

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

המכללה האקדמית להנדסה ע"ש סמי שמעון, באר שבע 29.11.15 ומרכז השימור הבינלאומי ע"ש רומא, עכו העתיקה 1.12.15 ועדת ההיגוי הבין-משרדית להערכות לרעידות אדמה, רשות העתיקות, המועצה לשמור אתרי מורשת ישראל, אגוד המהנדסים, אוניברסיטת פדובה איטליה,

State of art in Israel on the existing approach to the reinforcement against earthquakes of antique and historic buildings and sites

Eng. Y. Schaffer
Eng. M. Ronen

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

מצב קיים בישראל – הגישה העכשווית לחיזוק כנגד רעידות אדמה של מבנים ואתרים היסטוריים ועתיקים

אינג' יעקב שפר
אינג' מאיר רונן

נובמבר 2015

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

א. הקדמה

ישראל היא בעלת כמות לא מבוטלת של מבנים עתיקים והיסטוריים וכן אתרי עתיקות רבים אשר מהווים פן חשוב במורשת התרבות הבנויה של ישראל, תורמים ליעדי תיירות, ולהכנסותיה הכלכליות של המדינה.

הגישה עד היום הייתה שאין צורך לחזק הנדסית יעדים אלו לרעידות אדמה. אך, במקרים שכן מחייבים חיזוק, יש להיעזר בחוקים ותקנים קיימים. אלא מה, התקנים ההנדסיים הללו שמיושמים למבנים חדשים, אינם מתאימים כלל למבנים ההיסטוריים ובהרבה מקרים מרעים את מצבם.

אי לכך התפתחו פתרונות הנדסיים שונים ומשונים אשר היו אמורים להקטין את הסכנה לרעידות האדמה או לבטלה. אך בפועל, הרעו אותה. להלן מספר דוגמאות טיפוסיות ל"פתרונות הנדסיים" אלה:

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

II. מצב קיים- STATE OF ART

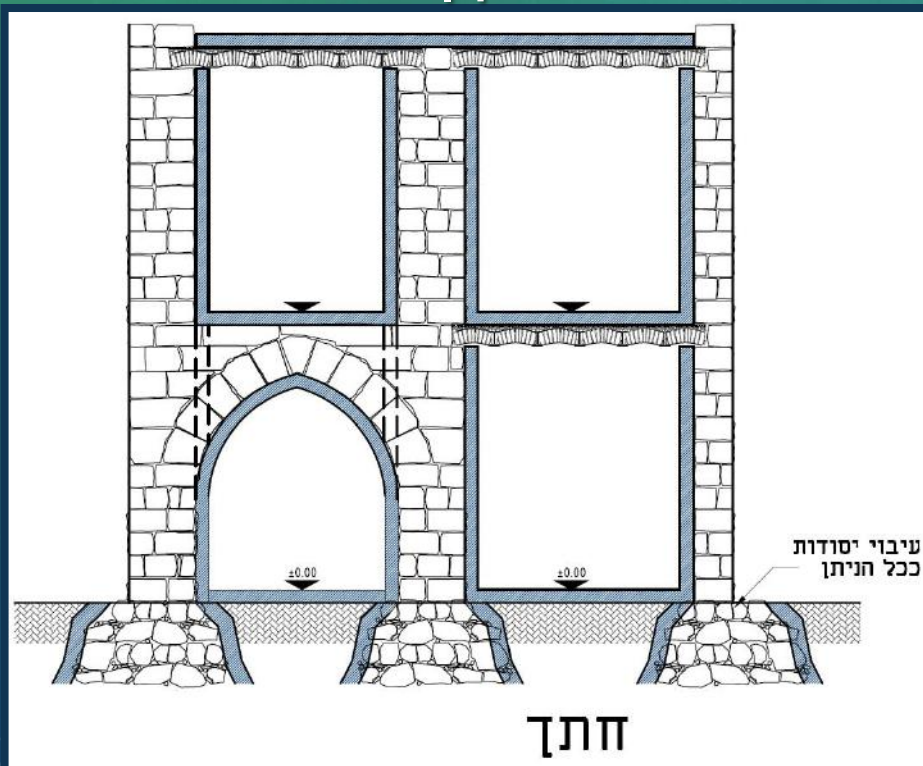
א. חיזוק הנדסי באמצעות יצירת "קליפה" פנימית מבטון מזוין, בין אם החיזוק יתבצע רק בקומת הקרקע ובין אם יתבצע לכל גובה המבנה. בשיטה זו, קירות האבן, התקרה או הקמרון מהווים רק "ציפוי" לבטון המזוין שהוא הגרעין החדש. לפעמים הפתרון מלווה גם בחיפוי בבטון מזוין של היסודות העוברים ההיסטוריים המקוריים.

גישה זו כמובן אינה משמרת את פנים המבנה. היא יוצרת נזקים לטווח קצר, בינוי וארוך אבנים בגלל ריאקציה כימית. אך במיוחד יוצרת שני מבנים אשר מתפקדים בצורה שונה בזמן רעידת האדמה בגלל המסה שהם מכילים, התאוצה העצמית ושיטת הבנייה. ובפועל מסכנים עוד יותר את המבנה המקורי ואת נטייתו לקריסה.

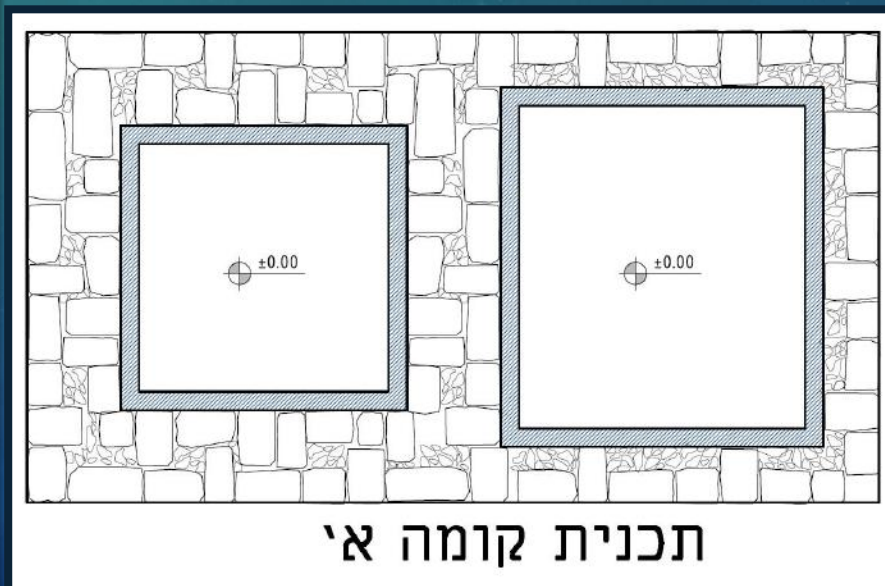
סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

א. קליפת בטון מזוין בכל שטחי הקירות והרצפות/תקרות המבנה.

