

# בקרת מבנים לצורכי חיזוק לרעידת אדמה לפי תמ"א 38 והיבטים הנדסיים

משרד הבינוי והשיכון - כנס שנתי תש"ע

" י-דוד מהנדסים בע"מ "

- 1/8 סקירה כללית בהיבט סטטוטורי של ת"י 413 –  
תכן מבנים לרעידת אדמה.
- 2/8 תהליך תכנון לחיזוק מבנה קיים וביצוע חישובים  
לפי דרישות תמ"א 38 ותקנים ישראלים.
- 3/8 איך מתכננים חיזוק מבנה קיים לעמידה ברעדת  
אדמה ?
- 4/8 דוגמאות של חיזוק מבנים.
- 5/8 קשיים הנדסיים בתכנון לחיזוק מבנה.
- 6/8 תהליך בדיקת חישובים.
- 7/8 האם המבנה באמת מחוזק ?
- 8/8 תקנות משלימות ?
- סיכום

# 1/8 סקירה כללית – ת"י 413

## היבט סטאטוטורי

- בשנת 1975 יצא לראשונה תקן ישראלי לתכנון מבנים לרעידות אדמה.
- הערכה היא שבשנת 1980 התחילו להכיר את התקן לרעידת אדמה.
- עד למועד זה בנו בנינים בהתעלמות בדרך כלל מרעידות אדמה.
- סה"כ הערכה היא כי 50% מהבניה המאוכלסת היום נבנתה באותה תקופה.

■ עד שנת 1990 לא הייתה מודעות לתכנון לפי התקן לר"א.

■ בטכניון, המהנדסים לא שמעו על רעידות אדמה בתקופה זאת חוץ מלימודי תואר שני.

■ רק לקראת שנות התשעים התחילו להעלות את הנושא על הסדר הציבורי.

■ בתקופה זאת נבנו עוד 25% מהבניה הרלבנטית. סה"כ 75%.

■ בשנת 1995 יצא תקן רעידות אדמה חדש  
שהציב סטנדרטים חמורים בנושא רעידות  
אדמה.

■ בטבריה הוגדלו הקריטריונים ב 300%  
ביחס לתקן הקודם.

■ בתל-אביב בבניינים גבוהים הוגדלו  
הקריטריונים ב 200% .

- בשנת 1998 לאחר הערות מומחים מחול תוקנו נוסחאות התקן והקריטריונים הוקטנו במידה מסוימת בעיקר עבור בניה גבוהה.
- עד 1998 נבנו 80% מהיקף הבניה הפעילה .
- בשנת 2004 שונה המקדם בתל-אביב מ- 0.075 ל- 0.09

# מסקנה.

- 95% מהמבנים לא תוכננו לפי תקן ישראלי במהדורתו האחרונה.
- לכן רב הבניינים הנ"ל לא עומדים בקריטריונים שמדינת ישראל קבעה כסטנדרטיים הראויים לבטיחות אזרחי המדינה ברעידת אדמה.
- המשמעות מתעצמת לאור העובדה כי יש מגמה לעדכן שוב את התקן הישראלי לרעידות אדמה.
- יש ליידע את כל המהנדסים לגבי כל שינוי בתקן.

# 2/8 תהליך תכנון החיזוק מבנה קיים

## וביצוע חישובים לפי דרישות

## תמ"א 38 ותקנים ישראלים.

- קביעת/הוכחת הצורך בחיזוק המבנה הקיים.
- קביעת שיטת החיזוק המתאימה למבנה הקיים.
- תכנון חיזוק המבנה הקיים כולל התוספת.



# 3/8 איך מתכננים חיזוק מבנה קיים

## לעמידה ברעדת אדמה ?

## איך קובעים את הצורך בחיזוק?

- תקן ישראלי 2413 – הנחיות להערכת מבנים קיימים ברעידת אדמה ולחיזוקם.
- תקן ישראלי 413 – תכן עמידות מבנים ברעידת אדמה.

# תקן ישראלי 2413 – הנחיות להערכת מבנים קיימים ברעידת אדמה ולחיזוקם

- התקן כולל שני נושאים עיקריים:
- 1. הערכת עמידותם הצפויה של מבנים קיימים ברעידת אדמה.
- 2. אופני חיזוק למבנים קיימים לשם עמידותם ברעידת אדמה.

# הערכת עמידותם הצפויה של מבנים קיימים ברעידת אדמה מתחלק לשלוש רמות:

- רמה 1 – אבחון מהיר ברמה סטטיסטית לפי טבלה המפרטת מקדמי צבירה לזכות או לחובה, להערכת הסיכון הסיסמי למקבץ מבנים.
- רמה 2 – אבחון ראשוני למבנה קיים ע"י חישובים מקורבים עבור מבנה מסוים.
- רמה 3 – בדיקה לעמידות של מבנה קיים בהתאמות לתקן ישראלי 413.
- השימוש ברמות 2 ו-3 הוא ההמשך הטבעי לרמה 1 עבור מבנים יחידים.

# בדיקות מקדימות

# הבדיקות המקדמות כוללות בין היתר:

- בחינה ויזואלית של המבנה הכוללת סקירת נזקים קיימים ותיעודם.
- איסוף מידע טכני לגבי מצב המבנה כמו: הוספת אגפים, חיזוקים ותיקונים קודמים אם בוצעו וכיכד.
- סקירת תוכניות, חישובים, ותכניות ביצוע.
- בדיקות קרקע מקומיות.
- זיהוי ואפיון מערכות ראשיות ומשניות.
- מדידת הגיאומטריה, ההזזות, שקיעות, סדקים, ומיפוי הנזקים הקיימים.
- בדיקה מקומית של חומרים.
- אנליזות וחישובי חוזק ויציבות של הרכיב או המבנה הנבדק.

■ תקנים זרים המשמשים כעזר.

■ כדוגמת תקנים אירופאים:

■ Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

■ Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings

■ Part 3: Strengthening and repair of building.

# חיזוק מבנים

# טכניקות מקובלות:

- 1. עיבוי והגדלת חתכים של עמודים, קורות וקירות על ידי עטיפתם בבטון מזוין.
- 2. הוספת קירות גזירה מבטון מזוין בין עמודים קיימים.
- 3. הוספת מערכות אלכסונים מצטלבים מפלדה.
- 4. הוספת מסגרות בטון מזוין או פלדה למערכות המבנה.
- 5. חיזוק עמודים, קורות, קירות וחיבורים מבטון על ידי זוויתנים ופחים מפלדה.
- 6. הדבקת רצועות מחומרים מורכבים חזקים לאורך ולרוחב עמודים, קירות וקורות.



# 4/8 דוגמאות של חיזוק מבנים

- חיזוק ע"י הוספת ממ"דים.
- חיזוק ע"י מעטפת חיצונית.
- חיזוק המשלב מעטפת חיצונית וממ"דים.

