

SI 413
1995

Amendment No. 3

September 2009

תקן ישראלי ת"י 413
יוני 1995

גיליון תיקון מס' 3

אלול התשס"ט - ספטמבר 2009

תכן עמידות מבנים ברעידות אדמה

Design provisions for earthquake resistance of structures

מכון התקנים הישראלי
The Standards Institution of Israel



גיליון תיקון זה הוכן על ידי ועדת מומחים בהרכב זה:
רז מור, דוד סגל, אדריאן סקרלט, אברהם פיזנטי, רינה פרחאת, אביגדור רוטנברג (יו"ר)

גיליון תיקון זה אושר על ידי הוועדה הטכנית 104 – עומסים אופייניים על מבנים, בהרכב זה:

- | | | |
|---------------------------------|---|---|
| איגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות | - | שמואל רבין (יו"ר) |
| הטכניון – הפקולטה להנדסה אזרחית | - | יסכה גולדפלד, אביגדור רוטנברג |
| המכון הגיאולוגי | - | זהר גבירצמן |
| התאחדות הקבלנים והבונים בישראל | - | נתן חילו |
| לשכת המהנדסים והאדריכלים | - | אדריאן סקרלט, יוסי רייכמן, קלאודיה ריינהורן |
| ממשרד הביטחון | - | יפעת לופוביץ |
| ממשרד הבינוי והשיכון | - | משה סוקולובסקי |
| רשות ההסתדרות לצרכנות | - | רינה פרחאת |

כמו כן תרמו להכנת גיליון התיקון: נפתלי איזנברג, סם פרידמן, מנחם קניגסברג.
משה כרמל ריכז את עבודת הכנת גיליון התיקון.

הודעה על גיליון תיקון

גיליון תיקון זה מעדכן את
התקן הישראלי ת"י 413 מיוני 1995
תיקון מס' 1 מדצמבר 1998
גיליון התיקון מס' 2 ממאי 2004

עדכניות התקן

התקנים הישראליים עומדים לבדיקה מזמן לזמן, ולפחות אחת לחמש שנים, כדי להתאימם להתפתחות המדע והטכנולוגיה. המשתמשים בתקנים יודאו שבידיהם המהדורה המעודכנת של התקן על גיליונות התיקון שלו. מסמך המתפרסם ברשומות כגיליון תיקון, יכול להיות גיליון תיקון נפרד או תיקון המשולב בתקן.

תוקף התקן

תקן ישראלי על עדכוניו נכנס לתוקף החל ממועד פרסומו ברשומות. יש לבדוק אם התקן רשמי או אם חלקים ממנו רשמיים. תקן רשמי או גיליון תיקון רשמי (במלואם או בחלקם) נכנסים לתוקף 60 יום מפרסום ההודעה ברשומות, אלא אם בהודעה נקבע מועד מאוחר יותר לכניסה לתוקף.

סימון בתו תקן

כל המייצר מוצר, המתאים לדרישות התקנים הישראליים החלים עליו, רשאי, לפי היתר ממכון התקנים הישראלי, לסמנו בתו תקן:



זכויות יוצרים

© אין לצלם, להעתיק או לפרסם, בכל אמצעי שהוא, תקן זה או קטעים ממנו, ללא רשות מראש ובכתב ממכון התקנים הישראלי.

פרק א - עניינים כלליים

סעיף 102. אזכורים

- מרשימת התקנים הישראליים יושמט אזכור ת"י 1523.
- לרשימת התקנים הישראליים יוסף:
- ת"י 413 חלק 2.2 - תכן לעמידות ברעידות אדמה: מבנים הנדסיים - מכלים על הקרקע לאחסון נוזלים
- ת"י 413 חלק 2.3 - תכן לעמידות ברעידות אדמה: מבנים הנדסיים - מכלים מוגבהים לנוזלים ולגזים
- ת"י 1225 חלק 4 - חוקת מבני פלדה: תכן לעמידות ברעידות אדמה
- ת"י 2413 - הנחיות להערכת עמידות מבנים קיימים ברעידת אדמה ולחיזוקם
- ת"י 4466 חלק 2 - פלדה לזיון בטון: מוטות חלקים
- ת"י 4466 חלק 3 - פלדה לזיון בטון: מוטות מצולעים
- לרשימת המסמכים הזרים יוסף:

ASCE 7-05 - Minimum design loads for building and other structures

ASCE 41-06 - Seismic rehabilitation of existing buildings

EN 1998-3 - Earthquake Design – Assessment and retrofitting of buildings

הערות השוליים (1)

ההערה וההפניות אליה יושמטו.

סעיף 103. הגדרות

103.8. מבנה "מיוחד"

המילה "מיוחד" שבמונח (כותרת ההגדרה) תושמט, ובמקומה ייכתב:
"לא סדיר".

103.35. תקופה בסיסית

למונח (כותרת ההגדרה) יוסף:
או זמן מחזור בסיסי.

הערות השוליים (ב1)

ההערה וההפניות אליה (המצויות בגיליון התיקון מס' 2) יושמטו.

סעיף 104. רשימת סימנים

- אחרי הביאור לסימן F יוסף הסימן:
- F_a - מקדם האתר בזמני מחזור קצרים (סעיף 202.2.2)
- הסימן F_T יושמט, ובמקומו ייכתב: F_{top} . הביאור לא ישתנה.
- הסימן F_V יושמט, ובמקומו ייכתב: F_{ver} . הביאור לא ישתנה.
- אחרי הביאור לסימן F_{ver} יוסף הסימן:
- F_V - מקדם האתר בזמני מחזור ארוכים (סעיף 202.2.2)
- אחרי הביאור לסימן M_{ur} יוסף הסימן:
- N - התנגדות בבדיקת החדרה תקנית (SPT)

