

Statutární město Brno
Magistrát města Brna
Odbor správy majetku

Statutární město Brno
Doručeno: 08.08.2024
MMB/0723789/2024
listy: 1 přílohy: 2
druh: li/sv:

B | R | N | O



mmh1ac2f12a205

VÁŠ DOPIS Č. J.: MMB/ /2024
ZE DNE: 29.07.2024
NAŠE Č. J.: MMB/723789/2024
SPIS. ZN.:

Vážený pan

VYŘIZUJE: Hana Rohánková
TELEFON: +420 542 175 012
E-MAIL: rohankova.hana@brno.cz
ID DATOVÉ SCHRÁNKY: a7kbrnn

DATUM: 08.08.2024
POČET LISTŮ: 01

Žádost o informaci dle zákona č. 106/1999 Sb. – poskytnutí informace

Vážený pane

evidujeme Vaši žádost o informaci podanou ve smyslu zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“), která byla dne 29. 07. 2024 doručena na elektronickou adresu podatelny Magistrátu města Brna, zaevidována pod č. j. MMB/0607415/2024 a zavedena do centrální evidence žádostí o informace (CEZOI).

V textu žádosti uvádíte, že žádáte o poskytnutí plného znění posudku stavebně-technického stavu budovy Moravské náměstí 3/Jakubské nám. 5 (Palác Scala) a všech dalších materiálů, jež byly Magistrátu města Brna předloženy jakožto závěry stavebně-technického průzkumu zmíněné budovy.

V souladu s ustanovením § 14 odst. 5 písm. d) zákona Vám v příloze poskytujeme požadované závěrečné zprávy stavebně-technického průzkumu, které vypracoval Ing. Tomáš Focke ze společností INTERPLAN – CZ, s.r.o., a to Statické posouzení objektu č. p. 127 v obci Brno-město z 10/2023 a Statické posouzení objektu č. p. 127 v obci Brno-město - 2. fáze z 05/2024.

Podle § 5 odst. 3 zákona bude poskytnutá informace zveřejněna způsobem umožňujícím dálkový přístup na webových stránkách města Brna:

<https://www.bрно.cz/sprava-mesta/dokumenty-mesta/povinne-zverejnovane-informace/informace-dle-zakona-1061999-sb/zadosti-o-informace/poskytnute-informace/>.

S pozdravem

STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO
MAGISTRÁT MĚSTA BRNA
Odbor správy majetku
Husova 3, 601 67 Brno
-005 -

Ing. Richard Elleder
vedoucí Odboru správy majetku

PŘÍLOHY Příloha č. 1, Příloha č. 2
NA VĚDOMÍ



INTERPLAN - CZ, s.r.o.®

Purkyňova 79a, 612 00 Brno

Czech Republic



Stavebník: **Statutární město Brno, Magistrát města Brna, Dominikánské nám. 1, 601 67 Brno**
IČ: 44992785

Místo stavby: **Jakubské náměstí 127/5, 602 00 Brno,**
Moravské náměstí 127/3, 602 00 Brno

STATICKÉ POSOUZENÍ

Statické posouzení objektu č.p. 127 v obci Brno-Střed

Vypracoval: 

Datum: **10 / 2023**

Počet stran: **69**

Arch. číslo: **232808/1-6-B001/0**

Název souboru: **231798_1_6_0_POSUDEK_OBJEKT_cp_127**

Obsah

Obsah	2
a) Technická zpráva.....	4
a.1) Předmět statického posudku	4
a.2) Obecný popis a historie objektu	4
b) Použité podklady.....	6
c) Použité normy a literatura	7
d) Použitý software	7
e) Výsledky prohlídky objektu projektantem.....	8
f) Stavebně-technický průzkum objektu	10
f.1) Výsledky stavebně-technického průzkumu - sál divadla Bolka Polívky	13
f.2) Výsledky stavebně-technického průzkumu - sál Kina Scala	13
f.3) Zjištěné poruchy - sál divadla Bolka Polívky.....	13
f.1) Zjištěné poruchy - sál Kina Scala	29
g) Monitoring objektu	40
h) Statický výpočet	45
h.1) Posouzení stropu nad Kinem Scala	45
• Použité materiály	45
• Zatížení.....	45
• Statický výpočet – stropní deska nad 1. PP.....	45
• Vstupní údaje	46
• Vnitřní síly - MSÚ.....	47
Lineární deformace – MSP charak.	50
• Posouzení ŽB průřezu desky	52
• Posouzení ŽB průřezu trámu.....	53
h.2) Posouzení konstrukce střechy nad divadlem Bolka Polívky.....	55
• Schéma konstrukce	55
• Použité materiály	55
• Zatížení.....	55
• Posouzení rámové konstrukce	56
Vstupní údaje	56
Vnitřní síly - MSÚ	56
• Posouzení ŽB průřezu desky	60
• dočasné statické zajištění poškozeného oblouku.....	62

Zatížení.....	62
Vstupní údaje	62
Vnitřní síly	62
• Posouzení na I. MS – Únosnost.....	63
Posouzení na II. MS – Použitelnost	63
• Reakce.....	63
i) Výsledky statického posouzení	65
i.1) Závěr a doporučení	65

a) Technická zpráva

a.1) Předmět statického posudku

Statické posouzení bylo vypracováno na základě objednávky stavebníka Statutárního města Brna. Předmětem posudku je zhodnocení stavebně technického stavu objektu, stanovení možnosti dalšího provozování či rekonstrukce stavby.

Pro možnost provedení posouzení objektu byl proveden stavebně technický průzkum objektu v době 02/2023 a 07-08/2023. Stavebně technické průzkumy zároveň navazují na dříve prováděné průzkumy v předmětném objektu

- 1) *Doplňkový stavebně technický průzkum (Průzkumy staveb, 02/2016)*
- 2) *Monitoring trhlin (Inset)*
- 3) *Měření hluku v Divadle Bolka Polívky (Enving, 03/2017)*
- 4) *Stavebně technický průzkum (AdMas, 08/2016)*

Potřeba provést stavebně technické průzkumy a statické posouzení objektu vznikla z důvodu neuspokojivého technického stavu objektu a indikovaných statických poruch konstrukce.

a.2) Obecný popis a historie objektu

- Vznik a historie objektu

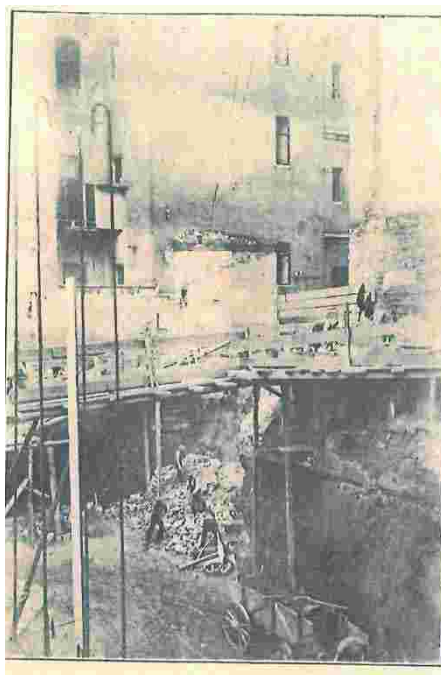
Divadlo Bolka Polívky a sál kina Scala jsou součástí komplexu budov č.p. 127 na Moravském nám. 3 a Jakubském nám.5. Objekt byl realizován v období 1927 a dokončen 1928 dle návrhu Ing. Dr. techn. Jaroslava Polívky. Objekt byl navržen jako dvě obchodní stavby ve dvorním prostoru uzavřeném bloky sousedních domů. Objekt byl prostorově navržen velmi účelně, kdy sál (víceúčelový sál kina Scala) je umístěn v přízemí pod divadelním sálem (Divadlo Bolka Polívky) a oba prostory jsou stavebně-konstrukčně propojeny a provozně se ovlivňují. Vzájemná provázanost prostoru Kina Scala a divadla DBP je dána stavebně-konstrukčním řešením, společnou dvouetážovou rámovou nosnou betonovou konstrukcí a těsným prostorovým sousedstvím obou sálů (podlaha divadla je stropem prostoru kina).



Bednění obloukové střeby nad slavnostním sálem.



Slavnostní sál v přízemí.



- Konstrukční uspořádání objektu

Konstrukce objektu sestává ze železobetonových patrových rámců, které obsahují příčně vynášející strop nad sálem kina Scala a v další úrovni železobetonovými oblouky, svislé opory tvoří železobetonové sloupy obdélníkového půdorysu. Mezi oblouky jsou železobetonové obloukové desky, ve středních partiích prosklené skleněnými tvárniciemi (luxfery).

- Stavebně-technický stav objektu

Stavebně technický průzkum 2016:

Stavebně technický stav objektu je předmětem zkoumání již z předchozích let. Dle dostupných podkladů byl v roce 2016 proveden stavebně technický průzkum konstrukce stropu kina Scala / podlahy divadelního sálu viz „Zpráva o provedení doplňkového stavebně technického průzkumu objektů divadla Bolka Polívky a kina Scala v Brně“, zhotovený Průzkumy staveb s.r.o. . Předmětem a účelem průzkumu bylo zjištění možnosti provedení nového hlediště v divadelním sále. Průzkumem byl ověřován tvar konstrukce v dostupných místech, zjišťována byla pevnost betonu stávající konstrukce a její vyztužení. Posudek konstatuje provedení „ze staršího betonu, který nebývá moc kvalitní“, upozorňuje na zkoumané stropní desky, které jsou narušeny trhlinami, k možnosti přetěžování se vyjadřuje slovy „při přetěžování postupovat velice obezřetně“.

Výzkumná zpráva 2016:

K výše uvedenému stavu byl v roce 2016 proveden diagnostický průzkum vybraných konstrukčních prvků v prostoru kina Scala. Účelem diagnostického průzkumu byla pasportizace poruch a vad a posouzení celkového stavu stropní konstrukce kina Scala. Průzkum provedlo VUT v Brně, Fakulta stavební, středisko AdMaS, viz „Výzkumná zpráva č. HS 12657124“. Průzkum identifikuje vady a poruchy stavby, stavebně technický a statický stav hodnotí jako „uspokojivý, odpovídající stáří jednotlivých konstrukčních celků a časové ose realizace úprav, konstrukce v průběhu dlouhého časového období vykazuje způsobilost s ohledem na výskyt poškození, zatížení, degradace, přetvoření a kmitání“. Z uživatelského hlediska konstatuje „Úprava hlediště divadla je možná za předpokladu, že nová konstrukce nebude těžší, než je konstrukce stávající a nebude umožňovat výrazně větší počet usazených osob“.

Pro hodnocení objektu průzkum doporučil zejména následující konkrétní opatření:

Sledovat vlhkost vzduchu v objektu a vlhkost konstrukčních prvků stavby z důvodů rizika koroze vyztuže betonových prvků vzhledem ke stavu karbonatce betonu, relativní vlhkost dle průzkumu nemá překročit 50%.

Identifikované trhliny v konstrukci nutno dlouhodobě systematicky sledovat

Všeobecně nepřipouští jakékoliv investiční záměry vedoucí k významné změně z hlediska přetížení stávající konstrukce stropu kina / podlahy divadla.

Průzkum hodnotí stavbu dostavěnou v roce 1928 jako stavbu na tehdejší dobu velmi směle a ekonomicky postavenou, kdy tehdejší technologie míchání betonu znamenala možnost velmi různorodé kvality betonu.

Statický posudek 2022 a Stavebně technický průzkum 2023:

V rámci řešení záměru „Rekonstrukce č.p. 127 Divadla Bolka Polívky“ bylo ve fázi studie provedeno statické posouzení pro kvantifikaci možnosti provedení rekonstrukce prostoru divadla, zejména prostoru hlediště. S využitím materiálových charakteristik a údajů o stávající konstrukci z předchozích stavebně technických průzkumů bylo provedeno posouzení nosné konstrukce podlahy divadla / stropu kina Scala. Statický posudek zhotovil INTERPLAN-CZ, s.r.o. . Statický posudek konstatuje, že stávající konstrukce podlahy stropu nevyhovuje na posouzení dle současně platných ČSN EN již pro stávající způsob užívání, nesplňuje konstrukční zásady dle současných norem, kdy dle současně platné ČSN EN je při posouzení únosnosti na předepsané zatížení pro divadelní sály únosnost některých železobetonových průřezů překročena několikanásobně. Vzhledem ke zjištěným vadám a výsledku statického posudku konstatuje stávající konstrukci jako nevyhovující pro použití v záměru rekonstrukce prostor divadla a v rámci modernizace hlediště divadla stanovuje potřebu sanace stávající konstrukce a nutnost řešení nové duplicitní podlahové konstrukce pro modernizaci hlediště.

Vzhledem ke zjištěnému stavebně technickému a statickému stavu podlahy divadla, s ohledem na absenci materiálových a konstrukční informací o jeho horní – střešní konstrukci byl jako součást záměru rekonstrukce divadla proveden stavebně technický průzkum zaměřený na zjištění stavu nosné konstrukce prostoru divadla a to zejména střešní části. Dalším důvodem podrobného stavebně technického průzkumu byl uvažovaný záměr architektonické studie spočívající v provedení nástavby divadla a prověření možnosti přetížení stávající střešní konstrukce. Stavebně technický průzkum zhotovil Ústav zkušebnictví VUT v Brně v 01/2023.

Předmětem stavebně technického průzkumu byly zkoušky a odběry vzorků pro zjištění mechanických vlastností betonu a výztuže stávající střešní konstrukce nad hledištěm a jevištěm, zjištění způsobu vyztužení vybraných prvků, zjištění případných poruch a vad. Na základě zjištěných údajů o vyztužení a dosažených hodnotách pevností betonu ze zkoušek lze konstatovat, že stav a kvalita konstrukce je poplatná době svého vzniku, pevnostní třída betonu neodpovídá kvalitě konstrukčních betonů dle současných norem ČSN EN. Zjištěná karbonatace betonu neposkytuje dostatečnou ochranu proti korozi výztuže lokálně až do hloubky 110 mm.

b) Použité podklady

- [1] Dvě obchodní stavby, Ing. Dr. tech. Jaroslav Polívka
- [2] Zpráva o provedení doplňkového stavebně technického průzkumu objektů divadla Bolka Polívky kina Scala v Brně, Průzkumy staveb s.r.o., 02/2016
- [3] Výzkumná zpráva č. HS 12657124, stavebně technický průzkum, VUT v Brně, Fakulta stavební, AdMaS, 08/2016
- [4] Stavebně diagnostický průzkum střešní konstrukce budovy Divadla Bolka Polívky, Zpráva HS122354005, zpracovatel VUT v Brně, Ústav stavebního zkušebnictví, 01/2023
- [5] Sdělení Zn.:211763/D_2023_001, adresované Statutární město Brno, MMB, Odd. přípravy a realizace pozemních staveb, INTERPLAN-CZ, s.r.o., ze dne 10.2.2023
- [6] Zápis z jednání na VUT v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví, ze dne 17.2.2023
- [7] Sdělení Zn.: 211763/D_2023_002, adresovaná Statutární město Brno, tajemník MMB, INTERPLAN-CZ, s.r.o., ze dne 20.2.2023
- [8] Zápis z jednání, „Objekt č.p. 127 v obci Brno-střed – kontrola opatření pro možnost dalšího užívání objektu“, datum konání jednání 24.2.2023 (v prostorech Divadla Bolka Polívky a kina Scala)
- [9] Stavebně-technický průzkum objektu Moravské náměstí 3 a Jakubské náměstí 5 v Brně, sál divadla Bolka Polívky, Zpráva HS122354081, zpracovatel VUT v Brně, Ústav stavebního zkušebnictví, 09/2023
- [10] Stavebně-technický průzkum objektu Moravské náměstí 3 a Jakubské náměstí 5 v Brně, sál kina Scala, Zpráva HS122354082, zpracovatel VUT v Brně, Ústav stavebního zkušebnictví, 09/2023

c) Použité normy a literatura

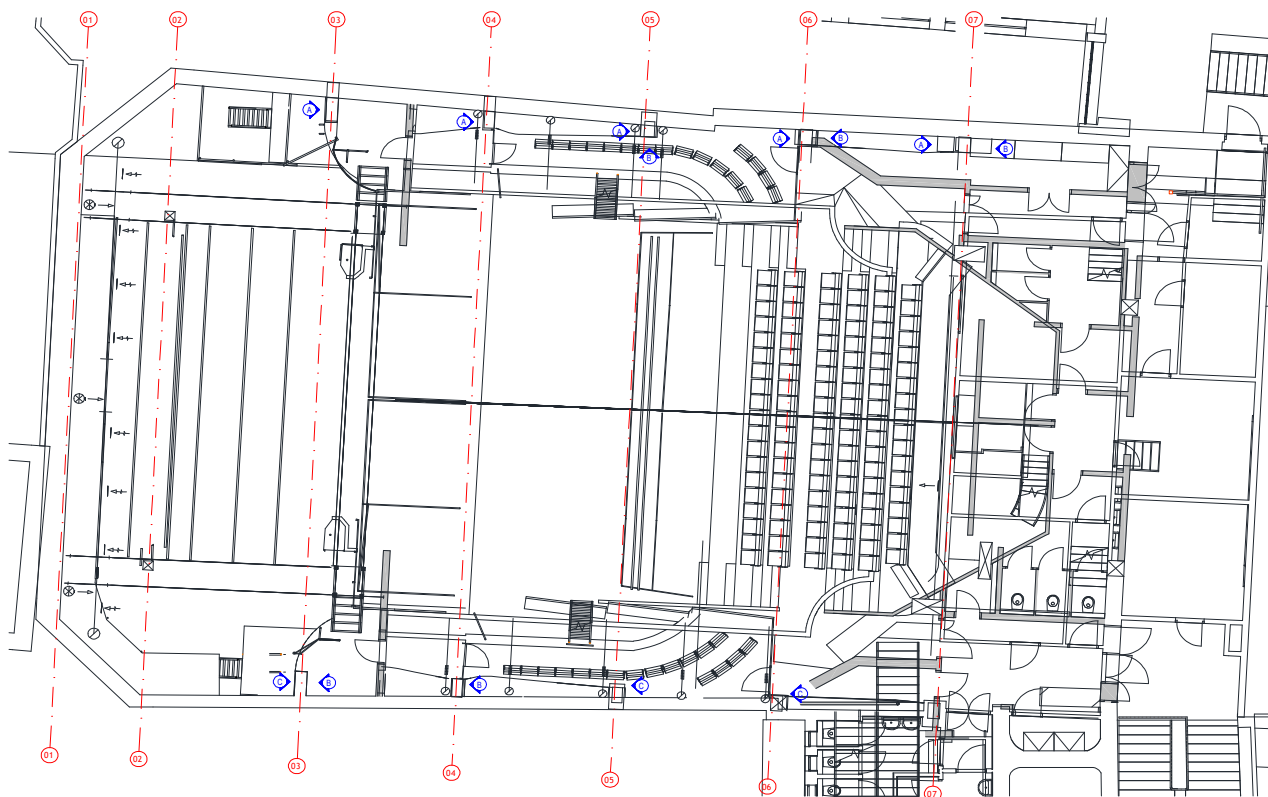
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí (Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby)
ČSN 73 0038	Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách
ČSN ISO 13822	Zásady navrhování konstrukcí - hodnocení existujících konstrukcí

d) Použitý software

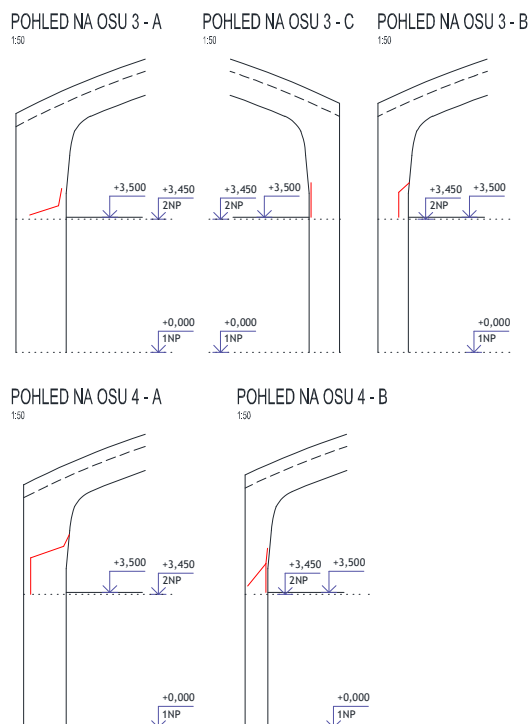
Scia Engineer 2013; Microsoft Office; FIN 2020

e) Výsledky prohlídky objektu projektantem

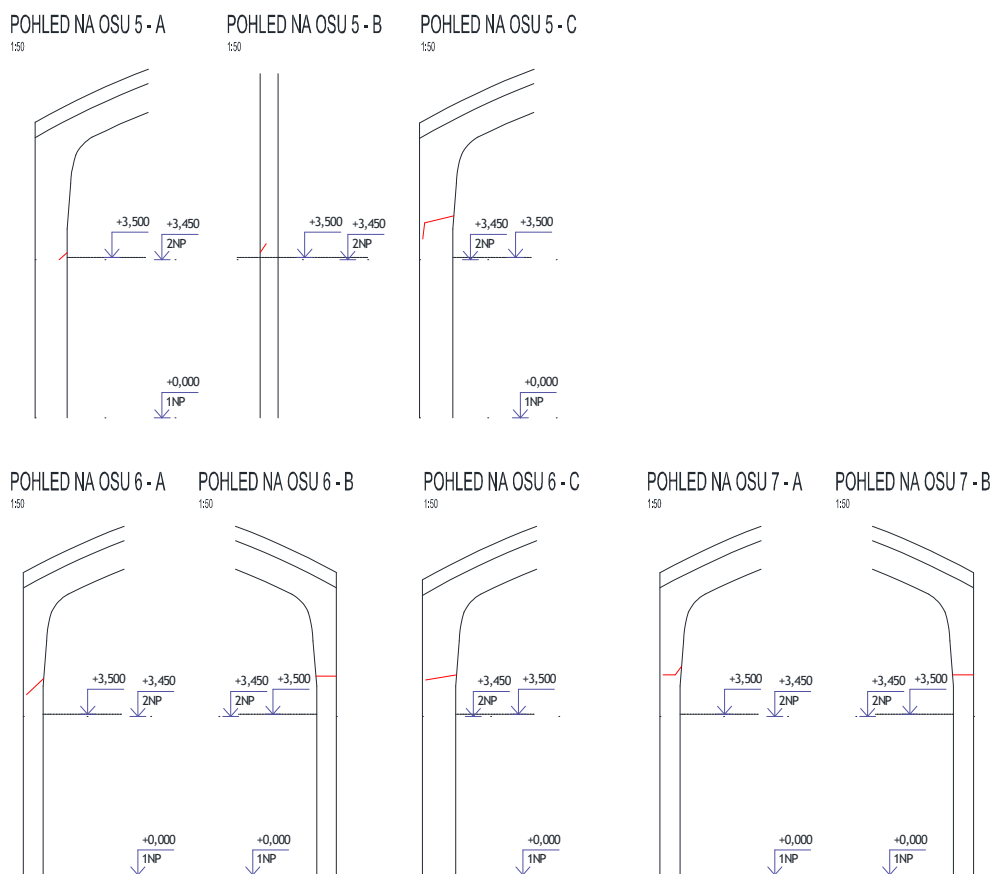
Dne 18.7.2023 (před vlastními průzkumnými pracemi) byla provedena prohlídka objektu projektantem-statikem za účelem záznamu indikovaných statických poruch na povrchu stavebních konstrukcí.



Obr.1 : Půdorys Divadla Bolka Polívky s vyznačením dokumentovaných míst



Obr.2 : Zobrazení trhlin na povrchu konstrukčních prvků



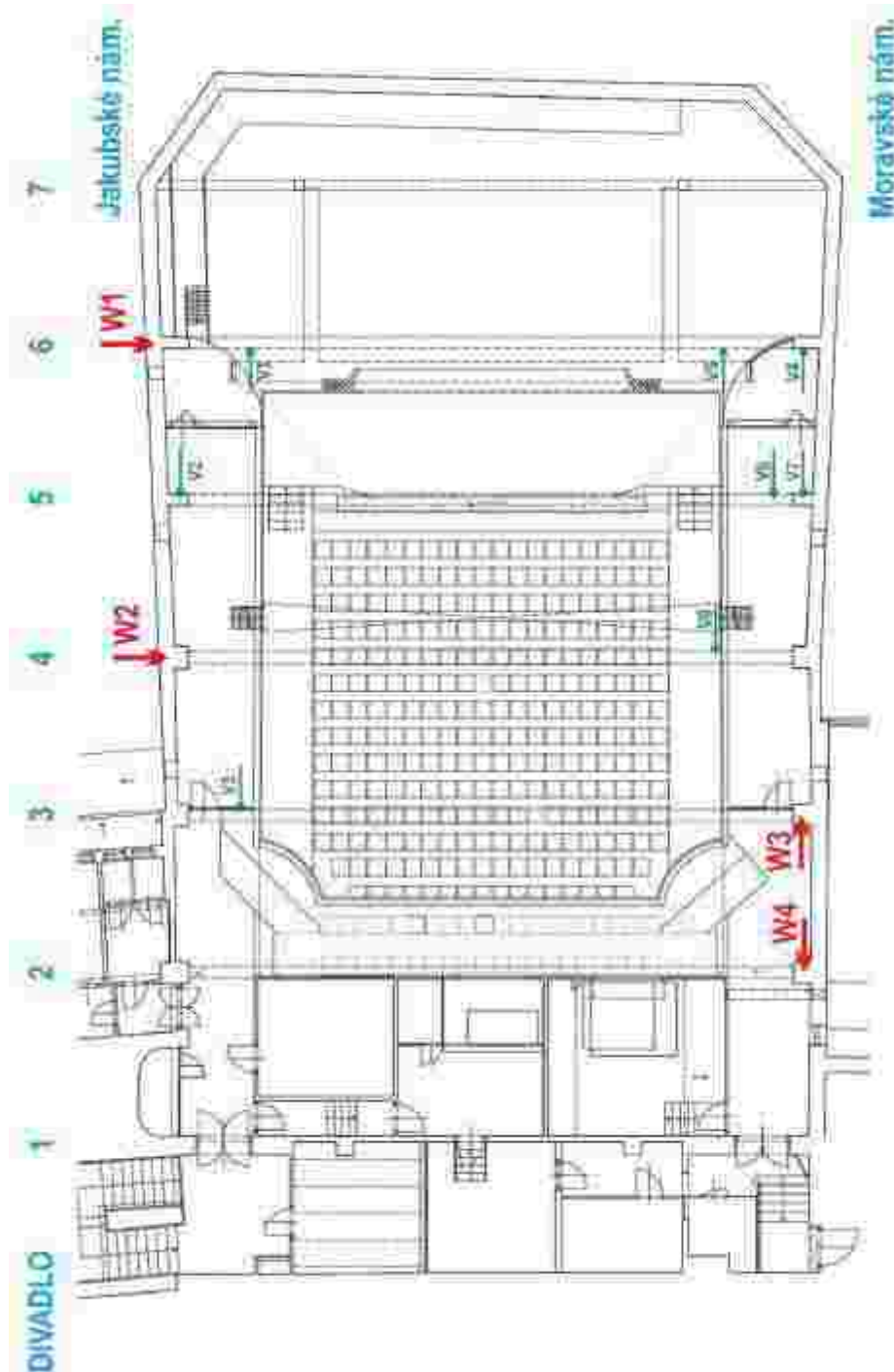
Obr.3 : Zobrazení trhlin na povrchu konstrukčních prvků

f) Stavebně-technický průzkum objektu

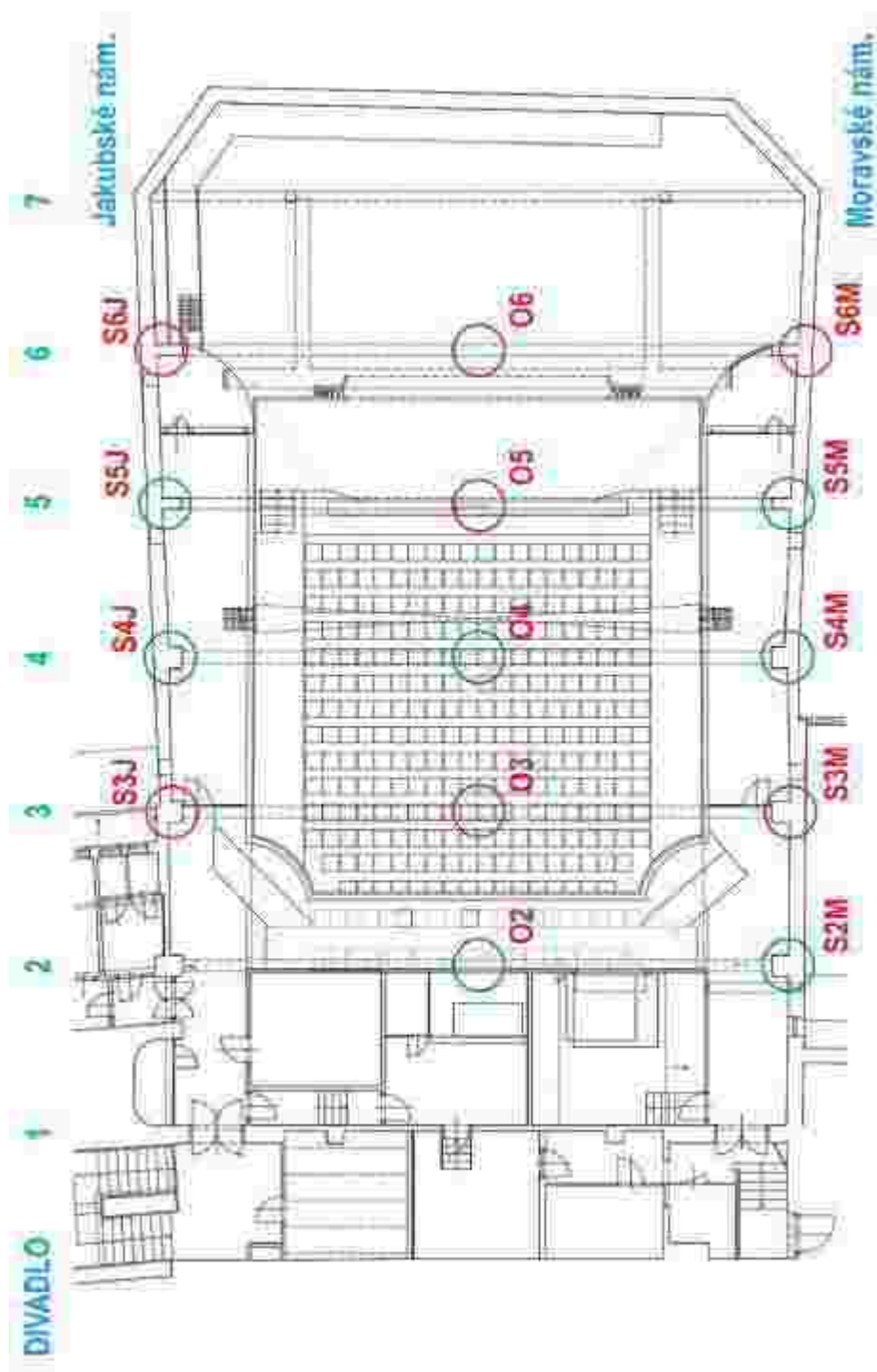
V období 07-08/2023 byl proveden stavebně-technický průzkum objektu (viz [9] a [10]).

Na základě požadavků objednatele bylo cílem průzkumu rozšíření předchozího, rozsahově omezeného stavebně technického průzkumu z ledna 2023 (HS122354005).

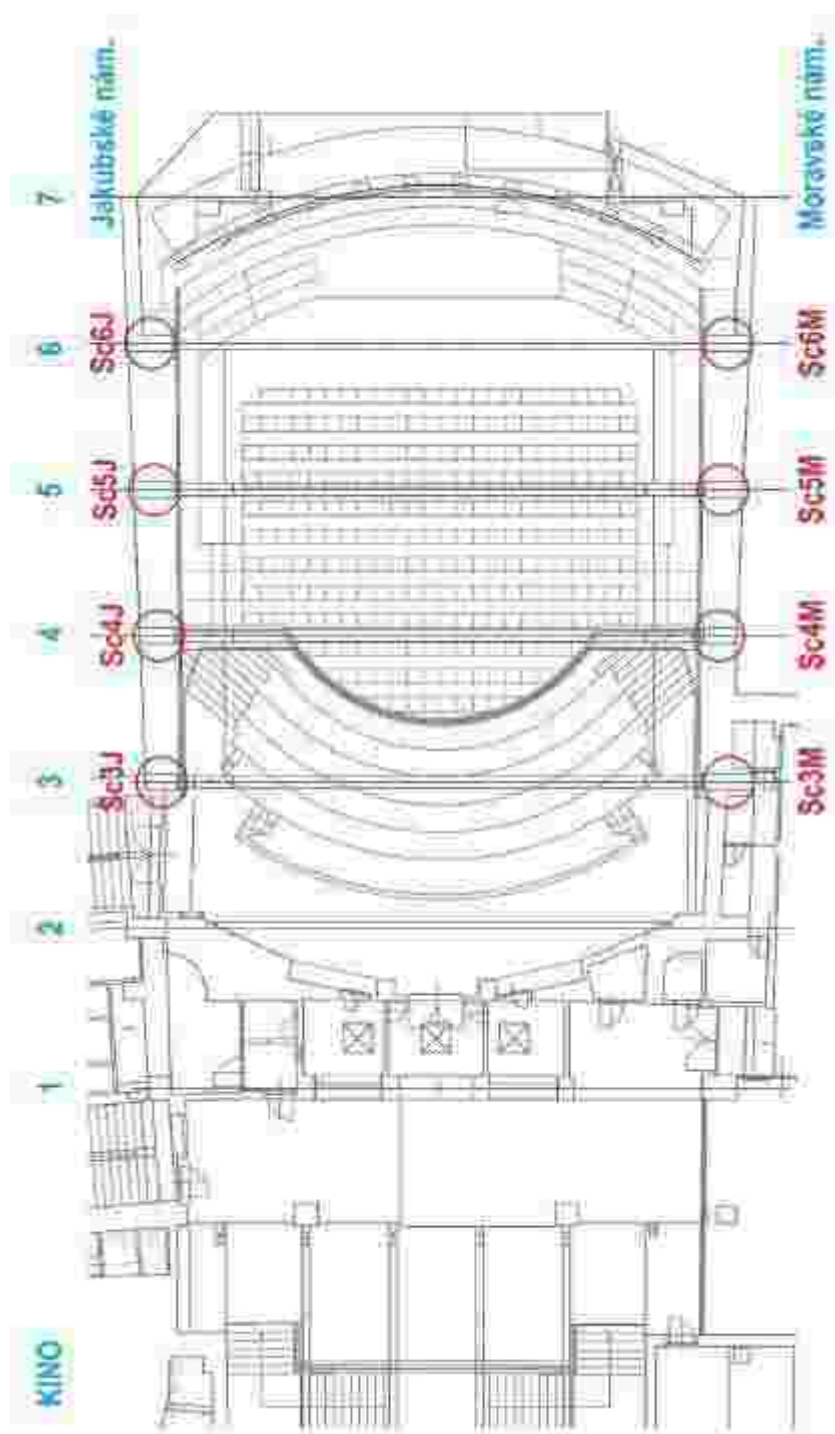
Cílem vlastního průzkumu bylo stanovení materiálových charakteristik betonu konstrukce, a zjištění vyztužení vybraných prvků konstrukce. To vše v souvislosti se zjištěnými poruchami konstrukce a plánováním dalších možností provozu divadla, respektive možné rekonstrukce.



Obr.4 : Schéma rozmístění jádrových vývrtů v rámových styčnicích (sondy W1 až W4), zeleně jsou vyznačeny sondy V1 až V8 z předchozího průzkumu v lednu 2023



Obr.5 : Schéma rozmístění sond pro stanovení vyztužení ve střešních obloucích (sondy O2 až O6) a rámových styčnicích (sondy S3J až S6J a S2M až S6M). Zeleně jsou vyznačeny sondy, kde bylo vyztužení, nebo část vyztužení stanoveno v rámci předchozího průzkumu v lednu 2023



Obr.6 : Schéma rozmístění sond pro stanovení vyztužení rámových styčnicích konstrukce objektu (sondy Sc3J až Sc6J a Sc3M až Sc6M)

f.1) Výsledky stavebně-technického průzkumu - sál divadla Bolka Polívky

Na 7 zkušebních tělesech vyrobených ze 4 jádrových vývrtů z betonu železobetonové konstrukce – oblouků a horních částí sloupů nad sálem Divadla Bolka Polívky – byly stanoveny vlastnosti betonu: objemová hmotnost betonu, hloubka karbonatace fenolftaleinovým testem, dále dynamický ultrazvukový modul pružnosti (z něho proveden výpočet odhad statického modulu pružnosti) a pevnost v tlaku betonu. Jednalo se o doplňkový průzkum k I. etapě z ledna 2023, v níž bylo vyzkoušeno 13 zkušebních těles z 8 jádrových vývrtů. Výsledky zkoušek v I. a II. etapě vyšly prakticky identické, celý soubor proto mohl být vyhodnocen společně.

Stěžejní vlastností je pevnost v tlaku in situ (pevnost na vývrtech přepočtená na štíhlostní poměr 2:1), která vyšla v průměru 17,0 MPa. Dále byla stanovena charakteristická válcová pevnost v tlaku v konstrukci $f_{ck, is} = 12,1$ MPa. Na základě dosažených výsledků zkoušek byla dle ČSN EN 13791 betonu přiřazena pevnostní **třída C 12/15**, bez rezervy. Zatřídění je stejné jako v I. etapě průzkumu.

Zjištěné hodnoty modulu pružnosti jsou velmi nízké (průměrná hodnota statického modulu pružnosti vyšla pouze 11,2 GPa) a neodpovídají dosažené pevnostní třídě betonu.

Karbonatace betonu dosáhla do značné hloubky, pohybovala se od 50 do 80 mm (v I. etapě od 20 do 110 mm).

Bylo zjištěno vyztužení obloukových nosníků ve vrcholu oblouku i v místech rámových styčníků, v rozsahu možném dosahem NDT přístrojů a sekaných sond, s ohledem na místy omezenou přístupnost částí konstrukce. Vyztužení stanovené v jednotlivých sondách je podrobně popsáno v [9]. Lze konstatovat, že vyztužení není z pohledu současnosti ideální, a vykazuje zásadní nedostatky, které se mimo jiné týkají absence třmínků v klíčovách místech sloupů, nevhodná ukončení výztuží sloupů současně s pracovní spárou ve stejném místě a podobně.

Ve sloupech byly zjištěny hlavní výztuže pouze na čelních stranách z vnější i vnitřní strany rámu. Na bocích sloupů, pokud byly zpřístupněny, nebyla žádná svislá výztuž zjištěna. V případě rámu 2 a 3 bylo zjištěno, že hlavní výztuž sloupu z vnitřní strany rámu končí nad podlahou (ve výškách cca 700 až 1000 mm nad podlahou), a pokračují jen pruty tvořící výztuž oblouků. V místě ukončení výztuže sloupů se nachází vodorovné trhliny ve sloupu. V ostatních rámech byla z vnitřní strany rámu zjištěna jen výztuž jdoucí následně do oblouků, případná výztuž sloupů přetažená z nižšího podlaží je tedy patrně ukončena níže (v úrovni podlahy?). V klíčové partii mezi podlahou a patou oblouku se třmínky vyskytují sporadicky, nebo zcela chybí!

f.2) Výsledky stavebně-technického průzkumu - sál Kina Scala

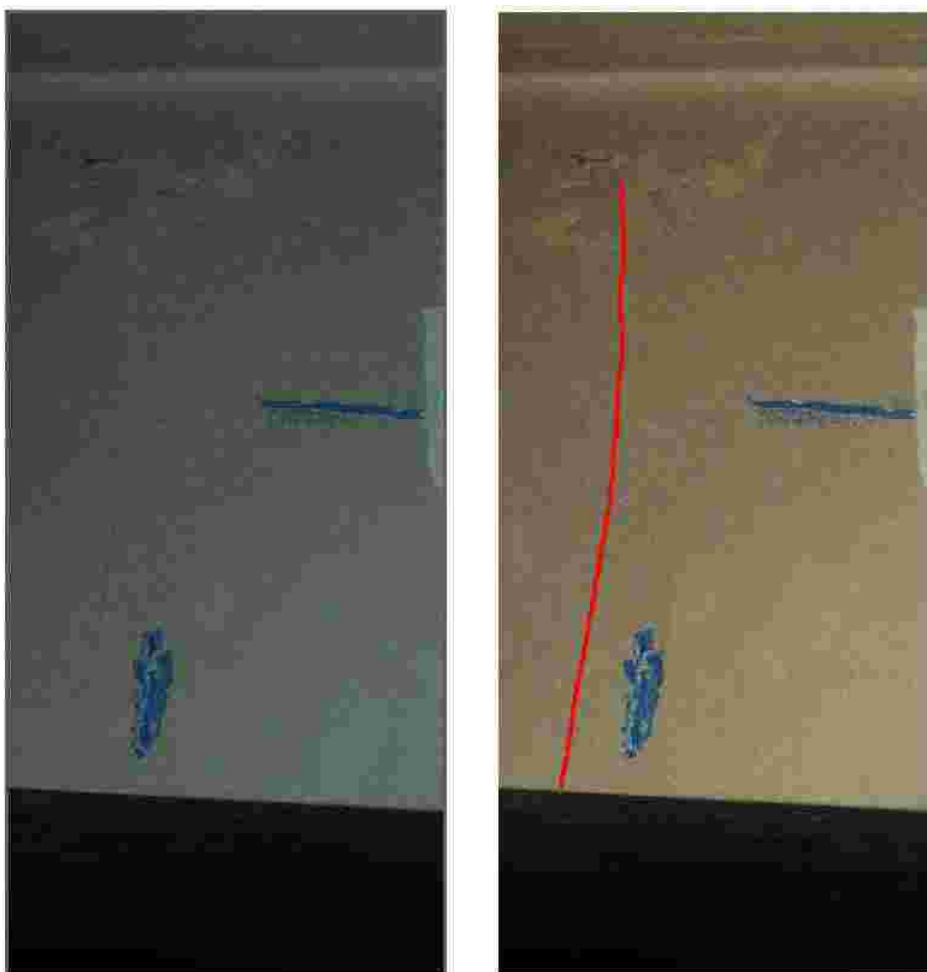
V místech rámových styčníků konstrukce bylo v požadovaných místech zjištěno vyztužení sloupů z čela v interiéru divadla, a v přístupných místech i protilehlého čela sloupu z exteriéru. Dále bylo stanoveno vyztužení u spodního líce průvlaků v místě vetknutí do sloupů, i způsob propojení vyztužení sloupů a průvlaků. Měření proběhlo v místech, kdy bylo možné zpřístupnit povrch konstrukce odstraněním obložení a podhledů.

f.3) Zjištěné poruchy - sál divadla Bolka Polívky

Při podrobné prohlídce konstrukce v místě prováděných sond, byly zjištěny zásadní poruchy v podobě trhlin.

