

# VÝSTAVNÍ, SPORTOVNĚ-KULTURNÍ A KONGRESOVÉ CENTRUM V KARLOVÝCH VARECH EXHIBITION, SPORTS, CULTURAL AND CONGRESS CENTRE IN KARLOVY VARY

**PAVEL ČÍZEK, ZDENĚK BURKOŇ,  
MARTIN VAŠINA**

Pro hybridní konstrukci multifunkční a tréninkové haly je použitý železobetonový skelet v kombinaci prefabrikace a monolitu s výrazným využitím prefabrikovaných dílců, a to i z lehkého betonu. V souladu s architektonickým záměrem je nosná konstrukce ve velké míře v interiéru přiznaná. Pro překryv halových prostorů obou hal byla navržena ocelová konstrukce s obloukovými příhradovými vazníky. Při návrhu betonové konstrukce byly využity poznatky z výstavby obdobné konstrukce liberecké Tipsport arény z roku 2004.

For the hybrid structure of the multipurpose and training hall, the reinforced concrete skeleton in a combination of prefabrication and monolith with noticeable exploitation of prefab units, made, among others, from lightweight concrete, was used. The load-bearing structure in the interior is, in accordance with the architectural design, articulated to a large degree. A steel structure with arch Belgian trusses was designed for the overlap of the hall spaces of both

the halls. The design of the concrete structure employed the knowledge gained during the construction of a similar structure of the Tipsport Arena in 2004.

## ARCHITEKTONICKÝ, STAVEBNÍ A DISPOZIČNÍ NÁVRH

Navrhovaný areál nabídkou služeb v oblasti kultury a výstavnictví, sportovních a rekreačních aktivit má umožnit celoroční využití všech vrstev obyvatelstva, od naplnění volného času mládeže až po odpočinek a regeneraci starších generací v prostředí navozujícím atmosféru uvolnění, relaxace a odpočinku. Koncepte návrhu „Výstavního a sportovně kulturního centra v Karlových Varech–Tuhnicích“ vychází z funkčních návazností dvou hlavních objektů, víceúčelové haly s kapacitou 5 660 diváků a tréninkové hokejové haly se zázemím hokejového oddílu, včetně menší galerie pro asi 100 diváků, propojených spojovacím objektem obsahujícím společné technologické zázemí (obr. 1). Tato skladba a situování vytváří v území základní architektonický tvar v návaznosti na stávající stadion připomínající hmotu podkovy, která svými rozměry připouští umístění

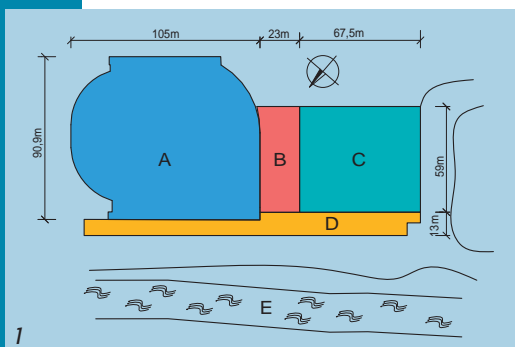
velkých objemů obou staveb. Haly vyrůstají ze společné podnože v úrovni nástupního třetího nadzemního podlaží. V úrovni druhého nadzemního podlaží je stavba liniově zvýrazněna předsunutou obslužnou komunikací. V návaznosti na město je tato část pravého břehu řeky Ohře pohledově chráněna meandrem řeky s vysokou pobřežní zelení.

## MULTIFUNKČNÍ HALA

Multifunkční hala má obdélníkový půdorys s maximálními rozměry 90,9 x 105 m se zaoblenými nárožními, v terénu s převýšením 8,4 m (obr. 2).

