



**KLOKNERŮV
ÚSTAV
ČVUT V PRAZE**

Vážený pan
Ing. Miroslav Mareš
předseda představenstva
EKOVA ELECTRIC, a.s.
Martinovská 3244/42
723 00 Ostrava – Martinov

V Praze dne 10. 6. 2020
Č.j.: 62/20/31911/JK

Věc: Vyjádření k řešení problematiky vazníků haly EKOVA ELEKTRIC a.s.

Vážený pane předsedo,

na základě naší komunikace a objednávky Vám zasílám naše vyjádření k železobetonovým předpjatým děleným vazníkům haly EKOVA ELEKTRICA a.s. a možnosti jejich diagnostiky a případné sanace.

Naše stanovisko bylo zpracováno na základě následujících podkladů:

- [1] Odborný posudek číslo HS2071902– Diagnostika předpjatých vazníků haly Ekova Electric, a.s., VŠB Ostrava – listopad 2019
- [2] Monitoring sádrových terčů u vazníků v havarijním stavu, období 23.3. -25.5.2020, VŠB Ostrava, květen 2020
- [3] Priemstav n.p. Bratislava (ZIPP) – katalogový list předpjatého děleného příhradového vazníku SPP6-18/6, 1969
- [4] Priemstav n.p. Bratislava ZIPP – katalogový list předpjatého děleného příhradového vazníku SPP 6,7,8 -18/6, 1969
- [5] Technoprojekt a.s., subdodavatel **R&P PROJEKT statika, projekce s.r.o.** - Statický posudek konstrukce stavby, 04/2020
- [6] Mailová komunikace s ing. Michalem Malinou. Maily ze dne 1. a 3.6.2020
- [7] Výzva: Opakované havárie betonových předpínaných vazníků, Časopis Z+i ČKAIT 1/2019, str. 21
- [8] Tisková zpráva ČKAIT – Opakované havárie předpínaných vazníků
<http://www.ckait.cz/content/tz-12-2018>

1. Popis objektu a konstrukce vazníku

Popis objektu a konstrukcí byl uveden v mailu ing. Michala Maliny ze dne 3.6. [7], takto:

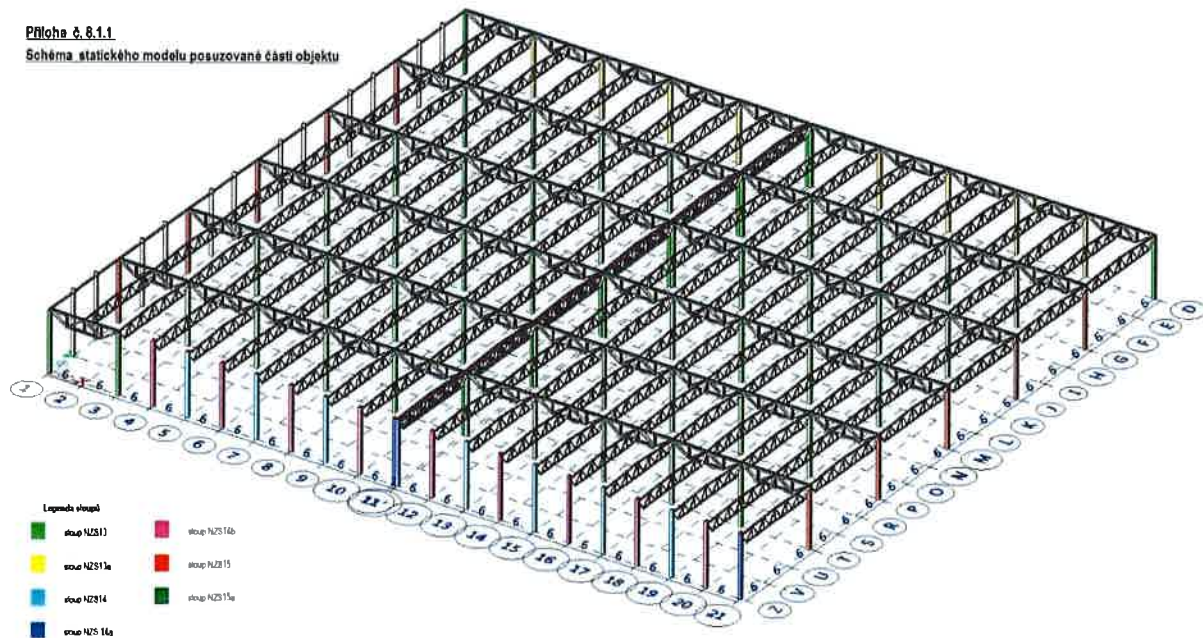
- *Předmětný – posuzovaný objekt se nachází v areálu Dopravního podniku Ostrava, v Ostravě-Martinově. Jedná se o objekt, umístěný na parc. č. 2422/154 v k.ú. Martinov ve Slezsku. Byl vybudován v r. 1965 v rámci stavby.*
- *Objekt se sestává z hlavní halové části s celkovými půdorysnými – osovými rozměry 120,0 x 108,0m a ze dvou přístavků. Světlá výška v hale je 7,9m – po spodní pásy vazníků.*
- *Skeletová nosná konstrukce vrchní stavby se skládá z prefa žb – sloupů, průvlaků, vazníků. Nosnými prvky střešního pláště jsou žebříkové desky (prefa prvky). Ve střešní konstrukci jsou pak ještě žlabové nosníky, světlíkové obruby, příp. další prvky (vše jako prefa prvky).*
- *Sloupy jsou plnostěnné, průřezu 500 x 600 mm, typové označení NZS, NZD (výrobce pravděpodobně průmyslové stavby Gottwaldov). Sloupy jsou s konzolami, na které jsou uloženy průvlakky nebo vazníky. Podle podkladové dokumentace jsou vyrobeny z betonu B250, což podle současného značení tříd betonu odpovídá třídě C16/20, a oceli AII 10300. Jsou vetknuté do základových patek. Patky jsou založeny na hutněných násypech z vypálené haldoviny.*

