

סכמות קונסטרוקטיביות של מגדלים



רמי בלס מהנדסים בע"מ

הדרישה למגדלים

- מחסור בשטח בניה פנוי בערים
- העליה בדרישה לשטחי משרדים ומגורים
- צמיחה כלכלית
- התקדמות טכנולוגית וחדשנות בתחום הבניה
- הקונספט של קו רקיע עירוני
- חשיבות תרבותית ויוקרה
- השאיפה לבנות גבוה יותר ויותר

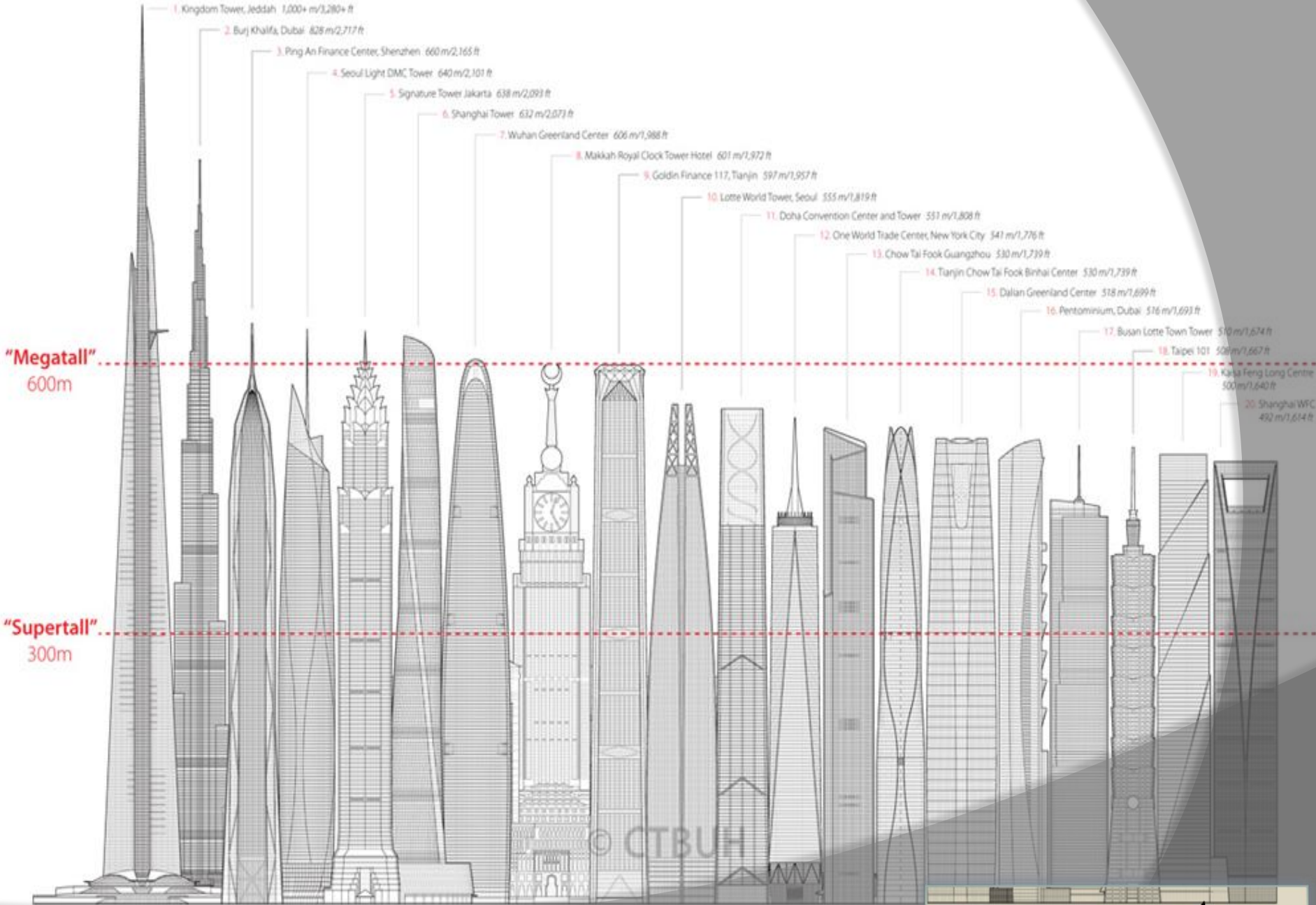
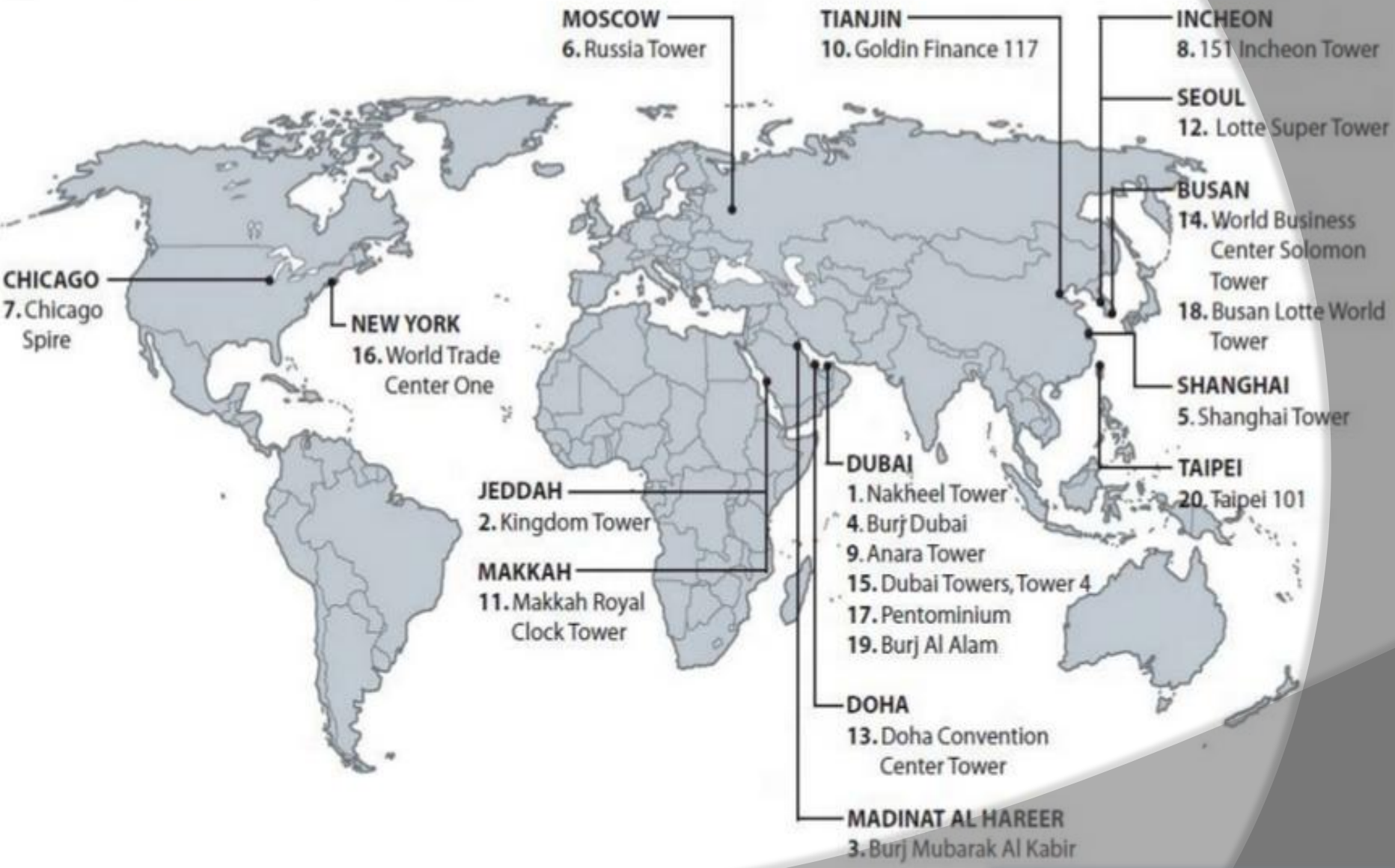


