימוש בהתקנים המיועדים למשקלים משתנים של הציוד.
- . גודל ההטרחת הסיסמית על ההתקנים תפקוד בזמן רעידת אדמה
הנה פונקציה של גודלו של הכוח הסטטי-אקוויוולנטי (תלוי במיקומו של הציוד במבנה, בגמישות המבנה ובגמישות הציוד), בגאומטריה של הציוד ומיקום ההתקנים בבסיס הציוד. ככל שהרכיב יהיה תמיר יותר ההטרחות על ההתקנים יהיו גדולות יותר. הנתונים שהיצרן מספק לצורך בדיקת עמידות ההתקן ברעידת אדמה הנם באמצעות עקומות סיבולת למצבים גבוליים:

OSHPD rated load curves

קביעת עקומות סיבולת אלו הנה תנאי לאישור שימוש בהתקנים עבור ציוד של בתי החולים בקליפורניה. באיור 7-1-4 ניתן לראות דוגמה של עקומת סיבולת.

יש לציין שבמצב שרות ההתקנים יהיו תמיד לחוצים ובמצבי רעידת אדמה יכולים גם (ראה איור 4-1-5). להיות מתוחים

זמן מחזור עצמי של התנודות האנכיות ע"פ תכנון היצרן	עבור ציוד שמשקלו 750*4 ק"ג	מקדם k_{si} קפיץ:	עומס שרות מותר	סימון
0.53	0.45	10,810 kg/m (605 lbs/in)	550 kg (1210 lbs)	SSLFH-C2-1210
0.37	0.32	22,340 kg/m (1,250 lbs/in)	570 kg (1250 lbs)	SSLFH-B-1250
0.47	0.45	13,760 kg/m (770 lbs/in)	700 kg (1540 lbs)	SSLFH-C2-1540
0.32	0.32	29,490 kg/m (1,650 lbs/in)	750 kg (1650 lbs)	SSLFH-B-1650
0.31	0.32	31,280 kg/m (1,750 lbs/in)	795 kg (1750 lbs)	SSLFH-C-1750
0.42	0.45	16,710 kg/m (935 lbs/in)	850 kg (1870 lbs)	SSLFH-C2-1870
0.28	0.32	37,535 kg/m (2,100 lbs/in)	955 kg (2100 lbs)	SSLFH-C-2100
0.25	0.30	46,620 kg/m (2,385 lbs/in)	1,080 kg (2385 lbs)	SSLFH-C-2385
0.25	0.32	47,356 kg/m (2,650 lbs/in)	1,200 kg (2650 lbs)	SSLFH-C-2650
0.12	0.32	52,448 kg/m (2,935 lbs/in)	1,330 kg (2935 lbs)	SSLFH-C-2935
SSLFH נתוני התקנים מסוג				4-1-6



קיימות עקומות סיבולת שונות למקרים בהם ההתקן מחובר לבסיס בטון או למבנה פלדה. היצרן מספק גם אמצעי עיגון מתאימים לערכי עקומות הסיבולת של ההתקן. הקפדה על שימוש באמצעי העיגון ועל יתר הנחיות הרכבה בהתאם לפרטים שהיצרן מספק חיונית ביותר להבטחת התנהגות נאותה של ההתקן בזמן רעידת אדמה.

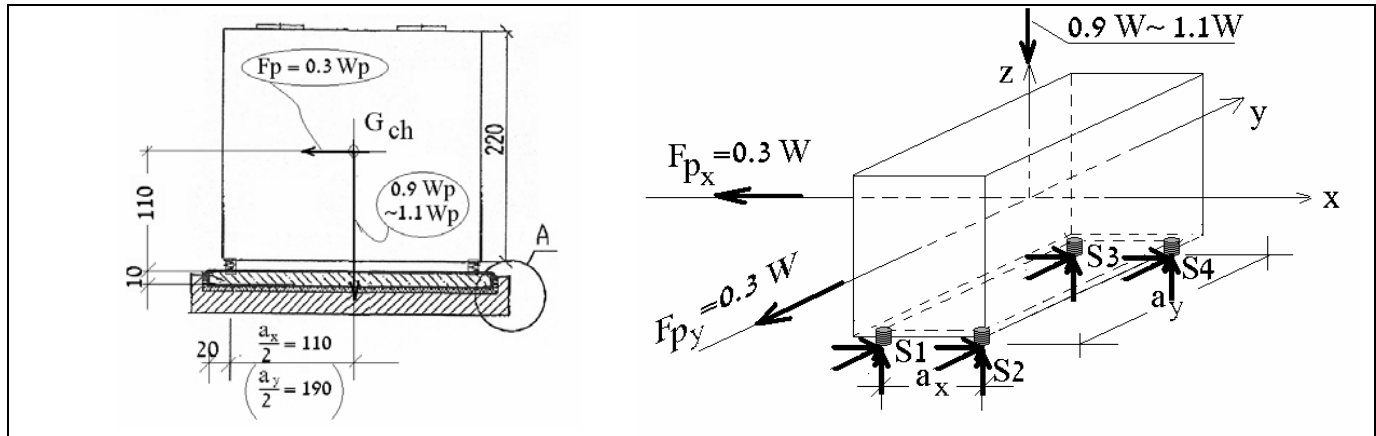
בנוסף לאמור לעיל, על מתכנן הקונסטרוקציה לבדוק :

- עמידות בסיס הבטון להטרדות המתקבלות ממצבי העמסה.
- ריכוזי מאמצים בבסיס הבטון סביב החיבור התקן-בסיס.
- עמידות רכיבים סטרוקטורליים במצבי העמסה (רכיבים הנושאים את בסיס הציוד: תקרות, קורות ועמודים).

ההתקנים המתאימים למשקל היחידה במקרה שלנו הנם מסוג:

סימון	עומס שרות מותר	מקדם קפיץ: k_{si}
SSLFH-B-1650	750 kg (1,650 lbs)	29,490 kg/m (1,650 lbs/in)

יחידת הקירור על התקנים קפיציים כאשר: $(k R_p)=1$

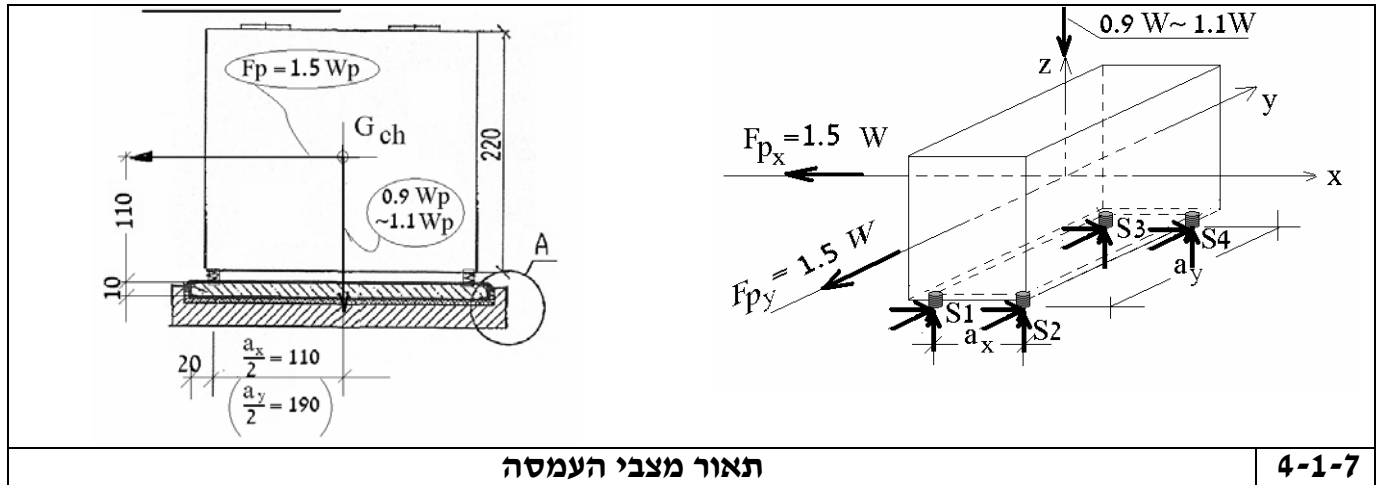


ריאקציות												הטרחה			מצב העמסה
S4			S2			S3			S1						
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	
225	.	450	225	.	450	225	.	900	225	.	900	900	.	2,700	1
225	.	600	225	.	600	225	.	1,050	225	.	1,050	900	.	3,300	2
.	225	415	.	225	805	.	225	415	.	225	805	.	900	2,700	3
.	225	695	.	225	955	.	225	695	.	225	955	.	900	3,300	4
(k R _p)=1 מצבי העמסה עבור															4-1-8

ערכים קריטיים:

X=225 Z=1,050

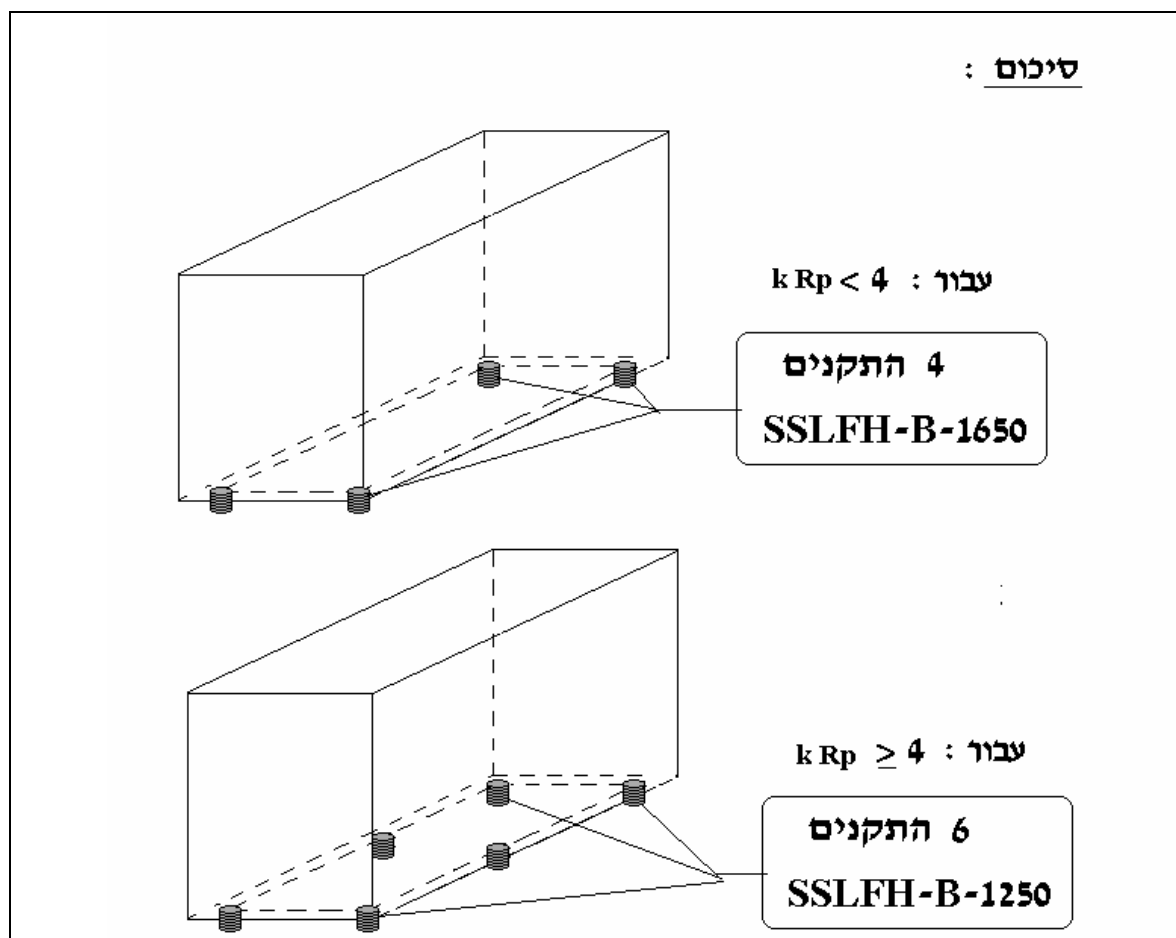
יחידת הקירור על התקנים קפיציים כאשר: $(k R_p) = 5$



ריאקציות												הטרחה			מצב העמסה
S4			S2			S3			S1						
x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	
1,125	-	- 450	1,125	-	- 450	1,125	-	1,800	1,125	-	1,800	4,500	-	2,700	1
1,125	-	- 300	1,125	-	- 300	1,125	-	1,950	1,125	-	1,950	4,500	-	3,300	2
-	1,125	25	-	1,125	1,325	-	1,125	25	-	1,125	1,325	-	4,500	2,700	3
-	1,125	175	-	1,125	1,475	-	1,125	175	-	1,125	1,475	-	4,500	3,300	4
מצבי העמסה עבור $(k R_p)=5$															4-1-9

ערכים קריטיים:

$$\underline{X=1,125} \quad \underline{Z=1,950}$$

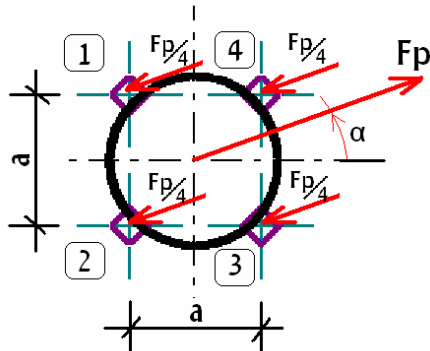


4-1-2

מיכל חמצן

נתרכז ב- 3 סוגים טיפוסיים של מיכלי חמצן: "א", "ב" ו- "ג".
נתוני המיכלים:

"ג"	"ב"	"א"		
12,330 מ"מ	9,480 מ"מ	5,730 מ"מ	גובה כולל	H
2,300 מ"מ			קוטר חיצוני	Φ
45,000 ק"ג	33,200 ק"ג	18,900 ק"ג	משקל פונקציונלי	W_p
6,250 מ"מ	4,825 מ"מ	2,950 מ"מ	גובה מרכז הכובד (פונקצ')	h_G
1,750 מ"מ : 1,750 מ"מ			בסיס: 4 רגליות במרובע	



ריאקציות אופקיות:

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = F_P / 4$$

ריאקציות אנכית:

$$N_1 = \frac{W_P + F_v}{4} + \frac{F_P}{2} \frac{h_G}{a} (-\cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$N_2 = \frac{W_P + F_v}{4} + \frac{F_P}{2} \frac{h_G}{a} (-\cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$N_3 = \frac{W_P + F_v}{4} + \frac{F_P}{2} \frac{h_G}{a} (\cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$N_4 = \frac{W_P + F_v}{4} + \frac{F_P}{2} \frac{h_G}{a} (\cos \alpha + \sin \alpha)$$

בהתאם לסעיף 3:

$$F_P = 0.3 W_P \quad F_v = \pm 0.1 W_P$$

ריאקציה אופקית:

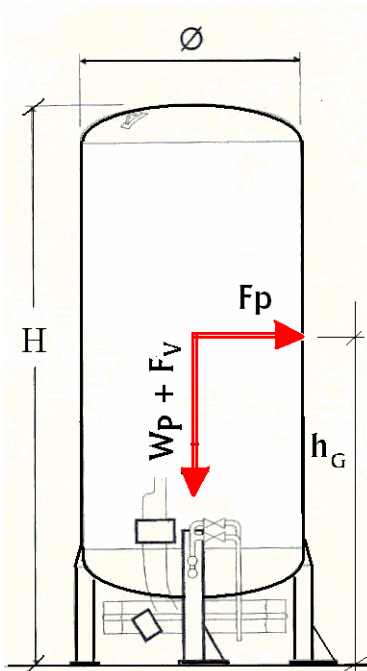
$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 0.075 W_P$$

