

MULTIFUNCTIONAL HALL IN LIBEREC



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



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



Zdeněk BURKOŇ
PBK Čížek, a.s.
burkon@pbkczizek.cz

Fig. 1 Overview of the multifunctional hall
Obr. 1 Celkový pohled na víceúčelovou halu



BASIC PROJECT DATA

TYPE OF STRUCTURE	Four till five storey precast concrete skeleton structure over oval plan with cast-in-situ cores and with large span steel roof structure
MAIN DIMENSIONS	107 x 89 x 22 m
CLIENT	Town Liberec, represented by STADION Liberec, s. r. o.
ARCHITECT	BFB – studio, spol. s r. o., Praha
PRECAST STRUCTURE	PBK Čížek, a. s., Chrudim
MAIN CONTRACTOR	SYNER, s. r. o., Liberec
CONTRACTOR OF PREFAB STRUCTURE	A-Z PREZIP, a. s., Chrudim
PERIOD OF ASSEMBLY	February 2004 – July 2004
TOTAL COST	26 000 000 EUR

INTRODUCTION

The construction for a multifunctional hall or a stadium is traditionally a hybrid one. The dominant position for the erection of stands and

back areas belongs to an assembled prefabricated reinforced-concrete construction, a steel structure is used for the hall space covering, and circulation cores are monolithic ones. The mass and architectural concept comes out of the functional content of the building (Fig. 1). A liberally conceived oval ring embraces four levels of galleries connected to the inner hall space with an auditorium and the central free area (Fig. 2). The ring is made distinctive by circulation tubes with flights of stairs and lifts standing forth. The size of the building is a result of its versatility and required capacities, i.e. seven thousand spectators in the auditorium and eight and a half thousand when the free area is used for spectators. The maximal length is of 107 m, width of 89 m and height of 22 m. The covered hall is of medium size and so it corresponds to the regional signification of the Liberec district and also to the human scale with an agreeable contact of a spectator with the sports tilt-yard or the cultural scene. To this purpose, we also have adapted the scale of the construction and its details with use of its architectural forms, in particular concerning its interior. The building is divided into four equivalent dilatation parts with dilatation joints situated along the elliptic ground plan main axes.

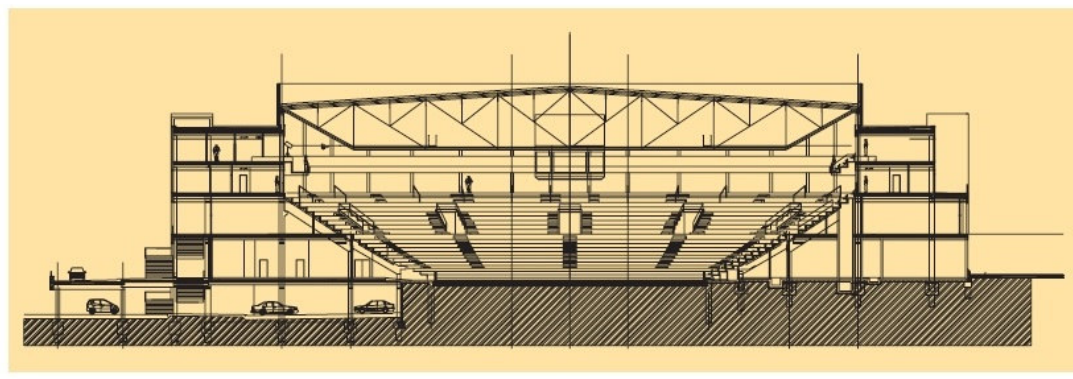


Fig. 2 Cross-section of the hall
Obr. 2 Příčný řez halou



Milan VÍCH
PBK Čížek, a. s.
vich@pbkczek.cz

ZÁKLADNÍ DATA PROJEKTU

TYP KONSTRUKCE	čtyř až pětipodlažní prefabrikovaná skeletová konstrukce oválného půdorysu s monolitickými jádry a ocelovou velkorozponovou střechou
HLAVNÍ ROZMĚRY	107 x 89 x 22 m
INVESTOR	Statutární město Liberec, zastoupené STADION Liberec, s. r. o.
ARCHITBT	BFB – studio, spol. s r. o., Praha
PREFABRIKOVANÁ KONSTRUKCE	PBK Čížek, a. s., Chrudim
HLAVNÍ DODAVATEL	SYNER, s. r. o., Liberec
DODAVATEL PREFABRIKOVANÉ KONSTRUKCE	A-Z PREZIP, a. s., Chrudim
DOBA MONTÁŽE	únor až červenec 2004
CELKOVÉ NÁKLADY	26 000 000 EUR