# חיזוק ע"י הוספת ממ"דים

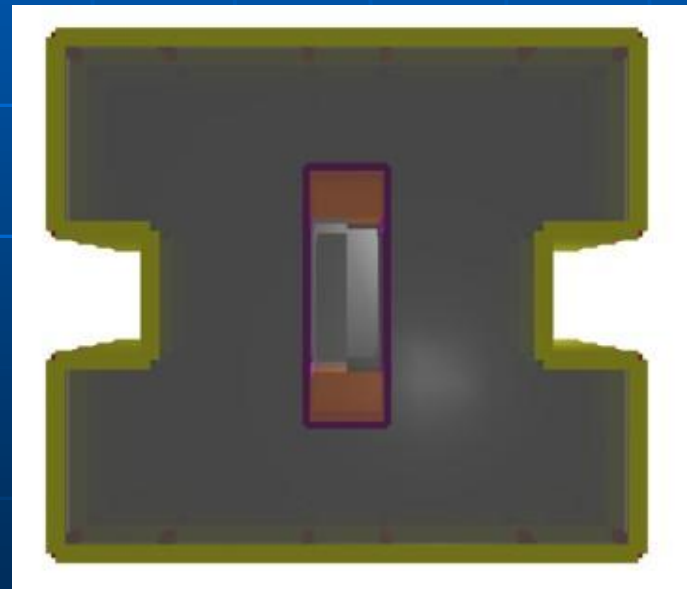
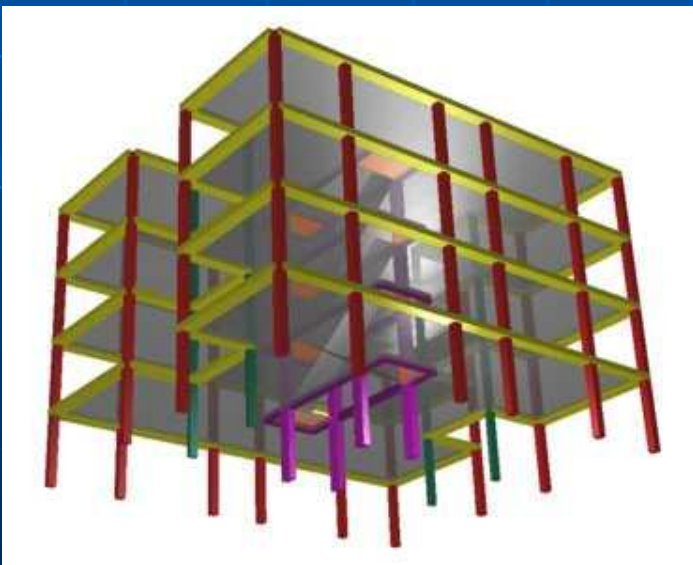
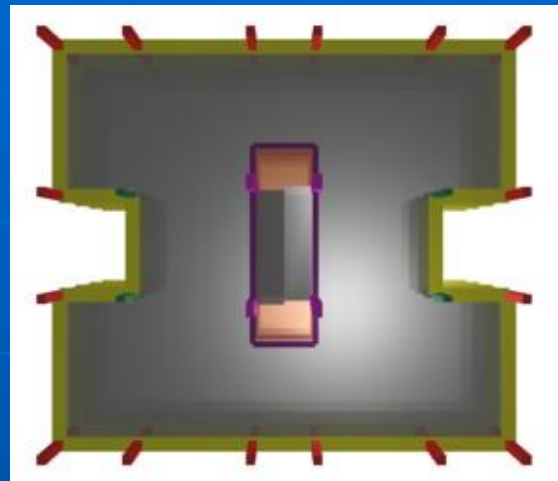
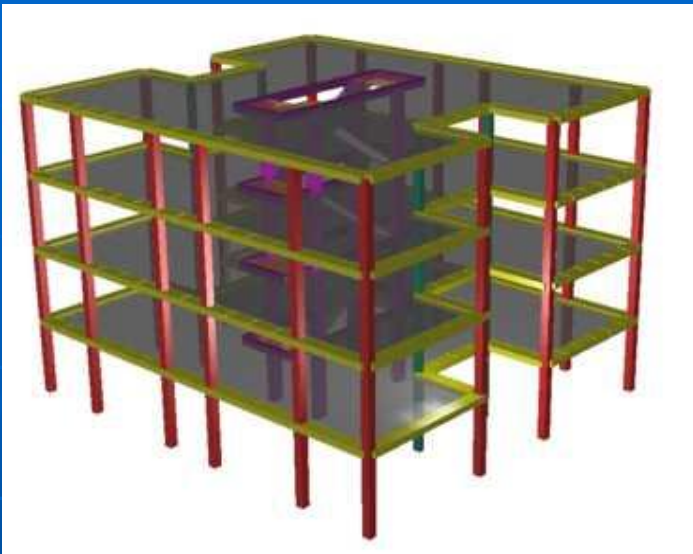


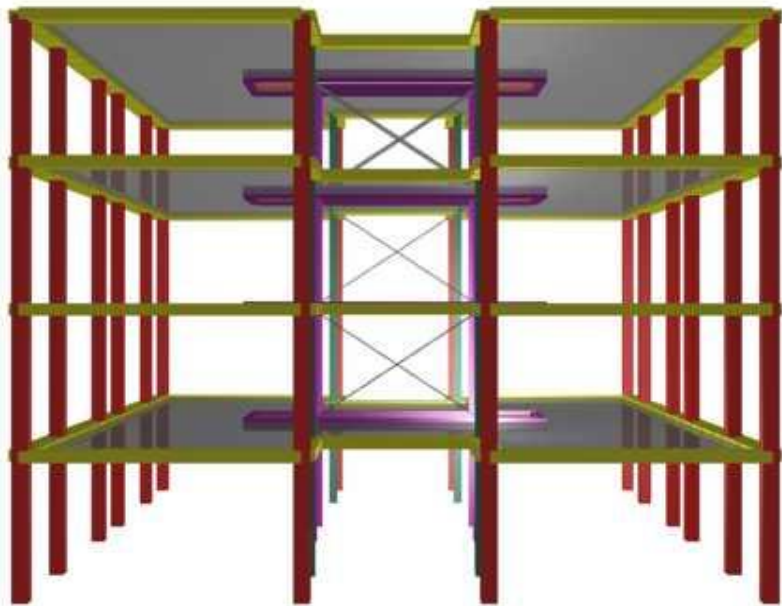
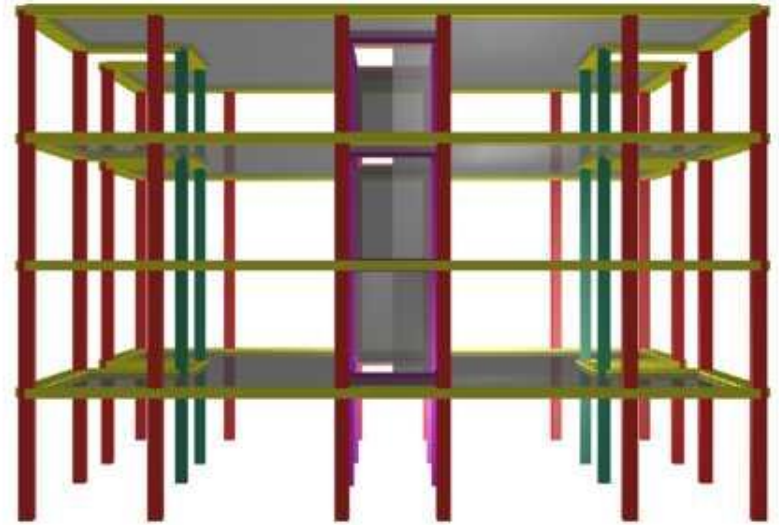
■ מבנה

קיים:



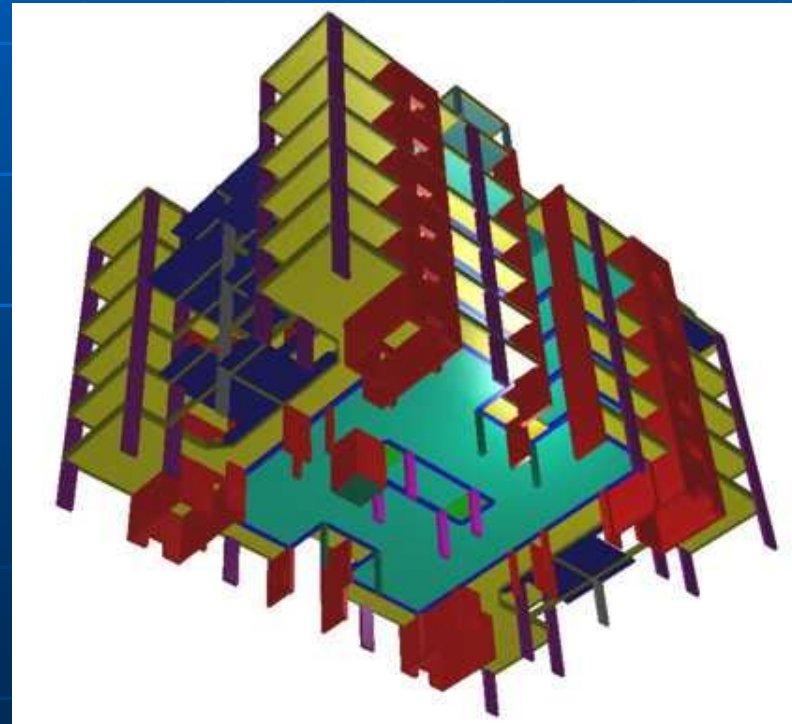
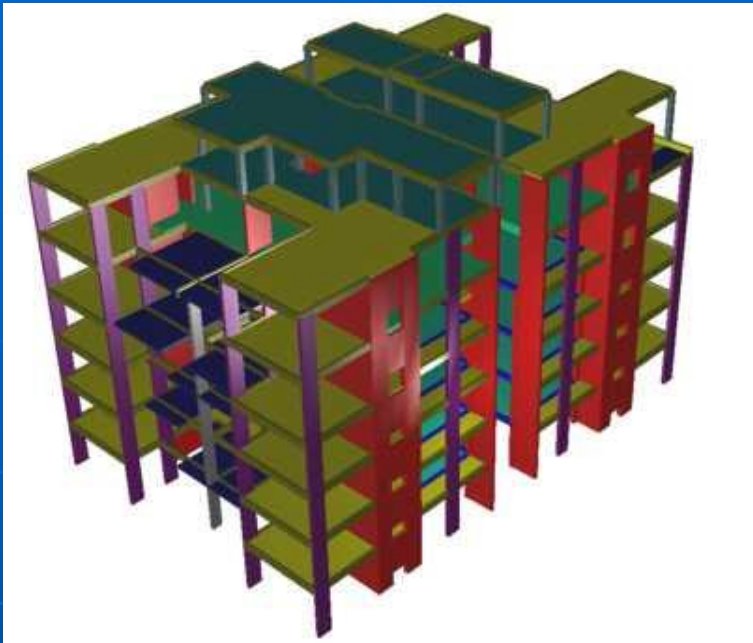
■ מודל  
מתמטי