- **oblouky**

V železobetonovém oblouku v rámu 3 (sonda O3) se vyskytují vlasové trhliny o šířce cca 0,1 - 0,2 mm, ve vrcholu oblouku je průměrná vzdálenost trhlin cca 590 mm. V ostatních obloucích je výskyt trhlin spíše sporadický.

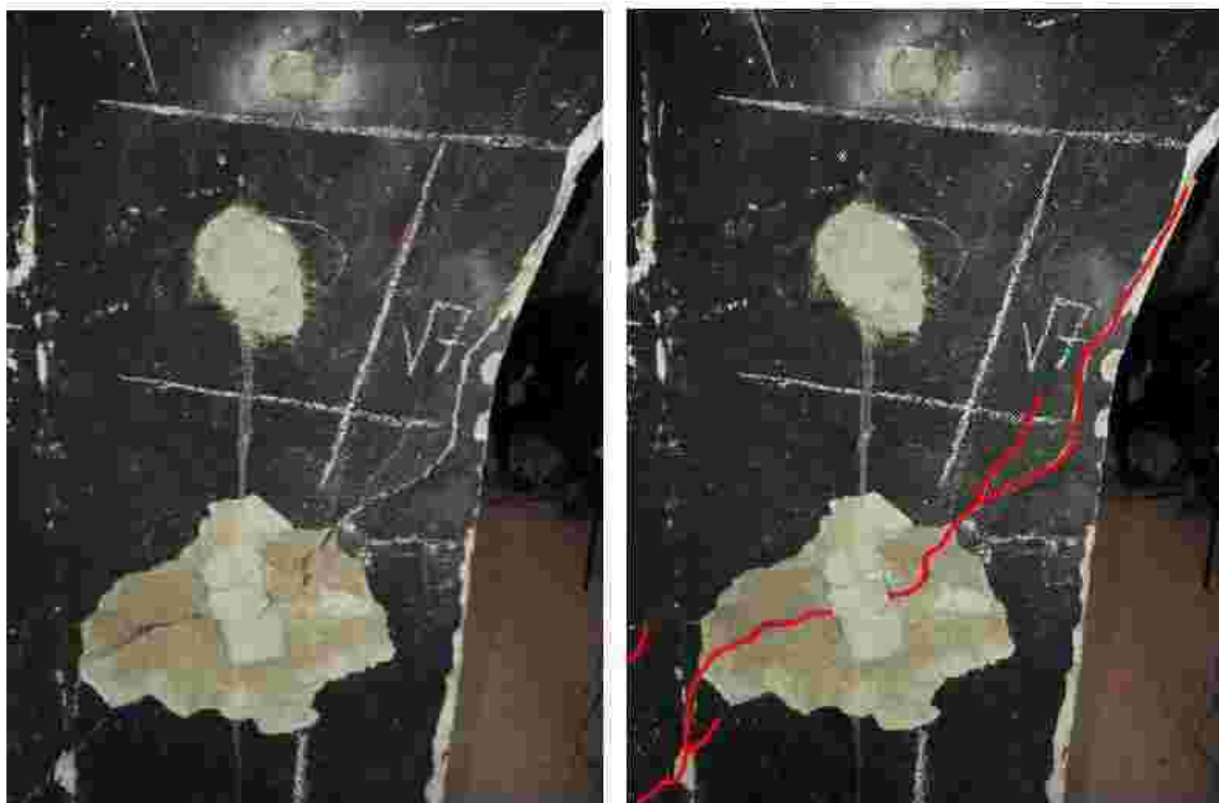


Obr.7 : Jedna z vlasových trhlin ve vrcholu oblouku v sondě O4 (v levé části snímku). Pro názornost v pravém obrázku trhlina zvýrazněna červeně.

- **rámové styčníky - rám 5, sondy S5M a S5J**

Zásadní poruchou jsou trhliny ve sloupech pod úrovní vetknutí oblouků. Bohužel jejich předchozí identifikace během posledního období provozu divadla byla obtížná, díky faktu, že v předchozím období byly trhliny maskovány zvýšenou vrstvou omítky, která se při progresi poruch odtrhla jako celek od povrchu betonu, a rozvoj trhlin do jisté míry kryla (například v místě sondy S5M byly trhliny v omítce rozevřeny opticky na cca 5 mm, ovšem po jejím odstranění je patrné, že v trhlínách v betonu je hlavní výztuž přicházející z oblouku vytržena posouvajícími silami z původní polohy až o cca 20 mm. Zde je zajímavé, že pod omítkou v sondě byl objeven přes trhlínu osazený sádrový terčík neznámého stáří, jehož porušení, a posun ve vodorovném směru dokumentuje pohyb trhliny od doby jeho vytvoření.

Provedení dalších sond a odstranění omítek vedlo ke zjištění, že tento typ poruchy (tedy trhliny způsobené posouvající silou ve vrcholové části sloupu mezi podlahou osvětlovací galerie a vetknutím oblouku) se systematicky opakuje prakticky ve všech sondách, liší se pouze detaily, ovlivněnými úrovní zakončení výztuže sloupů. Typické je, že právě v místech těchto poruch prakticky chybí ve sloupech třmínky, tento fakt umožnil vytržení hlavních výztuží z betonu sloupů v čele sloupů směrem do interiéru divadla. Tyto trhliny jsou rozevřeny řádově na jednotky milimetrů, v extrémních případech na desítky milimetrů.



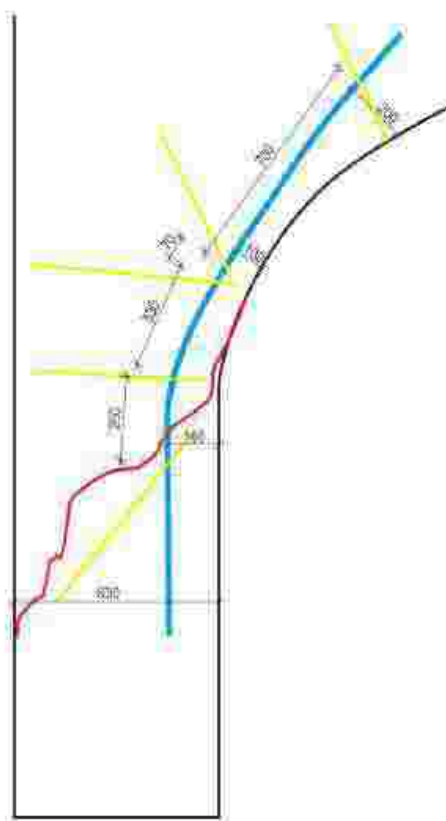
Obr.8 : Místo sondy S5M po odstranění části omítky v místě trhliny na boku sloupu, pod omítkou byla zachována sádrová destička neznámého stáří pro sledování trhliny. Je patrné její roztržení, a vodorovný posun v trhlíně. Pro názornost jsou v pravém obrázku trhliny zvýrazněny červeně.



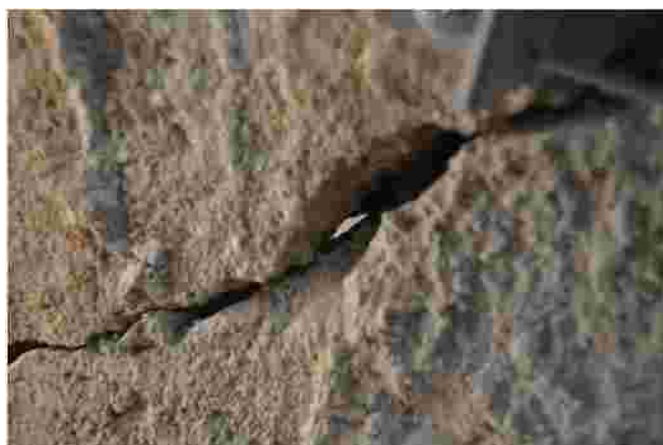
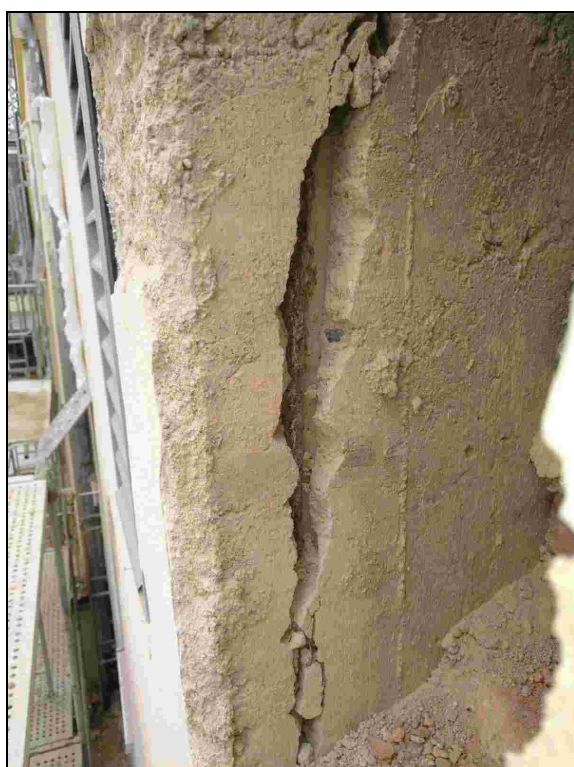
Obr.9 : Po odstranění části uvolněného betonu v trhlíně v sondě S5M byla zjištěna hlavní výztuž z oblouku, vytržená z původní polohy.



Obr.10 : Detail vytržené výztuže z původní polohy v sondě S5M, původní otisk v cementové matrici dobře patrný.

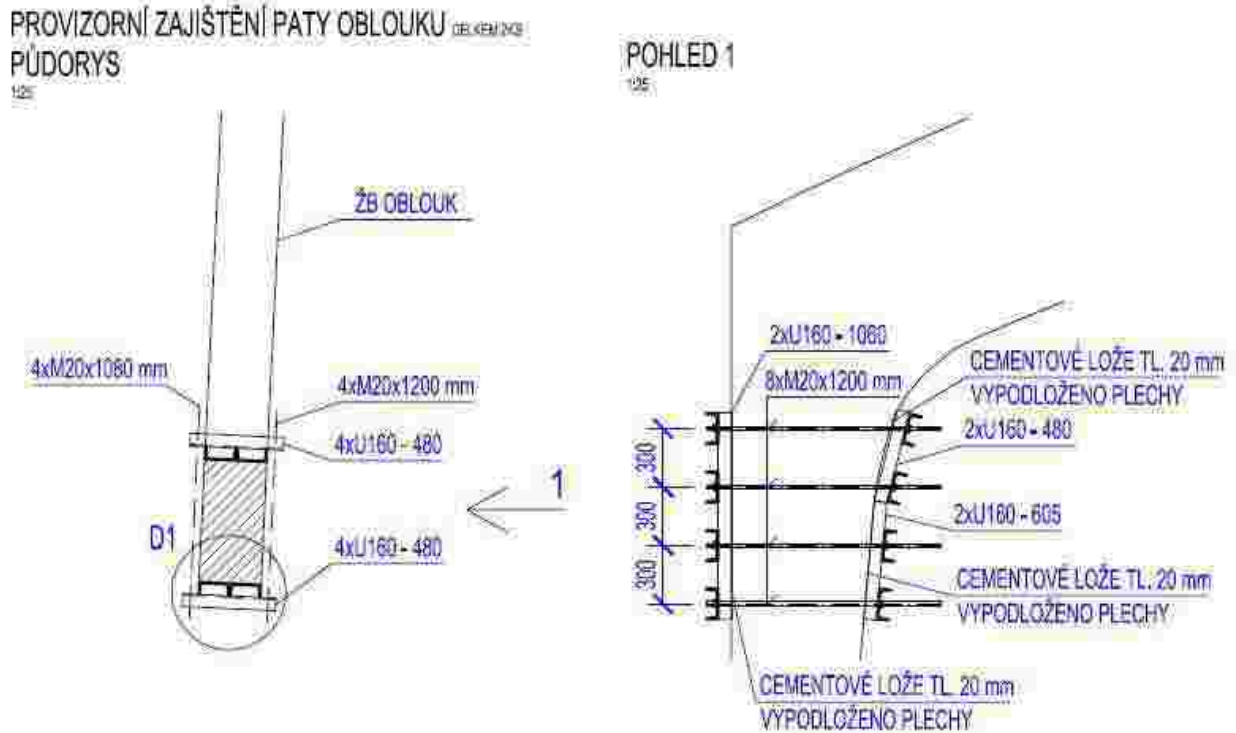


Obr.11 : Celkový pohled na místo sondy S5M spolu s vykreslením polohy trhlin a výztuže jasně ukazuje, že průběh trhliny souvisí se způsobem vyztužení, a velkou roli hraje poloha těmínků ve sloupu.

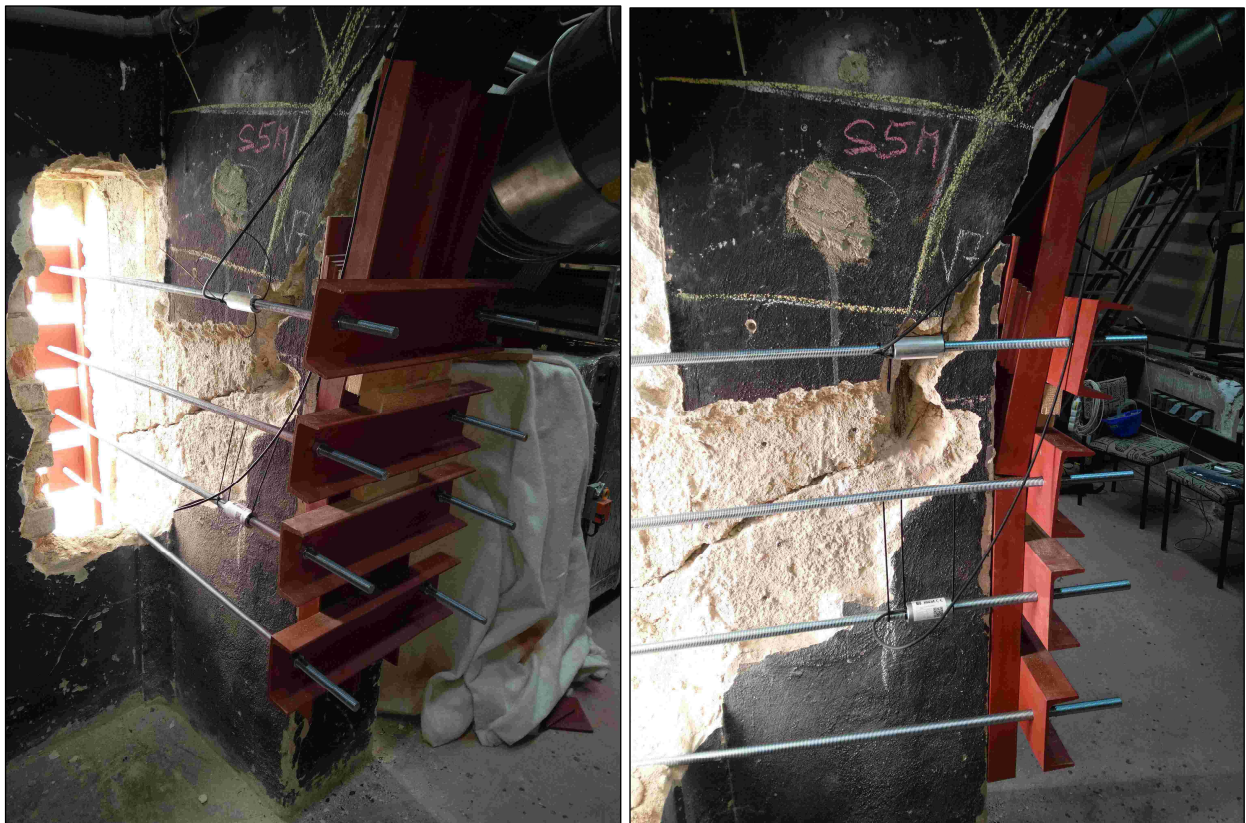


Obr.12-16 : Odstranění omítky v místě trhlin na sloupu S5M ukázalo jasnou existenci masivní trhliny, prakticky zcela od sebe oddělující beton sloupu nad a pod trhlinou se vzájemným vodorovným posunem jednotlivých segmentů

Tato masivní trhlina byla v průběhu února 2023 osazena měřicí deformace, pro přesné měření vzájemných pohybů částí konstrukce. V rámci druhého průzkumu v letním období bylo na základě jejich údajů rozhodnuto o přerušení průzkumu a neodkladném provizorním statickém zajištění sloupů v rámu 5.



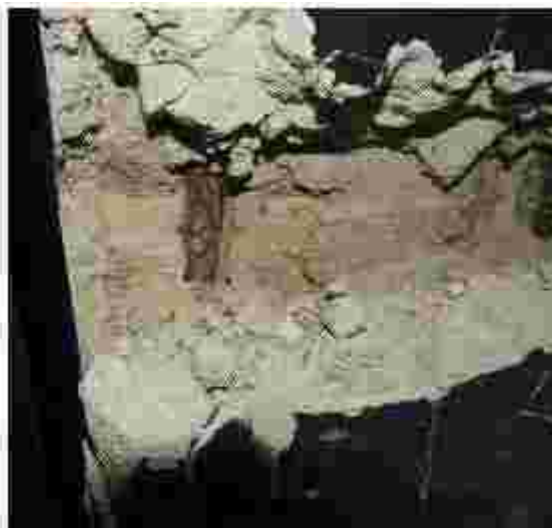
Obr.17 : Návrh provizorního statického zajištění sloupů v rámu 5



Obr.18-19 : Provizorní statické zajištění jednoho ze sloupů v rámu 5. ocelovými prvky spojenými závitovými tyčemi, s osazenými měřicí deformace.



Obr.20 : Celkový pohled na místo sondy S5J spolu s vykreslením polohy trhlin a výztuže opět jasně ukazuje, že průběh trhliny souvisí se způsobem vyztužení, a velkou roli hraje poloha třmínků ve sloupu, která trhlinu zde posunula níže k úrovni podlahy osvětlovací galerie.

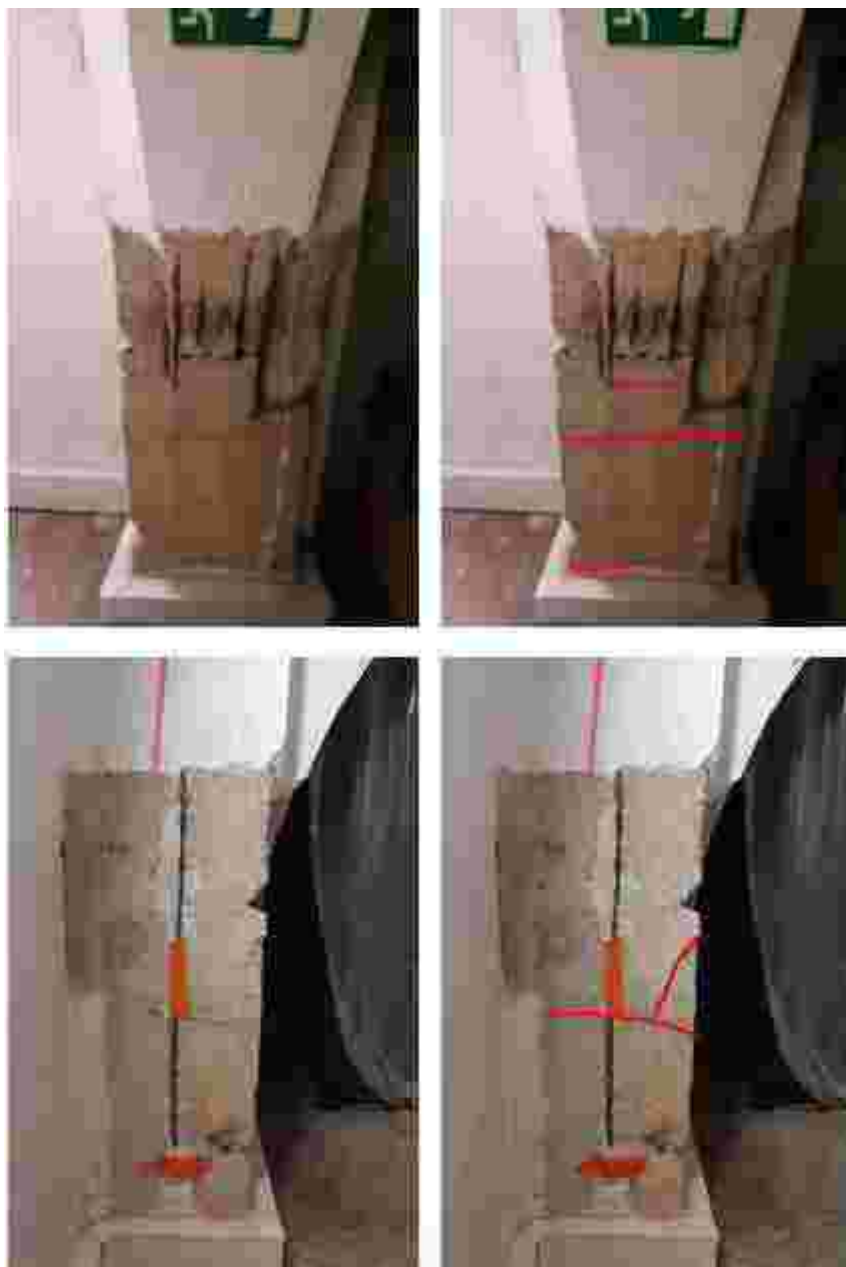


Obr.21 : I u krajní výztuže v sondě S5J je patrné její vytržení z původní pozice.



Obr.22-25 : Po odstranění omítky se ukázal celý rozsah poškození sloupu v sondě S5J, kde hlavní výztuž v čele sloupu je i z částí betonu vytržena (vyboulena) směrem do prostoru divadla. Za zmínku stojí i nulové krytí výztuže, které souvisí s absencí třmínků. Je zcela odtržena čelní strana sloupu s výztuží až do výšky 1200 mm nad podlahou, z této strany se odděluje se dvojice vodorovných trhlin napříč sloupem ve výšce cca 750 mm nad podlahou.

- rámové styčníky - rám 2, sondy S2M

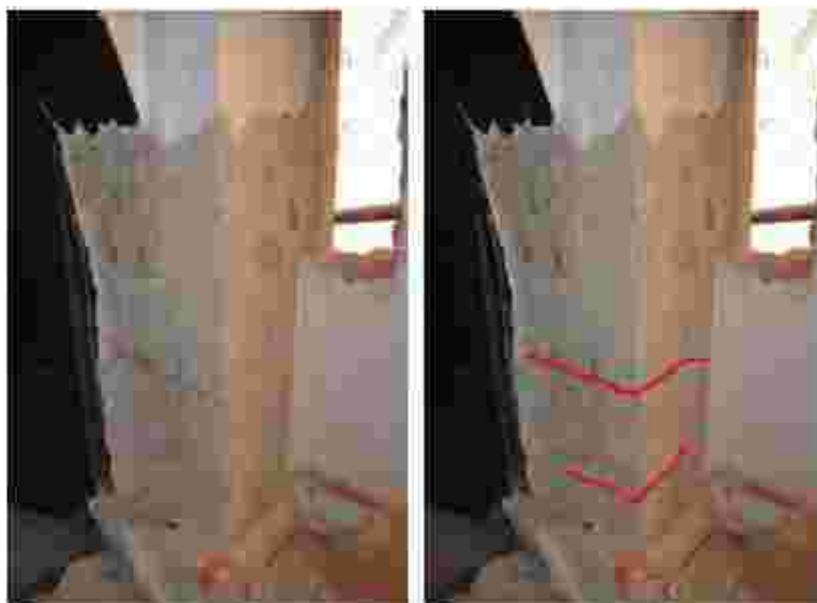


Obr.26-29 : Místo sondy S2M po odstranění části omítky, na bočním líci je patrná vodorovná trhlinka ve výšce cca 870 mm nad úrovní podlahy, na čelním trhliny ve výšce 170 a 890 mm nad podlahou a výše pracovní spára. Pro názornost jsou v pravých obrázcích trhliny zvýrazněny červeně.

- rámové styčníky - rám 3, sondy S3M a S3J

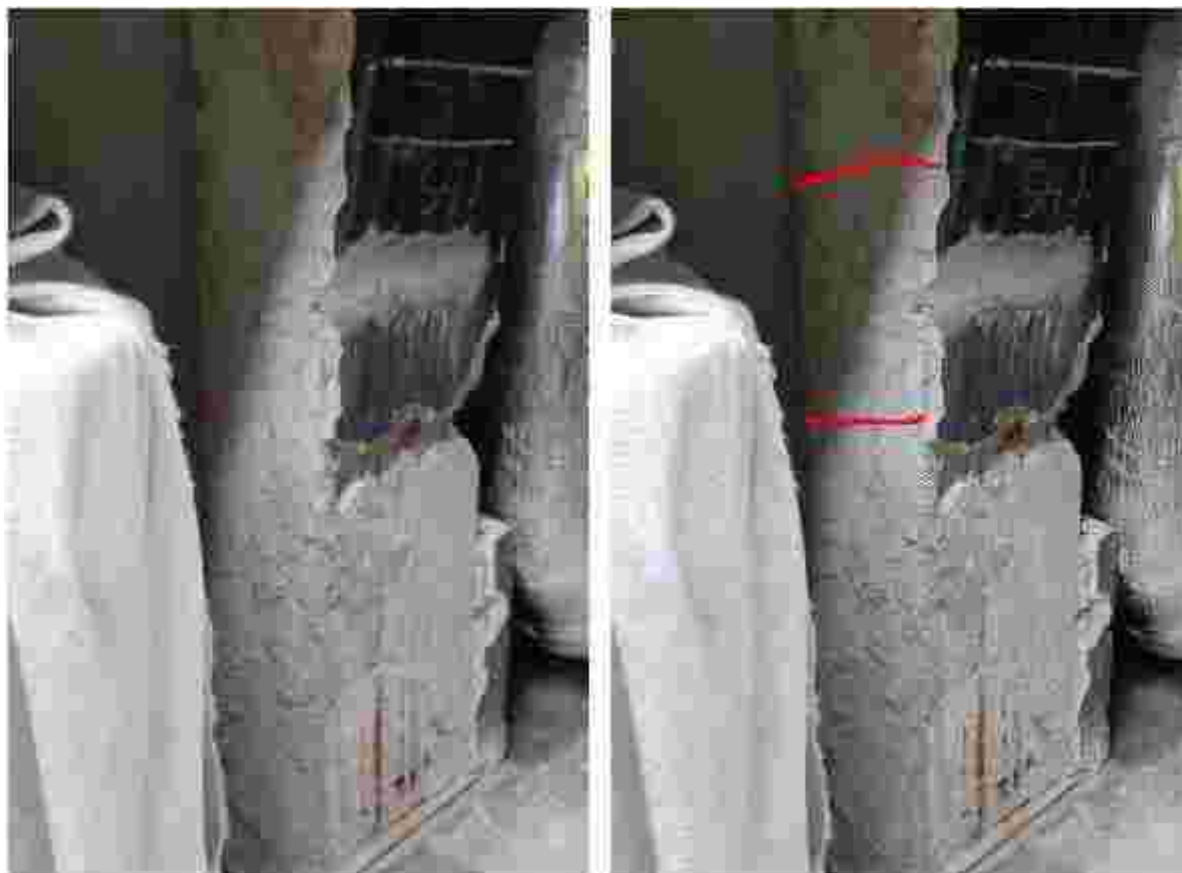


Obr.30-31 : Místo sondy S3J po odstranění části omítky, je patrná vodorovná trhlina ve výšce cca 750 mm nad úrovní podlahy. Pro názornost je v pravém obrázku trhlina zvýrazněna červeně.



Obr.32-33 : Místo sondy S3M po odstranění části omítky, jsou patrné vodorovné trhliny ve výšce cca 420 a 830 mm nad úrovní podlahy. Pro názornost jsou v pravém obrázku trhliny zvýrazněny červeně.

- rámové styčníky - rám 4, sondy S4M a S4J



Obr.34-35 : Místo sondy S4J po odstranění části omítky, jsou patrné vodorovné trhliny ve výšce cca 900 a 1320 mm nad úrovní podlahy. Pro názornost jsou v pravém obrázku trhliny zvýrazněny červeně.

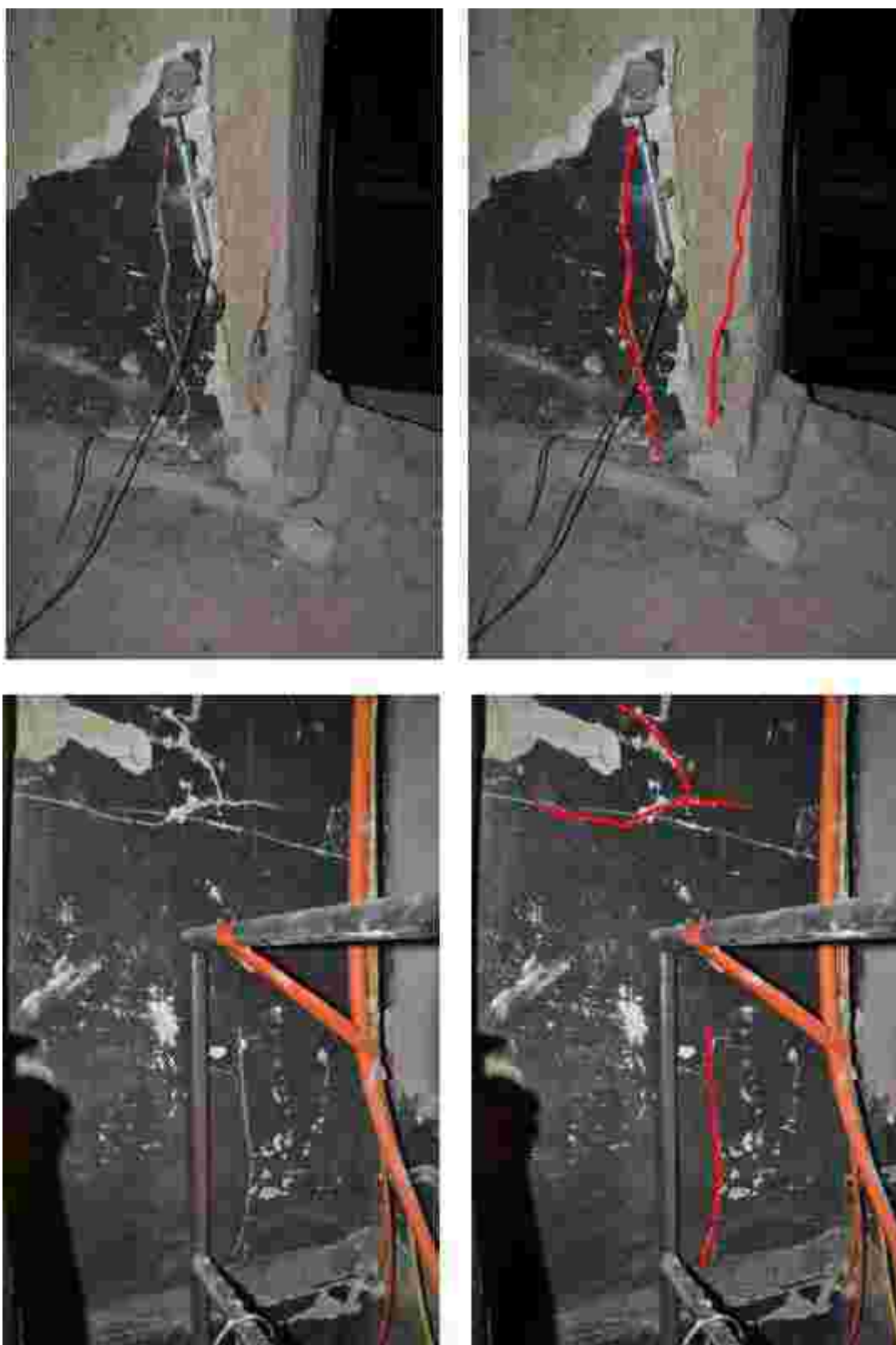


Obr.36-40 : Místo sondy S4M po odstranění části omítky, jsou patrné šikmé a vodorovné trhliny. Pro názornost jsou v dolních obrázcích obrázku trhliny zvýrazněny červeně.

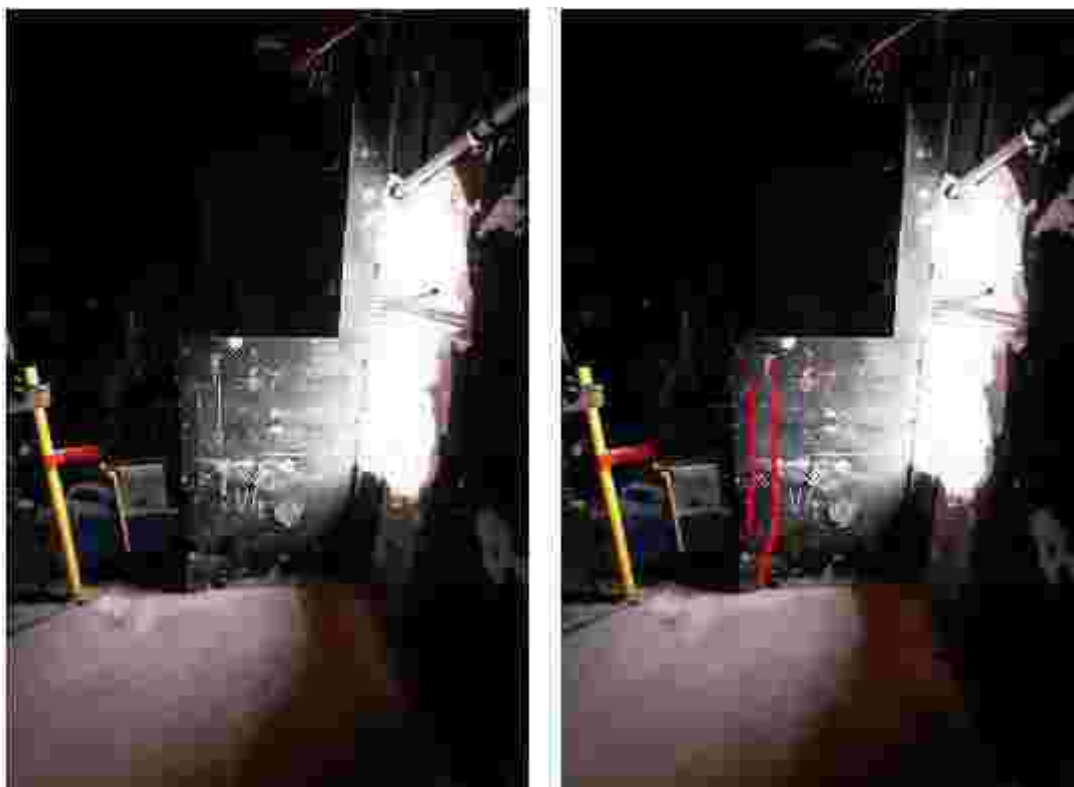
- rámové styčníky - rám 6, sondy S6M a S6J



Obr.41-42 : Místo sondy S6J po odstranění části omítky, je patrné především odtržené čelo sloupu do výšky cca 500 mm. Pro názornost jsou v pravém obrázku trhliny zvýrazněny červeně.



Obr.43-46 : Místo sondy S6J, detail odtrženého čela sloupu a trhliny na protilehlé straně sloupu. Pro názornost jsou v pravém obrázku trhliny zvýrazněny červeně.



Obr.47-48 : Místo sondy S6M, před odstraněním omítky byly patrné zejména svislé trhliny na bocích sloupu.



Obr.49 : Místo sondy S6M, po odstranění omítky se jasně ukázalo, že jedna z trhlín kopírovala odtržení čelní strany betonu i s výztuží (boulení, mimo jiné v důsledku absence třmínků).



Obr.50 : Místo sondy S6J v místě jádrového vrtání z exteriéru budovy. I zde došlo k odtržení povrchové vrstvy betonu boulením výztuže, stejně jako na straně v interiéru!

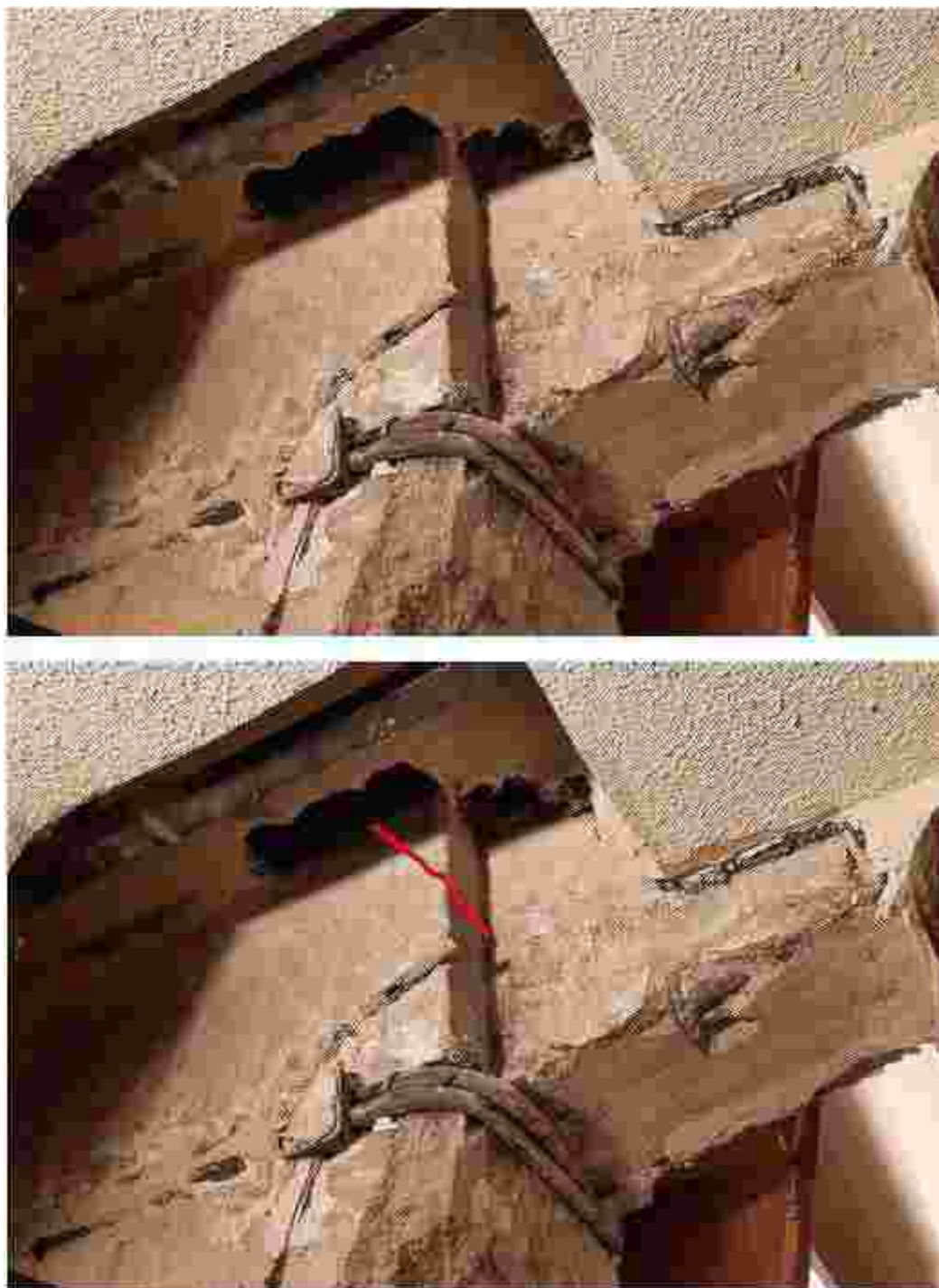
f.1) Zjištěné poruchy - sál Kina Scala

Při podrobné prohlídce konstrukce v místě prováděných sond, byly zjištěny systematicky se vyskytující poruchy, v podobě šikmých trhlin ve sloupech v místě vetknutí průvlaku o šířce cca 0,5 – 2,0 mm, dokumentované na následujících fotografiích.

Při obhlídce exteriéru konstrukce byla již nad rámec průzkumu zjištěna koroze vnějších výztuží ve sloupech na straně obrácené k Moravskému náměstí. Tato koroze výztuže způsobila odtržení krycí vrstvy betonu a boulení fasádní omítky v místě sloupů na úrovni cca 1 m nad terénem dvorku.