Objekt je rozdělen na čtyři rovnočné dilatační části s dilatačními spárami situovanými podél hlavních os kvazioválného půdorysu. Primární nosný systém konstrukce tvoří převážně čtyřpodlažní rámy rozmístěné po obvodu konstrukce s přímou vazbou na tribuny vnitřního halového prostoru s maximálními rozměry 64,6 x 94,6 m. Rámy jsou situovány v roztečích 8,6 m v delších a 4,3 m v kratších přímých úsecích a mají proměnlivou rozteč s vějířovitým uspořádáním v obloukových nárožních segmentech. Příčle mají průřezy tvaru obráceného U, stropní desky vytváří předem předpínané dutinové panely typu PARTEK, převážně spřažené s betonovou membránou. Sloupy jsou buď průběžné s konzolami nebo dělené s obdélníkovým nebo kruhovým průřezem. Návrh prefabrikované konstrukce včetně tribun je podrobně popsán a zdůvodněn v článku Víceúčelová hala v Liberci [1].

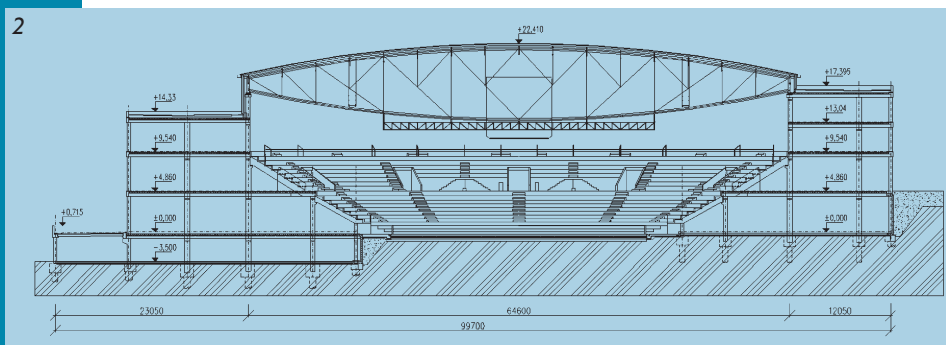
Zkušenosti z výstavby liberecké Tipsport arény jsme využili k úpravám konstrukce, jež vedly ke zjednodušení výroby, ale zejména ke zjednodušení a zrychlení montáže konstrukce na stavbě. Z těchto důvodů byl také pozměněn návrh konstrukce uvedený v dokumentaci pro zadání stavby, kde se uvažovalo s monolitickou stropní konstrukcí a monolitickými sloupy nad částí půdorysu s otevřeným garážovým stáním v suterénu. Stropní konstrukce i sloupy byly navrženy prefabrikované jako v horních podlažích. Změna postihla i předsunutou monolitickou příjezdovou rampu, přeměnou z monolitické na čistě



Obr. 1 Situace budovaných objektů;  
A – multifunkční hala, B – spojovací  
krček, C – tréninková hala,  
D – rampa, E – řeka Ohře

Fig. 1 Situation of the constructions being  
built; A – multipurpose hall;  
B – connecting link; C – training hall;  
D – ramp; E – the Ohře river

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



Obr. 3 Montáž prefabrikované konstrukce – celkový pohled

Fig. 3 Assembly of the prefab structure – general view



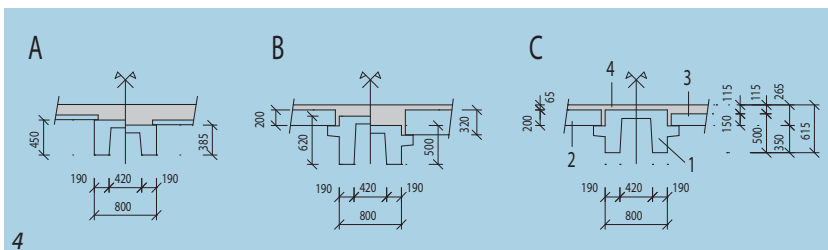
Obr. 4 Základní průřezy rámových příčlí:

A, B – Tipsport aréna v Liberci;  
C – multifunkční hala v Karlových Varech

A – průřezy s vazbou na filigránové stropy, B – průřezy s vazbou na dutinové panely, C – jednotný průřez pro všechny stropy s vazbou na dutinové panely;

