



OCELOVÉ
KONSTRUKCE
VE SLUŽBÁCH
ARCHITEKTURY



Synergie oceli a betonu



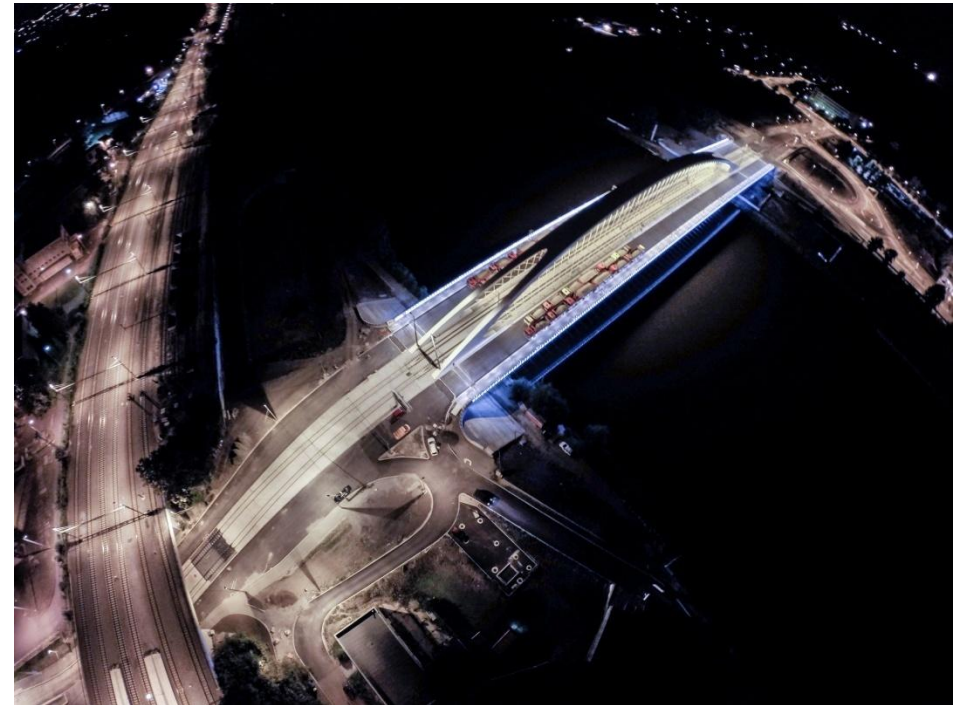
Vladimír Janata



EXCON, a.s., Sokolovská 187/203, Praha 9, Česká republika

Trojský most v Praze

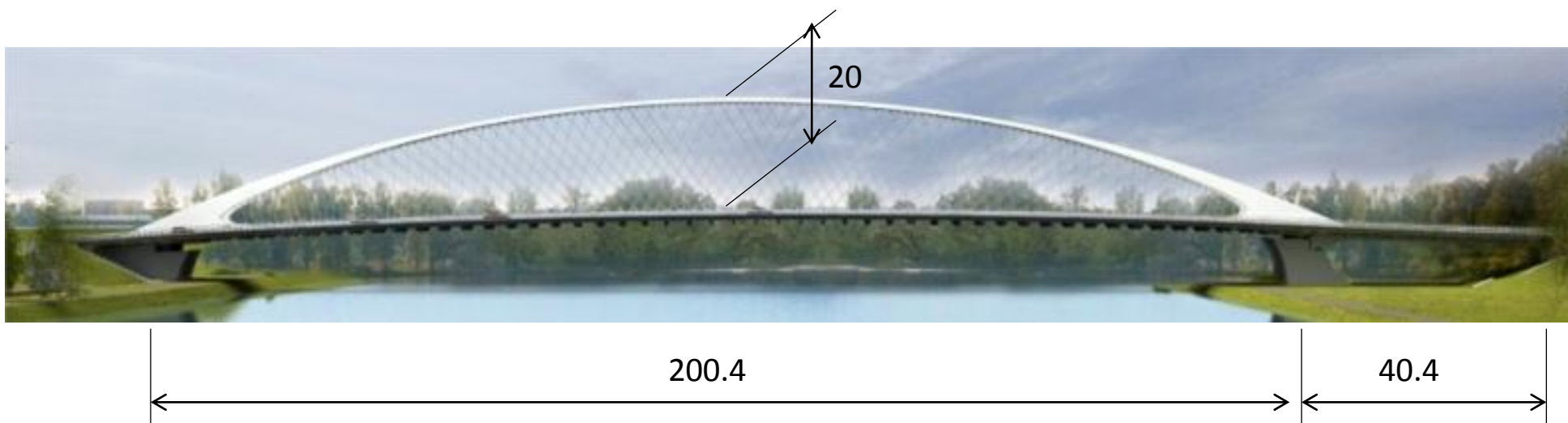
Součást tunelového komplexu Blanka



Trojský most v Praze

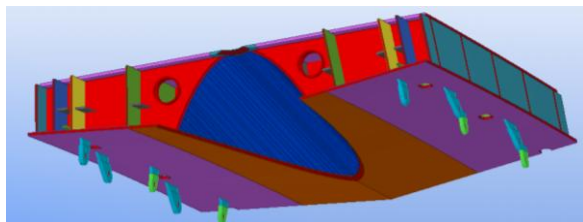
Oblouk s táklem se dvěma dvojicemi síťových struktur

- Smíšený provoz tramvaje + automobily na konzolách
- Malé vzepětí oblouku
- Štíhlá konstrukce oblouku
- Síťová struktura 200 závěsů M76 – M105 ve čtyřech osnovách

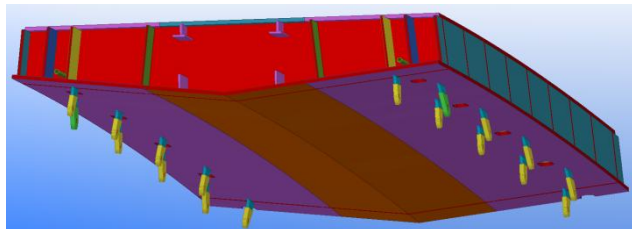


- Konstrukční řešení oblouku
- Predikce deformací při svařování a montáži oblouku - nadvýšení
- Pečlivá příprava a výpočet postupu při instalaci a předpínání závěsů

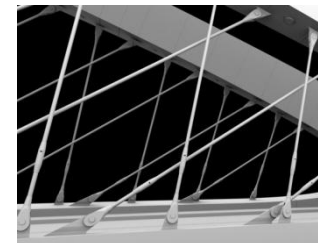
Ocelová konstrukce mostu



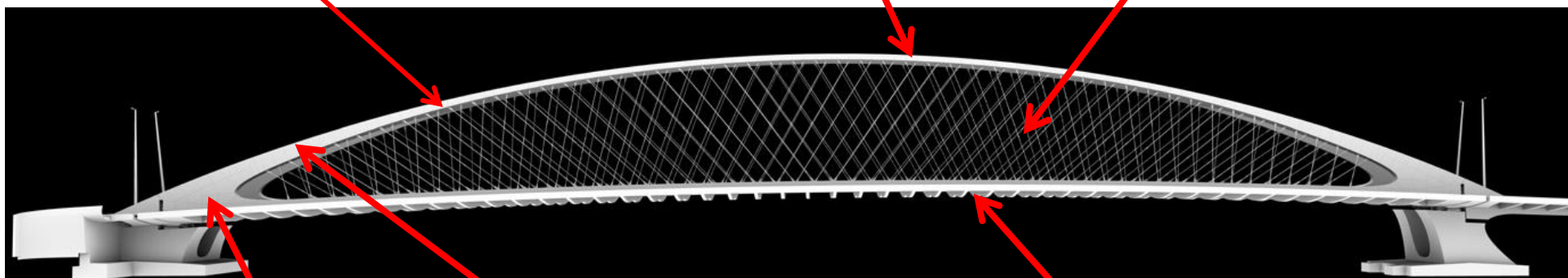
Kalhoty



Oblouk



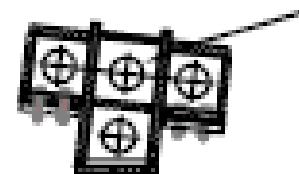
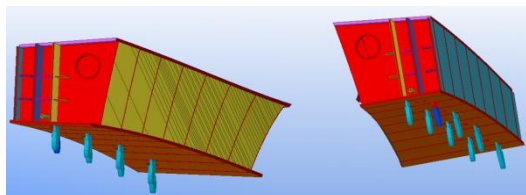
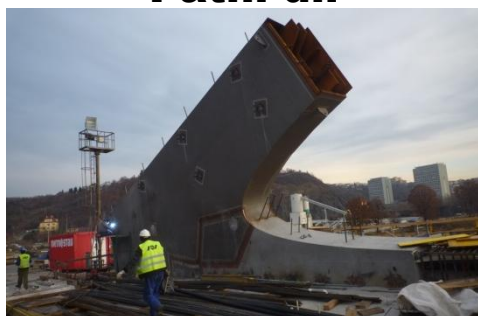
Síťová struktura závěsů



