

■ Použití ocelových konstrukcí při rekonstrukci historického objektu sladovny v Písku

Historický objekt sladovny se nachází v centru starobylého města Písek. Je umístěn ve dvoře areálu městské radnice a přiléhá k historickému objektu píseckého hradu na břehu řeky Otavy. Objekt byl zbudován v letech 1861–1866 a svému účelu sloužil více než 100 let. Od přenesení sladovnické výroby do jiných objektů v polovině sedmdesátých let již sladovna prakticky nesloužila žádnému smysluplnému účelu, dočasně byla využívána jako sklad. Dlouhodobé nevyužívání a absence jakékoliv údržby se podepsaly na havarijním stavu objektu. V současnosti probíhá po etapách již několik let rekonstrukce, která má umožnit nové využití sladovny pro reprezentativní, výstavní a administrativní prostory Městského úřadu Písek. V rámci této rekonstrukce bylo nutné použít 40 t ocelových konstrukcí, jejichž návrh a realizace byly s ohledem na specifické podmínky historického objektu technicky náročné. Stáří stavby jednoznačně dokládají údaje nalezené na stěnách.

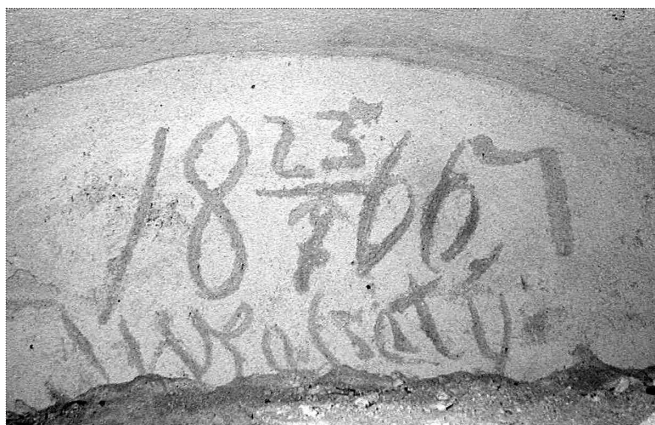
POPIS STAVU OBJEKTU PŘED REKONSTRUKCÍ

Objekt sladovny se skládá z několika částí. Členění odpovídá potřebám původního účelu – zpracování a skladování sladovnického ječmene. Pravá i levá část mají podobné dispoziční uspořádání i shodný příčný řez a měly stejné využití. Střední část sloužila jako komunikační jádro pro personál i jako dopravní uzel pro přesun materiálu, a proto i její uspořádání je odlišné. Popisované ocelové konstrukce jsou použity pouze v levé a pravé části.

Obvodové stěny objektu jsou ze smíšeného zdiva (cihla + kámen), tloušťka zdiva je 1 m. Střecha je valbová, krytá taškami. Uvnitř objektu je několik podlaží rozdílného konstrukčního řešení. Dvě spodní podlaží jsou zastropena cihelnými klenbami. Nad prvním podlažím je masivní válcová klenba se zásyem tloušťky až 2 m na rozpětí 8 m. Nad druhým podlažím je subtilnější klenba křížová (nad půdorysem jednotlivého pole 4,7×8,0 m), opět krytá zásyem. Nad těmito dvěma klenbovými stropy jsou další dvě vestavěná podlaží s dřevěnou nosnou konstrukcí, skládající se ze soustavy sloupů se šikmými vzpěrami, stropnic a průvlaků. Některé dřevěné



Letopočet 1862 na kamenném bloku spodní stavby



Datum 23. 7. 1866 na omítce půdy bloku spodní stavby včetně podpisů původních řemeslníků

ÚČASTNÍCI POPISOVANÝCH PRACÍ NA REKONSTRUKCI SLADOVNY V PÍSKU

Investor	MÚ Písek
Generální dodavatel	Kočič
Generální projektant	Adlatus
Projekt a realizace ocelových konstrukcí	Excon
Realizace ocelových konstrukcí	11/2006–5/2007
Hmotnost ocelových konstrukcí	40 t

vodorovné nosné prvky jsou řešeny jako prosté a některé jako spojitě nosníky o dvou i více polích (zejména u stropnic nelze nalézt jednotný systém).

