

DIAGNOSTIKA A PREPOČET BETÓNOVEJ HALY POŠKODENEJ POŽIAROM

Peter Koteš, František Bahleda, Jozef Prokop, Jakub Kraľovanec, Michal Zahuranec, Ondrej Krídla, Vít Černý, Rostislav Drochytka, Jiří Bydžovský

Text sa zaoberá posúdením železobetónovej haly v Košiciach, ktorá bola výrazne poškodená požiarom. Opísaný je pôvodný konštrukčný systém zo 60. rokov založený na prefabrikovaných predpäťých nosníkoch typu SPP a RP, ktorých technologické nedostatky sa ukázali ako kritické. Diagnostika odhalila závažné poškodenie prierezov a stratu predpätia najmä pri strešných väzníkoch, zatiaľ čo steny a pozdĺžne nosníky boli menej postihnuté. Statický prepočet podľa súčasných Eurokódov potvrdil, že nosné prvky vyhovujú iba pre stále zaťaženie, nie však pre premenlivé účinky (sneh, vietor). Štúdia odporúča výmenu najviac poškodených väzníkov, rekonštrukciu strešných vrstiev a svetlíkov a prípadné zosilnenie ostatných prvkov modernými materiálmi, ako sú UHPC alebo FRP. Výsledky poukazujú na potrebu systematickej kontroly starších hál a využitie nových technológií pri ich sanácii.

Halové konštrukcie patria medzi najpoužívanejšie a najdôležitejšie inžinierske stavby slúžiace na rôzne účely, ktoré sa podieľali v minulosti a stále sa podieľajú aj v súčasnosti značnou mierou na celkovom objeme vykonaných montovaných betónových konštrukcií. Väčšinou ide o výrobné haly, ale vo veľkom počte sa používajú aj ako skladové, športové, výstavne a pod. Ich využitie je však väčšie.

V bývalom Československu, tak ako aj v zahraničí, bola vyvinutá a postavená celá rada jednopodlažných montovaných hál z betónu alebo ocele. Jednotlivé konštrukčné systémy sa vzájomne líšia usporiadaním osovej siete stĺpov, tvarom a veľkosťou použitých dielcov, materiálom (železobetón, predpäťý betón, oceľ, drevo, murivo), spôsobom výroby, montáže a stykovania prefabrikátov, druhom obvodového pláštú a pod. [1], [2]

Mnohé z týchto hál vyrobených z betónu boli postavené približne pred 50 – 60 rokmi. Išlo o prefabrikované prvky z dôvodu urýchlenia výstavby. Zvislé stĺpy boli kotvené do základových pätičiek a prenášali zaťaženie zo strešnej konštrukcie, ktorá pozostávala prevažne z predpäťých priehradových nosníkov typu SPP alebo plnostenných nosníkov. Bola to typická konštrukcia, ktorá sa v tom čase bežne používala v celom bývalom Československu. Celkovo bolo postavených niekoľko stoviek takýchto hál. Priehradové nosníky SPP boli kvôli rozpätiu spojené z viacerých častí a boli dodatočne predpäťé. Ako sa však dnes ukazuje, technológia predpínania nebola v tom čase dokonalá a káblové kanáliky sa často neinjektovali, čo dnes spôsobuje veľké problémy. Niekoľko hál bolo dokonca poškodených alebo sa zrútili.

Železnice Slovenskej republiky zaisťujú vlakovú dopravu na celom území

Slovenska. Týka sa to prepravy nielen ľudí, ale aj tovarov. Za týmto účelom im slúžia rôzne typy budov. Z tohto dôvodu potrebujú aj nízke halové objekty na uskladňovanie tovarov, prípadne tieto haly prenajímajú iným subjektom.

Jednou z takýchto hál je aj hala na východe Slovenska v meste Košice, v časti Stará pracháreň. Hala nie je v dnešnej dobe moc využívaná, iba malá časť z nej je prenajímaná súkromnej firme na uskladnenie zeleniny a ovocia (obr. 1).

V okrajovej časti haly sa v decembri 2023 vyskytol požiar. Horel drevený a textilný materiál, ktorý používali ľudia bez domova obývajúci túto prístupnú časť haly. Zvyšok haly bol uzavretý, a preto sa požiar našťastie nerozšíril na celú halu. Keďže došlo k značnému poškodeniu tejto časti haly, bola v januári 2024 Katedra stavebných konštrukcií a mostov Stavebnej fakulty Žilinskej univerzity (KSKM, SvF UNIZA) oslovená vykonať diagnostiku, urobiť prepočet a zhodnotiť aktuálny stav danej časti haly. Snahou bolo overiť, či sa dá hala ešte využívať naďalej, alebo je poškodená natolko, že je nutné robiť rekonštrukciu.

