

# PREFABRIKOVANÁ KONSTRUKCE NOVÉ VÝROBNÍ HALY VW V BRATISLAVĚ ■ PRECASTED STRUCTURE OF THE NEW PRODUCTION HALL OF VW IN BRATISLAVA

Ján Olexík, Libor Švejda

Článek popisuje konstrukční řešení a realizaci nové prefabrikované nosné konstrukce přístavby výrobní haly 2A lakovna bratislavského závodu Volkswagen, realizované v průběhu zimy a jara 2010. ■ The paper describes design and constructions of a new framework of the outbuilding production hall 2A paintshop, located in Bratislava (SK), Volkswagen. The main construction works proceeded during the winter and spring 2010.

V dubnu 2009 rozhodl koncern Volkswagen AG o rozšíření výrobní kapacity bratislavského výrobního závodu. První vozidla nové modelové řady mají opustit linku a putovat k zákazníkům do celého světa v roce 2011. Celková výše investice činí 308 milionů Eur, má vzniknout jeden a půl tisíce nových pracovních míst a celková kapacita závodu tímto krokem vzroste na 400 000 vozidel ročně.

Součástí rozšíření výrobních kapacit byla i přístavba výrobní haly 2A lakovna. Za investora stavby, společnost Volkswagen Slovakia, a. s., zajišťovala přípravu a vedení projektu, v souladu se zavedenými firemními standardy a pověstnou německou přesností, koncernová složka Volkswagen AG Bauplanung. Příprava, realizace a předávání stavby tak probíhaly zásadně dvojjazyčně (slovenština, němčina).

Tendrovou dokumentaci a dokumentaci pro stupeň stavebního povolení objektu haly 2A lakovna vydal v srpnu 2009 generální projektant stavby, slovenská společnost Coproject, a. s. Soupis prací a dodávek byl vytvořen dvojjazyčně za pomoci systému RIB ARRIBA®.

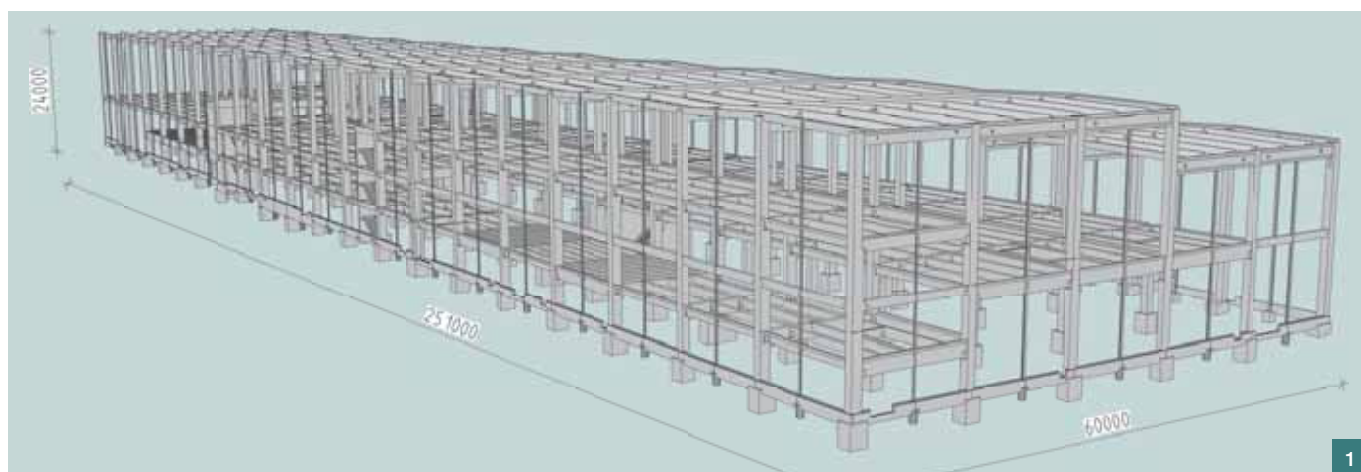
Jedná se o čtyřpodlažní objekt halového typu s celkovými půdorysnými rozměry 251 × 60 m, modulovým rastrem sloupů 12 × 12 m a konstrukční

výškou cca 24 m při hloubce založení -2,2 m (obr. 1).