Původně byly dřevěné trámy řešeny na rozpětí 8 m, stejně jako klenby pod nimi. Nepochybně se ale toto rozpětí ukázalo pro provoz sladovny příliš velké, a proto byla konstrukce stropů dodatečně podepřena dalšími řadami sloupů. Tím se původní rozpětí hlavních trámů zmenšilo na polovinu. Tyto dodatečné sloupy však působily velice nepříznivě přímo uprostřed klenby nad druhým podlažím, až došlo v několika případech k prolomení těchto kleneb. Problém prolomených kleneb byl „vyřešen“ přidáním dalších sloupů, které klenby nad druhým podlažím podpíraly uprostřed jejich rozpětí. K těmto úpravám došlo pravděpodobně koncem 19. století nebo nejpozději začátkem 20. století a je nutné konstatovat, že se jednalo o velmi neodborný a řemeslně odbytý zásah. Původní dřevěné konstrukce jsou tesařsky zpracovány s vysokou zručností (včetně tesařských spojů jednotlivých prvků). Dodatečně provedené konstrukce se odlišují výrazně horší kvalitou zpracování dřeva, spoje nejsou provedeny tesařsky, ale pouze kramlemi a hřebíky.

Kromě porušení kleneb dodatečným podepřením dřevěných podlaží do středů klenebných pásů vykazoval objekt ještě řadu dalších poruch, které významně ovlivňovaly jeho statiku. V obvodovém zdivu byly trhliny na celou tloušťku zdiva, některé na celou výšku objektu. Prostorová stabilita byla původně zajišťována systémem ocelových táhel v úrovních jednotlivých podlaží. Za dobu provozu objektu byla většina těchto táhel z různých důvodů vyřazena z činnosti, takže před rekonstrukcí zůstala účinná jen asi pětina z původního počtu. Právě tato skutečnost spolu s dlouhodobým zatékáním do objektu a vystavením i vnitřních prostor střídání mrazu a tepla se podepsaly na vzniku a šíření trhlin ve zdivu. Rovněž střední zděné pilíře v úrovni druhého podlaží vykazovaly nedostatečnou únosnost, zejména s ohledem na nízkou kvalitu malty použité při jejich zdění.

Rekonstrukce objektu probíhá postupně po jednotlivých etapách již několik let. Rozdělení celé rekonstrukce na jednotlivé etapy je dáno především objektivními finančními možnostmi ze strany investora (město Písek). Z tohoto důvodu jsou také jednotlivé statické problémy řešeny postupně, i když z čistě technického hlediska by bylo vhodnější řešit statiku objektu jako celek. Z výše jmenovaných statických problémů objektu jsme pomocí nových ocelových konstrukcí řešili dva problémy. Prvním je nové podepření sloupů dřevěných podlaží mimo klenby (viz dále) s následnou sanací samotných kleneb a druhým je osazení a aktivace nových ztužujících táhel v úrovni jednotlivých podlaží.