Opis halového objektu

Podľa pôvodného projektu [3] bola hala postavená v roku 1964, takže vyhovovala normám platným v tom období. Podľa [3] bola budova komerčného skladu navrhnutá ako prízemná, trojlodňová s vnútorným kolajiskom a to 1 kolajou č. 206 pre podací sklad, 1 kolajou č. 202 pre dodací sklad a dvoma kolajami č. 203 a č. 205 pre prekládku z vozňa do vozňa. Pre krytú rampu u podacieho skladu slúžila kolaj č. 206, pre krytú rampu u dodacieho skladu slúžila kolaj č. 202 a pre čelnú rampu kolaj č. 201. Po oboch stranách pozdĺž celého skladu a krytých rámp bol zriade-



1

1 Pohľad na halové objekty Železníc Slovenskej republiky na uskladnenie tovaru v Košiciach, časť Stará pracháreň 2 Schematické znázornenie haly s jednotlivými prvkami: a) priečny rez; b) pôdorys

ný ochoz široký 3 m (obr. 2). V podacom sklade boli umiestnené štyri kancelárie pre skladníkov, miestnosť pre lekárov, spešínový sklad so skladníkom a predizbou pre podaj a výdaj spešín. Pod spešínovým skladoom v suteréne bol sklad pre rýchlo skazitelný tovar a pre horľaviny. Na kraji podacieho skladu, pri napojení administratívnej budovy boli umiestnené miestnosti ako sklad pre elektrikárov, panelový rozvádzač, upratovačky a sklad čistiacich strojov.

V priečnom smere je každá loď široká 18 m (osová vzdialenosť stĺpov vnútornej haly a líc stĺpov krajných hál), na krajoch sú ešte rampy široké 3,3 m (čistá šírka je 3 m) s prekrytím/vyložením strechy 3,5 m (čistá svetlosť vyloženia 3,2 m). Celková šírka budovy je tak 61 m. V pozdĺžnom smere je osová vzdialenosť stĺpov 12 m, ale osová vzdialenosť strešných väzníkov je iba 6 m. Strešné väzníky medzi stĺpmi sú ukladané na pozdĺžne priehradové prievlaky, ide o tzv. systém vynechaných stĺpov (obr. 2).

Požiar vznikol v centrálnej (strednej) lodi (podľa označenia ide o halu č. 2 – obr. 2)

a čiastočne v oboch susediacich halách (hala č. 1 a č. 3), v dĺžke cca 30 m od konca objektu, ktoré slúžili ako sklad. Ide o priestor vyhradený stenami z oceľových plechov z bočných strán a murovanými stenami z prednej a zadnej strany, v ktorých sú vstupné vráta v priestore kolajú. Z jednej strany sa v súčasnosti nachádza sklad zeleniny (firma v podnájme – hala č. 1). V tomto priestore tak isto dochádzalo k zadymeniu a úniku splodín z požiaru cez deliacu plechovú konštrukciu a priestor priehradového pozdĺžneho prievlaku, takže aj tu boli ovplyvnené hlavne strešné väzníky (hala č. 1). Priestor, v ktorom vznikol požiar a priestor ovplyvnený požiarom je zobrazený na obr. 3.

Nosnú konštrukciu celej haly tvoria tri lode haly podporené na stĺpoch. Krajné stĺpy po obvode sú monolitické – tieto neboli poškodené požiarom. Vnútorne stĺpy sú prefabrikované a sú typizované pre halové objekty. Pričný rez stĺpov je obdĺžnikový 500/600 mm (600 mm v pričnom smere a 500 mm v pozdĺžnom smere). Stĺpy sú z betónu C16/20 (B250, resp. B20) a sú vystužené 2 × 6ø 20 mm, výstuž typu A-III. Strmene sú z ø 7 mm vo vzdialenosti á 200 mm.

Na hlavne stĺpov sú položené pozdĺžne priehradové prievlaky slúžiace ku stuženiu celej haly v pozdĺžnom smere a zároveň prenášajúce reakcie zo strešných väzníkov (na krajoch a v strede – hala s vynechanými stĺpmi). Podľa dostupnej literatúry ide o priehradové prievlaky typu RP 12/18a dĺžky 12 m, ktoré sú predpäté (spodný pás a krajné ťahané diagonály). Výška pozdĺžnych priehradových prievlakov je konštantná 1 765 mm, šírka je 600 mm. Priehradové pozdĺžne prievlaky sú z betónu C35/45 (B500, resp. B45). Vystužené sú káblami z drôtov ø 4,5 mm cez káblové kanáliky ø 29 mm. V jednom kábli je 11 drôtov (11ø 4,5 mm). Predopnutý je spodný pás a krajné ťahané šikmé diagonály. Štyri káble sú v diagonálach a v spodnom páse z každej strany, takže v spodnom páse je celkom osem káblov. Betonárska výstuž je typu A-III. Stĺpy sa uvažujú ako votknuté do základových pätičiek, takže stužia konštrukciu haly v oboch smeroch.

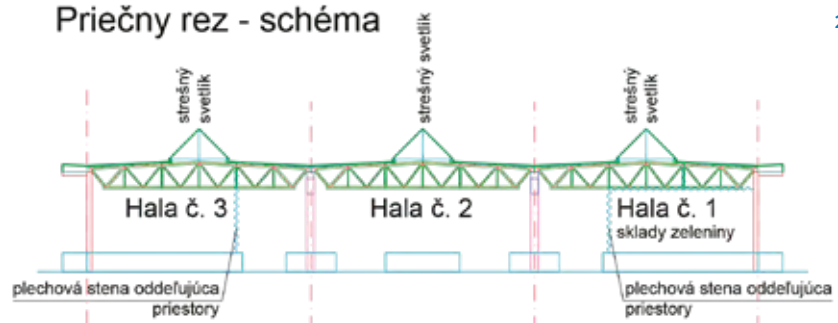
Priečne priehradové väzníky majú sedlový tvar (spád horného pásu zo stredu ku okraju je 5 %) a sú ukladané na hornú hranu pozdĺžnych priehradových prievlakov v mieste stĺpov a v strede prievlakov v osovej vzdialenosti 6 m. Ide o väzníky typu SPP 8-18/6. Predpokladalo sa, že ide o strešné väzníky bez podvesnej dopravy.