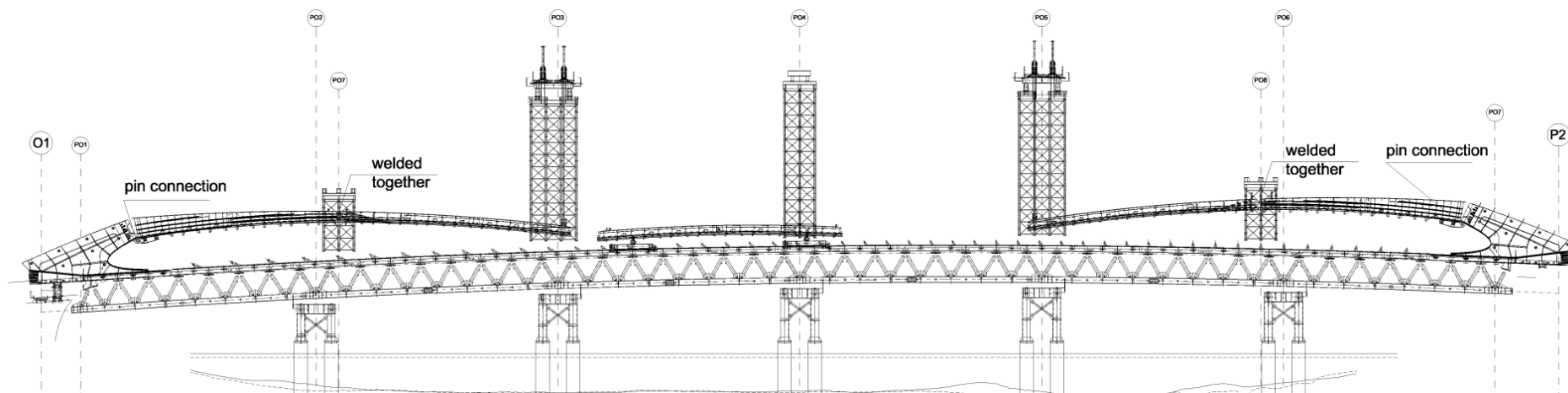
Patní díl

Nohavice

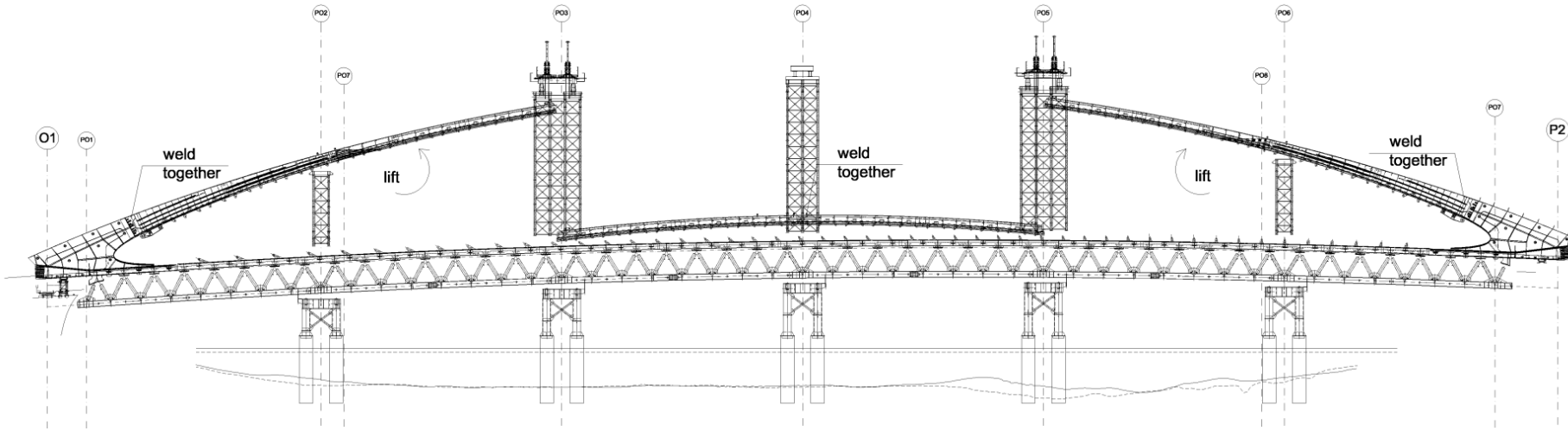
Ocelové táhlo



Fáze výstavby Svaření tzv. stěračů

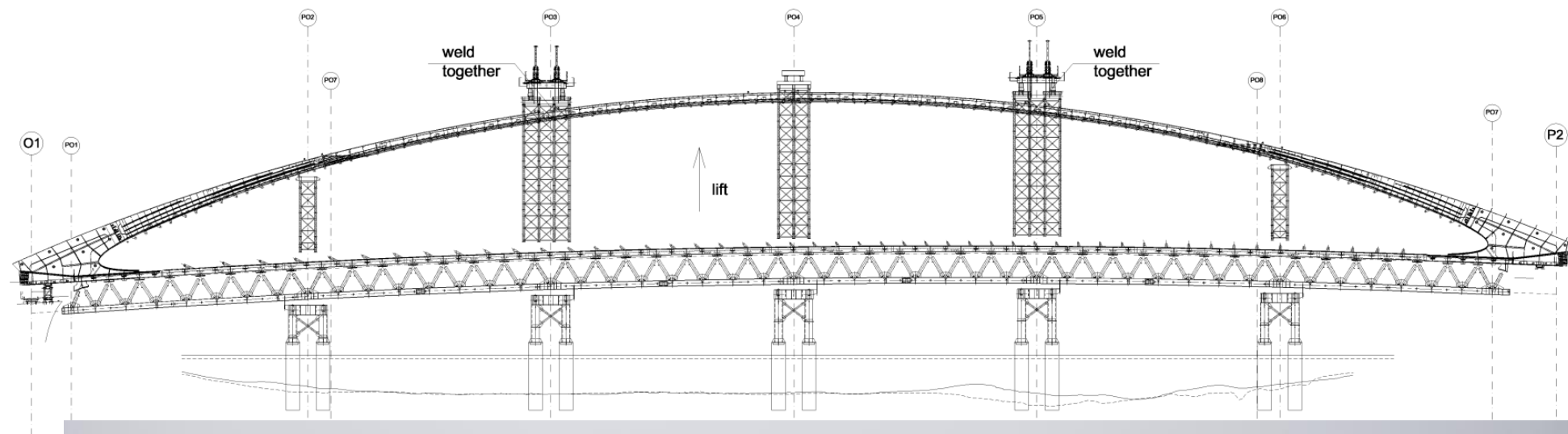


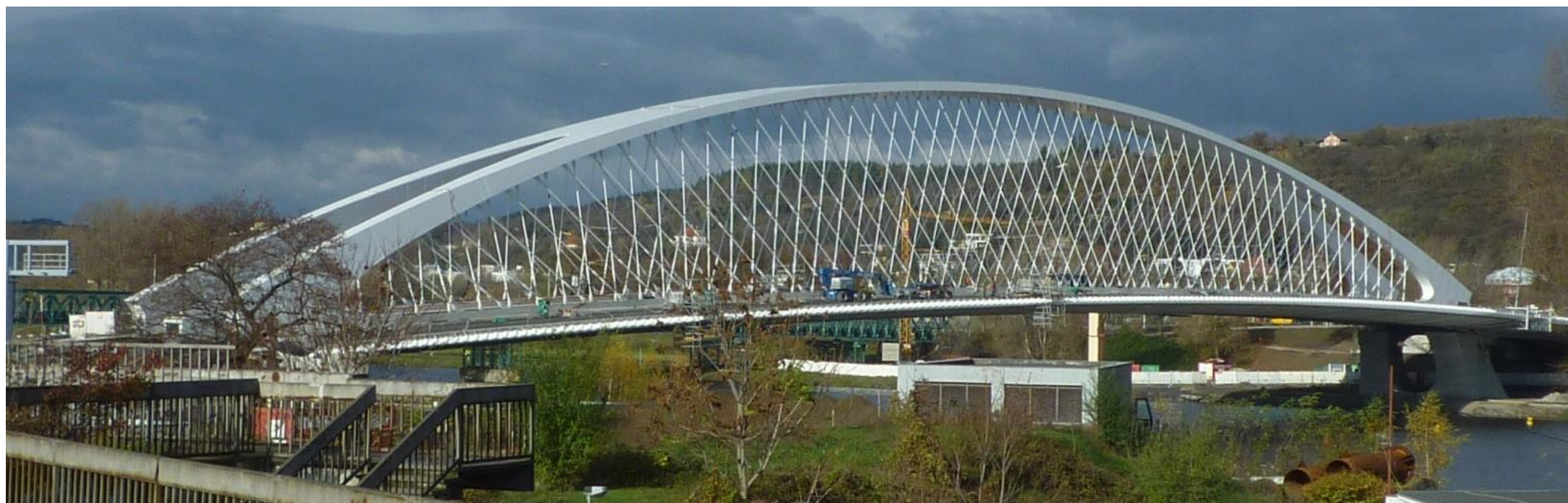
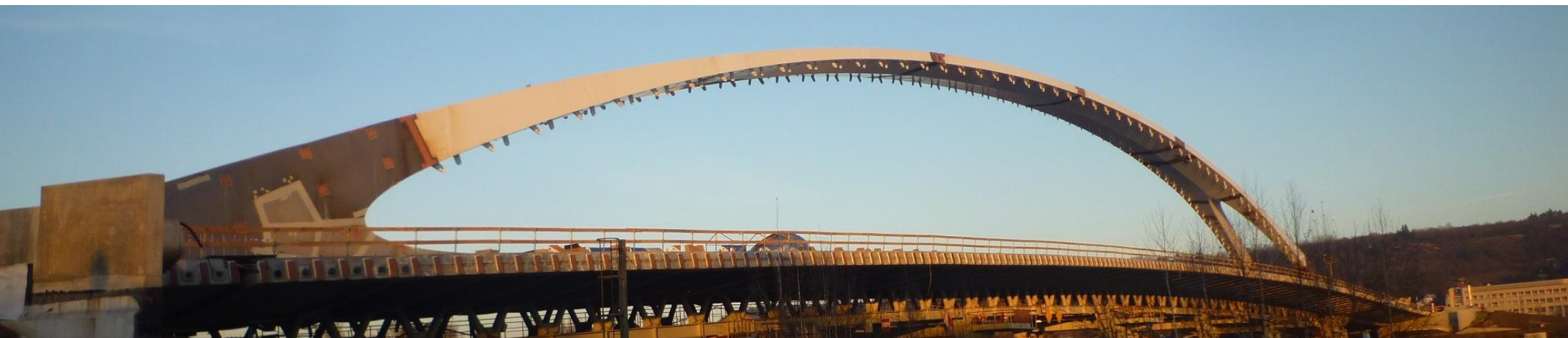
Fáze výstavby Zvednutí stěračů



