

Projektant: autorizovaný statik ing. Milan MÁTL

Nad Žlabem 695, Luka nad Jihlavou, psč 58822

mobil: 603 826 442, e-mail: [matl.milan@volny.cz](mailto:matl.milan@volny.cz)



IČO 696 54 816

Akce: **VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou, Strojírenská 6 – ÚSPORY ENERGIÍ**

Objednatel: Kraj Vysočina, Jihlava

## **Statické posouzení po prohlídce konstrukce z o b o r u s t a t i k a s t a v e b n í c h k o n s t r u k c í**

Předmětem posouzení je stávající střešní konstrukce trojlodní prefabrikované průmyslové haly, která v současné době slouží jako prostor odborné výuky VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou.

Účelem posouzení je stanovení časové bezpečnosti užívání konstrukce, především s ohledem na střešní předpjaté příhradové vazníky. A dále případné stanovení podmínek pro bezpečné užívání objektu.

### **Podklady:**

Dne 17. 5. 2021 byla provedena osobní prohlídka předmětné haly s pořízením nejnutnější fotodokumentace.

Projektová dokumentace "Úspory energií" zpracovaná v dubnu 2021, jejíž součástí je početní posouzení zatížení předmětných příhradových vazníků:

Článek o "Problematicke předpjatých vazníků SPP a doporučení jejího řešení pro vlastníky objektů" zpracované ČKAIT.

Články zveřejňované v časopise Stavebnictví, právě k problematice předpjatých příhradových betonových vazníků.

### **Úvodem:**

V současné době probíhá zateplování střešní konstrukce a v rámci těchto prací byl objednatel Kraj Vysočina upozorněn zpracovatelem projektu na problematiku střešních vazníků.

Přesto že v doporučení ČKAIT je uvedeno, že zpracovatel projektové dokumentace má provést posouzení bezpečnosti objektu a především příhradových vazníků, v současné době jsou k dispozici pouze upozornění investora na existenci těchto problematických předpjatých vazníků v konstrukci zateplované stavby.

Proto jsem byl požádán o vypracování tohoto posouzení, které by vlastníkově a uživateli stavby stanovilo podmínky pro "bezpečné" užívání stavby v daném časovém období, případně určilo další postup pro zpřesnění objektivního stavu střešních vazníků.

### **Konstrukční řešení střechy:**

Jedná se o trojlodní prefabrikovanou halu s plnostěnnými žb. sloupy po modulové rozteči 6,0 m. Ve vnitřní podélné ose jsou sloupy po 12 m a mezi sloupy pak osazeny příhradové žb. průvlaky vynášející úložné konce předpjatých příhradových vazníků.

Vlastní příhradové střešní vazníky jsou typu SPP-6-18/6, sepnuté lany ze třech dílů po 6 m délce. Střešní desky nepředpjaté typu SZD 43-150/600 jsou uloženy v krajních částech vazníků a ve střední části na šířku 6 m je situován novodobý obloukový světlík (lemovaný žb. ohrubami průřezu cca 150\*600 mm).

Stáří stavby a tím i nosných konstrukcí skeletu nebyly podrobněji zkoumány, ale bude se jednat o konstrukce stáří cca 50-60 let.

V lodích haly jsou situována podvěšené jeřábové dráhy s kočkou nosností do 3,2 tuny. Vodicí dráhy jeřábu jsou umístěny v místech spodních styčníků vazníků a to v obou krajních a ve středu vazníků. Provedená ocelová vyvěšení jsou konstrukčně příznivá, jedná se o vnější objímky bez vrtů do vlastního průřezu žb. vazníků.

Méně příznivý stav je pak u doplněného vyvěšení nosníků těchto jeřábových drah, kdy kruhová táhla jsou kotvena do horních pasů vazníků a to se svorníkem = vrtem přes celý průřez horního pasu. Ale podle dostupných podkladů je velmi pravděpodobné, že v těchto místech svorníků byly předem ve výrobě prefabrikátů nachystány otvory, pak se nejedná o konstrukčně problematické řešení.