1 – unifikovaný průřez rámové příčle,  
2 – stropní panel tloušťky 200 mm,  
3 – stropní panel tloušťky 150 mm,  
4 – monolitická membrána

Fig. 4 Basic cross sections through the cross-arms: A, B – Tipsport Arena in Liberec; C – multipurpose hall in Karlovy Vary; A – cross sections linked to filigreed ceilings; B – cross sections linked to hollow panel units; C – unified cross section for all ceilings linked to hollow panel units; 1 – unified cross section of the cross-arms; 2 – ceiling slab 200 mm thick; 3 – ceiling slab 150 mm thick; 4 – monolithic membrane



prefabrikovanou. Tím se podstatně zjednodušila a zrychlila výstavba betonového skeletu (obr. 3). Toho jsme dosáhli následujícími změnami a úpravami konstrukce, jejich dílců a styků použitých při výstavbě Tipsport arény v Liberci.

Rámové příčle s průřezem tvaru obráceného U s výškami 385 a 450 mm spřažené s filigránovými spojitými stropními deskami a s výškami 500 a 620 mm, doplněné průběžnými konzolkami na uložení dutinových panelů, představují čtyři typy průřezů i forem pro jejich výrobu. U multifunkční haly v Karlových Varech se díky

návahu stropních desek s výhradním použitím dutinových panelů podařilo průřezy příčlí sjednotit na jeden rozměr (obr. 4). To mělo příznivý dopad na formovací zařízení výrobce dílců a na zjednodušení detailů uložení i styků při montáži na stavbě.

Filigránové desky použité v zakružených segmentech a u menších rozponů

při výstavbě liberecké haly způsobovaly potíže potřebou husté sítě dočasných podpor, které znemožňovaly provádění návazných profesních činností ve spodních podlažích. Také koordinace tří dodavatelů (dutinové panely, filigránové desky, transportbeton) byla zjednodušena odběrem panelů od jediného dodavatele.

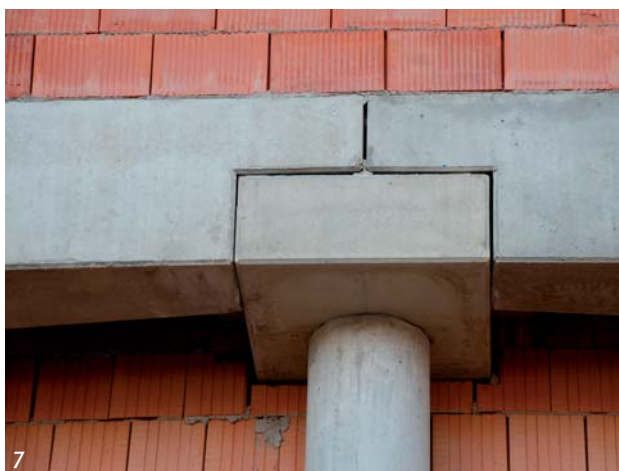
Obr. 5 Pohled na stropní konstrukci s panely Partek v obloukových segmentech

Fig. 5 View of the floor structure with Partek panels in arch segments

Obr. 6 Uložení zakružených obvodových nosníků – celkový pohled

Fig. 6 Placement of bended spandrel beams – general view





7



8



9



10

Obr. 7, 8 Detaily uložení zakružených obvodových nosníků – sloup, příčle, obvodový nosník, vyzdivka

Fig. 7, 8 Details of the placement of bended spandrel beams – column, cross-arms, spandrel beam, brickwork

Obr. 9 Atypické nároží – vazba radiálně uspořádaných nosníků na ortogonální systém – pohled z žabí perspektivy

Fig. 9 Atypical corner – coupling of radially arranged girders to the orthogonal system – frog's eye perspective

Obr. 10 Atypické nároží – pohled z ptáčí perspektivy

Fig. 10 Atypical corner – bird's eye view



11

Byly použity předem předpínané panely tloušťky 200 mm a pouze v oblastech sanitárních provozů byly nahrazeny panely s tloušťkou 150 mm (obr. 5). Detaily uložení zakružených obvodových nosníků se vyznačují jednoduchostí a kvalitním designem (obr. 6, 7, 8). Z čistě architektonického hlediska by byla vhodná přiznaná kombinace prefa dílců s lícovým zdívem. Také monolitické stropy v atypických částech půdorysu byly nahrazeny prefabrikovanými (obr. 9, 10).

