

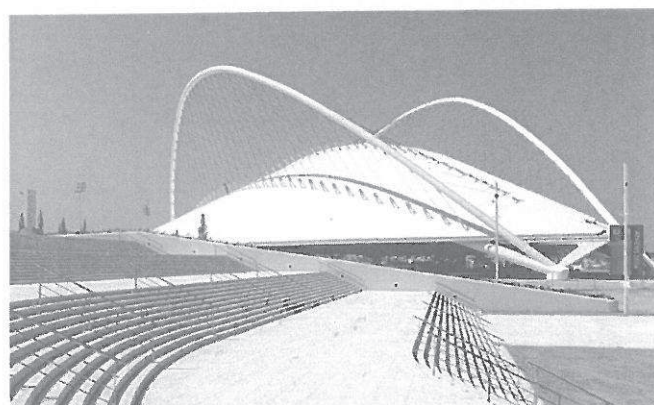
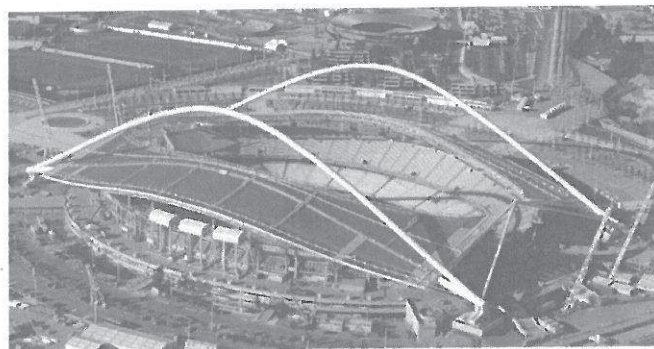
Předpjaté konstrukce zastřešení velkých rozpětí – projekty a realizace

Použití předpětí a předpjatých táhel u zastřešení velkých rozpětí znamená zpravidla výrazné úspory v hmotnosti a ceně konstrukce. Umožňuje navrhnout konstrukce inovativních tvarů a konceptů, které kromě architektonického výrazu mohou přinést i výrazné dispoziční výhody a provozní úspory. Použití předpětí u zastřešení lze i typově rozlišit.

PŘÍKLADY POUŽITÍ PŘEDPĚTÍ U ZASTŘEŠENÍ

Předpjaté oblouky se zavěšenou střešní konstrukcí

Předpjatý oblouk použil Santiago Calatrava na konstrukci zastřešení hlavního olympijského stadionu Spyrose Louise a cyklistického velodromu v Athénách. V obou případech jde o podobný princip



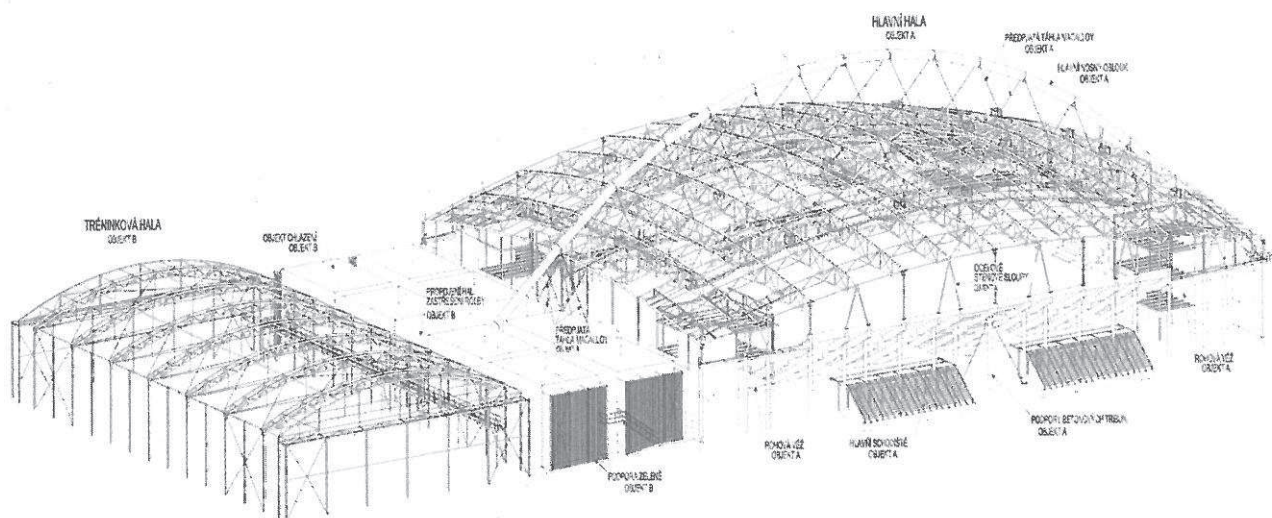
Obr. 1 – Olympijské stadiony v Athénách

spojení dvou oblouků různých křivostí předpjatými táhly. Jeden oblouk je součástí střešní roviny a druhý je nad ní.