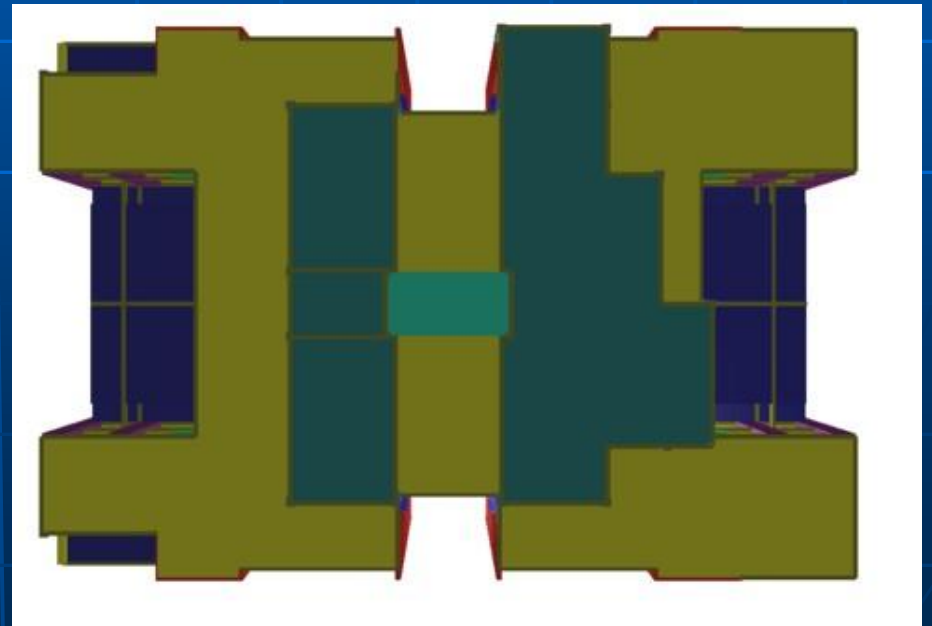
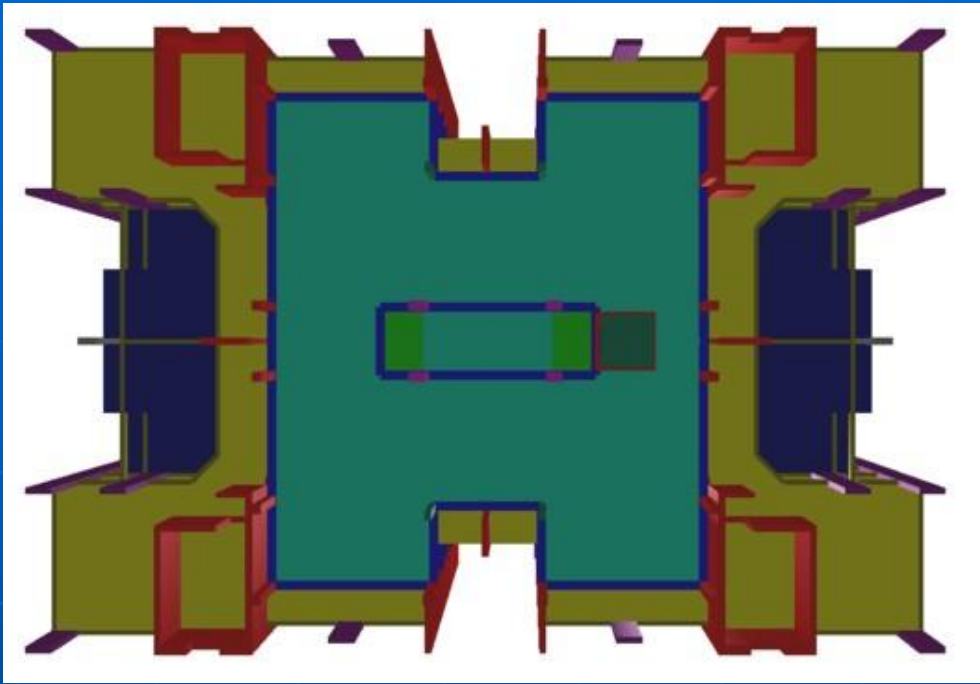


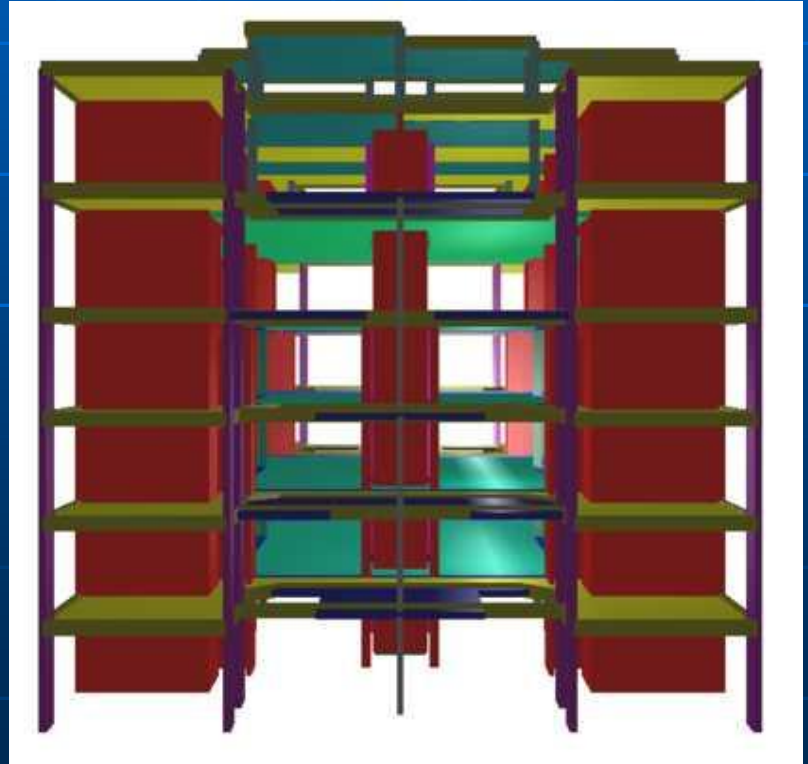
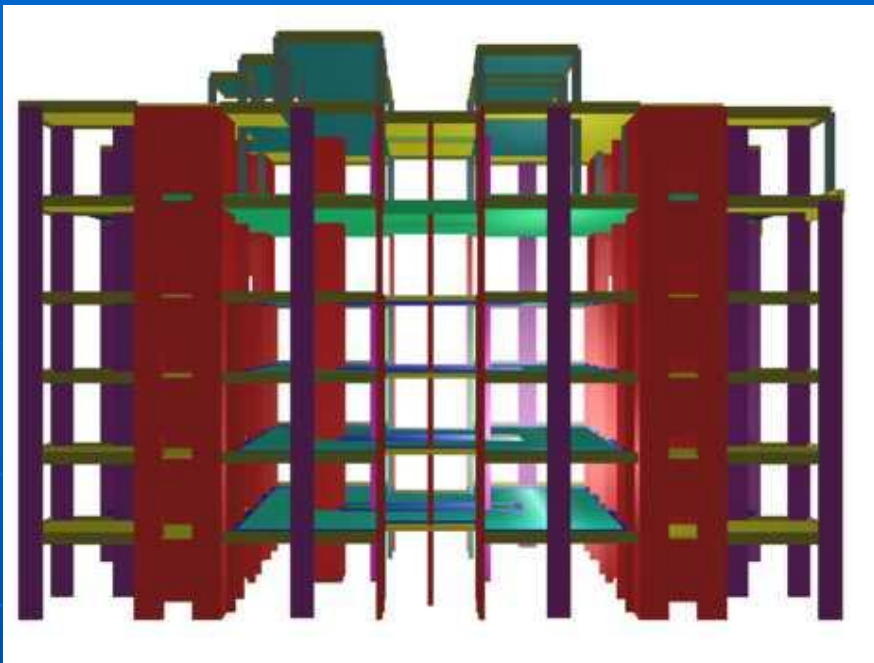
■ מבנה

