

Časopis stavebních inženýrů,
techniků a podnikatelů

Journal of civil engineers,
technicians and entrepreneurs



časopis stavebnictví

Téma čísla: Navrhování staveb

06-07 | 2024

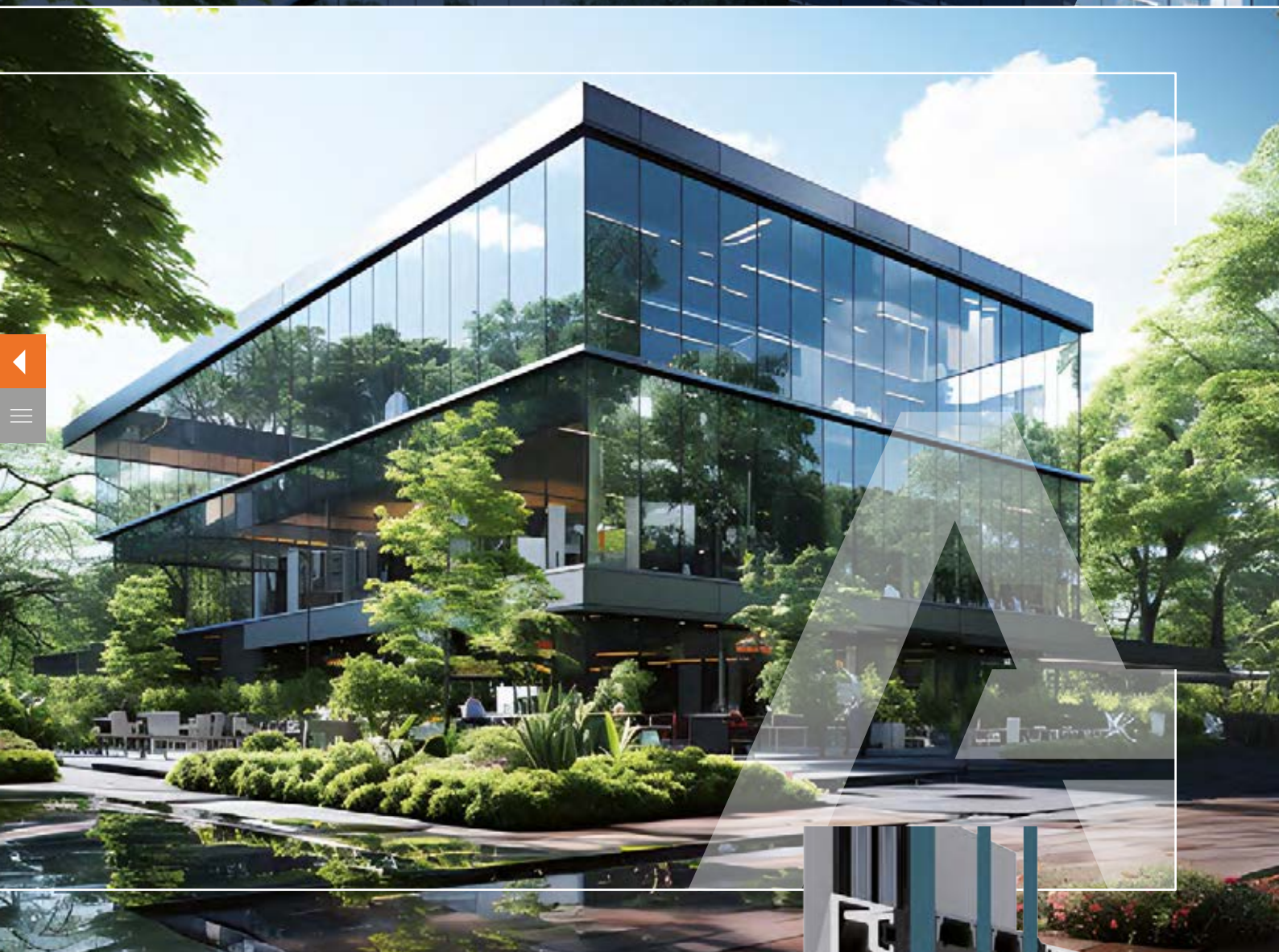


FASÁDY BUDOUCNOSTI

ALUPROF
ALUMINIUM SYSTEMS

MB-MT50N

NOVÁ sloupko-příčková FASÁDA
navržená v souladu s požadavky Cradle to Cradle



- inovativní izolátory: ABS/TPE a PET/PE
– U_f od **0,55 W(m²K)**
- vynikající technické parametry
- 3stupňové odvodnění
- jednoduchá výroba a rychlá montáž



Červnové vydání časopisu je zaměřeno na navrhování staveb. Jaké jsou trendy v oblasti betonových konstrukcí, včetně nových vysokohodnotných a vysokopevnostních materiálů a jejich uplatnění ve stavební praxi, jsem se zeptala doc. Ing. Lukáše Vráblíka, Ph.D., vedoucího Katedry betonových a zděných konstrukcí ČVUT Praha, který se ve své vědecko-výzkumné a projektové činnosti zaměřuje především na návrhy a realizace významných mostních konstrukcí.

Dnes jsme v situaci, kdy je na jednu stranu v rámci snižování produkce CO₂ vyvíjen tlak na omezení výroby betonů s rychlovažnými cementy o vysokém obsahu portlandského slínku, což je samozřejmě v rozporu s tendencí posouvat navrhování betonových konstrukcí z hlediska jejich pevnosti tak, aby byly vysoce odolné, a přitom subtilnější.

Budoucnost tohoto oboru tedy bude spočívat jednak v odpovědi na Green Deal, kdy se při výrobě betonů půjde cestou používání směsných cementů, v nichž je část slínku nahrazena jinou příměsí s pomalejším náběhem pevnosti. Rozvahu harmonogramu technologicky nutných časů k vyzrání betonu přitom bude nutno přizpůsobit době dosažení požadovaných návrhových pevností, která již nebude 7–28 dnů, ale například 1–3 měsíce.

Druhým směrem potom budou právě vysokohodnotné a vysokopevnostní betony, které jsou naopak založeny na vysokém obsahu rychle tuhnoucího cementu a nízkém vodním součiniteli, omezujícím porozitu. Převrat v navrhování a funkčních možnostech betonů znamená například ultra vysokohodnotný beton (Ultra High Performance Concrete, UHPC) doplněný o ocelové drátky výztuže.

Jaký je nárůst pevnosti tohoto materiálu v čase?

Tento nárůst je enormně rychlý, například na Barrandovském mostě, kde se aplikuje UHPC o pevnosti 110 MPa, se zcela bezpečně povoluje plná funkčnost vrstvy už po 48 hodinách. Poté je již pojižděna mechanizací a mixy pro aplikaci betonu na další rekonstruované části.

Jaké jsou přednosti UHPC v rámci jeho uplatnění ve stavebních konstrukcích?

Vlivem mnoha speciálních příměsí má tento materiál výborné mechanické vlastnosti jako je pevnost, duktilita nebo tuhost, které dovolují navrhovat velmi subtilní konstrukce. Zároveň má vysoký potenciál z hlediska dlouhodobé odolnosti vůči agresivnímu prostředí, díky níž je například možné poměrně razantně redukovat krycí vrstvu betonářské výztuže, čímž jsme opět schopni snížit dimenze.

Ve výsledku tedy i ten negativní vklad z hlediska počáteční nutnosti použití cementu s vysokým obsahem slínku znamená, že jej na čtvereční metr použijeme daleko méně než v průměru u klasického betonu. Splníme tak parametr omezení rychlovažného cementu a zároveň požadavek na dlouhodobou trvanlivost konstrukce.

UHPC má také velký potenciál jak při navrhování nových konstrukcí, např. lávek nebo různých konstrukčních prvků, tak při obnově původních starých konstrukcí. Z tohoto materiálu můžeme vytvořit velmi dobře fungující vrstvu plnicí roli statického ztužení dané konstrukce a zároveň funkci ochranné vrstvy, která zabraňuje průniku agresivních látek z původní konstrukce. Jedná se tedy o dvojitý efekt: konstrukci jednak ztužujeme a jednak ochraňujeme a zvyšujeme její životnost.

Jaká jsou naopak omezení pro jeho použití?

Například u rekonstrukcí staveb při zajištění přilnavosti nové, dokonale únosné ochranné vrstvy UHPC k betonovému podkladu původní konstrukce, kterou zesilujeme. Rozhodující je tahová pevnost povrchových vrstev původního betonu, což je vzhledem k tomu, že se jedná o porušené konstrukční části, které byly dlouhou dobu vystaveny okolnímu prostředí, v některých případech problematické.

Například v rámci současné třetí etapy rekonstrukce Barrandovského mostu v Praze, kde jsou původní betonové konstrukce v daleko horším stavu, než se předpokládalo, je přijmutí nové vrstvy UHPC starým betonem řešeno přikotvováním betonářské výztuže, případně celoplošnou úpravou původní konstrukce, razantním otryskáním a zdrsněním povrchu, aby se odbouraly nevyhovující vrstvy. Napojení se pak provádí nikoliv na povrchovou, ale na nižší odbouranou vrstvu.

Co byste dále uvedl k budoucnosti oboru?

Vzhlížejme k tomuto stavebnímu materiálu v dobrém a navrhujme betonové konstrukce s pokorou a s dostatečným nadhledem k funkci jednotlivých konstrukcí, aby rozložení materiálu odpovídalo toku sil – pak se stane stavební dílo funkční a zůstane napořád.



Přeji vám, ať je i toto vydání časopisu pro vás podnětné a přinese zajímavé informace.

Hana Dušková

Ing. Hana Dušková
šéfredaktorka



KOMPLEXNÍ ŘEŠENÍ OTVOROVÝCH VÝPLNÍ A STÍNĚNÍ VEKRA

Spojení perfektního **designu**
a mimořádné **životnosti**
s důrazem na nadstandardní
kvalitu.

- + INDIVIDUÁLNÍ ODBORNÉ PORADENSTVÍ
- + BIM KNIHOVNY
- + VÝKRESY A DALŠÍ TECHNICKÉ PODKLADY



800 777 666

www.vekra.cz

AKTUALITY
NEWS

▶ 6



OSOBNOSTI STAVITELSTVÍ
PERSONALITIES OF CIVIL ENGINEERING

10

**Firma
Bratři Prášilové & spol.
– stavby mostů**

The Prášil Brothers company
– bridge constructions

Petr Zázvorka



NAVRHOVÁNÍ STAVEB
DESIGN OF BUILDINGS

20

**SBToolCZ – národní nástroj
pro hodnocení a certifikaci
kvality budov v České republice**

SBToolCZ – national tool for quality assessment
and certification buildings in the Czech Republic

Ing. Daniel Koryčan



NAVRHOVÁNÍ STAVEB
DESIGN OF BUILDINGS

30

**Depozitární budova
Národní galerie
Praha**

Depository building of the National Gallery
Prague

Ing. Jiří Slánský



STAVBA ROKU
BUILDING OF THE YEAR

14

**Univerzitní medicínské centrum
Lékařské fakulty Univerzity
Karlovy (UniMec) – II. etapa**

University Medical Center of the Faculty
of Medicine of Charles University (UniMec)
– II. phase

Ing. Petr Kráčmar



NAVRHOVÁNÍ STAVEB
DESIGN OF BUILDINGS

24

**Roznos lokálního zatížení přes
skladbu tepelné izolace na plochých
střechách s trapezovými plechy**

Point load distribution through the composition
of thermal insulation on flat roofs with trapezoidal
sheets

Ing. Michal Strejček, Ph.D.
prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.



NAVRHOVÁNÍ STAVEB
DESIGN OF BUILDINGS

36

**Principy a význam
metody EPC,
zkušenosti z praxe**

Examples of projects implemented
using the EPC method and practical
experience

Ing. Radim Kohoutek

časopis
stavebnictví

Hlavní partneři





REALIZACE STAVEB
CONSTRUCTION OF BUILDINGS

42

Obnova Průmyslového paláce na pražském Výstavišti pokračuje

The renovation of the Industrial Palace at the Prague Exhibition Center continues

Ing. David Čech



FIREMNÍ BLOK
CORPORATE INFORMATION

58

Pivovar v Kralupech nad Vltavou prochází rozsáhlou rekonstrukcí

Brewery in Kralupy nad Vltavou passes through an extensive reconstruction.

Ing. Ondřej Němec



SVĚT STAVBAŘŮ
INFORMATION FOR BUILDERS

68

Stavba Jihomoravského kraje 2023

Building of South Moravia region 2023



PODZEMNÍ STAVBY
UNDERGROUND STRUCTURES

48

Tunel Skärholmen, skandinávské know-how provádění masivních monolitických konstrukcí

Skärholmen tunnel, Scandinavian know-how during the implementation of massive monolithic structures

Ing. Jan Faltýnek, Ph.D., MBA, EUR ING.



FIREMNÍ BLOK
CORPORATE INFORMATION

60

Integrace moderního designu a udržitelnosti při revitalizaci firemní budovy OHLA ŽS

Integration of modern design and sustainability in revitalization company building OHLA ŽS

Ing. Martin Rozbořil

ZAJÍMAVOSTI
NEWLY REPAIRED, BUILT OR OPEN

72

V PŘÍŠTÍM ČÍSLE
THE NEXT ISSUE

74

Vydává IC ČKAIT pro:



INZERCE

Škola FIDIC - 2024-2025

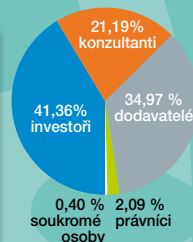
CACE přispívá k úspěšnému zavádění vyspělých standardů v českém stavebnictví.

I pro roky 2024-2025 připravujeme program certifikovaných školení k otázkám smluvních podmínek ve stavebnictví **on-line**.

- Základní čtyřdenní školení o smluvních vzorech FIDIC v termínech:
 - 6., 13. a 27. listopadu a 4. prosince 2024, on-line
- 3 nástavbová jednodenní školení pro absolventy základního školení:
 - Claim management - 15. ledna 2025, on-line
 - Žlutá kniha - 29. ledna 2025, on-line
 - Správce stavby - 12. února 2025, online



Absolventi školení



Sledujte www.cace.cz/skoleni. Od září 2015 do dubna 2024 se již více než 2600 absolventů školení stalo majitelem číslovaného certifikátu potvrzujícího základní znalosti o smluvních podmínkách ve stavebnictví podle vzorů FIDIC. Viz <https://www.cace.cz/skoleni>. Všechna školení jsou zařazena do programů celoživotního vzdělávání ČKAIT a ČKA a jsou oceněna 1 až 3 body.

Aktuální informace ke školením najdete na www.cace.cz.



CACE - Česká asociace konzultačních inženýrů (CACE), z. s., www.cace.cz
FIDIC - fr. zkratka Mezinárodní federace konzultačních inženýrů, www.fidic.org

Jihokorejský Doosan přináší do České republiky nové investice



Jihokorejský Doosan, světový výrobce parních turbín, chytrých strojů a polovodičů, představil v rámci dne česko-korejského průmyslového partnerství Doosan Partnership Day, který se konal 13. května v Praze na Žofíně, významné investice do české ekonomiky ve výši tří miliard korun. Zároveň podepsal klíčová memorandum s českými firmami o spolupráci na projektech v tuzemsku i v zahraničí.

Společnost Doosan patří mezi světové výrobce turbín v oblasti jaderné i klasické energetiky. „Jako silný partner firmy Korea Hydro & Nuclear Power přicházíme do České republiky podpořit její aktivity v tendru na dostavbu Jaderné elektrárny Dukovany. Pokud získá tuto pro český i korejský průmysl významnou zakázku, bude turbínu pro sekundární ostrov, jedno z hlavních zařízení jaderné elektrárny, dodávat česká firma Doosan Škoda Power. To výrazně přispěje k naplnění záměrů české vlády na zapojení lokálních firem do dostavby nových jaderných zdrojů,“ uvedl Jeongwon Park, předseda představenstva skupiny Doosan.

Kromě toho představil plán Doosan Enerbility přesunout do Plzně klíčová know-how v oblasti výroby vzduchem chlazených generátorů s výkonem do 300 MW a vývoj a výrobu technologií plynových a vodíko-

vých turbín, které pomohou České republice stát se významným evropským hráčem v segmentu výroby bezuhlíkové energie.

„Rozhodli jsme se přenést do České republiky technologii pro výrobu vzduchem chlazených generátorů parních turbín pro dodávky do elektráren i malých modulárních reaktorů tak, aby se český průmysl významně podílel na projektech skupiny Doosan na světových trzích. Zároveň v Plzni plánujeme vybudovat centrum vodíkových spalovacích turbín v Evropě, které přinese více pracovních míst a zařadí Českou republiku na mapu několika málo výrobců na světě,“ doplnil Seungwoo Sohn, generální ředitel Doosan Enerbility Power Service Business Group.

Na prestižním setkání vystoupil také Daniel Procházka, provozní ředitel Doosan Škoda Power, který hovořil o připravenosti firmy na dostavbu nových jaderných zdrojů v ČR: „Jsme připraveni dodat nejmodernější generaci parní turbíny v požadovaném výkonu. V České republice máme mimo jiné i tu nejlepší referenci. Více než dvacet let naše turbína zajišťuje bezpečný chod Jaderné elektrárny Temelín. Rád bych zdůraznil, že naše technologie je odzkoušená, jednoduše dopravitelná a zejména jsme schopni zajistit okamžitý servis přímo z ČR.“

Vzhledem k tomu, že se očekává, že 100% vodíková turbína bude v budoucnu klíčovou technologií pro bezuhlíkovou výrobu elektrické energie využívající jako palivo nejen ekologický vodík, ale i vodík vyráběný jadernou energií, se o její vývoj ucházejí významné země z celého světa. Díky přenosu technologie do Plzně bude jednou z nich i Česká republika.

Zadáním projektu dostavby Jaderné elektrárny Dukovany koncernu KHNP společnost Doosan věří v rozšíření spolupráce mezi oběma zeměmi i mimo sektor jaderné energetiky, a to na globální trhy parních, plynových a vodíkových turbín. Obě země mohou v tomto segmentu společně růst a stát se globálním lídrem energetického průmyslu.

Doosan má v oblasti jaderné energetiky řadu úspěšných realizací. Po společném projektu s Korea Hydro & Nuclear Power na jaderné elektrárně Barakah ve Spojených arabských emirátech je pro obě firmy stavba nových jaderných bloků v České republice dalším zásadním projektem v zahraničí, na němž se chtějí společně podílet.

Zdroj: CPIA Czech Power Industry Alliance (Aliance české energetiky)

Ceny výrobců: v čele jsou služby

Dubnový vývoj výrobních cen ukazuje na pokračující uklidňování inflačních tlaků. Shodují se na tom analytici oslovení ČTK. Upozorňují zejména na meziroční pokles cen zemědělských výrobců, to podle nich snižuje riziko dalšího skokového zdražení potravin, jaký spotřebitelé v obchodech zaznamenali v dubnu. Výrobní ceny zpravidla dávají signál o budoucím vývoji spotřebitelských cen.

Průmyslová výroba

Ceny průmyslových výrobců zaznamenaly meziroční růst 1,4 % i meziměsíční růst 0,2 % a naplnily tržní očekávání. Vyšší byly v dubnu ceny v odvětví koksů a rafinovaných ropných výrobků. O více než pět procent stouply také ceny elektřiny, plynu, páry a klimatizovaného vzduchu. Zdražení motorových vozidel, přívěsů a návěsů činilo 4,4 %. Klesly naopak ceny potravinářských výrobků, základních kovů či dřeva a dřevěných a korkových výrobků. Ceny průmyslových výrobců bez energií byly meziročně nižší o 0,4 %.

Zemědělství

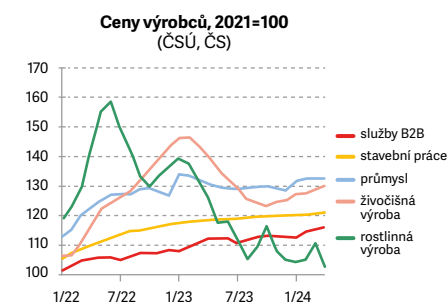
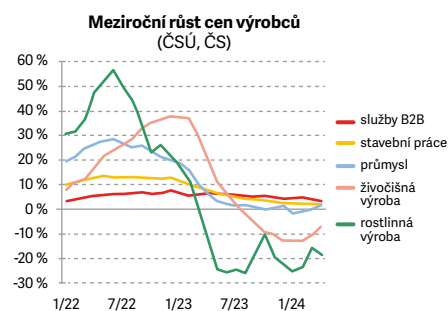
V zemědělství ceny meziročně klesly již dvanáctý měsíc v řadě, tentokrát o 13,4 %. Ceny rostlinné výroby se téměř vrátily na úroveň roku 2021. V živočišné výrobě byly ceny v dubnu meziročně nižší o 7,2 %.

Tržní služby

Ceny tržních služeb pro podniky se meziměsíčně zvýšily o 0,7 %, meziročně byly vyšší o 3,4 % (v březnu o 4,1 %). V rámci všech cen výrobců už téměř rok rostou nejrychleji. Jde o ceny, které si v letech 2022–2023 rostly nejméně, ale teď naopak jen neochotně zpomalují. Podobný efekt vidíme i na úrovni spotřebitelských cen, kde je už od minulého roku růst zřetelně vyšší u cen služeb než u cen zboží. Za služby v oblasti zaměstnání podniky platily meziročně o 7,7 % více, za služby v oblasti nemovitostí o 7,4 % a za reklamní služby a průzkum trhu o 6 %. Více firmy zaplatily také za služby právníků a účetních či za vydavatelské služby.

Stavební výroba

Ceny stavebních prací meziměsíčně vzrostly o 0,2 %, ceny materiálů a výrobků spotřebovávaných ve stavebnictví vzrostly



Poznámka: Služby B2B – Business-to-business, služby poskytované mezi podnikateli

o 0,1 %. Meziročně byly ceny stavebních prací vyšší o 2,0 %, ceny materiálů a výrobků spotřebovávaných ve stavebnictví byly nižší o 1,5 % (v březnu byly nižší o 1,8 %).

Zdroje: Česká spořitelna, ČSÚ, ČTK

INZERCE



BESTA TRADE
ZPRACOVÁNÍ PLECHŮ CNC TECHNOLOGIÍ

Tel.: +420 606 744 880
E-mail: info@besta-trade.com
www.besta-trade.com



- zpracování plechů CNC technologií
- výroba fasádních kazet a klempířských prvků
- laserové řezání, děrování a ohraňování plechů do délky 8 000 mm





2023

URS is a member of Register of Standards Providers Ltd

Označování stavebních výrobků českou značkou shody CCZ

Projektant i zhotovitel stavby by měly mít k dispozici věrohodné doklady o deklarovaných vlastnostech stavebních výrobků a jejich určená použití ve stavbě, na základě kterých se lze rozhodnout, zda předmětný výrobek je vhodný do navrhované nebo prováděné stavební konstrukce z hlediska plnění základních požadavků na stavby.

Použití při provádění stavby výrobky s požadovanými vlastnostmi je jedním z předpokladů vedoucích ke splnění technických požadavků na stavby.

Požadavky na výrobky do stavby

Jaké stavební výrobky a s jakými vlastnostmi mohou být navrženy a použity do stavby z hlediska zajištění její způsobilosti pro navrhovaný účel a splnění základních požadavků na stavby, stanoví nový stavební zákon č. 283/2021 Sb., v § 153 odst. 1 shodně jako předchozí stavební zákon č. 183/2002 Sb. v § 156 odst. 1. Nový stavební zákon v § 153 odst. 2 rozšiřuje aspekty stanovení výrobků pro povinné posuzování na ty výrobky, které mají rozhodující význam pro výslednou kvalitu stavby a které by mohly ve zvýšené míře ohrozit život nebo zdraví osob nebo zvířat, bezpečnost anebo životní prostředí, popřípadě jiný veřejný zájem. Tyto výrobky se nazývají výrobky stanovené.

Práva a povinnosti osob, které výrobky uvádějí a dodávají na trh, stanoví zákon č. 22/1997 Sb. Povinnosti výrobců a dovozců stavebních výrobků při uvádění výrobků na Evropský jednotný trh stanoví nařízení (EU) č. 305/2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh. Nařízení se vztahuje pouze na harmonizované stavební výrobky, to je výrobky, pro které existují harmonizované evropské normy, případně evropská technická posouzení, na které Komise zveřejnila odkaz v Úředním věstníku EU. Neharmonizované stavební výrobky se řídí národní právní úpravou, nařízením vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky.

Informační povinnosti výrobců harmonizovaných výrobků

Nařízení (EU) č. 305/2011 ukládá výrobcům před uvedením výrobku na trh vypracovat a zpřístupnit prohlášení o vlastnostech. Obsah prohlášení stanoví nařízení Komise č. 574/2014, vydané Komisí v přenesené

pravomoci, kterým se mění příloha III nařízení (EU) č. 305/2011. Prohlášení o vlastnostech obsahuje, kromě jiného, výrobcem závazně deklarované vlastnosti výrobku pro zamýšlené použití výrobku, v rozsahu podle příslušné harmonizované normy. Součástí prohlášení o vlastnostech je též tabulka deklarovaných vlastností stavebního výrobku, jak ji uvádí příslušná harmonizovaná evropská norma obvykle v příloze ZA.1, vyjádřených úrovní, třídou nebo popisem v rozsahu zamýšleného použití výrobku. Výrobce k výrobku, na který vydal prohlášení o vlastnostech, připojuje označení CE, čímž dává na vědomí, že nese odpovědnost za shodu stavebního výrobku s vlastnostmi uvedenými v prohlášení o vlastnostech. Označení CE je obvykle součástí štítku výrobku, ve kterém výrobce uvádí vlastnosti výrobku uvedené v prohlášení o vlastnostech a další informace, jak stanoví článek č. 9, Nařízení (EU) č. 305/2011.

Informační povinnosti výrobců a dovozců neharmonizovaných výrobků

Nařízením vlády č. 163/2002 Sb. ukládá výrobcům nebo dovozcům vydat prohlášení o shodě, jehož obsah upravuje § 13 nařízení vlády. Nařízením vlády však neukládá výrobcům nebo dovozcům povinnost uvést v prohlášení o shodě deklarované vlastnosti výrobku, ani opatřit výrobek značkou shody.

Novela nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

Následkem nepřijetí zákona o stavebních výrobcích trvá stav, kdy projektant ani zhotovitel stavby nemá u neharmonizovaných stavebních výrobků k dispozici závazně deklarované vlastnosti stavebního výrobku potřebné jak pro návrh, tak pro výběr vhodných výrobků pro provedení stavby, aby mohl zajistit splnění požadavků podle § 153 nového stavebního zákona.

Z tohoto důvodu Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě dala podnět a účastnila se vypracování novely nařízení vlády č. 163/2002 Sb., která v principu spočívala v doplnění ustanovení § 13 nařízení vlády, ukládající výrobcům nebo dovozcům uvést v prohlášení o shodě též deklarované vlastnosti výrobku v rozsahu počáteční zkoušky typu a označovat výrobky, na které vydal výrobce nebo dovozce prohlášení o shodě podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb. českou značkou shody vyobrazenou v nařízením vlády č. 179/1997 Sb.

Novela nařízení vlády č. 163/2002 Sb. byla přijata usnesením vlády České republiky č. 245 dne 17. 4. 2024 a připravuje se její vydání ve sbírce zákonů.

Novela ukládá výrobcům nebo dovozcům na základě vydaného prohlášení o shodě připojit k výrobku českou značku shody. Pokud to vzhledem k povaze výrobku není možné nebo odůvodněné, je třeba připojit českou značku shody k obalu nebo k průvodní dokumentaci výrobku. Výrobce nebo dovozce nemusí připojit českou značku shody v případě posouzení shody při kusové výrobě podle § 9 nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

Vzor české značky shody stanoví příloha č. 4 k nařízením vlády.



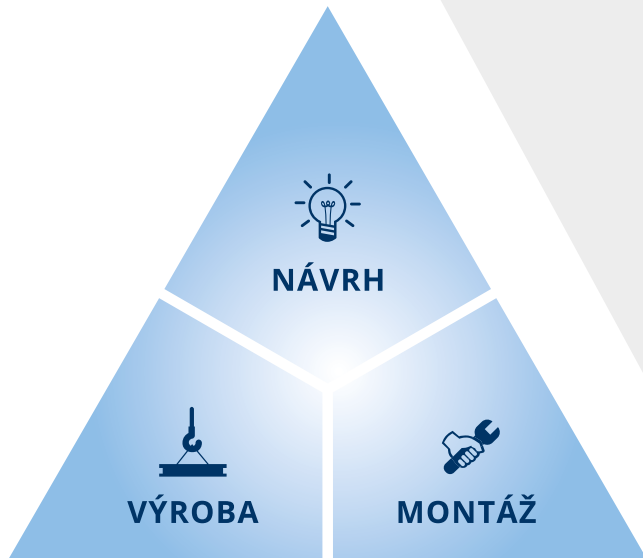
Obsah prohlášení o shodě se v § 13 doplňuje o nový odstavec, který zní: „Úplný soubor deklarovaných technických vlastností výrobku, které mohou ovlivnit alespoň jeden ze základních požadavků na stavby uvedených v příloze č. 1 k tomuto nařízení; tyto vlastnosti se uvádějí v rozsahu počáteční zkoušky typu a vyjadřují se třídou, úrovní, mezní hodnotou nebo popisem tak, aby stavba mohla být řádně navržena a provedena.“

Novela nařízení vlády nabude účinnosti 1. 1. 2025 s tím, že za podmínek uvedených v nařízení vlády bude platnost prohlášení o shodě vydaných před dnem účinnosti novely nařízení vlády 3 roky.

Novela nařízení vlády zajistí jednotné podmínky pro identifikaci stanovených stavebních výrobků řádně uvedených na trh, zajistí srovnatelné technické podklady pro návrh a použití výrobků ve stavbě, kontrolu při přejímání výrobků apod.

Ing. Lubomír Keim, CSc., člen Technické komise ČKAIT a výboru oblasti Praha

Určujeme trendy v komplexní realizaci ocelových konstrukcí.



Zajišťujeme komplexní realizace ocelových konstrukcí občanských, průmyslových, sportovních a dopravních staveb, staveb pro energetiku a telekomunikace.

Stavíme na jedinečnosti, která spočívá v komplexnosti procesu od návrhu po montáž a na vysoké odbornosti.

Hlavním cílem je dokonale zvládnutý proces
NÁVRH + VÝROBA + MONTÁŽ.

Přinášíme v projektování i realizaci ocelových konstrukcí kreativní, technicky jedinečná a ekonomická řešení ocelových konstrukcí staveb. Využíváme synergického efektu, který vzniká propojením know-how z projekční a realizační činnosti.



- | **PŘEDPÍNÁNÍ** – vnášení a měření předpětí do ocelových konstrukcí |
- | **DIAGNOSTIKA** – prohlídky, zkoušky, monitoring staveb |
- | **OCELOVÉ HALY** – dodávka staveb s nosnou ocelovou konstrukcí |
- | **TVAROVÉ VÝROBKY Z HUTNÍCH MATERIÁLŮ** – nová dimenze opracování ve 3D |
- | **JISTÍCÍ A ZÁCHYTNÉ SYSTÉMY PRO PRÁCI VE VÝŠKÁCH** | **OCELODŮM** – nosná ocelová konstrukce - bydlení budoucnosti |
- | **SPECIÁLNÍ OCELOVÉ KONSTRUKCE, DYNAMIKA** – navrhujeme, stavíme a zesilujeme stožáry, kotvené stožáry a rozhledny |
- | **SOFTWARE Alex** – software pro řízení dokumentů a procesů |

EXCON, a.s., Sokolovská 187/203, 190 00 Praha 9 - Vysočany, Tel.: +420 244 015 111, excon@excon.cz

www.excon.cz

EXCON
STAVÍME NA PARTNERSTVÍ

Firma Bratři Prášilové & spol.

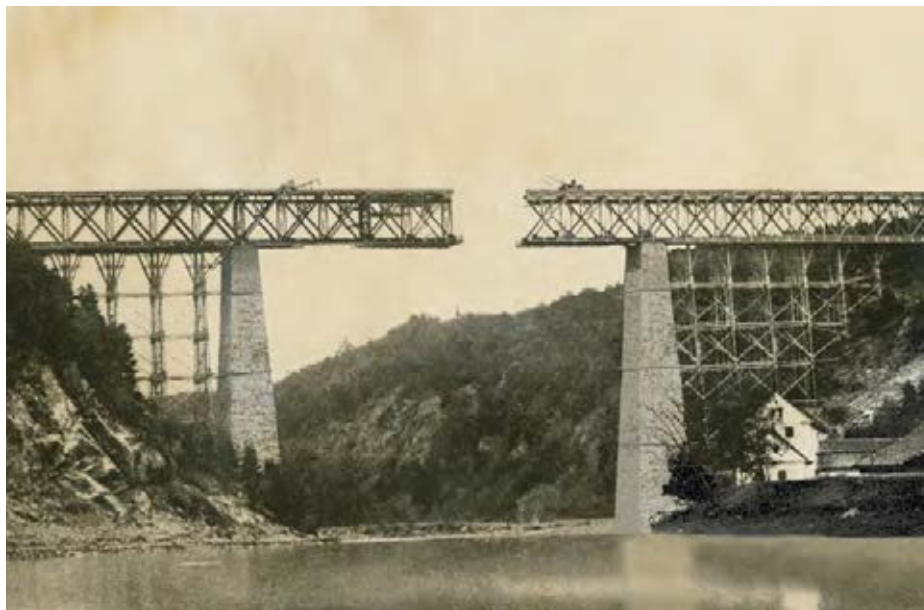
– stavby mostů



V průběhu 19. století, v souvislosti s rozvojem dopravních staveb, zejména železnice, vznikala řada firem, jejichž rozvoj souvisel s potřebou výroby mostních konstrukcí. Některé z těchto firem vznikly z malých živností, jiné, např. Vítkovická mostárna nebo mostárna při Vojtěšské huti na Kladně, byly založeny jako vedlejší provozy hutí.



Obr. 1 František Prášil (cca 1888, volné dílo)



Obr. 2 Červená nad Vltavou, stavba mostu, 1889 (archiv Michaela Trnky)

V nově vznikajících mostárnách vyrůstali vynikající odborníci, z nichž někteří se časem osamostatnili. Takovou firmou byla známá libeňská mostárna bratří Prášilů, kterou založil spolu s dalšími podnikateli a řadu let vedl inženýr, konstruktér, statik, vynálezce a projektant František Prášil, vynikající osobnost českého stavitelství.

Cesta k založení vlastní firmy

František Prášil se narodil 11. září 1845 v Domažlicích. Po studiu na pražské polytechnice odešel do Kladna, kde se postupně vypracoval na vedoucího První české mostárny, založené při kladenské Vojtěšské huti, v níž byl v roce 1881 vyroben i železniční most přes Otavu na trati Česká Budějovice – Plzeň (viz č. 10/ 2012 tohoto časopisu). V roce 1886 zamířil Prášil do Prahy, přesněji do Libně, když přijal nabídku na místo hlavního technika nově založené mostárny v rámci První českomoravské továrny na stroje, která v Libni působila již od roku 1871 (pozn.: sloučením této firmy s dalšími subjekty pak v roce 1927 vznikne největší strojírna v tehdejším Československu – Českomoravská-Kolben-Daněk – ČKD).



Obr. 3 Štěpánský most přes Labe, Obříství, okres Mělník, (1910) kulturní památka ČR, (foto: 2012, autor: MaReK Olsansky, CC BY-SA 3,0)

Nově založená mostárna převzala v roce 1886 od Pražské železářské společnosti na Kladně výrobu mostních konstrukcí – včetně odborníků i potřebné technické dokumentace. V roce 1894 se František Prášil osamostatnil a založil spolu se svými příbuznými a dalšími společníky novou továrnu na železné konstrukce v Libni s názvem *Bratři Prášilové & spol. mostárna, kotlárna a dílna na kovové konstrukce*.

V dalších letech, kdy se firma dále rozvíjela, zněl název firmy: *Bratři Prášilové & spol. mostárna, kotlárna a strojírna, zkráceně také: Bratři Prášilové & spol.*

Firma se v průběhu dalších let stala jednou z nejvýznamnějších svého druhu na území Čech, což potvrzovala i skutečnost, že František Prášil byl v roce 1907 jmenován císařským radou.

Rozvoj dopravních staveb

Růst výroby a rozvoj stavitelství (zejména dopravních staveb) té doby dokumentuje skutečnost, že za účasti Františka Prášíla byly na konci devatenáctého a na počátku 20. století navrženy a vyrobeny ocelové konstrukce pro desítky železničních a silničních mostů, mezi nimi například Štěpánský silniční most přes Labe v obci Obřívství u Mělníka, most přes Radbuzu v Horšovském Týně nebo železniční most přes Vltavu u Červené, při jehož výstavbě byla v Čechách použita poprvé letmá montáž. Obě krajní pole ocelové konstrukce byla montována klasicky na dřevěném montážním lešení. Střední pole mostu bylo montováno jeřábem, který pojížděl po již smontované konstrukci. Stavba byla dokončena v roce 1889.

V Praze se František Prášil účastnil opravy Karlova mostu po povodni roku 1890, v letech 1890–1891 dodávkou kovových výztuží. Ve stejné době vytvořil konkurenční (nerealizovaný) návrh na nový most na místě řetězového mostu císaře Františka I. (postaveného v letech 1840–1841 a odstraněného v roce 1897). Firma Františka Prášíla se podílela na výstavbě mostu Svatopluka Čecha, tj. jediného železného obloukového mostu v hlavním městě, který vznikl podle návrhu architekta Jana Kouly (1855–1919) v letech 1905–1908.

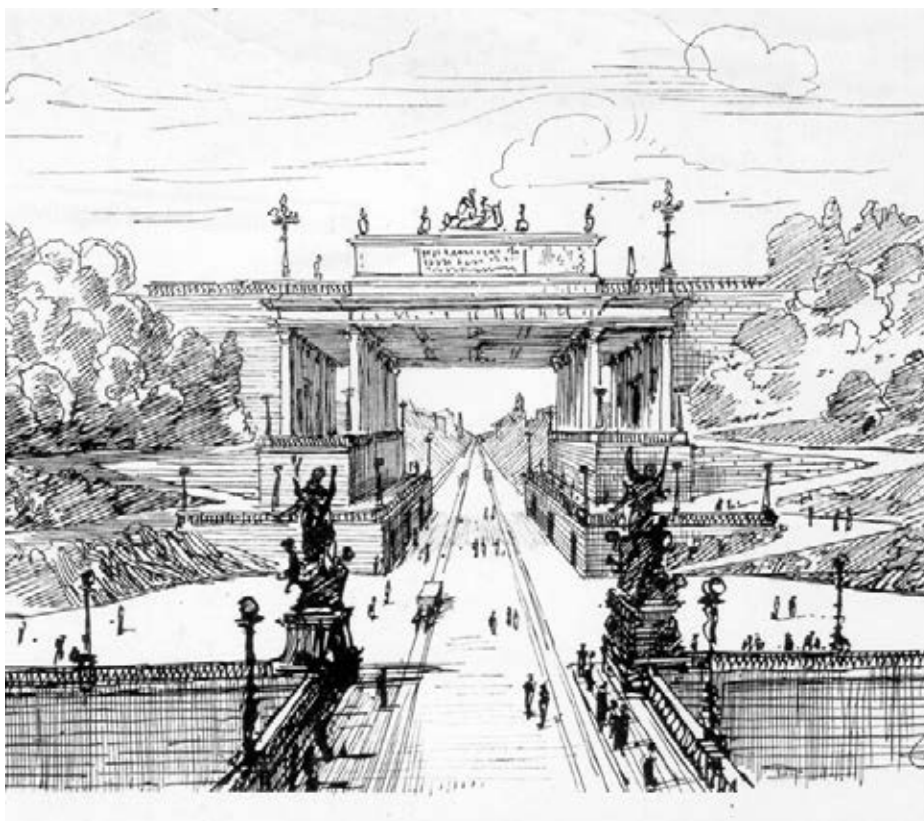
Most Svatopluka Čecha

Výstavba mostu (v letech 1908–1940 nesoucího název most Svatopluka Čecha, v letech 1940–1945 přejmenovaného na Mendelův most a od roku 1945 s názvem Čechův most) souvisela s asanací Josefova, bývalého židovského města, na přelomu 19. a 20. století, kdy byl předložen návrh propojit oba břehy Vltavy širší komunikací. Z velkorysého plánu se realizovala pouze Pařížská třída a stavba mostu, který měl pokračovat na letenské straně průkopem svahu až na Letenskou pláň a komunikací propojit centrum s novými částmi Prahy směrem do Dejvic. Vzhledem k tomu, že umístění mostu bylo včetně jeho základních rozměrů jednoznačně dáno, nebyla vyhlášena veřejná soutěž.

Tvorby návrhu na stavbu mostu se zúčastnili vynikající odborníci v oboru mostního stavitelství. Konzultanty byli například inženýři František Mencl (1879–1960), pražský stavební rada Jiří Soukup (1855–?) nebo Jan Kolář (1868–1958) a Zdeněk Bažant (1879–1954) – pozdější profesori ČVUT, kteří se podíleli především na výpočtech náročné konstrukce mostu. Autorem



Obr. 4 Čechův most v Praze (foto: Thomas Ledl 2016, vlastní dílo, CC BY-SA 4,0)



Obr. 5 Původní návrh (varianta I) Jana Kouly na letenský průkop, v popředí Čechův most (1906–1909, volné dílo)



Obr. 6 Soutěžní návrh na průkop letenského svahu (volné dílo, ntm, 1906–1909)



Obr. 7 Figurální výzdoba Čechova mostu (anonymní autor, historické foto)

architektonického ztvárnění mostu se čtyřmi pylony byl architekt Jan Koula, který v návrhu uplatnil nový secesní styl s bohatou výzdobou. Návrh na stavbu mostu byl dokončen v roce 1904 a schválen v červnu roku 1905. Základové práce prováděla firma Müller & Kapsa, ocelové konstrukce dodávaly a montovaly Pražské strojírny (dříve Ruston a spol.), Českomoravská továrna na stroje a firma Bratři Prášilové & spol. (každá firma měla na starosti jedno pole mostu). Martinská plávková ocel byla dodávána z Kladna, konstrukce byly nýtované.