- **Vazníky:** Jedná se o předpjatý příhradový žb. prvek sedlového tvaru, složený ze tří segmentů, (dodatečně předpínaných při realizaci), délka pro modul 18,0m; výška v hřebeni: 2,18m. Jejich celkový počet v konstrukci haly je 126 ks. Jedná se o prefabrikovaný prvek, vyráběný f. ZIPP Bratislava, typové označení SPP 6-18/6. Staticky byly navrženy jako prosté nosníky.
- **Průvlaky:** Jedná se také o předpjaté žb prefabrikované prvky, s přímými pásy, délka pro modul 12,0m; výška: 1,5m; jeho typové označení je RPP 7-12. Jejich celkový počet v konstrukci haly je 61 ks. Jejich podrobná dokumentace, jako v případě vazníků, nebyla dohledána.

Předmětem tohoto vyjádření jsou železobetonové předpjaté dělené vazníky, které byly použity v konstrukci střechy výrobní haly. Půdorysně se jedná o šestilodní halový objekt, jehož nosnou konstrukci tvoří železobetonové obvodové a vnitřní sloupy v osové vzdálenosti 6 resp. 12 m v podélném směru a 18 m v příčném směru tj. půdorysně cca 120 x 108 m. Na sloupech jsou kloubově uloženy příhradové průvlaky (51 ks) a na nich předemtné příhradové vazníky (126 ks). Uspořádání konstrukce je patrné na následujícím obrázku 1.

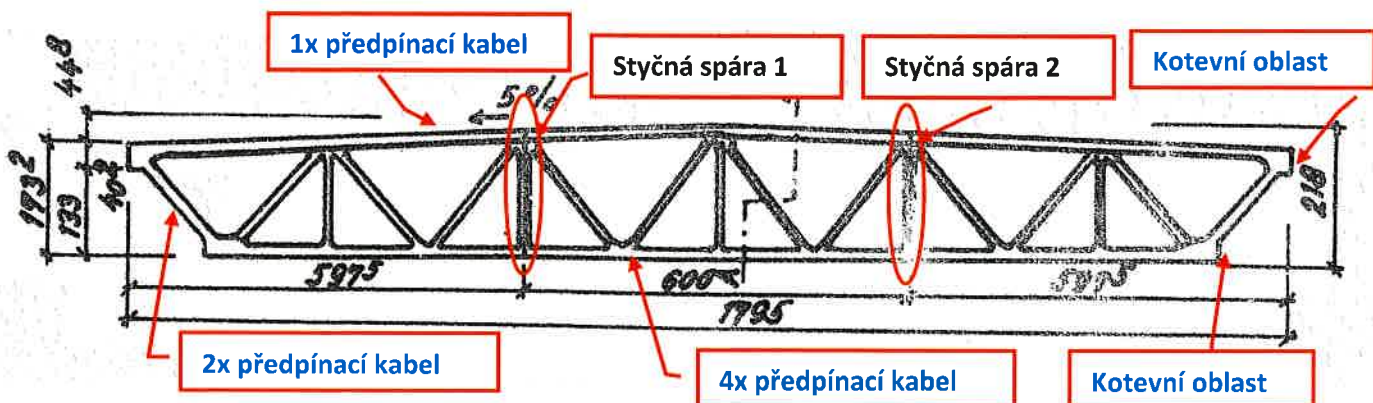
Příloha č. 8.1.1

Schéma statického modelu posuzované části objektu



Obr. 1 – Schéma uspořádání haly – celkový pohled – převzato z [5].

