



▲ Obr. 1 Hala ČEZ stadionu Kladno po rekonstrukci

# Rekonstrukce ČEZ stadionu Kladno



## Ing. Jindřich Beran

Absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor konstrukce a doprava. Od roku 1999 působí ve firmě EXCON, a.s., nyní jako ředitel produktu projektů. Pracoval např. na těchto projektech: Siemens Zličín, Zinkovna USS Košice, Zimní stadion Chomutov, Nová Palmovka, ČVUT – CIIRC – budova A, Elektrárna Opatovice a dalších. Autorizovaný inženýr v oboru statika a dynamika staveb.



## Ing. Pavel Bejček

Absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze. V letech 1991 až 1993 byl stavbyvedoucím ve firmě TEREX s.r.o. Během let 1993 až 2000 pracoval jako projektant ve firmě TROBICO s.r.o. Od roku 2000 je jednatelem a projektantem ve společnosti B.B.D., s.r.o. Člen ČKAIT od roku 1999.

Kladenský ČEZ stadion je jedním z nejstarších zimních stadionů v republice. V roce 1959 byl zastřešen ocelovou lamelovou skořepinou, navrženou Ing. Josefem Zemanem, sloužící až do velké rekonstrukce, která byla dokončena na podzim 2022. V rámci rekonstrukce dostal stadion novou střechu, vzduchotechniku a novinářskou tribunu, nové opláštění fasády, výplně otvorů, prostory VIP a na bocích administrativní budovy vznikly dva nové výtahy, prostory pokladen a fanshopu.

## Stavební část

Z urbanistického hlediska byl zachován stávající koncept daný umístěním haly a možnostmi dopravní obsluhy. Přístup pro diváky a dopravní obsluhu zůstává z ulice Hokejových legend. Stávající zpevněné plochy jsou maximálně využívány pro řešení dopravy v „klidu“.

Návrh střešní konstrukce zachoval hmotové a architektonické řešení stavby. S ohledem na využití podstřešních prostor zimního stadionu byly navrženy nové vertikální komunikace, v severní části pak přístavba schodiště vedoucí k zázemí pro média ve 3.NP a v jižní části dva nové výtahy pro bezbariérový přístup rekonstruovaného 3.NP s prostory VIP.

Dispoziční řešení zimního stadionu bylo zachováno, včetně stávající kapacity hlediště 5 200 míst. Dispoziční úpravy byly navrženy v místě jednopodlažní přístavby v jihovýchodní části zimního stadionu, kde bylo nově vybudováno sociální zázemí vrátnice, upravily se prostory stávajícího fanshopu a z původní prodejny Husqvarny vznikly pokladny a zázemí pro hokejový klub.

V 3.NP hlavní budovy zimního stadionu se rekonstruovaly stávající kanceláře a bylo vystavěno nové hygienické zázemí, včetně

úklidové komory a WC pro invalidy; směrem k ledové ploše byly navrženy skyboxy, které navazují na stávající chodbu a schodiště.

V 3.NP severní části zimního stadionu bylo navrženo zázemí pro média. Jedná se o prostory pro televizní kamery, komentátory TV a rozhlasu, režie, bezpečnostní agenturu, tiskové středisko a videorozhodčí. Součástí těchto prostor tvoří hygienické zázemí, úklidová komora a technická místnost slaboproudu.

Střešní konstrukce zimního stadionu je válcovitého tvaru, se sklonem střešní roviny do zaatikového žlabu. Střešní krytinu tvoří modifikované asfaltové pásy šedé barvy s posypem. Plášť haly ve 2.NP a 3.NP je tvořen provětrávanou zateplenou fasádou, obkladem z ocelových profilovaných lamel kladených na svislo. Krycí šířka lamel je 800 mm. Lamely jsou z ocelového pozinkovaného plechu tl. 1,5 mm, s finální povrchovou úpravou PVDF, v odstínu kombinující bílou, šedou a modrou barvu. Na severní a jižní fasádě jsou osazeny požární žebříky pro výlez na střechu.