לא תקין!

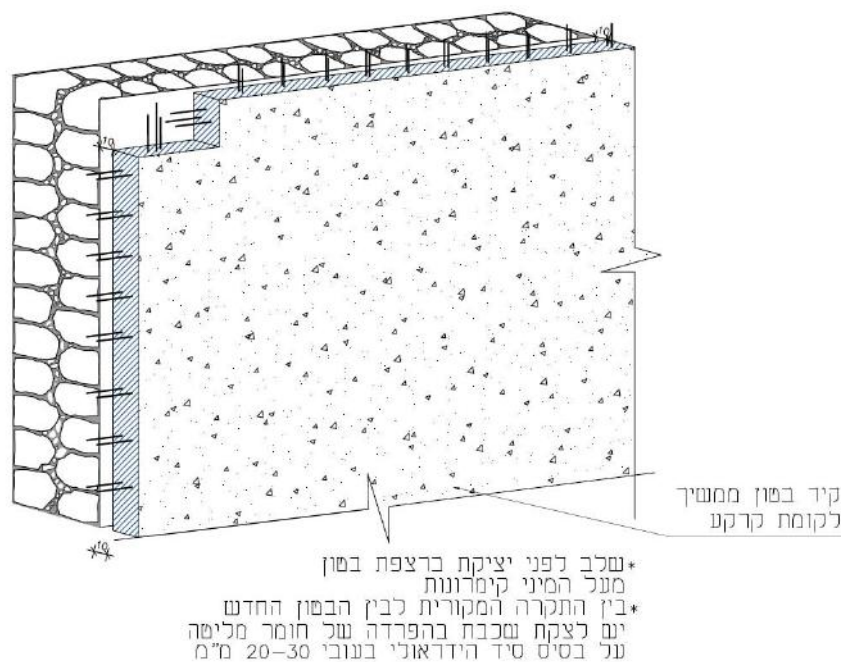


לא תקין!



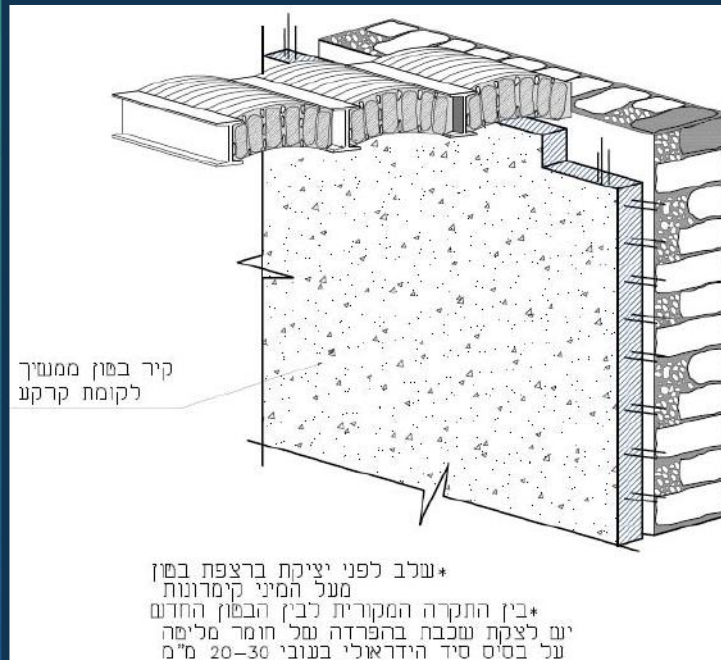
סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

לא תקין!



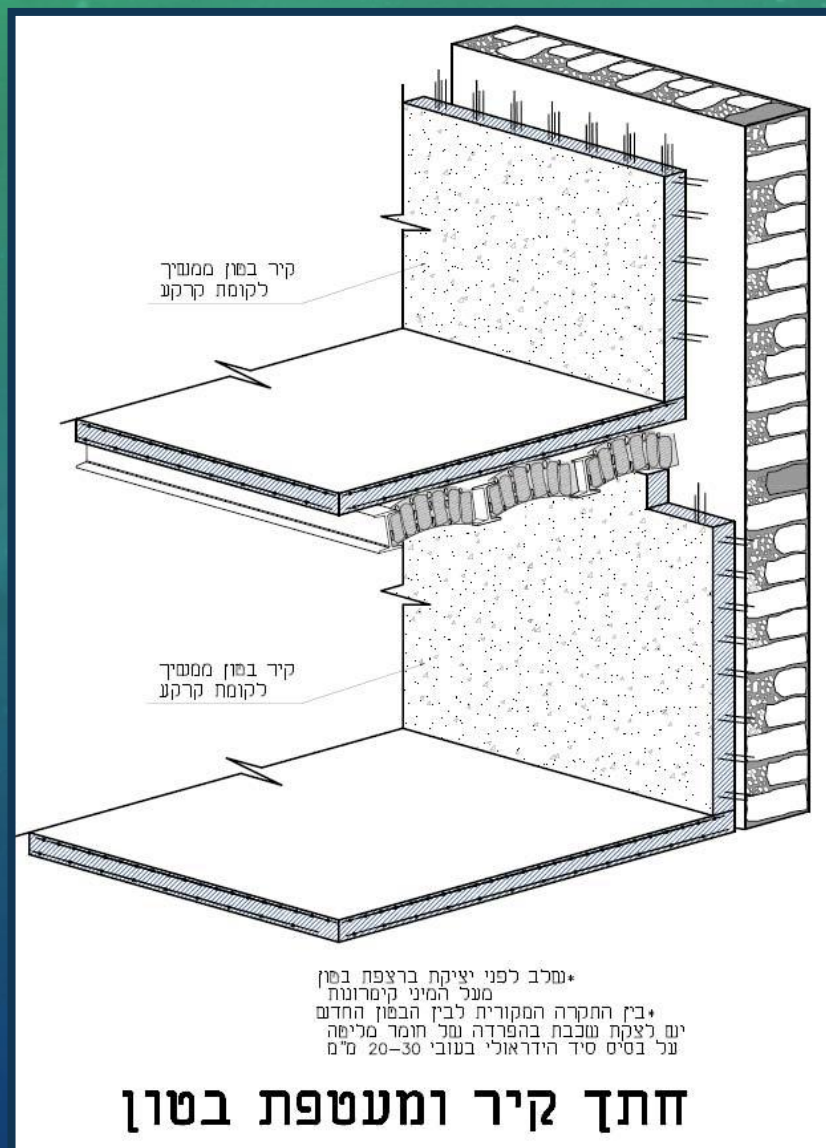
חתך בקיר האומנה

לא תקין!



חתך קיר ותקרת קמרונות

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים



לא תקין!

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

ב. חיזוק הנדסי באמצעות הוספת "שלד" בטון מזוין.