Diagram of the World's 20 Tallest in 2020 (estimated as of Dec 2011) © CTBUH

רמי בלס מהנדסים בע"מ

Locations: The Tallest 20 in 2020



Criteria: The Tallest 20 in 2020

רמי בלס מהנדסים בע"מ



Skyscrapers in Regions				
#	Continent		Buildings	Percent
1	Asia	<div style="width: 33.16%;"></div>	24,302	33.16 %
2	North America	<div style="width: 31.20%;"></div>	22,863	31.20 %
3	Europe	<div style="width: 17.89%;"></div>	13,114	17.89 %
4	South America	<div style="width: 13.51%;"></div>	9,903	13.51 %
5	Oceania	<div style="width: 3.06%;"></div>	2,244	3.06 %
6	Africa	<div style="width: 1.17%;"></div>	859	1.17 %

Most Skyscrapers		
#	City	Buildings
1.	Hong Kong	7,254
2.	New York City	5,317
3.	Singapore	3,489
4.	Istanbul	2,090
5.	São Paulo	2,043
6.	Rio de Janeiro	1,854
7.	Toronto	1,582
8.	Tokyo	1,466
9.	Buenos Aires	1,410
10.	London	1,277
11.	Chicago	1,024
12.	Bangkok	706
13.	Osaka	685
14.	Sydney	652
15.	Caracas	650
16.	Milan	625
17.	Seoul	589
18.	Shanghai	523
19.	Kuala Lumpur	515
20.	Vancouver	501
21.	Madrid	500
22.	Curitiba	495
23.	Mumbai	476

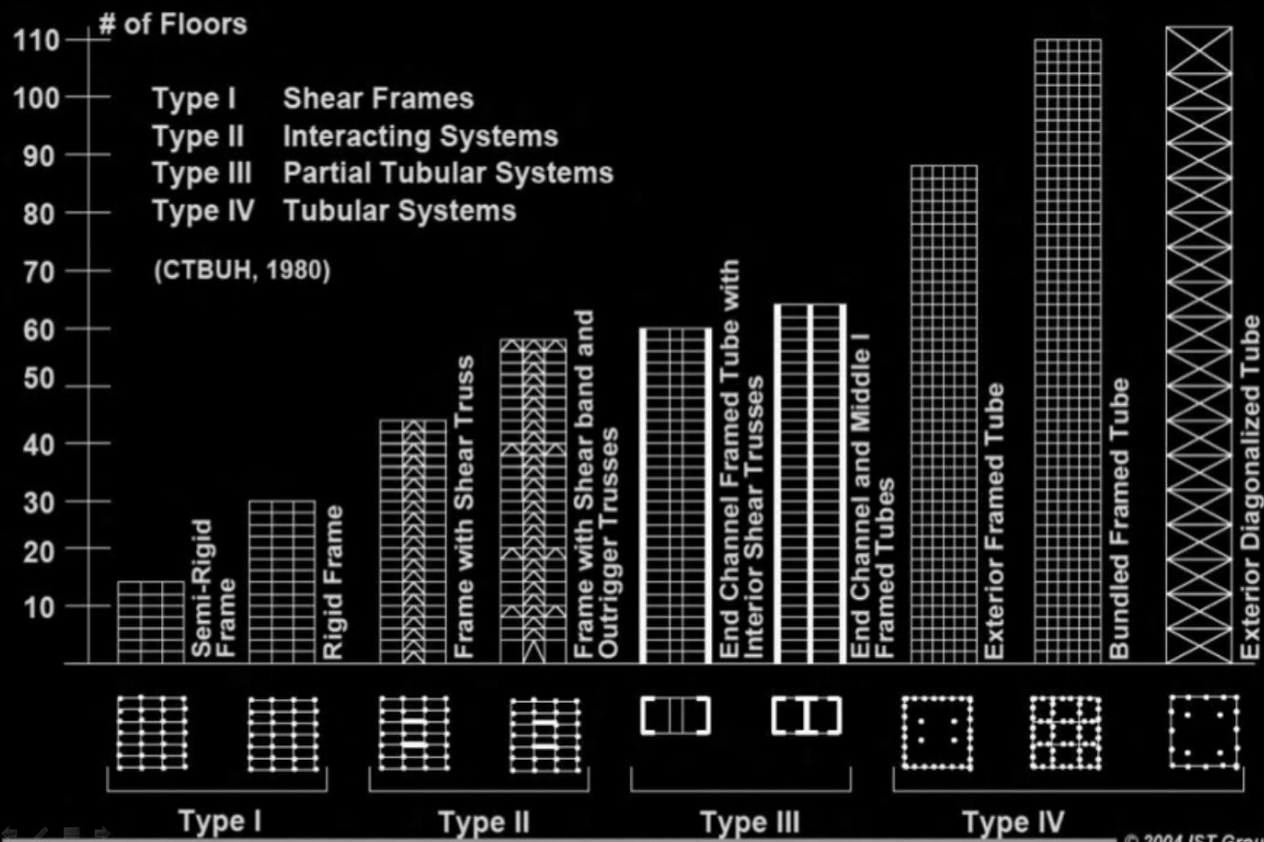
רמי בלס מהנדסים בע"מ

(Tables source: Emporis Corporation April 2004)

הקדמה

- בתכנון מגדלים קיימות מספר סכמות קונסטרוקטיביות בסיסיות כמו גם מספר שילובים שלהן.
- כל סכמה מתאימה לתחום גבהים מסויים של מבנים
- בכל סכמה שונה חלוקת העומסים וכן האלמנטים המתמודדים איתם

Evolution of Structural Systems



גרעין מרכזי ועמודים בהיקף

מאפיינים:

1. גרעין בטון מרכזי אשר בו עוברות כל מערכות הבניין, פירי המעליות והחדרים הטכניים.
2. תקרות בטון מזויין, או פלדה ודק בטון, אשר נשענות על גבי גרעין מרכזי בצד אחד ועל קורה ועמודים היקפיים בצד השני.
3. עובי הקירות בגרעין ומימדי העמודים קטנים בהדרגה עם העלייה בגובה.