Ustupující část v 1.NP, fasáda restaurace a přístavky v JV oblouku haly jsou opatřeny kontaktním tepelněizolačním systémem (ETICS) s minerální tepelnou izolací a finální povrchovou úpravou – jednosložkovou silikonovou dekorativní omítkou v barevném odstínu světle a tmavěšedá. V soklové části je soklová omítko marmolit. Nové výplně otvorů jsou z hliníkového fasádního a okenního systému se zasklením izolačním dvojsklem s rámy výplní v modré barvě.

Stávající pultová střeška nad technologií v západní části zimního stadionu byla vyspravena a opatřena novou střešní krytinou. Na stávajících základových pásech pro technologii byla osazena nová ocelová konstrukce pro uložení absorpční sušící jednotky a VZT jednotky pro větrání zimního stadionu.

V rámci demontáže stávající střešní konstrukce musely být rozmontovány veškeré stávající technologické rozvody, včetně osvětlení ledové plochy.

Akustické podhledy pod novou střešní konstrukcí řeší optimální dobu dozvuku a prostorovou akustiku. Větrání haly zajišťují venkovní vzduchotechnické jednotky s rotačním rekuperátorem, směšovací komorou, přímým chlazením a dohřevem tepelným čerpadlem. Sušení haly je řešeno venkovní sušící jednotkou s cirkulací.

Střeška hlavní haly zimního stadionu je odvodněna podtlakovým systémem. Dešťové vody jsou z ní svedeny dešťovou areálovou kanalizací do retenční nádrže s regulovaným odtokem.

Nově byly provedeny kompletní silnoproudé a slaboproudé rozvody, včetně evakuačního



▲ Obr. 2 Nové skyboxy



▲ Obr. 3 Otevřená část skyboxů



▲ Obr. 4 Finální vzhled haly



▲ Obr. 5 Pohled do nové haly z ledové plochy

rozhlasu, kamerového systému CCTV, EPS, ozvučení stadionu, brankových kamer, wifi, optického kabelu CETIN, kabelové infrastruktury pro potřeby režie zimního stadionu a České televize. Součástí těchto instalací tvořila také demontáž a opětovná montáž multimediální kostky, nové osvětlení ledové plochy a na závěr i dodávka nových mantinelů.

Prostory v 3.NP jsou rovněž vybaveny datovou sítí, evakuačním rozhlasem a EPS. Tyto prostory se větrají rekuperačními jednotkami a klimatizaci zajišťují cirkulační kazetové jednotky systému Multisplit.

Podlahové povrchy nově navržených prostor v zázemí pro media jsou vinylové, kanceláře a skyboxy mají zátěžové koberce, na chodbách a v sociálním zázemí

je keramická dlažba a keramické obklady. Stávající stěny byly opatřeny sádkovou stěrkou, nové konstrukce jsou sádkokartonové. Minerální kazetové stropní podhledy mají položapuštěnou drážku.

## Ocelové konstrukce haly

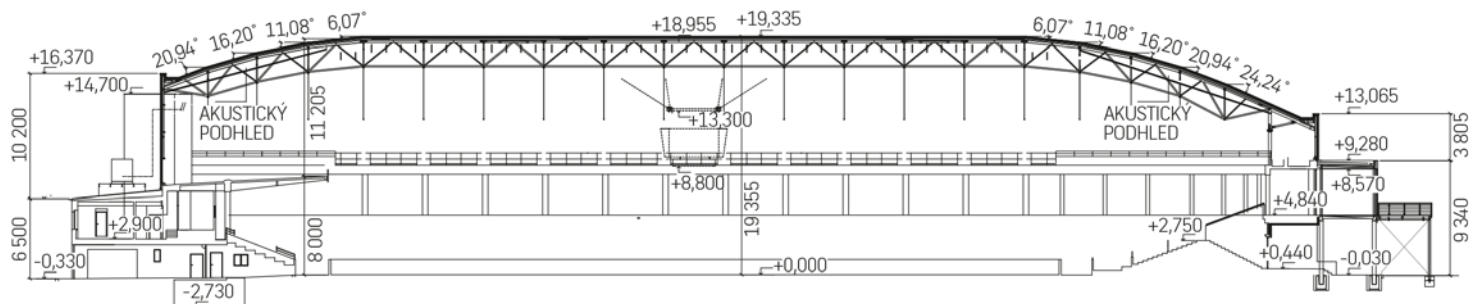
Konstrukci válcové střechy tvoří příhradové obloukové vzpínadlové vazníky na rozpětí 58,3 m při vzepětí 5,9 m s konstrukční výškou 2 m. Předpjatá táhla vzpínadla jsou vedena na krajích od průsečíku první sestupné diagonály a spodního pásu příhradové konstrukce přes dvě svislé vzpěry. Vzdálenost vodorovného táhla od horního pásu vazníku je 6 350 mm. Vazníky jsou ve vzájemné vzdálenosti 4,91 m.

