

Ing. Jaroslav BAMBOUS,
Obermeyer Albis Stavoplan s.r.o.
Antonín ŠMÍDEK,
Instalace Praha s.r.o

Národní technická knihovna – první zkušenosti s provozem

National Technical Library – First Experience with Operation

Recenzent
Ing. Jiří Frýba

Autor uvádí zasvěcené informace o prvních provozních zkušenostech s provozem zařízení techniky prostředí v nové budově Národní technické knihovny, kde jsou mimo jiné uplatněny vlivy aktivace betonového jádra, nočního temperování a předchlazování a využití přirozeného větrání okny v kombinaci s klimatizací. Zdůrazněna je potřeba podrobného seřizování funkce soustav po dobu všech klimatických období roku.

Klíčová slova: aktivace betonového jádra, noční temperování a předchlazování, využití přirozeného větrání okny v kombinaci s klimatizací

The Author states knowledgeable information regarding first functional experiences of the operation of the environmental engineering installed in the new building of the National Technical Library, in which are applied, among others, effects of concrete core activation (slab cooling), night moderate heating, pre-cooling and utilization of the natural ventilation through windows in combination with air-conditioning. The need of the detail adjustment of the systems functioning throughout all climatic seasons of the year is emphasized.

Key words: concrete core activation (slab cooling), night moderate heating, pre-cooling, utilization of natural ventilation in combination with air-conditioning

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Název stavby: Národní technická knihovna
Místo stavby: Technická ul., Praha 6
Celková plocha: 51 434 m²
Celková užitná plocha: 38 661 m²
Obestavěný prostor: 168 182 m³
Dokončení stavby: 12/2008
Architekt – autor: Projektíl architekti, s. r. o., R. Brychta, A. Halíř, O. Hofmeister, P. Lešek
Generální projektant: Helika a.s.
Generální dodavatel: Sdružení Metrostav a.s. a OHL ŽS a.s.
Projektant části TZB: Zemlicka + Pruy, Ingenieur-Planung GmbH, PBA International Prague
Dodavatel části TZB: Instalace Praha s.r.o. a OHL ŽS a.s.

POPIS BUDOVY

Budova má tři podzemní podlaží a celkem šest podlaží nadzemních. Půdorys objektu je zaohlený čtverec s vnějšími rozměry přibližně 75 x 75 m. Konstrukce objektu je skelet z předepjatého betonu. Vnitřní fasáda je prosklený lehký obvodový plášť s parapety a vnější fasáda se skládá z předsazených skleněných profilů – Copilit. Střeška je pokryta extenzivní zelení pro zpomalení odtoku dešťové vody a zároveň slouží jako další fasáda objektu.

Budova je umístěna v areálu ČVUT v Praze Dejvicích a bude sloužit jako technická knihovna a studovna a prostor pro setkávání a komunikaci. První dvě nadzemní podlaží slouží veřejnosti a je zde umístěna pobočka městské knihovny, přednáškový sál, výstavní sál a kavárna. Od druhého nadzemního podlaží jsou situovány prostory vlastní technické knihovny – volné výběry knih, individuální a kolektivní studovny. V budově je pro návštěvníky k dispozici téměř 1200 míst k sezení ve volných výběrech a další místa v učebnách a studovnách. V podzemních prostorech jsou umístěny sklady knih a garáže.

Prostory knihovny umožňují umístění 500 000 knih a 10 000 časopisů ve volném výběru a uložení 600 000 knih ve skladu.



Obr. 1 Nová Národní technická knihovna

Objekt je kromě zařízení techniky prostředí vybaven elektronickým protipožárním systémem a mlhovým samočinným hasicím zařízením, který je oproti klasickému sprinklerovému systému účinnější a šetrnější k vybavení objektu v případě jeho aktivace. Tento systém je určen hlavně k ochraně knižního fondu.