- אחרי הביאור לסימן P_{cs} יוסף הסימן :
- PI - אינדקס פלסטיות
- בביאור לסימן T יושמטו המילים "זמן מחזור", ובמקומן ייכתב :
או זמן מחזור בסיסי.
- הסימן S על ביאורו יושמט, ובמקומו יוספו סימנים אלה :
 - S_a - מקדם תאוצת התכן הספקטרית (יחסית לתאוצת הכבידה, g) (סעיף 202.3)
 - S_{DS} - מקדם תאוצת התכן הספקטרית בהשפעת תנאי הקרקע באתר בזמני מחזור קצרים (יחסית לתאוצת הכבידה, g) (סעיף 202.2.2)
 - S_{DI} - מקדם תאוצת התכן הספקטרית בהשפעת תנאי הקרקע באתר בזמן מחזור של שנייה אחת (יחסית לתאוצת הכבידה, g) (סעיף 202.2.2)
 - S_s - מקדם תאוצה ספקטרית אופקית על סלע עבור זמן מחזור קצר (יחסית לתאוצת הכבידה, g) (סעיף 202.1.2)
 - S_I - מקדם תאוצה ספקטרית אופקית על סלע עבור זמן מחזור של שנייה אחת (יחסית לתאוצת הכבידה, g) (סעיף 202.1.2)
 - s_u - חוזק גזירה לא מנוקז (קילופסקל)
- אחרי הביאור לסימן T יוספו סימנים אלה :
 - T_0 - זמן המחזור בגבול בין התחום הראשון לתחום השני, כמפורט בסעיף 202.3 (שניות)
 - T_L - זמן המחזור בגבול בין התחום השלישי לתחום הרביעי (מכונה גם 'זמן המחזור הפינתי הארוך'), כמפורט בסעיף 202.3 (שניות)
 - T_S - זמן המחזור בגבול בין התחום השני לתחום השלישי (מכונה גם 'זמן המחזור הפינתי הקצר'), כמפורט בסעיף 202.3 (שניות)
- אחרי הביאור לסימנים V_{Rx} ; V_{Ry} יוסף סימן זה :
- V_s - מהירות ממוצעת של גל הגזירה ב-30 המטרים העליונים של קרקע השתית (מ' לשנייה)
- אחרי הביאור לסימן W_w יוסף סימן זה :
- w - תכולת הרטיבות (%)
- בביאור לסימנים θ_i ו- θ_{im} יושמטו המילים "מקדם כושר עיווי קומתי", ובמקומן ייכתב :
מקדם יציבות קומתית.
- הסימן ω יושמט, ובמקומו ייכתב :
 - ω_{elf} - מקדם הגברה דינמי לכוח גזירה באנליזה סטטית שקילה
 - ω_{ma} - מקדם הגברה דינמי לכוח גזירה באנליזה מודלית
- אחרי הביאור לסימנים ε_c , ε_{cu} יוספו סימנים אלה :
 - ζ - מקדם ריסון (%) מהריסון הקריטי)
 - η - מקדם תיקון לספקטרום עבור מנות ריסון שונות מ-5% (סעיף 202.4)

סעיף 108. תוספת למבנה קיים

הסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

108. הנחיות לתוספות, לשינויים מבניים (קונסטרוקטיביים) ולשינויי ייעוד למבנים

108.1. כללי

ההנחיות בסעיף זה חלות על התכן של תוספות למבנה קיים או/וגם שינויים מבניים במבנה קיים, וכן על התכן של מבנה קיים שייעודו השתנה.

108.2. תוספות עצמאיות מבחינה מבנית

תוספת שאינה תלויה מבנית במבנה הקיים, תתוכנן לעמוד בכל דרישות תקן זה.

108.3. תוספות שאינן עצמאיות מבחינה מבנית ושינויים מבניים במבנה הקיים^(א3)

108.3.1. כללי

תוספת למבנה קיים שאינה עצמאית מבחינה מבנית, שינויים במבנה קיים, וכן תכן המבנה הקיים עם התוספות או השינויים שנעשו במבנה מאז הקמתו (להלן: "המבנה הכולל"), יעמדו בכל הדרישות לעמידה בכוחות הסיסמיים שבתקן זה, וביתר העומסים הנדרשים בתקנים הישראליים. כשיש תוכנית מבנה (תוכנית קונסטרוקציה) עורכים בדיקות מדגמיות באתר כדי לוודא את התאמת התוכנית למצב הקיים, ומחשבים את תסבולות החתכים בהתאם לממצאים. המהנדס ישקול הקטנת התסבולות המחושבת בכפוף לממצאים אלה ולמועד הקמת המבנה. כשאין אפשרות לאתר תוכניות מבנה מקוריות, משחזרים את תוכניות המערכת הנושאת (לכוחות אנכיים ואופקיים) באופן מדויק ככל האפשר, על ידי מדידות ובדיקות מדגמיות לפי שיקול דעת המהנדס ובהשגחתו, ובעזרת התוכנית הארכיטקטונית (כגון תוכנית בנספח ה"בקשה להיתר") אם ישנה. במקרה זה תוכפל תסבולות החתכים המחושבת, שנקבעה על פי הממצאים בפועל, במקדם ההקטנה 0.8.

108.3.2. חריגים

למרות האמור לעיל, מבנים מקבוצת חשיבות ג (ראו סעיף 204.3) בלבד, שקיימת עבורם תוכנית מבנה, וגם מבנים שהתוספות שלהם הן פירי ממ"דים, ממ"קים או פירי מעליות מבטון מזויך^(ב3), באתרים שאינם מסוגים E ו-F (ראו סעיף 202.2) ושהם באזורים שבהם $S_{DS} \leq 0.6$ ו- $S_{D1} \leq 0.3$ (ראו סעיף 202.2), יכולים לחרוג מדרישת סעיף 108.3.1, כמפורט להלן:

הכוחות המתקבלים באנליזה סיסמית של המבנה הכולל בכל אחד מרכיבי המבנה הקיים יכולים להיות גדולים עד 10% מתסבולתם המחושבת, והכוחות במבנים ללא תוכניות מבנה עם תוספת פירים יכולים להיות גדולים עד 10% מתסבולתם המוקטנת (מקדם הקטנה = 0.8), אך זאת רק אם כל התנאים שלהלן מתקיימים:

- התוספת עצמה מתאימה לדרישות החלות על מבנים חדשים;
- אין התוספת או השינוי מפחיתים מן החוזק של המבנה הקיים, אלא אם החוזק המופחת שווה לזה הנדרש לפי תקן זה למבנים חדשים או גדול ממנו;
- התוספת או השינוי אינם יוצרים אי-סדירות ואינם מחמירים אי-סדירות קיימת;
- הכוחות בחיבורים למבנה הקיים מתאימים לכוחות המחושבים לפי הנדרש בתקן זה ובתקנים אחרים.