Podle Jana Vítka [5, str. 84] „Ocelová konstrukce mostu má tři pole, největší cí se k výše položenému levému břehu, s rozpětím 47,8 + 53,1 + 59,2 m. Šířka mostu byla 16 m, s vozovkou 10 m a chodníky

po 3 m. Most má ploché oblouky se dvěma klouby u patek sestavené z osmi žeber v každém poli a příčně ztužené.“

V Technickém průvodci z roku 1921, „Mostní stavitelství“, je na str. 271 uvedeno: „Pasy oblouku mohou být tvaru srpovitého, u kterého, se oba pasy od vrcholu k patkám rozbíhají, takže nosník má klenbovitý tvar s největší výškou v patkách. Je-li horní pas příhradového oblouku přímý, dolní pas zakřivený, vzniká oblouk se ztuženými cípy – např. most Svatopluka Čecha v Praze.“

Jan Vítka [5, str. 84] rovněž upozornil na problém: „Ve snaze uspořít materiál jsou při šikmosti konstrukce 5° a různém rozpětí všechna nosná žebra v detailech mírně odlišná. To při pozdější rekonstrukci působilo jistě komplikace. Podkladem pro vozovku byla tehdy používaná železa Zorés, obtížně přístupná a korodující, která byla později vyměněna. Pro snížení hmotnosti a hluku byla vozovka navržena ze špalíků tloušťky 130 mm z odolného australského dřeva.“

Dodejme, že dva mostní pilíře v korytě Vltavy byly esteticky formovány a směrem k základům rozděleny na dva dílky, které obkročují kanalizační stoku, vedenou v ose mostu. Nad hladinou pak jsou klenbami spojeny v normální plné pilíře. Byly založeny na kesonech, dosahujících až hloubky 10 m pod hladinou Vltavy, krajní opěry byly zakládány v otevřených jámkách. Pilíře jsou betonové, s tuhou výztuží, směrem dolů se jejich zhlaví prodlužují a jsou obložena kamenným zdívem.

Most má bohatou výzdobu, na čtyřech velkých pylonech na koncích mostu jsou umístěny čtyřboké železné a prosklené lucerny, na nichž stojí velké bronzové sochy Viktorií o výšce přes 3 m od sochaře

Antonína Poppa (1850–1915), na zhlavích obou pilířů proti proudu jsou umístěny dvě sochy světloňošů s pochodněmi (od Ludvíka Herzla (1877–1944) a Karla Opatrného (1881–1961) a na zhlavích po proudu šestihlavé hydry se znakem Prahy od Ludvíka Wurzela (1865–1913).

Pro slavnostní osvětlení mostu bylo na vnějších obloucích umístěno 200 žárovek chráněných kruhovými kryty. Na mostě je 12 osvětlovacích stožárů, zábradlí je železné, bohatě zdobené, s kruhovými medailony. Vzhledem k tomu, že k průkopu letenské stráně nedošlo, se význam mostu jako spojnice mezi pravým a levým břehem Vltavy poněkud snížil, přesto je však účelně využíván pro tramvajovou i automobilovou dopravu. Most je od roku 1958 památkově chráněn a je jediným secesním mostem v Praze.

Železniční most pod Vyšehradem

Unikátní zakázkou pro firmu Bratři Prášilové & spol. se stala stavba železničního mostu pod Vyšehradem na frekventované trati mezi vyšehradskou železniční stanicí a smíchovským nádražím. Původní konstrukci jednokolejného mostu o šířce 4,3 m, který měl v části přes Vltavu čtyři pole stejných délek 56,90 m, navrhovavala a dodala německá továrna Harkort z Duisburgu a postavila jej v letech 1871 až 1872. Jednalo se o most příhradový, přímopásový, zhotovený ze svárkové oceli. Již po pouhých třiceti letech rostoucího provozu však most nevyhovoval a bylo rozhodnuto jej nahradit.

Důvodů pro stavbu nového mostu bylo několik: plávková ocel nově vyráběná v Martinských pecích byla vyšší kvality, vzhledem k zvýšenému provozu byl zájem postavit most s druhou kolejí, rovněž založení pilířů (nově) na kesonech bylo kvalitnější, těžší vlakové soupravy vyžadovaly únosnější konstrukci mostu. Návrh na stavbu nového mostu s dvoukolejnou mostovkou a chodníky po stranách o šířce 1,80 m vypracovala firma Bratři Prášilové & spol. za účasti výše zmiňovaného vynikajícího odborníka na konstrukce mostů, pozdějšího profesora ČVUT Jana Koláře. Nové, odlišně rozmístěné pilíře byly založeny na kesonech. Byla navržena jen tři mostní pole větších délek 73 m, opět s dvěma příhradovými nosníky v poli nad úrovní kolejí. Most měl vyhovující šířku 8,10 m pro dvě koleje. K založení mostu byla po předchozích dobrých zkušenostech přizvána maďarská firma G. Gregersen z Budapešti, tesařské práce prováděla firma František Schön.

Vzhledem k provozu na stávajícím mostu však nebylo možné nejprve starý most zbourat a posléze postavit nový. Z toho důvodu byl navržen na svou dobu velmi neobvyklý postup výstavby, který se podle dobových pramenů stal senzací sledovanou pražskou veřejností s velkým napětím.

Nová konstrukce mostu byla smontována na lešení nad řekou, rovnoběžně se stávajícím mostem. Výměnu konstrukce provedly opět tři firmy, které spolupracovaly při stavbě mostu Svatopluka Čecha – kromě firmy Bratří Prášilů to byla bývalá Rustonka a Českomoravské strojírny – a to za pouhých šestatřicet hodin. Výměna byla zahájena dne 30. září 1901 v 6 hodin ráno, kdy po starém mostě projel poslední vlak.

Během následujících pěti hodin dělníci posunuli pomocí hydraulických zvedáků celou starou konstrukci o 7,5 m na připravené demontážní lešení. Na prázdné místo (na nové, v předstihu dokončené pilíře vybudované v říčním korytu) byla zasunuta nová konstrukce, předem smontovaná do třech dílů, z nichž každý vážil 560 tun.

Osazení nového mostu bylo zakončeno v poledne dne 1. října, tentýž den byla provedena zatěžkávací zkouška, a již v noci z 1. na 2. října projely po novém mostě první vlaky. Technicky zajímavá, rychlá a přesná výměna konstrukce starého a nového mostu vyvolala rovněž pozornost zahraničních odborníků.

Stavba byla prohlášena kulturní památkou ČR, vzhledem k neuspokojivému stavu nosné konstrukce však bude most po více než sto dvaceti letech provozu zřejmě nahrazen novou konstrukcí.

Pokračování přístě

Zdroje

[1] STAŇKOVÁ, J., ŠTURSA, J., VODĚRA, S. *Pražská architektura*. 1991.

[2] VLČEK, P. a kol. *Encyklopedie architektů, stavitelů, zedníků a kameníků v Čechách*. Praha: Academia, 2004.

[3] LUKEŠ, Z. *Praha moderní I – III*. Paseka, 2012 – 2014.

[4] ZÁZVORKA, P. *Osobnosti stavitelství*. Praha: Informační centrum ČKAIT, NPÚ, 2016.

[5] VÍTEK, J. *Mosty v České republice*, Praha: Informační centrum ČKAIT, 2019.

[6] Středočeská vědecká knihovna v Kladně
https://ipac.svkkk.cz/ar/kl/cs/detail-kl_us_auth-0211917-Prasil-Frantisek-18451917

[7] TRNKA, M. rodinný archiv.

[8] ZÁZVORKA, P. rodinný archiv.



Obr. 8 Pohled na železniční most z Vyšehradu (foto: Michal Klajban 2012, CC BY-SA 3,0)



Obr. 9 Původní most pod Vyšehradem z roku 1872 (podle kresby Františka Chalupy v encyklopedické edici Ottovy Čechy, vydáno 1884–1903)



Petr Zázvorka

Petr Zázvorka pracoval téměř třicet let jako redaktor a posléze vedoucí tiskového odboru firem Vodní stavby Praha a Zakládání staveb. Od vzniku časopisu *Stavebnictví* v roce 2007 je stálým členem jeho redakce, v níž má mimo jiné na starosti rubriku *Osobnosti stavitelství*. Do stejnojmenné knihy promítl svůj dlouholetý zájem o historii stavebního odvětví, který dokumentuje vlastním obsáhlým archívem i zkušenostmi s hledáním údajů v archívech různých oborových organizací.

English Synopsis

The Prášil Brothers company – bridge constructions

One of them was the well-known Libeň bridge factory the Prášil Brothers, which was founded and managed by civil engineer, designer and inventor František Prášil, one of the greatest personalities of Czech civil engineering industry. The Prášil Brothers company participated in the construction of many buildings, for example the construction of the Svatopluk Čech bridge, the iron arch bridge in the capital only, as well as the construction of the Railway Bridge under Vyšehrad in Prague.

Klíčová slova: osobnosti stavitelství, stavby dopravní, konstrukce ocelové, mosty, železnice, firmy stavební

Keywords: the personalities of civil engineering, transport constructions, steel structures, bridges, railways, construction companies



Obr. 1 Hlavní vstup do nové budovy UniMec II, východní pohled

Univerzitní medicínské centrum Lékařské fakulty Univerzity Karlovy (UniMec) – II. etapa



V červenci 2022 byla dokončena a předána objednateli stavba Univerzitního medicínského centra Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Plzni. V současné době v nové budově již druhým rokem studují budoucí lékaři.

Výstavba nového Univerzitního medicínského centra byla zahájena v září 2019. Budova má tři podzemní a šest nadzemních podlaží. Projektová dokumentace byla tvořena a koordinována ve 3D aplikacích. Koncept a funkční propojení jednotlivých lékařských oborů vznikl v úzké spolupráci zadavatele s projektovou kanceláří VPÚ DECO PRAHA a.s. Zhotovitelem stavby byla společnost GEMO a.s.

Místem stavby je areál LF UK v Plzni navazující ve východní části na areál FN v Plzni Lochotíně. Pozemek je svažité převážně směrem k jihu s výhledem na historické centrum. Ve východní části pozemku bylo v rámci I. etapy výstavby vybudováno parkoviště pro 112 automobilů, přístupová komunikace, budovy biomedicínského výzkumného

centra BioMediC se zvířetníkem a I. etapa Univerzitního medicínského centra UniMec. Pod západním svahem se nachází starý židovský hřbitov. Směrem na jihozápad je území pod svahem propojeno nově vybudovanou stezkou s objekty univerzitních kolejí a zastávkou MHD Lékařská fakulta.

Popis stavby

Nová budova Univerzitního medicínského centra vybudovaná v rámci II. etapy výstavby Univerzitního medicínského centra UniMec II slouží převážně pro výuku 1 800 studentů a je součástí univerzitního kampusu. Objekt je rozdělen do tří hlavních podobjektů, které jsou vzájemně provozně propojeny. Jedná se o ústavy a společná zařízení, menzu a děkanát.

Na základě konzultací zadavatele s budoucími uživateli a projektanty vznikl stavební program, který rozdělil jednotlivé podobjektů do plochy o výměře 14 859 m² následně:

- **Ústavy:** Ústav histologie a embryologie, Ústav anatomie, Ústav lékařské chemie a biochemie, Ústav hygieny a preventivní medicíny, Ústav mikrobiologie, Ústav sociálního lékařství, Ústav jazyků, Ústav tělovýchovného lékařství a Společné učebny/posluchárny.
- **Společná zařízení:** Centrum pro studium v angličtině, Středisko vědeckých informací, Centrum informačních technologií, Technické oddělení, podzemní garáže pro 173 vozidel.
- **Děkanát.**
- **Stravování.**

Výstavba děkanátu a menzy byla k hlavní budově připojena až po 14 měsících od zahájení realizace. Propojení nové budovy s I. etapou Univerzitního medicínského centra UniMec I je řešeno spojovacím krčkem, tak aby nebylo třeba vycházet z jednotlivých budov do exteriéru.

Urbanistické řešení

Urbanistické řešení budovy fakulty vychází z poměrně členitého uspořádání terénu a orientace tří již v první etapě postavených budov. Zároveň bylo nutno respektovat hlavní vstup do areálu. Vstup do budovy fakulty je proto umístěn na východě, naproti FN Plzeň a je přístupný z příjezdové komunikace (obr. 1). Další důležitý vstup do budovy je z jihu (obr. 3–4). Tento vstup je určen lidem, kteří využívají dopravu MHD. Nabízí jim pohodlnější možnost příchodu na fakultu a není tak nutné obcházet celý pozemek přes ulici alej Svobody. V jihozápadní části tento vstup rovněž stezkou navazuje na vysokoškolské koleje.

Architektonické řešení

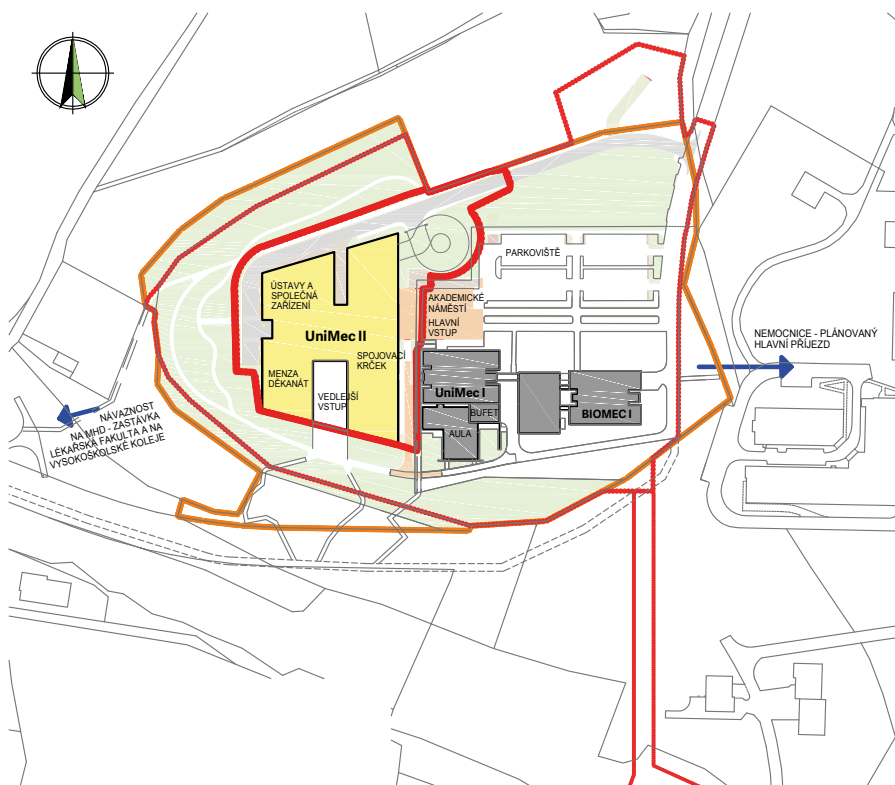
Vlastní budova má poměrně semknutý tvar, aby byla zachována co největší část pozemku k vytvoření parkové klidové zóny pro odpočinkové aktivity nejen studentů, ale i občanů Plzně, kteří toto území mohou využít k procházkám nebo zkrácení cesty do nemocnice. Zešikmení domu směrem k západu (obr. 6, 8) vychází z morfologie terénu.

Konkrétní uspořádání budovy vyplývá z jeho funkce. Středem stavby na ose hlavního vstupu probíhá přes všechna podlaží prosvětlená vstupní hala. Hlavní vstup je zároveň umocněn vertikálním rizalitem – nejvyšší částí domu (obr. 1).

Základním architektonickým prvkem je centrální schodiště ve vstupním atriu (obr. 7), které propojuje budovu od 2. PP po 6. NP a celá jeho konstrukce působí vzdušným dojmem. Zábradlí schodiště zvýrazňuje prosklená barevná výplň osazená do hliníkových nosných lišt s nerezovým horním madlem.

Ve středu budovy je rovněž umístěna čtveřice výtahů propojující jednotlivá podlaží. Kolem schodiště se rozpínají mohutné, horizontálně členěné části stavby – křídla, která spolu se stávajícími objekty areálu doplňují dům do tvaru písmene H a dotvářejí kompaktní ucelený dojem budovy.

Mimořádný počet požadovaných místností s řádným denním osvětlením si vyžádal



Obr. 2 Celková situace stavby UniMec II (II. etapa vyznačena žlutě)



Obr. 3 Univerzitní medicínské centrum Lékařské fakulty Univerzity Karlovy UniMec II, pohled z jihozápadu. Vpravo je patrný jižní vstup do budovy a posedové schody



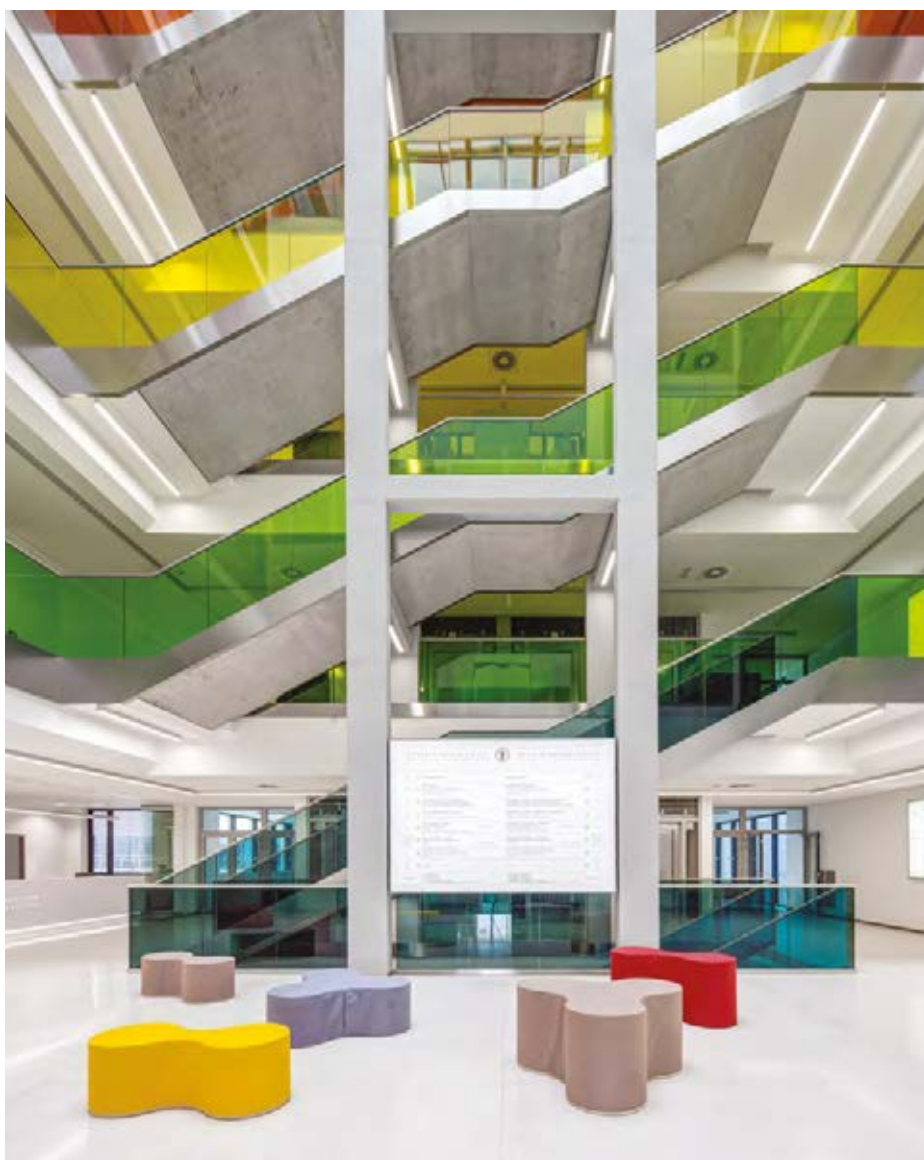
Obr. 4 Jižní posedové schody



Obr. 5 Jižní terasa nad děkanátem s výhledem na historickou část města



Obr. 6 Jižní pohled na novou stavbu UniMec II, vedlejší vstup z MHD, vizualizace



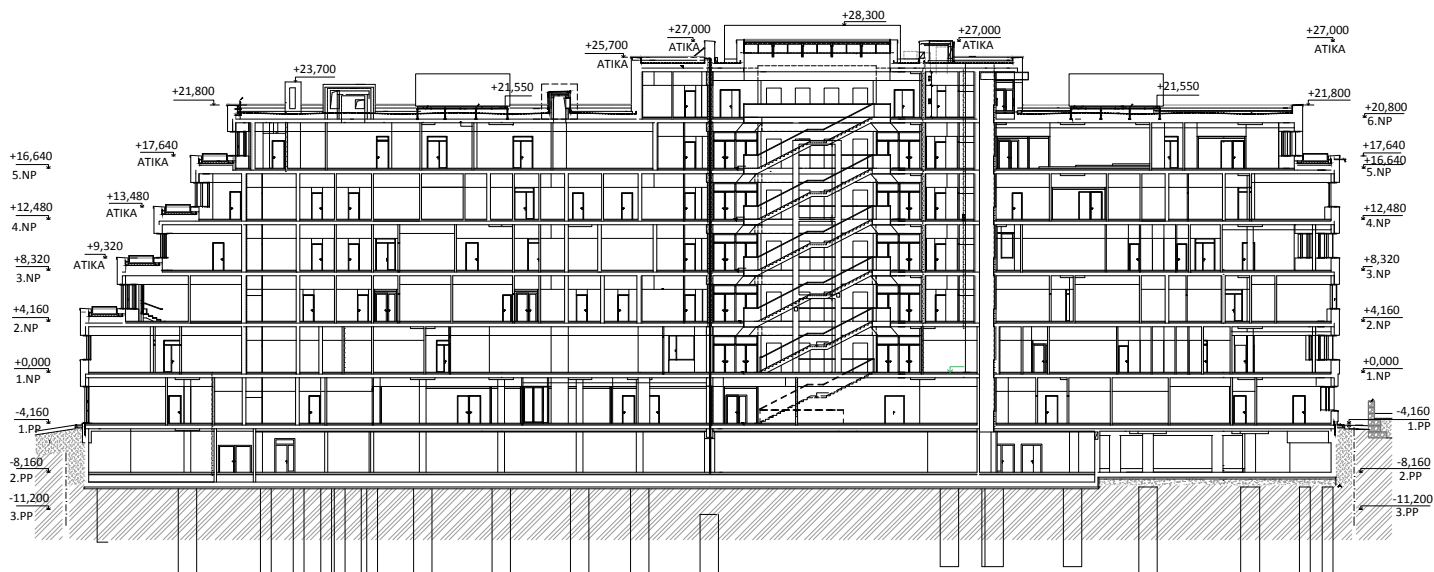
Obr. 7 Pohled na centrální schodiště umístěné ve středu budovy

speciální tvarování budovy s dlouhým obvodem, které zajišťuje základní kříž středního nejvyššího šestipodlažního traktu a přílehlých bočních pětipodlažních křídel – severovýchodního a jihovýchodního. Křídla severozápadní a jihozápadní jsou nižší, se dvěma a třemi nadzemními podlažními. Mezi bočními křídly vznikají jednostranně otevřená atria, na jihu široké, na severu užší. Střechy viditelné z vnitřních prostor budovy nebo sousedního objektu jsou řešeny jako zelené, s „bezúdržbovou“ vegetací.

Dispoziční a provozní řešení

Dispozičně je budova rozdělena do pěti částí. Ze středního nejvyššího traktu, jímž prochází hala a některé společné prostory fakulty, se vstupuje do zbylých čtyř částí budovy – křídel. V jihovýchodním křídle jsou umístěny ústavy fakulty, v severozápadním křídle se nacházejí převážně společné prostory, v severovýchodním křídle přednáškové auly a v jihozápadním křídle je menza s terasou orientovanou do parkové části. Nad menzou je umístěn děkanát, který disponuje velkorysou střešní terasou se zahradou a umožňuje tak zmiňovaný výhled na historické centrum Plzně.

Na severní straně v nižších podlažích se nachází vjezd pro zásobování menzy, odpadové hospodářství, technické zázemí budovy, vjezd pro vozidla HZS. Ve zbylé části podzemních podlaží je umístěno parkování a technologie budovy. Podzemní garáže umístěné v 2. PP jsou přístupné sjezdem šroubovitou rampou rovněž ze severní zásobovací komunikace.



Obr. 8 Řez C-C' stavbou

Interiér budovy

Interiér budovy je kombinací industriálního stylu a klasických administrativních budov. Najdeme zde prostory, u kterých jsou záměrně přiznány konstrukční a technologické prvky, ale také reprezentativní místnosti, na které byly kladeny nejvyšší designové nároky.

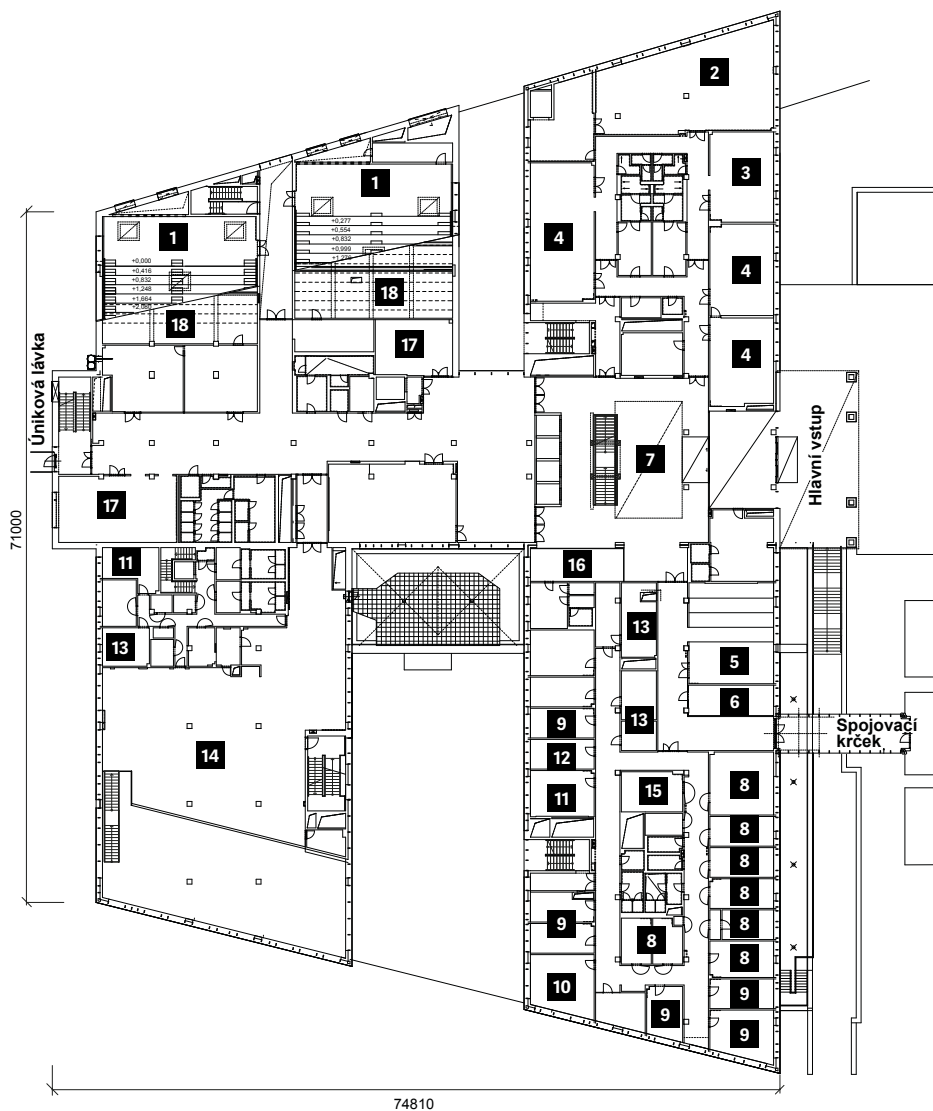
V budově bylo nutno pracovat s různými požadavky na akustiku. Na chodbách např. nejsou podhledy a jsou přiznány rozvody vzduchotechniky, chlazení, plynu a kabelové žlaby. V menze jsou jako podhled použity akustické panely rozmístěné v pravidelných diagramech (obr. 10). Posluchárny mají podhledy provedeny z akustických panelů doplněných akustickými obklady.

Pro lepší orientaci v budově jsou jednotlivá podlaží barevně odlišena. Byly použity pestré syté barvy, které prostupují různými materiály a konstrukcemi – skleněná zábradlí na schodišti, podlahové stěrky, malby na stěnách, nábytek (obr. 11–13).

Konstrukční řešení

Základy stavby jsou kombinací hlubinného a plošného založení. Budova je založena na vrtaných velkopřůměrových pilotách umístěných pod sloupy a obvodovými i vnitřními nosnými stěnami. Základová deska a podzemní monolitické konstrukce jsou provedeny jako bílá vana.

Spodní stavba budovy je železobetonová monolitická konstrukce. Obvodové stěny jsou tl. 300 až 400 mm. Sloupy



Obr. 9 Půdorys 1. NP stavby. 1. posluchárna, 2. pitevna, 3. studovna preparátů, 4. seminární místnost 5. praktikárna UHE, 6. vzácné plody a embrya, 7. vstupní hala, 8. laboratoř, 9. pracovna, 10. zasedací místnost, 11. kancelář, 12. sekretariát, 13. sklad, 14. bufet, 15. kryostat, vývěva, 16. recepcce, 17. studovna, 18. prostor pod posluchárnou



Obr. 10 Menza v jihozápadním křídle budovy

jsou čtvercové 500/500 mm, případně oválné 300/900 mm. Vnitřní stěny mají tloušťku 250 až 300 mm podle přitížení horní stavbou. Stropní desky jsou po obvodu vetknuty do stěn suterénu. Nad sloupy jsou zesíleny hlavicemi 100 a 150 mm pod spodní líc desek.

Horní stavbu budovy tvoří rovněž železobetonová monolitická konstrukce. Konstrukční systém je sloupový se ztužujícími stěnovými jádry. Stavba je dilatačně rozdělena na tři části. Obvodové sloupy jsou uvažovány jako součást fasády. Nadpraží otvorových výplní tvoří rámové příčle 250/900 mm, které jsou ztužujícím obvodovým prvkem a podepírají po obvodu stropní desky tl. 250 a 300 mm, jež jsou nad vnitřními sloupy zesíleny hlavicemi v tl. 100 a 150 mm. Fasádní sloupy jsou navrženy o průřezu 250/750 mm, vnitřní sloupy o průřezu 500/500 mm. Každé křídlo budovy obsahuje ztužující komunikační jádro, ve kterém jsou umístěna prefabrikovaná betonová schodišťová ramena vertikálně propojující jednotlivá podlaží. Tloušťka stěn jader je 200–300 mm. Ramena jsou prefabrikovaná, uložená na monolitických podestách tloušťky 250 mm.

Centrální schodiště ve vstupním atriu je dvouramenné, železobetonové prefabrikované a je uloženo na monolitické sloupy a trámy.

Propojovací krček mezi budovami tvoří ocelová příhradová konstrukce opláštěná modulovou fasádou se zasklením z izolačního trojskla.

Posluchárny navrženy pro 200 a 250 osob jsou provedeny z prefabrikovaných dílců.



Obr. 11 Vnitřní vybavení budov, nábytek



Obr. 13 Učebna



Obr. 12 Vnitřní vybavení budovy



Obr. 14 Chemická laboratoř



Obr. 15 Pítevna

Stupně tvaru L jsou kladeny na šikmé ozubené nosníky. Na železobetonové lavice jsou kotvena sedadla a stoly pro studenty.

Posluchárny jsou zastřešeny předpjatými prefabrikovanými stropními trámy tvaru T, na něž jsou uloženy filigránové desky tl. 60 mm, které jsou následně zmonolitněny betonem stejné tloušťky.

Střechy budovy se dělí do třech kategorií využití, s různou finální úpravou povrchu: pobytové (terasy), vegetační a technologické s instalacemi. Všechny střechy budovy jsou ploché jednoplášťové.

Odvodnění střech je přes vyhřívané střešní vtoky do vnitřní dešťové kanalizace zaústěné do retenčních nádrží.

Fasáda objektu je zateplená provětrávaná, s obkladem z keramických tvarovek zavěšených na nosném ocelovém vertikálním roštu. Obklad o rozměru 400 x 1 200 mm je proveden ve dvou barvách, které člení fasádu jednotlivých ústavů. Tepelná izolace z minerální vlny o tloušťce 320 mm,

kotvená ocelovými talířovými hmoždinkami o průměru 60–90 mm, je překryta difúzní fólií. Horizontální okenní pásy jsou z hliníkových rámu zasklených izolačním trojsklem. Na partiích imitujících celoplošné zasklení přes více podlaží jsou před parapety, nadpraží a meziokenní pilíře vkládány do fasádního systému panely se smaltovanými skly v odstínech vzhledově odpovídajících nepodsvisčenému čirému oknu. Okna a prosklené plochy jsou doplněny vnějšími žaluziemi.

Technologická zařízení

Budova je napojena na inženýrské sítě, které byly vybudovány již v I. etapě výstavby. Rozvodny silnoproudu, slaboproudu a strojovny VZT, ÚT a chlazení jsou situovány ve 3. PP, 2. PP, 6. NP a na technologických střeších.

V budově se nacházejí specializované provozy jako chemické laboratoře (obr. 14), pitevny (obr. 15), dílny pro údržbu objektu a gastro provoz. Pro pitevny byla zřízena oddělená kanalizace s čistírnou kontami-

nované vody, chladicí boxy pro uskladnění tělesných ostatků a místnosti určené pro práci s louhem. Pro laboratoře jsou instalovány rozvody stlačených plynů a propan-butanu. Pro menzu byl vybudován gastro provoz přes dvě podlaží, chladicí a mrazicí boxy, tuková kanalizace s lapolem (lapák tuku) a zázemí pro zaměstnance. Fakulta má také zámečnickou dílnu vybavenou obráběcími stroji a lakovnou.

Z prostoru podzemního parkingu je odváděna voda přes odlučovač ropných látek (ORL). Objekt je kompletně pokryt systémem EPS s napojením na centrální pult HZS.

Identifikační údaje

Stavba: Univerzitní medicínské centrum Lékařské fakulty Univerzity Karlovy (UniMec) – II. etapa

Stavebník: Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Plzni

TDS: Maximus stavební s.r.o.,
Ing. Eva Argmannová

Projektová dokumentace: VPÚ DECO PRAHA a.s.

Zhotovitel: GEMO a.s. pod vedením
Ing. Petra Kráčmara a Ing. Lukáše Adámka

Doba výstavby: 09/2019– 07/2022



Ing. Petr Kráčmar

Vystudoval Fakultu stavební VUT v Brně, obor pozemní stavby se zaměřením na technická zařízení budov. V roce 2007 nastoupil do společnosti Gemo Olomouc spol. s r.o., která se v průběhu let přejmenovala na Gemo a.s. V této firmě prošel pozicemi technik TZB, stavbyvedoucí, od roku 2014 pak hlavní stavbyvedoucí a následně od roku 2016 na pozici manažer projektu. Autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby.

English Synopsis

University Medical Center of the Faculty of Medicine of Charles University (UniMec) – II. phase

The construction of the new University Medical Center of the Medicine Faculty of the Charles University in Pilsen began in September 2019. It was completed and handed over to the client in July 2022. Currently, future doctors are studying in the new building for the second year. The article describes the building from the point of view of urban planning, architecture and structure solution and notes the layout and operational solution, the interior of the building and technological equipment.

Klíčová slova: stavby občanské vybavenosti, stavby pro školství, realizace staveb, konstrukční řešení, architektonické řešení, technologická zařízení staveb, interiéry

Keywords: civic amenity buildings, educational facilities, building construction, structural solution, architectural solution, technological equipment of buildings, interiors

INZERCE

**Složte si
pevný strop
z univerzálního
stropního
systému
BEST**

**RYCHLÉ
DODÁNÍ**

BEST.

vysoká variabilita
a jednoduchá aplikace

vyšší rozpon při
nižších tloušťkách

vysoká únosnost
a tuhost nosníků

hodí se pro
všechny druhy
zdicích materiálů



Více detailů najdete na
[www.best.cz/
stropni-system-best](http://www.best.cz/stropni-system-best)

SBToolCZ – národní nástroj pro hodnocení a certifikaci kvality budov v České republice

SBToolCZ jako jediný z certifikačních nástrojů přímo vychází z českých právních předpisů a zaměřuje se na vyšší kvalitu staveb nad rámec jejich požadavků. Text článku tuto metodiku představuje, popisuje princip jejího fungování a nastiňuje, proč je vhodné ji k certifikaci budov používat.



SBToolCZ je český národní certifikační nástroj pro vyjádření úrovně kvality budov, který je spravován Národní platformou SBToolCZ, skládající se ze tří členů – České vysoké učení technické v Praze (vývoj metodiky, podpůrných nástrojů a školení autorizovaných osob SBToolCZ), Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., a Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o. (certifikační orgány).

SBToolCZ a jeho cíle

Nástroj SBToolCZ nabízí svým uživatelům, ať už se jedná o developery, architekty, projektanty či jiné klienty, následující:

- zhodnocení budovy a její dopad na životní prostředí včetně možné optimalizace tohoto dopadu (hledání inovativních řešení);
- možnost snížení provozních nákladů a zlepšení uživatelského komfortu;
- zhodnocení technického provedení budovy a použitých technologií;

- vyhodnocení lokality, ve které je posuzovaná stavba umístována;
- certifikát kvality, jakožto marketingový nástroj.

Mezi hlavní cíle certifikace patří vyhodnocení shody stavby s požadavky právních předpisů a s principy udržitelné výstavby, které je následně doloženo certifikátem kvality, dále zvýšení tržní hodnoty budov a snížení jejich nákladů, snížení energetické náročnosti, zmírnění dopadu staveb na životní prostředí v průběhu celé životnosti a v neposlední řadě vytvoření kvalitního a zdravého vnitřního prostředí budov.

Vývoj metodiky

Metodika SBToolCZ byla poprvé představena na mezinárodní konferenci CESB10 v červnu roku 2010, a to konkrétně pro bytové domy ve fázi návrhu. V roce 2011 vznikla první metodika pro administrativní budovy, kterou v roce 2013 doplnila me-

todika pro rodinné a bytové domy. V roce 2016 byla vydána metodika SBToolCZ pro školské budovy primárního a sekundárního vzdělávání.

V červnu roku 2022 byla dokončena rozsáhlá revize, jejímž cílem bylo sjednocení kritérií a jejich systematizace napříč typologiemi, reakce na aktuální environmentální situaci a aktualizování obsahu podle současných právních předpisů. Výsledkem této práce je volně přístupná online verze metodiky pro pět typologií v různých fázích životního cyklu budovy.

Možnosti certifikace podle metodiky SBToolCZ

Metodika SBToolCZ je založena na multi-kritériálním pojetí, kdy do hodnocení vstupuje sada různých kritérií, která zohledňují principy udržitelné výstavby. Rozsah kritérií se liší podle typu budovy a podle fáze životního cyklu, který je posuzován.

Tab. 1 Základní struktura kritérií

Ovlivňují výsledný bodový zisk	E Environmentální kritéria	S Sociální kritéria	C Ekonomika a management
	ochrana životního prostředí, emise, energie, materiály, voda	pohoda v interiéru, vnitřní klima, uživatelský komfort, zdravotní nezávadnost	redukce nákladů životního cyklu, facility management
Neovlivňuje výsledný bodový zisk	L – Lokalita kvalita lokality, dostupnost, doprava		

Tab. 2 Rozdělení vah a počet hodnocených kritérií dle typologie budovy

Typologie budovy	Počet hodnocených kritérií	Váhy kritérií		
		E Environmentální kritéria	S Sociální kritéria	C Ekonomika a management
Administrativní budovy	46	50 %	35 %	15 %
Budovy terciárního vzdělávání	46	50 %	35 %	15 %
Školské budovy	40	35 %	50 %	15 %
Bytové domy	45	50 %	35 %	15 %
Rodinné domy	42	50 %	35 %	15 %



**Zlatý
certifikát kvality**
– 8 až 10 bodů
(nejvyšší kvalita budovy)



**Stříbrný
certifikát kvality**
– 6 až 7,9 bodů
(vysoká kvalita budovy)



**Bronzový
certifikát kvality**
– 4 až 5,9 bodů
(dobrá kvalita budovy)



**Základní
certifikát kvality**
– 0 až 3,9 bodů
(standardní kvalita budovy)

Obr. 1 Grafické znázornění certifikátu podle dosažené kvality

Aktuálně je možné pomocí SBToolCZ hodnotit:

- administrativní budovy;
- budovy terciárního vzdělávání;
- školské budovy;
- bytové domy;
- rodinné domy.

Metodiky umožňují hodnotit i multifunkční stavby, pokud má budova alespoň 50% podlahové plochy určené pro hodnocenou funkci. Příklad se i pilotní hodnocení budov schválené Národní platformou SB ToolCZ mimo výše uvedený výčet typologií.

Metodika obsahuje specifický postup pro vyhodnocení budov nejen pro novostavby, ale i budovy realizované v režimu Shell and Core (budovy s hotovou vnější obálkou a základní infrastrukturou, avšak bez dokončených vnitřních prostor, které si mohou nájemci/vlastníci uzpůsobit svým vlastním potřebám). Nově lze hodnotit i rekonstrukce. V případě, že v průběhu rozsáhlejší rekonstrukce dochází k odstranění a nové výstavbě více než 50% objemu stavby, pak se budova vyhodnocuje podle metodiky jako novostavba.

Podle fáze životního cyklu budovy rozlišujeme následující typy:

- certifikace návrhu budovy;
- certifikace budovy (dokončené = po kolaudaci).

Princip hodnocení

Metodika SBToolCZ pracuje na multikritériálním principu, kdy do hodnocení vstupují různá kritéria z oblasti udržitelné výstavby podle výše uvedené typologie a fáze životního cyklu, který je posuzován. Samotná kritéria jsou rozdělena do čtyř hlavních skupin:

- environmentální;
- sociální;
- ekonomika a management;
- lokalita.

CERTIFIKÁT KVALITY BUDOVY

Sídlo Nejvyššího kontrolního úřadu

Administrativní objekty G a H
 Pozemek parc. č. 708/4, k.ú. Holešovice
 170 00 Praha 7, ČR

Zadavatel
 NKÚ, Jankovcova 1518/2, 170 00 Praha 7

Hodnocení lokality
7,2

Hodnocení budovy
min. 0 / max. 10

Životní prostředí
6,6

Sociálně-kulturní oblast
6,6

Ekonomika a management
7,9

CELKOVÉ SKÓRE
6,8

Schéma SBToolCZ: ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY
 HODNOCENÍ SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ

Certifikát č.: AB-SK-23-001
 Datum: 27.03.2023
 Vydal: Certifikační orgán Národní platformy
 SBToolCZ - TZÚS Praha, s.p.
 Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9
 pod. č. 020-047687
 Vedoucí CO:

Zeleň na střechách, střešní terasy

Efektivní využití geotermální energie

Zdravé vnitřní prostředí

Podpora čisté mobility

Certifikát kvality budovy se vztahuje pouze na výše uvedenou budovu. Součástí certifikátu je protokol, který shrnuje provedené hodnocení komplexní kvality budovy a je uložen u certifikačního orgánu a zadavatele certifikace. Certifikát je vydán pod záštitou Národní platformy SBToolCZ ve spolupráci s Českou společností pro udržitelnou výstavbu budov.

Obr. 2 Stříbrný certifikát kvality budovy sídla NKÚ (zdroj: TZÚS Praha, s.p., pobočka České Budějovice)

Kritéria z oblasti lokality se hodnotí a výsledek je prezentován, ale hodnocení nevstupuje do výsledného certifikátu kvality.