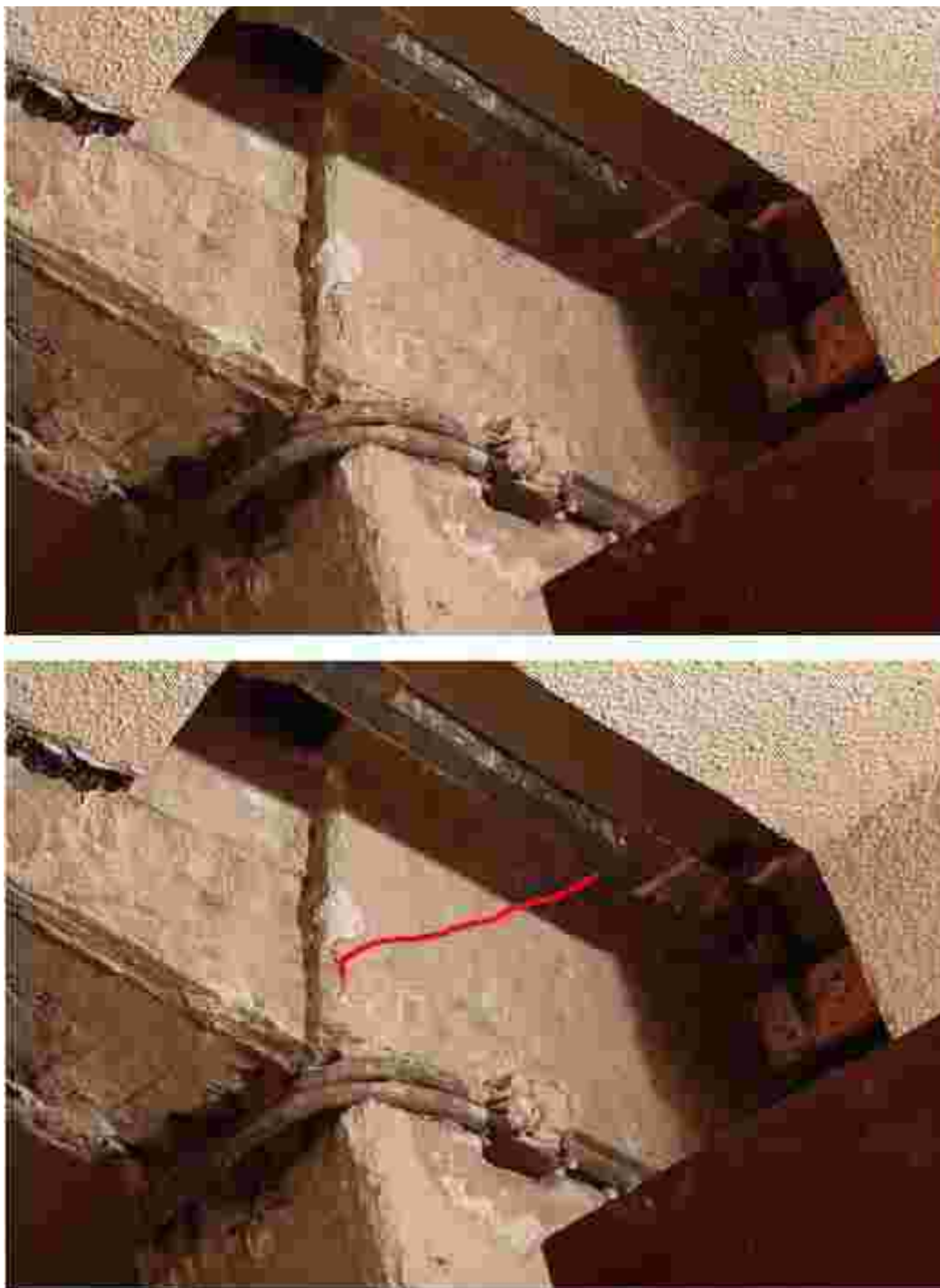
Obr.51-52: Typická trhlina ve sloupu, v místě rámového styčnicku, sonda Sc3J. Na spodním obrázku je pro názornost trhlina zvýrazněna červeně.



Obr.53-54: Typická trhlina ve sloupu, v místě rámového styčnicku, sonda Sc3M. Na spodním obrázku je pro názornost trhlina zvýrazněna červeně.



Obr.55-56: Typická trhlina ve sloupu, v místě rámového styčnicku, sonda Sc4J. Na spodním obrázku je pro názornost trhlina zvýrazněna červeně.



Obr.57-58: Typická trhlina ve sloupu, v místě rámového styčnicku, sonda Sc4M. Na spodním obrázku je pro názornost trhlina zvýrazněna červeně.



Obr.59-60: Typická trhlina ve sloupu, v místě rámového styčnicku, sonda Sc5M. Na spodním obrázku je pro názornost trhlina zvýrazněna červeně.



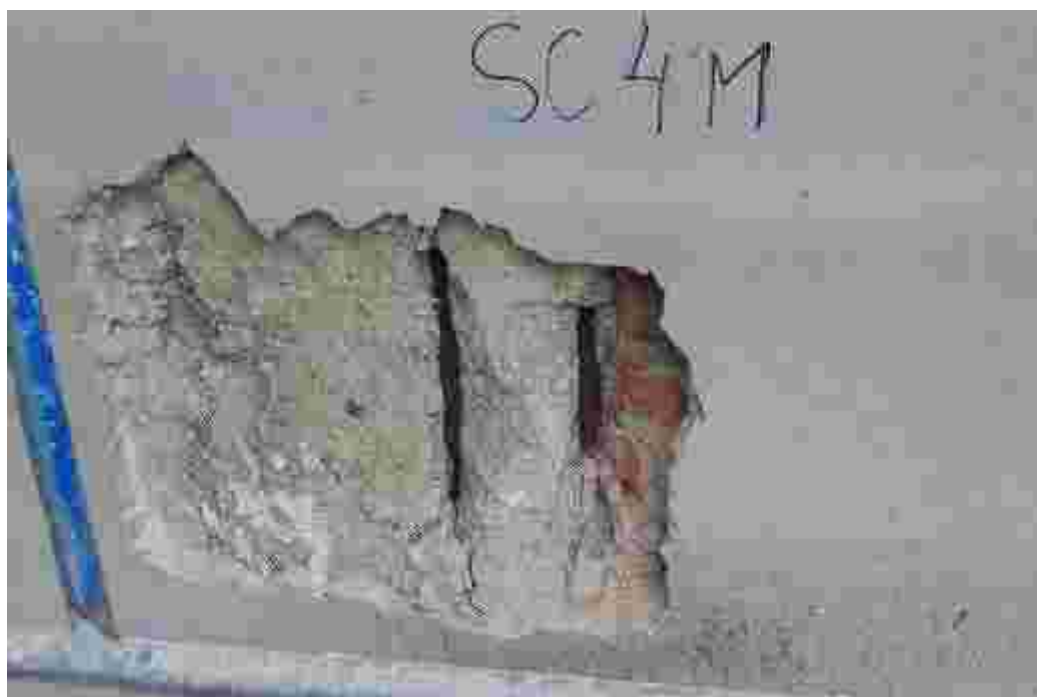
Obr.61-62: Typická trhlina ve sloupu, v místě rámového styčnicku, sonda Sc6J. Na spodním obrázku je pro názornost trhlina zvýrazněna červeně.



Obr.63-64: Typická trhлина ve sloupu, v místě rámového styčnicku, sonda Sc6M. Na spodním obrázku je pro názornost trhлина zvýrazněna červeně.



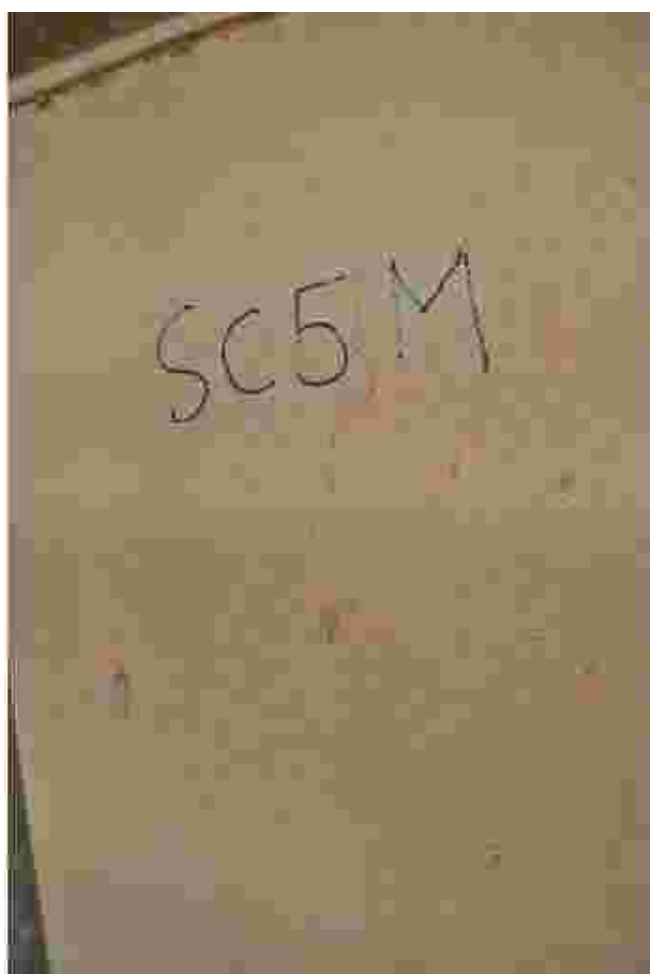
Obr.65: Pod sondou Sc4M v exteriéru objektu, v úrovni cca 1 m nad úrovní terénu ve dvorním traktu byly na novější fasádě patrné trhliny, a boulení omítky.



Obr.66: Po odstranění omítky bylo zjištěno odtržení krycí vrstvy betonu a masivní koroze hlavní výztuže sloupu.



Obr.67: Detail korodované výztuže z předchozího obrázku.



Obr.68: Pod sondou Sc5M v exteriéru objektu, v úrovni cca 1 m nad úrovní terénu ve dvorním traktu byly na novější fasádě patrné stejné projevy koroze výztuže, což potvrdila sekaná sonda



Obr.69: Detail koroze výztuže ve sloupu pod sondou Sc5M



Obr.70: Prakticky stejná situace je patrná v místě pod sondou Sc6M.



Obr.71: Detail koroze výztuže ve sloupu pod sondou Sc6M, v úrovni cca 1 m nad terénem dvorku.

g) Monitoring objektu

Vzhledem k havarijnímu stavu objektu z 02/2023 a následnému opatření pro možnost dalšího dočasného užívání objektu (02-06/2023) byl zahájen monitoring, který byl jednou z podmínek možnosti dočasného užívání.

Monitoring zajišťuje firma INSET a trvá dosud.

Průběh monitoringu:

21.2.2023 – Instalace měřicího systému

Za účelem monitoringu trhlin v divadle nainstalovány deformometry.

Jedná se o systém snímačů IOT LV + snímač DH15.

Instalováno celkem 8 snímačů DH15. Celkem 4 měřicí místa, na každém místě dvojice snímačů (svislý + vodorovný/šikmý). Data ze 4 snímačů DH15 vždy sdružena do jednoho dataloggeru IOT LV. U každého snímače IOT LV pak instalován teploměr pro sledování teploty.

Na kritickém sloupu dále instalovány 2 náklonoměry IOTIN (nad a pod trhlinou).



Foto z instalace 21.2.2023. 2x snímače DH15 + 2x náklonoměr IOTIN.



Foto z instalace 21.2.2023, detail snímače DH15



Foto z instalace 21.2.2023. Snímač IOT LV – ukládá data ze 4 snímačů DH15, ukládá data z měření teploty, bezdrátově odesílá data



Foto z instalace 21.2.2023, router – přijímá data ze snímačů IOT a odesílá data přes datovou síť od systému Miner

Červen 2023

Prudký nárůst deformací v důsledku vysokých teplot, překročení původně definovaných varovných stavů (0,1 mm), denní sledování výsledků.

Dne 30.6.2023 – ukončení provozu v budově, zrušení varovných stavů

Červenec 2023

Dne 23.7.2023 dosažena maximální hodnota deformace 0,823 mm (vodorovný snímač na kritickém sloupu)

Srpen 2023 – rozšíření monitoringu

Cílem rozšířeného monitoringu je sledování napětí ve svornících statického zajištění kritického sloupu. Dále monitoring trhliny ve stropním vazníku a na třetím sloupu od jeviště vpravo.

1.8.2023

Balkon vpravo: Kvůli plánované instalaci systému Dynamag demontovány oba deformy a oba náklony ze 2. sloupu od jeviště. Na 1. sloupu deformy ponechány.

Balkon vlevo: trvale demontovány snímače DH15 z 1. sloupu u jeviště na balkoně vlevo. Z druhého pilíře vlevo dále demontován 2x DH 15 - příprava pro osazení systému Dynamag.

Stropní průvlak 3. sloupu - instalován deform DH15 a snímač IOT LV.

2.8.2023

Instalovány snímače Dynamag (DYN1H, DYN1D) na 2. sloup pravého balkonu. Dále vrácen na původní místo horní náklon nad trhlinou. Dva snímače DH 15. Na třetí pilíř vpravo od jeviště jsme v trhlíně nad podlahou instalovali nový DH15

4.8.2023

Instalace dalších 2 snímačů Dynamag (DYN2H, DYN2D) na 2. sloup na levém balkoně.

Spuštěn systém Dynamag – zkušební provoz. Kontinuální monitoring, dálkový přenos dat, data ukládána na portálu Sahure. Nastaveny hodnoty varovných stavů (5 kN)

11.8.2023

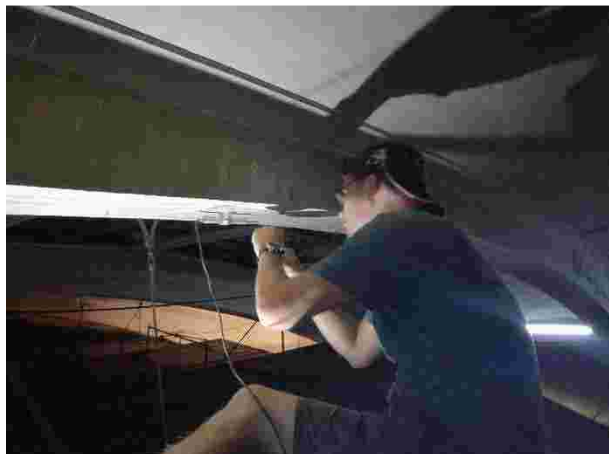
Výměna měřicí jednotky Dynamag – spuštění měření



Snímače Dynamag nainstalované na svornících kritického sloupu (2. sloup od jeviště na balkoně vpravo)



Snímač DSCS systému Dynamag – detail



Instalace snímače DH15 ve stropním vazníku

15.8.2023

V době provádění sekané sondy u 1. sloupu, balkon vpravo, skokový nárůst deformace u snímače poblíž. Nárůst o cca 1,5 mm.

17.10.2023

Navýšení varovného stavu u systému Dynamag na 6kN.

Výsledky měření:

21.2. – 15.6.2023 – hodnoty deformací u všech snímačů do 0,1 mm – nepřekročen varovný stav

15.6–31.7. 2023– U vodorovného deformu na kritickém sloupu postupný nárůst deformace až na 0,823 mm. Zcela evidentní souvislost s vysokými teplotami – v horkých dnech skokové nárůsty deformací (řádově desetiny mm). Deformace nevratné. V reakci na tento vývoj provedeno začátkem srpna statické zajištění kritického sloupu. U zbývajících snímačů deformace do 0,15 mm.

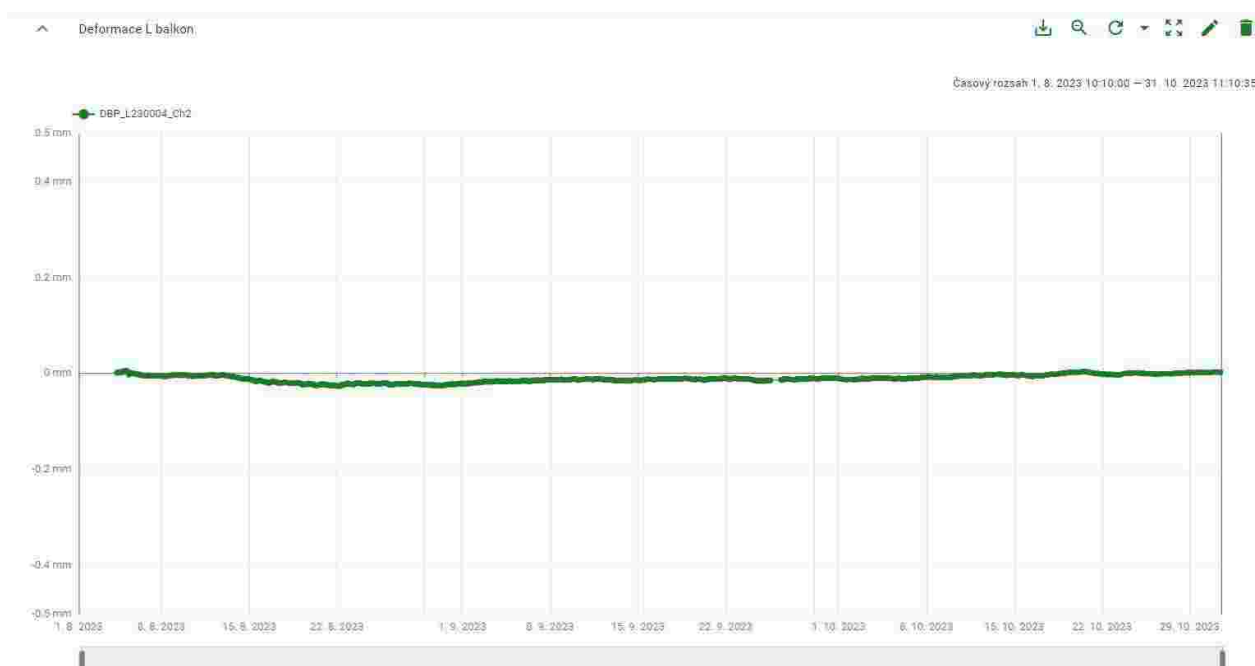
Srpen 2023–v souvislosti se statickým zajištěním provedena reinstalace měřicího systému

Srpen–říjen 2023

- **Stropní vazník** – max. deformace 0,034 mm, průběh prakticky konstantní, pouze mírné kolísání v souladu s teplotními změnami
- **Pravý balkon, 1. sloup** od jeviště – dne 15.8.2023 skoková změna o cca 1,5 mm u vodorovného snímače. Jinak průběh prakticky konstantní. U svislého snímače max. deformace 0,158 mm
- **Pravý balkon – 2. sloup** od jeviště – max. deformace 0,025 mm, průběh prakticky konstantní (sloup staticky zajištěn)
- **Pravý balkon, 3. sloup** od jeviště – dne 18.8.2023 skoková změna o 0,2 mm, jinak průběh prakticky konstantní, od té doby změna o 0,017 mm
- **Levý balkon, 2. sloup** od jeviště – max deformace 0,011 mm, průběh prakticky konstantní (sloup staticky zajištěn)
- **Snímače systému Dynamag** – pozorován pouze mírný nárůst napětí v souvislosti s poklesem teploty. Změny se blíží přesnosti měření (cca ± 1 kN)



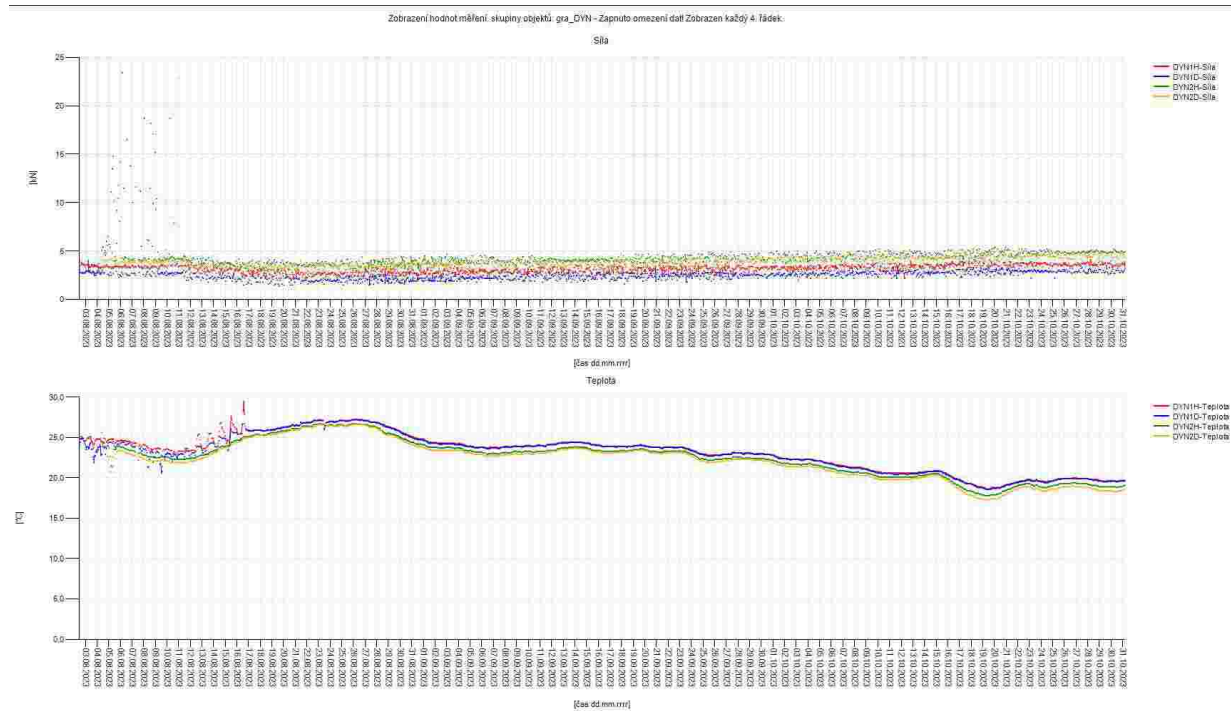
Obr.72: Záznam ze snímačů osazených na nejvíc poškozeném sloupu



Obr.73: Záznam ze snímače osazeného na straně do Jakubského náměstí



Obr.74: Záznam ze snímače osazeného na straně do Moravského náměstí



Obr.75: Záznam ze snímačů Dynamag (na šroubovicích statického zajištění sloupů)

h) Statický výpočet

h.1) Posouzení stropu nad Kinem Scala

Ze stavebně technického průzkumu [3] byla zjištěna poloha, profil výztuže a třída pevnosti betonu. Zároveň jsou zde uvedeny a popsány vady konstrukce (trhliny ve stropní desce a v rámovém rohu, nedostatečné krytí výztuže).

Stropní deska má tloušťku v poli 110 mm a u podepření trámem 200 mm. Dle stavebně technického průzkumu byla zjištěna výztuž pouze ve směru pnutí desky mezi trámy. Ohybová spodní výztuž desky je tvořena $\varnothing 8$ á 90 mm s krytím výztuže 10 mm. Tato výztuž byla zjištěna v poli. Nad podporou není známo vyztužení.

Trám je obdélníkového průřezu s výškou 1035 mm a šířkou 420 mm. Délka trámů se pohybuje od 10,842 m do 17,57 m. Světlá vzdálenost mezi trámy je v rozmezí 4,25 m až 4,32 m. Dle stavebně technického průzkumu byla zjištěna ohybová výztuž $4 \times \varnothing 32$ při spodním povrchu s krytím výztuže 20 mm a smyková výztuž $\varnothing 8$ á 291 mm (krytí 10 mm).

• Použité materiály

ŽB stropní deska, trámy: BETON: C12/15

OCEL: C34 (určená dle dostavby objektu podle CSN ISO 13822)

ŽB sloupy: BETON: C8/10

OCEL: C34 (určená dle dostavby objektu podle CSN ISO 13822)

• Zatížení

LC1:	VLASTNÍ TÍHA NOSNÉ KONSTRUKCE	ρ_k [kg/m ³]	$\gamma_f = 1,35$ -
	Stropní deska, průvlak	2140,00 ... dle stavebně technického průzkumu	
	Sloup	2100,00 ... dle stavebně technického průzkumu	
	Generuje software		

LC2: OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Sonda P1	ρ_k [kg/m ³]	t [m]	g_k [kN/m ²]
Koberec	1200	0,005	0,06
Vlysová podlaha	750	0,020	0,15
Prkna	700	0,048	0,336
Křemelinové desky	750	0,050	0,375
Celkem		0,123	0,921

$\gamma_f = 1,35$ -

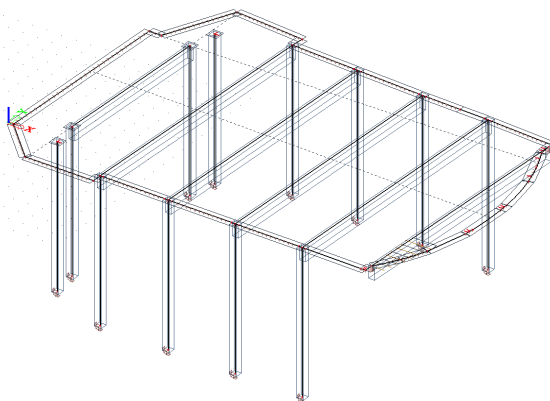
LC3: UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - KAT. C2

g_k [kN/m²]
4,00

$\gamma_f = 1,5$ -

• Statický výpočet – stropní deska nad 1. PP

Výpočetní model konstrukce:



• **Vstupní údaje**

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Směr
LC1	Vlastní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha	-Z
LC2	Ostatní stálé zatížení	Stálé	LG1	Standard	
LC3	Užitné zatížení kategorie C2	Stálé	LG1	Standard	

Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
LG1	Stálé		
LG2	Stálé		
LG3	Nahodilé	Standard	Kat C : shromáždění

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ_EN	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Užitné zatížení kategorie C2	1,00
MSP_charak_EN	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Užitné zatížení kategorie C2	1,00
MSP_kvazi_EN	EN-MSP kvazistálá	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Užitné zatížení kategorie C2	1,00
MSÚ	Obálka - únosnost	LC1 - Vlastní tíha	1,10
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,10
		LC3 - Užitné zatížení kategorie C2	1,30
MSP	Obálka - použitelnost	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Užitné zatížení kategorie C2	1,00

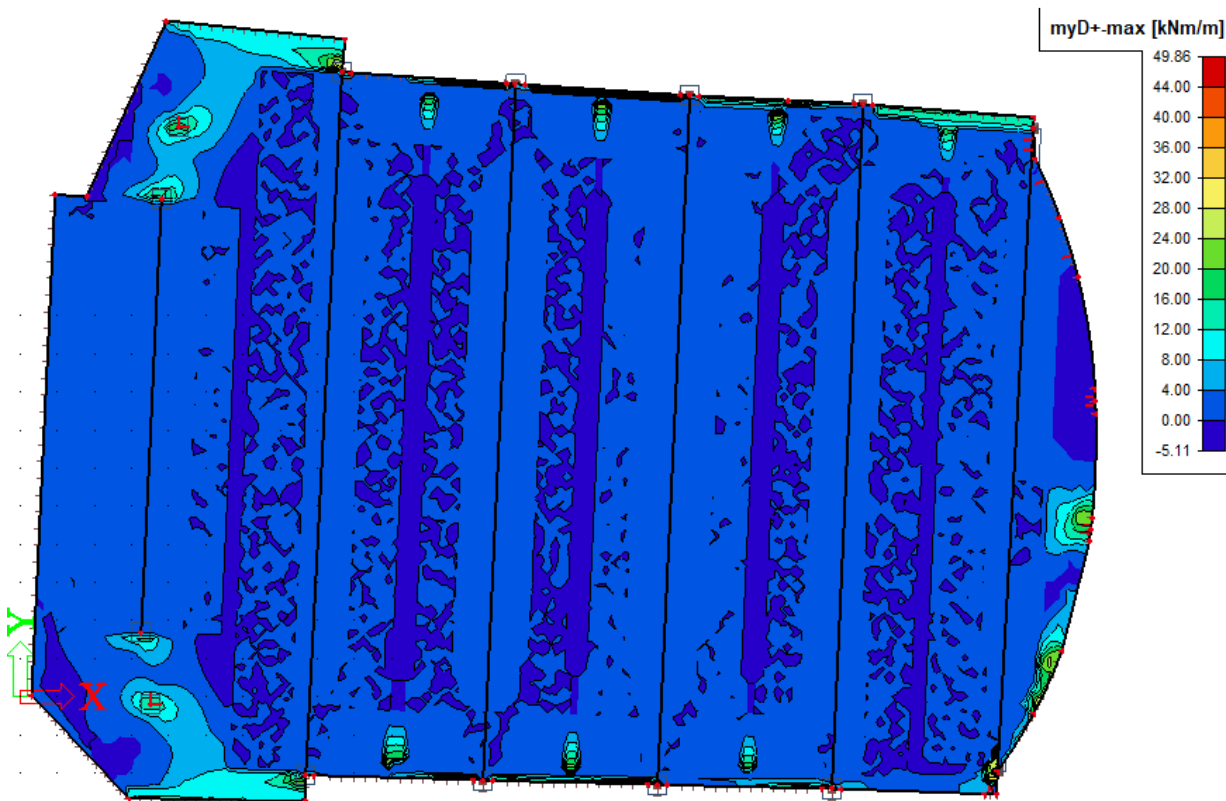
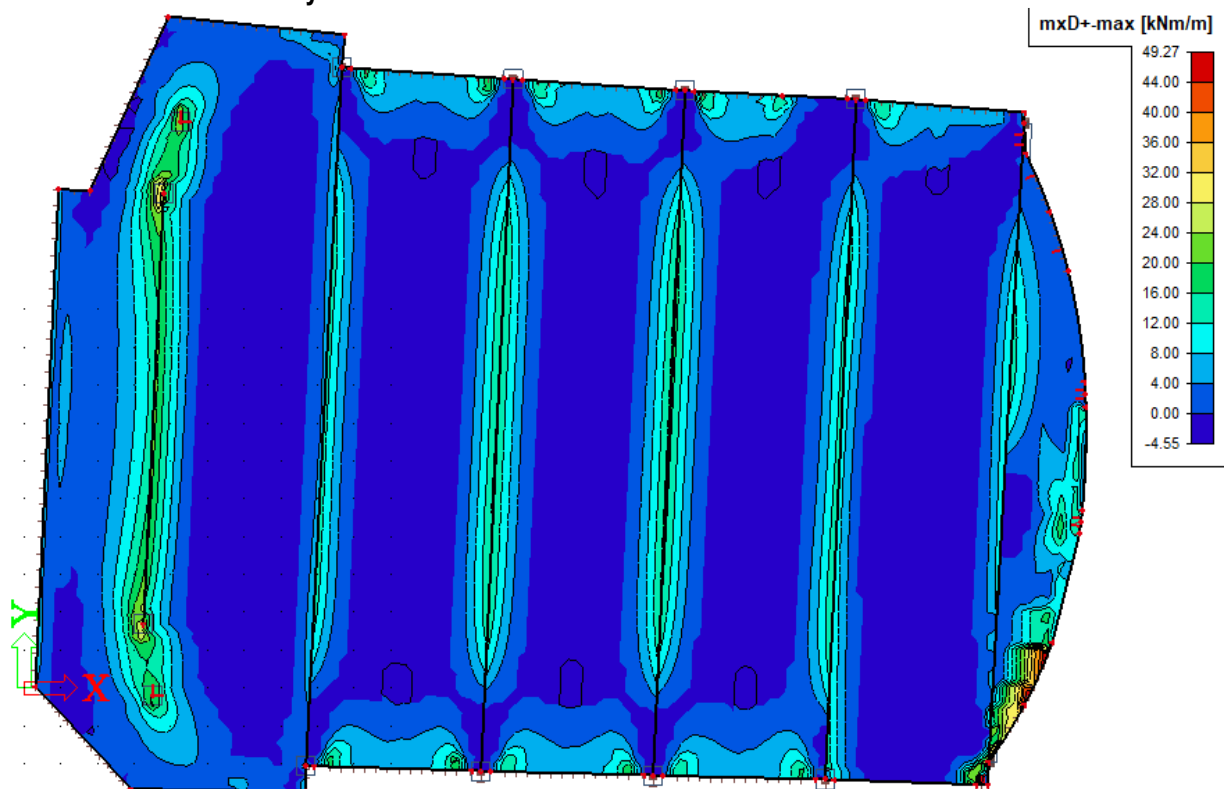
Skupiny výsledků

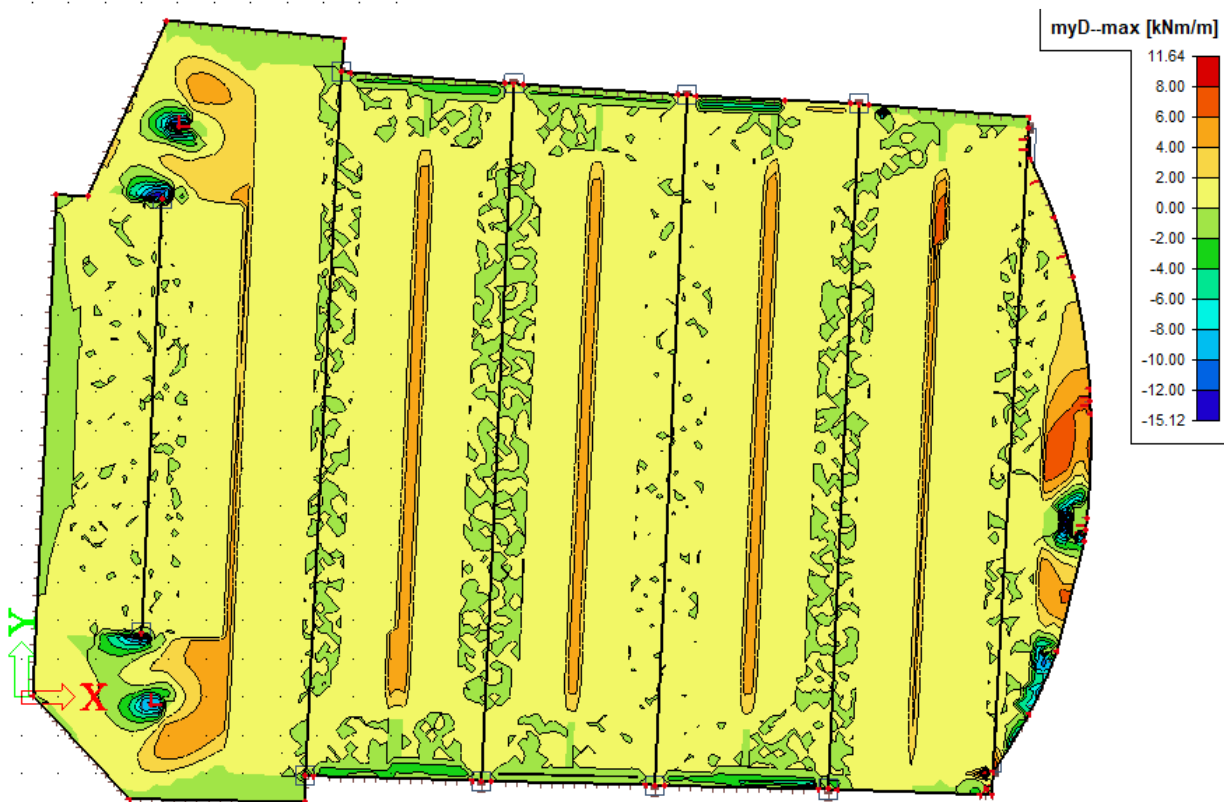
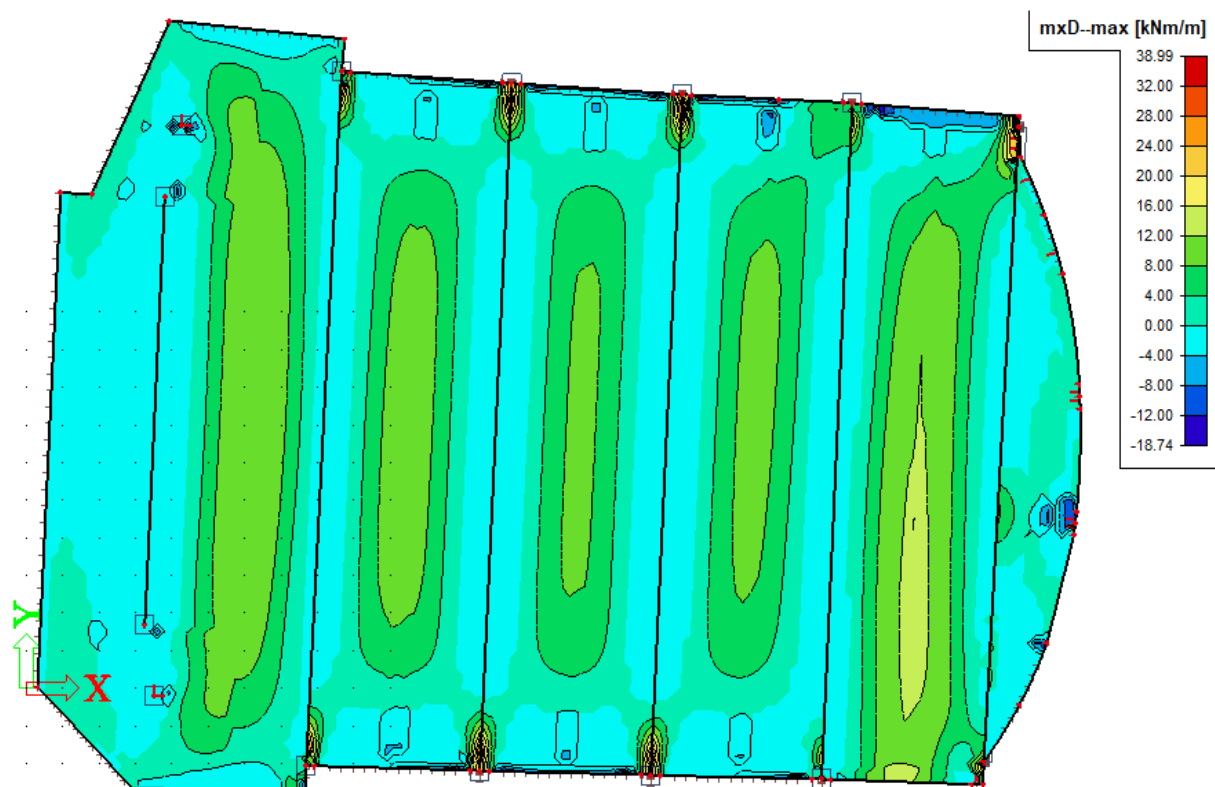
Jméno	Výpis
Všechny MSÚ	MSÚ_EN - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B MSÚ - Obálka - únosnost
Všechny MSP	MSP_charak_EN - EN-MSP charakteristická MSP_kvazi_EN - EN-MSP kvazistálá MSP - Obálka - použitelnost
Vše MSÚ+MSP	MSÚ_EN - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B MSÚ - Obálka - únosnost MSP_charak_EN - EN-MSP charakteristická MSP_kvazi_EN - EN-MSP kvazistálá MSP - Obálka - použitelnost

Materiály

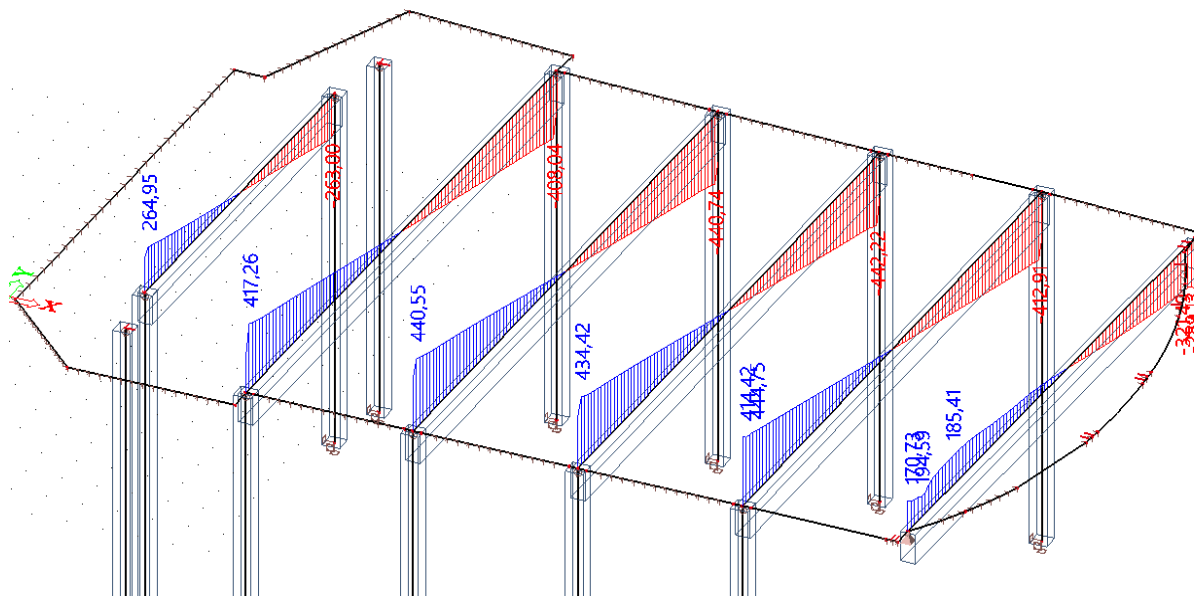
Jméno	Typ	Jednotková hmotnost [kg/m³]	E [MPa]	Poisson - nu	Tep.roztaž. [m/mK]	Charakteristická válcová pevnost v tlaku fck(28) [MPa]
C12/15	Beton	2140,0	2,7100e+04	0.2	0,00	12,00
C8/10	Beton	2100,0	2,5300e+04	0.2	0,00	8,00