ריאקציות אנכית מקסימאלית:

$$\max N_i = \left[0.275 + 0.212 \frac{h_G}{a} \right] W_P$$

ריאקציות האנכית מינימאלית:

$$\min N_i = \left[0.225 - 0.212 \frac{h_G}{a} \right] W_P$$



			
ג' 12.33 מ'	ב' 9.48 מ'	א' 5.73 מ'	H גובה כולל
2.30 מ'			Φ קוטר חיצוני
45,000 ק"ג	33,200 ק"ג	18,900 ק"ג	W _p משקל פונקציונלי
6.25 מ'	4.83 מ'	2.95 מ'	h _G גובה מרכז הכובד (פונקצ')
פרמטרים כלליים לבדיקת הביסוס:			
13.5 ט'	10.0 ט'	5.7 ט'	F _P = 0.3 W _P
49.5~ 40.0 ט'	36.5~ 29.9 ט'	20.8~ 17.0 ט'	W _P + F _v = 0.9 W _P ~1.1 W _P
84.4 tm	48.1 tm	16.7 tm	M (F _P)= 0.3 W _P h _G
פרמטרים לבדיקת הציוד, רגליות ועיגון:			
3,380 ק"ג	2,490 ק"ג	1,420 ק"ג	T ₁ = T ₂ = T ₃ = T ₄ = 0.075W _P
46,430 ק"ג	28,560 ק"ג	11,970 ק"ג	max N _i
! - 23,930 ק"ג	! -12,960 ק"ג	-2,520 ק"ג	min N _i

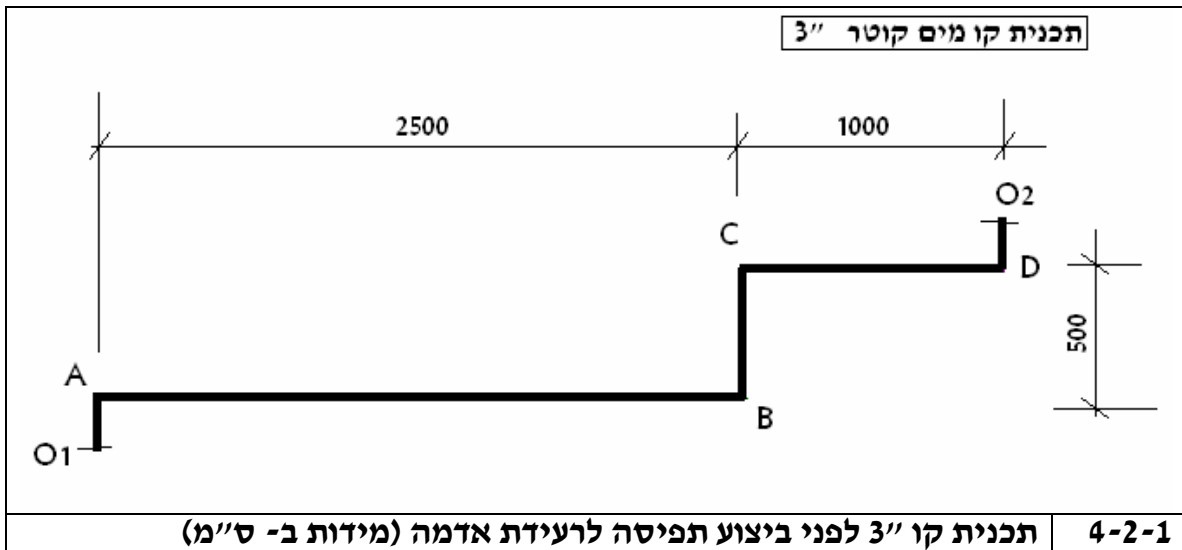
הבדיקות הנחוצות הן:

I	ריכוזי מאמצים בחיבור בין רגליות לגוף המיכל.
II	יציבות הרגליות.
III	עיגון של הרגליות לבסיס הבטון.
IV	יציבות הבסיס.

הערכים המתקבלים מהחישוב מצביעים על בעייתיות גדולה הקיימת בתפיסה של מיכלים גבוהים.

4-2
דוגמאות לתכנון חיזוקים של קווי מערכות

בדוגמא של איור 4-2-1 מוצג קו מים בקוטר 3", תלוי מהתקרה במרחק של 100 ס"מ מתחתית התקרה העליונה, בבנין שזמן המחזור הראשי שלו 0.65 שניות.



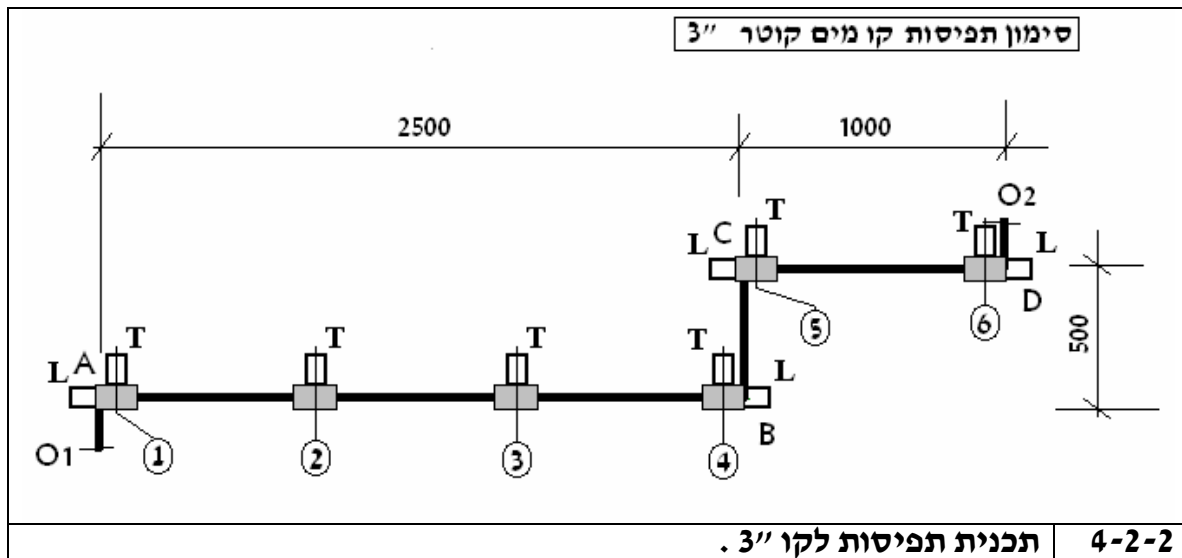
נקודות O1, O2 הנם נקודות תפוסות במרחקים של 200 ס"מ מ- A, D.

על פי טבלה 3-2-3 משקל הפונקציונלי והמרחקים הגבוליים של קשיחות וגמישות של הצינור הנם:

$L_f = 10.50 \text{ m}$	$L_s = 3.50 \text{ m}$	$w = 16.06 \text{ kg/m}$
-------------------------	------------------------	--------------------------

- בהתאם להנחיות פרק 3-2-5, בקטעים בהם תפיסות אורכיות (רוחביות) נמצאות במרחק קטן מ-60 ס"מ מקצה הקטע, משמשות תפיסות אלו גם כתפיסה רוחבית (אורכית) בקצה של הקטע הניצב, הגובל לקטע בו ממוקמות התפיסות. התפיסות אורכיות ורוחביות 1, 4, 5 ו-6 בקצוות של הקטעים AB ו-CD משמשות כתפיסות של O1 A, BC, D O2.

על ידי 4 תפיסות: 1, 4, 5 ו-6 כל הקטעים תפוסים אורכית בצורה מספיקה ורק יהיה עלינו להוסיף תפיסות רוחביות במרחקים קטנים מהמרחק הגבולי של גמישות (ראה איור 4-2-2).



על מנת לחשב את הכוח האופקי הסטטי אקוויולנטי (f_p) עלינו לקבוע את הזמן המחזור העצמי האופייני (T_p) לכל אחד מהקטעים.

לצורך זה ניתן להשתמש בנוסחאות:

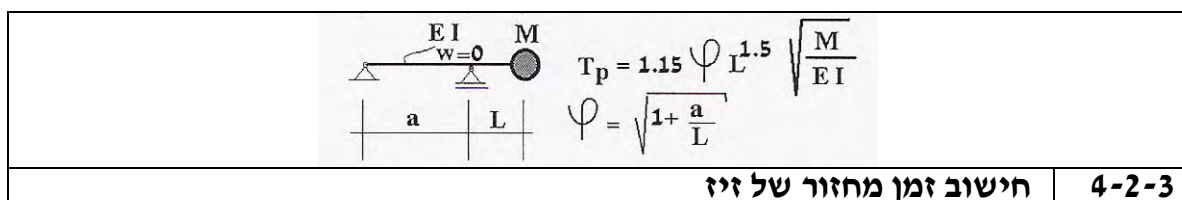
$$\begin{aligned} [T_p] &= s \\ [w] &= kg/m \\ [E] &= kg/m^2 \\ [I] &= m^4 \\ [L] &= m \end{aligned}$$

$$T_p \approx 0.2 L^2 \sqrt{\frac{w}{E I}}$$

או על ידי הנוסחאות הנגזרות מפרק 3-2-3 :

$$T_p \approx \frac{L^2}{16 L_s^2}$$

עבור הקטעים הזיזיים יש להשתמש בנוסחאות של איור 3-2-3 (ראה איור 4-2-3). ניתן להניח בגישה שמרנית ומפשטת, שלכל זיז זמן מחזור עצמי גדול מ-0.30 שניות ולקחת בחשבון את הערך המרבי (1.00) של מקדם ההפחתה.



את הכוח האופקי הסטטי- אקוויולנטי (f_p) מחשבים כפונקציה של זמן המחזור (T_p) בהתאם לטבלה של איור 0-2-3. (זמן מחזור של הבנין 0.65 שניות) מהחישוב מתקבל:

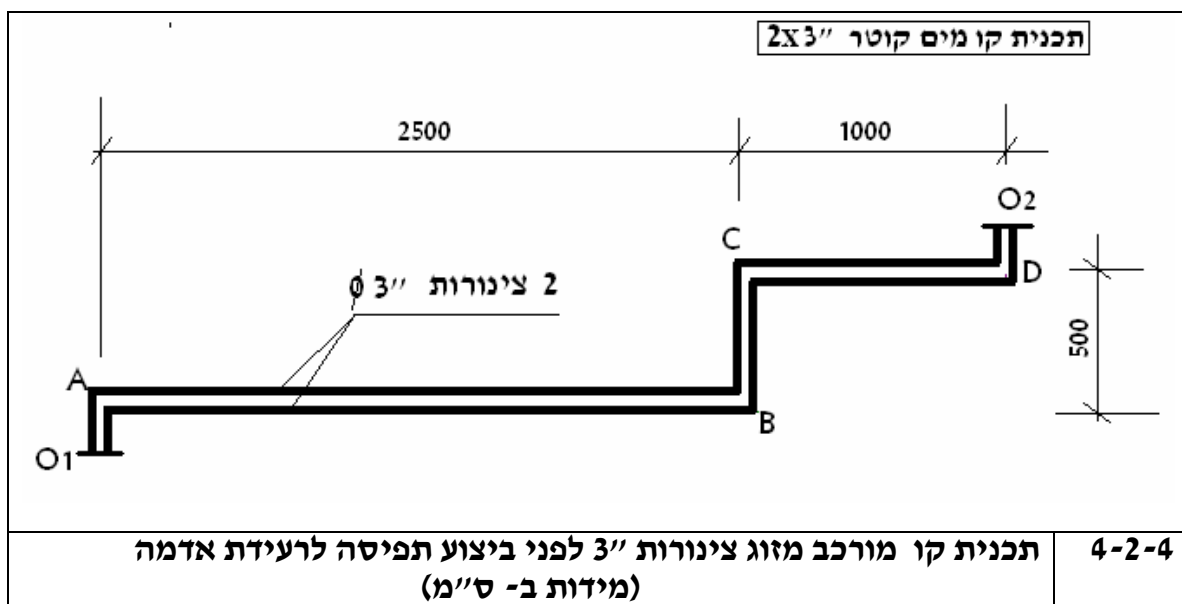
תנודות אורכיות					תנודות רוחביות						
תפיסות		f _p L	k R _p	T _p (s)	תפיסות		f _p L	k R _p	T _p (s)	אורך (m)	קטע
L	T	(kg)			L	T	(kg)				
O1		10	1.00	<0.05	1	O1	10	1.00	<0.05	2.00	O1 A
1,4		3	1.00	<0.05	O1	1	3	1.00	<0.05	0.60	A 1
1,4		38	1.00	<0.05		1,2	192	5.00	0.32	7.95	1 2
1,4		38	1.00	<0.05		2,3	192	5.00	0.32	7.95	2 3
1,4		38	1.00	<0.05		3,4	192	5.00	0.32	7.95	3 4
1,4		3	1.00	<0.05		4	13	5.00	זיז	0.55	4 B
	4,5	120	5.00	זיז	4,5		95	3.95	0.13	5.00	B C
5,6		3	1.00	<0.05		5	13	5.00	זיז	0.60	C 5
5,6		42	1.00	<0.05		5,6	212	5.00	0.40	8.80	5 6
5,6		3	1.00	<0.05	O2	6	3	1.00	<0.05	0.60	6 D
O1		10	1.00	<0.05	6	O2	10	1.00	<0.05	2.00	D O2
		308					935				

ההטרחות האופקיות על החיבורים הנם:

L(ק"ג)	T(ק"ג)	
(12)	(5)	(O1)
65	98	1
-	192	2
-	192	3
108	169	4
72	179	5
29	108	6
(6.5)	(5)	(O2)

בהתאם לטבלה של איור 8-2-3 ניתן לבצע את כל התפיסות על ידי זוג כבלים
3/32 in

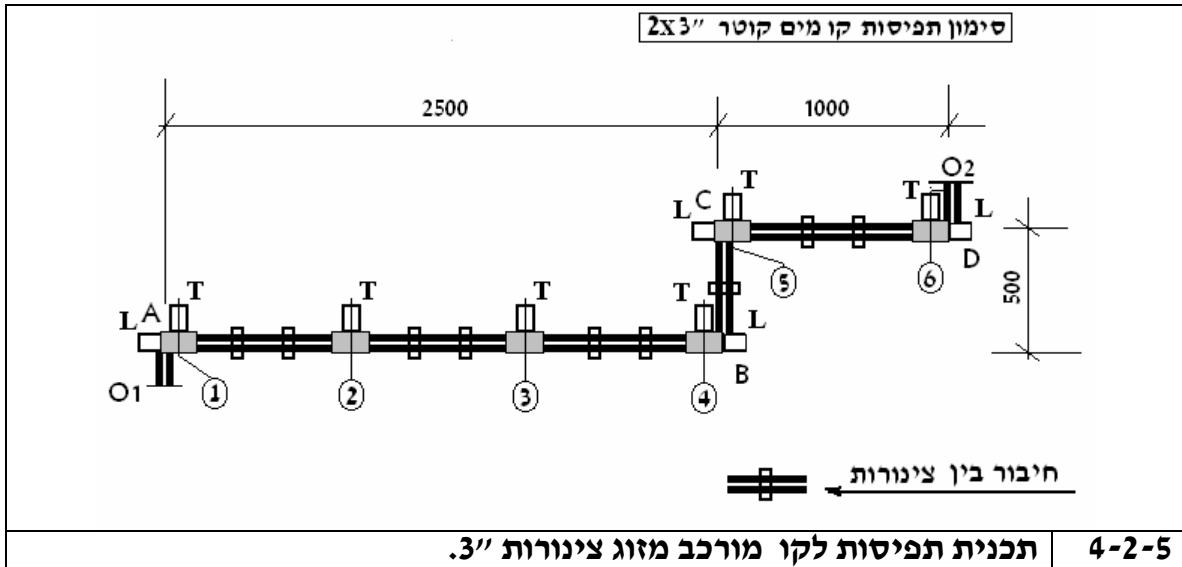
בדוגמא של איור 4-2-4 ישנו קו מים המורכב מ- שני צינורות (3") תלוי מהתקרה במרחק של 100 ס"מ מתחתית התקרה העליונה בבנין שזמן המחזור הראשי שלו 0.65 שניות. התכנית זהה לדוגמא של איור 4-2-1 למעט העובדה שמדובר בזוג צינורות צמודים.