V reakci na druh stavby a její využívání má každá typologie vlastní počet hodnocených kritérií a jejich váhové rozdělení.

Každé kritérium obsahuje algoritmus hodnocení, který vede k obodování v jednotné škále 0 až 10 bodů. Získané body se po přenásobení vahami kritérií sčítají a na základě celkového bodového zisku se přidělí certifikát (základní, bronzový, stříbrný nebo zlatý), který poukazuje na dosaženou úroveň budovy z hlediska udržitelné výstavby. Cílem procesu hodnocení (certifikace) je tak jeden souhrnný ukazatel (certifikát) komplexní kvality budovy.

Tab. 3 Požadovaný minimální počet bodů k získání stříbrného/zlatého certifikátu pro rodinné domy

Označení	Název povinného kritéria	Požadavek na minimální počet bodů	
		stříbrný	zlatý
			
E.PEE	Primární energie z neobnovitelných zdrojů	6	8
E.GWP	Potenciál globálního oteplování	6	8
E.CIR	Cirkularita konstrukcí a materiálů	5	7
S.TKL	Tepelný komfort v letním období	5	7
S.INT	Kvalita vnitřního vzduchu	5	7
S.ZNM	Zdravotní nezávadnost materiálů	5	7
C.LCC	Náklady životního cyklu	5	7



Obr. 3, 4 Střední škola COPTH Českobrodská v Praze po revitalizaci (zdroj: Daniel Koryčan)

Na základě dosažených bodů se budově přiřadí certifikát kvality, a to následovně:

- **zlatý certifikát kvality**
– 8 až 10 bodů (nejvyšší kvalita budovy);
- **stříbrný certifikát kvality**
– 6 až 7,9 bodů (vysoká kvalita budovy);
- **bronzový certifikát kvality**
– 4 až 5,9 bodů (dobrá kvalita budovy);
- **základní certifikát kvality**
– 0 až 3,9 bodů (standardní kvalita budovy).

Pro dosažení stříbrného a zlatého certifikátu je nutné navíc splnit požadavky na minimální počet bodů u povinných kritérií. Pokud by nebyl splněn požadavek minimálního počtu bodů v povinném kritériu a nebylo by to napraveno změnou návrhu budovy na vyhovující úroveň, potom se výsledný certifikát kvality posouvá směrem k horšímu certifikátu kvality.

Povinná kritéria a u nich požadovaný minimální počet bodů pro dosažení stříbrného a zlatého certifikátu kvality jsou uvedeny

v jednotlivých metodikách pro konkrétní typologii budovy.

Postup získání certifikátu

Vyhodnocení konkrétní budovy pomocí metodiky SBToolCZ provádí autorizovaná osoba SBToolCZ s platným oprávněním, které je získáno na základě školení a úspěšného složení zkoušky (zajišťuje ČVUT v Praze jakožto jeden z členů národní platformy).

Aktuální seznam všech osob je uveden na webových stránkách Národního nástroje pro certifikaci SBToolCZ. Vyhodnocení je následně předáno jednomu z certifikačních orgánů (TZÚS, s.p., případně VUPS – Certifikační společnost, s.r.o.). Ten provede kontrolu a podle bodového ohodnocení vydá příslušný certifikát kvality ve vazbě na typ budovy a podle fáze životního cyklu. V rámci certifikace SBToolCZ vydal certifikační orgán TZÚS Praha, s.p., již

36 certifikátů. Za zmínku stojí např. zlatý certifikát kvality návrhu budovy střední školy COPTH Českobrodská v Praze, anebo stříbrný certifikát kvality dokončené budovy sídla Nejvyššího kontrolního úřadu, který navázal na stříbrný certifikát kvality návrhu (obr. 2).

Využití SBToolCZ u veřejných zakázek

Téma udržitelného rozvoje se již promítlo i do zákona č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek. Zadavatel veřejné zakázky je při postupu podle tohoto zákona, a to při vytváření zadávacích podmínek, hodnocení nabídek a výběru dodavatele povinen dodržovat zásady sociálně odpovědného zadávání, environmentálně odpovědného zadávání a inovací.

Zadavatel má povinnost zohlednit například dopad na životní prostředí, trvale udržitelný rozvoj, životní cyklus dodávky,

služby nebo stavební práce a další environmentálně relevantní hlediska spojená s veřejnou zakázkou. Získání certifikátu SBToolCZ zajišťuje splnění podmínek zákona o zadávání veřejných zakázek a garantuje environmentální, sociální a ekonomickou kvalitu stavby.

Ukázkový případ, jak lze v rámci veřejné zakázky dosáhnout environmentálně šetrné budovy s pomocí hodnoticího nástroje SBToolCZ, je revitalizace školy COPTH Českobrodská v Praze 9. Návrh budovy získal zlatý certifikát metodiky SBToolCZ a v současnosti probíhá certifikace ve fázi dokončené budovy. Povinnost hodnotit návrh rekonstrukce budovy metodikou SBToolCZ byla zahrnuta již v zadávací dokumentaci (obr. 3 a 4).

Hodnocení návrhu budovy metodikou SBToolCZ do svých veřejných zakázek již několikrát zahrnul také Karlovarský kraj. Podle metodiky SBToolCZ pro školské stavby 2022 probíhá hodnocení výstavby budovy Střední uměleckoprůmyslové školy keramické a sklářské v Karlových Varech. O získání certifikátu SBToolCZ usiluje také Společné operační středisko integrovaného záchranného systému Karlovarského kraje SOS112.

Výhody SBToolCZ oproti zahraničním metodikám

- SBToolCZ je stále jediným lokalizovaným nástrojem v ČR;
- jako jediný respektuje místní klimatické, stavební a legislativní poměry;

- je veden v českém jazyce;
- příznivá cena;
- data o výstavbě neopouštějí ČR;
- SBToolCZ vychází z mezinárodně uznávané metody a hodnotí podobná kritéria jako ostatní zahraniční metody.

Závěr

SBToolCZ představuje významný nástroj pro hodnocení a certifikaci kvality budov v České republice, vycházející přímo z čes-

kých právních předpisů a specifik místního prostředí. Jeho multikriteriální přístup umožňuje komplexní posouzení budov z hledisek environmentální udržitelnosti, sociálních dopadů, ekonomické efektivity a lokality.

Certifikace podle SBToolCZ přináší jeho uživatelům objektivní hodnocení kvality budov a zvyšuje jejich tržní hodnotu. SBToolCZ je významným příkladem lokalizovaného nástroje, který účinně podporuje udržitelný rozvoj ve stavebnictví.



Ing. Daniel Koryčan

Absolvent Fakulty stavební ČVUT v Praze, obor budovy a prostředí. Po ukončení studia působil jako projektant pozemních staveb se zaměřením především na rodinné a bytové domy. Od roku 2022 působí v TZÚS Praha, s.p., jako vedoucí posuzovatel v oblasti tepelné techniky, a také jako auditor certifikačního orgánu Národní platformy SBToolCZ.

English Synopsis

SBToolCZ – national tool for quality assessment and certification buildings in the Czech Republic

SBToolCZ is the only one of the certification tools directly based on Czech ones legal regulations and focuses on higher quality constructions beyond their requirements. The text of the article presents and describes this methodology the principle of its operation and outlines why it is suitable for certification buildings to use.

Klíčová slova: metodika, certifikace budov, nástroj hodnocení, právní předpisy
Keywords: methodology, building certification, assessment tool, legal regulations

INZERCE

UNIVERZÁLNÍ AKUSTICKÝ VYSOCE POHLTIVÝ PANEL

Systémová řada akustických panelů AKUPAN®

- univerzální,
- akusticky vysoce a širokopásmově pohltivé,
- v kovovém perforovaném provedení,
- s možností solitérního uložení.

Vhodné pro odhlučnění

- halových objektů,
- administrativních a komerčních budov,
- kulturních domů a prostorů pro volný čas a sport,
- školních učeben a poslucháren.

Vývoj a výroba v České republice



www.akupan.cz

AKUPAN®

Roznos lokálního zatížení přes skladbu tepelné izolace na plochých střechách s trapézovými plechy ▶

Instalování fotovoltaických elektráren na konstrukce plochých střech, kde nosným prvkem opláštění jsou trapézové plechy, je široce diskutované téma především z pohledu statického návrhu. Konstrukce pod fotovoltaickými panely totiž významně mění charakter uvažovaného zatížení z plošného na lokální, což projektant trapézových plechů musí v návrhu uvážit.



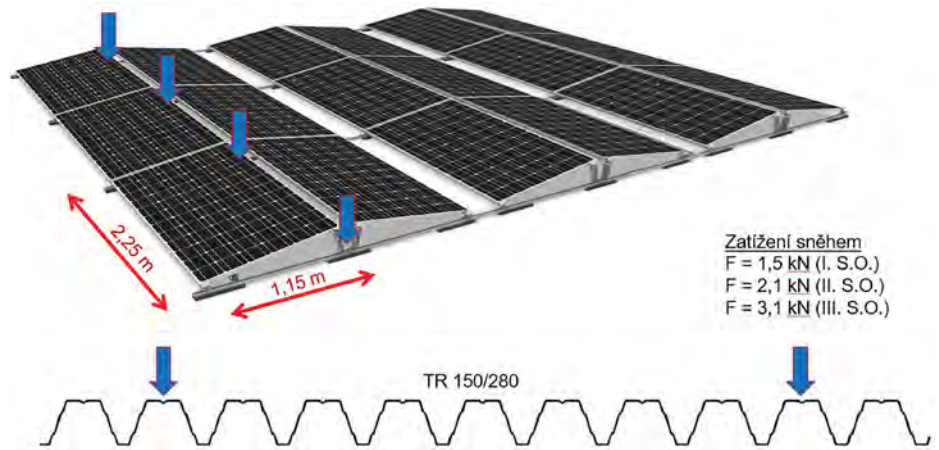
Obr. 1 Fotovoltaická elektrárna na ploché střeše (zdroj: archiv Lidl Česká republika s.r.o.)

Doposud nevyřešenou otázkou je vliv skladby střešního pláště na roznos zatížení u tepelně izolovaných střech. Článek popisuje výsledky vlastního výzkumu Asociace dodavatelů trapézových plechů, za studena tvarovaných prvků a plošných profilů (AsoTra), který je na uvedené téma zaměřen.

Trapézový profil je často používán jako nosný prvek opláštění plochých střech průmyslových i občanských budov. Svým tvarem je předurčen pro přenášení především plošných zatížení. Na působení osamělých břemen je z hlediska globální i lokální statické únosnosti velmi citlivý. Požadavky na umístění ojedinelých břemen v ploše střechy lze řešit lokálním zvýšením dimenze profilu, případně vyztužením vlny výztuhou z ohýbaného ocelového plechu ve smyslu ČSN EN 1090-4 [1] nebo ČSN EN 1993-1-3 [2]. Pokud na střešní plášť působí více břemen, je nezbytné posoudit únosnost trapézových plechů detailněji, a to z důvodů bezpečnostních i ekonomických. Příkladem početných lokálních břemen v pravidelném rastru na velké ploše střechy jsou fotovoltaické elektrárny (dále FVE), viz obr. 1.

Velký nárůst umísťování FVE na ploché střechy v posledních letech inicioval diskusi o souvisejících rizicích – viz článek publikovaný v čísle 01–02/2023, který otevřel řadu otázek. Na některé z nich, tj. roznos lokálního zatížení samotným plechem a příspěvek tepelné izolace k roznosu, odpovídají výsledky získané z provedených zkoušek publikovaných v tomto článku.

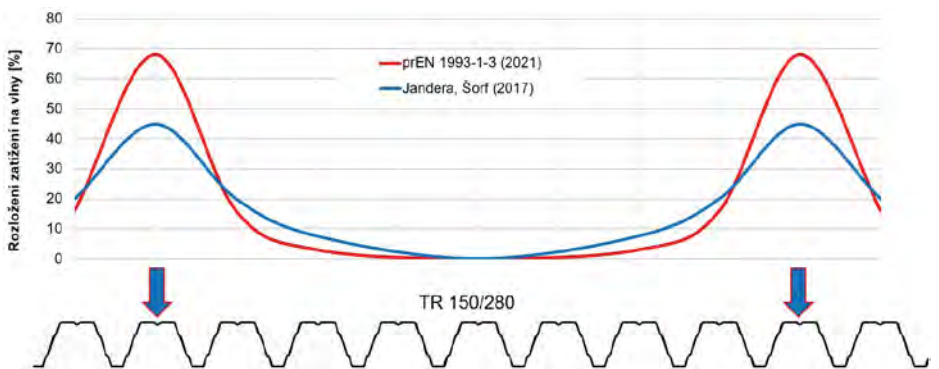
Systémy podpůrných konstrukcí FVE jsou často řešeny skloněnými rámy z hliníkových profilů, na které jsou montovány fotovoltaické panely. Na obr. 2 je zobrazen nejběžněji užívaný tzv. gravitační systém, který umožňuje výhodnou instalaci bez penetrace hydroizolace. Systém musí odolat také účinkům větru, a proto je nutné jej stabilizovat balastem – běžně betonovými bloky, které zvyšují celkové zatížení střechy. Rámy jsou podloženy speciálními lokálními podložkami z materiálu EPDM, přičemž jejich půdorysné rozmístění je v pravidelném rastru určeném zpravidla velikostí FV panelu cca 1,15 x 2,25 m. Přes kontaktní plochu podložek je zatížení z FV panelu dále distribuováno do střešního pláště. FV panely zakrývají velkou část střešního pláště, čímž veškerá plošná zatížení spočívající na panelech (vlastní hmotnost FVE, sníh a vítr) přetvářejí na pravidelnou síť lokálních břemen. Z celkového rovnoměrného zatížení, které působí na střešní plášť, může být takto trans-



Obr. 2 Gravitační podpůrný systém pro FV panely a umístění nad trapézovým profilem TR 150/280 (zdroj: K2 Systems, Product catalogue K2 Dome, <https://catalogue.k2-systems.com/en>)

	zatížené žebro $k_{id,1}$ [%]	sousední žebro $k_{id,2}$ [%]
vnitřní žebro	$(352 - 0,8 b_{rib}) \left(\frac{x}{L_{span}} - 0,5 \right)^2 + (12 + 0,2 b_{rib})$	$(44 - 0,1 b_{rib}) \left(1 - 4 \left(\frac{x}{L_{span}} - 0,5 \right)^2 \right)$
krajní žebro	$(240 - 0,6 b_{rib}) \left(\frac{x}{L_{span}} - 0,5 \right)^2 + (40 + 0,15 b_{rib})$	$(60 - 0,15 b_{rib}) \left(1 - 4 \left(\frac{x}{L_{span}} - 0,5 \right)^2 \right)$
kde: L_{span} rozpon trapézového plechu x vzdálenost zatížení do podpory plechu b_{rib} šířka žebra v mm		

Obr. 3 Distribuce lokálního zatížení mezi žebry (vlnami) podle prEN 1993-1-3 [4] (zdroj: prEN 1993-1-3)



Obr. 4 Průběh distribuce lokálního zatížení mezi břemeny podle prEN 1993-1-3 [4] a podle experimentů [5]

formována jeho převážná část, a to 60 % i více. Na příčném řezu při spodním okraji obr. 2 je zobrazená reálná situace rozmístění podložek – břemen nad trapézovým profilem typu s označením TR 150/280 (150 mm výška vlny / 280 mm skladebná šířka vlny), kdy delší rozměr FV panelu je orientován ve směru kolmém na vlny profilu. Většina z celkového rovnoměrného zatížení je tak koncentrována nad každou osmou vlnou. I za předpokladu částečného spolupůsobení vln profilu je zřejmá značná nerovnoměrnost zatížení, kterou je

v návrhu nezbytné zohlednit preciznějšími postupy výpočtu.

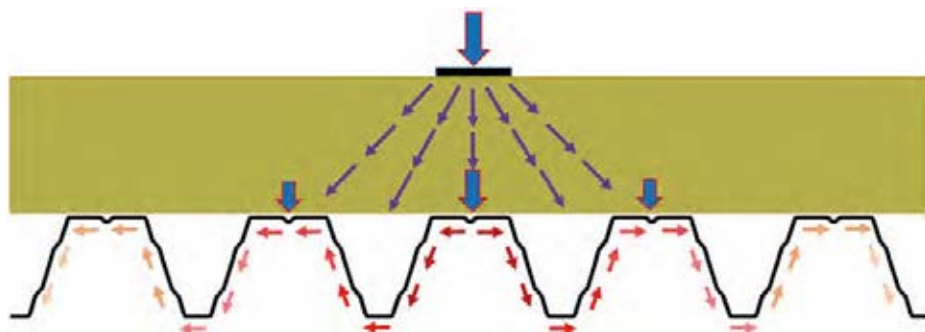
Příčný roznos lokálního zatížení v trapézovém profilu

Z dostupné literatury plyne, že při působení lokálního zatížení dochází k částečné distribuci mezi sousedními vlnami trapézového profilu [3,5]. Současně platná norma ČSN EN 1993-1-3 [2] pro posuzování tenkostěnných konstrukcí neposkytuje projektantům pro využití v praxi jakýkoliv

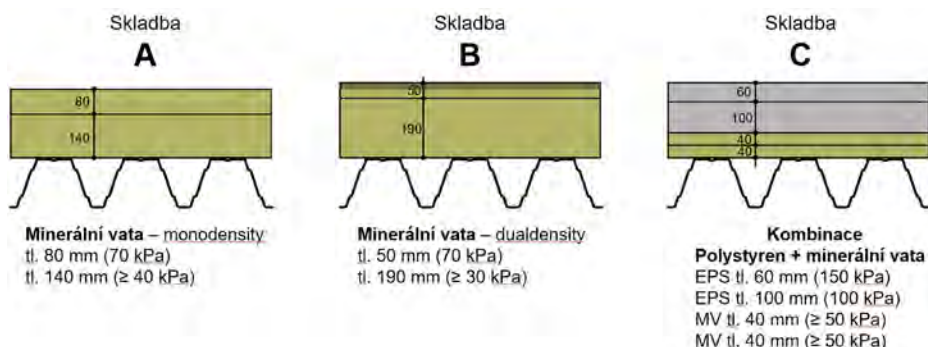
návod na vyčíslení této distribuce. Jednými možnými způsoby, jak distribuci výpočetně stanovit, jsou tak připravovány Eurokód nové generace pro tenkostěnné konstrukce prEN 1993-1-3 [4] nebo některá z již provedených experimentálních studií [5].

Zmíněný připravovaný Eurokód uvažuje s roznosem do prvních sousedících vln na obě strany od přímo zatížené vlny, viz obr. 3. Zavádí pojem „zatížená žebro“ a „sousední žebro“. Výsledné přetížení každého z žebrov (dále v textu je užíván zavedený výraz vlna) je vyjádřeno v procentech z původního aplikovaného zatížení a je dáno skladebnou šířkou vlny a umístěním břemene vůči bližší podpoře. Pro řešení případ s profilem TR 150/280 a břemenem uprostřed rozpětí mezi dvěma podporami činí výsledný roznos 68% pro zatíženou vlnu a 16% pro vlny sousedící.

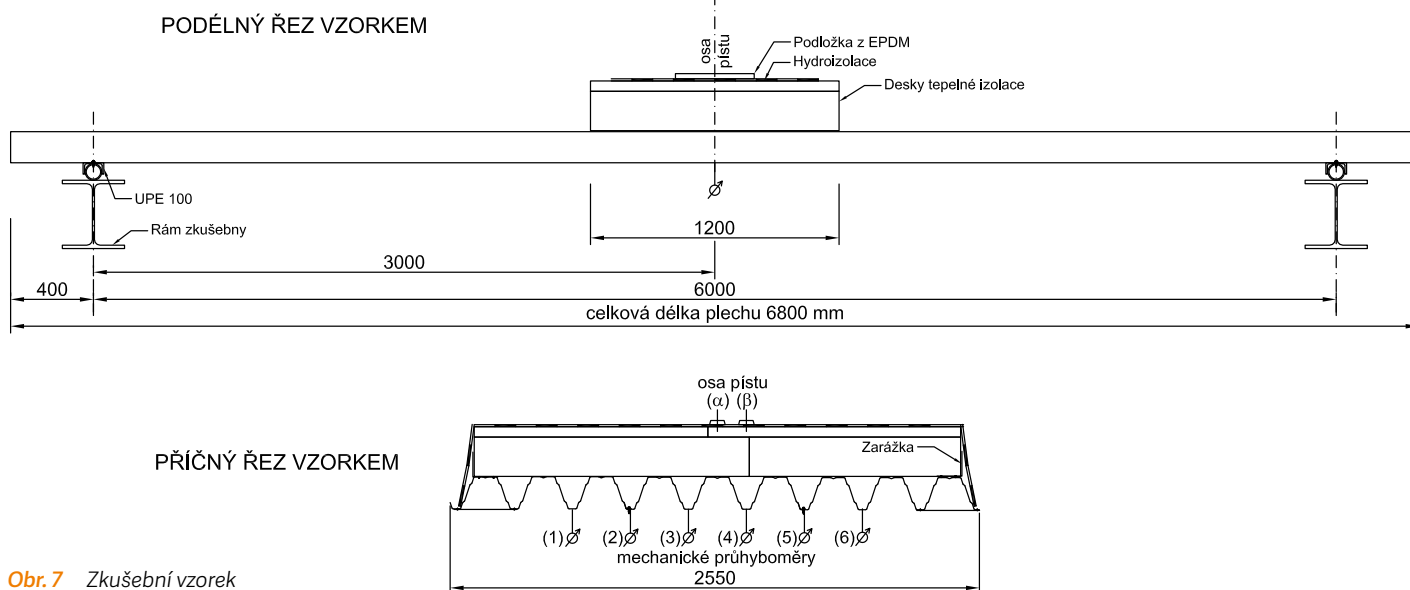
Výsledné rozložení zatížení mezi dvěma břemeny řešeného příkladu z obr. 2 je graficky znázorněno na obr. 4. Červená křivka



Obr. 5 Předpokládaný vliv vrstev tepelné izolace na celkový roznos zatížení v trapézovém profilu



Obr. 6 Prověřované skladby střešního souvrství



Obr. 7 Zkušební vzorek

popisuje rozložení podle prEN 1993-1-3, zatímco modrá křivka uvádí přesnější výsledek z experimentů konaných v rámci diplomové práce na katedře ocelových a dřevěných konstrukcí Fakulty stavební ČVUT v Praze (Šorf, Jandera) [5]. Experimenty provedené na prostém nosníku o rozpětí 7,0 m s trapézovým profilem TR 153/290 a tl. plechu 0,75 mm dokazují, že na roznosu zatížení se částečně podílejí také další vlny než ty bezprostředně sousedící s vlnou zatíženou. U zatížené vlny tak lze uvažovat s výrazně nižším zatížením. Konzervativní výsledky podle prEN 1993-1-3 zřejmě plynou z obecné teorie, která umožňuje bezpečně vyjádře-

ní roznosu pro jakýkoliv trapézový profil, tloušťku plechu i statické schéma.

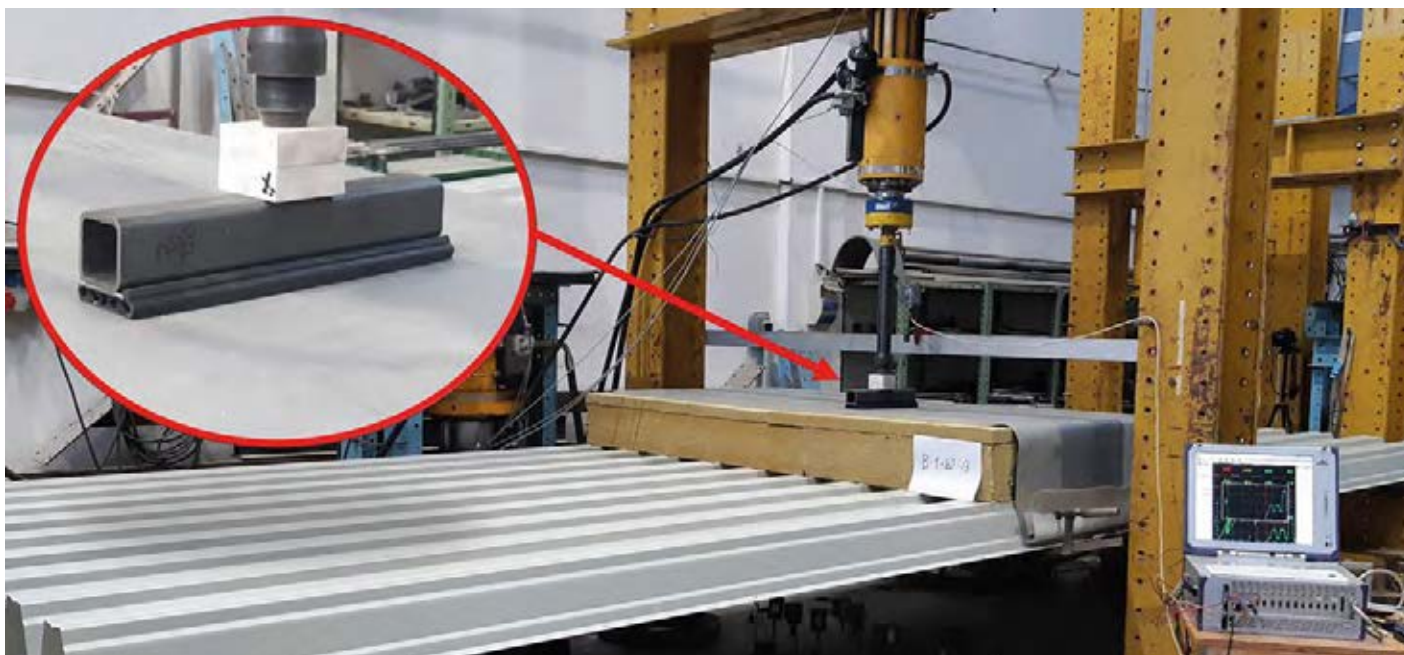
Příčný roznos ovlivněný skladbou střešního souvrství

U tepelně izolovaných plochých střech, kde lokální břemena od FVE nepůsobí přímo na trapézový plech, ale na střešní souvrství (tzv. gravitační podpůrné systémy FVE), může být výsledný roznos zatížení mezi vlnami profilu ovlivněn. Ohybová tuhost desek tepelné izolace i celková tloušťka souvrství, která kvůli zvyšujícím se tepelně-technickým požadavkům v poslední dekádě neustále roste, může původní

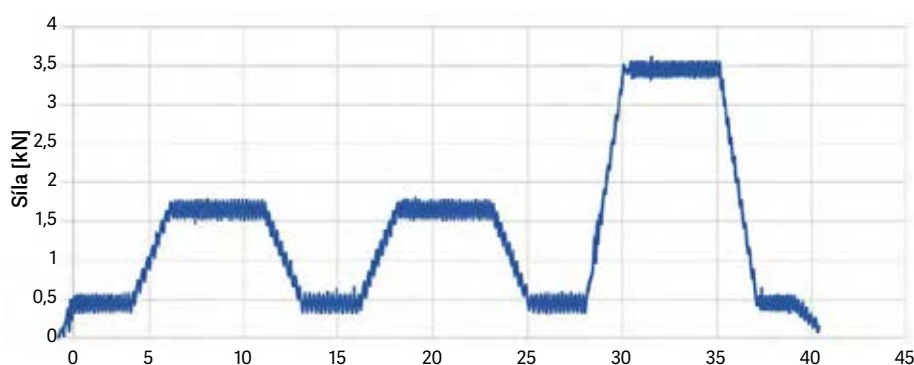
lokální zatížení rozložit na několik sousedních vln profilu. Uvážením tohoto rozložení současně s distribucí v trapézovém profilu může být dosaženo celkově příznivějšího výsledku, viz obr. 5. Za účelem zjištění skutečného vlivu tepelné izolace byla provedena experimentální studie.

Druhy skladeb tepelných izolací

Předmětem experimentů byly celkem tři druhy souvrství, která jsou v současnosti realizována u běžných plochých střech, viz obr. 6. Skladba A je složena ze dvou desek z minerální vaty s jednovrstvou



Obr. 8 Zkušební vzorek a detail botky



Obr. 9 Zatěžovací schéma

charakteristikou objemové hmotnosti, tzv. monodensity. Celková tloušťka souvrství činí 220 mm. Skladba B, s celkovou tloušťkou o 20 mm větší, je složena také ze dvou desek z minerální vaty, ale horní část souvrství je tvořena deskou s dvouvrstvou charakteristikou objemové hmotnosti, tzv. dualdensity. Tato velmi tuhá deska se vyznačuje zhuštěním vláken při horním povrchu desky za účelem zvýšení odolnosti proti mechanickému zatížení a odolnosti vůči bodovému zatížení. Skladba C je kombinována ze dvou tenkých desek z minerální vaty a dvou desek z pěnového polystyrenu. Celková tloušťka souvrství činí 240 mm.

Zkušební vzorek

Zkušební vzorek o půdorysných rozměrech 6,8 x 2,55 m byl složen ze tří tabulí trapézového profilu TR 150/280 (nominální tloušťka plechu 0,75 mm), tedy celkem z devíti vln, viz obr. 7. Plechy byly uloženy na podporách z ocelových profilů UPE 100

na rozpětí 6,0 m – ve statickém schématu prostý nosník. Horní příruby profilů UPE byly doplněny silnostěnnými trubkami za účelem vytvoření kloubové podpory trapézového plechu a tím volného otáčení vzorku. Kotvení plechů k podporám bylo řešeno standardním způsobem, tj. samovrtným šroubem do oceli \varnothing 5,5 mm s těsnicí podložkou \varnothing 16 mm, a to v počtu jeden šroub v každé vlně a na každé podpoře. Tabule plechu byly vzájemně spojeny v podélných zámčích samovrtnými šrouby \varnothing 4,5 mm v rozteči 0,5 m.

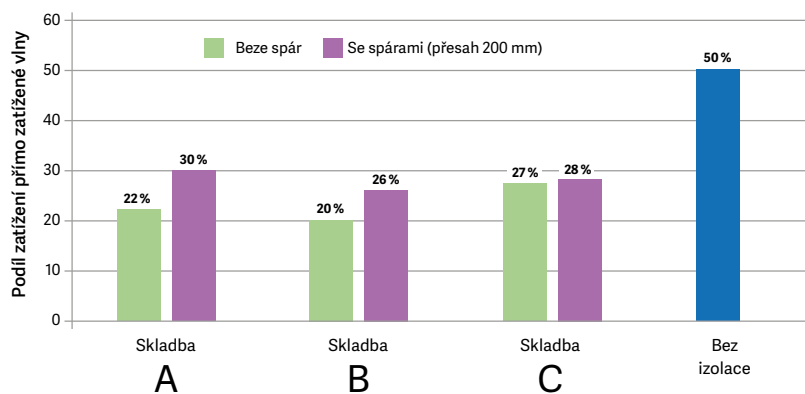
Záměrem experimentů bylo ověřit roznos zatížení ve směru kolmém na vlny trapézového profilu. Tepelná izolace proto byla kladena pouze uprostřed vzorku v šíři výrobního rozměru desek tepelné izolace 1 200 mm. Delší rozměr desek (2 000 mm) byl vždy orientován ve směru kolmém na vlny trapézového profilu. Vlákná uvnitř desek minerální izolace tak byla orientována ve směru rovnoběžném s vlnami profilu, tedy v poloze méně

příznivé pro roznos zatížení ve zkoumaném směru. Skladba tepelné izolace byla zakryta pásem hydroizolace z měkčeného PVC tloušťky 1,8 mm. Desky tepelné izolace i pás hydroizolace byly zajištěny proti posuvu při zatěžování zarážkami a svěrkami u krajních vln zkušební vzorku. Standardní kotvení hydroizolace teleskopickými kotvami nebylo realizováno.

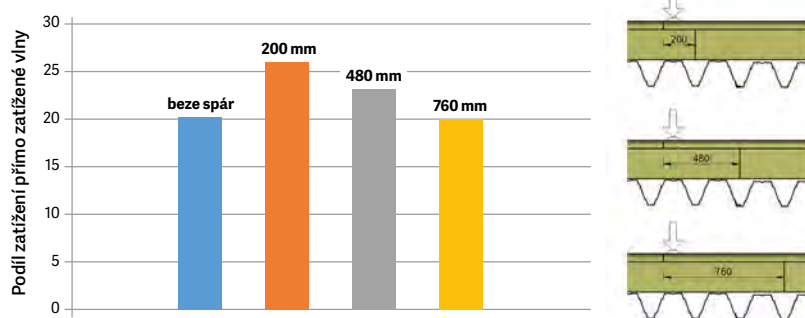
Varianty zkušebních vzorků

Provedeno bylo celkem 18 testů pro tři druhy souvrství a dvě polohy zatížení vůči vlnám trapézového profilu. V poloze zatížení s označením α bylo lokální břemeno aplikováno přesně uprostřed horní pásnice profilu a v poloze β bylo posunuto do osy spodní pásnice profilu, tj. do prostoru mezi dvěma horními pásnicemi, viz obr. 7. Z porovnávacích výsledků plyne, že poloha zatížení má zanedbatelný vliv na výsledný roznos zatížení. V dalším textu jsou pro přehlednost hodnoceny pouze výsledky jedné polohy zatížení, a to ve variantě α .

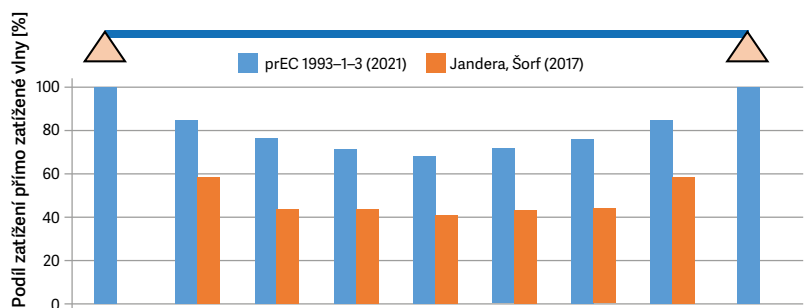
U každého druhu souvrství byla prověřena varianta beze spár (tedy průběžné desky tepelné izolace přes celou šířku vzorku) a varianty se spárami v různých modifikacích přesahů desek. Zatímco varianta beze spár představuje pro příčný roznos zatížení nejvýhodnější uspořádání, varianty se spárami jsou naopak nejméně příznivým uspořádáním, na které byla zaměřena pozornost. Minimální přesah desek dvou vrstev tepelné izolace byl určen doporučením výrobců tepelných izolací, které činí 200 mm. U dalších variant vzorků byl přesah postupně zvětšován za účelem



Obr. 10 Vliv tepelné izolace na výsledný podíl zatížení přímo zatížené vlny



Obr. 11 Vliv délky přesahu pro skladbu B



Obr. 12 Roznos zatížení pro různé polohy břemene na prostém nosníku (pro přímo zatíženou vlnu)

zjištění minimální vzdálenosti přesahu vedoucí k dosažení srovnatelného roznosu zatížení jako pro nejvýhodnější variantu beze spár. Studie byla doplněna o další dva testy zcela bez tepelné izolace, které jsou nezbytné pro závěrečné stanovení vlivu souvrství nad trapézovým plechem.

Zatěžování

Zatížení bylo aplikováno hydraulickým válcem přes speciální botku tvořenou úpal-kem ocelového profilu jáckl 60/60/5 a typi-zovanou podložku podpůrného systému K2 z materiálu EPDM, viz obr. 8. Půdorysný rozměr podložky činil 75 x 380 mm, přičemž delší rozměr botky byl orientován rovnoběžně s vlnami trapézového profilu. Zatížení bylo aplikováno postupně v krocích ve třech úrovních, viz obr. 9. První úroveň (0,5 kN) představovala orientační hodnotu charakteristického zatížení od vlastní tíhy FV panelu a jeho podpůrné konstrukce. Další dvě úrovně simulovaly přibližně přití-

žení včetně sněhu pro I. sněhovou oblast (1,7 kN) a III. sněhovou oblast (3,5 kN) ve smyslu ČSN EN 1991-1-3. V každém kroku bylo zatížení, po dosažení předepsané hodnoty, udržováno konstantní po dobu 5 minut. Rychlost zatěžování i odtěžování mezi úrovněmi zatížení byla stanovena na 2 minuty. Celkové trvání zatěžování jednoho vzorku činilo přibližně 40 minut.

Vyhodnocení

Vzájemné spolupůsobení vln profilu bylo odvozeno na základě principu porovnávání průhybů jednotlivých vln při zatěžování. Deformace byly měřeny a zaznamenávány potenciometrickými snímači, připevněnými k plechu magnety, viz obr. 7. Sledováno bylo šest vln v místě spodní pásnice profilu přesně uprostřed rozponu zkušebního vzorku. Celkové zatížení bylo následně výpočetně rozděleno do všech měřených vln s označením „zatížená“, „sousední“ a „krajní“ vlna.

Hodnoty sledovaných parametrů zaznamenávala ústředna s frekvencí 10 Hz. Ve výsledných datech měření je patrné relativně vysoké kolísání síly a průhybu trapézového plechu v měřených bodech, viz obr. 9. Tento jev byl způsoben vysokou odezvou konstrukčního dílce na působící zatížení. Pro řešení tohoto problému byla aplikována metoda klouzavého průměru dat pro 100 čtení, což znamená, že jsou průměrovány hodnoty s časovým rozptylem 10 sekund. Metoda klouzavého průměru pomáhá eliminovat náhlé a krátkodobé fluktuace v měřených datech, čímž vytváří stabilnější a přesnější výsledek. Volba délky období pro klouzavý průměr (v tomto případě 100 hodnot) závisí na potřebách konkrétního experimentu a žádaném stupni vyhlazení dat.

Pro statický návrh trapézového profilu je rozhodující hodnota podílu zatížení neseného přímo zatíženou vlnou. Podílem je míněna část z působícího lokálního zatížení, které činí 100 %. Na obr. 10 jsou porovnány podíly zatížení všech druhů souvrství v limitních případech, tj. varianty beze spár (zelená) a varianty se spárami s min. přesahem desek 200 mm (fialová), s podílem pro samostatný trapézový profil bez tepelné izolace (modrá).

Vliv tepelné izolace na celkový roznos zatížení je zřejmý. V nejnepříznivějším případě (skladba A, fialový sloupec) činí pokles podílu zatížení přímo zatížené vlny 20 % oproti variantě bez tepelné izolace (modrý sloupec). Rozdíl mezi jednotlivými druhy souvrství je v řádu jednotek procent a lze jej považovat za nepodstatný. Příznivější výsledek u skladby B může být ovlivněn, mimo jiné, také celkově větší tloušťkou souvrství o 20 mm oproti skladbě A. Vliv přesahu je zřetelnější u skladeb s minerální vatou. U kombinované skladby je minimální. Blíže je vliv délky přesahu dokumentován pro skladbu B na obr. 11. Porovnané jsou délky přesahů 200 mm (oranžově), 480 mm (šedivě) a 760 mm (žlutě), přičemž lze konstatovat, že při přesahu 760 mm nabývá hodnota roznosu zatížení své maximální hodnoty. U kombinované skladby je maximálního roznosu docíleno při přesahu 480 mm. Hodnotu roznosu lze považovat za konstantní, tedy nezávislou na výši působícího zatížení.

Závěr a doporučení AsoTra

Studie prokázala nezanedbatelný vliv tepelné izolace při roznosu lokálního zatížení. Nezbytné je však zmínit jistá omezení, která mají být zvažena při využití v praxi: 1. Z výsledků předchozích experimentů i zmíněné přípravy druhé generace

Eurokódu prEN 1993-1-3 plyne, že výsledný roznos zatížení v trapézovém profilu, mimo jiné, závisí na poloze zatížení vůči podporám, resp. na ohybové čáře konkrétního statického schématu, viz obr. 12. Obecně platí, že při zkracující se vzdálenosti břemene od podpory roste podíl zatížení přímo zatížené vlny. U řešeného prostého nosníku byl roznos prověřován v místě maximální deformace, tedy v místě, kde je roznos zatížení největší. Hodnoty pro různé polohy zatížení nebo pro jiná statická schémata prověřeny nebyly. Nelze proto objektivně doložit, že snížení podílu zatížení přes tepelnou izolaci bude vždy alespoň 20%.

2. Výsledky studie nezohledňují vliv změny mechanických vlastností tepelné izolace z hlediska dlouhodobého zatížení, stárnutí, působení vysokých teplot, vlhkosti a případně kombinace všech těchto faktorů. Jejich hodnocením se zabývají některé experimentální studie či normové předpisy týkající se návrhu sendvičových panelů. Degradaci smykové pevnosti či modulu, ve smyku jakožto rozhodující parametry pro distribuci zatížení v tepelně izolačním jádru panelu, popisuje norma ČSN EN 14509 ed.2 v příloze A.3.6 [6]. Pro případy, kdy nejsou k dispozici přesnější výsledky experimentů, norma doporučuje redukovat smykovou pevnost v čase, uvedenou v příslušném grafu A.7. Například pro zatížení působící 1 000 hodin má být krátkodobá pevnost redukována o 45 %. Studium mechanických vlastností v čase při působení zvýšených teplot (65–75 °C) a při nízkých (< 15 %) i zvýšených (> 95 %) relativních vlhkostech se zabývá studie „Model for effect of ageing“, uskutečněná v rámci evropského projektu EASIE [7]. Výsledkem je potvrzení degradace modulu ve smyku i pevnosti ve smyku u tepelné izolace z minerálních vláken řádově o desítky procent v prvních dvou týdnech zatížení. U tepelné izolace z EPS se degradace neprojeví.
3. V neposlední řadě nelze opomenout možnou degradaci mechanických vlastností povrchu tepelné izolace způsobenou větším pohybem osob a materiálů v souvislosti s instalací FVE.

Z výše uvedených nejistot plyne nutnost dalšího podrobnějšího zkoumání a přesněného předkládaných výsledků experimentů. Asociace AsoTra proto doporučuje přednostně využívat podpůrné systémy

FVE, které roznášejí zatížení do více vln trapézového profilu (např. příčné lišty apod.). V případě podpůrných systémů, generujících lokální zatížení, doporučujeme prozatím v praktických výpočtech zohlednit roznos zatížení min. 50% podílem pro přímo zatíženou vlnu, a to obecně pro jakoukoliv polohu břemene od podpory i druh souvrství. Je třeba poznamenat, že i při zohlednění tohoto roznosu může být zatížení přenášené konstrukcí FVE silně koncentrováno (v případě uvedeném na obr. 2 je zvýšeno příslušně původně uvažované plošné zatížení pro přímo zatíženou vlnou 4x, což je výrazně lepší výsledek než bez uvážení zde popsaného roznosu, ale stále se jedná o významné lokální přitížení, které musí být zohledněno).

Zdroje

[1] ČSN EN 1090-4: Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí – Část 4: Technické požadavky na ocelové za studena tvarované prvky a konstrukce

pro použití ve střeších, stropech, podlahách a stěnách.

[2] ČSN EN 1993-1-3: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-3: Obecná pravidla – Doplnující pravidla pro tenkostěnné za studena tvarované prvky a plošné profily.