ZAŘÍZENÍ TECHNIKY PROSTŘEDÍ

Zařízení pro vytápění budovy

Zdrojem tepla je výměňková stanice pára/voda o výkonu 900 kW s pracovní teplotou otopné vody 80/60°C. Zajímavostí je systém rozdělovačů a sběračů, ve kterém je rozdělovač pro vytápění, rozdělovač chlazené vody a mezi nimi je umístěn kombinovaný rozdělovač otopné nebo chlazené vody pro systém aktivace betonového jádra a podlahové rozvody, který je v letním režimu připojen k rozdělovači chlazení a v zimním režimu je připojen k rozdělovači vytápění. V systému řízení je nainstalována blokáce pro přepnutí těchto režimů, která definuje minimálně týdenní interval na přepnutí z provozu chlazení na provoz vytápění.



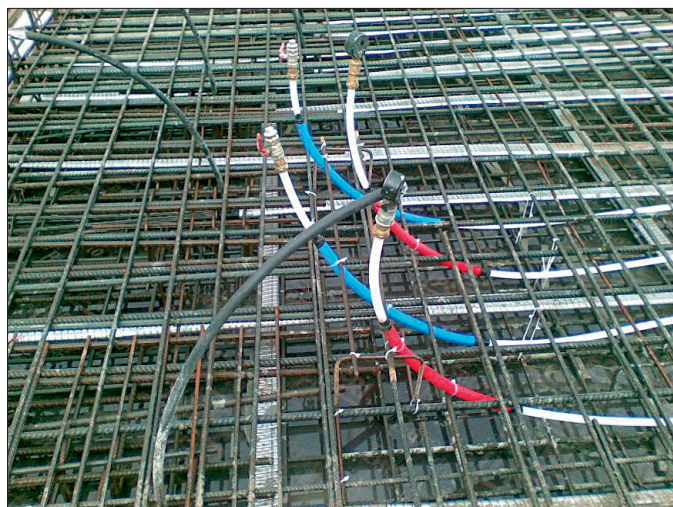
Obr. 2 Pohled do atria NTK

Pro vytápění objektu slouží dvoutrubkový teplovodní systém s nuceným oběhem. Prostory jsou vytápěny otopnými registry, konvektory, systémem pro aktivaci betonového jádra (dále BKT, z německého Betonkernaktivierung, jinak též Betonkerntemperierung, známé též jako TABS) a v 1. n. p. a 2. n.p. je podlahové vytápění. V prostorách s extrémní tepelnou zátěží jsou fan-coily, připojené čtyřtrubkově na otopnou a chlazenou vodu. Teplota otopné vody pro otopná tělesa je regulovaná na teplotní spád 75/55 °C, pro podlahové vytápění na teplotní spád 43/35 °C a pro aktivaci betonového jádra na teplotní spád 27/25 °C. Vlastní okruhy podlahového vytápění a pro BKT jsou vyrobeny z trubek PEX uložených v betonové desce stavební konstrukce. Okruhy vytápění jsou regulovány ekvitermně trojcestnými ventily, výkony ohřivačů VZT trojcestnými ventily u ohřivačů.

Systém aktivace betonového jádra

V obousměrně předepnutých betonových stropích je vložen systém plastových trubek zároveň s armováním, kterým proudí podle potřeby topná voda o teplotním spádu 27/25 °C nebo voda chlazená o teplotním spádu 16/19 °C. Tyto hodnoty jsou návrhové a nyní probíhají experimenty s úpravami teplot v závislosti na provozu objektu. Teplonosná látka předává betonové hmotě teplo, které se zde akumuluje. Obdobně je tomu v chladicím období, kdy chlazená voda teplo z materiálu stropů odebírá. Systém aktivace betonového jádra se doplňuje se systémem VZT a dalšími otopnými plochami.