Väzníky sú zložené z troch prefabrikovaných častí dĺžky 6 m zopnutých predpínacou výstužou, takže ich celková dĺžka je 18 m. V mieste styku jednotlivých častí je zdvojená zvislica. Výška väzníkov v strede je 2,18 m, na krajoch je 1,731 m a šírka väzníkov je 300 mm. Predopnutý je spodný pás a krajné ťahané šikmé diagonály – dva káble sú v diagonálach a v spodnom páse z každej strany, takže v spodnom páse sú celkom štyri káble. Strešné sedlové priehradové väzníky sú z betónu C35/45 (B500, resp. B45). Vystužené sú káblami z drôtov ø 4,5 mm cez káblové kanáliky ø 29 mm. V jednom kábli je deväť drôtov

(9ø 4,5 mm). Prechod predpätia zo spodného pásu do krajnej diagonály je pomocou zaoblenia s polomerom R = 1 m. Poistný kábel pre celistvosť priehradového väzníku je aj v hornom páse – ide o jeden kábel. Tento kábel podľa predpokladov pôvodného projektu stratil predpätie vplyvom zmršťovania a dotvarovania. Betonárska výstuž je typu A-III.

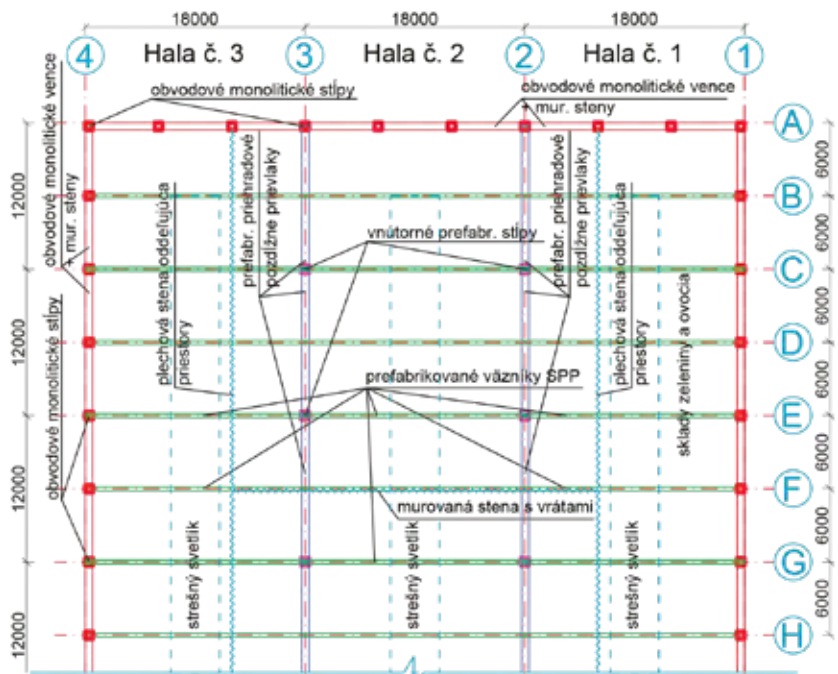
V priečnom smere majú strešné väzníky pomerne malú tuhosť v rovine kolmej na rovinu väzníku (sú dimenzované hlavne na zvislé zaťaženie), preto sú v rovine kolmej na rovinu väzníku stužené tuhým strešným plášťom pomocou strešných