[3] JOHANSSON, G. *Single Load on Trapezoidal Sheet*. 1986.

[4] prEN 1993-1-3:2021: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-3: General rules – Supplementary rules for cold-formed members and sheeting.

[5] ŠORF, M., JANDERA, M. *Lokálně a liniově zatížené trapézové plechy*. Diplomová práce, 2017.

[6] ČSN EN 14590 ed. 2: Samonosné izolační sendvičové panely s povrchovými plechy – Průmyslově vyráběné výrobky – Specifikace.

[7] METZGER A., KÄPPLEIN S., MISIEK T., HASSINEN P., MONONEN J., KURPIELA A., LANGE J., KOCHENBACH J. *Model for effect of ageing*. REPORT No.: D4.2/2, EASIE, 2011.



Ing. Michal Strejček, Ph.D.

Absolvent Fakulty stavební ČVUT v Praze. Profesně se věnuje zejména oboru tenkostěnných ocelových konstrukcí pro opláštění průmyslových i reprezentativních budov. Od roku 2011 působí ve společnosti Kovové profily s.r.o., která se zabývá dodávkami opláštění budov na bázi tenkostěnných profilů a související poradenskou činností pro investory, projektanty a stavební firmy. Od roku 2021 působí na pozici vedoucího technického oddělení.



prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Vystudoval Fakultu stavební ČVUT v Praze. Je profesorem na katedře ocelových a dřevěných konstrukcí na této fakultě. Je členem pracovních skupin CEN pro normy EN 1993-1-3, EN 1993-1-4 a EN 1993-1-14. U posledních dvou norem je zároveň členem užší Referenční skupiny.

English Synopsis

Point load distribution through the composition of thermal insulation on flat roofs with trapezoidal sheets

Photovoltaic panels are increasingly being installed on flat roofs with trapezoidal sheeting load-bearing elements. The most common systems transfer a load to the roof locally, not only from the weight of the panels themselves but also from other loads (e.g. snow load and wind load). The direct point load is primarily carried by the loaded rib of a sheeting, with a limited contribution from adjacent ribs. This paper presents experiments demonstrating the potential role of thermal insulation in load distribution across the trapezoidal sheeting. Based on these experiments, a preliminary recommendation for load distribution is also provided.

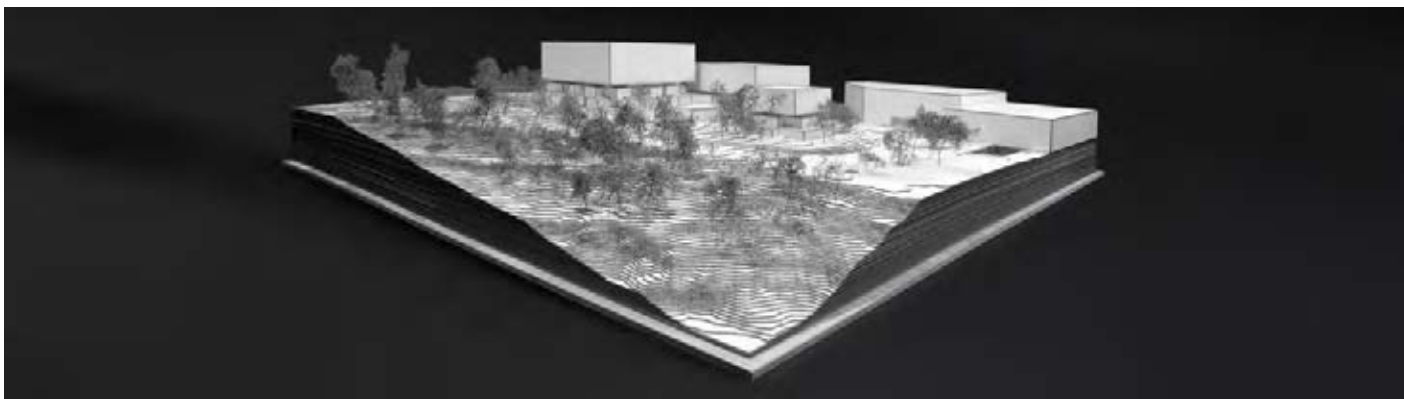
Klíčová slova: střechy ploché, plech trapézový, izolace tepelné, zatížení, fotovoltaika
Keywords: flat roofs, trapezoidal sheeting, thermal insulation, load distribution, photovoltaic panel

Depozitární budova Národní galerie Praha

Centrum sbírek Národní galerie Praha v pražských Jinonicích se stane novým orientačním bodem této části Prahy. Postupně zde vznikne areál se třemi budovami podobného účelu, které budou plnit současné požadavky na péči o sbírkové předměty. Vytvoří také prostor pro jejich restaurování, konzervaci a uchovávání v přísně řízeném vnitřním prostředí jako odkaz budoucím generacím.



Obr. 1 Depozitární budova Národní galerie v Praze, vizualizace (zdroj: JIKA-CZ s.r.o.)



Obr. 2 Model stavby (zdroj: archiv Jana Kubáta)

V současné době jsou sbírky Národní galerie Praha (NGP) uloženy v sedmi expozičních budovách, kterým tato uznávaná instituce na poli umění disponuje. Impulsem ke vzniku nového depozitáře jsou nejen budoucí plány rozvoje NGP, ale také snaha o ochranu sbírek v návaznosti na nejnovější technologické poznatky pro co nejkvalitnější uchování shromažďovaných výtvarných děl současných umělců.

Chystaný depozitární areál bude situován na území pražských Jinonic, v místech, kde byla v minulosti plánována novostavba Národního filmového archivu. Stavební pozemek je velmi složitěho trojúhelníkového tvaru. Na východě sousedí s půl století starým sídlištěm, ze západu je v těsné blízkosti nákupní centrum a z jihu nádherné Prokopské údolí. Areál bude rovněž v přímém kontaktu s frekventovanou Jeremiášovou ulicí v místě křižovatky s ulicí Bucharovou.

Stavba se stane v daném území dominantou a zároveň bude symbolizovat účel, postavení a prestiž Národní galerie Praha jako významné sbírkotvorné instituce v České republice.

Technologicky velmi náročné zadání bylo společně s danými prostorovými limity podkladem pro soutěžní dialog, který Národní galerie v Praze uspořádala v roce 2020. V roce 2021 se vítězem stal návrh architekta Jana Kubáta a kanceláře JIKA-CZ s.r.o.

Urbanistické řešení

V kontextu Prahy se jedná o dopravně velmi dobře dostupnou lokalitu, a to jak z vnějšího okruhu Prahy ulicí Jeremiášovou, resp. Poncarovou, tak i městskou hromadnou dopravou. V docházkové vzdálenosti se nachází stanice metra Nové Butovice, přímo v ulici Jeremiášova je pak zastávka několika městských autobusových linek. S širším centrem Prahy je tato



Obr. 3 Situace stavby (zdroj: archiv Jana Kubáta)

oblast propojena Radlickou radiálou. Pro přístup bude užívána stávající příjezdová komunikace k objektu nákupního centra napojená na Jeremiášovu ulici.

Architektonický návrh a hmotové řešení

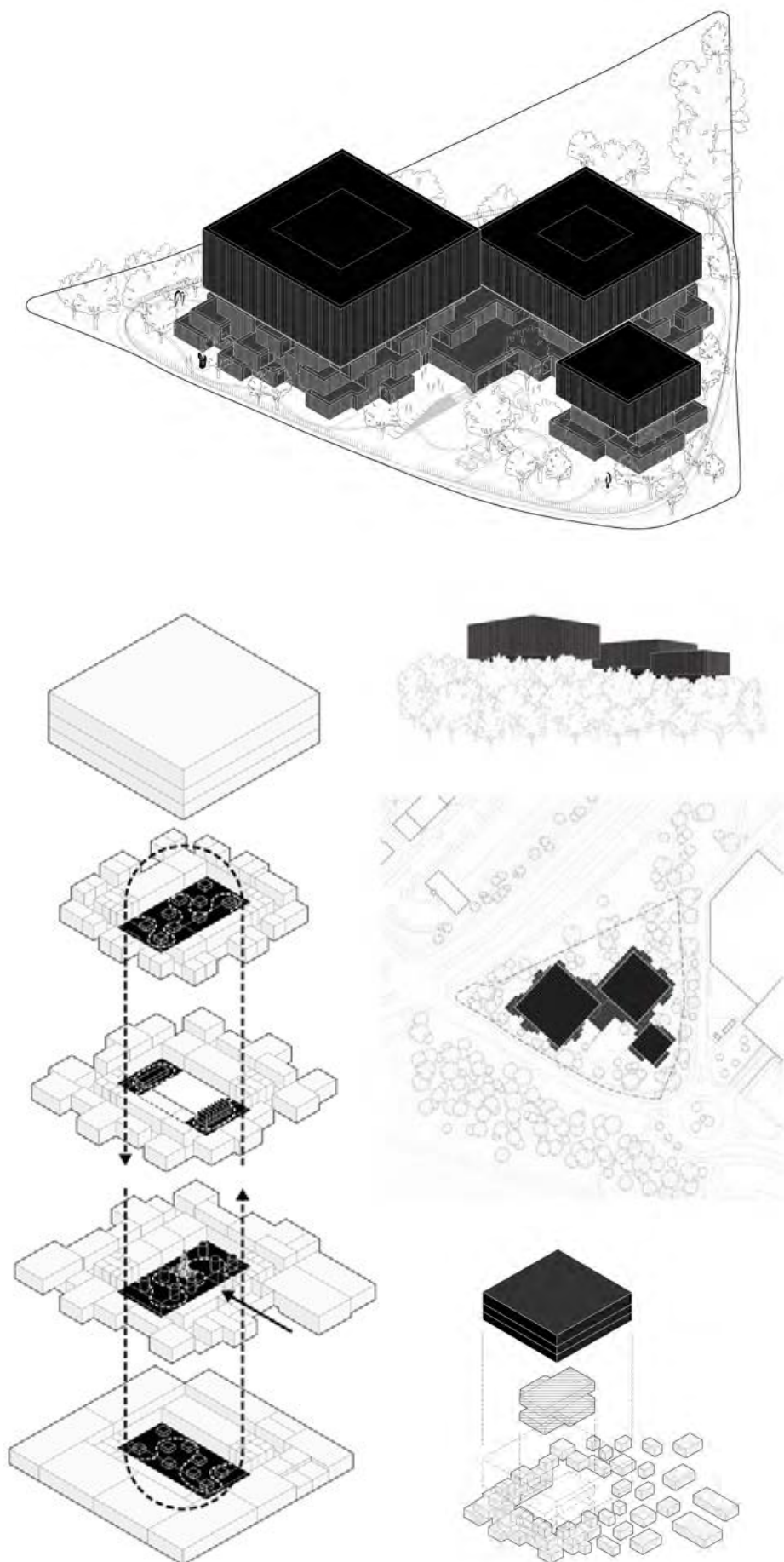
Atributy, které formovaly řešení stavby, jsou estetika, konstrukční řešení a bezkolizní provoz.

K návrhu stavby autor přistupoval pragmatičticky, ale přesto kreativně; pracuje s areálem jako samostatným celkem, který si bere ze svého okolí inspiraci a parafrázuje ji v hmotách, provozu a orientaci. Hlavním jmenovatelem je skutečnost, že umísťujeme depozitární prostory obrazně do „trezoru“. Prvním vizuálním dojmem z areálu je levitující hmota nad krajinou a korunami stromů. Touto hmotou je vlastní trezor, depozitář. Viditelný a nedostupný. Ačkoliv jde o hmotu sahající téměř do výšky 40 m nad terénem, má působit lehce. Je viditelná jak ze čtyřproudové komunikace, tak i z Prokopského údolí. Tuto hmotu nese „mravenišť“ z menších boxů, které zahrnují provozy laboratoří a ateliérů. Je důsledkem

striktního uplatnění programmetrického přístupu k návrhu, kde „form follows function“. Materiál stavby je volen s ohledem na potřebnou dlouhodobou trvanlivost, minimalizaci nutné údržby a také s ohledem na akcent duality objektu. Horní část budovy – těžké a uzavřené objemy depozitářů jsou navrženy s opláštěním, které relativizuje jejich hmotu. Zavěšená fasáda z perforovaného leštěného plechu se přes den jakoby ztrácí v nebi, v noci však vytvoří zdaleka viditelnou ikonu. Spodní část domu je naopak otevřená, a přesto působí pevněji a bytelněji než patra depozitářů. Fasáda je tvořena keramickými prvky, které se otevírají pouze do stran.

Návrh se záměrně zdržuje jakýchkoli tvarových a materiálových výstřelků, je třeba zajistit, aby budova fungovala a vypadala po sto letech stejně jako rok po výstavbě.

Landscape úpravy v areálu se omezují na naprosté minimum. V současnosti pozemek zarůstá náletovými dřevinami. Do lokality se vrátí původní druhy a vytvoří se přírodě blízká lesostep, naváže na vegetaci akátů a planých ovocných stromů, které se nacházejí jižně od depozitáře.



Areál je samostatný, uzavřený, přesto komunikuje se svým okolím – má ambici stát se pozitivním katalyzátorem budoucích změn celé lokality. Okolí umožňuje využití pro sochařský park, kde se umístí významná monumentální umělecká díla, která budou vybízet k návštěvě, vytvoří zajímavý prostor pro setkávání a mimo jiné umožní popularizaci umění pro širší veřejnost.

Dispoziční řešení

Vlastní budova se dělí na čtyři základní části: depozitáře, zázemí depozitářů, fototeliéry a digitalizace, restaurátorské ateliéry a laboratoře.

V celém objemu nadzemního trezoru budou situovány depozitáře. V srdci domu pak bude také otevřený depozitář. Toto přístupné depozitární prostranství je navrženo přes výšku několika podlaží a nabízí tak možnost vytvořit více než sedm metrů vysoký prostor, který umožní uskladnění děl větších rozměrů, ale také využití jako laboratoř pro práci kurátorů a lektorů. Prostor lze nasvítit řadou různých typů světel a bude možné jej podle potřeby modifikovat. Podlaží jsou propojena důmyslným umístěním dvojice speciálních výtahů a jednotlivé prostory lze podle potřeby uzavřít nebo naopak otevřít, kombinovat a propojovat.

Vstup do budovy je navržen v 1. PP, kde bude umístěna vstupní recepce s bezpečnostní kontrolou a lounge, hala a zásobovací dvůr. Na prostor přímo navazuje vstup do otevřeného depozitáře, kam lze vejít, aniž by bylo třeba procházet přes chráněné prostory domu, a také multifunkční místnost pro lektorské aktivity a výstavy děl. V 1. PP se dále nachází zázemí pro balení děl, karanténní depozitář, sklad transportních obalů a v jižní části domu několik restaurátorských ateliérů. Pozice zásobovacího dvora je v těsné blízkosti hlavního nákladního výtahu a také poblíž budoucího propojení s budovami druhé etapy výstavby.

V centru **2. PP** se nachází otevřený depozitář, po obvodu budou depozitní sklady. V blízkosti hlavního nákladního výtahu je umístěna badatelna, balárna a přípravná uměleckých děl i technické místnosti. Zajištění proti vniknutí podzemní vody a vlhkosti je řešeno zvýšenou úrovní hydroizolace, drenáží a předsunutými anglickými dvorky.

V **1. NP** jsou po obvodě navrženy restaurátorské ateliéry. Střed prostoru, podobně jako v 2. PP a 1. PP zabírá otevřený

Obr. 4 3D model stavby (zdroj: archiv Jana Kubáta)

depozitář, který je doplněn prostornými fotoateliéry.

Ve **2. NP** jsou umístěny kancelářské prostory, nad nimiž je navrženo technické mezipatro, řešené jako 3. NP, ze kterého budou vedeny veškeré technické rozvody.

4.–6. NP mají totožná rozvržení. Nachází se zde většina depozitářských ploch v budově. Před nákladním výtahem je vyrovnávací komora, kterou je při vstupu do depozitáře nutno projít. Zamezí se tak nadměrným změnám ve vnitřním prostředí samotných depozitářů. Ihned u výtahů je situována badatelna a místnost pro balení a přípravu děl.

Provoz budovy

Celým návrhem postupuje snaha minimalizovat trasy pro pohyb uměleckých děl. Vstupním bodem je krytý zásobovací dvůr, který těsně sousedí s velkokapacitním nákladním výtahem, osobními výtahy a také výhledově s konexí na druhou etapu výstavby. Na zásobovací dvůr navazují karanténní depozitáře, kde dojde k klimatizaci děl. Následně se díla vyjmou z transportního obalu a uloží v příslušném depozitáři. Depozitáře budou členěny podle potřeb NGP.

Depozitářní prostory mají vždy přímo na daném podlaží badatelnu a místo pro přípravu a balení exponátů. K transportu děl poslouží široké chodby.

Konstrukční řešení

Založení budovy se předpokládá na velko-
průměrových vrтанých pilotách průměru 600 až 1 200 mm s částečným spolupůsobením ŽB základové desky tl. 300 mm.

Stavba je navržena jako ŽB sloupový skelet s vnitřními a vnějšími stěnami, které doplňují konstrukci ve formě tuhých krabic, a to jak po obvodě, kde vytvářejí strukturu budovy, tak i uvnitř, kde zajišťují tuhost.

Vnitřní stěny ve spodních podlažích slouží jako stěnové nosníky, které pomáhají vynášet velké rozpony stropních desek. Ve vyšších podlažích, kde má stavba pravidelný tvar ve formě trezoru, převažuje sloupový skelet doplněný o vnitřní stěny kolem komunikačních jader.

Objekt má navrženu provětrávanou fasádu, která je schopna zajistit minimální tepelné ztráty a zisky.

Vzduchotěsnosti obvodového pláště je docíleno ŽB stěnami. Obvodový plášť

nejnižší části stavby je tvořen provětrávanou fasádou, s izolantem z minerální vaty tl. 300 mm, který je chráněn difúzní fólií. Na konstrukci je poté zavěšena speciální ocelová konstrukce nesoucí keramické dílce obkladu. Soklová část je z extrudovaného polystyrenu v tloušťce 300 mm.

Na fasádě střední části je použito obložení ze slitiny mosazi a hliníku ve formátu kompozitních desek, které jsou rovněž neseny ocelovým podkladním roštem.

Hlavní viditelná fasáda trezoru v nejvyšší části stavby je z hliníkového leštěného plechu tvarovaného do půl čochek. Hliník bude přirozeně stárnout a oxidovat. Díky konkávnímu tvaru hliníkových čochek se světlo rozplyne a nebude oslňovat své okolí. Šířka pásů bude 500 mm, délka přes 10 m. Členění fasády je navrženo vertikálně, maximální amplituda čochky bude 50 mm.

Střechy jsou řešeny primárně fóliovým systémem, s dvojitou fólií a injektážním systémem, tak aby se v případě havárie injektováním pryskyřice zamezilo průniku vody do interiéru. Drenážní systém mezi fóliemi bude sveden do monitorovacích míst, která budou napojena na systém integrovaného řízení budovy. Jako tepelná izolace budou použity PIR desky tloušťky 200 mm.

Pro snížení nákladů na udržení stabilního vnitřního prostředí budou pro vnitřní dělení depozitáře a na vyzdívku skeletu obvodového pláště aplikovány materiály na přírodní bázi, tj. nepálené cihly. Tyto materiály dokážou reagovat na tepelně vlhkostní parametry svého okolí a akumulovat je. Při aktivním řízení systémů větrání podle předpovědi počasí či v případě dvojnásobného výpadku systému řízení lze využívat tyto materiály jako akumulátory pro udržení vnitřního prostředí v požadovaném rozsahu.

Provedený výzkum ČVUT UCEEB (Pavel Kopecký, Kateřina Sojková) na námi zpracovávaném projektu stavby Ústavu dějin a archivu Univerzity Karlovy v Praze z nepálených cihel ukazuje o 20–30 % nižší nároky na vlhčení vzduchu.

Umístěná díla nevyžadují zvýšenou ochranu proti vibracím vyvolaným provozem po Jeremiášově ulici do prostoru depozitářů, navíc vzdálenost od této ulice je větší než 50 m. Z hlediska dynamiky je více limitující pohyb kompaktních regálů, kde jsou díla skladována, tj. veškeré regály mají tlumiče dojezdu, tak aby nedošlo k rázu při jejich pohybu.

TZB

Umístění stavby bude vyžadovat přeložení stávající kanalizace směrem k východnímu okraji pozemku. Vzhledem k vhodnému SJ spádování terénu nejsou předpokládány komplikace s výškovým řešením nebo nutností přečerpávání. Do překládaného úseku kanalizace bude zřízena přípojka.

Po západní straně jsou vedeny kabelové trasy přívodu elektřiny a optických/meta-
lických komunikačních rozvodů. Většinu těchto tras bude vhodné přeložit blíže k Jeremiášově ulici. Nutnost překládky inženýrských sítí bude především v severní části, kde se trasy rozvětvují směrem ke Galerii Butovice a Bucharově ulici. Po západní straně jsou dále uloženy vodovodní řady. Z těchto tras budou zřízeny přípojky jednotlivých médií s dostatečnou kapacitou pro navrhovaný objekt.

Po západní straně jsou dále uloženy kabelové trasy NN. Blíže k tělesu komunikace pak trasy VN.

Primárním zdrojem tepla a chladu bude tepelné čerpadlo země-voda. Pro zajištění spolehlivosti dodávky tepla se jako alternativní zdroj tepla předpokládá využití elektrokotlů a terciální záložní kotelny na fosilní paliva. Výpadek dodávek tepla by změnil kvalitu vnitřního prostředí a ohrozil tak deponovaná díla. Tento záložní zdroj bude aktivován v okamžiku, kdy bude nevhodné využití tepelných čerpadel, případně při jejich výpadku.

Návrh počítá s maximálním využitím dešťové vody a jejím zpracováním nejen na pozemku, ale také přímo v budově, kde bude zavlažovat zeleň situovanou na exteriéru stavby. Zpevněné plochy jsou bez výjimky propustné a dešťová voda po nich nestéká, ale zasakuje se. V rámci sadových úprav vznikne v zahradě soustava průlehu pro hospodaření s dešťovou vodou.

Energetické a technologické řešení

Technologické řešení stavby má tři základní předpoklady pro zajištění kvalitní funkce budovy:

- žádná voda v prostorech s uměleckými díly;
- trvalá teplota a vlhkost vnitřního prostředí;
- minimální provozní náklady.

S ohledem na objem a rozsah budovy bylo dosažení těchto požadavků velmi náročné,



Obr. 5 Areál centra sbírek NGP se třemi budovami podobného účelu, které budou plnit současné požadavky na péči o sbírkové předměty – vizualizace



Obr. 6 Architektonické a hmotové řešení stavby – vizualizace

přesto se řešení podařilo nalézt. Návrh zdrojů energie a celého technického řešení je výsledkem reversibilního posouzení budovy, kde:

- pro transport tepelné energie do depozi-tářů je použit vzduch;
- bylo stanoveno minimální hygienické množství vzduchu pro větrání prostor.

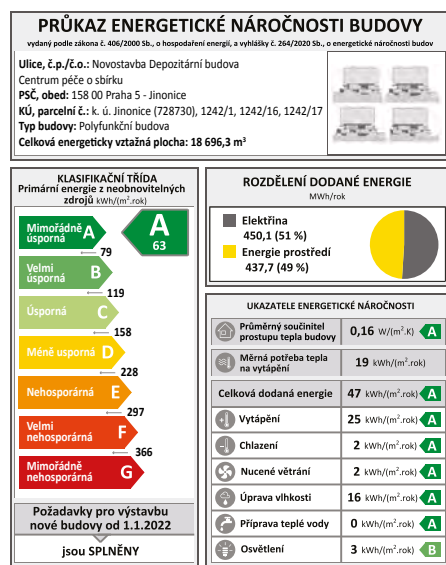
Provozně nutné minimální množství vzduchu dopraví jen omezené množství tepelné energie a to je také hranicí pro maximální možnou ztrátu či zisky z vnějšího prostředí v letních a zimních extrémech při zachování stálého vnitřního prostředí v limitech stanovených NGP. Tyto limity vycházejí z materiál-ty typů uložených sbírkových předmětů.

Z těchto limitních hodnot tepelných zisků a ztrát budovy byl při návrhu zpětně vypočten součinitel prostupu tepla konstrukcí, a tím i stanoven typ izolantu a jeho tloušťka.

Při uvedeném reversibilním postupu došlo také k interpolaci součinitele prostupu

tepla mezi jednotlivými typy konstrukcí z hlediska jejich polohy k vnějšímu prostředí. Ve výsledku je areál provozně koncipován jako pasivní. S ohledem na typ a použité materiály počítáme s měrnou potřebou tepla na vytápění/chlazení okolo 19 kWh/m²rok při využití reversibilního tepelného čerpadla. Budova má celkovou potřebu dodané energie na úrovni 47 kWh/m²rok. To vše při průměrném součiniteli prostupu tepla 0,16 W/m²K. K tomuto výsledku přispívá i skutečnost, že na střeše budovy jsou umístěny foto-voltaické panely. S ohledem na uvedený typ budovy je spotřeba vody minoritní ku spotřebě elektřiny. Veškerá dešťová voda se likviduje na pozemku, tudíž odpadají problémy spojené s poplatky za stočné. Po úpravě bude voda používána pro přípra-vu demi vody k výrobě páry a také pro technologické procesy v rámci ateliérů a laboratoří.

Mezi kancelářskou částí budovy a depozi-tárními sklady je navrženo technické mezipatro, což přináší celou řadu výhod.



Obr. 6 Průkaz energetické náročnosti budovy

Jednak je zde vytvořen velkorysý prostor pro zařízení těmi nejmodernějšími technologiemi, zároveň je zajištěn snadný přístup. Instalace jsou z technického mezipatra vedeny prostory v jádrech.

Vlastní systémy musí rychle reagovat na změny vstupních parametrů z exteriéru. Jednak vlivem ročního období, ale např. i blížící se bouřky, kdy dochází ke změně tlaku, teploty a také vlhkosti. Další proměnnou bude počet osob uvnitř budovy. Pro tyto účely výkyvů budou instalovány akumulární nádrže s jednotlivými médii v požadovaných systémových parametrech.

Primárním zdrojem tepelné energie budou tepelná čerpadla s reverzní funkcí topení/chlazení, resp. jejich kaskáda. Bivalentním záložním systémem bude elektrokotel a plynová kotelna.

V přechodovém období lze využít free-cooling – nízkých venkovních teplot pro výrobu chladu (chladicí vody a vzduchu). Pro maximální efektivitu bude použit vysokotlaký nízkoteplotní systém.

Z hlediska podstatného snížení energetické náročnosti VZT je zaveden rovnotlaký systém regenerace vzduchu z deponitáře sbírek. VZT jednotka upraví odpadní vzduch na požadované teplotně vlhkosní parametry a přimíchá čerstvý, předem připravený vzduch z exteriéru. Kromě teploty (ohřívání/chlazení) je vzduch vlhčen či odvlhčován. Zdrojem páry pro vlhčení bude vyvíječ páry. Upravený vzduch pro prostory deponitáře bude přiváděn 1–2krát denně, přičemž z větší části se jedná o cirkulační vzduch. Objem čerstvého vzduchu bude do 10 % celkového objemu přiváděného vzduchu.

Objem čerstvého vzduchu pro prostory bez možnosti přirozeného větrání, popř. s omezenou možností přirozeného větrání, je navržen na 35 m³/h na osobu. Prostor šatny je dimenzován dávkou vzduchu na šatní místo 20 m³/h. Přívod vzduchu na úhradu vzduchu odvedeného z hygienického zázemí je úměrný tomuto množství. Odvod vzduchu z prostoru deponitáře odpovídá přiváděnému objemu. Odvod vzduchu z administrativní části je rovněž adekvátní přívodu.

Pro řízení a monitorování určených technických zařízení bude navržen volně programovatelný řídicí systém, umožňující řízení technologií na kvalitativně vysoké úrovni. Úlohou systému je zabezpečit spolehlivý a bezpečný provoz technologického zařízení, minimalizování spotřeby energií optimalizací řízení provozu s minimálními nároky na stálou obsluhu a údržbu. Modulární DDC podstanice s příslušným počtem I/O modulů bude umístěna v rozváděči MaR. Navržený systém bude napojen na centrální řídicí pracoviště

s vizualizací ovládané technologie, čímž jsou dány předpoklady k ekonomickému, bezpečnému a dostatečně komfortnímu provozu budovy. S ohledem na typ provozu bude v budově navržen druhý nezávislý systém monitoringu kvality prostředí. Tato data budou průběžně porovnávána s daty z hlavního řídicího systému a budou archivována.

Budova má vysoké nároky na požární zabezpečení. Základní signalizace bude přijímána na ústředně EPS a tablech obsluhy. Při vyhlášení požárního poplachu budou spuštěny ve všech podlažích stavby okamžitě sirény. Budova bude napojena na PCO HZS hl. m. Prahy. Tento systém bude doplněn o plynové stabilní hasicí zařízení s hasivem IG-541. Jedná se o autonomní systém, který díky vysoce citlivému nasávacímu detektoru kouře reaguje na požár již v raném stádiu. K vypuštění hasiva z tlakových lahví dochází po potvrzení požáru z druhého nezávislého hlásiče.

Denní osvětlení jako jedna z klíčových podmínek provozu bude zajištěno okny. Doplnkovým regulačním stínícím prvkem bude vnější roleta. Při návrhu systému osvětlení je dbáno na to, aby nedocházelo k oslnění, světlo bylo rozptýleno rovnoměrně a nezkrasovalo barvy. Navržený systém bude mít biodynamický efekt podle denní doby a lidského biorytmu. V deponitářích a v otevřeném deponitáři bude použit systém osvětlovacích lišt pro modulární nasvětlení.

Primárním zdrojem elektřiny bude trafostanice. Pro krátkodobé výpadky bude instalován zdroj UPS, primárně nabíjený z fotovoltaických systémů na střeše. V návaznosti na inteligentní řízení spotřeby bude energie odebírána pro vykrytí špiček. Nepodkročitelnou hranicí zálohy bude plné fungování do doby náběhu náhradního zdroje. Pro delší výpadky energie a pro zajištění základních funkcí budovy bude instalován dieselaagregát v rámci energocentra.

Aktuální stav

V současné době jsou zpracovány projektové dokumentace pro území rozhodnutí a stavební povolení. Vydání územního rozhodnutí se očekává v roce 2024. Ve vysoké fázi rozpracovanosti je také dokumentace pro provádění stavby. Vlastní realizace je plánována v roce 2025 a celý deponitární areál by měl být dokončen v roce 2028.

Identifikační údaje

Název stavby: Depozitární areál Národní galerie Praha v Jinonicích

Autor návrhu: Ing. arch. Jan Kubát, Ing. arch. Martin Jireš, Ing. arch. Linda Kaliská, Ing. Jiří Slánský

Projektová dokumentace: JIKA-CZ s.r.o.

Hlavní inženýr projektu: Ing. Jiří Slánský

Projektové práce: 2020–2025

Realizace: 2025–2028

Náklady celkem: 3 mld. Kč

Odborné posouzení článku

Ing. Jaroslav Šafránek, CSc., odborník v oboru stavební tepelné techniky a energetické náročnosti budov, autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby, zkoušení a diagnostika staveb a energetické auditorství.



Ing. Jiří Slánský

Absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor pozemní stavby a konstrukce. Od roku 1998 pracuje v projektové kanceláři JIKA-CZ s.r.o. Autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby.

English Synopsis

Depository building of the National Gallery Prague

Currently, the collections of the National Gallery Prague (NGP) are stored in the seven exhibition buildings which are owned by this recognized institution in the field of art. The depository area will be located in the area of Prague's Jinonice and will become a new landmark for this part of Prague. The article describes the design of the solution from all relevant points of view, as well as the requirements for the latest technological knowledge.

Klíčová slova: stavby pro kulturu, muzea, architektonické řešení, konstrukční řešení
Keywords: buildings for culture, museums, architectural solution, structural solution

Principy a význam metody EPC, zkušenosti z praxe



Veřejných i soukromých budov, které potřebují renovaci, jsou v ČR tisíce a snižování jejich energetické náročnosti je jedním z důležitých kroků vedoucích k energetické bezpečnosti a soběstačnosti.

Jedním z nástrojů, který v USA a v dalších vyspělých zemích funguje od sedmdesátých let minulého století a v České republice je využíván od roku 1993 a který pomáhá tyto potřeby a požadavky plnit, je metoda **Energy Performance Contracting** neboli **EPC**.

Internet nabídne pro tato tři písmena řadu významů, nicméně v tomto případě máme na mysli metodu nebo také obchodní model řešení investičního projektu, jehož hlavním cílem je prokazatelné snížení spotřeby energie a s tím souvisejících provozních nákladů. V Česku se pro něj ustálily termíny Energetické služby se zaručeným výsledkem, Energetické služby se zárukou nebo Energetické služby s garancí úspor. Právě ona garance výsledku je totiž základním charakteristickým prvkem metody EPC.

Princip a význam EPC

Principem EPC je speciální víceletý smluvní vztah mezi klientem a dodavatelem projektu – poskytovatelem energetických služeb, který oběma smluvními stranám přináší řadu výhod. Poskytovatel energetických služeb, nebo též firma energetických služeb, v odborné terminologii (a dále v textu) nazývaná ESCO (z angličtiny Energy Services Company), se tímto smluvním vztahem zavazuje, že klientovi dodá a zprovozní taková opatření, která mu zajistí nižší spotřebu energie (a často také vody) a **tím sníží související provozní náklady**. A na to **ESCO klientovi poskytuje smluvní záruku**. Jedná se tedy o službu, která zahrnuje přípravu, realizaci a často také zajištění financování realizace těchto opatření (dále jen projekt), vedoucí k předem definovaným úsporám energie a vody.

Projekty řešené metodou EPC jsou realizovány většinou v oblasti energetiky budov. V posledních pěti letech však, díky spojení s dotační podporou a zvýhodnění dalšími procenty dotace při využití metody EPC, zahrnují v určitých případech také stavební opatření, zejména zateplení obálky budov a výměnu výplní otvorů.

Význam metody EPC, respektive projektů řešených touto metodou, spočívá zejména v níže popsaných vlastnostech, kterými se liší od jiných obchodních modelů.

Základní vlastnosti projektů EPC

- Smluvní záruka dosažení výsledků;
- Unikátní způsob financování a splácení nákladů;
- Dodatečná opatření a zlepšování výsledků.

Záruka za dosažení úspor

Základní a nejdůležitější vlastností metody EPC je **záruka za dosažení výsledků projektu, tzv. garance úspor**. ESCO na základě zmapování původního stavu, jí navržených opatření a energetických bilancí definuje úsporu energie a vody a z nich vyplývající náklady na straně klienta. Tuto úsporu po celou dobu účinnosti smlouvy za předem daných podmínek smluvně garantuje, a v případě, že jí není ve vyhodnocovacím období dosaženo, platí ESCO klientovi finanční kompenzaci (sankci) za vzniklý rozdíl.

Přestože naprostá většina projektů naplňuje smluvní předpoklady a je v nich dosaženo plánované úspory, existují samozřejmě i projekty, kde je skutečně dosažena úspora nižší. To se však stává u velmi malého počtu případů (do 3 až max. 5 %) a k tomu většinou pouze v prvním roce nebo několika málo prvních letech období garance, než se ESCO podrobně seznámí s provozem a fungováním objektů, původních a nově instalovaných technologií a než dosáhne optimálních provozních podmínek, které pak zpravidla vedou k dosažení smluvně zaručených hodnot úspor.

Z pohledu klienta tedy dochází k významnému přenesení rizika za výsledky projektu na ESCO a zároveň ke zvýšení jistoty, že investice budou směřovány do funkčních a smysluplných opatření.

Úsporu garantuje ESCO klientovi v technických jednotkách a ve finančním

vyjádření. Finanční úspora je stanovena na základě úspory spotřebovávaných energonositelů (teplo, zemní plyn, elektřina) v technických jednotkách (GJ, kWh atd.) a tzv. referenční ceny za jednotku konkrétního energonositele. Noví klienti se často dotazují na způsob vyhodnocení úspor v oblasti vytápění (nebo chlazení), kdy je chladnější, nebo naopak teplejší zima (léto) a náklady na výrobu tepla (chlada) jsou tak logicky ovlivněny. Zde se uplatňuje přepočítaním denostupňovou metodou na referenční podmínky a výkyvy počasí jsou tím do vyhovující míry eliminovány. Podobně se aplikují oběma smluvními stranami odsouhlasené korekce v případech, kdy není zajištěn standardní provoz objektů, např. z důvodu rekonstrukce, rozhodnutí o změně využití apod.

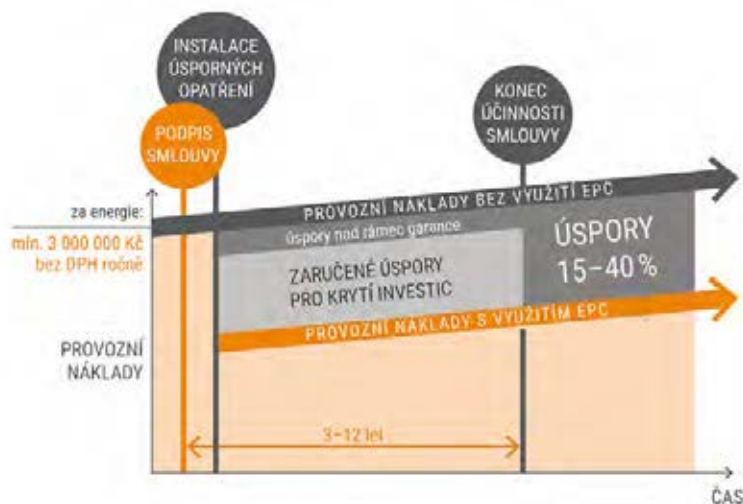
Financování a splácení investic z budoucích úspor

V rámci realizace projektu EPC dochází k modernizaci technologického zařízení, je instalováno zcela nové, jehož úkolem je zajistit efektivnější přeměnu nebo distribuci energie v objektu, čímž dojde k úspoře provozních nákladů. Investice do těchto opatření nemusí být klientem uhrazena ihned po dokončení fáze realizace (výstavby), ale může být využito financování třetí stranou (dodavatelským úvěrem) s odloženou splatností, kdy zdrojem financí na splátky jsou provozní úspory, kterých bude dosaženo v následujících letech. V ČR se dobře uplatnil mechanismus odkupu pohledávky bez postihu, kdy ESCO klientovi ručí za výsledek projektu (úspory), ale klient splácí jistinu a úroky postupníkovi – bance. Velkou výhodou tohoto řešení je, že klient **nemusí čerpat investiční prostředky ze svého rozpočtu a na splácení jistiny a úroků použije úspory** v platbách za energii (a vodu). Těto možnosti zejména využívá většina klientů z veřejného sektoru, neboť jejich rozpočty na investice bývají často nedostatečné. A ESCO – firma energetických služeb, která není bankou, není zatížena dlouhodobými úvěry, jež by jí znemožnily realizaci dalších podobných projektů do doby, než budou stávající pohledávky splaceny.

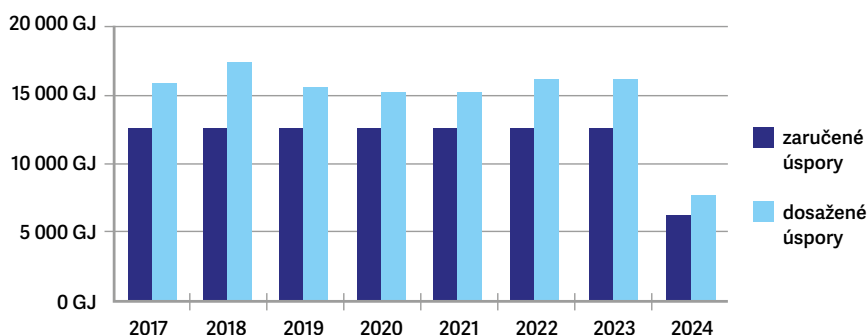
V případě, že klient disponuje vlastními finančními prostředky, může je samozřejmě k úhradě investice využít a ušetřit tak náklady na financování (úrok). Hlavní deviza a další výhody metody EPC – záruka za úsporu – tím nejsou nijak ovlivněny. Tato praxe je však využívána poměrně zřídka, neboť každý klient, ať už z municipální sféry, tak i ze sféry soukromé, má zpravidla řadu dalších oblastí, do kterých investuje, a tudíž pro něj většinou bývá výhodné investici do energetických úspor splácet.

Dodatečná opatření a zlepšování výsledků

V projektu EPC je ESCO pro klienta partnerem, nikoliv pouze dodavatelem řešení. V praxi to znamená, že zájem obou smluvních stran, klienta i ESCO je totožný – dosažení co nejvyšších úspor. Samozřejmě bez negativního vlivu na provoz objektů a jejich vnitřní komfort. Není přípustné zvyšovat úsporu například tím, že bude budova vytápěna na nižší teplotu, než definuje norma a než bylo smluvně ujednáno. Zpravidla existují další možnosti, jak výkon a výsledek projektu EPC ještě více zlepšit, a úkolem ESCO je, aby tento potenciál hledala a využívala, motivována smluvní odměnou. To vyvažuje riziko neúspěchu a povinnost hradit případný záporný rozdíl



Obr. 1 Finanční model projektu řešeného metodou EPC



Obr. 2 Vyhodnocení úspor v jednotlivých letech trvání projektu



Obr. 3 Technologické zázemí Nemocnice na Homolce v Praze

mezi zaručenou a skutečnou výší úspory. V praxi se tak běžně stává, že za dobu účinnosti smlouvy je dosaženo o 5 až 8 % vyšších úspor, než které byly zaručeny. Tyto tzv. nadúspory do projektu přinesou další peníze, které je možno investovat do dodatečných úsporných opatření, jež pro klienta znamenají další modernizaci majetku, zvýšení komfortu a finanční přínosy projektu, často v kombinaci všeho výše jmenovaného.

Další výhody projektů EPC

Projekt řešený metodou EPC přináší klientům řadu dalších výhod, zejména:

• Komplexnost technického řešení.

Díky nastaveným hodnoticím kritériím v rámci výběrového řízení má klient jistotu získání nejefektivnějšího technického řešení. Jedním výběrovým řízením vyřeší energetiku všech svých objektů. Z pohledu držení technologických záruk je také výhodná existence jednoho kontraktu s jedním dodavatelem.

• Standardizace

Metoda EPC prošla za 30 let využívání v ČR vývojem, z něhož vyplynula nutnost standardizace. Postupně byla zpracována tzv. vzorová smlouva o energetických službách (SES), která je téměř bez úprav využívána v zadávacích řízeních organizovaných veřejnými zadavateli. Došlo také ke standardizaci procesu výběru ESCO a sjednocení požadavků na metodiku vyhodnocení dosažených úspor, kdy je požadováno a kontrolováno, aby ESCO aplikovala transparentní a obecně přijatelné postupy, které jsou v souladu s Mezinárodním protokolem k měření a verifikaci úspor (IPMVP – International Performance Measurement and Verification Protocol).