• Vnitřní síly - MSÚ

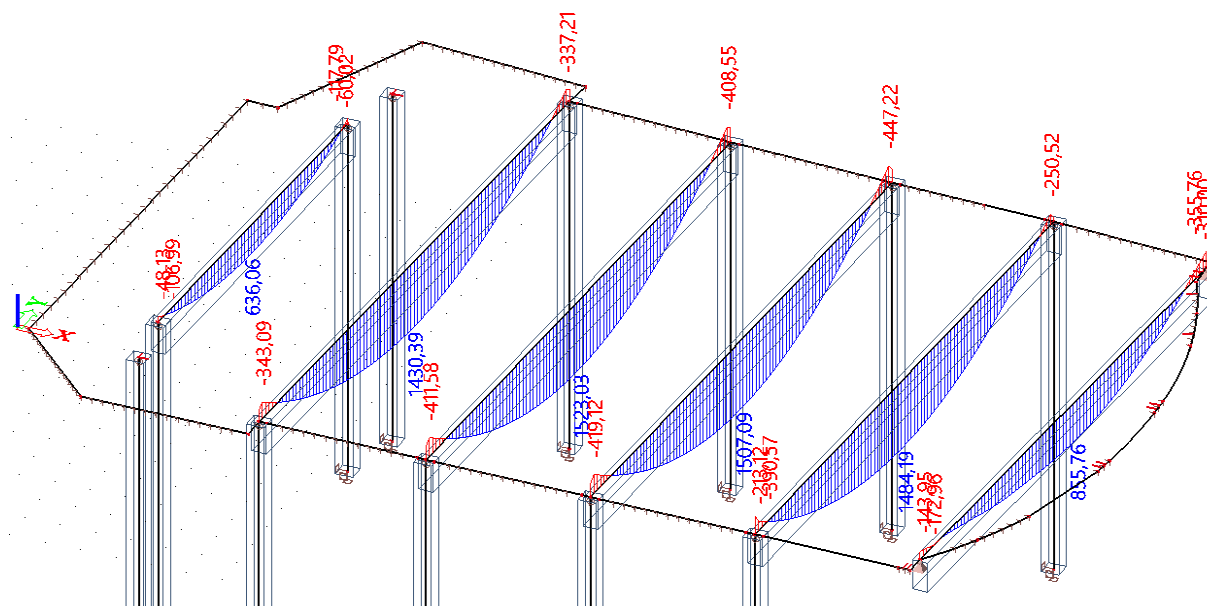




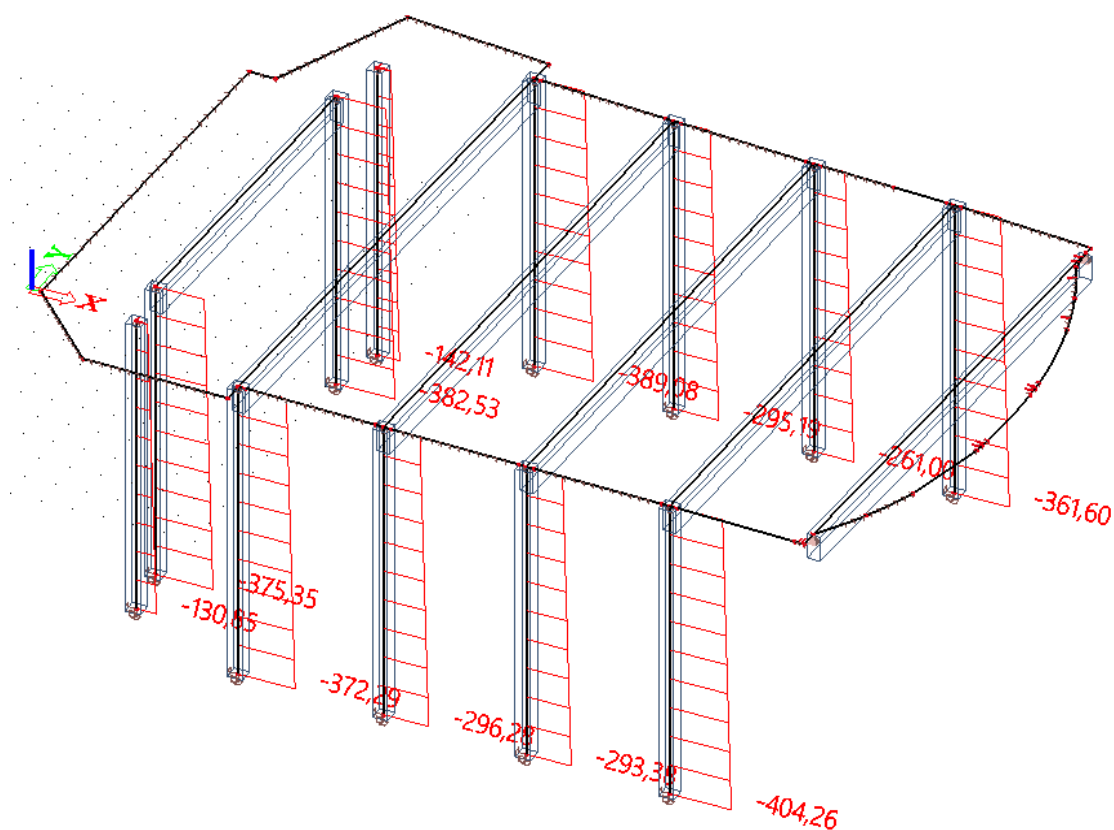
Průběh Vz na trámu:



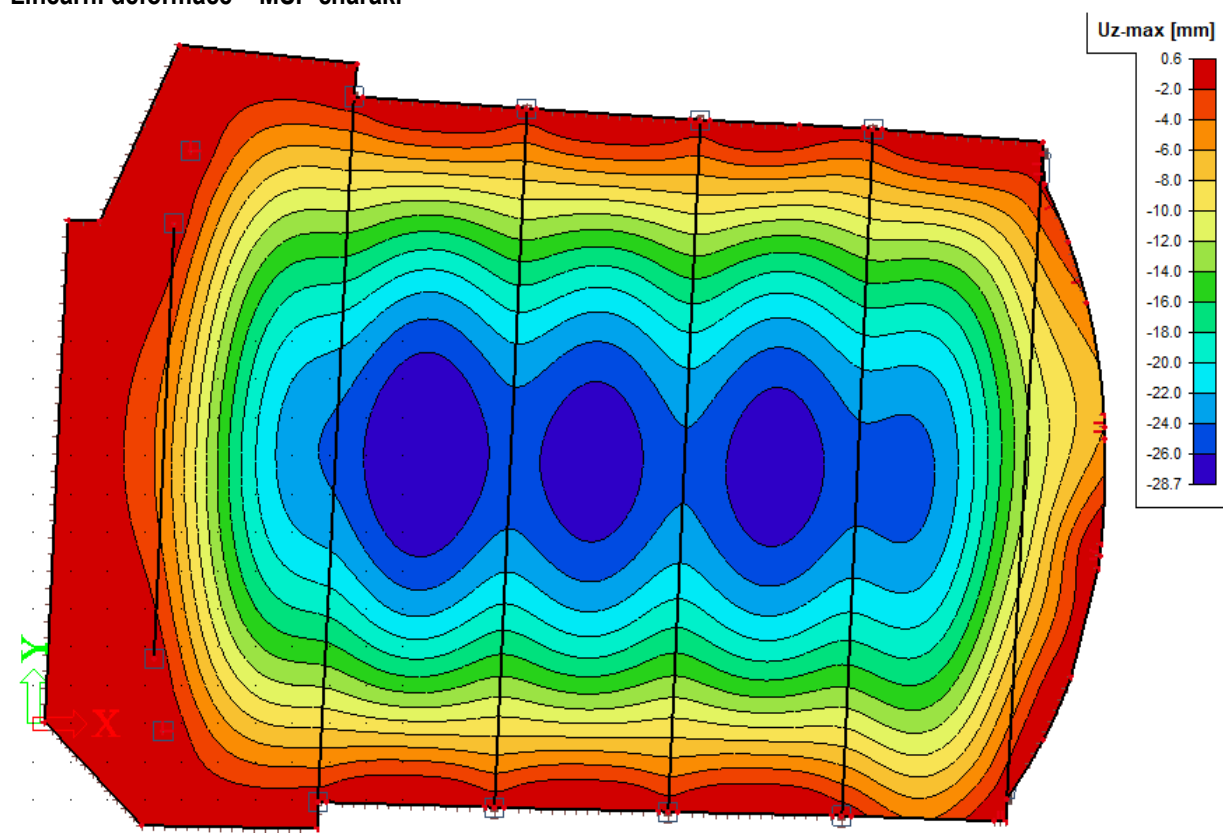
Průběh My na trámu:



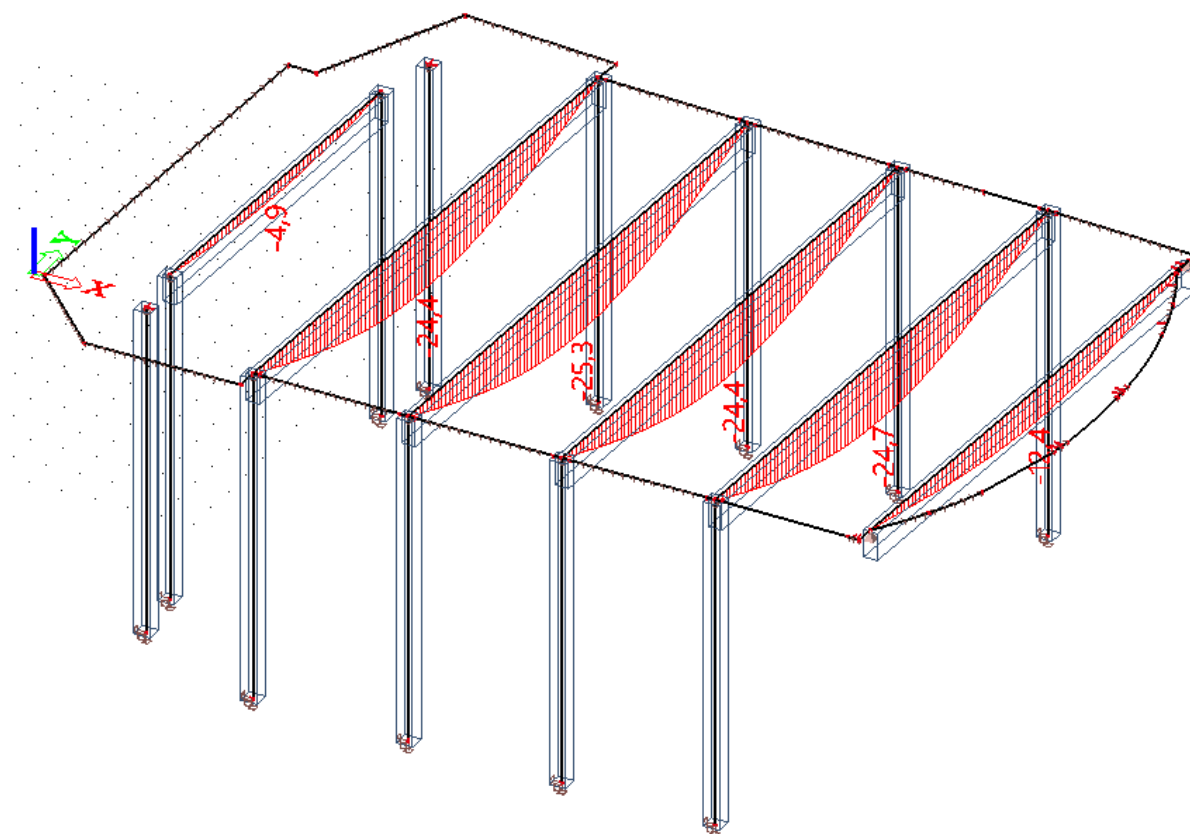
Průběh N na sloupech:



Lineární deformace – MSP charak.



Průběh deformace na trámu:



• Posouzení ŽB průřezu desky

Posouzení ŽB stropní desky v poli:

NÁVRH DESKOVÉHO PRŮŘEZU

STROPNÍ DESKA - C12/15

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETON:

$f_{ctk,0.05}$	= 12	[MPa]	— charak. vlačová pevnost betonu v tlaku
f_{ctk}	= 20	[MPa]	— střední pevnost v tlaku
E_c	= 27,1	[GPa]	— modul pružnosti betonu
f_{ctm}	= 1,57	[MPa]	— střední pevnost v tahu ... platí vzorec pro SCS0/60
γ_c	= 1,50	[-]	— součinitel materiálu - beton
f_{td}	= 8	[MPa]	— návrhová pevnost betonu v tlaku
λ	= 0,8	[-]	— součinitel definující účinnou výšku tlačené oblasti
η	= 1,0	[-]	— součinitel definující účinnou pevnost betonu

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ:

f_{yk}	= 130	[MPa]	— návrhová pevnost oceli dle ČSN ISO 13322
d_p	= 8	[mm]	— tahová chybová výztuž
d_{min}	= 0	[mm]	— profil tlmičku
A_{s1}	= 50,27	[mm ²]	— plocha jednoho kusu tažené výztuže

GEOMETRIE PRŮŘEZU:

h	= 110	[mm]	— výška průřezu
D	= 1000	[mm]	— šířka průřezu
c	= 10	[mm]	— krytí ke tlmičku
d	= 86	[mm]	— účinná výška průřezu
A_c	= 110000	[mm ²]	— plocha betonu

OKRAJOVÉ PODMÍNKY PRO NÁVRH:

M_{ed}	= 10,98	[kNm]	— nátiřový ohybový moment
----------	---------	-------	---------------------------

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI V OHYBU:

$A_{s,req}$	= 691,44	[mm ²]	— požadovaná plocha výztuže
n	= 15,73	[-]	— minimální počet prutů
n_s	= 11,11	[-]	— navržený počet prutů
$A_{s,prov}$	= 538,56	[mm ²]	— navržená plocha výztuže
x	= 15,71	[mm]	— poloha neutrální osy za předpokladu plného využití výztuže
c	= 89,72	[mm]	— rameno vnitřních sil
M_{pld}	= 9,02	[kNm]	— moment únosnosti průřezu

Posouzení:

$\frac{M_{ed}}{M_{pld}}$	= 1,2173	[-]	nehodnotíme
Využití průřezu:	121,73 %		46 až 90 mm

ξ	= 0,16	[-]	— poměrná výška tlačené oblasti
-------	--------	-----	---------------------------------

Posouzení:

$\xi \leq \xi_{max}$	= 0,43	[-]	vyhovuje
----------------------	--------	-----	----------

* Chybí posouzení ŽB stropní desky nad podporou trámu (chybí informace o horní výztuži desky).

- Posouzení ŽB průřezu trámu

NÁVRH DESKOVÉHO PRŮŘEZU SE SPOLUPŮSOBÍCÍ ŠÍŘKOU DESKY

TRÁM C12/15

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETON:

$f_{ctk} = 12$	[MPa]	— charak. vlačná pevnost betonu v tlaku
$f_{cm} = 20$	[MPa]	— střední pevnost v tlaku
$E_c = 27,1$	[GPa]	— modul pružnosti betonu
$f_{ctm} = 1,57$	[MPa]	— střední pevnost v tahu ... platí vzorec pro sCSO/50
$\gamma_c = 2,50$	[-]	— součinitel materiálu - beton
$f_{td} = 8$	[MPa]	— návrhová pevnost betonu v tlaku
$\lambda = 0,8$	[-]	— součinitel definující účinnou výšku tlacené oblasti
$\eta = 1,0$	[-]	— součinitel definující účinnou pevnost betonu

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ:

$f_{yk} = 180$	[MPa]	— návrhová pevnost oceli dle ČSN ISO 13822
$\phi_s = 32$	[mm]	— tahová ohybová výztuž
$\phi_{sm} = 8$	[mm]	— profil šláku
$A_{sk} = 804,25$	[mm ²]	— plocha jednoho kusu tažené výztuže

GEOMETRIE PRŮŘEZU:

$h_d = 200$	[mm]	— tloušťka desky
$h = 835$	[mm]	— výška průřezu
$b_{eff} = 4740$	[mm]	— spolupůsobící šířka desky
$b = 420$	[mm]	— šířka průřezu
$c = 29$	[mm]	— krytí ke šláku
$d = 791$	[mm]	— účinná výška průřezu
$A_c = 330700$	[mm ²]	— plocha betonu

OKRAJOVÉ PODMÍNKY PRO NÁVRH:

$M_{ed} = 1354,31$	[kNm]	— návrhový ohybový moment
--------------------	-------	---------------------------

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI V OHYBU:

$A_{s,prov} = 14343,32$	[mm ²]	— požadovaná plocha výztuže
$n = 17,82$	[-]	— minimální počet prutů
$n_s = 14$	[-]	— navržený počet prutů
$A_{s,min} = 3217$	[mm ²]	— navrhovaná plocha výztuže
$x = 19,09$	[mm]	— poloha neutrální osy za předpokladu plného využití výztuže
$z = 783,38$	[mm]	— rameno vnitřních síl
$M_{ed} = 455,61$	[kNm]	— moment únosnosti průřezu

Posouzení:

Ověření tlakové zóny v desce:

19,09	≤	200	mm	Vyhovuje
-------	---	-----	----	----------

Posouzení únosnosti:

$$\frac{M_{ed}}{M_{ad}} = 4,3083 \quad [-] \quad \text{Nevyhovuje}$$

Využití průřezu: 430,83 %

$\xi = 0,02$	[-]	— poměrná výška tlacené oblasti
--------------	-----	---------------------------------

Posouzení:

$$\xi \leq \xi_{max} = 0,45 \quad [-] \quad \text{Vyhovuje}$$

NÁVRH PRŮVLAKU - U PODPORY

TRÁM C12/15

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETON:

$f_{ck, cyl}$	=	12	[MPa]	... charak. válcová pevnost betonu v tlaku
f_{cm}	=	20	[MPa]	... střední pevnost v tlaku
E_c	=	27,1	[GPa]	... modul pružnosti betonu
f_{ctm}	=	1,57	[MPa]	... střední pevnost v tahu ... platí vzorec pro sC50/60
γ_c	=	1,50	[-]	... součinitel materiálu - beton
f_{cd}	=	8	[MPa]	... návrhová pevnost betonu v tlaku
λ	=	0,8	[-]	... součinitel definující účinnou výšku tlačené oblasti
η	=	1,0	[-]	... součinitel definující účinnou pevnost betonu

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ:

f_{yd}	=	180	[MPa]	... návrhová pevnost oceli dle ČSN ISO 13822
ϕ_s	=	0	[mm]	... tahová ohybová výztuž
ϕ_{sv}	=	8	[mm]	... profil třmínku
$A_{s,1}$	=	0	[mm ²]	... plocha jednoho kusu tažené výztuže

GEOMETRIE PRŮŘEZU:

h	=	1035	[mm]	... výška průřezu
b	=	420	[mm]	... šířka průřezu
c	=	10	[mm]	... krytí ke třmínku
d	=	1017	[mm]	... účinná výška průřezu
A_c	=	434700	[mm ²]	... plocha betonu

OKRAJOVÉ PODMÍNKY PRO NÁVRH:

V_{Ed}	=	442,22	[kN]	... návrhová smykavá síla
----------	---	--------	------	---------------------------

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI TLAČENÉ DIAGONÁLY:

podmínka: $1,0 \leq \cot \theta \leq 2,5$

$$45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$

θ	=	21,9	°	... sklon tlačené diagonály
$\cot \theta$	=	2,49	[-]	
v	=	0,5712	[-]	... součinitel zohledňující smykavé napětí
$V_{Rd, max}$	=	675,01	[kN]	... únosnost tlačené diagonály

Posouzení:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd, max}$$

vyhovuje

NÁVRH SMYKOVÉ VÝZTUŽE:

A_{sv}	=	100,53	[mm ²]	
n	=	2	[-]	
Návrh osové vzdálenosti třmínků:		103,6226	[mm]	
Podmínka konstrukčních zásad:		400	[mm]	Návrh:
$V_{Rd, s}$	=	157,47	[kN]	Nevyhovuje
s	=	291	[mm]	

Stupeň vyztužení:

$$0,001338783 \leq 0,000823 \leq 0,012693$$

Nevyhovuje

ÚNOSNOST BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE:

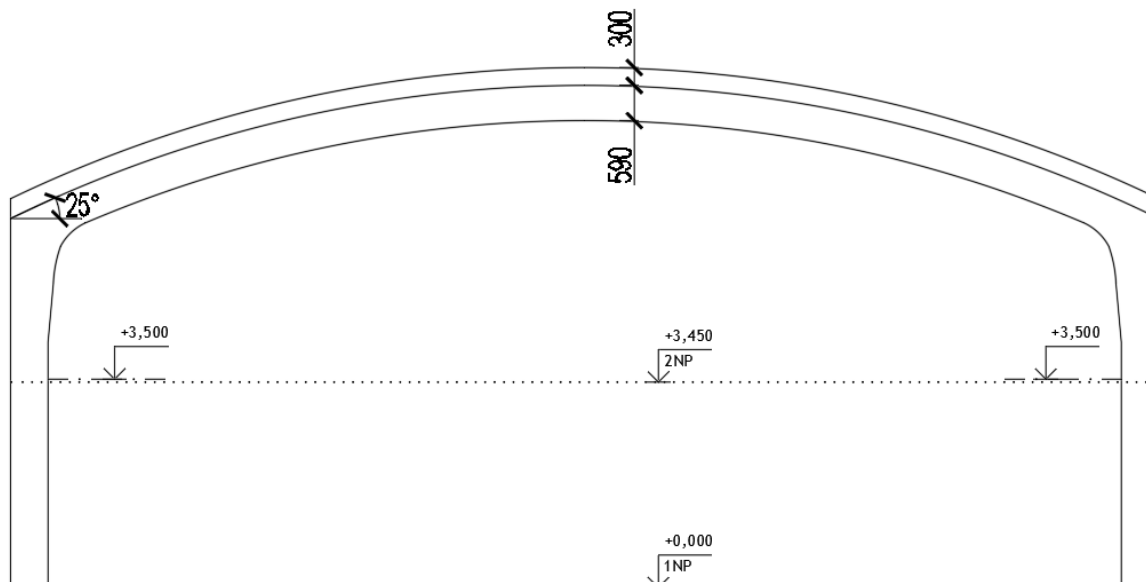
$$V_{Rd, c} = 89,81 \text{ [kN]}$$

Nevyhovuje. Je potřeba navrhnout smykavou výztuž.

Do podpory bude zataženo 0 pruty profilu 0

h.2) Posouzení konstrukce střechy nad divadlem Bolka Polívky

- Schéma konstrukce



- Použité materiály

ŽB oblouky: BETON: C12/15
; OCEL: 10 216 (podle CSN ISO 13822)

- Zatížení

SYLABUS ZATÍŽENÍ - STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Vypracován dle ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí

Stálé zatížení a proměnná užitná zatížení dle ČSN EN 1991-1-1 - Zatížení konstrukcí

Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení

LC1: VLASTNÍ TÍHA NOSNÉ KONSTRUKCE

$\gamma_f = 1,35$ -

Generuje software

LC2: OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

ρ_k [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
636	6,36	5	31,8

$\gamma_f = 1,35$ -

LC3: ZATÍŽENÍ SNĚHEM

g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
0,80	5	4

$\gamma_f = 1,5$ -

• Posouzení rámové konstrukce

Vstupní údaje

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Rídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	Ostatní stálé zatížení	Stálé Standard	SZ2			
ZS3.1	Sníh Standard	Proměnné Statické	SZ3		Krátkodobé	Žádný
ZS3.2	Sníh Standard	Proměnné Statické	SZ3		Krátkodobé	Žádný

Kombinace

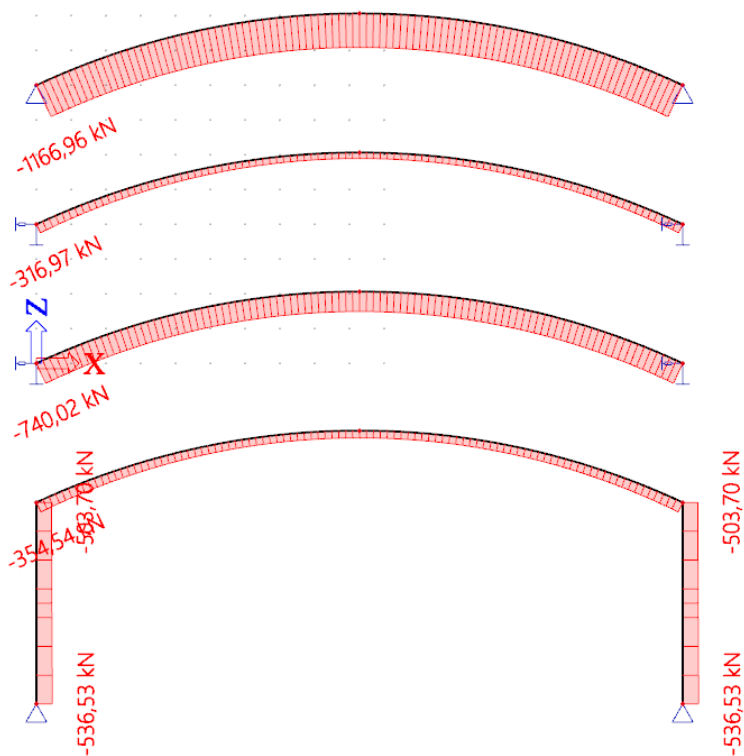
Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ-Sada B (auto)		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha	1,000
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,000
			ZS3.1 - Sníh	1,000
			ZS3.2 - Sníh	1,000
MSP-Char (auto)		EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,000
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,000
			ZS3.1 - Sníh	1,000
			ZS3.2 - Sníh	1,000
MSP-Kvazi (auto)		EN-MSP kvazistálá	ZS1 - Vlastní tíha	1,000
			ZS2 - Ostatní stálé zatížení	1,000
			ZS3.1 - Sníh	1,000
			ZS3.2 - Sníh	1,000

Skupiny výsledků

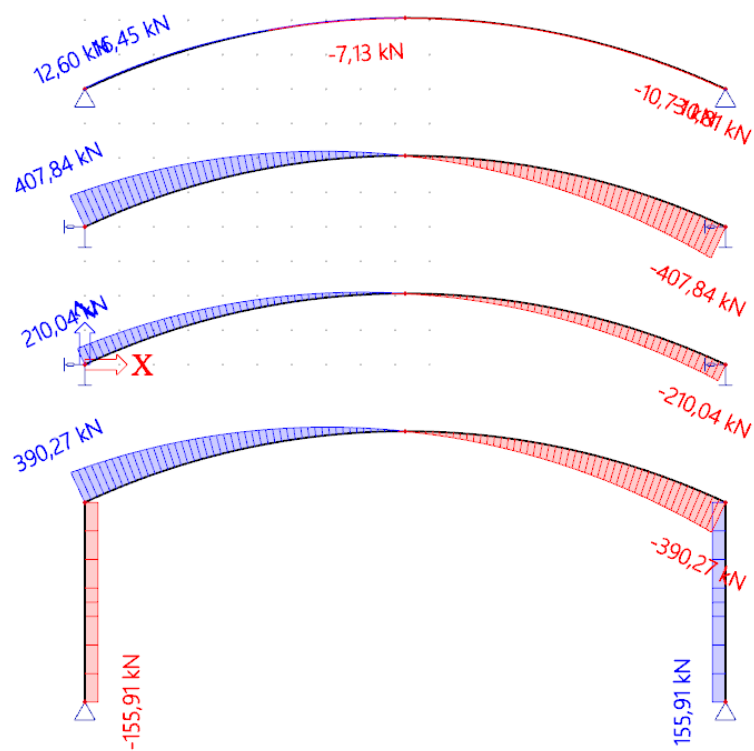
Jméno	Výpis
Všechny MSÚ	MSÚ-Sada B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B
Všechny MSP	MSP-Char (auto) - EN-MSP charakteristická MSP-Kvazi (auto) - EN-MSP kvazistálá
Vše MSÚ+MSP	MSÚ-Sada B (auto) - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B MSP-Char (auto) - EN-MSP charakteristická MSP-Kvazi (auto) - EN-MSP kvazistálá

Vnitřní síly - MSÚ

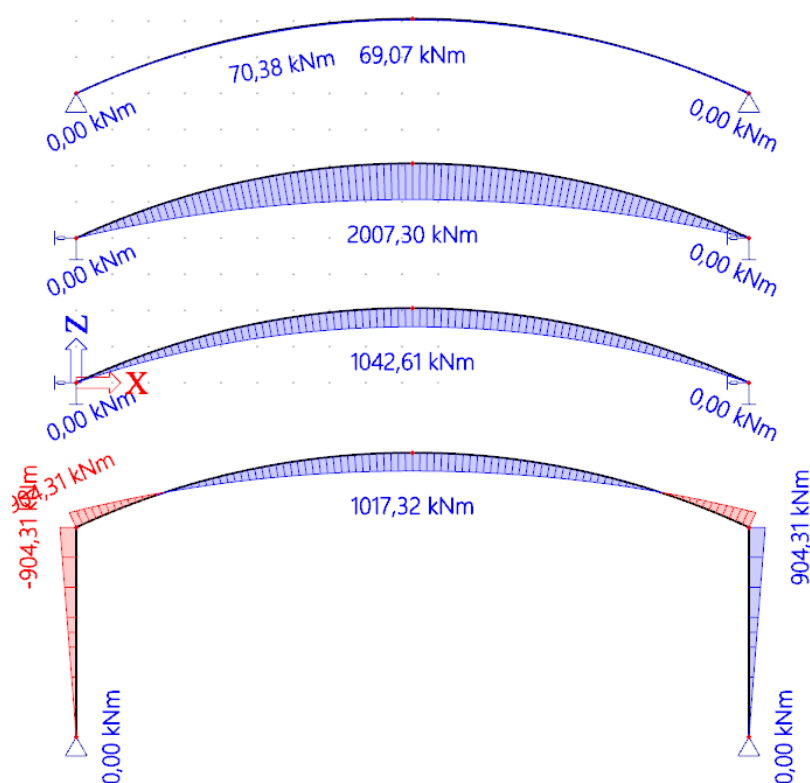
Průběh N:



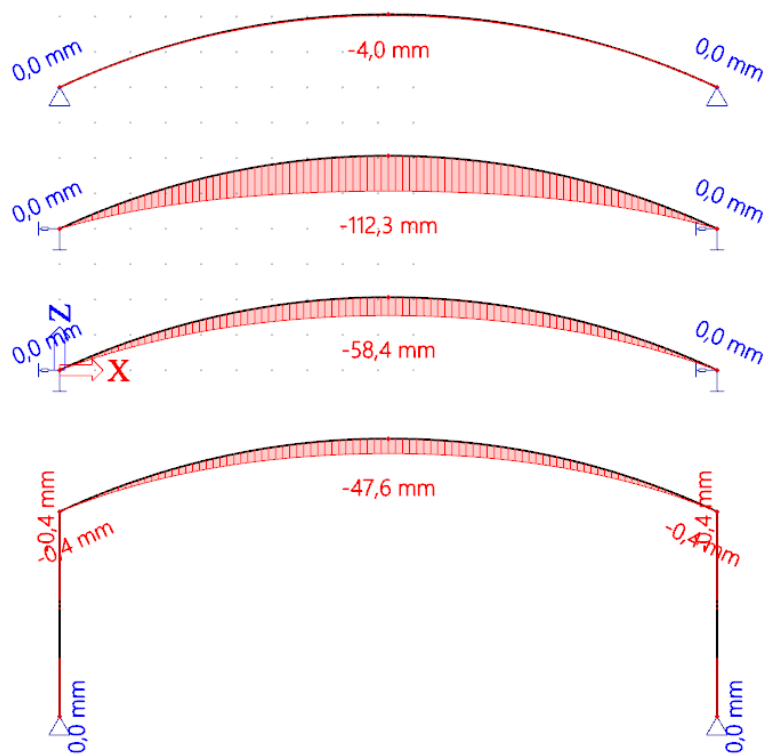
Průběh V_z :



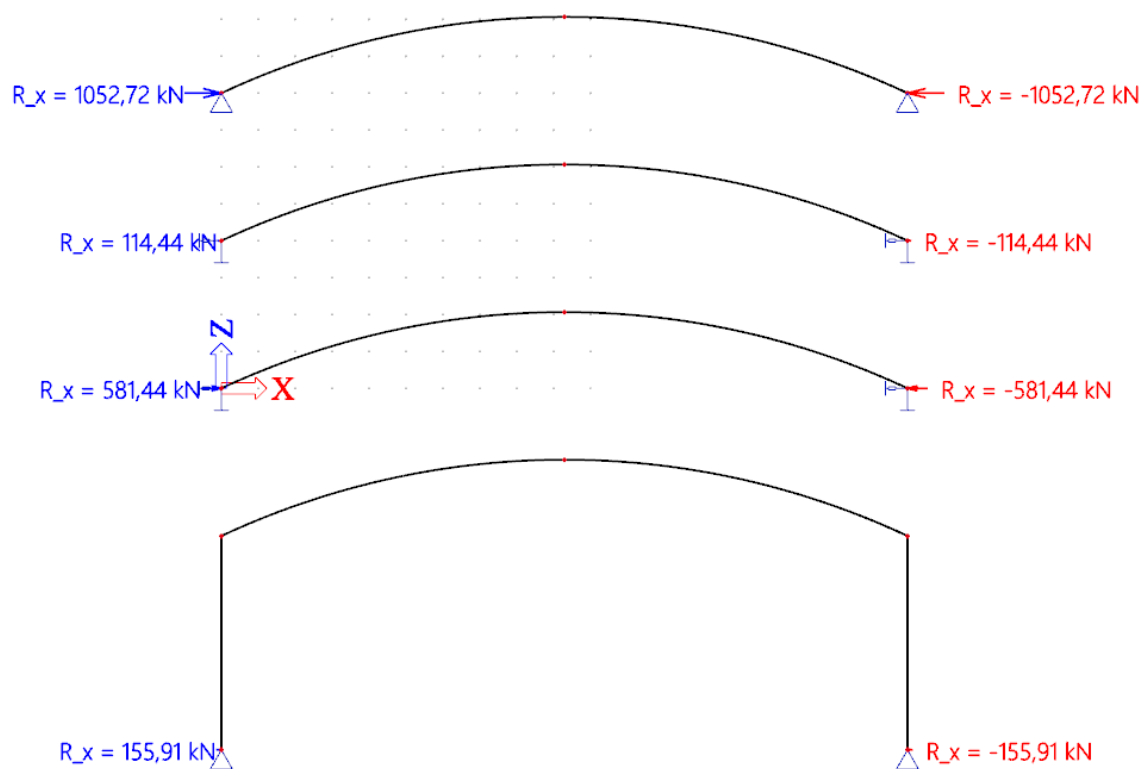
Průběh M_y :



Průběh u_z :



Průběh R_x :



• Posouzení ŽB průřezu desky

Posouzení stýčniku:

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETON:

$f_{ct,per}$	= 12	[MPa]	... charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	= 10	[MPa]	... střední pevnost v tlaku
E_c	= 27,1	[GPa]	... modul pružnosti betonu
f_{ctm}	= 1,37	[MPa]	... střední pevnost v tahu ... platí vzorec pro sčSO/sč
γ_c	= 1,50	[-]	... součinitel materiálu - beton
f_{tk}	= 8	[MPa]	... návrhová pevnost betonu v tlaku
Q_{max}	= 16	[mm]	... maximální velikost zrna kaménka
λ	= 0,8	[-]	... součinitel definující účinnou výšku tlacené oblasti
η	= 1,0	[-]	... součinitel definující účinnou pevnost betonu

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ:

f_{yk}	= 318,3	[MPa]	... charakteristická mez kluzu
γ_s	= 1,15	[-]	... součinitel materiálu - betonářské výztuže
f_{yk}	= 190	[MPa]	... návrhová mez kluzu
σ_s	= 22	[mm]	... tahová ohybová výztuž
Q_s	= 6	[mm]	... průměr třítníku
A_{s1}	= 350,13	[mm ²]	... plocha jednoho kusu tažené výztuže
Q_{s1}	= 0	[mm]	... profil spony
B_s	= 20	[mm]	... tahová ohybová výztuž
A_{s1}	= 354,16	[mm ²]	... plocha jednoho kusu tažené výztuže
n	= 4	[-]	... navržený počet prutů

GEOMETRIE PRŮŘEZU:

h	= 280	[mm]	... výška průřezu
b	= 300	[mm]	... šířka průřezu
c	= 30	[mm]	... krytí v stětníku
d	= 252	[mm]	... účinná výška průřezu
A_c	= 367000	[mm ²]	... plocha betonu

OKRAJOVÉ PODMÍNKY PRO NÁVRH:

V_{ed}	= 580,72	[kN]	... návrhová smyková síla
M_{ed}	= 804,32	[kNm]	... návrhový ohybový moment

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI V OHYBU:

n_b	= 2	[-]	... navržený počet prutů
$A_{s,nav}$	= 3016,9	[mm ²]	... navrhovaná plocha výztuže
x	= 199,39	[mm]	... poloha neutrální osy za předpokladu plného využití výztuže
x	= 773,14	[mm]	... rameno vnitřních sil
M_{Rd}	= 198,18	[kNm]	... moment únosnosti průřezu

Posouzení:

$$\frac{M_{ed}}{M_{Rd}} = 3,0522 \quad [-] \quad \text{Nevyhovuje}$$

Využití průřezu: 305,22 %

ξ	= 0,13	[-]	... poměrná výška tlacené oblasti
-------	--------	-----	-----------------------------------

Posouzení:

$$\xi \leq \xi_{max} = 0,49 \quad [-] \quad \text{Vyhovuje}$$

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI TLACENÉ DIAGONÁLY:

podmínka: $1,0 \leq \cot \theta \leq 2,5$

$$45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$

$\theta = 30^\circ$... sklon tlacené diagonály

$\cot \theta = 1,73$... součinitel zohledňující smykové napětí

$\mu = 0,5712$... únosnost tlacené diagonály

$V_{Rd,diag} = 459,25$ [kN]

Posouzení:

$$V_{ed} \leq V_{Rd,diag} \quad \text{Vyhovuje}$$

NÁVRH SMYKOVÉ VÝZTUŽE:

Plocha třítníků	A_{tr}	= 35,55	[mm ²]	Maximální příčná vzdálenost třítníků:
Střeznost třítníků	n	= 2	[-]	$s_{max} = 800$ [mm]
Plocha spon	A_{sp}	= 0,00	[mm ²]	$s = 254,00$ [mm]
Maximální podélná vzdálenost třítníků:	$s_{tr,max}$	= 400	[mm]	Návrh: $s = 339$ [mm] Vyhovuje
Střeznost spon	n	= 0	[-]	Návrh: $s = 0$ [mm] Vyhovuje
Únosnost spon	$V_{Rd,s}$	= 42,60	[kN]	Návrh: $s = 0$ [mm] Vyhovuje
Únosnost bez smykové výztuže:	$V_{Rd,s}$	= 0,001268	s 0,000583	s 0,01203

ÚNOSNOST BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE:

$$V_{Rd,s} = 73,70 \text{ [kN]} \quad \text{Nevyhovuje, je potřeba navrhovat smykovou výztuž}$$

Do podpory bude zataženo 2 pruty profil 22

Posouzení oblouku v poli:

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETON:

$f_{ck, cyl}$	=	12	[MPa]	... charak. válcová pevnost betonu v tlaku
f_{cm}	=	20	[MPa]	... střední pevnost v tlaku
E_c	=	27,1	[GPa]	... modul pružnosti betonu
f_{ctm}	=	1,57	[MPa]	... střední pevnost v tahu ... platí vzorec pro sC50/60
γ_c	=	1,50	[-]	... součinitel materiálu - beton
f_{cd}	=	8	[MPa]	... návrhová pevnost betonu v tlaku
λ	=	0,8	[-]	... součinitel definující účinnou výšku tlačené oblasti
η	=	1,0	[-]	... součinitel definující účinnou pevnost betonu

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ:

f_{yd}	=	190	[MPa]	... návrhová pevnost oceli dle ČSN ISO 13822		
ϕ_s	=	22	[mm]	... tahová ohybová výztuž	ϕ_s	= 20 [mm] ... tahová ohybová výztuž
ϕ_{ov}	=	6	[mm]	... profil třmínku	$A_{s,1}$	= 314,16 [mm ²] ... plocha jednoho kusu tažené výztuže
$A_{s,1}$	=	380,13	[mm ²]	... plocha jednoho kusu tažené výztuže	n=	4 [-] ... navržených počet prutů

GEOMETRIE PRŮŘEZU:

h_d	=	300	[mm]	... tloušťka desky
h	=	890	[mm]	... výška průřezu
b_{eff}	=	4000	[mm]	... spolupůsobící šířka desky
b	=	300	[mm]	... šířka průřezu
c	=	20	[mm]	... krytí ke třmínku
d	=	853	[mm]	... účinná výška průřezu
A_c	=	267000	[mm ²]	... plocha betonu

OKRAJOVÉ PODMÍNKY PRO NÁVRH:

M_{Ed}	=	1017,32	[kNm]	... návrhový ohybový moment
----------	---	---------	-------	-----------------------------

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI V OHYBU:

$A_{s, req}$	=	6420,51	[mm ²]	... požadovaná plocha výztuže
n	=	16,89	[-]	... minimální počet prutů
n_s	=	3	[-]	... navržených počet prutů
$A_{s, prov}$	=	2397,03	[mm ²]	... navrhovaná plocha výztuže
x	=	17,79	[mm]	... poloha neutrální osy za předpokladu plného využití výztuže
z	=	845,88	[mm]	... rameno vnitřních sil
M_{Rd}	=	385,24	[kNm]	... moment únosnosti průřezu

Posouzení:

Ověření tlačené zóny v desce:

17,79	≤	300	mm	Vyhovuje
-------	---	-----	----	----------

Posouzení únosnosti:

$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}$	=	2,6407	[-]	Nevyhovuje
-------------------------	---	--------	-----	------------

Využití průřezu: 264,07 %

ζ	=	0,02	[-]	... poměrná výška tlačené oblasti
---------	---	------	-----	-----------------------------------

Posouzení:

$\zeta \leq \zeta_{max}$	=	0,45	[-]	Vyhovuje
--------------------------	---	------	-----	----------

- dočasné statické zajištění poškozeného oblouku

Zatížení

Převzaty reakce z kapitoly 8.

