

HS2072103

„Stavebně technický průzkum a odborný posudek stavu nosného střešního systému z předpjatých příhradových vazníků halového objektu, DPO a.s., Ostrava-Martinov“

Objednatel:

DOPRAVNÍ PODNIK OSTRAVA a.s.

Poděbradova 494/2

Moravská Ostrava

702 00 Ostrava

Zhotovitel:

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební

Experimentální stavební centrum

Ludvíka Podéště 1875/17

708 00 Ostrava-Poruba

Vypracoval:

Ing. Petr Mynarčík, Ph.D.

vedoucí Experimentálního stavebního centra

prof. Ing. Martinou Peřinkovou, Ph.D.
děkan fakulty

Identifikační údaje

Zadavatel prací:

DOPRAVNÍ PODNIK OSTRAVA a.s.

Poděbradova 494/2

Moravská Ostrava

702 00 Ostrava

Zastoupený:

Ing. Petr Holuša

Oprávnění k podnikatelské činnosti:

IČ: 61974757

DIČ: CZ61974757

Zpracovatel:

Fakulta stavební, VŠB-TU Ostrava

Experimentální stavební centrum

L. Poděšť 1875,

708 00 Ostrava-Poruba

Zastoupený:

prof. Ing. Martinou Peřinkovou, Ph.D.,
děkankou fakulty

Oprávnění k podnikatelské činnosti: IČ: 61989100

DIČ: CZ61989100

Bankovní spojení:

ČSOB a.s., Ostrava

Číslo účtu:

127089559/0300

Zprávu zpracoval:

Ing. Petr Mynarčík, Ph.D.

petr.mynarcik@vsb.cz

Ing. Lucie Mynarzová, Ph.D.

lucie.mynarzova@vsb.cz

Ing. Pavel Dobeš

pavel.dobes1@vsb.cz

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1. Úvod | 4 |
| 2. Použité podklady, normy a předpisy..... | 5 |
| 3. Popis kontrolovaného objektu | 7 |
| 4. Nosná konstrukce střechy | 10 |
| 4.1 Předpjatý příhradový železobetonový vazník SPP 6-18/6 | 10 |
| 4.2 Postup při endoskopickém průzkumu | 10 |
| 4.3 Metodika hodnocení | 10 |
| 4.5 Pozice kontrolních vrtů pro endoskopický průzkum | 11 |
| 5. Endoskopický průzkum | 13 |
| 6. Výsledky endoskopického průzkumu..... | 21 |
| 7. Vyšetřování výskytu koroze ve styčnicích nosné konstrukce zastřešení | 22 |
| 7.1 Styčník SLOUP – VAZNÍK VB-1 | 23 |
| 7.2 Styčník SLOUP – VAZNÍK VB-2 | 24 |
| 7.3 Styčník PRŮVLAK–VAZNÍK VA-6–VAZNÍK VB-6 | 25 |
| 8. Střešní plášť | 26 |
| 5.2 Předpokládaná skladba střešního pláště..... | 26 |
| 9. Závěr..... | 27 |

Seznam příloh:

Příloha č.1 – Statický výpočet (20 stran)

1. Úvod

V této zprávě jsou shrnuty výsledky stavebně technického průzkumu vybraných 8 kusů příhradových železobetonových vazníků typového označení SPP6-8/6. tyto vazníky jsou nosným konstrukčním prvkem zastřešení dílenského halového objektu Dopravního podniku Ostrava a.s., v Ostravě – Martinově. Stavebně technický průzkum byl realizován dle požadavků objednatele na základě objednávky vedené pod evidenčním číslem DOD20210379, ze dne 17. 2. 2021.

Zpráva byla zpracována na základě poskytnutých podkladů, vizuálních prohlídek a diagnostických prací provedených in situ. Diagnostické práce byly realizovány v březnu 2021 a prosinci 2021.

V rámci stavebně technického průzkumu a diagnostiky kontrolovaného objektu bylo provedeno:

- studium dostupné technické dokumentace,
- endoskopický průzkum předpínací výztuže železobetonových příhradových vazníků zastřešení,
- vizuální prohlídka nosných konstrukcí kontrolovaného objektu,
- sekané sondy ve vybraných styčnicích střešní konstrukce,
- shrnutí a vyhodnocení získaných informací a zpracování závěrečné zprávy.

Cílem diagnostických prací a stavebně technického průzkumu bylo stanovit rozsah a typy poruch kontrolovaných konstrukcí, zhodnotit celkový stav kontrolovaného objektu z hlediska trvanlivosti a provozuschopnosti, pro účely rozhodování majitele objektu o dalším postupu v této věci.

Stavebně technický průzkum a diagnostické práce provedli za VŠB-TU Ostrava:

- Ing. Petr Mynarčík, Ph.D.
- Ing. Lucie Mynarzová, Ph.D.
- Ing. Pavel Dobeš

2. Použité podklady, normy a předpisy

Normy

- [1] ČSN EN 1990 ed. 2 (730002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [3] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2 (731201) A Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1, Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [4] ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [5] ČSN ISO 13822 (730038) Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [6] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – doplňující ustanovení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [7] ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

Odborná literatura, publikace

- [8] Ing. Robert Špalek, 2019. VÝZVA: Opakované havárie betonových předpínaných vazníků. Zprávy a informace ČKAIT. [cit. 24.01.2020]. Dostupné z <http://zpravy.ckait.cz/vydani/2019-01/vyzva-opakovane-havarie-betonovych-predpinanych-vazniku>
- [9] Farhidzadeh, A., A. Ebrahimkhanlou and S. Salamone. Corrosion damage estimation in multi-wire steel strands using guided ultrasonic waves. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 2015, vol. 9437. DOI: 10.1117/12.2084053.
- [10] Witzany, J. PDR – poruchy, degradace a rekonstrukce. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04488-9.
- [11] Rochla, M. Stavební tabulky, SNTL, Praha, 1987.

Technická dokumentace

- [12] „Energetické úspory objektu Vrchní stavba PD Ostrava a.s.“, Architektonicko-stavební řešení - Technická zpráva, číslo zakázky: 49/14, Inpros F-M s.r.o., 2014.
- [13] „Energetické úspory objektu Vrchní stavba PD Ostrava a.s.“, Architektonicko-stavební řešení – Výkres – Řez A-A, B-B – stávající stav, číslo výkresu: 7, číslo zakázky: 49/14, Inpros F-M s.r.o., 2014.
- [14] „Energetické úspory objektu Vrchní stavba PD Ostrava a.s.“, Architektonicko-stavební řešení – Výkres – 1. Nadzemní podlaží – nový stav, číslo výkresu: 11, číslo zakázky: 49/14, Inpros F-M s.r.o., 2014.
- [15] „Energetické úspory objektu Vrchní stavba PD Ostrava a.s.“, Architektonicko-stavební řešení – Výkres – Řez C-C, D-D – nový stav, číslo výkresu: 17, číslo zakázky: 49/14, Inpros F-M s.r.o., 2014.