Z podkladu [1] a [6] vyplývá, že v hale jsou instalovány vazníky s jeřábovými drahami, tj. vazníky na vyšší zatížení. Charakter příhradového vazníku SPP 6-18/6 je patrný na následujícím obrázku.



Obr. 2 – Schéma uspořádání vazníku. Popis vyztužení kabely a rizikových míst z hlediska koroze.

2. Popis korozních rizik vazníku

V několika předchozích letech došlo k neočekávaným haváriím tohoto typu vazníku, a to bez předchozího varování, např. nadměrnými deformacemi. Jen náhodou nedošlo ke zranění osob. Tento stav vedl ČKAIT (Česká komora autorizovaných inženýrů) k informační kampani o rizikovitosti tohoto typu konstrukce a výzvě, aby členové ČKAIT v případě, že na tento rizikový prvek narazí, o něm ČKAIT informovali [7], [8]. **Jako příčina havárie byla označena koroze předpínací výztuže, která vedla k překorodování a následnému přetržení předpínací výztuže. Na překorodování výztuže se podílí nejen konstrukční uspořádání, ale také působící prostředí (netěsnost střech a vnikající vlhkost) a nedostatečná pracovní kázeň při výrobě prvků.** Toto konstatování je zcela v souladu s našimi konkrétními zkušenostmi na předpjatých prvcích obdobného charakteru.

Pro zhodnocení spolehlivého a bezpečného statické působení tohoto typu vazníku a případně návrh opatření je nezbytné vzít v úvahu:

- a) Z konstrukčního řešení vazníku plyne, že o jeho statické spolehlivosti rozhoduje primárně předpínací výztuž ve spodní pásnici (viz obr. 2).
- b) Z dostupné dokumentace vyplývá, že se jedná o konstrukci s plně předpjatým průřezem spodní pásnice.
- c) Předpínací kabely jsou vedeny v kruhových kanálcích, které měly být po předepnutí dokonale zainjektovány cementovou injektážní maltou a to tlakovou injektáží. Injektáž působí jednak jako antikorozi ochrana výztuže a dále zajišťuje soudržnost výztuže s betonem a ovlivňuje pozitivně statické působení i bezpečnost vazníku. Pakliže se tato pracovní operace nepodařila nebo byla provedena nedostatečně, jedná se o velmi závažný a rizikový korozní faktor.
- d) Dosavadní zkušenosti z havarovaných konstrukcí ukazují, že vzniklé trhliny i spáry jsou velmi rizikové z hlediska koroze předpínací výztuže a to zejména u konstrukcí vystavených působení vlhkosti (zatékání např. z netěsné střechy, kondenzace atd.).
- e) Z korozního hlediska jsou u vazníků tohoto typu rizikové 2 styčné spáry (viz obr. 2), trhliny, kotevní a podkotevní oblasti.
- f) V případě poklesu předpínací síly nad výpočtem stanovenou úroveň (např. z důvodu dotvarování betonu, relaxace výztuže, nedostatečné předpětí již při výrobě, překorodování části či celé výztuže atd.) mohou v konstrukci vznikat trhliny, případně se rozevírají styčné spáry. **Pro plně předpjaté průřezy je tento stav nepřijatelný.**
- g) **Ve zprávě [1] VŠB Ostrava byly výše uvedené projevy (trhliny, korodující kotevní oblasti) na některých vazníchích zaznamenány.**
- h) **V případě poškození a přetržení dostatečného počtu drátů v předpínacím kabelu spodní pásnice, a to byť jen v jednom průřezu, tj. např. v místě rizikových styčných spár či trhlín, dojde k náhlému kolapsu konstrukce a to bez jakéhokoli předchozího viditelného varování.**

Ze zkušeností z ovlivnění mechanických parametrů předpínací výztuže různou mírou koroze získaných při řešení, např. kolapsu lávky v Troji a hodnocení lávky v Nymburce (kde jsme doporučili její odstranění) víme, že i relativně malé korozní napadení zásadně snižuje pevnosti a tažnosti výztuže. Velmi rizikové je napadení tzv. lokalizovanou korozí.

