

# TECHNIKA Z CELEHO SVĚTA



## Strojní zařízení pro přemístění kulturní památky

Prof. Ing. FRANTIŠEK DRAŽAN, ČVUT, Praha

V souvislosti s vyuhlením mosteckého uhelného pilíře a likvidací staré části města Mostu bylo nutno rozhodnout o zachování nebo zničení významné stavby v Mostě – pozdně gotického kostela.

Rozhodnutí – kostel zachovat – se opírá v první řadě o umělecko-historické hodnocení významu tohoto objektu. Přesto je třeba uvést, že hodnota uhlí vázaného pilířem pod kostelem podstatně převyšuje celkové náklady na akci přesunu.

Přesunem kostela po kruhové trase na nové místo na okraji Nového Mostu bude zde architektonicky vytvořen prostor, který bude vhodně doplňovat moderní město.

Dílo je cenné zejména tím, že jde o nejrozvitější typ středověkých chrámových staveb – vyznačené gotickými krouženými klenbami. V dějinách středoevropské pozdní gotiky má zvláštní postavení, neboť patří jak umění česko-podunajskému, tak i saskému, ohraničuje středoevropský středověk proti nové době. Pochází z roku 1515.

Při přípravě záchrany kostela byly projednány variantní studie, které je možno rozdělit do těchto skupin:

- a) ponechání kostela na původním místě,
- b) rozebrání objektu a přenesení na jiné místo,
- c) přesun objektu jako celku.

Ve spolupráci mezi urbanisty, odborníky – památkáři a báňskými specialisty byla jako nejvhodnější zvolena třetí varianta – přesun obloukovou trasou.

Přemístění stavby bez méně památkově hod-

notné věže kostela je navrhováno po čtyřech pružných kruhových drahách o středním poloměru křivosti  $R = 547,30$  m při konstantním klesání 12,36 %. Celková délka trasy přesunu činí 841,6 m.

Půdorysné rozměry objektu: šířka cca 30 m, délka cca 60 m.

Rychlost přesunu 1,2 až 3 cm za minutu. Hmotnost objektu cca 15 000 t. Přepravovat se bude na 53 podvozcích o maximální nosnosti 500 Mp, uspořádaných do čtyř soustředných drah. Předpokladem pro přenášení tíhy objektu na transportní zařízení je vytvoření ocelové konstrukce tak, aby počet transportních jednotek byl přiměřený.

Ocelová příhradová konstrukce na 40 místech přebírá tíhu objektu a přenáší ji do 53 podpěr, umístěných mimo prostor stávajících základů, a dále do vybudovaných pružných transportních drah. Spolu s touto funkcí ocelová konstrukce prostorově vyztužuje historickou stavbu, zachycuje vodorovné síly ve zdivu, fixuje vzájemné polohy jednotlivých stavebních prvků, přenáší trakční sílu a zároveň přenáší do dráhy vodorovné síly, působící v průběhu přesunu na objekt (např. vítr).

Protože se pojedje po pružných drahách, musí transportní zařízení udržovat výchozí polohu jednotlivých podpěr a nesmí se na nich projevit deformace dráhy. Za tím účelem je transportní jednotka vybavena hydraulickým válcem, jež bezprostředně ocelovou konstrukci podpírá. V napojení na regulační systém funguje válec jako aktivní člen polohového servomechanismu. Soubor všech 53 hydraulických





1. Pohled na kroužené klenby

kých polohových servomechanismů pod přepravovaným objektem zaručí podepření obvodového zdiva i sloupů kostela ocelovou konstrukcí ve vodorovné rovině ve všech fázích zvedání ze starých základů, během přesunu, i při ukládání na nové základy. Proti případné poruše polohového servomechanismu je systém pojištěn mechanickou aretací polohy, fungující i při výpadku dodávky elektrické energie. Přepravní jednotka je tedy kolový podvozek vybavený hydraulickým servomechanismem a mechanickou aretací vertikální polohy. V průběhu projektových prací byly navrženy vozy osmi, šesti a čtyřnápravové. Jako optimální řešení byl k dalšímu zpracování určen vůz čtyřnápravový.