ÚVOD

Konstrukce pro víceúčelovou halu či stadion je tradičně hybridní. Dominantní postavení pro výstavbu tribun a zázemí má montovaná prefabrikovaná železobetonová konstrukce, pro překryv halového prostoru konstrukce ocelová, komunikační jádra jsou monolitická. Hmotové a architektonické pojetí vychází z funkčního obsahu budovy (Obr. 1). Velkorose koncipovaný oválný prstenec obepíná čtyři úrovně ochozů napojených na vnitřní halový prostor s hledištěm a centrální volnou plochou (Obr. 2). Prstenec je ozvláštěn předstupujícími komunikačními tubusy se schodišti a výtahy. Velikost budovy vychází z víceúčelovosti a požadované kapacity pro sedm tisíc diváků v hledišti a z osm a půl tisícové kapacity při využití volné plochy pro diváky. Největší délka je 107 m, šířka 89 m a výška 22 m. Krytá hala je střední velikosti a tím odpovídá regionálnímu významu Libereckého kraje a také lidskému měřítku s příjemným kontaktem diváka se sportovním kolbištěm či kulturní společenskou scénou. Tomu jsme přizpůsobili i měřítko konstrukce a jejich detailů s uplatněním jejího tvarosloví v architektuře, zejména interiéru. Budova je rozčleněna na čtyři rovnocenné dilatační části s dilatačními spárami situovanými podél hlavních os eliptického půdorysu.

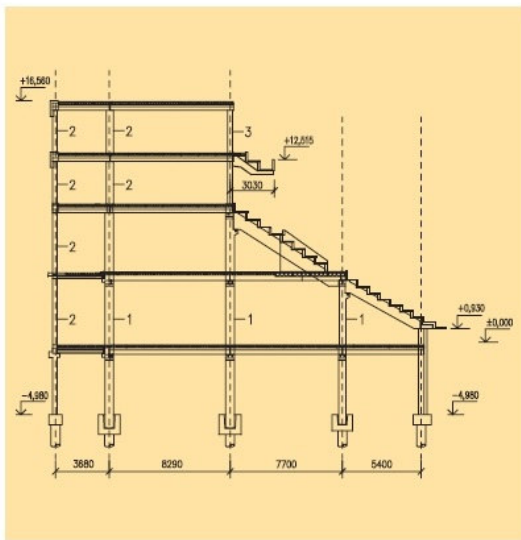


Fig. 3 Main frame system: 1 – Continuous columns, 2 – Divided columns, 3 – Steel columns
Obr. 3 Hlavní rámová soustava: 1 – průběžné sloupky, 2 – dělené sloupky, 3 – ocelové sloupky

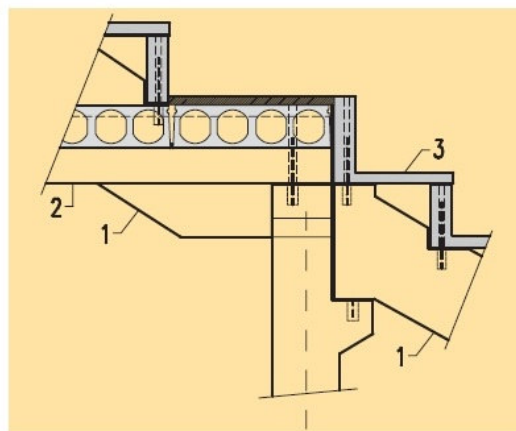


Fig. 4 Stand beam (1) impacted between the ribs of ceiling twin beam (2) with bench parts (3) and hollow core slabs (4)

Obr. 4 Tribunový nosník (1) vkládný mezi žebra stropní zdvojené rámové příčle (2) s tribunovými lavicemi (3) a se stropními panely Partek (4)

