55 let časopisu

číslo 4 201

2023/ročník 55

Klimatizace

první časopis českých vzduchotechniků

větrání | vytápění | chlazení | měření a regulace

Tematické číslo: **Národní divadlo**

KASTT

A subsidiary of VINCI ENERGIES

ENERGY FOR
NEW SOLUTIONS

Novinka

H eco

NOVÁ KONSTRUKCE **HLOUBKA ROTORU POUZE 120 mm**

Nejlepší volba pro návrh energeticky účinných VZT jednotek.

- **E**conomical design
- **C**ost-effective solution
- **O**ptimal efficiency

Technické specifikace:

- Hloubka rotoru 120 mm
- Provedení nedělené, ve vertikální poloze
- Teplotní i entalpické provedení
- Varianta s AC nebo krokovým motorem
- Možnost výběru těsnění rotoru: kartáčové nebo labyrintové těsnění s těsností minimálně 98,5 %

Zcela nová konstrukce rotačních výměníků KASTT představuje nový trend v návrhu vzduchotechnické jednotky. **Nízká tlaková ztráta, optimální účinnost** přenosu tepla a vlhkosti, **malé zástavbové rozměry** a **nízká cena** předurčují rotační výměníky H-eco jako **ideální volbu** pro moderní vzduchotechnické systémy.

KASTT, spol. s r.o.
Jižní 870
500 03 Hradec Králové
Česká republika

+420 495 404 010
info@kastt.cz
crmfamx

www.kastt.cz

číslo 4/2023 (201), 55. ročník

Klimatizace

první časopis českých vzduchotechniků

Slovo úvodem

Mimořádným počinem v historii našeho národa byla stavba Národního divadla. Pro naši národní identitu je to zásadní událost, avšak pomalu na ni sedá prach zapomnění.

Tematické číslo časopisu Klimatizace právě o Národním divadle – naší zlaté kapličce se pokusilo svým obsahem přispět k udržení odborného povědomí o této mimořádné stavbě alespoň v oblasti techniky prostředí. Větrání, klimatizace, osvětlení, vytápění, ale i rozvod vody, plynu, historická protipožární opatření a světelná signalizace – to byly převážně oblasti našeho zájmu, které zprostředkováváme čtenářům. Největší důraz je samozřejmě kladen na klimatizaci historické budovy a Nové scény.

Je to 40 let od slavnostního otevření Národního divadla po generální rekonstrukci historické budovy a dostavbě okolí. Je to také 140 let, co bylo divadlo otevřeno roku 1883 po požáru. Již tehdy společnost JANKA pro divadlo dodávala ventilátory. Účastnila se také rekonstrukce historické budovy, ale také klimatizace Nové scény a provozních budov. Společnost JANKA je jen o pár let starší než Národní divadlo a v tomto tematickém čísle se dělí o své znalosti s dalšími odbortníky TZB. Snad to bude pro vás zajímavé a inspirativní čtení.

Do nového roku 2024 mnoho zdraví, radosti a pracovních úspěchů

za redakci *Radek Petr*

Obsah

Národní divadlo – zlatá kaplička také ve vzduchotechnice
Ing. Radek Petr 2
Klimatizace Národního divadla v Praze
Ing. Jiří Bísek 7
Klimatizace Nové scény Národního divadla v Praze
Ing. Luboš Jelínek 11
Obsah časopisů Klimatizace 28/1979 a 49/1985, které vyšly před půl stoletím 21
Adiabatické systémy chlazení vzduchu ColdAIR IMPROVED Health® – nejenom do průmyslových hal
Ing. Radek Kotyza 23
Snížení energetické náročnosti odvlhčení vzduchu v letním období
Ing. Petr Berka, Ing. Radka Čapková 26
Vaillant sensoROOM – nová verze regulátoru s novými funkcemi
Ing. Libor Hrabačka 30
Nový trend v oblasti elektrického vytápění
Václav Makovec, DiS. 32
Zvuková zkouška tepelných čerpadel: Psychoakustika pro minimální tvorbu hluku
Ing. Tomáš Reček 34