Fáze výstavby

Zvednutí střední části oblouku - klenáku

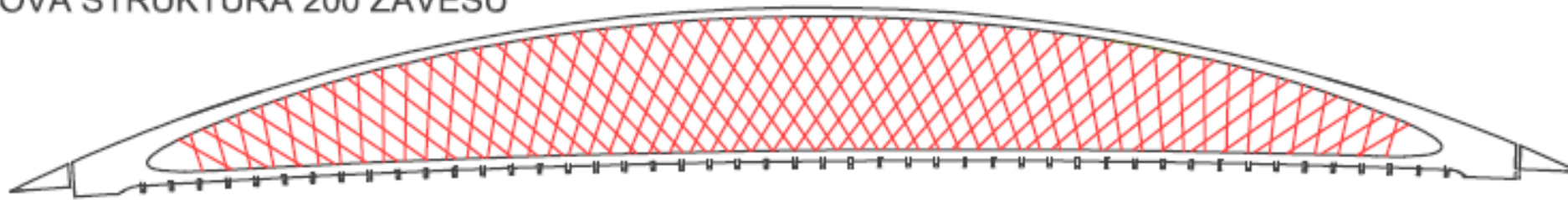




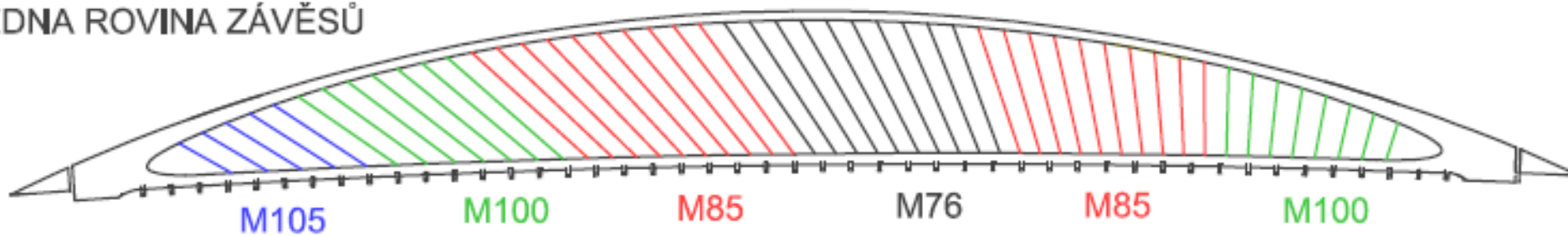
Sít'ová struktura 200 závěsů



SÍŤOVÁ STRUKTURA 200 ZÁVĚSŮ



JEDNA ROVINA ZÁVĚSŮ

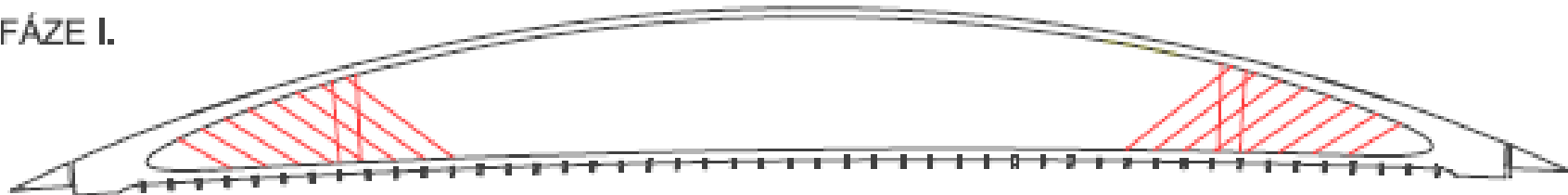


200 ZÁVĚSŮ JE USPOŘÁDÁNO VE ČTYŘECH ROVINÁCH. JEDNOTLIVÉ ROVINY NEJSOU SYMETRICKÉ PODLE PŘÍČNÉ OSY MOSTU.

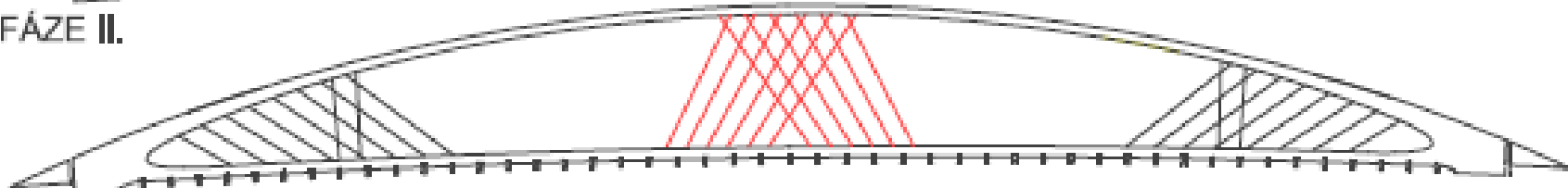
Montáž závěsů jeřábem



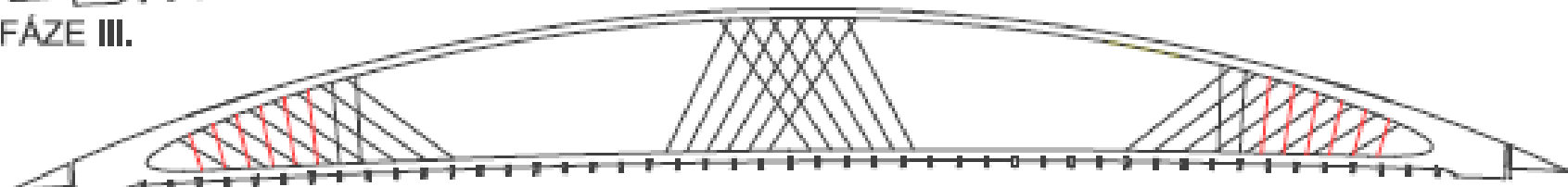
FÁZE I.



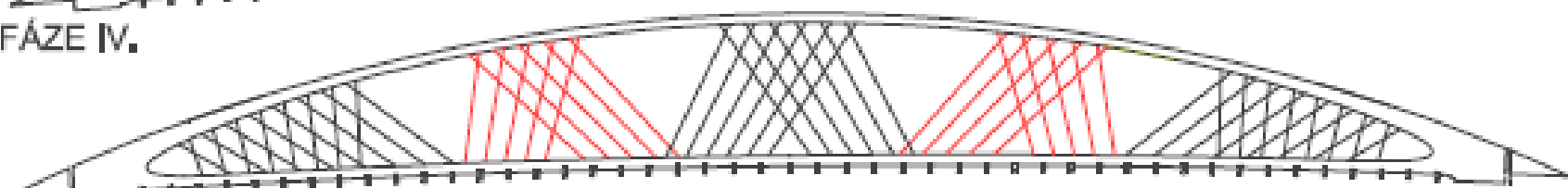
FÁZE II.



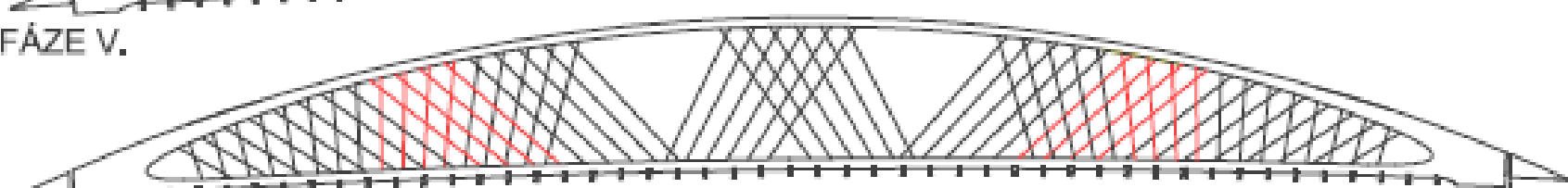
FÁZE III.



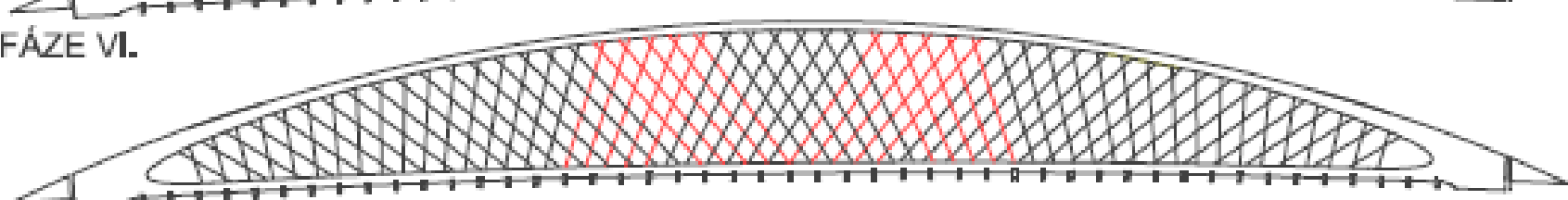
FÁZE IV.



FÁZE V.