Systém aktivace betonového jádra zajišťuje díky nižším teplotním spádům příjemnou teplotní pohodu. Systém využívání sálavého tepla, pří-



Obr. 4 Potrubí pro aktivaci betonového jádra bylo instalováno ručně mezi výztuže (horní, dolní) a mimo předpínací výztuž. V desce je umístěné ještě trubkování pro další instalace

padně chladu, umožňuje částečnou úpravu návrhové teploty místnosti, jelikož výsledná teplota respektuje teplotu vzduchu a teploty povrchů. Zejména v přechodových obdobích je problematické zajistit přesně požadovanou teplotu v jednotlivých prostorách. Investiční náklady na systém aktivace betonového jádra jsou proti klasickým klimatizačním systémům vyšší. Na jednu stranu umožňuje akumulace tepla použít nižších výkonů zdrojů tepla a chladu a otopných resp. chladicích ploch s menšími výkony. Rozvody tepla a chladu a tím i systém měření a regulace jsou však daleko složitější a i nákladnější. V objektu knihovny se celkem jedná pro systém aktivace betonového jádra přes 50 000 bm potrubí na ploše přesahující 10 000 m².

Zařízení pro ochlazování budovy

Zdrojem chladu je kompresorová chladicí jednotka UNICO.SCREW.A. XTRR134A 730 se vzduchem chlazeným kondenzátorem. Chladicí výkon jednotky je 718 kW při $t_e = 32$ °C. Teplotní spád chlazené vody pro vzduchotechnické jednotky a fancoily je 6/12 °C. V nočních hodinách v letním období 2009 se provozuje chladicí stroj pro předchlazení objektu systémem aktivace betonového jádra s teplotním spádem 16/19 °C.

Primární okruhy chlazené vody jsou naplněny nemrznoucí směsí. Soustava objektu je oddělena deskovým výměníkem a je vypočtena na provoz s teplotním spádem 8/14 °C. Za výměníkem je již vodní okruh a to

z důvodu střídání funkce rozdělovačů buď chlazené vody v letním období nebo otopné vody v období zimním. Rozvod chlazené vody je dvoutrubkový s nuceným oběhem.

V místnostech s vyšší tepelnou zátěží jsou fan-coily připojené čtyřtrubkově.

V přechodných obdobích je počítáno s nočním ochlazováním studeným venkovním vzduchem otevíratelnými okny ovládanými servopohony. Tímto způsobem je zajištěno přirozené větrání a odvádění tepla s minimálními nároky na energii.

Chlazení centrální serverovny, je zajištěno systémem přesné klimatizace se čtyřmi klimatizačními jednotkami s vlastními zdroji chladu o výkonu 27 kW každé z nich. Dvě jednotky jsou vybaveny systémem volného



Obr. 3 Vlevo kombinovaný rozdělovač, vpravo rozdělovač chlazení. Oba umístěné ve strojovně VZT.



Obr. 5 Na střeše jsou chladicí a VZT zařízení umístěna za akustickými stěnami.

chlazení a parním zvlhčovačem s elektrickým vyvíječem páry. Velín a rozvodny NN jsou chlazený samostatným multisplitovým systémem.

Zařízení vzduchotechniky

Budova národní technické knihovny je větrána ve všech prostorách buď nuceným odvětráním vzduchotechnikou nebo přirozeně okny – integrovaným systémem řízení nebo ručním ovládním. V zimním a letním období je navrhováno využití nuceného větrání, v přechodných obdobích se počítá s přirozeným větráním okny ovládanými systémem měření a regulace.

Prostory volných výběrů knih jsou větrány dvěma na střeše umístěnými jednotkami vybavenými ventilátory s plynule regulovanými otáčkami s průtokem vzduchu až 15 000 m³/h každou jednotkou. Jednotky jsou vybaveny výměníky pro ohřev i chlazení vzduchu a dále komorami s elektrodoovými vyvíječi páry. Vzduch je do větraných prostor přiváděn podlahovými vyústkami. Rozvody vzduchu jsou vybaveny instalačními šachtami. Patrové rozvody vzduchu jsou tvořeny stavebními kanály ve zdvojené podlaže, odbočky jsou vybaveny regulátory průtoku vzduchu se servopohonem. Administrativní část objektu je větrána samostatnou VZT jednotkou s průtokem vzduchu až 14 000 m³/h umístěnou také na střeše.