Priečný rez - schéma



2a

Pôdorys - schéma



2b

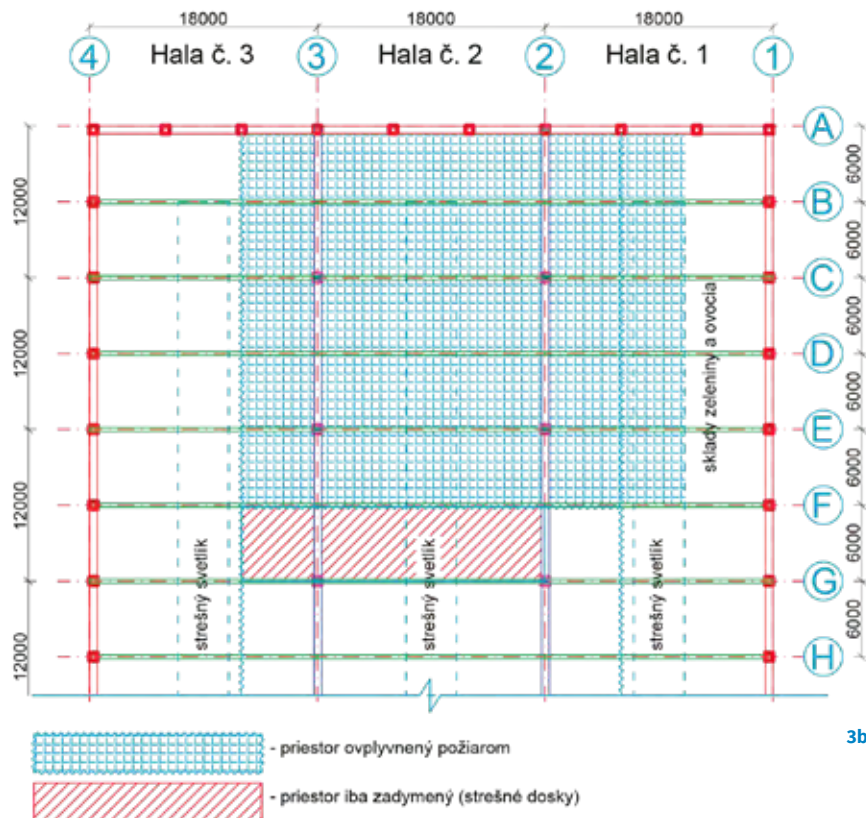
- - prefabrikované väzníky SPP, dĺžka 18,0 m
- - prefabr. priehradové pozdĺžne prievlaky, dĺžka 12,0 m
- - obvodové monolitické vence + mur. steny s otvormi (vráta, dvere, okná)
- - obvodové monolitické stĺpy
- - vnútorné prefabr. stĺpy
- - osi konštrukcie
- - strešný svetlík
- - plechová stena oddeľujúca priestory

Priečný rez - schéma



3a

Pôdorys - schéma



3b

3 Oblasť požiaru a oblasť postihnutá požiarom: a) priečny rez; b) pôdorys 4 Fotografie vo vnútri skúmanej haly: a) po požari počas kontroly; b) pred diagnostikou po čiastočnom vyčistení priestoru 5 Poškodenie pozdĺžneho priehradového nosníka s označením P-2-AC: a) zakreslená schéma poškodenia, b) fotografia priehradového nosníka

železobetónových rebrových prefabrikovaných dosiek šírky 1,2 m a dĺžky 6 m.

Spodnú stavbu haly tvoria základové pätky. Tie neboli poškodené požiarom, a preto neboli predmetom diagnostiky a posúdenia.

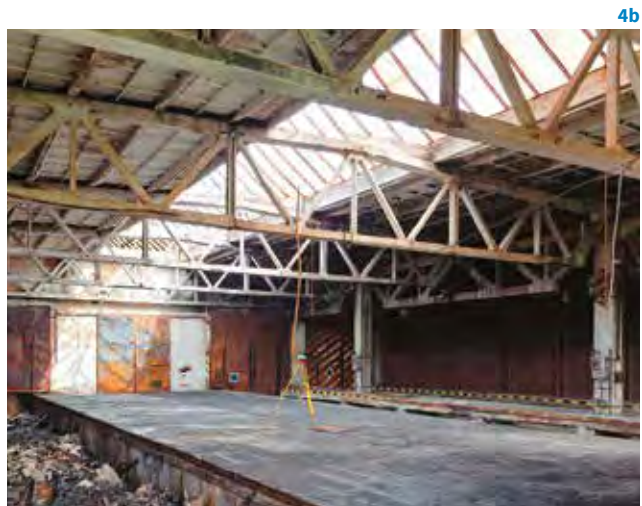
Na strešných doskách je vrstva cementového vyrovnávacieho poteru hrúbky cca 30 mm a tri vrstvy hydroizolácie v hrúbke cca 15 mm, tvorenej ťažkými nataviteľnými asfaltovými pásmi. Presvetlenie haly je riešené pomocou svetlíkov vo vrchole väzníkov. Svetlíky sú tvorené obvodovými prírubami a presvetľovacou časťou z ocelových profilov a skla s drôtenou vložkou trojuholníkového tvaru (v hale č. 2) alebo plastových dielcov (v hale č. 1) – ide o štandardné riešenie svetlíkov v takýchto halách.

Výsledky diagnostiky

Ako už bolo uvedené, ako strešná konštrukcia boli použité priečne priehradové väzníky typu SPP. Priehradový väzník bol vyrobený z troch častí po 6 metrov s pripravenými káblovými kanálkami pre predpínaciu výstuž (káble). Bol zostavený na mieste, predpätý a nakoniec zainjektovaný vo zvislej polohe. Z praktických skúseností sa však vie, že injektovanie zväčša nebolo dostatočné, najmä v horných častiach krajných diagonál [4]. Okrem toho zlá injektáž hornej kotviacej oblasti vytvorila tzv. špongiu, ktorá zásobovala kotevnú oblasť vodou ak strešná konštrukcia zatekala. Voda potom zatekala do káblových kanálikov v krajných diagonálach a dochádzalo ku korózii predpínacej ocele. To však nie je jediný problém väzníkov SPP. Priehradové väzníky trpeli aj nerovnomerným napätím jednotlivých drôtoch v dôsledku nesprávneho pred-

