

מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לפיתוח מערכת החינוך

02 בפברואר, 2025
ד' שבט התשפ"ה
גרסה 4.0

הנדון: נוהל הנדסי לשדרוג עמידות בתי הספר לרעידות אדמה

שלום רב,

גרסה זו מעדכנת את הנוהל בהתאם לניסיון המצטבר ולקחים מפעילות השדרוג בשטח. השינויים בעדכון זה כוללים חלוקת תכולת עבודה לדו"ח הראשוני ל-20% לבדיקות מקדימות ולהשלמת התכנון והגשת חומר למכרז, ובהמשך לתכנון מפורט באופן עוקב לביצוע.

בברכה,
אילנית שושני,
מנהלת - אגף א' בינוי ותקצוב
מינהל הפיתוח

העתק: מהנדסים יועצים: גדעון זולקוב, ראיד ג'ריס וירון אופיר, שרית לוי צמח- אגף א' בינוי ותקצוב

מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לפיתוח מערכת החינוך

תוכן העניינים

1	מבוא.....	3
2	תכן תפקודי.....	3
3	הדו"חות הנדרשים והליך הבדיקה/ אבחון, והתכן.....	4
3.1	טיפול במבנים חריגים: שלא מטופלים במסגרת נוהל השדרוג.....	4
3.2	בדיקות מקדימות -20% ממסגרת התכנון.....	5
3.3	דו"ח מפורט ותוכניות למכרז להשלמת מסגרת התכנון.....	7
3.3.1	הנחות יסוד לדו"ח האבחון:.....	8
3.3.2	האנליזה המבוצעת.....	8
3.3.3	הנחיות התאמה והשלמה להליך האבחון לפי ת"י 413/3 עבור תכן שדרוג מבני חינוך.....	9
3.3.3.1	הנחיות כלליות לפי ת"י 413/3.....	9
3.3.3.2	פרק ג'- הנחיות לרמת המידע לפי ת"י 413/3.....	9
3.3.3.3	הנחיות השלמה והתאמה לאנליזה לפי ת"י 413/3:.....	9
3.3.4	תכן השדרוג לביצוע והכנת תוכניות למכרז, לרבות אומדן וגרמושקה לאישור משה"ח.....	11
3.4	השלמת תכנון מפורט.....	13
3.5	הגשות לסיום שלב תכנון מפורט וחומר למכרז:.....	14
4	רמות תפקוד וקריטריוני תכן.....	14
5	הגדרת עומסים ונתוני קרקע.....	14
5.1	עומסים גרביטציוניים.....	14
5.2	עומסים סיסמיים.....	15
5.2.1	הגדרת הסיכון הסיסמי.....	15
5.2.2	ספקטרומי תכן.....	15
5.2.3	אקסלורוגרמות.....	15
5.2.4	סקר אתר ספציפי והתייחסות לסיכונים סיסמיים נוספים.....	15
5.3	אינטראקציית קרקע- מבנה (Soil-Structure Interaction, SSI).....	15
5.4	קריעת פני שטח.....	15

נספח 1- הגדרת הסיכון מתנודות קרקע צפויות באתרי ביה"ס בישראל.

נספח 2- תכונות חומרים

נספח 3- גליון עזר לקביעת ספקטרום התכן לפי ת.י 413.

נספח 4- בדיקות מבניות מינימאליות לאימות מבנה טרומי

נספח 5-התחשבות בקריעת פני שטח באזורים הסמוכים להעתקים (אינפורמטיבי בלבד)

מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לפיתוח מערכת החינוך

1 מבוא

נוהל הנדסי זה לאבחון ותכן השדרוג של מבני חינוך מתבסס על ת"י 413/3, ומספק הנחייה והכוונה ליישום, תוך הוספת השלמות והתאמות נדרשות על מנת ששדרוג בתי הספר הקיימים יבטיח השגת רמת הבטיחות הנדרשת להצלחת חיי הילדים והצוות.

תקן ישראלי 413 חלק 3 (413/3) פורסם ביולי 2017. תקן זה הוא חלק מסדרת תקני התכן לעמידות ברעידות אדמה, ותוכנו הערכה ושיפור של עמידות מבנים קיימים ברעידות אדמה. התקן מבוסס על תקן אירופאי מקביל (EC8, design of structures for earthquake resistance, Part3- Assessment and retrofitting of buildings, of structures for earthquake resistance)

תקן ישראלי 413/3 חל על מבנים שונים, ובהם מבני ציבור (כגון בתי ספר) העשויים מבטון מזוין, פלדה, קירות מילוי מבני, קירות מילוי מבטון שאינו מזוין, רכיבים מבטון טרומי, רכיבים מבטון דרוך.

התקן כולל את הפרקים הבאים:

- פרק ב'- דרישות תפקוד וקריטריוני התאמה
- פרק ג'- מידע לצורך הערכת המבנה
- פרק ד'- הערכת עמידות המבנה
- פרק ה'- החלטות בנוגע להתערבות מבנית
- פרק ו'- תכן ההתערבות המבנית לשיפור העמידות הסיסמית
- פרק ז'- השלמת ההנחיות ההנדסיות לשיפור עמידות של מבנה קיים:
 - o נספח א'- מבנים מבטון מזוין
 - o נספח ב'- מבני פלדה
 - o נספח ג'- קירות מילוי
 - o נספח ד'- הערכת עמידות מקורבת כללית של מבנה קיים- אבחון ראשוני

התקן מאפשר שימוש ב- 2 גישות תכן: תכן מבוסס כוח (באופן דומה לגישה המוצגת בת"י 413) ותכן תפקודי מבוסס החזות (גישה מתקדמת המקובלת בתקינה הבינ"ל המובילה). **בחירת גישת התכן תיקבע בשיתוף משרד החינוך ותיעשה ע"ס שיקולים הנדסיים ועלויות ביצוע.**

2 תכן תפקודי

ההתפתחות הגדולה שהתרחשה בעולם בעשור וחצי האחרונים בפיתוח שיטות להערכת עמידות וזק במבנים ברעידות אדמה ואסונות טבע אחרים קשורה להיקפי ההרס הולכים וגדלים שנובעים מאסונות אלה. גידול האוכלוסין והתפתחות מטרופולינים צפופים מהווים חלק מהסיבות להחרפת הבעיה. מסיבה זאת ממשלות, גורמים פיננסיים כלל עולמיים, וגופים ציבוריים שונים משקיעים משאבים רבים במחקר המדעי בנושא זה ונושאים הקשורים אליו. במסגרת זאת נעשו ונעשים ניסיונות אינטנסיביים לאתר **קשרים בין התפתחות הזק לבין התנהגות המבנים ברעידות אדמה.**

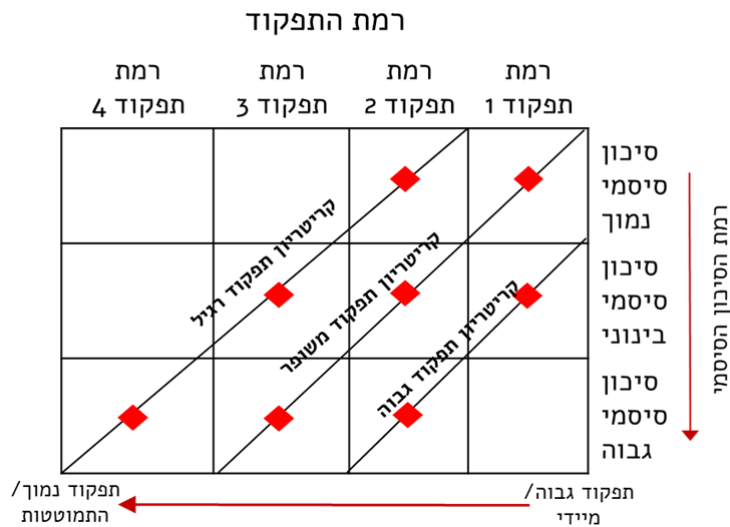
לפני ההתפתחות שחלה בתחום הערכת העמידות התמקדו התקנים לרעידות אדמה במבנה עצמו (structure) ובהצלחת חיי אדם בלבד. שיקולים פיננסיים כמו הרצון לקבל הערכות זק גם לרכוש וציוד (nonstructural) של בעלי עניין, כחברות ביטוח ושיקולים אחרים נוספים, כמו הצורך להשאיר מערכות חיוניות מתפקדות בבתי חולים וכד', הביאו להתפתחות התכן ההנדסי התפקודי (Performance-Based Engineering (PBE).

ניתן לחלק את ההשלכות של רעידת אדמה לשלוש קטגוריות: בטיחות לחיים (Life Safety), אובדן פיננסי ישיר לרכוש ולמבנה (Capital Losses), ואובדן הכנסות עתידיות כתוצאה מאי תפקוד עקב הרעידה (Functional losses). התכן התפקודי מנסה להתחשב בבטיחות לחיים והאובדן הפיננסי והתפקוד ע"י מציאת קשרים ישירים בין מספר רמות זק צפויות ברעידות אדמה בעוצמות מוגדרות, המגדירות רמות תפקוד במבנה, לשלוש קטגוריות אלה. רמות התפקוד מתייחסות לרכיבים המבניים ולרכיבים לא-מבניים. רכיב נחשב למבני אם הוא חלק ממערכת הנושאת לכוחות אנכיים או אופקיים. כל שאר הרכיבים במבנה ייחשבו כלא מבניים. בתקינה הבינלאומית השונה ניתן למצוא התייחסויות והגדרות שונות לרמות תפקוד עיקריות בזמן ולאחר רעידה.

מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לפיתוח מערכת החינוך

עיקרון התכן התפקודי מוצג בצורה גראפית פשוטה באיור 1. כל משבצת אדומה מייצגת קומבינציה מסוימת של רעידה בסיכון מסוים, בעלת סיכוי חזרה מסוים, ורמת תפקוד נדרשת. באיור מוצגים קריטריוני תפקוד עבור מבנים בתפקוד רגיל, מבנים בתפקוד משופר (כמו שנדרש מבתי ספר), ומבנים בתפקוד גבוה (לדוגמא, תחנות כוח). לדוגמה- ניתן להגדיר למבנה רגיל קריטריון שיבטיח לא יותר מתיקונים ספורים בלבד ברעידות תכופות, וכן "בטיחות חיים" לשהים בו ברעידה בינונית, ומניעת התמוטטות ברעידה חזקה מאוד. המבנה נבדק באנליזה לכל השילובים של רמות התפקוד והסיכון הסיסמי הנכללים תחת אותו קריטריון תפקוד (קו אלכסוני שחור באיור 1), והחמור מבניהם קובע את התכן. באופן דומה ניתן להגדיר דרישות חמורות יותר למבנה חשוב, כך שרעידה תכופה לא תפריע להמשך תפקוד, ברעידה בינונית ניתן יהיה להמשיך לתפקד בו לאחר תיקונים ברמת אחזקה מקומית, וברעידה חזקה המבנה יהיה רחוק מספיק מהתמוטטות ובטוח לחיי אדם.

מעבר להגדרת רמות שונות, התכן התפקודי מאפשר למתכנן להעמיק עד כדי הבנת תרחישי הכשל ואופן התהוותם, ולכן כאשר בסיס התכנון נהיר לו, הפתרונות הנבחרים לשדרוג יהיו מתאימים יותר למניעת הכשלים.



איור 1. המחשה גראפית לרעיון התכן התפקודי. יצוין כי ההגדרות הספציפיות לרמות התפקוד וכן לרמות הסיכון הסיסמי בנוהל זה הן כפי שמובא בפרק 4 לנוהל זה.

3 הדו"חות הנדרשים והליך הבדיקה/ אבחון, והתכן.

הבדיקה תאושר רק למבנה שאושר להיכנס לתוכנית השדרוג ע"י משה"ח, שנבנה לפני 1980 ושהוא בבעלות הרשות או לחילופין הופקד שטר משכנתא לפי נוסח שאושר ע"י יועץ משפטי של משה"ח. עבור מספר סוגים של מבנים, כמפורט בסעיף 3.1 לעיל, ינקטו הליכים מקוצרים לקביעה אם הם מתאימים לפרויקט.

3.1 טיפול במבנים חריגים: שלא מטופלים במסגרת נוהל השדרוג

(1) מבנים חד קומתיים שנבנו לפני 1980 ניתן להגישם לפי נוהל פסילה, במידה ומצבם המבני לא טוב, כמפורט באתר משרד החינוך בקישור הבא:

https://meyda.education.gov.il/files/Pituach/psilat_mivnim.pdf

(2) **בתי ספר הבנויים מבנייה טרומית:** מבנה טרומי יוגדר כמבנה שמעל ל- 50% משטח חתך אופקי של הקירות/הפאנלים והעמודים הנושאים שלו להטרחות כבידה ורעידות אדמה וכן מעל 50% מרכיבי התקרה שלו מורכבים מרכיבי בטון שנוצקו במפעל לבטון טרום, או בחצר בית הספר ולא נוצקו במקומם הסופי. על פי הניסיון שהצטבר בפרויקט שדרוג בתי הספר נמצא כי בתי ספר אלה הם בעלי עמידות נמוכה לרעידות אדמה. אם ברשות מבנה טרומי בעל 2 קומות או יותר, היא מתבקשת להזמין מעבדה מורשית לביצוע בדיקות לתקרות המבנה ולמערכת הנושאת האנכית שלו ולהעביר תוצאות המבדקים למשה"ח, על מנת שניתן יהיה לקבל החלטה מוסמכת לגבי פסילה או הכללת בית הספר בפרויקט שידרוג לרעידות אדמה. **בנספח 4** מצורף מפרט מינימלי לבדיקות הנדרשות. משרד החינוך יממן את

----- בנין לב רם * רח' דבורה הנביאה 2 * ירושלים 91911 * טל': 073-3931229

דואר אלקטרוני: ilanitsho@education.gov.il אתר אינטרנט: <http://www.education.gov.il>

כתובת אתר ממשל זמין: <http://www.gov.il>

המינהל לפיתוח מערכת החינוך

הבדיקות עד סכום של 25,000 ₪ (כולל המע"מ) למבנה טרומי בלבד, בהתאם למפרט בנספח 4. הרשאה להתחייבות תינתן כנגד הזמנה מאושרת למעבדה מוסמכת ותשלום יועבר כנגד חשבונית של המעבדה עם פירוט הבדיקות. במידה ויוחלט על שדרוג בית ספר בעל רכיבים טרומיים, מתכנן המשרד בית ספר מבטון טרום יפנה למהנדס-יועץ של משרד החינוך לקבלת הנחיות מתאימות. יטופלו מבנים טרומיים שנבנו לפני שנת 1990 בלבד. בנוסף לדו"ח המעבדה, יש להגיש דו"ח יועץ קרקע, מאתר בית הספר או אתר סמוך שמרחקו לא יעלה על רדיוס של ק"מ ממרכז המבנה.

3) **בית ספר בקרבה להעתק:** כמוגדר בסעיף 202.1.2 בת.י 413 בגרסתו המעודכנת, הרשות תספק את נתוני המבנה/ים הנדונים כמפורט בנהל חישוב שטחים, ויערך דיון במשה"ח לקבלת החלטה להמשך טיפול.

4) **מבנים לשימור** – לא יטופלו במסגרת שדרוג מבנים לרעידות אדמה, אלא במקרים חריגים בהם יוחלט אחרת.

3.2 בדיקות מקדימות -20% ממסגרת התכנון

הבדיקות המקדימות בבסיס להגשת הדו"ח בהיקף של 20% מהיקף התכנון כוללות:

בתי הספר שמתאמים לקריטריוני התוכנית ולא הוגדרו חריגים לפי סעיף 3.1 לעיל יכנסו לתוכנית.

כדי לקבל הרשאה להקדמת כספי תכנון, תעביר הרשות תוכנית מדידה עדכנית בתוקף 3 שנים אחרונות, אם קיימת, או תוכניות ראשוניות לשלב האבחון, כמפורט בנהל חישוב שטחים.

לאחר קבלת הרשאה לתכנון, תשכור הרשות מהנדס מבנים (קונסטרוקטור) רשוי בעל 7 שנות ניסיון לריכוז עבודה (פירוט בנהל התמחור).

מהנדס המבנים מטעם הרשות יבצע וינהל את ביצוע שלב הבדיקות המקדימות. ביצוע בדיקות אלה נועד לקבלת נתוני בסיס לבירור מצב העמידות הקיים. בשלב זה יבוצעו בדיקות מבניות, חישובי יסודות ורכיבים מבנים ובדיקות קרקע באתר ובמעבדה לצורך הבנת המצב המבני. שלב זה מהווה סיום **אבן דרך 1 בפרויקט** בבסיס לקבלת החלטות לגבי אם בית ספר ימשיך בתוכנית השדרוג או יפסל ואם הוא ממשיך הבדיקות יהוו בבסיס **לבחינה** האנליטית והדוח ההנדסי המפורט בשלב הבא.

הבדיקות יכללו:

1) קבלה ולימוד התוכניות והחומר המתועד שקיים לביה"ס הנסקר.

2) סקירות שטח וחישובים בבניין שיתבצעו ע"י המתכנן ומעבדה מבנית (לפי ההנחיות ב ת"י 413/3):

הבדיקות המפורטות תבצענה ע"י מעבדה מבנית מוסמכת לרמת מידע מינימאלית של KL1 עפ"י ת"י 413/3, או גבוהה יותר, אם התקבלה הנחייה לכך ממשרד החינוך (פירוט בסעיף 3.5.2 להלן).