Foto na obálce: © Narodnidivadlo.cz

Šéfredaktor: ing. Radek Petr
Grafická úprava: LD, s.r.o., – tiskárna Prager

Redakční rada: ing. Pavel Červinka, ing. Josef Dvořák (předseda), ing. Jaroslav Karel, ing. Radek Petr, dr. Stanislav Zeman

Adresa redakce: časopis Klimatizace, Vrážská 143, 153 01 Praha 5, telefon: 603 787 118, e-mail: redakce.klimatizace@gmail.com
Časopis vydává pod registrační značkou MK ČR 20730 JANKA Radotín, a.s.
Vychází 4x ročně.
ISSN 1803-4969

Toto číslo vyšlo: prosinec 2023

Národní divadlo – zlatá kaplička také ve vzduchotechnice

Ing. Radek Petr

Dne 18. listopadu letošního roku uplynulo 40 let od slavnostního otevření Národního divadla (ND) po generální rekonstrukci historické budovy a dostavbě jeho okolí v roce 1983. Z firem, které se rekonstrukce účastnily (SÚRPMO, Průmstav, PÚ VHMP, Pozemní stavby Č. Budějovice, ČKD Engineering, JANKA Radotín), nyní existuje vlastně pouze JANKA. Z tohoto důvodu je dnes velice náročné získat podklady a projekty techniky prostředí pro publikační činnost. Doslova detektivní práci v archivech ND, Národního technického muzea, JANKY i archívech soukromých osob podstoupil Ing. Václav Mužík, při rekonstrukci zastávající funkci koordinátora zařízení techniky prostředí ve vazbě na část stavební, který připravuje pro časopis topenářů Topenářství instalace – TOPIN několikadílný seriál o této rekonstrukci. To ho přivedlo i do JANKY, která mu vyšla v bádání maximálně vstříc ve všech směrech.

S Ing. Mužíkem se autor tohoto pojednání pro časopis Klimatizace sešel nad získanými materiály k velice zajímavé a přínosné schůzce (obr. 1).

Co víme o ND a o jeho stavbě?

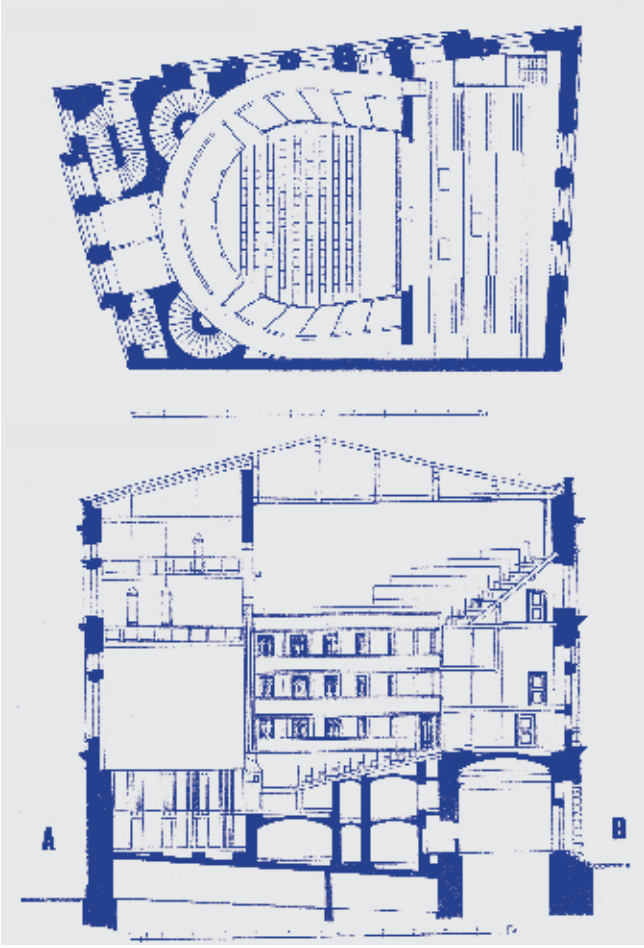
Dokumentace technických profesí na budově ND není valná. Pouze druhý ředitel divadla F. A. Šubert sepsal publikaci „Národní divadlo v Praze – dějiny jeho i stavba dokončená“ (vyšlo 1881, [1]). Zde se dozvídáme, že již divadlo Bouda (1786–89), které stávalo na Koňském trhu poblíž Jindřišské ulice, mělo dvojité prkenné stěny vycpáno slámou. Bouda byla pravděpodobně opatřena také vytápěním, což umožňovalo hrát i v zimě.