לקו הכפול יש משקל פונקציונלי כפול וגם אינרציה כפולה. לכן זמני המחזור העצמיים, האורכים הגבוליים ומקדמי הפחתה יהיו זהים למקרה הבודד.

כוחות סטטיים- אקוויולנטיים וההטרחות על התפיסות יהיו כפולות מהמקרה הבודד.

היות והמרחקים בין התפיסות גדולים מהמרחקים הגבוליים של קשיחות, חייבים לבצע חיבורים נוספים בין הצינורות במרחקים לא גדולים מהמרחק הגבולי של קשיחות (3.50 מ'), זאת על מנת למנוע התנגשות בין הצינורות (ראה איור 4-2-5).



ההטרחות האופקיות על החיבורים הנם:

L(ק"ג)	T(ק"ג)	
(24)	(10)	(O1)
130	196	1
-	384	2
-	384	3
216	338	4
142	358	5
58	216	6
(13)	(10)	(O2)

בהתאם לטבלה של איור 3-2-8 ניתן לבצע את כל התפיסות על ידי זוג כבלים
1/8 in

במקרה של קו עם יותר מ-2 צינורות ניתן לשמור על אותו פתרון, אבל יש להתחשב במשקל פונקציונלי נוסף של 15 ק"ג ל-מ' (ראה פרק 3-2-5) מעבר לסכום של משקלים פונקציונליים.

פרק 3

הבטחת שרידות ותפקוד בית חולים למקרה של רעידת אדמה

סעיף 1

מסקנות מסקירת עמידות 4 בתי החולים

עקרונות ביצוע הסקר

מסקנות מסקר : עמידות סטרוקטורלית

מסקנות מסקר : עמידות מערכות לא סטרוקטורליות

מסקנות מסקר : שרידות תפקודית

1-1

עקרונות ביצוע הסקר

המטרות העיקריות של ביצוע הסקר היו בחינת שרידות בתי החולים בכל הקשור לעמידות המבנים בהיבט הסטרוקטורלי ובחינת עמידות מערכות לא סטרוקטורליות. מטרת הבחינה הייתה לבחון יכולת תפקוד ומתן שירותים לאוכלוסייה לאחר רעידת האדמה תוך ראייה כוללת של המבנה, מערכות תומכות חיים והציוד.

הסקר בוצע בארבעה בתי חולים:

- פוריה (טבריה)
- רמב"ם (חיפה)
- בני ציון (חיפה)
- רבקה זיו (צפת)

בחירת בתי החולים אפשרה לכלול סוגים שונים של מוסדות בבחינת: גודל, מורכבות, גיל המבנים, ריכוז (או פיזור) של מבנים ומערכות, מיקום ביחס לריכוזי אוכלוסין ולגישה מדרכי תחבורה. התקדמות הסקר וניתוח הממצאים הובילו לשיפור בשיטות איתור הנקודות הקריטיות ובהגדרות של פרמטרים השוואתיים.

התקדמות העבודה נעשתה בשלשה מישורים לפי:

מישור כללי:

- סקר ספרותי.
- איסוף מידע על הנעשה בעולם, שיטות לביצוע סקרים דומים ודרכי טיפול לשיפור עמידות בתי חולים ומניעת נזק כתוצאה מרעידת אדמה.
- התייעצות עם מומחים העורכים סקרים דומים בחו"ל.

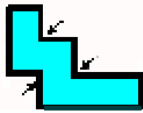
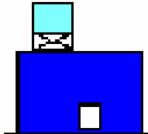
מישור ספציפי:

- איסוף חומר טכני לגבי המבנים, המערכות, והציוד של מבני בתי החולים שהשתתפו בסקר.
- סיורים לבדיקת המבנים, המערכות, והציוד (גם לצורך אימות החומר הטכני).
- פגישות עם מחלקות ההנדסה של בתי החולים ועם מתכנני המערכות.

מישור מעשי:

- ניתוח עמידות סטרוקטורלית של המבנים.
- הניתוח בוצע באגפים העיקריים ותוך שימוש בשיטות מקורבות. תוצאות הבדיקה קיבלו ביטוי בקביעתם של האינדקסים הסיסמיים (עבור שני כיוונים ראשיים).
- משמעות האינדקסים הנו של יחס בין יכולת המחושבת של המערכת ויכולת המינימלית הדרושה כדי לעמוד באירוע בעוצמה הצפויה. לכן אינדקסים סייסמיים קטנים מ-1 מצביעים על מקרים של עמידות לא מספיקה של המערכת הסטרוקטורלית.

בנוסף לקביעת האינדקסים הנ"ל בוצע גם איתור ורישום של תופעות סטרוקטורליות מקומיות שהנן מקור אופייני לסיכון כשל סטרוקטורלי של המבנים:

							
Complex Shape	Weak Diaphragm	Top Tank	Pounding Hazard	Setbacks	Hillside Building	Soft Stories	Short Columns
תופעות סטרוקטורליות שהנן מקור נפוץ לנזק בזמן רעידת אדמה							1-1-1

- ניתוח עמידות רכיבים לא סטרוקטורליים, מערכות וכד'.

נבדקו מערכות לא סטרוקטורליות בבתי חולים, שבסקר, במהלך סיורים ואיסוף חומר טכני תוך מתן דגש על מערכות רפואיות המבטיחות שרידות החולים כגון גזים רפואיים, מערכות חשמל ומיזוג אוויר, מחשבים וציוד רפואי.

בהמשך ניתנה התייחסות למערכות לא סטרוקטורליות העשויות להשפיע על תפקוד בית חולים ויכולתו להמשיך ולתפקד בזמן ולאחר אירוע סיסמי כגון מערכות מים, רכיבים לא סטרוקטורליים שונים כגון תקרות אקוסטיות, מחיצות, זיגוג, ציפוי מבנים, תאורה ודומה. כמו כן נבחן גם נושא אחסון חומרים מסוכנים או אחסון כללי מבחינת סיכוני נפילת ופיזור ציוד מאוחסן וציוד כללי כגון טלויזיות, מסכים שונים או כול ציוד העשוי להיפגע.

ניתנה גם התייחסות לנושא דרכי גישה ובית חולים או למחלקות קריטיות בתוך הבית חולים.

1-2

מסקנות מסקר : עמידות סטרוקטורלית

אינדקסים סיסמיים:

כל אחד מהאינדקסים (I_{sx} ; I_{sy}) נותן ביטוי של היחס בין הכוח המותר על המבנה (V_{ax} ; V_{ay}) והכוח הסיסמי הכולל (V_x ; V_y).

$I_{sx} = V_{ax}/V_x$ "אינדקס סיסמי בכיוון x"

$I_{sy} = V_{ay}/V_y$ "אינדקס סיסמי בכיוון y"

כתוצאה מהסקר, לחלק ניכר מהמבנים אינדקסים סיסמיים קטנים מ-1. הדבר מצביע על יכולת לא מספיקה של המערכות הסטרוקטורליות ועל הצורך בחיזוקן. חשוב לציין שחוסר היכולת עליה מצביע האינדקס אינו מכריז על כך שהבנין הולך להתמוטט ברעידה הבאה. המשמעות של האינדקס הנו ציון של רמת הסיכון לכשל כתוצאה של אירוע סייסמי בעוצמה הגדולה הצפויה.

בניינים שהאינדקסים הסייסמיים גדולים מ-1 מצביעים על קיום מערכות סטרוקטורליות בריאות מספיק כדי להתמודד בהטרחות הצפויות. ציון של התנהגות הנאותה הצפויה של המערכות הסטרוקטורליות של מבנים עם אינדקסים גדולים מ-1 מתייחס ליכולתו "לא להתמוטט" ולא על יכולתו של הבנין לעמוד "ללא נזק". הכשל התפקודי של בית החולים יכול להיגרם (בנוסף לסיבות הלא סטרוקטורליות) בגין נזק שאינו מוביל להתמוטטות.

קיום של התופעות הסטרוקטורליות שצוינו באיור 1-1-1 מצביעות על סיכון מרובה להתפתחות נזק שמוביל לכשל. במקרים בהם קיימות תופעות אלו והאינדקס קטן מ-1 המצב חמור במיוחד. במקרים בהם האינדקס גבוה התופעות של איור 1-1-1 מגדילות את הסיכויים לכשל תפקודי בגין נזק מקומי. מהסקר מתברר שהתופעות האלו נמצאו בכול מבני בתי חולים, שנבדקו. תופעת עמודים קצרים (SHORT COLUMNS) הינה אופיינית במיוחד. בדרך כלל התופעה נגזרת מהצורך בחלונות ארוכים, מקיום פתחים גדולים למעברי מערכות (במיוחד תעלות מיזוג אוויר) ולפעמים בגין עיצוב אדריכלי מכוון שאינו מתחשב בחומרת התופעה. תופעת התפרים הסטרוקטורליים הגורם לסיכון להתנגשות בזמן רעידת אדמה (POUNDING או INTERHAMMERING) הנה גם כן נפוצה. לרוב מפלסי התקרות זהים בשני צדי התפר, דבר שמפחית את הסיכון להתמוטטות כתוצאה מהתנגשות אבל אינו מונע את הסיכון לכשל תפקודי בגין נזקים מקומיים ופגיעה במערכות אספקה שחוצות את התפר.

נכון להיום התפרסם תקו לבחינת עמידות מבנים קיימים ברעידות אדמה, כך שבהמשך ניתן להתבסס בו גם לצורך בדיקת עמידות מבני בתי חולים קיימים.

1-3
מסקנות מסקר : עמידות מערכות לא סטרוקטורליות

המערכות (והציוד) בכל בתי החולים בארץ אינן מתוכננות כלל לנושא של רעידות אדמה. בנוסף לבעיה הכללית של חוסר תכנון לעמידות קיימות בעיות רבות של מיקום מערכות על פני רכיבים תומכים לא יציבים הצפויים להיפגע (כגון קווי חמצן וצנרת אחרת על הפרגולות ומעברי צינורות מבניין לבניין ללא כל טיפול בנושא תגובה שונה של הרכיבים סטרוקטורלי). מכלי חמצן ראשיים אינם מאובטחים להיפוך.

לא נעשה כל טיפול בחיבורי צנרת למיכלים, במעברי צנרת בין הבניינים או כול טיפול אחר הנדרש להבטחת שרידות המערכת. ככול הנראה המצב בכול בתי החולים זהה והוא נובע מחוסר תשומת הלב לנושא זה במשך שנים רבות מידי מצד המתכננים והיזמים



דוגמא של קוי מערכות לא מוחזקות הנתמכות אחת בשניה.	1-3-1
---	-------

באזור 1-3-2 ניתן למצוא טבלת ריכוז הממצאים של מצב וסיכון של הרכיבים הלא סטרוקטורליים בבתי החולים שנבדקו במסגרת הסקר.

טבלת ריכוז עיקר הממצאים של בדיקת הרכיבים הלא סטרוקטורליים:

סיווג הסיכון:

נזק בתפקוד בגין הפסקת הספקה
נזק בתפקוד בגין חסימת דרכי גישה
גורם לדליקה
נזק ישיר ברכיבים אחרים
פגיעה ישירה בבני אדם

סיווג רכיבים ומצבם:				הצפוי לקרות כתוצאה מאירוע סיסמי:
סעיף	רכיב	מצב		
מערכת חמצן	מכלי חמצן מרכזיים	אינם תפוסים בהתאם לסיכון סיסמי	התהפכות, נפילה.	
	צנרת חמצן המובילה לבניין	תמיכות לא יציבות	נפילה	
	צנרת בתוך המבנה	תפיסה אופקית לשלד לא מתאימה	נפילה ו/או התנגשות אם רכיבים אחרים	
מערכת חשמל	מעברי צנרת דרך תפרים בין אגפים	מעברים לא גמישים	קריעה או קריסה	
	לוחות חשמל	תפיסה אופקית לשלד לא מתאימה	נפילה	
	קווי חשמל בתוך הבניין	תפיסה אופקית לא מתאימה	נפילה	
מים, אינסט	מעברי קווי חשמל דרך תפרים בין אגפים	מעברים לא גמישים	נפילה ו/או קריעה	
	חיבור למכשור	לא מאפשר חופש תנועה	קריעה	
	צנרת בתוך הבניין	תפיסה אופקית לא מתאימה	נפילה ו/או קריעה	
מיזוג אוויר ותקרות אק.	מעברי צנרת דרך תפרים בין אגפים	מעברים לא גמישים	קריעה או קריסה	
	תעלות מ. אוויר בתוך האגפים	תפיסה לא מתאימה	נפילה ו/או קריעה	
	מעברי תעלות דרך תפרים בין אגפים	מעברים לא גמישים	נפילה ו/או קריעה	
זיגוג ציפוי	תקרות אקוסטיות וגופי תאורה	תפיסה לא מתאימה	נפילה	
	זיגוג וויטרינות	סוג ותפיסה לא מתאים	נפילה	
	ציפויים	תפיסה לא מתאימה	נפילה	
שונות	ציוד ומכשור לשימוש רפואי ומחשבים	לא יציב	נפילה	
	טלוויזיות וכדומה	תפיסה לא מתאימה	נפילה	
	רהיטים, ספריות	לא יציב	נפילה	
	מדפים עבור תרופות וחומרים	ללא הגנה לנפילת התכולה	נפילת התכולה	
	מדפים עבור חומרים דליקים או רעילים.	ללא הגנה לנפילת התכולה	נפילת התכולה	
טבלת ריכוז הממצאים של מצב וסיכון של הרכיבים הלא סטרוקטורליים בבתי החולים				1-3-2

1-4

מסקנות עיקריות מסקר: שרידות תפקודית

על פי ממצאי הסקר קיים סיכון ניכר לנזק סטרוקטורלי ולא סטרוקטורלי שיוביל לפגיעה בתפקוד בתי החולים במקרה של רעידות אדמה. ברור בעליל, שאם מבנה בית חולים מסויים ייפגע כתוצאה מאירוע סיסמי רב עוצמה - לא יעזור לצרכי שרידות התפקודית שנחזק את הרכיבים הלא סטרוקטורליים.