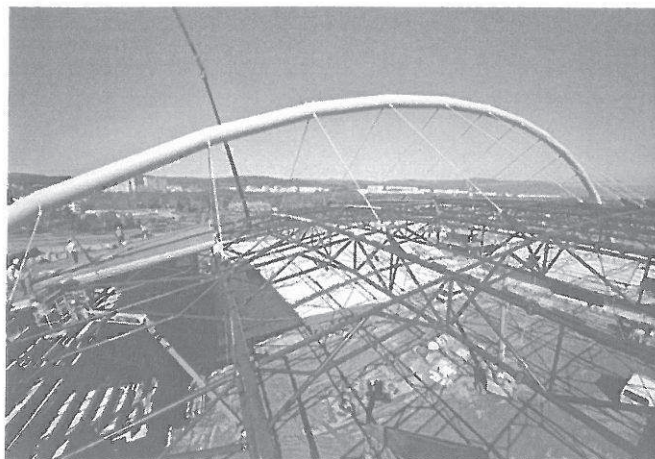
Střešní konstrukce nově otevřené arény v Chomutově je nesena hlavním nosným vnějším obloukem v podélné ose stadionu. Oblouk je tvořen rourou o průměru 1 000 mm, rozpětí 120 m a vzepětí 28 m. Oblouk je podepřen vně haly dvěma dvojicemi šikmých táhel, jež jsou kotveny k patkám. Na oblouk jsou zavěšeny na šikmých táhlech příhradové trubkové vazníky na rozpětí max. 71 m při vzepětí 3,5 m. S ohledem na podepření táhly z oblouku je konstrukční výška vazníků pouze 2 m, což vytváří při pohledu z interiéru do střešní klenby dojem velmi subtilní konstrukce.

Tvar střechy je tvořen tak, že vazníky jsou od středu umístěny ve vzájemné vzdálenosti cca 6 600 mm sestupně po kružnici tak, že v podélném směru má střecha při rozpětí 82,5 m vzepětí cca 4,9 m. Vazníky jsou uloženy na dvě protilehlé podélné tribuny na ocelových sloupech. Vzájemně je propojují portálová svislá ztužidla, která zajišťují stabilitu spodního pasu vazníku a zároveň doplňují celkové prostorové spolupůsobení konstrukce. Horizontální tuhost zajišťují dvě pásové křížová ztužidla v rovině horních pasů vazníků z tuhých trubkových prvků vedená v podélné a příčné ose haly. V podélných stěnách je konstrukce zatuzena sloupy ve tvaru obráceného V. Ve štítových stěnách tvořených sloupy uloženými na krátkých tribunách jsou vždy dvě dvojice křížových ztužidel z táhel.

Předpětím táhel dochází k příznivé redistribuci sil v oblouku i v samotné střešní konstrukci. Přestože je hala objemově úsporná, střední světlá výška nad ledovou plochou je vyšší, než u klasické konstrukce. To vytváří prostor pro alternativní využití arény. Konstrukce, celkový vzhled a užitná hodnota stavby splnily představy architekta a zadání investora. Navržené řešení je navíc úsporné z hlediska pořizovacích nákladů. S ohledem na minimalizaci vytápěného prostoru a fasádních ploch tak podstatně přispívá ke snížení budoucích provozních nákladů a k ochraně životního prostředí. Konstrukce je odolná při působení asymetrických zatížení při zatížení koncertní technologií.