V části hlediště v půdorysu vymezeném rozměry 7,7 x 25 m a mezi stropy 3. a 4. NP s výškou 5 m byla investorem vyžádána vestavba pro potřeby provozování velkokapacitního kina s využitelností i pro Karlovarský MFF. Tento požada-

Obr. 11 Pohled na smontovaný vestavek s promítací kabinou

Fig. 11 View of the assembled building-in with a projection booth



Obr. 12 Dvojlavice na skládce v LIAS Vintřov  
Fig. 12 Double bench in the LIAS Vintřov dumping place



Obr. 13 Boční stěna vstupního koridoru na skládce v LIAS Vintřov

Fig. 13 Side wall of the entrance corridor in the LIAS Vintřov dumping place

vek byl uplatněn v době, kdy již probíhala montáž prefabrikované konstrukce haly. Umístění promítací kabiny a jejího zázemí si vyžádalo vložení dalšího stropu sestaveného z dutinových panelů spřažených s 50mm membránou s lokálními doplňky filigránových desek uložených na soustavu stěnových útvarů. Na šikmo orientované boční stěny vymezující prostor vestavby jsou uloženy krajní lavice navazujícího hlediště (obr. 11).

Žádoucí snížení hmotnosti konstrukčních dílců zatěžujících primární nosnou soustavu lze dosáhnout použitím lehkého betonu pro jejich výrobu. Ten jsme navrhli pro tribunové lavice a stěny vstupních koridorů v hledišti multifunkční haly. Umožnila to výroba prefabrikovaných

dílců LIAS Vintřov ležící v blízkosti stavebního místa (obr. 12, 13), která disponuje výrobou betonu s použitím lehkého kamene Liapor. Vyznačuje se nízkou objemovou hmotností, relativně vysokou pevností a výbornou zpracovatelností. Navíc v zimě roku 2001/2002 zde byly z lehkého betonu úspěšně vyrobeny dílce s komplikovaným prostorovým tvarem koncových částí tribuny dodané na fotbalový stadion ve Wolfsburgu. Pro tribunové lavice multifunkční haly v Karlových Varech se dvěma druhy průřezů (obr. 14, 15) a maximální délkou dílců 8,6 m byl použitý samozhutitelný beton LC25/28-D1,6 XF4 XC4 se statickým modulem pružnosti 21,6 GPa. V porovnání s prakticky identickými lavicemi vyrobenými z běžného betonu pro Tipsport arénu v Liberci došlo ke snížení stálého zatížení o 1,75 kNm<sup>2</sup>, což pro tribunový nosník znamenalo zmenšení stálého zatížení o 15 kNm<sup>-1</sup>. Došlo tak k úspoře konstrukčního materiálu tribunových nosníků. Lehký beton byl použit také na stěnové dílce vstupních koridorů uložených na stropní konstrukci s dutinovými panely Partek. Osvědčené detaily vzájem-

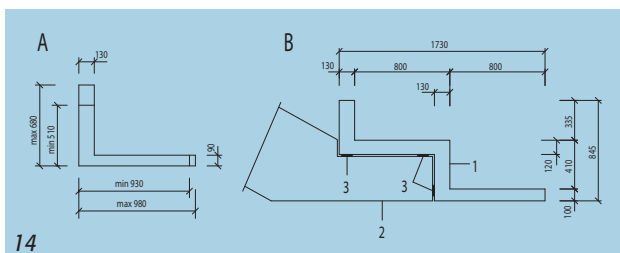
ného propojení lavic a jejich uložení na tribunové nosníky byly v nezměněné podobě převzaty z liberecké haly a byly také použity pro výstavbu fotbalového stadionu Slavie. Značný objem tribunových dílců vyrobených z lehkého betonu má příznivý vliv i na snížení zatížení sloupů a základů.

