

## NÁRODNÍ TECHNICKÁ KNIHOVNA NATIONAL TECHNICAL LIBRARY

JAN ŽEMLIČKA

*Příspěvek je věnován energetické náročnosti budovy Národní technické knihovny (NTK) a řešení větrání, vytápění a klimatizace s ohledem na využití akumulčních schopností stavebních konstrukcí.*

*The paper describes the energy efficiency of the National Technical Library (NTK) building and its systems for ventilation, heating and cooling which utilize accumulation properties of the building structures.*

### ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ BUDOVY Z HLEDISKA ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Energetická náročnost budovy je dána především architektonickým návrhem, fyzikálními vlastnostmi použitých stavebních materiálů a jejím provozem.

Budova NTK je architektonicky řešena jako kompaktní celek s minimálním členěním. Tím je dosaženo velice dobrého poměru plochy obvodových konstrukcí ke kubatuře a k užité ploše objektu. Energeticky výhodné je i oddělení prostor podzemních garáží technickým podlažím od nadzemní části objektu, která má vyšší nároky na vnitřní prostředí.

V nadzemních podlažích je při dispozičním řešení respektována orientace budovy ke světovým stranám. Velkoprostorové místnosti jsou umístěny u JV, JZ a SZ fasád, kancelářský trakt je umístěn u fasády SV. Tím se sníží tepelná zátěž z vnějšího prostředí (sluneční záření)

a zároveň se dosáhne rovnoměrnějšího osvětlení, především kanceláři, během dne a v průběhu roku.

K minimalizaci energetické náročnosti rovněž přispívá umístění velkoplošných místností u vnějšího obvodového pláště s orientací JV, JZ a optimalizovaná plocha transparentních výplní v 2. NP až 6. NP, která nepřesahuje 50 až 70 % plochy obvodového pláště příslušejícího danému prostoru. Transparentní plochy obvodového pláště jsou opatřeny účinnou ochranou proti tepelným ziskům z vnějšího prostředí (vnější clonění).

### PROVOZ BUDOVY A PARAMETRY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ Z HLEDISKA ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Provoz budovy (počet osob, provozní doba) a zvolené parametry vnitřního prostředí (teplota, relativní vlhkost) ovlivňují nejen spotřebu energií, ale mají přímý vliv na volbu vytápěcích a chladících zařízení, výši instalovaného výkonu, a tím i výši prvotních investic. Je třeba pečlivě zvážit, jaké budou provozní doby, především v letních měsících, a jaká bude návštěvnost v průběhu celého roku. Rovněž při zadání parametrů vnitřního prostředí je třeba zvážit, zda je nutno striktně dodržovat v daném prostoru teplotu a relativní vlhkost v úzkých hranicích a zda je přípustné krátkodobé vybočení ze zadaných hranic. Daleko důležitější než udržování teploty a relativní vlhkosti v úzkých hranicích je zamezit skokovým změnám, což je při daném architektonickém řešení NTK zaručeno.

### ŘEŠENÍ TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ PRO VYTÁPĚNÍ A KLIMATIZACI

Optimalizované architektonické a konstrukční řešení umožňuje nejen účinné využívání akumulčních schopností budovy, ale vedle klasických systémů pro vytápění, chlazení a klimatizaci i nasazení systémů, které jsou zatím v České republice málo známé – velkoplošné systémy vytápění a chlazení místností doplněné o plně automatické přirozené větrání. Přirozené větrání je zároveň využíváno pro noční předchlazování betonových konstrukcí v letním období. Navržené řešení vede ke snížení instalovaného chladícího a vytápěcího výkonu při zachování tepelné pohody.

### VYTÁPĚNÍ A CHLazenÍ VELKOPLOŠNÝMI SÁLAVÝMI PLOCHAMI

Sálavé teplo a chlad z obvodových stavebních konstrukcí umožňují vytápět místnosti na nižší teplotu v otopném období (2 až 4 °C) a naopak připustit vyšší teplotu v letním období (1 až 2 °C) při zachování tepelné pohody, neboť výsledná teplota, kterou v daném prostoru cítíme, je dána jak teplotou vzduchu v daném prostoru, tak i teplotou povrchů, které nás obklopují.

Sálavé plochy mohou být v různém provedení:

- aktivace betonového jádra (PVC potrubí o průměru cca. 20 mm zabetonované přímo v nosné konstrukci objektu),
- kapilární trubičky (průměr cca. 2 mm) zabudované pod omítkou (strop, stěny),





- zavěšené sálavé panely (kovové, sádko-kartonové atd.),
- podlahové vytápění s možností přichlazování.

U budovy NTK byla pro vytápění a chlazení volných výběrů a kancelářských prostor navržena aktivace betonového jádra (používaná zkratka TABS nebo BKT) doplněná otopnými registry.

V kombinaci s velkorozponovou konstrukcí s modulem 15 x 15 m a s oboustranně předepnutou stropní deskou se jedná dle dostupných informací o první stavbu tohoto druhu ve světě.