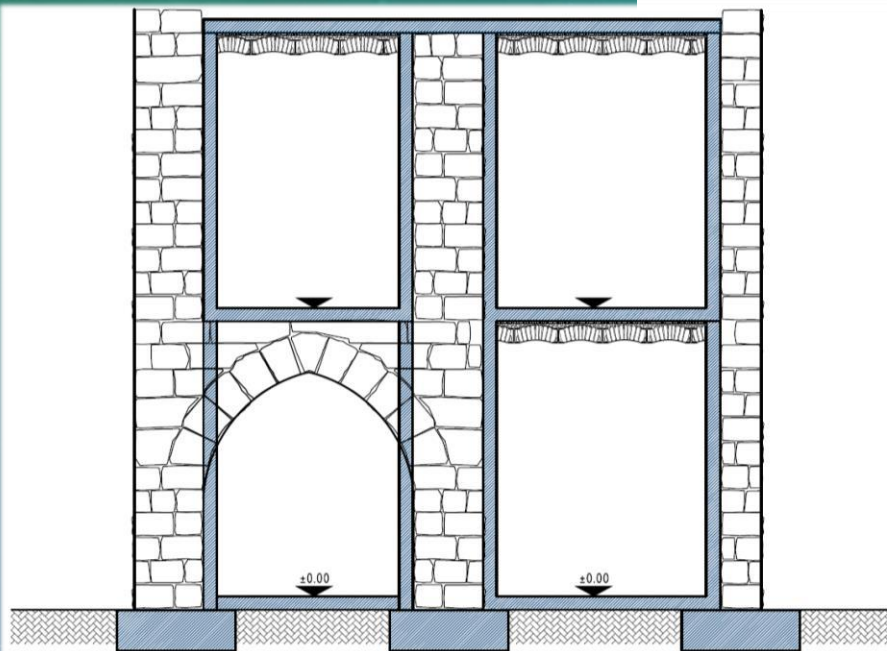
המבנה המקורי נשאר כפי שהוא, לרוב ללא טיפול הנדסי שמורי נוסף, אך למבנה מוספים יסודות, עמודים, תקרה וגג מבטון מזוין. העמודים מוחדרים לעובי הקירות ולרוב לכל עובים וחדרים דרך קמרונות עד הגג. במפלסי הרצפות והגג הם מתחברים לתקרות הבטון היצוקות על הרצפות ותקרות ההיסטוריות. היסודות המקוריים או מחוזקים או מבוטלים ונבמקומם יוצקים יסודות נקודיים כפלטות או כלונסאות.

גישה זאת אינה משמרת את תיפקודו ההנדסי של המבנה וכמעט אין טיפול הנדסי שמורי בחלקיו. בגישה זו קיים ביטול כמעט מוחלט של תפקוד המבנה וחלקיו וקיימת סכנה מתמדת של נשירת חלקי קמרון או תקרה ובמיוחד לאבני המבנה.

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

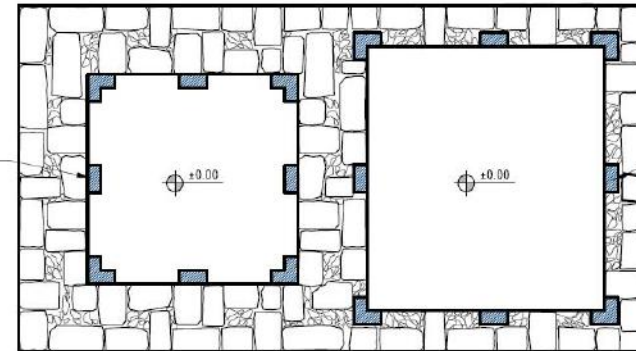
לא תקין!

לא תקין!



חיתך

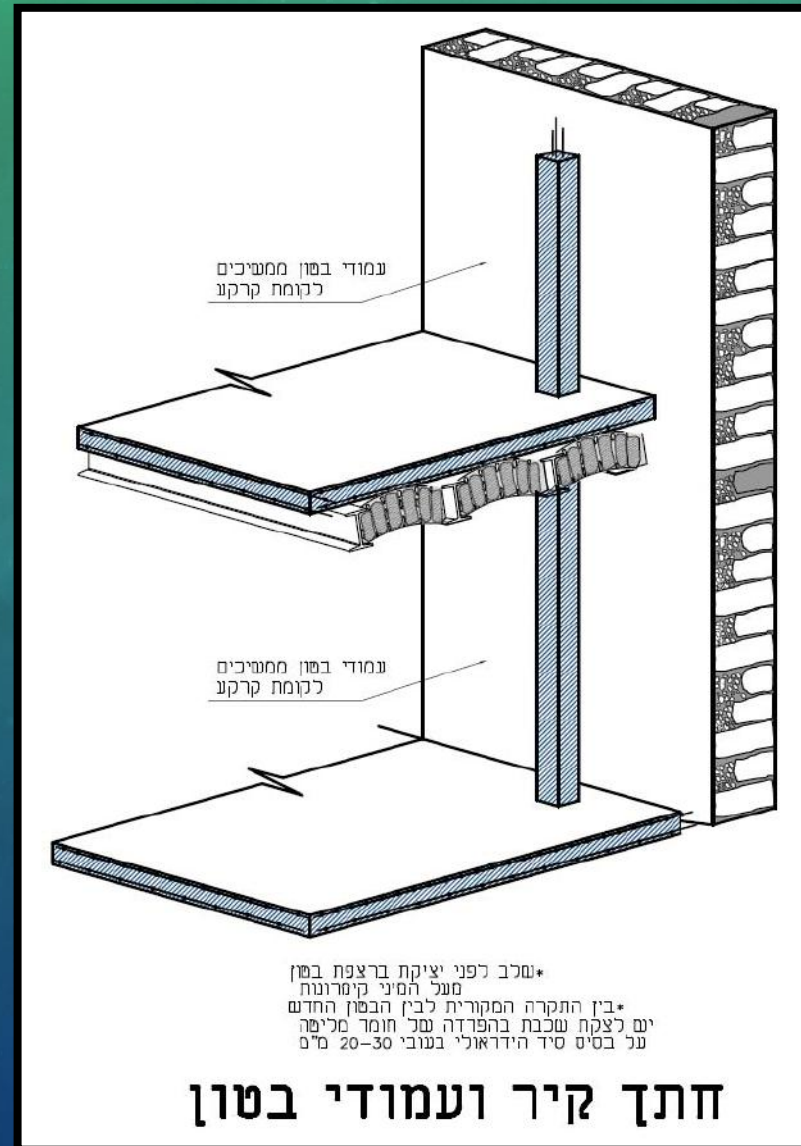
עמודי בטון בתוך החולל



עמודי בטון בתוך הקיר

תכנית קומה א'

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים



לא תקין!