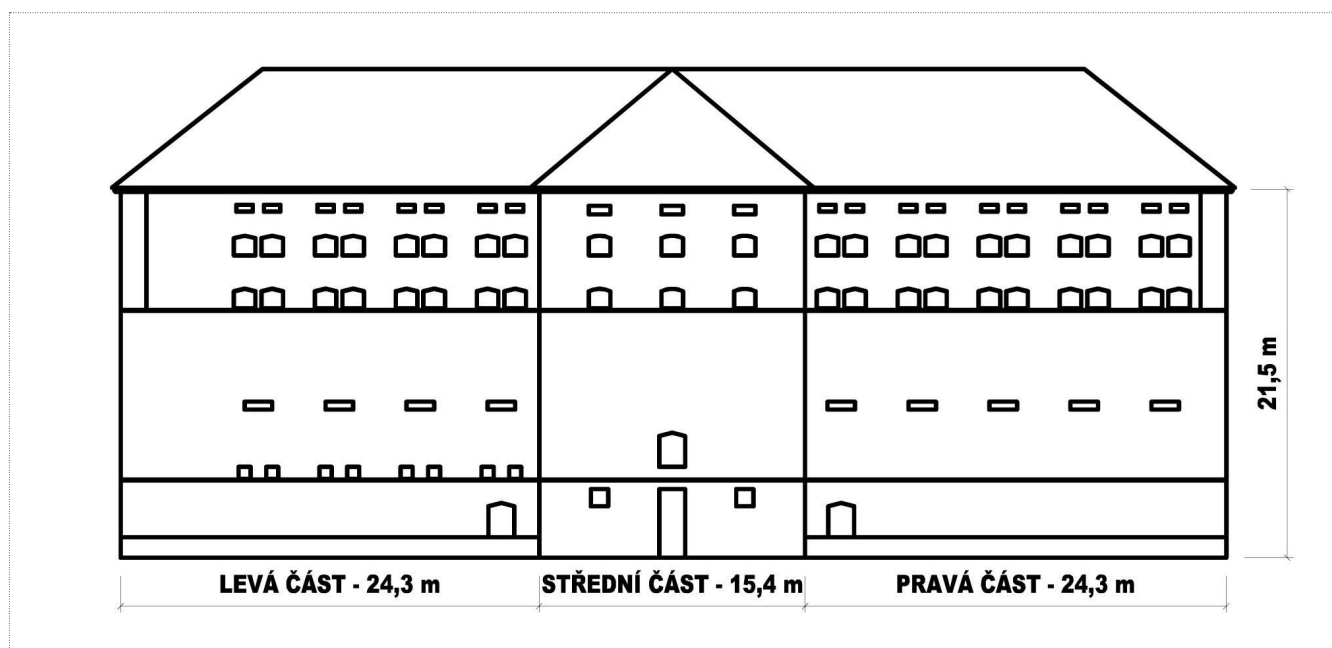


Schéma objektu sladovny při pohledu od řeky Otavy

NOVÉ PODEPŘENÍ DŘEVĚNÝCH SLOUPŮ

V rámci sanace porušených kleneb nad druhým podlažím bylo nutné zamezit jejich dalšímu nevhodnému přitěžování uprostřed rozpětí, a to tím spíše, že při novém využití prostor k výstavním účelům se zvýší i celkové zatížení podlah. Pro vyřešení tohoto problému se zkoumalo několik různých způsobů od dodatečného podepření až po změnu statického systému dřevěných konstrukcí (řešeno v rámci znaleckého posudku doc. Vaška). Jako jediné možné řešení se ukázalo podepření sloupů novými ocelovými nosníky tak, aby reakce sloupů byly přenášeny přímo do obvodových zdí a středních pilířů. V principu se jedná o stejný postup, jaký byl uplatněn při rekonstrukci historického píseckého Kamenného mostu přes Otavu, kde však byly použity nosníky železobetonové.

Samotný návrh nosníků byl významně ovlivněn dvěma zásadními omezujícími faktory. Prvním byla omezená stavební výška pro nosnou konstrukci mezi rekonstruovanou klenbou a novou dřevěnou podlahou (viz podrobnější popis dále). Po osazení nosníků je prostor kolem nové konstrukce znovu zasypán původním materiálem. Staticky nosníky působí samostatně a nesmějí být v kontaktu s klenbami ani při maximální možné deformaci (maximální vypočtená deformace je 30 mm). Proto jsou nosníky obaleny polystyrenem tloušťky



Viditelná deformace horní hrany klenebního pásu pod dodatečným dřevěným sloupem

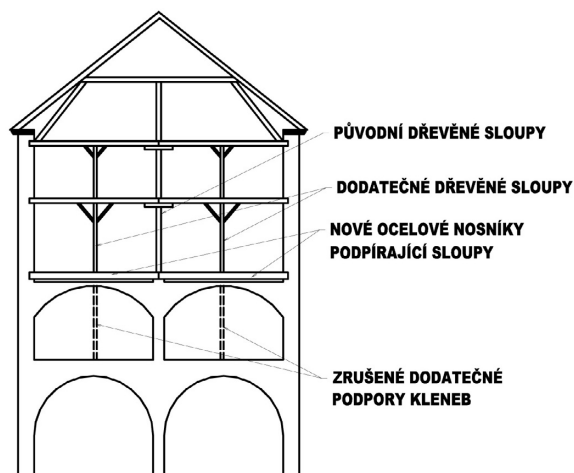


Schéma původních a nových konstrukcí v příčném řezu

40 mm, který zamezí přenosu sil mezi deformovaným nosníkem a klenbou uprostřed rozpětí.