- יוספו הערות שוליים (א3), (ב3), כמפורט להלן:

הערת שוליים (א3)

(א3) שיטות להערכת עמידות של מבנים קיימים מפורטות בתקן הישראלי ת"י 2413 וכן בתקן האירופי EN 1998-3.

הערת שוליים (ב3)

(ב3) מבנים שהתוספות שלהם הן פירים כנזכר לעיל, אינם חייבים בתוכניות מבנה כדי להיכלל במסגרת החריגים, בתנאי שהפירים הם התוספות היחידות למבנה הנוגעות לשינוי הרלוונטי (כגון התוספות והשינויים הכלולים באותו היתר בנייה שבו כלולים הפירים), ושהם רציפים מן היסוד לכל גובה המבנה הקיים.

108.4. שינוי ייעוד

כאשר שינוי בייעוד גורם לסיווג מחדש של המבנה לקבוצת חשיבות גבוהה יותר (סעיף 3.204), יעמוד המבנה, לרבות הגישות אליו, בדרישות העמידות בכוחות סיסמיים החלות לפי תקן זה על מבנים חדשים עבור הקבוצה המתאימה.

פרק ב - נתונים ומאפיינים של הפעולה הסיסמית

סעיף 201. כללי

201.1. פעולה סיסמית לצורך תכן מבנים

הכתוב בסעיף, לרבות סעיפי המשנה שלו, 201.1.1 ו-201.1.2, ולרבות הערת השוליים (4) - יושמט, ובמקומו ייכתב:
פעולה סיסמית לפי תקן זה היא הכוחות וההזזות הפועלים (בכיוון אופקי ואנכי) עקב רעידת אדמה. שילוב הפעולה הסיסמית עם עומסים אחרים יהיה לפי הנדרש בתקנים הישראליים הרלוונטיים לשילוב עומסים.

סעיף 202. מאפייני סביבה

202.1. תאוצת קרקע חזויה

הסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

202.1. תאוצות סיסמיות

202.1.1. תאוצת קרקע חזויה

תאוצת קרקע חזויה $a_{h,max}$ היא תחזית של שיא התאוצה האופקית בסלע עקב רעידת אדמה (horizontal peak ground acceleration), שלגביה קיימת הסתברות של 10% שתאוצה חזקה ממנה תתרחש לפחות פעם אחת בתוך תקופה של 50 שנה (זמן חזרה של כ-475 שנה).
 Z הוא מקדם תאוצת הקרקע האופקית החזויה (חסר ממד), כמפורט בנוסחה:

$$Z = \frac{a_{h,max}}{g} \quad (1)$$

שבה:

g - תאוצת הכבידה (9.81 מ' לשני²)

ערכי Z ייקבעו לפי קואורדינטות של אתר הבנייה, כמפורט באתר האינטרנט של מכון התקנים הישראלי^(א1). בנספח ג בתקן זה ניתנים ערכי Z עבור יישובי הארץ השונים, המובאים ברשימה אלף-ביתית.

הערה:

לשם צמצום נזקים וקיצור משך זמן השבתה (downtime) מפורטים באתר האינטרנט של מכון התקנים הישראלי גם ערכי מקדם תאוצת הקרקע החזויה (Z) עבור הסתברויות נמוכות יותר (הסתברות של 5% בתוך 50 שנה [זמן חזרה של כ-1000 שנה] והסתברות של 2% בתוך 50 שנה [זמן חזרה של כ-2500 שנה]).

202.1.2. הפרמטרים של תאוצות סיסמיות

הפרמטרים S_1 ו- S_5 של ספקטרום התגובה (להלן: מקדמי התאוצות הספקטריות האופקיות) לתכן על סלע (קרקע מסוג B בטבלה 1) בכל אתר בארץ יתקבלו מהתאוצות הספקטריות לתכן לפי תקן זה. התאוצות מובאות במפות עבור 5% ריסון^(א1). פרמטרים נוספים מובאים בצירוף 0 ומוגדרים בסעיף 202.3. S_5 - מקדם תאוצה ספקטרית אופקית על סלע עבור זמן מחזור קצר, אבל לא קצר מ- T_0 כמוגדר בסעיף 202.3.

S_1 - מקדם תאוצה ספקטרית אופקית על סלע עבור זמן מחזור של שנייה אחת. שניהם ערכים אל-ממדיים המכפילים את תאוצת הכבידה g . בהעדר מפת תאוצות ספקטריות של S_1 ו- S_5 , יש להניח כלהלן:

$$S_5 = 2.50 Z \quad (א2)$$

$$S_1 = 1.25 Z \quad (ב2)$$

202.1.א. קרבה להעתק פעיל

הכתוב בסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

- א. על עקבה (trace) של העתק פעיל ו-15 מ' משני צידי שפוחית לא יוקמו מבנים שתקן זה חל עליהם, למעט מבנים נמוכים שאינם מיועדים למגורים כמוגדר בסעיף 103.6.
- ב. בתחום גדול מ-15 מ' ועד 200 מ' מכל צד של שפוחית פעיל, באזורים שבהם $Z > 0.15$, בנייה של מבנים שמקדם החשיבות שלהם הוא מקבוצות א או ב (ראו סעיף 204.3) ומבנים לשימוש או לאכלוס של 100 בני אדם ויותר, תלווה בחוות דעת מנומקות של מהנדס קרקע וביסוס כשוי, שישתמש גם בייעוץ גאולוגי כדי לוודא שאין בתחום הזה עקבות (traces).
- ג. כל חוות הדעת יצורפו למסמכים המופקדים ברשות המקומית ויהוו חלק מהתנאים למתן היתר בנייה.
- ד. לכל תוכנית מתאר בכל רמה, או לתוכנית מפורטת הכוללת בנייה הכפופה לדרישות לתכן לרעידות אדמה, ייערכו חקירות גאולוגיות שמטרתן לאתר ולמפות העתקים פעילים והעתקים חשודים כפעילים, ומסקנותיהן יהוו חלק בלתי נפרד ממסמכי התכנון.

