



▲ Stavba protihlukového tunelu v Hradci Králové

Konstrukce protihlukového tunelu na Městském okruhu v Hradci Králové



Ing. Vladimír Janata, CSc. (*1953)

Absolvent FSv ČVUT. V roce 1990 založil s kolegy projekční firmu EXCON, kde zpracovává koncepční řešení a vede některé projekty ocelových konstrukcí. Ke stěžejním patří například zastřešení Sazka Arény a hangár v Mošnově. Je autorem České normy pro předpjaté ocelové konstrukce a překladu evropské normy pro stožáry a komíny.
E-mail: janata@excon.cz

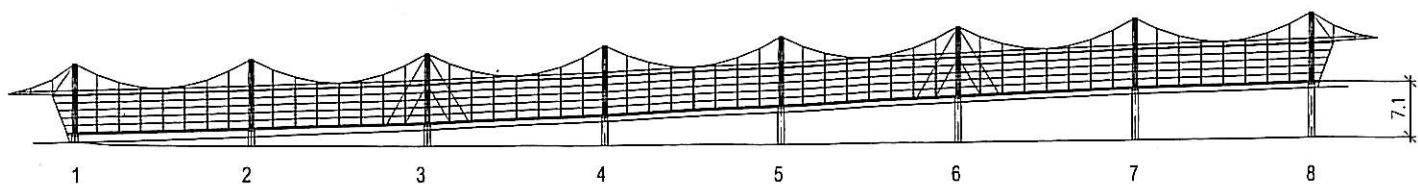
Komunikace na II. Městském okruhu města Hradce Králové stoupá na mostním tělese od křižovatky Buzulucká–Okružní k nadjezdu nad Pospíšilovou třídou v těsné blízkosti bytových domů. Nově vybudovaný prosklený tunel zde chrání obyvatele před hlukem a exhalacemi nepřetržitého automobilového provozu.

Zasklení o výměře téměř 3700 m² tlumí hluk nejen ve stěnách, ale i ve stropu tunelu, kde je vynechán pouze podélný otvor rozšiřující se směrem k horní části konstrukce.

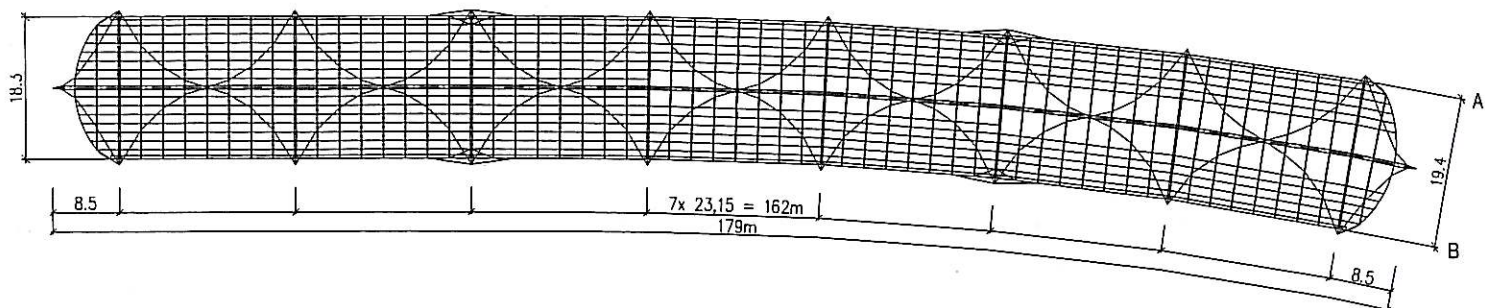
V rámci stavby byla také upravena křižovatka a nové povrchy parteru pod mostem a podél mostu vytvořily novou odhlučňenou a přívětivou komunikaci pro chodce. Díky akčnímu designu z dílny architekta Patrika Kotase a originálnímu konstrukčnímu řešení se tato veřejně prospěšná stavba stala zároveň novým výrazným architektonickým prvkem města. Řidiči vjíždějící do subtilní konstrukce s žebry, připomínající hrudní koš pravěkého ještěře, zavěšené na předpjatých táhlech, určitě zapomene na své standardní instinkty.