מגדל אביב ברוטשילד

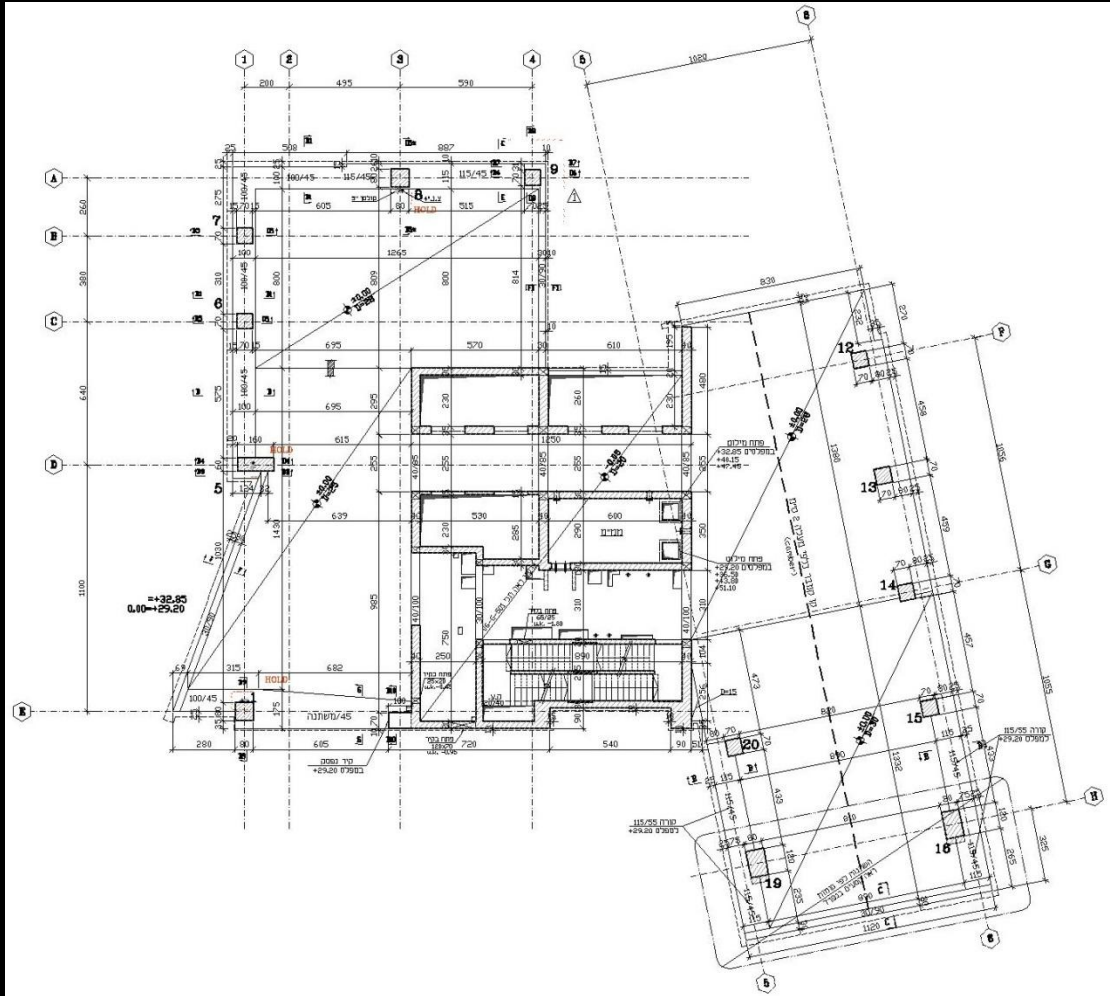


20.11.2012



רמי בלס מהנדסים בע"מ

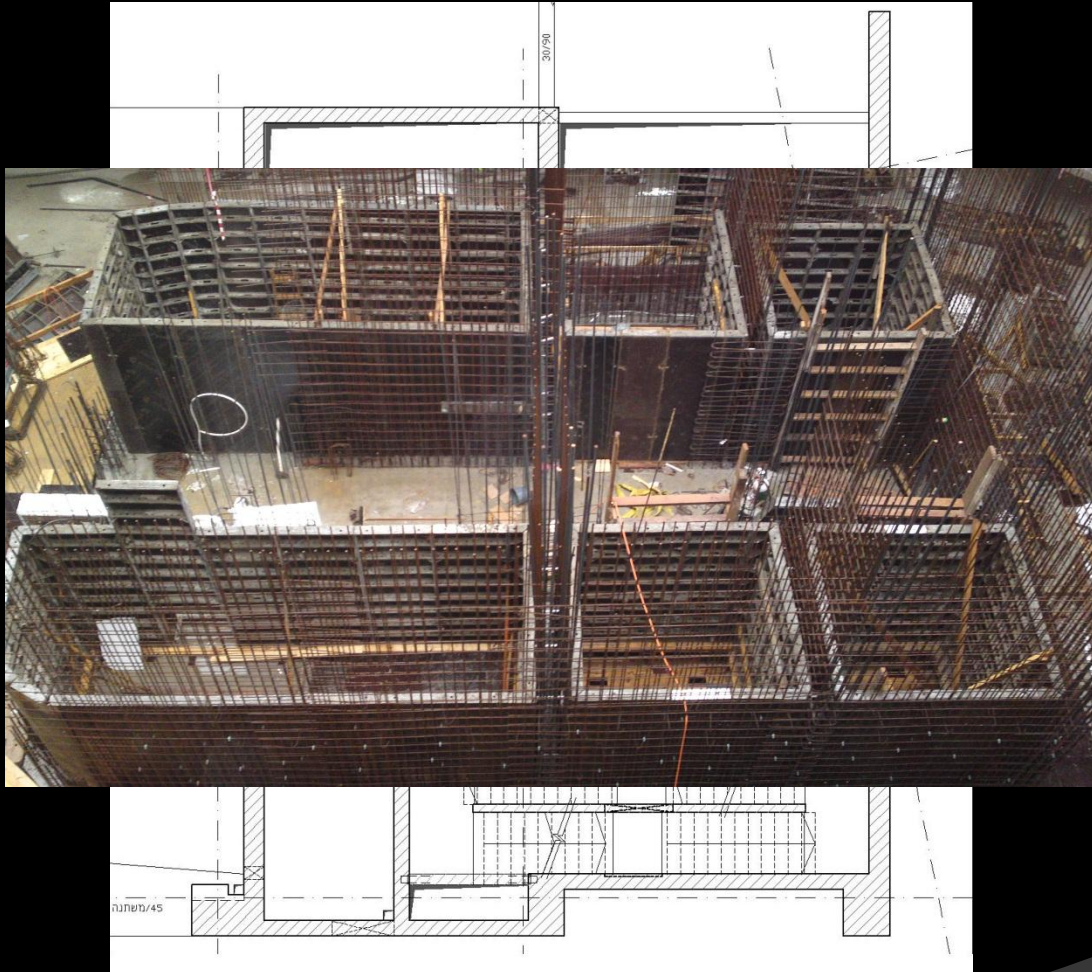
תכנית קומה טיפוסית



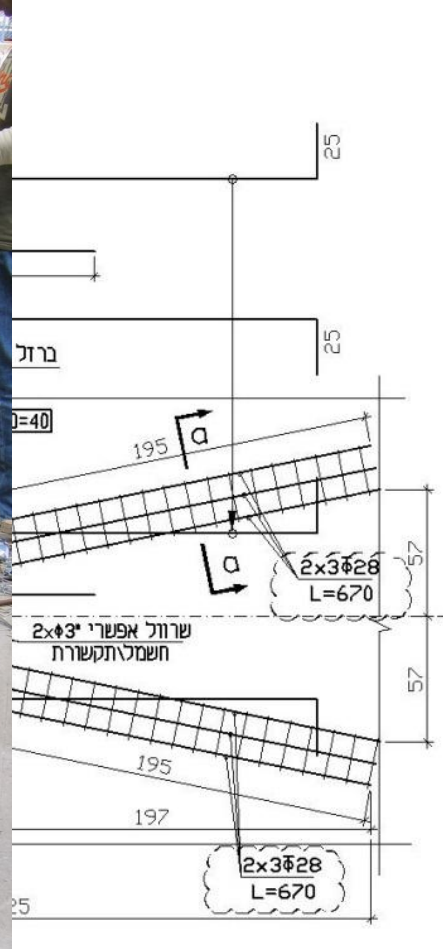
חלוקת העומסים

- הגרעין המרכזי נושא בחלק העיקרי של העומסים האנכיים ובכל העומסים האופקיים הפועלים על הבניין
- הגרעין מחולק לרוב למספר חלקים ע"י לובי המעליות ומסדרונות השירות. מערכת קורות קשר עם זיון מיוחד, קושרות בין החלקים השונים של הגרעין, ליצירת גרעין גדול אחד
- קורות אלו מקבלות את כוחות הגזירה המתפתחים בין החלקים השונים של הגרעין בפעולת עומסים אופקיים על הבניין

הגרעין המרכזי



זיון מיוחד קורות הקשר



עומסים אופקיים - עומס רוח

עומס הרוח הינו פקטור חשוב בתכנון מגדלים. לרוב הכלים הקיימים בתקנים להתמודדות ולהערכה של נושא זה אינם מספקים דיים ונדרשת אנליזה מעמיקה יותר. במקרים כאלו מקובל לערוך ניסוי במנהרת רוח.