למערכות סטרוקטורליות "חלשות" קיים סיכוי טוב לשרוד ללא פגע באירועים בעוצמה בינונית ולפעמים ישרדו גם באירועים בעוצמה גבוהה יותר (אפילו אם לא תוכננו לכך) כתוצאה מתרומתם של רכיבים שלא נלקחו בחשבון או כתוצאה מכיוונים ראשיים של הרעידה שאינם חופפים עם הכיוונים החלשים של המבנה. למערכות לא סטרוקטורליות, שאינן מחוזקות לכוחות אופקיים, שהורכבו ללא התחשבות בעמידותם ברעידת אדמה, אין בדרך כלל אפשרות לשרוד לרעידות בעוצמה בינונית.

מהאמור קודם נגזרת תמונת מצב החוזרת על עצמה בעשרים השנים האחרונות ברעידות אדמה רבות:

1 – מבני בתי חולים הנמצאים בקרבת מוקד רעידת אדמה רב עוצמה חשופים לנזק סטרוקטורלי וגם לא סטרוקטורלי. המבנים שאינם נפגעים סטרוקטורלית אינם שורדים תפקודית, אם הרכיבים הלא סטרוקטורליים אינם מחוזקים בצורה נאותה.

2 – מבני בתי חולים רבים המרוחקים יותר ממוקד הרעידה, שאינם נפגעים סטרוקטורלית נפגעים תפקודית כתוצאה מנזק למערכות לא סטרוקטורליות, אם הרכיבים הלא סטרוקטורליים אינם תפוסים בצורה נאותה. במילים אחרות תחום הגיאוגרפי בו רכיבים לא סטרוקטורליים נפגעים הנו גדול יותר מהתחום בו הפגיעה הקובעת הנה סטרוקטורלית. תנאים גיאולוגיים מסויימים עשויים לגרום לפגיעה לא סטרוקטורלית עד מרחקים ניקרים ממוקד הרעידה.

טיפול ברכיבים לא סטרוקטורליים הנה דרך יעילה במיוחד לצמצם את התחום הגיאוגרפי בו קיים כשל תפקודי ושיתוק של בתי חולים. במקרים של אירועים רבי עוצמה, הדבר יצמצם את המרחק אליו מפנים את הנפגעים ויצמצם את הפגיעה התפקודית הכללית במערכת הבריאות של המדינה.

העלות הגבוהה של ביצוע חיזוק סטרוקטורלי והפגיעה בתפקוד בבתי החולים בזמן הביצוע, לעומת עלויות הנמוכות יחסית והפגיעה המזערית בתפקוד בית חולים של טיפול ברכיבים לא סטרוקטורליים הן סיבות נוספות לעדיפות וכדאיות של הטיפול ברכיבים לא סטרוקטורליים.

סעיף 2

הבטחת תפקוד ושרידות בית חולים

גישה עדכנית למניעת נזק כתוצאה מרעידת אדמה

אספקטים של הנזק הצפוי והאמצעים למזעור
הפגיעה

מניעת נזק לא סטרוקטורלי לצורך הבטחת שרידות
תפקודית

2-1

גישה עדכנית למניעת נזק כתוצאה מרעידת אדמה

המטרה המסורתית של ההנדסה הסיסמית הייתה מוגבלת לדרישות החברה הקשורות להגנת חיי אדם כתוצאה מהתמוטטות מבנים או חלקיהם בזמן רעידת אדמה.

החברה המודרנית מציגה לפנינו מטרות רבות נוספות, כגון:

- הגנת חיי אדם בפני תופעות נוספות מעבר לכשל הסטרוקטורלי (כגון דליפת חומרים מסוכנים, דליקות, נפילת רכיבים דקורטיביים, נפילת זיגוג)
- המשך תפקוד באספקטים חיוניים לחברה (כגון תפקוד מערך ההגנה של המדינה, שיטור, בריאות).

ההנדסה המודרנית מגדירה את ההתנהגויות האפשריות של המבנה או הרכיב באמצעות ביטויים מהסוג:

- התמוטטות
- התמוטטות חלקית
- המשך תפקוד חלקי
- המשך תפקוד כולל
- נזק מבוקר
- המשך תפקוד מיידי

לכל אחד מהתיאורים הנ"ל יש משמעויות קשורות לרמת הנזק הצפוי ברכיבים השונים, סטרוקטורליים ולא סטרוקטורליים. על ידי תכנון סטרוקטורלי של המבנה, ללא התייחסות לאופי, התנהגות ופגיעות של רכיבים לא סטרוקטורליים ולמשמעות של "המשך תפקוד של המבנה", לא ניתן להבטיח התנהגות נאותה של המבנה במובן הרחב של הביטוי.

חשוב להדגיש שמבנה יכול לצאת מתפקוד ללא נזק סטרוקטורלי. פגיעות רבות בחיי אדם (לדוגמא: כתוצאה מדליקות, שבירת זיגוג ונפילת פריטים) עלולות להתרחש גם במקרים בהם המערכת הסטרוקטורלית של המבנה לא נפגעת. לכן, מניעת הנזק כתוצאה מרעידת אדמה דורשת אינטראקציה בין הנדסה ויתר המקצועות ולא מספיק (ולפעמים לא מועיל) לחזק את שלד המבנה בלבד.

ברעידת אדמה של נורטרידג' (אזור לוס אנג'לס בארה"ב) בשנת 1994 נזקים לא סטרוקטורליים גרמו לסגירה חלקית, העברת חולים ופינוי של 13 בתי חולים אשר מעשית לא נפגעו מבחינה סטרוקטורלית. בחלקם הגדול הסיבות לכך היו ההצפות שנגרמו כתוצאה מנזקים למערכות ספרינקלרים, למערכת מים קרים או למכלי מים. בבתי חולים אחרים נגרמו נזקים רבים למערכות תאורה, זכוכיות, מעליות וגם נגרמו ניתוקי חשמל עקב נזק לכבלים ומערכות פיקוד.

הנזק הסטרוקטורלי כתוצאה מרעידת האדמה של ניסקוולי (ארה"ב) בשנת 2001 היה יחסית קטן. לעומת זאת הנזק הלא סטרוקטורלי היה כבד. הנזק הלא סטרוקטורלי כלל בין היתר נזק במחיצות בניה ובמחיצות גבס, נזק בתקרות אקוסטיות, נזק בגופי תאורה, נזק במערכות ספרינקלרים, נזק כתוצאה מנפילה של מדפים וספריות ונזק כתוצאה מנפילה של ציוד (מכונות). לא דווח על מקרים חמורים של פגיעה כתוצאה מנזק בזיגוג למעט במגדל הפיקוד של שדה התעופה של סיאטל.

ניסקוולי (שנת 2001), טיוואן (שנת 1999) ונורטרידג' (שנת 1994) הן דוגמאות לצורך בטיפול באפקטים החמורים של הנזק הלא סטרוקטורלי כתוצאה מרעידת אדמה במדינות מתקדמות. בשני העשורים האחרונים מתגבשת המודעות בצורך למנוע את הנזק הלא סטרוקטורלי בבתי חולים ובכלל המבנים הקריטיים בהם השרידות התפקודית חיונית לחברה.

באיור 1-2 ניתן למצוא דוגמאות רבות נוספות של פגיעה תפקודית של בתי חולים, לרוב ללא נזק סטרוקטורלי.

רעידת אדמה	שנה (מגניטו דה)	תיאור אפקטים על בתי חולים	מקורות מידע
סאן פרננדו-קליפורניה-ארה"ב	1971 (6.4)	3 בתי חולים ניזוקו ולא תפקדו לאחר האירוע.	http://www.data.scec.org/chrono_index/sanfer.html http://www.johnmartin.com/earthquakes/eqpapers/00000017.htm http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Sylmar%20earthquake
מנגואה-ניקרגואה	1972 (7.2)	שיתוק של בית החולים הכללי (GENERAL HOSPITAL)	http://library.thinkquest.org/17749/earthquake.html?tskip1=1 http://talesmag.com/rprweb/the_rprs/west/nicaragua.shtml
גואטמלה-גואטמלה	1976 (7.5)	פינוי של רוב בתי החולים	http://www.coe.missouri.edu/~cjlw/quake/research/scenario.htm
פופז'אן-קולומביה	1983 (5.5)	שיתוק של בית החולים האוניברסיטאי של סאן חוסה	www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc3674/doc3674-02.pdf
צ'ילה	1985 (8.1)	79 בתי חולים ומרפאות נפגעו. עיבוד של 3,271 מיטות אישפוז	http://cidbimena.desastres.ln/docum/ops/publicaciones/056/056.12.htm
מנדוזה-ארגנטינה	1985 (6.2)	נפגעו 10 בתי חולים	www.paho.org/English/DDI/PED/vulnerability-chapter1.pdf
מקסיקו-מקסיקו	1985 (8.1)	התמוטטות של 5 בתי חולים ונזק גדול בעוד 22 פינוי של 11 בתי חולים. 640 מיליון דולר עלות הנזק הישיר בבתי החולים. גירעון של 5,829 מיטות אישפוז. בבית החולים הכללי מתו 295 בני אדם ובבית חולים חווארז 561.	www.gadr.giees.uncc.edu/PPT_SLIDES/1985%20MEXICO%20EARTHQUAKE.ppt www.grisda.org/origins/12061.htm www.msnnucleus.org/membership/html/k-6/pt/hazards/4/pth4_2a.html
סאן סלבדור-אל סלבדור	1986 (5.4)	11 בתי חולים נפגעו, פינוי של 10 בתי חולים, עיבוד של 2,000 מיטות אישפוז. עלות כלכלית של הנזק בבתי חולים: 97 מיליון דולר.	www.paho.org/English/PED/ElSalvador-14jan.htm www.oxfam.ca/news/El_Salvador/QA001.htm
נורטרידג'-קליפורניה-ארה"ב	1994 (6.7)	נזקים לא סטרוקטורליים גרמו לסגירה חלקית, העברת חולים ופינוי של 13 בתי חולים אשר מעשית לא נפגעו מבחינה סטרוקטורלית	http://www.iisis.pitt.edu/publications/940117.html http://content.nejm.org/cgi/content/short/348/14/1349
טנה-אקוודור	1995 (6.2)	נזק לא סטרוקטורלי רב בבית חולים ולסקו איברה	www.proventionconsortium.org/files/mit3-chapter1.pdf
איקילה-בוליביה	1998 (6.8)	נזק רב בבית חולים קרמן לופז	www.cnn.com/WORLD/americas/9805/23/bolivia
ארמניה	1999	61 בתי חולים נפגעו.	www.geohaz.org/member/report/carden

g99.htm www.ifrc.org/docs/appeals/rpts99/colombia.pdf		(5.8)	
http://www.globaleducation.edna.edu.au/globaled/go/cache/offonce/pid/1248	בתי חולים רבים שותקו, מספר אנשי צוות בתי חולים נהרגו.	2001 (7.9)	גואטרט-הודו
http://www.oregongeology.com/nisquallyGLFolder/Mei2Nisqually.htm	נזק במחיצות בניה ובמחיצות גבס, נזק בתקרות אקוסטיות, נזק בגופי תאורה, במערכות ספרינקלרים, נזק כתוצאה מנפילה של מדפים וספריות ונזק כתוצאה מנפילה של ציוד (מכונות).	2001 (6.8)	ניסקוולי-ווינגטון-ארה"ב
www.paho.org/English/PED/ElSalvador-14jan.htm	40% מבתי החולים שותקו ברחבי המדינה.	2001 (7.6)	אל סלבדור
www.reliefweb.int/w/rwb.nsf/0/47fc2a08da4bd9f85256a79005fc4b1?OpenDocument	7 בתי חולים ו- 80 מרפאות נפגעו.	2001 (6.9)	פרו
דוגמאות של פגיעה בתפקוד מערכות בריאות כתוצאה מרעידות אדמה			2-1-1

הפגיעה ברכיבים לא סטרוקטורלית של בתי חולים הנו מקור עיקרי של הנזק התפקודי, אבל הבטחת שרידות תפקודית דורשת התחשבות בגורמים נוספים כגון נזקים סביבתיים ובעיות התארגנות לרגעים מיד לאחר האירוע.

נזקים סביבתיים כגון פגיעה בנתיבי תחבורה (כתוצאה מגלישות קרקע, כשל של גשרים, כשל של קירות תומכים וכד') יכולים לגרום לחוסר נגישות לאתר בית החולים ולמנוע מתן השירותים החיוניים לאוכלוסייה לאחר האירוע. נזקים סביבתיים הם גם אלו שגורמים להפסקת אספקת חשמל ומים.

חוסר התארגנות ברגעים לאחר האירוע יכולה לגרום לשיתוק ולפינוי בתי חולים כתוצאה מחשש מנזקים חלקיים, שלא מצדיקים החלטה כה גורפת. הנזק משיתוק לא מוצדק של בתי חולים ברגעים הקריטיים שלאחר האירוע מחייב יצירת פרוטוקולים מתאימים שיאפשרו לקבל החלטות באופן מידי על סמך תמונת מצב אמיתית ועל פי קריטריונים מבוססים. סקרים שבוצעו בשנים האחרונות מציינים שזיהוי וניתוח ריאליסטי, מיד לאחר האירוע, של הנזק כתוצאה מרעידת האדמה בשנת 1994 בארה"ב היו מונעים חלק מפינוי בתי החולים, בהם היה מספיק לשתק ולבודד רק תחומים מסויימים.

2-2

אספקטים של הנזק הצפוי והאמצעים למזעור הפגיעה

הפגיעה כתוצאה מנזק לא סטרוקטורלי של רכיב מסוים נכנסת לאחת או יותר מהקטגוריות הבאות:

- 1- פגיעה ברכוש
- 2- פגיעה ישירה בבני אדם
- 3- פגיעה ישירה ברכיבים אחרים של המבנה עקב העפה או נפילה של הרכיב הפגוע.
- 4- פגיעה בגין חסימת דרכי מילוט או גישה, גם פגיעה תפקודית כתוצאה מהחסימה
- 5- פגיעה בגין גרימת דליקה
- 6- פגיעה "תפקודית" כגון הפסקת עבודת הרכיב זמנית או קבוע לדוגמא מערכת מיחשוב

המטרה של אמצעים למניעת הנזק הלא סטרוקטורלי היא למנוע את הפגיעות האמורות. חשיבות מניעת הנזק תהיה כגודל הפגיעה הקשורה לנזק שמונעים. בחירת האמצעים תהיה קשורה גם לסוג הסיכון שרוצים למנוע. קו המנחה של כל פרוגרמה למניעת נזק לא סטרוקטורלי, חייב להתחשב לא רק בתכונות של הרכיבים, אלא גם בפוטנציאל הפגיעה הקשורה לנזק לרכיב. הנזק ברכיבים לא סטרוקטורליים כתוצאה מרעידת אדמה נובע מאחת הסיבות הבאות או משילוב ביניהן:

(א) נפילה כתוצאה מתאוצות הרעידה. (לדוגמא: ארונות, מכשור או ציוד תמיר)

(ב) החלקה כתוצאה מתאוצות הרעידה, לפעמים גם התנגשות עם רכיבים אחרים. (לדוגמא: ציוד לא מחובר בצורה תקינה או בלי מגבילי תזוזה)

(ג) תזוזה יתרה כתוצאה מתאוצות הרעידה, לפעמים גם התנגשות עם רכיבים אחרים. (לדוגמא: קווי הספקה לא מחוברים, גם ציוד מבודד בצורה לא מתאימה להטרחת סיסמית).