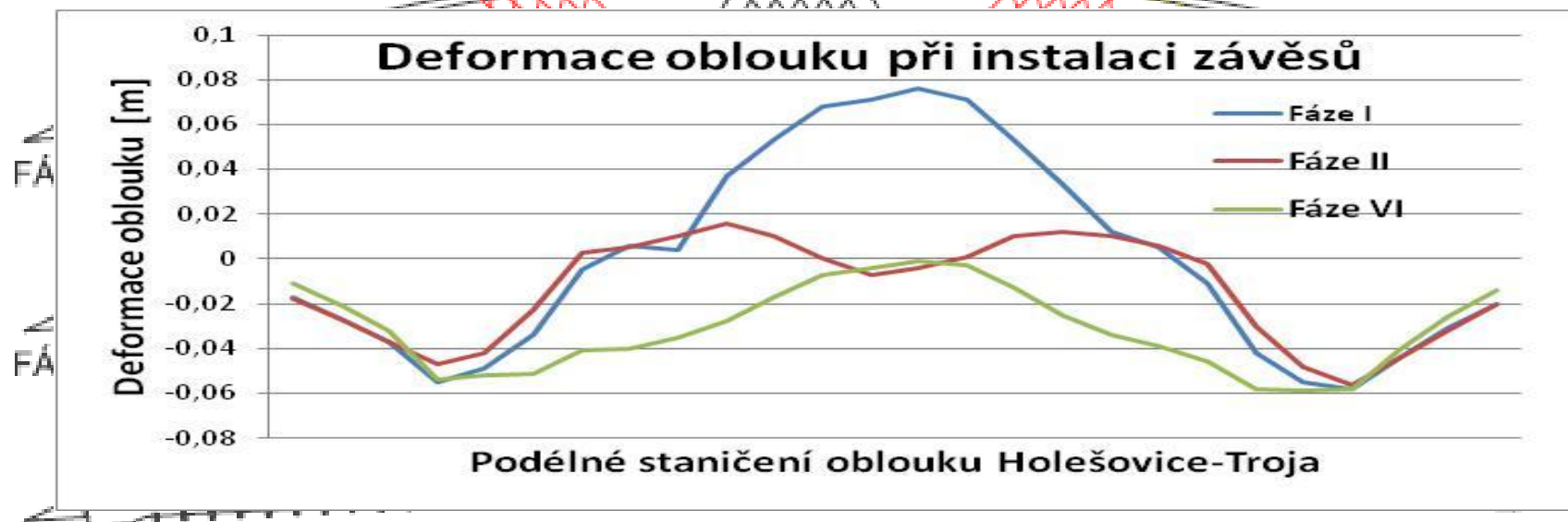
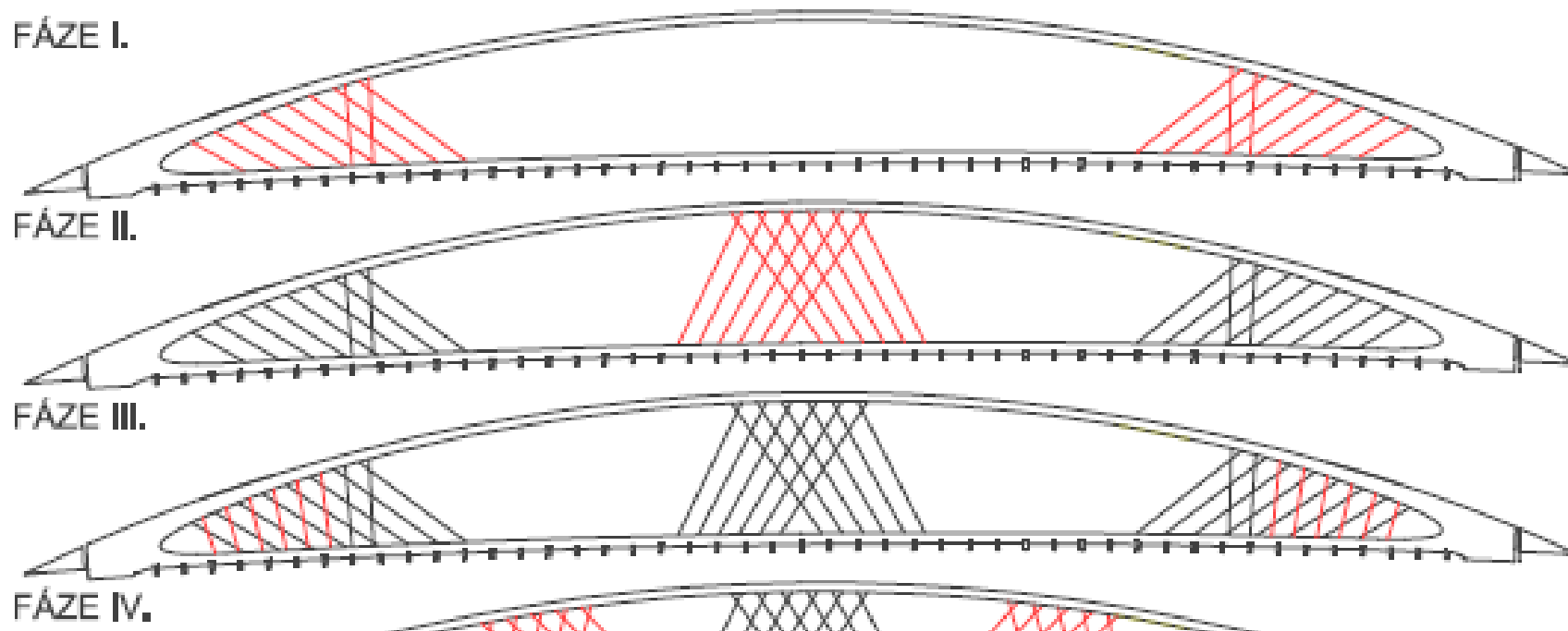


FÁZE VI.



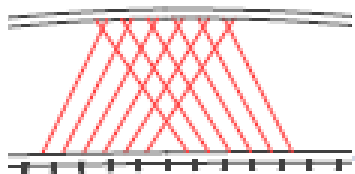
**Fáze instalace
a předpínání závěsů**

**Fáze instalace
a předpínání závěsů**



Pro vypracování postupu bylo potřeba spočítat téměř 50 částečných modelů aby bylo možno odvodit matice vzájemného ovlivňování táhel příslušné k aktuálnímu stavu konstrukce.

Jako případ jsou uvedeny matice ve II. fázi předpínání.



	ZaP25	ZaP26
25	1	-0,7963
26	-0,7544	1

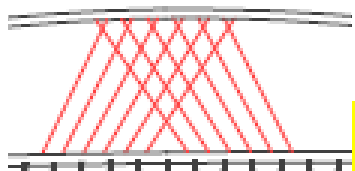
	ZaP24	ZaP25	ZaP26	ZaP27
24	1	-0,2763	-0,274	-0,274
25	-0,2895	1	-0,3288	-0,3151
26	-0,2632	-0,3289	1	-0,3425
27	-0,2763	-0,3026	-0,3425	1

	ZaP25	ZaP26	ZaP27
25	1	-0,4412	-0,4179
26	-0,4286	1	-0,4478
27	-0,4143	-0,4559	1

	ZaP24	ZaP25	ZaP26	ZaP27	ZaP28
24	1	-0,2278	-0,2105	-0,2051	-0,2105
25	-0,225	1	-0,2763	-0,2436	-0,1974
26	-0,2	-0,2658	1	-0,2692	-0,2105
27	-0,2125	-0,2405	-0,2763	1	-0,2632
28	-0,2125	-0,2025	-0,2237	-0,2564	1

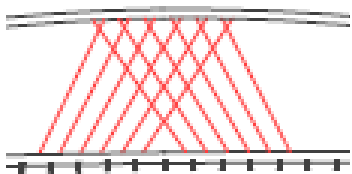
**Pro vypracování postupu bylo potřeba spočítat téměř 50 částečných modelů aby bylo možno odvodit matice vzájemného ovlivňování táhel příslušné k aktuálnímu stavu konstrukce.
Jako případ jsou uvedeny matice ve II. fázi předpínání.**

**Fáze instalace
a předpínání závěsů**



Normalized matrix						
	ZaP23	ZaP24	ZaP25	ZaP26	ZaP27	ZaP28
23	1	-0,1928	-0,1375	-0,1169	-0,125	-0,1795
24	-0,2025	1	-0,2	-0,1818	-0,175	-0,1795
25	-0,1392	-0,1928	1	-0,2597	-0,2125	-0,1667
26	-0,1266	-0,1807	-0,25	1	-0,2375	-0,1795
27	-0,1392	-0,1687	-0,225	-0,2597	1	-0,2308
28	-0,1899	-0,1807	-0,175	-0,1948	-0,225	1

Předpínací postup je pak vidět na postupové matici. Do táhel postupně montovaných vnášíme síly na diagonále, výsledné síly jsou pak v pravém sloupci.



**Fáze instalace
a předpínání závěsů**

	Vnášené síly jsou na diagonále						Výsledné síly
	ZaP23	ZaP28	ZaP24	ZaP27	ZaP25	ZaP26	
23	287	0	0	0	0	0	287
28	-54,494	262,494	0	0	0	0	208
24	-58,127	-55,262	257,388	0	0	0	144
27	-39,962	-69,077	-71,12	271,16	0	0	91
25	-39,962	-51,808	-74,507	-113,32	342,598	0	63
26	-36,329	-55,262	-67,734	-121,41	-258,45	587,19	48