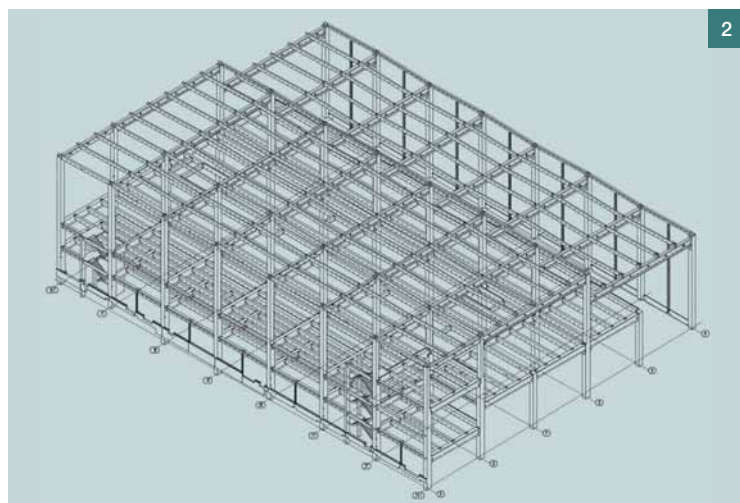
## MONOLITICKÁ KONSTRUKCE VE STUPNI DSP

Ve stupni projektové přípravy Dokumentace pro stavební povolení (DSP) musela být společností BF Partners skeletová nosná konstrukce haly opláštěná fasádními panely s rastrem 6 m navržena z důvodu otevřenosti a obecnosti podmínek výběrového řízení jako monolitická.

Systém stropních konstrukcí tvořily žebrové nosníky a desky uložené kloubově na rastru průběžných sloupů. Nosná střešní konstrukce byla navržena ocelová z příhradových vazníků a vaznic nesoucích trapézové plechy a vlastní střešní skladbu. S ohledem na požární bezpečnost, omezení vzájemné interakce dílců, zajištění robustnosti konstrukce a postup výstavby byla hala příčně rozdělena na tři dilatač-



1



2

Obr. 1 Celkový model 3D objektu haly 2A lakovna ■ Fig. 1 3D visualisation of the building hall 2A paintshop

Obr. 2 Prostorový model prefabrikace dilatačního celku 3 ■ Fig. 2 3D visualisation of the precasted dilatation block no. 3

Obr. 3 Pohled na pokročilou montáž nosné konstrukce výrobní haly 2A lakovna ■ Fig. 3 A view of assembly of the framework of production hall 2A paintshop in high progress

Obr. 4 Výřez z výkresu výztuže typického prefabrikovaného sloupu ■ Fig. 4 A cut from the reinforcement drawing of a typical column

ní celky dvěma dilatačními spárami a korespondujícím zdvojením sloupů. Založení sloupů bylo navrženo na základových patkách. V případě zjištěných rozdílných vlastností podloží nebo zlomů byla v těchto místech předepsána výměna zeminy.

### RÁMCOVÉ PODMÍNKY REALIZACE NOSNÉ KONSTRUKCE

Kromě náročných termínů projektu, tj. během léta a podzimu 2009 příprava projektu, DSP a výběrové řízení, zemní a základové práce, dále pak během zimy a jara 2010 vlastní realizace nosné konstrukce s paralelně běžící prováděcí a výrobní dokumentací, byly ze strany investora kladeny na dodavatele stavby další podmínky, jako např. neomezení stávající výroby, dodržení vysokých bezpečnostních standardů aj.

Jako generální dodavatel stavby zvítězila česká společnost HSF Systém, a. s. Z časových důvodů, faktické proveditelnosti stavby za dodržení přísných smluvních podmínek a termínů, bylo rozhodnuto o kompletní prefabrikaci nosné konstruk-