(ד) נזק כתוצאה מחוסר גמישות לליווי תזוזות יחסיות בין רכיבים אליהם מחובר. (לדוגמא: מחיצות, זיגוג ויטרינות, קירות בני בנויים מבלוקים אלו ואחרים). במקרה של קירות בני ניתן להשיג (על ידי פרטי זיון) משיכות מסוימת כדי למתן את רמת הנזק וגם לתרום לשרידות השלד. אמצעי כזה הופך את הרכיב במובן מסוים לסטרוקטורלי.

(ה) נזק לרכיב עצמו כתוצאה מהטרחת הרעידה (ללא כשל של חיבורי הרכיב לבניין). מדובר על מקרה נדיר, כי לרוב החוליה החלשה הנה החיבור למבנה. מקרה של נזק אפשרי מסוג זה הנו מיכלי גזים (כתוצאה מריכוזי מאמצים בצמוד לסמך או בגין קריסת דופן הקליפה). בחלק מהמקרים עשוי להיות נזק לגוף הרכיב בגלל חוסר גמישות לליווי תזוזות יחסיות בין רכיבים או נזק במכשור רגיש לתאוצות.

(ו) כשל סביבתי כתוצאה מפגיעה ברכיבים הנמצאים מחוץ לגבולות בית החולים כגון חסימת גישה לבית חולים בגלל נזק לכבישי גישה. מניעת כשל מסוג זה חייב להיות חלק מתכנית מניעת נזק אזורי או כלל ארצי. בפרוגרמה פרטנית של מניעת נזק עבור מבנה או מתחם יש צורך להתחשב בהם במובן של מוכנות ולצורך תאום עם רשויות או ארגונים חיצוניים או לצורך הכנת פתרון חלופי (גיבוי) כגון דרכי גישה נוספות למקרה חרום.

הרשימה של כל הרכיבים הלא סטרוקטורליים, בהם יש פוטנציאל של נזק כתוצאה מאירוע סיסמי, חייבת לכלול כמעט את כל הרכיבים והתכולה של המבנה שאינם חלק מהמערכת הנושאת של המבנה. בחלק ניכר מהמקרים יש קשר בין הנזק הלא סטרוקטורלי והתנהגותם של הרכיבים הסטרוקטורליים. יש מקרים בהם קיום של רכיבים לא סטרוקטורליים גורמים לנזק סטרוקטורלי.

נגדיר נזק לא סטרוקטורלי ככל סוג של נזק, שאינו נובע מפגיעה ברכיבים סטרוקטורליים.

הנזק הלא סטרוקטורלי גורם בין היתר לפגיעה תפקודית. הפגיעה התפקודית של המבנה גם יכולה להיווצר כתוצאה מנזק ברכיבים שאינם נמצאים במבנה כגון גשרים, קווי אספקה חיצוניים וקירות תמך. היות וחלק מהרכיבים הנ"ל הנם בעצמם מבנים, לא נכלול אותם בפרק זה למעט ציונם לצורך התחשבות בפעולה הדדית בין המבנה לסביבה ולצורך התארגנות ומוכנות אזורית לאירועים סיסמיים.

באזור 2-2-1 ניתן למצוא רישום סיווג הרכיבים אליהם יש להתייחס לצורך מניעת הנזק הלא סטרוקטורלי.

<u>רכיבים ארכיטקטוניים</u>	<u>מערכות וציוד</u>	<u>ציוד (כללי)</u>	<u>חומרים מסוכנים</u>	<u>רכיבים סביבתיים</u>
- תקרות קלות - - ציפויים - - חלונות וזיגוג אחר - - קירות - - מעקות - - ...	- מים וביוב - - חשמל - - מיזוג אוויר - - תקשורת - - כיבוי אש -	- מכונות - - מכשור - - מעליות - - מחשבים - - ריהוט - - ...	- אחסון של חומרים מסוכנים - - אזבסט - - רעלים - - דלקים -	- גשרים - - קירות תמך - - גדרות -
2-2-1 סיווג רכיבים לבדיקה וטיפול				

באזור 2-2-2 ניתן למצוא רישום של רכיבים לא סטרוקטורליים לטיפול.
באזור 2-2-3 ניתן למצוא טבלה של סיכון לפגיעה כתוצאה מנזק ברכיבים לא סטרוקטורליים.

בפרקים 1 ו-2 קבענו אמצעים לחיזוק רכיבים לא סטרוקטורליים על מנת למנוע בין היתר פגיעה שתוביל לשיתוק בית החולים. האמצעים שפורטו נותנים מענה סביר לבעיית מניעת הנזק ברכיבים הלא סטרוקטורליים.

באזור 2-2-4 ניתן למצוא סיכום של האמצעים למניעת נזק לא סטרוקטורלי על מנת לאפשר שרידות תפקודית של בית החולים.

*רכיבים ארכיטקטוניים מחיצות פנים קבועות קירות גבס. תקרות אקוסטיות ודקורטיביות. קרניזים , וציפויים דקורטיביים. גופי תאורה עיליים תאורת חירום ותאורת כניסות. דלתות כניסה ראשיות. דלתות אוטומטיות גגונים מערכות מבנים ותגמירים אדריכליים רהיטים וציוד אחר לאורך יציאות חירום. זיגוג חיצוני. זיגוג פנימי ומחיצות מבלוקי זכוכית. מעקות גדרות וקירות פיתוח חפצים תלויים תאורת חוץ. תורני דגלים ואנטנות סמלים כבדים ולוחות קירות (לא נושאים).	*מכלים ומערכות דלק וגז. מיכלי גז"מ וגז. צנרת אספקת דלק וגז	*ציוד גנרציה. גנרטור חירום. מצברים וכוני מצברים. מיכלי סולר. צנרת סולר, מי קירור צנרת פליטה.
*רהוט ותכולה. ציוד תקשורת ציוד גלים קצרים ואנטנות ציוד מחשבים. ארונות אחסון בגובה 1.2 מ' ומעל. (ספריית) ציוד מטבחים וציוד כביסה	*מערכת מים דודים משאבות מים. צנרת מים חמים וקרים. דודי שמש מכלים	*ציוד מכני. ציוד מכני מבודד באמצעות מרסנים ציוד מכני "לא" מבודד
	*מעליות ודרגנועים מעליות כבלים,משקולות, מובילים מנועי מעלית וציוד בקרה מעלית הידראולית דרגנוע	*ציוד חשמלי כולל קוים. שנאים. מרכזי בקרת מנועים. ארונות חשמל. כבלי חשמל, מעברי כבלים וסולמות כבלים
	*מערכת מיזוג האוויר ואוורור צילרים. מחליפי חום ומשאבות מאווררים, מפזרים מדחסי אויר. HVAC ממוקמים על הגג יחידות מיזוג על הקירות ותקרה. תעלות פיזור. מפזרים.	*מערכת גילוי וכיבוי אש גלאי עשן, מערכת אזעקת אש, מערכת בקרת דלתות אש. מטפי כיבוי וארונות כיבוי ספרינקלרים וצנרת ספר. משאבת מים של כיבוי. מאגרי מים מערכת גילוי עשן.
	*חומרים מסוכנים חומרים מסוכנים (כללי)	
2-2-2 רישום של רכיבים לא סטרוקטורליים לטיפול		

[illegible]

איור 2.2.3 (חלק 2 מתוך 2) : טבלה עקרונית של סיכון לפגיעה כתוצאה מנזק ברכיבים לא סטרוקטורליים										
"תפקודית" (אספקה)	בדרכי מילוט או גישה	סוג סיכון לפגיעה				נזק "שלדי"	סוג סיכון לנזק ברכיב			
		בגין גרימת דליקה	ברכיבים אחרים	ישירה בבני אדם	ברכוש		נזק מחוסר גמישות	תזוזה יתרה	החלקה	נפילה
X	?	X	X	X	X			X	X	X
	?		X	X	X	X	X	X		X
	?		X	X	X	X	X	X		X
	?		X	X	X	X	X	X		X
	?		X	X	X	X	X	X		X
	?	X	X	X	X			X		X
	?	X	X	X	X			X		X
	?		X	X	X	X	X			
	?				X	X	X			
	?		X	X	X	X				X
	?		X	X	X	X	X	X		X
	?		X	X	X		X	X		X
	?		X	X	X	X	X			X
	?		X	X	X	X	X			X
	?		X	X	X	X		X		X
	?		X	X	X			X		X
	?		X	X	X			X		X
	?		X	X	X	X				X
	?	X	X	X	X	X				X
X	?	X	X	X	X			X	X	X
X	?	X	X	X	X				X	X
X	?	X	X		X		X		X	X
?	?		X	X	X			X		X
?	?		X	X	X			X		X

אמצעים	דוגמאות
סילוק	- חומרים מסוכנים בתוך מבנה או בתחום דרכי גישה ניתן להעביר לאזורים מרוחקים ממוקדי תפקוד חיוני או הנמצאים בתחומי דרכי גישה או מילוט. קיומם אינו חיוני לתפקוד בית החולים.
שינוי מיקום	- פריטים כבדים הנמצאים במדפים גבוהים יהיה ניתן להעביר למדפים נמוכים, בהם לא יסכנו חיי אדם.
תפיסה ועיגון	- הדרך הנפוצה למניעת נזק. באמצעות זייתנים, ברגים, כבלים ואביזרים שונים ניתן למנוע את תזוזה, נפילה והתנגשות של רכיבים.
הגבלת תזוזה	- כאשר לא ניתן או לא כדאי לתפוס, ניתן לפעמים לבצע קשירה של פריטים על מנת להגביל את התזוזה ולמנוע פגיעה ברכיבים אחרים או בגין נפילה.
חיבורים גמישים	- קווי אספקה שמחברים בין מבנים שונים או שמתחברים לציד, הצפוי לתזוזות, נפגעים כתוצאה מהתזוזות היחסיות בין תפיסות. חיבורים גמישים הנם הפיתרון למנוע את הכשל.
החלפה או שינוי	- לדוגמא, רכיבי חזית כבדים, קשיחים ו/או שבירים ניתן להחליף ברכיבים קלים יותר לתפיסה ולמגר את פוטנציאל הפגיעה. גם גגונים כבדים מעל גישות למבנים (שהכשרתם יקרה ובעיתית) ניתן להחליף במבנה קל. - לבצע שינויים בקווי אספקה חיונים על מנת לאפשר את הגישה אליהם לצורך בדיקה וטיפול גם לאחר האירוע.
חיזוק תמיכות קיימות	- חיזוק תמיכות קיימות יכול להיות זול מהחלפתם.
תוספת תמיכות	- בדרך כלל אינו כלכלי לפרק תמיכות קיימות אפילו אם אינן מועילות לחיזוק הרכיב.
תוספת קו הגנה	- לדוגמא, תוספת של גגונים שיתנו הגנה לנפילת רכיבי זיגוג יכול לתת מענה כלכלי ויעיל. במקרה של מערכות בעלי פוטנציאל סיכון לדליקה או פיזור חומרים מסוכנים ניתן להוסיף שסתומי ניתוק אוטומטיים כקו הגנה נוסף במיוחד בכניסות למבנים.
מקור אלטרנטיבי לשעת חירום	- הבטחת מקור אלטרנטיבי לאספקת שרותים חיוניים:מים(מיכלי חירום), חשמל (גנרטור חירום), גזים רפואיים, אוכל. - התארגנות לשימוש במבנה קרוב לבית החולים לפעולות מיון וטיפול לא קריטיות, על מנת להגדיל את היכולת לטיפול במצבים דחופים וגם לשחרר את דרכי הגישה לבית החולים עצמו. - יצירת הסכמים מראש עם גופים שונים (גם מתנדבים) על מנת לחזק צוותי תחזוקה בשעות הראשונות מיד לאחר האירוע.
יצירת פרוטוקולים לשעת חירום על מנת להבטיח תגובות והחלטות מהירות ויעילות מיד לאחר האירוע	- קיום של רשימות טלפונים מעודכנת לצורך התקשרויות וגיוס מומחים. הנחיות עקרוניות מראש על מנת לקצר את זמן התגובה ולקבל תמונות מצב אמינות שימנע סגירת בית החולים בגין חשש מנזקים לא בדוקים. הכשרה של צוותים לביצוע של הבדיקות, קיום ערכות מצב חירום לצוותים שיבצעו את הבדיקות הראשוניות, הגדרה מראש של המבנה הפיקודי במצב חירום.
2-2-4	אמצעים למניעת נזק תפקודי

2-3
מניעת נזק לא סטרוקטורלי לצורך הבטחת שרידות תפקודית

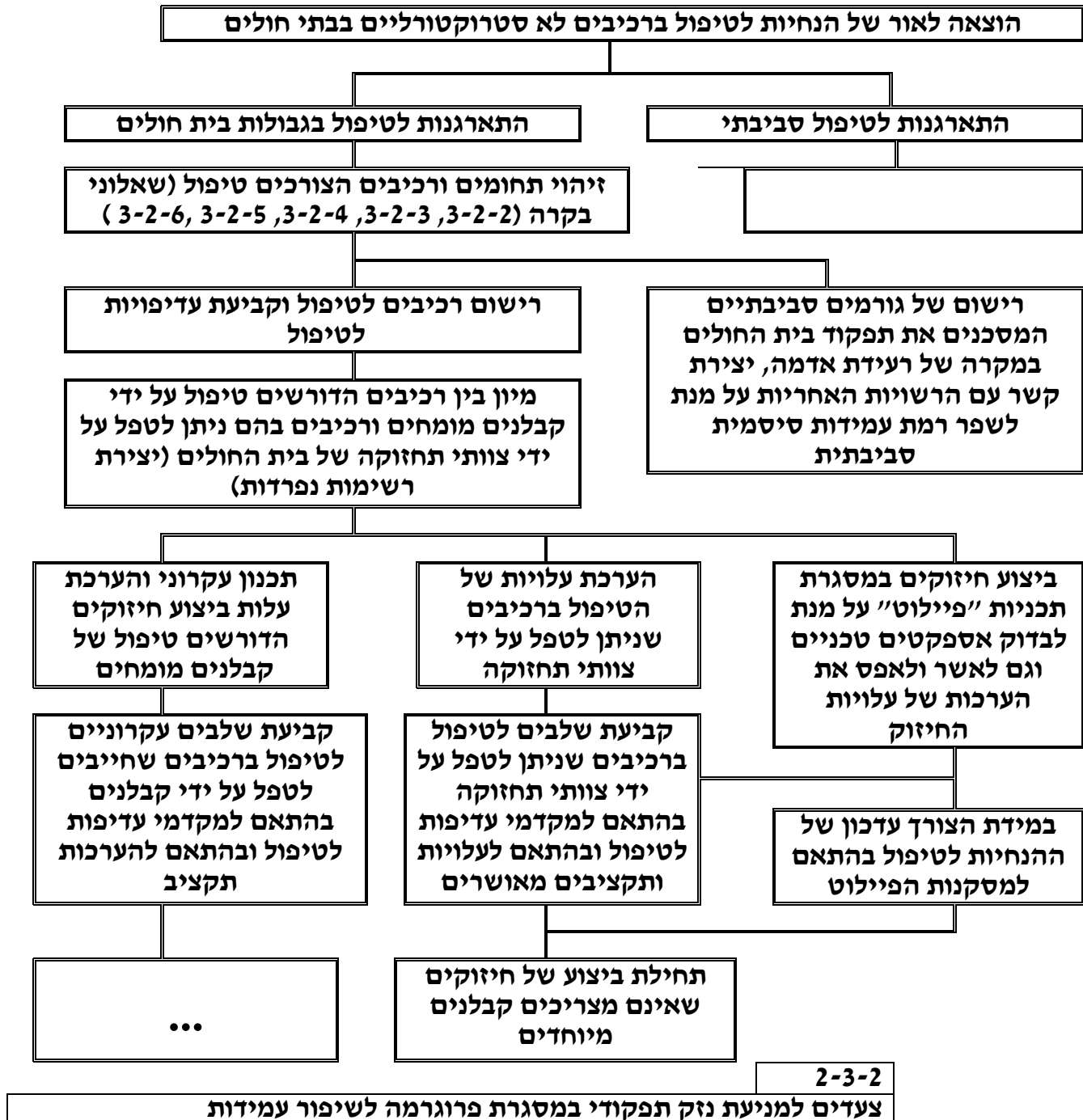
כדי להבטיח את השרידות התפקודית של בית החולים, על פי חוברת "היערכות מערכת הבריאות לרעידות אדמה" ועל פי מקורות נוספים, יש לקיים את 7 התנאים המפורטים באיור 2-3-1.

