text: Pavel Čížek

foto: archiv autora

Výstavní, sportovně kulturní a kongresové centrum Karlovy Vary

Ing. Pavel Čížek (*1934)
Absolvoval Fakultu inženýrského stavitelství ČVUT v Praze, směr Konstruktivně dopravní. Zabývá se navrhováním betonových konstrukcí. Je autorem konstrukčních soustav INTEGRO a PREMO. Působil v projektových ústavech i výrobních organizacích v Čechách i na Slovensku. Je spoluzakladatelem ČBS, ČSSI.

V současnosti dochází v mnoha větších městech České republiky k přestavbám či dostavbám starších krytých sportovních stadionů, jako tomu bylo například v Pardubicích, nebo k výstavbě zcela nových víceúčelových krytých hal, jako například v Liberci. Vznikají polyfunkční stavby s využitelností pro sport, kulturu a jiné společenské aktivity. Příspěvek představuje koncepci návrhu, konstrukční řešení a zkušenosti z realizace stavby multifunkční a tréninkové haly (Výstavního, sportovně kulturního a kongresového centra) v Karlových Varech.

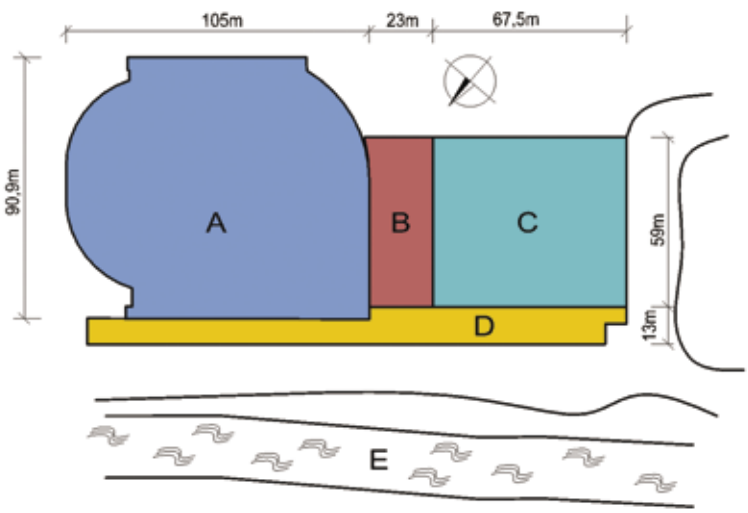
Velikost těchto staveb odpovídá měřítkům spádového regionu a také lidskému měřítku s příjemným kontaktem diváka se sportovištěm či společensko-kulturní scénou. Tomu odpovídá i měřítko konstrukcí a jejich detailů s častým uplatněním svého tvarosloví v architektuře, zvláště v interiéru.
Pro hybridní konstrukci multifunkční a tréninkové haly v Karlových Varech 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.

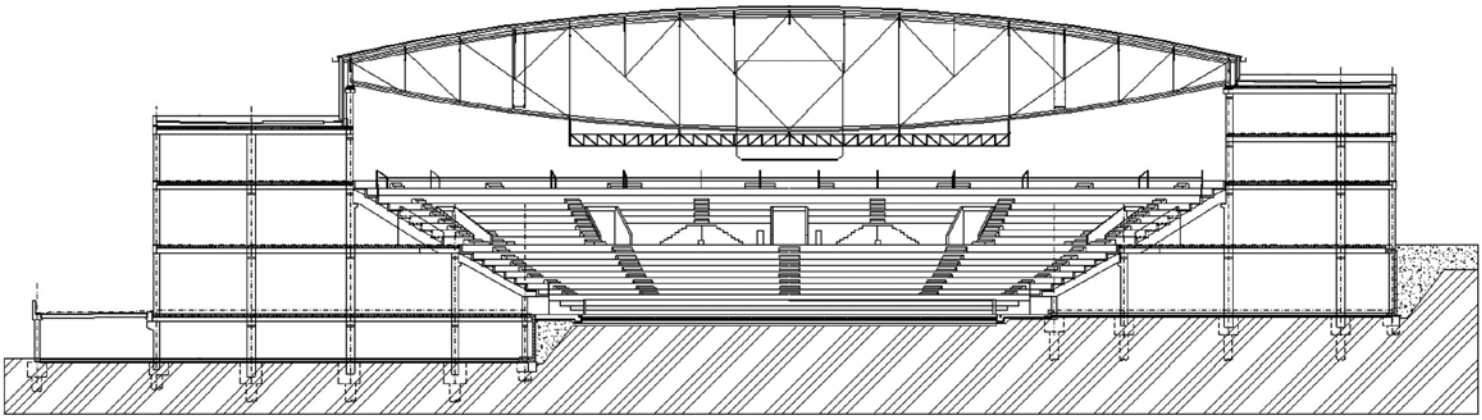
Architektonický, stavební a dispoziční návrh