### **Posouzení stavebně technického stavu příhradových předpjatých vazníků:**

Vizuální "podrobná" prohlídka se u objektu haly soustředila již pouze na problematické předpjaté střešní příhradové vazníky. ŽB. příhradové průvlaky, sloupy, ale ani střešní kazetové desky, nejsou v současné době limitující, pro stanovení bezpečnosti a spolehlivosti konstrukce třílodní haly jako celku.

Prohlídka byla provedena z úrovně podlahy za použití běžného dalekohledu pro přiblížení detailů trhlín a podobně.

Veškeré střešní vazníky jsou vizuálně dobře viditelné, není použito žádné zakrytí konstrukce a podobně.

Na konstrukci vazníků byly prohlédnuty především všechna problematická místa jako styky dílů vazníků, první tažené diagonály, čela spodních pasů se zakotvením spínacích lan a úložné konce vazníků na sloupech (průvlaku).

Povrch vazníků je novodobě natřen pravděpodobně běžným bílým malířským nátěrem typu primalex a podobně.

Na povrchu vazníků nejsou patrné žádné známky po zatékání a to ani v místech úžlabního žlabu a míst svodů z těchto žlabů.

Na povrchu vazníků nebyly objeveny žádné trhlinky, které by svědčily o drcení nebo smykovém narušení betonu, případně "roztržení" v kotevních oblastech spínacích lan.

Bylo objeveno jedno místo s odlomenou povrchovou částí betonu v horním vyvěšení táhla podvěšené jeřábové dráhy. Dále pak jedno místo s viditelným rozevřením styčné spáry

ve spodním pasu, ale bez zvýšené deformace (průhybu) předmětného vazníku jako celku. Pak tedy ne zcela vypovídající o možné statické vadě v tomto konkrétním místě.

Především však nebyly objeveny žádné povrchové výluhy oxidů železa, které by mohly charakterizovat korozi výztuže.

Z globálního pohledu nejsou na tvarech vazníků patrné žádné nadměrné nebo neobvyklé deformace nebo průhyby.

Lze tedy konstatovat, že po vizuální stránce konstrukce střešních příhradových předpjatých vazníků nevykazuje známky přetížení nebo lokálního narušení pevnosti materiálu. Hlavní neznámou však stále zůstává reálný stav předpínacích lan v kanálcích vazníků.

### **Zhodnocení prováděných změn a úprav na střešní konstrukci včetně současného zatížení:**

V současné době se podle projektu „Úspory energií“, provádí přetížení střešní konstrukce novým pláštěm, včetně nového umístění jednotek VZT a rozvodu topení.

V projektu byl proveden propočet zatížení vycházející z dochovaných dobových podkladů výrobce ZIPP Bratislava. *Pomineme skutečnost, že existovali i vazníky SPP 8-18/6, které nebyly dimenzovány na podvěsná zatížení od jeřábu.*

Oproti podkladům v projektu, je pak v mých podkladech navíc i zatížení 50 kg/bm vazníku, právě na zatížení topnými panely a podobně.

Mě ne zcela zřejmou je hodnotou podvěsného zatížení jeřábu 3,2 tuny nebo 3\* 1 tuna (uváděné v dobových podkladech). Podle mých zkušeností a mého výkladu jde o celkovou výslednou sílu zadávanou do výpočtu vazníků. Pokud pak odečteme reálné zatížení od kočky jeřábu, části vlastního příčného nosníku jeřábu a částí podvěšených drah jeřábu ( minimálně nosníky I300), dostaneme stálé zatížení hodnoty 1 tuna. Pak maximální možná nosnost jeřábu činí jen 2,2 tuny!!!!

V projektu provedený propočet je obvyklý pro běžné žb. konstrukce, u tohoto typu problematického předpjatého vazníku, však tento propočet nelze považovat za prokazatelný pro bezpečnost tohoto konstrukčního prvku.