Konstrukční a architektonické řešení stavby

K návrhu konstrukce protihlukového tunelu přistoupil projektant ocelové konstrukce ve fázi projektové dokumentace pro stavební povolení. Tvarová vize architekta musela respektovat požadavky zadání, zejména rozměry průjezdných profilů, dopravního značení a stísněný prostor mezi budovami. Stavbu výrazně ovlivňovaly

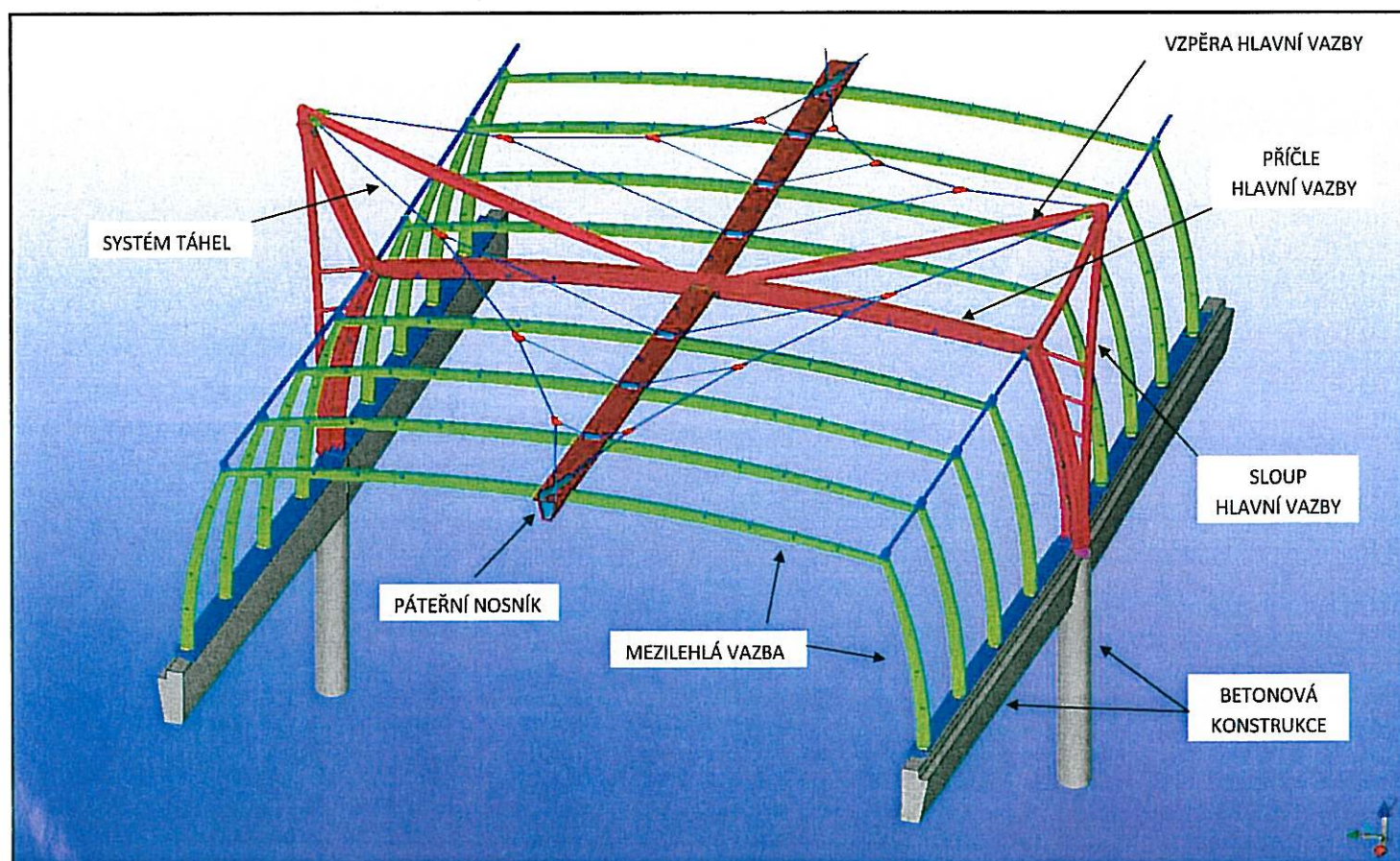


▲ Rozvinutý řez osou stavby



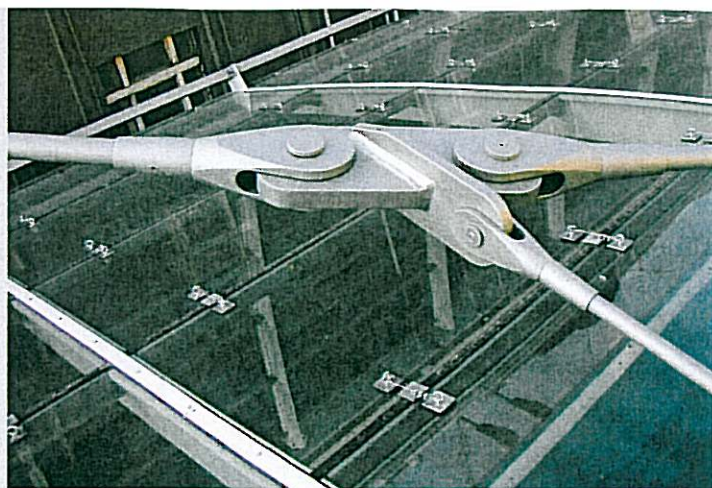
▲ Půdorys střechy protihlukového tunelu

▼ Statické schéma stavby