3. Shrnutí

Z výše uvedeného a na základě nám dostupných informací lze provést následující shrnutí:

- a) Konstrukce vazníku na objektu haly je značně riziková z hlediska možnosti jejího náhlého kolapsu bez varování plynoucí z konstrukčního řešení, tj. dodatečného sepnutí 3 prvků na stavbě a injektáže na místě při stáří cca 54 let.
- b) Prohlídkou (zpráva [1] VŠB Ostrava) byly zjištěny trhliny v tažených částech vazníků, které lze pokládat za významné signály možného problému s předpětím vazníků.

- c) Není známá historie využívání a údržba střechy z hlediska její těsnosti a možnosti působení vody a vlhkosti na vazníky. Voda a vlhkost je základní faktor nastartování a rozvoje koroze předpínací výztuže zejména ve styčných spárách a trhlinách.
- d) Jednoznačně zkontrolovat a popsat korozní stav předpínací výztuže ve všech rizikových styčných spárách tj. $126 \times 2 = 252$ spár a také korozní stav lan a zainjektování kanálků po celé délce spodního i horního pásu vazníku, je v reálných podmínkách v zásadě nemožné.
- e) Současné, reálně dostupné a použitelné nedestruktivní a semidestruktivní metody diagnostiky, nemohou poskytnou jednoznačnou a stoprocentní informaci o stavu všech částí konstrukce ani o konstrukci jako celku. Jakýmkoli diagnostickým průzkumem lze zvýšit pouze penzum informací o konstrukci a tím tedy významně zvýšit pravděpodobnost správného popisu a odhadu stavu konstrukce z hlediska její aktuální bezpečnosti a spolehlivosti. Samotná diagnostika neposkytne v tomto konkrétním případě stoprocentní záruky o stavu vazníků a jejich dlouhodobé bezpečnosti.
- f) Není reálně možné stanovit úroveň předpětí, aby bylo možno jej zavést přesně do statického výpočtu.

Za dané situace je ke zvážení, zda je účelné u těchto zjevně rizikových konstrukcí předjatých vazníků se snažit je vůbec zachovat. Složitost, omezenost diagnostiky k popisu skutečného stavu je popsána v bodě e) výše. V případě zjištění vad vazníku (koroze předpínací výztuže, nezainjektované kanálky, ztráta předpětí atd.) bohužel není současnými technologiemi možné vrátit vazník zpět do projektem předpokládaného bezvadného stavu. Nelze provést výměnu předpínací výztuže nebo např. věrohodně doplnit injektáže, pakliže chybí. Zesilující či podpůrný systém v zásadě musí plně nahradit nosnou funkci vazníku a to včetně jeho vlastní hmotnosti. Uvést nosníky zpět do stavu bez výrazných pochybností o jeho statické spolehlivosti v zásadě znamená vazníky zcela vyloučit z funkce.

4. Doporučení

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem se domníváme, že bude rozhodně bezpečnější, rychlejší a v konečném důsledku i ekonomičtější u takto exponované stavby, přistoupit rovnou k variantě náhrady vazníků a celé konstrukce střechy za nové a bezpečné řešení. Lze doporučit provést detailní projekt a následně realizaci zcela nové konstrukce střechy instalované na ponechané sloupy po odstranění stávajících vazníků a střešního pláště. Toto řešení současně umožní realizaci moderního střešního pláště z hlediska aktuálně platných tepelně technických požadavků.

Lze případně uvažovat i o řešení zahrnující zesílení či ponechání vazníků a jejich vynesení novou např. ocelovou konstrukcí, která plně nahradí původní předpětí. Nicméně tento návrh opět bude vycházet z odhadovaných předpokladů a řady neznámých.

Při úvahách nad dalším postupem je nezbytné také zvážit podmínky údržby a kontroly stavu konstrukce, aby byla zaručena její dlouhodobá udržitelnost, životnost a spolehlivost.

Doporučujeme okamžitě zahájit projektovou přípravu na novou nosnou konstrukci střechy a střešního pláště a následně provést realizaci. Do doby výměny se řídit technicko - bezpečnostními doporučeními specifikovanými ve zprávě VŠB Ostrava tj. konstrukci pravidelně a podrobně monitorovat a zjevně nejvíce poškozené vazníky podepřít, zesílit či nahradit.

Doufám, že je toto vyjádření pro Vás srozumitelné. V případě jakékoli nejasnosti nás kontaktujte.

S přátelským pozdravem

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
v Praze
Kloknerův ústav
166 08 Praha 6, Šolínova 7 (1)


doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.
ředitel Kloknerova ústavu