(א1) מפה עדכנית ניתן לראות באתר האינטרנט של מכון התקנים הישראלי sii.org.il במדור "תקינה", ובספרייה של מכון התקנים הישראלי [הערה זו נמצאת בג"ת 2 של התקן]. מפה זו היא חלק מתקן זה אך אינה מצורפת אליו.

202.2. השפעת חתכי הקרקע

הכתוב בסעיף, לרבות טבלה 1, יושמט, ובמקומו יכתב:

קובעים את השפעת תנאי הקרקע באתר על תגובת המבנה לפי חתכי הקרקע. סיווג הקרקע באתר (מ-A עד F) מתבסס על הפרמטרים שבטבלה 1 ובסעיף 202.2.1 להלן ב-30 המטרים העליונים של השתית, בשקלול השכבות השונות ועוביין⁽⁴⁾ כמפורט בטבלה 1, אלא אם נדרש לסווג את הקרקע באתר כ-F. אם יש שכבת קרקע שעובייה גדול מ-3 מ' המפרידה בין תחתית היסודות ובין סלע, הקרקע באתר לא תסווג כ-A או B.

- תוסף הערת שוליים (4) חדשה, כמפורט להלן:

הערת שוליים (4)

(4) ניתן לשקלל את סוגי הקרקע באתר כמפורט ב-ASCE 7-05 בפרק הזן ב-Site classification procedure (פרק 20). שם ניתנות הגדרות מדויקות יותר של תכונות הקרקע.

202.2.1. הגדרות של סוגי הקרקע באתר

- א. סוג הקרקע באתר ייקבע לפי ההגדרות בטבלה 1 ובסעיף זה.
 - ב. קרקע באתר תסווג E כאשר היא עונה על הקריטריונים המתאימים שבטבלה 1, או אם בנוסף למפורט בטבלה עובי שכבת החרסית הרכה גדול מ-3 מ', והיא בעלת התכונות האלה:

$$PI > 20, w > 40\%, s_u < 25$$
 קפ"ס

כאשר:

 - PI - אינדקס פלסטיות
 - s_u - חוזק גזירה לא מנוקז (קילופסקל)
 - w - תכולת רטיבות (%)
 - ג. קרקע באתר תסווג F כאשר אחד התנאים שלהלן מתקיים:
 1. קרקע העלולה להגיע לכשל או להתמוטטות בהשפעת עומס סיסמי, כגון קרקע העלולה להתנזל וחרסיות רגישות.
 2. חרסית אורגנית וכבול בעובי גדול מ-3 מ'.
 3. חרסית פלסטית, בעלת אינדקס פלסטיות PI גדול מ-75 ועובי גדול מ-8 מ'.
 4. שכבות עבות מאוד של חרסית רכה או קשיחה למחצה, שעוביין גדול מ-37 מ' וחוזק הגזירה הלא מנוקז שלהן s_u קטן מ-50 קפ"ס.
 5. עבור מבנים מקבוצת חשיבות א (ראו טבלה 4) ועבור תכנון אורבני: אתרים באזורים שבהם, לפי מפת "אזורים חשודים בהגברות שתית חריגות"⁽⁴⁾, יש חשד להגברות שתית חריגות עקב הימצאות סלע בסיס קשה מאוד או עקב השפעת אגן (basin effect)⁽⁴⁾.
 - ד. כאשר החתך אינו מתאים בדיוק למפורט ביחס לאחד מסוגי הקרקע שבטבלה, משתמשים בחתך הקרוב לו ביותר מהחתכים המפורטים בה.
- תוסף הערת שוליים (4א), כמפורט להלן:

הערות שוליים (א4)

(א4) המפה היא חלק מתקן זה אך אינה מצורפת אליו. ניתן לראותה באתר האינטרנט של מכון התקנים הישראלי sii.org.il במדור "תקינה", ובספריית מכון התקנים. דברי הסבר למפה זו למצוא בדוח GSI/15/2009 של המכון הגאולוגי המתייחס למפה, הניתן לצפייה באתר המכון הגאולוגי www.gsi.gov.il או בספריית מכון התקנים.

טבלה 1 - סיווג הקרקע באתר

סוג הקרקע באתר	תיאור	מהירות גל הגזירה ב-30 מ' עליונים של קרקע השתית (מטר לשנייה)	התנגדות בבדיקת החדרה תקינית (SPT) (א)	חוזק גזירה לא מנוקז (קילופסקל) (א)
		V_s	N	s_u
A	סלע קשה	> 1500	-	-
B	סלע	760 - 1500	-	-
C	קרקע צפופה מאוד או סלע רך	360 - 760	> 50	> 100
D	קרקע קשיחה	180 - 360	15 - 50	50 - 100
E	חרסית רכה (ראו גם סעיף 202.2.1)	< 180	< 15	< 50
F	תנאים לסיווג ראו בסעיף 202.2.1 ג (במקרה זה יש לעשות אנליזת תגובת אתר ספציפית כמפורט בסעיף 202.2.2)			

הערה לטבלה:
(א) במקרה של אי-התאמה בין בדיקת N ל- s_u תסווג הקרקע באתר לפי הקרקע הרכה יותר.