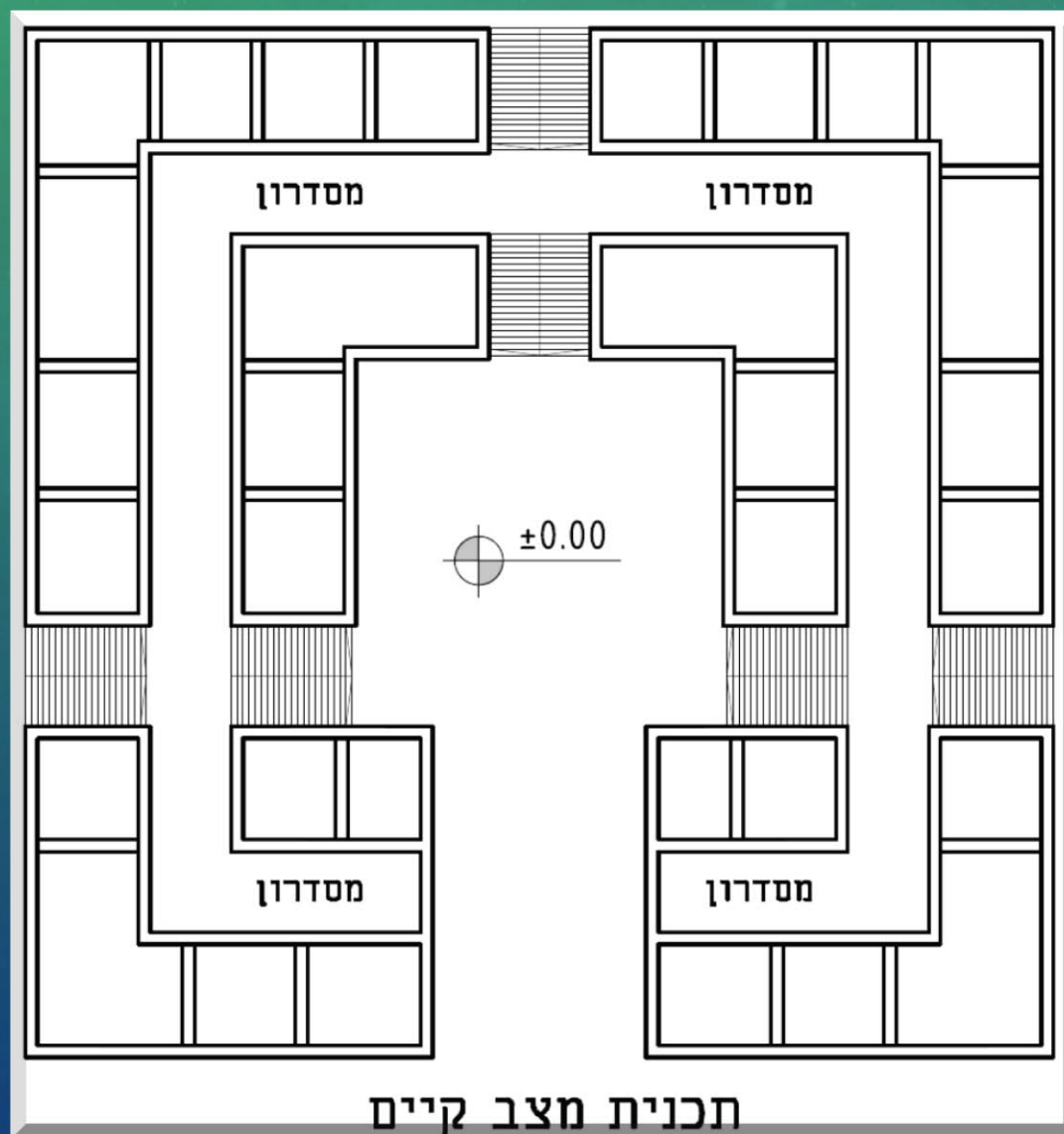
סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

ג. חיזוק הנדסי באמצעות יצירת "מגדלים קשיחים" בטון מזוין או פלדה וקשירה ביניהם.

במקרה זה המבנה מחוזק כנגד רעידות אדמה בהתייחס להנחיות ההנדסיות המודרניות. מייצרים שני "מגדלים" לרוב מבטון מזוין בקצוות המבנה או בנקודות המשפיעות על כל המבנה, מחברים אותם בכל קומה בתקרה או קורות מבטון מזוין או פלדה כך שכל המבנה המקורי מתפקד בהתאם למערכת ה"המגדלים הקשיחים".

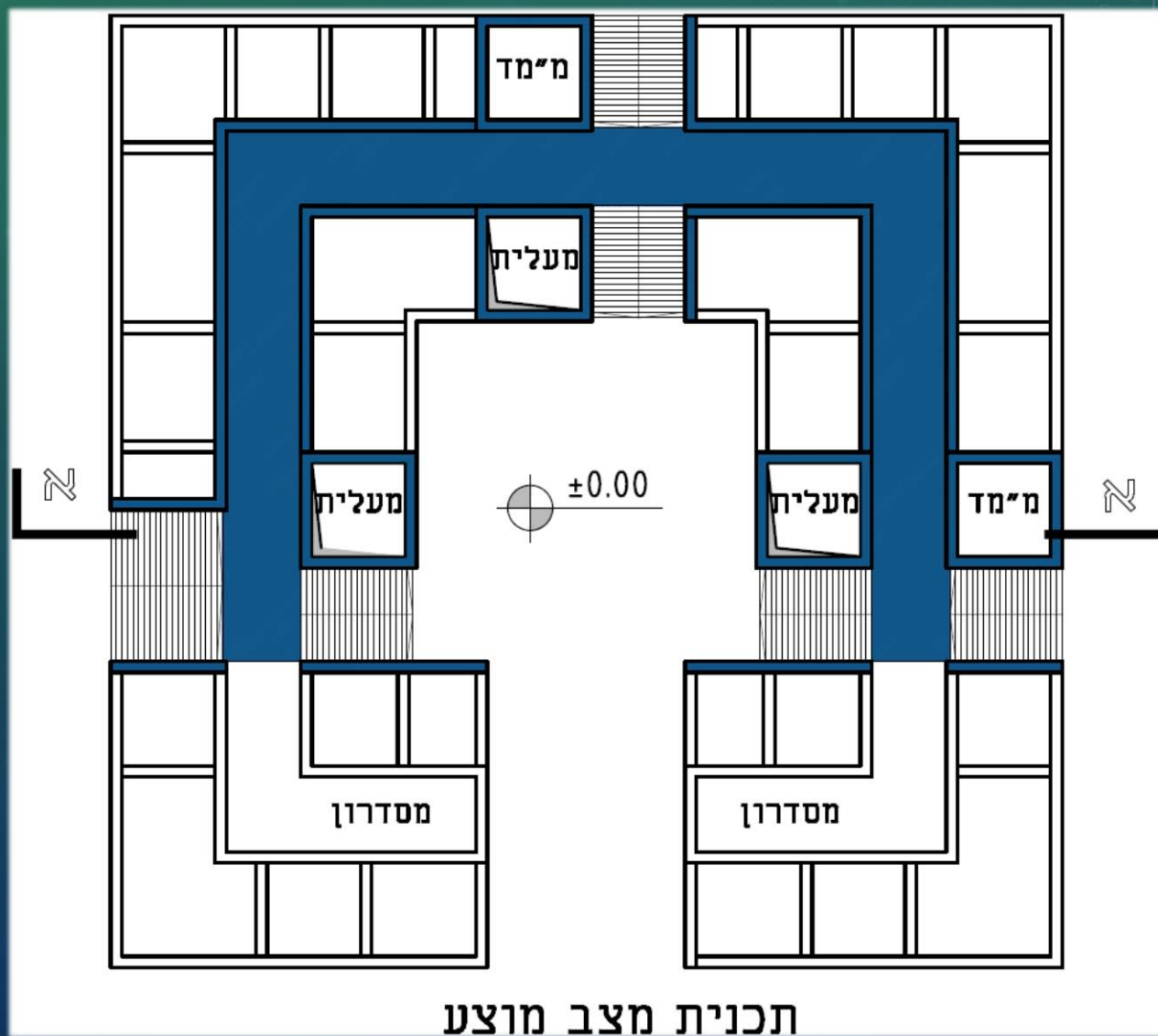
במקרה של רעידת אדמה, המבנה המקורי מתפקד הנדסית בצורה אחת והאלמנט "מגדלים קשיחים" מתפקדים בצורה אחרת. כמו כן עקב ביצוע ה"ניתוח", נוצרים נזקים עצומים במבנה המקורי מהיסודות ועד הגג ובכל החלקים שבין "המגדלים הקשוחים".

