

Předpjatá ocelová konstrukce protihlukového tunelu v Hradci Králové

V současné době se dokončuje montáž a předpínání ocelové konstrukce protihlukového tunelu v Hradci Králové. Tunel o celkové délce cca 180 m půdorysně kopíruje komunikaci I/31 po obou stranách a to od křižovatky Buzulucká – Okružní po nadjezd nad Pospíšilovou třídou a řeší tak ochranu extrémně hlukově zatížených bytových objektů, které jsou u nadjezdu v těsném sousedství. Zasklení tunelu, které připomíná kostru hrudního koše druhohorního ještěra, zakrývá celý průjezdný profil komunikace vyjma střední části v ose komunikace, kde je otvor. Ten se postupně rozšiřuje směrem k nadjezdu.

KONSTRUKČNÍ A DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

Protihlukový tunel byl řešen na základě stavebně architektonického řešení a požadovaných užitných a dalších stanovených parametrů z oblasti akustiky, požární bezpečnosti, osvětlení a dopravy. Samotná ocelová konstrukce také plní funkci podpůrné konstrukce tlumičů prvků, které tvoří prosklené stěny i strop a doplňkové tlumiče instalované zejména na páteřním nosníku.

Rozměry a tvar konstrukce vychází z požadavků zadání, zejména rozměrů průjezdných profilů, požadavků dopravního značení a architektonické vize. Půdorysně a výškově nestejněměrné zakřivení nadjezdu spolu s faktem, že vozovka se navíc rozšiřuje, vedly k vytvoření komplikovaného tvaru, který architekt ztvárnil v podobě oblé žebrovité konstrukce zavěšené na systému táhel.

Hlavním nosným prvkem ocelové konstrukce je páteřní nosník, který je podepřen osmi hlavními příčnými vazbami ve vzdálenosti cca 23 m. Sedm mezilehlých vazeb v každém ze sedmi polí spolu s vaznicemi a paždíky tvoří osнову pro uložení skleněných desek.

SYSTÉM TÁHEL

Nedílnou součástí statického řešení je systém předpjatých táhel Macalloy, který je tvořen hlavními obloukovými řetězci kotve-

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Autoři architektonického řešení stavby

Projekt ocelové konstrukce

Investor

Generální dodavatel

Výroba ocelové konstrukce

Montáž, předpínací postupy, předpínání

Zasklení

Patrik Kotas, Jaromír Chmelík
(spolupráce Michal Potůček, Tomáš Král)
Vladimír Janata, Jiří Lahodný, Excon
Ředitelství silnic a dálnic ČR – správa HK
M-Silnice
MZD – Dobrovické strojírny
Excon
Mmcité

nými vždy ve vrcholu sloupu a ve středu rozpětí na páteřním nosníku a táhly spojujícími vrcholy hlavní řetězovky s páteřním nosníkem v každé osmině rozpětí. Systém táhel podporuje průběžně páteřní nosník, umožňuje provést nadvýšení konstrukce předpětím a nahrazuje zavětrovací prvky.

OCELOVÉ A BETONOVÉ KONSTRUKCE

Ocelová konstrukce je uložena na betonovou konstrukci, kterou tvoří monolitické sloupy a patní prefabrikované nosníky. Betonová konstrukce je umístěna nezávisle po stranách konstrukce nadjezdu. Ocelové sloupy hlavních příčných vazeb jsou umístěny na sloupy betonové konstrukce. Polorámy jsou uloženy na patní betonové nosníky.

Betonová konstrukce je dilatovaná nezávisle na ocelové konstrukci. Ocelová konstrukce je rozdělena na 2 dilatační úseky, tvořené vždy čtyřmi hlavními vazbami. Příč-