KONSTRUKCE A VÝSTAVBA

Konstrukce pozůstává z rámových soustav s průběžnými či dělenými sloupky. Rámy mají jednak vodorovné příčle nesoucí stropní desky, jednak spádové tribunové nosníky v hledišti, na které jsou uloženy lavice s průřezem písmene L (Obr. 3). Souběžné rámy v delším příčném úseku mají rozteč 8,6 m. V obloukových segmentech jsou rámy uspořádány vějířovitě s proměnnou roztečí až do 7 m. Kombinaci zdvojených rámových příčel a jednoduchých tribunových nosníků jsme zvolili z více důvodů. Předně širší průřez příčel s tvarem obráceného U vede k výhodnému zkrácení stropních desek. Při křížení příčel s tribunovým nosníkem nedochází ke kolizi. Ve směru orientované tribunové nosníky jsou ukládány na čelní konzoly průběžných sloupů či zhlaví sloupů dělených a procházejí mezi žebry rámových příčel, uložených na boční konzoly těch samých sloupů (Obr. 4 a 5). U vnitřních sloupů jsou v čelech mezi žebry příčel systémově vytvořeny otvory pro vedení svislých rozvodů (Obr. 6). Ve vrchní ploše tribunových nosníků jsou pravouhlé výřezy s vodorovnou ploškou pro uložení lavic a kruhovými vybráními pro dodatečné vložení propojovacích trnů. Všechny styky jsou zakryté pohledovými plochami tribunových lavic.

Fig. 5 View on a part of an uncovered frame with stand beam, twin beam and benches
Obr. 5 Pohled na část obnaženého rámu s tribunovým nosníkem, zdvojeným nosníkem a lavicemi

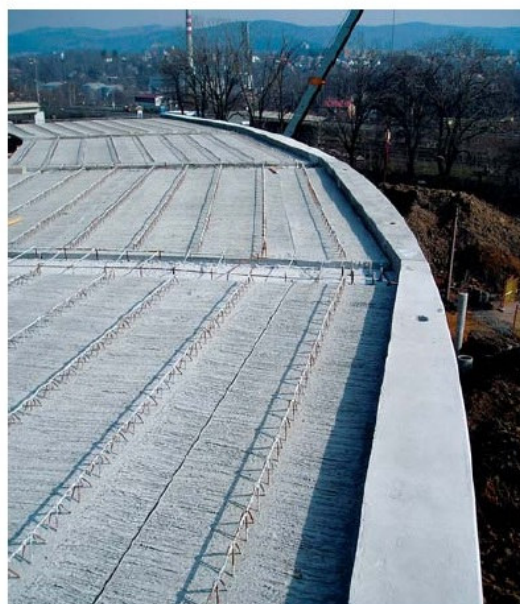


Fig. 6 Twin beam with an opening for wiring and piping placed on a steel column carrying the roof cover of the hall

Obr. 6 Zdvojený nosník s otvorem pro vedení rozvodů uložený na ocelový sloup, který nese střešní překryv haly

Fig. 7 Ceiling with filigranes and a covered peripheral supporting structure

Obr. 7 Strop s filigrány a zakruženým obvodovým nosníkem



CONSTRUCTION AND ERECTION

The construction consists of frame assemblies with continuous or divided columns. The frames have partly horizontal cross-bars carrying floor slabs partly with rakers and stand beams in the auditorium, on which are laid benches with L-section (Fig. 3). The collateral frames in their longer straight part have a span of 8.6 m. In arc-shaped segments, the frames are arranged fanwise with a variable span up to 7 m. We have chosen the combination of twin frame cross-bars and simple stand beams for more reasons. First of all, a wider cross-section of the bars with the shape of an inverted U leads to an advantageous floor slabs shortening. There is no collision on bars crossing with the stand beam. In gradient situated stand beams are laid upon continuous columns front brackets or divided columns heads and pass between the ribs of frame cross-bars laid upon side brackets of the same columns (Figs 4 and 5). On the inner columns in the fronts between cross-bar ribs, there are systemic created openings for the leading of perpendicular ducts (Fig. 6). In the upper surface of stand beams there are rectangular cut-outs with horizontal flats to lay on benches and circular recesses for additional insertion of connecting pins. All the joints are covered by stand benches facings.

Floor slabs for the module of 8.6 m are put together of in advance pre-stressed hollow-core panels 200 mm thick and are coupled with a 65 mm thick concrete membrane. For modules up to 7 m, there were proposed continuous reinforced-concrete slabs coupled with

Fig. 8 Tectonic of floor structure in the rounded part

Obr. 8 Tektonika stropní konstrukce v zakružené části



filigranes in the whole thickness of 195 mm (Fig. 7 and 8). Surface of the layers of overlaid concrete has got a final treatment.