Navrhovaný areál má nabídkou služeb v oblasti kultury a výstavnictví, sportovních a rekreačních aktivit umožnit celoroční vyžití pro všechny vrstvy obyvatelstva, od naplnění volného času mládeže až po odpočinek a regeneraci starších generací v prostředí navozujícím atmosféru uvolnění, relaxace a odpočinku. Koncepce návrhu Výstavního a sportovně kulturního centra v Karlových Varech – Tuhnicích vychází z funkčních návazností dvou hlavních staveb – víceúčelové haly s kapacitou 5660 diváků a tréninkové hokejové haly se zázemím hokejového oddílu, včetně menší galerie pro cca 100 diváků, propojených spojovacím objektem obsahujícím společné technologické zázemí (obr. 1, 2). 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, přičemž v úrovni druhého nadzemního podlaží je budova liniově sjednocena předsunutou obslužnou komunikací. V návaznosti na město je tato část pravého břehu řeky Ohře pohledově chráněna meandrem řeky s vysokou pobřežní zelení.

▲ *Obr. 1.* Výstavní, sportovně kulturní a kongresové centrum v Karlových Varech. Vizualizace.

▼ *Obr. 2. Situace budovaných objektů: A – multifunkční hala, B – spojovací krček, C – tréninková hala, D – rampa, E – řeka Ohře*





▲ *Obr. 3. Příčný řez středem haly*

Multifunkční hala

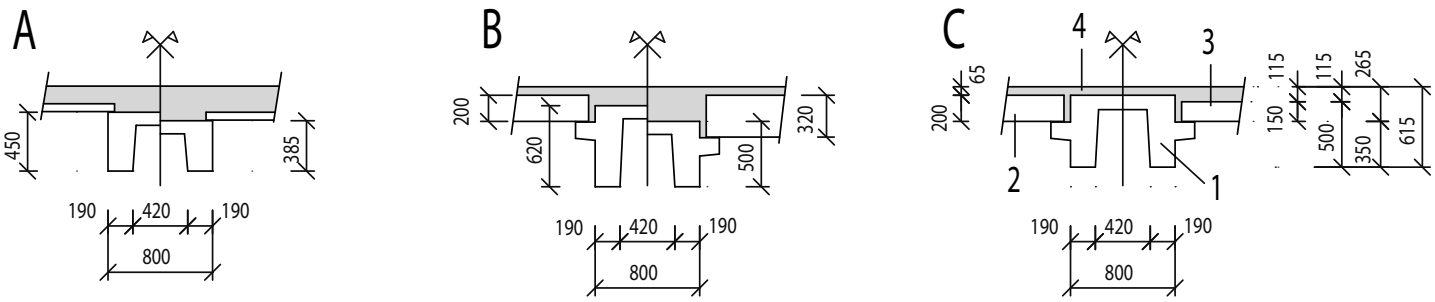
Multifunkční hala má obdélníkový půdorys s maximálními rozměry 90,9 m a 105,0 m. Má zaoblená nároží a je zapuštěna do terénu s převýšením 8,4 m (obr. 3).
Stavba je rozčleněna na čtyři rovnocenné dilatační části s dilatačními spárami situovanými podél hlavních půdorysných os. Primární nosný systém konstrukce tvoří převážně čtyřpodlažní rámy rozmístěné po obvodu konstrukce s přímou vazbou na tribuny vnitřního halového prostoru s maximálními rozměry 64,6x94,6 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, pro stropní desky se použily 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 [1]. Zkušenosti z výstavby liberecké TIPSPORT arény byly využity k některým úpravám konstrukce, jež vedly ke zjednodušení výroby, ale zejména k 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 prefabrikovanou. Tím se podstatně zjednodušila a zrychlila výstavba betonového skeletu (obr. 5).
Toho bylo dosaženo 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 mm a 450 mm spřažené s filigránovými spojitými stropními deskami a s výškami 500 mm 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 návrhu stropních desek s výhradním použitím dutinových panelů podařilo průřezy zunifikovat na jediný (obr. 4). To mělo příznivý dopad na formovací zařízení výrobce dílců a na zjednodušení detailů uložení i styků při montáži na stavbě.