[16] „Energetické úspory objektu Vrchní stavba PD Ostrava a.s.“, Architektonicko-stavební řešení – Výkres – Statický posudek, Ing. Ema Skarková, Ing. Martin Fusek – Autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku ČKAIT 1103006., 2014.

[17] „Energetické úspory objektu Vrchní stavba PD Ostrava a.s.“, Architektonicko-stavební řešení – Výkres – Střecha dílen – nový stav, číslo výkresu: 13, číslo zakázky: 49/14, Inpros F-M s.r.o., 2014.

3. Popis kontrolovaného objektu

Kontrolovaný objekt je situován v areálu společnosti Dopravní podnik Ostrava a.s., v Ostravě-Martinově. Objekt je členěn na dvě propojené části – dvoulodní halový objekt dílen a garáží a dvoupodlažní administrativní objekt pro kanceláře a sociální zázemí.

1. Část – Dílny a garáže

Tuto část objektu tvoří dvoulodní halový objekt, jehož nosnou konstrukci tvoří prefabrikovaný ŽB (železobetonový) skeletový systém. Svislé nosné prvky tvoří prefabrikované ŽB sloupy, na které jsou v podélném směru uloženy příhradové prefabrikované ŽB průvlaky. Na průvlaky jsou pak uloženy v místech sloupů a ve středech průvlaků, příhradové spínané ŽB vazníky typu SPP6-18/6. Osová vzdálenost spínaných vazníků je 6,0 metrů. Na vazníky jsou pak uloženy kazetové ŽB stropní panely. Obvodový plášť je tvořen nenosnou zděnou výplní z plných cihel tl. 300 mm.

2. Část – Administrativní objekt

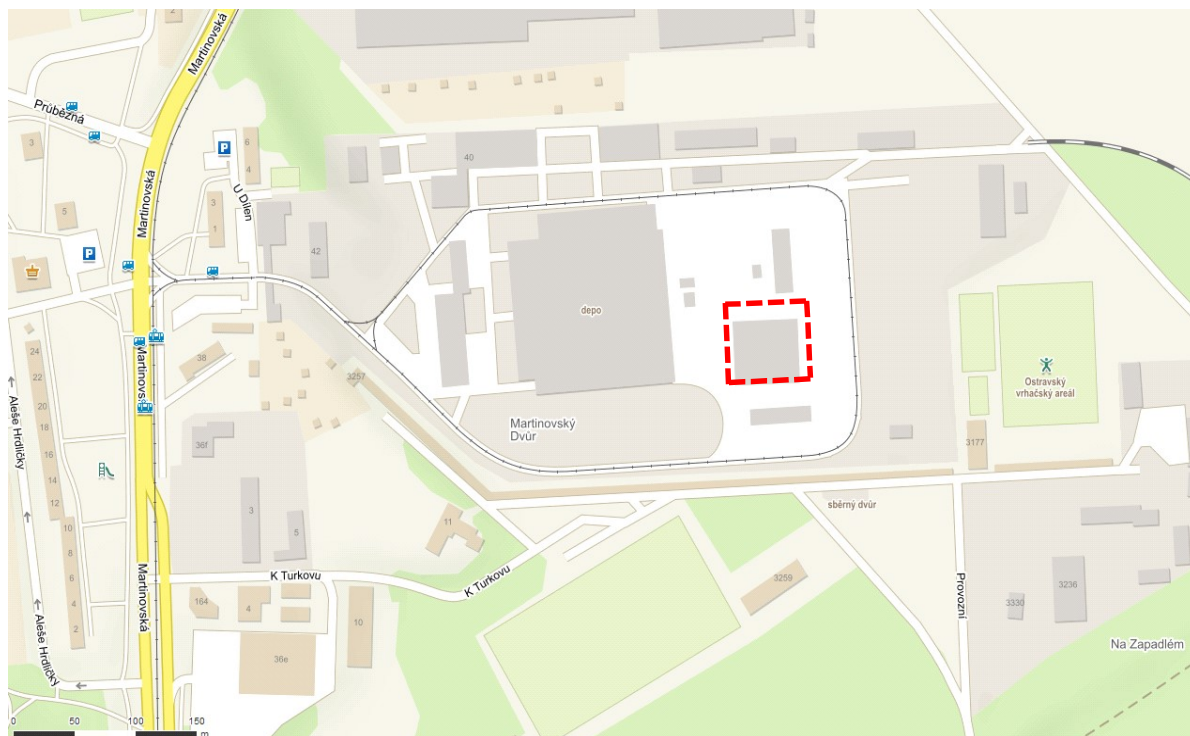
Nosnou konstrukcí dvoupodlažního objektu tvoří prefabrikovaný ŽB skeletový systém s příčnými průvlaky. Osová vzdálenost průvlaků je v modulu 6,0 metrů. Na příčných průvlastích jsou uloženy železobetonové stropní panely. Obvodové nenosné stěny jsou vyžděny z plných cihel pálených tl. 300 mm. Původní plochá střecha byla cca před 17 lety přestavěna na sedlovou střechu, jejíž nosnou konstrukcí tvoří dřevěný krov vaznicové soustavy.

Základní rozměry objektu:

Délka: cca 49,05 m

Šířka: cca 36,90 m

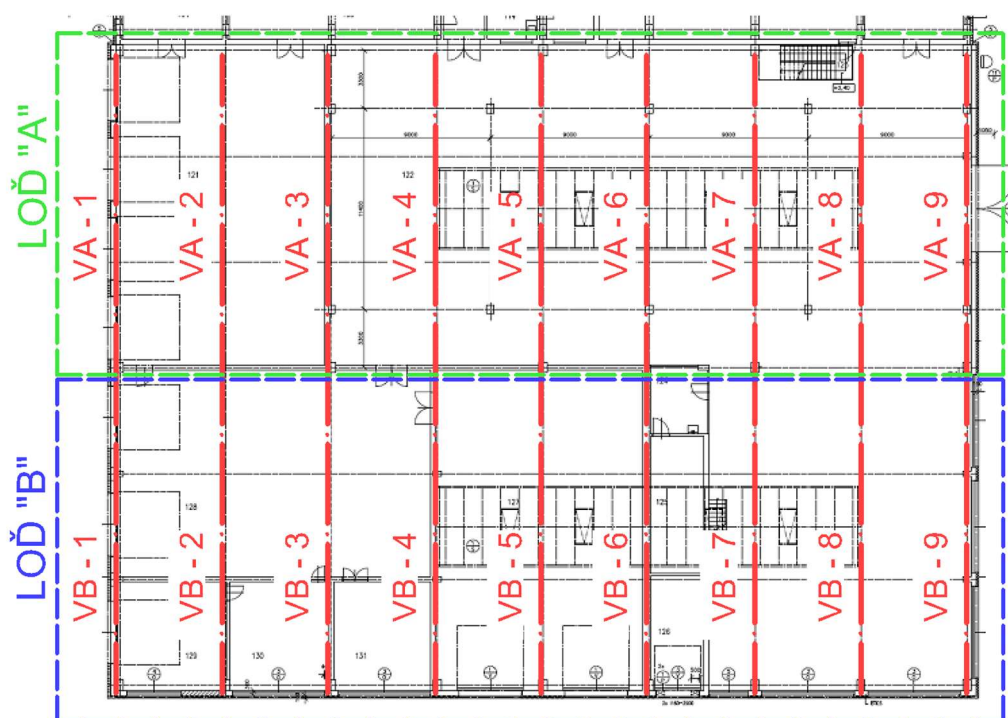
Výška: cca 11,35 m



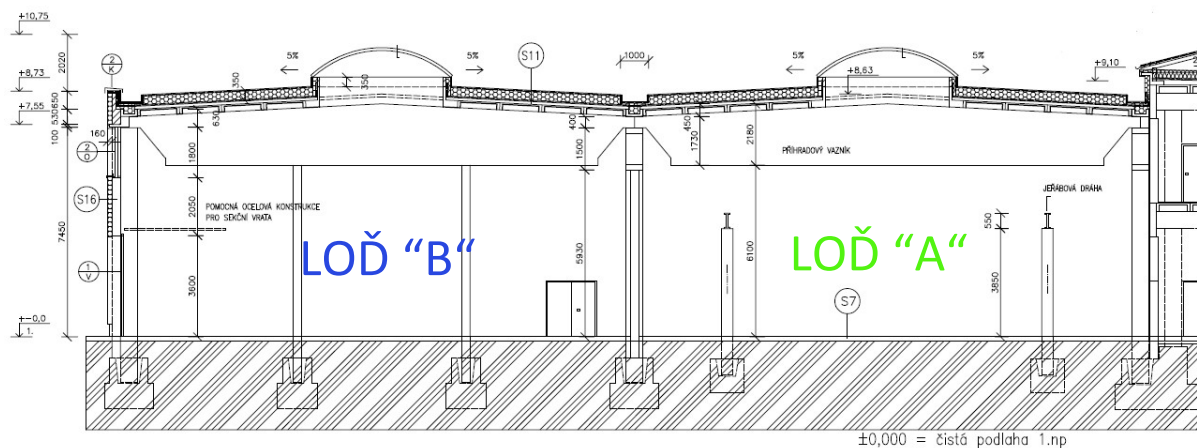
Obr. 3.1: Situační výkres areálu DP Ostrava a.s.



Obr. 3.2: Vnitřní pohledy v kontrolovaném objektu: A – Halová loď “A”, B - Halová loď “B”.



Obr. 3.3: Půdorys a osové schéma 1. NP [14]



Obr. 3.4: Příčný řez [15]

4. Nosná konstrukce střechy

Na základě požadavků objednatele byl proveden podrobný diagnostický průzkum nosné konstrukce střechy. Tuto konstrukční funkci zajišťují železobetonové příhradové vazníky, které lze zařadit do skupiny spínaných prefabrikovaných vazníků s označením SPP 6-18/6. Jedná se o typové konstrukční prvky, u kterých v minulosti došlo k haváriím v důsledku korozního napadení a porušení předpínací výztuže. Na skutečnost upozornila výzva ČKAIT ze dne 05.12.2018 [8]. Pro diagnostiku konstrukčního prvku byl zvolen semidestruktivní endoskopický průzkum předpínacích kanálků, kdy byla hodnocena míra ochrany předpínací výztuže injektážní maltou a rozsah korozního napadení předpínací výztuže.

4.1 Předpjatý příhradový železobetonový vazník SPP 6-18/6

Příhradový vazník z předpjatého betonu se skládá ze tří segmentů, které jsou navzájem sepnuty vlivem napětí v pětici předpínacích lan. Dolní výztuž tvoří čtveřice lan, v horní pásnici se nachází menší lano zajišťující celkovou tuhost konstrukce. Jednotlivé segmenty jsou tvořeny poměrně štíhlými betonovými prvky. Pásnice jsou shodné šířky 300 mm, kdy dolní pásnice je výšky 160 mm a horní výšky 200 mm. Vnitřní prvky jsou pak opět po celém vazníku shodné šířky 160 mm, avšak rozdílných tloušťek, které jsou u prvních vnitřních diagonál 160 mm u ostatních diagonál pak 120 mm. Sloupky jsou ještě výrazně štíhlejší o tloušťce 60 mm. Snížená šířka vnitřních prvků se u těchto konstrukcí záměrně prováděla za účelem kvalitního provázání výztuže v napojení do širších pásnic.

Zkoumaný typ konstrukce byl vyvinut v padesátých letech 20. století jako alternativa k ocelovým příhradovým vazníkům. Díky předpětí má konstrukce velkou únosnost, avšak s použitím levnějšího materiálu, kterým je beton.

4.2 Postup při endoskopickém průzkumu

Postup práce při endoskopickém průzkumu spočíval v následující posloupnosti pracovních kroků:

- vyhledání kanálků předpínací výztuže pomocí detektoru D-tect 150 SV a zakreslení polohy,
- navrtání kontrolního otvoru vrtákem Ø 6 mm, po potvrzení polohy kanálku rozšíření otvoru vrtákem Ø 10 mm,
- kontrola kanálku inspekčním videoskopem GIC 120C,
- zaměření polohy vrtů a fotodokumentace.

4.3 Metodika hodnocení

V rámci endoskopického průzkumu byla hodnocena dvě kritéria.