מחוזק:

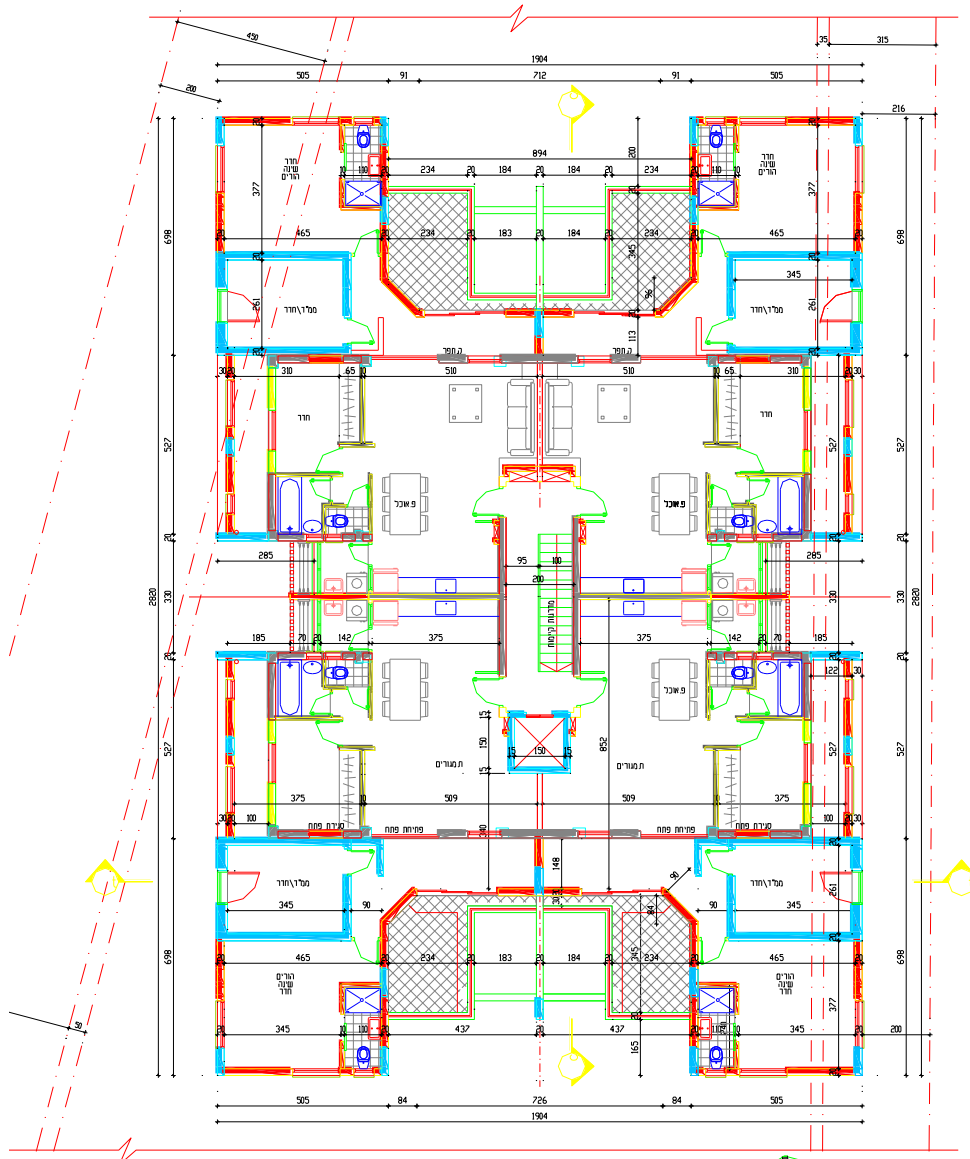








# תכנית קומה טיפוסית



תכנית קומה ב' 1:100





# חיזוק ע"י מעטפת חיצונית



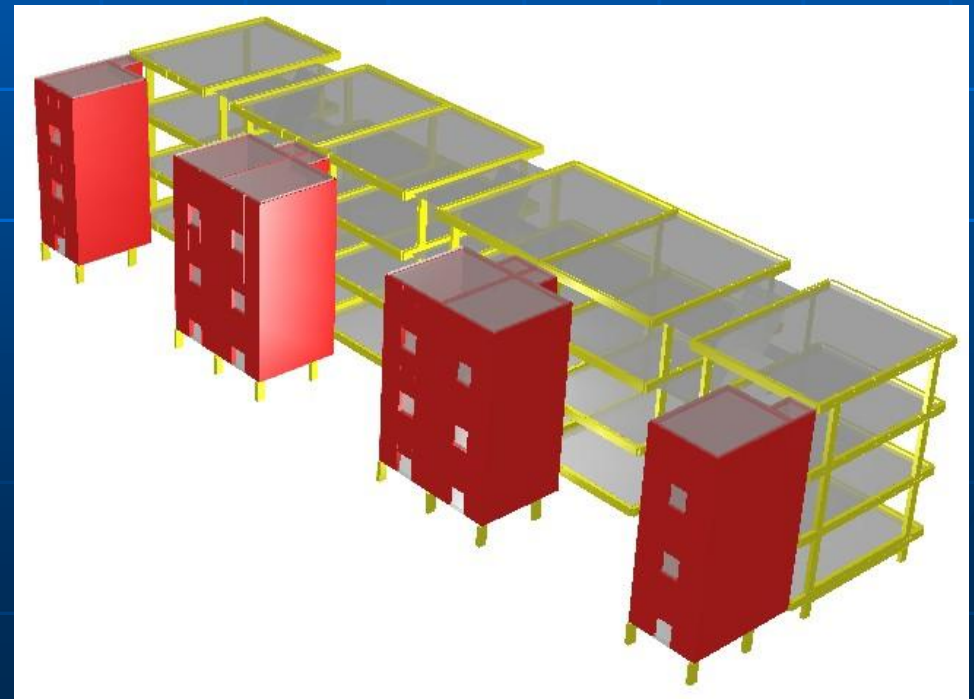
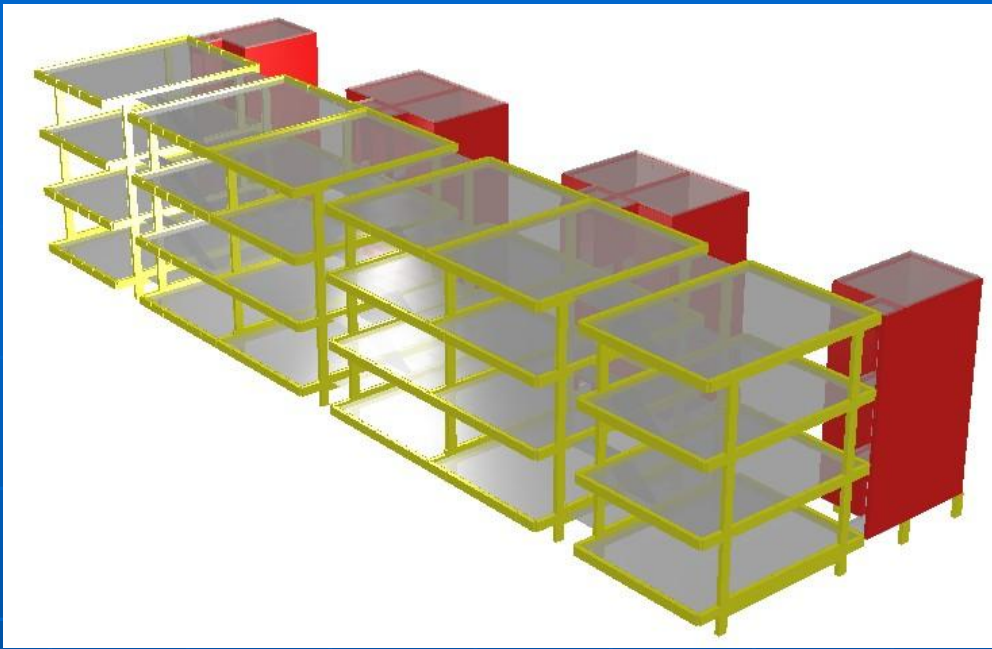
■ מבנה