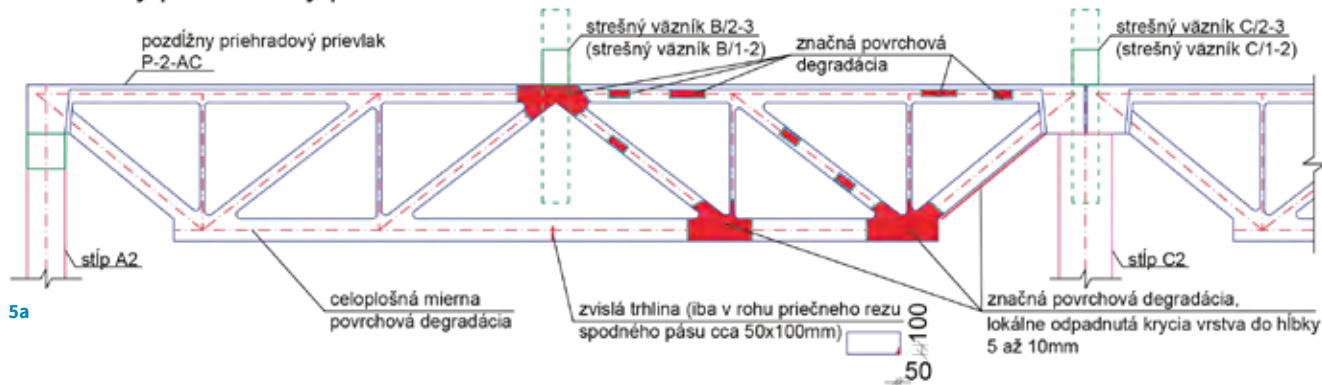


4a



4b

Pozdĺžny priehradový prievlak: P-2-AC



päta. Systémový problém bol zdôraznený nehodou v sklade v roku 2018, keď tento typ priehradového nosníka spadol [4]. V prípade Českej republiky sa už niekoľko takýchto hál zrútilo a na problémy s týmito halami vydala varovanie aj Slovenská komora stavebných inžinierov (SKSI) [5]. Poruchy v predmetnej hale ŽSR boli pravdepodobne spôsobené nedostatočnou údržbou a v tomto prípade hlavne požiarom, ku ktorému v hale došlo.

Nosná prefabrikovaná konštrukcia vykazovala typické poškodenia zodpovedajúce veku haly a v skúmanej časti hlavne vystaveniu požiaru (obr. 4). Počas prvotnej obhliadky haly vykonanej dňa 22.02.2024 bolo v hale ešte zhorenísko – pozostatky po požiari.

Po požiari do haly zatekalo cez poškodené svetlíky a strešný plášť. Prehliadka a diagnostika sa vykonala iba v časti, ktorá bola vystavená požiaru – nediagnostikovala sa celá hala. Diagnostika bola zameraná na základné prvky nosnej konštrukcie a ako už bolo uvedené, ide o zvislé stĺpy, pozdĺžne priehradové prievlaky RP 12/18a a priečne strešné väzníky SPP 8-18/6, strešné dosky a svetlíky.

Stĺpy sa nenachádzali v bezprostrednej blízkosti požiaru. Samotný požiar bol v priestore medzi vnútornými stĺpmi a splodiny požiaru stúpali smerom nahor k dvom strešným svetlíkom, takže stĺpy neboli požiarom poškodené. Poškodenie stĺpov zodpovedá ich veku a používaniu. V horných častiach niektorých stĺpov sa krycia vrstva betónu odlupovala a lokálne bola obnažená výstuž. Stĺpy nemali žiadne iné poškodenia.

Čo sa týka pozdĺžnych priehradových nosníkov, tie boli povrchovo degradované, na niektorých miestach sa tiež našli trhliny, ale nie v celom priereze prvku, takže pravdepodobne išlo

5b



o zmršťovacie trhliny. Najviac poškodený požiarom bol pozdĺžny priehradový nosník v osi 2 (medzi halou č. 1 a halou č. 2), pretože v tomto smere splodiny požiaru prechádzali cez nosníky nad plechovou stenou (oddelujúce priestory) k strešnému svetlíku (obr. 3 a 5). Požiar pravdepodobne spôsobil lokálne odlupovanie krycej vrstvy niektorých prútov na povrchu, ale nie vo veľkej miere. Najviac poškodené boli pozdĺžne priehradové nosníky v osi 2 medzi priečnymi osami A-C a C-E (obr. 5). Toto poškodenie požiarom však nebolo také významné, aby bolo potrebné nosníky odstrániť a vymeniť, ale bolo možné ich opraviť.

Priečne priehradové väzníky, ktoré boli požiarom najviac poškodené, sa nachádzali v strednej časti haly (hala č. 2). Išlo o priehradové väzníky označené ako V-B/2-3 až V-F/2-3 (obr. 2).