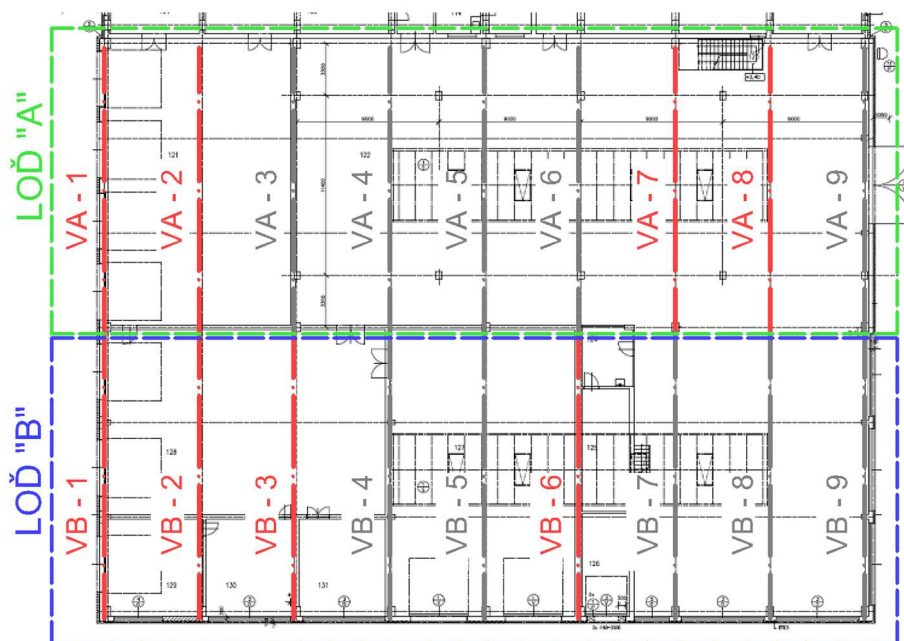
V první řadě existence injektáže v kanálcích předpínací výztuže. Endoskopický průzkum v této fázi zjišťoval, zda je kanálek zcela bez injektáže, částečně injektován nebo zcela injektován.

Druhým hodnotícím kritériem bylo stanovení míry korozního napadení předpínací výztuže. Tento průzkum vycházel z přehledu uvedeného v Tabulce 1 [9].

Výsledky hodnocení jsou uvedeny v příslušných tabulkách v kapitole 4.6.

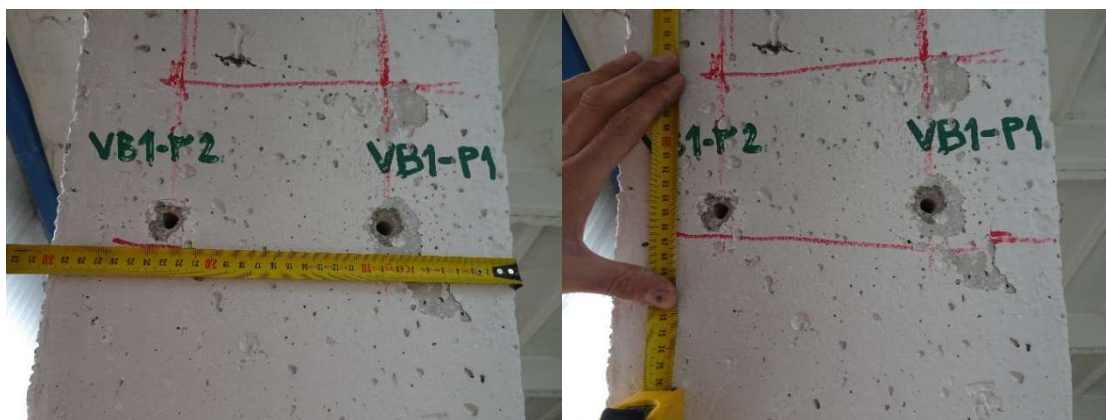
4.5 Pozice kontrolních vrtů pro endoskopický průzkum

Endoskopická prohlídka byla provedena na vaznících VA-1; VA-2; VA-7; VA-8; VB-1; VB-2; VB-3 a VB-6. Schématické umístění kontrolovaných vazníků je znázorněno na obrázku Obr. 5.



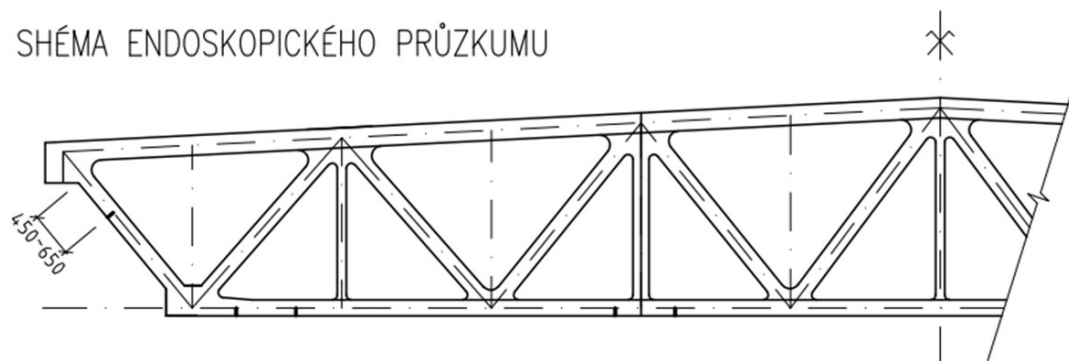
Obr. 4.1: Schéma kontrolovaných vazníků [14]

U kontrolovaných vazníků byly navrtány krajní diagonály, a to vždy ve dvou pozicích na každé straně vazníku P1, P2 a L1, L2, viz Obr. 6 a Obr. 7. Pozice byla volena vždy s přihlédnutím na výsledek vyhledání kanálku detektorem a pohybovala se v rozmezí 350 mm až 700 mm od dolního ohybu nosu vazníku. Vzhledem k vzájemnému odskočení kanálků byla i hloubka jednotlivých vývrtů rozdílná a pohybovala se v rozmezí 35–75 mm.









Obr. 4.2: Ilustrační pohledy na provedené kontrolní vývrty endoskopického průzkumu na pravé krajní diagonále vazníku VB-1

SHÉMA ENDOSKOPICKÉHO PRŮZKUMU


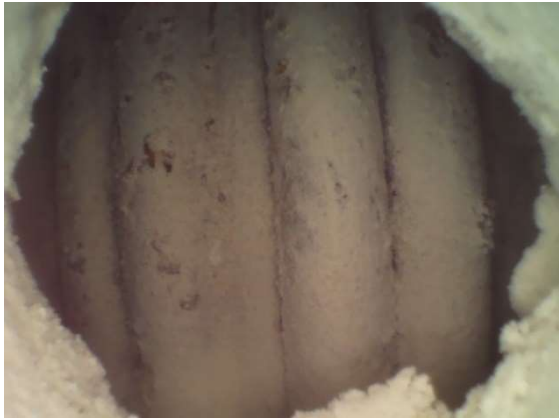







Obr. 4.3: Schéma pozic kontrolních vrtů pro endoskopický průzkum





| | |
|---|--|
| <p>No corrosion (Mass loss = 0.0%)</p>  | Bez koroze. |
| <p>Light corrosion (Mass loss = 0.19%)</p>  | <p>Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty.</p> <p>Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy.</p> |
| <p>Pitting (Mass loss = 1.26%)</p>  | <p>Středně rozvinutá koroze plošného charakteru.</p> <p>Korozně oslabeno až 1,26 % průřezové plochy.</p> |
| <p>Heavy Pitting (Mass loss = 2.72%)</p>  | <p>Intenzivnější koroze s přechodem k důlkové formě.</p> <p>Korozně oslabeno až 2,72 % průřezové plochy.</p> |
| <p>Cross section loss (Mass loss = 8.38%)</p>  | <p>Intenzivní koroze s tvorbou odlupujících se šupin.</p> <p>Korozně oslabeno až 8,38 % průřezové plochy.</p> |
| <p>Fracture (Mass loss = 21.34%)</p>  | <p>Výrazné oslabení s přerušením patentovaných drátů.</p> <p>Korozně oslabeno až 21,34 % průřezové plochy.</p> |