Zdrojem trakční síly na objekt je 8 hydraulických válců se zdvihem 3500 mm, připevněných na ocelovou konstrukci – čtyři před a čtyři za kostelem. Konce pístnic válců jsou opatřeny zařízením, umožňujícím kotvení trakční síly do ocelového svršku dráhy. Válce pracují střídavě krokovacím způsobem při nepřerušení kontinuity pohybů. Řízení rychlosti zdvihu pístnic bude vzhledem k jejich umístění na drahách s různými poloměry oblouku polohové.

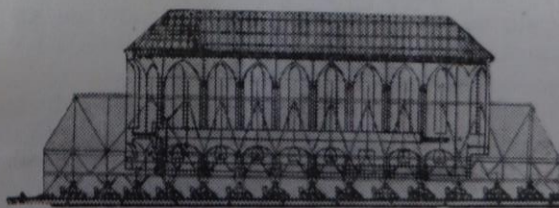
Protože dráha přesunu je ve spádu, válce

umístěné před objektem ve směru jízdy budou použity jako brzdící, zajišťují polohu kostela proti samovolnému pohybu vlivem gravitační složky do směru dráhy, případně umožňují v případech nutnosti pohyb celého objektu nazpět, proti spádu dráhy.

Pro kontrolu stavu zdiva a kontrolu změny napjatosti ocelové konstrukce se použijí detektory trhlin a tenzometrického měření. Kromě toho se bude tenzometry kontrolovat i svislé zatížení transportních vozů a trakční síly.

Časté kontroly jsou nutné vzhledem k tomu, že podloží trasy je tvořeno převážně jílovými vrstvami. Vrchní stavba dráhy se bude při najíždění kostela deformovat, přičemž počáteční pružná deformace proběhne relativně velmi rychle při najetí prvního podvozku. Dotlačování bude velmi pomalé, v počáteční rychlé fázi asi 1 cm za den. V průběhu přesunu nutno počítat s celkovým poklesem dráhy až 10 cm.

V přípravné etapě byly provedeny tyto experimentální práce: Nejprve se sledovalo, zdali by se pro přesun nemohly použít dvounápravové transportní vozy mající válcová kola  $\varnothing$  350 mm s vnitřními nákolky. Takové podvozky pro max. zatížení 250 Mp se již např. použily pro přemístění objektu vysoké pece. Účelem experimentu dále bylo zjistit seriózní podklady pro návrh hydraulických posunových mechanismů. Měřením se zjistila závislost trakčních odporů na pojezdové rychlosti a na zatížení pojezdových kol. Při těchto měřeních byly zároveň stanoveny jiné vlivy, jako je vliv styku nákolků kol při poježdění, vliv maziva, vlivy přechozího zatěžování. Dále se sledovaly otázky životnosti kol



2. Rozmístění podvozků a návrh ocelové konstrukce (nárys)

i ložisek, opotřebení a tvarové změny (plastizace).

K realizaci bylo zvlášť zhotoveno zkušební zařízení, které je patrné z obr. 4 a 5.

Výsledky měření ukázaly, že vozíky s koly o  $\varnothing$  350 mm jsou pro přesun kostela nepoužitelné.