מטרות של תכנית הבטחת שרידות תפקודית	
1-	הגנה על חיי המטופלים, הצוות והמבקרים
2-	הבטחת תפקוד מחלקת מיון, חדרי ניתוח, טיפול נמרץ ודיאליזה מיד לאחר האירוע
3-	הכשרת מרחבים נוספים לטיפול חירום ומיון לאחר האירוע
4-	הבטחת תפקוד בית החולים לאחר האירוע
5-	יהיה ניתן (במידת הצורך) לבצע פינוי מיידי של מטופלים וצוות
6-	צוותי חירום יוכלו להיכנס (במידת הצורך) ולגשת לכל מקום באתר
7-	לא תהיה פליטה של חומרים מסוכנים כתוצאה מהאירוע.
2-3-1	תנאי שרידות תפקודית

באיור 2-3-2 מפורטים צעדים למניעת נזק תפקודי שיש ליישם במסגרת פרוגרמה לשיפור עמידות בית חולים בכול הקשור לרכיבים לא סטרוקטורליים.

באיור 2-3-3 ניתן לראות דוגמא לאומדן עלויות לטיפול בסוגי רכיבים שונים וקשר בין עוצמת הרעידה לסיכון לחיי אדם ולהפסקת תפקוד. הנתונים באיור יכולים לשמש לקביעת כדאיות ועדיפויות הטיפול ברכיבים הניתנים לטיפול פשוט על ידי צוות הטכני של בית חולים בהתאם להנחיות בפרק 1. להערכת עלויות טיפול בצנרת ופריטי ציוד מורכבים יותר כמוסבר בפרק 2 יש צורך במעורבות מתכננים להערכת עלויות הטיפול. המציאות קובעת, שהטיפול ברכיבים לא סטרוקטורליים אינו מבוצע בדרך כלל לחיזוק בבת אחת של כל הרכיבים של כל בתי החולים. משאבים כלכליים מוגבלים מכריחים לקבוע דרגות עדיפות של טיפול על מנת לבסס סדרי התקדמות הפרויקט. קביעת סדרי עדיפויות

צריכה להתבסס בעיקרון של השגת רמת שרידות והגנה על חיי אדם מירבית במקרה של אירוע סיסמי העלול להתרחש בשלבי ביניים של ביצוע הפרויקט.



דוגמא של ניתוח עלות-תועלת בטיפול ברכיבים לא סטרוקטורלים									
רמת הסיכון להפסקת תפקוד כתוצאה מהאירוע		עלות כלכלית צפויה של הנזק ב-% של ערך הרכיב		רמת הסיכון לפגיעה בחיי אדם		עוצמת האירוע	הערכת עלות הטיפול	סוג הטיפול	
לאחר טיפול	ללא טיפול	לאחר טיפול	ללא טיפול	לאחר טיפול	ללא טיפול				
נמוכה	נמוכה	0	0-10	נמוכה	נמוכה	נמוכה	100 ש"ח ל- מ"ר	מרכז אינפורמטיקה (מחשבים וכד')	
נמוכה	גבוהה	0	10-30	נמוכה	נמוכה	בינונית			
בינונית	גבוהה	0-10	30-100	נמוכה	בינונית	גבוהה			
נמוכה	נמוכה	0	0-5	נמוכה	נמוכה	נמוכה	500 ש"ח ליחידה	עיגון מקורים	
נמוכה	גבוהה	0	5-20	נמוכה	בינונית	בינונית			
נמוכה	גבוהה	0-10	20-80	נמוכה	גבוהה	גבוהה			
נמוכה	נמוכה	0	0-5	נמוכה	נמוכה	נמוכה	13 ש"ח ליחידה	עיגון כונוניות(ראה שלב א': 1-2-2)	
נמוכה	בינונית	0	5-20	נמוכה	בינונית	בינונית			
נמוכה	גבוהה	0-10	20-50	נמוכה	בינונית	גבוהה			
נמוכה	נמוכה	0	0-10	נמוכה	נמוכה	נמוכה	35 ש"ח ליחידה	תפיסת מחשבים אישיים	
נמוכה	בינונית	0	10-20	נמוכה	נמוכה	בינונית			
נמוכה	גבוהה	0-10	20-80	נמוכה	בינונית	גבוהה			
נמוכה	נמוכה	0	0-5	נמוכה	נמוכה	נמוכה	35 ש"ח ליחידה	מניעת נפילת פריטים מעל שידות (מדפים)	
נמוכה	נמוכה	0	5-20	נמוכה	נמוכה	בינונית			
נמוכה	בינונית	0-10	20-50	נמוכה	בינונית	גבוהה			
נמוכה	נמוכה	0	0-5	נמוכה	נמוכה	נמוכה	250 ש"ח למערכת	תפיסת מצברים	
נמוכה	גבוהה	0	5-20	נמוכה	נמוכה	בינונית			
נמוכה	גבוהה	0-10	20-50	נמוכה	בינונית	גבוהה			
נמוכה	נמוכה	0	0-5	נמוכה	נמוכה	נמוכה	70 ש"ח לפנל	תפיסת מחיצות מודולריות	
נמוכה	נמוכה	0	5-10	נמוכה	נמוכה	בינונית			
נמוכה	נמוכה	0-5	10-20	נמוכה	בינונית	גבוהה			
דוגמא של ניתוח כדאיות בטיפול ברכיבים לא סטרוקטורלים									
2-3-3									

2-3-3

סעיף 3

שאלוני בקרה ותפסי רישום

מפתח לשימוש בשאלוני הבקרה ותפסי רישום

שאלוני בקרה לזיהוי פוטנציאל נזק תפקודי במסגרת
פרוגרמה לשיפור עמידות

שאלון בקרה למנהל

שאלון בקרה פוטנציאל נזק לרכיבים ארכיטקטוניים

שאלון בקרת פוטנציאל נזק של ציוד ומערכות

שאלון בקרת פוטנציאל נזק של חומרים מסוכנים

שאלון בקרת פוטנציאל נזק רהוט, ציוד משרדי וכלל
פריט תכולה

שאלון בקרת פוטנציאל נזק הקשור לתשתיות

טופסי רישום

3-1

מפתח לשימוש בשאלוני הבקרה וטופסי רישום

מטרת שאלוני הבקרה הנה להבטיח ביצוע בדיקה מסודרת לאיתור גורמי סיכון לנזק וגם לייצור בסיס לרישום סיסטמתי של הרכיבים הדורשים חיזוק או טיפול בטופסי הרישום.

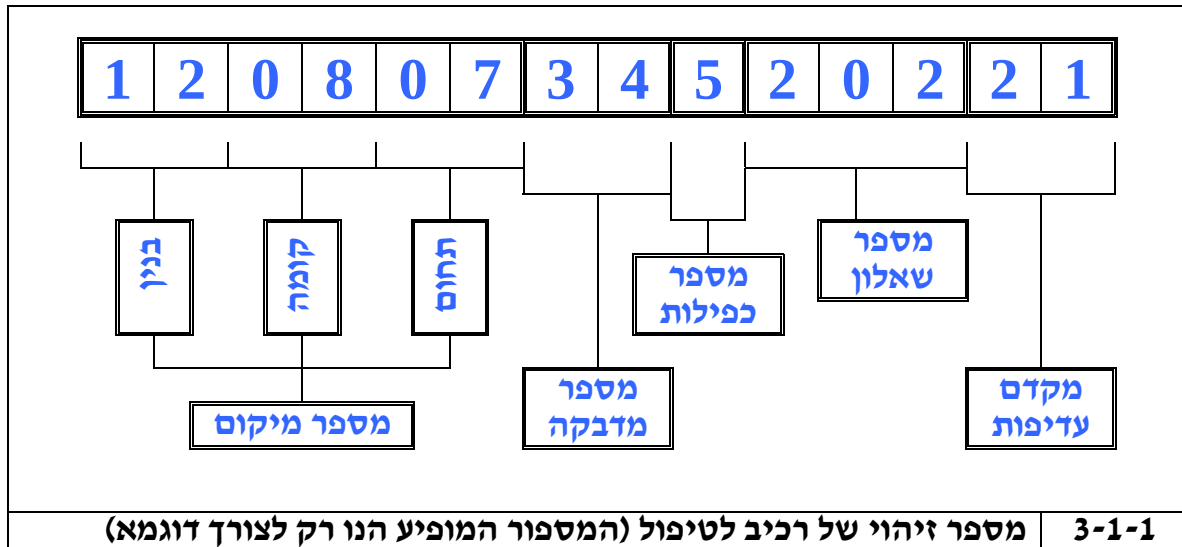
אחד הבעיות הגדולות בביצוע טיפול למניעת נזק לא סטרוקטורלי בבתי חולים
 . קשה מאוד הנה כמות גדולה מאוד של רכיבים מסוגים שונים הדורשים טיפול להתקדם בעבודה באופן יעיל אם לא קובעים מראש שיטת רישום שתאפשר לקבל מידע פרטני מספק על כל רכיב וגם ליצור את התמונה הכוללת המאפשרת לנהל את הטיפול במובנים טכניים, לוגיסטיים ותקציביים.
מיפוי וסימון איזורים של בית המסמך הראשון שיש ליצור כבסיס לטיפול הנו המיפוי יכול להיות סכמטי, אבל חייב לכלול כל חלק של כל בנין, חצר, החולים קומה, גג, מעבר, וכד' (מקורה או לא). החלוקה חייבת להיות מבוססת על שימוש הפונקציונלי של הרכיב ובמקביל גם על פי תכונות פיזיות (קירות, מחיצות ותקרות). במפה הכללית של בית החולים מומלץ לסמן אזורים ובניינים בסימון מ- 00 עד 99 . במפה יש לציין גם כמה מפלסים יש לכל מבנה ויצורפו תכניות של חלוקת הקומה לאזורים או תחומים. יש לציין שלרוב יהיה ניתן לייצר את המיפוי על רקע חומר תיעודי קיים .

מומלץ לבצע על ידי 6 סיפרות. 2 הסיפרות הראשונות סימון זיהוי מיקום רכיב מסוים יכולות לסמן מספר בנין או איזור בבית החולים, שתי הסיפרות הבאות מפלס בתוך הבנין ושתי הסיפרות האחרונות את התחום על פי סימון איזורים בתכנית של הקומה. לדוגמא חדר מכונות בקומה 8 של בנין מס' 12 יזוהה על ידי סימון: 120807 לפי בנין 12, קומה 8, תחום 7.

מומלץ שיהיה מספר בן שתי ספרות בין 00 ל-99. סימון זיהוי סידורי (מספר מדבקה) תוך ביצוע זיהוי ורישום רכיבים לטיפול, ינתנו מספרים אלה לכל רכיב על ידי רישום ומדבקה.

הנו מספר מ-1 ל-9 המסמן כמות הפריטים סימון כמות הפריטים (מספר כפילות) שדורשים טיפול וניתנים לרישום כפריט אחד, לדוגמה 5 צינורות הרצים במקביל וביחד יקבלו ציון על ידי מספר כפילות 5. רכיב בודד יסומן על ידי 1.

הנו מספר בן 3 ספרות המופיע סימון על פי שורה בשאלון בקרה (מספר סעיף סיכון) בעמודת הערות של השאלון. מספר זה משמש גם לזיהוי על ידי הספרה הראשונה של המערכת שהרכיב הינו חלק ממנה.



מטרתה של שיטת רישום הרכיבים המתוארת הנה לבצע רישום מסודר, איתור מהיר של הרכיב בשטח, מיון בקבוצות על פי סוג הרכיב, מיון בקבוצות על פי מיקום, מיון בקבוצות על פי מקצוע, מיון בקבוצות על פי פוטנציאל נזק ואדיפות לטיפול.

, ניתן יהיה לבחור בתחומים של בית מיפוי וסימון איזורים של בית החולים לאחר החולים בהם תעשה בדיקה ורישום של רכיבים בעלי פוטנציאל נזק. ימולאו (למעט מתן ערכי מקדם עדיפות) תוך כדי סיור בעזרת שאלוני טופסי הרישום הבקרה. התאור רצוי שיהיה מלווה בתמונות במידת הצורך. על עורכי הרישום להיות מצוידים ב-:

- (1) מיפוי בית החולים
- (2) טופסי רישום
- (3) מדבקות למספור רכיבים
- (4) שאלוני בקרה
- (5) מצלמה דיגיטלית (לשימוש במידת הצורך)
- (6) פנס (לשימוש במידת הצורך)
- (7) אמצעי מדידות (לשימוש במידת הצורך)

3-2

שאלוני בקרה לזיהוי פוטנציאל נזק תפקודי במסגרת פרוגרמה לשיפור עמידות

3-2-1

שאלון בקרת התקדמות התארגנות למניעת נזק לא סטרוקטוראלי (למנהל)

הנחיות הכנה לטיפול במערכות לא סטרוקטוראליות			
האם בוצע מיפוי וסימון תחומים בבית החולים לצורך טיפול במערכות לא סטרוקטוראליות	כן	()	לא
האם הופצו הנחיות לטיפול במערכות לא סטרוקטוראליות, שאלוני בקרה וטופסי רישום לגורמים הנדסיים?	כן	()	לא
האם הופצו עקרונות תגובה למקרה של אירוע סיסמי לכל בעלי תפקידים רלוונטיים?	כן	()	לא
האם הוכנו רשימות התקשרות כלליות למקרה של אירוע?	כן	()	לא
האם נבדקו והופצו (ב-6 החדשים האחרונים) לכל בעלי תפקידים רלוונטיים רשימות התקשרות למקרה של אירוע סיסמי?	כן	()	לא
האם התקבלו רשימות התקשרות פרטניות מעודכנות למקרה של אירוע מכל אחד מבתי החולים (ב-6 החדשים האחרונים)?	כן	()	לא