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים



לא תקין!

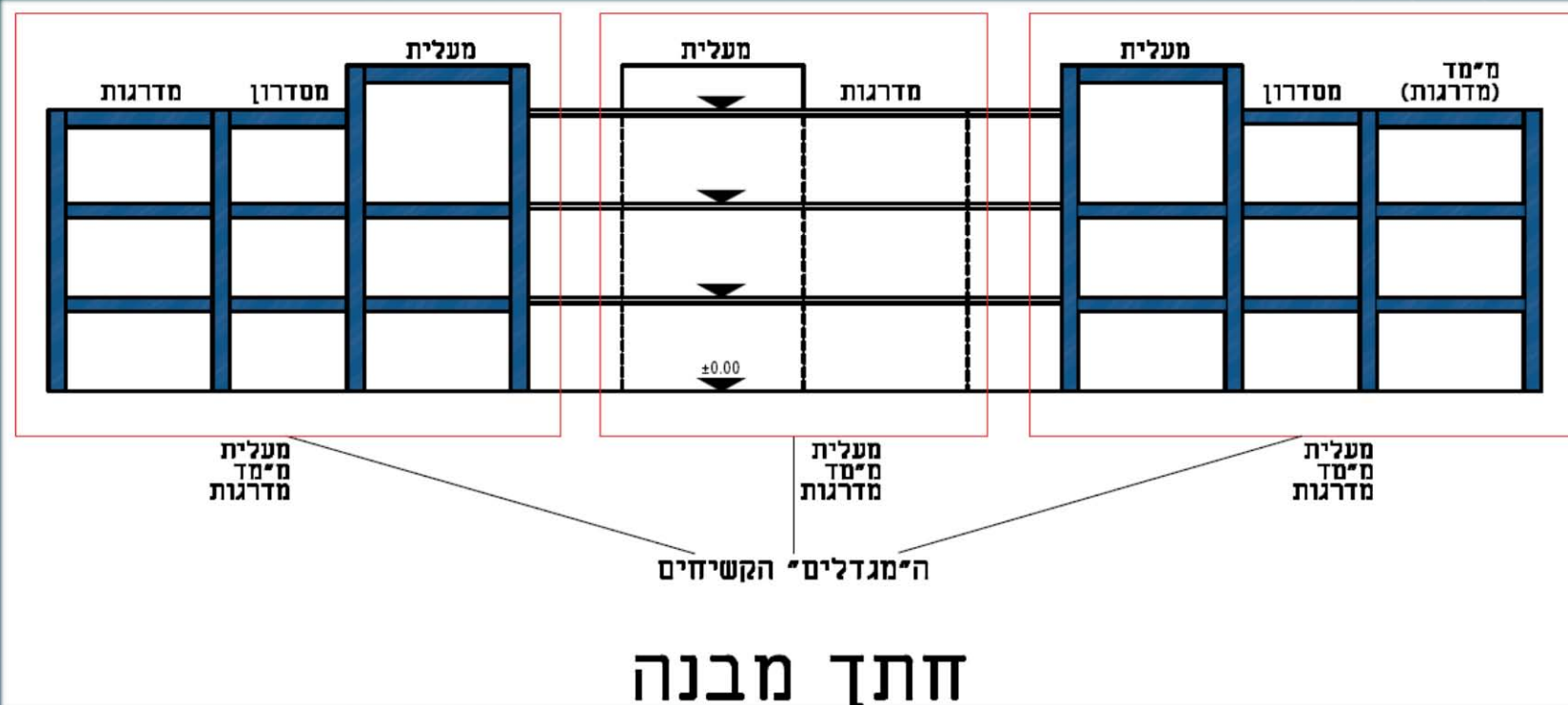
סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים



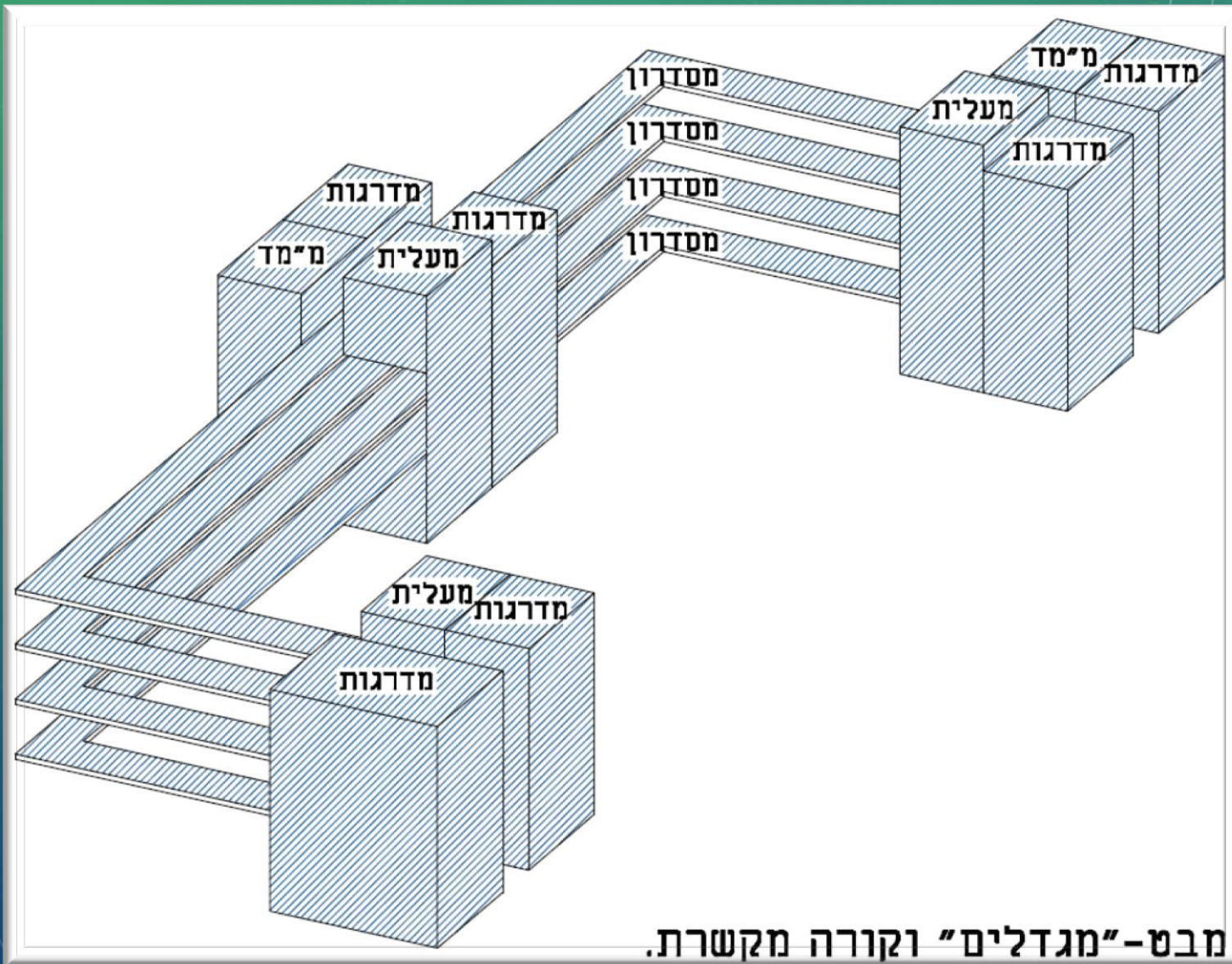
לא תקין!

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

לא תקין!



סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים



לא תקין!

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

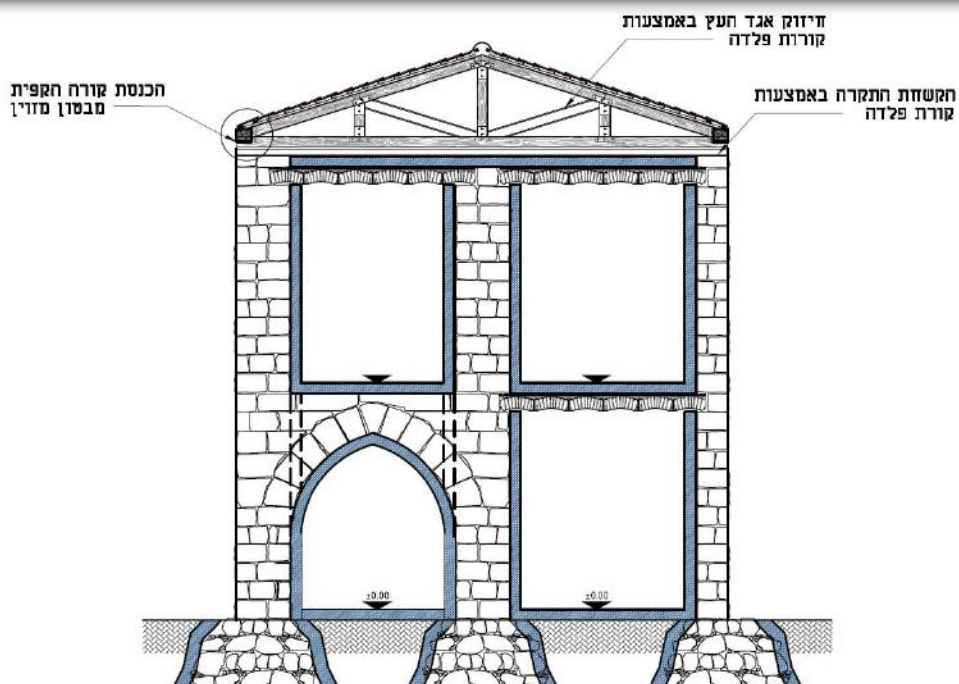
ד. הכנסת אלמנטים מודרניים להקשחת חלק מהמבנה.

בגישה זו, החיזוק ההנדסי לרעידת האדמה נעשה על אלמנט אחד, לדוג': גג רעפים, קשתות או רצפה. בהנחה של חיזוק המבנה לרעידת אדמה, יוצרים חגורות בטון מזוין בהיקף הגג כולל תוספת לחיזוק האגדים הקיימים באמצעות קורות בטון או פלדה. במקרים אחרים יוצרים בקומות הקרקע בהם לא היתה כלל רצפה בנוייה, רצפת בטון מזוין קשיחה המחוברת לקירות האבן כאלמנט "ממברני קשיח". יש ומחזקים קשת סדוקה באמצעות יציקת חגורת בטון מזוין מעל /תחת הקשת, ובכך יוצרים אלמנט "קשיח" המשמש לטענת המתכננים אלמנט לחיזוק המבנה לרעידות אדמה.

כמובן כל הפתרונות הללו אינם לוקחים בחשבון את פעילות המבנה המקורי ואת תהליך "הפטיש" בזמן רעידת האדמה.

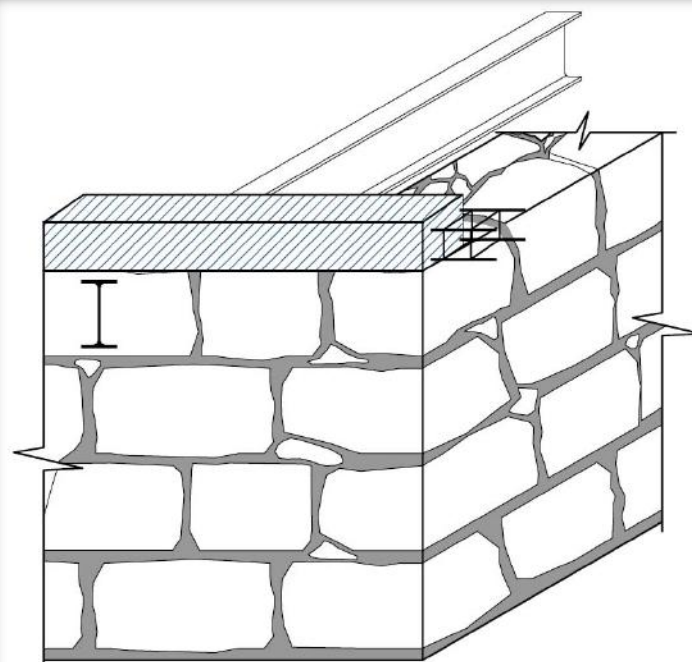
סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

לא תקין!