Mezi vazníky jsou ve styčných vaznicích, rozmístěné zpravidla po 4,1 m a natočené kolmo ke střešní rovině. Ve třetinách rozpětí vazníku se nacházejí příhradové portály zajišťující stabilitu spodního pásu vazníku a zároveň působící jako nosný prvek, který zajišťuje vzájemné spolupůsobení vazníků. Tvar portálu, stejně jako princip první sestupné diagonály, umožňuje výhodně vedení potrubí vzduchotechniky v rámci konstrukčního prostoru střechy. Trapézový plech skládaného pláště byl uložen příčně na horní pás vaznic, tj. ve směru spádu střechy.

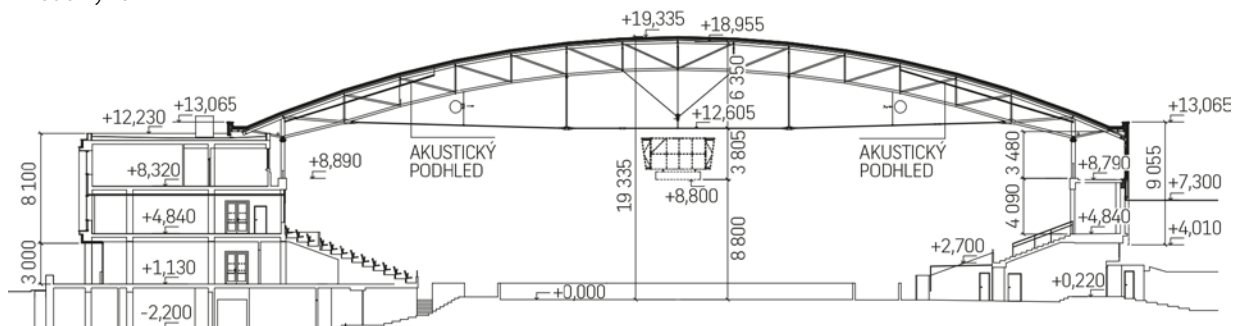
Vazníky jsou uloženy na nových ocelových sloupech. Celkovou stabilitu konstrukce doplňuje systém střešních a stěnových ztužidel. V příčném a podélném směru je konstrukce zavětřována svislými ztužidly v obvodové stěně a čtveřicí „rozkročených“ sloupů. Kotvení hlavních sloupů je v rovině příčné vazby kloubové, sloupy s vazníkem jsou spojeny rámově. Ve směru kolmo na rovinu vazníku je uložení sloupů vetknuté. Všechny sloupy jsou shora uloženy na obvodový zesilující ocelový průvlak, který je přikotven k horní hraně stávajícího železobetonového průvlaků.

S ohledem na stav stávající železobetonové konstrukce bylo nutno navrhnout její zesílení. Návrh řešil zvýšení tuhosti v příčném směru haly pro následné přenesení reakcí od nové ocelové konstrukce střechy. Zvýšení tuhosti se řešilo návrhem zesilujících žebér profilu 450/750 a nadbetonováním stávající železobetonové desky.

V severní části zimního stadionu bylo navrženo ještě přitížení stávající obvodové



▲ Obr. 6 Podélný řez



▲ Obr. 7 Příčný řez



▲ Obr. 8 Montáž ocelové konstrukce střechy a opláštění

▲ Obr. 9 Uložení vazníků na sloupy kotvené do zesilujícího průvzlaku



▲ Obr. 10 Ocelová konstrukce zastřešení zimního stadionu

stěny novou stěnou, vyzděnou v rámci 3.NP do výšky 2,5 m tak, aby byl změněn poměr vnitřních sil vůči vznikajícím extrémním momentům.