Rozhodnutí bylo snazší tím spíše, že těmto zkouškám předcházely ještě zkoušky kol statickým zatížením z různých druhů materiálů kola a ze tří typů kolejnic. Tyto zkoušky



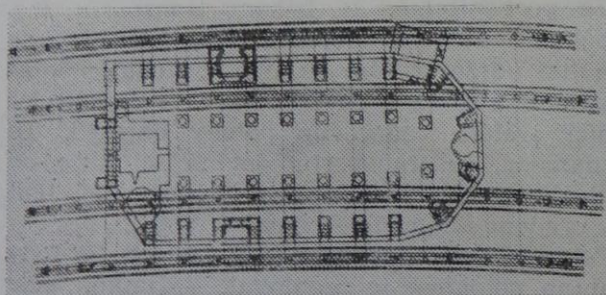
u jízdy fu  
kostela pro  
pravitační  
ožňují  
ktu

loužily k určení nejvhodnějšího materiálu kol i kolejnic. Podle otisků stykových ploch při různém zatížení dvojkolí byly zjištěny příslušné kontaktní tlaky s těmito závěry:

- při jednorázovém zatěžování kol na různých druzích kolejnic vznikaly nejmenší plochy styku, a tedy největší střední specifické tlaky při použití železniční kolejnice,
- při opakovaném zatěžování kol na železniční kolejnici nevznikaly trvalé radiální deformace.

Uvedenými experimenty bylo tedy usnadněno rozhodnutí o nutnosti volby nového typu transportního vozu s koly o  $\varnothing$  600 mm. Koncepce transportních vozů:

Vozy pojíždějí po kolejnicích R 65. Vzdálenost os kolejnic je 1000 mm. K zajištění dob-

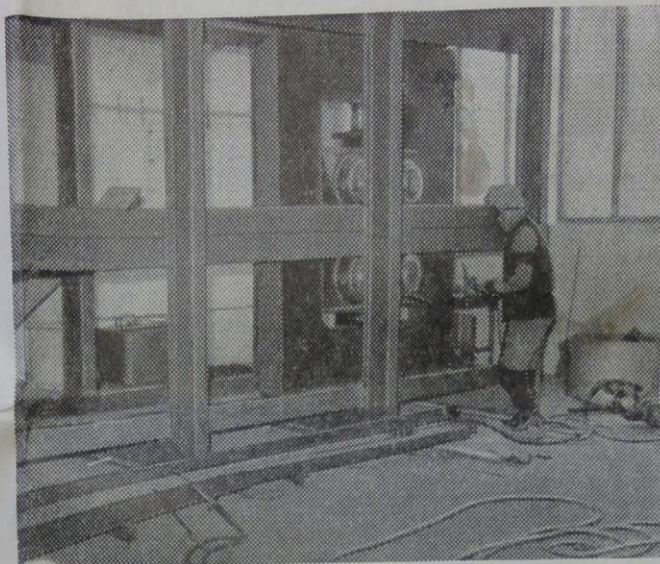


3. Rozmístění podvozků v půdorysu

ré kinematiky valení dvojkolí v oblouku jsou průměry kol na nápravě odstupňovány v poměru odpovídajících poloměrů křivosti příslušných kolejnic.

Každý vůz je vybaven hydraulickým zvedacím válcem  $\varnothing$  500 mm pro max. zatížení 500 Mp umožňujícím změnu polohy podpory objektu v rozsahu zdvihu 300 mm. Píst hydraulického válce je zakončen kulovou hlavou, která dosedá na výztužnou ocelovou konstrukci. Hydraulický válec je umístěn v mostu vozu, který je uložen kulově na dvou podvozcích. Toto uspořádání vytváří vahadlo, čímž jsou eliminovány výškové nerovnosti dráhy.