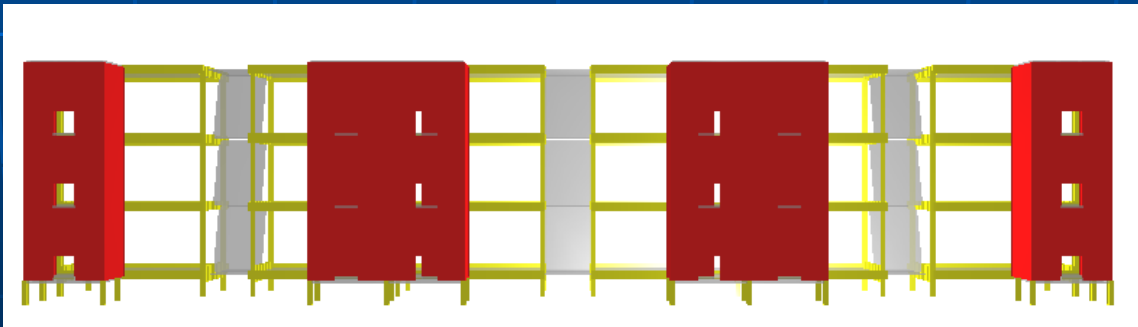
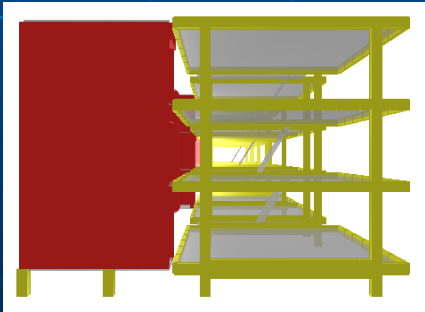
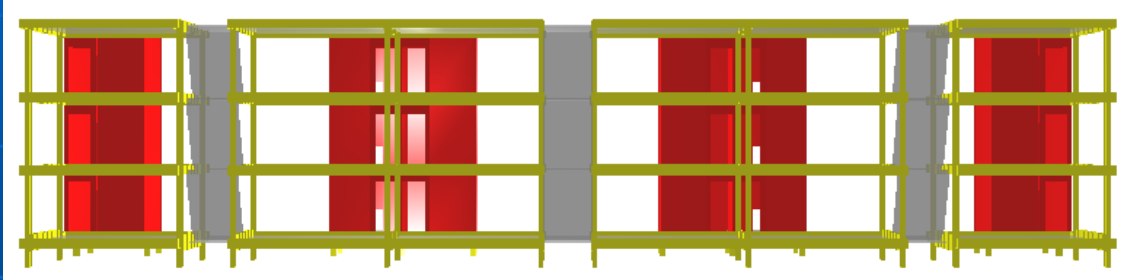
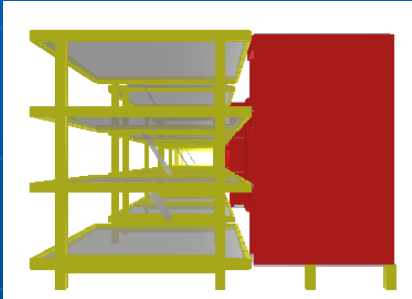
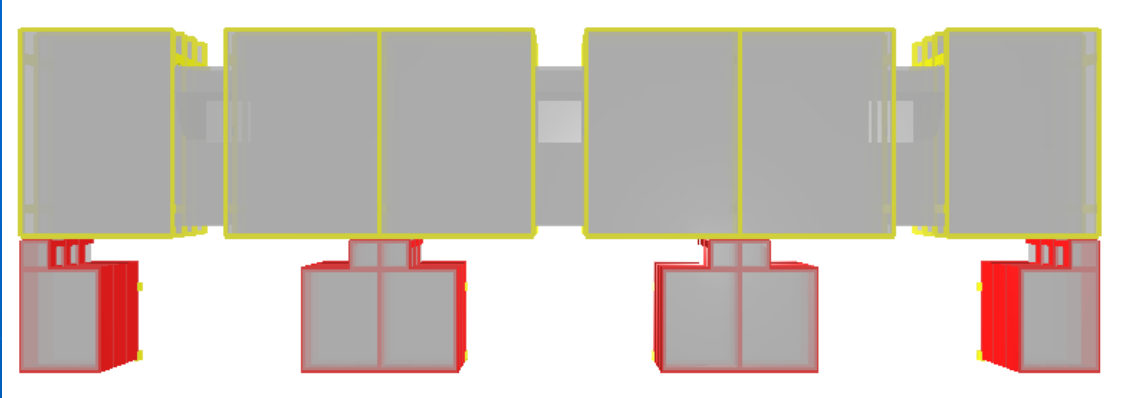
קיים



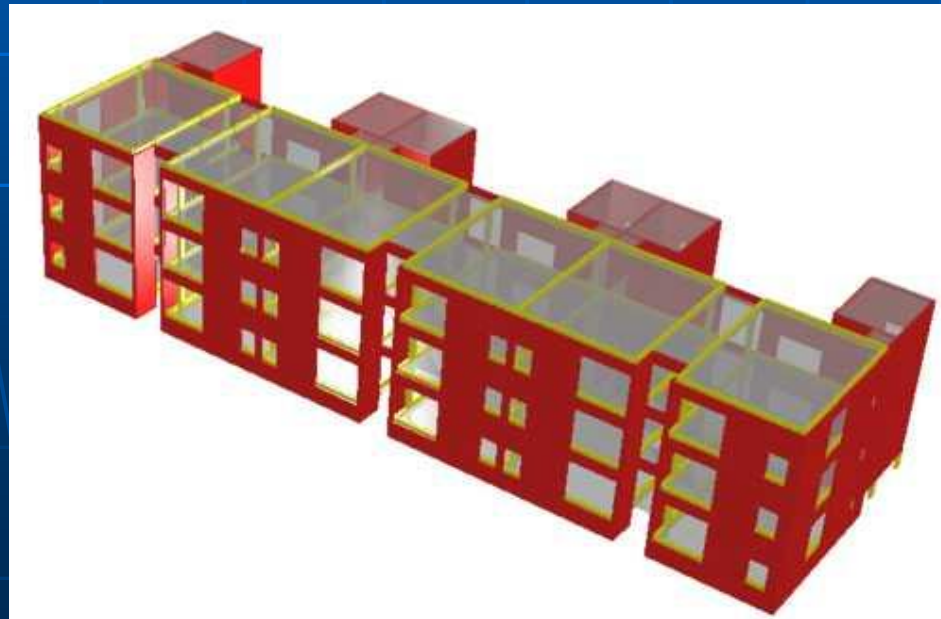
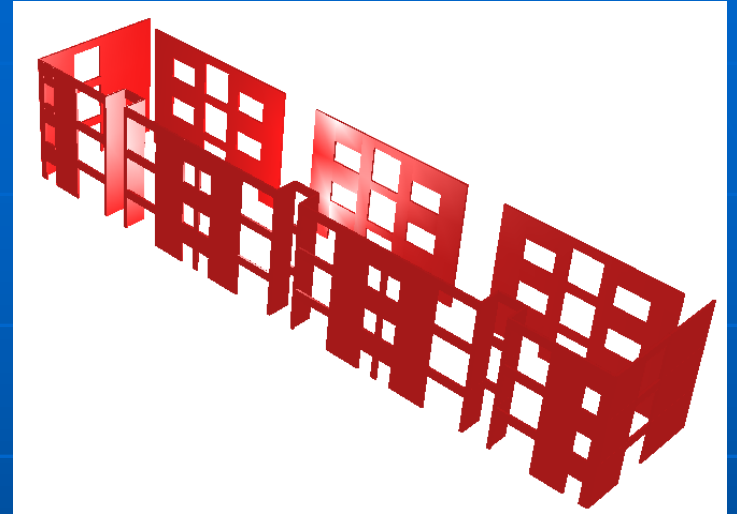
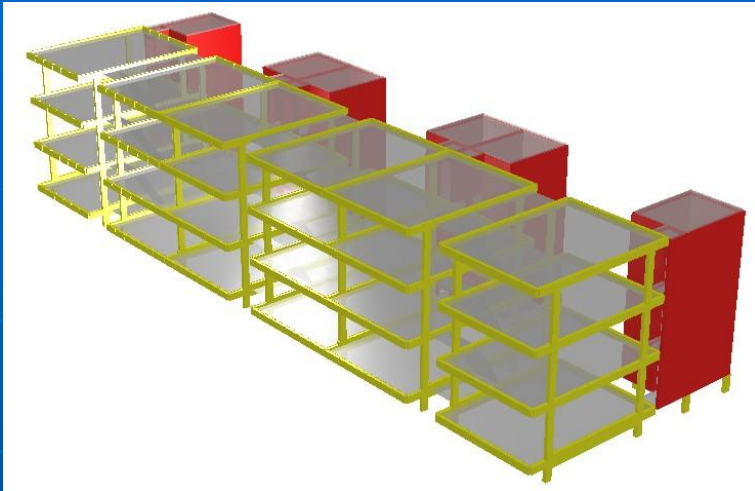
■ מודל מתמטי