Druhým omezujícím faktorem návrhu konstrukce byla možnost manipulace s dílci. Přesun jednotlivých částí nosníků byl možný pouze ručně po nerovných plochách kleneb v průběhu jejich sanace. Každý nosník byl pro montáž rozdělen na 3 kusy, montážní spoje jsou šroubované (šrouby M27). S ohledem na interiér s dřevěnými konstrukcemi nebylo možné dílce nosníků spojovat montážními svary.

Hmotnost jednotlivých dílců byla až 420 kg. Vodorovná manipulace byla prováděna po montážních dřevěných podlahách. Pro přesun dílců dovnitř objektu byly v obvodové stěně proraženy montážní prostory a k nim z vnější strany objektu postaveny manipulační plošiny. Veškerá manipulace uvnitř objektu včetně umístění nosníků do správné polohy se prováděla bez možnosti použití jakýchkoliv zdvihacích mechanismů.

Nosníky se ukládaly do kapes v obvodovém zdivu, resp. na středový podélný klenebný pás na lože ze 100 mm tlusté roznášecí železo-



Podpěření kleneb dodatečnými litinovými sloupy



Detail litinové hlavice dodatečného sloupu (typová konstrukce přístřešků používaných např. na nádražích)

betonové desky. Aktivace se prováděla nadvýšením dřevěné konstrukce v místě podpíraných sloupů o 10 mm, což při připočtení deformace ocelových nosníků od vlastní tíhy dřevěné konstrukce v montážním stadiu představovalo celkem 14 mm.

Nadvyšování se provádělo pomocí dřevěných trámů a hydraulických zvedáků – v době provádění těchto prací byla síla v dřevěných sloupech na úrovni 15–20 % síly od maximálního návrhového zatížení po rekonstrukci. Veškeré práce spojené s podpíráním a nadvyšováním konstrukce se prováděly pod přímým dozorem statika, v určitém stadiu montáže byla část konstrukce bez podpěření a sloup volně visel na konstrukci dřevěných podlaží.

STATICKÁ ANALÝZA KONSTRUKCE

Vzhledem k omezené stavební výšce je podpěření každého sloupu řešeno dvojicí svařovaných I-profilů v osové vzdálenosti 1 m a vzájemně propojených (profily umístěny vedle klenebných pásů). Při rozpětí 8 m je výška I-profilu pro levou část 380 mm, pro pravou část dokonce jen 300 mm. Svařované I-profily mají stojiny z plechů tlouštěk 16 a 20 mm a pásnice až 200 × 30, resp. 150 × 35 mm, vše z oceli S355. Podpěření je staticky řešeno jako soustava prostých nosníků. Spojité nosníky jsou sice vhodnější z hlediska deformace, působily by však větší reakcí na střední zděné pilíře, což nebylo žádoucí vzhledem k jejich výše zmiňovaným problémům s únosností zdiva.

Pro návrh nových ocelových nosníků byl vytvořen prostorový model konstrukce. Vzhledem k velmi omezené možné výšce ocelo-

vých nosníků bylo nutné stanovit reakce sloupů co nejpřesněji. Proto nebylo uvažováno výpočetně nejjednodušší tuhé podepření dřevěných sloupů v místě ocelových nosníků, ale naopak byl vytvořen složitý model celé podpírané dřevěné konstrukce s podpírajícími nosníky. Dřevěná konstrukce podlaží nad sanovanými klenbami je staticky mnohonásobně neurčitá. Vodorovné prvky jsou řešeny jako prosté spojité, o dvou nebo i více polích.