#### CO JE AKTIVACE BETONOVÉHO JÁDRA TABS?

Během krátké doby se chlazení a vytápění místností pomocí aktivace betonového jádra stává v západní Evropě stále častěji konkurencí klasických klimatizačních systémů. Při TABS je potrubí pro vytápění a chlazení integrováno přímo ve stavební konstrukci, většinou v neutrální ose betonových stropů. Topné nebo chladicí medium odevzdává akumulací hmotě stavební konstrukce teplo nebo chlad. Potrubí z plastu, většinou dimenze 20 x 2 mm nebo 17 x 2 mm, je vkládáno do stavební konstrukce zároveň s armováním, a to buď ručně nebo ve formě topných registrů. Běžná rozteč potrubí je 150 mm. Topné registry jsou dodávány na stavbu předhotovené. Systémy s vloženým potrubím ve stavební konstrukci jsou známy již dlouhou dobu, především pod označením Crittall. Jejich většímu rozšíření však bránila nejen materialová základna (ocelové potrubí), ale i vysoká energetická náročnost budov a tehdejší systémy měření a regulace.

Překvapující je, že hlavními průkopní-

ky těchto systémů jsou převážně architekti, neboť systém TABS jim umožňuje větší variabilitu při navrhování interiérů (odpadnou rušivé elementy jako FCU, indukční jednotky atd.). Přitom si ale neuvědomují, že využití těchto systémů umožňuje teprve z energetického hlediska dobré architektonické řešení, to znamená především nízká plošná tepelná zátěž a dobré akumulací schopnosti nosných konstrukcí.

Aktivace betonového jádra je vhodná pro kompaktní budovy s nízkými tepelnými ztrátami a nízkými tepelnými zisky, s velkoprostorovými kancelářemi, studovny, výstavními sály apod. Dále je vhodná pro prostory, které nemají požadavek na přesnou regulaci teploty v jednotlivých místnostech v letních měsících.

Pro případ vytápění je nutné kombinovat tento systém s jiným systémem (VZT, otopné plochy).

Vždy je třeba dbát na to, aby se povrchová teplota stropu/podlahy co nejvíce přibližovala teplotě místnosti. Tím se plně využije autoregulace, to znamená – při zvýšení odchylky vnitřní teploty od požadované teploty v místnosti se zároveň zvyšuje i chladicí (topný) výkon a naopak. Navíc lze při aktivaci betonového jádra plně využít odpadního tepla od chladicích zařízení. Aktivace je vhodná v kombinaci s tepelnými čerpadly nebo se slunečními kolektory, nebo lze využít spodní vody pro přímé chlazení.

#### Výhody:

- žádná údržba otopných ploch,
- žádný hluk,
- možnost využití nízkopotencionálního tepla při vytápění (od cca. 24 °C) a vyšších teplot vody při chlazení (nad 18 °C),

Obr. 1 Stropní konstrukce s armováním, předpínacími kabely a potrubím systému TABS

Fig. 1 Floor slabs with reinforcement, prestressed cables and the TABS piping

Obr. 2 Instalace potrubí TABS, jednotlivé okruhy systému TABS se překrývají, při poškození jednoho okruhu je minimalizován vliv na funkci systému

Fig. 2 The TABS piping being installed, the individual TABS circuits overlap each other, if one circuit is damaged, the impact on the functionality of the whole system is minimized

Obr. 3 Sekce stropu s potrubím v levo před betonáží, v pravo po betonáží

Fig. 3 Floor slab with the piping before concreting (left), and after concreting (right)

Obr. 4 Betonáž stropů s instalovaným potrubím systémem TABS

Fig. 4 Concreting of floor slabs with the TABS piping

- vysoká tepelná stabilita objektu,
- vysoký podíl sálavého chladu umožňuje snížit žádanou teplotu ve vnitřních prostorech při dodržení tepelné pohody, a tím snížit nejenom náklady na vytápění, ale i na zvlhčování vzduchu,
- využití autoregulačních schopností při dimenzování otopných ploch na povrchovou teplotu blízkou teplotě v místnosti,
- nižší provozní náklady a vyšší hygiena provozu oproti klasickým systémům chlazení, např. pomocí vzduchotechniky nebo fan-coils a vytápění deskovými tělesy nebo konvektory,





Obr. 5 Rozdělovač a sběrač jednotlivých okruhů TABS umístěný ve zdvojené podlaze

Fig. 5 Headers of the individual TABS circuits are located in raised floor.

- plná možnost využití akumulčních schopností budovy pro noční předchlazení, a tím možnost zmenšení instalovaného výkonu na zdroji chladu (dle typu budovy až o 40 %),
- využití strojního chlazení v nočních hodinách, kdy toto pracuje s vyšší účinností,
- životnost systému srovnatelná se životností budovy,
- zkrácení doby výstavby, umělohmotné potrubí pro vytápění a chlazení je vkládáno do stropů již ve fázi hrubé stavby při betonáži.