תהליך הניסוי מתבצע בשלבים:

1. בניית מודל מדויק של הבניין (בד"כ בקנה מידה 1:400)
2. עורכים סקר של משטר הרוחות באזור הבניין המתוכנן
3. בודקים את הדגם לכל המצבים האפשריים

עומסים אופקיים - עומס רוח

ניסוי במנהרת רוח - פרויקט מגדלי עזריאלי תל אביב



המודל נבדק, סובב ב-10° ונבדק שוב ב-36° פעמים

רמי בלס מהנדסים בע"מ

עומסים אופקיים - עומס רוח

ניסוי מעין זה מקטין באופן משמעותי את אי הוודאות לגבי פעולות כוחות הרוח על המבנה וקירות המסך

הניסוי מאפשר את הקטנת הכוחות לתכנון ביחס לדרישות התקן לעומסי רוח (שבדרך כלל מחמיר), ומאפשר את הקטנת עובי קירות הבטון, חסכון בברזל, וכן הפחתת עלויות של תעריפי הביטוח של קירות המסך והפרויקט כולו

Tube in Tube

מאפייני השיטה :

1. גרעין מרכזי עשוי בטון או פלדה

המקבל את כוחות הגזירה

2. מערכת של עמודים צפופים

בהיקף הבניין המקבלים את

המומנטים

3. תקרת בטון או תקרה משולבת



Framed
Tube-in-Tube

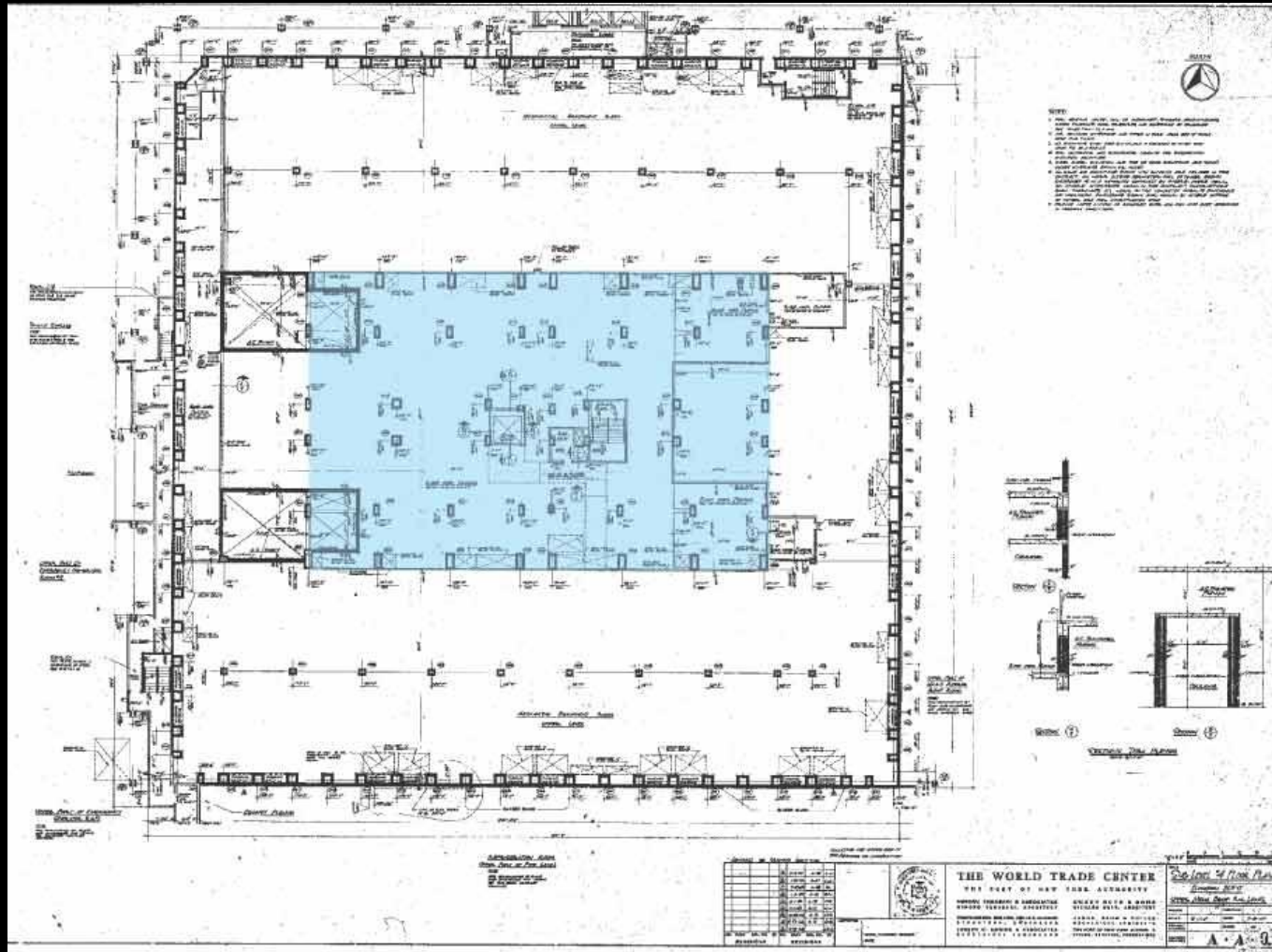


World Trade Center



רמי בלס מהנדסים בע"מ

תכנית קומה טיפוסית

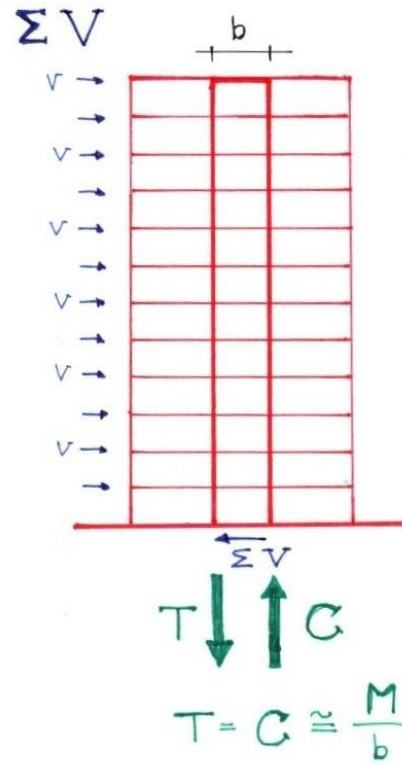
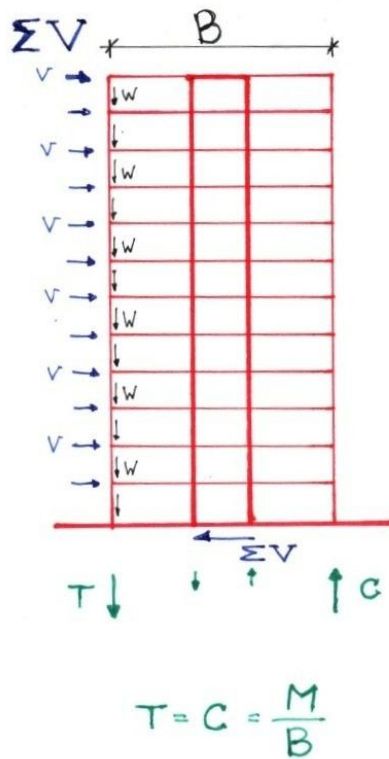