הסקירה תכלול בדיקה ויזואלית מקיפה של הרכיבים המבניים בבניין הנבדק וסימונם על גבי התוכניות. יש להצטייד בתוכניות לפני הגעה לסיוור. תוכנית מינימום תהיה סריקה מתוכניות הגשה, או תוכנית מודד. לצורך הבדיקה בשטח יצטייד המתכנן באמצעי מדידה (מד טווח לייזר/סרט מדידה ארוך וכד'), במקדחה (עדיף נטענת) ועדיף שיצטייד גם במכשיר לאיתור פלדה (סקאנר). המתכנן יבדוק התאמת הגיאומטריה בשטח לתוכנית ההגשה, או תוכנית המודד הקיימת. הבדיקה תזהה אם בוצע שינוי מבני, אם נוספו אגפים או אם נבנו חלקים חדשים. כמו כן תבוצע בדיקה מדגמית להשוואת המידות בין התוכניות לקיים בשטח. בסיוור ישלים הצוות תוכניות וחתכים עדכניים ברמת סקיצה ברורה. הצוות יאתר את המערכת המבנית (כולל תפרי הפרדה בין תתי מבנים, במידה ויש) ויכין בשטח תוכניות, חתכים ומבטים עיקריים ברמת דיוק של +/-10 ~ ס"מ לרכיבי השלד העיקריים הכוללים את כל חלקי המערכת הנושאת לרבות פאנלי בני. הסקיצות צריכות להיות ברמת הפירוט המינימאלית שתאפשר למהנדס המתכנן להכין מודל מבני שמייצג בצורה אמינה את המבנה. המתכנן יבחן בשטח את ההשפעה הצפויה על הבניין הנבחן מהקשה אפשרית באירוע סיסמי מבניים סמוכים, תוך רישום המרחק ביניהם. במידה ומפלסי התקררות במבנים סמוכים אינם זהים יהיה צורך להתייחס לכך באופן מיוחד במודל המבני ובשדרוג המוצע. המתכנן יבצע הבחנה ברורה של רכיבים מבניים ראשיים ורכיבים משניים. הבדיקות יכללו בדיקות הורסות לאיתור חוזקי הלחיצה והמתחה (בלתי ישירה) של הבטון וכן ייבחנו למתיחה מדגם מוט זיון מייצגים לפי הנחיות התקנים הרלוונטיים. בסקירות יתועד וירשם מצב המבנה. במידת הצורך יבוצעו קידוחים לרכיבים שלא ברורה תכולתם (בתיאום עם נציגי ביה"ס, יש להצטייד בחומר המתאים לסתימת החורים), למשל כדי לברר האם קיר מסוים יצוק בטון או בנוי. בבדיקה כזו תאופיין בניית פאנלי הבני כולל: שיטת הביצוע (בשטרבות, או בנפרד מהשלד), קיומן של חגורות אנכיות ואופקיות בבניה, אופן החיבור לשלד, איכות הטיט במישקים האופקיים

מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לפיתוח מערכת החינוך

והאנכיים ונוכחות סדיקה במצב הקיים (במידה והבלוקים מהווים חלק מהמערכת הנושאת). הצוות יתעד במספר תמונות את חזיתות המבנה ורכיביו העיקריים. בעזרת הסקאנר תירשם ע"ג הסקיצות הערכת פריסת ברזלי הזיון ובהערכת קטריו, במידת האפשר, ברכיבי הבטון המרכזיים. **בדיקה חיונית** שלב זה הינה קיומה או אי קיומה של רצפת בטון מתחת לריצוף בקומת קרקע. על המעבדה המבנית שתישכר לצורך השלמת הסקר לברר זאת באמצעות בורוסקופ.

במידה וקיימים ליקויים נראים לעין במערכת המבנית ובלאי מבני הם יתועדו גם. באחריות הרשות להסדיר את עיגון הציוד הקריטי בביה"ס, כמו: שרתי מחשבים, ארונות החשמל, בטריות גיבוי וגנראטור חירום, וכן לוודא שציוד זה לא יהווה גורם מסכן או מכשול. הסקירות יתועדו בפורמט דיגיטלי לשימוש המתכנן במשרד. המידע יועבר גם למשרד החינוך כנספח לדו"ח האבחון.

במידה וקיימת אינדיקציה לקיומם של קירות "דבש":* יש לבצע גם את הבדיקות הבאות, בנוסף למפורט:

- **סימון קירות הדבש** ע"ג תוכניות המבנה, ורישום היקף שטחם באחוזים מסה"כ שטח קירות הבניין.
- **סריקת סקאנר לאיתור פריסת מוטות זיון משני צידי הקיר, ב 4 אזורים מייצגים** שיסומנו ע"ג תוכנית המבנה. יבדקו גם לפחות 2 אזורים בקצה קיר חשוך כדבש.
- **6 בדיקות חוזק בטון בלחיצה לפי ת"י 26 של גלילים שהוצאו מהקיר** במיקומים שונים במפלסים שונים. מיקומם יסומן ע"ג תוכנית המבנה. גובה הגליליים צ"ל פי 2 מקוטרים. רצוי שקוטר הגליליים יהיה תקני (150 מ"מ) אך לא פחות מ-100 מ"מ, וכן יש לדאוג שמרבית נפחם אינו אבן. אם יותר מ-2 דגמים התפוררו במהלך הקידוח, יש לעצור את מהלך הבדיקות ולדווח על כך למשרד החינוך.

* **הסבר על קירות דבש:** בתקופה שבין שנות ה-30 לשנות ה-70 של המאה הקודמת, נבנו בארצנו במספר אזורים מבנים רבים וביניהם גם בתי ספר שבהם קירות המבנה במעטפת החיצונית וחלק מהקירות הפנימיים עשויים "קירות דבש" הייחודיים לישראל. קירות אלו מתאפיינים בתכולת פלדה נמוכה עד אפסית ותכונות מכניות נחותות עקב תכולת צמנט נמוכה והרכב דירוג אגרגאטים אשר אינו יוצר פעולת מטריצת צמנטית יעילה. בעת אירוע סיסמי התנדודות הצפויות להתפתח בקירות, הקשיחים מאוד במישורם, מאמצי גזירה וכן מאמצי לחיצה ומתיחה העולים על תסבולתם. כשל בקירות עקב הטרחות סיסמיות עלול לגרום לכך שהקירות לא יהיו יותר מסוגלים לשאת בעומסי הכבידה, וכתוצאה מכך היווצרות של כשלים מקומיים במבנה, עד כדי סכנת הידרדרות לכשל כללי במבנה.

- (3) דו"ח יועץ קרקע, עם תוצרים כמפורט בנספח 1, לנוהל זה. ניתן להגיש בשלב זה דו"ח ראשוני, שיושלם בשלב התכנון המפורט. יועץ הקרקע יחווה דעתו בשלב זה, אם נחוץ סקר אתר.
- (4) דו"ח קצר המתאר חישוף 2 יסודות לפחות, באיתורים מייצגים בבניין, צילום ורישום מידות הביסוס ורכיבים מבניים עיקריים.
- (5) מכתב בחתימת רשות המציג אפשרויות קיימות ברשות לפתרון זמני לכיתות לימוד לתלמידים בזמן השדרוג. (בית ספר חליפי, מבני ציבור אחרים שניתן להכשירם לכך, אולמות בבית הספר כד').
- (6) מכתב המתאר באופן מפורט תוכניות בינוי חדשות/עתידיות, עקב גידול/הקטנה/התחדשות עירונית וכד'.

יש לספק את כל הנתונים המפורטים בסעיפים לעיל, כדו"ח תכנון 20% לרבות:

- a. תוכנית מדידה: אם קיימת או תוכניות ראשוניות לשלב האבחון.
 - b. דו"ח ראשוני של יועץ קרקע.
 - c. חישוף יסודות ורכיבים מבניים עיקריים.
 - d. ביצוע סקירות שטח במבנה ע"י המתכנן המבני וסיכומן הראשוני.
 - e. דו"ח בדיקה ע"י מעבדה מבנית.
 - f. מכתב רשות של אפשרויות קיימות להעתקת תלמידים בזמן השדרוג.
 - g. מכתב רשות על תוכניות בינוי חדשות/עתידיות עקב התחדשות עירונית וכד'.
- יש לאשרם מול משרד החינוך, כתנאי הכרחי להתקדמות לשלב דו"ח האבחון והשלמת דו"ח תכנון. יש לסיים שלב זה ולהגיש הנתונים לעיל תוך 4 חודשים מיום הגשת התחייבות.**

מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לפיתוח מערכת החינוך

3.3 דו"ח מפורט ותוכניות למכרז להשלמת התכנון

רק בתי ספר שביצעו בהם בדיקות מקדימות לפי המפורט בסעיף 3.1 ו-3.2 לעיל והתקבל אישור להתקדם לתכנון ראשוני בכתב ממשרד החינוך, ייבחנו ויתוקצבו לפי סעיף זה.

הליך הבדיקה והתכן יבוצע ע"פ המוגדר בת"י 413/3 ולפי השלבים הכלליים הבאים:

1. הגדרת רמות התפקוד וקריטריון התכן, בהתאם לפרק 4 להלן.
2. הגדרת עומסי התכן, בהתאם לפרק 5 להלן.
3. בהתאם לרמות התפקוד והעומסים שהוגדרו, בדיקת רכיבי המבנה במצב הקיים, וזיהוי מנגנון הכשל הצפוי. ראה הנחיות כלליות לתכן בפרק 3 להלן.
4. בהתאם למנגנון הכשל שזוהה, בחינת חלופות להתערבות מבנית לשיפור העמידות הסיסמית, לרוב חישוב ראשוני והשוואת עלויות בבסיסית, ולאחר מכן תכן מפורט בהתאם לחלופה הנבחרת. ראה הנחיות כלליות לביצוע בפרק 3 להלן.