Vstupní údaje**Průřezy**

Jméno	Typ	Materiál	Výroba	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]
NOS1	U160	S 235	válcovaný	2,4000e+03	9,2500e+06

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha
ZS2	Hek	Stálé	LG2	Standard
ZS3	Hed	Stálé	LG3	Standard

Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení
LG1	Stálé
LG2	Stálé
LG3	Stálé

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,35
		ZS3 - Hed	1,00
MSP	Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
		ZS2 - Hek	1,00

Skupiny výsledků

Jméno	Výpis
Všechny MSU	MSÚ - Lineární - únosnost
	MSP - Lineární - únosnost
Všechny MSP	

Vnitřní síly**NOS1**

Lineární výpočet

Kombinace: MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = NOS1 - U160

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B1	0,000	MSP/1	NOS1 - U160	0,00	-56,32	0,00	0,00	0,00	2,25
B1	80,000	MSP/1	NOS1 - U160	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

NOS1

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = NOS1 - U160

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B1	0,000	MSÚ/1	NOS1 - U160	0,00	-72,70	0,00	0,00	0,00	2,91
B1	80,000	MSÚ/1	NOS1 - U160	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- Posouzení na I. MS – Únosnost

Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Průřez

Výběr: Vše

Celkový posudek

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	Materiál	UC _{Celkový} [-]	UC _{Průřez} [-]	UC _{Stabilita} [-]
B1	0,000	MSÚ/1	NOS1 - U160	S 235	0,73	0,73	0,00
H _{Ek} =	450,51	kN					
H _{Ed} =	581,44	kN					
n=	8	-					
H _{Ek} =	56,31	kN					
H _{Ed} =	72,68	kN					
Ø=	20	mm					
A=	314,16	mm ²					
f _y =	640	MPa	... tyč 8.8				
H _{Ed} =	72,68	kN	≤ N _{pl,Rd} =	201,06 kN		Vyhovuje.	
b=	160	mm					
I=	160	mm					
A=	25600,00	mm ²					
f _{ck} =	12	MPa					
γ _c =	1,5	-					
f _{cd} =	8	MPa					
H _{Ed} /A=	2,84	MPa	≤ f _{cd} =	8,00 MPa		Vyhovuje.	

Posouzení na II. MS – Použitelnost**NOS1**

Lineární výpočet

Kombinace: MSP

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = NOS1 - U160

Deformace

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]
B1	0,000	MSP/1	NOS1 - U160	0,0	0,0	0,0
B1	80,000	MSP/1	NOS1 - U160	0,0	0,0	0,0

$$\leq 2 \cdot L / 250 = 160 / 250 = 0,64 \text{ mm}$$

- Reakce

Reakce - MSP_char.

Lineární výpočet

Kombinace: MSP

Systém: Globální

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Uzlové reakce

Jméno	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
-------	------	------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Jméno	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Sn1/N1	MSP/1	0,00	0,00	56,32	0,00	-2,25	0,00

Reakce - MSÚ

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ

Systém: Globální

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Uzlové reakce

Jméno	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Sn1/N1	MSÚ/1	0,00	0,00	72,70	0,00	-2,91	0,00

i) Výsledky statického posouzení

i.1) Závěr a doporučení

Nosná konstrukce budovy pochází z 30-tých minulého století a v průběhu existence byla dotčena stavební činností a stavebními zásahy v 70-tých letech 20. století. Z hlediska využitelnosti a funkce dosahuje délky udávané životnosti pro tento druh staveb to je 80 až 100 let. Vlastní betonová konstrukce byla navržena a prováděna dle zvyklostí poplatné době svého vzniku, to je z konstrukčních materiálů nižších pevnostních vlastností, než je současný standard a možností tehdejší technologie provádění. Dle hodnocení předchozích průzkumů byla provedena navíc velmi úsporně i v době svého vzniku, statický výpočet byl zřejmě proveden dle původních norem „Navrhování dle stupně bezpečnosti“.

Ze stavebně technických průzkumů [3], [9], [10] vyplývá následující:

- Na základě dosažených výsledků zkoušek byla dle ČSN EN 13791 betonu přiřazena **pevnostní třída C 12/15**, bez rezervy. Zatřídění je stejné jako v I. etapě průzkumu. Zjištěné hodnoty modulu pružnosti jsou velmi nízké (průměrná hodnota statického modulu pružnosti vyšla pouze 11,2 GPa) a neodpovídají dosažené pevnostní třídě betonu.
- Karbonatace betonu dosáhla do značné hloubky, pohybovala se od 50 do 80 mm (v I. etapě od 20 do 110 mm).
- Bylo zjištěno vyztužení obloukových nosníků ve vrcholu oblouku i v místech rámových styčníků, v rozsahu možném dosahem NDT přístrojů a sekanych sond, s ohledem na místy omezenou přístupnost částí konstrukce. Vyztužení stanovené v jednotlivých sondách je podrobně popsáno v části 7 této zprávy. Lze konstatovat, že vyztužení není z pohledu současnosti ideální, a vykazuje zásadní nedostatky, které se mimo jiné týkají absence třmínků v klíčovém místě sloupů, nevhodná ukončení výztuží sloupů současně s pracovní spárou ve stejném místě a podobně.
- Ve sloupech byly zjištěny hlavní výztuže pouze na čelních stranách z vnější i vnitřní strany rámu. Na bocích sloupů, pokud byly zpřístupněny, nebyla žádná svislá výztuž zjištěna. V případě rámu 2 a 3 bylo zjištěno, že hlavní výztuž sloupu z vnitřní strany rámu končí nad podlahou (ve výškách cca 700 až 1000 mm nad podlahou), a pokračují jen pruty tvořící výztuž oblouků. V místě ukončení výztuže sloupů se nachází vodorovné trhliny ve sloupu. V ostatních rámech byla z vnitřní strany rámu zjištěna jen výztuž jdoucí následně do oblouků, případná výztuž sloupů přetažená z nižšího podlaží je tedy patrně ukončena níže (v úrovni podlahy?). V klíčové partii mezi podlahou a patou oblouku se třmínky vyskytují sporadicky, nebo zcela chybí!
- Při obhlídce exteriéru konstrukce byla již nad rámeček tohoto průzkumu zjištěna masivní koroze vnějších výztuží ve sloupech na straně obrácené k Moravskému náměstí. Tato koroze výztuže spolu s velkými roztečemi třmínků způsobila odtržení krycí vrstvy betonu a boulení fasádní omítky v místě sloupů na úrovni cca 1 m nad terénem dvorku.

Z výsledků statického výpočtu vyplývá následující:

- Stávající železobetonová nosná konstrukce nevyhovuje na účinky zatížení dle platných stavebních předpisů.
- Poškození konstrukce vyvolává nutnost změny statického schématu (okrajových podmínek)

Celkové hodnocení:

- Dle provedených stavebně technických průzkumů bylo zjištěno, že železobetonová nosná konstrukce objektu má z dnešního úhlu pohledu a míry poznání v oboru nedostatečné a chybně provedené vyztužení. Toto vyztužení není schopno zabránit vzniku a rozvoji sledovaných statických poruch konstrukce a snižuje jeho schopnost mechanické odolnosti a podmínek stability

vyžadovanými aktuálně platnými stavebními předpisy.

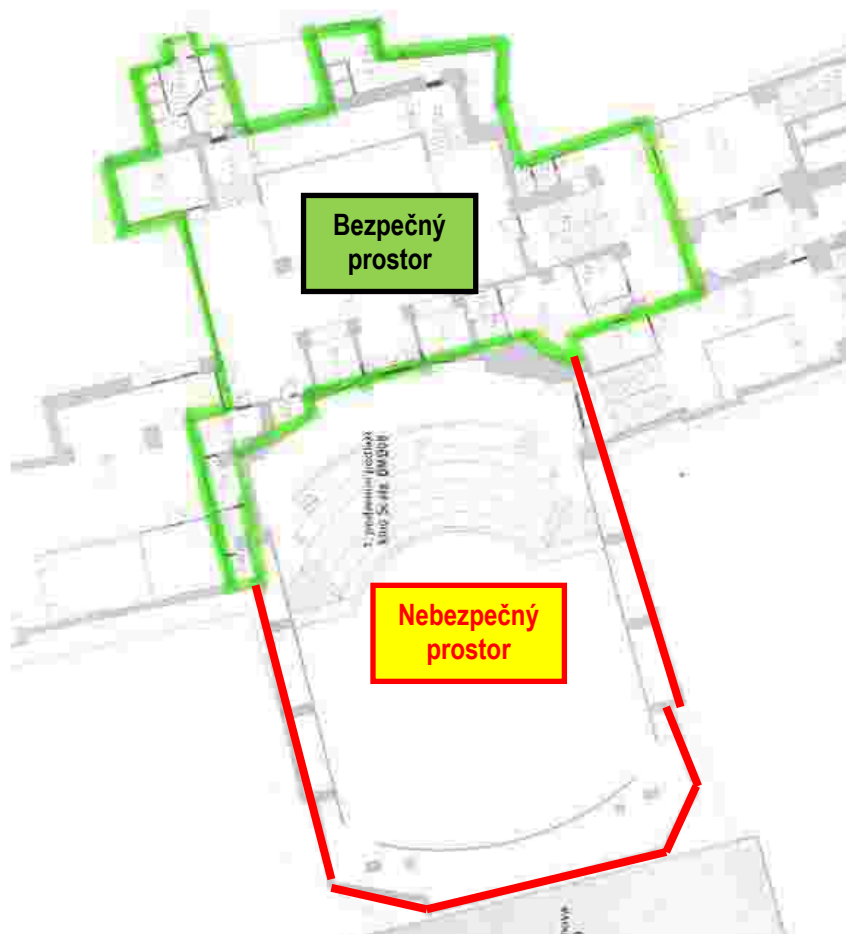
- Dle záznamu monitoringu je patrné, že zejména v letním období vlivem vysokých teplot došlo k dilatačnímu pohybu konstrukce, který v místě narušení způsobil posun. Tento posun je ovšem dle záznamu měření trvalý, bez pohybu zpět vlivem ochlazení. Tzn. že i v následujících obdobích bude tato deformace dále narůstat a tím se konstrukce může dostat na kritickou mez kde bude hrozit její zřícení.
- Konstrukce má rovněž v kritických místech výztuž silně narušenou korozí. Zároveň zjištěná narušení konstrukce (masivní trhliny ve střešních obloucích) způsobují změnu statického schématu (působení) konstrukce čímž dále více negativně namáhá již tak nedostatečné vyztužení konstrukce.

Na základě výše uvedených skutečností je nutno konstatovat, že konstrukce objektu již nesplňuje podmínky na mechanickou odolnost a stabilitu dle ČSN a zákonných předpisů.

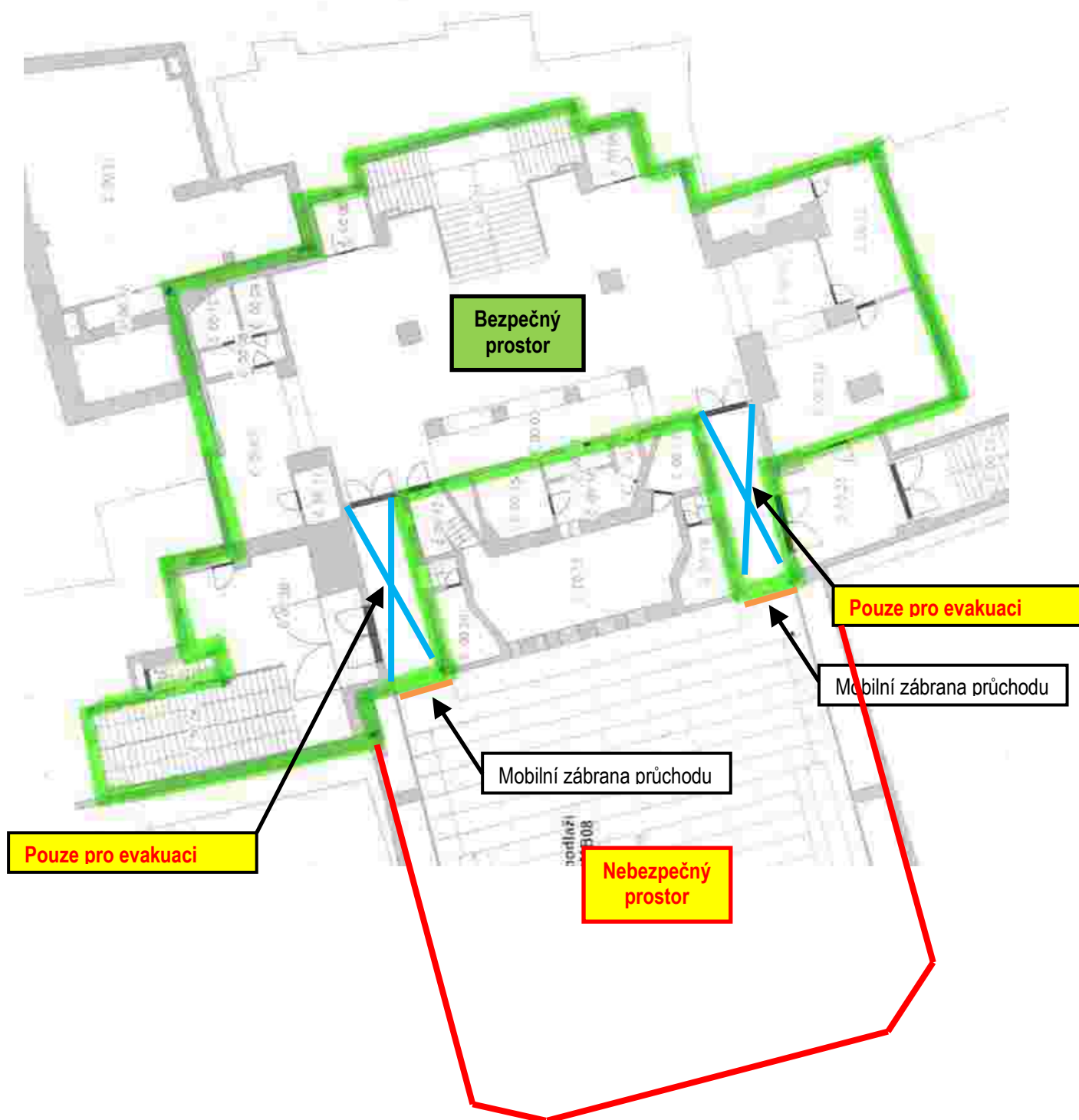
Objekt v tomto stavebně technickém stavu již není možno provozně využívat s platností od data 16.8.2023 (viz Vyjádření projektanta-statika, Zn.: 231798 / D 2023 031). Neprovozuschopné části jsou části objektu ohrožené poškozenou konstrukcí tj. sál Divadla Bolka Polívky a sál kina Scala.

Vyznačení bezpečných a nebezpečných prostor objektu:

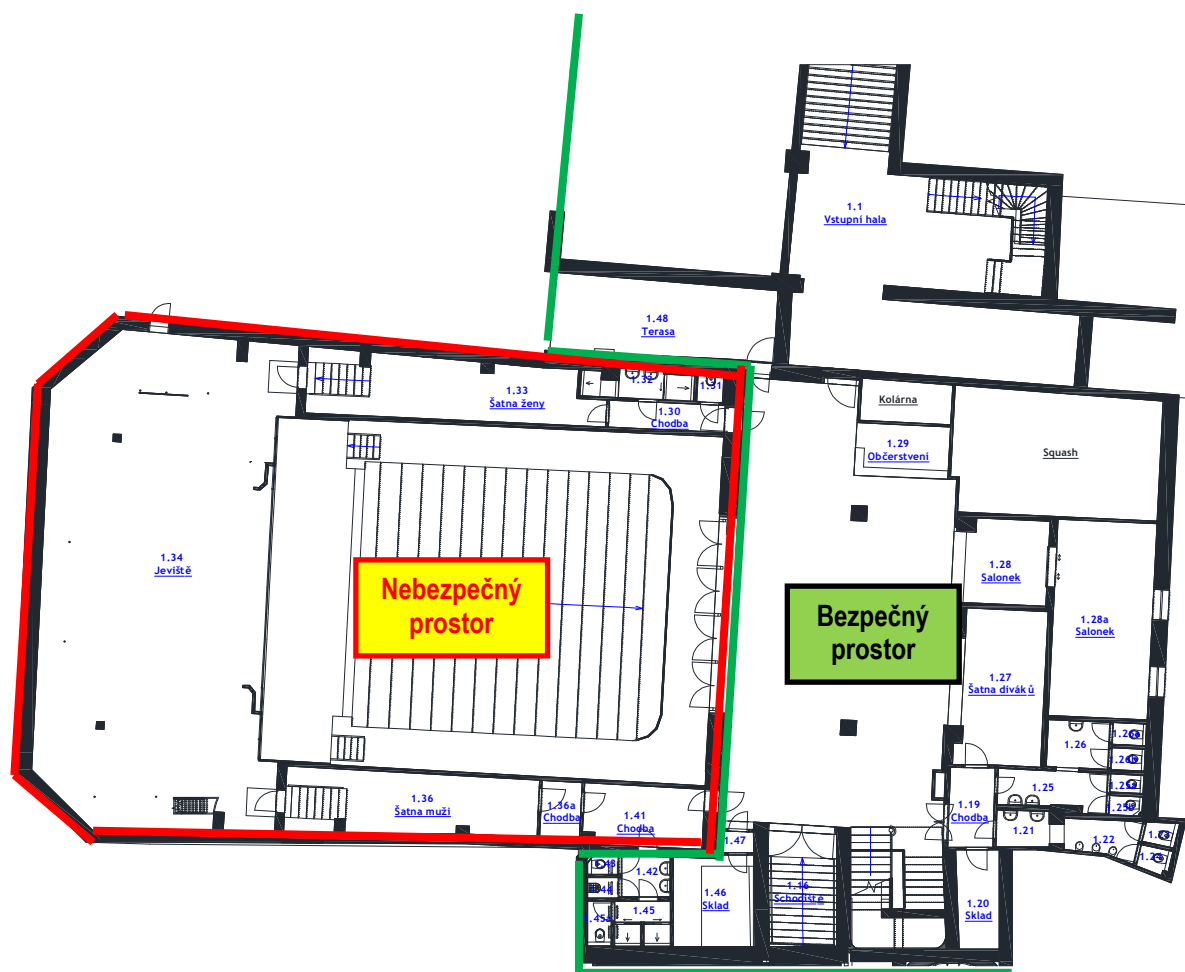
Kino Scala 1.PP:



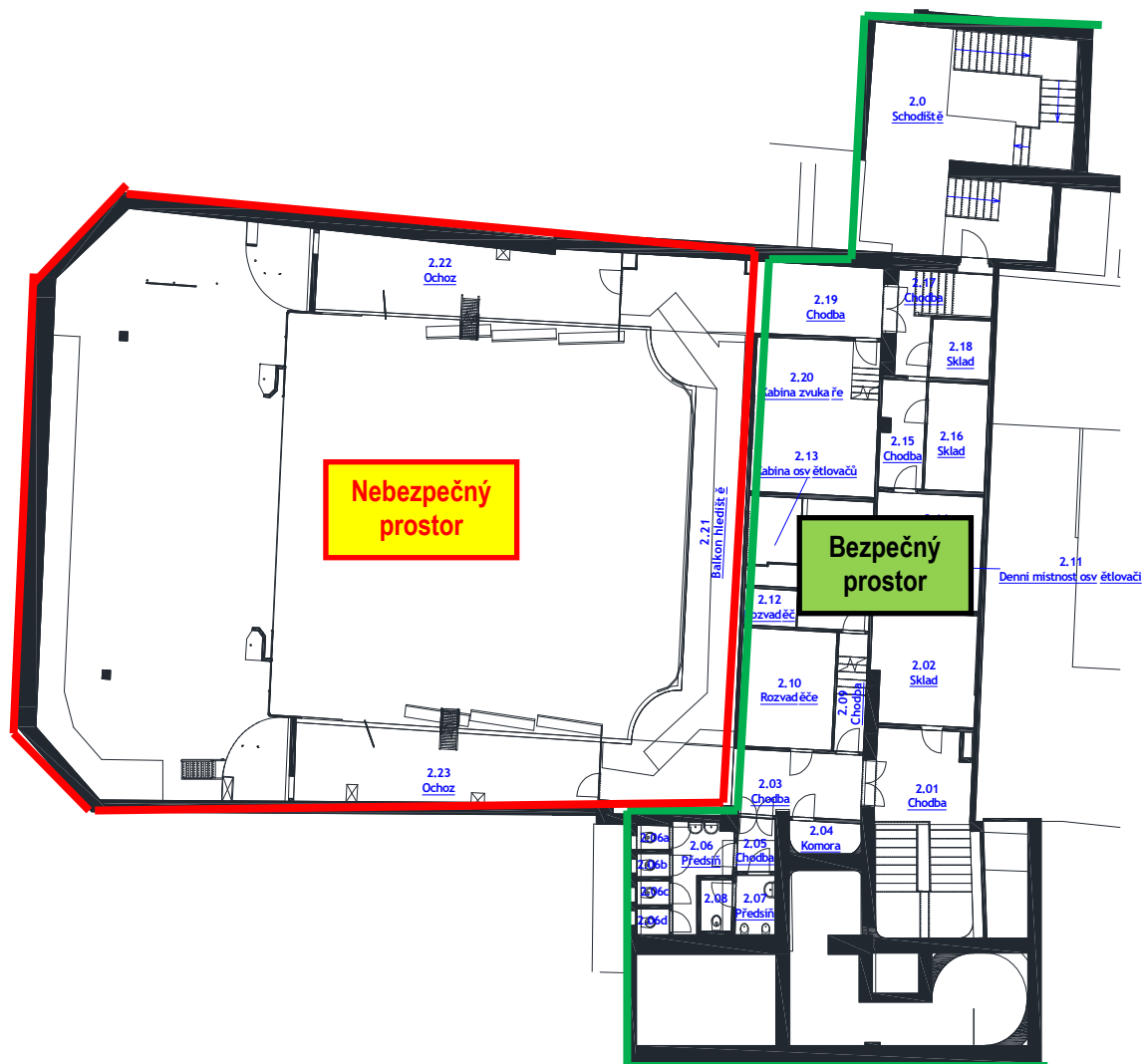
Kino Scala 2.PP:



Divadlo Bolka Polívky 1.NP:



Divadlo Bolka Polívky 2.NP:



Pro zhodnocení objektu jako celku je nutno provést druhou fázi stavebně-technického průzkumu tj. zjištění třídy betonu a vyztužení sloupů v prostoru Kina Scala a provést kopané sondy k základům včetně zhodnocení podloží.

V Brně 31/10/2023

INTERPLAN-CZ, s.r.o.



INTERPLAN - CZ, s.r.o.®

Purkyňova 79a, 612 00 Brno

Czech Republic



Stavebník: **Statutární město Brno, Magistrát města Brna, Dominikánské nám. 1, 601 67 Brno**
IČ: 44992785

Místo stavby: **Jakubské náměstí 127/5, 602 00 Brno,**
Moravské náměstí 127/3, 602 00 Brno

STATICKÉ POSOUZENÍ

Statické posouzení objektu č.p. 127 v obci Brno-Střed
2.fáze

Vypracoval: 

Datum: **05 / 2024**

Počet stran: **63**

Arch. číslo: **241835/1-6-B001/0**

Název souboru: **241835_1_6_0_POSUDEK_OBJEKT_cp_127_2faze**

Obsah

Obsah	2
a) Technická zpráva.....	4
a.1) Předmět statického posudku	4
a.2) Obecný popis a historie objektu	4
b) Použité podklady.....	6
c) Použité normy a literatura	7
d) Použitý software	7
e) Stavebně-technický průzkum objektu	8
e.1) Výsledky stavebně-technického průzkumu - sál kina Scala	9
e.1) Zjištěné poruchy - sál Kina Scala	9
f) Chemický rozbor - stanovení stavu betonu odebraného v kině Scala v Brně.....	20
1. Úvod	20
2. Metodika zkoušek	20
3. Výsledky stanovení a jejich hodnocení.....	20
4. Závěr	22
g) Inženýrsko-geologický průzkum.....	22
h) Monitoring objektu	27
i) Výsledky statického posouzení	30
i.1) Závěr a doporučení	30
j) Studie opravy objektu	31
j.1) Úvod	31
j.2) Základní údaje o stávající konstrukci	31
j.3) Varianty koncepcí oprav objektu	34
Varianta č. 1	35
Varianta č. 2	37
Varianta č. 3	39
j.4) Statický výpočet	41
Sanace stropní konstrukce.....	41
Schémata	41
Zatížení.....	42
Vstupní údaje	42
Vnitřní síly	43
Posouzení na I. MS – Únosnost.....	45

2.FÁZE

Posouzení na II. MS – Použitelnost	46
Reakce 46	
Sanace střešní konstrukce – varianta 1	48
Schémata	48
Zatížení.....	49
Vstupní údaje	49
Vnitřní síly	50
Posouzení na I. MS – Únosnost.....	51
Posouzení na II. MS – Použitelnost	51
Reakce 52	
Sanace střešní konstrukce – varianta 2	53
Schémata	53
Zatížení.....	54
Vstupní údaje	54
Vnitřní síly	55
Posouzení na I. MS – Únosnost.....	58
Posouzení na II. MS – Použitelnost	58

a) Technická zpráva

a.1) Předmět statického posudku

Statické posouzení bylo vypracováno na základě objednávky stavebníka Statutárního města Brna. Předmětem posudku je zhodnocení stavebně technického stavu objektu, stanovení možnosti dalšího provozování či rekonstrukce stavby.

Pro možnost provedení posouzení objektu byl proveden stavebně technický průzkum objektu v době 02/2024 - 03/2024. Stavebně technické průzkumy zároveň navazují na dříve prováděné průzkumy v předmětném objektu

- 1) *Doplňkový stavebně technický průzkum (Průzkumy staveb, 02/2016)*
- 2) *Monitoring trhlin (Inset)*
- 3) *Měření hluku v Divadle Bolka Polívky (Enving, 03/2017)*
- 4) *Stavebně technický průzkum (AdMas, 08/2016)*
- 4) *Stavebně technický průzkum (AdMas, 09/2023)*

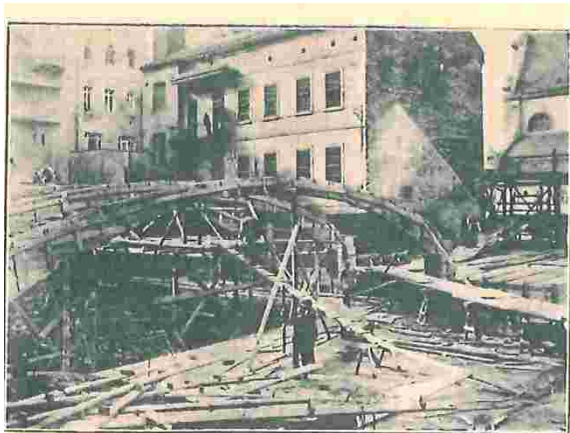
Potřeba provést stavebně technické průzkumy a statické posouzení objektu vznikla z důvodu neuspokojivého technického stavu objektu a indikovaných statických poruch konstrukce.

Tato další fáze průzkumu byla zaměřena na vyztužení sloupů v kině Scala, kvalitu betonu jejich základů, zhodnocení podloží v základové spáře a chemické analýzy betonu sloupů.

a.2) Obecný popis a historie objektu

- Vznik a historie objektu

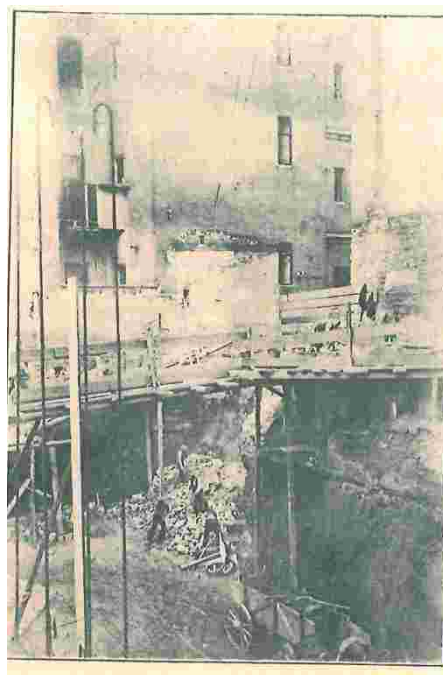
Divadlo Bolka Polívky a sál kina Scala jsou součástí komplexu budov č.p. 127 na Moravském nám. 3 a Jakubském nám.5. Objekt byl realizován v období 1927 a dokončen 1928 dle návrhu Ing. Dr. techn. Jaroslava Polívky. Objekt byl navržen jako dvě obchodní stavby ve dvorním prostoru uzavřeném bloky sousedních domů. Objekt byl prostorově navržen velmi účelně, kdy sál (víceúčelový sál kina Scala) je umístěn v přízemí pod divadelním sálem (Divadlo Bolka Polívky) a oba prostory jsou stavebně-konstrukčně propojeny a provozně se ovlivňují. Vzájemná provázanost prostoru Kina Scala a divadla DBP je dána stavebně-konstrukčním řešením, společnou dvouetážovou rámovou nosnou betonovou konstrukcí a těsným prostorovým sousedstvím obou sálů (podlaha divadla je stropem prostoru kina).



Bednění obloukové střechy nad slavnostním sálem.



Slavnostní sál v přízemí.



- Konstrukční uspořádání objektu

Konstrukce objektu sestává ze železobetonových patrových ráků, které obsahují příčně vynášející strop nad sálem kina Scala a v další úrovni železobetonovými oblouky, svislé opory tvoří železobetonové sloupy obdélníkového půdorysu. Mezi oblouky jsou železobetonové obloukové desky, ve středních partiích prosklené skleněnými tvárnici (luxfery).

- Stavebně-technický stav objektu

Stavebně technický průzkum 2016:

Stavebně technický stav objektu je předmětem zkoumání již z předchozích let. Dle dostupných podkladů byl v roce 2016 proveden stavebně technický průzkum konstrukce stropu kina Scala / podlahy divadelního sálu viz „Zpráva o provedení doplňkového stavebně technického průzkumu objektů divadla Bolka Polívky a kina Scala v Brně“, zhotovený Průzkumy staveb s.r.o. . Předmětem a účelem průzkumu bylo zjištění možnosti provedení nového hlediště v divadelním sále. Průzkumem byl ověřován tvar konstrukce v dostupných místech, zjišťována byla pevnost betonu stávající konstrukce a její vyztužení. Posudek konstatuje provedení „ze staršího betonu, který nebývá moc kvalitní“, upozorňuje na zkoumané stropní desky, které jsou narušeny trhlinami, k možnosti přítěžování se vyjadřuje slovy „při přítěžování postupovat velice obezřetně“.

Výzkumná zpráva 2016:

K výše uvedenému stavu byl v roce 2016 proveden diagnostický průzkum vybraných konstrukčních prvků v prostoru kina Scala. Účelem diagnostického průzkumu byla pasportizace poruch a vad a posouzení celkového stavu stropní konstrukce kina Scala. Průzkum provedlo VUT v Brně, Fakulta stavební, středisko AdMaS, viz „Výzkumná zpráva č. HS 12657124“. Průzkum identifikuje vady a poruchy stavby, stavebně technický a statický stav hodnotí jako „uspokojivý, odpovídající stáří jednotlivých konstrukčních celků a časové ose realizace úprav, konstrukce v průběhu dlouhého časového období vykazuje způsobilost s ohledem na výskyt poškození, zatížení, degradace, přetvoření a kmitání“. Z uživatelského hlediska konstatuje „Úprava hlediště divadla je možná za předpokladu, že nová konstrukce nebude těžší, než je konstrukce stávající a nebude umožňovat výrazně větší počet usazených osob“.

Pro hodnocení objektu průzkum doporučil zejména následující konkrétní opatření:

Sledovat vlhkost vzduchu v objektu a vlhkost konstrukčních prvků stavby z důvodů rizika koroze vyztuže betonových prvků vzhledem ke stavu karbonatice betonu, relativní vlhkost dle průzkumu nemá překročit 50%.

Identifikované trhliny v konstrukci nutno dlouhodobě systematicky sledovat

Všeobecně nepřipouští jakékoliv investiční záměry vedoucí k významné změně z hlediska přetížení stávající konstrukce stropu kina / podlahy divadla.

2.FÁZE

Průzkum hodnotí stavbu dostavěnou v roce 1928 jako stavbu na tehdejší dobu velmi směle a ekonomicky postavenou, kdy tehdejší technologie míchání betonu znamenala možnost velmi různorodé kvality betonu.

Statický posudek 2023 a Stavebně technický průzkum 2023:

V rámci řešení záměru „Rekonstrukce č.p. 127 Divadla Bolka Polívky“ bylo ve fázi studie provedeno statické posouzení pro kvantifikaci možnosti provedení rekonstrukce prostoru divadla, zejména prostoru hlediště. S využitím materiálových charakteristik a údajů o stávající konstrukci z předchozích stavebně technických průzkumů bylo provedeno posouzení nosné konstrukce podlahy divadla / stropu kina Scala. Statický posudek zhotovil INTERPLAN-CZ, s.r.o. . Statický posudek konstatuje, že stávající konstrukce podlahy stropu nevyhovuje na posouzení dle současně platných ČSN EN již pro stávající způsob užívání, nesplňuje konstrukční zásady dle současných norem, kdy dle současně platné ČSN EN je při posouzení únosnosti na předepsané zatížení pro divadelní sály únosnost některých železobetonových průřezů překročena několikanásobně. Vzhledem ke zjištěným vadám a výsledku statického posudku konstatuje stávající konstrukci jako nevyhovující pro použití v záměru rekonstrukce prostor divadla a v rámci modernizace hlediště divadla stanovuje potřebu sanace stávající konstrukce a nutnost řešení nové duplicitní podlahové konstrukce pro modernizaci hlediště.

Vzhledem ke zjištěnému stavebně technickému a statickému stavu podlahy divadla, s ohledem na absenci materiálových a konstrukčních informací o jeho horní – střešní konstrukci byl jako součást záměru rekonstrukce divadla proveden stavebně technický průzkum zaměřený na zjištění stavu nosné konstrukce prostoru divadla a to zejména střešní části. Dalším důvodem podrobného stavebně technického průzkumu byl uvažovaný záměr architektonické studie spočívající v provedení nástavby divadla a prověření možnosti přetížení stávající střešní konstrukce. Stavebně technický průzkum zhotovil Ústav zkušebnictví VUT v Brně v 01/2023.

Předmětem stavebně technického průzkumu byly zkoušky a odběry vzorků pro zjištění mechanických vlastností betonu a výztuže stávající střešní konstrukce nad hledištěm a jevištěm, zjištění způsobu vyztužení vybraných prvků, zjištění případných poruch a vad. Na základě zjištěných údajů o vyztužení a dosažených hodnotách pevností betonu ze zkoušek lze konstatovat, že stav a kvalita konstrukce je poplatná době svého vzniku, pevnostní třída betonu neodpovídá kvalitě konstrukčních betonů dle současných norem ČSN EN. Zjištěná karbonatace betonu neposkytuje dostatečnou ochranu proti korozi výztuže lokálně až do hloubky 110 mm.

b) Použité podklady

- [1] Dvě obchodní stavby, Ing. Dr. tech. Jaroslav Polívka
- [2] Zpráva o provedení doplňkového stavebně technického průzkumu objektů divadla Bolka Polívky kina Scala v Brně, Průzkumy staveb s.r.o., 02/2016
- [3] Výzkumná zpráva č. HS 12657124, stavebně technický průzkum, VUT v Brně, Fakulta stavební, AdMaS, 08/2016
- [4] Stavebně diagnostický průzkum střešní konstrukce budovy Divadla Bolka Polívky, Zpráva HS122354005, zpracovatel VUT v Brně, Ústav stavebního zkušebnictví, 01/2023
- [5] Sdělení Zn.:211763/D_2023_001, adresované Statutární město Brno, MMB, Odd. přípravy a realizace pozemních staveb, INTERPLAN-CZ, s.r.o., ze dne 10.2.2023
- [6] Zápis z jednání na VUT v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví, ze dne 17.2.2023
- [7] Sdělení Zn.: 211763/D_2023_002, adresovaná Statutární město Brno, tajemník MMB, INTERPLAN-CZ, s.r.o., ze dne 20.2.2023
- [8] Zápis z jednání, „Objekt č.p. 127 v obci Brno-střed – kontrola opatření pro možnost dalšího užívání objektu“, datum konání jednání 24.2.2023 (v prostorech Divadla Bolka Polívky a kina Scala)
- [9] Stavebně-technický průzkum objektu Moravské náměstí 3 a Jakubské náměstí 5 v Brně, sál divadla Bolka Polívky, Zpráva HS122354081, zpracovatel VUT v Brně, Ústav stavebního zkušebnictví, 09/2023
- [10] Stavebně-technický průzkum objektu Moravské náměstí 3 a Jakubské náměstí 5 v Brně, sál kina Scala, Zpráva HS122354082, zpracovatel VUT v Brně, Ústav stavebního zkušebnictví, 09/2023
- [11] Stavebně-technický průzkum objektu Moravské náměstí 3 a Jakubské náměstí 5 v Brně, sál kina Scala - 2.fáze, zpráva HS122454021, zpracovatel VUT v Brně, Ústav stavebního zkušebnictví, 09/2023
- [12] Stanovení stavu betonu odebraného v kině Scala v Brně, zpracovatel VUT v Brně, Ústav chemie, 04/2024

[13] Inženýrskogeologické posouzení, Brno, Jakubské nám.5 a Moravské nám.3, 2.fáze stavebně-technického průzkumu, zpracovatel GEON, s.r.o., Ing. Albert Kmet', 03/2024

c) Použité normy a literatura

ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí (Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby)
ČSN 73 0038	Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách
ČSN ISO 13822	Zásady navrhování konstrukcí - hodnocení existujících konstrukcí

d) Použitý software

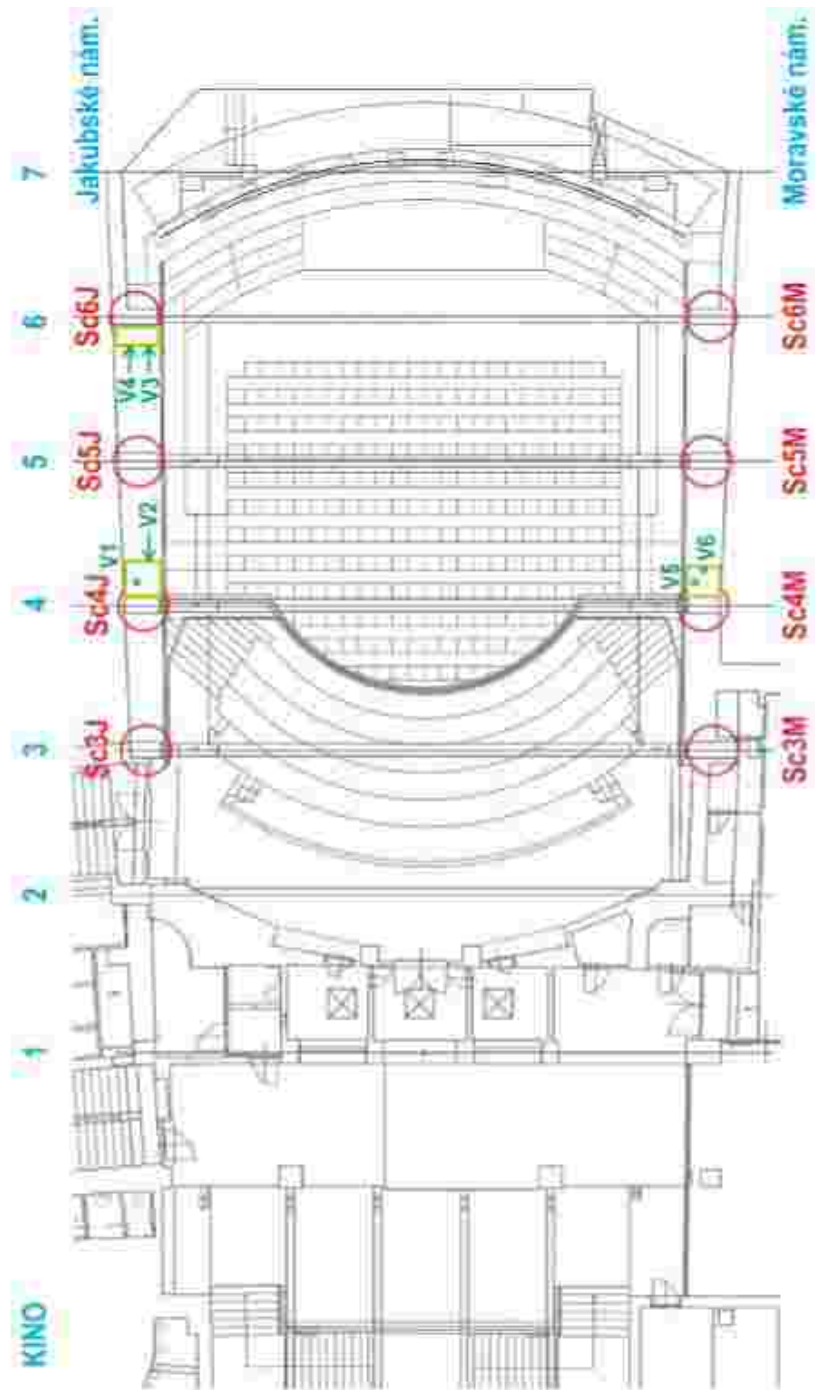
Scia Engineer 2013; Microsoft Office; FIN 2020

e) Stavebně-technický průzkum objektu

V období 02-03/2024 byl proveden stavebně-technický průzkum objektu (viz [10], [11] a [12]).

2.fáze posudku přímo navazuje na předchozí průzkumné práce z 07-08/2023 (viz [9] a [10]).

Cílem vlastního průzkumu bylo stanovení materiálových charakteristik betonu konstrukce, a zjištění vyztužení vybraných prvků konstrukce. To vše v souvislosti se zjištěnými poruchami konstrukce a plánováním dalších možností provozu objektu, respektive možné rekonstrukce.