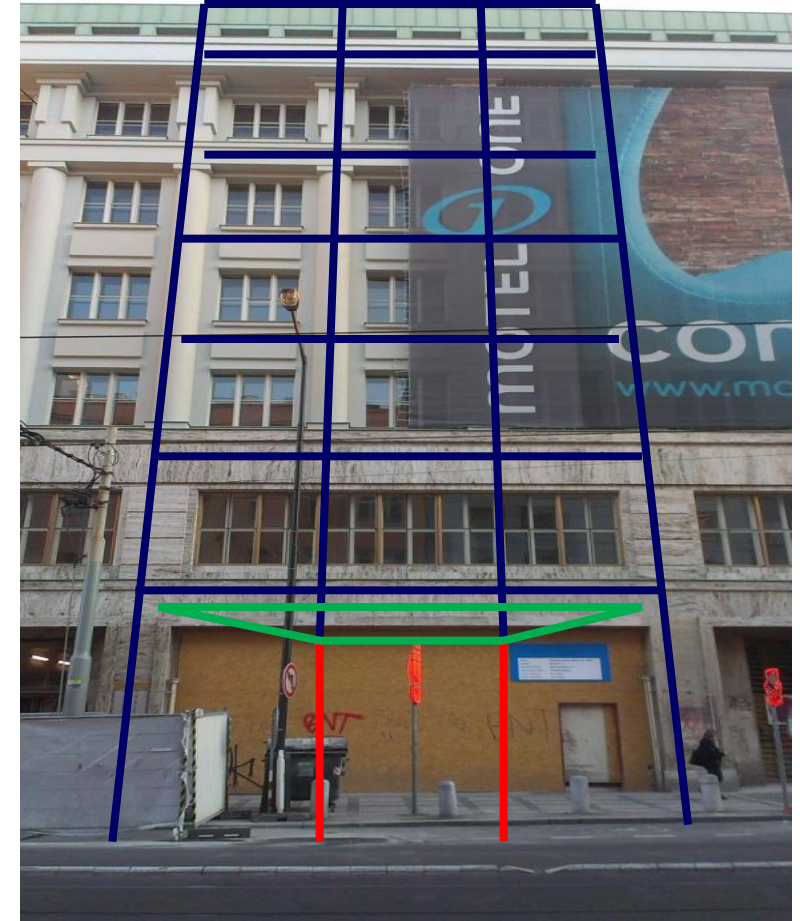
Gong - hlediště



Náhrada středního sloupu vzpínadlem

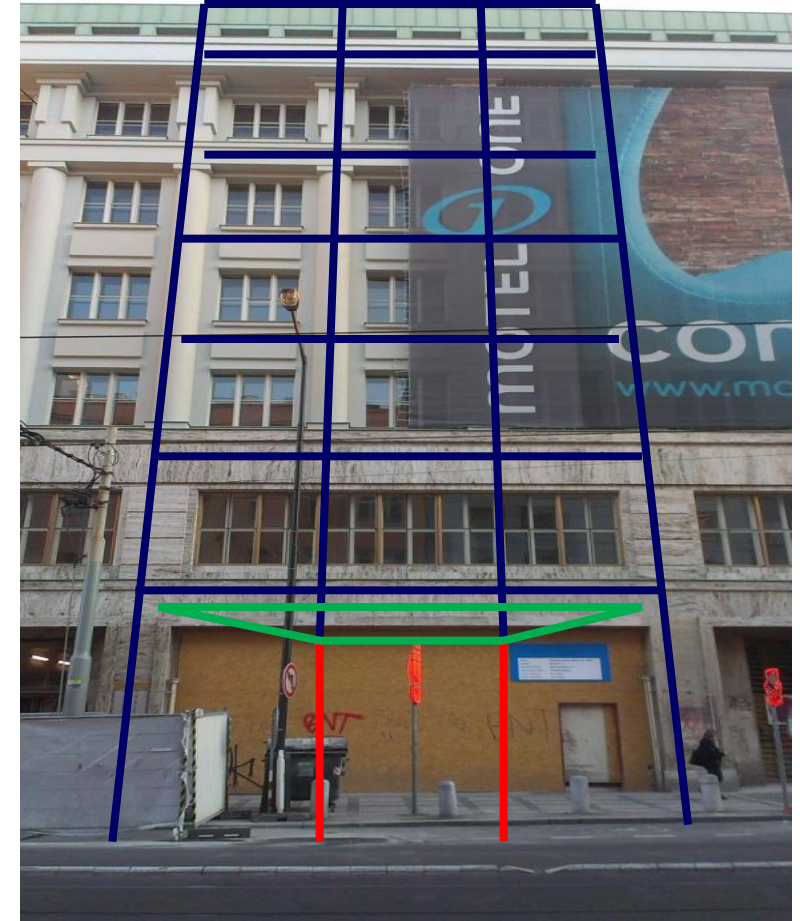
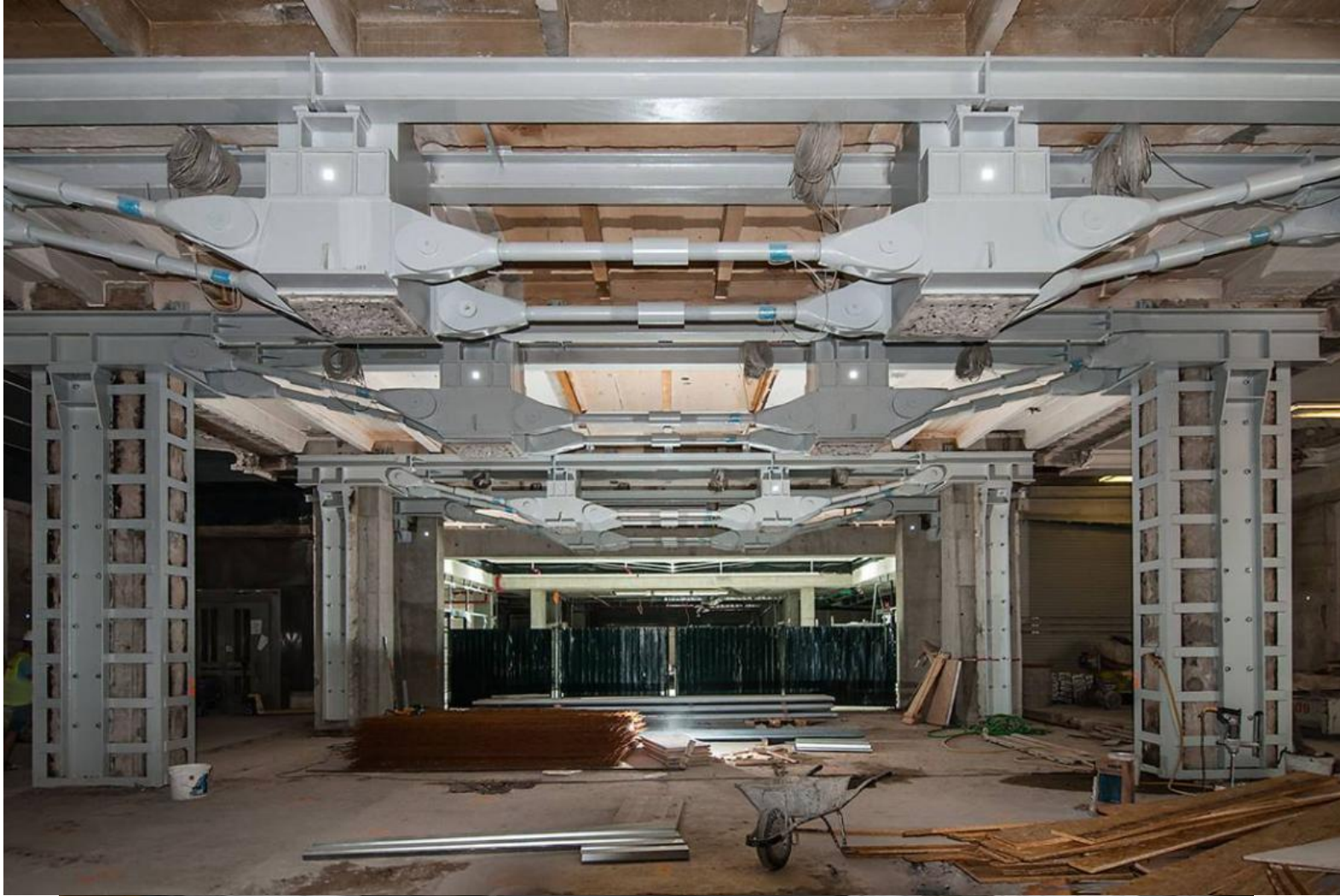
Vzpínadla v budově Florentina v Praze

8 sloupů stávajícího Ž.B. skeletu odstraněno díky předpjatým vzpínadlům z dvojic táhel M105 s předpětím 240t



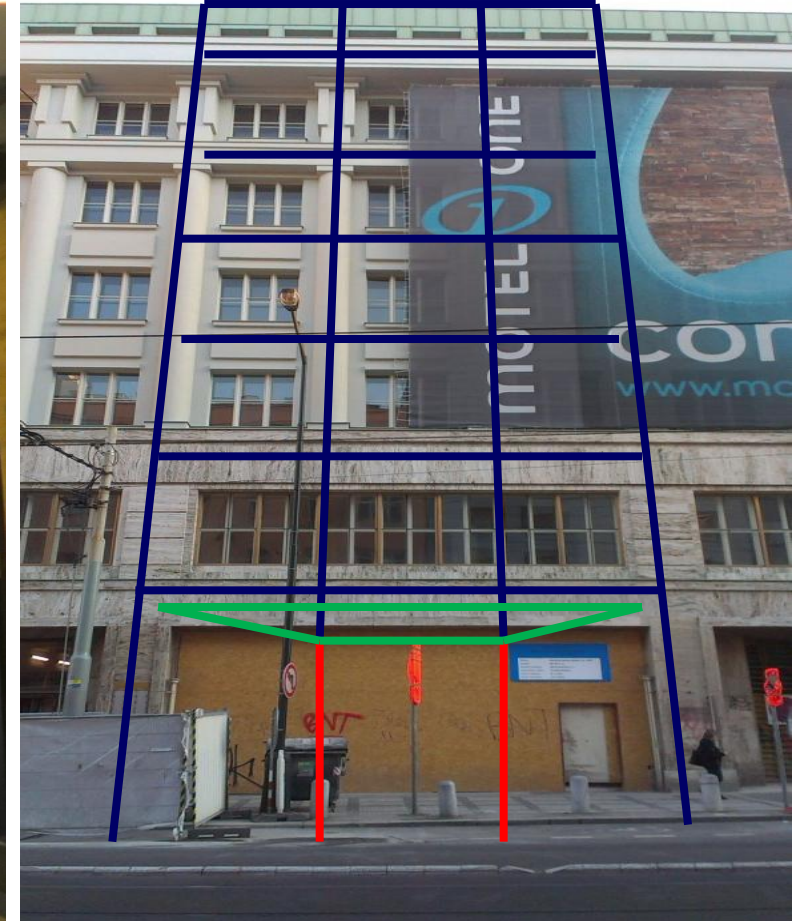
Vzpínadla v budově Florentina v Praze

8 sloupů stávajícího Ž.B. skeletu odstraněno díky předpjatým vzpínadlům z dvojic táhel M105 s předpětím 240t