דו"ח אבחון מפורט אנליטיות ראשוניות ותוכניות הגשה: הדו"ח מוגש יהיה בהיר ויסכם את הליכי הבדיקות המבניות, החישובים, חקירת הקרקע והאבחון האנליטי שנעשו למבנים השונים בבית הספר. הדו"ח יאיר ליקויים ונקודות בעיתיות וייתן המלצות קונקרטיות להמשך פעולה כך שתהייה למשרד החינוך תמונה מציאותית של מצב עמידות המבנה, הליקויים המרכזיים הקיימים והבנה לגבי אפשרויות השדרוג המומלצות והוא יוכל לקבל החלטות על המשך הטיפול ואף להעריך את סדר הגודל הגס של עלויות הטיפול. הדו"ח יכלול:

1. תיאור עיקרי נתוני המבנה בליווי תוכניות וחתכים ומספר תמונות להמחשה.
2. ממצאי הסקר הוויזואלי ועיקרי ממצאי הבדיקות המבניות, בדיקות המעבדה, חישובי היסודות ויעוץ הקרקע. הגדרת חישובים, בדיקות קרקע ובדיקות מבניות נוספות, במידה ונדרש.
3. תקציר הממצאים, כולל עמוד הערכת עמידות כמוותית וסיכום תמציתי של הערכת עמידות וכיווני שדרוג מנומקת וכיווני שדרוג. **הבדיקה תכלול בדיקת תסבולת התקררות במבנה לעומסי שירות ותכן וכן מבחינת נוחות לשימוש מבחינת תדירות עצמית. התקרה צריכה לעמוד בדרישות התכן לזמן בנייתה לכל הפחות. במידה וקיימת בעיית תסבולת, או במידה ותדר עצמי לתנודה לעומס שימושי קטן 5m הרץ, לפי התקינה הישראלית ליש לקחת בחשבון שדרוג התקרה/ות שאינן עומדות בדרישה זו.**
4. הנחות יסוד לבדיקות האנליטיות.
5. הגדרות העומס הסטטי והסיסי.
6. תיאור גרפי ברור של המודל המבני עם התייחסות לתתי המבנה השונים המופרדים בתפר (במידה ויש)
7. תיאור אנליזה ועיקרי התוצאות רק בצורה גרפית! (לא להעביר טבלאות עם תוצאות!)
8. תיאור מתווי השדרוג שנבחנו ראשונית ותוצאות עמידות.
9. **תוכניות אדריכליות להגשה (גרמושקה), לאישור משה"ח, עם סימון רכיבי שדרוג חומרי גמר מוצעים, כמפורט בסעיף 3.4 (5) להלן.**
10. השוואת חלופות כולל אומדן עלויות לחלופות, לאישור הרשות והנהלת בית ספר
11. אישור עקרוני של הרשות מנהל/ת בית ספר למתווה/ים השדרוג.
12. סיכום והמלצות להמשך כולל:
 - a. משמעות הנדסית לביצוע שינויים מבניים במידה ונדרש.
 - b. משמעות כספית לביצוע שינויים מבניים במידה ונדרש, **לרבות טיפול בבלאי בקונסטרוקציה.**
 - c. משמעות ל"ז לביצוע שינויים מבניים במידה ונדרש.
 - d. מסקנות כלליות אשר עלולות מהבדיקה.
 - e. תוכנית ניהול הביצוע העקרונית של הפרויקט, לרבות: **שלבי עבודה במתחם וסידורי בטיחות, פירוט כיצד מתוכננות העבודות להשתלב במקביל להמשך פעולת הבית ספר, דרכי גישה ועבודה בתנאי מדרון או אילוצים אחרים שמקשים על העבודה, כולל הצגת סידורי לימודים זמניים שיאפשרו המשך לימודים ללא הפרעה עקב ביצוע השדרוג, ככל שנדרש, למעט במקרה של עבודה ללא תלמידים כלל.**
 - f. הדו"ח יכלול הדגמת פרטי שדרוג ראשוניים נדרשים וכן את נספחי החישובים והסברים לביאור הממצאים.

מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לפיתוח מערכת החינוך

- g. אומדן כמויות המקיף את עבודות השדרוג, עבודות החידוש הנדרשות ועלויות גישה מיוחדות, במידה ונדרש, והכנת סידורי לימודים זמניים בזמן השדרוג.
- h. כל העלויות הנ"ל יפורטו בכתב הכמויות המאושר על ידי מהנדס הרשות בחתימתו. שיוגש יחד עם התוכנית.

13. זו"ח אבחון תמציתי ומנומק, תוכנית, כתב כמויות מאושר, לרבות עלויות להערכת תלמידים, הכרחית לצורך אישור העבודה ע"י משרד החינוך כדי להתקדם להמשך התכנון המפורט ולהכנת חומר למכרז.

בשלב זה בודק מהנדס-יועץ המשרד את הז"ח התוכנית וכתב כמויות מאושר ומעביר הערות למתכנן מטעם הרשות. לאחר שהז"ח תוקן ומאושר ע"י מהנדס יועץ, הוא מציג בפני משה"ח, יחד עם תוכניות ההגשה. בשלב זה בבחנים שיקולים נוספים כמו עלות-תועלת, גודל המגרש, מדרון, שיפועים, דרכי גישה ובטיחותם, תוכניות פיתוח עתידיות של הרשות וכד', ומתקבלת החלטה באם הפרויקט ממשיך לשלב הביצוע או שהוא נפסל לשימוש. החלטה על כך מועברת בכתב לרשות.

החלטה זו היא תנאי הכרחי לאישור המשך תכנון מפורט והכנת חומר למכרז ולאישור מסגרת לביצוע הפרויקט.

אין התחייבות של משרד החינוך למימון המסגרת התכנונית, מעבר ל-5% ממסגרת הביצוע שתוקצבו לתכנון, עד במידה ויוחלט על אי ביצוע השדרוג (לדוגמא: הריסה ובנייה חדשה).

3.3.1 הנחות יסוד לז"ח האבחון:

הבדיקות האנליטיות הן בד"כ בתנאי אי-ודאות ולכן על המתכנן לפרט בצורה בהירה ושקופה את ההנחות שהוא לוקח בחשבון, לגבי הביסוס, תסבולת הקרקע, נתונים גיאומטריים של המערכת המבנית, קיומם של עמודי יסוד, תכונות וחוזקי החומרים, האופן בו בוצעו פרטי החיבור בין הרכיבים וכד'. בגלל תנאי אי הודאות המתכנן ייקח בחשבון טווח אפשרי של שונות בערכים שהוא מניח, ויבדוק את רגישות תוצאות האנליזה להנחות השונות. לדוגמא: במידה והקרקע היא חרסית המתכנן חייב לקחת בחשבון שבחורף היא עלולה להיות רכה ובקיץ קשה מאוד. אם לא ידוע סוג פלדת הזיון, ושנת ההקמה היא עד סוף שנות ה-70 של המאה הקודמת יש לקחת בחשבון שהיא עלולה להיות מפותלת ולא משיכה (ראה תכונות להערכה **בנספח 2**), וכד'.

- 1) **הגדרת העומס הסטטי:** המתכנן יפרט את אופן הערכת העומסים הקבועים, הנוספים והשימושיים. העומס השימושי יבטא הערכה ריאליסטית של עומסים צפויים בזמן לימודים בביה"ס.
- 2) **קריטריון התכן: קריטריון SD** להצלת חיי הילדים, ברעידת אדמה. ראה פירוט בפרק 4,
- 3) **עומס סיסמי:** יילקח לפי סיכון סיסמי של רעידה בעלת הסתברות של 5% ב-50 שנה להתרחשות רעידה חזקה ממנה. ראה פירוט בפרק 5.