#### Nevýhody:

- vysoká tepelná setrvačnost, tzn. pomalá reakce na změny vnitřních stavů, TABS nelze využít pro malé místnosti s rychle proměnnou tepelnou zátěží,
- vyšší pořizovací náklady oproti ostatním způsobům chlazení a vytápění,
- nízký chladicí výkon na m<sup>2</sup> plochy vzhledem k malému teplotnímu rozdílu u chladicího média mezi přívodem a zpátečkou,
- větší dopravní množství chladicího a topného média, a tím i větší dimenze potrubí,

- nutnost instalovat v místech s vysokou tepelnou zátěží (např. zasedací místnosti) dodatečný systém,
- omezena možnost regulace v jednotlivých místnostech,
- nutnost doplňkového systému pro vytápění vzhledem k velké tepelné setrvačnosti,
- nemůže být použito zavěšených podhledů,
- vysoké nároky na koordinaci betonářských prací a pokládání potrubí pro vytápění a chlazení v době hrubé stavby.

#### BUDOVA NÁRODNÍ TECHNICKÉ KNIHOVNY

Na projektu knihovny jsme s architekty z ateliéru Projektil spolupracovali společně již od začátku. Původní energetický koncept (soutěž) spočíval ve dvojité fasádě, s ventilátory, které transportovaly vzduch uvnitř vzduchové mezery v zimním a přechodném období z osluněné na neosluněnou fasádu. Hlavní myšlenkou byla minimalizace tepelných ztrát a předehřev větracího vzduchu pro vzduchotechnická zařízení. Projekt čtyři roky ležel a po zkušenostech s jinými objekty jsme dospěli k názoru, že dvojitá fasáda není z energetického hlediska u knihovny odůvodnitelná – zkomplikuje celou stavbu a jsou i jiné možnosti, jak udělat tento objekt energeticky úsporný. S investorem jsme znovu konzultovali a následně změnilo zadání. S architekty jsme se soustředili na úpravu dispozic a rozložení instalačních šachet, celoplošné prosklení bylo z velké části nahrazeno fasádou s parapety, individuální studovny byly přemístěny od fasády k atriím, prostory se stejnými funkcemi a s vysokými nároky na větrání a chlazení byly soustředěny do celků u instalačních šachet. Tím byly sníženy energetické nároky natolik, že bylo možno nejen minimalizovat zdroj tepla a chladu, ale pro chlazení a temperování mohla být zvolena aktivace betonových ploch (TABS).

Pro větrání byl zvolen tzv. hybridní systém, tzn. minimalizace strojního větrání a zároveň využití plně automatizovaného přirozeného větrání okny v přechodném období.

Pro TABS byla zvolena dimenze potrubí 20 x 2 mm a rozteč 200 mm. Potrubí bylo vkládáno do stavebních konstrukcí ručně. Jednotlivé sekce potrubních celků odpovídají sekcím postupu

betonáže. V každé sekci je několik okruhů délky cca. 80 m. Celkový počet okruhů je 970. Konce okruhů jsou vyvedeny buď do zdvojené podlahy nebo pod strop (6.NP), kde jsou napojeny na rozdělovač/sběrač. Celkem bylo položeno cca. 49 000 m potrubí (obr. 1 až 5).

#### REALIZACE TABS V ČESKÉ REPUBLICE

V České Republice byly k dnešnímu dni s TABS realizovány:

- budova firmy Schwan Cosmetics v Českém Krumlově, 1 100 m<sup>2</sup>,
- Informační Centrum TU Liberec, 1 200 m<sup>2</sup>,
- budova KIC (Knihovnicko-Informační Centrum) v Hradci Králové, 3 400 m<sup>2</sup>,
- budova NTK v Praze, cca. 10 000 m<sup>2</sup>.

#### ZÁVĚR

Základní podmínkou pro využití sálavých systémů pro vytápění a chlazení, především pak využití TABS, je energeticky úsporné architektonické řešení budovy.

V neposlední řadě je nutné upozornit investora a provozovatele především na nevýhody těchto systémů a na nutnost správného provozu.

Na optimalizaci energetického konceptu budovy NTK spolupracovali:

Investor	Národní Technická knihovna, Ing. Martin Svoboda
Architekt:	Projektil Architekti, s. r. o., Mgr. akad. arch Roman Brychta, Ing. arch. Petr Lešek, Ing. Ondřej Hofmeister
Generální projektant	Helika, a. s., Ing. Petr Jileček, Ing. Karel Vácha
Projektant HVAC	Zemlicka + Pruy, Ingenieur-Planung GmbH, Ing. Jan Zemlička, PBA International Prague, s. r. o., Pavel Zemlička, Ing. Josef Smrž
Termická simulace objektu	Ing. Miloš Lain, Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.
Dodavatel systému BKT	UPONOR, s. r. o.
Montážní firma systému TABS	OHL ŽS, a. s., koordinace Bohumír Lisý

Ing. Jan Zemlička  
Zemlicka + Pruy, Ingenieur-Planung GmbH  
Dresdner Str. 22, D-92 318 Neumarkt/OPF  
e-mail: honzazemlicka@email.cz  
www.zem-pruy.com