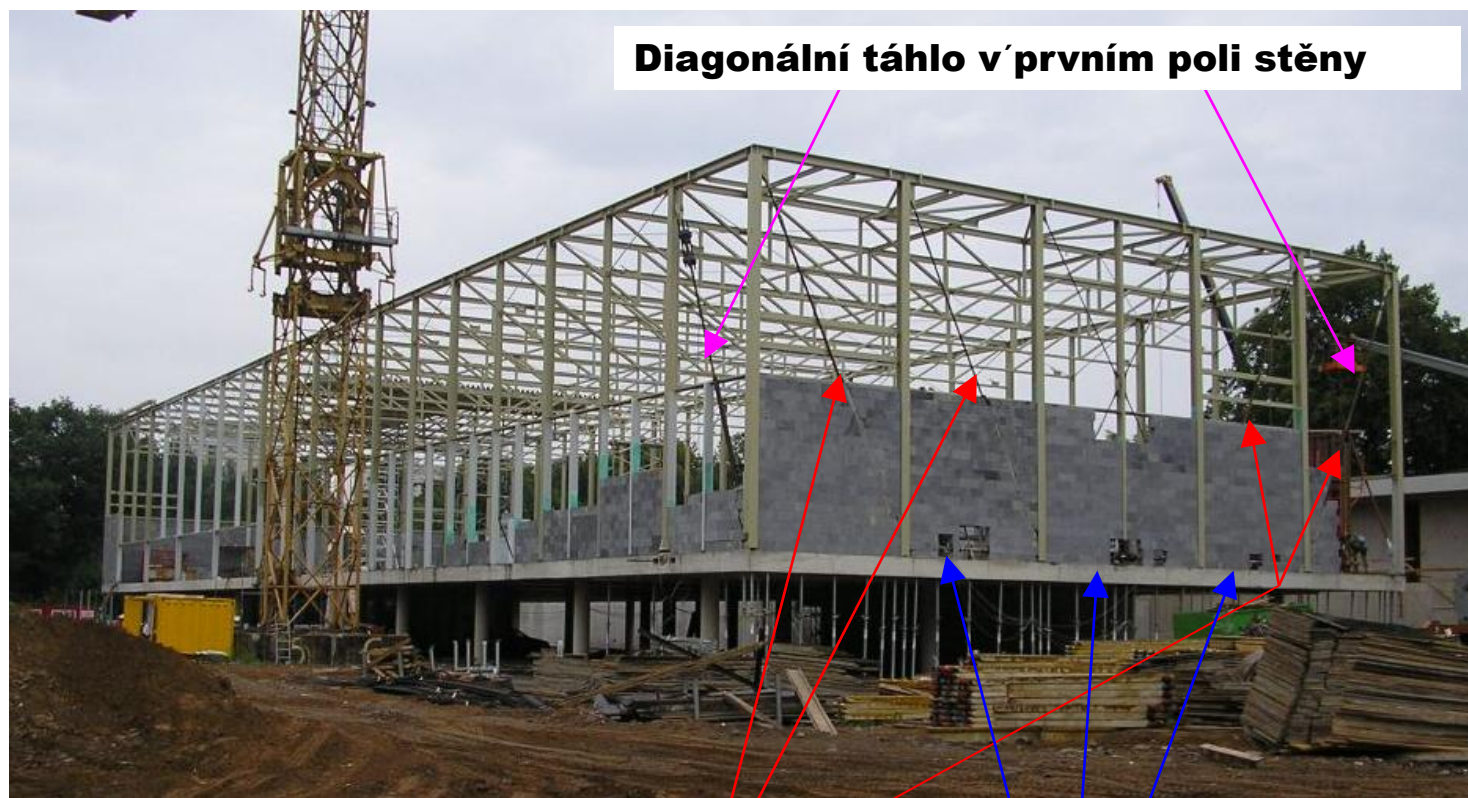
Vzpínadla v budově Florentina v Praze

8 sloupů stávajícího Ž.B. skeletu odstraněno díky předpjatým vzpínadlům z dvojic táhel M105 s předpětím 240t