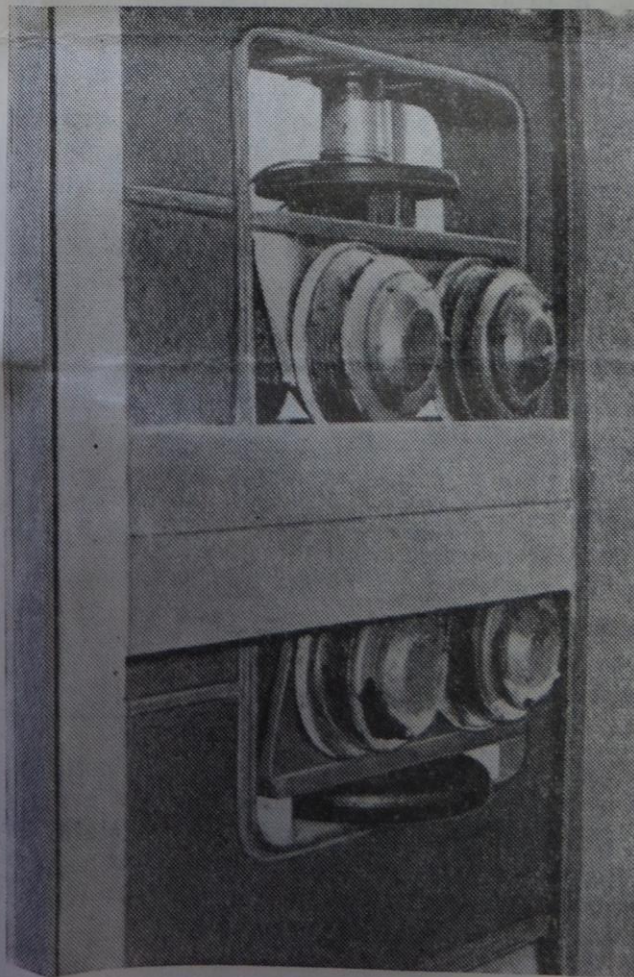
Regulace vertikální polohy je pro každý válec provedena individuálně, takže činnost válců není na sobě závislá. Rovněž i hydraulické obvody jsou pro každý válec samostatné. Každý hydraulický válec je opatřen mechanickým aretačním zařízením umožňujícím zajistit okamžitou polohu pístu při poruše hydraulické části, poruše dodávky elektrické energie či z jiného důvodu. Aretace automaticky zasahuje na tom siloválcí, kde dojde k poruše polohového mechanismu. Na všech válcích najednou se musí automaticky aretovat v případě rozladění systému regulace.



4. Zkušební zařízení kolového podvozku

Aby nedošlo vlivem bočních sil, výrobních a montážních nepřesností dráhy k bočnímu přetížení jednoho vozu, a tím k případnému jeho vykolejení, byla vytvořena pružná vazba mezi řídicí řadou vozů a ocelovou konstrukcí objektu. Jako řídicí řada byla vybrána řada vnitřní z důvodů vyššího svislého zatížení

5. Detail zkušebního zařízení





a vzhledem k tepelným dilatacím ocelové konstrukce.

Kulová uložení na podvozku jsou situována co nejnižší, aby boční síly působily na vůz v malé výšce od kolejnice, a tím nezpůsobily velké změny kolových tlaků. Rovněž pružná vazba u řídicích vozů je z těchto důvodů umístěna co nejnižší.

Vychýlení mostu vozu je omezeno pryžovými bloky. Jsou konstruovány tak, aby zvětšily možnost bočního vychýlení.

Zdrojem trakční síly pro posun objektu jsou 4 hydraulické válce tlačné umístěné za objektem a 4 hydraulické válce brzdící, umístěné před objektem proti válcům tlačným. Trakční válce jsou umístěny nad jednotlivými drahami posunu. Brzdící válce působí proti válcům tlačným a vyvozují určitý, plynule nastavitelný trakční odpor. Rovněž tlačná síla je plynule regulovatelná.

Trakční válce s příslušnými hydraulickými stanicemi jsou umístěny v rámu objektu zakotvením kardanovým závěsem a jejich pístnice jsou zakotveny do podvozků, které nesou kotevní zařízení, jímž se reakce válců přenáší do dráhy pojezdu. Výsledná síla působící na podvozek kotevního mechanismu směřuje svisle do dráhy. Kotvy jsou ovládnuty hydraulickým válcem a je možno v kterékoliv části zdvihu trakčního válce zdvihat nebo spouštět, případně zablokovat ve zvednuté poloze.