חתך-אפשרות א'

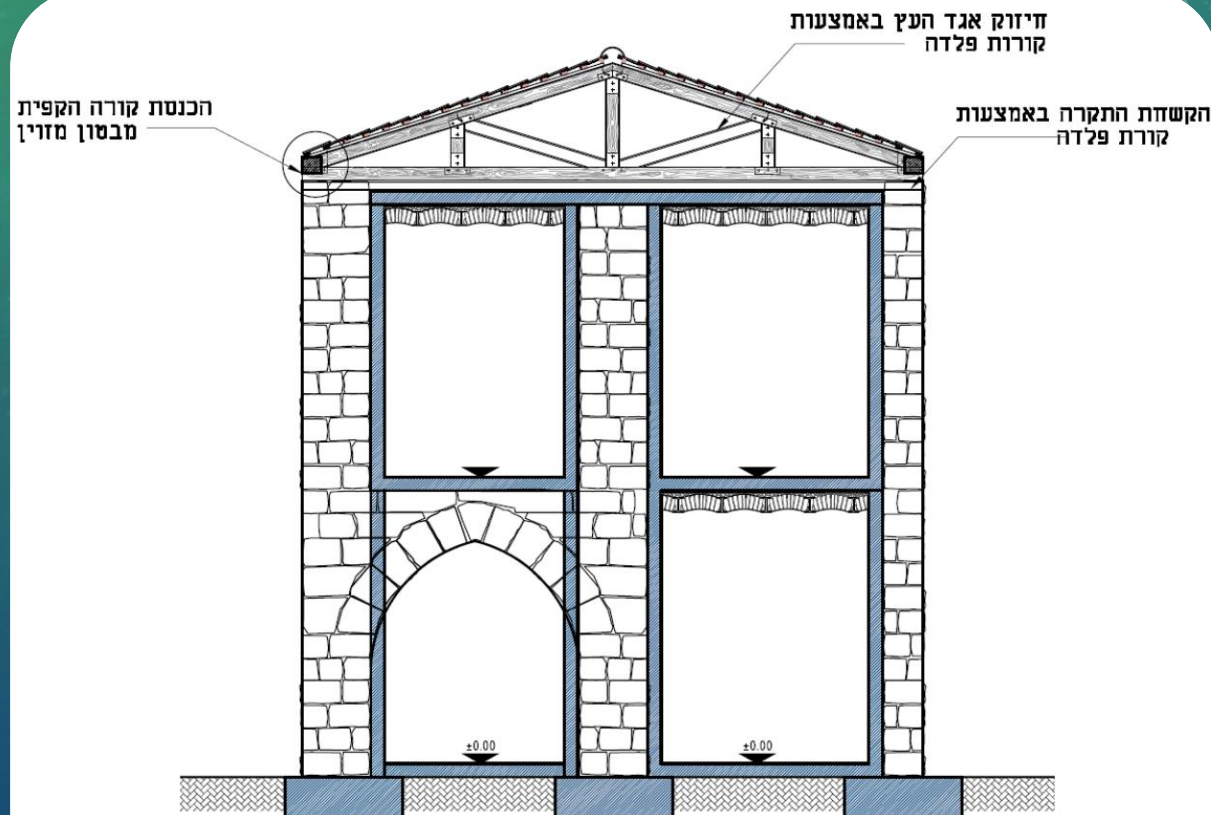
לא תקין!



חתך קיר עם קורות

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

לא תקין!



חתך-אפשרות ב'

בעל-אפשרות כ,

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

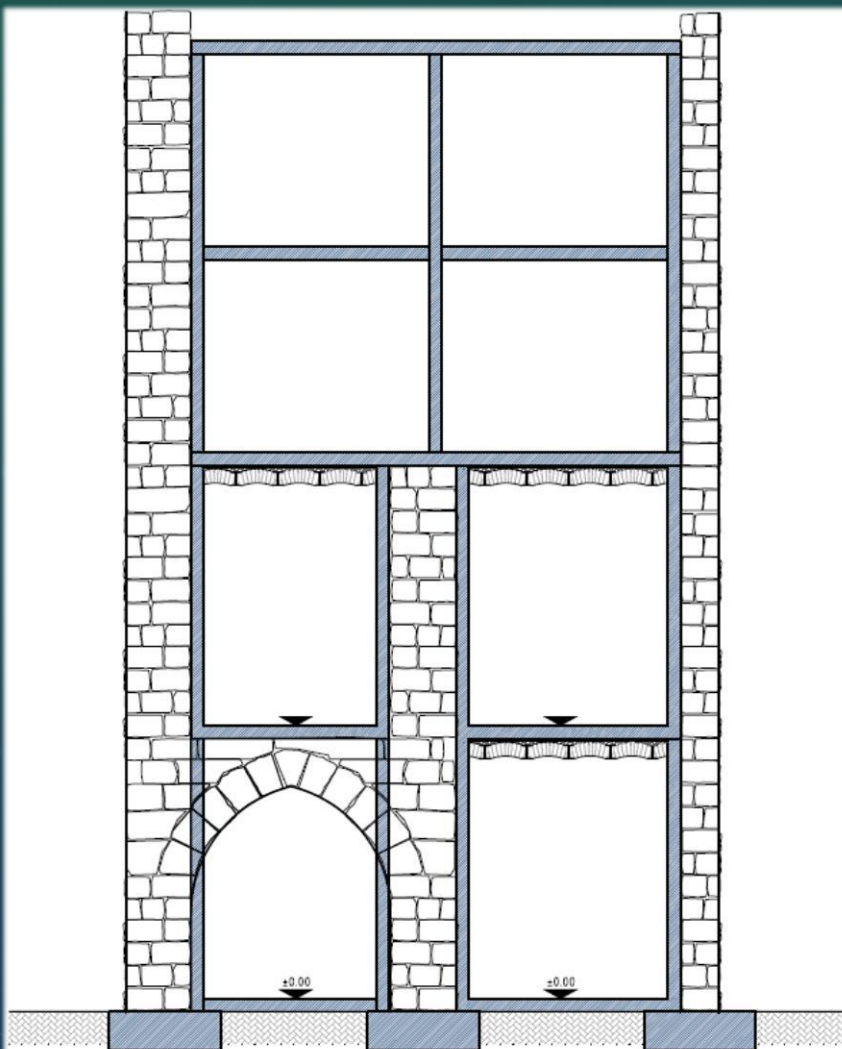
ה. תוספת קומות על הגג כחלק מחיזוק לרעידות אדמה עפ"י הנחיות תמ"א 38.