Obr.1 : Schéma rozmístění jádrových vývrtů (sondy V1 až V6) a míst stanovení vyztužení (sondy Sc3J až Sc6J a Sc3M až Sc6M)

e.1) Výsledky stavebně-technického průzkumu - sál kina Scala

V objektu kina Scala bylo v požadovaných místech zjištěno vyztužení sloupů z čela v interiéru divadla, a v přístupných místech i v bočních partiích sloupů. Měření proběhlo v místech, kdy bylo možné zpřístupnit povrch konstrukce odstraněním obložení. Zjištěné vyztužení (hlavní výztuže v čele sloupu směrem do kinosálu a třmínky) je podrobně popsáno v [11]. Obecně lze konstatovat, že hlavní výztuže byly zjištěny jen při čelním líci sloupu směrem do kinosálu, na přístupných bocích sloupů nikoli. Rozmístění třmínků je velmi individuální na jednotlivých sloupech a nepravidelné (například u sondy Sc4J jeden třmínek na úseku 1,8 m, v kontrastu s tím v sondě Sc5M 4 třmínky na úseku 0,5 m).

Při podrobné prohlídce konstrukce v místě prováděných sond, bylo zjištěno několik poruch, a v jednom případě i již provedená sanace v podobě zesílení sloupu ocelovými bandážemi.

V [11] jsou popsány a zdokumentovány zjištěné poruchy konstrukce v místech sond. Hlavní poruchy byly zjištěny u sloupů Sc6M a Sc5M, v oblasti u paty sloupů nad podlahou. V této oblasti vychází ze základové patky (při čelu sloupu směrem do kinosálu) patrně trojice výztuží, které jsou v této oblasti ukončeny hákem zahnutým dovnitř sloupu, a dále pokračuje jen zjištěná hlavní výztuž sloupu. V oblasti nad podlahou, místy až do výšky cca 1 m byly na povrchu sloupů patrné vertikální trhliny, případně odtržení a vyboulení krycí vrstvy betonu, svědčící o masivní korozi všech svislých výztuží v této oblasti sloupu. Sekanou sondou u obou zmíněných sloupů byl tento fakt potvrzen. U ostatních sloupů na straně k Moravskému náměstí nebyl tento fakt zjištěn, nicméně tyto sloupy byly diagnostikovány ve vyšší výšce (díky elevaci podlahy kinosálu). Na straně k Jakubskému náměstí nebyly obdobné poruchy zjištěny. Kromě zjištěných poruch byla zjištěna v minulosti provedená sanace v podobě zesílení sloupu ocelovými bandážemi.

Na základě odběru jádrových vývrtů byla stanovena charakteristická pevnost v tlaku v konstrukci základů (válcová pevnost), vyšla $f_{ck, is} = 10,9 \text{ MPa}$, beton základů z hlediska pevnosti v tlaku odpovídá pevnostní třídě **C 8/10**.

Nutno konstatovat, že beton základů byl místy prokládán kusy stavebního kamene (typické červené slepence z lokality Brno, Červený kopec – devonská bazální klastika).

e.1) Zjištěné poruchy - sál Kina Scala

Při podrobné prohlídce konstrukce v místě prováděných sond, bylo zjištěno několik poruch, a v jednom případě i již provedená sanace v podobě zesílení sloupu ocelovými bandážemi.



Obr. 2: Sloup Sc4M, kde je v zpřístupněné oblasti patrná ocelová bandáž v podobě úhelníků 200x200 mm tloušťky 30 mm a opásání ocelovými pláty šířky 100 mm a tloušťky 10 mm po obvodu

Toto zesílení bylo řešeno v květnu roku 1966, viz následující archivní materiál:

- O p i s -

Příloha 2

Vysoké učení technické

v B r n ě

v Brně dne 23.5.1966

Katedra betonových konstrukcí
Pracoviště : a mostů VUT FAST Brno
Sady Osvobození 3

čís.tel.: 21379

č.j. 69/E/65/1966

Ke zn. 3/ST 2/3501

Věc : Porucha rámové stojky v kině Moskva

Hutní projekt
Pobočka 3 - Brno
Nám.Rudé armády
B r n o

Dnešního dne jsem si na Vaši žádost osobně prohlédl a informativně ověřil obnaženou betonovou konstrukci narušené rámové stojky ve vykopané sondě ve dvoře. Při této příležitosti jsem i stav narušení této stojky v hledišti kina a odebral jsem si vzorky zkorodovaného betonu pro vypracování chemického rozboru.

Na venkovní straně rámové stojky po jejím obnažení ve vykopané sondě bylo zjištěno :

- Stojka z venkovní strany byla betonována přímo do výkopu ve sprašovitě zemině, takže její čelní povrch, licující s obvodovým výplňovým zdívkem (cihelným), je nerovný, vyboulený, se stopami zvětralé lepenkové izolace proti zemní vlhkosti.
- Zemina ve vykopané sondě nejevila žádné stopy zvláštní zemní vlhkosti. Vykopaná jáma byla naprosto suchá.
- Výkopem nebyly ještě odhaleny základové konstrukce pod rámovou stojkou a proto se doporučuje vyhloubit sondu až po úroveň paty základů. Je třeba sondu ve spodní části rozšířit a řádně vypořít.
- Kvalita betonu na vnější straně (venkovní) ověřované stojky, zjišťovaná informativně špičkovou zkouškou, vykazovala značný rozdíl a kolísala od 117 kp/cm² v nejnižší přešetřované části (asi v úrovni podlahy

kina) do 155 kPa/cm² v horní části stojky (asi v úrovni balkonu).

Při přeshetřování stavu narušení stojky v kloboučích kina bylo zjištěno, že rozpad betonu pokračuje, beton přestává být kompaktním materiálem, drobí se a rozpadá a pojivo naprosto ztrácí požadovanou vaznost. Beton budí dojem zvětšené horniny (pískovce neb slepence).

Na podkladě zjištěných okolností je třeba přikročit k těmto sanačním opatřením :

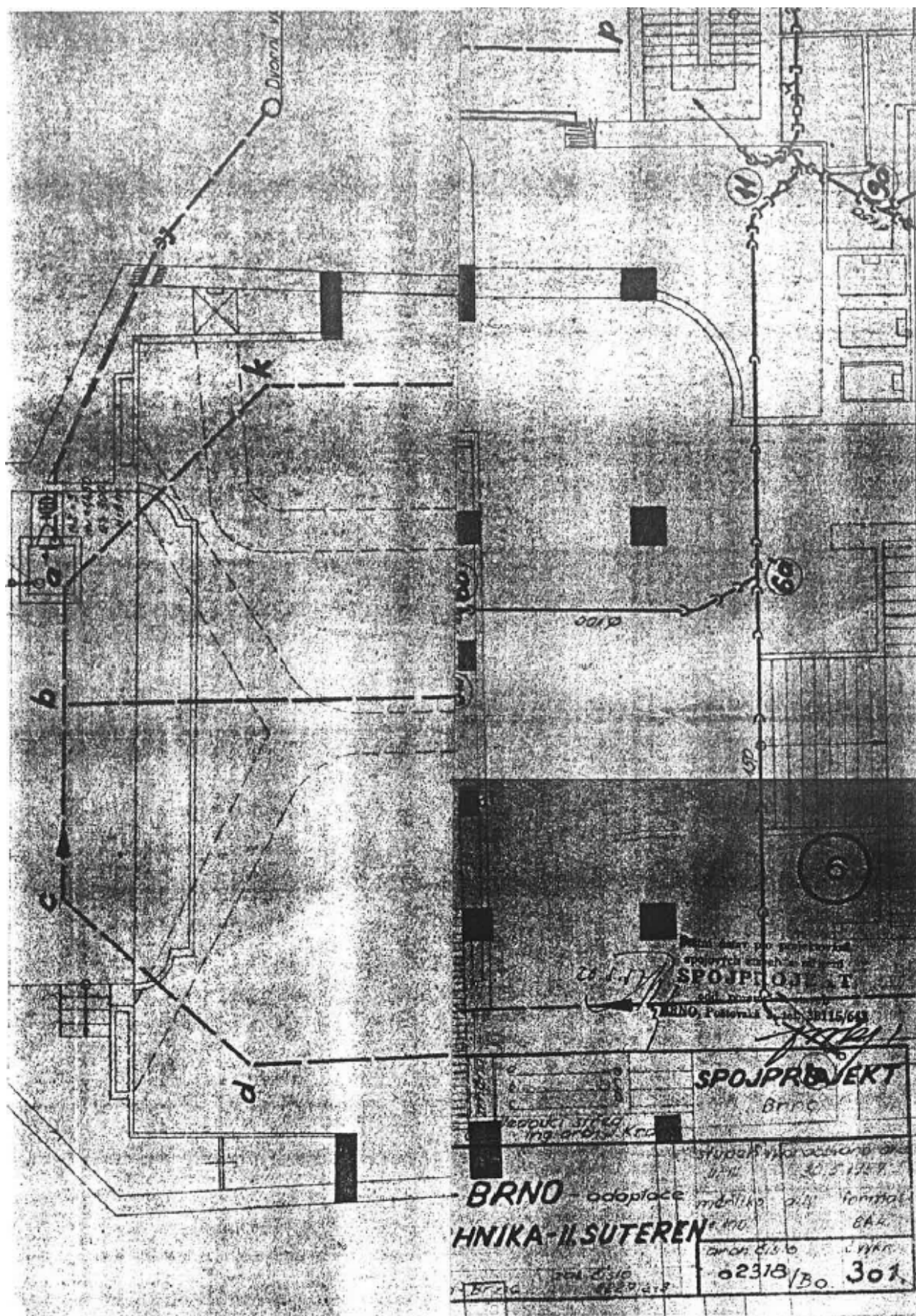
- 1/ Uvolnit opatrně cihelnou obkladivku kolem narušené rámové stojky tak, aby stojka byla přístupná k provádění sanačních zásahů,
- 2/ Vyrovnat vyboulený nerovný povrch stojky přibetonováním nebo omítnutím kvalitní cementovou omítkou, vystuženou pleťovím, přichyceným k původnímu betonu opravované stojky.
- 3/ Opatřit stojku oplocněním ocelovou kostrou, sestávající z podélných úhelníků z válcované oceli osazených na rohy stojky a vzájemně spojených příčnými vztuhami z páskované oceli. Ocelová kostra by se v patě a hlavě stojky opatřila rozváděcími obrubníky (patkami), které by se v patě stojky zakotvily do základu. Tato ocelová kostra musí být dimenzována tak, aby sama přenesla všechny účinky zatížení působící na rámovou konstrukci. Pouze účinky působení vzpěru je možno zanedbat s přihlédnutím k původní železobetonové stojce, kterou bude tato kostra obepínat, případně je nově stavět.
- 4/ Oplocnění opatřit ochrannou cementovou omítkou tak, aby se celá ocelová kostra bezpečně chránila před korozí.

Proto se domnívám, že i u ostatních rámových stojek se kvalita betonu proti původnímu stavu zhoršila, doporučuji předvzdědit se samátkovou kontrolou o skutečné kvalitě těchto nosných částí a podle výsledků šetření případně rozšířit zabezpečovací opatření i na ostatní stojky.

Návrh sanačních zásahů si vyhrašuji konsultovat.

Výsledek chemického rozboru odebraných vzorků narušeného betonu bude oznámen dodatečně.

Prof. Ing. [redacted] Dr. Sc.
vedoucí katedry





Obr. 3: Sloup Sc4M, mezi ocelovými pláty jsou slabě patrné šikmé trhliny, které byly patrně jedním z důvodů zesílení sloupu

2.FÁZE

Hlavní poruchy byly zjištěny u sloupů Sc6M a Sc5M, v oblasti u paty sloupů nad podlahou. V této oblasti vychází ze základové patky (při čelu sloupu směrem do kinosálu) patrně trojice výztuží, které jsou v této oblasti ukončeny hákem zahnutým dovnitř sloupu, a dále pokračuje jen zjištěná hlavní výztuž sloupu. V oblasti nad podlahou, místy až do výšky cca 1 m byly na povrchu sloupů patrné vertikální trhliny, případně odtržení a vyboulení krycí vrstvy betonu, svědčící o masivní korozi všech svislých výztuží v této oblasti sloupů. Sekanou sondou u obou zmíněných sloupů byl tento fakt potvrzen.

U ostatních sloupů na straně k Moravskému náměstí nebyl tento fakt zjištěn, nicméně tyto sloupy byly diagnostikovány ve vyšší výšce (díky elevaci podlahy kinosálu). Na straně k Jakubskému náměstí nebyly obdobné poruchy zjištěny.



Obr. 4: Sloup Sc5M s výrazným narušením a odtržením krycí vrstvy betonu korodující výztuží



Obr. 5: Sloup Sc5M s výrazným narušením a odtržením krycí vrstvy betonu korodující výztuží



Obr. 6: Sloup Sc5M s výrazným narušením a odtržením krycí vrstvy betonu korodující výztuží



Obr. 7: Sloup Sc5M s výrazným narušením a odtržením krycí vrstvy betonu korodující výztuží, detail u paty sloupu



Obr. 8: Sloup Sc6M s výrazným narušením a odtržením krycí vrstvy betonu korodující výztuží v patě sloupu, další trhlina je patrná ve výšce cca 1m



Obr. 9, 10: Sloup Sc6M s výrazným narušením a odtržením krycí vrstvy betonu korodující výztuží v patě sloupu - detaily dokumentující vyklonění odtržené vrstvy betonu



Obr. 11: Sloup Sc6M s výrazným narušením a odtržením krycí vrstvy betonu korodující výztuží v patě sloupu, po odstranění odtržené vrstvy je dobře patrná masivní koroze výztuží



Obr. 12: Sloup Sc6M s výrazným narušením a odtržením krycí vrstvy betonu korodující výztuží v patě sloupu, po odstranění odtržené vrstvy je dobře patrná masivní koroze výztuží



Obr. 13: Sloup Sc6M - vodorovná trhlina ve výšce přes 1m nad podlahou



Obr. 14: Sloup SC6M s výrazným narušením a odtržením krycí vrstvy betonu korodující výztuží v patě sloupu, po odstranění odtržené vrstvy je dobře patrná masivní koroze výztuží. Na záběru dvojice výztuží ze základu končící v patě sloupu hákem, a mezi nimi jedna hlavní výztuž sloupu

f) Chemický rozbor - stanovení stavu betonu odebraného v kině Scala v Brně

Nad rámeček průzkumu byl na vzorcích odpadlé krycí vrstvy betonu ve sloupu v sondě Sc6M (krycí vrstva odpadá až na úroveň polovinu profilu výztuže sloupu) proveden fenolftaleinový test, zcela bez barevné reakce. Lze tedy konstatovat, že krycí vrstva výztuže ve sloupech není pasivačně betonem chráněna. Ve spolupráci s prof. RNDr. Pavlou Rovnaníkovou, CSc., (Ústav chemie FAST VUT v Brně) byly na odebraném vzorku provedeny orientační testy na přítomnost síranů, dusičnanů a chloridů, které byly pozitivní. Na jejich základě byl objednan chemický rozbor betonu [12].

Citace z protokolu chemického rozboru:

1. Úvod

K prvotnímu zjištění stavu betonu v kině Scala byl odebrán jeden vzorek ze sloupu č. 6 (sonda SC6M) 500 mm nad podlahou – odpadá krycí vrstva výztuže.

2. Metodika zkoušek

Koroze ocelové výztuže závisí na mnoha faktorech, nejvýznamnější je hodnota pH pórového roztoku v jejím okolí a přítomnost některých dalších iontů, zejména chloridů. Při hodnocení podmínek pro korozi ocelové výztuže v betonu je nutné stanovit jak hodnotu pH (a z ní vypočítat koncentraci hydroxidových iontů), tak i obsah chloridových iontů.

Ze vzorku betonu byl připraven výluh v destilované vodě. Ve výluhu byl stanoven obsah chloridů merkurimetry a potenciometricky změřena hodnota pH. Z obsahu chloridových a hydroxidových iontů byl vypočítán poměr, který informuje o možné korozi výztuže.

Vzorek betonu byl dále podroben rentgenové difrakční analýze (XRD) analýze, kterou lze identifikovat krystalické fáze kameniva a pojiva, včetně korozi vzniklých látek. Termická analýza umožňuje identifikaci některých pojivových fází a korozních produktů.

Pro XRD analýzu byl vzorek podrcen na velikost zrn cca 1 až 2 mm, a dále rozmělněn v achátovém třecím mlýnku na velikost zrn pod 0,063 mm. Upravený vzorek byl podroben rentgenové difrakční analýze na přístroji XRD Empyrean, který využívá ovládací software Data Collector.

Termická analýza byla provedena na vysušených a pomletých vzorcích v přístroji pro termickou analýzu NETZSCH STA 2500. Vzorky byly zahřívány v teplotním režimu 10 °C / min do 1000 °C. Měřením se získá přehled o přítomných složkách, podléhajících tepelnému rozkladu při charakteristických teplotách.

3. Výsledky stanovení a jejich hodnocení

Tab. 1 Výsledky stanovení obsahu chloridů a pH

pH	pOH	Cl⁻ [%]	Cl [mg/g]	cCl/cOH⁻
8,06	5,94	0,62	6,2	7566,8

Ocelová výztuž v betonu je chráněna před korozi přítomností hydroxidových iontů v jejím okolí (odpovídá hodnotě pH > 9,5). Hydroxidové ionty vytvářejí zásadité prostředí, které stabilizuje sloučeniny na povrchu kovu. Snížení jejich koncentrace vede k porušení ochranné vrstvy na povrchu kovu, což usnadňuje jeho korozi.

Korozi ocelové výztuže a pasivní stav v závislosti na pH lze odvodit z Pourbaixova diagramu, který je závislostí potenciálu kovu na hodnotě pH okolního roztoku [1]. V rozmezí pH 9,5 až 13 je železo v pasivním stavu, ke korozi na

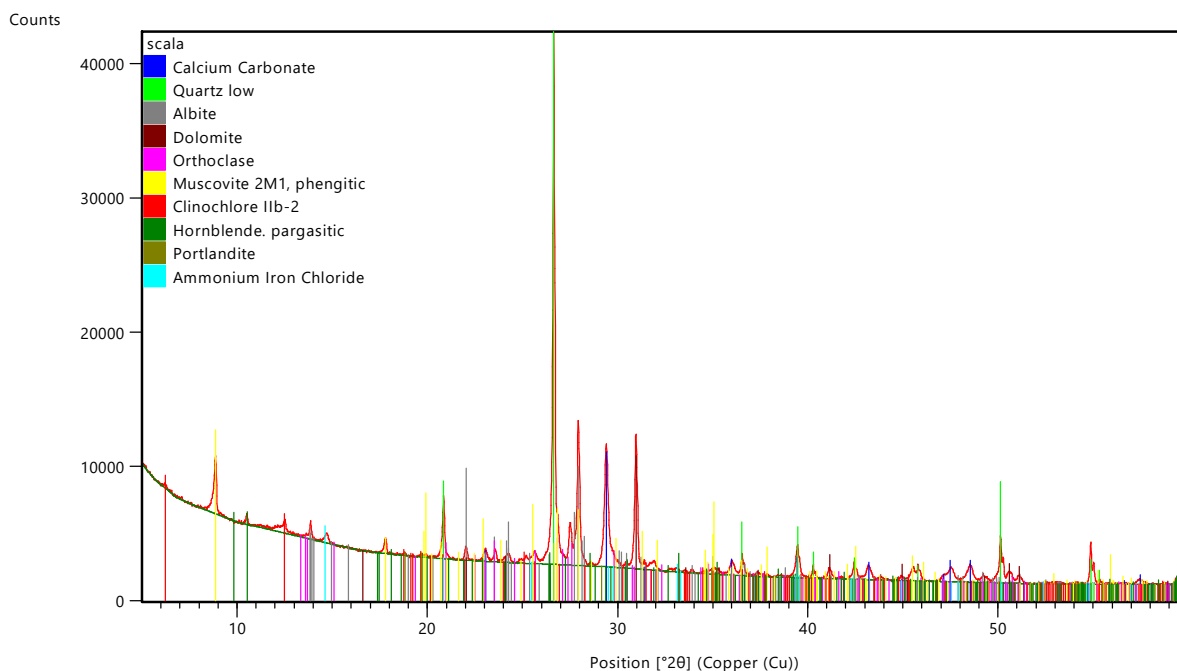
2.FÁZE

jeho povrchu dochází v naprosto zanedbatelné míře. Jsou-li v betonu přítomny cizorodé ionty, zejména chloridy, tyto závislosti neplatí a může výztuž korodovat.

Prahová hodnota poměru koncentrací chloridových a hydroxidových iontů se uvádí v rozmezí 0,25 až 1,09. Nejčastěji uváděná hodnota poměru koncentrací $cCl/cOH > 0,6$ vytváří předpoklad, že výztuž bude korodovat [2, 3].

Zjištěná hodnota pH 8,06 již sama o sobě vytváří prostředí o velmi nízké koncentraci hydroxidových iontů, v němž výztuž koroduje i bez přítomnosti chloridových iontů. Zjištěný obsah chloridových iontů v betonu korozí výrazně podpoří.

Hodnota poměru cCl/cOH mnoho násobně převyšuje prahovou hodnotu, jsou tedy vytvořeny podmínky pro výraznou korozí výztuže.



Tab. 2 Vyhodnocení XRD analýzy

Barva křivky	Název	Chemický vzorec
modrá	Calcium Carbonate	$CaCO_3$
citronová	Quartz low	SiO_2
šedá	Albite	$Al_{1,02}Ca_{0,02}Na_{0,98}O_8Si_{2,98}$
kaštanová	Dolomite	$CaMg(CO_3)_2$
červenofialová	Orthoclase	$K_{0,94}Na_{0,6}AlSi_3O_8$
žlutá	Muscovite 2M1,	$(H,K)AlSiO_4$
červená	Clinocllore Ilb-2	$Mg_5Al(AlSi_3O_{10})(OH)_8$
zelená	Hornblende. pargasitic	$(Ca,Na)_2(Mg,Fe,Al)_5(Al,Si)_8O_{22}(OH)_2$
olivová	Portlandite	$Ca(OH)_2$
světlemodrá	Ammonium Iron Chloride	NH_4FeCl_3

2.FÁZE

XDR analýzou byly zjištěny běžné součásti kameniva, jako je křemen, muskovit, albit, ortoklas, dolomit. Beton obsahuje kalcit (CaCO_3), který je produktem karbonatace betonu. Tímto procesem se přítomný hydroxid vápenatý, vytvářející zásadité prostředí betonu, důležité pro ochranu ocelové výztuže před korozí, mění na uhličitán vápenatý, dochází ke snížení pH pórového roztoku v betonu a vytvářejí se podmínky pro korozi výztuže.

Zjištěna byla přítomnost sloučeniny, obsahující chloridový anion, který hraje významnou roli při korozi výztuže.

Termická analýza potvrdila, že beton je zkarbonátovaný. Z průběhu termogravimetrické křivky lze odvodit absenci portlanditu, což potvrzuje nízkou hodnotu pH betonu. Zda došlo k napadení pojivových fází hydratovaného cementu oxidem uhličitým, by vyžadovalo další analýzy.

4. Závěr

Výsledky analýz ukázaly, že beton je zkarbonátovaný, pH pórového roztoku je nízké a nevytváří prostředí pro ochranu ocelové výztuže před korozí. Navíc, přítomnost chloridových iontů korozi výztuže významně podporuje.

Použitá literatura

[1] Beverskog, B., Puigdomenech, I. Revised Pourbaix diagrams for iron at 25-300°C, Corrosion Science, Vol. 38, 1996, 2121–2135.

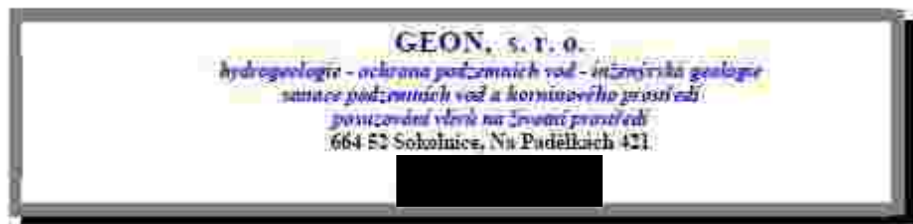
[2] Grimaldi, G., Raharinaivo, A. Vers une stratégie de réparation du béton armé dégradé. Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées, Vol. 223, 1999, 59–70.

[3] Kalabisová, E., Pražák, M., Březina, M. Sborník Konference AKI 98 – Kovové materiály v protikoroziční ochraně (Malenovice), 1998, 1–4.

g) Inženýrsko-geologický průzkum

V rámci průzkumných prací byly provedeny kopané sondy k základovým patkám za účelem zjištění způsobu založení a ověření geologie v úrovni základové spáry.

Scan závěrečné zprávy - viz následující strany:



Inženýrsko-geologické posouzení

BRNO

Jakubské nám. 5 a Moravské nám. 3
2. fáze stavebně-technického průzkumu

Výsledky inženýrsko-geologického posouzení provedeného za
účelem zjištění podkladů pro zpracování projektové dokumentace

INTERPLAN-CZ, s.r.o.
Purkyňova 79a
612 00 Brno

Albert
Kmet'

podpisal Ing.
Albert Kmet'
Datum:
2024.03.15
06:38:15

Brno - březen 2024

1/ Úvod a použité podklady

Předmětná etapa geologicko-průzkumných prací na lokalitě byla provedena za účelem inženýrsko-geologického posouzení na lokalitě Brno, Jákubské náměstí 5 a Moravské náměstí 3. Kontext posouzení vycházel ze stávajících znalostí o lokalitě, vyplývajících z výsledků předchozích průzkumných prací v zájmovém území a provedených sondážních prací v rámci posouzení.

2/ Geologické a hydrogeologické poměry všeobecně

Z geomorfologického hlediska se zájmové území nachází v oblasti Řečkovicko-křutského prolomu. Jedná se o sníženinu směru JIV-SSZ, která odděluje Bobravskou vrchovinu od Drahaněvské vrchoviny. Geologicky je zájmové území budováno mohutnou sprašovou zvětr. pleistocenního stáří, která překrývá východně exponované svahy brněnského masívu a v nejnižších polohách svahu zasahuje až k údolní nivě řeky Svitavy. Údolní niva Svitavy leží na neogenní výplni karpatské čelní hlubiny, která svým severním výběžky proniká do depresních sníženin brněnského masívu. Vzhledem k umístění lokality v zastavěné části je povrch terénu zarušen vlivy recentních navětek a lze předpokládat jejich proměnlivou mocnost a ulehlost.

Geologická čísnice 1 : 20 000



KVARTÉRNÍ POKRYV; KVARTÉRNÍ EXTRUSIVNÍ OBLASTI

neuvládáno

NEOZOIKUM; KVARTÉR

holocen

Q₄

antropogenní usazeniny nerostlivé

pleistocen

Q₂₋₃

spraše a sprašové nálety

Vzhledem k situování lokality historické části města Brna je povrch terenu zarovnan vrstevami recentních navrátek a lze předpokládat jejich proměnlivou mocnost a ulehlost. Spráše spočívají zčásti přímo na neogenním podloží prezentovaném ledovcovými, rezavě skvrnitými, vápnitými jíly, vysoce plastickými a pevně konzistence – těgely a zčásti na štěrčích a písčích nízké říční terasy, která zde byla uložena akumulací činnosti toku Svitavy. Štěrky jsou zahlbené a silně ulehlé.

Z hlediska hydrogeologického vytvářejí neogenní sedimenty, které jsou charakteristické velmi častými litofaciálními změnami v horizontálním i vertikálním směru komplex velmi nepravidelně se střídajícími izolátory (jíly) a průlinových vrstevových kolektorů (písčiny štěrky).

V závislosti na geologické stavbě a litofaciálním vývoji sedimentární výplně předhlubně lze v rájmové oblasti vymezit infiltrační oblasti (na z. a st. okraji neogenních sedimentů) s volným režimem proudění podzemních vod a struktury dílčích zvětlých pánví s napjatými zvodněním. Podle hydrogeologické zónování se rájmové území nachází v oblasti základního hydrogeologického rajonu č. 2241 – Dyjsko-Svratecký úval

3. Výsledky posouzení

Pod svrchním horizontem navrátek se na lokalitě nachází spráše a sprášové hlíny charakteru středně plastických jílu (třídy CI) o tuhé až poloměkce konzistence o ověřené mocnosti cca 1,5-2,0 m, přecházející v hloubkové úrovni cca 4 m p.t. v jílovito-písčité hlíny o tuhé až pevně konzistenci – zatíženy pod základovými konstrukcemi.

Jak vyplývá z archivu podkladů mocnost daného kvartérního subhorizontu soudrných zemín v dané části území dosahuje mocnost cca 5-6 m, kdy pod jeho bází se vyskytují v dané části území neovorné polohy štěrku v různém stupni zahlbení o mocnosti do cca 1 m, kdy se jedná o okraj údolní terasy, místy vyklínající. V podloží daného subhorizontu se vyskytují podloží neogenní vápnité jíly, charakteru pevných jemnozrnných zemín s vysokou až velmi vysokou plasticitou, třídy CH – CV, které byly sondážními pracemi v dané oblasti zatíženy od hloubkové úrovně cca 6-7 m pod stávající úrovní terenu. Konzistence zemín se mění směrem do podloží od tuhé po pevnou a v rájmové oblasti jsou ověřeny do minimální hloubkové úrovně cca 25 m p.t.

Hladina podzemní vody se vyskytuje v hloubkové úrovni cca 6-8 m p.t. Vzhledem k charakteru a pozici lokality lze předpokládat místy dotaci podloží zemín především povrchovými vodami případně přítoky z netěsných nebo nefunkčních inženýrských čtí.

Jílovito-písčité zemín – konzistence tuhá

$$E_{def} = 6 \text{ MPa}$$

$$c_v = 0,05 \text{ MPa}$$

$$\varphi_v = 0^\circ$$

$$c_{az} = 0,01 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{az} = 17^\circ$$

$$\gamma = 0,40$$

$$\beta = 0,47^\circ$$

$$\rho_s = 2 \text{ } 100 \text{ kg m}^{-3}$$

Hodnota tabulkové výpočtové únosnosti bez vlivu hloubky založení -

tuhá konzistence $R_{af} = 120 \text{ kPa}$

IG posouzení

v případě zatížení poloh isotropických zemín náleží tyto podle zrnitostiho složení převážně do tř. GM - G-F. Vlastnosti ulehých ístřků ($I_p = 0,7$) vyjadřují následující průměrné hodnoty směrných normových charakteristik:

$$E_{sk} = 20-30 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,25$$

$$c_{sk} = 0$$

$$\varphi_{sk} = 35^\circ$$

$$\rho_s = 1.900 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$R_{sk} = 250-400 \text{ kPa - orientačně}$$

Těžitelnost dle 73 3055 - 3-4, dle 73 0153-1

Vrtnitelnost pro piloty je podle Katalogu popisů a směrných cen zkušebních prací - III-IV

V případě že jsou tyto zeminy zrodově jsou výrazně nestabilní - nutné posít

podložní neogenní jíly neogenní světlé žlutozelené vápnité jíly, charakteru pevných lidivků:

V průměru lze povrchovou zónu (cca 3-4 m) neogenních jílů charakterizovat následujícími geotechnickými vlastnostmi:

$$E_{sk} = 10 \text{ MPa}$$

$$c_{sk} = 0,08 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{sk} = 0^\circ$$

$$c_{sk} = 0,010 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{sk} = 17^\circ$$

$$\nu = 0,42$$

$$\beta = 0,37$$

$$\rho_s = 1.900 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$R_{sk} = 160 \text{ kPa - orientačně}$$

Hluběji lze u podložních jílů s vysokou až velmi vysokou plasticitou počítat s následujícími průměrnými hodnotami geotechnických vlastností:

$$E_{sk} = 15 \text{ MPa}$$

$$c_{sk} = 0,10 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{sk} = 0^\circ$$

$$c_{sk} = 0,015 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{sk} = 17^\circ$$

$$\nu = 0,42$$

$$\beta = 0,37$$

$$\rho_s = 1.900 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$R_{sk} = 200 \text{ kPa - orientačně}$$

Jak vyplývá z archivních materiálů významně ohlasi se výskyt podzemní vody klasifikovně z hlediska chemického působení vody ve směru ČSN EN 126-1, tabulka 2 jako slabě agresivní chemické prostředí (XA1) a to vzhledem k zvýšené koncentraci iontů a výskytu CO_2 .

Vypracoval: Ing. Albert Kmeř

h) Monitoring objektu

Vzhledem k havarijnímu stavu objektu z 02/2023 a následnému opatření pro možnost dalšího dočasného užívání objektu (02-06/2023) byl zahájen monitoring, který byl jednou z podmínek možnosti dočasného užívání.

Monitoring zajišťuje firma INSET a trvá dosud.

Průběh monitoringu:

21.2.2023 – Instalace měřicího systému

Za účelem monitoringu trhlin v divadle nainstalovány deformometry.

Jedná se o systém snímačů IOT LV + snímač DH15.

Instalováno celkem 8 snímačů DH15. Celkem 4 měřicí místa, na každém místě dvojice snímačů (svislý + vodorovný/šikmý). Data ze 4 snímačů DH15 vždy sdružena do jednoho dataloggeru IOT LV. U každého snímače IOT LV pak instalován teploměr pro sledování teploty.

Na kritickém sloupu dále instalovány 2 náklonoměry IOTIN (nad a pod trhlinou).



Foto z instalace 21.2.2023. 2x snímače DH15 + 2x náklonoměr IOTIN.



Foto z instalace 21.2.2023, detail snímače DH15



Foto z instalace 21.2.2023. Snímač IOT LV – ukládá data ze 4 snímačů DH15, ukládá data z měření teploty, bezdrátově odesílá data



Foto z instalace 21.2.2023, router – přijímá data ze snímačů IOT a odesílá data přes datovou síť od systému Miner

Červen 2023

2.FÁZE

Prudký nárůst deformací v důsledku vysokých teplot, překročení původně definovaných varovných stavů (0,1 mm), denní sledování výsledků.

Dne 30.6.2023 – ukončení provozu v budově, zrušení varovných stavů

Červenec 2023

Dne 23.7.2023 dosažena maximální hodnota deformace 0,823 mm (vodorovný snímač na kritickém sloupu)

Srpen 2023 – rozšíření monitoringu

Cílem rozšířeného monitoringu je sledování napětí ve svornících statického zajištění kritického sloupu. Dále monitoring trhliny ve stropním vazníku a na třetím sloupu od jeviště vpravo.

1.8.2023

Balkon vpravo: Kvůli plánované instalaci systému Dynamag demontovány oba deformy a oba náklony ze 2. sloupu od jeviště. Na 1. sloupu deformy ponechány.

Balkon vlevo: trvale demontovány snímače DH15 z 1. sloupu u jeviště na balkoně vlevo. Z druhého pilíře vlevo dále demontován 2x DH 15 - příprava pro osazení systému Dynamag.

Stropní průvlak 3. sloupu - instalován deform DH15 a snímač IOT LV.

2.8.2023

Instalovány snímače Dynamag (DYN1H, DYN1D) na 2. sloup pravého balkonu. Dále vrácen na původní místo horní náklon nad trhlinou. Dva snímače DH 15. Na třetí pilíř vpravo od jeviště jsme v trhlíně nad podlahou instalovali nový DH15

4.8.2023

Instalace dalších 2 snímačů Dynamag (DYN2H, DYN2D) na 2. sloup na levém balkoně.

Spuštěn systém Dynamag – zkušební provoz. Kontinuální monitoring, dálkový přenos dat, data ukládána na portálu Sahure. Nastaveny hodnoty varovných stavů (5 kN)

11.8.2023

Výměna měřicí jednotky Dynamag – spuštění měření



Snímače Dynamag nainstalované na svornících kritického sloupu (2. sloup od jeviště na balkoně vpravo)



Snímač DSCS systému Dynamag – detail



Instalace snímače DH15 ve stropním vazníku

15.8.2023

V době provádění sekané sondy u 1. sloupu, balkon vpravo, skokový nárůst deformace u snímače poblíž. Nárůst o cca 1,5 mm.

17.10.2023

Navýšení varovného stavu u systému Dynamag na 6kN.

Výsledky měření:

Za období 01/2024 - 05/2024 nedošlo k překročení varovných stavů.

i) Výsledky statického posouzení**i.1) Závěr a doporučení**

Nosná konstrukce budovy pochází z 30-tých minulého století a v průběhu existence byla dotčena stavební činností a stavebními zásahy v 70-tých letech 20. století. Z hlediska využitelnosti a funkce dosahuje délky udávané životnosti pro tento druh staveb to je 80 až 100 let. Vlastní betonová konstrukce byla navržena a prováděna dle zvyklostí poplatné době svého vzniku, to je z konstrukčních materiálů nižších pevnostních vlastností, než je současný standard a možností tehdejší technologie provádění. Dle hodnocení předchozích průzkumů byla provedena navíc velmi úsporně i v době svého vzniku, statický výpočet byl zřejmě proveden dle původně platných norem a zvyklostí.

Ze stavebně technického průzkumu vyplývá následující:

- získaná zjištění potvrzují již dříve konstatovaný nevyhovující stav konstrukce sálů kina Scala a Divadla Bolka Polívky. V patě sloupů, byly zjištěny další závažné skutečnosti ve formě zcela zkarbonatovaného betonu, který v tomto stavu nechrání výztuž a tato i vlivem působení spodní vody, které v této lokalitě dosahuje agresivity vůči betonovým konstrukcím tř.XA1 silně koroduje. V důsledku tohoto jevu již v minulosti došlo k zesilování min 1 sloupu.
- nevyhovující způsob vyztužení sloupů je patrný i v dolní úrovni sloupů

Celkové hodnocení:

- Dle provedených stavebně technických průzkumů bylo zjištěno, že železobetonová nosná konstrukce objektu má z dnešního úhlu pohledu a míry poznání v oboru nedostatečné a chybné provedené vyztužení. Toto vyztužení není schopno zabránit vzniku a rozvoji sledovaných statických poruch konstrukce a snižuje jeho schopnost mechanické odolnosti a podmínek stability vyžadovanýchmi aktuálně platnými stavebními předpisy.
- Konstrukce má rovněž v kritických místech výztuž silně narušenou korozí. Zároveň zjištěná narušení konstrukce.

Na základě výše uvedených skutečností je nutno konstatovat, že konstrukce objektu již nesplňuje podmínky na mechanickou odolnost a stabilitu dle ČSN a zákonných předpisů.

Objekt v tomto stavebně technickém stavu již není možno provozně využívat s platností od data 16.8.2023 (viz Vyjádření projektanta-statika, Zn.: 231798 / D 2023 031). Neprovozeroschopné části jsou části objektu ohrožené poškozenou konstrukcí tj. sál Divadla Bolka Polívky a sál kina Scala.

Objekt je nutno sanovat. Možné způsoby opravy - viz následující studie opravy objektu

j) Studie opravy objektu**j.1) Úvod**

Předmětem studie opravy objektu je návrh sanace a revitalizace stávající železobetonové konstrukce s ohledem na záměr celkové rekonstrukce objektu Divadla Bolka Polívky / kina Scala.

Z dřívějších statických a laboratorních posudků vyplývá, že stávající železobetonová konstrukce je nevyhovující pro další funkci nosné konstrukce ve smyslu platných ČSN a zákonných předpisů.

Logickým důsledkem výše uvedených závěrů bývá uzavření a demolice daného objektu a jeho případné nahrazení objektem novým. Toto bývá nejefektivnějším způsobem řešení.

Vzhledem k faktu, že řešený objekt (sály kina Scala a Divadla Bolka Polívky), je ve vnitrobloku bez možnosti přímého přístupu na místo stavby, tzn. nelze na stavbu dopravit stavební stroje a stavba nemá přímý příjezd pro nákladní vozidla, je varianta úplného zbourání objektu z těchto důvodů krajně problematická a velice komplikovaná. Dále vzhledem k provázanosti s okolními objekty a dříve identifikovanými majetkoprávními problémy, které mají potenciál znemožnit na daném místě řádné povolení objektu nového, je varianta likvidace objektu z našeho úhlu pohledu pouze teoretická a prakticky nemožná.

Nevyhovující stav objektu je ovšem nutno řešit, stávající železobetonová konstrukce již dále není schopna plnit svoji nosnou funkci a oprava proto musí spočívat v jejím nahrazení podpůrnou ocelovou konstrukcí, přičemž stávající železobetonová konstrukce zůstane zachována na místě víceméně jako tvar tvořící formu objektu.

Varianty řešení rekonstrukce objektu primárně vychází z myšlenky zachování tvaru a funkčnosti sálu kina Scala bez výraznějších zásahů, které by mohli ovlivnit akustiku, projekční možnosti, kapacitu sálu atd.

To ovšem znamená, že sál Divadla Bolka Polívky musí být tomuto záměru obětován a to ve smyslu, že jeho prostor, který dnes zabírá výšku dvou podlaží bude zredukován na výšku jednoho podlaží a takto získaný prostor bude využit pro novou ocelovou konstrukci.