Tabulka 1: Přehled korozního napadení předpínací výztuže z patentového drátu [9]





5. Endoskopický průzkum


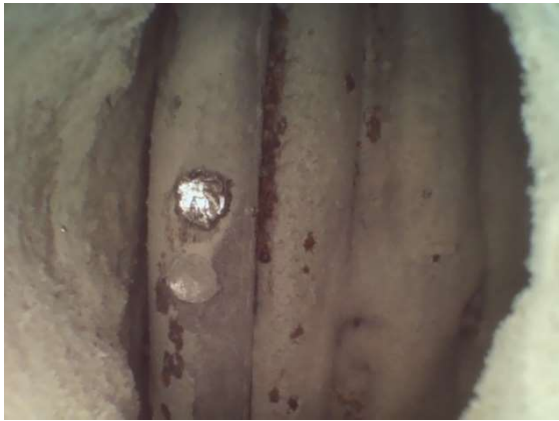


| VAZNÍK VA-1 | |
|---|--|
| P1 | P2 |
|  |  |
| <p>- BEZ INJEKTÁŽE</p> <p>- Středně rozvinutá koroze plošného charakteru.</p> <p>- Korozně oslabeno až 1,26 % průřezové plochy.</p> | <p>- ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO</p> <p>- Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit.</p> |
| L1 | L2 |
|  |  |
| <p>- BEZ INJEKTÁŽE</p> <p>- Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty.</p> <p>- Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy.</p> | <p>- ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO</p> <p>- Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty.</p> <p>- Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy.</p> |



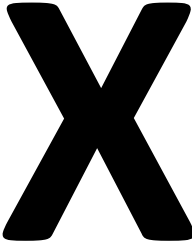

| VAZNÍK VA-2 | | | |
|--|--|---|--|
| P1 | | P2 | |
|  | |  | |
| <p>- ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO</p> <p>- Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty.</p> <p>- Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy.</p> | | <p>- BEZ INJEKTÁŽE</p> <p>- Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty.</p> <p>- Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy.</p> | |
| L1 | | L2 | |
|  | |  | |
| <p>- ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO</p> <p>- Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty.</p> <p>- Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy.</p> | | <p>- ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO</p> <p>- Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit.</p> | |



| VAZNÍK VA-7 | |
|---|--|
| P1 | P2 |
|  |  |
| <p>- BEZ INJEKTÁŽE</p> <p>- Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty.</p> <p>- Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy.</p> | <p>- ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO</p> <p>- Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit.</p> |
| L1 | L2 |
|  |  |
| <p>- INJEKTOVÁNO</p> <p>- Rozsah korozního napadení nelze hodnotit.</p> | <p>- BEZ INJEKTÁŽE</p> <p>- Středně rozvinutá koroze plošného charakteru.</p> <p>- Korozně oslabeno až 1,26 % průřezové plochy.</p> |

| VAZNÍK VA-8 | |
|---|---|
| P1 | P2 |
|  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - BEZ INJEKTÁŽE - Středně rozvinutá koroze plošného charakteru. - Korozně oslabeno až 1,26 % průřezové plochy. | <ul style="list-style-type: none"> - BEZ INJEKTÁŽE - Středně rozvinutá koroze plošného charakteru. - Korozně oslabeno až 1,26 % průřezové plochy. |
| L1 | L2 |
|  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO - Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit. | <ul style="list-style-type: none"> - BEZ INJEKTÁŽE - Středně rozvinutá koroze plošného charakteru. - Korozně oslabeno až 1,26 % průřezové plochy. |

| VAZNÍK VB-1 | |
|---|--|
| P1 | P2 |
|  |  |
| <p>- BEZ INJEKTÁŽE</p> <p>- Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty.</p> <p>- Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy.</p> | <p>- ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO</p> <p>- Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit.</p> |
| L1 | L2 |
|  |  |
| <p>- ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO</p> <p>- Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit.</p> | <p>- ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO</p> <p>- Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit.</p> |

| VAZNÍK VB-2 | |
|---|---|
| P1 | P2 |
|  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - INJEKTOVÁNO - Rozsah korozního napadení nelze hodnotit. | <ul style="list-style-type: none"> - ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO - Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit. |
| L1 | L2 |
|  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO - Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit. | <ul style="list-style-type: none"> - ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO - Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit. |

| VAZNÍK VB-3 | |
|--|--|
| P1 | P2 |
|  |  |
| <p>- ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO</p> <p>- Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit.</p> | <p>- BEZ INJEKTÁŽE</p> <p>- Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty.</p> <p>- Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy.</p> |
| L1 | L2 |
|  |  |
| <p>- Kontrolní vývrt nebyl proveden z důvodu obtížné lokace kanálku předpínací výztuže.</p> | <p>- BEZ INJEKTÁŽE</p> <p>- Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty.</p> <p>- Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy.</p> |

| VAZNÍK VB-6 | |
|---|---|
| P1 | P2 |
|  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - INJEKTOVÁNO - Rozsah korozního napadení nelze hodnotit. | <ul style="list-style-type: none"> - BEZ INJEKTÁŽE - Mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty. - Korozně oslabeno až 0,19 % průřezové plochy. |
| L1 | L2 |
|  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO - Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit. | <ul style="list-style-type: none"> - ČÁSTEČNĚ INJEKTOVÁNO - Výztuž zanesena povlakem, rozsah korozního napadení nelze hodnotit. |

6. Výsledky endoskopického průzkumu

Výsledky a vyhodnocení jednotlivých kontrolních vývrtů jsou pro jednotlivé halové lodě přehledně znázorněny v Tabulce 2. Je zde provedeno rozřazení dle stavu injektáže uvnitř kanálků pro předpínací výztuž. V tabulkách jsou rovněž uvedeny stupně korozního napadení předpínací výztuže, které vychází z přehledu v Tabulce 1.