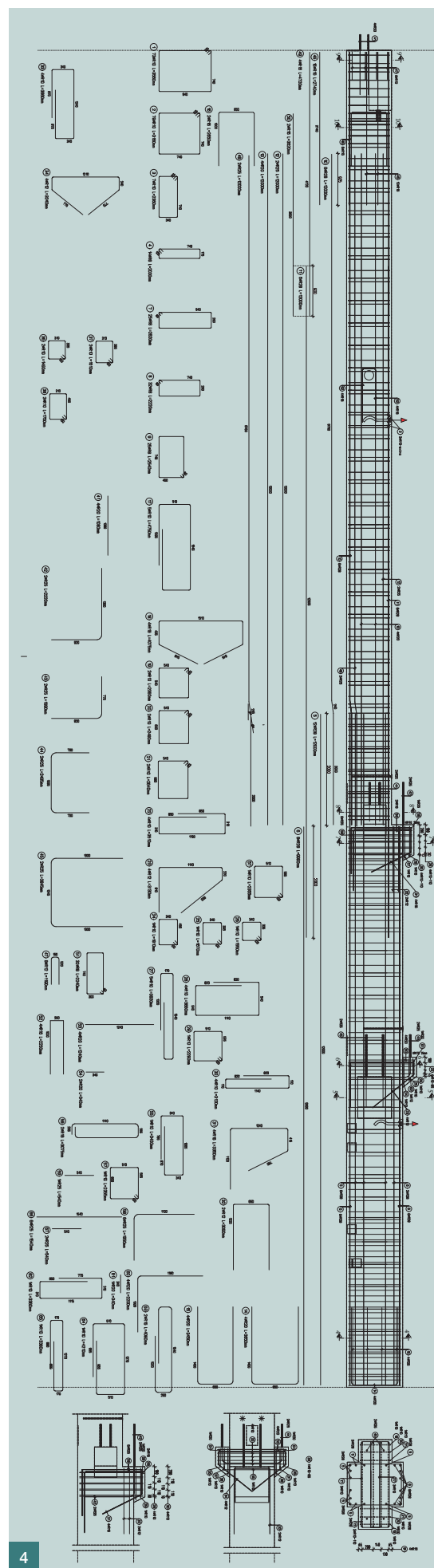
ce. Za subdodavatele prefabrikovaných dílců byla generálním dodavatelem vybrána společnost Prefa Súčany, a. s. Prováděcí a výrobní dokumentaci pak pro tuto zpracovala trenčínská společnost De Bondt, s. r. o. Není bez zajímavosti, že kompletní reengineering, tj. přepracování původní monolitické konstrukce na prefabrikovanou, si zajišťoval zhotovitel prefabrikovaných konstrukcí již ve vlastní režii získané zakázky.

Doprava prefabrikovaných dílců byla silniční, montáž pomocí autojeřábů.

### Zatížení konstrukce

Důležitým činitelem návrhu byla kromě obvyklých stálých zatížení (vlastní tíha, vystrojení konstrukce) a proměnných zatížení (sníh, vítr, seizmicita) investorem blíže specifikována užitná, technologická zatížení, která se při vlastním statickém návrhu dle aktuálních norem STN EN ukázala jako rozhodující.

Charakteristická plošná užitná zatížení stropů byla předepsána jako 7,5, 20 až 22 kN/m<sup>2</sup> pro podlaží +4,5 /







5,4. Pro zbývající dvě podlaží +9 a +13 / +14 pak 7,5 a 10 kN/m<sup>2</sup>. U střechy bylo uvažováno s proměnným zatížením 1,5 kN/m<sup>2</sup>.

Charakteristická lokální zatížení na stropní desku dosahovala extrémních hodnot až 407 kN, běžně pak 100 až 200 kN. Zatížení na dvanáctimetrové vazníky od podvěsů dosahovala hodnot 76 až 87 kN. Pro tyto hodnoty lokálních zatížení od podvěsů nebylo možné nalézt u 24m předpjatých vazníků s danou omezenou konstrukční výškou staticky únosné řešení, což mělo za následek dílčí úpravy projektu. Dalším limitujícím požadavkem návrhu byl předepsaný teplotní rozdíl ±30 K.

Požadavky investora na třídy expozice (XC1, XC2) a požární odolnost (R60) nebyly pro statický návrh konstrukce zásadní.

#### REALIZOVANÁ PREFABRIKOVANÁ KONSTRUKCE

Projekční práce na reengineeringu objektu zahájili projektanti firmy De Bondt v prosinci 2009 a doprovázely stav-

bu od jejího zahájení v lednu 2010 až po její úspěšné předání v červnu 2010. Autoři původní monolitické konstrukce byli investorem pověřeni supervizí statického návrhu. Založení stavby a pater sloupů na velkopřůměrových pilotách a podlahu úrovně ±0,00 zajišťoval subdodavatel generálního dodavatele.