Části monolitických stěn čtyř komunikačních jader se schodišti, výtahy a šachtami s rozvody, umístěné v delších stranách obvodu u zakružených nároží ve vazbě na prefabrikovaný skelet, jsou nahrazeny prefabrikovanými dílci. Důvodem je zajištění nezávislosti, přesnosti a rychlosti montáže prefabrikované konstrukce (obr. 16). Monolitické části komunikačních jader se prováděly dodatečně.

Monolitické šachty pro schodiště a výtah situované při obvodu delší strany oválného půdorysu arény nepůsobí příznivě na statické chování dilatačních celků a způsobují i potíže při výstavbě. Z tohoto důvodu

Obr. 14 Tribunové lavice; A – základní typ s variabilními rozměry, B – spodní dvojlavice s konzolovým vyložení spodní desky; 1 – dvojlavice, 2 – tribunový nosník, 3 – úložná ložiska

Fig. 14 Stand seats; A – basic type with variable sizes, B – lower double bench with cantilever clear span of the lower slab, 1 – double bench, 2 – stand girder, 3 – supporting bearings



Obr. 15 Výsek hlediště s oběma druhy lavic  
Fig. 15 Part view of the auditorium with two types of benches



byla stěnová soustava nahrazena trámovými výměnami v rovinách stropních konstrukcí a komunikační prostor byl vymezen dodatečně vyzdívanými stěnami.

Na rozdíl od liberecké arény, kde byla střešní příhradová konstrukce ukládána na ocelové sloupy vrchních dvou podlaží, u karlovarské multifunkční haly byly všechny sloupy betonové s rozšířenou hlavou a se zabudovanými kotevními deskami

pro uložení ložisek střešní konstrukce. Při výrobě dílců a jejich montáži byly výrobní i montážní tolerance zpřísněny. Přes všechna opatření původně požadované tolerance nebyly dodrženy a bylo nutné v některých případech navrhnout náhradní řešení detailu uložení ložisek (obr. 17).

#### TRÉNINKOVÁ HALA

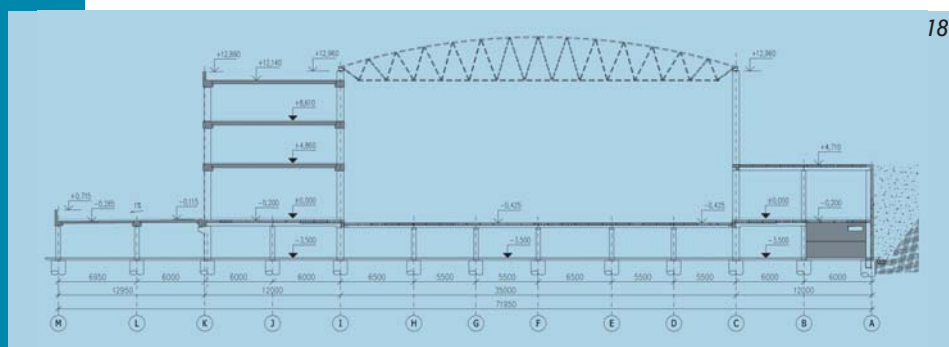
Budova s tréninkovou halou má půdorys

Obr. 16 Prefabrikovaná konstrukce připravená pro dostavbu monolitického komunikačního jádra

Fig. 16 Prefab structure prepared for the completion of the monolithic communication core

Obr. 17 Detail ložiska pro uložení příhradového vazníku na upravené zhlaví prefabrikovaných sloupů

Fig. 17 Detail of the bearing for the placement of the trussed girder in the prepared head of prefab columns