■ Filigránové desky (obr. 6) 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. Byly použity předem předpínané panely tloušťky 200 mm (obr. 7) a pouze v oblastech sanitárních provozů byly nahrazeny panely s tloušťkou 150 mm. Detaily uložení zakružených obvodových nosníků se vyznačují jednoduchostí a kvalitním designem (obr. 8). Z čistě architektonického hlediska byla vhodná přiznaná kombinace prefabrikovaných dílců s lícovým zdivem. Také monolitické stropy v atypických částech půdorysu byly nahrazeny prefabrikovanými (obr. 9), i když se jednalo o průnik vějířovitě uspořádaného osového systému s ortogonálním obvodem. Navíc dvě výškové úrovně v závislosti na skladbě podlahy a zvýšené tloušťky střešního pláště v exteriéru vedly ke komplikovaným detailům se složitými tvary dílců.

■ V části hlediště v půdorysu vymezeném rozměry 7,7x25 m a mezi stropy 3. a 4. NP s výškou 5,0 m byla investorem vyžádána vestavba pro potřeby provozování velkokapacitního kina s využitelností i pro Karlovarský MFF. Tento požadavek 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 50 mm membránou a s lokálními doplňky filigránových desek uložených na soustavu stěnových útvarů. Na šikmě orientované boční stěny, vymezující zmíněný prostor, jsou uloženy krajní lavice navazujícího hlediště (obr. 10).

■ Žádoucí snížení hmotnosti konstrukčních dílců zatěžujících primární nosnou soustavu lze dosáhnout použitím lehkého betonu pro jejich výrobu. Ten byl navržen pro tribunové lavice a stěny vstupních koridorů v hledišti multifunkční haly. Umožnila to výrobna prefabrikovaných dílců LIAS Vintířov, lehký stavební materiál, k.s. ležící v blízkosti staveniště (obr. 11, 12), která disponuje výrobou betonu s použitím lehkého kameniva 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. 13, 14) a maximální délkou dílců 8,6 m byl použitý samozhutnitelný beton LC 25/28-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 $kN.m^{-2}$, což pro tribunový nosník znamenalo umenšení stálého zatížení o 15 $kN.m^{-1}$. Dosáhla se tak úspora konstrukčního materiálu tribunových nosníků (obr. 15). Lehký beton byl použit také pro stěnové dílce vstupních koridorů uložených na stropní konstrukci s dutinovými panely PARTEK. Osvědčené detaily vzájemného propojení lavic a jejich uložení na tribunové nosníky byly v nezměněné podobě převzaty z liberecké haly. Značný objem tribunových dílců vyrobených z lehkého betonu má příznivý vliv i na snížení zatížení sloupů a základů.



▲ *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).*

▲ *Obr. 5. Montáž prefabrikované konstrukce s tribunami*

▲ *Obr. 6. Strop s filigrány a zakruženým obvodovým nosníkem – TIPSPORT aréna v Liberci*

▲ *Obr. 7. Pohled na stropní konstrukci s panely PARTEK v obloukových segmentech*

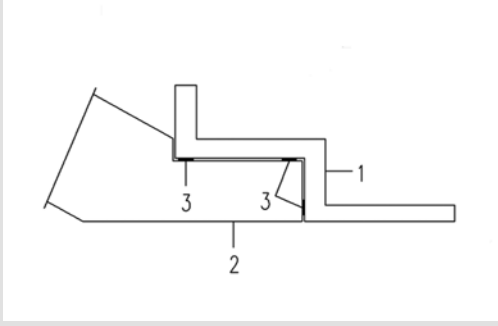
▲ *Obr. 8. Detail uložení zakružených obvodových nosníků s vazbou na obvodové zdivo*