Předpjaté stěny tělocvičny v Pardubicích

Na stěnách tělocvičny s předpjatými táhly je vyvěšena betonová konzola



Diagonální táhlo v prvním poli stěny

Diagonální táhla v čelní stěně

Horizontální táhla v čelní stěně



Trimaran – Praha-Pankrác

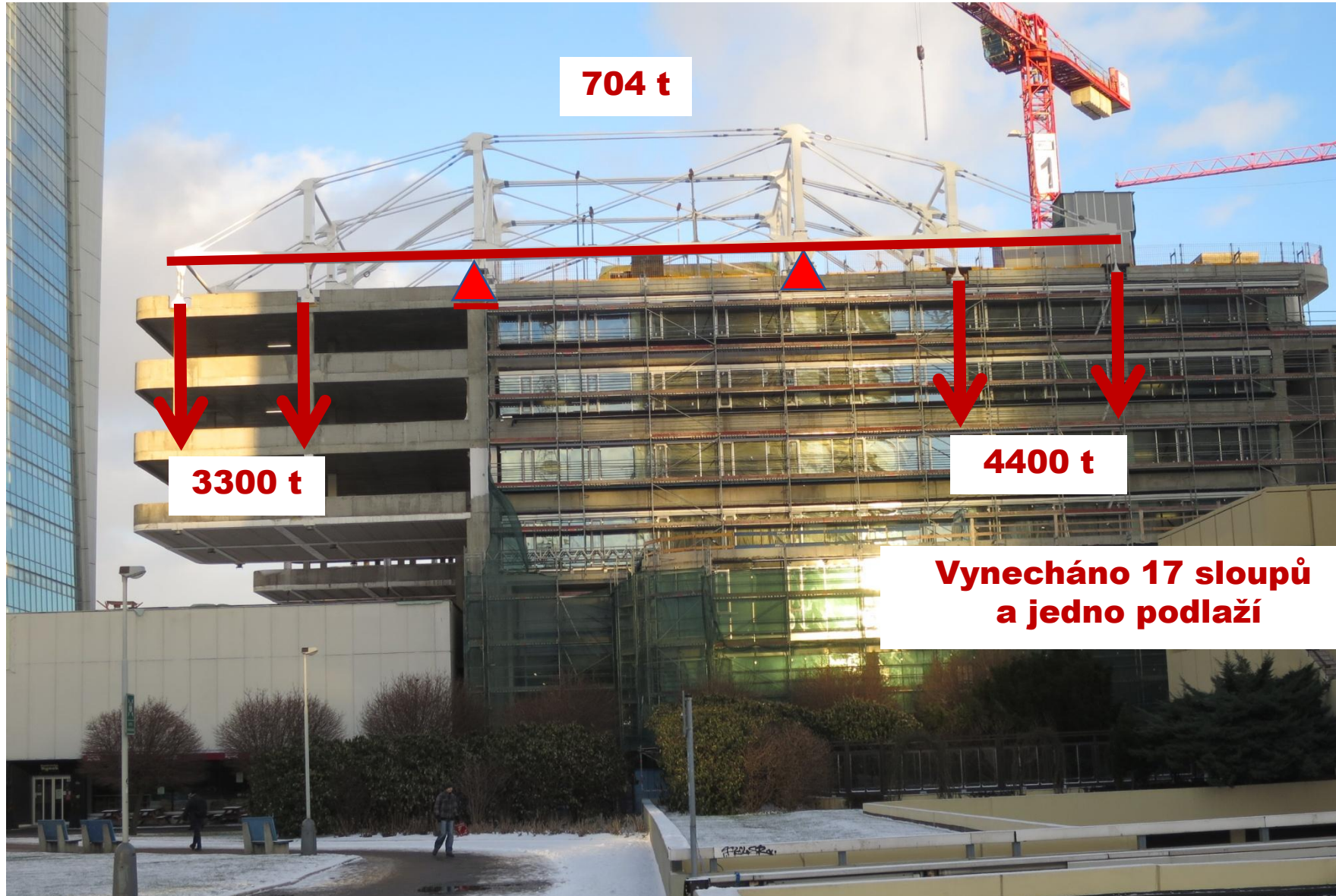


Trimaran - statické schema konstrukce

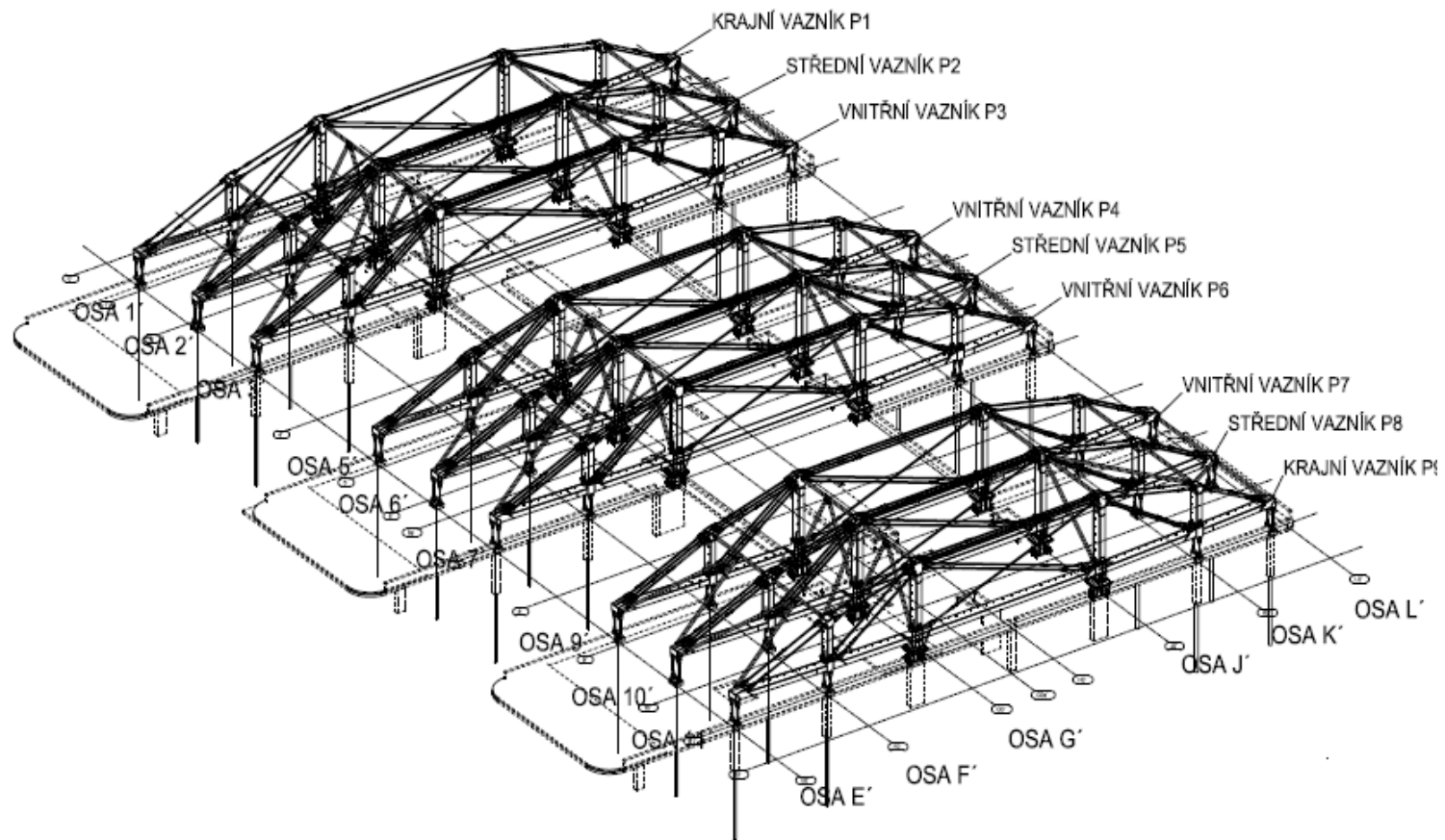
Ocelová superkonstrukce - 9 vazníků, 257 předpjatých táhel



Statické schema konstrukce

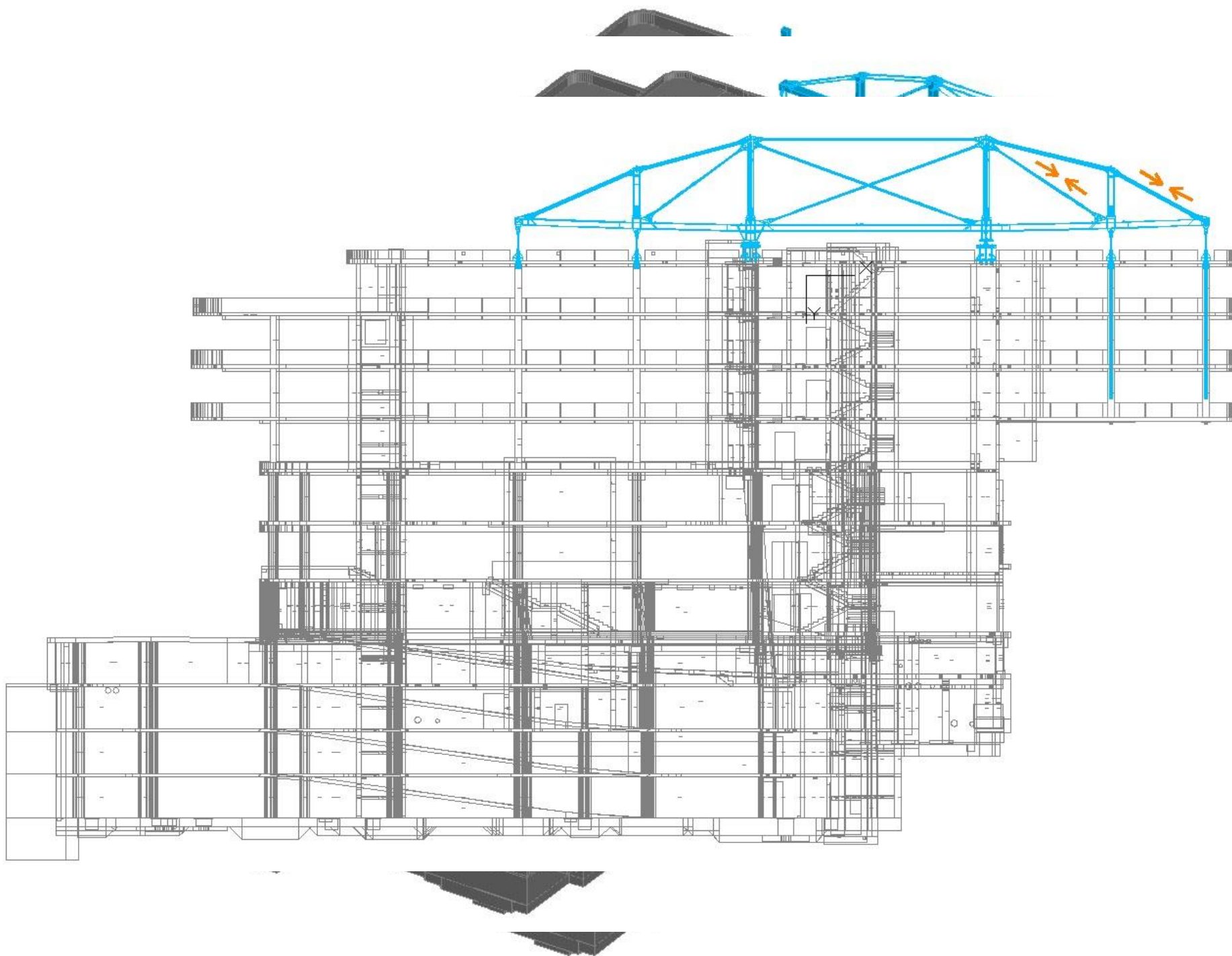


Superkonstrukce sestává z 9 vazníků ve třech sekcích působících jako prosté nosníky s převislými konci

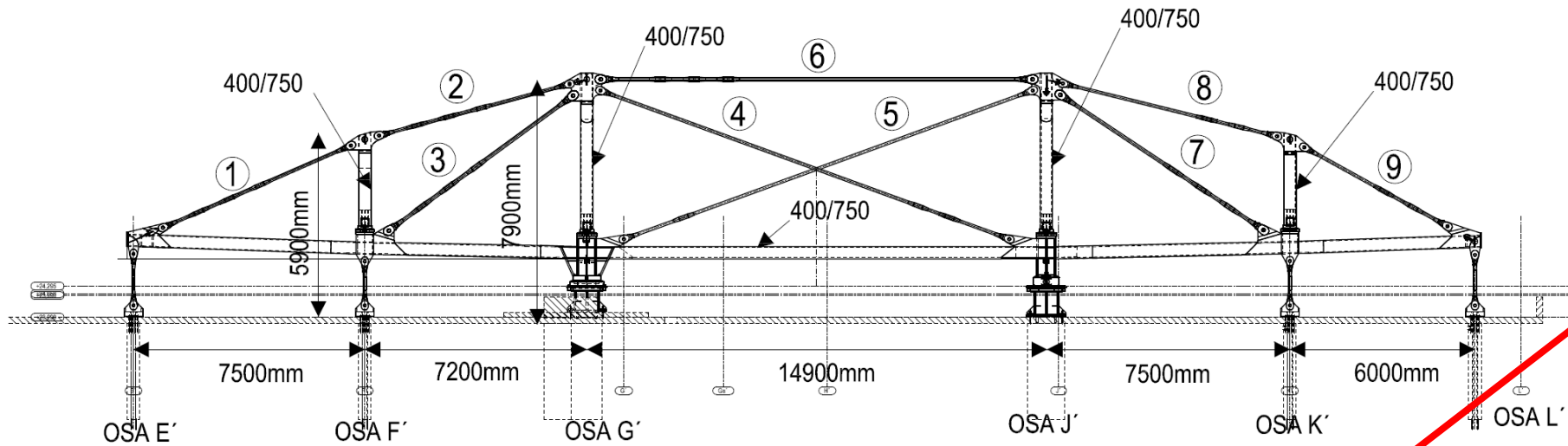


Mobilní pásový jeřáb LR1750





Pohled na vazník



185 předpjatých táhel Macalloy 520 - M76 M90 M100 (vazníky)
72 táhel Macalloy 520 - M85 (závěsy)
Celkem 257 táhel = 122 tun



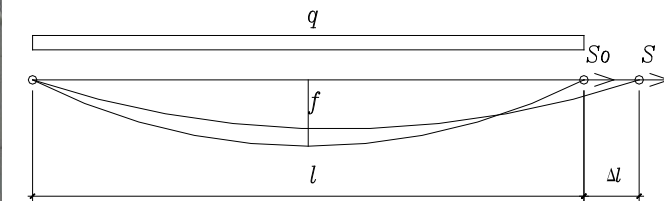
Stabilitu vazníku zajišťuje konvexní tvar spodního pasu



Provizorně podepřená táhla



$$\Delta l = \frac{(S - S_0)l}{EA} + \frac{q^2 l^3}{24} \left(\frac{1}{S^2} - \frac{1}{S_0^2} \right)$$



Provizorní podepřením dlouhých táhel zajistilo jejich lineárně pružné působení do doby než osová síla sníží nelineární složku tuhosti pod 5%