202.2.2. תאוצות תכן ספקטריות ומקדמי אתר

מקדמי תאוצות התכן הספקטריות בהשפעת תנאי הקרקע באתר S_{DS} ו- S_{D1} יחושבו לפי הנוסחות האלה:

$$S_{DS} = F_a S_s \quad (א3)$$

$$S_{D1} = F_v S_1 \quad (ב3)$$

שבהן:

F_a - מקדם האתר בזמני מחזור קצרים כמפורט בטבלה 2

F_v - מקדם האתר בזמני מחזור ארוכים כמפורט בטבלה 3

טבלה 2 - מקדם האתר בזמני מחזור קצרים, F_a

סוג הקרקע באתר	$S_s \leq 0.17$	$S_s = 0.33$	$S_s = 0.50$	$S_s \geq 0.67$
A	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1
E	2.5	1.7	1.3	1.2
F	-	-	-	-

טבלה 3 - מקדם האתר בזמני מחזור ארוכים, F_v

סוג הקרקע באתר	$S_1 \leq 0.07$	$S_1 = 0.13$	$S_1 = 0.20$	$S_1 \geq 0.27$
A	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4
D	2.4	2.0	1.8	1.6
E	3.5	3.2	2.8	2.4
F	-	-	-	-

בהעדר נתונים מספיקים על תכונות הקרקע לעומק של 30 מ' לפחות, או חוות דעת של מהנדס קרקע וביסוס כשוי, ייקבעו מקדמי האתר F_v ו- F_a לפי סוג קרקע E, אלא אם סווגה הקרקע באתר כ-F. תאוצות התכן הספקטריות בקרקע המסווגת כ-F ייקבעו באמצעות אנליזת תגובת אתר ספציפית. פירוט הדרישות לגבי הבדיקות הדרושות להערכת תגובת האתר הספציפית מובא בתקנים עדכניים מובילים, כגון: ASCE 7-05, ASCE 41-06. ביישום תקנים אלה תיעשה ההערכה על בסיס התייחסות לרעידת אדמה הסתברותית.

- יוסף סעיף 202.3, כמפורט להלן:

202.3 ספקטרום התגובה לתכן

ספקטרום התגובה לתכן, המובא בצירוף 0, קובע את ערכי מקדם תאוצת התכן הספקטרית S_a בתלות בזמן המחזור הבסיסי (התקופה הבסיסית) של המבנה, T. מקדם תאוצת התכן הספקטרית נקבע לפי ארבעה תחומים של זמני מחזור, כמפורט להלן:

א. בתחום שבו T קטן מ- T_0 :

$$S_a = S_{Ds} (0.4 + 0.6 T/T_0) \quad (א4)$$

כאשר :

T_0 - זמן מחזור בגבול בין התחום הראשון לתחום השני (שניות), שערכו :

$$T_0 = 0.16(S_{D1}/S_{DS}) \quad (ב4)$$

אך למכלים לפי התקנים הישראליים ת"י 413 חלקים 2.2 ו-2.3 בתחום זה :

$$S_a = S_{DS} \quad (ג4)$$

ב. בתחום שבו T בין T_0 ל- T_S :

$$S_a = S_{DS} \quad (ד4)$$

כאשר :

T_S - זמן המחזור בגבול שבין התחום השני לשלישי (הקרוי גם 'זמן המחזור הפינתי הקצר'),

שערכו :

$$T_S = S_{D1}/S_{DS} \quad (ה4)$$

ג. בתחום שבו T בין T_S ל- T_L :

$$S_a = S_{D1}/T \quad (ו4)$$

כאשר :

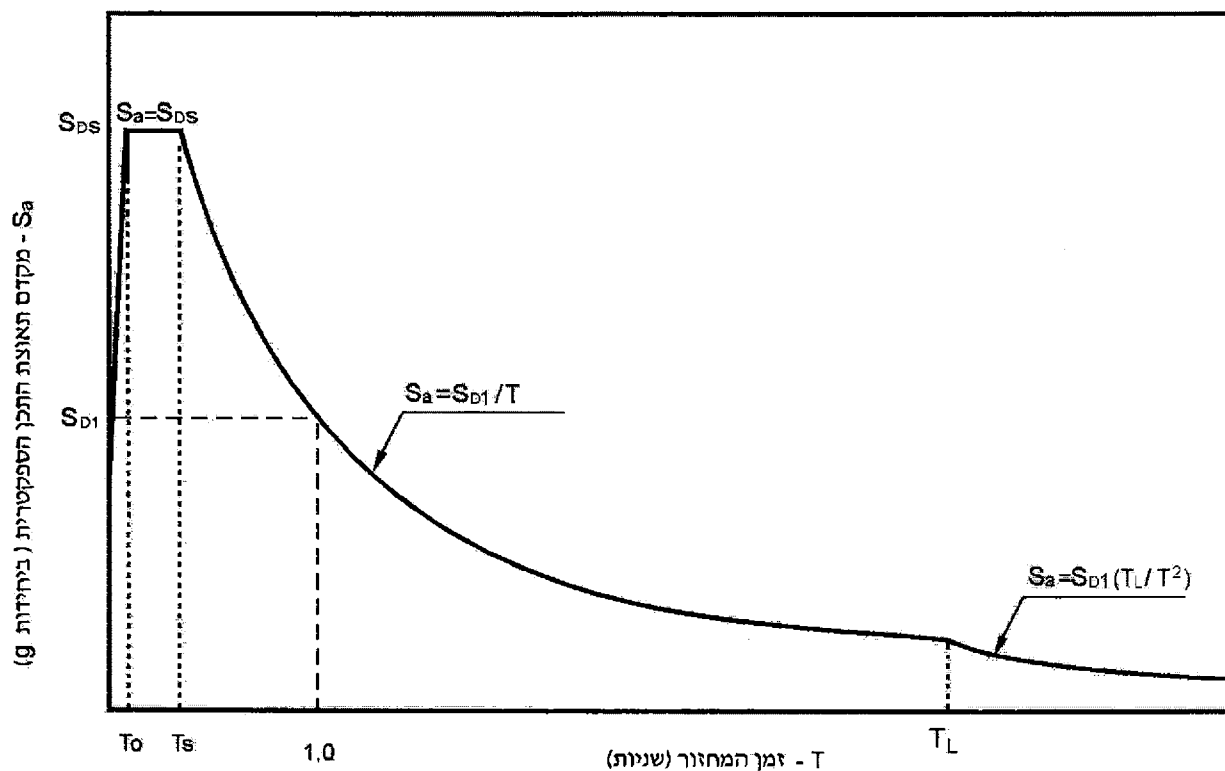
T_L - זמן המחזור בגבול שבין התחום השלישי לרביעי (הקרוי גם 'זמן המחזור הפינתי הארוך'),

