

PROGRESSIVE PRECAST BEAM HALLS



Pavel ČÍŽEK
PBK Čížek, a.s.
cizek@pbkczek.cz



Zora ČÍŽKOVÁ
PBK Čížek, a.s.
cizkova@pbkczek.cz

Fig. 1 General view of the precast hall structure
Obr. 1 Celkový pohled na prefabrikovanou halu



BASIC PROJECT DATA

TYPE OF STRUCTURE	Prefab hall with beams and girders roof over the square grid 18 x 18 m
MAIN DIMENSIONS	144 x 90 x 8.7 (12.1) m
OCCUPIED VOLUME	116 057 m ³
TOTAL BUILT-UP AREA	12 960 m ²
CLIENT	Will not be known
ARCHITECT	ADAM PRVNÍ, spol. s r. o., Pardubice
PRECAST STRUCTURE	PBK Čížek, a. s., Chrudim
MAIN CONTRACTOR	TAKENAKA EUROPE GmbH
CONTRACTOR OF PREFAB STRUCTURE	PREZIPP, s. r. o., Chrudim
PERIOD OF ASSEMBLY	15 August – 30 September 2003
TOTAL COST	7 000 000 EUR

INTRODUCTION

An abrupt development of new manufacturing technologies, especially in the automobile and allied industries, electronics with an enormous acceleration of production cycles innovations, forced

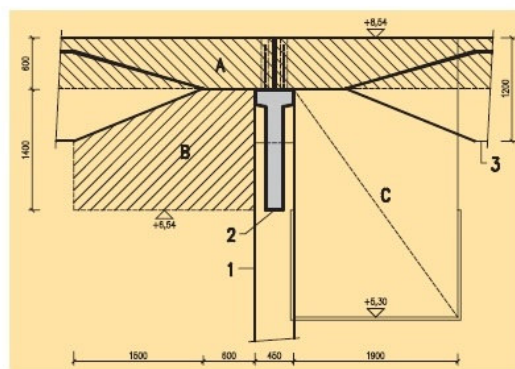
new requirements for the organizational structure of the machinery followed by a new way of technological distributions leading. Industrial concrete decks are together with necessary adaptations of their subsurface proposed for the values of their surface loading, usually within the limits of 20-50 kN/m², exceptionally even more. The decks are designed only for the transport and displacement of the machinery with a possibility of exchange or remodeling in any time period. For these reasons, the leading of technological distributions and media is situated only to the space limited by the carrying roof structure with adequate requirements for its arrangement. Especially the air units achieving a higher mass are placed over the roof. There occurs therefore a considerable increase of roof structures loading and increased requirements for a horizontal permeability for the technological and other distributions.

Precast halls in the classic execution do not satisfy these requirements. It is necessary to adapt the shape of the beams and girders especially in their bearing parts, where the basic technological distributions not only concentrate, but also cross each other. Out of a greater number of these halls we have designed and built up for Japanese clients, I choose as a demonstration a factory building constructed in 2004 in an industrial zone near Pardubice (Fig. 1).

REQUIREMENTS

- Possibility of distributions continuous leading between girders and their limitation in their direction in the layer with a height of 0.6m from above by corrugated sheets and from under by the upper level of main beams.
- Possibility to lead basic line distributions along main beams with a possibility to build a hung-up service corridor (Fig. 2).
- Possibility to place air units with mass up to 20t over the roof with load transfer by a raising steel grid to the roof prefabricated components (Fig. 3).

Fig. 2 Demands of space for piping, wiring and service bridge in relation to the precast roof elements: (A) Along the girders, (B) Along the beams, (C) S-bridge, (1) Column, (2) Beam, (3) Girder
Obr. 2 Požadované prostory na vedení rozvodů a pro obslužné lávky zakomponované do realizované střešní konstrukce: (A) podél vazníků, (B) podél nosníků, (C) obslužná lávka, (1) sloup, (2) nosník, (3) vazník



ZÁKLADNÍ DATA PROJEKTU

TYP KONSTRUKCE	Prefabrikovaná vazníková hala s čtvercovou modulovou sítí 18 x 18 m
HLAVNÍ ROZMĚRY	144 x 90 x 8,7 (12,1) m
OBEŠTAVENÝ PROSTOR	116 057 m ³
ZASTAVENÁ PLOCHA	12 960 m ²
INVESTOR	Nechce být uveden
ARCHITEKT	ADAM PRVNÍ, spol. s r.o., Pardubice
PREFABRIKOVANÁ KONSTRUKCE	PBK Čížek, a. s., Chrudim
HLAVNÍ DODAVATEL	TAKENAKA EUROPE GmbH
DODAVATEL PREFABRIKOVANÉ KONSTRUKCE	PREZIIPP, s. r. o., Chrudim
DOBA MONTÁŽE	15. srpna až 30. září 2003
CELKOVÉ NÁKLADY	7 000 000 EUR