Navíc lze s řadou údajů v propočtu polemizovat a některé z toho hrají i významnou roli, například:

1/ Závěrečné posouzení porovnává momenty, přičemž v jednom je započítáno podvěsné zatížení jeřábem (M<sub>dov</sub>) a v druhém nikoli (M, zde jen síly od současného zatížení, přetížení zateplením, přetížení VZT, topením a sněhem).

2/ Započítaná skladba stávajícího střešního pláště, není zřejmé zda byla ověřena, protože podle zkušeností se může i podstatně lišit od původních projekčních podkladů (doplňovaná vysoká souvrství lepenky a pod.)

3/ Přetížení zateplením je bráno velmi optimisticky s velmi nízkou objemovou hmotností polystyrénu (obvykle minimálně 30 kg/m<sup>3</sup> na místo uvažovaných 20 kg/m<sup>3</sup>)

3/ Tíha střešních panelů přepočtena na plošnou je brána bez zálivky spár a pak tedy na místo 1,17 kN/m<sup>2</sup> bude reálných minimálně 1,25 kN/m<sup>2</sup>.

A mezi podstatné nezohledněné vlivy ve výpočtu lze zařadit:

4/ Nezohlednění železobetonových světlíkových obrub průřezu cca 150\*600 mm (odhad z fotografií). Tyto světlíky vyvozují na horní styčník zatížení více jak 1 tuna = 10 kN a tyto dvě síly nejsou v posouzení zahrnuty. *Pro porovnání jsou uvažovány dvě síly od vyvážení otopných panelů v hodnotě  $0,21\text{kN} = 21\text{ kg}$ .*

5/ U zatížení klimatických na světlík = sníh je uvažován tvarový součinitel 0,5 což je pravdou jen pro obloukové střechy končící římsou = okrajem objektu. V daném případě rozměrné střechy s třemi pruhy světlíků, celkové napadené množství sněhu rovnoměrně celoplošně nemůže klesnout pod souč. 0,8. Reálně se tedy nejedná o části obloukových střech, ale naopak o překážky na střešní rovině. Při kterých sice na vrcholu obloukového světlíku bude o něco méně sněhu, než na běžné střeše, ale naopak na kraji světlíku u obrub bude závěj sněhu případně sjetí sněhu z obloukového světlíku. Pro výšku světlíku cca 1 m nad okolní plochou pak vychází tvarový souč. v hodnotě 1,0. Je tedy zřejmé že v zatížení sněhem je i podstatné podcenění reálného zatížení.

6/ Nepříznivým faktorem nového zatížení sněhem je pak rovněž umístění jednotek VZT nad střešní rovinou. Polohově a z pohledu podpůrných sloupků plošin je sice umístění vhodné, ale opět bude zcela reálně hrozit velké navátí sněhu v okolí těchto jednotek a rovněž na tyto členité tvary jednotek VZT. Platné normy EN ČSN vyžadují zohlednění těchto návějí v okolí těchto střešních překážek.

Po zvážení všech výše uvedených skutečností bude výsledné posouzení ohybových momentů na vazníku nikoli  $M=570\text{ kNm}$  je menší jak  $M_{dov} = 836\text{ kNm}$ , ale lze hovořit spíše o téměř vyčerpané únosnosti vazníku při uvážení vazníku přitíženého jednotkami VZT a s jeřábem s maximálním břemenem v nejnepříznivější poloze.

Podrobný přepočet vazníku jsem záměrně neprováděl, protože bez provedení kontrolní sondy do stávající střešní konstrukce by tento výpočet opět neměl vypovídající hodnotu.

Z výše uvedeného rovněž vyplývá, že přidávaná zatížení od nové skladby pláště (jen polystyrén a střešní folie) a od podvážení rozvodů a topných panelů, nejsou pro příhradové vazníky rozhodující a limitující. Toto přitížení je pouze v řádu do 3% celkového zatížení a tedy cca v hodnotě přesnosti vlastního výpočtu.