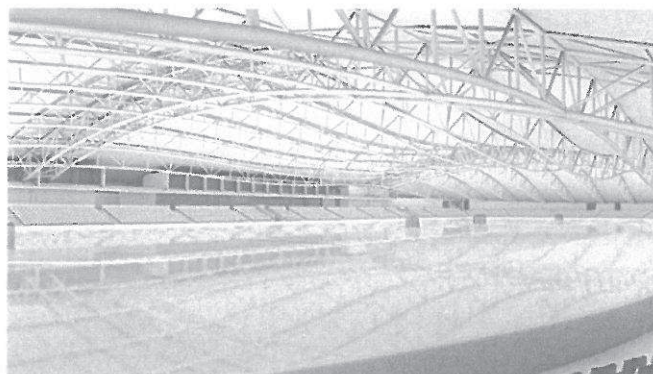
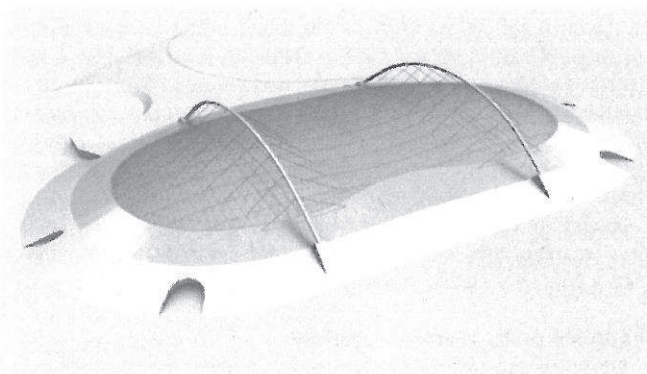
Obr. 2 – Zimní stadion v Chomutově, prostorové schéma



Obr. 3 – Zimní stadion v Chomutově montáž a interiér



Obr. 4 – Zimní stadion v Chomutově po dokončení



Obr. 5 – Bruslařský stadion Velký Osek

Zatím nerealizovaný Projekt bruslařského stadionu ve Velkém Oseku využívá obdobného principu. Dva oblouky nesou na předpjatých táhlech střešní příhradovou konstrukci.

Prostorová vzpínadla

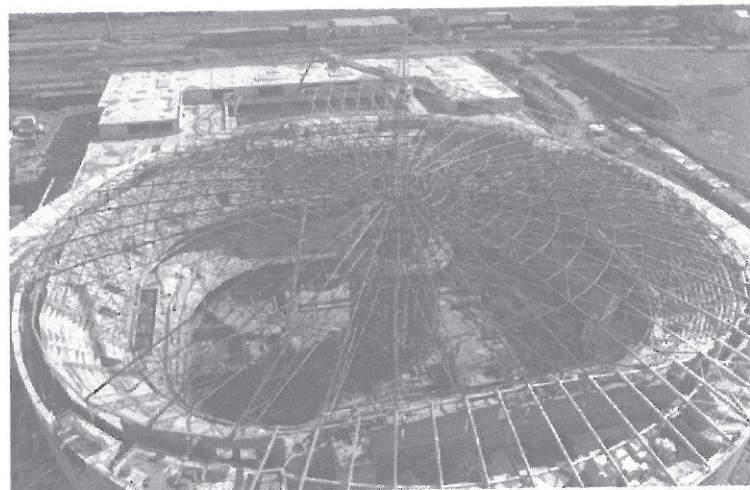
Ocelová konstrukce zastřešení Sazka Arény tvaru kulového vrcholíku o průměru 135 m a vzepětí 9 m byla řešena radiálně-kruhovým uspořádáním prostorového vzpínadla s 36 trubkovými příhradovými vazníky s předpjatými táhly, které se sbíhají na centrálním válcovém tubusu. Zvolená varianta optimálně splnila požadavky na přenesení extrémních excentrických zatížení při zavěšení břemen při koncertech a jiných akcích. Tvar střechy umožnil umístění

unikátní divadelní technologie v uvolněném prostoru mezi vazníky a táhly.