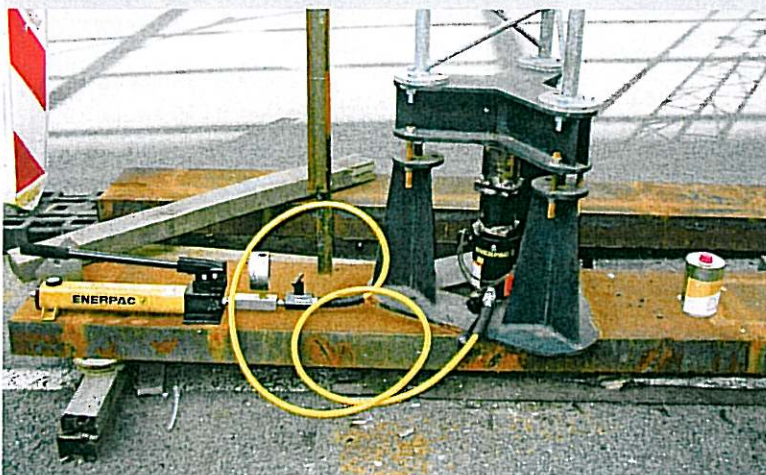




▲ Kotvení táhel u vrcholu sloupu



▲ Detail křížení táhel



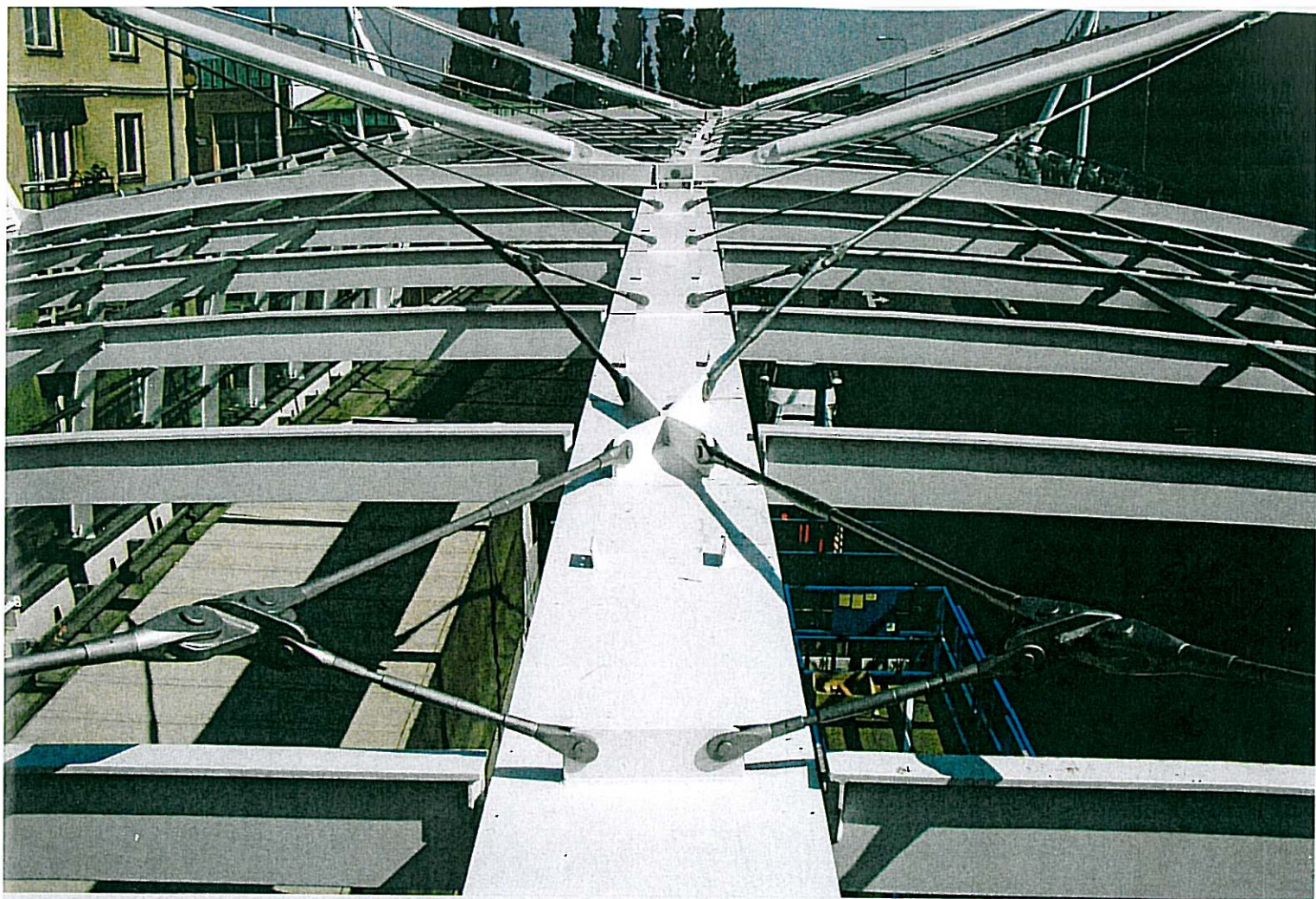
▲ Hydraulický zdvih střední podpory



▲ Demontáž montážních podpor táhel

▼ Montážní podpory páteřního nosníku





▲ Kotvení táhel na páteřním nosníku

i další stavebně technické parametry z oblasti akustiky, požární bezpečnosti, osvětlení a dopravy. Příkladem technického řešení, které zároveň dotváří design stavby, je pásový tlumič hluku ve tvaru ostrého hrotu, zavěšený na středním páteřním nosníku. Intuitivní a zároveň kvalifikovanou představu architekta o principu statického působení sloupů, soustavy táhel a páteřního nosníku projektant ocelové konstrukce shledal jako nesmírně zajímavé, i když teoreticky obtížné téma k dotažení do skutečně fungující reálné konstrukce. Velkou komplikací pro tým projektantů byl i tvar samotné konstrukce, která je půdorysně a výškově nestejnoměrně zakřivená, a vozovka se navíc průběžně rozšiřuje. Samostatným úkolem bylo umístění kabelů elektroinstalace osvětlení a dopravního značení, které jsou vedeny zásadně uvnitř dutých nosných prvků.