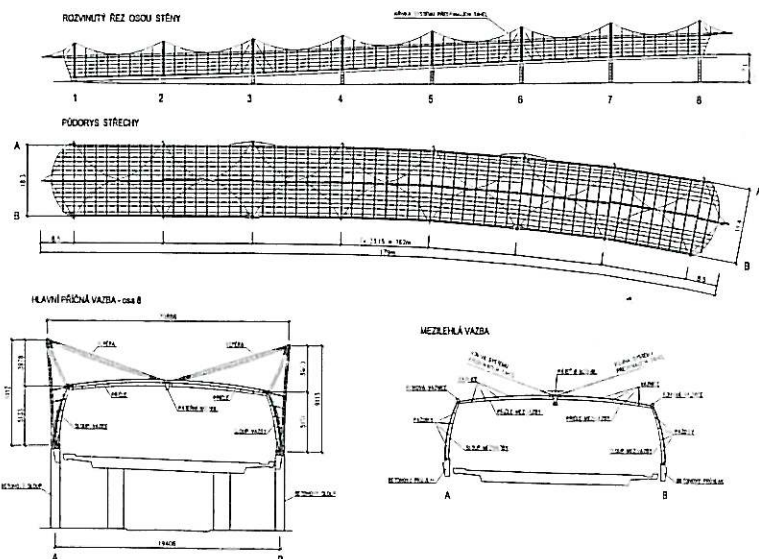
Stav v polovině srpna 2008

né vazby 3 a 6, které jsou umístěné uvnitř každého dilatačního úseku jsou pevné, kotvené šikmými táhly k patním betonovým nosníkům. Ostatní části konstrukce jsou uloženy posuvně ve směru komunikace přes průběžný podélný svařenec prahového nosníku. Pohyby vůči betonové konstrukci jsou zajištěny prostřednictvím elastomerových a teflonových ložisek.

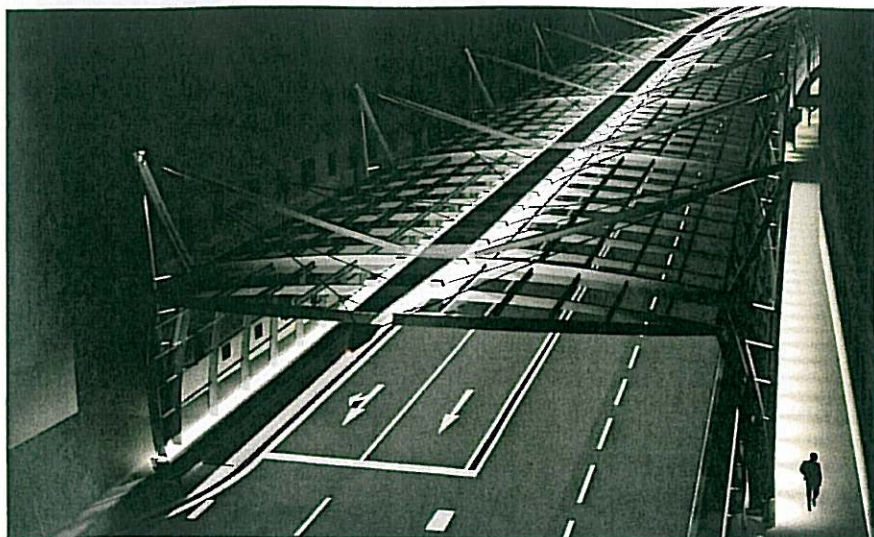
Hlavní příčné vazby situované kolmo k ose komunikace jsou tvořeny trojúhelníkovými rámy o rozpětí 18,3 až 19,4 m. Výška rámu uprostřed rozpětí je cca 6,7 m. Vrcholy sloupů dosahují výšky 9 m. Sloupy, jejichž tvar vychází z architektonického návrhu jsou svařeny z ohýbaných trubek a plechů. Vzpěra mezi středem rámu a vrcholem sloupu je tvořena prohnutou trubkou, na kterou je shora přivařen plech.

Příčle je navržena z uzavřeného hranatého profilu obloukového tvaru, na který je zdola přivařen plech, jehož tvar kopíruje tvary polorámů v mezivazbách. Hlavní příčné vazby jsou uloženy na sloupy betonové konstrukce. Páteřní nosník je tvořen svařovaným uzavřeným profilem lichoběžníkového příčného řezu.

Styk páteřního nosníku mezi dilatačními úseky je proveden jako posuvné vetknutí.



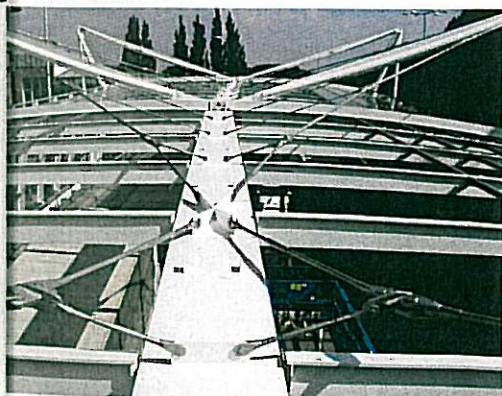
Dispozice konstrukce



Vizualizace

Mezizavby protihlukové stěny jsou tvořeny polorámy, jejichž příčle (žebro) je kloubově uložena na páteřní nosník a kloubově na vrchol sloupku. Sloupek je kloubově uložen na průběžný prahový nosník, který je v podélném směru kluzně ukotven na patní betonový nosník. Žebra i sloupky mezizavbež jsou tvořeny svařovanými T-profilu proměnného průřezu.

Vaznice a paždíky jsou navrženy v rastru požadovaném pro zasklení protihlukové stěny z hranatých uzavřených profilů. Součástí konstrukce jsou i prvky kotvení skleněných desek a další podružné konstrukce pro komunikace, elektro, dopravní značení apod.