3.3.2 האנליזה המבוצעת

- 1) **ביצוע אנליזה:** הבדיקות תכלולנה את הסעיפים הבאים הגדרת צורת המידול האנליטי תהיה מותאמת לבעיה הספציפית, במצב הקיים וכן עבור מתווה/מתווי השדרוג האפשריים. האנליזות תהיינה פשוטות ככל הניתן, עם עדיפות לאנליזות דו-מימדיות פשוטות, אך כאלה שיביאו לידי ביטוי נכון את הפיתול ושאר הגורמים שמשפיעים על הערכת עמידות ריאליסטית של המבנה הנבדק. אנליזות מתקדמות יבוצעו לפי הצורך, ובתיאום עם מהנדס-יועץ משרד החינוך, למבנים ורכיבים שנדרשה לגביהם בדיקה כזו.
- 2) **בניית מודל גיאומטרי** (בעדיפות דו-מימדי לכל כיוון) שמייצג את המערכת המבנית, או אף רק חלק אופייני מייצג שלה, אם ניתן. מכיוון שקיים קשר ישיר בין נזק המתפתח במבנה לעיבורים וההזזות המתפתחות ברכיביו, הערכת הקשיחות של רכיבי הבטון בהתחשב בסדיקה. בהיעדר אנליזה מדויקת יותר של רכיבים סדוקים מבטון מזוין, לצורך החישוב של קשיחות החתך לכפף ולגזירה, ניתן יהיה להשתמש בנספחים שבתקן 413,3 ו/או להיעזר בספרות המקצועית העדכנית (כמו טבלה 5-10 במסמך ASCE 41-13, או תקן מקובל אחר). ניתן לקבוע את הקשיחות בהתחשב במחצית קשיחות החתך הלא סדוק.
- 3) **אנליזה לעומסי כבידה ואנליזה לינארית,** סטטית שקילה או מודאלית, לעומסי רעידת אדמה אך **ללא כל מקדמי הקטנה** (ז"א $K=1$ לפי ת"י 413). במידה וקיימת אי רגולריות במבנה, כמוגדר בסעיפים 4-1.1.1.1-2.4 בתקן ASCE 41, לא ניתן להשתמש באנליזה לינארית. במקרה כזה ניתן להוסיף רכיבים בשדרוג, כך שהם יבטלו את אי הרגולריות כדי שניתן יהיה לעמוד במגבלות השימוש באנליזה לינארית

המינהל לפיתוח מערכת החינוך

לפי סעיפים 2.4.1.1 ו-2.4.1.2, או שיש לעבור ולבצע אנליזה לא-לינארית. החלטה על ביצוע אנליזה לא-לינארית תיקבע בשיתוף עם משרד החינוך.

בדיקת הסטות בין-קומתיות: ובחינת עמידה בדרישות ההסטה הבין-קומתית בת"י 413 (אין צורך להכפיל ב-K, שכן ערכו שווה ל-1).

(4) **בדיקת רכיבי המבנה:** הדרישה (מתוך אנליזה ללא מקדמי הקטנה) והקטנה במקדמי הקטנה ספציפיים המתואמים לכל אחד מהרכיבים הנבדקים (ראה תקן ASCE 41). לכל רכיב עיקרי במבנה תיבדק התסבולת בפועל לכפיפה, לגזירה, ללחיצה ולמתיחה (במידה ונוצרת) עבור יחסי ההטרחות הצפויים עבורו באירוע סיסמי, כפי שהתקבל באנליזה. התסבולת תחושב לפי מיטב הידע הקיים בתחום בזמן הבדיקה (state of the art) לפי תקן מתאים או לפי ספרות מקצועית עדכנית. בשלב זה המתכנן יחשב את היחס בין הדרישה הסיסמית ותסבולת הרכיב. יחס זה ייקרא Demand Capacity Ratio = DCR. כאשר היחס גדול מ-1.0 הרכיב אינו עמיד לעומס הסיסמי הנבדק. ציוני העמידות ירוכזו בטבלה.

(5) **קביעת תרחישי הכשל הצפויים במצב הקיים וכיווני השדרוג:** מבחני העמידות שיבוצעו לרכיבים המבנים העיקריים יהיו חלק מרכזי בקביעת מידת העמידות הכללית של המבנה. תרחישי הכשל יערכו ותיכתב הערכת עמידות מילולית והערכה לכיוון או כיווני השדרוג שנדרשים. **העברת חוות דעת מנומקת זו הכרחית לצורך אישור העבודה ע"י משרד החינוך.**

3.3.3 הנחיות התאמה והשלמה להליך האבחון לפי ת"י 413/3 עבור תכן שדרוג מבני חינוך

3.3.3.1 הנחיות כלליות לפי ת"י 413/3

- I. יש להשתמש בגישת הפעולה הסיסמית המלאה ($K=1$) לפי דרישות סעיף 2.2.1 בת"י 413/3.
- II. לצורך קביעת עמידות אלמנטים בהטרחות הפועלות עליהן, יש לסווג את הרכיבים לרכיבים "משיכים" ורכיבים "פריכים" לפי סעיף 2.2.1 בת"י 413/3. ניתן להשתמש בהנחיות סעיף 7.5.1.2 במסמך ASCE 41-13 להגדרה וסיווג הרכיבים כמשיכים ("deformation controlled") או פריכים ("force-controlled").
- III. לצורך קביעת עמידות אלמנטים בהטרחות הפועלות עליהן, יש לבדוק שהדרישה אינה גדולה מהתסבולת.
- IV. בהתאם לסעיף 2.2.1 בת"י 413/3 יש להימנע משברים פריכים באלמנטים שהם חלק ממערכת השלד לנשיאת עומסים אנכיים.
- V. חישוב התסבולת של רכיבים משיכים או פריכים ייעשה תוך שימוש בערכים ממוצעים של תכונות החומר, ולפי הבדיקות והחקירה שנעשתה בנושא ע"י המעבדה המבנית. יש להתייחס למקדמי האמינות לפי סעיף 3.5 בת"י 413/3.

3.3.3.2 פרק ג' - הנחיות לרמת המידע לפי ת"י 413/3

- I. רמת המידע הנדרשת היא רמה מוגבלת KL1, למעט מקרים בהם משרד החינוך דורש אחרת.
- II. מקדם אמינות. חילוק במקדם האמינות לרמת המידע לא תמיד שמרנית, לדוגמה, הקטנת חוזק הבטון עלולה לשנות תרחיש כשל באנליזה ולהראות חתך משיך יותר, לכן תיערך בדיקת רגישות להשפעת ההקטנה הנדרשת לחוזק שהתקבל לחוזק חלקי מקדם האמינות וכפול מקדם האמינות. במידה וההקטנה לא שמרנית, ייעשה שימוש בערך החוזק ללא הקטנה.

3.3.3.3 הנחיות השלמה והתאמה לאנליזה לפי ת"י 413/3:

- I. על פי סעיף 2.2.1 סעיף קטן (2), **עמידה בדרישות התקן נבדקת לעמידה בפעולה הסיסמית המלאה ($K=1$)**, תוך עמידה בקריטריון SD ל-5% ב-50 שנה (טבלה 2 בתקן), כמוסבר בפרק 5 להלן וסעיף 4.2 בתקן, כאשר מקדמי ההקטנה יהיו לרכיבים בודדים ולא מקדם אחד לכל הבניין, זאת ע"ב הטבלאות המתאימות ב-ASCE 41 בגרסתו המעודכנת.
- II. אנליזה לא-לינארית: משרד החינוך שומר לעצמו הזכות לדרוש שינוי קריטריון תכן לרמת תפקוד DL (ראה פרק 4 להלן), כדי להשתמש באנליזה לא-לינארית. הנ"ל יתבקש כאשר אנליזה לינארית לא צפויה לייצג תגובה ריאליסטית (חריגות רגולריות, מבנים טרומיים, ו/או כאשר ההתערבות המבנית לפי פרק ה' בתקן (סעיף 5.1.3) נעשית ע"י תוספת רכיבים בעלי יכולת לספיגת אנרגיה, כגון משככים או בידוד בסיס וכד') ו/או במקרים אחרים לפי הצורך. יש לשים לב כי הנ"ל מחייב גם העלאת רמת המידע.

המינהל לפיתוח מערכת החינוך

III. הערכת תסבולות רכיב בטון מזוין תיבדק לפי תוכנה לחישוב חתכי בטון אשר לוקחת בחשבון אינטראקציה בין סוגי ההטרחות השונות (למשל תוכנת RESPONSE 2000 אשר מתבססת על Modified Compression Filed Theory ונמצאה כבעלת אמינות גבוהה לחישוב מבטון מזוין. התוכנה ניתנת להורדה בחינם דרך רשת האינטרנט בקישור: <http://www.ecf.utoronto.ca/~bentz/home.shtml>), ובהתאם ליחסי ההטחה הצפויים בעמיסות הסיסמיות הרלוונטיות, וכן הדרישות בפרק הבטון בתקן האירופאי EC 8 ו/או במסמך ASCE 41.

IV. אינטראקציית קרקע-מבנה: חיונית במקרה שהקרקע רכה (בעלת סיווג D-F). קרקעות מסוג אלו לא מטופלות בצורה מספקת בת"י 413/3 ובתקן האירופאי. לפיכך, המתכנן מופנה לחישוב לפי ההנחיות המופיעות במסמך ASCE 41 לגבי נושא soil-structure interaction. ראה/י גם סעיף 5.3 לנוהל זה.

V. קריעת פני שטח: באזור העתק החשוד כפעיל קיימת סכנה לקריעת פני שטח שעלולה לסכן מבנים ומתקנים. כדי להתמודד עם האיום, מפורטות להלן הנחיות עקרוניות ע"ב חו"ד של פרופ ג'ורג גזטס, מומחה עולמי מהמובילים ומוערכים בתחום. ראה/י גם סעיף 5.4 לנוהל זה ונספח 5.

VI. דגשים ספציפיים לפרטי ביצוע נפוצים ולדגשים לפיקוח עליון באתר כמו שימוש בחומרים מתאימים לעיגון קוצים, הקפדה על כיפוף חיטוקים ב-135 מעלות, ביצוע שגמים, ביצוע דריכות מקומיות בין חדש לישן, הקפדה על התקנה נכונה של FRP וכו'.