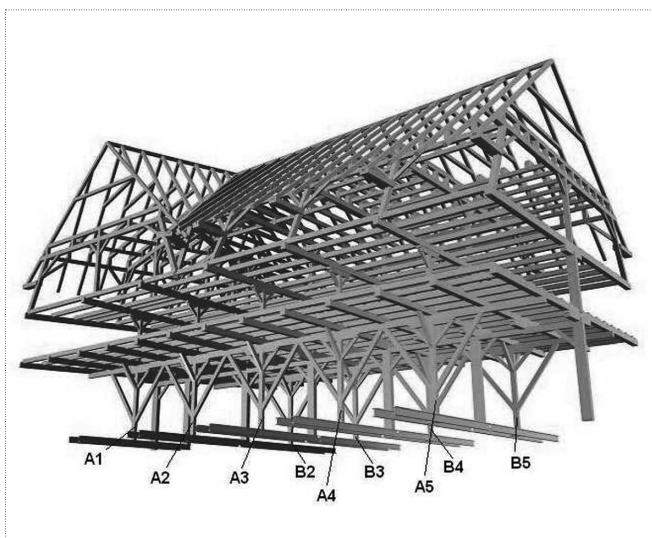
Nosníky před sestavením



Nosníky po sestavení a aktivaci



Sestavené nosníky po obalení a částečném zasypání



Prostorový model konstrukce pro návrh ocelových nosníků



Nová podlaha stropu nad 2. NP s utopenými ocelovými nosníky

Některé spoje jsou konstruovány jako kloubové, některé je možné charakterizovat jako polotuhé. Navíc je konstrukce dvou dřevěných podlaží a krovů prostorově složitá vzhledem k zalomenému půdorysu krovů, který je konstrukčně řešen jinak než půdorys v úrovni no-

vých ocelových nosníků, kde se zalomení v půdoryse neuplatňuje. Skutečné působení podpírajících ocelových nosníků je charakterizováno jako pružné podepření dřevěné konstrukce, která vzhledem ke své statické neurčitosti spolupůsobí. Rozsah tohoto spolupůsobení je závislý na tuhosti jednotlivých prvků a spojů.

Vzhledem ke stáří dřeva a nedokonalosti v provedení styků byl modul pružnosti dřeva pro statický model snížen na 75% normových hodnot a tím byl vlastně snížen vliv spolupůsobení jednotlivých částí konstrukce.

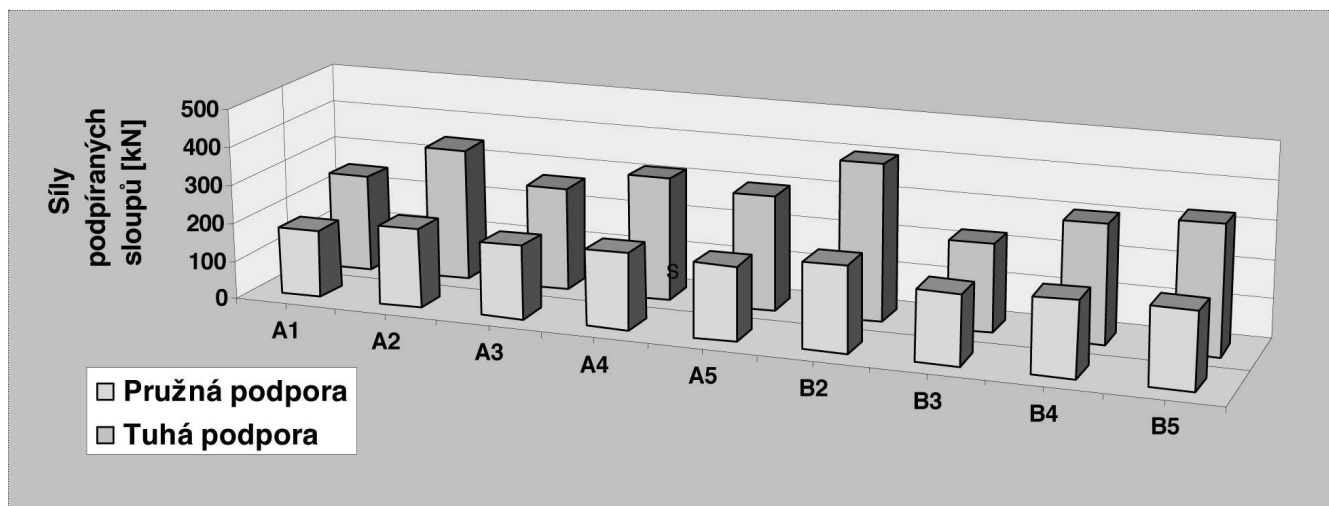
Náročný statický model byl vytvořen na základě výsledků proměření skutečných dřevěných profilů a jejich statického působení. Spoje jednotlivých zejména vodorovných prvků mezi sebou – např. styk příčného trámu a na něm uložené stropnice – byly modelovány pomocí krátké kyvné nebo jednostranně vetknuté stojky tak, aby se model co nejvíce přibližoval skutečnému chování konstrukce. Podepření konstrukce do zděných konstrukcí bylo modelováno jako nepoddajné (pro příslušnou složku vnitřní síly, resp. reakce).