רמי בלס מהנדסים בע"מ

חלוקת העומסים

Tube in Tube

זרעין מרכזי



העומס

העמוד

העומס

הכוח

העמוד

בגלל

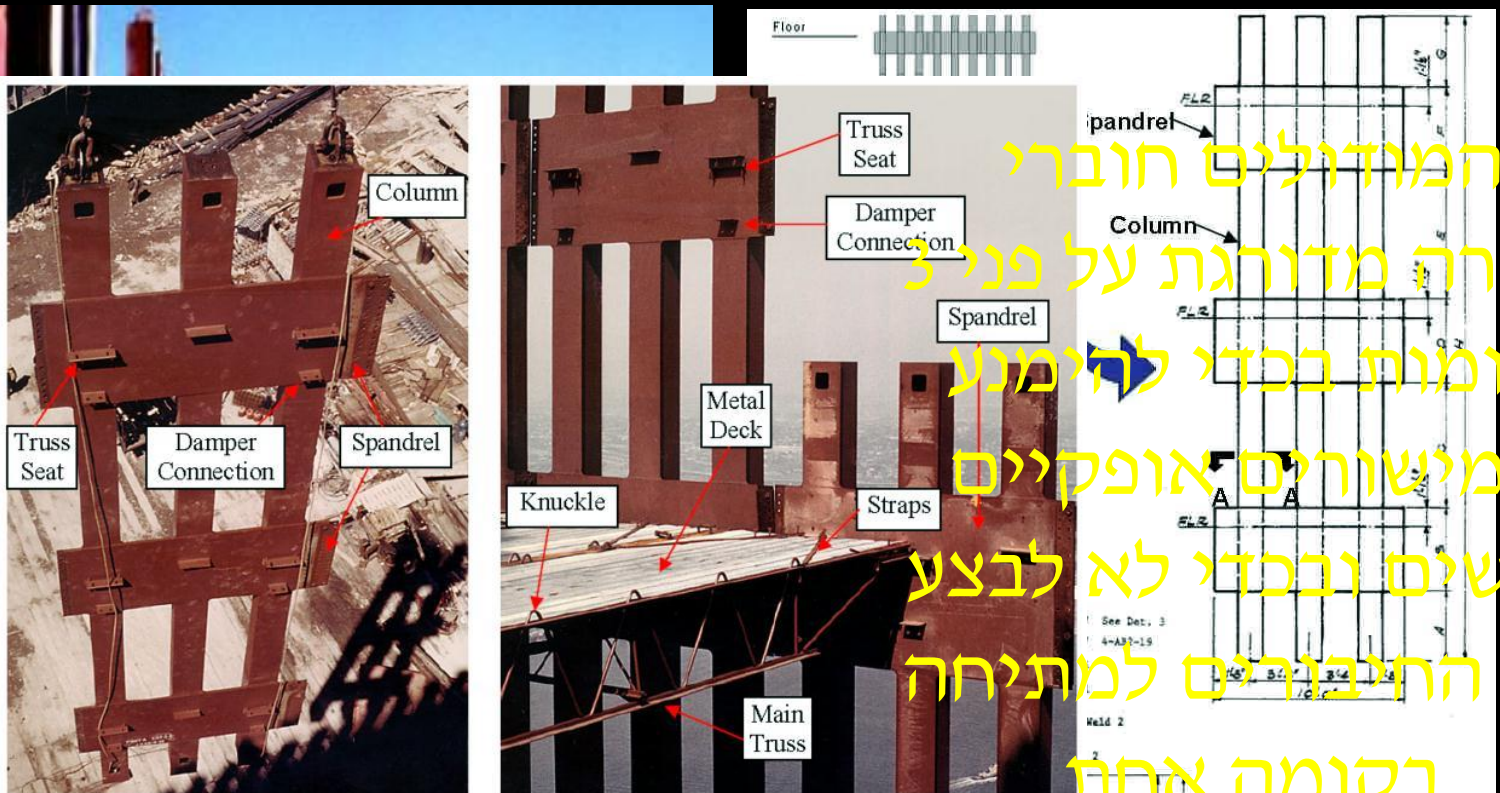
של גר

יצוני.

בסיס

סכימה

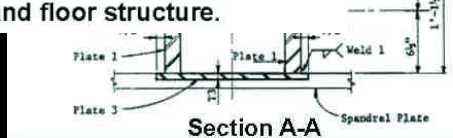
מערכת העמודים וקורות הקשר החיצוניות



המודולים חוברי בצורה מדוהגת על פני 3 קומות בכדי להימנע ממישורים אופקיים חלשים ובכדי לא לבצע את החיבורים למתיחה בקומה אחת

Source: Unknown. Enhanced by NIST.

Figure 1-4. Perimeter column/spandrel assembly and floor structure.



מבנה התקרות במגדל

תקרה מרוכבת - Composite העשויה מאגדי פלדה במפתחים גדולים ומעליה פח צורת י ויציקת בטון עם רשת זיון

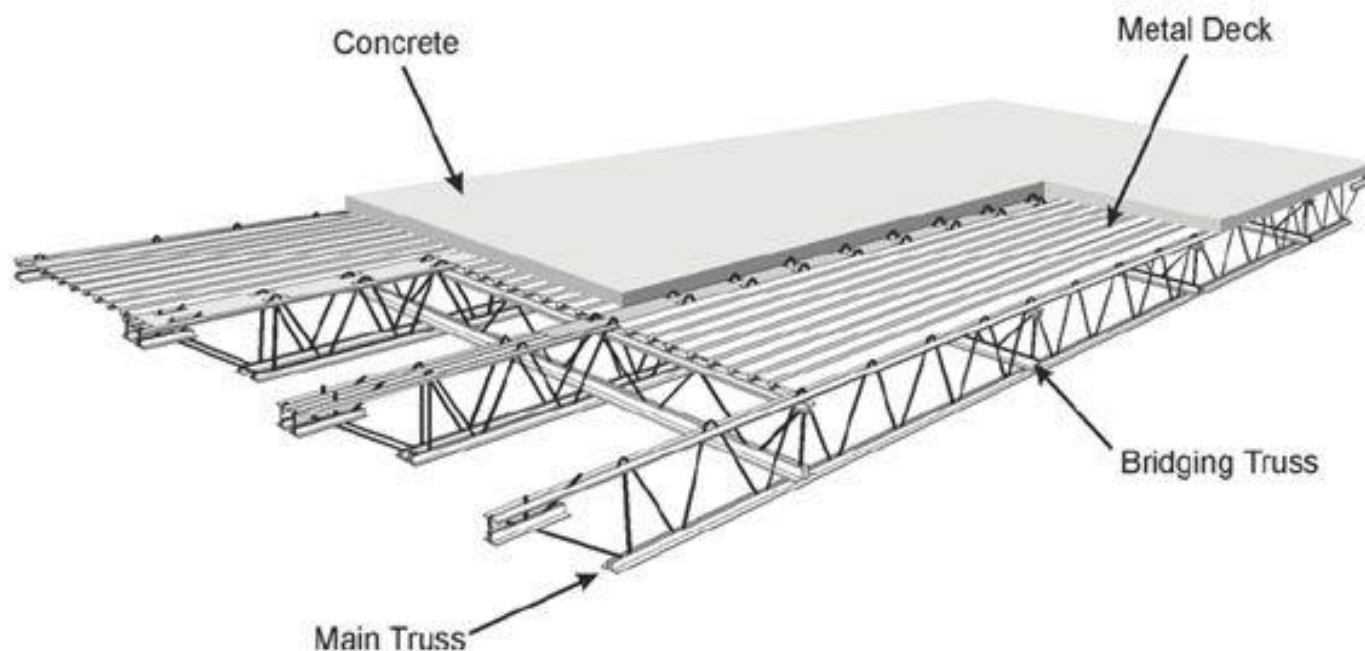


Figure 1-6. Schematic of composite floor truss system.

גרעין מרכזי בשילוב עם Outriggers

מאפיינים:

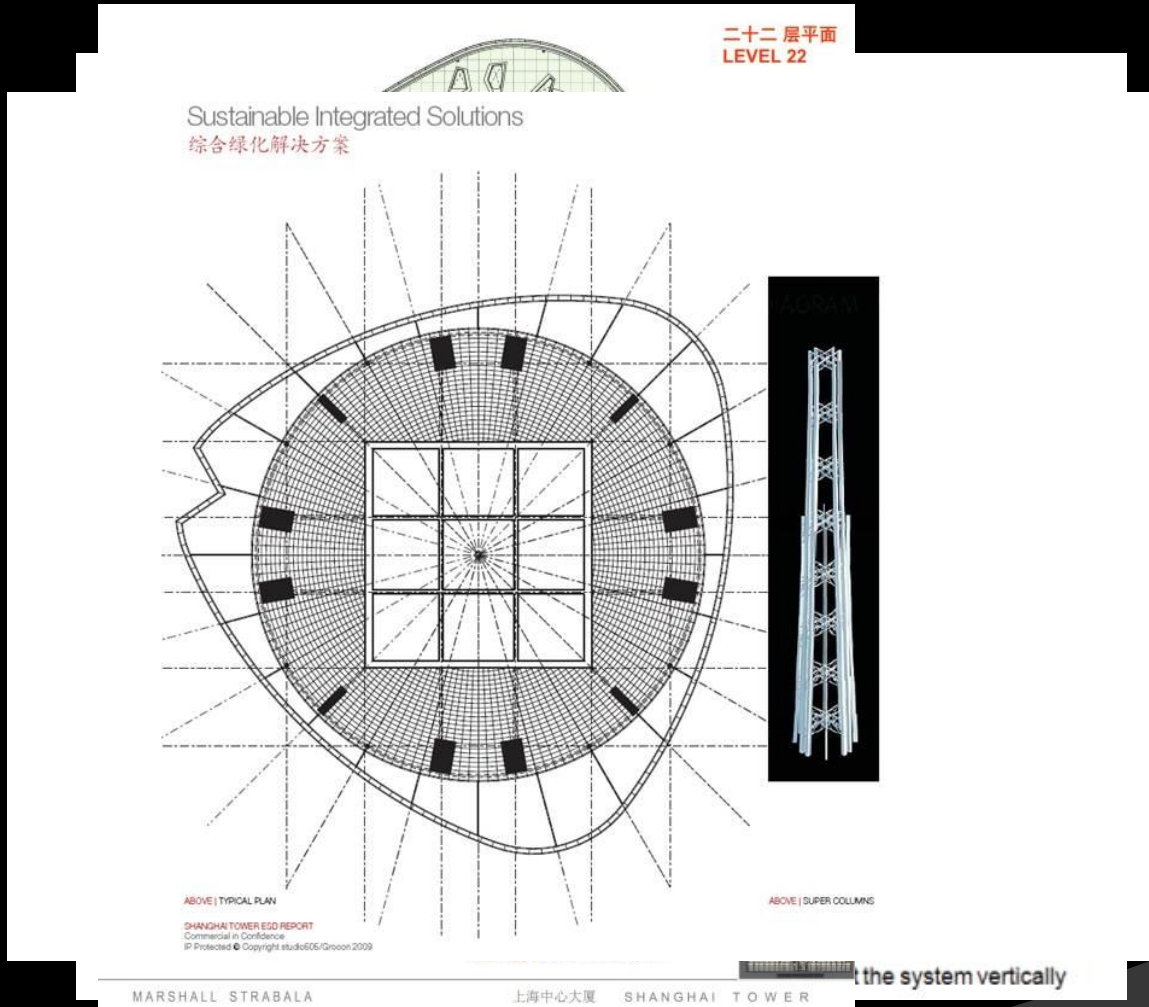
1. גרעין מרכזי מבטון או פלדה
2. עמודים גדולים בהיקף (Super Columns)
3. Outriggers - מערכת מסבכים וואו קירות הקשחה היוצאים מהגרעין המרכזי ומקשרים בינו לבין העמודים הנמצאים בהיקף הבניין
4. מסבך טבעתי הממוקם בהיקף הקומה ומקשר בין העמודים החיצוניים

Shanghai Tower (660 m)



רמי בלס מהנדסים בע"מ

תוכנית קומה טיפוסית



רמי בלס מהנדסים בע"מ

חלוקת העומסים

הגרעין המרכזי מתוכנן לקבל את כל העומסים האופקיים וחלק מהכוחות האנכיים.



8 עמודי ענק (MEGA COLUMN) המקבלים הן עומסים אנכיים
והן עומסים המתקבלים מאפקט צמד כוחות מתיחה ולחיצה
בזמן פעולת כוחות אופקיים.

עמודים אלה עשויים מפחי פלדה מרותכים וכוללים מילוי ועטיפת
בטון.

עמוד מסוג זה יכול להגיע למימדים של 6 X 3 מ'!



Copyright by Cool_wind
For www.LiFTOK.com

www.LiFTOK.com

Outriggers

מערכת מסבכים וואו קירות בטון אשר מחברת בין העמודים החיצוניים ובין הגרעין המרכזי

ביחד עם המסבכים ההיקפיים, המערכת כולה מקטינה משמעותית את התדר העצמי של הבניין ומצמצמת את ההיסט הקומתי המתקבל בהשפעת הכוחות האופקיים



מערכת המסבכים ההיקפית

- מערכת האחראית להעברת העומסים האנכיים לעמודים החיצוניים
- המערכת מקשיחה את המבנה לפיתול ויוצרת יתירות
- המערכת המסגרתית הנוצרת מחיבור העמודים על ידי מסבכים טבעתיים יוצרת "Second line of Defense" הנדרשת לפי התקן הסיני



מאפיינים מיוחדים



- חזיתות הבניין אינן כוללות עמודים צפופים, דבר המאפשר ביצוע קירות מסך ללא הפרעות לכל הגובה ולכל רוחב החזיתות

Exterior Diagonaled Tube

מאפיינים :

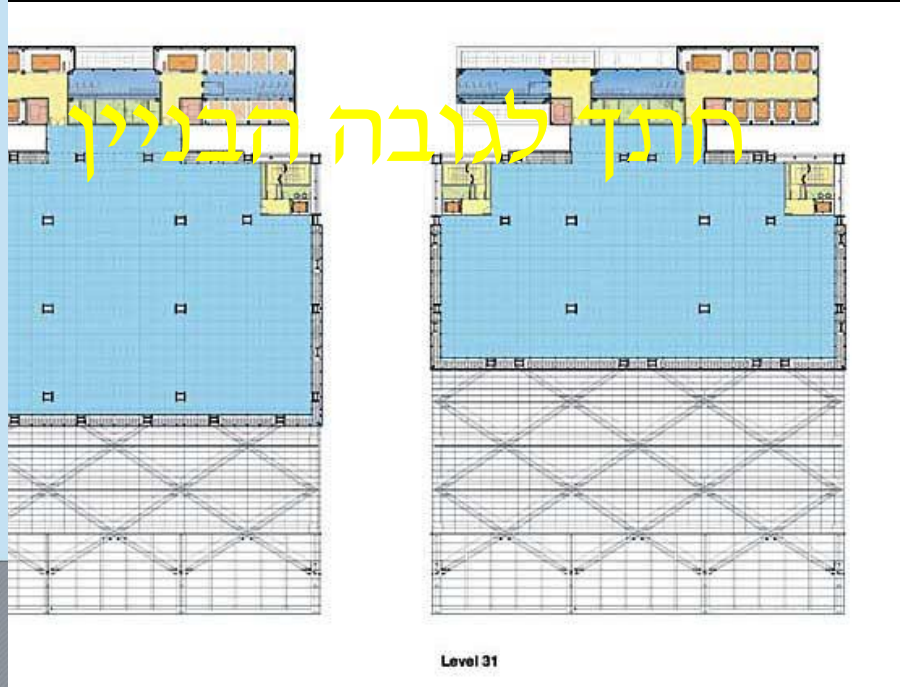
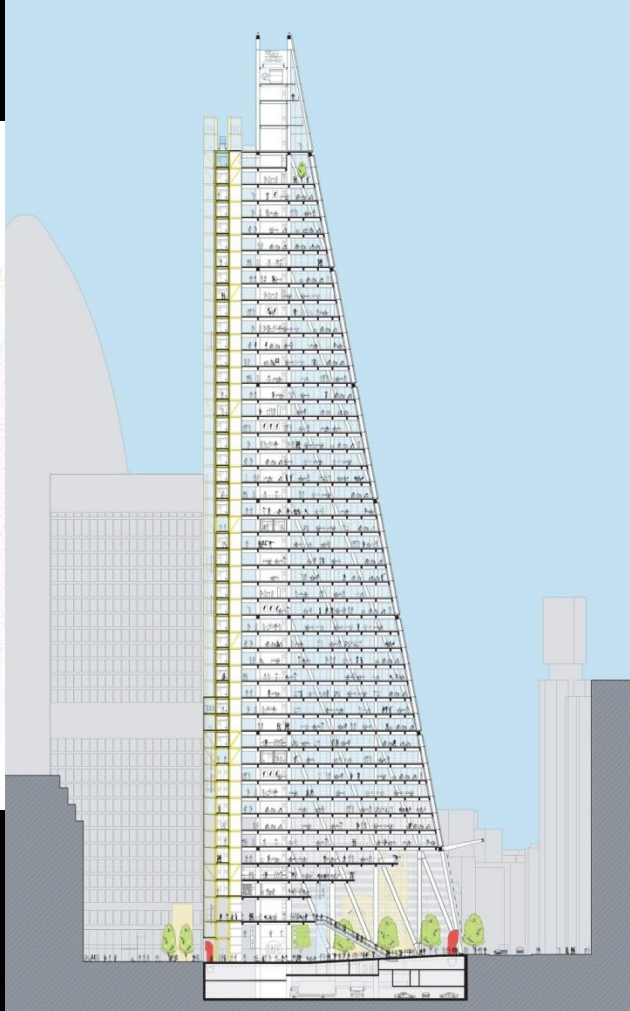
1. שלד פלדה
2. מבנה ללא גרעין מרכזי - קומת כניסה גדולה, פתוחה וגבוהה
3. הקונסטרוקציה מהווה חלק מהעיצוב האדריכלי של החזיתות. היא נראית לעין ויוצרת מבנה שמזהים בנקל
4. מבנה מאוד מואר ושקוף בכל היקפו ולכל גובהו