Joining of the floor prefabricated constructions to monolithic walls of the circulation cores was solved by supporting prefabricated wall segments in the width of frame cross-bars. A special wall side adaptation ensured a sufficient connection with the monolithic execution. In this way, we have ensured an independency and velocity of the prefabricated construction assembly that was going on in two stages: assembly without stands from 8 February till 30 April, 2004, followed then by the steel roof construction assembly (Fig. 10) and afterwards the assembly of stands from 1 June till 30 July, 2004.

CONCLUSION

The multifunctional hall at Liberec is an example of a hybrid construction with an appropriate use of concrete both in the monolithic and prefabricated executions combined with steel, especially for the large-span roof construction. Against the original proposal, there was increased the portion of prefabrication, so that no undesirable mixture of technologies occurs.

The shapes of the components and joints details were proposed with regard to the use of the construction in the interior architecture. The rhythm of cross-bars with twin ribs induces a feeling of harmony and larger spaces.

The proposed prefabricated construction was assembled without any troubles. From the architectural view, its composition, forms and details have a favourable effect. High-quality surfaces of visible faces of the prefabricated components and keeping of stated dimensional tolerances only point out the significant portion of prefabrication on this structure.

QUANTITIES AND COST OF PREFAB STRUCTURE

ELEMENTS	1787 pcs.
CONCRETE	1921 m ³
STEEL REINFORCEMENT	180t
HOLLOW CORE SLABS	524 pcs. ~ 4750 m ²
SOFFIT SLABS	654 pcs. ~ 6382 m ²
COST	1 230 000 EUR

Stropní desky pro modul 8,6 m jsou sestaveny z předem předjatých dutinových panelů s tloušťkou 200 mm a jsou spážené s 65 mm silnou betonovou membránou. Pro moduly do 7 m byly navrženy spojitě železobetonové desky spážené s filigrány v celkové tloušťce 195 mm (Obr. 7 a 8). Povrch nadbetonovaných vrstev má konečnou pochůznou úpravu.

Vazba stropních prefabrikovaných konstrukcí na monolitické stěny komunikačních jader byla vyřešena podpůrnými prefabrikovanými stěnovými segmenty v šířce rámových příčlí. Speciální úprava boků stěn zajistila dodatečné spojení s monolitickým provedením (Obr. 9). Tímto jsme zajistili nezávislost a rychlost montáže prefabrikované konstrukce, která probíhala ve dvou fázích: montáž bez tribun 8. února až 30. dubna 2004, pak následovala montáž ocelové střešní konstrukce (Obr. 10) a následně montáž tribun od 1. června do 30. července 2004.

ZÁVĚR

Víceúčelová hala v Liberci je příkladem hybridní konstrukce s vhodným využitím betonu jak v monolitickém tak v prefabrikovaném provedení v kombinaci s ocelí zejména pro velkorozponovou střešní konstrukci. Oproti původnímu návrhu byl zvětšen podíl prefabrikace tak, aby nedocházelo k nežádoucímu směřování technologií. Tvary dílců a detaily styků byly navrženy s ohledem na uplatnění konstrukce v interiéru. Rytmus příčlí se zdvojenými žebry navozuje harmonický pocit i větších prostorů.

Navrhovaná prefabrikovaná konstrukce byla smontována bez jakýchkoli obtíží. Její skladba, tvarosloví a detaily působí z architektonického hlediska příznivě. Kvalitní povrchy viditelných ploch prefabrikovaných dílců a dodržení stanovených rozměrových tolerancí jen podtrhují významný podíl prefabrikace na této stavbě.



Fig. 9 Prefabricated wall unit – an earlier assembler support of a crossbeam. It is a part of the monolithic core
Obr. 9 Prefabrikovaný stěnový dílec – v předstihu montovaná podpora rámové příčle. Je součástí monolitického komunikačního jádra

SPOTŘEBA A CENA PREFABRIKOVANÉ KONSTRUKCE

DÍLCE	1787 ks
BETON	1921 m ³
OCEL	180t
PANELY PÁRTEK	524 ks ~ 4750 m ²
FILIGRÁNOVÉ DESKY	654 ks ~ 6382 m ²
CENA	1 230 000 EUR



Fig. 10 Assembly of a prefabricated stand from the internal already roofed stadium area
Obr. 10 Montáž prefabrikované tribuny z vnitřní již zastřešené plochy stadionu