Prostory kanceláří jsou větrány přirozeným způsobem otvíratelnými okny v kombinaci s nuceným větráním. Zasedací místnosti jsou větrány samostatně. Množství přiváděného a odváděného vzduchu je minimalizováno, jelikož se počítá s kombinací s přirozeným větráním. Prostory pro volné výběry knih jsou větrány společně s prostory atria.

Šest vzduchotechnických jednotek pro větrání pronajímatelných prostor, kavárny, městskou knihovnu, výstavní sál a vstupní halu je umístěno ve strojovně v 1. p. p. Vzduch je přiváděn do strojovny společným kanálem nasávajícím vzduch na úrovni 1. n. p. Rozvody vzduchu jsou vedeny pod stropy. Odváděný vzduch je přiváděn do podzemních garáží, kde slouží k jejich temperování a větrání.



Obr. 6 Automaticky otevíraná okna v konferenčním sále

PRVNÍ ZKUŠENOSTI S PROVOZEM

Po převzetí objektu a uvedení do provozu se objevují obvyklé problémy s jeho provozem. Příčinou jsou chyby v projektu nebo nepochopení záměru projektu, zkrácení rozpočtů a různé škrty, které pak nejsou zohledněny v projektu a chyby na straně dodavatelů. Národní technická knihovna není výjimkou, i když zde nebyla situace kritická. Budova je navržena a zrealizována co nejflexibilněji, aby zde bylo možné využívat různých paralelně navržených systémů úpravy vnitřního prostředí. Tyto systémy se vzájemně nenahrazují, ale doplňují. Jedná se o kombinace systémů větrání – přirozené/nucené, vytápění a chlazení – systém aktivace betonového jádra kombinovaný např. s nočním předchlazováním apod., variant je zde několik. Je tedy možné využívat větrání nucené v kombinaci s aktivací betonového jádra, případně bez ní. Další provozní variantou je větrání přirozené opět v kombinaci s aktivací betonového jádra. V úvahu přichází rovněž kombinace větrání přirozeného a nuceného, kdy je opět možné využít aktivace betonového jádra. Využívání nočního předchlazování a vnějšího clonění je samozřejmostí. Na pohled to není tak složité, ale nastavení optimálního provozu zařízení techniky prostředí je velmi časově a technicky náročné. Pro provozování takto komplexně vybavené budovy najít vhodné využití systémů a zajistit trvalou pohodu vnitřního prostředí při minimálních nákladech není snadným úkolem. Toho půjde dosáhnout flexibilním řízením, které lze nastavit až po zkušenostech získaných samotným provozem včetně reakcí návštěvníků a lidí pracujících v objektu.

Objekt je v provozu od 5. 1. 2009. Od 16. 2. 2009 byly odstraněny vady a nedodělky, od května 2009 jsou provozovány technologie pro úpravu vnitřního prostředí. Integrovaný systém řízení, na který jsou navázány další systémy řízení objektu je v provozu od října 2008, kdy se začal objekt poprvé vytápět. Od února 2009 jsou zaznamenávána první data, tzv. Trendy. První revize těchto záznamů proběhla v květnu 2009, kdy se začala budova provozovat, aby se připravila na příchod zaměstnanců Státní technické knihovny, Ústřední knihovny ČVUT, Městské knihovny, VŠCHT a nájemců, kteří začnou využívat rozsáhlé prostory knihovny. Nejdůležitější byl ale provoz během měsíce září 2009, kdy byla budova otevřena pro veřejnost

Samotný provoz již nyní přinesl několik poznatků. Budovu bude možno provozovat s přirozeným větráním od jarního období až do podzimních měsíců, tedy ve třech ročních obdobích. Zima 2009/2010 ale teprve ukáže, zda je možné využít tohoto větrání celoročně, samozřejmě vyjma výskytu extrémních teplot. Faktem sice je, že budova při zkušebních systé-