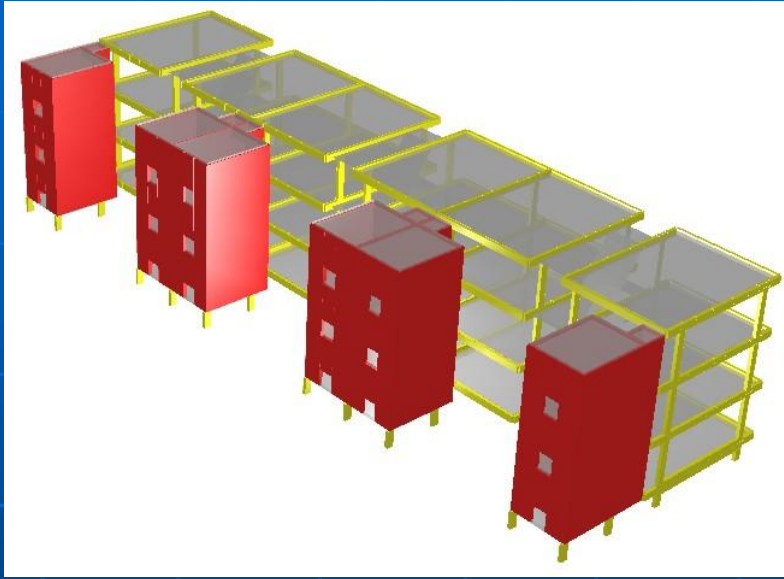
מבנה קיים



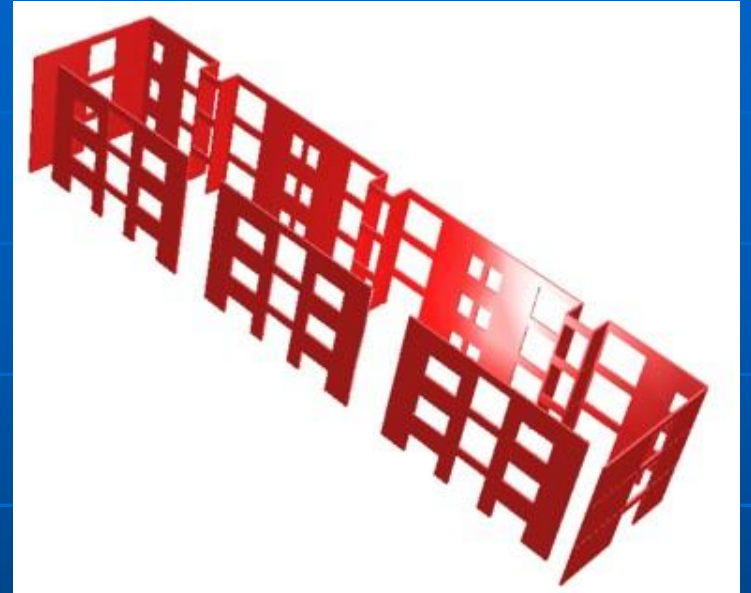


# ■ מבנה מחוזק.





+



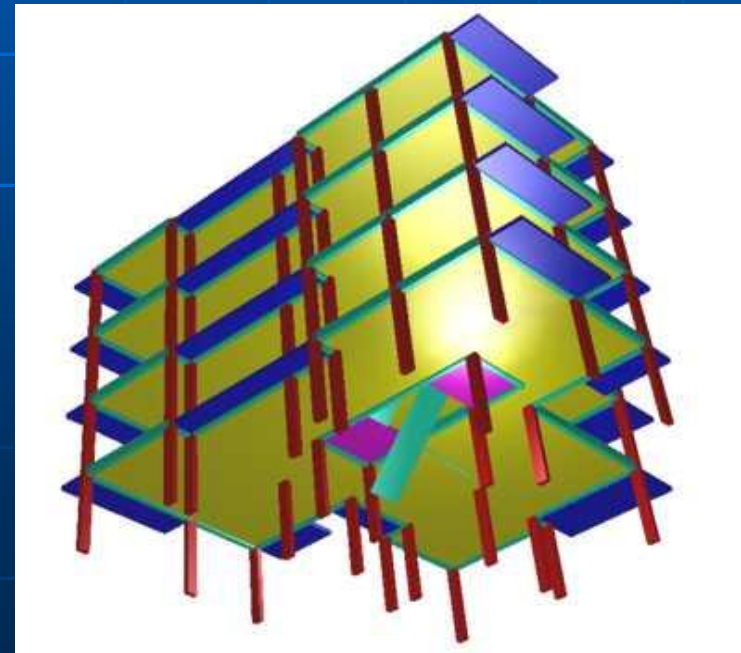
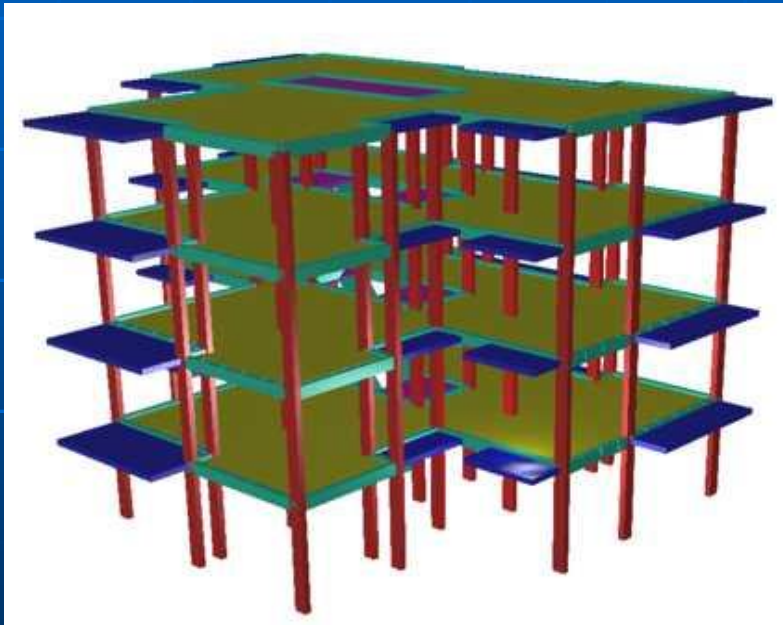
=