Základní rozměrové parametry objektu a jeho rozdělení na tři dilatační celky dle původního monolitického řešení pro stupeň DSP byly zachovány. Nosná ocelová konstrukce střechy byla nahrazena předpjatými a železobetonovými prefabrikáty. Stropní konstrukce byly řešeny jako monolitická membrána spřažená s filigránovými deskami uloženými na prefabrikovaném trámovém roštu. Prostorový model prefabrikace dilatačního celku uvádí obr. 2, pohled na skutečné provedení pak obr. 3.

#### Svislé konstrukce

Hlavní nosné dílce ve svislém směru jsou prefabrikované sloupy výšky 24 m s obdélníkovým průřezem 1000 × 800 mm a 800 × 800 mm. Slou-

py jsou vetknuté do monolitických kaliců, s výjimkou osy styku přístavby lakovny se stávající halou 2, kde byly pro jejich osazení použity kotvy PFEIFER PSF 30.

Statický výpočet a hospodárný návrh sloupů byl jednou z nejnáročnějších úloh statického řešení. Funkce jediné výtahové šachty 6 × 4 m jako ztužujícího jádra celého systému je totiž minimální. Sloupy tak vynáší i obvodové ztužení konstrukce zabezpečené v každém podlaží průběžnými obvodovými trámy s obdélníkovým průřezem, resp. průřezem ve tvaru obráceného L. Optimální řešení tedy v podstatě neztužených sloupů bylo nalezeno za pomoci softwaru RIB BEST se zohledněním vlivu teorie II. řádu, možnými výrobními imperfekcemi a efektivními tuhostmi průřezů s proměnným stupněm vyztužení a vyloučením tahových napětí betonu. Tato metodika návrhu poskytuje velmi hospodárný návrh při současném zajištění vzpěrné stability sloupu.

Pro osazení průvlaků, ztužujících obvodových trámů a vaznic byly u slou-

Tab. 1 Použité materiály ■ Tab. 1 Material review

Materiál	Konstrukční prvky	Druh/Kvalita
beton	sloupy	C40/50, C50/60
	předpjaté vazníky	C55/67
	železobetonové vazníky	C50/60
	obvodová ztužidla	C35/45
	vaznice	C50/60
	průvlaky a žebra	C50/60
	hlavní trámy	C30/37
ocel	betonářská výztuž	B500B (10505 R)
	předpínací lana D15,5 mm	ST1660/1860

Tab. 2 Porovnání nabídkových a skutečných množství výztuže ■ Tab. 2 A comparison of bidding and real quantity of reinforcement

	Celý objekt		z toho 1.DC	z toho 2.DC	z toho 3.DC
	nabídka	skutečnost	skutečnost	skutečnost	skutečnost
Celkem oceli B500 [kg]	1 920 091	1 570 503	471 817	544 049	554 638
Úspora výztuže „nabídka - skutečnost“:	349 587 kg				

Tab. 3 Porovnání nabídkových a skutečných objemů betonu ■ Tab. 3 A comparison of bidding and real capacity of concrete

	Celý objekt		z toho 1.DC	z toho 2.DC	z toho 3.DC
	nabídka	skutečnost	skutečnost	skutečnost	skutečnost
Celkem betonu [m <sup>3</sup> ]	6 619	6 598	2 082	2 219	2 297
Úspora betonu „nabídka - skutečnost“:	21 m <sup>3</sup>				

Obr. 5 Předpjatý vazník 24 m ■ Fig. 5 The prestressed binder 24 m

Obr. 6 Železobetonový vazník s vaznicemi ■ Fig. 6 The reinforced concrete binder with binding rafters

Obr. 7 Železobetonový průvlak se žebra ■ Fig. 7 The reinforced concrete girder with ribs

Obr. 8 Uložené filigránové desky ■ Fig. 8 Embedded composite ceiling plates

Obr. 9 Detail zmonolitně obvodového průvlaku ■ Fig. 9 A detail of cast-in-situ concrete joint of circuit bearer

pů navrženy v softwaru RIB RTTool krátké konzoly s elastomerovými úložnými prahy a betonovou záhlvkou. Výkres tvaru a výztuže typického sloupu uvádí obr. 4.