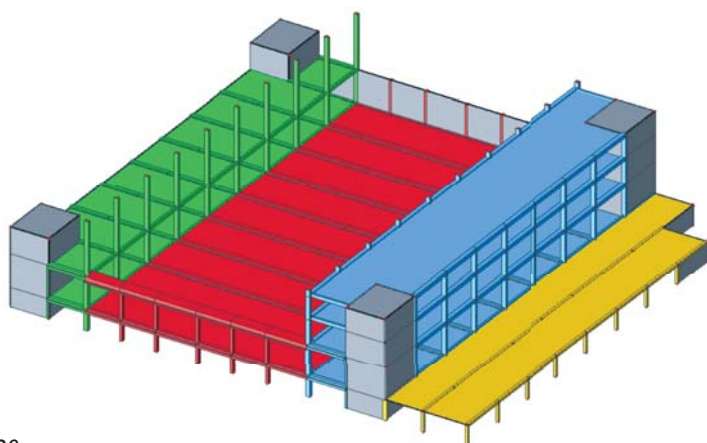
67,5 x 59 m resp. 72 m i s vnější rampou a je usazena v terénu s převýšením 8,4 m (obr. 18). V 1. NP je parking s kapacitou 169 stání, ve 2. NP je umístěn externí parking s dvaceti sedmi stáními pro zaměstnance. V tomto podlaží je navržena tréninková plocha pro hokej v hale s půdorysnými rozměry 67,5 x 35 m s návazným provozním a šatným zázemím hokejového oddílu i galerií pro přibližně sto diváků. Halový prostor je zastřešený příhradovými ocelovými vazníky a bude využíván i pro kulturní a výstavní akce (obr. 19).

Nad hokejovými šatnami jsou po delší straně ledové plochy umístěny administrativní proozy, restaurace, kanceláře hokejového oddílu a kanceláře „Výstavního, sportovně-rekreačního a kongresového centra“. Na opačné jižní straně je

Obr. 18 Příčný řez tréninkovou halou  
Fig. 18 Cross section of the training hall

Obr. 19 Halový prostor nad prefabrikovanou podlahou kluziště, v pozadí multifunkční hala

Fig. 19 Hall space above the prefab floor of the ice rink, multipurpose hall in the background



20

Obr. 20 Statické schéma tréninkové haly – prostorový model SCIA

Fig. 20 Static diagram of the training hall – SCIA spatial model

Obr. 21 Stropní konstrukce s panely Partek 320 v jednotraktu s modulem 12 m

Fig. 21 Floor structure with Partek 320 panels in a single span with 12 m module

situován prostor pro případnou dostavbu budoucí obchodní galerie.

### KONSTRUKCE

V dokumentaci pro zadání stavby byla betonová konstrukce navržena jako monolitický bezprůvlakový skelet se sítí sloupů 7,5 x 6,5 resp. 5,5 m. Na žádost hlavního dodavatele stavby jsme navrhli konstrukci s maximálním využitím prefabrikované technologie, která také byla pro výstavbu v převážné míře použita. Konstrukce má v příčném směru a v odstupech 9 x 7,5 m situované rámové soustavy i s uložením ocelových střešních příhradových vazníků. Z více důvodů je rozčleněna podélnými dilatačními spárami na čtyři dilatační celky:

- předsunutá příjezdová rampa
- čtyřpodlažní jednotrakt
- strop pod kluzištěm
- dvoutrakt s opěrnou stěnou na výšku 8,4 m (obr. 20).

V koncových oblastech vícepodlažního skeletu podélně lemujících halovou část jsou umístěna monolitická komunikační jádra.

Sloupy průřezů 0,4 x 0,4 m, resp. 0,4 x 0,6 m, jsou dělené, pouze obvodové u opěrných stěn jsou průběžné, kotvené do kalichů pilotových základů. Vnitřní rámové příčle mají průřez tvaru obráceného T, obvodové příčle mají průřez

obdélníkový se spodní jednostrannou přírubou určenou na uložení dutinových stropních panelů. Pro stropní konstrukce jsou použity panely Partek s tloušťkami 200, 250 a 320 mm bez spřažení s případnou betonovou podlahou.