• Energetický management

Jedná se o nezbytnou součást všech projektů. Energetický management v rámci EPC projektu lze chápat jako nejvyšší možnou úroveň této služby a je často označován jako tzv. aktivní energetický management (dále jen EM). Úkolem totiž není jen sledování toků energií, ale aktivní přístup ESCO (ve spolupráci s klientem), spojený s optimalizací energetických systémů a sledováním odchylek.

V rámci služeb EM dochází běžně například ke sledování spolehlivého chodu otopných soustav objektů, kdy je poskytovatel EPC schopen prostřednictvím dálkového dispečinku pomáhat uživateli objektu s nastavováním provozních režimů (komfort, útlum), v poslední době také s využitím nejmodernějších metod, jako je predikce počasí.

• Výběr ESCO

Pro výběr ESCO bylo zavedeno a praxi ověřeno jako nejvhodnější jednací řízení s uveřejněním, což je jeden ze způsobů zadávání veřejné zakázky definovaný zákonem č. 134/2016 Sb., o zadávání zakázek, ve znění pozdějších předpisů. Klient tak má možnost navrhovaného řešení projektu projednávat s účastníky zadávacího řízení a jejich podobu upravovat do stavu, který mu maximálně vyhovuje. Díky nastavení kritérií pro hodnocení nabídek, kde nejvyšší váhu má výše zaručených úspor za dobu účinnosti smlouvy (nabídková cena je kritériem s druhou nejvyšší vahou), dochází pro daného klienta k výběru **nejvhodnějšího a z hlediska budoucích efektů nejekonomičtějšího technického řešení.**

V případě klasických investičních (dodávkových) projektů ve veřejném i v soukromém sektoru je postup často takový, že si klient zadá zpracování projektové dokumentace a následně na jejím základě vybírá dodavatele s nejnižší cenovou nabídkou.

To má však zpravidla několik úskalí:

- Klient nemusí mít jistotu, že navržené řešení je nejefektivnější z pohledu budoucích provozních nákladů. V takových případech totiž projektanti nemají zpětnou vazbu o skutečně dosahovaných úsporách řešení, které navrhli. Často taková data o srovnání spotřeb ani neexistují. Při využití EPC má klient jistotu, že z předložených nabídek vybere z hlediska provozních nákladů tu nejefektivnější variantu. Jednotlivé nabídky se totiž v rámci technického řešení mohou lišit a někdy dost významně.
- Rozdílná je i motivace dodavatele standardní investice a ESCO u projektu EPC. U běžné investice dodavatel dodá dílo na základě projektové dokumentace. Všechny práce i dodávky mohou být a samozřejmě bývají provedeny kvalitně a bezproblémově, nicméně vlastním předáním díla motivace dodavatele končí. Nadále již nezasahuje do vlastního provozu jím dodané technologie za účelem optimálního a energeticky úsporného provozu. U projektu EPC je vlastní dokončení realizační fáze teprve začátkem výsledkové fáze projektu, neboť až v tomto okamžiku začíná období garance, které je rozhodující z hlediska přínosů projektu.

• Jeden smluvní vztah

Existence jednoho smluvního vztahu na komplexní dodávku služeb a také zařízení tj. od zpracování projektové dokumentace, vyřízení stavebního povolení (je-li třeba), realizace opatření i předání dokončeného díla včetně zaškolení obsluhy klientovi eliminuje starosti spo-

jené s moderováním případně vzniklých problémů mezi projektantem a realizační firmou, ke kterým dochází u standardních investičních projektů.

- **Energetické služby se zaručeným výsledkem jsou zakotveny v zákoně č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.**

Příklady projektů realizovaných metodou EPC

Níže je uvedeno několik příkladů z mnoha projektů, které jsou již řadu let ve fázi garance, nebo byly plně splaceny a existují k nim ověřené výsledky.

Město Moravská Třebová (2015)

- Investice do úsporných opatření: 9,8 mil. Kč;
- Roční výše garantovaných úspor: 9 %;
- Délka trvání projektu: 9 let;
- Průměrně dosahovaná roční úspora energie: 25,2 %.

Kongresové centrum Praha, a.s. (2015)

- Investice do úsporných opatření: 126 mil. Kč;
- Roční výše garantovaných úspor: 30 %;
- Délka trvání projektu: 10 let;
- Průměrně dosahovaná roční úspora energie: 35 %.

Psychiatrická nemocnice Kosmonosy (1. projekt, 2003)

- Investice do úsporných opatření: 14,4 mil. Kč;
- Roční výše garantovaných úspor: 30 %;
- Délka trvání projektu: 7 let;
- Průměrně dosahovaná roční úspora energie: 8 %.

Psychiatrická nemocnice Kosmonosy je příkladem státní organizace, kde si management plně uvědomil výhody metody EPC, a to nejen kvůli možnosti financovat potřebnou modernizaci nezbytných technologií. V roce 2007 realizovala další projekt, tentokrát zaměřený na modernizaci nemocniční prádelny a na využití podzemní vody z vrtu na pozemku nemocnice. V tomto případě úspory generované novou technologií a úsporou ve vodném nestačily na pokrytí splátek nákladů, a proto byly částečně využity vlastní zdroje nemocnice: přebytek úspor, které generoval první velice úspěšný projekt realizovaný v roce 2003. Druhý projekt byl splacen v roce 2018 a nemocnice hned zahájila přípravu třetího projektu EPC, tentokrát zaměřeného na komplexní renovaci objektů, opět s využitím dodavatelského úvěru a nově také s dotační

podporou z OPŽP. V rámci tohoto třetího projektu byly modernizovány zdroje tepla, vnitřní osvětlení a systém měření a regulace, na vybraných objektech byly instalovány fotovoltaické panely a byla provedena velmi potřebná výměna oken a zateplení obálky budov včetně stropů a střech. Úsporná opatření byla dokončena v roce 2023 a od 1. ledna letošního roku je projekt v období garance a splácení, které je naplánováno standardně na 10 let. Podobně jako v Kosmonosech, realizovali více projektů EPC také například v Ústavu pro péči o matku a dítě v Praze – Podolí (dva projekty) a zejména v Pardubickém kraji, kde v letošním roce ukončili zadávací řízení na ESCO pro další dva projekty, v pořadí již devátý a desátý. Tento kraj je zatím nedostupným příkladem využití energetických služeb se zárukou v České republice, který ukazuje ostatním možnou cestu a řadu municipalit k přípravě tohoto typu projektů nepochybně motivoval a nadále motivuje. Z nejnovějších a také investičně největších projektů řešených metodou EPC, u nichž byla v posledních dvou letech dokončena fáze výstavby opatření a nyní jsou ve fázi garance (fáze zaručených úspor a splácení), lze jmenovat například projekty v Thomayerově nemocnici v Praze 4, Nemocnici Na Homolce v Praze 5, v budovách Českého statistického úřadu v Praze a Zlíně, v Psychiatrické nemocnici Bohnice v Praze 8 nebo v Psychiatrické nemocnici v Dobrušce. Ve všech těchto případech došlo ke spojení metody EPC a dotační podpory z OPŽP, přičemž investice do úsporných opatření v součtu přesáhly 1,2 miliardy Kč bez DPH a úspory jsou zaručeny v rozmezí 20 až 35% z výchozí spotřeby.

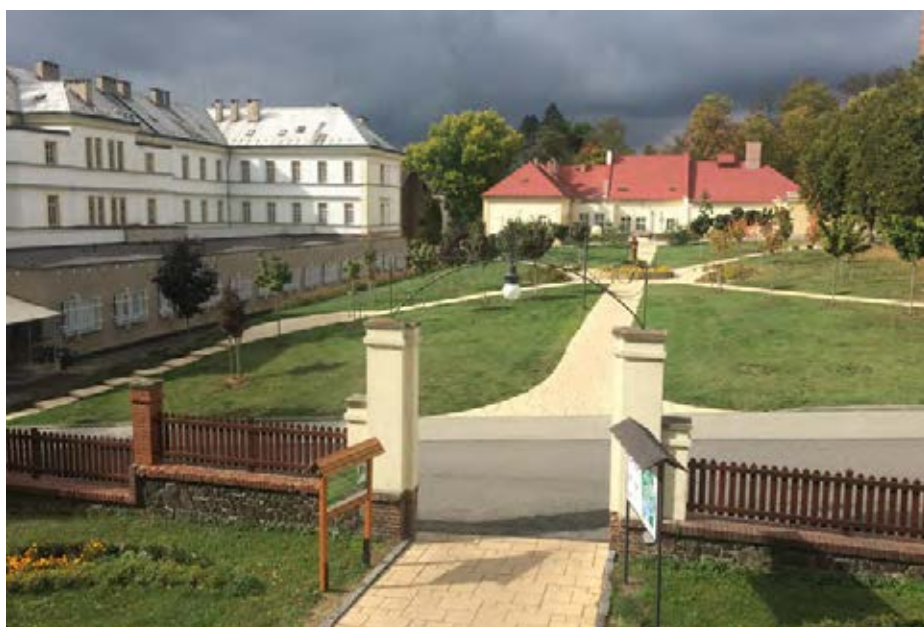
Uplatnění EPC

EPC lze nejlépe využít pro veřejné budovy, jako jsou úřady, školní budovy, sportovní areály, divadla, kulturní domy, zdravotnická zařízení a zejména nemocnice, ústavy sociální péče a podobně. Své uplatnění však nachází i v průmyslu a obecně v soukromém sektoru, pokud je pro klienta víceletá délka smluvního vztahu akceptovatelná a riziko případného financování třetí stranou je přijatelné. Pro rezidenční budovy, kde je mnoho koncových spotřebitelů energie (domácností), se tento model příliš nehodí.

Zjednodušeně lze říci, že metoda EPC má předpoklady uplatnit se všude tam, kde je stabilní, a přitom vysoká spotřeba energie a vody, vysoké náklady na energii a vodu a kde stávající technologie nejsou efektivní a tepelně izolační vlastnosti obálky budov nevyhovují.



Obr. 4 Kongresové centrum Praha



Obr. 5 Areál Psychiatrické nemocnice Kosmonosy



Obr. 6 Ústav pro péči o matku a dítě v Podolí

Jak začít?

Základem každého kvalitního projektu je příprava. Pro projekty řešené metodou EPC to platí dvojnásob. Vzhledem k tomu by prvním krokem mělo být posouzení stavu energetického hospodářství, využití energie a vody a potenciálu úspor v jednotlivých objektech (tzv. analýza vhodnosti), jehož výstupem je informace, zda jsou objekty pro realizaci projektu EPC vhodné, a pokud ano, jaká lze doporučit opatření, jak vysoké budou vyžadovat investice a jaké přinesou úspory. Zjištění získaná v rámci tohoto posouzení nutně nedefinují budoucí podobu projektu, ale poskytují klientovi potřebné informace o tom, jak by projekt mohl nebo měl vypadat a co od něj může očekávat, a které slouží pro jeho rozhodování, jak dále postupovat. Klient se například dozví, zda je projekt financovatelný pouze z úspor, nebo je vhodné uvažovat o kombinaci s určitou dotační výzvou, a jakou výši podpory lze pro daná opatření a předpokládanou úsporu získat. Veřejným zadavatelům vždy doporučujeme vybrat takového poradce, který má s přípravou projektů EPC praktické zkušenosti (viz např. www.apes.cz) a který provede klienta – zadavatele celým procesem zadávacího řízení až do okamžiku výběru ESCO a uzavření smlouvy. Naše společnost poskytuje klientům všechny služby spadající do technické asistence a momentálně pracuje nebo spolupracuje s dalšími konzultačními společnostmi z oboru na několika projektech EPC v různém stupni přípravy.

Závěr

Projekty EPC jsou stále více a správně vnímány nejen jako nástroj pro snížení spotřeby energie a nákladů, ale také jako cesta ke zkvalitnění vnitřního prostředí budov. Pokud snížíme spotřebu energie a začneme její distribuci lépe řídit, dosáhneme ve vnitřních prostorech budov vyššího komfortu. A ten jejich uživatelé, kterými jsou např. žáci, studenti, učitelé, pacienti, lékaři a další, samozřejmě oceňují.

Lze tedy očekávat, že zájem o EPC nadále poroste, zejména ve veřejném sektoru, a to jak díky podpoře z dotačních programů, tak vzhledem k tlaku státu na snižování energetické náročnosti budov, ale i zájmu klientů spotřebovávat a platit jen tolik energie, kolik nezbytně musí. Důkazem je aktuálně probíhající příprava mnoha dalších projektů se zárukou úspor s investicemi v řádu vyšších desítek až stovek milionů korun a úsporami tisíců megawatthodin ročně.



Obr. 7 Český statistický úřad v Praze



Obr. 8 Budova ředitelství Psychiatrické nemocnice Bohnice



Ing. Radim Kohoutek

Vystudoval obor ekotechnika na Fakultě strojní ČVUT v Praze. Pracoval ve společnosti Siemens jako vedoucí projektů zajišťujících úspory energie a v letech 2007 až 2015 z pozice ředitele útvaru energetických služeb divize Building Technologies koordinoval činnosti související s realizací těchto projektů v ČR a SR, z nichž mnoho bylo řešeno metodou Energy Performance Contracting (EPC). Od srpna 2017 je ředitelem a jednatelem společnosti DS Energy Consulting s.r.o. a současně od roku 2019 vykonává i funkci výkonného ředitele Asociace poskytovatelů energetických služeb (APES) ČR.

English Synopsis

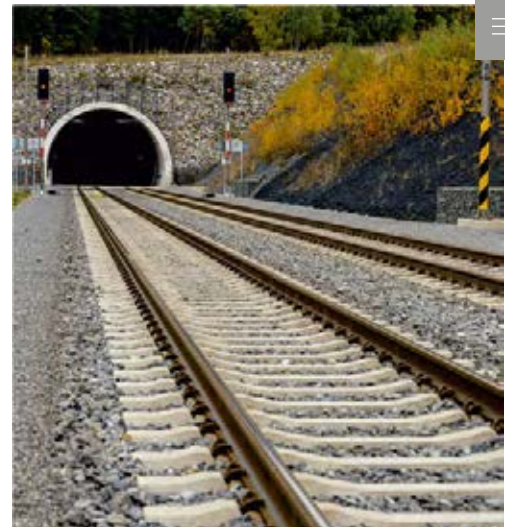
Examples of projects implemented using the EPC method and practical experience

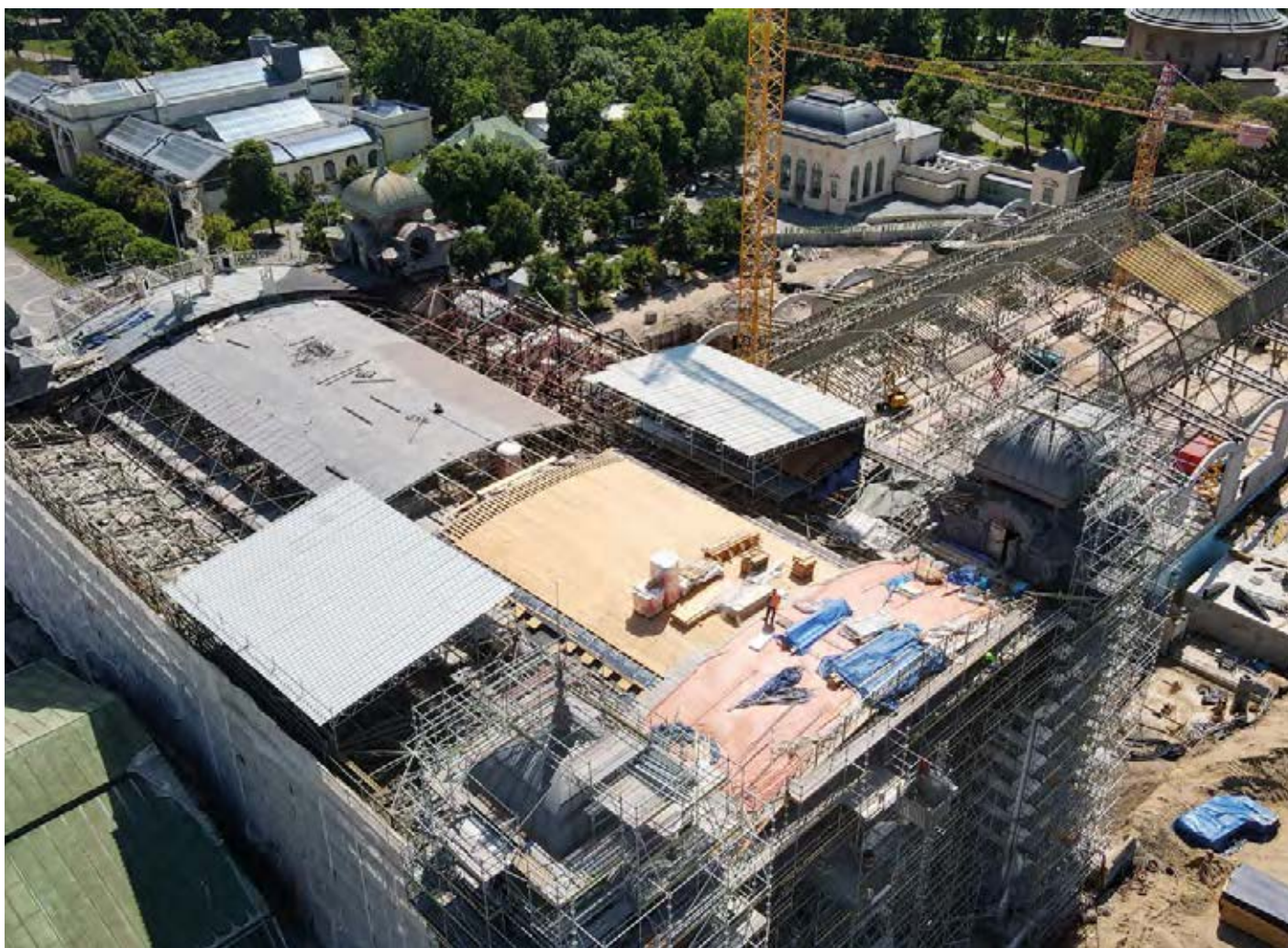
There are thousands of public and private buildings in the Czech Republic that need renovation. Reducing their energy demand is one of the important steps leading to energy security and self-sufficiency. One of the tools that helps fulfill these needs and requirements is the Energy Performance Contracting method, or EPC. It has been in use in the USA and other developed countries since the 1970s, and in the Czech Republic since 1993. The article describes the principle and significance of the method EPC, defines for whom the EPC project is suitable and provides examples of projects implemented using the EPC method and practical experience.

Klíčová slova: energetická náročnost budov, úspory energie, management
Keywords: energy efficiency of buildings, energy savings, management



Progress Enablers





Obr. 1 Aktuální stav obnovy Průmyslového paláce na pražském Výstavišti

Obnova Průmyslového paláce na pražském Výstavišti pokračuje



Obnova Průmyslového paláce na pražském Výstavišti pokračuje i dva roky po zahájení náročných prací. Dokončeny jsou již veškeré výkopové práce, byl vybudován suterén pod novou stavbou levého křídla včetně vjezdu pro kamiony, byla vztyčena téměř celá ocelová konstrukce levého křídla.

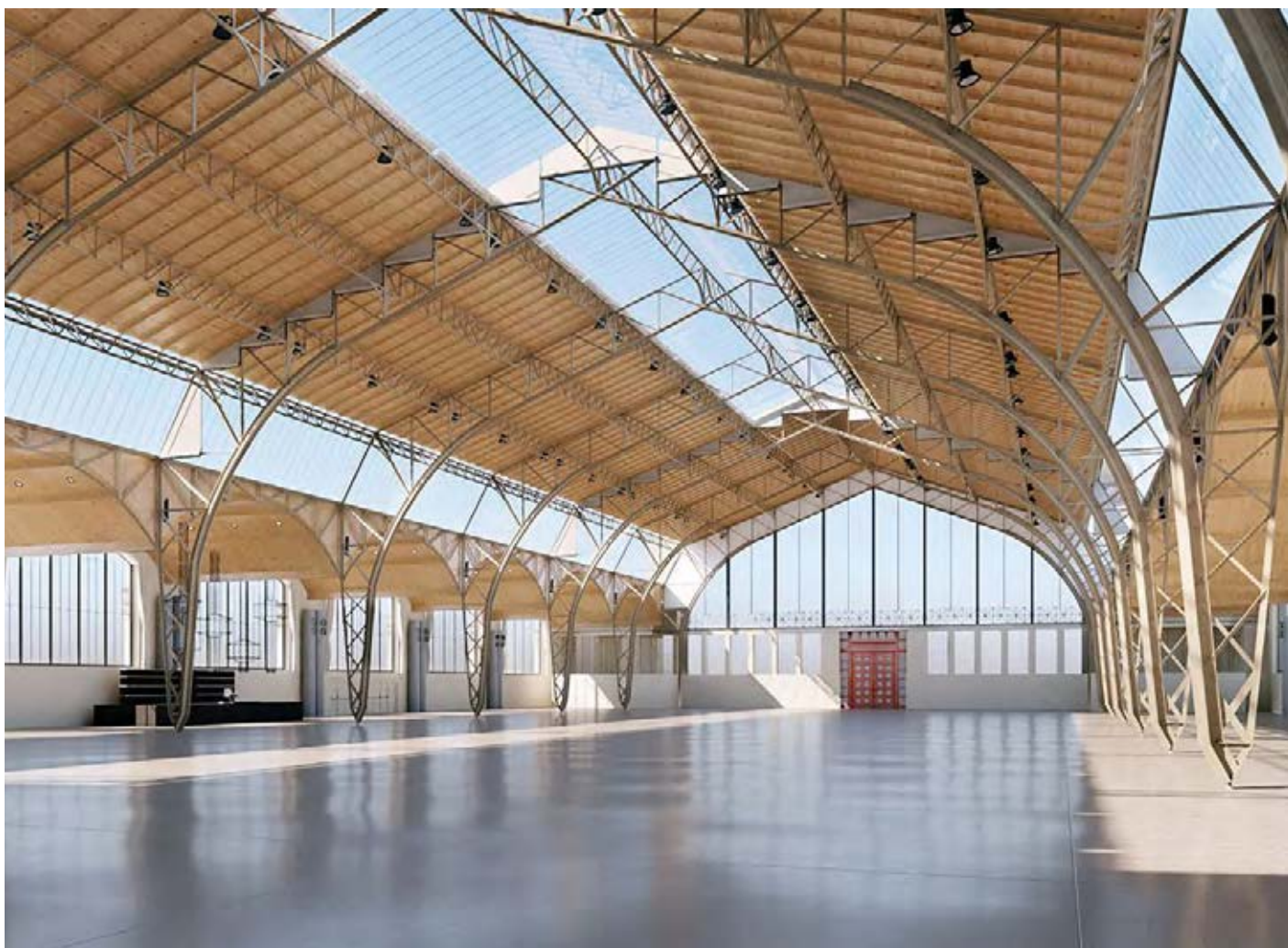
Kromě toho je zrestaurována většina vitráží a obnovena je polovina ocelové střešní konstrukce střední haly. Byla také snesena hodinová věž, která se po své obnově letos v létě opět vrátí na původní místo. Pokračují restaurátorské práce na pasířských ozdobných prvcích ocelové konstrukce, věžičkách a také na věži střední haly. Za pravým křídlem paláce je proveden výkop jámy pro budoucí technické zázemí a vzduchotechniku. Projekt realizuje sdružení zhotovitelů vedené společností Metrostav DIZ, s.r.o., jeho dalšími členy jsou společnosti AVERS, spol. s r.o., SYNER, s.r.o. a Metrostav a.s.

Stručně z historie

Průmyslový palác byl postaven v roce 1891 při příležitosti Jubilejní zemské výstavy v Praze roku 1891. Stal se první výstavní budovou v českých zemích se železnou montovanou konstrukcí. Navržená a realizovaná ocelová konstrukce byla dílem První českomoravské továrny na stroje v Praze a montovalo ji 150 pracovníků během pěti měsíců. Interiér byl upraven roku 1907 podle návrhu Josefa Fanty. Palác, zejména jeho střední hala, byl původně bohatě zdoben umělecko-řemeslnými prvky. Každá změna politické kultury se projevila

na fasádě stavby. Na počátku republiky byly z průčelí sejmuty sochy monarchů, v období protektorátu heraldická výzdoba a s nástupem komunistů byla Svatováclavská koruna na kopuli zaměněna za rudou hvězdu a nápisem PKOJF (Park kultury a oddechu Julia Fučíka).

V letech 1952–1954 byl palác rekonstruován a přejmenován na Sjezdový palác. Rekonstrukce spočívala zejména v doplnění žebrových podhledů v obou postranních křídlech, v přístavbě vstupního foyer a vestavbě galerie ve střední hale. V roce 2008 celé levé křídlo paláce shořelo.



Obr. 2 Interiér levého křídla je navržen v původní podobě z roku 1891 s přiznanou ocelovou konstrukcí a krovem – vizualizace (zdroj: SGL projekt)

Záměr projektu

Projekt rekonstrukce a dostavby Průmyslového paláce zahrnuje komplexní obnovu stávajícího pravého křídla a střední haly paláce a dostavbu vyhořelého levého křídla s nově navrženým suterénem. Rekonstrukcí tak projde veškerá umělecko-řemeslná výzdoba, jež zahrnuje velké množství tepaných pasířských prvků, vitrážových stěn, dekorativních výmaleb stropu, dřevěných dveří, štukových ploch a prvků a rovněž vestavěný strop z historicky jediné komplexní přestavby. Dojde k částečnému navrácení exteriérové výzdoby střední haly, na jejíž bocích se tak obnoví pilovitá pasířská atika a v průčelí Zemský znak český s korunou. Na centrální věž se navrátí tepané ciferníky a zejména pozlacená Svatováclavská koruna.

Levé křídlo bude vnějším vzhledem kopířovat pravé, na fasádě se osadí štukové odlišky z forem vytvořených na základě již zrestaurované výzdoby pravého křídla. Interiér je navržen v původní podobě z roku 1891 s přiznanou ocelovou konstruk-

cí a krovem (obr. 2), oproti tomu v pravém křídle bude zachována vestavba žebrového stropu z padesátých let minulého století. Dostavované levé křídlo paláce je navrženo podle současných tepelně technických, akustických i statických norem.

Technické řešení

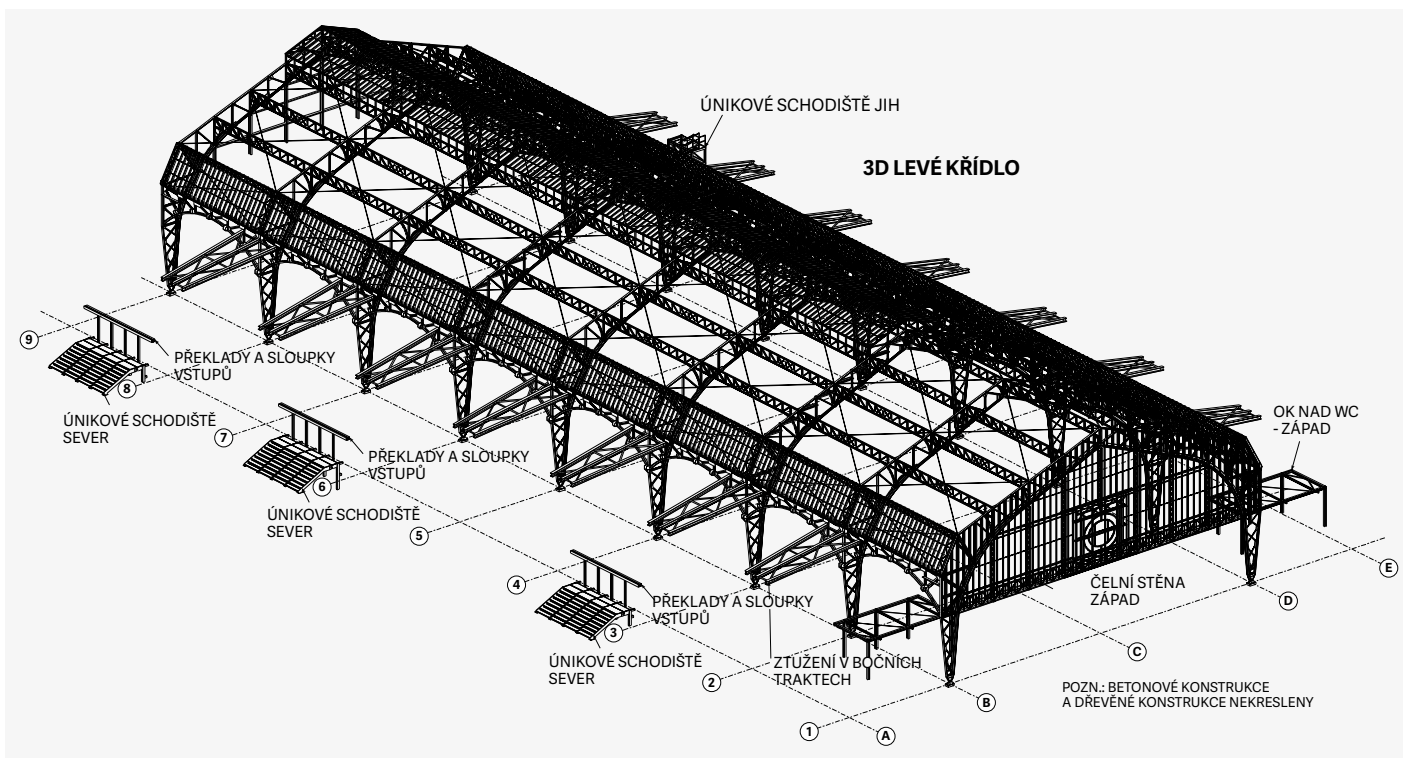
Suterén levého křídla paláce je realizován jako železobetonová bílá vana s obousměrně předpínanou stropní deskou v základním modulu 11,85 x 10 m. Nosná svařovaná ocelová konstrukce nové stavby, převážně z oceli S355, je navržena jako tvarová replika původního křídla včetně styčníkových detailů s falešnými nýty (obr. 3).

Objekt je v nadzemní části členěn jako trojtrakt. Střední trakt je tvořen ocelovými příhradovými vazníky, oba boční trakt jsou řešeny kombinovanou konstrukcí s nosnými obvodovými železobetonovými stěnami, na které jsou uloženy dřevěné lepené trámy a ocelové zavětrovací příhradové vazníky kotvené do ocelové konstrukce středního traktu.

Železobetonové obvodové stěny s před-sazenou zděnou stěnou a vápennými omítkami jsou zatepleny tak, aby fasáda levého křídla byla vizuálně shodná s pravým křídlem. Zateplený střešní plášť je navržen jako dvouplášťový s falcovanou titanizinkovou krytinou. Na pásové světlíky budou použity systémové hliníkové profily se zasklením trojskly s imitací drátoskla a venkovní atypické krycí lišty.

Pro fasádní výplně je použito atypických sestav – kombinace dřevěných masivních rámu, kovového doplňkového rastru a izolačního zasklení – odpovídajících původnímu vzhledu a současně splňujících aktuální požadavky stavební fyziky i zatížení větrem.

Nášlapné vrstvy v levém křídle a střední hale jsou plánovány v provedení z broušeného betonu se zabudováním podlahového vytápění, v pravém křídle pak v původním provedení z padesátých let v kombinaci dubových vlysů a keramické dlažby. Výstavba suterénu umožnila historickou stavbu přiblížit standardům 21. století. Podstatným



Obr. 3 3D model ocelové konstrukce levého křídla paláce (zdroj: VPÚ DECO PRAHA a.s.)



Obr. 4 Zajištění stavební jámy levého křídla paláce



Obr. 5 Otevřené instalační kanály před sanací



Obr. 6 Typický stav instalačních kanálů po očištění

provozním vylepšením je možnost zásobování užívaných prostor paláce přes podzemní podlaží, s následným transportem exponátů přes tři výtahové hydraulické plošiny. Tímto se umožní znásobit četnost pořádání různých akcí a sníží se rovněž provozní náklady na vytápění nebo chlazení.

Do paláce bude instalováno mnoho nových technologických vybavení. Stavebně budou připraveny prostory pro devět strojoven vytápění + chlazení a tři výměňkové stanice. Hlavním zdrojem tepla požadovaného příkonu cca 4 MW, jenž pokrývá 100 % výpočtových tepelných ztrát, je nedaleká teplárna, doplňkové pak systém tepelných čerpadel o výkonu cca 0,75 MW, napájených ze soustavy sedmdesáti vrtů o hloubce cca 140 m. Tepelná čerpadla jsou v letním období společně se dvěma vzduchem chlazenými kondenzátorovými jednotkami zdrojem chladu o příkonu 1,2 MW. Celý velmi složitý systém vytápění, chlazení a vzduchotechniky bude řízen automaticky systémem MaR. Distribuce je pak zajištěna především systémem vzduchotechniky, v malém rozsahu pak otopnými tělesy či fancoily, případně v určených částech podlahovým vytápěním.

Stavba bude po neblahých zkušenostech se shořením levého křídla paláce chráněna mnoha požárními systémy. Běžné systémy EPS, NZS a DA doplní samočinná stabilní hasicí zařízení sprinklerové i mlhové, pro která budou v rámci suterénu zbudovány dvě nádrže o objemech 200 a 40 m³.



Obr. 7 Vpravo nový kolektor, vlevo původní instalační kanály v pravém křídle

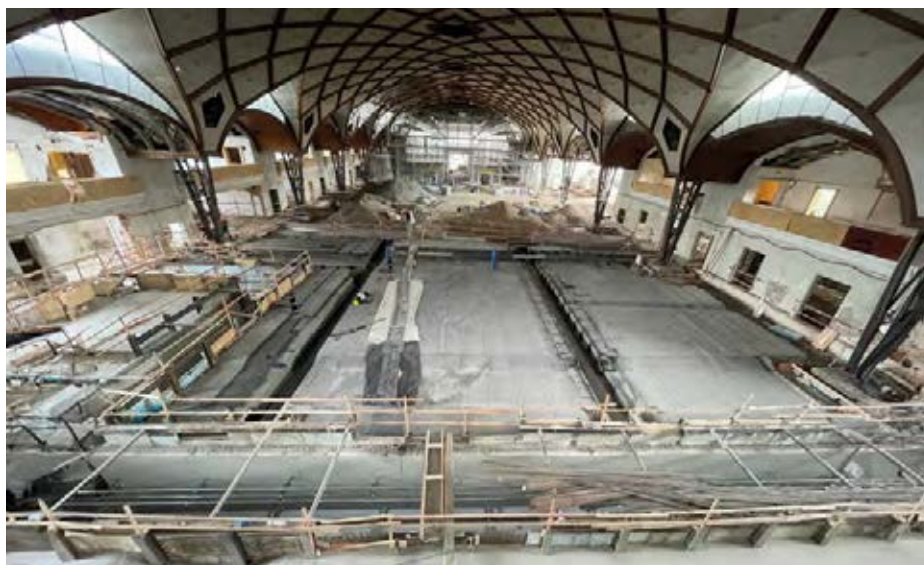
V levém křídle bude instalováno samočinné odvětrávací zařízení, které se částečně využije v teplých letních měsících pro noční nachlázování stavby. V neposlední řadě bude instalována gastro technologie a stínění ve formě rolet, baldachýnů a opon.

Průběh výstavby

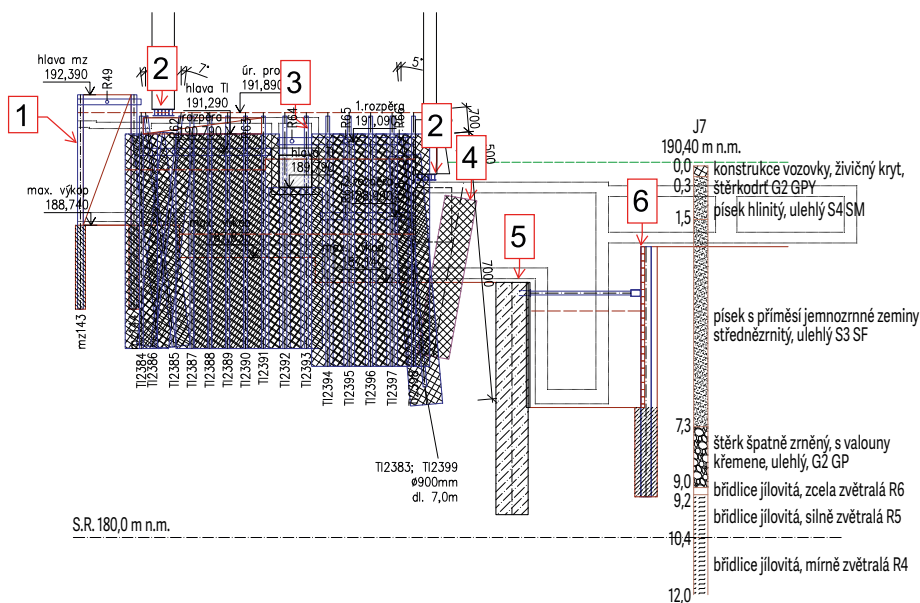
Stavebník, hlavní město Praha, se rozhodl využít mezinárodního standardu smluvních podmínek a smlouva byla uzavřena podle Červené knihy FIDIC, tedy se zajištěním projektové dokumentace pro provádění stavby na straně objednatele. Stavba byla zahájena koncem ledna roku 2022 podrobnými pasportizacemi a následnými demontážemi historických prvků, odvezeno bylo např. 120 kusů dveří a demontováno 530 kovových větracích mříží. V místě levého křídla byla vybourána torza původních konstrukcí a provedeny veškeré doplňkové průzkumy. Podrobné inženýrsko-geologické a hydro-geologické průzkumy korigovaly původní předpoklady a v důsledku toho muselo být upraveno založení na pilotách. Sondy k původním základům střední haly zase pozměnily zajištění stěn stavební jámy, na které pak bylo použito několik typů konstrukcí (obr. 4). Převrtávanou pilotovou stěnu nahradily piloty s mezilehlou výplní zpevněnou tryskovou injektáží. Ve zbytku jámy původně uvažované štětovnice částečně nahradilo záporové pažení, neboť se ukázalo, že ražené štětovnice s ohledem na stávající stav inženýrských sítí v okolí paláce a pozůstatky suterénních



Obr. 8 Instalační kanály uvnitř boční lodi, vlevo nový kolektor zajištěný tryskovou injektáží, vpravo původní instalační kanály



Obr. 9 Nový kolektor a malé instalační kanály v pravém křídle



Obr. 10 Řez severní stěnou pravého křídla. Zajištění instalačních kanálů a venkovní přístavby: 1 – mikrozáporové pažení uvnitř střední lodi PK, 2 – podchycení stávajících stěn ocelovými nosníky, 3 – vyztužení, rozpíraná trysková injektáž uvnitř boční lodi s vestavěným stropem, 4 – trysková injektáž podchytlující základy, 5 – pilotová stěna s torkretovou meziplní zajišťující výkop stavební jámy, 6 – záporová stěna zajišťující výkop stavební jámy (zdroj: VPU DECO PRAHA a.s.)



Obr. 11 Stav styčnicku před sanací (foto: Excon a.s.)



Obr. 12 Stav styčnicku během sanace (foto: Excon a.s.)

konstrukcí nelze použít. Velká překvapení se objevila během realizace přípojek a přeložek inženýrských sítí. Téměř každý inženýrský objekt musel být na základě nových zjištění během realizace upraven, někde se jednalo o pozůstatky původních sítí, místy byly objeveny nezakreslené trasy, jindy zase nalezeny sítě ve špatném technickém stavu.

V interiéru se mezitím nad rámec původního předpokladu zjistilo, že téměř všechny železobetonové konstrukce z přestavby realizované v padesátých letech minulého století byly provedeny s významnou technologickou nekázní, která se projevovala především téměř nulovým krytím výztuže a velkým množstvím kaveren z nedovibro-

vaného betonu. K velkému překvapení se ověřené pevnosti betonů v tlaku pohybovaly okolo 50 MPa. Tyto konstrukce byly postupně otryskány pískem, výztuž byla pasivována a následně se obnovila krycí vrstva sanační hmotou. V exponovaných místech bylo použito uhlíkových lamel a sítí.

Podobný problém se objevil u podlahových konstrukcí, protože v zadání objednatel byl požadavek na zvýšené užitné zatížení 20 kN/m². Těmto hodnotám nevyhověly stávající skladby podlah a také množství instalačních kanálů zabírajících cca 25 % podlahové plochy stávajících křídel. Většina těchto konstrukcí byla postupně vybourána, zůstaly zachovány pouze stěny a dna kanálů (obr. 5, 6). Ty byly staticky

sanovány včetně souběžných podchytávek ve stěnách. Uvnitř pravého křídla bylo vybudováno množství nových technologických kanálů, pro které bylo nutno zajistit výkopy hloubky 2–5 m (obr. 7, 8, 9).

Ve střední lodi bylo použito lokálně rozpírané mikrozáporového pažení, avšak v bočních lodích se s ohledem na prostorové možnosti se světloú výškou 3,2 m muselo použít tryskové injektáže vyztužené silnostěnnými trubkami (obr. 10). Zásobování materiálem a vývoz výkopku bylo přes soustavu původních kanálů značně komplikované.

Stávající ocelová konstrukce

Nároky na únosnost ocelových konstrukcí se s rekonstrukcí paláce zvyšují, a to především z důvodu přitížení novými vrstvami opláštění, které stavbu energeticky zefektivní. Z toho důvodu je nutné provést jejich komplexní revizi a ocelovou konstrukci na mnoha místech nejdříve zpřístupnit, aby mohlo dojít k její sanaci. V padesátých letech byla velká část konstrukcí zakryta přestavbou podle návrhu architekta Pavla Smetany a bylo tak nezbytné se ke spoustě styčnicků a prvků příhradové konstrukce probourat. Po zpřístupnění se vždy ocelová konstrukce nahrubo otryskává a dochází k průběžnému vyhodnocení jejího aktuálního stavu v porovnání s výpočtovým modelem. Poškozené prvky jsou vyměněny, případně opraveny (obr. 11, 12). V další fázi je konstrukce zesílena, většinou formou zdvojení diagonál či přivaření příložek. Oprava je následně završena aplikací nátěrového systému v historickém odstínu Ral 7002.

V kontextu uvedeného technologického postupu proběhla v červnu 2022 také demontáž šestnáctitunové hodinové věže. Důvodem této náročné operace byl velmi špatný stav jejích ocelových nohou. Pro sejmutí věže byl použit jeřáb LTM 1350 s nosností 350 tun (obr. 13). Následná oprava zabrala několik měsíců a nyní čeká na dokončení oprav ocelových konstrukcí, které ji opětovně ponosou.