The Leadenhall Building

An aerial photograph of the Leadenhall Building under construction in London. The building's distinctive triangular steel frame is the central focus, with a tall construction crane extending from its top. To the left, the Gherkin (30 St Mary Axe) is visible, and to the right, a cluster of modern skyscrapers forms the City of London skyline. The sky is filled with white and grey clouds. A semi-transparent grey circular graphic is on the right side of the image.

רמי בלס מהנדסים בע"מ

תכנית קומה טיפוסית



Level 31

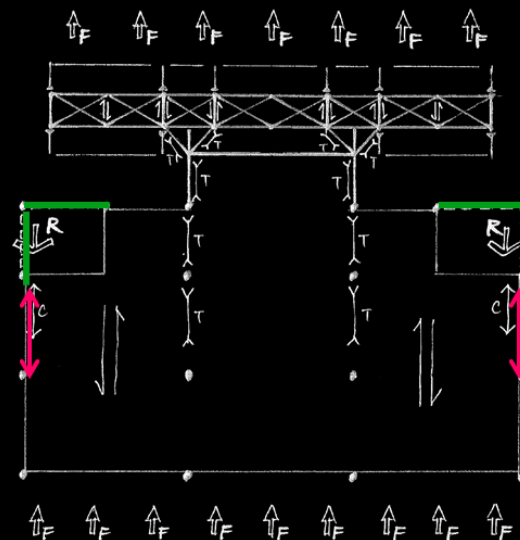
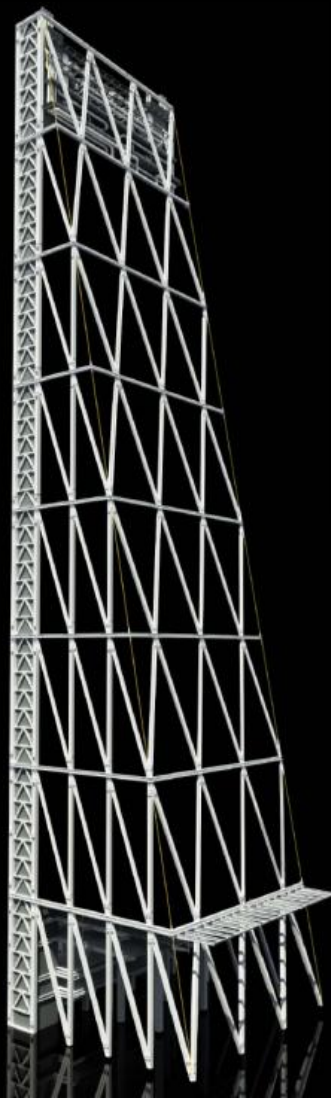
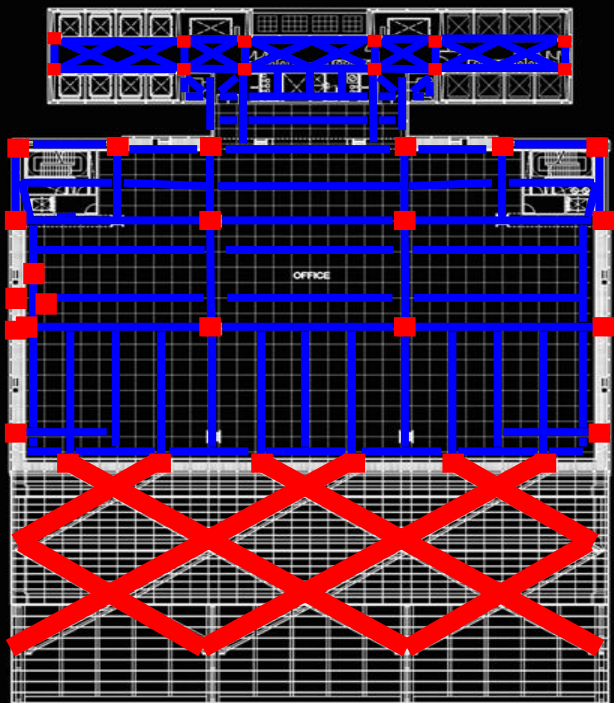
לובי כניסה וקומת הרחוב