אשר בהעדר מידע אמין אחר ערכו :

$$T_L = 4.0 \text{ sec} \quad (ז4)$$

ד. בתחום שבו זמני מחזור ארוכים מ- T_L :

$$S_a = S_{D1} (T_L/T^2) \quad (ח4)$$



ציור 0 - ספקטרום התגובה לתכן

- יוסף סעיף 202.4, כמפורט להלן :

202.4. מקדמי תיקון לספקטרום עבור רמות ריסון שונות^(ב4)

מנת הריסון ζ באחוזים לפי תקן זה היא 5%. כאשר נדרשת מנת ריסון השונה מ-5%, שיעורה יהיה כמפורט בחלק המתאים של סדרת התקנים הישראליים ת"י 413 או בתקנים ישראלים רלוונטיים אחרים. ערכי ספקטרום התגובה עבור מנת ריסון ζ באחוזים השונים מ-5% יתקבלו על ידי הכפלת הערך S_a במקדם התיקון η , הנתון בנוסחה :

$$\eta = [(10/(5+\zeta))]^{\frac{1}{2}} > 0.82 \quad (5)$$

מנת הריסון של הרכיב הקונוקטיבי במכלי נוזלים היא 0.5% כמפורט בתקן הישראלי ת"י 413 חלק 2.2, אך עבורו $\eta = 1.5$.

- תוסף הערת שוליים (ב4), כמפורט להלן :

הערת שוליים (ב4)

(ב4) המקדמים לפי סעיף זה אינם מתייחסים לריסון באמצעות מודדי בסיס או התקנים מבזזי אנרגיה, וכן לתרומת קרקע הביסוס לריסון; אליהם תהיה התייחסות בחלקים עתידיים של סדרת תקנים זו.

203. מאפייני מבנה

הכתוב מתחת לכותרת הסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב :

מבנים יסווגו כ"סדירים" (רגולריים) או "לא סדירים" (לא רגולריים).

203.2. מבנה "מיוחד"

הסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב :

203.2. מבנה "לא סדיר"

מבנה שלא מתקיימים בו התנאים המפורטים בסעיף 203.1, כולם או מקצתם.

203.3. הגבלות התכן

הכתוב בסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב :

תכן מבנים לפי תקן זה ייעשה באמצעות אנליזה מודלית (או אנליזה דינמית מקובלת אחרת), פרט למקרים שבהם מותרת אנליזה סטטית שקילה כמובא בטבלה 9.

אין לבנות מבני קומות עם קומה גמישה כשיחס הקשיחויות (הגדרה 103.26) קטן מ-0.65 של הקומה שמעליה, או מ-0.7 מהמוצע של 3 הקומות מעליה, או עם קומה חלשה (הגדרה 103.27), אלא אם המבנה הוא דו-קומתי וגובהו מעל פני היסוד קטן מ-9 מ'.
תכן מבנים עם אי-סדירויות שאין עבורן הנחיות בתקן זה ייעשה כמקובל בספרות המקצועית העדכנית.

203.4. תקופה בסיסית של מבנה

הסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב :

203.4. זמן מחזור בסיסי של מבנה

זמן המחזור הבסיסי T של המבנה יחושב בשיטות מקובלות בדינמיקת מבנים, תוך התחשבות בכל הרכיבים התורמים לקשיחות המבנה. במבני בטון מזוין ובמבני בטון-פלדה מרוכבים הקשיחות של האלמנטים התורמים לקשיחות תוערך בדרך כלל בהתחשב בסדיקה. בהעדר אנליזה מדויקת יותר של רכיבים סדוקים, הקשיחות לכפף ולגזירה תהיה כמומלץ בספרות המקצועית העדכנית.

באנליזה סטטית שקילה מותר לקבוע את זמן המחזור הבסיסי T על בסיס בדיקות או מדידות או בשיטות מקורבות, אך הוא לא יהיה ארוך מזה המתקבל מנוסחות אלה:
- במבנה עשוי מסגרות מבטון מזוין או מסגרות מוקשחות אקסצנטריות מפלדה:

$$T = 0.075H^{3/4} \quad (\text{א6})$$

- במבנה עשוי מסגרות מפלדה:

$$T = 0.085H^{3/4} \quad (\text{ב6})$$

- בשאר המבנים:

$$T = 0.050H^{3/4} \quad (\text{ג6})$$

שבהן:

H - הגובה הכולל של המבנה מעל המפלס העליון של היסוד או של תקרת מרתף קשיח^(א5) (מ')

T - זמן המחזור של המבנה (שניות)

באנליזה סטטית שקילה, זמן המחזור T המתקבל באנליזה לא יהיה גדול מזה המתקבל מנוסחות (א6), (ב6), (ג6) כשהן מוכפלות ב-1.4.

כתחליף לאנליזה להערכת T מותר להשתמש בערכים שבנוסחות (א6), (ב6), (ג6).

- תוסף הערת שוליים (א5), כמפורט להלן:

הערת שוליים (א5)

(א5) H יילקח כמדוד מעל תקרת מרתף קשיח, אם הקשיחות האופקית של המרתף בכיוון הנבדק גדולה לפחות פי 5 מזו של המבנה שבתחמומו.