Závěrem

Po dvou letech náročné rekonstrukce byly úspěšně dokončeny veškeré bourací a výkopové práce a nyní nastává klíčová fáze stavby, jež zahrnuje dokončení obálky nové stavby a také střech stávajících objektů paláce. Stavba, která po 130 letech prochází generální rekonstrukcí, připravila jak řadu neočekávaných překvapení skrytých pod úrovní terénu, tak neutěšený



Obr. 13 Demontáž hodinové věže (foto: Jiří Šebek, Výstaviště Praha)

stav konstrukcí z doby přestavby před sedmdesáti lety. Celá řada vzájemně propojených změn je příčinou dosavadního zpoždění stavby. Obnova paláce ještě není u konce, avšak spolupráce celého zkušeného realizačního týmu s ostatními účastníky výstavby funguje, operativně a konstruktivně reaguje na změny projektové dokumentace, a proto věříme, že i po všech zmiňovaných neočekávaných zjištěních obnovu tohoto pražského ikonického objektu zdárně dokončíme.

Identifikační údaje

Název stavby: Stavba č. 45029 Rekonstrukce a dostavba Průmyslového paláce

Místo stavby: Praha

Stavebník: Hlavní město Praha

Architekt: SGL projekt, s.r.o.

Projektová dokumentace: VPÚ DECO PRAHA a.s.

Zhotovitel: Sdružení dodavatelů vedené společností Metrostav DIZ s.r.o., další členové: AVERS, spol. s r.o., SYNER, s.r.o. a Metrostav a.s.

Zástupce zhotovitele: Ing. David Čech

Začátek výstavby: leden 2022



Ing. David Čech

Vystudoval Fakultu stavební ČVUT, program stavební inženýrství, obor pozemní stavby a konstrukce. Již během studia nastoupil do společnosti Metrostav jako výrobní přípravář, pak působil na pozicích stavbyvedoucí, hlavní stavbyvedoucí a vedoucí projektu. Od roku 2021 pracuje jako vedoucí projektu ve firmě Metrostav DIZ. V současnosti vede projekt Rekonstrukce Průmyslového paláce. Autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby.

English Synopsis

The renovation of the Industrial Palace at the Prague Exhibition Center continues

The iconic Industrial Palace at the Exhibition Center in Prague was built in 1891 on the occasion of the Jubilee National Exhibition. From January 2022, the building is undergoing a general renovation. All excavation work has already been completed and a basement has been built under the new building of the left annex, which was destroyed in a fire in 2007. The complete steel structure of the left annex has already been built. Work continues on the steel roof structure of the central hall. The entire art and craft decoration is also undergoing renovation. Many new technological devices will be installed in the palace to meet the requirements of 21st century standards.

Klíčová slova: obnova staveb, konstrukce ocelové, zakládání staveb, řemesla, stavby pro kulturu

Keywords: renovation of buildings, steel structures, foundation of buildings, crafts, buildings for culture



Obr. 1 Pohled na portál Skärholmen (foto: Robin Štrégl)

Tunel Skärholmen

Skandinávské know-how provádění masivních monolitických konstrukcí

Vyplatí se české stavební společnosti expandovat a získat zahraniční zkušenosti a know-how? Tento článek shrnuje, s jakými výzvami se bylo třeba vyrovnat při realizaci betonových konstrukcí části budoucího třetího nejdelšího městského tunelového komplexu na světě. Příspěvek dále uvádí, jaká jsou specifika provádění monolitických konstrukcí a práce stavebního inženýra ve Skandinávii.

Obchvat Stockholmu

Ambiciózní projekt světového měřítka E4 Förbifart Stockholm (Bypass Stockholm, obchvat Stockholmu) tvoří západní propojení severní a jižní části švédské metropole (obr. 2). Ta je jezerem Mälaren a Baltským mořem přirozeně rozdělena na část pevninskou a velké množství izolovaných ostrovů. Stockholmu se proto často říká Benátky severu. Cílem výstavby obchvatu je převedení tranzitní dopravy z centra města do jeho periferií a snížení zranitelnosti velice křehkého a přetíženého dopravního systému Stockholmu, který je závislý především na průchodnosti dílčích

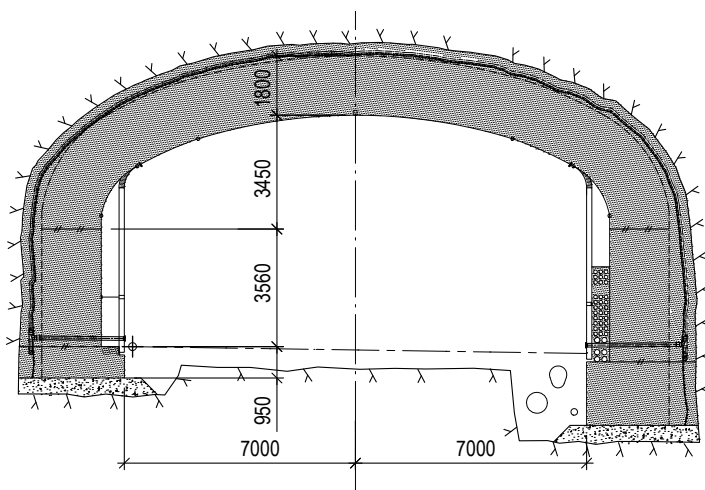
mostních a tunelových objektů. Nové spojení usnadní každodenní život obyvatelům města a vytvoří další příležitosti pro budoucí rozvoj silniční sítě i vlastní metropole. Pro minimalizaci negativního vlivu stavby na okolní prostředí je z celkové délky 21 km celých 18 km vedeno v podzemí. Celý obchvat je rozdělen na osm úseků, jež zadavatel soutěžil samostatně. Předpokládaným termínem dokončení je rok 2030. Po zprovoznění všech částí se E4 Förbifart Stockholm stane po Sydney a Tokiu třetím nejdelším městským silničním tunelovým komplexem na světě s intenzitou dopravy přibližně 140 tisíc automobilů denně [2]. Pro srovnání – denní intenzita

nejvytíženější české dálnice D1 u Prahy je přibližně 103 tisíc automobilů.

FSE209 Bergtunnlar Skärholmen, jako jedna z osmi částí obchvatu Stockholmu, je projekt, který realizovala mezi 02/2017 a 01/2024 v jižní části hlavního města jako generální zhotovitel společnost SBT Sverige AB (dceřiná společnost společnosti Subterra a.s.). Zadavatelem je státní organizace Trafikverket, švédská obdoba kombinace českých investorů ŘSD ČR a SŽ s.o. Článek pojednává o základních aspektech návrhu a provádění významných monolitických prvků realizovaných na daném úseku a o specifikách práce stavebního inženýra ve Skandinávii.

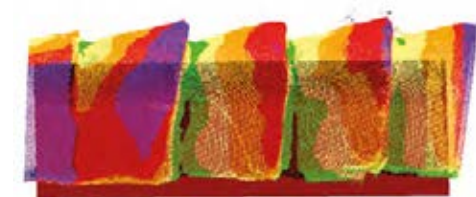


Obr. 2 Schematický řez stavbou E4 Förbifart Stockholm (zdroj: Trafikverket, 2022)



Obr. 4 Příčný řez sekundárním tunelovým ostěním (zdroj: ĀF Infrastruktur, 2021)

Vyhodnocení skutečné tloušťky ostění: Podélný řez (skenování mračnem bodů)



Barevná škála skutečné tloušťky ostění v metrech
Čtyři bloky betonáže standardní délky + jeden zkrácený

Půdorys



Obr. 5 Vyhodnocení skutečné tloušťky sekundárního tunelového ostění HT201 (zdroj: Subterra a.s.)

Ostění tunelu pod jezerem Mälaren

Ražba a primární zajištění výrubu

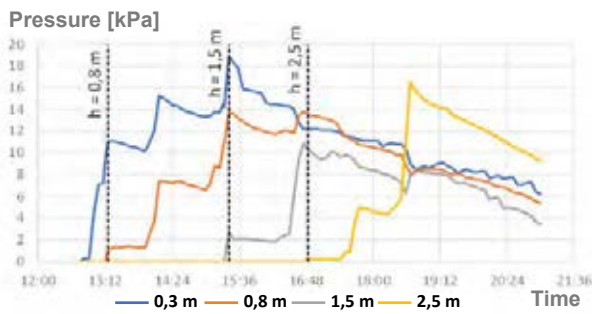
Součástí projektu FSE209 se dvěma tunely hlavní trasy o délce cca 4 km, čtveřicí nájezdových a výjezdových tunelových ramp celkové délky 4 km a celkem 1,5 km ražených únikových cest (obr. 3) je i přibližně 240 m dlouhý úsek tunelů pod jezerem Mälaren (na obr. 2 červeně vyznačený), který z pohledu výstavby představoval nejproblematictější a nejrizikovější část celého obchvatu Stockholmu. Důvodem byla především malá výška nadloží tunelu pod dnem jezera, dosahující jen 25 m, a velmi nepříznivé geologické podmínky, ve kterých se daný úsek nachází. Ve větrálních a rozpukaných rulách byla totiž zastížena masivní vzvodnělá poruchová zóna tvořená především rozrušeným grafitem a kataklazitem. Před samotnou ražbou tunelů hlavní

trasy se realizovala řada průzkumných sond jak do dna jezera, tak z předstihových vrtů vrtaných z čelby. Na základě výsledků průzkumu bylo rozhodnuto o ražbě dvou bočních obchodních tunelů menšího profilu, které umožnily problémový úsek pod jezerem v předstihu obejít, důkladněji zmapovat, provést průzkumné práce v oblasti poruchových zón a současně pokračovat v následných ražbách dál ke konci úseku tak, aby nedošlo k významnému zpoždění celého projektu. Na základě detailních výsledků získaných z doplňujícího průzkumu bylo přistoupeno ke změně projektové dokumentace zajištění stability výrubu hlavních tunelů oproti původnímu plánu. Horninový masiv byl v prostoru hlavní trasy zabezpečen předstihovými těsnícími injektážemi, předpolí a kalota mikropilotovým deštníkem. V nejhorších úsecích byl výrub členěn jak vertikálně, tak horizontálně. Stabilitu čelby zvyšovalo její přitížení

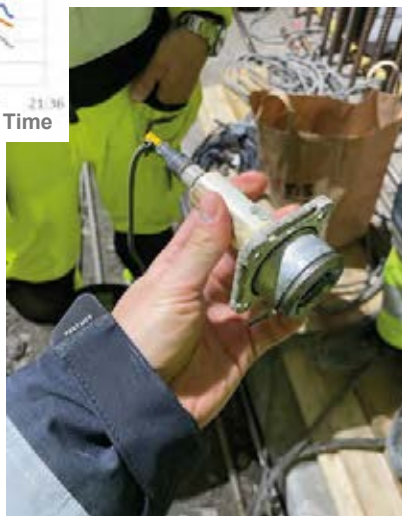
ponechaným klínem horniny a zajištění samozávrtnými kotvami. Primární ostění tvoří 200 mm silná vrstva stříkaného drátkobetonu. Horninový masiv je v okolí výrubu prokotven radiálními kotvami.

Sekundární zajištění výrubu

V souvislosti se změnou způsobu ražeb a primárního zajištění horninového masivu došlo i ke změně sekundárního zajištění výrubu. Zadavatel se rozhodl pro návrh monolitického tunelového ostění, které je v severských zemích méně obvyklé. Realizace monolitického ostění se zpravidla uplatňuje pouze v příportálových úsecích, kde dochází k přechodu mezi raženým a hloubeným úsekem tunelu. Pokud vzhledem ke kvalitě horninového masivu zůstane výrub po provedení primárního zajištění dále již nezabezpečen, je ve Skandinávii běžné provádět systém sekundárního ostění jako kombinaci



MĚŘENÍ TLAKU ČERSTVÉHO BETONU



Obr. 6 Měření tlaku čerstvého samozhutitelného betonu (nahore výsledek měření, vlevo datalogger umístěný na bedně, vpravo detail snímače), (zdroj: Subterra a.s.)



Obr. 7 Bednění horní klenby ostění



Obr. 8 Speciální samohybný podvozek pro transport bednění klenby

prefabrikovaných stěnových panelů zavěšených na horninových svornících a stropu ze stříkaného betonu. Systém je aplikován na membránu, která je rovněž zavěšena na horninových svornících vrtaných přes vrstvu stříkaného betonu primárního ostění kaloty. Tento systém sekundárního ostění byl použit po celé délce tunelu Skärholmen, vyjma úseku pod jezerem Mälaren, kde bylo navrženo unikátní, silně vyztužené monolitické ostění, jež patří k nejsložitějším prvkům celého projektu FSE209. Z tohoto důvodu byl jak návrh, tak samotná realizace pod pečlivým drobnohledem zadavatele i autorského dozoru.

V každé tunelové trubě (HT 201, HT 202) bylo vybetonováno celkem pět sekcí s proměnnou délkou bloku betonáže (maximálně 10 m) a rozpětím klenby 15 m. Celková délka kritického úseku s nepříznivým horninovým prostředím pod jezerem, kde bylo navrženo monolitické sekundární ostění, je v každé z obou tunelových trub 40 m. Každá sekce je v příčném řezu rozdělena pracovní spárou s průběžnou vyztužou na základové pásy, dvě stěny a horní klenbu (obr. 4). Ražba pod mikropilotovým deštníkem vyžaduje vytvoření nik, ze kterých je deštník nad obrysem kaloty navrtán. Z prostorových důvodů také nelze deštník vrtat rovnoběžně s ideálním tvarem tunelu, jeho průběh tvoří v podélném směru kuželovou plochu a blok betonáže sekundárního ostění tak má „trychtýřovitý tvar“. Tloušťka ostění bloku betonáže je proto proměnná a v podélném směru dosahuje teoretické tloušťky od 0,8 m až po 1,8 m. Obr. 5 znázorňuje v půdorysu a podélném řezu výsledky skenování povrchu primárního ostění a jeho vzdálenost od líce sekundárního ostění, tj. skutečnou tloušťku sekundárního ostění. Z vyhodnocení je zřejmé, že v některých místech je skutečná tloušťka ostění vzhledem k vysokým geologickým nadvýrubům větší, než projektem požadovaná a překračuje hranici 3,5 m. To kladlo při provádění obrovské nároky nejen na únosnost bednicí formy klenby ostění, ale rovněž na dopravu a ukládání čerstvého betonu a na následné chlazení betonové směsi při hydrataci.

Mezi primární ostění ze stříkaného betonu a monolitické sekundární ostění byla ukládána separační odvodňovací vrstva tvořená nopovou matrací potaženou geotextilií. Za ní byly navíc umístěny drenážní trubky svádějící vodu z rubu sekundárního ostění do hlavní tunelové drenáže. Základní návrhová životnost tunelového ostění i ostatních prvků a částí tunelu je stanovena projektovou dokumentací na 120 let. Všechny prvky trvale instalované v tunelu

musí mít tuto trvanlivost garantovanu. Tento smluvní požadavek zadavatel důsledně vyzadoval a kontroloval.

Receptura betonové směsi

První výzvou, se kterou bylo nutno se před vlastní realizací ostění vypořádat, byl návrh čerstvé betonové směsi, která by byla v daných podmínkách vhodná k betonáži ostění těchto dimenzí. Kvůli nerovnoměrnému tvaru, velkým tloušťkám ostění a požadavku na co nejdokonalejší vyplnění nadvýlomů nebylo pro betonáž klenby ostění technicky možné použít klasické hutněné betonové směsi. Příložné vibrátory umístěné na plášti bednění nemohou při tloušťce konstrukce více než 3 m zajistit dokonalé zhutnění betonu. Proto bylo nutné přistoupit k použití samozhutnitelného betonu. Podle projektové dokumentace byla navíc předepsána poměrně vysoká pevnostní třída C35/45, odolnost betonu vůči působení mrazu s CHRL se stupněm vlivu prostředí XF4 a další technické specifikace. Povoleno bylo pouze použití čistých portlandských cementů CEM I. Dalším požadavkem se stala požární odolnost ostění s kritérii EI 60 a R 180. Ta vedla na základě požárních zkoušek betonu k nutnosti doplnit recepturu o polypropylénová mikrovlákná v dávkování 1 kg/m³. Kvůli častým dopravním komplikacím při transportu čerstvého betonu přes hlavní město navíc byl přidáván zpomalovač tuhnutí.

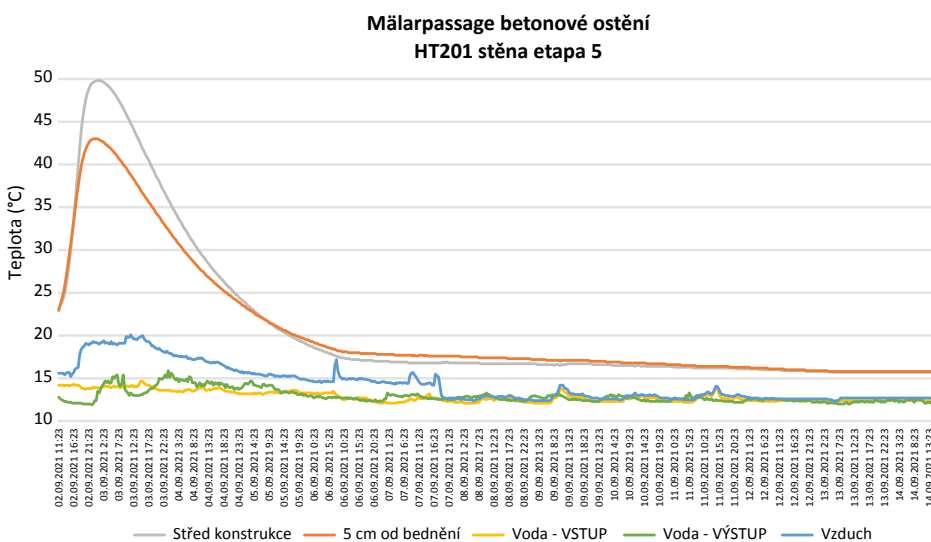
Ve spolupráci s dodavatelem betonu a po provedení velké řady testů a zkoušek ke zjištění deklarovaných vlastností jak čerstvé betonové směsi, tak ztvrdlého betonu byla nakonec navržena a následně zadavatelem schválena vhodná receptura betonu. Výsledkem byl samozhutnitelný, provzdušněný, vysokohodnotný vláknobetón.

Bednění sekundárního ostění

Požadavkem zadavatele, souvisejícím s realizací železobetonových konstrukcí v rámci projektu FSE209, byl zákaz použití klasických prvků pro sepnutí bednění, které nabízejí tradiční dodavatelé v rámci svých typizovaných řad systémového bednění. Jedinou možnou alternativou, jak bednění sepnout a zachytit vodorovné tlaky, bylo využití sklolaminátových nebo nerezových táhel, která po odbednění zůstanou součástí vlastní monolitické konstrukce. Důvodem je obava zadavatele z možného porušení vodotěsnosti ostění a snížení trvanlivosti konstrukce v případě průsaků skrze ucpávky po rádlování. Bednění základových pásů nebylo v ničím výjimečné. Na stěny bylo použito jednostranné bednění, jež bylo zajištěno sklolaminátovými táhly uchycenými přímo



Obr. 9 Armokoš výztuže před posunem bednění



Obr. 10 Příklad výstupu z teplotního měření východní stěny 5. sekce tunelu HT201 (zdroj: Subterra a.s.)

do horninového masivu. Na provádění obou těchto konstrukčních částí bylo použito klasické systémové bednění.

Další výzvou, kterou bylo nutno intenzivně řešit před zahájením vlastní realizace, byl návrh formy bednění horní klenby tunelového ostění. Ze všech oslovených tradičních dodavatelů bednění předložil koncepční návrh pouze jeden. Ostatní požadavky odmítli kvůli obavám o bezpečnou únosnost bednicího vozu v průběhu betonáže. Důvodem byla bezsporná kombinace navržené receptury samozhutnitelného betonu a vysokých nadvýlomů vedoucích k abnormálnímu tlaku čerstvé betonové směsi na formu bednění. Světla výška mezi vrcholem a patou klenby ostění dosahovala v některých místech až 8 m. Takový tlak by v případě hydrostatického působení betonu nebyla žádná bednicí forma schopna přenést. Proto bylo v návrhu uvažováno

s postupným náběhem pevnosti čerstvého betonu, který umožňoval redukcí horizontální složky zatížení na formu bednění.

Ve spolupráci s dodavatelem betonu a dodavatelem bednění byl na staveništi při betonáži tunelových stěn proveden test, jehož cílem bylo stanovit skutečné vodorovné tlaky, které navržená čerstvá betonová směs na bednění vyvíjí. Ve třech výškových úrovních byly do bednění vloženy tlakoměrné snímače a postupně byl v průběhu betonáže zaznamenáván tlak na bednění (obr. 6). Výsledky měření pro návrh bednění klenby dosahovaly velice příznivých hodnot, které byly výrazně nižší než teoretické hodnoty. Z tohoto důvodu bylo provedeno ještě opětovné měření, aby se pokud možno vyloučily případné chyby měření. I výsledky druhého měření potvrdily stejný trend. Pro ověření všech naměřených dat bylo provedeno ještě klasické měření tlaků bednění spočívající ve sledování



Obr. 11 Upevnění potrubí systému chlazení k výztuži stěny ostění

síly v jednotlivých táhlech a přepočtení této síly na tlak vyvíjený na bednění. I toto měření prokázalo, že reálný tlak čerstvé betonové směsi na bednění je nižší než teoretický. Po zohlednění všech výsledků měření a zavedení patřičných bezpečnostních koeficientů byla bednicí forma horní klenby ostění úspěšně navržena a po několika týdnech v podzemí postupně sestavena (obr. 7). Celková hmotnost formy bednění klenby ostění přesahovala 90 tun. Po odbednění daného bloku betonáže byla forma vždy rozpůlena ve vrcholu klenby a po polovinách po kolejnicích přesunuta z jednoho bloku na druhý, kde byla následně ustavena do správné geometrické polohy a spojena. Z důvodu úspory času po dokončení všech betonáží první tunelové trouby byla následně celá bednicí forma po polovinách přesunuta přes tunelovou propojku do druhé tunelové trouby. K přesunu byl využit speciální šestinápravový samohybný podvozek umožňující transport nadměrných nákladů (obr. 8).

Z důvodu velmi vysokého vertikálního zatížení klenby od bednění v průběhu betonáže bylo přistoupeno k provedení statické zatěžovací zkoušky hutněných štěrkových vrstev pod kolejnicemi pro posun bednění. Na základě výsledků měření a po přepočtu zatížení došlo k použití masivních roznášecích ocelových plechů umístěných pod jednotlivými kolejnicemi. K hlavním důvodům tohoto opatření patřilo zajištění příznivého roznosu zatížení, minimalizace nerovnoměrných poklesů formy bednění v průběhu betonáže a obecně zajištění bezpečnosti při provádění. Uzavření čílek nebylo možné zajistit kompletně systémovým bedněním. Kvůli vyvedení těsnicích profilů mezi bloky betonáže a nepravidelnému tvaru výrubu bylo nutné použít tradiční bednění z řeziva.



Obr. 12 Betonáž klenby ostění dvěma pumpami na čerpání betonu

V některých případech tak bylo zhotoveno až 3,5 m široké dřevěné čelo proměnných dimenzí. Všechna čílka byla proti vodorovným tlakům betonové směsi zajištěna zabetonovanými ocelovými táhly, která vedla po celé délce bloku betonáže. Před uzavřením formy bednění byly do nejvyšších míst v klenbě výrubu umístěny dvojice tzv. „špionů“, kterými bylo možno kontrolovat, zda došlo ke správnému vyplnění všech dutin čerstvým betonem a zároveň sloužily k odvodu vzduchu z prostoru za formou. Tyto kontrolní trubice byly vyvedeny přes čílko bednění k armovacímu vozu, ze kterého probíhala vlastní betonáž. Pro plnění formy čerstvým betonem bylo na plášti bednicího vozu umístěno celkem osmnáct plicních otvorů osazených tzv. „gilotinami“, ke kterým bylo možno připojit hadice pumpy pro čerpání betonu. Ve třech příčných profilech bylo symetricky na každé straně bednění klenby ve třech výškových úrovních umístěno celkem šest gilotin. Rozmístění jednotlivých plicních míst bylo sladěno s délkou nejkratšího bloku betonáže a s celkovým postupem betonáže. Plnění formy bednění nad úrovní vrcholu bednicího vozu bylo zajištěno prostřednictvím několika gilotin osazených přímo v čílku bednění. Aby došlo k optimálnímu vyplnění prostoru ve vrcholu klenby, bylo vždy alespoň jedno plicní místo vedoucí z čílka prodlouženo prostřednictvím zabetonovaného ocelového potrubí směrem k již vybetonovanému bloku betonáže. Tím bylo zajištěno, že bude i ve vyšších partiích v podélném směru plnění rovnoměrné a nedojde k lokálnímu přetěžování formy nebo ke vzniku nežádoucích kaveren.

Výztuž sekundárního ostění

Klenba ostění je v příčném řezu geometricky tvořena třemi oblouky rozdílných

poloměrů. V kombinaci s trychtýřovým tvarem každého bloku betonáže v podélném směru to mělo za následek, že každý vnější prut armokoše ostění měl jinou délku a jiný tvar a musel být vyroben individuálně na míru. Na začátku realizace byla snaha vyrábět výztuž ve specializované armovně. Po několika prvních dodávkách a výměně subdodavatele se však ukázalo, že bude výhodnější, když bude výztuž vyráběna přímo na stavbě. Důvodem byla neschopnost dodavatelů vyrobit a dopravit na staveniště výztuž v potřebné kvalitě a především tvaru. Celý armokoš ostění byl zavěšen na kotvách vrtaných přes primární ostění a separační vrstvu do horninového masivu. Průměrné vyztužení sekundárního ostění dosahovalo 160 kg na m³ betonu.

Jako hlavní nosná výztuž byly použity primárně pruty průměru 25 mm (obr. 9), v některých místech průřezu umístěné až ve třech vrstvách. Ve všech místech, kde se skutečný tvar ostění lišil od teoretického více než o 0,3 m, bylo nutné prostor nadvýrubu dodatečně vyztužit. Samotná montáž výztuže probíhala z armovacího vozu.

K zajištění vodonepropustnosti ostění byl do každého příčného spoje mezi jednotlivé bloky betonáže vložen gumový těsnicí pás. Pracovní spáry mezi základovými pásy, stěnami a klenbou ostění byly ošetřeny vložením bentonitového těsnicího pásku. Celý armokoš ostění byl provázán a na povrch ostění byly instalovány vývody pro měření elektrochemického potenciálu a sledování rizika koroze betonářské výztuže. Napětí v sekundárním ostění bylo na každém bloku betonáže monitorováno v několika měřičských profilech strunovými tenzometry. Vzhledem k nepravidelnému tvaru ostění a jeho dimenzím vznesl zhotovitel



Obr. 13 Měření zralosti betonu pro stanovení času odbednění konstrukce

na zadavatele dotaz, zda trvá na umístění tenzometrů do teoretické polohy. Odpověď zněla, že má být sledován původní návrh beze změn. Kromě sledování napětí v sekundárním ostění bylo součástí monitoringu rovněž měření hydrostatického tlaku za rubem ostění.

Hydratační teplo a chlazení betonu

Jak již bylo zmíněno, tloušťka ostění v některých místech výrazně přesahovala projektem stanovené teoretické hodnoty. Z pohledu technických norem a předpisů se i v případě, že by byly dodrženy všechny teoretické rozměry ostění, jedná o masivní monolitickou konstrukci. Pro zajištění správné hydratace betonu, dodržení přípustných hodnot teploty v jádru průřezu a udržení teplotního spádu mezi jádrem průřezu a lícem průřezu v bezpečných mezích je možné zvolit více přístupů. Ve Skandinávii k této problematice přistupují nejčastěji chlazením betonové konstrukce v průběhu hydratace betonu. V praxi se používají dva základní systémy. První, sofistikovanější, využívající uzavřený systém cirkulace chladicího média a druhý s chlazením konstrukce užitkovou vodou, rozvedenou po délce tunelu. U uzavřeného systému, kdy nelze použít k chlazení užitkovou vodu, je třeba zajistit nákladný výměník tepla a technologii k vlastnímu řízení procesu chlazení. V případě tunelového ostění pod jezerem Mälaren byl využit systém chlazení užitkovou vodou.

Na základě zvolené receptury čerstvé betonové směsi (především obsahu a typu cementu), průměrných denních teplot v daném měsíci, teploty čerstvého betonu a teploty chladicího média byl projektantem navržen systém chladicího potrubí. Podmínkou pro regulaci přítoku a tlaku v potrubí

byl rozdíl mezi teplotou chladicí kapaliny na vstupu a na výstupu. Projektantem byla předepsána rovněž minimální doba, po jakou se musí ostění chladit a jak dlouho musí být daná část konstrukce zabeďněna. Současně se sledováním všech relevantních údajů na chladicím potrubí probíhalo v několika profilech také měření teploty vzduchu a zaznamenávání teplotního spádu po tloušťce ostění. Na každém bloku betonáže bylo podle projektové dokumentace osazeno celkem 28 měřicích bodů (obr. 10).

Jednotlivé chladicí okruhy, jejichž délka by z praktických důvodů neměla přesahovat 100 m, byly přes dřevěné čílko vyvedeny vně formy bednění, pečlivě označeny a napojeny na zhotovený distributor chladicího média, který umožňoval zapínat a vypínat každý okruh zvlášť a rovněž regulovat tlak a přítok (obr. 11). Před uzavřením bednění a vlastní betonáží bylo doporučeno provést důkladnou tlakovou zkoušku celého chladicího systému. Voda ohřátá v průběhu tuhnutí a tvrdnutí betonu byla shromažďována v kádi, odkud byla následně přečerpávána do hlavní tunelové drenáže. Samotné chladicí potrubí bývá nejčastěji zhotoveno z tenkostěnných ocelových trubek připevněných v předepsaných roztečích přes gumovou separaci na armokoš. Celý systém chlazení je po odbednění zainjektován. Společně se standardním chlazením ostění bylo nutné přidavnými chladicími okruhy chladit i prostor všech nadvýrubů.

Důkladným chlazením masivní betonové konstrukce, průběžnou regulací přítoku a tlaku v chladicím potrubí a vyhodnocováním všech zaznamenávaných teplot bylo dosaženo bezchybného výsledku a v obou tunelových troubách nebyly při inspekcích zaznamenány žádné teplotní trhliny.

Betonáž, odbedňování a ošetřování

Testování čerstvého betonu probíhá podle švédských technických předpisů pouze u betonu z prvních tří domíchávačů, při změně betonárny nebo jednou za osm hodin při výměně obsluhy betonárny, pokud betonáž trvá déle. Více zkoušek čerstvého betonu zadavatel nevyžaduje. Pro vlastní potřebu vedení betonáže a pro kontrolu betonárny bylo zakoupeno základní vybavení a každá dodávka betonu na stavbu byla testována. Několikrát se stalo, že byl vrácen domíchávač uprostřed betonáže z důvodu nevyhovujícího provzdušnění betonu nebo jeho špatné konzistence. Za předepsaných podmínek testování by tyto negativní odchylky nebyly odhaleny. V případě kontroly ztvrdlého betonu platí ve Švédsku obdobná pravidla jako v Česku.

Betonáž základových pásů z hutněného betonu probíhala klasickým způsobem. Na betonáž první dvojice stěn byl použit nejprve samozhutnitelný beton stejné receptury jako pro klenbu ostění. Důvodem byl požadavek co nejpřívětivějšího pracovního prostředí v tunelu a omezení negativního vlivu vibrační nutných k zhutnění klasického betonu na lidský organismus. Ukázalo se však, že je v takovém případě velice obtížné splnit požadavky na kvalitu povrchu ostění. Příčinou byla nemožnost zajistit souvislou betonáž stěn bez jakéhokoli přerušení, a to především kvůli problémům s transportem čerstvého betonu přes centrum města v ranních a odpoledních hodinách. Pokud se betonáž zastavila pouze na několik minut, vznikl na povrchu viditelný znak přerušení, který nelze v případě samozhutnitelného betonu efektivně ovlivnit. V případě hutněného betonu je možné patřičné napojení čerstvého betonu zajistit důkladným proviňováním jednotlivých vrstev. Vyzkoušeno bylo více opatření. Jednalo se o zvýšení konzistence čerstvého betonu na SF2, úpravu receptury nebo výtlačnou betonáž přes plnicí otvory pomocí gilotin. Žádné z těchto opatření ale nevedlo k uspokojivým výsledkům. Proto byl po domluvě se zadavatelem pro betonáž stěn tunelového ostění použit klasický hutněný beton konzistence S4. Po této změně již k žádným podstatným problémům s povrchem betonu nedocházelo.

V případě betonáže klenby ostění nebylo možné použít klasický beton, protože ho nelze bez možnosti přístupu do formy bednění patřičně zhutnit a vyplnit prostor všech nadvýrubů. Nezbyvalo než se pokusit sladit betonáž klenby ostění s dodávkami čerstvé betonové směsi tak, aby bylo zajištěno co možná nejplynulejší plnění



Obr. 14 Dokončené sekundární ostění tunelové trouby HT202

formy. Zhotovitel navrhl dodavateli betonu betonáž přes noc, která by měla několik benefitů. K nejpodstatnějším patřily snížení teploty čerstvého betonu, možnost využití plné kapacity betonárny jen pro danou betonáž a především plynulejší dodávky čerstvého betonu díky snížení rizika plynoucího z transportu betonu přes hlavní město. Noční betonáž se však nepodařilo s dodavatelem betonu dohodnout. Příčinou byla neochota zaměstnanců betonárny a dopravce betonu pracovat v noci ani za předpokladu úhrady všech patřičných příplatků zhotovitelem.

Betonáž klenby ostění o objemu cca 480 m³ byla zahájena v půl šesté ráno a trvala nepřetržitě bezmála 18 hodin. K přepravě betonu byly v maximální míře využity velkokapacitní domíchávače o objemu 10 m³. Pro dopravu čerstvého betonu a zabezpečení rovnoměrného plnění formy bednění byly použity současně dvě pumpy (obr. 12). Aby bylo zajištěno také rovnoměrné plnění v podélném směru bloku betonáže, byly vytvořeny z betonářských hadic větve, které spojovaly plnicí otvory vždy v jedné výškové úrovni. Každá pumpa tak v jeden okamžik plnila alespoň dva plnicí otvory. Před zahájením vlastní betonáže došlo k tzv. promazání jednotlivých větví cementovou suspenzí, aby nedošlo k ucpání potrubí při zahájení čerpání. Po napojení hadic na jednotlivé gilotiny pokračovala betonáž vždy do výšky cca jeden metr nad úroveň daného plnicího místa. Následně došlo k přepojení větve na vyšší úroveň s pokračováním až k vrcholu bednění klenby. Posléze byla jedna pumpa přepojena ke spodní gilotině v číliku a druhá pumpa ke gilotině, která plnila zadní část formy bednění. V průběhu betonáže byla otvory v číliku vizuálně

kontrolována úroveň čerstvého betonu ve formě. S postupem betonáže byly rovněž zapínány jednotlivé chladicí okruhy a na příslušných snímačích sledována teplota, tlak a průtok chladicího média. Po uzavření horního sledovacího okna došlo ke zpomalení betonáže až do chvíle, než začal vytékat beton ze „špiónážních hadic“. Poté byla přerušena betonáž na několik minut, došlo k usazení čerstvého betonu a následnému opatrnému dotlačení betonu do vrchlíku klenby ostění. Tím byla betonáž klenby úspěšně ukončena. Po dokončení betonáže byla ve dne i v noci v několikahodinových intervalech kontrolována funkčnost chladicího systému a regulován průtok i tlak chladicí vody.

V souladu se lhůtami stanovenými projektovou dokumentací a teplotním výpočtem mohly být jednotlivé konstrukční části odbedněny. Pro klenbu ostění bylo vyžadováno, aby byla konstrukce teplotně izolována minimálně 9–14 dní v závislosti na aktuálním ročním období a teplotě vzduchu. Ta se pohybovala v rozmezí od 8,5 °C v zimním období až do 18 °C v letním období. Z pohledu nosné funkce bylo vyžadováno dosažení pevnosti v tlaku minimálně 32 MPa. Ve Švédsku je zvykem stanovit konkrétní dobu odbednění na základě přepočtu z teplot měřených v průběhu tuhnutí a tvrdnutí betonu. Tento přepočet lze sestavit manuálně na základě grafů a tabulek nebo automaticky, kdy je tento proces implementován přímo do datových centrál, které zaznamenávají jednotlivé teploty (obr. 13). Klasický přístup založený na zkoušení několikadenní pevnosti betonových vzorků v laboratoři, kdy je na základě takto změřené pevnosti stanovena reálná doba odbednění, není ve Švédsku



Obr. 15 Vybetonovaný objekt odvodu spalin

obvyklý. V případě betonáže první klenby ostění zhotovitel koreloval oba postupy společně s využitím dalších nedestruktivních metod, jako je např. Schmidtovo kladívko. Bylo dosaženo poměrně dobré shody, proto byl v případě dalších kleneb využíván již jen tradiční skandinávský přístup. Nutno podotknout, že z hlediska hydroizolační funkce ostění a omezení rizika vzniku trhlin byla doba 9–14 dní dostatečná i pro dosažení potřebné pevnosti betonu nutné k odbednění konstrukce. Díky tomu, že bylo ostění uchováno v bednění po takto dlouhou dobu, nebylo třeba provádět žádné ošetřování povrchové vrstvy betonu. Odbedňování základových pásů a stěn se řídilo podobnými kritérii jako odbednění klenby ostění. Pracovní spára mezi základovými pásy, stěnami a klenbou byla před betonáží dalšího stupně patřičně ošetřena a zdrsněna pískováním.

Po odbednění každého bloku betonáže klenby došlo vždy k vyplnění vrchlíku ostění, provedení vizuální kontroly, broušení napojení pracovních spár a opravám všech povrchových vad. Zadavatel kladl na základě švédských technických standardů velmi vysoké nároky na povrchové vlastnosti betonu a v případě některých konstrukčních částí bylo dokonce stanoveno, jaký odstín má výsledný betonový povrch mít. Z tohoto důvodu bylo třeba některé bloky betonáže kvůli několika skvrnám od odbedňovacího oleje dodatečně vybrousit. Lze tedy říci, že výsledný produkt tak připomínal pohledový beton, i když tak primárně specifikován nebyl.

Na relativně krátkém úseku délky 40 m bylo v obou tunelových troubach v rámci rozsáhlého projektu FSE209 použito

přibližně 5 500 m³ vysokohodnotného samozhutitelného, provzdušněného betonu C35/45 s polypropylénovými mikrovlákny, 530 t betonářské výztuže a 8 km chladicího potrubí. Celá výstavba trvala přibližně jeden rok s téměř každodenním nasazením 15 tesařů a betonářů (obr. 14).

Po přečtení předchozích kapitol příspěvku čtenáře bezesporu napadne velké množství otázek. Bylo takto masivní zajištění zastížené poruchové zóny skutečně nutné? Pokud ano, nebylo by možné navržené řešení sekundárního ostění optimalizovat, aby nebylo tak komplikované z pohledu realizace a časové náročnosti výstavby? Jedním z návrhů zhotovitele, jak ušetřit čas a následně i náklady, bylo např. dvouplášťové sekundární ostění, kdy by první vrstva sloužila pouze k výplni nepravidelných nadvýlomů. Na ni by následně mohla být osazena klasická hydroizolační membrána, pod kterou by byla zhotovena druhá vrstva ostění konstantní tloušťky. Snížily by se tak zcela jistě nároky na formu bednění i na armování ostění a odstranila by se řada dalších komplikací souvisejících s betonáží a chlazením. Z časových důvodů a návazností dalších prací však k žádným změnám ani optimalizaci bohužel nedošlo.

Další významné monolitické konstrukce projektu FSE209

Bezesporu vizuálně nejzdařilejší a architektonicky nejpropracovanější konstrukcí zhotovenou v rámci projektu FSE209 jsou dva hloubené tunely obdélníkového průřezu délky přibližně 100 m s půdorysným odskokem, realizované na portále Skärholmen, kam ústí dvě ze čtyř tunelových ramp. Na hloubené tunely navazují plynule monolitické úhlové opěrné stěny. Oba autobusy hloubeného tunelu jsou citlivě zasazeny do okolního terénu a na povrchu jsou společně s opěrnými zdmi osazeny modřínovým dřevěným obložením (obr. 1). Největší výzvou při výstavbě této části díla bylo provádění monolitických betonových konstrukcí tunelu v zimním období, kdy teploty v noci klesaly až k -25 °C. Nad rámeček běžných opatření bylo třeba v předstihu před vlastní betonáží zakrýt a zaizolovat celý blok určený k betonáži, včetně startovací výztuže následujících taktů a předeřhát naftovými topidly jak podklad, tak bednění i armokoš na minimální teplotu 5 °C. Dodržení tohoto kritéria bylo technickým dozorem vždy důsledně kontrolováno. Současně bylo třeba zajistit minimální teplotu čerstvé betonové směsi (ve Švédsku 10 °C) prostřednictvím prohřátého kameniva a záměsově vody a podpořit náběh hydratačního tepla použitím

urychlovacích přísad přidaných do čerstvé betonové směsi s vyšším podílem cementu při snížení vodního součinitele. Po uložení a zhutnění betonu ponornými vibrátory bylo nutné konstrukci neprodleně znovu tepelně zaizolovat, povrchově upravit, a to včetně ošetření, případně volný prostor znovu vytopit naftovými agregáty.

V případě konstrukce hloubených tunelů přistoupil projektant ke kombinovanému opatření pro omezení teplotních trhlin a navrhl jak chlazení nově betonované konstrukce, tak zahřívání již dříve vybetonované části. Z tohoto důvodu muselo být vždy velice pečlivě kontrolováno uložení topných kabelů do každého taktu betonáže přesně podle projektové dokumentace. Odpor topných kabelů musel být v dostatečném předstihu před zahájením betonáže proměřen a tím zkontrolována funkčnost kabelů před uložením čerstvého betonu. Vlastní vytápění v přilehlém, dříve zabetonovaném prvku bylo zahájeno podle předem stanoveného detailního schématu na základě konkrétní hodnoty vnější teploty vzduchu a ročního období. Chlazení probíhalo s obdobnými okrajovými podmínkami, jako v případě sekundárního ostění pod jezerem Mälaren. Za zmínku stojí rovněž robustní způsob těsnění pracovních a dilatačních spár mezi jednotlivými bloky betonáže hloubených tunelů, kde byl navržen několikofázový systém ochrany ve formě kombinace vnější asfaltové izolace, vnitřních gumových těsnicích profilů a injektážních hadiček pojistného systému, který v případě průsaků umožňoval dodatečné utěsnění.

Další technologicky zajímavou konstrukcí byla dvojice železobetonových monolitických objektů pro odvod spalin (obr. 15). Přibližně v polovině délky tunelů hlavní trasy byl z povrchu území vyražen přístupový tunel, který sloužil k otevření dalších čeleb a urychlení ražeb tunelu. Po uvedení tunelu do provozu bude využit jako cesta pro odvod spalin, případně pro nouzové větrání tunelu při překročení limitních koncentrací škodlivin v ovzduší. V místě zaústění přístupového tunelu do jednoho z tunelů hlavní trasy byla provedena spojovací rozrážka i do druhé tunelové trouby včetně vyražení prostoru nad běžný příčný profil tunelu hlavní trasy. V této „kapli“ byly v každé tunelové troubě provedeny analogické železobetonové konstrukce připomínající rámový most s velice složitou geometrií, proměnnou půdorysnou šířkou a tloušťkou, s náběhy a čtyřmi otvory v klenbě, které budou sloužit pro odtah spalin a škodlivých látek.