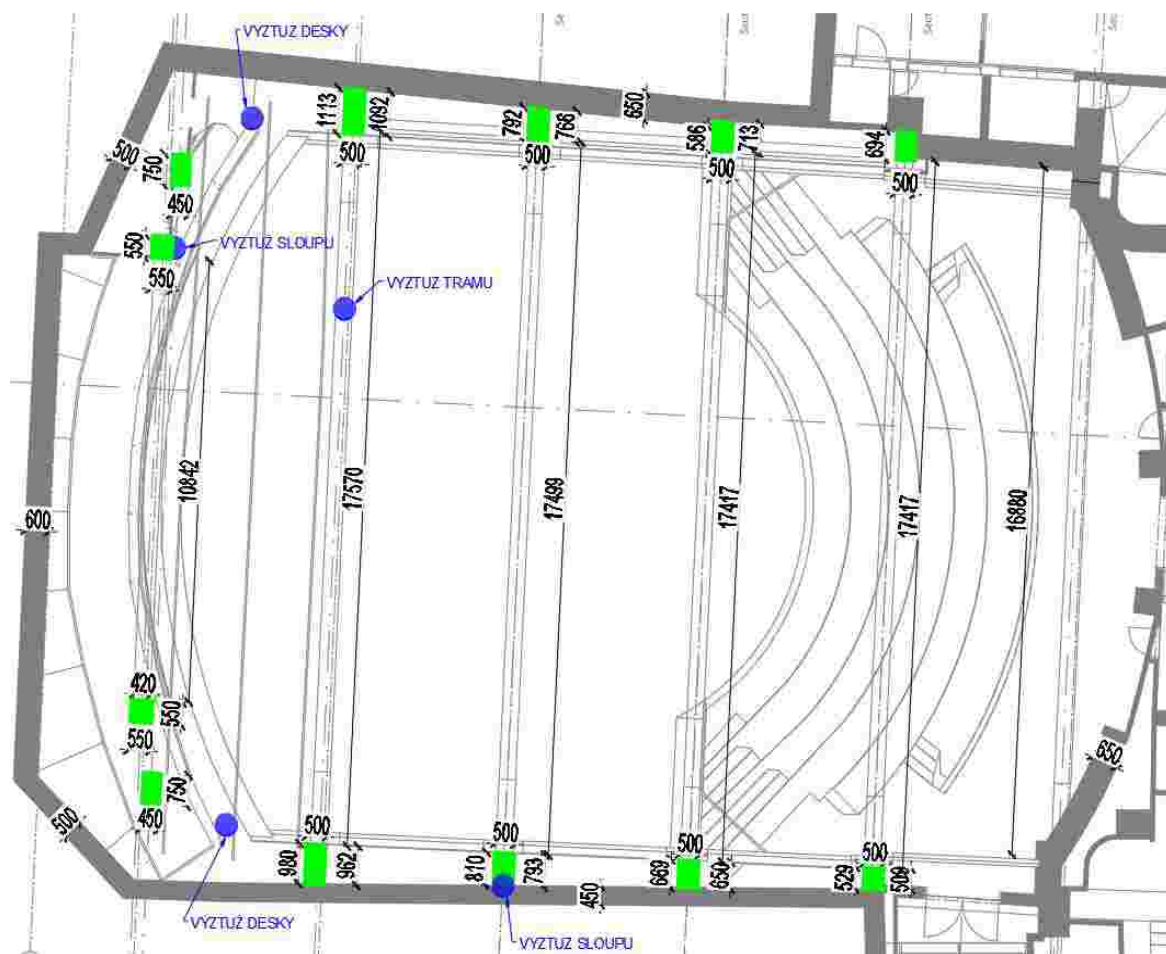
Sál Divadla Bolka Polívka tímto zanikne a vznikne nový prostor pro činnosti typu galerie popř. komunitní či komorní aktivity. V rámci této opravy a změně využití se jeví jako příhodné obnovení resp. otevření prostoru pod střechou sálu, který je v současné době zakryt podhledem, spolu s obnovením vrchního osvětlení pomocí střešních světlíků. Tyto jsou v současné době zakryty střešním pláštěm.

Konstrukci je bezpodmínečně nutno sanovat a zabezpečit. V této studii jsou uvedeny možnosti sanačních opatření, díky nimž je možné prostory kina Scaly a Divadla Bolka Polívky nadále využívat.

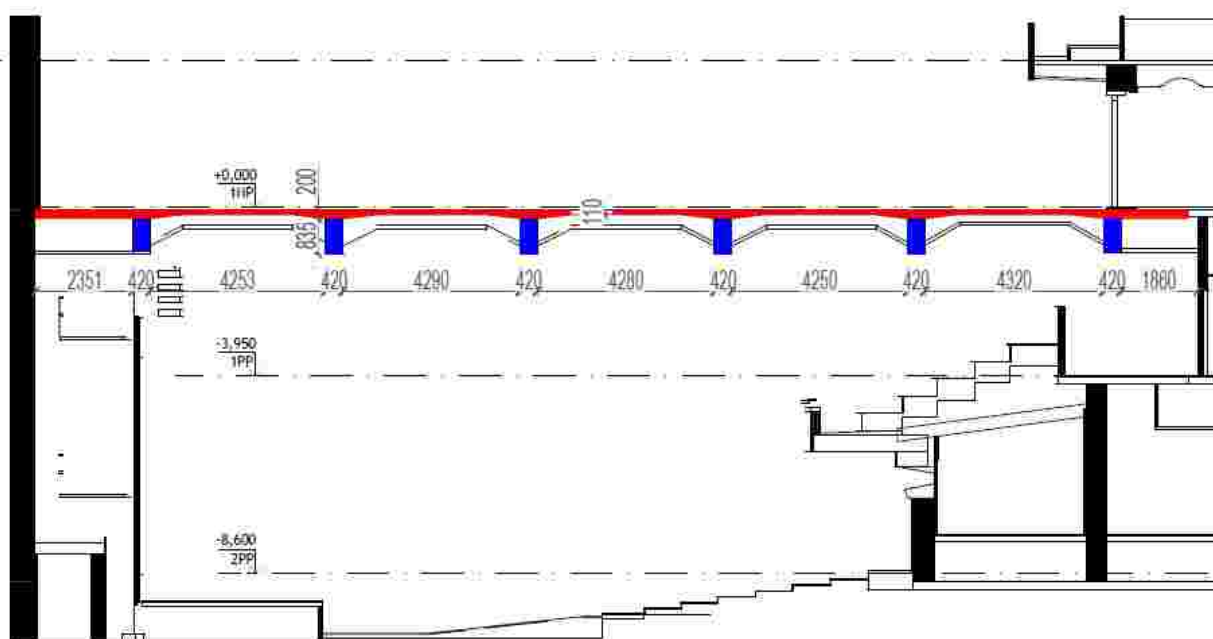
Projekt je zpracován dle ČSN EN v rozsahu stanoveném Stavebním zákonem č.138/2006 Sb. a vyhláškou č.499/2006 Sb. ve znění vyhlášky č.62/2013 Sb.

j.2) Základní údaje o stávající konstrukci

Zkoumaný objekt byl dostaven dle dostupných historických informací roku 1928. Další stavební úpravy objektu probíhaly v 70-tých letech 20.století. Stropní konstrukce je provedena jako monolitický železobetonový trámový strop. Masivní trámy tvoří se ŽB sloupy rámovou konstrukcí, mezi které je provedena ŽB stropní deska. Trámy i stropní deska v oblasti podepření jsou tvořeny náběhy. Na Obr. 2.1 je zobrazeno půdorysné schéma stropní desky nad 1.PP, kde jsou vyznačené rozměry ŽB konstrukcí (sloupy, průvlaky) a zděná stěna šedivou barvou.



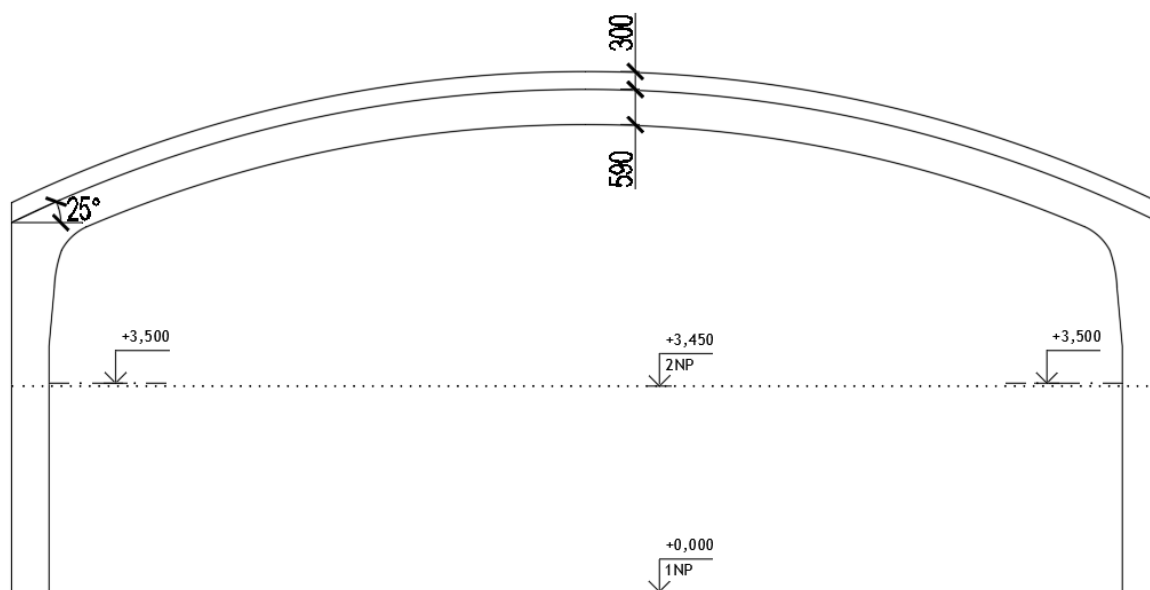
Obr. 2.1 Půdorys stropu nad 1.PP (zeleně ozn. Sloupy, modře provedené sondy průzkumu)



Obr. 2.2 Podélný řez zkoumaným objektem (červeně vyznačená deska a modře trámy)

2.FÁZE

Střešní konstrukce je provedena jako monolitická železobetonová. Rámovou konstrukci tvoří oblouky o úhlu 25° s ŽB sloupy. Mezi oblouky je provedena ŽB střešní deska o tl. 300 mm (viz Obr. 2.3). Mezi oblouky jsou železobetonové obloukové desky, ve středních partiích prosklené sklobetonové světlíky.

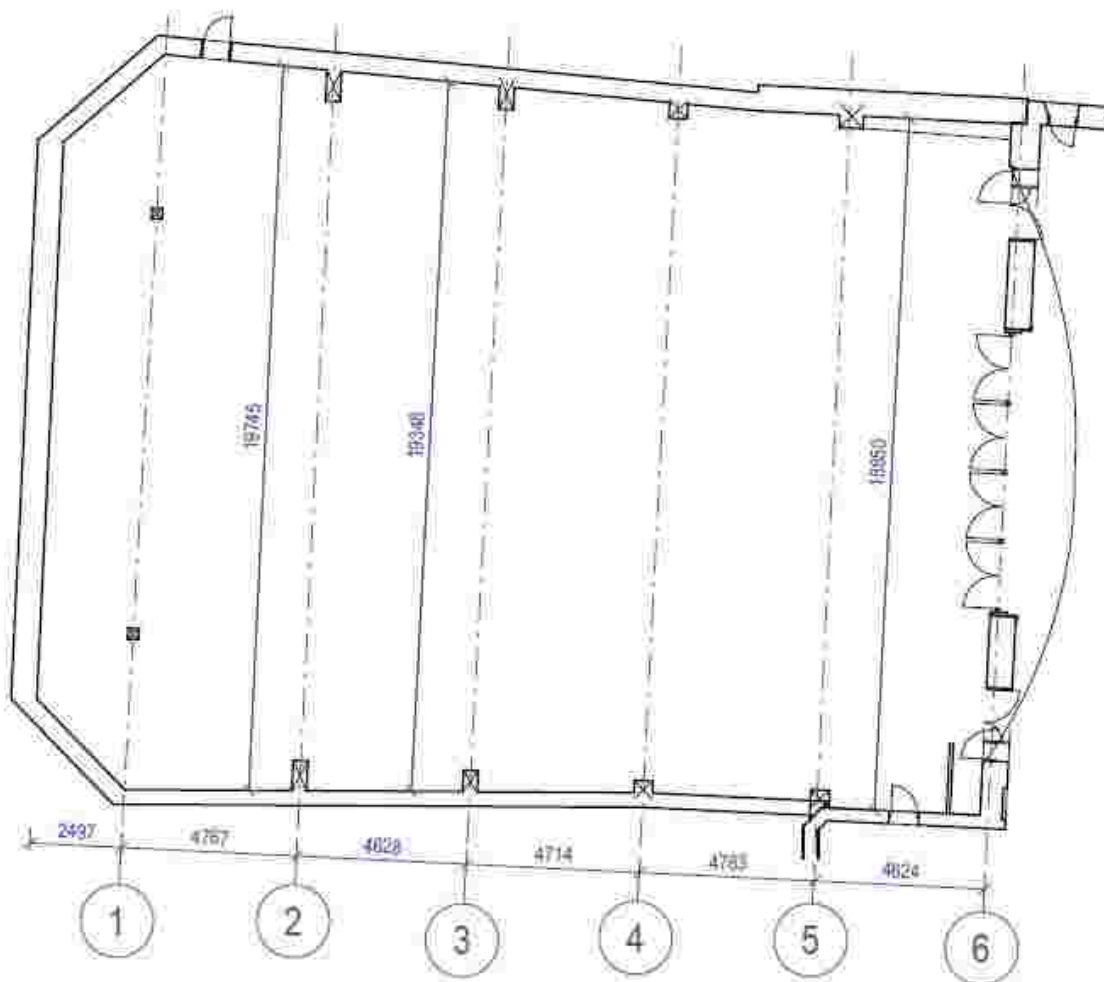


Obr. 2.3 Pohled na rámovou střešní konstrukci

j.3) Varianty koncepcí oprav objektu

Z dřívějších stavebně technických průzkumů a statických posudků stávající železobetonové konstrukce je patrný nevyhovující stav pro účely dalšího využití. Byla zjištěna nedostatečná únosnost a viditelné poruchy konstrukce v podobě širokých trhlin, vybočení výztuže, posunutí výztuže ze své zabudované polohy, koroze výztuže atd. Již dříve byla pro účely stabilizace rámového styčníku v místě vetknutí oblouků do sloupů zhotovena ocelová objímka, která měla za cíl zabránit posouvání styčníků a výztuže ze své původní polohy vlivem působících sil. Podle popsanych poruch konstrukce ze stavebně technického průzkumu je patrná skutečnost, že konstrukce není dostatečně vyztužena, z pohledu současnosti lze hodnotit její stav za neideální a u některých úseků konstrukce nelze s jistotou odvodit skutečné vyztužení, které má zásadní vliv na reálné chování konstrukce. Takto vyztužená konstrukce není schopna bránit v rozvoji sledovaných trhlin, snižuje mechanickou odolnost a stabilitu konstrukce. Další stěžejní skutečností je chemický rozbor samotného betonu, který je značně zkarbonatovaný.

Z výše uvedených důvodů, které popisují nevyhovující stav železobetonových konstrukcí, byly sestaveny následující varianty sanací, respektive možné rekonstrukce, pro účely zprovoznění provozu kina Scala. Nejdříve bude představen popis varianty sanace a následně budou zmíněné výhody / nevýhody řešení. Na jednotlivých obrázcích jsou ocelové konstrukce rozlišeny barevně dle pevnostních tříd **S235**, **S355** nebo **S460**.



Obr. 8.1. Půdorysné schéma konstrukce

Varianta č. 1

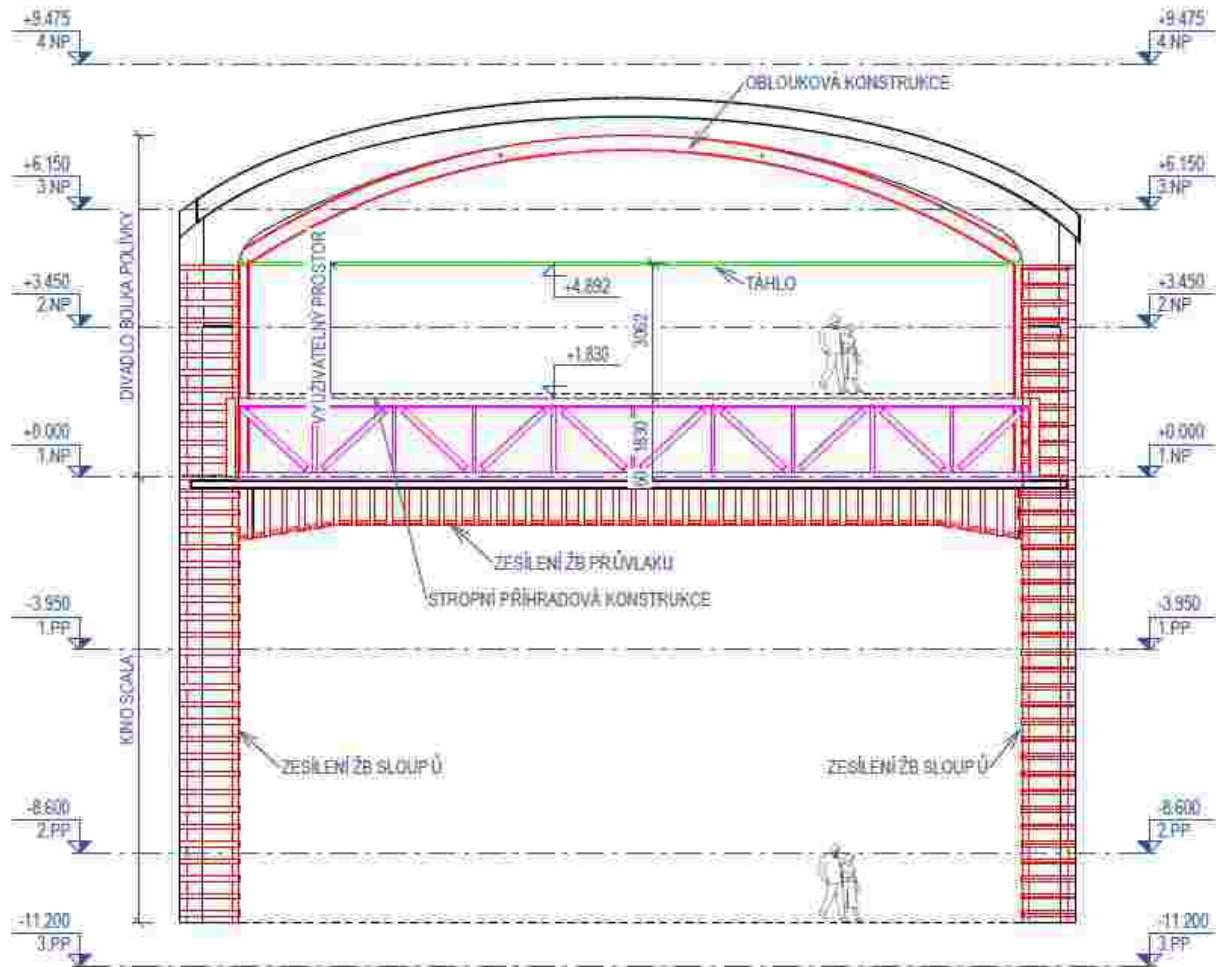
Jedná se o ocelovou konstrukci, která vynáší stávající železobetonovou konstrukci a zesiluje sloupy. Zesílení sloupů je provedeno obandážováním za pomoci úhelníků a pásové oceli. Vynesení stropní konstrukce nad kinem Scala je tvořeno ztuženou příhradovou konstrukcí, která zároveň tvoří nosnou konstrukci podlahy v prostoru dnešního sálu Divadla Bolka Polívky. Tedy, lze prostor nad příhradovou konstrukcí využít k dalším účelům. Nicméně touto úpravou dojde ke zmenšení prostoru z původní výšky přes dvě podlaží na výsledné 1 podlaží. Tímto obecně dojde ke zrušení funkce divadelního sálu, ale prostor bude dále využitelný pro činnosti typu galerie popř. komunitní či komorní aktivity.

Stropní příhradovou konstrukci tvoří horní a dolní pás, svislice a diagonály. V podélném směru je konstrukce ztužena. Vynesení stávající železobetonové střešní obloukové konstrukce je realizováno za pomoci ztužené konstrukce, kde hlavní vazbu tvoří obloukový ocelový profil a táhlo. V podélném směru je konstrukce ztužena ocelovými profily.



Obr. 8.2. 3D Schéma konstrukce

2.FÁZE



Obr. 8.3. Typický řez hlavní vazbou

Vyhodnocení varianty:

Výhody:

- * Přirozené osvětlení přes prosklené světlíky
- * Vzhledově subtilnější ocelová konstrukce zastřešení
- * rektifikace, dopnutí díky systému Macalloy 460
- * Méně deformovaná varianta konstrukce
- * Možnost využít prostor nad táhlem

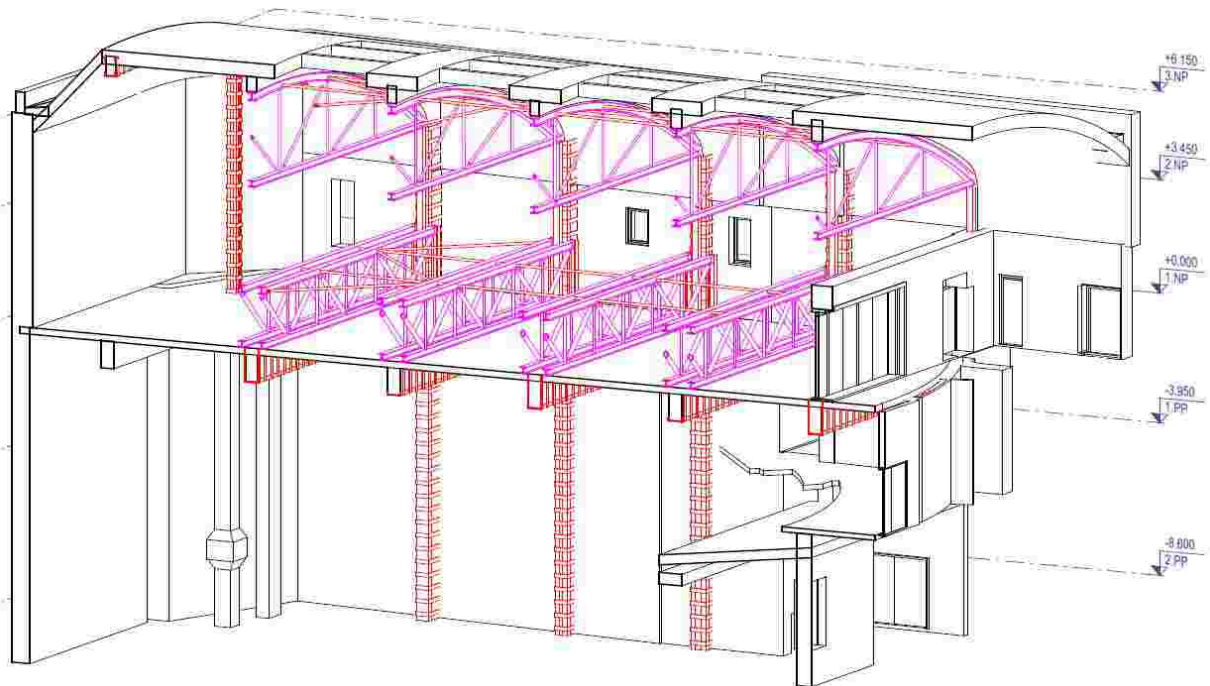
Nevýhody:

- * Zvýšená spotřeba oceli
- * Náročnost na provedení - zaměření, odměření, umístění ocelových profilů
- * komplikovanější montáž
- * Technologické rozvody se musí umístit na horním pásu konstrukce
- * Zvýšená pozornost na umístění zatížení na táhle – např. zavěšení člověka (porušení funkčnosti a správnosti)

Varianta č. 2

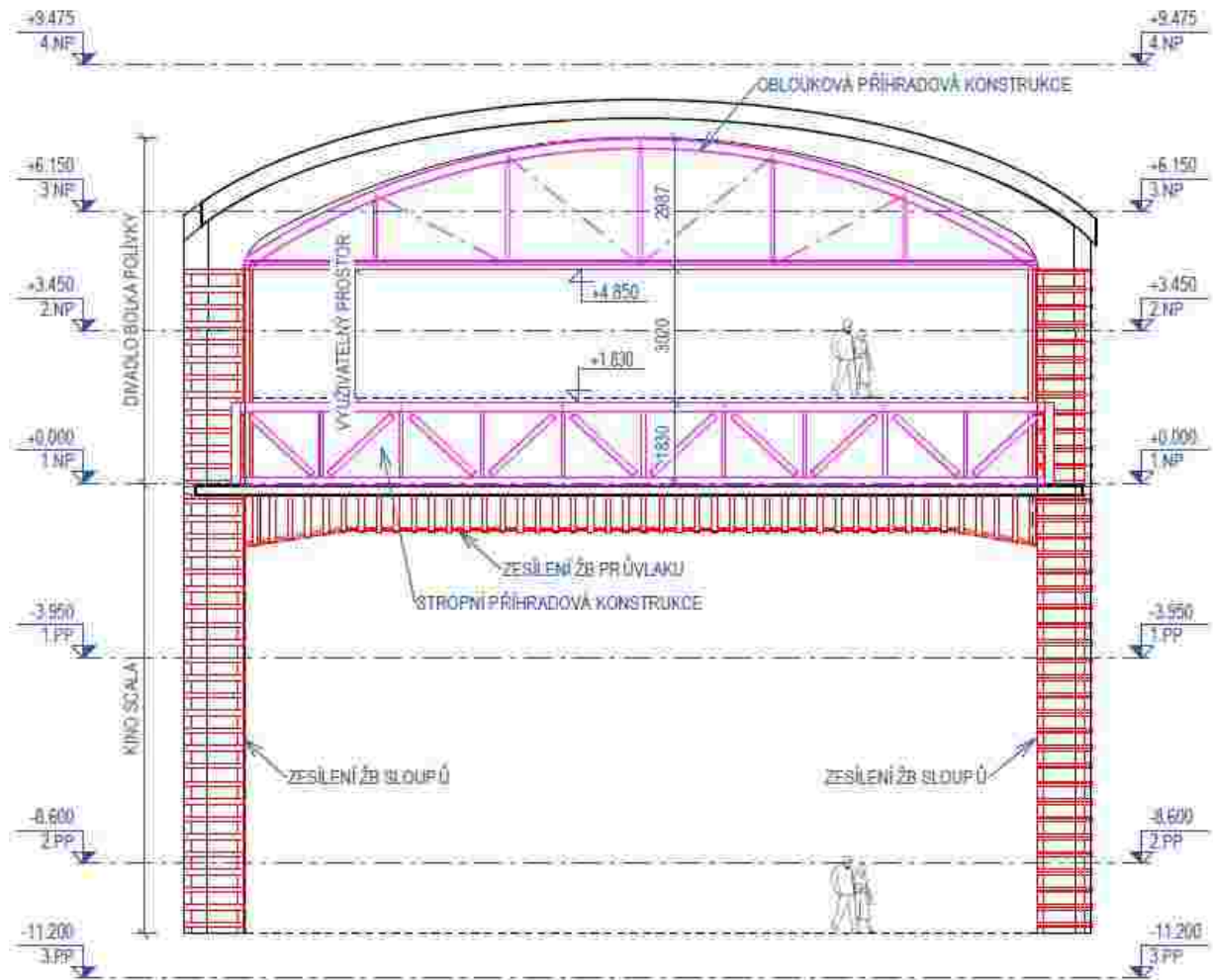
Jedná se o ocelovou konstrukci, která vynáší stávající železobetonovou konstrukci a zesiluje sloupy. Zesílení sloupů je provedeno obandážováním za pomoci úhelníků a pásové oceli. Vynesení stropní konstrukce nad kinem Scala je tvořeno ztuženou příhradovou konstrukcí, která zároveň tvoří nosnou konstrukci podlahy v prostoru dnešního sálu Divadla Bolka Polívky. Tedy, lze prostor nad příhradovou konstrukcí využít k dalším účelům. Nicméně touto úpravou dojde ke zmenšení prostoru z původní výšky přes dvě podlaží na výsledné 1 podlaží. Tímto obecně dojde ke zrušení funkce divadelního sálu, ale prostor bude dále využitelný pro činnosti typu galerie popř. komunitní či komorní aktivity.

Stropní příhradovou konstrukci tvoří horní, dolní pás, svislice a diagonály. V podélném směru je konstrukce ztužena. Vynesení stávající železobetonové střešní obloukové konstrukce je realizováno za pomoci příhradové konstrukce. Střešní příhradovou konstrukci tvoří horní, dolní pás, svislice a diagonály. V podélném směru je konstrukce ztužena ocelovými profily.



Obr. 8.4. 3D Schéma konstrukce

2.FÁZE



Obr. 8.5. Typický řez hlavní vazbou

Vyhodnocení varianty:

Výhody:

- * Přirozené osvětlení přes prosklené luxfery (oproti variantě č. 1 méně účinné)
- * Nižší spotřeba oceli
- * Využití dolního pásu – např. pro technologické rozvody
- * snadná montáž pomocí menších dílců

Nevýhody:

- * Vzhledově masivnější ocelová konstrukce zastřešení
- * Náročnost na provedení - zaměření, odměření, umístění ocelových profilů

2.FÁZE

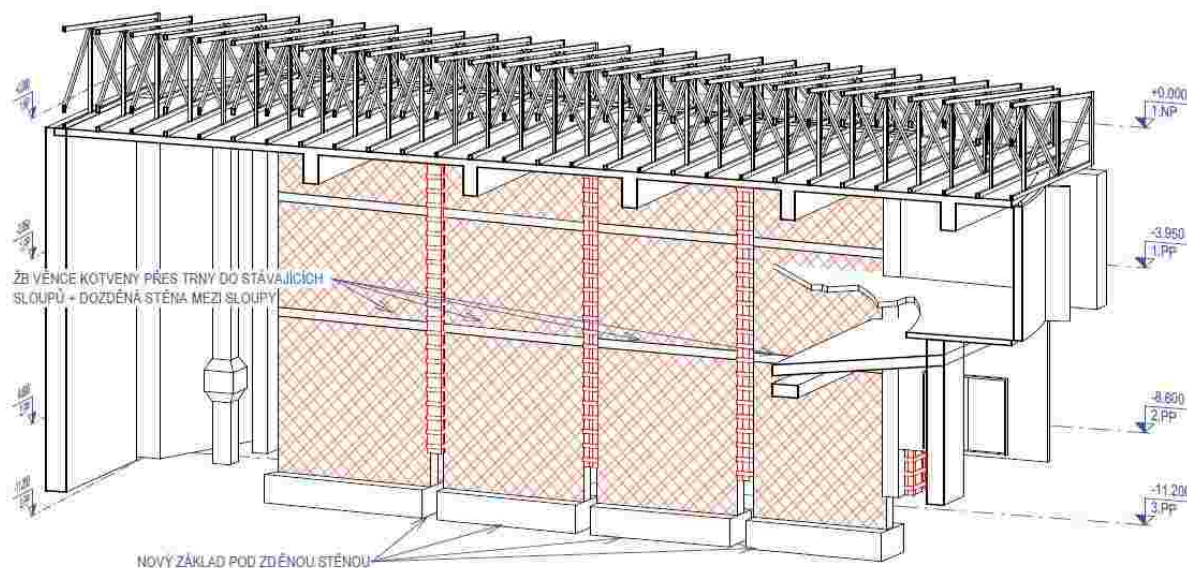
Varianta č. 3

Varianta č.3 řeší odbourání nevyhovujícího sálu Divadla Bolka Polívky. Sál kina Scala by byl následně provizorně zastřešen pomocí dřevěné (alt. ocelové) příhradové konstrukce.

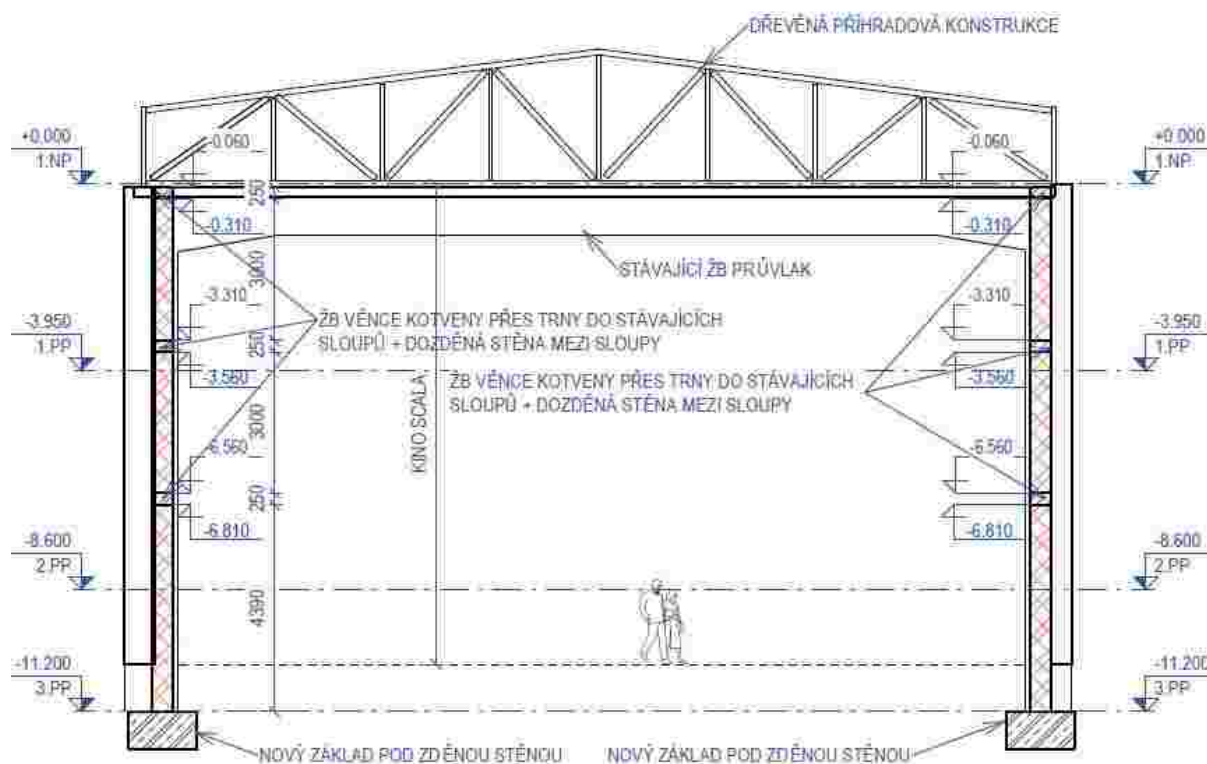
Stávající konstrukce sloupů prostorách sálu kina Scala by musela být zesílena obandážováním.

Příhradové střešní vazníky budou uloženy na stávajícím a nově zhotoveném zdivu z důvodu nedostatečné únosnosti a štíhlosti zdiva. Zdivo bude po výšce proloženo železobetonovými věnci po cca 3 m, které budou kotveny pomocí trnů mezi stávající železobetonové sloupy. Pod zděnými stěnami je potřeba vybudovat novou základovou konstrukci.

Stávající stropní konstrukce kina Scala by byla ponechána ve stávajícím stavu, z důvodu kompletního odebrání možnosti zatížení této konstrukce, konstrukce stropu nadále ponese v tomto uspořádání pouze sama sebe.



Obr. 8.6. 3D Schéma konstrukce



Obr. 8.7. Typický řez hlavní vazbou

Vyhodnocení varianty:**Výhody:**

- * Likvidace potenciálně problémové konstrukce obloukových rámu
- * Nižší spotřeba materiálu

Nevýhody:

- * Demolice konstrukce sálu Bolka Polívky při nemožnosti přímého logistického přístupu k objektu
- * Náročná demontáž střešní konstrukce – systémy podpěr, opatrný postup demontáže z důvodu ochrany konstrukce a prostor sálu kina Scala
- * Optické zmenšení půdorysného prostoru díky dozdění po obvodu

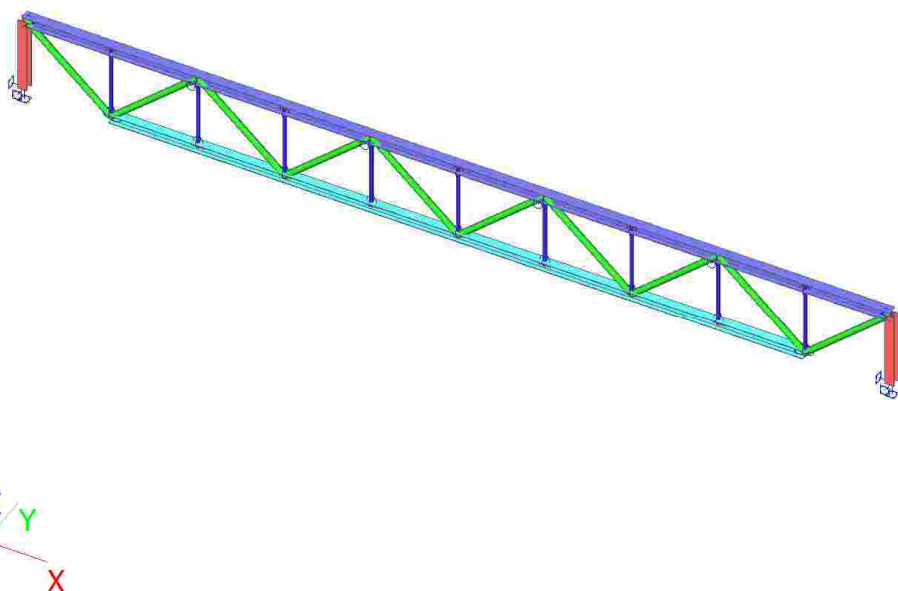
j.4) Statický výpočet

Statický výpočet je pouze předběžný pro ověření možnosti koncepce opravy objektu a základního členění prostoru.