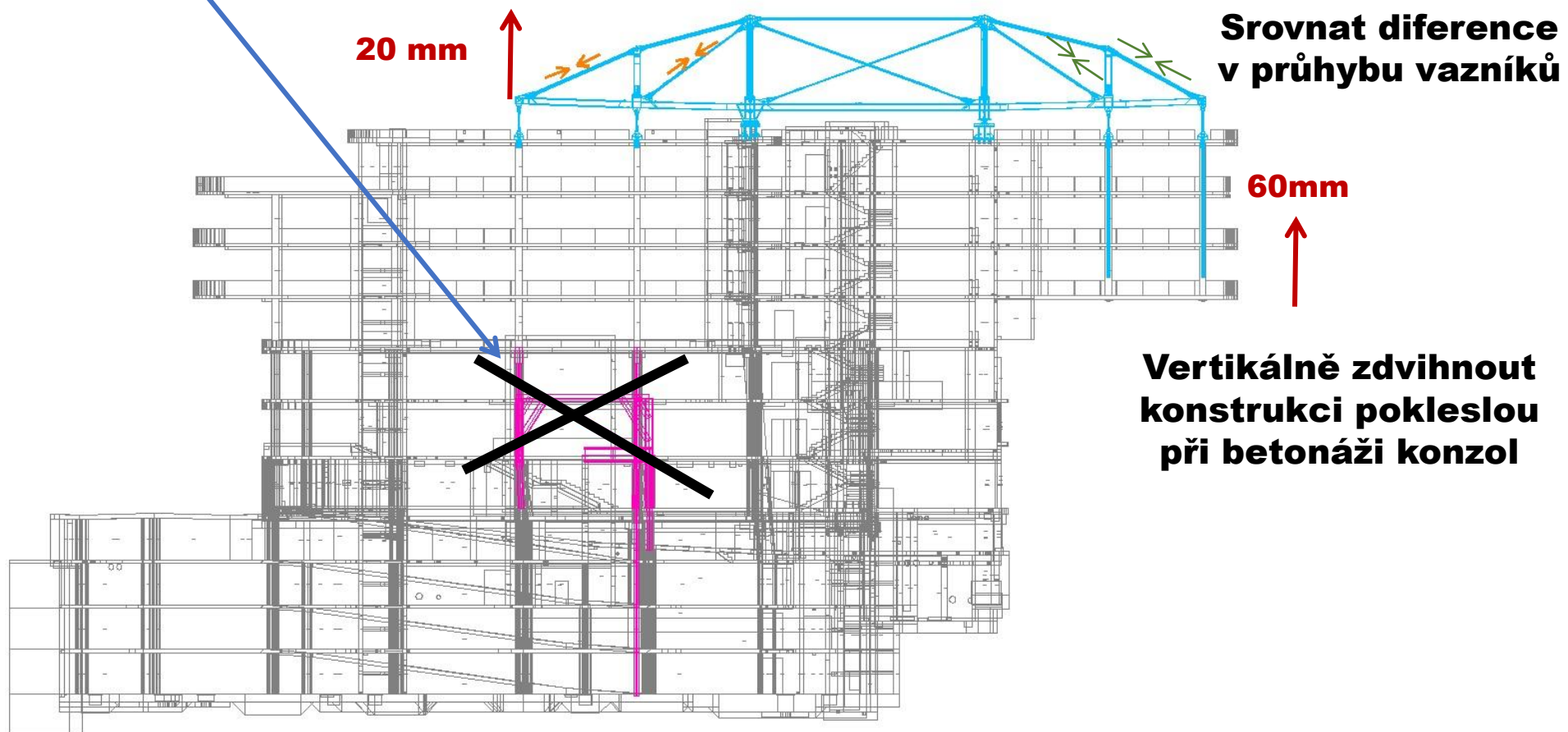
Napínací zařízení do 2200 kN – 3. fáze předpínání



Ve **třetí etapě** byla táhla předepnuta silami až 1800 kN s cílem:

Zdvihnout konstrukci z provizorních podpór

Zajistit příznivou redistribuci vnitřních sil v betonové konstrukci





צילום 1 (הדמיה): מבנה ה"טרמרן" בפרג לאחר השלמתו

כך נבנה הפרויקט הייחודי של מרכז הכנסים והמסחר "טרמרן" בפרג 4 תקרות תלויות מעל מבנה קיים

ולדמיר ג'נטה, ז'אן וצ'סלאק וז'ליבור גרגור, מהנדסי חברת "אקסקו"

רסטילאב מאז'אץ', מהנדס חברת "רקוק"

Vladimír Janata, Jan Včelák, Dalibor Gregor, EXCON, a.s. Rostislav Mazáč, RECO, spol. s r.o.

עריכה והבאה לדפוס בעברית: ד"ר אדי ליבוביץ', מהנדס משה זילכה M.Sc

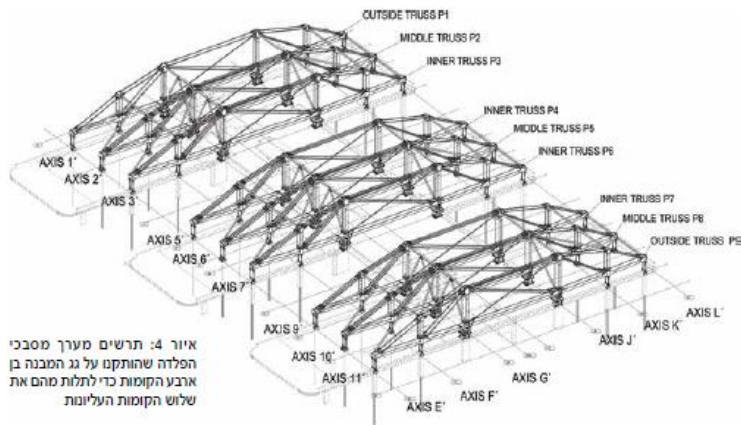


צילום 3: מערך עמודי וקורות הפלדה הזמניים התומכים את התקרה ועמודי המבנה העילי. עמודי פלדה אלה הוסרו לאחר גמר ביצוע מסבכי הפלדה והעברת העומסים מעמודי התמיכה הזמניים למסבכים

באמצעות מסבך פלדה דרוך ואיוון המומנט באמצעות תלייה של תקרות המבנה, תוך יצירת חלל פנימי פתוח במתחמים גדולים. תליית הקומות נעשתה על-ידי התקנה של תשעה מסבכי פלדה דרוכים, התומכים מצד אחד את קצה התקרות של החלק היזמי כמותאר בצילום 2, ומצד שני את התקרות שמעל אולם הכנסים הגדול שנמצא בשלוש הקומות הבינויות שמעל קומת הקרקע, המוצג בבנייתו בצילום 3 - כולל את תקרת האולם עצמו. מבנה



צילום 2: חזית מבנה ה"טרמרן" במהלך הביצוע. תליית התקרות מעל ארבע הקומות התחתונות בצד שמאל ומערך מסבכי הפלדה על גג המבנה

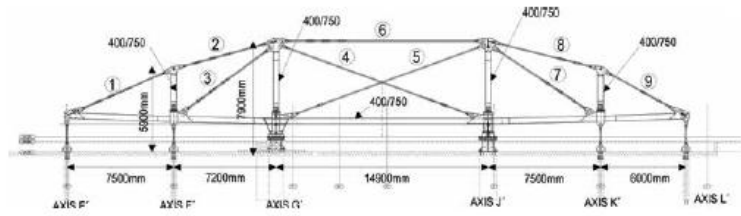


איור 4: תרשים מערך מסבכי הפלדה שחותקו על גג המבנה בן ארבע הקומות כדי לתלות מהם את שלוש הקומות העליונות



צילום 5: פרט השענה פרקי נייד שעליו ועל פרקים נוספים הותקן מסבך הפלדה

בגמר יציקת התקרה העליונה של הקומה הרביעית, שהיא תקרת אולם הכנסים, הותקן מערך של תשעה מסבכי פלדה דרוכים, שתוכננו ובוצעו כקורה על שני מסבכים פרקים שהותקנו על עמודי המבנה, הנמסכים עם היסודות כמפורט באיור 4. פרט הסמך הפרקי הנייד שבתצב בידי J מוצג בצילום 5.



איור 6: תרשים אחד ממסבכי הפלדה הנושאים את הקומות התלויות, הסמכים ונקודות תליית הקומות

הפלדה העילי שהותקן על גג המבנה כולל 582 טון של מסגרות פלדה ו-257 מוטותנים מותוצרת חברת Macalloy הבריטית, הדרוכים בדדיות-קדם במשקל כולל של 122 טון.

תיאור המבנה, הפיתרון הנדסי והמערכת המבנית

המבנה בנוי מארבע קומות מרוחקות תת קרקעיות ושבע קומות נוספות מעל הקרקע. עד לקומתו השנייה נבנה המבנה באופן קונבנציונלי - קומת קרקע שמכילה מבואה גדולה ובעליה שלוש קומות. במפלס הקומה השנייה הותכן אולם כנסים בעל מפתחים גדולים המתנשא לגובה שלוש קומות, עד לקומה הרביעית של המבנה. לצורך ביצוע המבנה באופן רגיל מוקמו 17 עמודי תמיכת פלדה זמניים כמותאר בצילום 3. מערכת תמיכה זו הוותרה תחליף לעמודים האפשרה את המשך בניית הבניין בין צירים עד לתקרת הקומה השביעית העליונה ללא מגבלות. תכנית הבניין החל לקומה השלישית ועד לקומה השביעית משותנה וראית כמו "ת האות E". כלומר, שלוש קומות אלה מורכבות משלושה גנים נדרמים המחוברים ביניהם.



Izraeli Association of Construction & Infrastructure Engineers

Děkuji za pozornost



Poslední čep trojského mostu

KONTAKT

EXCON, a.s.

Sokolovská 187/203

190 00 Praha 9 – Vysočany, Česká republika

IČ: 00506729

DIČ: CZ00506729

Ing. Vladimír Janata

tel.: +420 737 270 530

janata@excon.cz

www.excon.cz