Podstatné pro únosnost vazníku jsou skutečné stávající skladby střešního pláště, případná přitížení závějemi (u jednotek VZT se může jednat až o dvojnásobky běžného zatížení sněhem) a zatížení podváženým jeřábem.

Minimální až zanedbatelný vliv na únosnost a bezpečnost příhradových předpjatých vazníků má pak provoz portálového jeřábu v zadní prohloubené části jedné z hal. Rovněž budoucí plánované úpravy části podlahy nemají nepříznivý vliv na střešní vazníky. Otřesy způsobené těmito provozy a činnostmi jsou naprosto zanedbatelné oproti účinkům zatížení sněhem nebo oproti provozu podváženým jeřábem.



### **Doporučení pro budoucí časově limitovaný provoz dvoulodní haly:**

Pro budoucí bezpečný provoz (výuku) v trojlodní hale a to s časovým horizontem cca 1 roku (přes zimu 2021-2022 = školní rok 2021=2022), jsou nutná a doporučená tato opatření:

#### **Nutná opatření:**

1/ Neodkladně kontaktovat přes ČKAIT nebo Fakultu stavební VŠB-TU Ostrava, odbornou firmu a specialisty na zkušebnictví a diagnostiku staveb, kteří se problematikou předpjatých příhradových vazníků detailně zabývají.

Je nutné zajistit u odborné osoby a firmy detailní průzkum konstrukce a tím objektivnější zjištění skutečného stavebně technického stavu především spínacích lan. Výsledkem bude stanovení reálné životnosti konstrukce případně odborný návrh statických úprav a oprav konstrukce.

2/ Nepřetěžování stávajících podvěšených jeřábů a minimalizovat jejich dynamické účinky. Například nevytrhávat jeřáby demontovaná zařízení z podlah a podobně.

Zatížení na vlastní hák jeřábu omezit hodnotou 2,2 tuny, tak aby při nejnepríznivější poloze jeřábu nedošlo k celkovému zatížení na styčník spodního pasu vazníku cca 3,2 tuny.

3/ Neprodlené provedení minimálně 3 kontrolních sond do stávající skladby střešního pláště. Tyto sondy na různých místech objektivně prokáží jedno z rozhodujících zatížení na příhradové vazníky. Následně lze provést objektivnější propočet únosnosti vazníků.

4/ Zajistit na zimní období způsobilou firmu, schopnou operativně a neprodleně reagovat (odklizením sněhu) na případné i místní přetížení střešní konstrukce například návštějemi.

S tím souvisí zajištění průběžného sledování a kontrolování sněhové vrstvy. Lze pro tyto účely využít např. údaje z [www.snihnastrese.cz](http://www.snihnastrese.cz), pro IV. sněhovou oblast.

5/ Plánovanou rekonstrukci části podlahy haly v období letních prázdnin lze provést. Toto provádění nové betonové průmyslové vrstvy podlahy jako náhrada za původní bude mít minimální až zanedbatelný vliv na únosnost a bezpečnost příhradových předpjatých vazníků.

#### **Doporučená omezení:**

1/ Minimalizovat vlastní provoz podvěšených jeřábů v zimním období, s omezenou nosností na háku 2,2 tuny.

2/ Neprovádět osazení jednotek VZT na střešní konstrukci do doby objektivnějšího posouzení stavu příhradových vazníků odbornou firmou. Lze zvolit jiné umístění například na stěnách objektu nebo dočasné provizorní umístění na sloupy pod střešní konstrukcí apod.

3/ Přes zimní období zajistit sledování a kontrolu střešních příhradových vazníků proškolenou osobou s případným zřízením 2 -3 kontrolních míst typu „sádrových terčů“.

*Tento stav mohu zajistit, vhodněji však na doporučení oslovené odborné diagnostické firmy nebo osoby.*

**Závěr: Při dodržení výše uvedených opatření a doporučení, lze bezpečně provozovat stávající trojlodní halu minimálně po další školní rok 2021-2022.**

V Lukách nad Jihlavou: květen 2021

Vypracoval: Ing. Milan Matl