ÚVOD

Prudký rozvoj nových výrobních technologií, zvláště u automobilového a přidruženého průmyslu, elektroniky s enormním zrychlováním inovace výrobních cyklů, si vynutily nové nároky na organizační strukturu strojního vybavení a následně na nový způsob vedení technologických rozvodů. Průmyslové betonové podlahy jsou spolu s nutnými úpravami jejich podloží navrhovány na hodnoty plošného zatížení obvykle v rozmezí 20 až 50 kN/m², výjimečně i více. Podlahy jsou určeny pouze pro dopravu a rozmístění strojového parku s možností výměny či přestavby v libovolném časovém údobí. Z těchto důvodů vedení technologických rozvodů a médií je situované výhradně do prostoru vymezeného nosnou střešní konstrukcí s přiměřenými nároky na její uspořádání. Zejména vzduchotechnické jednotky dosahující vyšší hmotnosti jsou umísťovány nad střechem. Dochází proto k značnému nárůstu zatížení střešních konstrukcí a zvýšeným nárokům na horizontální propustnost technologických a jiných rozvodů.

Montované železobetonové vazníkové haly v klasickém provedení těmto nárokům nevyhovují. Vazník je nutné tvarově upravit ze-



Fig. 4 Bearing detail of beams and girders to the immediate column
Obr. 4 Detail umístění nosníků a vazníků na vnitřní sloup

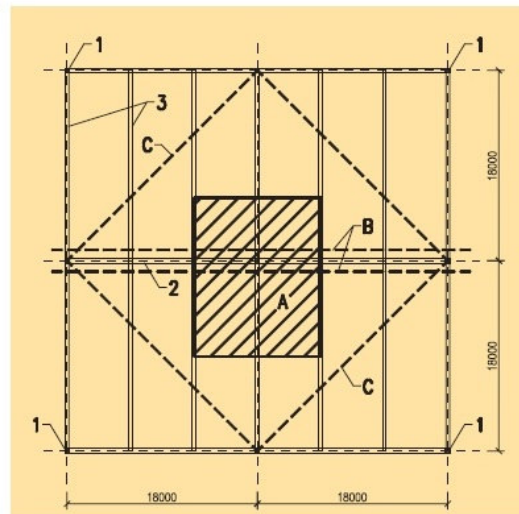


Fig. 3 Maximum loading of roof structure: (A) Air-conditioning unit of 20t, (B) Line loading of piping and wiring, (C) The other technology service load per square unit, (1) Columns, (2) Main beams, (3) Girders

Obr. 3 Maximální zatížení střešní konstrukce: (A) vzduchotechnická jednotka s celkovou hmotností 20 t, (B) liniové zatížení od rozvodů a lávků, (C) užitné plošné zatížení, (1) hlavní nosníky, (2) vazníky

jména v úložných partiích, kde se nejen koncentrují, ale také kříží páteřní technologické rozvodů. Z více vazníkových hal, které jsme vyprojektovali a postavili pro japonské investory, vybírám jako ukázkou tovární objekt postavený v roce 2004 v průmyslové zóně u Pardubic (Obr. 1).

Fig. 5 Column with change of the roof height
Obr. 5 Detail umístění v místě změny výšky haly



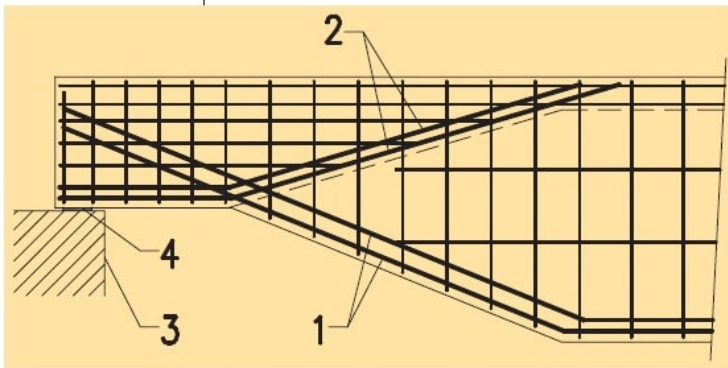


Fig. 6 Reinforcement of dapped end part of girder:
(1) Main bars of looped at top,
(2) Hairpins bars, (3) Support,
(4) Elastomeric pad
300/130/10 mm

Obr. 6 Uspořádání výztuže v koncové oblasti vazníku:
(1) hlavní a spodní výztuž,
(2) výztužné smyčky úložného dílku, (3) podpora, (4) gumové ložisko 300/130/10 mm

Fig. 7 Structure of production hall with a grid of 12/24 m
Obr. 7 Konstrukce výrobní haly s modulí 12/24 m

STRUCTURE

As the most advantageous for the roof structure, there proved to be a proposal of a two-stage system consisting of main beams and perpendicularly to them orientated adequately shaped girders.