203.5 מקדם ההגברה הספקטרי הבסיסי

הסעיף (לרבות טבלה 2 וציור 3) יושמט, ובמקומו ייכתב:

203.5 מקדם תאוצת תכן אנכית

מחשבים את מקדם תאוצת התכן לפעולה סיסמית אנכית על ידי כפל ב-2/3 של אורדינטות מקדם תאוצת תכן לפעולה סיסמית אופקית [כלומר: הערכים לחישוב תאוצות ספקטריות אנכיות ייקבעו על ידי כפל ב-2/3 של הערכים שחושבו לפי נוסחות (4)].

204. קביעת עומסי התכן

204.1 כיווני הפעולה הסיסמית

204.1.1 פעולה אופקית

הכתוב בסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

א. כיוון הפעולה הסיסמית האופקית לגבי כל רכיב יהיה זה הגורם לו את הנזקים החמורים ביותר. במבנים "סדירים" אפשר להסתפק בעריכת החישוב בשני כיוונים ראשיים: כיוון ציר הסימטרייה (או ציר הסימטרייה המקורב) והכיוון הניצב לו.

ב. תוצאות שני החישובים ישולבו כמפורט בסעיפים השונים בתקן זה (ראו גם סעיף 303.2).

204.1.2 פעולה אנכית

לאחר המילים "מובאת בחשבון" תוסף המילה: בעיקר.

204.2. מקדם תכן סיסמי

הכתוב בסעיף, לרבות טבלה 3, יושמט, ובמקומו ייכתב:

מקדם התכן הסיסמי C_d ייקבע לפי הנוסחה:

$$C_d = \frac{S_a I}{K} \quad (7)$$

C_d יהיה כפוף להגבלות אלה:

א. $C_d \geq 0.2 Z I$

ב. $Z \geq 0.075$

ג. באנליזה סטטית שקילה בלבד כאשר $S_1 > 0.4$: $C_d \geq 0.75 S_1 I / K$

כאשר:

S_a - מקדם תאוצת התגובה הספקטרית מתוך ספקטרום התגובה לתכן המפורט בסעיף 202.3

I - מקדם חשיבות המבנה לפי טבלה 4

K - מקדם הקטנת הכוח עקב פעולה סיסמית: עבור מבנים מבטון מזוין - כמפורט בטבלה 5,

ועבור מבנים מפלדה - כמפורט בתקן הישראלי ת"י 1225 חלק 4

Z - מקדם תאוצת הקרקע האופקית החזויה

S_1 - לפי סעיף 202.1.2

204.3. מקדם חשיבות

הסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

204.3. מקדם חשיבות המבנה⁽⁶⁾

רמת ההגנה הסיסמית שעבורה יתוכנן המבנה תותאם לחשיבותו הציבורית ולנוקים הסביבתיים

הצפויים, וערכו לא יהיה קטן מהמפורט בטבלה 4.

הערת השוליים (6)

- הערת השוליים (6) המקורית תושמט (ראו סעיף 204.6).

- תוסף הערת שוליים (6) חדשה, כמפורט להלן:

(6) ערכיהם של מקדמי החשיבות עבור מכלים ומבנים אחרים המכילים חומרים רעילים או נפיצים, או עבור

מכלים בעלי פוטנציאל של סיכון ניכר לסביבה, בין אם הם עצמאיים ובין אם הם מהווים חלק ממבנה,

יהיו לפחות אלה המפורטים בתקן הישראלי ת"י 413 חלק 2.2.

טבלה 4 - מקדמי החשיבות של מבנים

מקדם החשיבות	סוג המבנה	קבוצה
1.50	מבנים בעלי חשיבות ציבורית גבוהה, האמורים לתפקד עם מערכותיהם בעת רעידת אדמה ולאחריה: מבני תחנות כוח, בתי חולים, תחנות מכבי אש, תחנות משטרה, מרכזות טלפון, תחנות עזרה ראשונה (לרבות כניסות ומעברים), וכן מבני השירות ומכלי המים המשרתים אותם)	א
1.25	מבנים בעלי חשיבות ציבורית, האמורים לאפשר מילוט אנשים ללא סכנת חיים, כגון: בתי ספר, מעונות יום, בתי קולנוע, בתי תפילה, אולמי שמחות וריקודים, בנייני ציבור, בתי סוהר ובניינים שצפויה בהם התקהלות, לרבות בניינים מרובי אוכלוסין (250 איש ומעלה), בין אם נקבעו ככאלה על ידי רשות מוסמכת ובין אם לאו	ב
1.00	כל שאר המבנים שלא נכללו בקבוצות א ו-ב	ג
הערה: ראו גם סעיף 204.5.1.		

204.6. קביעת חוזק הגזירה הקומתי
ההפניה להערת השוליים (6) תושמט.

פרק ג - שיטות לחישוב מבנה

301. כללי

301.3. סוגי האנליזה

טבלה 9 - סוגי האנליזה לפי תכונות המבנה

- המילה הראשונה בשורה הראשונה בטור "סוג המבנה" - "מתאימה" - תושמט, ובמקומה ייכתב: מותרת.

- הכתוב בפריט א יושמט, ובמקומו ייכתב:

מבנים מקבוצות החשיבות א, ב ו-ג שהוגדרו "סדירים" ושגובהם אינו גדול מ-80 מ' מפני היסוד או מפני מרתף קשיח^(א5), ומבנים בעלי זמן מחזור בסיסי T הקצר מבין אלה:

$$T \leq 2 \text{ שניות}; T \leq 3.5T_s$$

כאשר:

T_s - זמן המחזור בגבול בין התחום השני לתחום השלישי (מכונה גם זמן המחזור הפינתי הקצר)
שערכו S_{D1}/S_{Ds} .

- בפריטים ב ו-ד תושמט המילה "מיוחדים", ובמקומה ייכתב: "לא סדירים".