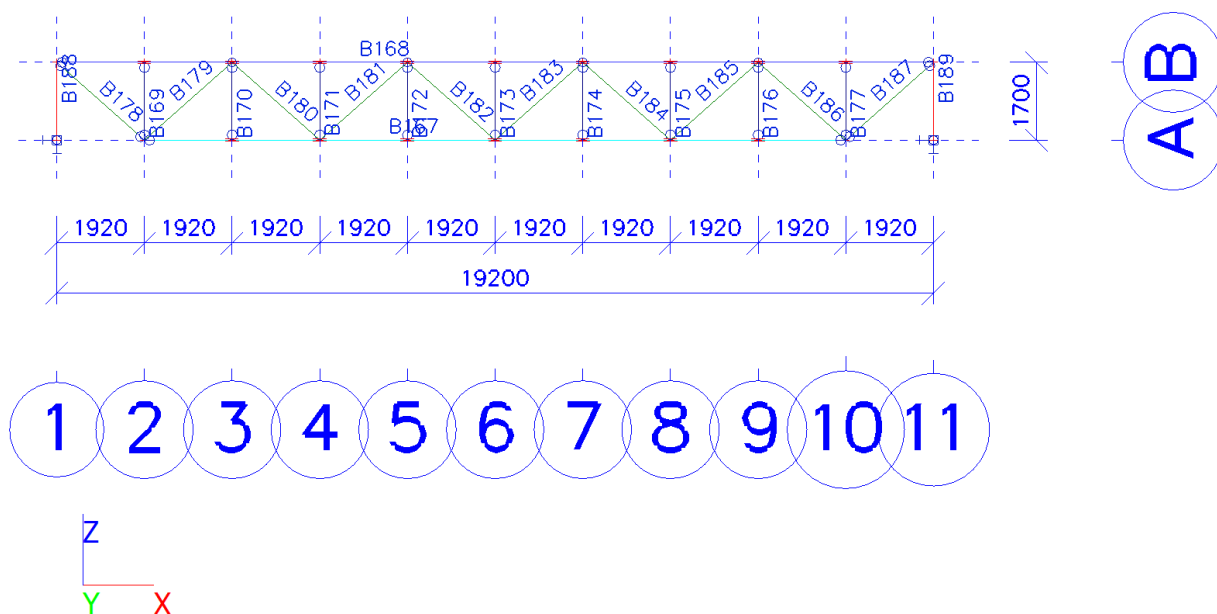
Sanace stropní konstrukce

Schémata

3D Schéma - Celá konstrukce



3D Schéma - Popis nosných prvků



2.FÁZE

Zatížení

SYLABUS ZATÍŽENÍ - STROPNÍ KONSTRUKCE

Vypřacován dle ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí

Stálé zatížení a proměnná užitná zatížení dle ČSN EN 1991-1-1 - Zatížení konstrukcí

Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení

LC1: VLASTNÍ TÍHA NOSNÉ KONSTRUKCE

 $\gamma_f = 1,35$ -

Generuje software

LC2: OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

 $\gamma_f = 1,35$ -

Sonda P1	ρ_k [kg/m ³]	t [m]	g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
Koberec	1200	0,005	0,06	2,35	0,141
Vlysová podlaha	750	0,020	0,15	2,35	0,3525
Prkna	700	0,048	0,336	2,35	0,7896
Křemelinové desky	750	0,050	0,375	2,35	0,88125
Stropní deska	2140	0,110	2,354	2,35	5,5319
Stropní průvlak	2140	0,925	-	-	8,3139
Celkem		1,158	3,28		16,01

	ρ_k [kg/m ³]	t [m]	g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
Stropní deska	2500	0,100	2,5	2,35	5,875
Celkem		0,100	2,50		5,88

LC3: UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - C2

g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
4,00	2,35	9,4

 $\gamma_f = 1,5$ -

Vstupní údaje

Průřezy

Jméno	Typ	Materiál	Výroba	A [mm ²]	I_y [mm ⁴]
SL01	HEB200	S 235	válcovaný	7,8080e+03	5,6960e+07
DP01	HEA200	S 355	válcovaný	5,3800e+03	3,6900e+07
HP01	HEA220	S 355	válcovaný	6,4300e+03	5,4100e+07
SV01	CFCHS76.1X6	S 355	tvářený za studena	1,3210e+03	8,1760e+05
DIA01	CFCHS133X6	S 355	tvářený za studena	2,3940e+03	4,8372e+06

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
LC1	Vlastní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha
LC2	Ostatní stálé zatížení	Stálé	LG2	Standard
LC3	Užitné zatížení - kat. C2	Proměnné	LG3	Statické

Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
LG1	Stálé		
LG2	Stálé		
LG3	Proměnné	Výběrová	Kat C : shromáždění

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSU	EN-MSU (STR/GEO) Soubor B	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Užitné zatížení - kat. C2	1,00
MSP_char.	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Užitné zatížení - kat. C2	1,00
MSU_mimořádná	EN-mimořádné 1	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Užitné zatížení - kat. C2	1,00

2.FÁZE

Skupiny výsledků

Jméno	Výpis
Všechny MSU	MSU - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B
	MSU_mimořádná - EN-mimořádné 1
Všechny MSP	MSP_char. - EN-MSP charakteristická

Vnitřní síly

SL01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = SL01 - HEB200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B188	1700,000	MSP_char./1	SL01 - HEB200	-190,48	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00
B189	0,000	MSP_char./2	SL01 - HEB200	-281,74	-10,30	0,00	0,00	0,00	17,50
B188	0,000	MSP_char./2	SL01 - HEB200	-281,74	10,30	0,00	0,00	0,00	-17,50

SL01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = SL01 - HEB200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B188	1700,000	MSU/1	SL01 - HEB200	-190,48	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00
B189	0,000	MSU/2	SL01 - HEB200	-353,28	-12,98	0,00	0,00	0,00	22,07
B188	0,000	MSU/3	SL01 - HEB200	-355,11	12,90	0,00	0,00	0,00	-21,92
B188	0,000	MSU/2	SL01 - HEB200	-353,28	12,98	0,00	0,00	0,00	-22,07

DP01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = DP01 - HEA200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B167	11520,000-	MSP_char./1	DP01 - HEA200	822,03	0,00	-19,32	0,00	-1,38	0,00
B167	3840,000+	MSP_char./1	DP01 - HEA200	822,03	0,00	19,32	0,00	-1,38	0,00
B167	3840,000+	MSP_char./2	DP01 - HEA200	578,91	0,00	18,68	0,00	-2,83	0,00
B167	6613,333	MSP_char./1	DP01 - HEA200	822,03	0,00	-1,05	0,00	10,52	0,00
B167	0,000	MSP_char./2	DP01 - HEA200	380,96	0,00	15,86	0,00	0,00	0,00

DP01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSU

2.FÁZE

Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = DP01 - HEA200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B167	11520,000-	MSU/1	DP01 - HEA200	1036,80	0,00	-25,89	0,00	-2,30	0,00
B167	3840,000+	MSU/1	DP01 - HEA200	1036,80	0,00	25,89	0,00	-2,30	0,00
B167	3840,000+	MSU/2	DP01 - HEA200	781,53	0,00	25,22	0,00	-3,83	0,00
B167	6613,333	MSU/1	DP01 - HEA200	1036,80	0,00	-1,30	0,00	13,51	0,00
B167	0,000	MSU/3	DP01 - HEA200	380,96	0,00	15,86	0,00	0,00	0,00

HP01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = HP01 - HEA220

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B168	0,000	MSP_char./1	HP01 - HEA220	-199,92	0,00	6,83	0,00	0,00	0,00
B168	15360,000-	MSP_char./2	HP01 - HEA220	-709,27	0,00	-17,57	0,00	1,62	0,00
B168	3840,000+	MSP_char./2	HP01 - HEA220	-709,27	0,00	17,57	0,00	1,62	0,00
B168	8746,667	MSP_char./2	HP01 - HEA220	-849,03	0,00	-0,35	0,00	13,73	0,00

HP01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = HP01 - HEA220

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B168	7680,000+	MSU/1	HP01 - HEA220	-1071,27	0,00	19,25	0,00	7,07	0,00
B168	0,000	MSU/2	HP01 - HEA220	-199,92	0,00	6,83	0,00	0,00	0,00
B168	15360,000-	MSU/3	HP01 - HEA220	-887,69	0,00	-23,81	0,00	1,29	0,00
B168	3840,000+	MSU/3	HP01 - HEA220	-887,69	0,00	23,81	0,00	1,29	0,00
B168	8746,667	MSU/3	HP01 - HEA220	-1062,31	0,00	-0,43	0,00	17,45	0,00

SV01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = SV01 - CFCHS76.1X6

2.FÁZE

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B169	1700,000	MSP_char./1	SV01 - CFCHS76.1X6	-31,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B170	0,000	MSP_char./2	SV01 - CFCHS76.1X6	30,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

SV01

Lineární výpočet
Kombinace: MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = SV01 - CFCHS76.1X6

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B169	1700,000	MSU/1	SV01 - CFCHS76.1X6	-42,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B170	0,000	MSU/2	SV01 - CFCHS76.1X6	41,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DIA01

Lineární výpočet
Kombinace: MSP_char.
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = DIA01 - CFCHS133X6

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B179	0,000	MSP_char./1	DIA01 - CFCHS133X6	-326,38	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
B178	0,000	MSP_char./1	DIA01 - CFCHS133X6	399,86	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00
B185	0,000	MSP_char./1	DIA01 - CFCHS133X6	234,39	0,00	0,89	0,00	-0,38	0,00
B180	2564,449	MSP_char./1	DIA01 - CFCHS133X6	234,39	0,00	-0,89	0,00	-0,38	0,00
B180	0,000	MSP_char./1	DIA01 - CFCHS133X6	234,70	0,00	-0,53	0,00	1,45	0,00

DIA01

Lineární výpočet
Kombinace: MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = DIA01 - CFCHS133X6

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B179	0,000	MSU/1	DIA01 - CFCHS133X6	-412,40	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00
B178	0,000	MSU/1	DIA01 - CFCHS133X6	502,90	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00
B185	0,000	MSU/1	DIA01 - CFCHS133X6	296,47	0,00	1,14	0,00	-0,48	0,00
B180	2564,449	MSU/1	DIA01 - CFCHS133X6	296,47	0,00	-1,14	0,00	-0,48	0,00
B180	0,000	MSU/1	DIA01 - CFCHS133X6	296,89	0,00	-0,66	0,00	1,82	0,00

Posouzení na I. MS – Únosnost

Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Lineární výpočet

2.FÁZE

Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše
Celkový posudek

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	Materiál	UC _{Celkový} [-]	UC _{Průřez} [-]	UC _{Stabilita} [-]
B167	8746,667	MSU/1	DP01 - HEA200	S 355	0,64	0,64	0,30
B168	8746,667	MSU/1	HP01 - HEA220	S 355	0,89	0,56	0,89
B169	1700,000	MSU/2	SV01 - CFCHS76.1X6	S 355	0,15	0,09	0,15
B179	0,000	MSU/1	DIA01 - CFCHS133X6	S 355	0,71	0,49	0,71
B188	0,000	MSU/1	SL01 - HEB200	S 235	0,74	0,66	0,74

Posouzení na II. MS – Použitelnost**SL01**

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = SL01 - HEB200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]
B188	1700,000	MSP_char./1	SL01 - HEB200	4,0	0,0	-0,3	0,0	3,5	0,0
B189	1700,000	MSP_char./1	SL01 - HEB200	-4,0	0,0	-0,3	0,0	-3,5	0,0
B188	0,000	MSP_char./2	SL01 - HEB200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

$$\leq H/300 = 1700/300 = 5,67 \text{ mm}$$

HP01

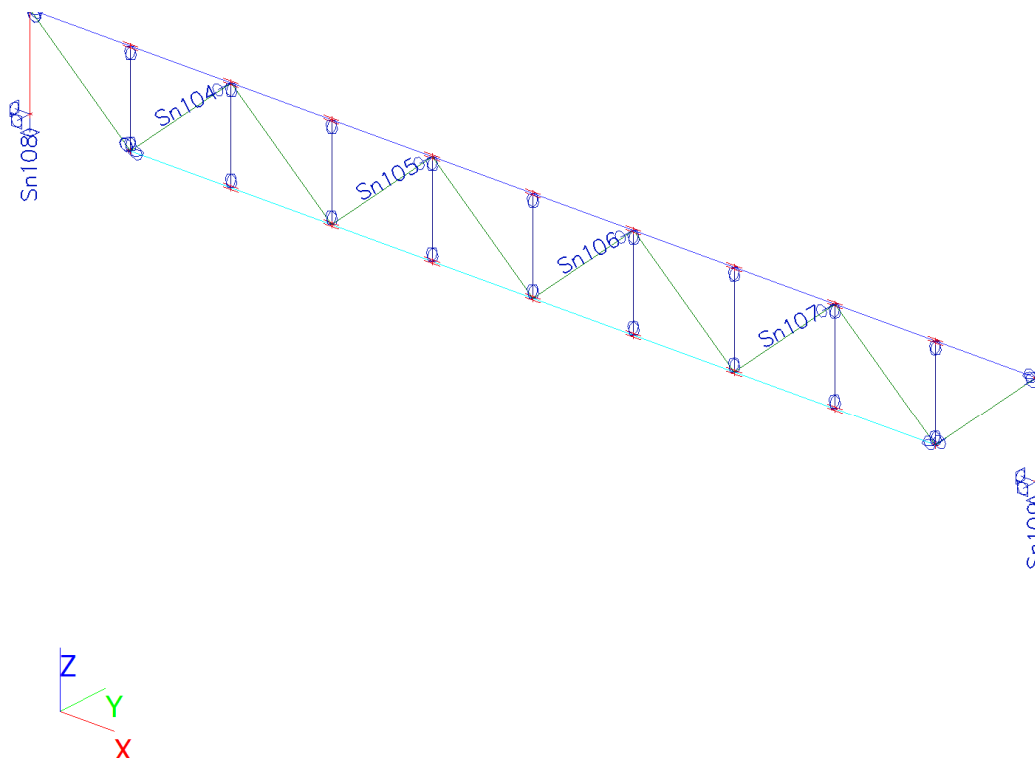
Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = HP01 - HEA220

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]
B168	9813,333	MSP_char./1	HP01 - HEA220	-0,1	0,0	-40,7	0,0	-0,2	0,0
B168	19200,000	MSP_char./1	HP01 - HEA220	-4,0	0,0	-0,3	0,0	-7,2	0,0
B168	0,000	MSP_char./1	HP01 - HEA220	4,0	0,0	-0,3	0,0	7,2	0,0
B168	0,000	MSP_char./2	HP01 - HEA220	2,8	0,0	-0,2	0,0	4,9	0,0

$$\leq L/250 = 19200/250 = 76,80 \text{ mm}$$

Reakce**3D Schéma - Podpory**

2.FÁZE



Reakce - MSP_char.

Lineární výpočet
Kombinace: MSP_char.
Systém: Globální
Extrém: Globální
Výběr: Vše

Uzlové reakce

Jméno	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Sn108/N199	MSP_char./1	-10,30	0,00	281,74	0,00	-17,50	0,00
Sn109/N200	MSP_char./1	10,30	0,00	281,74	0,00	17,50	0,00
Sn104/N205	MSP_char./2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Reakce - MSÚ

Lineární výpočet
Kombinace: MSU
Systém: Globální
Extrém: Globální
Výběr: Vše

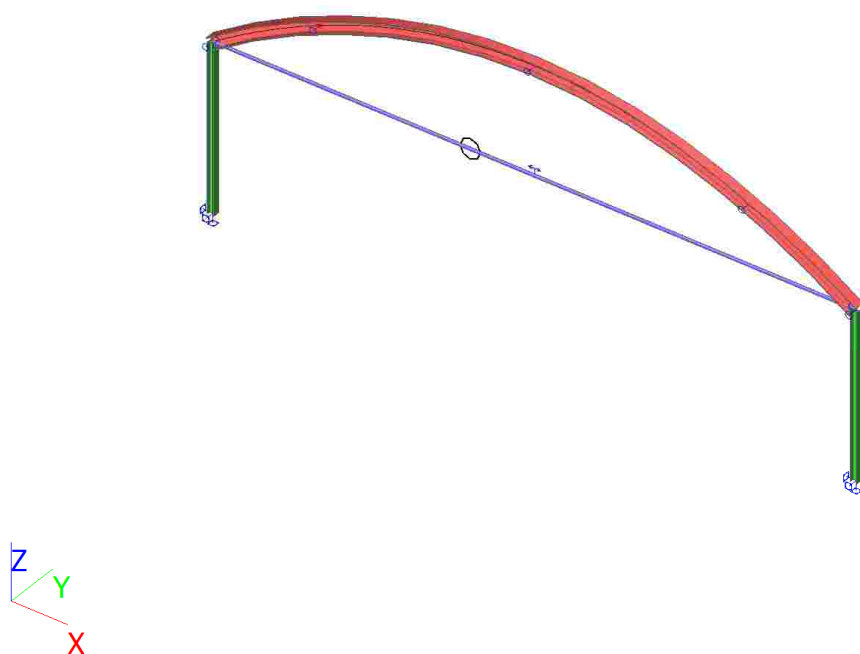
Uzlové reakce

Jméno	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Sn108/N199	MSU/1	-12,90	0,00	355,11	0,00	-21,92	0,00
Sn108/N199	MSU/2	-12,98	0,00	353,28	0,00	-22,07	0,00
Sn109/N200	MSU/2	12,98	0,00	353,28	0,00	22,07	0,00
Sn104/N205	MSU/3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

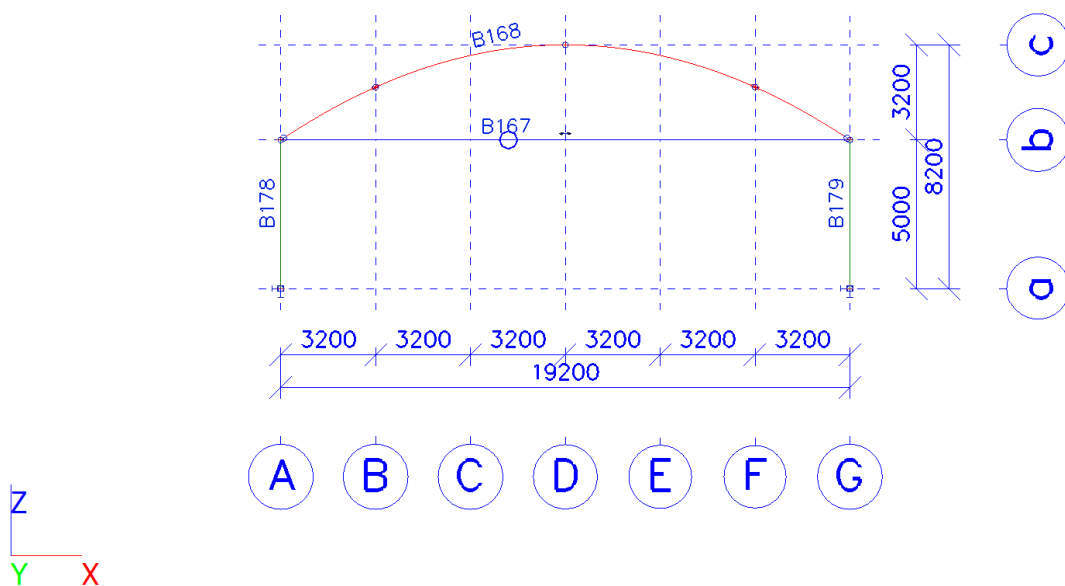
Sanace střešní konstrukce – varianta 1

Schémata

3D Schéma - Celá konstrukce



3D Schéma - Popis nosných prvků



2.FÁZE

Zatížení

SYLABUS ZATÍŽENÍ - STROPNÍ KONSTRUKCE

Vypracován dle ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí

Stálé zatížení a proměnná užitná zatížení dle ČSN EN 1991-1-1 - Zatížení konstrukcí

Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení

LC1: VLASTNÍ TÍHA NOSNÉ KONSTRUKCE

$\gamma_f = 1,35$ -

Generuje software

LC2: OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

$\gamma_f = 1,35$ -

	ρ_k [kg/m ³]	t [m]	g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
Střešní plášť	250	0,100	0,25	4,7	1,175
Střešní deska	2140	0,300	6,42	4,7	30,174
Střešní průvlak	2140	0,590	-	-	4,04032
Celkem		0,990	6,67		35,39

LC3: ZATÍŽENÍ SNĚHEM

g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
0,80	4,7	3,76

$\gamma_f = 1,5$ -

LC4: ZATÍŽENÍ VĚTREM

g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
0,25	4,7	1,175

$\gamma_f = 1,5$ -

Vstupní údaje

Průřezy

Jméno	Typ	Materiál	Výroba	A [mm ²]	I _v [mm ⁴]
SL01	HEB200	S 235	válcovaný	7,8080e+03	5,6960e+07
NOS1	HEB360	S 235	válcovaný	1,8060e+04	4,3190e+08
ZT01	RD85	S 460 M/ML	válcovaný	5,6716e+03	2,5087e+06

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
LC1	Vlastní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha
LC2	Ostatní stálé zatížení	Stálé	LG2	Standard
LC3	Zatížení sněhem	Proměnné	LG3	Statické
LC4	Zatížení větrem	Proměnné	LG4	Statické

Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
LG1	Stálé		
LG2	Stálé		
LG3	Proměnné	Výběrová	Sníh
LG4	Proměnné	Výběrová	Vítr

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSU	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Zatížení sněhem	1,00
		LC4 - Zatížení větrem	1,00
MSP_char.	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Zatížení sněhem	1,00
		LC4 - Zatížení větrem	1,00
MSU_mimořádná	EN-mimořádné 1	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Zatížení sněhem	1,00
		LC4 - Zatížení větrem	1,00

2.FÁZE

Skupiny výsledků

Jméno	Výpis
Všechny MSU	MSU - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B
	MSU_mimořádná - EN-mimořádné 1
Všechny MSP	MSP_char. - EN-MSP charakteristická

Vnitřní síly

SL01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = SL01 - HEB200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B178	5000,000	MSP_char./1	SL01 - HEB200	-381,75	0,00	-1,25	0,00	0,00	0,00
B179	0,000	MSP_char./2	SL01 - HEB200	-430,59	0,00	1,40	0,00	-6,99	0,00
B178	0,000	MSP_char./2	SL01 - HEB200	-430,59	0,00	-1,40	0,00	6,99	0,00

SL01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = SL01 - HEB200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B178	5000,000	MSU/1	SL01 - HEB200	-381,75	0,00	-1,25	0,00	0,00	0,00
B179	0,000	MSU/2	SL01 - HEB200	-559,22	0,00	1,81	0,00	-9,07	0,00
B178	0,000	MSU/2	SL01 - HEB200	-559,22	0,00	-1,81	0,00	9,07	0,00

NOS1

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = NOS1 - HEB360

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B168	10265,079-	MSP_char./1	NOS1 - HEB360	-544,84	0,00	0,00	0,00	13,76	0,00
B168	20530,157	MSP_char./2	NOS1 - HEB360	-740,01	0,00	-73,23	0,00	0,00	0,00
B168	1830,334-	MSP_char./2	NOS1 - HEB360	-703,34	0,00	7,23	0,00	73,63	0,00
B168	0,000	MSP_char./2	NOS1 - HEB360	-740,01	0,00	73,23	0,00	0,00	0,00

NOS1

Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = NOS1 - HEB360

2.FÁZE

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B168	10265,079-	MSU/1	NOS1 - HEB360	-544,84	0,00	0,00	0,00	13,76	0,00
B168	20530,157	MSU/2	NOS1 - HEB360	-960,43	0,00	-95,04	0,00	0,00	0,00
B168	1830,334-	MSU/2	NOS1 - HEB360	-912,85	0,00	9,39	0,00	95,57	0,00
B168	0,000	MSU/2	NOS1 - HEB360	-960,43	0,00	95,04	0,00	0,00	0,00

ZT01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = ZT01 - RD85

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B167	0,000	MSP_char./1	ZT01 - RD85	609,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B167	0,000	MSP_char./2	ZT01 - RD85	543,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ZT01

Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = ZT01 - RD85

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B167	0,000	MSU/1	ZT01 - RD85	791,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B167	0,000	MSU/2	ZT01 - RD85	543,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Posouzení na I. MS – Únosnost**Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993**

Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše

Celkový posudek

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	Materiál	UC _{Celkový} [-]	UC _{Průřez} [-]	UC _{Stabilita} [-]
B167	0,000	MSU/1	ZT01 - RD85	S 460 M/ML	0,35	0,35	0,00
B168	0,000	MSU/1	NOS1 - HEB360	S 235	0,81	0,29	0,81
B178	0,000	MSU/1	SL01 - HEB200	S 235	0,42	0,37	0,42

Posouzení na II. MS – Použitelnost**SL01**

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = SL01 - HEB200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]
B178	5000,000	MSP_char./1	SL01 - HEB200	-4,9	0,0	-1,3	0,0	-1,5	0,0

2.FÁZE

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]
B179	5000,000	MSP_char./1	SL01 - HEB200	4,9	0,0	-1,3	0,0	1,5	0,0
B178	0,000	MSP_char./2	SL01 - HEB200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

$$\leq H/300 = 5000/300 = 16,67 \text{ mm}$$

NOS1

Lineární výpočet

Kombinace: MSP_char.

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

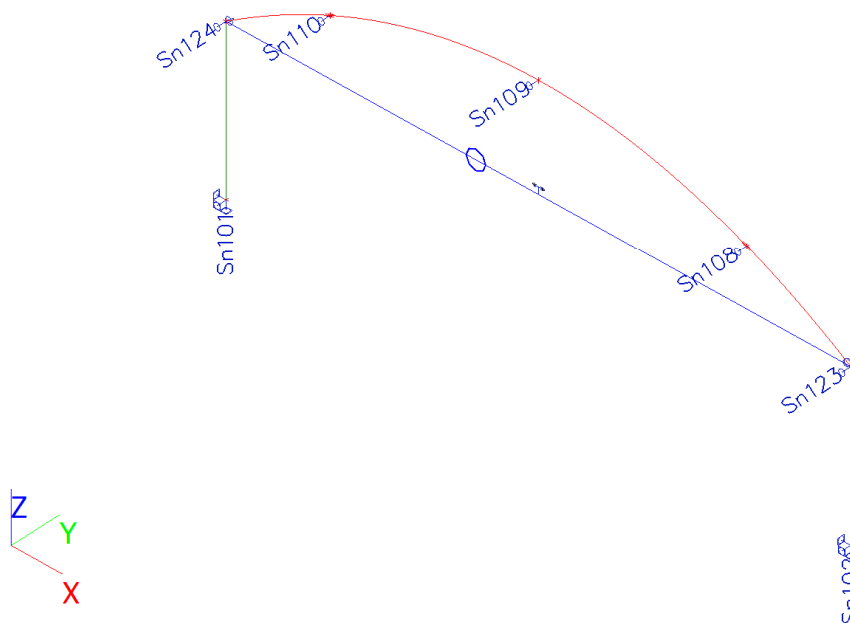
Filtr: Průřez = NOS1 - HEB360

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]
B168	10265,079-	MSP_char./1	NOS1 - HEB360	0,0	0,0	-15,9	0,0	0,0	0,0
B168	20530,157	MSP_char./2	NOS1 - HEB360	4,4	0,0	-1,2	0,0	-3,4	0,0
B168	20530,157	MSP_char./1	NOS1 - HEB360	4,9	0,0	-1,3	0,0	-3,8	0,0
B168	0,000	MSP_char./1	NOS1 - HEB360	-4,9	0,0	-1,3	0,0	3,8	0,0

$$\leq L/250 = 19200/250 = 76,80 \text{ mm}$$

Reakce

3D Schéma - Podpory



2.FÁZE

Reakce - MSP_char.

Lineární výpočet
Kombinace: MSP_char.
Systém: Globální
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Uzlové reakce

Jméno	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Sn108/N207	MSP_char./1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sn102/N209	MSP_char./2	-1,40	0,00	430,59	0,00	-6,99	0,00
Sn101/N208	MSP_char./2	1,40	0,00	430,59	0,00	6,99	0,00

Reakce - MSÚ

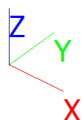
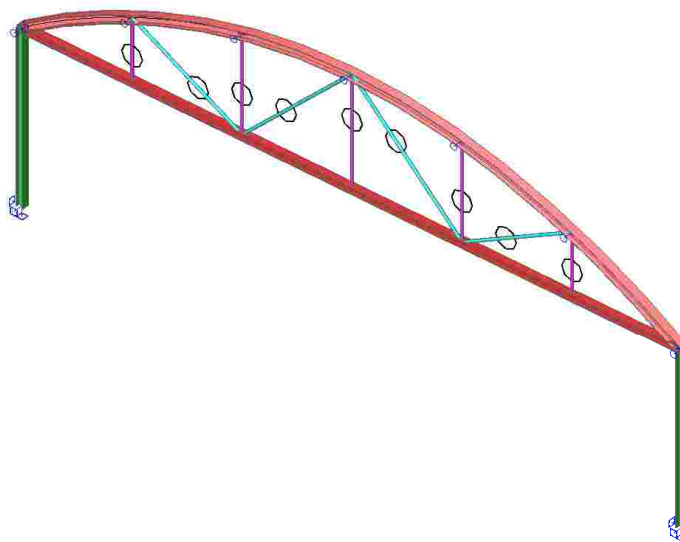
Lineární výpočet
Kombinace: MSU
Systém: Globální
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Uzlové reakce

Jméno	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Sn108/N207	MSU/1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sn102/N209	MSU/2	-1,81	0,00	559,22	0,00	-9,07	0,00
Sn101/N208	MSU/2	1,81	0,00	559,22	0,00	9,07	0,00

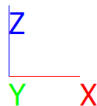
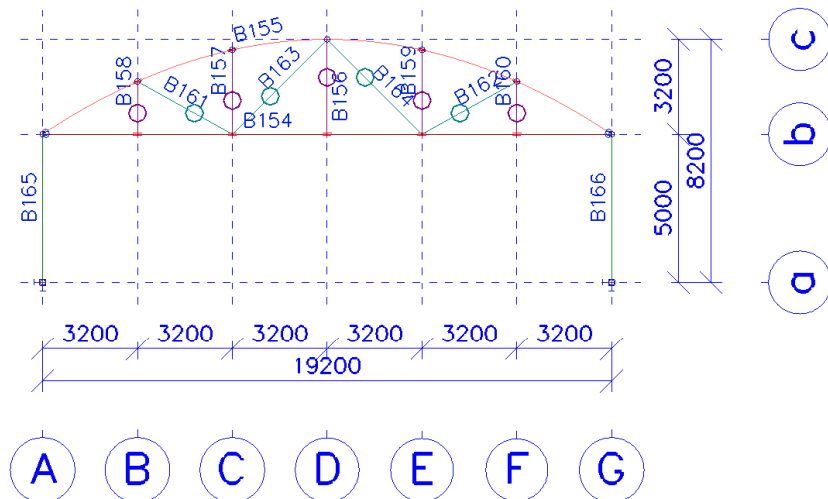
Sanace střešní konstrukce – varianta 2

Schémata

3D Schéma - Celá konstrukce



3D Schéma - Popis nosných prvků



Zatížení

SYLABUS ZATÍŽENÍ - STROPNÍ KONSTRUKCE

Vypracován dle ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí

Stálé zatížení a proměnná užitná zatížení dle ČSN EN 1991-1-1 - Zatížení konstrukcí

Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení

LC1: VLASTNÍ TÍHA NOSNÉ KONSTRUKCE

Generuje software

$\gamma_f = 1,35$ -

LC2: OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

$\gamma_f = 1,35$ -

	ρ_k [kg/m ³]	t [m]	g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
Střešní plášť	250	0,100	0,25	4,7	1,175
Střešní deska	2140	0,300	6,42	4,7	30,174
Střešní průvlak	2140	0,590	-	-	4,04032
Celkem		0,990	6,67		35,39

LC3: ZATÍŽENÍ SNĚHEM

g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
0,80	4,7	3,76

$\gamma_f = 1,5$ -

LC4: ZATÍŽENÍ VĚTREM

g_k [kN/m ²]	L [m]	g_k [kN/m]
0,25	4,7	1,175

$\gamma_f = 1,5$ -

Vstupní údaje

Průřezy

Jméno	Typ	Materiál	Výroba	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]
SL02	HEB200	S 235	válcovaný	7,8080e+03	5,6960e+07
DP02	HEA200	S 355	válcovaný	5,3800e+03	3,6900e+07
HP02	HEA240	S 355	válcovaný	7,6800e+03	7,7600e+07
SV02	CFCHS76.1X6	S 355	tvářený za studena	1,3210e+03	8,1760e+05
DIA02	CFCHS76.1X6	S 355	tvářený za studena	1,3210e+03	8,1760e+05

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
-------	-------	--------------	------------------	--------------

2.FÁZE

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
LC1	Vlastní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha
LC2	Ostatní stálé zatížení	Stálé	LG2	Standard
LC3	Zatížení sněhem	Proměnné	LG3	Statické
LC4	Zatížení větrem	Proměnné	LG4	Statické

Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
LG1	Stálé		
LG2	Stálé		
LG3	Proměnné	Výběrová	Sníh
LG4	Proměnné	Výběrová	Vítr

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSU	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Zatížení sněhem	1,00
		LC4 - Zatížení větrem	1,00
MSP_char.	EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Zatížení sněhem	1,00
		LC4 - Zatížení větrem	1,00
MSU_mimořádná	EN-mimořádné 1	LC1 - Vlastní tíha	1,00
		LC2 - Ostatní stálé zatížení	1,00
		LC3 - Zatížení sněhem	1,00
		LC4 - Zatížení větrem	1,00

Skupiny výsledků

Jméno	Výpis
Všechny MSU	MSU - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B
	MSU_mimořádná - EN-mimořádné 1
Všechny MSP	MSP_char. - EN-MSP charakteristická

Vnitřní síly

SL02

Lineární výpočet
Kombinace: MSP_char.
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = SL02 - HEB200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B165	5000,000	MSP_char./1	SL02 - HEB200	-374,58	0,00	-1,34	0,00	0,00	0,00
B166	0,000	MSP_char./2	SL02 - HEB200	-423,40	0,00	1,51	0,00	-7,54	0,00
B165	0,000	MSP_char./2	SL02 - HEB200	-423,40	0,00	-1,51	0,00	7,54	0,00

SL02

Lineární výpočet
Kombinace: MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = SL02 - HEB200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B165	5000,000	MSU/1	SL02 - HEB200	-374,58	0,00	-1,34	0,00	0,00	0,00
B166	0,000	MSU/2	SL02 -	-549,53	0,00	1,96	0,00	-9,79	0,00

2.FÁZE

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B165	0,000	MSU/2	HEB200 SL02 - HEB200	-549,53	0,00	-1,96	0,00	9,79	0,00

DP02

Lineární výpočet
Kombinace: MSP_char.
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = DP02 - HEA200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B154	6400,000+	MSP_char./1	DP02 - HEA200	541,92	0,00	1,30	0,00	0,05	0,00
B154	19200,000	MSP_char./2	DP02 - HEA200	632,18	0,00	-4,01	0,00	0,00	0,00
B154	0,000	MSP_char./2	DP02 - HEA200	632,18	0,00	4,01	0,00	0,00	0,00
B154	3200,000-	MSP_char./2	DP02 - HEA200	632,18	0,00	2,68	0,00	10,71	0,00

DP02

Lineární výpočet
Kombinace: MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = DP02 - HEA200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B154	6400,000+	MSU/1	DP02 - HEA200	541,92	0,00	1,30	0,00	0,05	0,00
B154	19200,000	MSU/2	DP02 - HEA200	820,29	0,00	-5,23	0,00	0,00	0,00
B154	0,000	MSU/2	DP02 - HEA200	820,29	0,00	5,23	0,00	0,00	0,00
B154	3200,000-	MSU/2	DP02 - HEA200	820,29	0,00	3,44	0,00	13,87	0,00

HP02

Lineární výpočet
Kombinace: MSP_char.
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = HP02 - HEA240

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B155	10259,198-	MSP_char./1	HP02 - HEA240	-553,80	0,00	10,75	0,00	9,10	0,00
B155	16857,728+	MSP_char./2	HP02 - HEA240	-684,25	0,00	73,19	0,00	-31,03	0,00
B155	3660,668-	MSP_char./2	HP02 - HEA240	-684,25	0,00	-73,19	0,00	-31,03	0,00
B155	1372,751	MSP_char./2	HP02 - HEA240	-729,19	0,00	7,70	0,00	43,89	0,00
B155	0,000	MSP_char./2	HP02 - HEA240	-756,16	0,00	56,24	0,00	0,00	0,00

HP02

2.FÁZE

Lineární výpočet
Kombinace: MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = HP02 - HEA240

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B155	10259,198-	MSU/1	HP02 - HEA240	-553,80	0,00	10,75	0,00	9,10	0,00
B155	16857,728+	MSU/2	HP02 - HEA240	-887,89	0,00	94,91	0,00	-40,23	0,00
B155	3660,668-	MSU/2	HP02 - HEA240	-887,89	0,00	-94,91	0,00	-40,23	0,00
B155	1372,751	MSU/2	HP02 - HEA240	-946,17	0,00	9,99	0,00	56,92	0,00
B155	0,000	MSU/2	HP02 - HEA240	-981,14	0,00	72,93	0,00	0,00	0,00

SV02

Lineární výpočet
Kombinace: MSP_char.
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = SV02 - CFCHS76.1X6

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B158	0,000	MSP_char./1	SV02 - CFCHS76.1X6	-5,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B157	2844,444	MSP_char./2	SV02 - CFCHS76.1X6	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

SV02

Lineární výpočet
Kombinace: MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = SV02 - CFCHS76.1X6

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B158	0,000	MSU/1	SV02 - CFCHS76.1X6	-6,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B157	2844,444	MSU/2	SV02 - CFCHS76.1X6	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DIA02

Lineární výpočet
Kombinace: MSP_char.
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše
Filtr: Průřez = DIA02 - CFCHS76.1X6

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B163	4525,483	MSP_char./1	DIA02 - CFCHS76.1X6	17,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B161	0,000	MSP_char./1	DIA02 - CFCHS76.1X6	-13,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DIA02

2.FÁZE

Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = DIA02 - CFCHS76.1X6

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B163	4525,483	MSU/1	DIA02 - CFCHS76.1X6	22,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B161	0,000	MSU/1	DIA02 - CFCHS76.1X6	-17,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Posouzení na I. MS – Únosnost

Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Lineární výpočet
 Kombinace: MSU
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Průřez
 Výběr: Vše
Celkový posudek

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	Materiál	UC _{Celkový} [-]	UC _{Průřez} [-]	UC _{Stabilita} [-]
B154	3200,000-	MSU/1	DP02 - HEA200	S 355	0,53	0,53	0,37
B155	20060,813	MSU/1	HP02 - HEA240	S 355	0,79	0,48	0,79
B158	0,000	MSU/1	SV02 - CFCHS76.1X6	S 355	0,01	0,01	0,00
B161	0,000	MSU/1	DIA02 - CFCHS76.1X6	S 355	0,18	0,04	0,18
B165	0,000	MSU/1	SL02 - HEB200	S 235	0,42	0,37	0,42

Posouzení na II. MS – Použitelnost

SL02

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = SL02 - HEB200

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]
B165	5000,000	MSP_char./1	SL02 - HEB200	-5,3	0,0	-1,3	0,0	-1,6	0,0
B166	5000,000	MSP_char./1	SL02 - HEB200	5,3	0,0	-1,3	0,0	1,6	0,0
B165	0,000	MSP_char./2	SL02 - HEB200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

$$\leq H/300 = 5000/300 = 16,67 \text{ mm}$$

HP02

Lineární výpočet
 Kombinace: MSP_char.
 Souřadný systém: Globální
 Extrém 1D: Globální
 Výběr: Vše
 Filtr: Průřez = HP02 - HEA240

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]
B155	10259,198-	MSP_char./1	HP02 - HEA240	0,0	0,0	-22,0	0,0	0,0	0,0
B155	20518,397	MSP_char./2	HP02 - HEA240	4,7	0,0	-1,1	0,0	-6,9	0,0

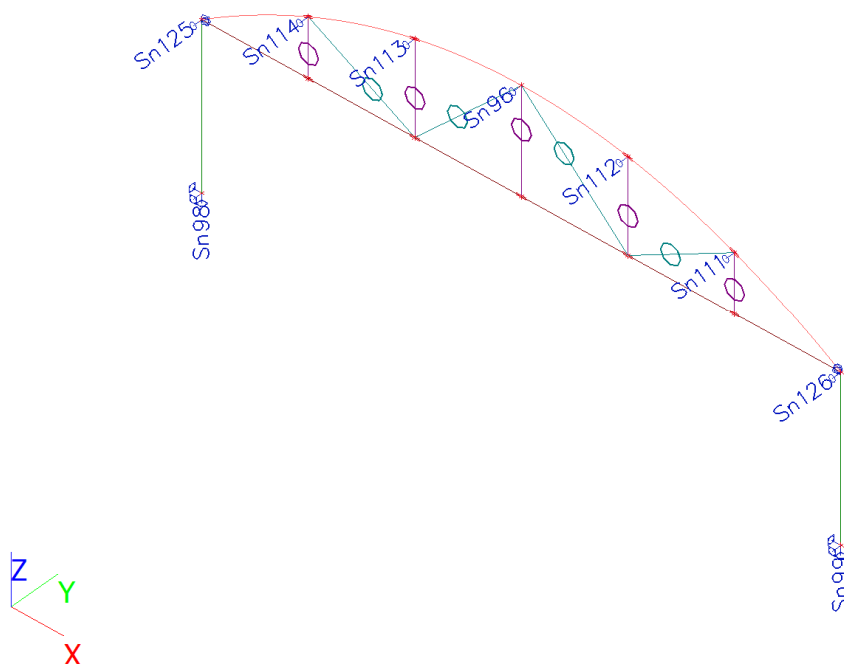
2.FÁZE

Jméno	dx [mm]	Stav	Průřez	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]
B155	20518,397	MSP_char./1	HP02 - HEA240	5,3	0,0	-1,3	0,0	-7,7	0,0
B155	0,000	MSP_char./1	HP02 - HEA240	-5,3	0,0	-1,3	0,0	7,7	0,0

$$\leq L/250 = 19200/250 = 76,80 \text{ mm}$$

Reakce

3D Schéma - Podpory



Reakce - MSP_char.

Lineární výpočet
Kombinace: MSP_char.
Systém: Globální
Extrém: Globální
Výběr: Vše

Uzlové reakce

Jméno	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Sn99/N198	MSP_char./1	-1,51	0,00	423,40	0,00	-7,54	0,00
Sn98/N197	MSP_char./1	1,51	0,00	423,40	0,00	7,54	0,00
Sn96/N187	MSP_char./2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Reakce - MSÚ

Lineární výpočet
Kombinace: MSU
Systém: Globální
Extrém: Globální
Výběr: Vše

Uzlové reakce

2.FÁZE

Jméno	Stav	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Sn99/N198	MSU/1	-1,96	0,00	549,53	0,00	-9,79	0,00
Sn98/N197	MSU/1	1,96	0,00	549,53	0,00	9,79	0,00
Sn96/N187	MSU/2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Projekt

Datum : 31.5.2024

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

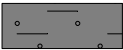
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F4, konzistence pevná, Sr > 0,8		24,50	18,00	18,50	8,50	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

Třída F4, konzistence pevná, Sr > 0,8

Objemová tíha : $\gamma = 18,50$ kN/m³

Úhel vnitřního tření : $\phi_{ef} = 24,50$ °

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 18,00$ kPa

Edometrický modul : $E_{oed} = 10,50$ MPa

2.FÁZE

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 4,00 \text{ m}$

Hloubka základové spáry $d = 4,00 \text{ m}$

Tloušťka základu $t = 0,85 \text{ m}$

Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$

Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Nadloží

Typ: zadat objemovou tíhu

Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 1,00 \text{ m}$

Šířka patky $y = 1,20 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru x $c_x = 0,80 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru y $c_y = 0,40 \text{ m}$

Objem patky = $1,02 \text{ m}^3$

Objem výkopu = $4,80 \text{ m}^3$

Objem zásypu = $2,77 \text{ m}^3$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{\text{ck}} = 20,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{\text{ctm}} = 2,20 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{\text{cm}} = 30000,00 \text{ MPa}$

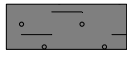
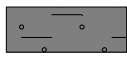
Ocel podélná : B500

Mez kluzu $f_{\text{yk}} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{\text{yk}} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	10,00	0,00 .. 10,00	Třída F4, konzistence pevná, $S_r > 0,8$	
2	-	10,00 .. ∞	Třída F4, konzistence pevná, $S_r > 0,8$	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	904,64	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		Zatížení č. 1 - provozní	Užitné	646,17	0,00	0,00	0,00	0,00

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

2.FÁZE

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Zatížení č. 1	Ano	0,00	0,00	819,62	1116,61	73,40	Ano
Zatížení č. 1	Ne	0,00	0,00	842,63	1116,61	75,46	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 31,67$ kNSpočtená tíha nadloží $Z = 74,84$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 1,33$ mDosah smykové plochy $l_{sp} = 3,68$ mVýpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 1116,61$ kPaExtrémní kontaktní napětí $\sigma = 842,63$ kPa**Svislá únosnost VYHOVUJE**

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,000 < 0,333$ Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$ Max. prostorová excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$ **Excentricita zatížení základu VYHOVUJE**

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 32,90$ kNHorizontální únosnost základu $R_{dh} = 457,03$ kNExtrémní horizontální síla $H = 0,00$ kN**Vodorovná únosnost VYHOVUJE****Únosnost základu VYHOVUJE**

Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 23,46$ kNSpočtená tíha nadloží $Z = 55,44$ kN

Sednutí středu hrany x - 1 = 24,2 mm

2.FÁZE

Sednutí středu hrany x - 2 = 24,2 mm
 Sednutí středu hrany y - 1 = 25,3 mm
 Sednutí středu hrany y - 2 = 25,3 mm
 Sednutí středu základu = 37,9 mm
 Sednutí charakterist. bodu = 28,1 mm
 (1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 6,54 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=2816,09$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=1629,68$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,000 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 28,1 mm

Hloubka deformační zóny = 3,34 m

Natočení ve směru x = 0,000 ($\tan \cdot 1000$); (0,0E+00 °)

Natočení ve směru y = 0,000 ($\tan \cdot 1000$); (0,0E+00 °)

V Brně 31/05/2024

.....

 INTERPLAN-CZ, s.r.o.