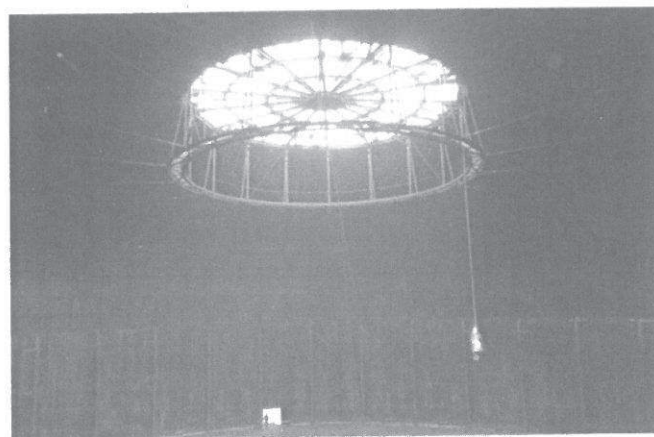
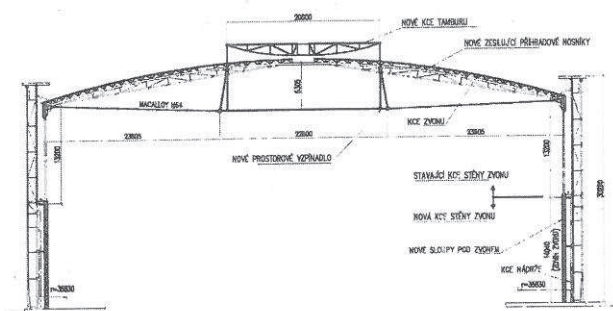
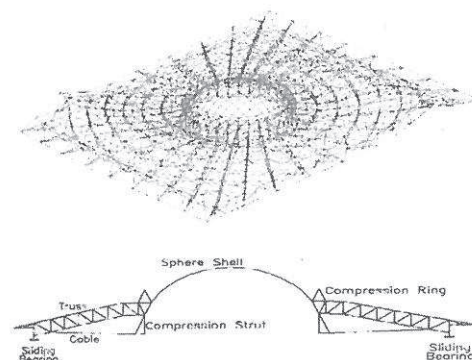
Konstrukce prostorového vzpínadla Sazka arény se stala následně inspirací pro Čínský Beijing University Gymnasium, kde se odehrával olympijský turnaj ve stolním tenisu.

Obdobný princip jsme použili pro rekonverzi plynojemu na koncertní síň ve Vítkovicích. Zvon plynojemu je v nové roli vystaven zcela opačnému zatížení než v původní funkci. Proto bylo pro rekonstrukci použito prostorové vzpínadlo, které po předpětí snížilo tahové síly v obvodovém kruhovém nosníku střešní skořepiny.

Konstrukční systém prostorového vzpínadla jsme s výhodou použili i v koncepčních návrzích dalších připravovaných konstrukcí.


Obr. 6 – Zastřešení Sazka (O₂) arény


Obr. 7 – Prostorové vzpínadlo Beijing University Gymnasium



Obr. 8 – Prostorové vzpínadlo rekonstruovaného zvonu plynojemu

Rovinná vzpínadla

Rovinná vzpínadla se uplatnila v konstrukcích velkorozponových prosklených atrií Paláce Křižík na Smíchovské a atrií ČSOB v Radlicích.

Konstrukce atrií paláce ČSOB v Radlicích tvoří odlehčená konstrukce vazníků ve tvaru předpjatého vzpínadla na rozpětí 32 m. Vlastní vazník má horní pas z truhlíkového profilu pro uložení prvků zasklení. Spodní pas je tvořen táhlem, jehož tvar vymezují štíhlé trubkové vzpěry. Konstrukce vyniká svou lehkostí, jednoduchostí výroby a rychlostí montáže.

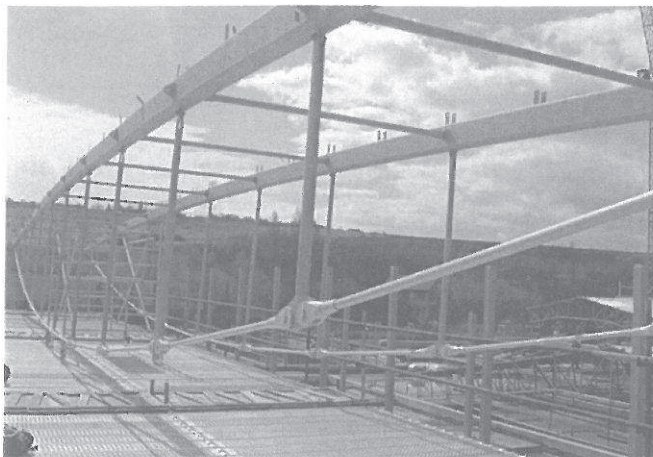
Rovinnými vzpínadly lze s úspěchem nahradit i standardní příhradové vazníky. Toto řešení jsme uplatnili v zastřešení hokejových arén v Třinci a v Kladně, které jsou ve fázi projektové přípravy.