| OZNAČENÍ VAZNÍKU | OZNAČENÍ VÝVRTU | INJEKTÁŽ | ČÁSTEČNÁ INEJKTÁŽ | BEZ INJEKTÁŽE | STUPEŇ KOROZNÍHO NAPADENÍ |
|------------------|-----------------|-----------|-------------------|---------------|---------------------------|
| VA-1 | P1 | | | X | 3 |
| | P2 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| | L1 | | | X | 2 |
| | L2 | | X | | 2 |
| VA-2 | P1 | | X | | 2 |
| | P2 | | | X | 2 |
| | L1 | | X | | 2 |
| | L2 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| VA-7 | P1 | | | X | 2 |
| | P2 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| | L1 | X | | | NELZE HODNOTIT |
| | L2 | | | X | 3 |
| VA-8 | P1 | | | X | 3 |
| | P2 | | | X | 3 |
| | L1 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| | L2 | | | X | 3 |
| VB-1 | P1 | | | X | 2 |
| | P2 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| | L1 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| | L2 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| VB-2 | P1 | X | | | NELZE HODNOTIT |
| | P2 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| | L1 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| | L2 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| VB-3 | P1 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| | P2 | | | X | 2 |
| | L1 | NENALEZEN | | | NELZE HODNOTIT |
| | L2 | | | X | 2 |
| VB-6 | P1 | X | | | NELZE HODNOTIT |
| | P2 | | | X | 2 |
| | L1 | | X | | NELZE HODNOTIT |
| | L2 | | X | | NELZE HODNOTIT |

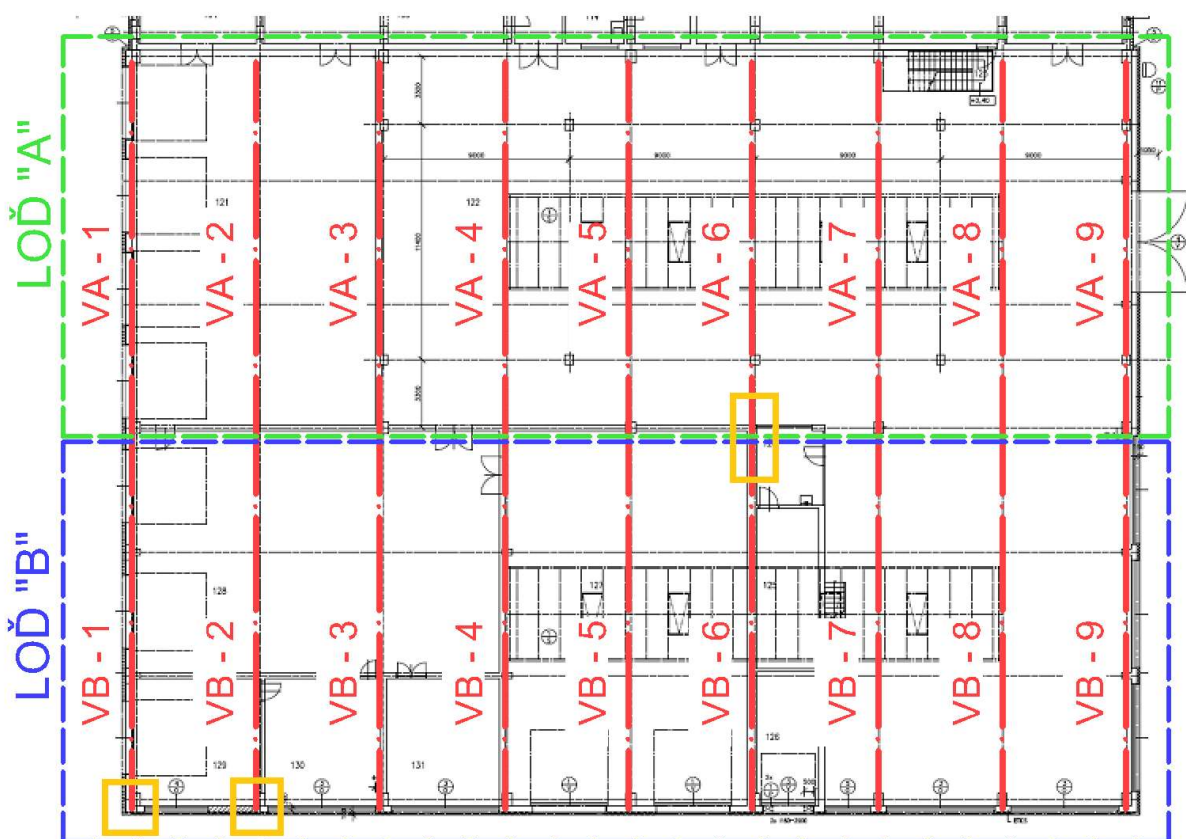
Tabulka 2: Přehled výsledků endoskopického průzkumu

7. Vyšetřování výskytu koroze ve styčnicích nosné konstrukce zastřešení

Endoskopický průzkum kanálků pro předpínací výztuž vybraných vazníků byl na žádost objednavatele rozšířen o průzkum v detailu styčniců konstrukce zastřešení. Tyto detaily jsou od realizace stavby zaplněny maltovou zálivkou, bylo proto nutné zálivku částečně odstranit sekanou sondou. V rámci vyšetřování výskytu koroze ve styčnicích nosné konstrukce zastřešení byly provedeny celkem tři sondy v lokacích:

- Styčník SLOUP – VAZNÍK VB-1
- Styčník SLOUP – VAZNÍK VB-2
- Styčník PRŮVLAK–VAZNÍK VA-6–VAZNÍK VB-6

Schématické umístění sekaných sond je znázorněno na obrázku Obr. 7.1.



Obr. 7.1: Půdorysné schéma lokací sekaných sond

7.1 Styčník SLOUP – VAZNÍK VB-1

Sekaná sonda v lokalitě styčníku SLOUP-VAZNÍK VB-1 byla provedena v místě uložení horní kotevní oblasti na obvodový sloup. Z čela byl vazník VB-1 zakryt nadokenním prefabrikátem, který byl rovněž uložen na stejném sloupu jako vazník VB-1. Lokalita byla zvolena vzhledem k existenci podezření na zatékání skrze odvodňovací střešní systém, který se nachází v bezprostřední blízkosti kontrolovaného styčníku.

Po odsekání záливkové malty v prostoru mezi nadokenním prefabrikátem a horní kotevní oblastí vazníku VB-1 byl provedena endoskopická inspekce vnitřní dutiny kotevní oblasti, která byla zaměřena na hledání známek korozního napadení nebo korozních produktů na betonářské výztuži.

V kotevní oblasti byly zjištěny pozitivní nálezy výskytu koroze a korozních produktů na betonářské výztuži v plošném rozsahu. Detailní endoskopické snímky jsou znázorněny na obrázku Obr. 7.3.



Obr. 7.2: Celkový pohled na lokaci sekané sondy styčníku SLOUP-VAZNÍK VB-1



Obr. 7.3: Detailní endoskopické snímky výskytu koroze a korozních produktů v místě sekané sondy styčníku SLOUP-VAZNÍK VB-1

7.2 Styčník SLOUP – VAZNÍK VB-2

Sekaná sonda v lokalitě styčníku SLOUP-VAZNÍK VB-2 byla provedena v místě uložení horní kotevní oblasti na obvodový sloup. Z čela byl vazník VB-2 zakryt nadokenním prefabrikátem, který byl rovněž uložen na stejném sloupu jako vazník VB-2. Lokalita byla zvolena vzhledem k existenci podezření na zatékání skrze odvodňovací střešní systém, který se nachází v bezprostřední blízkosti kontrolovaného styčníku.