Nový ocelový průvzlak pod sloupy, který je uložen pouze v místech nebo poblíž míst stávajících železobetonových sloupů, zajistí roznesení zatížení z nové střechy jen do těsné blízkosti těchto sloupů. Tím se dopady zatížení od nové střechy do stávajících železobetonových konstrukcí minimalizovaly.

Ocelový průvzlak je rozdělen na dilatační části s pevnými a posuvnými uloženími v některých místech tak, aby reakce z ocelové konstrukce do betonu byly co možná nejmenší.

Vně ocelového průvzlaku jsou navrženy příčné nosníky/fousy, které zabezpečují ocelový průvzlak proti kroucení a částečně přenášejí příčné smykové reakce ze střechy do vnějšího stávajícího železobetonového průvzlaku, stávající železobetonové desky nebo nového zesíleného návzlaku zesílené nadbetonované desky. Stávající deska mezi vnitřním a vnějším

průvzlakem totiž neměla dostatečnou únosnost tak, aby zajistila přenos těchto smykových sil. Příčné nosníky jsou situovány vždy v místě polohy nového ocelového sloupu.

Pro vzpínadla je použit certifikovaný (certifikace ETA) konstrukční systém táhel s válcovanými závity M56, z materiálu s mezí kluzu 520 MPa. Součástí systému tvoří koncovky, čepy, napínací matice a kónické krytky. Konstrukční systém táhel umožňuje předepnutí táhel na volné délce s použitím hydraulického napínacího systému připevněného na závity tyče u napínacích matic a tenzometrické měření sil na všech táhlech. Vaznice jsou navrženy z I profilů jako prosté nosníky, kloubově připojené mezi horní pásy vazníků. Dva pásy příčných ztužidel ve střešní rovině, v úrovni horních pásů vazníků, sestávají ze šroubovaných prvků kruhových trubek.

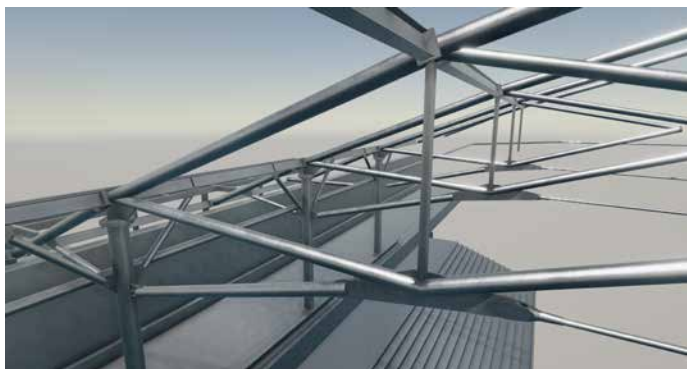
V obloukových rozích arény nad 1.NP je navržena konstrukce pro možnost zavesení vnější svíslé fasády. Mezi sloupky jsou vodorovné obloukové nosníky umožňující přímé připojování svíslého opláštění.

## Projektová a výrobní dokumentace

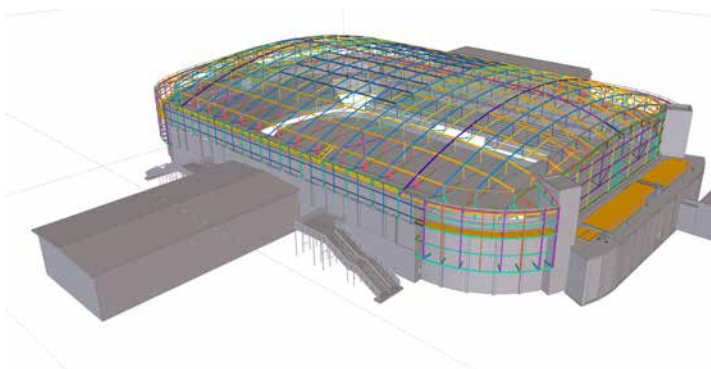
V rámci projektových prací byly optimalizovány všechny základní prvky nosné konstrukce. Důležitá byla celková koordinace včetně zapracování dodatečných požadavků a změn tvaru konstrukce. Finální návrh ocelové konstrukce byl zpracován ve 3D modelu pomocí systému Tekla Structures. Z tohoto modelu byly vygenerovány po doplnění všech detailů jak výrobní a montážní výkresy, tak i data pro číslicově řízené stroje používané ve výrobě firmy EXCON v Teplicích.