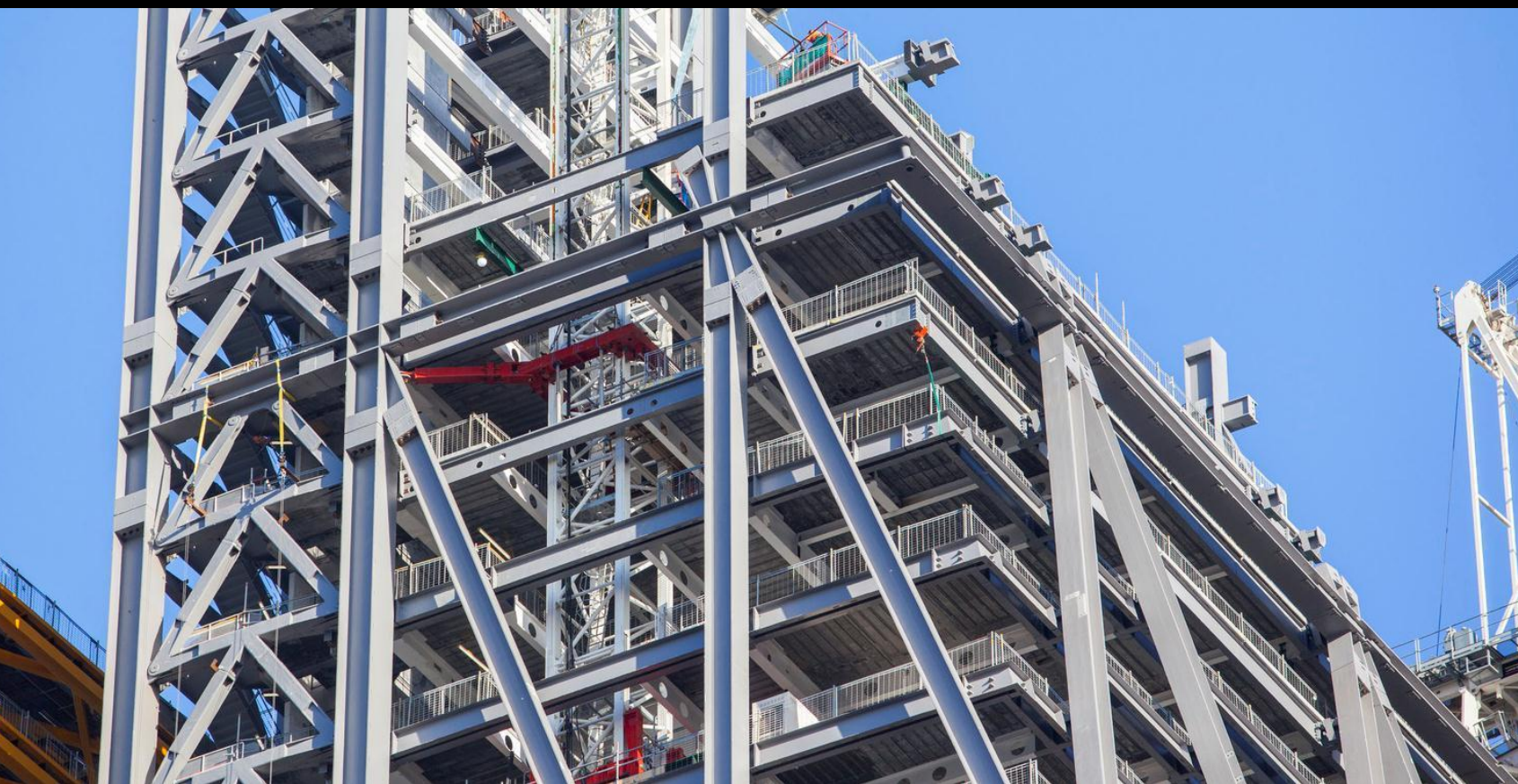
רמי בלס מהנדסים בע"מ

חלוקת העומסים

- ① העומסים האנכיים מועברים ליסודות בחלקם על ידי העמודים הפנימיים ובחלקם על ידי המערכת החיצונית
- ② העומסים האופקיים הפועלים על כל קומה וקומה יורדים ליסודות על ידי המערכת המסגרתית ההיקפית.



מערכת המסבכים
 האופקיים מחלקת את
 המבנה ל- 7 "מגה
 קומות"

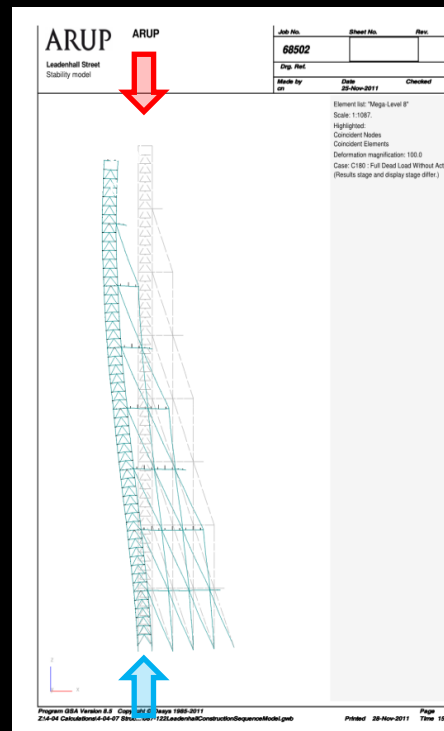
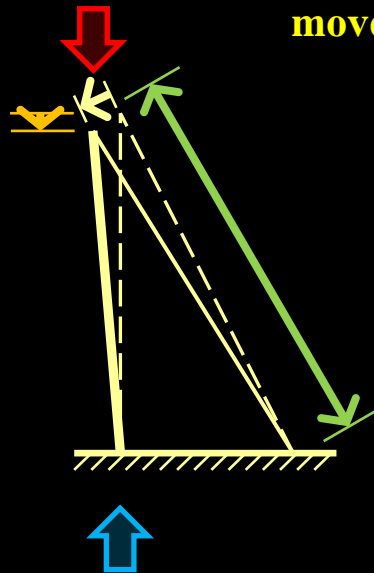


רמי בלס מהנדסים בע"מ

מאפיינים מיוחדים של הפרויקט

כתוצאה מפעולת העומסים האנכיים (משקל עצמי של השלד ותקררות הבטון) ובגין הצורה המשולשית של המבנה, הביאה התקצרות אלמנטי הפלדה הנמצאים בחזיתות לסטיית המבנה מהאנך.

Dead load movement

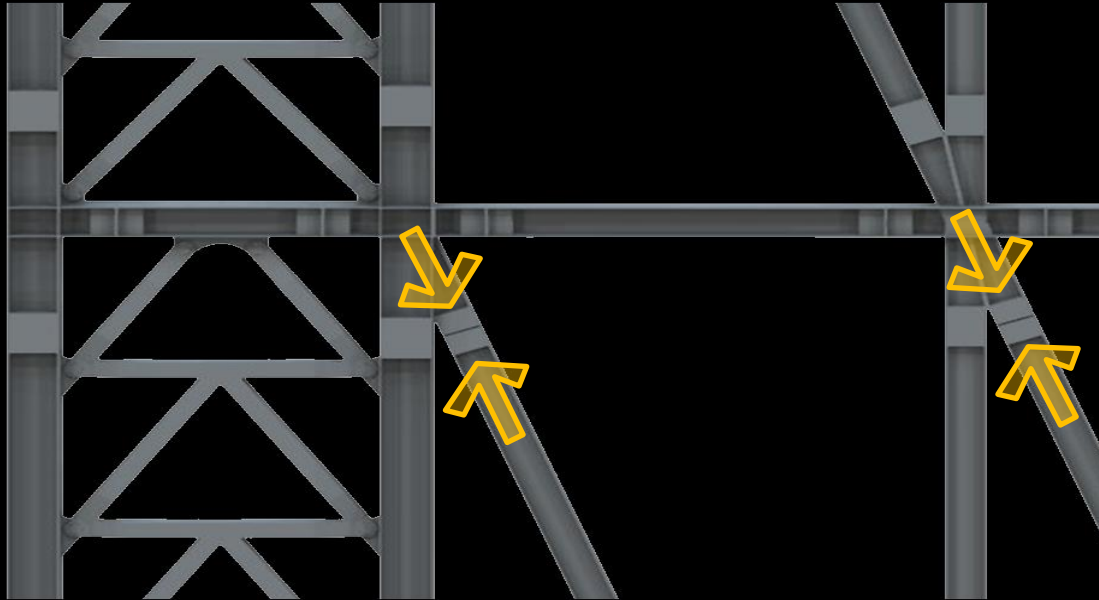


הוצעו שתי חלופות לפתרון הבעיה: Pre - Set



1. הצע
צמת
היה
וליצ

2. ההצעה השניה נקראת "Active Alignment"

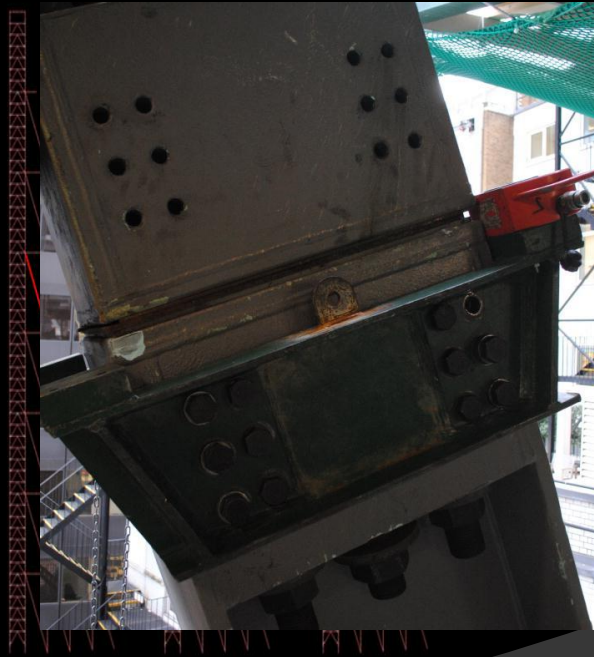


הרעיון הוא ליצור מחברים אשר באמצעותם ניתן לכווץ את המרווחים לפי הצורך לאחר ההרכבה, ולאחר מדידה של ההיסט האמיתי

Active Alignment

נבחרה חלופה זו ומחברים מסוג זה מוקמו במקומות הנדרשים במבנה.

פתרון זה הצליח באופן יוצא מן הכלל ובפועל התקבל מבנה "מדוייק" דבר שאי אפשר היה להשיג בשיטה אחרת.



סוף