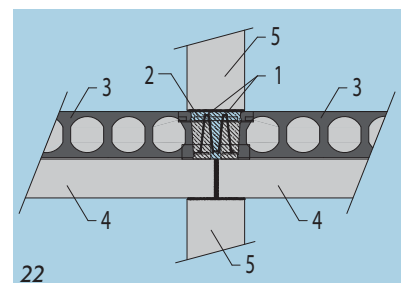
Při návrhu byla věnována zvýšená pozornost oběma vícepodlažním traktům. Čtyřpodlažní objekt v monolitickém provedení měl síť sloupů v modulech příčně 2 x 6 m a podélně 9 x 7,5 m. V prefabrikovaném provedení jsme ve vrchních třech podlažích uvolnili dispozici zrušením střední řady sloupů. Stropní konstrukci na následný rozpon 12 m tvoří panely Partek tloušťky 320 mm s uložením na spodní příruby příčlí podélně orientovaných rámu (obr. 21). Pro zajištění tuhosti v příčném směru jsou využity monolitické pruhy 300 x 320 mm situované v osách sloupů, jež svou šířkou odpovídají rozdílu modulu 7,5 m zmenšeného o šestinásobek šířky panelu 1,2 m (obr. 22, 23). V monolitických pružích jsou mezi boky panelů zabetonovány dvojice trigonů přivařených v oblasti styku příčlí a obvodových sloupů k předem zabetonovaným ocelovým přípravkům. Kromě toho v třetinách rozponu v každé druhé spáře mezi panely Partek je kleštinová výtuz přivařena k zabu-

dované ocelové desce v nároží rámové příčle. K vodorovné tuhosti významně přispívají koncová monolitická komunikační jádra. Tím je dostatečně zajištěna boční tuhost skeletu. Uvolněný vnitřní prostor skýtá možnost variabilního dispozičního uspořádání v předpokládaných inovačních cyklech.

Dvojtrakt se dvěma podlažními a v budoucnu uvažovanou nástavbou je spřažený s monolitickou opěrnou stěnou tloušťky 250 mm zachycující zemní tlak



21



22

Obr. 22 Detail ztužujícího trigonu; 1 – trigony, 2 – dobetonávka, 3 – panely Partek, 4 – průvlaky, 5 – sloupy

Fig. 22 Detail of the reinforcing trigon; 1 – trigons, 2 – additional concreting, 3 – Partek panels; 4 – girders, 5 – columns



23

Obr. 23 Spára mezi panely Partek pro umístění ztužidel s trigony

Fig. 23 Joint between Partek panels for the placement of stiffeners with trigons



Obr. 24 Příčné rámy se ztužujícími suterénními stěnami spřažené s monolitickou opěrnou stěnou výšky 8,4 m

Fig. 24 Cross beams with reinforcing basement walls joined with a monolithic retaining wall 8.4 m high

zásypu svahovaného terénu na výšku 8,4 m (obr. 24).

Monolitická suterénní zeď je vodorovně podepřená dvěma stropy a vyztuženou betonovou podlahou suterénu a je spřažená s prefabrikovanými průběžnými sloupy.

Tato soustava podpor umožnila hospodárný návrh její tloušťky i vyztužení. Problém přenosu vodorovně působícího zatížení dostatečně tuhou konstrukcí do základů byl vyřešen vložením prefabrikovaných suterénních ztužujících stěn spřažených se stropní a základovou deskou. Stěny jsou situovány v rámech s roztečí 7,5 m. Toto uspořádání vyhovuje i dispozičnímu řešení parkovacích

Tab. 1 Výkaz prefabrikované konstrukce  
Tab. 1 Summary of the prefabricated structure