Tieto priečne priehradové väzníky boli priamo poškodené požiarom – požiar sa nachádzal v priestore pod nimi. Najviac poškodený bol pravdepodobne priehradový väzník s označením V-E/2-3 (obr. 6) a potom V-D/2-3, ďalšie tri priehradové väzníky boli poškodené menej, ale nie tak málo, aby sa dali ďalej používať. Na väčšine priehradových väzníkov boli zrná kameniva so železom a kremeňom v betóne sfarbené oranžovo/červeno (do hĺbky 20 až 30 mm), čo dokumentuje, že betón bol vystavený teplote vyššej ako 370 až

400 °C, čo je dôsledok požiaru (chemické zmeny v betóne). Z tohto dôvodu sa odporučila výmena priehradových väzníkov V-B/2-3 za V-F/2-3 (päť kusov) (betónová časť priečných prierezov jednotlivých prvkov väzníkov bola oslabená). Trhliny zistené v spodných spojoch jednotlivých spájaných častí naznačovali výrazný pokles predpätia v spodnom páse, čo je základná systémová chyba hál s SPP priehradovými väzníkmi a bola príčinou ich zrútenia v Českej republike [4], [5]. V prípade priehradových väzníkov V-G/2-3 až V-K/2/3 v ďalšej časti haly, ktorá nebola postihnutá požiarom, sa stav (otvorenie trhlín) spojov spájaných častí počas diagnostiky nekontroloval, pretože to objednávateľ nevyžadoval. Avšak, odporúčalo sa skontrolovať stav spojov spájaných častí priehradových väzníkov SPP aj v ostatných častiach haly.

Strešné doskové panely boli značne degradované a poškodené, najmä spoje medzi nimi, v rebrách dosky sa vyskytli trhliny (vertikálne ohybové a aj šikmé šmykové), lokálne zatekali, a preto bolo odporúčané ich opraviť alebo vymeniť.

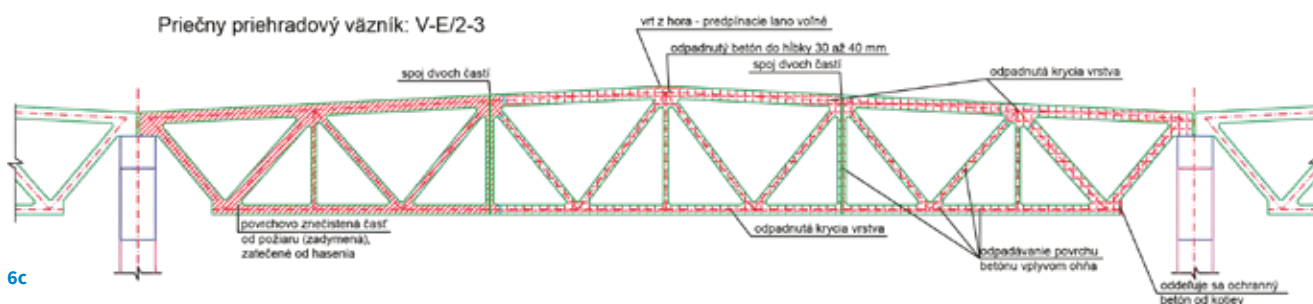
Vrstvy strešnej krytiny v priestore nad ohniskom boli značne poškodené. V miestach požiaru, kde bola najvyššia teplota, sa asfaltové pásy roztavili. V dôsledku deformácii strešných panelov od teploty počas požiaru bola porušená celistvosť hydroizolácie (obr. 7). Od požiaru zateka-



6a



6b



6c

la voda do haly cez porušené vrstvy strešnej krytiny.

Strešné svetlíky boli značne poškodené. Sklené/plastové časti boli roztavené na 90 % plochy, ocelové prvky boli deformované. Železobetónové rámy obvodových svetlíkov boli v poriadku, poškodené boli najmä priečne vystužené rámy. Pravdepodobne to bolo spôsobené miernym poklesom priečných priehradových nosníkov SPP, takže sa pod tlakom zlomili, alebo pod tlakom zmenili svoju polohu – vodorovne sa deformovali (obr. 8).

Statický prepočet

Pre výpočet vnútorných síl bol použitý priestorový (3D) prúťový model nosnej konštrukcie haly v prostredí programu SCIA Engineer [6]. Výpočet bol založený na metóde konečných prvkov (MKP). Jednotlivé prvky konštrukcie boli namodelované ako prúty (1D prvky). Priehradové nosníky (pozdĺžne a priečne) boli taktiež modelované z 1D prvkov, z ktorých sa vytvorili 2D plošné priehradové pozdĺžne nosníky alebo priečne väzníky (obr. 9). Rozmery a materiálové

charakteristiky prvkov boli zadané do modelu podľa dostupnej projektovej dokumentácie a výsledkov diagnostiky. Roznos úžitkového zaťaženia, zaťaženia vetrom, snehom a ostatného stálego zaťaženia nenamodelovaných prvkov bol realizovaný prostredníctvom tzv. zaťažovacích panelov. Namodelovaná bola časť haly zasiahnutá požiarom a pridruženými časťami hál a aj s krytou rampou (celá hala na dĺžku nebola modelovaná).

Statické posúdenie preukázalo, že strešné panely splnili požadované podmienky na statické účinky zaťaženia, ale nespĺnili požiadavky na požiarne zaťaženie. Strešný panel nespĺňa minimálne konštrukčné požiadavky na požiaru odolnosť (minimálne hrúbky prvkov a minimálne krytie), preto ho nebolo možné posúdiť z hľadiska požiaru. Na splnenie požiadaviek požiarnej odolnosti by musel mať dodatočnú ochranu (napr. náter, obklad atď.).