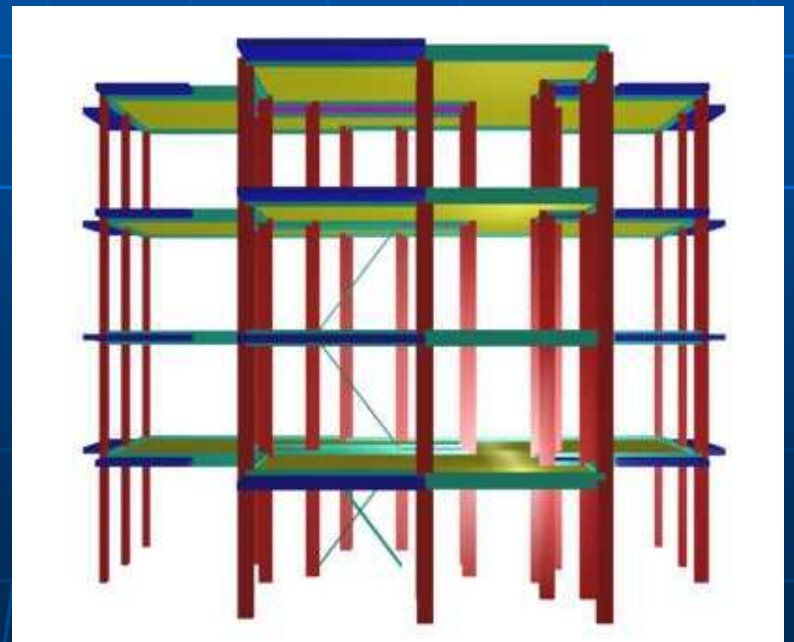
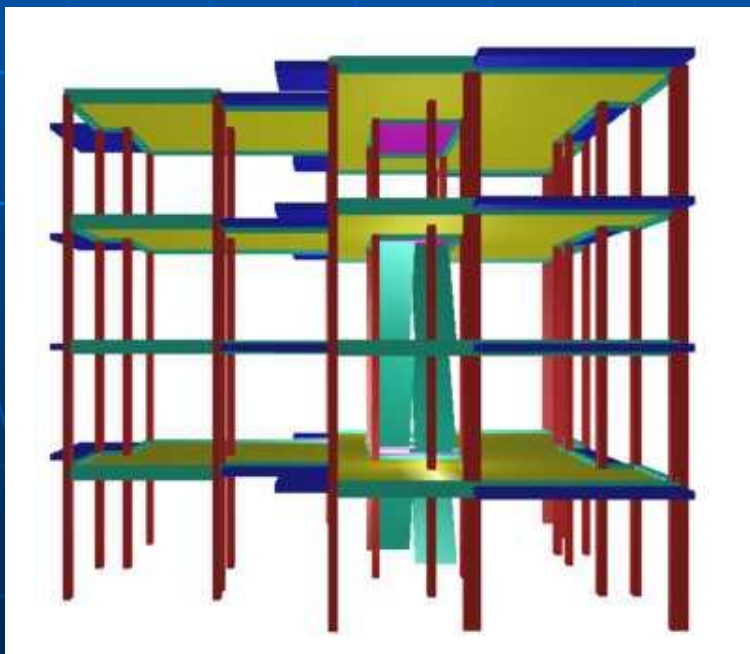
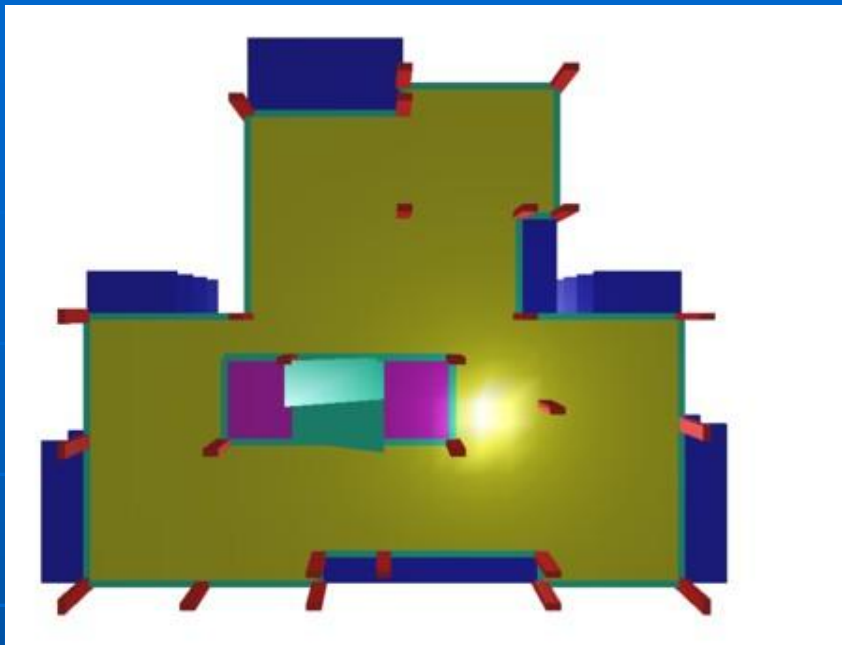


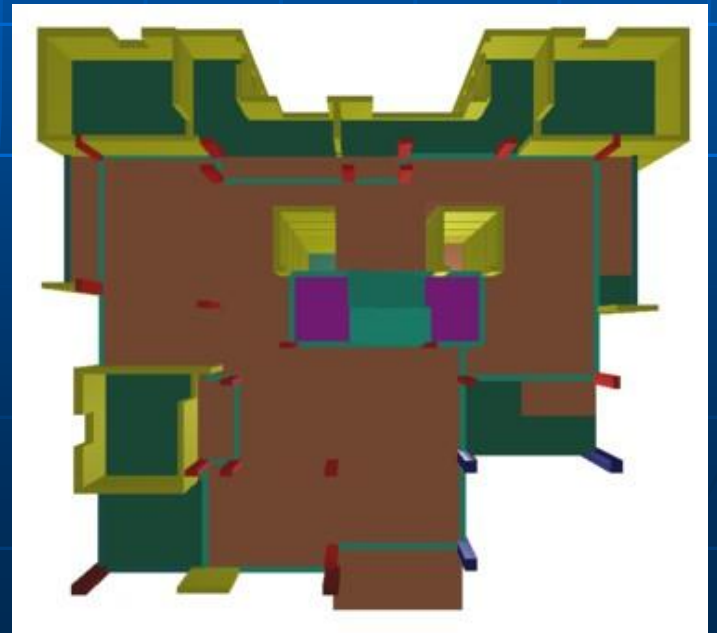
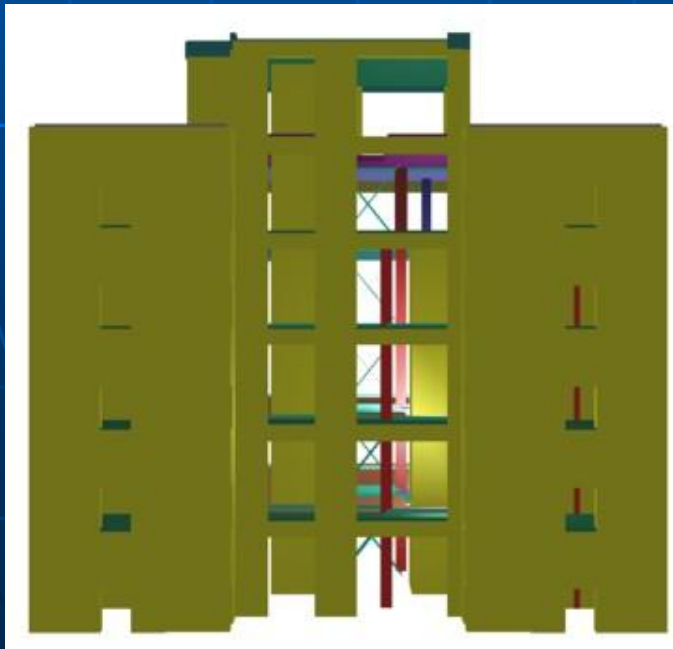
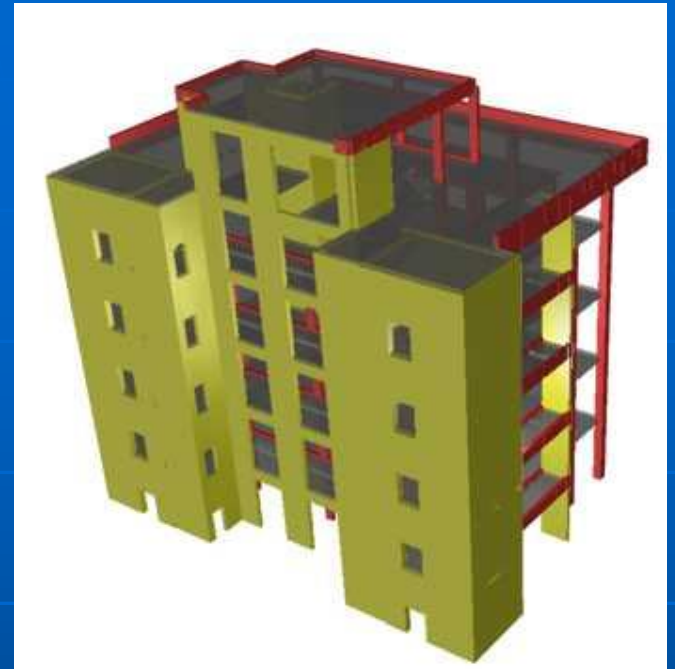
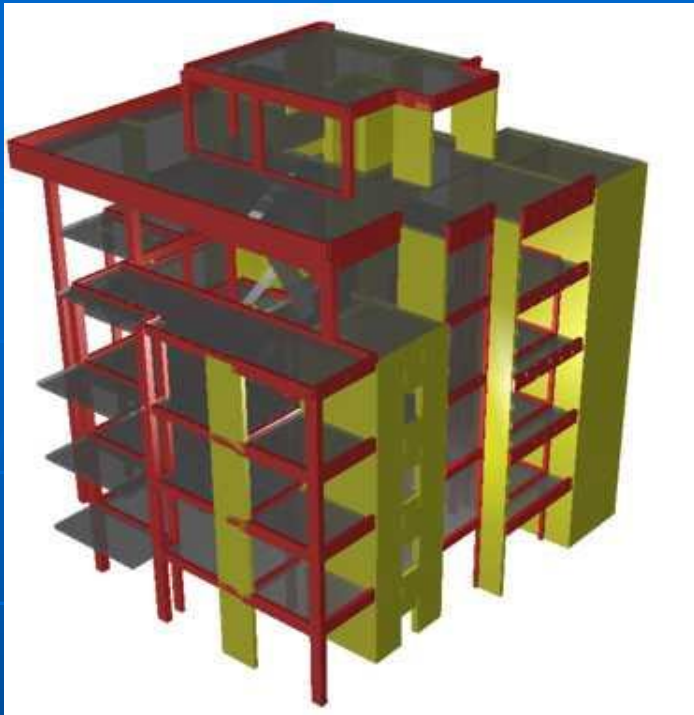


# חיזוק המשלב מעטפת חיצונית וממ"דים

- מודל מתמטי של מבנה קיים









# 5/8 קשיים הנדסיים בתכנון לחיזוק

## מבנה לרעידת אדמה.

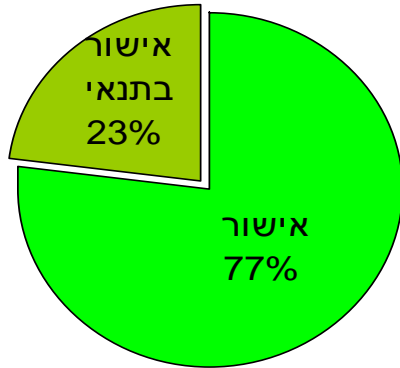
- אפיון בעיה נקודתי.
- לימוד מעמיק על התנהגות המבנה.
- קביעת סוג החיזוק המתאים למבנה.
- קושי חישובי במודל מייצג מבחינת קירות בני.
- התחשבות במבנה צמוד או סמוך למבנה המחוזק.
- חיזוק יסודות של מבנה קיים ומתפקד.