Použití složitého prostorového statického modelu konstrukce (více než 1800 uzlů a 2700 prutů) umožnilo postihnout vzájemné spolupůsobení prvků konstrukce tak, aby nové ocelové nosníky bylo možné optimálně navrhnout i ve velmi stísněných podmínkách. Po dokončení rekonstrukce objektu zůstane tato náročně realizovaná ocelová konstrukce zrakům návštěvníků skryta pod dřevěnou podlahou budoucích výstavních sálů.

Výsledkem statické analýzy takto složitého a rozsáhlého modelu byl posudek nových ocelových nosníků. Náročný prostorový model respektující spolupůsobení ocelových a dřevěných konstrukcí se musí použít nejen pro návrh ocelových nosníků, ale i pro výpočet vnitřních sil stávajících dřevěných konstrukcí (jako podklad pro jejich rekonstrukci). Jen tak bude zaručeno, že dřevěná konstrukce bude opravena v souladu s reálnými výsledky statické analýzy celého ocelo-dřevěného systému (v době tvorby tohoto článku nebyly známy informace, zda byl tento krok nutného statického zabezpečení dřevěných konstrukcí již proveden – pozn. red.).

ÚSKALÍ REKONSTRUKCÍ PAMÁTKOVÝCH OBJEKTŮ

Zkušenosti z realizace této dílčí etapy rekonstrukce památkově chráněného objektu sladovny je možné shrnout do několika bodů, které mají všeobecnou platnost. Především památkově chráněné objekty potřebují specifický přístup k řešení problémů rekonstrukcí a sanací od všech zúčastněných. Je samozřejmé, že potřeba mnoha stavebních činností včetně statických zajištění je při rekonstrukcích památkově chráněných objektů zjišťována až v průběhu rekonstrukčních prací. Souvisí to jednak s neexistencí původní dokumentace a také s některými nestandardními způsoby řešení dílčích problémů v práci našich předků. Na rozdíl od nových akcí tzv. na zelené louce je proto téměř nemožné uzavřít u rekonstrukcí památkových objektů již na počátku prací konečný rozpočet. Každý nový problém, který se při rekonstrukci vyskytne, je nutné technicky vyřešit i s ohle-



Srovnání osových sil sloupů pro tuhé podepření a s pružným podepřením (skrytou kamerou, Nexis)



Prostor kleneb nad 2. NP po rekonstrukci



Pohled přes Otavu na opravenou fasádu

dem na přísná kritéria památkářů na zachování historického výrazu stavby. Řešení jednotlivých technických problémů může být v případě rekonstrukcí i několikanásobně dražší než u nových staveb. Tato počáteční nemožnost určit fixní strop nákladů může činit při výstavbě potíže s průběžným financováním. Přes veškeré problémy, které

rekonstrukce historických objektů provázejí, by měl být citlivý přístup k zachování výsledků práce našich předků pro vyspělou společnost samozřejmostí.

Jaroslav Vácha,
Excon, a. s.

The author of the article describes a historical malting plant reconstruction in Písek. Since moving the malt production to other premises in the middle of 70s, the building has not served for any reasonable purpose (it was temporarily used as a warehouse). The condition of long-term non-utilisation and the absence of any maintenance contributed to the emergency condition of the building. The reconstruction has been currently executed in stages for several years which should make a new use of the malting plant possible for the representative, exhibition and administrative areas of the Písek Town Office. Within this reconstruction it is necessary to use approximately 40 t of steel structures, whose designing and implementation were technically demanding with regard to specific conditions of the historical building. The author of the article focuses on the problems of reconstructions of historical buildings.