Touha hrát v českém jazyce byla silná, ale vlastenecké hraní se však nikde dlouho neudrželo. V 18. a 19. století v českých zemích naprosto převládalo české obyvatelstvo, ale většina kulturních událostí se v této době odehrávala v němčině. Od roku 1844 se počali scházet čeští vlastenci za účelem vlastního divadla s ryze českými repertoárem. Byla to obtížná cesta, ale v srpnu 1852 byla podepsána smlouva o zakoupení pozemku poblíž Řetězového mostu (dnes most Legií).

Obr. 1 – Setkání s Ing. Mužíkem nad materiály o ND

Ihned se započalo s projektem divadla pro 2500 míst, což je více než mělo německé divadlo v Praze. Topiti se mělo vyhřátým vzduchem, osvětlení plynové. Stavba Prozatímního divadla (obr. 2–5) začala koncem května 1862 a v polovině listopadu téhož roku (!) se v něm již hrálo.

Roku 1867 byla podepsána smlouva s architektem profesorem Zítkem a hned 16. května byly položeny první základní kameny z památných míst země. Začátek stavby nebyl snadný – bylo nutno trvale odčerpávat prosakující vltavskou vodu. Základová deska byla provedena z monolitického betonu o tloušťce takřka 1 metr. Nevídaná byla donátorská pomoc různých obcí i živnostníků na stavební dřevo, prkna, písek, železa do zdí… až třeba po bezplatné pokrytí střechy

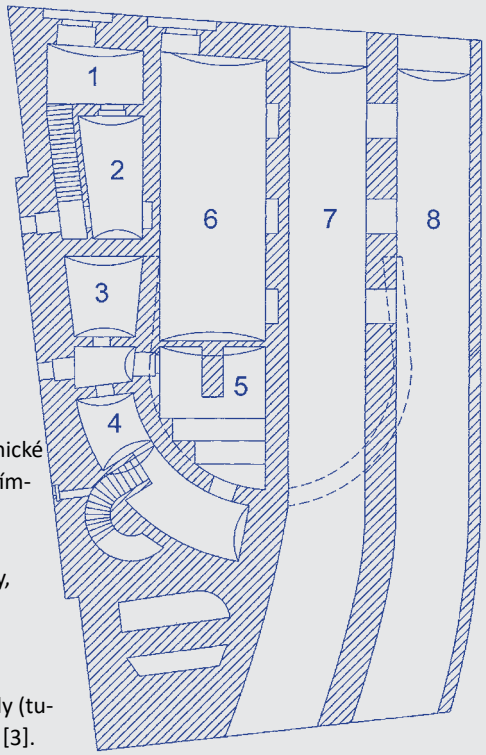


Obr. 2 – Prozatímní divadlo bylo stavěno dle plánů prof. Ullmanna na pozemku o výměře cca 510 m^2. Zdálo se nemožné na tak malém prostoru postavit důstojné divadlo, ale prof. Ullmann se zhostil úkolu na výbornou [2].

dodanou břidlicí nebo ročního placení 1 dělníka. Tak učinilo několik firem.