Po odsekání záливkové malty v prostoru mezi nadokenním prefabrikátem a horní kotevní oblastí vazníku VB-2 byl provedena endoskopická inspekce vnitřní dutiny kotevní oblasti, která byla zaměřena na hledání známek korozního napadení nebo korozních produktů na betonářské výztuži.

V kotevní oblasti byly zjištěny pozitivní nálezy výskytu koroze a korozních produktů na betonářské výztuži v plošném rozsahu. Detailní endoskopické snímky jsou znázorněny na obrázku Obr. 7.5.



Obr. 7.4: Celkový pohled na lokaci sekané sondy styčníku SLOUP-VAZNÍK VB-2



Obr. 7.5: Detailní endoskopické snímky výskytu koroze a korozních produktů v místě sekané sondy styčníku SLOUP-VAZNÍK VB-2

7.3 Styčník PRŮVLAK–VAZNÍK VA-6–VAZNÍK VB-6

Sekaná sonda v lokalitě styčníku SLOUP-VAZNÍK VA-6-VAZNÍK VB-6 byla provedena v místě uložení horní kotevní oblasti na průběžný středový průvlak. V tomto styčníku jsou vedle sebe uloženy kotevní oblasti vazníků VA-6 a VB-6, které na sebe čelně navazují. Vzniklá dilatace mezi čely vazníků byla zaplněna maltovou zálivkou. Lokalita byla zvolena vzhledem k existenci podezření na zatékání skrze odvodňovací střešní systém, který se nachází v bezprostřední blízkosti kontrolovaného styčníku – nad styčníkem je úžlabí tvořené žlabovým ŽB prefabrikátem.

Po odsekání zálivkové malty v prostoru dilatace mezi čely vazníků VA-6 a VB-6 bylo provedeno vizuální hodnocení, které se zaměřovalo na hledání známek korozního napadení nebo korozních produktů na betonářské výztuži.

V kotevní oblasti byly zjištěny pozitivní nálezy výskytu koroze a korozních produktů na betonářské výztuži v plošném rozsahu. Detailní endoskopické snímky jsou znázorněny na obrázku Obr. 7.5.



Obr. 7.6: Celkový pohled na lokaci sekané sondy styčníku PRŮVLAK–VAZNÍK VA-6–VAZNÍK VB-6



Obr. 7.7: Detailní snímky výskytu koroze a korozních produktů v místě sekané sondy styčníku PRŮVLAK–VAZNÍK VA-6–VAZNÍK VB-6

8. Střešní plášť

Pro zjištění skladby střešního pláště bylo původně plánováno provést odběr celkem 8 sond. Z důvodu zamezení zásahu do funkčnosti rekonstruovaného střešního pláště bylo od této činnosti upuštěno. Skladba střešní konstrukce pro účely určení zatížení byla stanovena dle dokumentace rekonstrukce střechy [12, 13, 14, 15, 16, 17] a dalších dostupných informačních zdrojů [11].

8.1 Předpokládaná skladba střešního pláště

Na základě dostupné dokumentace a informačních zdrojů byla stanovena skladba střechy takto:

- Nový střešní plášť

- Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou
- z polyesterové rohože
- Kompletizovaný dílec z EPS 150 S a z asfaltového pásu
- z oxidovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny
- Polyuretanové střešní lepidlo
- Pěnový polystyren EPS 150 S

orientační plošná hmotnost 52,5 kg/m²

- Izolační vrstva z živичné fólie – IPA

orientační plošná hmotnost 4,5 kg/m²

- Cementový potěr – tloušťka 15 mm

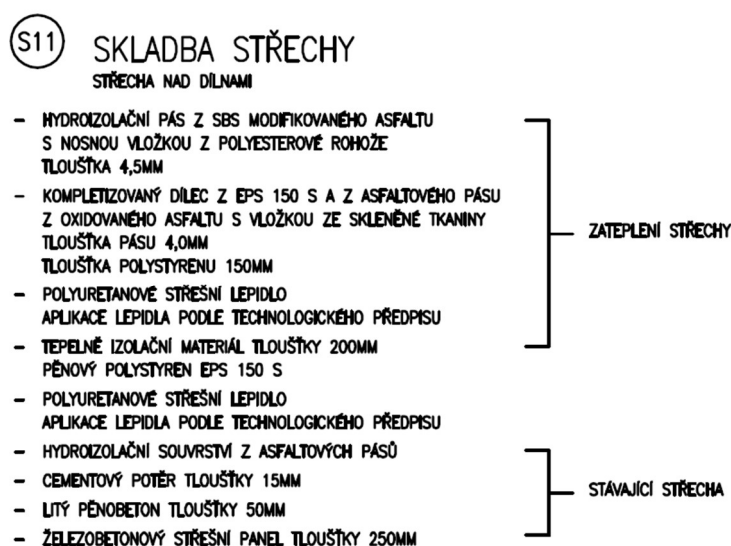
orientační objemová hmotnost 2000 kg/m³

- Litý pěnobeton – tloušťka 50 mm

orientační objemová hmotnost 1200 kg/m³

- Žebírkový stropní panel o rozměru 6000 x 1500 x 30 mm (typové označení 34-150/600)

orientační hmotnost 1040 kg/kus



Obr. 8.1: Výřez z výkresu č.13 – STŘECHA DÍLEN – NOVÝ STAV [17]

9. Závěr

1) Nosná konstrukce střechy – předpjatý příhradový železobetonový vazník SPP 6-18/6

V první řadě je nutno upozornit na problematiku hodnocení vlivu korozního napadení na vlastnosti předpínací výztuže. V současnosti neexistuje spolehlivá metoda nedestruktivní diagnostiky předpínací výztuže. V rámci diagnostických prací byla využita metoda průmyslové endoskopie, kdy hodnocení míry poškození je velmi obtížné, jelikož podává informace pouze o bezprostředním okolí kontrolního vrtu do konstrukce. Zásadním zjištěním endoskopického průzkumu je skutečnost, že u kontrolovaných vazníků byla zjištěna absence ochranné zálivky kanálků předpínací výztuže v kritických místech konstrukčního prvku. Ochranná zálivka chyběla v 90,3 % kontrolovaných vývrtů v krajních diagonálách. Ve 45,2 % vývrtů byla zjištěna koroze v proměnlivém stavu rozvoje.

Hodnocení stavu injektáže nemohlo být provedeno v 3,125 % kontrolních vývrtů v krajních diagonálách z důvodu obtížné lokace kanálku předpínací výztuže.