▼ *Obr. 9. Atypické nároží – pohled shora*

▼ *Obr. 10. Pohled na smontovaný vestavek s promítací kabinou*

▲ *Obr. 11. Skládka tribunových lavic v LIAS Vintířov, lehký stavební materiál, k.s.*

▲ *Obr. 12. Boční stěna vstupního koridoru na skládce v LIAS Vintířov se zajímavou povrchovou strukturou*



▲ *Obr. 13. Tribunové lavice. Spodní dvojlavice s konzolovým vyložením spodní desky. 1 – dvojlavice, 2 – tribunový nosník, 3 – úložná ložiska*

▲ *Obr. 14. Výsek hlediště s oběma druhy lavic při montáži*

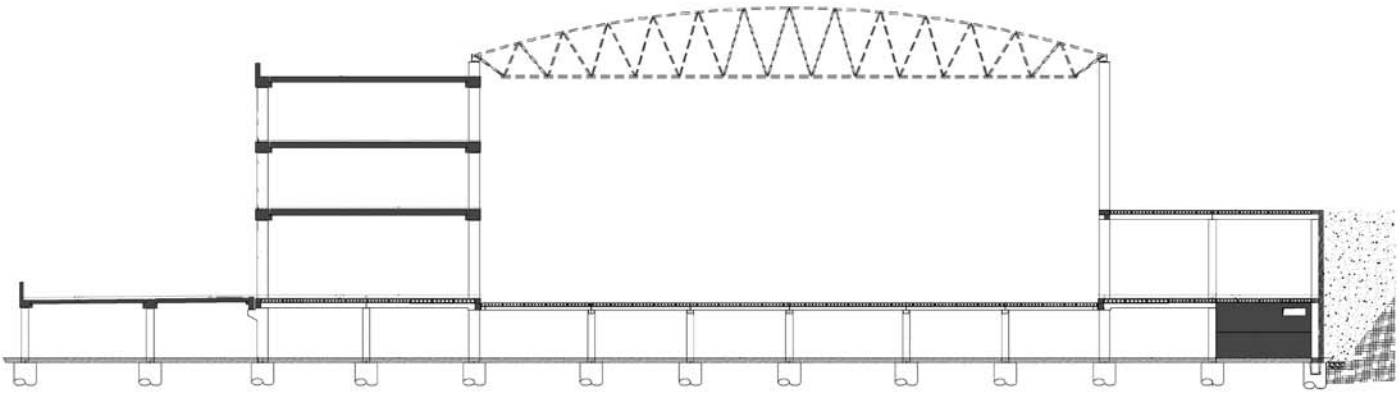
▲ *Obr. 15. Detail tribunového nosníku s prostorovou vazbou na stropní nosníky*

▲ *Obr. 16. Prefabrikovaná konstrukce připravená pro dostavbu monolitického komunikačního jádra*

▲ *Obr. 17. Uložení hlavních příhradových střešních vazníků na betonové sloupy s roztečí 8,6 m*

▼ *Tab. 1. Výkaz prefabrikované konstrukce*

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



▲ *Obr. 18. Příčný řez tréninkovou halou*

■ 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.

■ 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 (obr. 17).