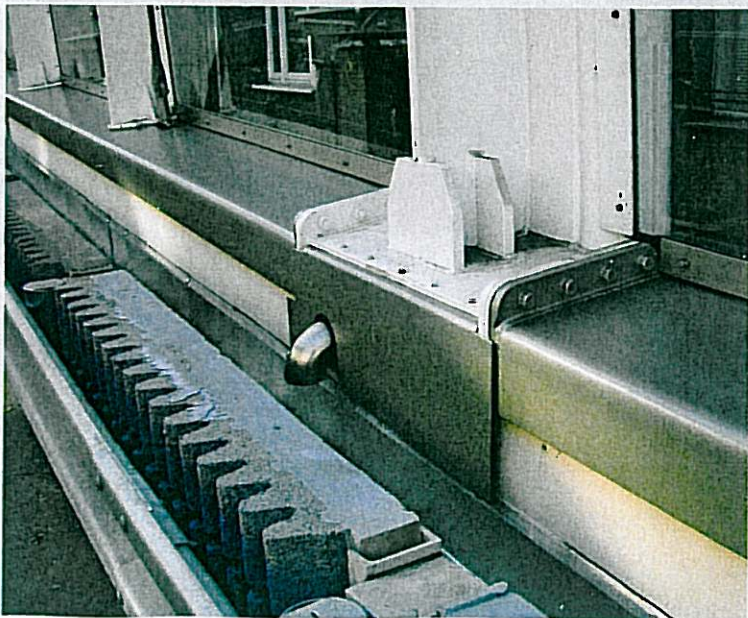
Statické řešení stavby

Konstrukce tunelu o celkové délce 180 m sestává z betonové a ocelové části, které tvoří nedílný, společně funkční celek. Ocelová konstrukce je uložena na podélných prefabrikovaných nosnících, vedených po obou stranách mostní konstrukce a podporovaných kruhovými monolitickými sloupy, jejichž výška dosahuje v místě nadjezdu až 7,50 m. Železobetonové patky sloupů jsou založeny na mikropilotách délky 10,0 m. Vlastnosti betonové konstrukce, která je zcela nezávislá na mostním tělese, se výrazně podílely na tuhosti ocelové konstrukce s ní spojené.

Ocelová konstrukce rozdělená do dvou dilatačních celků sestává z několika hlavních prvků. Nad středem vozovky probíhá páteřní nosník tvořený svařovaným uzavřeným profilem lichoběžníkového příčného řezu. V každém dilatačním celku podporují páteřní nosník čtyři hlavní příčné vazby vzájemně vzdálené 23,0 m. Jsou tvořeny

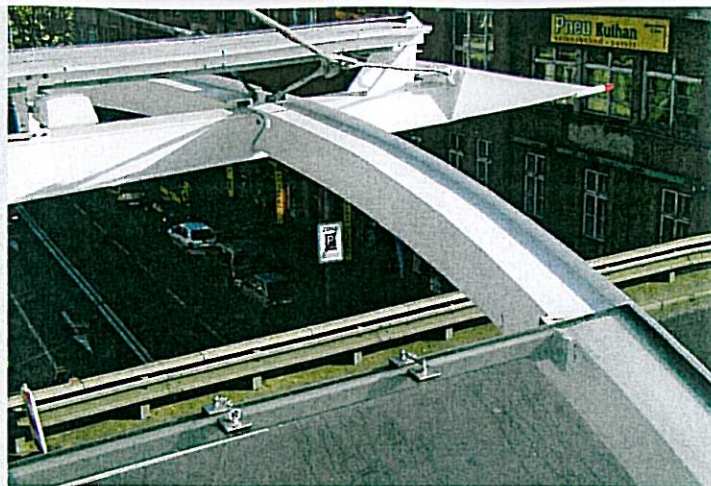
trojkloubovými rámy o rozpětí 18,0 až 19,40 m a výšce cca 6,70 m. Sloupy, vzpěry a příčle rámu z ohýbaných trubek a plechových břitů formují tvarovou představu architekta. Sloupy vazeb jsou uloženy vždy na betonových sloupech. Na každé straně dilatačního celku je jeden pevný sloup, kotvený navíc šikmými táhly do betonového průvlaků, a tři sloupy podélně posuvné na elastomerových ložiscích. Mezi hlavními vazbami je vždy sedm mezivazeb, uložených příčně na páteřním nosníku a sloupem na ocelovém prahovém nosníku. Ten je uložen na betonových průvlacích posuvně přes teflonová ložiska. Příčle i sloupky mezivazeb jsou tvořeny svařovanými T profily proměnného průřezu. Vaznice a pažďíky jsou v rastru požadovaném pro zasklení protihlukové stěny z hranatých uzavřených profilů. Statické schéma dotvářejí soustavy předpjatých táhel Macalloy, jejichž rovinu mezi sloupy tvoří hlavní šikmá řetězovka a příčná táhla kolmá k páteřnímu nosníku.

▼ Kotvení sloupů a prahový nosník





▲ Zapojení tenzometru na táhla



▲ Zavěšení čela páteřního nosníku



▲ Pochozí lávka

▼ Táhla u krajní vazby



▲ Dilatace zdvojením mezivazeb





▲ Ocelová konstrukce po dokončení montáže a předpínání

Předpětí táhel ocelové konstrukce bylo zvoleno tak, aby nelineární složka tuhosti ve všech zatěžovacích stavech nepřesáhla 5 % celkové tuhosti. Táhla tak v konstrukci působí prakticky i jako lineární tlačný prvek. Nelineární výpočty měly tak význam pouze s ohledem na normálovou sílu a větší deformace páteřního nosníku v některých montážních stavech.