Pro bednění klenby konstrukce prvního tunelu bylo použito klasické systémové bednění, které se však neosvědčilo. Z důvodu komplikovaného tvaru bednění klenby konstrukce a krátkého času pro realizaci bylo v případě druhé tunelové trouby přistoupeno k návrhu dřevěných vazníků se styčnickovými plechy vyrobenými přesně na míru, na které byl vytvarován a připevněn plášť z překližky (obr. 16). Toto řešení pomohlo ušetřit čas montáže a demontáže klasického systémového bednění a v důsledku toho bylo i celkově ekonomicky efektivnější. I tato konstrukce pro odvod spalin musela být díky masivním tloušťkám jednotlivých betonových částí prochlazovaná.

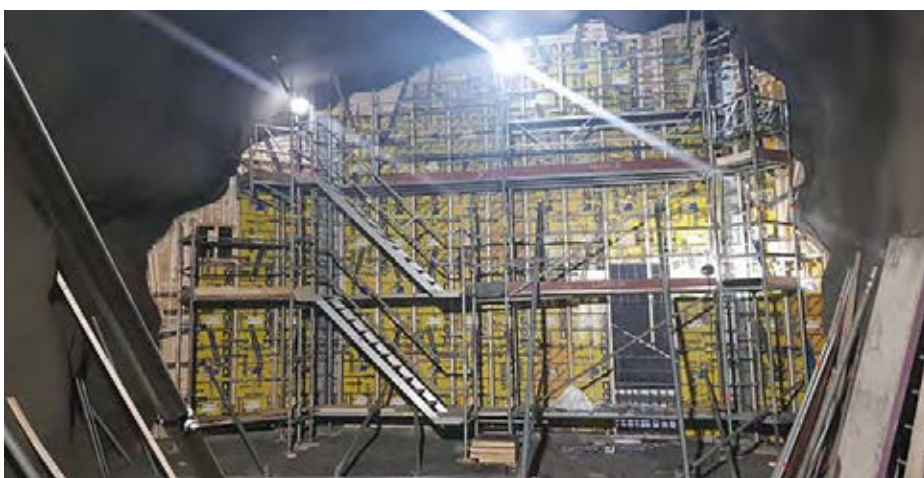
Ve Švédsku je typické používat tradiční bednění složené z prken rozměru 21 mm x 95 mm a fošen rozměru 45 mm x 120 mm. Je s podivem, že tímto tesařským způsobem bednění jsou zde realizovány kompletně i betonové mosty a skelety budov. Systémové bednění je samozřejmě možné ve Švédsku použít také. Dřevěné bednění má však silnou tradici a řada švédských tesařů si práci s jiným typem bednění neumí ani představit. Je pravdou, že v případě podzemního stavitelství v geologických podmínkách Skandinávie, kdy nosnou funkci přebírá kompletně horninové masivo a není třeba výrub zajišťovat trvalým ostěním, může být tradiční bednění s výhodou použito. Příkladem je provádění železobetonových čelních stěn tunelových propojek, kdy je monolitická konstrukce betonována přímo do vyraženého horninového masivu nebo primárního ostění ze stříkaného betonu. Na projektu FSE209 pracovali jak místní tesaři, tak tesaři ze střední Evropy, zvyklí pracovat spíše se systémovým bedněním. Proto bylo možné porovnat rychlost a celkovou ekonomickou efektivitu obou způsobů bednění. Srovnání ukazuje, že pro plochy do cca 15 m x 15 m nebo tvarově složitější konstrukce je výhodnější použít tradiční bednění (obr. 18). Pro větší plochy se již vyplatí systémové bednění (obr. 17).

Závěr

Švédské stavebnictví oproti českému pokročilo v digitalizaci všech stavebních procesů. Oficiální komunikace mezi zhotovitelem a zadavatelem probíhá na denní bázi prostřednictvím databázového chatu. Některá významná témata jsou však stále řešena klasicky formou dopisů. Projektová dokumentace existuje pouze digitálně, je digitálně připomínkována a následně i schvalována a sdílána mezi všemi účastníky výstavby online prostřednictvím



Obr. 16 Dřevěné vazníky bednění klenby objektu odvodu spalin



Obr. 17 Příklad systémového bednění čelní stěny propojky z panelů DOKA

cloudového úložiště. Na stejném místě jsou uloženy i všechny technologické postupy, kontrolní a zkušební plány, stavební deníky, závěrečné zprávy a dokumenty, které má provozovatel tunelu kdykoli v průběhu životního cyklu tunelu k dispozici. Všechny konstrukční části jsou modelovány ve 3D a sdružovány do jednoho 3D modelu celého úseku (obr. 19), ve kterém se každý snadno orientuje a který obsahuje odkazy na 2D výkresy a současně i některá základní data a rozměry nutné k výstavbě. Zatím nejde o plné BIM řešení, ale nezbyvá již mnoho a tento systém bude ve Švédsku standardem.

Švédská kultura je na rozdíl od té středoevropské zaměřena primárně na osoby, jejich pracovní prostředí a komfort a není tolik orientována na cíl a výsledek. V průběhu realizace byla společnost Subterra vyzvána ke spolupráci na výzkumu, který provádí švédský RISE (Research Institutes of Sweden). Výzkum se týkal vlivu pracovního prostředí, hluku a vibrací při hutnění klasického betonu ve srovnání s použitím samozhutnitelného betonu. Zhotovitel tuto nabídku spolupráce přijal a při betonáži

stěn osadil své pracovníky čidly měřícími polohu v souřadnicovém systému XYZ a úroveň hluku, gyroskopy, kamerami apod. Měření proběhlo jak při betonáži stěn tunelového ostění samozhutnitelným betonem, tak při betonáži klasickým betonem. Zhotovitel poskytl výzkumníkům kromě naměřených dat i podklady pro porovnání časové náročnosti a ekonomické stránky. V současné době probíhá celková analýza všech naměřených dat.

Zajímavým tématem je rovněž oblast kompetencí pro realizaci monolitických konstrukcí ve Švédsku. Norma SS-EN 13670:2009 uvádí výčet případů, kdy je třeba mít pro provádění monolitických konstrukcí speciální certifikaci. Jedná se o konstrukce, u kterých je použit beton třídy C25/30 a vyšší, nebo stupeň vlivu prostředí XS2-3, XD2-3, XF2-4, projektované předpětí, použit samozhutnitelný nebo stříkaný beton, při podvodní betonáži a užití posuvného bednění nebo pro vysprávkování a sanace betonových konstrukcí. Ve všech těchto případech musí disponovat odpovědný stavbyvedoucí tzv. oprávněním „Betong klass I“. Jedná se o obdobu české

autorizace, která je ale primárně zaměřena na provádění betonových konstrukcí. Proškolení nabízí pouze několik certifikačních středisek po celé zemi. Pro absolventa českých vysokých škol stavebního zaměření s určitou praxí z realizace železobetonových konstrukcí však není velký problém toto osvědčení získat.

Podle jakých standardů se ve Švédsku staví? Mimo známou soustavu evropských Eurokódů je pro stavitelství nejpodstatnějším podkladem soustava tzv. „AMA“ knih. Ty připomínají české technické normy. Pro inženýrské stavitelství je klíčová kniha „AMA Anläggning“, která pokrývá veškeré specifikace, postupy, řešení detailů, návody a rady pro komplexní návrh a realizaci všech inženýrských staveb včetně podzemních. Zajímavý je vývoj tohoto dokumentu, kdy první verze vydaná v roce 1945 měla pouze 48 stran. Postupem času, na základě historických (ne vždy kladných) zkušeností se kniha rozrostla až na aktuálních 927 stran. Pamětníci s nadsázkou uvádějí, že „AMA je kniha souboru chyb, poruch a z nich plynoucích poučení“. Samostatná AMA se stane závaznou až v případě, kdy na ni odkazuje smluvní dokumentace. Každá kniha AMA má pevně dané pyramidové uspořádání jednotlivých kapitol a článků, na které se odkazuje jak vlastní projektová dokumentace a specifikace, tak například i soupis prací, což je pro všechny účastníky výstavby velice výhodné pro snazší orientaci v projektu jako takovém.

Švédsko je velice specifická země, Švédové jsou osobitý a hrdý národ. Stejně tak je i švédský stavební průmysl v mnoha aspektech z našeho pohledu velmi zvláštní. Zajímavá jsou některá technická řešení. Překvapivé jsou obvyklé navrhované tloušťky některých železobetonových konstrukcí a stupeň jejich vyztužení. Rozporuplné se může jevit rovněž švédský mimořádný důraz na životní prostředí a elektromobilitu ve chvíli, kdy jsou navrhovány takto masivní konstrukce a není dovoleno použít směsných cementů. Mimočodem, těžební limity největšího výrobce cementu ve Švédsku na ostrově Gotland jsou už poněkolidáté dočasně zvyšovány. Při nedostatku cementu probíhá dovoz ze zahraničí, což ekologickou stopu zlepšit pravděpodobně nepomůže.

V rámci projektu FSE209 bylo kromě výše uvedených monolitických konstrukcí zrealizováno 21 betonových hrází v počtvě tunelu určených pro měření a sledování přítoku podzemní vody do tunelu, 40 betonových stropních základů vetknutých do horninového masivu pro upevnění

ventilátorů a proměnného dopravního značení, 57 nouzových únikových cest (propojek) včetně čelních betonových stěn a vnitřních konstrukcí, 9 komplikovaných paralelních únikových cest, 10 rozsáhlých podzemních technologických místností, 3 podzemní přečerpávací stanice pro odvod odpadní a horninové vody, jedna ventilátorovna, 15,3 km betonových kabelovodů a další konstrukce menšího rozsahu. Toto vše v celkovém objemu cca 27 600 m³ monolitických betonových konstrukcí. V době tvorby tohoto příspěvku je již celá stavba dokončena, předána klientovi a běží záruční doba.

Závěrem odpověď na úvodní otázku: Vyplatí se české stavební společnosti expandovat a získat zahraniční zkušenosti a know-how? Podle názoru autora bezesporu ano. Prověř to flexibilitu společnosti jako také, kdy musí přizpůsobit svůj zaběhnutý systém fungování v zahraničí, seznámit se s odlišným business prostředím a etablovat se na místním trhu a současně akceptovat lokální stavební standardy a kulturu dané země. Práce v zahraničí prověří i flexibilitu zaměstnanců a celého managementu společnosti. Je potřeba trochu jinak přemýšlet a být ochoten vystoupit ze své osobní komfortní zóny. Odměnou může být otevření možností nového stavebního trhu, získání kvalitních zahraničních referencí, ale především poznání nového know-how, z kterého může společnost v budoucnu bezesporu těžit.

Identifikační údaje

Stavebník: Trafikverket
Projektant: AFRY AB, Elu Konsult AB
Zhotovitel: SBT Sverige AB
Doba realizace: 02/2017–01/2024
Náklady: 3 362 500 SEK
 (odpovídá cca 7 400 000 CZK)

Zdroje

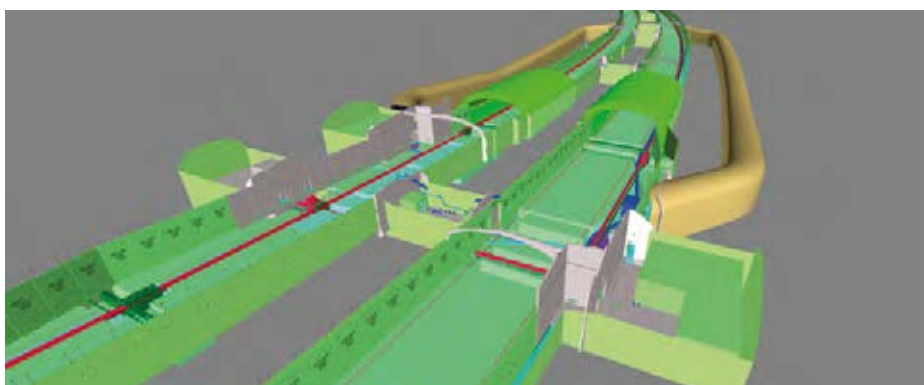
- [1] FALTÝNEK, J. Zajištění úseku E4 pod jezerem Mälaren ve Stockholmu. *Tunel* 2023, 1, 31–42.
 [2] E4 The Stockholm bypass. Project, 2022. Trafikverket. <https://bransch.trafikverket.se/en/startpage/projects/Road-construction-projects/the-stockholm-bypass/> (accessed Oct 10, 2022).
 [3] Projektová dokumentace E4 Förfart Stockholm – FSE209 Mälarpassage Sätra – Kungshat. Stavební projekt. Zpracoval ÁF Infrastruktur, Stockholm 2021.

Odborné posouzení článku

Ing. Libor Mařík, vedoucí projektant
 Oddělení geotechniky a podzemních staveb SAGASTA s.r.o., člen předsednictva České tunelářské asociace ITA-AITES.



Obr. 18 Příklad tradičního tesařsky provedeného bednění tvarově zalomené stěny propojky



Obr. 19 Výšek 3D modelu znázorňující ostění pod jezerem Malaren a obchází tunely



Ing. Jan Faltýnek, Ph.D., MBA, EUR ING.

Doktorské studium dokončil na FSv ČVUT v Praze. Po profesních začátcích jako projektant podzemních staveb ve společnosti IKP Consulting Engineers, s.r.o. nastoupil v roce 2015 do Hochtief CZ a.s. nejprve jako projektant, později jako design manager. Zlomovým byl rok 2021, kdy zahájil své působení v Subterra a.s. V současné době je vedoucím organizační složky Subterra a.s. ve Švédsku. Autorizovaný inženýr v oboru geotechnika.

English Synopsis

Skärholmen tunnel

Scandinavian know-how during the implementation of massive monolithic structures

The ambitious world-scale project E4 Förfart Stockholm (Bypass Stockholm) forms the western connection between the northern and southern parts of the Swedish metropolis. The Czech partner also participated in part of this construction. This article summarizes the challenges that had to be faced during the implementation of the concrete structures of part of the future third the longest urban tunnel complex in the world. The article also describes the specifics of implementation monolithic structures and the work of a civil engineer in Scandinavia.

Klíčová slova: stavby podzemní, stavby dopravní, tunely silniční, konstrukce monolitické, beton, betonáž

Keywords: underground structures, transport constructions, road tunnels, monolithic structures, concrete, concreting

Pivovar v Kralupech nad Vltavou prochází rozsáhlou rekonstrukcí

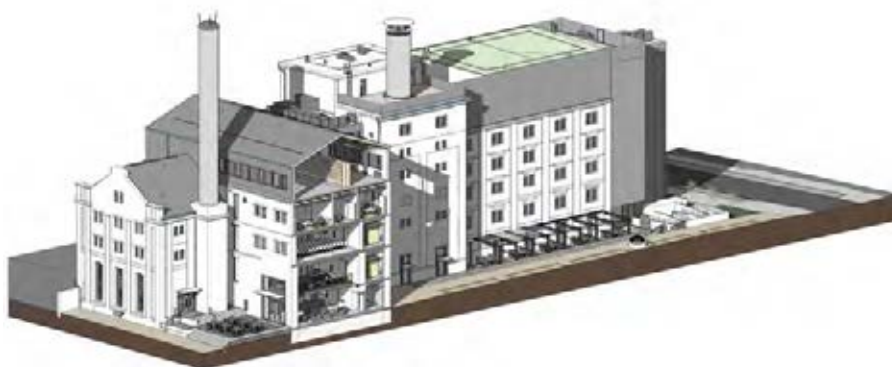
Společnost STRABAG pracuje od podzimu 2023 na komplexní rekonstrukci objektu bývalého pivovaru v centru města Kralupy nad Vltavou, který byl založen v roce 1872. Práce potrvají přibližně 26 měsíců. Po rekonstrukci se areál stane domovem městských příspěvkových organizací – muzea, knihovny, domu dětí a mládeže a základní umělecké školy. Vedle toho zde vzniknou i komerční prostory restaurace a kavárny. Do budovy, která dlouho zela prázdnotou, se tak vrátí nový život.



Výchozí situace

Na základě stavebně technického průzkumu byl konstatován špatný technický stav budovy. Spodní část stavby je výrazně porušena vlhkostí, přibližně 1 m pod úroveň podlahy v prvním suterénu. Obvodové zdivo má ze strany exteriéru poškozené omítky a povrchové vrstvy. Ve stěnách jsou viditelné šikmé a svislé trhliny, ve střední části jižní fasády byla dokonce v nedávné době osazena ocelová lana, jejichž úkolem bylo zesílit tuto část objektu. Tato skutečnost poukazuje na statické problémy části budovy. Dřevěné konstrukce stropů a krovu západní přístavby jsou z větší části zničené a napadené dřevokazným hmyzem a houbami. Tyto prvky bude nutné odstranit a provést nově. Stropní konstrukce pod plochými střechami jsou provedeny v mírném spádu a z toho důvodu je nebude pravděpodobně možné použít jako nosné konstrukce pro případné nástavby.

Vzhledem k horší kvalitě betonu a velké tloušťce jeho zkarbonatované vrstvy dochází ke korozi výztuže. Na prutech obnažených v rámci průzkumu je povrchová koroze viditelná. Nejhorší situace je



u stropu pod střešním pláštěm, kde jsou viditelná zatečená místa, opadaná krycí betonová vrstva a koroze ocelových prutů. Na spodním lici stropní konstrukce jsou viditelné trhliny především v místě výztuže.

Architektonické řešení

Snahou architektonického řešení bylo maximálně ctít původní vzhled objektu, který bude doplněn novými částmi, jež vytvoří kontrast k původní hmotě. Objekt pivovaru je tvořen levým menším křídlem (část A) a pravým větším křídlem (část D), jež jsou propojena centrální hmotou (část B, C) vyběhající směrem na jih. Ze severní strany má

objekt převážně plochou fasádu. Stávající části objektu jsou tvořeny výraznější hmotou s převahou plných omítkových ploch.

Většina původních oken je menších rozměrů s klenebními nadpražními. Fasády jsou doplněny pravidelnými pilastry. Do nových prostor jsou navrženy větší novodobější výplně a u stávajících oken dojde pouze k výměně výplní s ponecháním původních rozměrů. K pravému křídlu bude doplněno venkovní únikové schodiště s výtahem, které se bude materiálově odlišovat od zbytku fasád. Navrženy jsou zde stěny s tahokovovými kazetami. Nová část



hmoty schodiště bude plynule přecházet do nadstavby šestého nadzemního podlaží v části D. Část D bude zastřešena plochou střechou. V centrální části objektu C bude v sedmém podlaží umístěn byt správce s prostornou terasou a původním komínem. Levé křídlo A je nižší a zakončené sedlovou střechou. V této části bude také výrazným prvkem původní komín a nově vytvořené prostranství před kavárnou. Všechny nově realizované konstrukce a obálky budovy budou splňovat energetickou náročnost budovy podle požadavků ČSN 73 0540-2 a vyhlášky č. 73/2013 Sb.

Nově navrhované konstrukce a materiály

Založení přístavby ke stávajícímu objektu pivovaru bude realizováno na vrtaných železobetonových pilotách a odděleno dilatací od stávajícího objektu z monolitického železobetonu. Přístavba bude navazovat na východní křídlo a ukončena bude schodištěm a výtahovou šachtou. Přes piloty bude provedena monolitická železobetonová deska, jež bude spojena s obvodovými stěnami suterénu, které zachycují účinek zemního tlaku zásypu a společně tvoří základovou vanu suterénu. Tyto stěny a základová deska nebudou z vnější strany izolovány proti zemní vlhkosti, jsou tedy navrženy jako tzv. „bílá vana“.

Východní křídlo bude zleva od suterénu do 6. NP ukončeno novou stěnou. Tato stěna bude provazována se stropními deskami a navazujícím obvodovým zdívkem. Jižní a západní stěna víceúčelového sálu uložena na stávající stropní konstrukci bude tvořena lehkou montovanou ocelovou kostrou v kombinaci s tepelnou izolací a deskovým opláštěním. Nosný systém východní přístavby je ve všech nadzemních podlažích stěnový. Na jihovýchodním rohu tvořeném schodištěm je pak stěnový systém nahrazen soustavou ocelových sloupků. Přístavba se ve vyšších podlažích systémem stěnových nosníků rozšiřuje podél východní stěny stávajícího objektu ve dvou skocích. Nové zděné konstrukce jsou navrženy v minimální míře z keramických



kých tvárnic. Zděné konstrukce se používají v rámci různých dozdívek a používá se zde zejména plná cihla.

Nové stropní konstrukce budou převážně tvořeny systémem monolitických železobetonových desek. V prostoru 6. NP bude provedeno zesílení nosníků vynášejících základový blok komínu formou horního příhradového rámu. U východní přístavby jsou stropní desky o tl. 250 mm navrženy z monolitického železobetonu a pro přerušení tepelných mostů na rozhraní exteriéru a interiéru budou do železobetonových konstrukcí vkládány izolační vložky s výztuží pro přenos ohybových a smykových sil. Objekt je zastřešen kombinací plochých a šikmých střech, které jsou zvoleny na základě celkového architektonického rázu objektu. Šikmé sedlové střechy v západní části řešeného objektu tvořené nadkrokvní tepelnou izolací PIR se systémovou falcovanou krytinou budou doplněny ateliérovými okny, případně v minimální míře formou světlovodů. Střední a východní část objektu (např. komunikační prostory, víceúčelový sál se zázemím, byt správce atd.) bude zastřešena plochou střechou. Veškeré ploché střechy na objektu jsou navrženy s klasickým souvrstvím – tj. hlavní hydroizolace je umístěna nad tepelnou izolací. Spádová vrstva je tvořena EPS spádovými klíny, kterými bude dosaženo požadovaného sklonu min. 3,0%. Hydroizolační fólie bude kladena na separační geotextilii, spoje budou svařeny v přesazích, opracování detailů a kotvení bude prováděno dle technologického a montážního předpisu výrobce.

Odvodnění střech bude provedeno přes temperované střešní vtoky s ochrannou mřížkou proti zanesení, doplněnými o přečpady nebo přes střešních žlabů. Jako hydroizolace ploché střechy bude použita fólie PVC-P, která bude určena k mechanickému kotvení nebo přitížení (kačírek nebo souvrství vegetační střechy). Hydroizolační fólie z PVC-P určená k mechanickému kotvení bude sloužit jako finální vrstva



a hydroizolační fólie z PVC-P určená k přitížení bude v závěru prací opatřena vrstvou z kačírku nebo souvrstvím pro extenzivní vegetační střechu, která bude plnit stabilizační funkci a zároveň bude fólii chránit před přímým dopadem UV záření a její následnou zrychlenou degradací.

Sedlové střechy na objektu jsou navrženy ve sklonech střešní roviny, který činí 35° a 64°. Střešní plášť u šikmé sedlové střechy nad 6. NP tvoří rámy z lepeného dřeva. Zde budou kladeny dřevoštěpkové desky OSB 3 s pokládkou samolepicího asfaltového pásu. Následně je navrženo zateplení šikmé střechy z desek PIR, na které bude položena difúzně otevřená fólie. Na fólii budou realizovány latě a kontralatě pro montáž plechové krytiny z falcovaných šablon. Pro odvedení dešťových vod jsou navrženy žlaby a svody z lakovaného plechu, které srážkové vody svádějí na ploché střechy nebo do lapačů střešních splavenin a dále do dešťové kanalizace.

Rekonstrukce objektu představuje pro zkušený realizační tým společnosti STRABAG zajímavou technickou výzvu, a to zejména z hlediska výměn stávajících stropních konstrukcí z kleneb na nové železobetonové desky, zajištění objektu pomocí ocelových táhel či neplánovaného podchycování stávajících nosných stěn, pod kterými nejsou provedeny základy. Výzvou je také provedení neplánované tryskové injektáže, kterou bylo nutné zrealizovat z důvodu zvýšené hladiny spodní vody. Bez této technologie by nebylo možné zrealizovat výtahovou a kanalizační šachtu a statické zajištění nosných konstrukcí v suterénu.

Zadavatel: Město Kralupy nad Vltavou

Zhotovitel: STRABAG a.s.

Projektant: Atelier 99 s.r.o.

Doba realizace: 9/2023–11/2025

Ing. Ondřej Němec

vedoucí projektu, Pozemní a inženýrské stavitelství Praha, STRABAG a.s.

Integrace moderního designu a udržitelnosti při revitalizaci firemní budovy OHLA ŽS v Olomouci

Během loňského roku proběhla rekonstrukce a přístavba budovy společnosti OHLA ŽS na ulici Tovačovského v Olomouci, kde sídlí vedení a zaměstnanci oblasti Střední Morava divize Východ. Díky spolupráci s architektonickým studiem Adama Rujbra, které dlouhodobě vytváří návrhy energeticky úsporných a designově zajímavých objektů, došlo nejen k úpravě vizuální podoby této téměř sto let staré budovy, ale také k implementaci důležitých energetických opatření s využitím inovativních technologií.



Obr. 1 Pohled z jižní strany na přístavbu a revitalizovaný objekt



Obr. 2 Detail odhlučnění oken a fasády s použitím jemnozrné lakované omítky

Úpravy budovy a její nová přístavba

Oblast Střední Morava divize Východ společnosti OHLA ŽS sídlí v hanácké metropoli, kde již více než třicet let využívá budovu na ulici Tovačovského. Jedná se o třípodlažní částečně podsklepený objekt s využitím podkrovím a sedlovou střechou s vikýřem. Hlavní vstup, zdůrazněný minimalistickou předzahrádkou v japonském stylu, je z ulice Tovární. Úpravy budovy, která slouží administrativním účelům, se zaměřily na její energetickou účinnost a vizuální aktualizaci v podobě nového kontaktního zateplení fasády s použitím jemnozrné lakované omítky, výměnu střešní krytiny včetně doizolování podkroví, výměnu oken a osazení fotovoltaických panelů na střeše. V interiéru budovy proběhly pouze mírné dispoziční a provozní změny.

Nová přístavba, která má tvar kvádrů s valbovou střechou, je doplňkem stávající proluky v ulici Tovární s napojením na současnou budovu. Má vhodný poměr objemu k výšce budovy a dostatečně vzdušný prostor, který je využit jako jednacím místnost. Filozofie architektonického návrhu kladla

důraz na udržitelnost a cirkulární ekonomiku, což se odráží v použití masivních CLT panelů pohledové kvality na straně interiéru. Ochranu proti nežádoucím povětrnostním vlivům zajišťuje provětrávaná tepelněizolační fasáda s plechovým skládaným obkladem a střešní krytina z totožných plechových šablon.

Přístavba je se stávající budovou propojena skleněným spojovacím krčkem, který zároveň slouží jako závětrí a hlavní vstup se zádveřím. V prvním nadzemním podlaží umožňuje průchod mezi oběma objekty a přístup do odpočinkové zóny na severní části pozemku. V druhém nadzemním podlaží stávající budovy bylo schodiště tvarově upraveno, aby byl rovněž umožněn průchod mezi budovami a aby společně s proskleným interiérem spojovacího koridoru reprezentovalo komunikační prostory stavby.

Důraz na udržitelnost a environmentální aspekty

Ve všech fázích projektu revitalizace olomouckého sídla divize Východ společnosti



Obr. 3 Revitalizovaný objekt – východní pohled z ulice Tovární

OHLA ŽS byl kladen důraz na ekologická a úsporná řešení, a to zejména při rozhodování, zda bude původní objekt zbourán, nebo zachován. Na základě principů trvale udržitelného rozvoje bylo rozhodnuto o jeho rekonstrukci a provedení nejlepších možných úsporných opatření. Dále se rozhodlo, že nová přístavba bude uhlíkové neutrální, a proto bylo jako hlavní stavební materiál použito dřevo jako přírodní, recyklovatelný a relativně snadno obnovitelný materiál. Při výběru materiálů pro rekonstrukci stávající budovy byl brán

ohled na jejich nízkou uhlíkovou stopu a na minimální negativní dopad na životní prostředí. Proto byly zvoleny materiály s životností více než padesát let, které snižují potřebu jejich časté obnovy. U všech použitých materiálů a výrobků byly navíc vyžadovány certifikáty EPD, které dokládají soubory měřitelných informací o vlivu na životní prostředí v průběhu jejich celého životního cyklu.

Fasáda stávající budovy, která díky rekonstrukci získala moderní vzhled, je zateplena tak, aby zajišťovala optimální tepelnou

podmínkami. Pro efektivní vytápění a rekuperaci vzduchu z ventilace je navíc využito tepelné čerpadlo.

Součástí projektu bylo i dovybavení parkoviště nabíječkou pro firemní elektromobily, které je možné nabíjet pouze solární energií vyrobenou z fotovoltaických panelů umístěných na střeše revitalizovaného objektu. Kryt vozovky byl zadlážděn vegetační dlažbou s kladným efektem pro podporu přirozeného koloběhu srážkových vod i ve vysoce urbanizovaných lokalitách. Stavbou nedošlo k narušení okolního

Snížení produkce CO₂ jako jeden z hlavních přínosů revitalizace

Úsilí o snížení emisí CO₂ v budovách je zásadním prvkem v boji proti změně klimatu. Efektivní izolace, využití obnovitelných zdrojů energie a inteligentní řízení spotřeby energie jsou rovněž klíčovými prvky, které mohou výrazně snížit uhlíkovou stopu budov. Rekonstrukce firemní budovy přinesla významné snížení produkce CO₂, a to o více než 9 t/rok, což představuje významný krok směrem k jejímu udržitelnějšímu provozu. Tato roční úspora vyprodukovaného CO₂ odpovídá zhruba



Obr. 4 Nová zasedací místnost v přístavbě s použitím masivních CLT panelů



Obr. 5 Nová zasedací místnost

izolaci a byly minimalizovány tepelné mosty. Stejně tak je provedeno speciální zateplení střechy s cílem minimalizovat tepelné ztráty a zvýšit energetickou účinnost budovy. Protihluková opatření, zvyšující komfort zaměstnanců pracujících v budově, jsou zajištěna pomocí vyloženého lemování výplní otvorů před líc fasády v místě nových hliníkových oken, která mají nejlepší tepelněizolační parametry na trhu. Okna jsou osazena zasklením s vysokým akustickým útlumem, dostatečným množstvím přímého osvětlení a kvalitním větráním s vhodnými teplotními



Obr. 6 Spojovací krček mezi objekty na úrovni 2. NP

přírodního prostředí, realizovaná opatření naopak přispívají k ochraně a obnově biodiverzity v urbanizovaném prostředí. Navíc došlo k vytvoření vhodných podmínek pro třídění a správu odpadů minimalizujících vytvářený odpad během rekonstrukce a stávajícího provozu budovy. V ní je kladen důraz na úsporu vody, čehož je dosaženo mimo jiné použitím nízkoprůtokových kohoutků a úsporných splachovacích nádrží. K úspoře elektrické energie pak přispěla kompletní výměna stávajících svítidel za energeticky šetrné LED osvětlení.

průměrné roční produkci CO₂ tří naftových automobilů. Díky použití dřeva jako hlavního stavebního materiálu u přístavby je tato část budovy zároveň uhlíkově neutrální. K dalšímu snížení emisí CO₂ přispívají také zmíněné firemní elektromobily a jejich způsob nabíjení a vytvoření dostateku parkovacích míst pro cyklisty na firemním parkovišti, což podporuje udržitelnou městskou mobilitu.

Závěr

Společnost OHLA ŽS získala díky stavebním úpravám a rozšíření sídla olomoucké pobočky divize Východ reprezentativní a moderní zázemí, které je svojí kvalitou srovnatelné s nejvyspělejšími novostavbami administrativních budov v českém stavebním průmyslu a podtrhuje tak odbornost samotné společnosti. Jsme potěšeni, že díky realizaci projektu můžeme aktivně přispívat k ochraně životního prostředí a snížení negativního dopadu na klima.

Ing. Martin Rozbořil
vedoucí projektu divize Východ
OHLA ŽS, a.s.

Jak docílit ideální prostorové akustiky



Mnozí z nás pamatují čas strávený v zadní lavici, kdy ozvěna v učebně, nebo nezřetelnost mluveného slova, narušuje schopnost soustředit se. Se špatnou prostorovou akustikou se setkal takřka každý. Další velmi častou zkušeností je například návštěva restaurace či nočního podniku, kde je špatně slyšet člověka, který sedí hned vedle. Takto akusticky neupravené místo dokáže velmi negativně ovlivnit psychické rozpoložení, což může rozhodnout o tom, zda je opět navštívit.

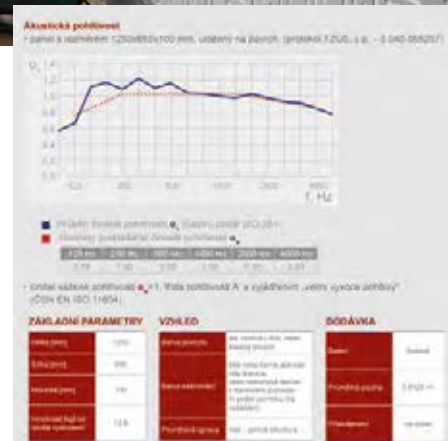
Delší pobyt v akusticky neošetřených prostorech může negativně ovlivnit duševní pohodu a kvalitu spánku. Hluk také zhoršuje paměť, schopnost soustředit se a tím i celkovou výkonnost pracovníků. V nemocničních zařízeních může pacientům zvýšit krevní tlak a srdeční tep. Naopak, při

optimálním nastavení prostorové akustiky lze schopnost soustředění a tím výkonnost zvýšit až o 66%.

Systém AKUPAN® je ryze český výrobek a je určen k úpravě prostorové akustiky. Slouží k odstranění vnitřní hlučnosti běžných i velmi hlučných prostor. Je určen k dosažení optimálních akustických parametrů na místech určených pro verbální nebo hudební projev, od malých místností až po velké haly.

Základní vlastností panelu AKUPAN® je rozšířený rozsah maximální pohltivosti směrem k nízkým kmitočtům při nízké hloubce panelu a velmi široký rozsah pohltivosti. Použité materiály a konstrukce zajišťují skvělé akustické vlastnosti, značnou mechanickou odolnost, životnost, trvanlivost, výborné požární a hygienické vlastnosti.

Panely AKUPAN® nabízí širokou variabilitu při umístění na stěny nebo strop. Předností je snadná a přímá instalace na podkladní povrch přísazením nebo zavěšením do prostoru. Panely je možné sesadit do souvislé plochy nebo solitérně rozmístit, což je z hlediska akustiky neefektivnější.



Variabilita povrchových úprav a tvarů vytváří podmínky pro tvůrčí práci s designem panelů i upravovaným prostorem. Těmito vlastnostmi se panel AKUPAN® stává vysoce účinným nástrojem pro skutečně kvalitní úpravu akustiky bez kompromisů.

Akustické panely AKUPAN® jsou dodávány v základním sortimentu tvarů, rozměrů a jejich kombinací. Tvar perforace, její vzor a hustota je možné upravovat na přání, v souladu s požadovanými akustickými vlastnostmi. Na zakázku je možné dodat i panely s designovou funkcí perforace, včetně imitace portrétů, loga apod.

www.akupan.cz

Cihla z pohledu ekologie



Cihlářský svaz Čech a Moravy si zadal studii Posouzení životního cyklu dřevostavby a cihlového domu¹⁾ s ohledem na celý životní cyklus stavby. Pro tuto studii byl použit projekt dřevostavby, z něhož díky vyšší flexibilitě zdicích prvků bylo možné zpracovat projekt cihlového domu (použity cihly HELUZ Family 38 2in1). Tepelně izolační vlastnosti obálky byly nastaveny co možná nejpodobněji dle možností jednotlivých konstrukčních systémů. Následně byly vypracovány LCA modely obou staveb a modely provozu domů pro období 10, 20, 40 a 50 let.

Bylo zjištěno, že z hlediska konstrukčních systémů má dřevostavba vyšší environmentální dopady téměř ve všech kategoriích s výjimkou kategorie dopadu globálního oteplování a kategorie dopadu sladkovodní ekotoxicity. Pokud dojde k využití stavebních materiálů po demolici budov a energetickému využití dřevěných součástí, jsou environmentální dopady v součtu výstavby a demolice pro oba typy budov podobné.

Jak je vidět z uvedených tabulek, největší roli v dopadech budov na životní prostředí hraje jejich provoz. Ukazuje se, že na konci modelovaného období, tj. po 50 letech, představují emise skleníkových plynů z vytápění budov elektrokotlem až 90% celkových emisí skleníkových plynů. Z tohoto důvodu jsou klíčové tepelně izolační vlastnosti obálky budovy, které bezprostředně souvisí s provozními emisemi, ne materiálová skladba pláště budovy. Nutno dodat, že vysoké emise skleníkových plynů z provozu budovy mohou být razantně sníženy pomocí tepelného čerpadla. Tento zdroj sníží dopady na životní prostředí zhruba na čtvrtinu.

Pokud však posuzujeme budovu z cihel, tj. materiálu s delší životností než 50 let, po dobu 100 let, získává tato budova nepopíratelnou výhodu v nižších environmentálních dopadech, protože není potřeba nic bourat, znovu stavět a na konci životního cyklu opět bourat. V tomto případě pak „zjevně“ neekologický stavební materiál v celkovém součtu všech výše uvedených fází a po 100 letech provozu vykazuje celkové emise skleníkových plynů dokonce o 20% nižší než dvě po sobě postavené dřevostavby. Navíc pro uživatele cihelné stavby zde odpadá investice do nové budovy po 50 letech a vzniká tak významná finanční úspora.

Tab. 1 Výsledky indikátorů kategorií dopadu jednotlivých fází životního cyklu dřevostavby. Záporné hodnoty značí environmentální benefit získaný například recyklací odpadů či využitím odpadní energie.

Typ domu	Dřevostavba				
	Stavba	Demolice	Doprava	Provoz	Celkem
Fáze					
Úbytek abiotických surovin (ADP elements) [kg Sb ekv.]	1,39	-0,1	0	0,08	1,37
Úbytek fosilních surovin (ADP fossil) [MJ]	447 000	-115 000	5 520	3 790 000	4 120 000
Acidifikace (AP) [kg SO ₂ ekv.]	112	-49,9	0,95	1 020	1 090
Eutrofizace (EP) [kg PO ₄ ³⁻ ekv.]	12,6	0,27	0,23	94,2	107
Sladkovodní ekotoxicita (FAETP inf.) [kg DCB ekv.]	416	-22,7	2,19	497	892
Globální oteplování (GWP 100 let) [kg CO ₂ ekv.]	13 400	14 100	400	382 000	410 000
Humánní toxicita [kg DCB ekv.]	22 600	-1 080	8,25	11 900	33 500
Úbytek stratosférického ozonu (ODP) [kg R11 ekv.]	0,000275	-0,00086	0	0,000001	-0,000584
Vznik fotooxidantů (POCP) [kg C ₂ H ₄ ekv.]	12,1	-2,88	-0,31	80,9	89,7
Půdní ekotoxicita (TETP inf.) [kg DCB ekv.]	205	43,4	0,66	233	482

Tab. 2 Výsledky indikátorů kategorií dopadu jednotlivých fází životního cyklu cihlového domu. Záporné hodnoty značí environmentální benefit získaný například recyklací odpadů či využitím odpadní energie.

Typ domu	Cihlový dům				
	Stavba	Demolice	Doprava	Provoz	Celkem
Fáze					
Úbytek abiotických surovin (ADP elements) [kg Sb ekv.]	1,05	-0,08	0	0,07	1,04
Úbytek fosilních surovin (ADP fossil) [MJ]	431 000	-27 000	7 440	3 290 000	3 700 000
Acidifikace (AP) [kg SO ₂ ekv.]	98,7	-8,41	1,28	890	982
Eutrofizace (EP) [kg PO ₄ ³⁻ ekv.]	12,4	1,67	0,31	81,9	96,3
Sladkovodní ekotoxicita (FAETP inf.) [kg DCB ekv.]	486	-0,42	2,95	432	920
Globální oteplování (GWP 100 let) [kg CO ₂ ekv.]	26 600	7 390	540	333 000	367 000
Humánní toxicita [kg DCB ekv.]	20 700	-300	11,1	10 400	30 800
Úbytek stratosférického ozonu (ODP) [kg R11 ekv.]	0,000112	-0,0003	0	0,000001	-0,000188
Vznik fotooxidantů (POCP) [kg C ₂ H ₄ ekv.]	7,34	-0,45	-0,42	70,3	76,8
Půdní ekotoxicita (TETP inf.) [kg DCB ekv.]	166	69,3	0,89	202	439

¹⁾ Posouzení životního cyklu dřevostavby a cihlového domu, doc. Ing. Vladimír Kočí, PhD., MBA, a Bc. Juraj Petřík, 2018

Závěr

Při současném ročním tempu obnovy bytového fondu na úrovni 1% dává smysl stavět a renovovat budovy s minimální životností 100 let. Mělo by tedy být v našem zájmu soustředit se na podporu snižování energetické náročnosti budov, a nikoliv pouze na jejich materiálovou základnu. Protože, jak bylo výše ukázáno, vybírat konstrukční systém pouze podle množství emisí skleníkových plynů spojených se

stavbou budovy je příliš zjednodušující a neobjektivní.

S ohledem na ochranu půdního fondu a také s ohledem na dostupnost bydlení bychom měli maximálně využívat zastavěnou plochu a stavět patrové budovy. Ne všechny konstrukční systémy nám toto dovolují, ale při návrhu udržitelné budovy by vše výše jmenované mělo být zohledněno.

www.heluz.cz

Okna a jejich působení na vnitřní prostředí budov

Zatímco dříve byly hlavním parametrem oken tepelně-technické parametry, dnes se do projektových dokumentací dostávají i další parametry, které jsou zásadní pro zdravé vnitřní prostředí budov. Většinou ale nemají okamžitě viditelný efekt, protože se mohou pozitivně projevovat na lidském zdraví až postupem času.

Základním kritériem pro návrh oken zůstávají tepelně-technické parametry (ČSN 73 0540-2). Druhým důležitým požadavkem je solární faktor (ČSN 73 0540-2, ČSN EN 410) zasklívacích jednotek a akustický útlum (ČSN 73 0532). „U novostaveb se developeři ve větší míře musí zabývat výstavbou v prolukách či na nárožích frekventovaných křížovatek. Stavby se stále více přibližují hlukově exponovaným místům. Z uvedené situace vyplývá důrazný požadavek na perfektní montáž oken a dveří (ČSN 74 6077), kterou VEKRA pojala za svůj standard,“ popisuje Ing. Pavel Kašpar, manažer technického vývoje společnosti VEKRA. Osazení oken bez správně navržených a aplikovaných uzávěrů připojovací spáry stejně jako tepelně a akusticky izolační výplně připojovací spáry mohou sebelepším otvorovou výplň znehodnotit.