Míra korozního napadení předpínací výztuže v krajních diagonálách byla zjištěna:

- ve 32,3 % mírná povrchová koroze, lokálně s projevy rozvoje koroze ve štěrbinách mezi patentovými dráty,
- ve 12,9 % středně rozvinutá koroze plošného charakteru,
- ve 54,8 % nešla míra korozního poškození hodnotit z důvodu existence injektáže nebo existence neprůhledného povlaku na výztuži.

2) Vyšetřování výskytu koroze ve styčnicích nosné konstrukce zastřešení

Ve všech lokalitách sekaných sond:

- styčník SLOUP – VAZNÍK VB-1,
- styčník SLOUP – VAZNÍK VB-2,
- styčník PRŮVLAK – VAZNÍK VA-6 – VAZNÍK VB-6,

byly zjištěny pozitivní nálezy výskytu koroze a korozních produktů na betonářské výztuži v plošném rozsahu.

3) Statický výpočet

Statický výpočet je k této zprávě přiložen jako samostatná příloha – PŘÍLOHA č. 1. V rámci základní statické analýzy byl příhradový vazník posouzen na různé kombinace působícího zatížení. Posouzení bylo provedeno pro stav vazníku bez vlivu korozního poškození předpínací výztuže, kdy i přes tento předpoklad bylo zjištěno překročení návrhové únosnosti konstrukčního prvku.

Všeobecná doporučení pro snížení rizika kolapsu konstrukce:

1) Opatření spjatá se zatížením sněhem

Doporučujeme provádět odklizení vrstvy sněhu ze střechy tak, aby nedošlo k přetížení konstrukce. Doporučujeme monitorovat tloušťku a kvalitu sněhové vrstvy minimálně 3x týdně nebo po každém vydatném sněžení. V následující tabulce jsou uvedeny maximální tloušťky sněhových vrstev (v závislosti na typu sněhu), které by neměly být překročeny. Tyto hodnoty odpovídají zatížení sněhem, které bylo uvažováno u původního vazníku (viz. Příloha č.1).

| typ sněhu | objemová hmotnost sněhu (kg/m ³) | maximální tloušťka sněhové vrstvy (cm) |
|--|---|---|
| čerstvý | 100 | 75 |
| ulehlý (několik hodin nebo dnů po napadnutí) | 200 | 37 |
| starý (několik týdnů nebo měsíců po napadnutí) | 250–350 | 22–30 |
| mokrý | 400 | 18 |

Tabulka 3: Maximální tloušťky sněhové vrstvy

Zjištění reálného zatížení sněhem lze realizovat několika postupy. Jedna z možných metod je následující – ze střešní konstrukce se odebere veškerý sníh z referenční plochy 1 m², sníh se nechá rozpustit a následně se určí hmotnost vodní hodnoty sněhu, případně se stanoví její objem a vodní hodnota se dopočítá.

Orientačně lze využít i hodnoty objemové hmotnosti sněhu a hodnotu zatížení dopočítat z výšky sněhové pokrývky: čerstvě napadaný sníh 100 kg/m³, ulehlý sníh 200 kg/m³, mokrý sníh 400 kg/m³. Tato metoda je však dosti nepřesná a měla by být používána pouze k přibližnému odhadu zatížení sněhem. Způsob a metodiku zjišťování zatížení sněhem by měl provozovatel objektu zahrnout do provozního předpisu. Musí být určena osoba, která bude zodpovědná za monitorování zatížení sněhem a musí o tom vést záznamy.

Pro odklizení sněhu ze střechy doporučujeme povolat specializovanou firmu nebo nechat zaškolit konkrétní pracovníky. Vždy je potřeba dodržovat zásady bezpečnosti práce, aby nemohlo dojít ke zranění osob provádějících odklizení sněhu ani osob pohybujících se v okolí objektu. Osoby na střeše musí používat bezpečnostní jištění (využít stávající kotvicí body na střeše). Sníh je nutno odstraňovat rovnoměrně a symetricky vůči půdorysu střechy (začít od obvodu a pokračovat směrem ke středu rozpětí). **Nesmí docházet k nahrnování sněhu na jedno místo.**

2) Opatření spjatá se zatékáním do konstrukce

Aktuální stav střešního pláště je odpovídající stáří rekonstrukce z roku 2014. Pronikání srážkové vody do nosného systému v minulosti probíhalo především v lokalitách střešních svodů a často také přes spoje kazetových střešních panelů z důvodu nefunkčnosti svrchní vrstvy střešního pláště. Všechny tyto skutečnosti představují riziko pro předpínací a betonářskou výztuž v kontrolovaných prvcích. Z tohoto důvodu je nutné provést revizi, vyčištění a opravy svodů a zajistit opatření, aby nedocházelo k ucpávání

střešního odvodňovacího systému. Doporučujeme provést kontrolu průchodnosti a těsnosti všech prvků systému odvádění srážkové vody ze střechy. Tuto kontrolu lze provést pomocí kamerového systému. V případě zjištění neprůchodnosti svodů, doporučujeme provést jejich důkladné pročištění. Kontrolu odtokového systému je nutno provádět periodicky minimálně 2x ročně. Ideálně však před a po zimním období nebo v případě nenadále zhoršených klimatických podmínkách.

3) Opatření spjatá s dodatečným zatížením konstrukce

Na konstrukci střechy dále nesmí být instalována žádná další přídavná zatížení.

4) Opatření spjatá s dodatečným statickým zajištěním konstrukce

Vzhledem k závažnému charakteru zjištění, během stavebně-technického průzkumu vybraných konstrukčních prvků, doporučujeme realizovat statické zajištění nosné střešní konstrukce. Problematika spínaných příhradových vazníků typového označení SPP6-18/6 a dalších typových ekvivalentů, je aktuálně aktivně řešena a v současnosti již existují konstrukční řešení pro jejich zajištění.

Doporučujeme pro provedení statického zajištění zvolit specializovaného dodavatele, který má se zajištěním problematických vazníků typu SPP6-18/6 řádné zkušenosti. Pro konzultaci předloženého řešení doporučujeme využít také jako poradní orgán Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě – ČKAIT, která na celý problém upozornila v řadě oficiálních oznámení členům ČKAIT i široké odborné veřejnosti.

Popisovaná zjištění poruch a závad jsou vztažena ke dni provedení diagnostické kontroly prvků, který je uveden v této zprávě.

Veškeré výše uvedené časové termíny jsou pouze doporučující, ale je nutné výše popsaná opatření provést v co nejkratším časovém horizontu. Jedná se jak o předběžná opatření, monitoring, sanaci nosných konstrukcí střešních příhradových vazníků.

Ostrava-Poruba 20.06.2022

Vypracoval: Ing. Petr Mynářčík, Ph.D.