S ohledem na extrémně krátký čas na realizaci byly souběžně s výpočty a prováděcím projektem tvořeny výrobní výkresy v programu XSTEEL. Zároveň byly ve třech menších mostárnách vyráběny konstrukční prvky a ve složitých podmínkách při provozu dvou jízdních pruhů byla postupně prováděna montáž. Páteřní nosník byl uložen na provizorních trojbokých příhradových podporách. Podpory ve středu rozpětí umožňovaly hydraulický zdvih a pokles páteřního nosníku při předpínání. Mnoho uražených zpětných zrcátek kamionů potvrzovalo oprávněnost ocelových zábran, které se umístily před provizorní podpory. Táhla byla předpínána ve třech etapách, za plné výluky provozu, v pečlivě připravených, teoreticky předem modelovaných krocích. Síly v táhlech byly měřeny tenzometry, a to až v sedmdesáti táhlech najednou. Projektant měl díky on-line informacím o všech měřených silách možnost okamžitě korigovat předpínací postup. Měřeny byly také deformace ocelové i betonové konstrukce a reakce v provizorních podporách. V průběhu předpínání bylo zjištěno, že betonové sloupy mají výrazně nižší modul pružnosti ve srovnání s teoretickými předpoklady. Tomu bylo následně přizpůsobeno předpětí a předpínací postup a zejména pro deformace bylo využito rezerv, které konstrukce měla. Vážnou komplikaci způsobil kamion, který v noci zničil betonovou i ocelovou zábranu a naštěstí pouze posunul poslední montážní podporu konstrukce.

Současně s montáží konstrukce probíhala i montáž zasklení a tlumičů hluku. Pevnost prosklených tabulí byla zkoušena na extrémní zatížení. Přestože výsledky zkoušek byly velice příznivé, rozhodl architekt a investor o zajištění skel pojistnými závěsy proti pádu na vozovku v případě destruktce. Stavba byla velmi dobře organizována projektovým manažerem generálního dodavatele. Společnost EXCON, a.s., zajišťovala ve velmi krátké době tok výrobní dokumentace všem zúčastněným přes internetový systém řízení dokumentace ALEX. Samotná příprava dokumentace, kontrola a konzultace ve výrobě, příprava a řízení montáže, předpínání a měření předpětí si vyžádaly osm tisíc pracovních hodin. ■

Základní údaje o stavbě

Stavba:	Protihlukový tunel Hradec Králové
Architektonické řešení stavby:	doc. Ing. arch. Patrik Kotas Ing. arch. Jaromír Chmelík Ing. arch. Michal Potůček Ing. Tomáš Král
Spolupráce:	
Návrh ocelové konstrukce:	EXCON, a.s., Ing. Vladimír Janata, CSc. Ing. Jiří Lahodný
Investor:	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Generální dodavatel:	M-SILNICE, a.s., projektový manažer Petr Škráček
Výroba ocelové konstrukce:	MZD – Dobrovické strojírny a.s.
Montáž, předpínání:	EXCON, a.s.
Zasklení:	mmcitě, a.s.

english synopsis

Construction of Tunnel Noise Barrier in Hradec Králové

Newly constructed glazed tunnel The second city ring road in Hradec Králové has been equipped to protect the citizens in the surroundings against noise and exhalations of the continuous automobile traffic. The glazing with the area of nearly 3700 m² absorbs noise not only by its walls but also by the ceiling of the tunnel with just a longitudinal opening widening towards the top part of the construction. The steel construction, divided into two dilation units, consists of several main components. Above the centre of the roadway there is the backbone beam consisting of a welded closed profile of a trapezoid cross section. In every dilation unit the backbone beam is supported with four main cross beams with the span of 23 m, consisting of three-joint frames. Each side of the dilation unit is provided with a firm pillar anchored in addition with inclined connecting rods in the concrete bearer and three pillars siding lengthwise over elastomere bearings.

klíčová slova:

Hradec Králové, tunel protihlukový, dilatační celek, rámy trojkloubové, páteřní nosník, ložiska elastomerová

keywords:

Hradec Králové, tunnel noise barrier, dilation unit, three-joint frames, backbone beam, elastomere bearings