VII. **הולם סייסמי בין מבנים** -בתי ספר רבים ברחבי הארץ מורכבים מתתי מבנים המופרדים באמצעות מישקי הפרדה. במקרים רבים מדובר בתוספות בנייה שבבנו בזמנים שונים. כל אחד מתתי המבנים או מהאגפים המופרדים במישק הפרדה הינו בד"כ עצמאי ויש לו תכונות דינמיות שונות בד"כ. בעת רעידת אדמה תתרחש תנועה אופקית של כל אחד מתתי המבנים, אשר רק במקרים נדירים מאוד היא תהיה באותה הפאזה. בכל שאר המקרים עלולים תתי המבנים בתנועתם לסגור על פער רוחב מישק הפרדה שביניהם ולהתנגש זה בזה. על כן רוחב מישק הפרדה צריך להיות גדול יותר ממידת סכום התזוזות האופקיות המרביות בתנועה של כל אחד מתתי המבנים או האגפים הסמוכים כדי למנוע התנגשות ביניהם. במסגרת הליך שדרוג בית הספר יש לבדוק היטב את הנושא תוך התחשבות בכל הפרמטרים המשפיעים על תזוזת המבנה. במידה ומוצאים שרוחב מישק הפרדה הקיים אינו מספק יש להרחיב את המישק תוך מתן פתרון הולם גם לנושא האיטום (ע"י חומרים גמישים מתאימים).

VIII. **קירות מילוי** (קירות בני-) גם כאשר קירות המילוי ומחיצות נחשבים בתכן של מבנה חדש כרכיב לא מבני (כלומר שאינו חלק מהמערכת הנושאת לכוחות אופקיים), הם עשויים לתרום לתסבולת הסיסמית של המבנה, וכן הם עלולים לגרום להשפעות לא רצויות על המבנה, כגון אי סדירות אופקית או אנכית, עמודים קצרים, וריכוזי כוחות גזירה בעמודים. על כן קיימת חשיבות רבה להתייחסות לקירות המילוי בעת בניית המודל האנליטי. אופן המידול המוצע בת"י 413 חלק 3 נספח ג' (לחלופין ניתן להיעזר ולחשב גם באמצעות מסמך ASCE 41 או FEMA 306) מאפשר שימוש במודל מפושט הכולל אלכסוני לחיצה שקילים לצורך הדמיית קיר הבני. יש להבטיח שהקירות אינם נכשלים במישורם בהתאם לחוזק המחושב בהתאם למפורט בתקן, שכן במקרה של כשל צפויות להתפתח גם השפעות מסדר שני. יתר על כן, יש להבטיח את יציבות קיר הבני כנגד כוחות מחוץ למישורו. קירות בני עם תמירות גדולה מ-15 (התמירות מחושבת כיחס שבין מידת הקיר הקטנה, מבין אורך הקיר או גובה הקיר, לבין עוביו) מחייבים טיפול למניעת כשל בניצב למישור הקיר. דוגמאות לשיטות לשיפור תפקוד קירות הבני מפורטות בסעיף ג-2.3 בת"י 413 חלק 3.

IX. **קירות דבש** במידה ויוחלט על שדרוג בית ספר בעל קירות דבש, (זאת רק לאחר קבלת אישור ממשרד החינוך לאור תוצאות הבדיקות שהוגדרו לעיל (ראה הסבר בסעיף 3.2 לעיל), על מהנדס המתכנן שדרוג של בית הספר אשר קיימים בו קירות "דבש" לעיין במסמכים הבאים: IX.1.1.1 במחקר שנעשה בנושא בשנת 2013, כולל תיאור של מודל אנליטי לחישוב תסבולת קירות ה"דבש": "התנהגות קירות דבש טיפוסיים בישראל ברעידות אדמה והתווית גישות לשדרוגם הסיסמי". ראה קישור מצורף

<https://drive.google.com/file/d/1OloeNvD1ZG2rz3WWbn7JHb5p4mRCjfu8/view?usp=sharing>

המינהל לפיתוח מערכת החינוך

IX.2.1.1 מחקר שבוצע בטכניון בשנת 2021 בשם: כימות התכונות המכניות-מבניות של קירות דבש לצורך הערכת עמידותם הסיסמית" וניתן לעיין בו בקישור של אתר איגוד המהנדסים:

<https://www.engineering.org.il/new/2027.aspx>

3.3.4 תכן השדרוג לביצוע והכנת תוכניות למכרז, לרבות אומדן וגרמושקה לאישור משה"ח.
התכן ייעשה לפי סעיפים (ה), (ו), (ז) בת"י 413/3, בתוספת ההנחיות שלהלן:

i. תכנון חלופות שדרוג*: על בסיס תיקון ושיפור המודלים ששימשו להערכת העמידות. מתווה השדרוג צריך להיבחר באופן שיהווה את השיפור הישיר והאפקטיבי ביותר האפשרי לבעיה הנתונה. שיקולים כמו ביטול אקסצנטריות (לדוגמה ע"י חיבור "חכם" בין תתי מבנים), הפחתת עומס סיסמי, שדרוג תסבולת לרכיבים קיימים באמצעים שונים עשויים להיות עדיפים על תוספת רכיבים חיצוניים, אם הם אפשריים ליישום. במידה והמתכנן נאלץ לתכנן תוספת רכיבי הקשחה חיצוניים, יש לתכנן פרטים אשר יבטיחו את העברת הכוחות לרכיבים אלו באירוע סיסמי החל מ"הזזה אפס". בשלב זה שמתכננים ראשונית את השדרוג, יש להתבסס על עקרון התכן לתסבולת. רמת המשיכות התכנונית תושג על ידי סכמה סטטית ופרטי זיון שיבטיחו את התנהגות המבנה. השימוש במקדם ההקטנה מתבסס על יכולת המבנה לפתח מפרקים פלסטיים ולקיים את כולם ביחד באופן שלא ייווצר בו כשל פריך העלול לסכן את יציבותו. בשדרוג ברכיבי פלדה או יריעות FRP וכדומה יובטחו אותם עקרונות.

*** יצוין כי בחינת בניה חדשה במקום ביה"ס ישן תיעשה רק במקרים בהם משה"ח ישובנע מעל כל צל של ספק כי יש לכך רלוונטיות מבחינת עלות תועלת. בחינה כזו תיעשה רק לאחר אישור משרד החינוך לבחינה זו. במסגרת זאת יוצגו מתווי שדרוג אפשריים, מול הריסה ובניה מחדש לאישור יועץ המשרד.**

**** המהנדסים ואדריכלים מתבקשים לנסות ולייצר פתרון שדרוג אלגנטי המתאים בצורה אופטימאלית למקרה הנדון, אסטטי ואינו פוגע לא פונקציונאלית ולא בחזות הכללית של בית ספר. טיפול אדריכלי צנוע בחזיתות שנפגעו רצוי ויתקצב במסגרת הפרויקט, בכפוף לאישור אגף א' בינוי ותקצוב.**

ii. **תכנון השדרוג** ייעשה בשאיפה כדי שההפרעה למהלך התקין של בית הספר לא יפגע, או יפגע באופן המינימאלי האפשרי. יש לשאוף להפרעה מינימלית לפעילות מערכות קיימות כמו מערכת הביוב, קווי בזק, חשמל וכו'. יעשה מאמץ לכתב את פעולות השדרוג אשר מחייבות פינוי לחופשת הקיץ ותקופות החגים. לצורך כך המתכנן יתאם עם הרשות את המועד האחרון הנדרש להגשת חומר למכרז (לאחר בדיקת יועץ משה"ח) לפני חופשת הקיץ, על מנת לעמוד ביעד זה. במקרים בהם היקף השדרוג גדול ולא ניתן לבצע את כולו במהלך חופשת הקיץ יש לבצע עבודה במשמרת שנייה במהלך תקופת הלימודים, במגבלות הנחיות הבטיחות של משרד החינוך, במשולב עם שדרוג במקטעים (אינקרמנטלי) בתקופת ימי החול בחגים ליציקות או התקנות שמחייבות מספר ימי עבודה רצופים. בעיקרון יבוצעו ראשית השדרוגים המהותיים ביותר והשאר בעקבותיהם, בדירוג, על פי האילוצים הקיימים ובתזמון כזה שלא יחייב השבתת בית הספר. לפירוט אופני השדרוג האינקרמנטלי ניתן לעיין במסמך FEMA 395 שניתן להורדה באתר הבא:

www.fema.gov/media-library/assets/documents/5154?id=1980

iii. בנוסף לשדרוג המבני, יבטיח המתכנן חיזוק ועיגון פאנלי בניה ורכיבים לא מבניים בחדרי המדרגות, המסדרונות והמעברים בבית הספר. הפעולות שניקטו יבטיחו מעבר בטוח, ללא סכנה

המינהל לפיתוח מערכת החינוך

של נפילת חפצים ורכיבים (כמו שלטים או אביזרים תלויים) שיסכנו את ילדי בית ספר במנוסתם החוצה בשעת חרום. יוגדר עיגון גם לרכיבים לא מבניים חיוניים אחרים כמו מערכות מחשב/מזג אוויר וכד'.