- בסוף השורה האחרונה, לאחר הסוגריים, ייכתב:
ומחייבת בכל מקרה שבו אנליזה סטטית שקילה אסורה.

302. אנליזה סטטית שקילה

302.7. השפעות מסדר שני

- בביאור לסימן θ_i יושמטו המילים "כושר עיווי קומתי", ובמקומן יכתב: יציבות קומתית.
- בשורה האחרונה בסעיף יושמטו המילים "כושר העיווי הקומתי", ובמקומן יכתב: היציבות הקומתית.

303. אנליזה מודלית

303.1. ספקטרום התכן

הכתוב בשורה השנייה יושמט.

303.4. עומס תכן אופקי

- בביאור לסימן C_{dm} יושמטו המילים "נוסחה (5)", ובמקומן יכתב: נוסחה (7).
- בביאור לסימן F_H יושמטו המילים "מנוסחות (4), (5), (12) ולא מנוסחה (6)", ובמקומן יכתב: מנוסחות (7) ו-(12) עם ההגבלות שבסעיף 204.2.
- בסוף הסעיף, בביאור לסימן μ , יתוקן כלהלן:
- יושמט הערך "0.80", ובמקומו יכתב: 0.85.
- יושמטו המילים "במבנה מיוחד", ובמקומן יכתב: במבנה "לא סדיר".

303.7. השפעות מסדר שני

- לאחר נוסחה (30), בביאור לסימן θ_i , יושמטו המילים "כושר עיווי קומתי", ובמקומן יכתב: יציבות קומתית.

פרק ד - תכן מערכות שלד מבטון מזוין

400. קירות בני בעלי חגורות מבטון מזוין או בעלי מסגרת פלדה

- הכתוב בשורה השנייה והשלישית, מהמילים "כנדרש בתקן הישראלי ת"י 1523" ועד סוף הסעיף, יושמט, ובמקומו יכתב:
כנדרש להלן:

400.2. חגורה אופקית

- השורה הראשונה והשנייה יושמטו, ובמקומן יכתב:
בכל קומה תהיה לפחות חגורה אופקית אחת לכל קיר או מחיצה, שתקשור את קירות הבני או את מחיצות הבני. הזיון המינימלי של חגורות אלה יהיה 4 מוטות מפלדה מצולעת בקוטר 8 מ"מ, שיעוגנו היטב ברכיבים הנושאים האנכיים.

402. תכונות חומרים

402.2. פלדת זיון

- המשפט הראשון (שתי השורות הראשונות) יושמט, ובמקומו יכתב:
סוגי פלדת הזיון לבטון ברכיבים הנושאים עומס סיסמי יעמדו בדרישות התקנים הישראליים ת"י 4466 חלק 2 וחלק 3.

403.2.6. בדיקת כושר העיווי

כותרת הסעיף תושמט, ובמקומה ייכתב:

403.2.6. בדיקת היציבות

403.4. מבנים בעלי קומה גמישה או חלשה (לרבות מבנים על קומת עמודים מפולשת)

בשורה הראשונה תושמט המילה "מיוחדים", ובמקומה ייכתב:
"לא סדירים".

404. קירות הקשחה משיכים מבטון מזוין

404.2. דרישות כלליות לתכן

404.2.2. כוחות תכן בגזירה ברמות המשיכות העליונות

- שלוש המילים האחרונות בכותרת, "ברמות המשיכות העליונות", יושמטו.
- הפסקה השנייה, מהמילים "כשמבנה מחושב באנליזה סטטית שקילה" ועד "n – מספר הקומות", לרבות הנוסחות, יושמטו, ובמקומן ייכתב:
כשהמבנה מחושב באנליזה סטטית שקילה, כופלים את כוח הגזירה הפועל בקיר ההקשחה במקדם הגברה דינמי ω_{elf} , לפי הנוסחה:

$$\omega_{elf} = 0.75 + 0.22(T + K + TK) \geq 1.5 \quad (70)$$

שבה:

- T - זמן מחזור בסיסי של המבנה (שניות)
- K - מקדם הקטנת הכוח

כשהמבנה מחושב באנליזה מודלית, כופלים את כוח הגזירה F_{Hm} הפועל בקיר ההקשחה במקדם הגברה דינמי ω_{ma} , לפי הנוסחה:

$$\omega_{ma} = \frac{0.75 + 0.22(T + K + TK)}{\omega_{elf}(k=1)} \geq \max(1.5; 0.5\omega_{elf}) \quad (71)$$

- בתחילת הפסקה השלישית, לאחר המילים "n – מספר הקומות", יושמטו המילים "באנליזה סטטית שקילה", ובמקומן ייכתב:
בכל סוג של אנליזה.
- לאחר הפסקה השלישית (אחרי הביאור לסימן M_d) תוסף פסקה חדשה זו:
כאשר הקירות בכיוון העומס אינם זהים, אזי הקירות הגמישים יותר (לכפיפה) נוטים - לאחר כניעת הקירות האחרים - לשאת כוחות גזירה גדולים יותר מהצפוי לפי קשיחותם או חוזקם היחסי. כוחות אלה יוערכו בשיטות הנדסיות עדכניות.

702. חישובים וזיון לגזירה – דרישות מינימום

טבלה 22 – דרישות מינימום לחישובים בקירות ברמת משיכות גבוהה

- הסימן A_L והגדרתו במקרא לטבלה יושמטו, ובמקומם יכתב:

$\sum A_L$ - שטחי חתכי הזיון האורכי בקורה המוחזקים כנגד קריסה באמצעות החישוק, לרבות חלקם

היחסי של מוטות שאינם קשורים באופן דו-כיווני.

- לכותרת טבלה 22 תוסף הפניה להערת שוליים (11).

- תוסף הערת שוליים (11), כמפורט כלהלן:

הערת שוליים (11)

(11) הסבר לשימוש בטבלה 22 מובא בספר זה:

Paulay, T. and Priestley MJN: Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, Wiley, New York, 1992, Clause 4.5.4 .