3-2-2

שאלון בקרת פוטנציאל נזק של רכיבים ארכיטקטוניים

הערות	כן	()	לא	חדרי מדרגות
101				האם במהלכי מדרגות בנויים מבטון ישנם רכיבים בנויים מבלוקים או דומים הדורשים חיזוק למקרה של ר.א.?
הערות	כן	()	לא	מערכות מבנים ותגמירים אדריכליים לאורך יציאות חירום וכניסות לאזורים חיוניים
102				האם צנרת, תעלות, תקרות אקוסטיות ודקורטיביות, תאורה, מחיצות ויתר רכיבים הממוקמים לאורך יציאות חירום וכניסות לאזורים חיוניים מחוברים בצורה נאותה?
הערות	כן	()	לא	רהיטים וציוד אחר לאורך יציאות חירום וכניסות לאזורים חיוניים
103				האם רהיטים או ציוד אחר הממוקמים לאורך יציאות חירום וכניסות לאזורים חיוניים מחוברים כראוי למבנה. ואם לא מחוברים, האם ממוקמים בצורה שלא יחסמו יציאות חירום? (ראה פרק 1).
הערות	כן	()	לא	(בלוקי בטון או איטונג, בלוקי זכוכית, כדומה) מחיצות פנים קבועות
104				האם קירות בלוקים כוללים חיזוקים מבטון מזוין?
הערות	כן	()	לא	מחיצות גבס ומחיצות קלות אחרות.
105				האם מחיצות גבס מחוברות לתקרות המבנה?
				שים לב! : יש לבדוק מעל קו תקרות אקוסטיות.
106				האם פרופילי חיזוק של המחיצות עונים לתנאי טבלת 1-1-6 (פרק 1)?
107				האם משקלם של הפריטים המחוברים למחיצה אינו גדול מהמשקל המקסימלי המותר על פי טבלת 1-2-6 (פרק 1)?
108				אם קיימות מחיצות מודולריות, האם הצבתם יציבה ועונה לדרישות פרק 1 (3-6)
הערות	כן	()	לא	זיגוג פנימי ומחיצות מבלוקי זכוכית
109				האם מחיצות זכוכית מחוברות כראוי למבנה לקבלת כוחות אופקיים?
110				האם רכיבי זיגוג פנימי עשויים זיגוג בטחון או מחוזקים בפילם בטחון?
הערות	כן	()	לא	תקרות תותב קלות
111				האם המרחק בין תליות של מנשאים ראשיים אינו גדול מ-120 ס"מ?
112				האם המרחק בין תליות הקיצוניות של מנשאים ראשיים לקצה התקרה אינו גדול מ-20 ס"מ?
113				האם קיימים חיזוקים אלכסוניים בהתאם למפורט בסעיף 1-5 (פרק 1)?
הערות	כן	()	לא	תקרות תותב מסוג מגשים
114				האם המגשים מחוברים נגד נפילה בזמן אירוע סיסמי (ראה 2-5 – פרק 1)?
הערות	כן	()	לא	גופי תאורה
115				האם תאורת חירום ותאורת כניסות מאובטחת נגד נפילה במקרה של רעידה?
116				האם גופי תאורה כגון "ספוט", מסילה וכדומה מחוברים כראוי ומאובטחים נגד נפילה על ידי כבלים עצמאים? (ראה 1-3 – פרק 1)
117				האם גופי תאורה תלויים מהתקרה (שאינם כוללים כבלי בטחון למניעת פגיעתם) עונים לדרישות המופיעות באיור 1-3-3 (פרק 1)?
118				האם גופי תאורה עליים משולבים בתקרות תותב כוללים תמיכה לא תלויה במערכת החזקת התקרה בהתאם ל: 3-5 (פרק 1)?

הערות	כן	()	לא	קרניזים וציפויים דקורטיביים
119				האם קרניזים וציפויים דקורטיביים מחוברים כראוי למבנה?
הערות	כן	()	לא	דלתות
120				במקרה שדלתות כניסה הן דלתות פלדה כבדות (שעשויות להיות תקועות כתוצאה של עוות במבנה), האם קיים בסביבת הדלת ציוד לפריצת הדלת והקלה על יציאת האנשים?
121				האם דלתות אוטומטיות כוללות מנגנון עקיפה ידני?
הערות	כן	()	לא	זיגוג
122				האם רכיבי זיגוג תוכננו לספיגת תנועה של המבנה? (במיוחד תזוזות יחסיות בין תקרות ורצפות)
123				האם חלונות גדולים, ויטרינות וקירות מסך עשויים זיגוג בטחון או מחוזקים בפילם בטחון?
124				האם זיגוג משולב בדלתות עשוי זיגוג בטחון או מחוזק בפילם בטחון?
הערות	כן	()	לא	מעקות, קרניזים, ציפויים או דקורציות אחרות
125				האם מעקות וקרניזים כוללים חגורות מבטון מזוין ומחוברים כראוי?
126				האם כל הרכיבים הדקורטיביים האחרים מחוברים למבנה?
127				האם הציפויים מחוברים בצורה נכונה למבנה?
הערות	כן	()	לא	גדרות וקירות פיתוח
128				האם קירות תומכים וגדרות תוכננו לקבלת כוחות אופקיים? אם לא, האם נפילתם עשויה לחסום גישה לאזור חיוני או דרכי מילוט
הערות	כן	()	לא	תאורת חוץ
129				האם פריטי תאורת חוץ תמוכים כראוי או מחוברים בצורה מאובטחת למבנה?
הערות	כן	()	לא	תורני דגלים ואנטנות
130				האם תורני דגלים ואנטנות נבדקו לכוחות אופקיים (ראה 3.1 – פרק 1) ומחוברים כראוי למבנה?
הערות	כן	()	לא	סמלים כבדים ולוחות הכוונה מוארים ורגילים
131				האם סמלים ולוחות מעוגנים למבנה כראוי?

3-2-3

שאלון בקרת פוטנציאל נזק של ציוד ומערכות

ציוד גנרציה

הערות	לא	()	כן	גנרטור חירום
201				האם גנרטור החירום מאובטח ?
202				האם בידוד הוויברציוני של המנוע גם מתאים לדרישות סיסמיות?
הערות	לא	()	כן	מצברים וכונני סוללות
203				האם מצברים מאובטחים ומחוברים בצורה נאותה לכוננים ?
204				האם כונן מצברים מחובר על ידי קשירת חביקה בשני כוונים?
205				האם כונני מצברים מחוברים כראוי לבסיס בטון על ידי ברגי עיגון ?
206				האם בסיס בטון עצמו יציב מספיק ?
הערות	לא	()	כן	מיכלי סולר
207				האם מיכלי הסולר מחוברים כראוי לבסיסי בטון ?
208				האם המיכלים מחוברים על ידי חביקה בשני כוונים ?
209				האם החבקים מחוברים על ידי ברגי עיגון לקירות או רצפות בטון ?
210				האם רכיבי הבטון יציבים מספיק לתזוזה או החלקה ?
הערות	לא	()	כן	צנרת סולר, מי קירור צנרת פליטה
211				האם קווי הצנרת מחוברים בחיבורים גמישים המסוגלים לספוג תנועה יחסית בין ציוד למבנה, בכניסה ויציאה מהמבנים, במעבר תפרים קונסטרוקטיביים בבניינים ?

ציוד חשמלי (כולל קווי גנרציה)

הערות	לא	()	כן	שנאים
212				האם השנאים מחוברים כראוי לרצפות וקירות ?
הערות	לא	()	כן	מרכזי בקרת מנועים
213				האם מרכזי בקרת מנועים מחוברים כראוי לרצפות או קירות ?
הערות	לא	()	כן	ארונות חשמל
214				האם ארונות חשמל מחוברים כראוי לרצפות או קירות ?
הערות	לא	()	כן	כבלי חשמל, מעברי כבלים וסולמות כבלים
215				האם כבלים או צנרת חשמל מסוגלים לקבל תזוזה בחיבורים או בחציות תפרים קונסטרוקטיביים בבניין ?
216				האם סולמות, צינורות וכבלים מחוברים לצדדים ?

ציוד גילוי וכיבוי אש

הערות	לא	()	כן	
				גלאי עשן, מערכת אזעקת אש, מערכת בקרת דלתות אש
217				האם גלאי אש ועשן מותקנים כראוי לפי הוראות ?
218				האם ציוד בקרה לאזעקת אש ובקרת דלתות אש מחובר כראוי למבנה ?
				מטפי כיבוי וארונות כיבוי
219				האם מטפים וארונות כיבוי מחוברים כראוי ?
220				האם החיבורים של מטפי הכיבוי הנם מסוג של חבק לשחרור מהיר?
				ספרינקלרים וצנרת ספרינקלרים
221				צנרת ספרינקלרים מחוברת לצדדים על ידי חיבור חובק ?
222				האם תקרה בה משולבים ראשי ספרינקלרים מחוברת בצורה המונעת את שבירתם?
223				האם קווי צנרת ספרינקלרים החוצה תפר מסוגלת לשרוד תנועה היחסית הצפויה בתפר ?
				משאבת מים של כיבוי
224				האם המשאבה מעוגנת לבניין או האם היא מחוברת על קפיצי וויברציה בתוספת ריסון סיסמי ?
				מיכל מי חירום או ברכת מי חירום
225				האם מיכל מים מחובר כראוי ליסודותיו ?
226				האם מיכל מחובר על ידי חיבור חובק לכל הכוונים ?
227				האם יסודות וחיבורים מעוגנים כראוי למבנה ?

מכלי גפ"מ ומערכות דלק

הערות	לא	()	כן	
				מיכלי גפ"מ
228				האם המיכל מחובר כראוי לבסיסו ?
229				האם מאובטח על ידי חובקים לכל הכוונים?
230				האם הבסיס והחיבורים מעוגנים כראוי ליסוד בטון ?
231				האם יסוד הבטון גדול מספיק למנוע החלקה או סיבוב ?
				שסתום סגירה
232				האם במערכת כלול שסתום אוטומטי לסגירה ברעידת אדמה?
233				האם השסתום הנו ידני, האם מובטחת גישה נוחה לסגירתו שלא תיחסם?
				צנרת אספקת דלק
234				האם צנורות מחוברים לצדדים על ידי חיבור חובק ?
235				האם צנורות כוללים חיבור גמיש למיכל לספיגת תנועה יחסית ?

ציוד ומערכת מים

הערות	כן	()	לא	דודים
236				האם הדודים מחוברים בצורה מאובטחת לרצפת בטון ?
237				האם צנרת מחוברת לדודים בחיבור גמיש ?
הערות	כן	()	לא	משאבות מים
238				האם המשאבות מעוגנות או מחוברות על קפיצים לויברציה בתוספת ריסון סיסמי ?
הערות	כן	()	לא	צנרת מים חמים וקרים
239				האם הצינורות מחוברים לצדדים בחיבורים חובקים במרחקים מתאימים בין החיבורים ?
240				האם הצינורות כוללים חיבור גמיש למכלים או לדודים המסוגל לספוג תנועה יחסית ?
241				האם הצנרת מסוגלת לספוג תנועה יחסית בין מבנים בחציות תפרים סיסמיים ?
242				האם הצנרת לא כוללת בידוד עשוי אסבסט שביר ?
243				האם חדירות צנרת דרך קירות או רכיבים קונסטרוקטיביים גדולות מספיק לאפשר תנועה יחסית ?

מערכת מיזוג האוויר ואוורור

הערות	כן	()	לא	צילרים
244				האם הצילרים מחוברים בצורה מאובטחת או מותקנים על קפיצי ויברציה עם תוספת מרסנים סיסמיים ?
הערות	כן	()	לא	מחליפי חום ומשאבות חימום
245				האם מחליפי חום והמשאבות מעוגנים או מותקנים על קפיצי ויברציה עם מרסנים סיסמיים ?
הערות	כן	()	לא	מאווררים, מפזרים, פילטרים
246				האם המאווררים, המפזרים והפילטרים מחוברים בצורה מאובטחת או מותקנים על קפיצי ויברציה עם מרסנים סיסמיים ?
הערות	כן	()	לא	מדחסי אוויר
247				האם מדחסי האוויר מעוגנים או מותקנים על קפיצי ויברציה עם מרסנים סיסמיים ?
הערות	כן	()	לא	רכיבי ציוד מ.א. ממוקמים על הגג
248				האם יחידות HVAC מעוגנים בצורה מאובטחת או מותקנים על קפיצי ויברציה עם מרסנים סיסמיים ?
הערות	כן	()	לא	יחידות מיזוג על הקירות ותקרה
249				האם יחידות מחוברים בצורה מאובטחת לתקרה או קיר ?
הערות	כן	()	לא	תעלות פיזור
250				האם תעלות פיזור מחוברים לצדדים על ידי חיבורים מתאימים ?
251				האם תעלות פיזור מסוגלות לספוג תנועה יחסית בחציית תפרים סיסמיים במבנים ?
הערות	כן	()	לא	מפזרים
252				האם כל המפזרים מחוברים למבני תמיכה יציבים או מחוברים בצורה טובה לתקרה וקירות ?
253				האם בנוסף לכך המפזרים מחוברים בחיבור אמצעי נכון כגון לפחות שני כבלים למפזר ?

כללי : קווי מערכות

הערות	לא	()	כן	כללי : קטעי קו מערכת שאורכו גדול מ-150 ס"מ
254				האם כל קטע קו שאורכו גדול מ-150 ס"מ תפוס אופקי לאורך ולרוחב בהתאם ל- פרק 2 : 3-2-5 ?
255				במידה והתפיסות הן באמצעות כבלים, האם הכבלים מתוחים ?
256				האם אמצעי התפיסה מתאימים לדרישות פרק 2 (סעיף 3) ?
257				האם בכל מעבר של כל קו מערכת דרך תפר סטרוקטורלי קיים חיבור מגמיש ?
258				האם בכל חיבור של כל קו מערכת לציד מורכב על מרסנים קיים חיבור מגמיש ?
259				האם המרחק בין תפיסות של כל קו מערכת אינו עולה למותר על פי פרק 2 (3-2-2, 3-2-3, 3-2-4) ?
260				האם תפיסות קווי מערכות מים, כיבוי, ביוב, גזים רפואיים וקום מתאימים להנחיות פרק 2 (3-2-5-4) ?
261				האם תפיסות קווי מערכות חשמל מתאימים להנחיות פרק 2 (3-2-5-3) ?
262				האם תפיסות קווי מערכות תקשורת מתאימים להנחיות פרק 2 (3-2-5-3) ?
263				האם תפיסות תעלות מיזוג אוויר מתאימים להנחיות פרק 2 (3-2-5-5) ?
264				האם תפיסות תעלות ציוד מכני מתאימים להנחיות פרק 2 (3-2-5-5) ?

מעליות ודרגנועים

הערות	לא	()	כן	מעליות
265				האם המעלית מחוברת כראוי למובילים ?
הערות	לא	()	כן	כבלים, משקולות, מובילים
266				האם הכבלים מותקנים בצורה המונעת יציאה מהמקום ?
267				האם המשקולות מחוברות כראוי למובילים ?
268				האם המובילים (פסי הובלה) מחוברים בצורה מאובטחת לבניין ?
הערות	לא	()	כן	מנועי מעלית וציוד בקרה
269				האם המנוע וציוד הבקרה מחוברים כראוי ?
הערות	לא	()	כן	מעלית הידראולית
270				האם מערכת הידראולית מחוברת כראוי ?
הערות	לא	()	כן	דרגנוע
271				האם ציוד הבקרה של הדרגנוע מחובר כראוי ?

ציוד תקשורת

הערות	לא	()	כן	כל רכיבי ציוד תקשורת (כגון : רדיו, ציוד אלחוטי, מערכת כריזה וכ"ד)
272				האם הציוד מאובטח כנגד החלקה ממיקומו, או במקרה של ציוד תלוי האם הוא מחובר למבנה עם כבלי הבטחה ?
273				האם ציוד גלים קצרים מאובטח נגד נפילה או מחובר ?