	Multifunkční hala			Tréninková hala		
	ks	typů	ks/typ	ks	typů	ks/typ
Prefabrikáty	2 374	573	4,14	451	99	4,56
Filigrány	73	43	498 m <sup>2</sup>	1	1	9,9 m <sup>2</sup>
Panely Partek	1 781	246	12 011 m <sup>2</sup>	739	53	6 288 m <sup>2</sup>
Beton	2 398 m <sup>3</sup>			564,1 m <sup>3</sup>		
Ocel (ØR)	286,7 t			74,7 t		
Ocel (11373)	14,5 t			5,7 t		

stání. Vyztužením a zálvkami je zajištěna vodorovná tuhost stropních tabulí vázaných na koncová monolitická komunikační jádra, která celou opěrnou soustavu ve vodorovném směru posilují. Ocelové příhradové vazníky v rozteči 7,5 m jsou uloženy na zhlaví betonových sloupů se zabudovanou vrchní ocelovou deskou. Vazníky mají kloubová uložení: pevná a na druhém konci kluzná.

#### ZÁVĚR

Předně se ukazuje výhoda zpracování projektové dokumentace od konceptního návrhu až po realizační a výrobní dokumentaci konstrukce typologicky podobných staveb, jakými v našem případě pojednávají multifunkční haly jsou, ve stejné projektové organizaci. Získávané zkušenosti zejména z provádění umožňují zvyšovat kvalitu konstrukce, dílců i styků, a přispět tak k zefektivnění výroby a výstavby. V tomto směru se výběrová řízení s preferencemi nejnižších cenových nabídek stávají kontraproduktivními. V dnešní době, přející úzké specializaci, se ukazuje výhoda komplexního návrhu betonové konstrukce jak prefabrikované, tak monolitické včetně základů jedinou projektovou organizací. Odpadá obvykle

složitá komunikace při dohadování o styčných detailech, při předávání zatěžovacích údajů apod. mezi jednotlivými specializovanými zpracovateli projektu. Do poslední chvíle je možné provádět změny vedoucí k úsporám či vylepšováním detailů.

Velkou pozornost je vždy nutné věnovat návazným detailům betonové a ocelové konstrukce, zvláště u staticky exponovaných úložných detailů s přísnými požadavky na výrobní a montážní tolerance a s těmito podmínkami důkladně obeznamenat dotčené účastníky výstavby.

Celosvětová tendence převádět pracnost ze staveniště do krytých specializovaných závodů s příznivějšími podmínkami pro výrobu i s příznivějším pracovním prostředím vyplývá z potřeb zkrácení výstavby na staveništi s minimalizací zátěže pro okolí, z možnosti spolehlivě použít širokou paletu druhů betonu, se zajištěním vysoké a předem kontrolovatelné přesnosti tvarů a rozměrů dílců, snadněji dosažitelnou a kontrolovanou kvalitou povrchů a designu betonových dílců a možnosti využití vysokého stupně mechanizace a robotizace. To byl také důvod, proč byla v převážné míře použita prefabrikace při výstavbě tréninkové haly.

#### Literatura:

- [1] Čížek P.: Víceúčelová hala v Liberci, Beton TKS 1/2005, str. 16–20

#### ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STAVĚ

Název stavby	Výstavní, sportovní-kulturní a kongresové centrum Karlovy Vary
Investor	město Karlovy Vary
Autor návrhu	Ing. arch. Antonín Buchta
Projektant prefabrikované konstrukce	PBK Čížek, a. s., Chrudim
Výrobci prefabrikovaných dílců	PREFA BETON CHEB, spol. s r. o. Lias Vintřov, LSM, k. s. Dywidag Prefa, a. s., Lysá nad Labem
Montáž	Monsters Olomouc, s. r. o.

Ing. Pavel Čížek  
Ing. Zdeněk Burkoň  
Ing. Martin Vašina

všichni: PBK Čížek, a. s.  
Pardubická 326, 537 01 Chrudim  
tel.: 469 655 403, fax: 469 655 406  
e-mail: cizek@pbkcizek.cz, www.pbkcizek.cz