Tréninková hala

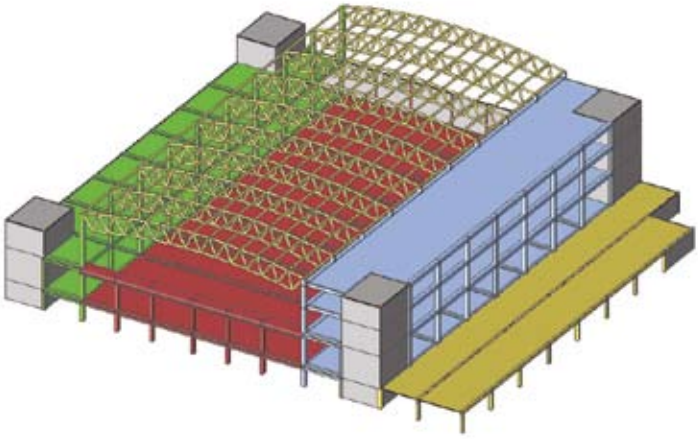
Budova s tréninkovou halou má půdorys 67,5x59,0 m, resp. 72,0 m i s vnější rampou a je usazena v terénu s převýšením 8,4 m (obr. 20). V 1. NP je parkování s kapacitou 169 stání, v 2. NP je externí parkování pro zaměstnance s počtem 27 stání. V tomto podlaží je umístěna tréninková plocha pro hokej v hale s půdorysnými rozměry 67,5x35 m s návazným provozním a šatnovým zázemím hokejového oddílu i galerií pro přibližně 100 diváků. Halový prostor je zastřešený příhradovými ocelovými vazníky a bude využíván i pro kulturní a výstavní akce (obr. 20). Nad hokejovými šatnami jsou po delší straně ledové plochy navrženy administrativní provozy, restaurace, kanceláře hokejového oddílu a kanceláře Výstavního, sportovně rekreačního a kongresového centra. Na opačné jižní straně je situován prostor pro případnou dostavbu budoucí obchodní galerie.

Konstrukční řešení

V dokumentaci pro zadání stavby byla betonová konstrukce navržena jako monolitický bezprůvlakový skelet se sítí sloupů 7,5x6,5 m, resp. 5,5 m. Na žádost hlavního dodavatele stavby byla navržena konstrukce s maximálním využitím prefabrikované technologie, která se také pro výstavbu v převážné míře použila. Konstrukce má v příčném směru a v odstupech 9x7,5 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. 19).

V koncových oblastech vícepodlažních skeletů podélně lemujících halovou část jsou umístěna monolitická komunikační jádra.
Sloupy s průřezy 0,4x0,4 m, resp. 0,4x0,6 m jsou dělené, pouze obvodové sloupy 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



▲ *Obr. 19. Statické schéma tréninkové haly/prostorový model SCIA*

▲ *Obr. 20. Halový prostor nad prefabrikovaným stropem kluziště. V pozadí multifunkční hala.*

přírubou určenou na uložení dutinových stropních panelů. Pro stropní konstrukce jsou použité panely PARTEK s tloušťkami 200 mm, 250 mm 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 2x6,0 m, podélně 9x7,5 m. V prefabrikovaném provedení je ve vrchních třech podlažích uvolněna dispozice zrušením vnitřní řady sloupů. Stropní konstrukci s rozponem 12 m tvoří panely PARTEK tloušťky 320 mm, uložené na spodní příruby příčlí podélně orientovaných rámů (obr. 21). Pro zajištění tuhosti v příčném směru jsou využity monolitické pruhy 300x320 mm situované v osách sloupů, jež svou šířkou odpovídají rozdílu modulu 7,5 m zmenšenému o šestinásobek šířky panelu 1,2 m. V monolitických pruzích jsou mezi boky panelů zabetonovány dvojice trigonů přivařených v oblasti

▲ *Obr. 21. Stropní konstrukce s panely PARTEK 320 v jednotraktu s modulem 12 m*

▲ *Obr. 22. Příčné rámy se ztužujícími suterénními stěnami spřažené s monolitickou opěrnou stěnou výšky 8,4 m*

styku příčlí a obvodových sloupů k předem zabetonovaným ocelovým přípravkům [1]. Kromě toho v třetinách rozponu v každé druhé spáře mezi panely PARTEK je kleštinová výztuž přivařena k zabudované ocelové desce umístěné v nároží rámové příčle. K vodorovné tuhosti významně přispívají koncová monolitická komunikační jádra. Tím je boční tuhost skeletu dostatečně zajištěna. Uvolněný vnitřní prostor skýtá možnost variabilního dispozičního uspořádání v předpokládaných inovačních cyklech.

Dvojtrakt se dvěma podlažími a v budoucnu uvažovanou nástavbou je spřažený s monolitickou opěrnou stěnou tloušťky 250 mm zachycující zemní tlak zásypu svahovaného terénu na výšku 8,4 m (obr. 22).