IV. בבתי ספר בהם מותקנות, או מתוכננות להיות מותקנות מערכות התרעה לאירוע סיסמי, יש להתחשב במרחקי המילוט בתרחישי רעידות אפשריים ולשלב בתכן השדרוג אזורי מעבר וכינוס בטוחים לתרחישים השונים.

V. **השוואת חלופות שדרוג:** כולל השוואה איכותית, אומדנים כמותיים ראשוניים והמלצה על פתרון נבחר. הפתרון יכלול הגדרה והקצב לשיקום בלאי בקיים במידה ונדרש.

VI. **תיאום ואישור עקרוני של מתווה/מתווי שדרוג** מוצע/ים מול מנהל/ת ביה"ס או גורם מוסמך מטעמו. אישור ההנהלה בכתב למתווה השדרוג, הכרחית לצורך קבלת הרשאת ביצוע לשדרוג.

VII. הגדרת תוכנית חישובים, בדיקות מבניות ובדיקות קרקע לצורך תכנון מפורט: בשלב זה, שהערכת העמידות וכיווני השדרוג ידועים, ניתן להגדיר סט בדיקות מצומצם ויעיל שיתרכז באותם רכיבים שהוערכו כבעייתיים כך שהתוצאות ישפכו אור על הסוגיות והנתונים שלא ברורים ומשמעותיים לאימות הערכה ולצורך השדרוג. הבדיקות יכללו בדיקות הורסות ובדיקות בלתי הורסות בכמות המתאימה לגודל ואופי המבנה הנבדק ורמת התייעוד הקיימת לגביו. כפי שמוגדר בפרק ב בת"י 413/3. הבדיקות יבוצעו ע"י מעבדות מוסמכות לבצע את סוגי הבדיקות הספציפיות שנדרשות למפרט הבדיקות ע"י הרשות הממשלתית להסמכת מעבדות. הבדיקות ההורסות ברכיבי בטון יבוצעו בזהירות, רק לאחר שהמקום סומן ע"י המתכנן ואחרי בדיקת סקאנר לפלדה. הבחינה תכלול בחינת אופי בניית פאנלי הבני, מצבם העכשווי של הפאנלים ומשקי ההפרדה ביניהם, ואופני חיבורם לשלד הבניין.

VIII. תכנון שדרוג לאישור משרד החינוך יכלול הפקת משמעויות מהבדיקות באתר, השלמת נתונים מהשטח ועדכון החישוב במידת הצורך וביצוע אנליזות מפורטות, לפרטים מחברים וכד'. לביקורת משרד החינוך יועברו תוכניות ברמת מכרז. ההערות שיינתנו במסגרת זו ממוקדות בתחום השדרוג לרעידות אדמה ואינן מתיימרות להוות דו"ח ביקורת מקיף ועקבי שמתייחס לכל פרטים, אפשרויות הביצוע, או טיפול בבלאי המבני, שצריך להיות מטופל גם הוא במסגרת זו ויכלול:

- דו"ח ביסוס מלא לביצוע (לפי הגדרות ופרמטרים הנדרשים **בנספח 1 לנוהל זה** והגדרות נוספות של המתכנן).
- דו"ח סקר אתר וסיכונים סיסמיים, במקומות הנדרשים לכך לפי ת"י 413 ו/או נדרשו ע"י היועץ הסיסימי. (לפי הגדרות **בנספח 1 לנוהל זה**).
- תוכניות הנדסיות למכרז.
- תוכנית הגשה אדריכלית מבוססת על גבי תוכניות המדידה ותוכניות המהנדס לשדרוג כולל:
- תכנית העמדה עליה מסומנים תתי המבנים המטופלים
- תוכניות המפלסים, חתך עיקרי מייצג וחזיתות המבנה. על גבי התוכניות יסומנו רכיבי השדרוג בצורה ברורה בצבעים לפי מקרא. כל רכיבי הבטון והפלדה יסומנו בממדיהם הנכונים במיקומים הספציפיים שלהם באופן מופרד ושונה ולא באופן כללי ולא ברור. אם מטופלים יסודות יש להראות גם את זה (במקווקו מתחת לקרקע) בתוכנית ההגשה ע"ג תוכנית קומת הקרקע והחזיתות. יריעות FRP יסומנו גם הן בצבע מיוחד ובמימדים הנכונים. אם רכיב מוסתר ע"י חיפוי אדריכלי, הוא יסומן במקווקו ויצוין בתוכנית ובחתיכים/חזיתות.
- יש לדאוג ששדרוגים בחזיתות יתוכננו כך שיאפשרו לפחות 15% שטח אור משטח הרצפה לכל כיתה.
- מכיוון שחובה להנגיש את בתי הספר עד 2021 יש לדאוג במסגרת פרויקט זה לפחות להנגשה בסיסית בכל בית ספר על פי הנחיות משרד החינוך. זה כולל:
- פיר מעלית בבניין מרכזי אחד בבית הספר במידה ולא קיים. בשלב זה רק הפיר ללא המעלית. פיר המעלית יכול לשמש לשדרוג הסיסימי, אם הוא מועיל, ואם לא הוא יופרד במישק לפי הגבלות התקינה הישראלית בנושא (5 ס"מ לפחות בכל מקרה).

מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לפיתוח מערכת החינוך

- התאמת תאי שירותים נגישים לנכים במידה ולא קיימים, מינימום אחד לנשים ואחד לגברים.
 - תקצוב הנגשה מטופל בנפרד מפרויקט זה. הנגשה פרטנית לנכים שלומדים בבית ספר מסוים לא נכללת במסגרת זאת.
- IX. אומדן תקציבי מפורט לפרויקט מוגבל להיקף העבודות המוגדר בנוהל זה. המסגרת הסופית לתקצוב השדרוג תקבע לאחר קבלת אומדן חתום ע"י מנהל פרויקט שחייב להיות מהנדס או הנדסאי בניין רשוי בלבד ובעל ניסיון בפיקוח ותמחור פרויקטים בתחום שדרוג מבנים לרעד"א. האומדן יהיה חתום ע"י מהנדס הרשות ויוגש לאישור מהנדס יועץ של משרד החינוך. יודגש כי לא יתקבל שינוי לאומדן לאחר אישור מהנדס יועץ, אם זאת במידה וחלף זמן מעת האישור לזמן הביצוע ובמהלכו השתנו התנאים ומדד המחירים בענף הבניין התעדכן במעל 3% , רשאית הרשות להגיש אומדן מעודכן עם הנמקה מפורטת.
- X. הגשת 2 תוכניות הגשה לאישור מנהלת אגף בינוי במנהל הפיתוח במשה"ח ומהנדס יועץ. עותק אחד ישמר במשרד החינוך ועותק אחד ברשות.
- XI. תוכנית התארגנות, כיתות חלופיות אם נדרש, כולל כל הנלווה להפעלתם הבטוחה והתקנית, שלבי עבודה, לו"ז מפורט לשלבי ביצוע. כל הנ"ל חייב להיות מתואם עם בית הספר ועם הרשות המקומית. במידה והרשות מעוניינת להכשיר מבנה חלופי לטובת פרויקט השדרוג עליה לעמוד בתנאים הבאים:

1. המבנה החליפי יהיה בבעלות הרשות.
2. שנת הקמה לאחר 1980, ואישור מהנדס מבנים שהמבנה עמיד לפי ת.י 413
3. לפחות 5 ביה"ס מיועדים לפרויקט השדרוג ברשות, לפי רשימה מעודכנת של ועדת ההיגוי לרעידות אדמה.
4. אושרו לרשות לפחות 2 פרויקטי שדרוג לרעידות אדמה המחייבות פינוי ביה"ס לשנת לימודים.
5. התחייבות ראש הרשות להעמדת המבנה המשופץ לטובת פרויקט השדרוג עד לסיום אחרון בתי הספר שברשות.

3.4 השלמת תכנון מפורט מלא יהיה באחריות המתכנן ויבוצע לאחר השלמת התכנון ותקצוב הפרויקט.

יובהר כי תכנון השדרוג הינו באחריות המתכנן המבני. יודגש כי אישור מהנדס -יועץ משה"ח או אישור משה"ח אינו מהווה תחליף לאישורים הנדרשים עפ"י כל דין. לצורך התכנון המפורט והכנת תוכניות למכרז יהיה צורך להשלים את השירותים הבאים:

- 1) **תוכניות מדידה של מודד מוסמך, במידה ולא קיימים, כולל:**
 - a. תוכניות מפורטות של כל קומה ותכנית גג בק.מ. 1:100. כולל סימון כיתות האם ותפרי הפרדה בין תתי מבנים (במידה וקיימים).
 - b. כל חזיתות המבנה.
 - c. חתך אחד מייצג לפחות.
 - d. תכניות מפורטות כוללות סימון כל האלמנטים של הבניין ושורות המידות עבורם. חתכים וחזיתות כוללים סימון מפלסים.
 - e. תוכנית פיתוח כולל קווי גובה לצורך הגשה בקנ"מ 1:250 לפחות.
 - f. סט תוכניות של תכניות המדידה בק.מ. 1:100 חתום ע"י מודד מוסמך.
 - g. התכניות הנ"ל, אך בקבצים DWG ו-PDF להעברה למתכננים.
- מודגש בזאת כי תכניות המדידה צריכות להיות איכותיות וכוללות את מירב המידע שנאסף ע"י המודדים בבית הספר כדי לשרת את צרכי התכנון האדריכלי וההנדסי בשלבים הבאים.