במקרים אלה דורשים מהמבנה המקורי והתוספת החדשה לעמוד בתקנים המודרניים והתקנות לרעידות אדמה. נקודה זו קריטית, היות ומשתמשים בכל הפתרונות א-ד הנ"ל ובכפוף לדרישות החוק.

גישה זו יוצרת בפועל פגיעה אנושה במבנה ההיסטורי כולל ערכיו המקוריים שנעלמים, "העלמותו" בים הבטון המזוין והפלדה כולל חוסר תיפקודו ביום פקודה.

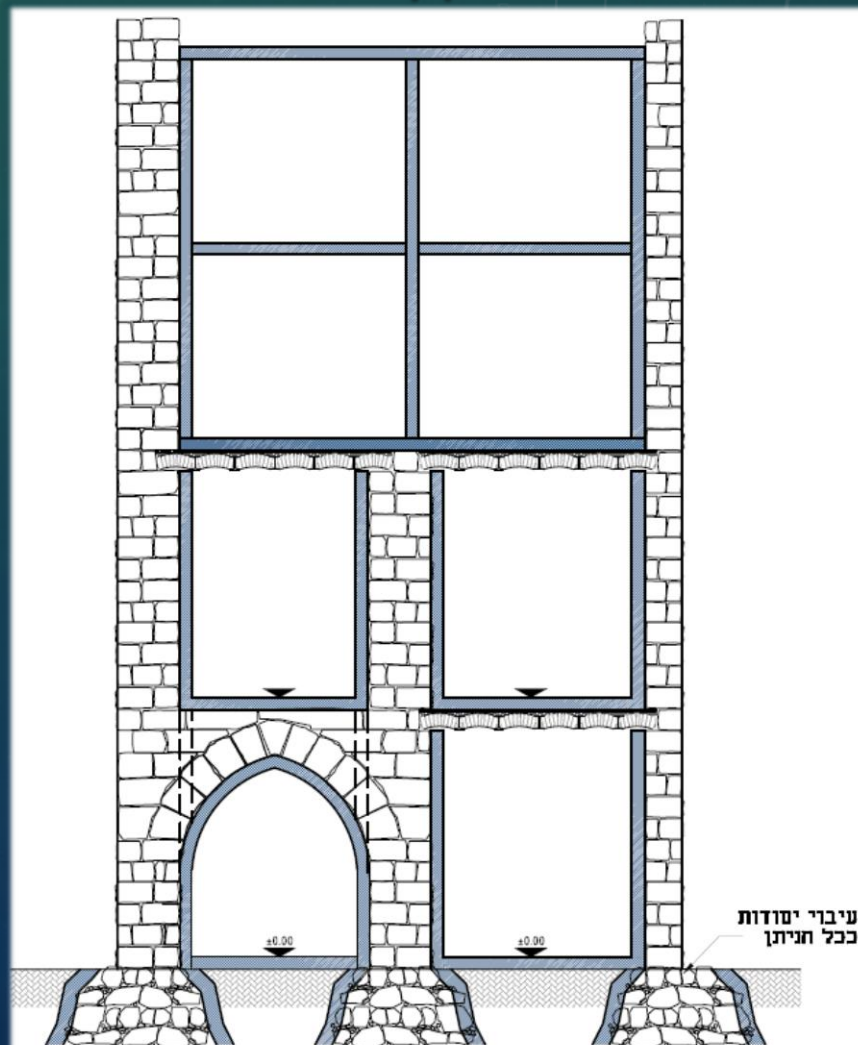
סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

לא תקין!



חתך-אופציה ב'

לא תקין!



חתך-אופציה א'

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

ו. הידע הקיים כיום בין בעלי מקצוע ההנדסה בשיטות תכנון לחיזוק מבנים היסטוריים לרעידות אדמה אינו מותאם למבנים אלה. ישנם קורסים והשתלמויות מועטים בנושא, ולרוב ללא השתתפות בעלי המשרדים או הגופים הציבוריים המטפלים במבנים ההיסטוריים ועתיקים. גם ברמת הلمודים במוסדות הלימוד הגבוהים להנדסה בארץ, התחום עדיין פרוץ, וחסרים לימודי בסיס בשיטות בנייה עתיקות והיסטוריות, במצבם ההנדסי של המבנים, ובפתרונות ההנדסיים במבנים ואתרים אלה.

ז. לא קיים חוק או תקנה הנותנים גושפנקא לפתרונות שמוריים הנדסיים למבנים היסטוריים ואתרי העתיקות.

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

ח. רשויות מנחות ומאשרות אשר בפועל שבויות בתוך עצמן.
מצד אחד דורשות הן לחזק את המבנים ההיסטוריים כנגד רעידות אדמה. מצד שני, לא קיימים הקריטריונים של הרשויות לבדיקת החיזוק אלא עפ"י קווי ההנחיות והתקנות של מבנים מודרניים אשר רק הם מוכרים ע"י בעלי המיקצוע של הרשויות השונות. אי לכך נוצר **מצב של חוסר היגיון:**

הרשויות מבקשות חיזוק, בעלי המקצוע אינם יודעים אלא רק שיטות ישנות לא מועילות. אותם בעלי מקצוע מגישים את המבנים לאישור בשיטות שאינן מועילות. הרשויות מאשרות את החישובים לחיזוק הללו עפ"י החוקים והתקנות של המבנים המודרניים כי זה מה שהן מכירות.

הדבר שלעצמו הוא חלום בלהות !!!

סמינר הנדסי בינלאומי - הערכה שיפור עמידות ובטיחות של מבנים קיימים לרעידות אדמה- מבנים מבטון מזוין ומבנים היסטוריים

III. מסקנות והמלצות

חיזוק המבנים ההיסטוריים ואתרי העתיקות בישראל כנגד רעידות אדמה אינו נותן מענה אמיתי לצרכי מבנים אלה והפתרונות הם הרסניים לשלמותו של המבנה ובטח לשמורו.

חוסר מערכת בקרה מקצועית הנותנת הנחיות מקצועיות למתכננים ובודקת את הפתרונות ההנדסיים בצורה מקצועית המותאמת למבנים אלה.

חוסר מערכת הכשרה מקצועית כגון קורסים והשתלמויות קבועות לדור הבא של המהנדסים הצעירים והסטודנטים לטיפול בצורה מקצועית ונכונה במבנים היסטוריים ואתרי עתיקות אלה.

חוסר חוק או תקנות הקרובות אליו אשר נותן תוקף לפתרונות הנדסיים שמוריים של המבנים ההיסטוריים ואתרי העתיקות.