Předpjaté prvky vazníků a tlužidel

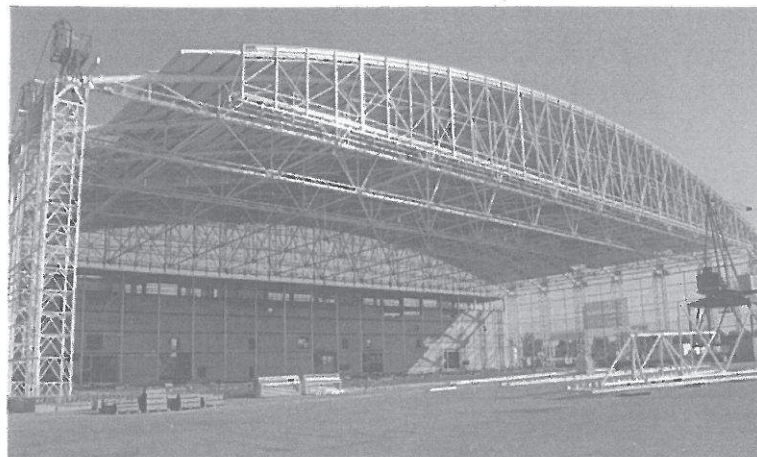
Realizační projekt ocelové konstrukce a opláštění nového hangáru v Mošnově jsme zpracovali na základě požadavku generálního dodavatele optimalizovat konstrukci z hlediska hmotnosti a ceny při významném zjednodušení montáže a zkrácení doby výstavby. Úspory cca 400 t oproti původnímu standardnímu řešení bylo dosaženo použitím technologie předpjatých táhel, pro dolní pásy obloukových příhradových vazníků na rozpětí 143,5 m, horizontálních tlužidel střechy hangáru a křížových tlužidel ve stěnách hangáru. Zajímavým řešením zde je styk dvojice táhel Macalloy M100 se zbylými prvky vazníku.

Projekt hangáru v Praze-Ruzyni, který se nerealizoval, počítal se superkonstrukcí – obloukovým nosníkem se spodním pasem sestávajícím ze skupiny předpjatých táhel.

V nerealizovaném projektu tribuny letního stadionu v Chomutově měl hlavní nosný oblouk s rozpětím 165 m spodní pas tvořen dvěma předpjatými táhly M100.



Obr. 9 – Zastřešení atria ČSOB Radlice vzpínadlovými nosníky



Obr. 10 – Hangár Mošnov, styčník spodního pasu vazníku

ZÁVĚR

Použití předpětí u velkorozponových konstrukcí přináší zpravidla úspory hmotnosti a ceny. Může zvýšit i užitnou hodnotu stavby. Některá výhodná koncepční řešení se stávají při návrhu opakovaným standardem. Při návrhu a realizaci předpjatých velkorozponových zastřešení bylo nutno vyřešit mnoho nových konstrukčních detailů a montážních postupů. Předpokladem realizace těchto konstrukcí jsou výkonné metody předpínání a spolehlivé měření předpětí s dostatečnou přesností. Předpínací postupy jsou zpracovávány na základě matematických metod.

Ing. Vladimír Janata, CSc.,
janata@excon.cz,
Excon, a. s.

ZDROJE INFORMACÍ:

- V. Janata (2005): Sazka Arena, Prague, Czech republic, *Structural Engineering International* Vol. 15, Number 1, 40-43
- V. Janata, J. Beran, Š. Bém (2010): Ocelová konstrukce zastřešení zimního stadionu v Chomutově, *Stavebnictví* 05/2010, 14-17
- V. Janata, M. Lukeš (2009): Aplikace táhel ve velkorozponové konstrukci hangáru v Mošnově, *Stavebnictví* 04/2009, 64-67
- V. Janata, M. Lukeš, D. Gregor, D. Jermoljev (2007): Ocelová konstrukce hangar na letišti Ostrava-Mošnov, *Konstrukce* 04/2007, 74-76



Obr. 11 – Tribuna letního stadionu Chomutov

- J. Včelák, V. Janata, (2006): Ocelové konstrukce nad atrií, *ABS* 05/2006, 92-93
- J. Beran, V. Janata, (2005): Zastřešení víceúčelové sportovní haly s ledovou plochou v Lanškrouně, *Konstrukce* 01/2005, 92-93
- V. Janata, (2004): Ocelová konstrukce střechy pro Sazka Arénu, *Stavební obzor* 03/2004, 65-70

Pre-stressed Structures of Large Span Roofs – Projects and Implementation

Using the prestress and tensioned tie bars for large span roofing usually means significant savings in weight and reduced structure price. It allows designing structures of innovative shapes and concepts, which in addition to architectural aspect can also bring significant benefits in layout and operational savings. Using the prestress for roofing can also be distinguished according to the type.