Priečne priehradové väzníky SPP 8-18/6 nespĺňali súčasné požiadavky Eurokódov. Dôvodom boli súčasné vyššie nároky na návrhové zaťaženia

v porovnaní s normou v čase návrhu haly (najmä premenné zaťaženie snehom a vetrom). Overenie väzníkov sa vykonalo aj pre situáciu iba návrhového stálego zaťaženia – v tom prípade boli priehradové väzníky SPP 8-18/6 schopné preniesť návrhovú hodnotu iba stálych zaťažení. To znamená, že priehradové väzníky sú schopné prenášať iba stále zaťaženie, ale nie premenné zaťaženie (zaťaženie snehom). To bol pravdepodobne dôvod, prečo priehradové nosníky stále slúžili svojmu účelu a počas požiaru a po požiaru nespádli, avšak hrozí ich zrútenie pri zaťažení snehom (ako sa to v praxi niekoľkokrát stalo v iných halách [4], [5]). Pozdĺžne predpäté priehradové nosníky RP 12/18a taktiež nespĺňali súčasné požiadavky vyplývajúce z Eurokódov z rovnakého dôvodu ako priečne priehradové väzníky SPP (väčšie premenné zaťaženie snehom a vetrom). Ak by sa uvažovali iba stále zaťaženia, potom by pozdĺžne nosníky vyhovovali požiadavkám.

Vnútorné stĺpy obdobne nevyhovovali požiadavkám. Bezpečne však prenášajú iba návrhové stále zaťaženie.

7a

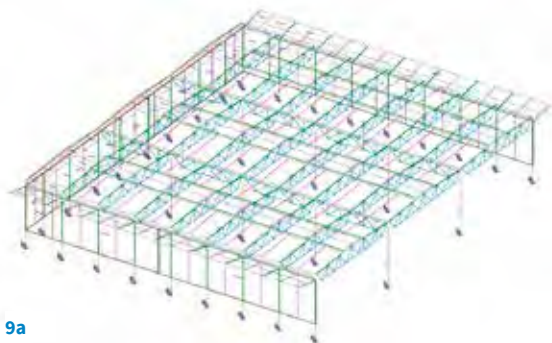


7b

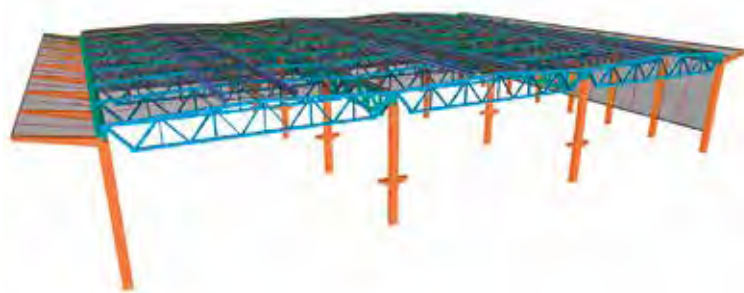


8





9a



9b

Literatura:

- [1] KOPIIKA, N., BLIKHARSKYY, Y., SELEJDAK, J., KHMIL, R., BLIKHARSKYY, Z. Reliability-based analysis and residual life forecasting for corrosion-affected RC structures. *Structures*. 2025, 76, Article number 108965.
- [2] JINDRA, D., KALA, Z., KALA, J. Probabilistically modelled geometrical imperfections for reliability analysis of vertically loaded steel frames. *Journal of Constructional Steel Research*. 2024, 217, 108627.
- [3] Projektová dokumentácia: Stavba – Košice, prestavba a rozšírenie stanice, 2. stavba, II. etapa. Objekt: Komerčný sklad. Zák. číslo: 36-05-4-0128-23-01-05; PD obsahuje: technickú správu, statický výpočet č.1 a č. 2, výkresovú dokumentáciu; PD spracoval: Ing. Nachtmann, Ing. Šesták, Československé štátne dráhy, Východná dráha, Správa dráhy v Bratislave, Odbor investičnej výstavby, 02/1964.
- [4] CHALABALA, J. *Omlazeni starých průmyslových hal*. [online]. 2023. Dostupné z: <https://konstrukce.cz/materialy-a-technologie/omlazení-starých-průmyslových-hal-1316>.
- [5] SKSI. SKSI upozorňuje na riziká havárií predpätých strešných priehradových väzníkov typu SPP [online]. 2022. Dostupné z: <https://sita.sk/sksi-upozorňuje-na-rizika-havarii-predpatych-stresnych-priehradovych-vaznikov-typu-spp/>.
- [6] *Manuál programu SCIA Engineer 2022*. [www.help.scia.net](http://help.scia.net) [online]. Dostupné z: http://help.scia.net/19.0/cs/#scia_engineer_help.htm
- [7] BLIKHARSKYY, Y., SELEJDAK, J., KOPIIKA, N., VASHKEVYCH, R. Study of Concrete under Combined Action of Aggressive Environment and Long-Term Loading. *Materials*. 2021, 14(21), Article Number 6612.
- [8] REHACEK, S., CITEK, D., CITEK, A., KRYSOV, M. The Quality Control of the Concrete of the Supporting Structure of Bridge Reg. No. V-32 in Vrchlabi. *17th International Conference on Special Concrete and Composites*. 2021, 2322, Article Number 020022.
- [9] PROSKE, D., SYKORA, M., GUTERMANN, M. Correction of failure probability of bridges based on experimental load tests. *Bautechnik*. 2020, 98(2), p. 80.
- [10] PROSKE, D., HOSTETTLER, S., FRIEDL, H. Correction Factors for Collapse Probability of Bridges. *Beton-und Stahlbetonbau*. 2020, 115(2), pp. 128 – 135.
- [11] CANESTRO, E., STRAUSS, A., SOUSA, H. Multiscale modelling of the long-term performance of prestressed concrete structures – Case studies on T-Girder beams. *Engineering Structures*. 2021, 243, Article Number 112635.
- [12] BACHARZ, K., RACZKIEWICZ, W., BACHARZ, M., GRZMIL, W. Manufacturing Errors of Concrete Cover as a Reason of Reinforcement Corrosion in a Precast Element-Case Study. *Coatings*. 2019, 9(11), p. 702.
- [13] KOTEŠ, P., VIČAN, J. Recommended reliability levels for the evaluation of existing bridges according to Eurocodes. *Structural Engineering International – International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE)*. 2013, 23(4), pp. 411 – 417.