3-2-4

שאלון בקרת פוטנציאל נזק של חומרים מסוכנים

				מכלי לחץ
הערות	לא	()	כן	
301				האם מכלי לחץ לאחסון חומרים כמו חמצן, חנקן או אמוניה מחוברים בחביקה לפחות בשליש(לא יותר מ-45 ס"מ מהרצפה) ומעל שני שליש גובה (אבל נמוך מ-25 מראש המיכל) ? (ראה פרק 1: 4-1)
302				האם החובקים מעוגנים כראוי לקירות ומחוברים בעצמם באמצעות חיבור מהיר ?
הערות	לא	()	כן	חומרים כימיים
303				האם כל החומרים הכימיים מאוחסנים בהתאם להוראות היצרנים וחומרים שאינם משתלבים מאוחסנים בצורה שתמנע ערבובם במקרה של שבירת אריזות?
304				האם כל הארונות עם חומרים מסוכנים מחוברים בצורה מאובטחת למבנה ?
305				האם עבור בקבוקים וצנצנות (המכילים חומרים מסוכנים) מאוחסנים במדפים, קיימים אמצעים שמונעים נפילתם כתוצאה מאירוע סיסמי ?
306				האם בקבוקים וצנצנות המכילים חומרים מסוכנים מוגנים לשבירה על ידי האמצעים המתוארים בפרק 1 (4-7) ?

3-2-5

שאלון בקרת פוטנציאל נזק של רהוט, ציוד משרדי וכלל פרטי תכולה

הערות	לא	()	כן	ציוד מחשבים
401				האם למידע במחשבים (שהנה חיוני ביותר לפעילות באתר) יש גיבוי מחוץ לאתר ?
402				האם ציוד מחשבים קריטי מחובר בצורה מאובטחת לתמיכתו ?
403				האם ציוד מחשבים חיוני נמצא בסביבת צנרת מים העשויה להיפגע ?
404				האם ציוד מחשבים כבד, שגובהו בערך כפליים מרוחבו מחובר, מעוגן או חבוק ?
405				האם ציוד מחשבים הממוקם על ריצפה צפה גם מחובר למבנה ?
הערות	לא	()	כן	ארונות אחסון בגובה 1.2 מ' ומעל. (ספרים, ציוד וכדומה).
406				האם כל ארון מחובר עם מחברים לקיר יציב, לרצפה או לפרופילים של מחיצה יציבה ?
407				האם כל ארון כולל מעצור בקצה מדף או פס אלסטי למנוע מתכולתו לפעול החוצה ?
408				האם כל החפצים הכבדים ממוקמים רק במדפים התחתונים ?
409				האם כל הדלתות של ארונות מחוברים בצורה בטוחה ?
410				האם ניתן בארונות שלא מחוברים לקיר יציב ליצור חיבור ביניהם לקבלת מבנה יציב יותר? (בסיס העמדה רחב יותר).
411				האם ארונות לא מחוברים ממוקמים במקום בו הם עשויים לגרום לחסימת יציאות ?
הערות	לא	()	כן	ציוד מטבחים וציוד כביסה
412				האם כל הציוד מחובר בצורה מאובטחת לקירות, רצפות, תקרות ?
413				האם מכונות כביסה ומכונות בישול מחוברות בצורה מתאימה לרצפה וקירות ?
הערות	לא	()	כן	מכשירי טלויזיה
414				האם מכשירי טלויזיה תלויים כוללים מובטחים נגד נפילה ?
הערות	לא	()	כן	ציוד על גלגלים
415				האם ציודים על גלגלים קשורים למבנה על ידי אמצעים לפתיחה מהירה בהתאם למפורט בפרק 1 (5-1) ?
הערות	לא	()	כן	מתקני מים לשתייה
416				האם מתקני מים לשתייה מחוברים בהתאם ל: 1-6 (פרק 1) ?

3-2-6

שאלון בקרת פוטנציאל נזק הקשור לתשתיות

הערות	לא	()	כן	דרכי גישה לאתר בית החולים ודרכי מילוט ממנו
				במידה ובדרכי גישה ומילוט קיימים גשרים, האם נערכו בדיקות על ידי הרשויות המבטיחים עמידותם ברעידת אדמה?
				במידה ובצידי דרכי גישה ומילוט קיימים קירות תמך, האם נערכו בדיקות על ידי הרשויות המבטיחים עמידותם ברעידת אדמה?
				האם נערכו בדיקות עמידות ברעידת אדמה על ידי חברת החשמל המבטיחים עמידות ציוד וקווים הנמצעים בצידי דרכי גישה ומילוט?
				האם קיימים דרכי גישה חלופיים לקיימים, המאפשרים תפקוד בית החולים במידה ומכשולים סביבתיים יגרמו לפסילתם?

3-2-7

טופס רישום רכיבים

טופס רישום רכיבים		בית חולים:											
תאריך:	עורך א':	עורך ב':	<table border="1"> <tr> <td>תחום</td> <td>קומה</td> <td>בנין</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	תחום	קומה	בנין							
תחום	קומה	בנין											
תאור: מילות מפתח:	<table border="1"> <tr> <td>עדיפות</td> <td>מקדם</td> <td>מספר שאלון</td> <td>כפילות</td> <td>מספר מדבקה</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			עדיפות	מקדם	מספר שאלון	כפילות	מספר מדבקה					
עדיפות	מקדם	מספר שאלון	כפילות	מספר מדבקה									
תאור: מילות מפתח:	<table border="1"> <tr> <td>עדיפות</td> <td>מקדם</td> <td>מספר שאלון</td> <td>כפילות</td> <td>מספר מדבקה</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			עדיפות	מקדם	מספר שאלון	כפילות	מספר מדבקה					
עדיפות	מקדם	מספר שאלון	כפילות	מספר מדבקה									
תאור: מילות מפתח:	<table border="1"> <tr> <td>עדיפות</td> <td>מקדם</td> <td>מספר שאלון</td> <td>כפילות</td> <td>מספר מדבקה</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			עדיפות	מקדם	מספר שאלון	כפילות	מספר מדבקה					
עדיפות	מקדם	מספר שאלון	כפילות	מספר מדבקה									
תאור: מילות מפתח:	<table border="1"> <tr> <td>עדיפות</td> <td>מקדם</td> <td>מספר שאלון</td> <td>כפילות</td> <td>מספר מדבקה</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			עדיפות	מקדם	מספר שאלון	כפילות	מספר מדבקה					
עדיפות	מקדם	מספר שאלון	כפילות	מספר מדבקה									

מקורות

- תקן עמידות מבנים ברעידת אדמה - ת"י 413**
היערכות מערכת הבריאות לרעידת אדמה, ספטמבר 2002
 אמצעים למניעת נזק לא סטרוקטורלי כתוצאה מרעידת אדמה - ס.סטולובס
 A Practical Guide for Reducing the Risk of Nonstructural Earthquake Damage- FEMA 74
 2000 IBC- International Building Code
 Architectural Elements - TM 5-809-10; NAVFAC P-355; AFM 88-3
 ASTM E 580-96 - Standard practice for Application of ceiling suspension systems.
 California Building Code- California Building Standard Commission.
 Ceilings and Interior Systems Construction Association (CISCA)-Guidelines for Seismic Restraint
 Code Complying Design & Installation of Seismic Wire Rope/Cable Bracing- Loos & Co, Inc.
 Disaster Mitigation Guidelines- Pan American Health Organization
 Dynamic Response of Secondary Systems in Structures Subjected to Earthquake Excitation. –
 Henried, A.G.; Lau, K.S
 ICBO Evaluation Report- Seismic Connection Report for Gypsum Wallboard Nonbearing
 Partitions and Suspended Ceilings
 LAFD The Los Angeles City Fire Department's Earthquake Preparedness Handbook
 Manual of Code Compliance Guidelines - Loos & Co, Inc.
 Mitigation of damage of Equipment - Pan American Health Organization
 NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings-FEMA 273-FEMA
 NEHRP Commentary on Guidelines for Seismic Rehabilitation of Buildings-FEMA 274- FEMA
 NEHRP Handbook for Seismic Evaluation of Existing Buildings-FEMA 178-FEMA
 NEHRP Provisions for Architectural, Mechanical, and Electrical Components- R.M.Drake
 NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings- FEMA 222
 Non Structural Damage- Al Whitecar
 Nonstructural Hazard Mitigation- Guna Salvadoray
 Oregon Earthquake Mitigation Program- Oregon Earthquake Program Coordinator
 Pipe Restraint- Loziuk et al.- US Patents 5,609,323
 Pipe Restraints Overview- Wire Energy Absorbing Rope- Shree Steel Wire Ropes Ltd.
 Piping Systems in Seismic Zones – Joseph G. Radzik
 Proceedings of the MCREER Workshop for Seismic Hazard Mitigation of Health Care Facilities
 Principles of Disaster Mitigation in Health Facilities- Pan American Health Organization
 Recommendations on Minimum Requirements for the Seismic Design and Detailing of Suspended
 Ceiling Grid Systems- Earthquake and War Damage Commission- KRTA New Zealand
 Seismic Bracing for HVAC Equipment- ASHRAE Journal- Patrick J. Lama
 Seismic Code Requirements for Anchorage of Nonstructural Components- ATC/SEAOC
 Seismic Design of Non-Structural Building components in USA- Andrew W. Taylor, Long T. Phan
 Seismic Mitigation Program Guidelines for Existing Buildings Funded or Managed by BC
 Government- BRITISH COLUMBIA Ministry of Finance
 Seismic Protection for Miscellaneous Equipment- ASTM 13080
 Seismic Response of Nonstructural Components- ATC/SEAOC
 Seismic Restraint Guidelines for Suspended Piping- Mason Industries, Inc.
 Seismic Restraint of Nonstructural Elements- John Meyer, Timothy Frei, James Parker
 Seismic Retrofit of Critical Above Ground Piping Systems- George Antaki

Seismic Safety of Federal Buildings- NISTIR 5419
 Seismic Vulnerability Evaluation Methods in Japan-Prof. Shunsuke Otani
 Senate Bill 1953 (SB1953): The Program for Seismic Rehabilitation of Existing Hospitals in California
 Standard Structural and Anchorage Review Comments per 1995 California Building Code
 Testing of Northridge Earthquake Failures- Schierle, G Goetz and Vergun, Dmitry
 The influence of architectural finishes- Pan American Health Organization
 The perception of earthquake risk and the preparation for earthquakes in New Zealand- K. Dew
 The Program for seismic Rehabilitation of Existing Hospitals in California- W. Holmes
 The Untold Story and Photographs of the San Francisco Earthquake and Fire of 1906- Hansen, G., and E. Condon
 Tri-Services Manual- Department of the Army; the Navy and the Air Force, USA
 Turkey: Earthquake Caused Untold Damage To Economy- Charles Recknagel
 Unitized Seismic Bracket- US Patents 6,050,035- William J. Thompson
 Universal Restraint Clip Fitting- US Patents 6,026,545- Daniel Duggan

אתרי אינטרנט:

<http://www.b-line.com/pdf/catalogs/SRS02/SRS02-5.pdf>
<http://www.b-line.com/product/PDFLibrary/SeismicRestraints/index.htm>
<http://depts.washington.edu/alttour/catpage1.htm>
http://www.earthquakestore.com/order_furniturefasteningkit.html
<http://www.ehs.berkeley.edu/pubs/factsheets/54controldustdebris.html>
<http://www.ehs.berkeley.edu/whatwedo/opp/qbrace/bracedetailills.html>
<http://www.ehs.berkeley.edu/whatwedo/opp/qbrace/bracedetailills.html>
<http://www.emergencysupply.com/faq.html#Q24>
<http://www.emergencysupply.com/fasteners.html>
<http://www.emprep.com/earthquake%20fasteners.html>
<http://www.fema.gov/hazards/earthquakes/how2008.shtm>
<http://www.kwikclamp.com>
<http://www.lafd.org/eqfurni.htm>
<http://macawinc.com>
<http://www.parkin-sec.com/earthquake/home/tv-vcr.html>
<http://www.preparedness.com/earprep.html>
<http://www.preparedness.com/steelfurcabf1.html>
http://www.oshpd.cahwnet.gov/fdd/About_Us/Organization/Regulations/PINS/pin-32.pdf
<http://www.parkin-sec.com/earthquake/lab/heavy.html#he3>
<http://www.parkin-sec.com/earthquake/office/office.html>
<http://www.proventionconsortium.org/files/mit3-chapter3.pdf>
<http://quakesecure.com/appliancekit.cfm>
<http://quake.wr.usgs.gov/prepare/future/now/belongings.html>
http://www.qsafety.com/index_services.html
http://www.qsafety.com/index_services.html
<http://www.qsafety.com/2890.htm>
<http://quakesecure.com>
<http://www.safetycentral.com/earprep.html>
<http://www.safetyproof.com/html/fastening/labfastening>
<http://www.safetyproof.com/html/fastening/labfastening/index.html>
<http://www.safetyproof.com/html/fastening/corporate>
<http://www.safetyproof.com/index.html>
<http://www.safetystore.com/eqcpmfast.asp>
<http://www.safetystore.com/eqcpmfast.asp#Quake Tape>
http://www.sciline.com/earthquake_custom_hardware.htm
http://www.sciline.com/earthquake_restraints.html
http://somsafety.stanford.edu/emergency_prep/seismic_considerations.html

<http://www.strandearthquake.com/products.html>
http://www.strandearthquake.com/prod_flex_pipelops/fireloops.html
http://www.strandearthquake.com/prod_seis_Mitig/RetenStrapWareShelves.html
<http://www.unistrut.com/pdf/Seismic.pdf>
<http://www.worksafetech.com/pages/LabTankIntro.html>
<http://www.worksafetech.com/pages/LabTankIntro.html>
<http://www.worksafetech.com/pages/Search.html>
<http://www.worksafetech.com/pages/Hospitals.html>
[/http://www.yellow.co.nz/site/seismic](http://www.yellow.co.nz/site/seismic)
[/http://www.yellow.co.nz/site/willine](http://www.yellow.co.nz/site/willine)
<http://www.yellow.co.nz/site/willine/Engbuild.html>
http://hfpa.otsg.amedd.army.mil/refs/1191/MH1191_20020702_06_SeismicDesign.pdf
<http://www.atcouncil.org/pdfs/bp2b.pdf>
<http://www.atcouncil.org/pdfs/bp6b.pdf>
<http://www.b-line.com/pdf/catalogs/SRS02/SRS02-1.pdf>
<http://www.fin.gov.bc.ca/PT/rmb/forms/NSGuidelines.pdf>
<http://www.disaster-info.net/laboratories/folder/elements/laboratorios.pdf>
http://www.k12.wa.us/SchFacilities/pubdocs/NSEQGuide/06_ManualC.pdf
http://www.oshpd.cahwnet.gov/fdd/About_Us/Plan_checking/standard_comments/strsnf94.pdf
http://www.oshpd.cahwnet.gov/fdd/About_Us/Plan_checking/standard_comments/strhos94.pdf
<http://www.cityofseattle.net/projectimpact/pdfs/guide%20-%20section%20c.pdf>
<http://www.strandearthquake.com/psgsv.html>
http://www.strandearthquake.com/prod_seis_GSV/cal_gas_val.html
http://www.earthquakestore.com/choosing_the_right_valve.html
http://www.earthquakestore.com/how_gas_shut_off_valves_work.html
http://www.earthquakestore.com/gas_shut_off_valve_installation.html
<http://www.quakedefense.com/instalgtg.htm>
<http://www.all-prowindowtint.com/ourexpertise/>
http://www.scchealth.org/docs/ems/docs/prepare/earthq_before.html