### Vodorovné konstrukce

Nosnou konstrukci střechy z trapézových plechů tvoří systém prefabrikovaných předpjatých vazníků o délce 24 m a výšce 1,4 a 1,5 m, železobetonové vazníky délky 12 m o výšce 1,2 a 1,05 m a železobetonové vaznice o délce 12 m s lichoběžníkovým průřezem výšky 650 a 700 mm (obr. 5 a 6).

S ohledem na možnou konstrukční výšku nosníku, požární odolnost a hospodárnost stavby se předpjaté vazníky dlouhé 24 m ukázaly jako nejvýhodnější řešení. Jejich statický návrh včetně zohlednění technologických prostupů, s uvážením transportního systému a stability předpjatého vazníku na sklopení byl řešen komplexně v softwaru RIB RTfermo.

Nosnou konstrukci technologických podlaží tvoří roštová konstrukce slo-

žená z hlavních trámů 12 × 12 m výšky 1 500 mm a osedlaných průvlaků a žebíř 3 m s konstrukční výškou 950 mm. Poloprefabrikovaná stropní deska je spřažená z filigránů tloušťky 60 mm a monolitické dobetonávky 140 mm. Dobetonávka se realizovala po poměrně velkých úsecích, přičemž největší z nich byl v celku 36 × 36 m.

Technologický postup zmonolitně spočíval v tom, že těsně podél míst uložení žebířů na průvlaky se vynechal smršťovací úsek šířky 1 m, čímž vznikly vždy dvě pracovní spáry, ve kterých bylo upraveno rozmístění výztuže při horním povrchu tak, aby tato nebyla současně namáhána ve dvou smršťovacích úsecích. Jako poslední byly betonovány vynechané pásy šířky 1 m. Montáž stropů dokumentují obr. 7 a 8.

V průběhu stavby byla věnována velká pozornost provedení všech detailů, např. důležitému zmonolitnění spoju mezi ztužujícími obvodovými pásy a stropními konstrukcemi (obr. 9). Statickým výpočtem a návrhem v softwa-

ru RIB RTbalken byly u stropních trámů a průvlaků zaručeny technologicky požadované limity průhybů stropních desek. Analogicky pak bylo u obvodových pásů zohledněno jejich namáhání kroucením.

### Použité materiály

Při výrobě prefabricátů byly užity materiály uvedené v tab. 1.

### ZÁVĚR A VYHODNOCENÍ REALIZOVANÉ STAVBY

Přes velký termínový tlak a limitující smluvní i klimatické podmínky – velká část stavby probíhala v tuhých zimních měsících na přelomu roků 2009 a 2010 – se podařilo realizovat mediálně sledovanou stavbu v blízkosti hlavního města Bratislavy včas a ve sjednané kvalitě. Rozhodnutí o prefabrikaci celé konstrukce se tak potvrdilo jako správné. Vzhledem k zimní výstavbě a značné úrovni zatížení technologických podlaží vhodně zvolená prefabrikace doprovázená hospodárným a vysoce kvalitním statickým návrhem jednotlivých dílců vůbec umožnila dodavatelům stavby dodržení úzkého finančního rámce, přísně střeženého náročným, německým soukromým investorem.

Odvážným krokem firmy De Bondt byl při tom její smluvní závazek vůči dodavateli prefabrikátů, dodržet množství výztuže a betonu stanovená společně během procesu tvorby nabídkové ceny, se současnou finanční motivací na dosažených úsporách. Jak přehledně uvádějí závěrečné tabulky 2 a 3 vyhodnocení spotřeby materiálů, podařilo se projektantům na základě jejich odborných zkušeností a za podpory statického softwaru RIB dosáhnout úspory cca 350 t, tj. téměř 20 % betonářské výztuže.

Ing. Ján Olexík

De Bondt, s. r. o.

911 01 Trenčín

mob.: +421 903 551 560

tel.: +421 327 480 040

e-mail: jolexik@debondt.sk

www. debondt.sk



Ing. Libor Švejda

RIB stavební software, s. r. o.

Zelený pruh 1560/99, 140 00 Praha 4

tel.: 241 442 078

mob.: 608 953 721

e-mail: info@rib.cz, www.rib.cz