Obr. 7 VZT jednotka ve strojovně vzduchotechniky

mů skutečně zatížena návštěvníky nebyla, ale toto nelze očekávat v letních měsících ani v příštích letech. Dalším příznivým faktorem je, že každý prostor má své mechanicky otevíratelné okno, kromě automatického, které je řízené nadřazeným systémem. Tato úprava sice umožňuje osazenstvu místností do jisté míry ovlivňovat tepelnou pohodu prostředí podle vlastních představ, ale tato skutečnost může mít i důsledek záporný: otevření okna může působit proti účinkům vytápění nebo chlazení budovy. Systém pro akumulaci tepla v betonovém jádru však účinky nevhodné manipulace s okny eliminuje. Krátkodobé otevření oken akumulaci tepla v podlahách prakticky neovlivní.

Z toho je tedy zřejmé, že chladit se bude pouze při extrémních venkovních teplotách a v závislosti na potřebách některých specifických provozů (např. počítačových učeben). Při správném využití vnějšího clonění, které se předpokládá od května do září v kombinaci s přirozeným větráním a nočním předchlazováním venkovním vzduchem, je možné udržet budovu v tepelné pohodě i po větší část letního období. Zkušenosti z provozu zařízení techniky prostředí v létě roku 2009 ukázaly oprávněnost výše zmíněných předpokladů.

Během třetího červencového víkendu proběhla zkouška zařízení, při které byla budova vychlazena systémem aktivace betonového jádra za tři dny.

Lze předpokládat, že v zimním období a v přechodných obdobích, kdy bude budova vystavena tepelným ziskům od slunečního záření, díky značné tepelné akumulaci hmotného jádra budovy nebude docházet k jejímu přehřívání. Z tohoto důvodu byla změněna funkce vnějšího clonění, které bude v tomto období vyřazeno z automatického provozu. Žaluzie lze spouštět dle potřeby místně.

Jednou z věcí, které lze považovat za energeticky nevhodné rozhodnutí byla nutnost navýšení výkonu osvětlení o téměř 30 % z důvodu uspořádání svítidel, v konfiguraci jejich směřování do středu budovy. Máme zde sice zajímavě umístěná světla, ale při snaze snižovat energetickou náročnost budov nelze toto považovat za přínosné.

ZÁVĚR

Náklady na prvním místě

Objekt bude využíván jak pro studium a rozvoj vzdělání pro které byl navržen, ale i pro další výzkumné účely. Je konfigurován již v úsporném tvaru a to minimalizací ploch fasád. Původním architektonickým návrhem byla prosklená fasáda s téměř dvojnásobkem prosklených ploch. Úprava měla výrazně kladný dopad na energetickou bilanci budovy.

Cílem architektů a projektantů technických zařízení budov bylo navrhnout budovu tak, aby i při výpadku chlazení a vytápění bylo možné budovu využívat s minimálním omezením nároků na vnitřní klima. Snahou bylo a bude, aby budova Národní technické knihovny měla také co nejnižší spotřebu energií.

V České republice dosud není provozována obdobná budova, kde by bylo možno současně ověřit efekty používání vnějších žaluzií, nočního předchlazování a aktivace betonového jádra. Předpokládá se, že optimalizace využívání všech systémů techniky prostředí a jejich řízení integrovaným systémem bude za plného provozu trvat roky. Bude sledován provoz zdroje chladu a vzduchotechnických zařízení a využívání vnějšího clonění a osvětlení. Nadále se bude hledat hospodárnější využívání energií. I když je v budově méně technologických zařízení než obvykle v budově takového rozsahu bývá, je nutno je využívat v optimálním měřítku. A to se musí jak obsluha provozu tak i zaměstnanci knihovny v budoucnu naučit. ■