Monolitická suterénní opěrná zeď je vodorovně podepřena dvěma stropy a vyztuženou betonovou podlahou suterénu. Je spřažena s prefabrikovanými průběžnými sloupy. Přenos vodorovně působícího zatížení do základů byl vyřešen vložením ztužujících stěn spřažených se stropní a základovou deskou. Stěny jsou situovány v rámech s roztečí 7,5 m a jsou svázány s monolitickou opěrnou stěnou. Toto uspořádání vyhovuje i dispozičnímu řešení parkovacích stání. Vyztužením a zálivkami je zajištěna vodorovná tuhost stropních tabulí vázaných na koncová monolitická komunikační jádra, která celou opěrnou soustavu ve vodorovném směru posilují. Tato prostorová soustava umožnila hospodárný návrh opěrného systému. Ocelové příhradové vazníky v rozteči 7,5 m jsou uloženy na zhlaví betonových sloupů se zabudovanou vrchní ocelovou deskou. Vazníky mají kloubová uložení: pevné a na druhém konci kluzné.

Závěr

Na základě zkušeností s vypracováním realizačních návrhů a výrobní dokumentace pro výstavbu víceúčelových hal v Liberci a Karlových Varech se ukazuje výhoda zpracovávání projektové dokumentace od konceptního návrhu až po realizační a výrobní dokumentaci konstrukce typologicky podobných staveb, ve stejné projektové organizaci. Získávané zkušenosti z výstavby umožňují zpětnou vazbu na návrhovou činnost a vedou ke zvyšování kvality konstrukce, styků i dílců a přispívají k zefektivnění výroby i výstavby. Totéž platí, i když v menší míře, pro firmy zajišťující výrobu prefabrikovaných dílců, zejména však pro montážní firmy. Z těchto důvodů se výběrová řízení s preferencemi nejnižších cenových nabídek stávají problematickými. V dnešní době, přející úzké specializaci, se ukazuje výhodný komplexní návrh betonové konstrukce jak prefabrikované, tak monolitické, včetně základů jedinou projektovou organizací. Odpadá někdy i složitá komunikace při dohadování o styčných detailech či při předávání zatěžovacích údajů apod. mezi jednotlivými specializovanými zpracovateli projektové dokumentace. Do poslední chvíle je možné uskutečňovat změny vedoucí k zefektivnění a zkvalitnění výstavby. ■

Základní údaje o stavbě

Název stavby:	Výstavní, sportovně kulturní a kongresové centrum Karlovy Vary
Investor:	město Karlovy Vary
Vyšší dodavatel:	sdružení firem Bau - stav s.r.o, Metrostav a.s.,Syner s.r.o.
Hlavní projektant:	BFB Studio s.r.o., Praha
Autor návrhu:	Ing. arch. Antonín Buchta
Dokumentace pro zadání stavby:	Tobrys s.r.o.
Projektant prefabrikované konstrukce:	PBK Čížek a.s., Chrudim
Vedoucí projektant multifunkční haly:	Ing. Zdeněk Burkoň
Vedoucí projektant tréninkové haly:	Ing. Martin Vašina
Projektant ocelové konstrukce:	Ing. Stanislav Rada – statická kancelář
Výrobci prefabrikovaných dílců:	PREFA BETON CHEB spol. s.r.o. Lias Vintířov, lehký stavební materiál, k.s., Dywidag Prefa a.s., Lysá nad Labem
Montáž:	Monters Olomouc, s.r.o.

Použitá literatura

[1] Čížek, P.: Víceúčelová hala v Liberci, BETON TKS 1/2003 str. 16–20

[2] Čížek, P., Burkoň Z., Vašina, M.: Výstavní, sportovně-kulturní a kongresové centrum v Karlových Varech, Beton TKS, 1/2008, str. 34–40

english synopsis

Výstavní, sportovně kulturní a kongresové centrum Karlovy Vary

Příspěvek představuje koncepci návrhu, konstrukční řešení a zkušenosti z realizace stavby multifunkční a tréninkové haly v Karlových Varech.

klíčová slova:
Karlovy Vary, hala multifunkční, hala tréninková, předpínané dutinové panely PARTEK, lehký beton LIAS Vintířov, příhradové ocelové vazníky

keywords:
Karlovy Vary, hala multifunkční, hala tréninková, předpínané dutinové panely PARTEK, lehký beton LIAS Vintířov, příhradové ocelové Vazníky