## Montáž

Předpokladem zahájení montáže ocelové konstrukce střechy bylo dokončení veškerých prací na opravách a zesílení stávající železobetonové konstrukce včetně osazení a kontroly kotvení zesilujícího ocelového průvzlaku na úrovni cca +8,890 m.



▲ Obr. 11 Detail ocelové konstrukce zastřešení, model



▲ Obr. 12 3D model haly v systému Tekla Structures



▲ Obr. 13 Závěr montáže vazníků; v popředí zdvih montážního dílu ocelové konstrukce haly

Nejprve se předmontovaly jednotlivé části vazníků v blocích po dvojicích včetně táhel a jejich vyvěšení na nerezových lankách, aby se zajistilo lineární chování.

Předpínání v konečné poloze probíhalo podle předem připraveného předpínacího postupu, který vzal v úvahu vzájemně ovlivňování sousedních táhel. Předpínací postup byl zpracován v rámci výrobně-technické dokumentace a upravován v průběhu předpínání v návaznosti na sledování projektované geometrie ocelové i betonové konstrukce. Optimální předpínací postup minimalizuje dobu předpínání konstrukce při dosažení projektovaných sil a deformací. Po dokončení předpínání proběhlo závěrečné tenzometrické měření sil v táhlech a geometrie ocelové konstrukce.

Na závěr byla provedena výchozí prohlídka ocelové konstrukce ve smyslu ČSN 73 2604. Pro sledování dalšího vývoje sil v táhlech byly ponechány některé tenzometry až do úplného dokončení stavby včetně všech dalších zatížení. Po dokončení stavby bylo

realizováno měření sil v táhlech, na kterých byly ponechány tenzometry, a závěrečné frekvenční měření všech táhel, jehož výsledkem je frekvenční spektrum každého táhla. Tyto hodnoty budou využity v rámci budoucích kontrol ocelové konstrukce v souladu s ČSN 73 2604. Pro další sledování konstrukce bylo vhodné na konstrukci ponechat některé tenzometry, minimálně pro kontrolu po jednom roce provozu.

## Závěr

Moderní, globálně předpínaná vzpínadlová konstrukce zastřešení přinesla tvarově, prostorově i esteticky vhodné a zejména úsporné řešení z pohledu hmotnosti, ceny i ochrany životního prostředí. I přes nepříznivé zimní povětrnostní podmínky, kdy musela být činnost na stavbě z důvodu teplot hluboko pod bodem mrazu přerušena, byla výstavba haly zakončena v termínu podle plánovaného harmonogramu.

V současné době je ve výstavbě poslední fáze rekonstrukce zimního stadionu, výstavba technologického objektu, kde bude umístěna nová technologie chlazení ledové plochy. ■

### Identifikační údaje stavby

**Investor:** statutární město Kladno

**Architekt:** Ing. arch. Antonín Buchta

**Generální projektant:** B.B.D., s.r.o.

**Návrh části ocelové konstrukce:**

EXCON, a.s.

**Generální dodavatel:** Subterra a.s.

**Výroba, dodávka a montáž ocelových konstrukcí:** EXCON, a.s.

**Dodávka táhel Macalloy:** Tension Systems, s.r.o.

**Montáž a předpínání táhel:** EXCON, a.s.

**Termín realizace:** 5/2021–9/2022

### ENGLISH SYNOPSIS

#### Reconstruction of ČEZ Stadium Kladno

Kladno's ČEZ Stadium is one of the oldest ice rinks in the country. In 1959, it was roofed with a steel slatted shell, serving until a major reconstruction was completed in the autumn of 2022. The stadium received a new roof, facade cladding, doors and windows, air conditioning as well as press stand and VIP areas. Two new lifts, ticket office and fan shop areas were built on the sides of the administration building. The roof is cylindrical and consists of arched upright trusses on a span of 58.3 m with a rise of 5.9 m and a structural height of 2 m. The final design of the steel structure was developed in a 3D model using the Tekla Structures system.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** stavby pozemní, stavby sportovní, konstrukce střešní, konstrukce ocelové

**KEYWORDS:** buildings, sports buildings, roof structures, steel structures