Při pohybu jsou v akci vždy dva válce tlačné, a proti nim působící dva válce brzdící, a to symetricky k těžišti objektu.

Když dvojice trakčních válců, které jsou v akci, vyčerpají téměř celý zdvih (cca 100 mm před úvrátí), zapojí se do akce druhé dvojice a převezmou po určité krátké dráze společného působení úlohu trakce od prvních dvojic bez zastavení objektu.

Trakční rychlost se dá plynule měnit v rozsahu 1,2–3 cm/min. Vzájemné trakční rychlosti jednotlivých válců jsou nastaveny úměrně k poloměru příslušné dráhy. Trakční zařízení dále umožňuje v případě potřeby vrátit objekt o dílčí zdvih nazpět tím, že všechny čtyři brzdící válce začnou pracovat společně jako válce tlačné proti směru pohybu objektu.

Tlačné válce i brzdící válce jsou shodného provedení s těmito parametry:

tlačná síla (Dizel)	Ø 300
max. zdvih	/ Ø 200 mm
Ø pístu	212 atp
/ Ø pístnice	2 cm/min
provozní tlak (při síle 150 Mp)	
základní rychlost posuvu	

Trakční válce jsou tedy dvojčinné s diferenciálním pístem. Každý je napájen individuálním hydraulickou tlakovou stanicí, která je umístěna v rámu objektu. Stanice je vybavena hydraulickým vysokotlakým čerpadlem s plynule měnitelným množstvím podle zvolené rychlosti posuvu.

Brzdící válce pracují ve dvojicích a každá spolupracující dvojice brzdících válců je napájena společným vysokotlakým čerpadlem a konstantním množstvím.

Tlačné i brzdící válce jsou vybaveny koncovými spínači, které indikují polohu max. vysunutí pístnice, resp. u tlačného válce polohu max. zasunutí.

Je pochopitelné, že během transportu (t.j. během zdvihání, pojezdu i skládání) bude nutno udržovat rám ocelové vyztužující konstrukce kostela v rovině; musí to zajistit řídicí systém vodorovné polohy objektu. To znamená, že transportní rovina se může od ideální srovnávací roviny (vodorovné) lišit v předem stanovených mezích.

Celý objekt je podepřen v 53 bodech. Je tedy nutno polohově je regulovat. Výjimkou jsou čtyři ve směru jízdy první podpěrné vozy (na každé dráze jeden), které jsou regulovány samostatně s přihlédnutím na zatížení.

Přepravovaný objekt lze v oblasti malých deformací pokládat za dokonale pružný, staticky neurčitý rám. Platí tedy, že jeho deformace jsou přímo úměrné velikosti působících sil. Deformace se projeví jako odchylka od ideální roviny. Tato odchylka je regulovanou veličinou.

Montáž ocelové vyztužné konstrukce je předpokládána koncem roku 1973 a vlastní přesun kostela v rocích 1974–1975. Zájem naší veřejnosti o tuto akci je veliký. V poslední době stoupl i zájem v zahraničí, ať již jde o Sovětský svaz, NDR, či zájem organizace Unesco. Přesun kostela v Mostě má nesporný význam i z hlediska propagace technické úrovně našeho státu a bude navždy dokumentovat postoj socialistického státu ke kulturním památkám.

KRKONOŠSKÉ PAPIRNY, n. p. Hostinné, závod Broumov, vyrábějí nový druh kvalitních filtračních desek na filtrování piva a vína, kterými bude možno nahradit dosud dovážené filtrační desky z kapitalistických států. Rovněž se počítá s částí výrobní kapacity i pro export. V letošním roce už podnik zahraničního obchodu Ligna dodal zkušební výrobky do Albánie, Jugoslávie, Řecka a na Kypr. V příštích letech se počítá s dalším rozšířením objemu vývozu na zahraniční trhy.