Systém předpínacích táhel

NÁVRH A VÝPOČET

Konstrukce byla navržena jako plně předpjatá. To znamená, že předpětí táhel bylo zvoleno v takovém rozsahu, aby při zatížení konstrukce vyvolující minimální sílu na táhlech nelineární složka tuhosti táhla nepřesáhla hodnoty 3–5%. Maxima vnitřních sil byla nalezena ze soustavy výpočtů a zatěžovacích stavů s předpokladem lineární tuhosti táhel, přičemž lineární výpočty byly doplňovány potřebnými výpočty nelineárními s ohledem např. na velké deformace páteřního nosníku. Výrobní výkresy byly vytvořeny v programu XSteel. S ohledem na teoretickou a geometrickou složitost projektu bylo

nutno věnovat výpočtům, výkresům, řízení montáže a předpínání přes 8 000 hodin ve velmi krátkém časovém úseku.

MONTÁŽ A PŘEDPÍNÁNÍ

Konstrukce byla montována za mimořádně obtížných podmínek, tedy za plného provozu, vždy při uzavření jedné poloviny mostu. Páteřní nosník byl uložen na provizorních trojbokých podporách, z nichž podpory pod středem rozpětí umožňovaly hydraulický zdvih páteřního nosníku. Každá podpora byla chráněna před nárazem ocelovými zábranami, které přes výrazné značení byly příčinou ztráty mnoha zpětných zrcátek projíždějících kamionů.

K výraznějšímu poškození podpor v průběhu montáže našťastí nedošlo. Křivky táhel v nenapnutém stavu byly tvarovány rektifikovatelnými provizorními podporami. Samotné předpínání probíhalo ve třech etapách v pevně stanovených termínech, kdy byla zajištěna kompletní výluka.

Předpínání bylo pečlivě připraveno a každá etapa obsahovala množství kroků, které byly předem teoreticky spočítány na částečných modelech a předpokládané parametry sil a deformací byly konfrontová-

ny s realitou skutečně měřených hodnot. Při výpočtu montážních stavů bylo nutno uvažovat s nelinearitou konstrukce a velký vliv měla také posloupnost jednotlivých kroků, jejichž záměna by znamenala změnu hodnot výsledných parametrů.

Při předpínání byly měřeny tenzometricky síly vždy v 50 až 70 táhlech současně, dále změny cca 30 geometrických parametrů, reakce v hydraulice středních podpor a deformace základových konstrukcí. Pečlivá teoretická příprava byla naprosto nezbytná, protože změna termínu, či délky výluk byla vyloučena.



Centrum tenzometrického měření sil zajistilo údaje o silách v 60 táhlech najednou.

ZÁVĚR

Předpínané konstrukce umožňují uskutečnění zajímavých architektonických vizí, a výrazné úspory ve výsledné ceně díla. Předpokládá to však podstatnou změnu role projektanta, který musí vytvořit a osobně řídit montážní a předpínací postup a vzít za něj plnou zodpovědnost se všemi důsledky. Tím dramaticky roste časová náročnost, zodpovědnost a cena těchto prací. Na podporu těchto činností jsme se vybavili vlastní měřicí technikou a příslušným know-how a spolu s projektem a řízením všech náročných činností nabízíme dodavatelům i vlastní měření. Naštěstí tato skutečnost již postupně přichází do podvědomí investorů a dodavatelů, kteří si na takový kompletní servis rádi zvykají.

Vladimír Janata, Jiří Lahodný,
Excon, a. s.

At present the assembly and pre-stressing of the steel construction of noise tunnel in Hradec Králové is being finished. The tunnel with the total length of around 180 m in its ground plan copies the road I/31 on both sides from the crossroads Buzulucká – Okružní until the viaduct above Pospíšilova třída and hereby it solves the protection of extremely noise loading of apartment buildings which are really close to the viaduct. Glass-covering of the tunnel reminding us of the rib cage skeleton of a Mesozoic lizard covers the entire rideable profile of the road except for the central part in the road axis, where there is an opening. It gradually widens towards the viaduct. Pre-stressed constructions enable implementation of interesting architectural visions and significant savings in the resulting price of the work. It assumes a significant change of the role of the designer who has to create and personally manage assembly and pre-stressing procedure and take full responsibility for that with all its consequences. Hereby the time-consuming raises dramatically, responsibility and price for this work. In order to support these activities we have equipped ourselves with own measuring technology and applicable know-how and together with the project and management of all difficult activities we are offering the contractors also our own measuring. Fortunately our experience is gradually coming to the consciousness of investors and contractors who like to get used to having such complete service.