## 6/8 תהליך בדיקת חישובים.

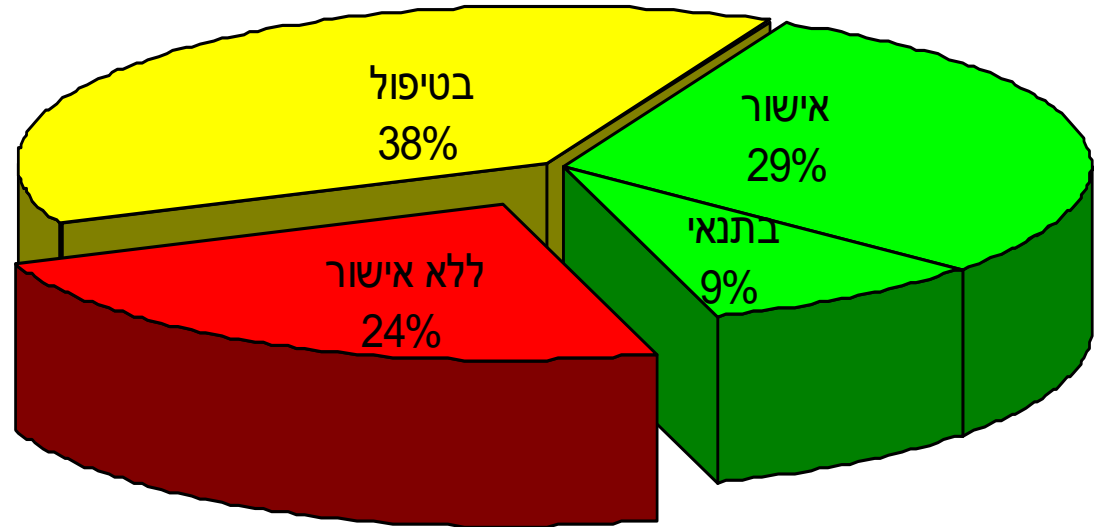
- דרישות לביצוע חישובים ביעילות במטרה לא ליצור התמשכות של אישור החישובים
- - ביצוע ועריכת החישובים לפי נהלים שנקבעו – מטרתנו בבדיקת חישובים.
- הנחת עבודה נכון להיום:  
ביצוע חישובים לפי ת"י  $\approx$  מבנה לא נכשל

# התפלגות בדיקות חישובים

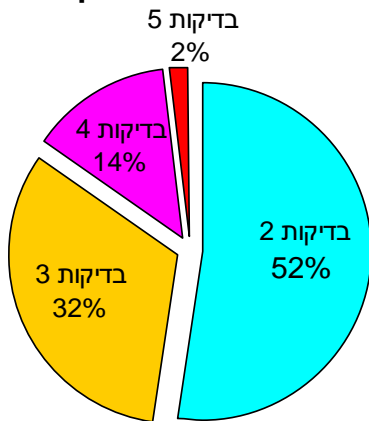
אישור חישובים



התפלגות בדיקות חישובים

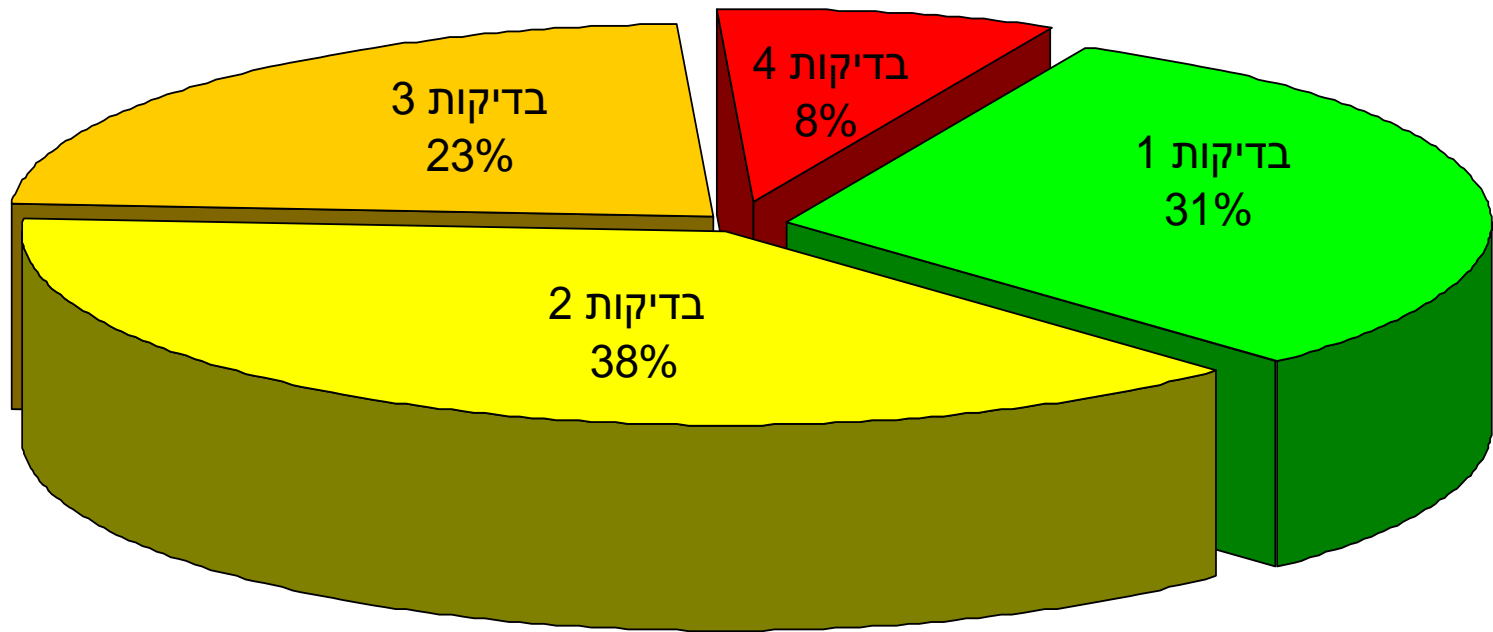


התפלגות מס' בדיקות



# התפלגות חישובים שאושרו

התפלגות בדיקות חישובים שאושרו



# 7/8 האם המבנה באמת מחוזק ?

■ האם מבנה קיים הנדרש לחיזוק שחושב לפי ת"י  
ובהתאם לזאת תוכנן החיזוק ישרוד רעידת  
אדמה ???

■ הוכחה חישובית לפי תקנים ישראליים 413 ו-  
2413 למבנה קיים מחוזק יבטיחו בהכרח אי-  
כשל ברעידת אדמה עבור כל מבנה ???

■  
?

# 8/8 "תקנות משלימות"

- במס' מדינות באירופה קיימות תקנות מסוג זה כמו "הנורמטיב" ברומניה.

# סיכום ומסקנות

- תיקון או חיזוק מבנה מחייבים השקעת עבודה הנדסית וביצועית מסובכת ביותר.
- שימוש נכון בחומרים או בטכנולוגיות.
- פרטי ביצוע מאוד מפורטים.
- לימוד מעמיק על התנהגות המבנה.
- מחסור בחוקים או בתקנים מתאימים.
- הבנת דרישות ת"י 413 ו- 2413.
- קורסי השתלמות.
- "תקנות משלימות". (כדוגמת ממ"דים % מסה"כ הקירות בהיקף המבנה שישמשו קירות הקשחה).

# תודה ושלום.

**" י-דוד מהנדסים בע"מ "**

---