Zasklení a prostup světla

Z hlediska lidského zdraví je významná také expozice denního světla. Protože však většina populace tráví většinu dne uvnitř objektů, nabývá požadavek na zlepšení prostupu světla pro otvorové výplně na větším významu, a to nejen u veřejných budov, ale i v bytových a rodinných domech. U novostaveb je práce s otvorovými výplněmi pro projektanty poměrně jednoduchá, nicméně i tak musí projektant při návrhu vždy zohlednit typ budovy, velikost okna a další faktory a nalézt rovnováhu mezi propustností světla a požadavky na akustiku, bezpečnost i tepelně-technické vlastnosti. Složitější bývá situace u rekonstrukcí budov, kde může dojít ke zmenšení prosklené plochy a distribuce světla do interiéru. Je tedy vhodné zaměřit se na možnosti vytvoření nových otvorů pro okna, nebo alespoň na zvětšení těch stávajících. Tam, kde to není možné, musí být kladen větší důraz na výběr zasklívací jednotky. „Z toho důvodu každý objekt individuálně posuzujeme a spolupracujeme s projektanty či architekty již ve fázi přípravy projektu, aby bylo dosaženo optimálního



Obr. 1 Instalace oken VEKRA vždy probíhá v souladu s požadavky normy, celý systém dodávky oken na klíč je certifikován nezávislým institutem TÜV Nord



Obr. 2 Okna VEKRA jsou dodávána jako komplexní dílo na klíč s možností odborných služeb architektům a projektantům

řešení otvorových výplní na míru dané stavby a okna byla dlouhodobě funkční a splňovala požadavky investora,“ uvádí Ing. Pavel Kašpar ze společnosti VEKRA.

Vlhkost a plísně

Mezi nejzávažnější rizika pro zdravé vnitřní prostředí patří plísně. Oproti předpokladům, že na vině jsou samotná okna, bývá mnohem častěji příčina skryta v nevhodném postupu instalace. To potvrdila i studie rakouské univerzity v Kremži, z níž vyplývá, že neprofesionální instalace oken

zásadně zvyšuje riziko pro vznik plísní. „Proto VEKRA klade důraz na kompletní dodávku na klíč – produkt včetně montáže – a projektantům a architektům poskytuje odborné služby a poradenství. A aby byla záruka jasná a objektivně stejná, nechala si své služby certifikovat u renomovaného německého institutu TÜV Nord jako jistotu pro investora, že dostane kvalitní, odborně provedenou práci,“ uzavírá Ing. Pavel Kašpar ze společnosti VEKRA.

Více na www.vekra.cz

Chytré zasklení IZOS Acoustic

– váš ochránce ticha

I když dominantní část obálky domu představují stěny, komfort bydlení velmi výrazně ovlivňuje zasklení oken. Jeho vhodná volba je zásadní především pro akustický komfort. V segmentu akusticky izolačního zasklení představuje jednu z nejširších nabídek společnost HELUZ IZOS.

Ověřená databáze akustických vlastností

Míru zvukové izolace izolačního skla je možné získat buď z generických dat z technických norem, nebo pomocí výpočtů. Nevýhodou tohoto stanovení je větší rozptýlení hodnot, respektive jejich nižší přesnost. Druhou možností je zvolit náročnější, ale přesnější metodu, a to fyzické měření akustických parametrů na zkušebním vzorku izolačního skla. Tuto metodu preferuje společnost HELUZ IZOS. Díky tomu může pracovat s databází velmi přesných výsledků zvukové izolace pro různé skladby izolačních skel. Databáze zahrnuje izolační skla od základních dvojskel a trojskel s vzduchovou neprůzvučností začínající na 31 dB až po vysoce akusticky účinná izolační skla se vzduchovou neprůzvučností 45 dB. Databáze měření se neustále rozšiřuje, aby HELUZ IZOS mohl nabídnout kvalitní podklady výrobcům oken, projektantům a zhotovitelům staveb pro řešení rozličných druhů požadavků. Ucelená řada akustických izolačních skel byla certifikována v ITC.

Vnímání hlukové zátěže

Hlukovou zátěž z vnějšího prostředí vnímáme prakticky všude. Ve městech se potýkáme především s hlukem z dopravy. V klidnějších lokalitách se můžeme setkat se zvukem z různých nahodilých činností, jako jsou práce na zahradě, nebo se zvuky od zvířat. Domy umístěné u méně frekventované silnice může potrápiti i krátkodobé zvýšení intenzity dopravy po ránu

nebo odpoledne či nahodilý průjezd těžkého automobilu. V takovém případě sice není hluk trvalý, ale nárazový a to nepříjemnější. Navíc i nízká hladina hluku působícího dlouhodobě může vést k poškození zdraví. „Bavíme se o hodnotách kolem 55 dB a více. Například pokud chceme vést nerušený rozhovor s řečovou hladinou kolem 50 dB, měl by dosahovat maximální akustický tlak okolí hodnoty 35 dB. Proto by měl být řádně odizolován i hluk z vnějšího prostředí. Pokud si chceme dobře odpočinout, měla by být hodnota ve vnitřním prostoru stavby maximálně do 40 dB, v době spánku dokonce jen 30 dB. Pro citlivější jedince to mohou být i hodnoty nižší,“ vysvětluje Ing. Pavel Heinrich, odborný konzultant společnosti HELUZ IZOS.

Posuzování akustického komfortu v budovách představuje významný aspekt při jejich návrhu. Protože hluk má prokazatelně negativní dopady na zdraví osob, je pro jeho omezení zavedena zákonná regulace. Základem je zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. a nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Nařízení stanovují limity pro ochranu před nepříznivými účinky hluku na zdraví, stanovují přípustné limity podle typu chráněného prostoru a také stanovují, jak se měřením prokazuje splnění těchto požadavků. Pro návrh obvodového pláště budov je třeba respektovat závaznou normu ČSN 73 0532, ve které jsou stanoveny požadavky na zvukovou izolaci obvodového pláště (tzn. včetně oken) podle hlukové zátěže. Při povolování staveb je nutné předložit podklady pro závazné stanovisko Krajské hygienické stanice. I proto je důležité provést správný návrh obvodového pláště, aby budova byla navržena komplexně s důrazem na eliminaci hluku.

Individuální řešení vašich potřeb

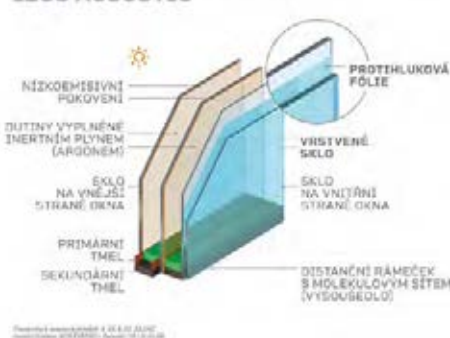
Platí obecné pravidlo, že zvukovou izolaci obvodové konstrukce určuje nejslabší prvek, kterým je obvykle okno, protože stěny mají zpravidla výrazně lepší neprůzvučnost. Dále platí, že čím je okno větší, tím větší jsou kladeny nároky na jeho zvukovou izolaci. Při určitém poměru okna a plně stěny obvodové konstrukce odpovídá míra zvukové izolace okna, vlastnostem jeho zasklení. Proto je velmi důležitý výběr správného izolačního skla pro každé okno v domě. „Je otázkou, zda chceme plnit pouze legislativní minimum nebo si chceme dopřát větší akustický komfort. Pokud zvolíme nevhodné izolační sklo do oken, tato chyba se velmi špatně, respektive drazě sanuje. V praxi to může znamenat výměnu zasklení nebo celých oken,“ doplňuje Pavel Heinrich.

Pro představu, vzduchová neprůzvučnost (R_w) zděných obvodových konstrukcí se většinou pohybuje mezi 45 a 50 dB, například zdivo z cihel HELUZ UNI vykazuje hodnotu R_w 49 dB.

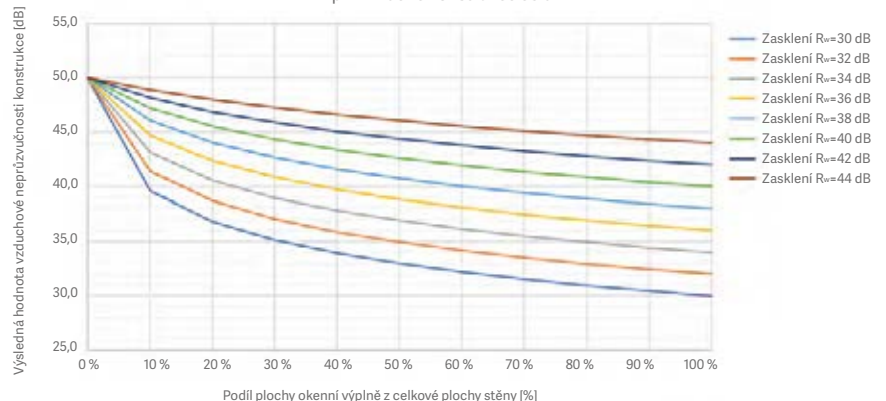
Výsledkem vývoje výrobků HELUZ IZOS je široké portfolio zvukově izolačního zasklení. Například izolační trojsklo **IZOS Shadow Acoustic** s tabulemi skla 8, 4, 4 mm splňuje požadavek na neprůzvučnost 40 dB, zároveň vykazuje skvělou hodnotu součinitele prostupu tepla $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Využití skleněných tabulí o tloušťce 8 mm, 6 mm a bezpečnostního skla VSG 44.2 pak zajišťuje v případě zasklení **IZOS Shadow Protect Acoustic** vzduchovou neprůzvučnost až 45 dB, tedy hodnotu o 1 až 4 dB lepší než konkurenční výrobky. Konkrétní řešení vždy vychází z individuálních potřeb a požadavků klienta, který se značkou HELUZ IZOS získává unikátní izolační zasklení kombinující několik výhod v jednom.

www.izos.cz

ŘEZ IZOLAČNÍM SKLEM IZOS ACOUSTIC



Vliv typu zasklení a podílu zasklených ploch na výslednou hodnotu obvodové konstrukce [dB] při R_w zděné konstrukce 50 dB



AUKLAN projektový proces pro bytovou výstavbu



AUKLAN přináší nový druh výstavby formou tenkostěnných ocelových konstrukcí a 2D panelů a disponuje vlastní projekční kanceláří. Jaké možnosti nabízí svým klientům v rámci celého procesu? Návrhy konstrukcí domů rodinných či bytových jsou zpracovávány zkušeným týmem profesionálů.

Architektonická studie

Seznámíte se s možnostmi systému AUKLAN, jeho vhodností, ev. nevhodností pro zamýšlenou stavbu. Pokud tým projektantů vyhodnotí stavbu jako vhodnou, zadavatel následně zajistí u svého architekta zpracování architektonické studie dle projektových a konstrukčních zásad tohoto systému. Při zpracovávání je tým projektantů k dispozici pro konzultace týkající se určení skladeb stěn, stropních a střešních konstrukcí, z nichž vyplynou i tloušťky jednotlivých konstrukcí. Je také nutné se statikem konzultovat základní principy přenosu zatížení mezi jednotlivými částmi konstrukce a určení maximálních rozponů pro stropní a střešní konstrukce, stejně jako definování polohy stavebních otvorů v nosných stěnách a jejich maximální rozměry.

Zřetel se klade na dostatečné prostorové ztužení celého objektu, aby byl schopen spolehlivě odolávat účinkům zatížení, především vodorovným účinkům od působení větru, společně se svislým zatížením



od stálých zatížení, užitného zatížení stropních konstrukcí a zatížení sněhem na střeše.

Proces povolování

V další fázi projektu architektovi, resp. generálnímu projektantovi zpracujeme statické posouzení nosné tenkostěnné ocelové konstrukce. V součinnosti s externími statiky je možné zajistit také statické posouzení pro navazující konstrukce (betonové, ocelové za tepla válcované). Zpracovává se 3D konstrukční model v softwaru Tekla Structures, který může být začleněn do BIM modelu. Projektantovi stavby a klientovi jsou poskytnuty výkresy tvarů, technická zpráva a statický posudek.

Současně jsou znovu revidovány návrhy skladeb všech konstrukcí, z nichž vyplyne finální geometrie objektu a zatížení.

Realizační dokumentace

Ve fázi zpracování realizační dokumentace projekční kancelář definuje všechny spojovací a kotevní prvky, detaily napojení tenkostěnné ocelové konstrukce na základovou konstrukci, případně na ztužující betonové schodištvé/výtahové jádro, pokud je v objektu navrženo. Současně dochází k případné optimalizaci nosné tenkostěnné ocelové konstrukce, vč. optimalizace konstrukčních spojů. Spolupracujeme s generálním projektantem na koordinaci všech profesí. Řeší se kolize s jinými konstrukcemi, profesemi, vytvářejí se prostupy, flexibilně upravuje geometrii konstrukce a polohy jednotlivých prvků tak, aby bylo zamezeno potenciálním kolizím jednotlivých technologií v objektu.

Dílečná dokumentace

Po dokončení koordinace všech profesí s navrhovanou konstrukcí a určení harmonogramu výstavby je zahájeno zpracování dílečné dokumentace. Pro každý prvek je vytvořen výkres, dle kterého je vyroben vč. všech prolisů, otvorů a výstřihů. Při montáži nedochází k žádnému dalšímu vrtání nebo krácení tenkostěnných profilů.

www.auklan.com

fischer DualFix - certifikovaný a patentovaný kotevní systém zdvojených zateplených fasád

Dva hlavní trendy naší doby jsou co neefektivnější využívání obnovitelných zdrojů energie a snižování energetické náročnosti fungující společnosti. Podstatnou část druhé oblasti představuje zateplování stávajících budov. Pro situace, kdy už objekt jeden „kožíšek“ na sobě má, fischer přichází s unikátním a certifikovaným systémem, který uspoří čas, nemalé peníze a sníží spotřebu energií.

Bez zbytečných nákladů

Zateplení prováděné před 20 a více lety z dnešního pohledu často vykazuje mnohé nedostatky zejména v oblasti lepení a ukotvení tepelně izolačních desek. Navíc je fasáda často napadena mechy a plísněmi a i tloušťka zateplení (50 – 80 mm) často přivádí uživatele budovy k nápadu, že by bylo dobré dům zateplit znovu. Uvedené vady zateplení jsou důvodem k jeho stržení a provedení zcela nové zateplené fasády s omítkou (ETICS). Takový postup představuje náklady na odstranění, odvoz a ekologickou likvidaci a vyšší časovou náročnost.

Hospodárné a ekologické řešení představuje fischer DualFix.

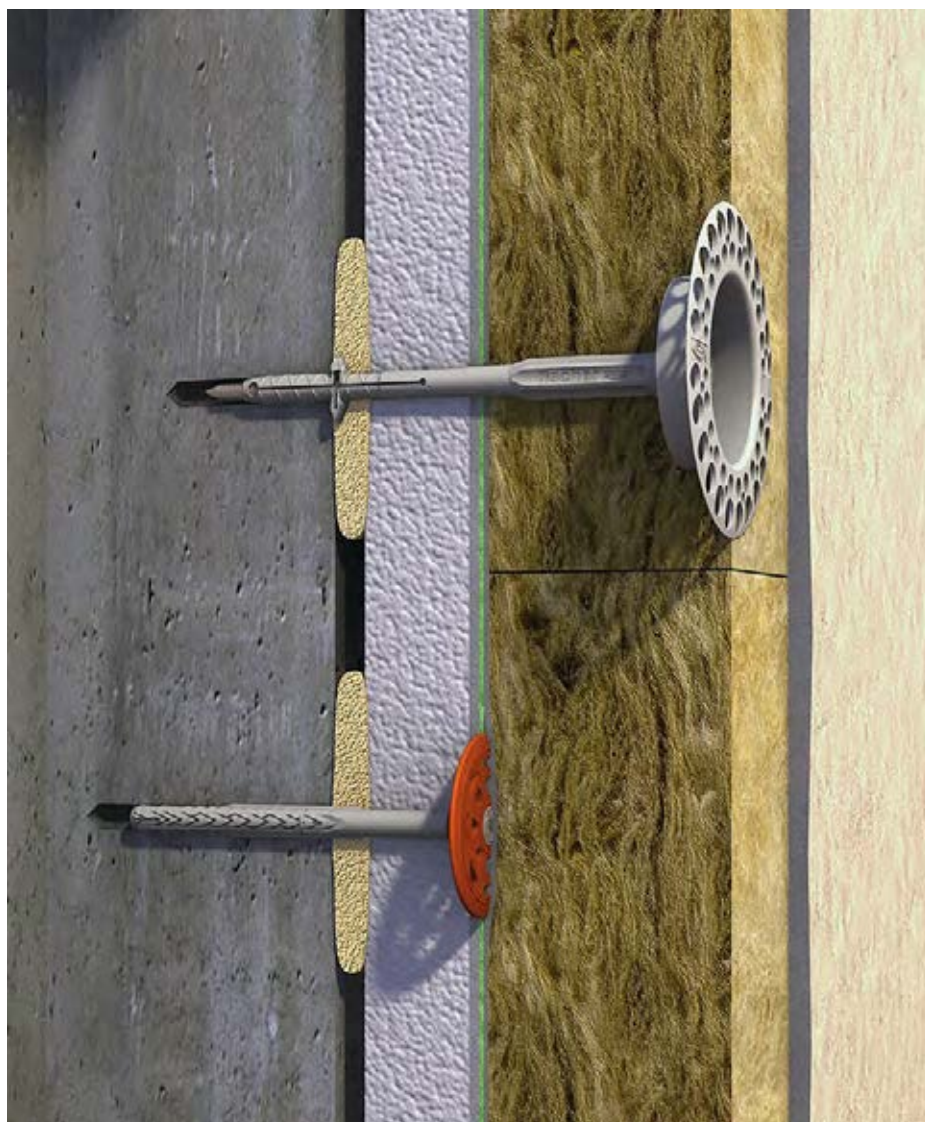
Princip

Základní myšlenkou systému fischer DualFix je ponechat stávající zateplení na místě a staticky ho zajistit tak, aby spolehlivě drželo a fungovalo, i když se na něj nalepí další vrstva izolace.

Postup a prvky systému

Při statickém zajištění stávající vrstvy zateplení se použije rámová kotva fischer SXRL 10T s izolačním talířkem DT 60/12. SXRL funguje univerzálně ve všech stavebních materiálech od betonu po plynosilikát s výjimečně vysokou tahovou i smykovou nosností. Před zavedením kotvy se do otvoru injektuje expanzní hmota fischer SanRec, jejímž úkolem je vyplnit mezeru mezi starou izolací a nosnou zdí a zamezit pohybu staré izolace pod tíhou té nové.

Po řádné přípravě povrchu proběhne lepení nové vrstvy izolace podle technologického postupu výrobce zateplovacího systému. Před ukotvením nového zateplení se musí do otvoru opět injektovat hmota SanRec v místech, kde se staré zateplení potkává s nosnou zdí. Injektáž se provádí, aby v místě kotvení vznikla pod starým zateplením tuhá vrstva, jak vyžaduje obecný technický



předpis ETICS. K upevnění nového zateplení je určena hmoždinka fischer TermoZ CS II 8, resp. TermoZ CS II 8 DT 110 V (pro izolační desky z MW). Šroubovací talířová hmoždinka s plasto-kovovým šroubem, která se bezvadně zakotví ve všech stavebních materiálech a má minimální bodový součinitel prostupu tepla. Rychlá jednokroková montáž se provádí přípravkem TermoZ Tool.

Zápustná montáž se ukončuje zátkou z polystyrenu nebo minerální vlny podle typu použitých izolačních desek.

Co dělat, když chci využít DualFix

Nejprve je nutné posoudit stav současného zateplení a funkčnost všech komponentů systému. Sondy provádí někteří z našich obchodně technických poradců. Další příprava projektu pak půjde hladce:

- návrh statického zajištění
- kotevní plán nového zateplení
- cenová nabídka a dodávka
- poradenství a zaškolení v montáži
- kontrola prováděných prací, bude-li vyžadována.



www.fischer-cz.cz

Stavba Jihomoravského kraje 2023



Slavnostní udílení cen se konalo ve čtvrtek 25. dubna 2024 v prostorách auly Fakulty stavební VUT v Brně za účasti hejtmána Jihomoravského kraje pana Mgr. Jana Grolicha. Do letošního ročníku soutěže o nejlepší stavbu Jihomoravského kraje se přihlásilo celkem 51 staveb a projektů, což bylo nejvíc za celou historii soutěže.

Posláním soutěže je prezentace kvalitních výstavbových projektů v Jihomoravském kraji a přiblížení nejlepších stavebních děl a jejich tvůrců širší laické i odborné veřejnosti. Současně si soutěž klade za cíl propagovat projektové, dodavatelské a investorské subjekty, které zajímavé stavby na území kraje realizují. Dvanáctičlenná porota v čele s panem prof. Rostislavem Drochytkou posoudila přihlášená stavební díla podle jejich funkčnosti, celkové koncepce, architektonické hodnoty, kvality prací, začlenění do okolí a dalších zvláštních předností a následně určila vítěze v šesti kategoriích.

Titulem Nejlepší studentský projekt JMK 2023 byly oceněny nejlepší studentské a doktorské práce studentů z oboru stavitelství.

STAVBY OBČANSKÉ VYBAVENOSTI



Krytý bazén Znojmo – Louka

Příhlašovatel: IMOS Brno, a.s.

Stavebník: Město Znojmo

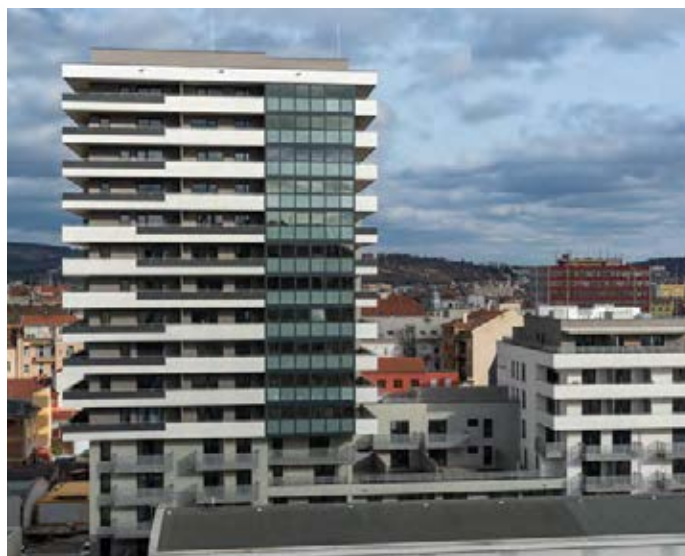
Projektová dokumentace: Architektonická kancelář Burian – Křivinka s.r.o.

Zhotovitel: Společnost „Sdružení pro výstavbu bazénu Znojmo“ (IMOS Brno, a.s. – vedoucí společník, METROSTAV DIZ s.r.o.)

Náklady: 292,8 mil. Kč

Lhůta výstavby: 06/2021–06/2023

BYTOVÉ STAVBY



Rezidence Bratislavská, Brno

Příhlašovatel: UNISTAV CONSTRUCTION a.s.

Stavebník: Rezidence Bratislavská s.r.o.

Projektová dokumentace: Arch.Design, s.r.o.

Zhotovitel: UNISTAV CONSTRUCTION a.s.

Náklady: 650 mil. Kč

Lhůta výstavby: 02/2021–11/2023

STAVBY OBČANSKÉ VYBAVENOSTI



Smuteční síň v Tišnově včetně interiéru, kolumbárií a oplocení

Příhlašovatel: Město Tišnov

Stavebník: Město Tišnov

Projektová dokumentace: Ing. arch. Pavel Jura

Zhotovitel: Stavební firma MATYÁŠ s.r.o. (smuteční síň, kolumbária), Pavel Bartoš (interiér), BauCom s.r.o. (oplocení)

Náklady: 43,6 mil. Kč

Lhůta výstavby: 10/2020–12/2023

DOPRAVNÍ A INŽENÝRSKÉ STAVBY



III37937 Blansko – přemostění

Příhlašovatel: Projektční kancelář PRIS spol. s r.o.
Stavebník: Jihomoravský kraj zastoupený Správou silnic JMK
Projektová dokumentace: Projektční kancelář PRIS spol. s r.o.
Zhotovitel: Metrostav DIZ s.r.o.
Náklady: 3 18,1 mil. Kč
Lhůta výstavby: 07/2021–04/2023

REKONSTRUKCE STAVEB



Stavební práce s nástavbou a přístavbou objektu brownfieldu v Mělčanech

Příhlašovatel: STAVOS Brno, a.s.
Stavebník: Obec Mělčany
Projektová dokumentace: Ing. arch. Miroslav Velehradský
Zhotovitel: STAVOS Brno, a.s.
Náklady: 53,97 mil. Kč
Lhůta výstavby: 08/2021–01/2023

PRŮMYSLOVÉ A TECHNOLOGICKÉ STAVBY



Udržitelná budova Solis v areálu Sonnentor, Čejkovice

Příhlašovatel: Winning PS – stavební firma s.r.o.
Stavebník: Sonnentor s.r.o., Čejkovice
Projektová dokumentace: A77 Architektonický atelier Brno, s.r.o.
Zhotovitel: Winning PS – stavební firma s.r.o.
Náklady: neuvedeno
Lhůta výstavby: 10/2021–03/2023

VODOHOSPODÁŘSKÉ A EKOLOGICKÉ STAVBY



Brno, Mendlovo náměstí – kanalizace a vodovod

Příhlašovatel: IMOS Brno, a.s.
Stavebník: Statutární město Brno, Brněnské vodárny a kanalizace
Architekt: CHYBIK + KRISTOF associated architects, s.r.o.
Projektová dokumentace: AQUATIS, a.s., PK Ossendorf, s.r.o.
Zhotovitel: IMOS Brno, a.s.
Náklady: 121,1 mil. Kč
Lhůta výstavby: 11/2021–02/2023

Zdroj: Svaz podnikatelů ve stavebnictví v Jihomoravském kraji

Týden betonu 2024

na Fakultě stavební ČVUT v Praze



Ve dnech 22.–26. dubna 2024 proběhl na Fakultě stavební ČVUT pod záštitou děkana fakulty prof. Ing. Jiřího Máci, CSc., čtvrtý ročník akce Týden betonu. Jejím cílem je představit studentům a veřejnosti technologie a materiály související s oborem betonových konstrukcí. Organizačně ji zajišťuje Katedra technologie staveb pod vedením doc. Ing. Pavla Svobody, CSc.

Hlavní částí programu Týdne betonu byl tradičně studentský workshop výroby monolitického prvku konaný před vstupem do budovy fakulty, do kterého se zapojili posluchači studijních programů Stavitelství a Stavební inženýrství (specializace Příprava, realizace a provoz staveb). Letos byl k výrobě vybrán návrh dlouholetého pedagoga Katedry architektury, Ing. arch. Jiřího Trojana, netradičně kombinující sochu stylizované postavy s dvěma lavičkami. Návrh výztuže byl realizován pracovníky Katedry betonových a zděných konstrukcí. Unikátní tvar prvku vymodelovaný ve 3D bylo nutno realizovat speciálními bednicími vložkami z polystyrénu obráběnými na CNC fréze. Prvek byl odlit hlavou dolů ze samozhutnitelného betonu do polystyrénové formy složené ze čtyř kusů obestavených rámovým bedněním. Vzhledem k nepravidelnému tvaru sochy byla velkou výzvou výroba výztuže, kterou studenti podílející se na akci vážali na místě, a samotné otáčení sochy realizované mobilním jeřábem. Studenti si tak mohli pod dozorem odborníků prakticky vyzkoušet instalaci oplocení, sestavení bednění, vázání výztuže, betonáž i následné velmi náročné odbednění a postprodukci železobetonového prvku. Lavička o rozměrech 1 380 x 1 430 x 2 080 mm má objem 0,8 m³ a hmotnost cca 2 tuny



a je umístěna na trávníku před Fakultou stavební.

Mezi studenty všech oborů byl také velký zájem o odborné exkurze na dvanáct staveb v pražském regionu, zajištěné ve spolupráci se stavebními firmami, které byly partnery této akce. Studenti tak měli možnost se zblízka seznámit s realizací trasy metra D, s rekonstrukcí Barrandovského mostu, Branického mostu nebo Holešovické tržnice a navštívit množství novostaveb bytových i občanských budov



a komplexů v různé fázi výstavby. V rámci technického dne pak měli studenti možnost v atriu FSv zhlédnout celodenní sympozium přednášek odborníků z praxe i firem prezentujících novinky z oblasti betonových technologií a materiálů včetně předvedení stříhání betonářské oceli hydraulickými nůžkami.

Hlavní partneři akce

PERI, spol. s r.o., ZAPA beton a.s., SCASERV a.s., Metrostav a.s., TSB Facility s.r.o. a APB - Plzeň a.s.

Partneři akce

Hinton, a.s., Hochtief CZ a.s., PORR a.s., PP 53, a.s., Skanska a.s., VINCI Construction CS a.s., SWIETELSKY stavební s.r.o., SYNER, s.r.o., Trigema a.s., VCES a.s., VW WACHAL a.s., MIRRO s.r.o., KONSIT a.s., Xypex CE, s.r.o., GEMO a.s., Strabag a.s., GJW Praha spol. s r. o., AMADEUS Real Estate, a.s., PSG Construction a.s., Jádrové vrtání Poděbrady, s.r.o. a Baumit, spol. s r.o.

Ing. Michal Kovářík, Ph.D.

Ing. Tomáš Váchal, Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze, Katedra technologie staveb (foto: Ing. Michal Kovářík, Ph.D.)



31. SILNIČNÍ KONFERENCE

KVALITA INOVACE VZDĚLÁNÍ

ZE SVĚTA DO REGIONŮ
ČESKÉ BUDĚJOVICE 2024

23.–24. října 2024
Výstaviště České Budějovice



www.silnicnikonference.eu

Kontakt, bližší informace:

E-mail: info@silnicnikonference.eu | Tel.: +420 604 271 835

Výročí Bílé labuť

Před 85 lety byl slavnostně otevřen pražský obchodní dům Bílá labuť. V té době šlo o největší a nejmodernější obchodní dům ve střední a východní Evropě.

Funkcionalistická skleněná budova s železobetonovou konstrukcí měla celkem jednat podlaží, z toho dvě podzemní. Budova s obestavěným prostorem cca 70 000 m³ nabízela prodejní plochu 15 000 m². Vnitřní

komunikace tvořila dvě pevná schodiště a 5 velkých osobních rychlovýtahů. Senzací byl eskalátor z přízemí do prvního patra – jednalo se o první pohyblivé schodiště v Praze umístěné v objektu. Evropským unikátem byly pneumatické pokladny.

Bílá labuť je unikátní nejen svou architekturou a významem, ale také tím, že je do dnešního dne stále v provozu.

Zdroj: bilalabut.cz



Modernizace vítkovické nádražní budovy může začít



Správa železnic vybrala zhotovitele rekonstrukce nádražní budovy z roku 1967 v Ostravě-Vítkovicích - společnost MORYS. Rozsáhlá rekonstrukce památkově chráněné budovy zahrnuje jak obnovu vnějších částí, tak interiéru.

Modernizace nejen výrazně zvýší komfort pro cestující, ale současně otevře možnosti pro lepší využití prostoru. Zaměří se na renovaci obvodového pláště včetně výměny oken, která budou odpovídat původní architektuře. V souladu s požadavky památkářů se obnoví i interiéru. Zachovány zůstanou stávající prvky, především umělecká výzdoba. Nová vnitřní dispozice poskytne prostory pro kanceláře, obchody, služby i klimatizovanou čekárnu. Součástí projektu je také zlepšení bezbariérovosti a instalace moderního orientačního a informačního systému. Ve spolupráci s městskou částí Ostrava-Vítkovice se obnovy dočká také plocha před nádražím. Cestujícím nabídne dostatek parkovacích míst včetně nabíjecích stanic pro elektromobily a elektrokola.

Zdroj: Správa železnic

Hrad Velhartice otevřel novou prohlídkovou trasu

Do dosud nepřístupných nejstarších prostor hradu zavede návštěvníky novou prohlídkovou trasu Šumavská klenotnice. Otevřením nové prohlídkové trasy se završila několikaletá stavební obnova vybraných interiérů nejstarší části velhartického hradu. Rekonstrukci předcházely pečlivé stavebně historické průzkumy. Obnova prostor zahrnovala rekonstrukci elektro rozvodů, opravu povrchů a podlah i drobné úpravy dispozice. Projekt byl podpořen prostředky Ministerstva kultury.

Nový okruh Šumavská klenotnice přiblíží návštěvníkům klíčové momenty historie hradu Velhartice prostřednictvím unikátního spojení audio a videotechniky.

Zdroj a ilustrační foto: Národní památkový ústav



Nové nádraží Bubny roste do výšky

Na největším současném pražském železničním staveništi pokračují práce na novém nádraží Praha-Bubny. Jeho budova, která je oproti původnímu nádraží předsunuta do sousedství stanice metra C Vltavská, už roste do výšky a nabývá svého budoucího tvaru.

V zářezu do Stromovky vzniká i nová zastávka Praha-Výstaviště. Stromovku s Letnou propojí nedaleko budoucí zastávky nová lávka, která pěším umožní pohodlnější cestu mezi oběma parky.

Modernizace úseku ze stanice Bubny začala loni v lednu. Jedná se o jeden z úseků budoucí trati z centra na letiště a do Kladna, konkrétně jde o zhruba 1,3 km. Navazuje na již zrekonstruovaný Negrelliho viadukt. Úsek Bubny – Výstaviště realizuje sdružení firem Metrostav TBR, OHLA ŽS a Elektrizace železnic Praha. Trať se zdvoukolejní a elektrifikuje a povede z větší části po estakádě. Hotovo má být v roce 2025.

Zdroj a vizualizace: Správa železnic



Vila Preciosa kulturní památkou

Vila Preciosa je součástí nejhonosnější karlovarské vilové kolonie, jež se vyvíjela od sedmdesátých let 19. století. Byla postavena v letech 1902–1903 ve stylu francouzské neorenesance.

Vila je charakteristickou ukázkou reprezentativní vilové architektury pozdního historismu v Karlových Varech. Význam vily spočívá ve vysoké míře

autenticity jak v exteriéru, tak interiéru. Fasády disponují bohatými štukovými dekory a původními výplněmi včetně vnějšího stínicího systému žaluziových rolet. Na mansardové střeše se dochovala historická krytina z přírodní štípané břidlice a zdobné pasířské prvky výrazné mansardové římsy. Reprezentativní řešení vily podtrhuje štuková výzdoba společných schodišťových prostor a další dekorativní interiérové prvky jako jsou dlažby, zábradlí či výtahová klec. Technickou zajímavostí je kotel teplovzdušného vytápění v suterénu. Vila je obklopena zahradou, kterou od okolí odděluje původní oplocení.

Zdroj: Národní památkový ústav



INZERCE / Text: Zumtobel / Foto: Blanka Triščová

Městská stodola v Bělé nad Radbuzou vyniká po své renovaci nejen oceňovanou architekturou, ale také hospodárným osvětlením

Společnost Zumtobel dodala kompletní systém osvětlení pro nově zrekonstruovanou městskou stodolu v Bělé nad Radbuzou na Domažlicku. Autoři projektu Ing. Milan Šraml a Arch. Veronika Olič proměnili dlouhodobě nevyužívaný a zchátralý objekt v pozoruhodnou multifunkční budovu, v níž lze provozovat volnočasové aktivity i pořádat společenské, sportovní a kulturní akce. V exteriéru i interiéru našla uplatnění široká škála moderních a hospodárných svítidel značky Thorn.

Autoři projektu vybrali ze širokého portfolia značky Thorn moderní závěsná svítidla Glacier II, přisazená svítidla Lucy, kruhová funkční svítidla Katona a malé světlomety LED Fit. Další svítidla značek Zumtobel a Thorn budou zanedlouho zářit v upraveném barokním zámečku v sousedství zrekonstruované stodoly. Oba objekty jsou součástí rozlehlého areálu bývalé renesanční tvrze.

Renovace stodoly probíhala pod záštitou Ing. Milana Šramla, který je podepsán mimo jiné i pod zdařilými revitalizacemi

architektonických památek v Dolních Vítkovicích. Po úspěšné realizaci byl tento pozoruhodný projekt městské stodoly nominován na titul Stavba roku Plzeňského kraje 2021 a v této soutěži získal Cenu Ministerstva průmyslu a obchodu ČR.

Zvenku si městská stodola zachovala původní architektonický charakter, který dotváří upravený terén v bezprostředním okolí, zatímco interiéru dominuje vizuálně atraktivní dřevěný krov. Architekti do exteriéru i interiéru citlivě zakomponovali nejmodernější svítidla značky Thorn od společnosti Zumtobel. V hlavním sálu, který pojme až 500 návštěvníků, visí z dřevěného krovu dvě řady svítidel Glacier II, doplněné na stěnách malými světlomety LED Fit, které osvětlují také venkovní fasády. Na toaletách zajišťují potřebné osvětlení kruhová svítidla Katona a přisazená svítidla Lucy.

Spolupráce společnosti Zumtobel s autory projektu na renovaci rozsáhlého historického areálu v Bělé nad Radbuzou dokončením městské stodoly neskončila.



V současnosti probíhají dokončovací práce na úpravách barokního zámečku.

Skupina Zumtobel, sídlí v Dornbirnu v rakouské spolkové zemi Vorarlberg. Na českém trhu je zastoupená pobočkou ZG Lighting Czech Republic s.r.o.

Kontakt: Jankovcova 2
170 00 Praha 7, tel.: +420 266 782 200
<https://www.zumtobel.cz>

V příštím čísle:



Srpnové číslo časopisu se zaměřuje na realizaci staveb.

Představíme například náročné **konstrukční řešení nedostatečného odvodnění svahu za restaurací Nebozítek v Petřínských sadech** a velmi zdařilou rekonstrukci a modernizaci budovy **Slovenské národní galerie v Bratislavě**.

Další zajímavou realizací je stavba **dálničního tunelu Herrschaftsbruck** na jihozápadě Německa, v těsné blízkosti švýcarské hranice na nově budované dálnici A98, na jehož výstavbě ve složitých geotechnických podmínkách se podílela i česká firma. (zdroj: <https://bkps.sk>)

Témata a vydání následujících čísel časopisu:

č. 08/24 – vychází 13. srpna 2024
Realizace staveb

č. 09/24 – vychází 10. září 2024
Digitalizace ve stavebnictví

www.casopisstavebnictvi.cz

Můžete si nás přečíst
v tištěné podobě
i on-line.

Již 18 let vám přinášíme informace
z výstavby, představujeme návrhy
a realizace technicky zajímavých staveb
a informujeme vás o nových materiálech
a technologiích.



**Hledáte svůj oblíbený
článek on-line?**
Najdete jej snadno
a přehledně v našem
archivu článků zde:



Časopis Stavebnictví je na Seznamu recenzovaných periodik vydávaných v České republice, který zřizuje Rada pro výzkum a vývoj vlády ČR.

Teoretické články uveřejněné v časopise Stavebnictví podléhají od vzniku časopisu odbornému posouzení. O tom, které články budou odborně posouzeny, rozhoduje redakční rada časopisu Stavebnictví. Recenzenti (nezávislé odborníky v daném oboru) rovněž určuje redakční rada časopisu Stavebnictví. Autoři recenzovaných článků jsou povinni zohlednit ve svých příspěvcích posudky recenzentů. Redakce neodpovídá za obsah placené inzerce, za obsah textů externích autorů a za obsah zveřejněných dopisů.

Obsah časopisu Stavebnictví je chráněn autorským zákonem. Kopírování a šíření obsahu časopisu v jakékoli podobě bez písemného souhlasu vydavatele je nezákonné.

časopis stavebnictví

Ročník XVIII
Číslo: 06–07/2024
Datum vydání: 11. června 2024
Cena: 89 Kč

Vydavatel:

INFORMAČNÍ CENTRUM ČKAIT s.r.o.
Sokolská 1498/15, 120 00 Praha 2
Tel.: +420 227 090 225
E-mail: info@ic-ckait.cz
www.ic-ckait.cz
IČ: 25930028, DIČ: CZ25930028

Redakce:

Ing. Hana Dušková, šéfredaktorka
Tel.: +420 725 560 166
E-mail: duskova@casopisstavebnictvi.cz
Ing. Miroslava Rychetská
PhDr. Hana Vojtová
Petr Zázvorka

Redakční rada:

Ing. Michael Trnka, CSc., předseda (ČKAIT)
Ing. Olgerd Pukl, místopředseda (ČKAIT)
Ing. Šárka Janoušková (IC ČKAIT)
Ing. Anna Kodysová, MBA (ČSSI)
Ing. Radim Loukota (ČKAIT)
Ing. Lenka Řezáčová (SPS)
Ing. Renata Zdařilová, Ph.D. (ČKAIT)

Odborní poradci:

Marie Báčová
doc. Ing. Viktor Borzovič, PhD.
JUDr. Lukáš Klee, Ph.D., LL.M., MBA
Ing. Milan Komínek
Ing. Vladimír Mazura
Ing. arch. Josef Smola
Ing. Daniel Uskokovič

Inzerce:

Pavel Šváb
Tel.: +420 737 085 800
E-mail: psvab@ic-ckait.cz

Předplatné:

Celoroční: 740 Kč (studenti: 500 Kč)
Marcela Rosinková
Tel.: +420 731 503 290, +420 495 541 359
E-mail: icckait.hk@hsc.cz

Grafická úprava:

Fast Forward s.r.o.

Foto na titulní straně:

Obnova Průmyslového paláce na pražském
Výstavišti (zdroj: Metrostav a.s.,
foto: Jiří Šebek, Výstaviště Praha)

Tisk:

Triangl, a.s.

Náklad: 27 334 výtisků
Náklad ověřuje ABC ČR, člen IF ABC
MK ČR E 17014
ISSN 1802-2030
EAN 977180220300508321

© Stavebnictví / All rights reserved
INFORMAČNÍ CENTRUM ČKAIT s.r.o.

www.casopisstavebnictvi.cz





30 let
v České republice



OTEVÍRÁME CESTY

STAROSTÍ | SDÍLENÍM | ODVAHOU



ZDIVO LIAPOR PRO POHLEDOVÉ STĚNY



POUŽITÍ A VÝHODY

Pro rychlé zdění, které významně šetří náklady i čas při stavbě administrativních budov, průmyslových objektů nebo sportovních hal.

- příjemný vzhled
- bez nutnosti omítání
- lze použít tenký barevný nátěr či nástřik
- možnost přesného zdění

POHLEDOVÉ PŘEKLADY

Liapor nabízí ucelený sortiment pohledového zdiva z LiaporBetonu, nově i včetně pohledových překladů, které bez potíží splní nároky zákazníků s vysokými požadavky na pohledovou kvalitu.



PŘEDNOSTI Liaporbetonu

- nízká objemová hmotnost
- skvělé tepelněizolační vlastnosti
- výborné akustické parametry
- snadná zpracovatelnost
- dlouhá životnost
- pevnost v tlaku
- odolnost vůči žáru a mrazu