6 Poškodenie priečneho priehradového väzníka typu SPP s označením V-E/2-3: a) fotografia priehradového väzníka – stredná a ľavá časť; b) fotografia priehradového nosníka – pravá časť; c) schéma poškodenia
7 Poškodenie strešnej krytiny: a) najviac poškodená časť od požiaru medzi halou č. 2 a č. 1; b) detail poškodenia strešnej krytiny **8** Detail poškodenia strešných svetlíkov – hala č. **1** Globálny výpočtový model haly v MKP: a) statický model; b) priestorový model

Závery

Príspevok prezentuje výsledky diagnostiky a prepočtu časti halovej budovy, ktorá bola poškodená požiarom. Vizualná kontrola preukázala, aké poruchy sa vyskytli v nosnej konštrukcii haly po požari, aký bol ich rozsah a rozmiestnenie. Konštrukciu ovplyvnili dlhodobé degradačné faktory, ktoré spôsobili poškodenia prvkov [7] až [13]. Významnou poruchou sa javilo zlyhanie priečných predpätých väzníkov typu SPP v dôsledku požiaru a zlyhanie strešných vrstiev, čo spôsobilo celoplošné zatekanie do nosnej konštrukcie. Existuje riziko korózie výstuže a predpínacej ocele a zníženie odolnosti nosných prvkov konštrukcie v dôsledku zatekania nosnej konštrukcie. Významné bolo aj zlyhanie dvoch strešných svetlíkov, ktoré tiež prispeli k zatekaniu do nosnej konštrukcie. Poruchy stĺpov a pozdĺžnych predpätých nosníkov boli menej významné.

Z tohto dôvodu sa odporúčalo odstrániť existujúce priečne predpäté väzníky typu SPP a nahradiť ich novými. Bolo tiež potrebné vymeniť strešné svetlíky a strešnú krytinu. Pozdĺžne priehradové nosníky spolu so stĺpmi neboli v takom stave, aby ich bolo potrebné vymeniť, ale je možné ich zosilniť tak, aby spĺňali nové požiadavky Eurokódu.

Na rekonštrukcie a zosilnenie prvkov je možné použiť nové materiály a nové technológie, ktoré umožňujú ekonomickejší a ekologickerejší návrh (znižovanie spotreby CO₂). Ide hlavne o vysokohodnotné betóny (UHPC), prípadne FRP materiály. V tomto prípade postačuje aj zosilnenie niektorých prvkov, takže nie je nutné ich vymeniť (tzv. reusing). Netýka sa to však najviac poškodených strešných väzníkov SPP, ktoré by mali byť vymenené vzhľadom na ich značné poškodenie.

Tento článok vznikol za finančnej podpory Grantovej agentúry VEGA SR v rámci riešenia úloh 1/0321/24, podpory Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-23-0626 a zároveň táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Interreg Slovensko – Česko 2021 – 2027 pre projekt: Environmentálne efektívne stavebníctvo ako nástroj pre zmiernenie klimatickej zmeny v cezhraničnom regióne, 403201DPP8, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



prof. Ing. Peter Koteš, PhD.
 Žilinská univerzita v Žiline
 Stavebná fakulta
 peter.kotes@uniza.sk



Ing. František Bahleda, PhD.
 Žilinská univerzita v Žiline
 Stavebná fakulta



Ing. Jozef Prokop, PhD.
 Žilinská univerzita v Žiline
 Stavebná fakulta



Ing. Jakub Kraľovanec, PhD.
 Žilinská univerzita v Žiline
 Stavebná fakulta



Ing. Michal Zahuranec
 Žilinská univerzita v Žiline
 Stavebná fakulta



Ing. Ondrej Krída
 Žilinská univerzita v Žiline
 Stavebná fakulta
 & Železnice Slovenskej republiky
 Výskumný a vývojový ústav železnič Žilina



doc. Ing. Vít Černý, Ph.D.
 VUT v Brně
 Fakulta stavební



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSC., MBA,
 dr. h. c.
 VUT v Brně
 Fakulta stavební



doc. Ing. Jiří Bydžovský, CSc.
 VUT v Brně
 Fakulta stavební