- 2) **כל עבודות חיזוק המבנה ועבודות הבנייה יבוצעו ויעמדו בהנחיות הבטיחות בנוהל שהפיץ מנהל אגף בטיחות ארצי של משרד החינוך: "עבודות בניה שדרוג לרעידות אדמה ושיפוצים במהלך לימודים**

מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לפיתוח מערכת החינוך

במוסד חינוך בגרסתו המעודכנת. הנוהל מפורסם באתר של אגף הביטחון והבטיחות של משרד החינוך ובאתר מנהל הפיתוח של המשרד. **יש להדגיש את הנושאים הבאים:**

a. ילווה את תהליך התכנון והבנייה בשטח "עורך מבדקי בטיחות מוסדות חינוך", מחזיק תעודה בתוקף. יועץ זה יהיה הגורם המקצועי בשטח שילווח את הקבלן ואת האדריכל והמהנדס למתן פתרונות והתאמות הקשורות לבטיחות המבנה כמוסד חינוכי בהתאם לדרישות המשרד. הנחיות אלו כוללות: מתן הנחיות ופיקוח בהיבטי מעקות, ביטול "אפקט סולם", מניעת החלקה, מונעי טריקת דלתות. דלתות מוגנות בטיחותית כמוגדר בתקן ישראלי 6185 ודרישות נוספות רלוונטיות.

b. בתהליך ניהול פרויקט של חיזוק מבנים או שיפוץ עמוק, מחויבת מעורבות של מנהל בטיחות מוסדות חינוך ברשות המקומית. תפיסת האחראיות במהלך הפרויקט מתחילה בתכנון, דרך מעבר על התוכניות, ליווי תהליך הבנייה במהלך העבודות בשטח. עורך מבדקי הבטיחות ינחה את מנהלי בתי ספר כיצד לצמצם סיכונים ויתדרך את הקבלן ומנהלת בית הספר באשר לבטיחות בשטח ובאתר העבודה. למנהלי בתי הספר, תדריך קבלנים וכל הקשור בכך, בהיות הפרויקט מבוצע בתחומי הרשות המקומית. יש לערב את הקב"ט הרשותי בפרויקט מסוג זה ולקבל ממנו הנחיות בהתאם.

c. בנוסף לכך עורך מבדקי בטיחות מוסדות חינוך יסייע באישורי בטיחות ככל שיידרש בהתקנת רכיבים שנוספו למבנה במסגרת השדרוג הסיסי (אלכסוני פלדה/בליטות בטון וכד') ויוודא שאלו אינם מהווים מפגע בטיחותי. עליו להנחות את המהנדס/האדריכל איך לטפל להקטנת המפגע במידה וכן. יודגש שאין כוונה במסגרת פרויקט זה לטפל בכל מפגעי הבטיחות ההיסטוריים של בית ספר.

3.5 הגשות לסיום שלב תכנון מפורט (אינפורמטיבי, לר להגשה למשה"ח):
(1) תוכניות חיזוק חתומות ע"י המתכנן לרשות והמתכנן לפי חוקי התכנון והבניה

4 רמות תפקוד וקריטריוני תכן

ת"י 413/3 מתייחס ל-3 מצבי נזק שונים במבנה (ראה סעיף 2.1 בתקן לפירוט רמות הנזק):

א. **נזק קרוב להתמוטטות (NC- Near Collapse)**
ב. **נזק משמעותי (SD- Significant Damage)**
ג. **נזק מוגבל (DL- Damage Limitation)**

בטבלה 1 המובאת בתקן מוגדר קריטריון התכן עבור סוגי מבנים מקבוצות חשיבות שונות, ולפי רמת התפקוד הרצויה. במקרה של שדרוג מבני חינוך (מבנים מקבוצת חשיבות ב) לעמידה בעומסי רעידות אדמה יש לתכנן בהתאם לקריטריון הבא (הנלקח מטבלה 1): **רמת תפקוד SD ברעידת אדמה בעלת תקופת חזרה של 975 שנה (5% הסתברות להופעת רעידה חזקה ממנה ב- 50 שנה)**. יודגש כי קריטריון זה הינו קריטריון בסיסי. במקרים מיוחדים תתכן דרישה של משרד החינוך לעמידה בקריטריון אחר.

5 הגדרת עומסים ונתוני קרקע

5.1 עומסים גרביטציוניים

יש לבצע את הבדיקות יתוכננו לפי העומסים האופייניים המוגדרים בת"י 412, ובהתאם לת"י 109 (משקלי חומרי בניה ורכיבים מבניים), ת"י 466 (חוקת הבטון חלקים 1-4), ות"י 1225 (מבני פלדה, חלקים 1-4), וכן כל התקנים המאזכרים בתקנים אלה. כמו כן יקפידו המתכננים על תכן נאות למצב גבולי של שירות לפי המוגדר בסעיף 6 בת"י 466, בדגש על:

- הקפדה על מידות מינימאליות לרכיבי בטון (לפי סעיפים 6.1, 6.5 ו-6.7 בת"י 466)
- כיסויי מתאים לפלדת הזיון בבטון (לפי סעיפים 6.2, 6.6 בת"י 466)
- חישוב הסדיקה וצמצומה (לפי סעיף 6.3 בת"י 466)
- הגדרת תנאי חשיפה מתאימים לבטון (כנדרש בת"י 118 בגרסתו העדכנית)

מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לפיתוח מערכת החינוך

5.2 עומסים סיסמיים

5.2.1 הגדרת הסיכון הסיסמי

בתכן יש להתייחס לרמות סיכון ע"פ המוגדר בקריטריון התפקוד הסיסמי (פרק 4). עיקר ההתייחסות, לפיכך, היא לאירוע הסיסמי הבא: אירוע שלו הסתברות של 5% ב-50 שנה להתרחשות רעידה חזקה ממנו (המקביל לתקופת חזרה של 975 שנה).

5.2.2 ספקטרום תכן

למטרות אבחון התנהגות המבנה ותכן השדרוג יש להשתמש בספקטרום תכן לפי הנחיות ת"י 413 (ראה נספח 3 לנוהל זה). יודגש כי יש להשתמש בספקטרום תכן "נקי", כלומר מופשט ממקדמים (כגון מקדמי הקטנת הכוח, מקדמי חשיבות וכו').

5.2.3 אקסלורוגרמות

- במקרה של שימוש באנליזה לא-לינארית בזמן, יש לקחת בחשבון:
- אם משתמשים בסט של 3-6 רעידות מותאמות לאתר, יש להתייחס לערכי מקסימום (מעטפת מבין כל הרעידות) של תגובת המבנה המקסימלית בזמן.
 - אם משתמשים בסט של 7 או יותר רעידות מותאמות לאתר, יש להתייחס לערכים ממוצעים (של כל הרעידות) של תגובת המבנה המקסימלית בזמן.
- בכל מקרה, יש לבחור ולהשתמש ברעידות המותאמות לאתר ולסיכון הסיסמי הצפוי, ע"פ הנחיות יועץ קרקע מומחה בנושא.

5.2.4 סקר אתר ספציפי והתייחסות לסיכונים סיסמיים נוספים

הגדרת סיכונים סיסמיים (site specific) הנדרשים להתייחסות בסקר אתר מיוחד- ראה נספח מספר 1 לנוהל זה (נספח קרקע).

5.3 אינטראקציית קרקע- מבנה (Soil-Structure Interaction, SSI)

ע"מ להעריך את תגובות המבנה בזמן רעידת אדמה באופן ריאליסטי, יש להתחשב באינטראקציית קרקע-מבנה, במיוחד בהימצאות קרקעות רכות. נושא אינטראקציית הקרקע-מבנה אינו מטופל במסגרת התקן הישראלי או האירופאי, ולכן ניתן להשתמש בהנחיות פרק 8 במסמך ASCE 41 או פרק 19 בתקן ASCE 7.

5.4 קריעת פני שטח.

באזור העתק החשוד כפעיל קיימת סכנה לקריעת פני שטח שעלולה לסכן מבנים ומתקנים. כדי להתמודד עם האיום, מפורטות להלן הנחיות עקרוניות ע"ב חו"ד של פרופ ג'ורג גזטס, מומחה עולמי מהמובילים ומוערכים בתחום. ראה/י נספח 5. סעיף זה רלוונטי רק אם התקבל אישור ממש"ח להתקדם לשדרוג לאחר עבודת מחקר גיאולוגית.

מצורפים בנפרד:

נספח 1- הגדרת הסיכון מתנודות קרקע צפויות באתרי ביה"ס בישראל. ותכולת עבודה ליועץ קרקע.

נספח 2- תכונות חומרים

נספח 3- גליון עזר לקביעת ספקטרום התכן לפי תי. 413.

נספח 4- בדיקות מבינות מינימאליות לאימות מבנה טרומי גרסה 1.2.

נספח 5- התחשבות בקריעת פני שטח באזורים הסמוכים להעתקים