The roof structure is supported by a network of inner columns in the raster of 8 x 18/5 x 18 m and outer columns with gaps of 6 m. Girders with a distance of 6 m are laid partly directly on column heads, partly alternatively in couples on main beams. Beams and girders are straight-band ones with T-shape sections and heights of 1.4, resp. 1.2 m. We paid a special attention to the shaping of bearing parts both of the beams and, especially, of the girders. The reasons were in the satisfaction of the already mentioned requirements. The dapped end of girders consists of an expressively extended part with a constant section of 0.4/0.59 m. It is followed by a slow transition to a T-section with two haunches: a decreasing one to the web and an increasing one to the upper flange (Figs 4 and 5). This arrangement is advantageous from both a constructional and static views. The lower reinforcement of the girder web is lead along the lower haunch to the front and safely anchored there. The lower reinforcement of the prismatic bearing part is lead in the shape of loops to the compressed zone of the girder flange (Fig. 6). We verified this type of girder, but in the length of 24 m, in the company Červinka Consulting by the Atera calculation programme. The achieved global safety coefficient $\gamma = 2.29 > 1.79$ stated according to ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) proves reserves and safety of the proposed girder.

CONCLUSION

Actual user's requirements for the construction, in our case roof structures of large free space halls, lead to a proposal of untraditional compositions, shapes and details of prefabricated structures and their elements. In case of the mentioned factory hall, the shapes and design of the components and joints contributed to a significant utilization of concrete in the hall interior with a good aesthetic impression (Figs 6 through 10).

QUANTITIES AND COST: PREFAB STRUCTURE

ELEMENTS	321 pcs.
CONCRETE	858 m ³
COST	400 000 EUR

Fig. 8 Piping in the hall with a grid of 12/24 m
Obr. 8 Technická rozvody v hale s rozsedem 12/24 m



Fig. 9 Structure of production hall with a grid of 18/18 m
Obr. 9 Konstrukce výrobní haly s modulem 18/18 m

POŽADAVKY

- Možnost průběžného vedení rozvodů mezi vazníky a v jejich směru ve vrstvě s výškou 0,6 m vymezení shora trapezovými plechy a zdola vrchní úrovní hlavních nosníků.
- V pásech podél hlavních nosníků možnost vést páteřní líniové rozvody s možností vybudovat zavěšenou obslužnou lávku (Obr. 2).
- Možnost umístit nad střešnou vzduchotechnické jednotky s hmotností až 20t s přenesením zatížení vynášecím ocelovým roštem do střešních prefabrikovaných dílců (Obr. 3).

KONSTRUKCE

Pro střešní konstrukci se ukázal nejvýhodnějším návrh dvoustupňové soustavy, pozůstávající z hlavních nosníků a na ně kolmo orientovaných vazníků s patřičnou úpravou tvaru dílců. Střešní konstrukce je podporovaná sítí vnitřních sloupů v rastru 8 x 18/5 x 18 m a obvodovými sloupy v šestimetrových odstupech. Vazníky s roztečí 6 m jsou ukládané jednak přímo na zhlaví sloupů a střídavě po dvojicích na hlavní nosníky. Vazníky i nosníky jsou přímopasové s průřezy tvaru T a výškami 1,2 m, resp. 1,4 m. Zvláštní pozornost jsme věnovali tvarování úložných oblastí jak nosníků, tak zejména vazníků. Důvodem bylo naplnění již zmíněných požadavků.

Polozapuštěné uložení vazníků pozůstává z výrazně prodloužené části s konstantním průřezem 0,4/0,59 m. Následuje pozvolný přechod do průřezu T s dvěma náběhy: sestupným do stojiny a vzestupným do horní příruby (Obr. 4 a 5). Toto uspořádání je výhodné z konstrukčního i statického hlediska. Spodní výztuž stojiny vazniku je podél spodního náběhu dovedena až k čelu a tam bezpečně zakotvena. Spodní výztuž prizmatické úložné části je ve tvaru smyček dovedena do tlačené oblasti příruby vazniku (Obr. 6). Tento typ vazníků, avšak délky 24 m, jsme nechali ověřit u fy Červenka Consulting výpočetním programem Atena. Dosažený globální součinitel bezpečnosti $\gamma = 2,29 > 1,79$ stanovený dle ČSN ENV 1992-1-1 (73 1201) prokazuje rezervy a bezpečnost navrženého vazniku.

ZÁVĚR

Současné uživatelské požadavky na konstrukce, v našem případě na střešní konstrukce vazníkových hal, vedou k navrhování netradičních

skladeb, tvarů a detailů prefabrikovaných konstrukcí. V případě uvedené tovární haly tvary a design dílců i styků přispěly k výraznému uplatnění betonu v interiéru haly s příznivým estetickým dopadem (Obr. 6 až 10).

SPOTŘEBA A CENA: PREFABRIKOVANÁ KONSTRUKCE

DÍLCE	321 ks
BETON	858 m ³
CENA	400 000 EUR



Fig. 10 Change of full height of a hall for placing a crane
Obr. 10 Změna výšky haly pro jiřábovou dráhu