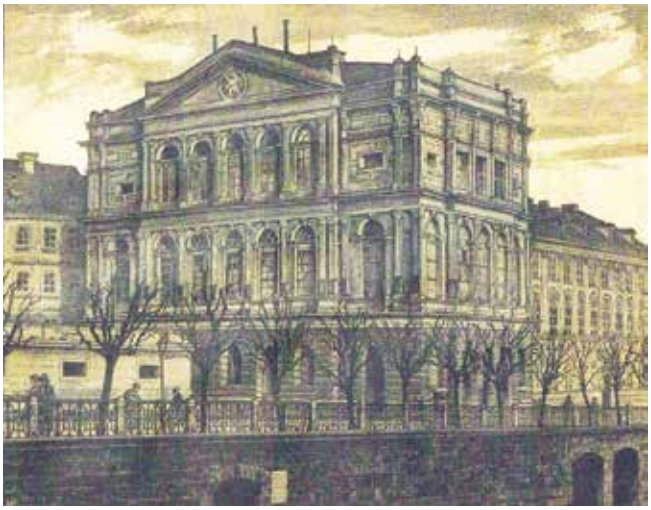
Vytápění a větrání divadla bylo svěřeno firmám Heckmann a spol., vodovod firmě Specker a plynovod firmě Blochmann. Kovářská a zámečnická práce byla svěřena firmě Janoušek. Peníze rychle docházely a díky půjčce České spořitelny bylo možno pokračovat v pracech tak, že v srpnu 1875 byla dokončena stavba obvodových zdí. V březnu 1880 byly zahájeny práce na zařízení techniky prostředí: *„V topišti upravena dlažba, klenby pod kalorifery, jakož i klenby ochranné nad nimi, šíje pro odvod vzduchu zvenčí a pro odvod vzduchu ohřátého. Kaloriferů* – zařízených na topení vzduchem – *bylo postaveno šest s celkovou hřejnou plochou 280 čtverečných metrů.“* Rozvody vody byly rozděleny na dvě části – požární vodovod a běžný vodovod. V prostoru jeviště byly instalovány jednak standardní požární armatury pro připojení hadic, jednak soustava děrovaných trubek *„k povšechnému zadeštění jeviště“*. Na jaře 1881 proběhla úspěšná tlaková zkouška tlakem 10 atmosfér. Veškerou potřebnou vodu se uvolila obec pražská poskytovat Národnímu divadlu zdarma. K osvětlování divadla byl použit plyn, ačkoli již elektrické osvětlení bylo známo, nicméně zásadní prvky, které zaručovaly jeho bezpečné používání, v té době byly teprve ve stadiu vývoje. Svícení plynem vyžadovalo náležité větrání.

Kompletní dodávka a montáž plynovodu byla svěřena firmě Staudt a Comp., která již několik podobných instalací realizovala. Rozvod plynu sestával ze tří částí: plynovod pro jeviště a hlavní lustr v hledišti, plynovod do malířské síně a do všech ostatních místností. Hlavní lustr se 472 plameny byl objednán u firmy Gasapparat und Gusswerk v Mohuči, vše ostatní u plynáren pražské obce.



Obr. 3 – Technické zázemí Prozatímního divadla:
1 – vchod,
2 – plynoměry,
3, 4 – topení,
5 – uhlí,
6 – depot,
7, 8 – podjezdy (tunely) k Vltavě [3].

K provětrávání divadla byl instalován ventilátor systému Högrova, pohonem byl plynový motor o výkonu 10 HP, který dodala smíchovská firma Peukert a Hebrich. Přívod vzduchu byl zajišťován pozinkovaným potrubím ze sklepů a rozváděn dále průduchy pod sedadla, hlediště a galerii. Odvod vzdu-



Obr. 4 – Budova Prozatímního divadla (na kresbě B. Roubalíka) navzdory některým (z dnešního pohledu) nedostatkům – např. nedostatečné únikové cesty pro případ požáru nebo paniky v hledišti, sloužila národu bez větších problémů podstatně delší dobu, než pro jakou bylo divadlo původně zamýšleno [1].

Obr. 5 – Podle dobových recenzí bylo divadlo „tak útulné a malé co hnízdo ptáčete ve větvích rozložitého stromu“ [1].

chu byl zajišťován železnou nástavbou ve stropě, v níž byla umístěna veškerá zařízení nutná k zavěšení a spouštění lustru. Při návštěvě divadla si všimněte velké mříže nad lustrem.

Ač zbývalo dokončit ještě některé drobné dokončovací práce, bylo slavnostní otevření Národního divadla stanoveno na 11. června 1881 u příležitosti pražské návštěvy nástupníka trůnu kralevice Rudolfa s princeznou Stefanií. Hrála se Smetanova Libuše. Definitivní otevření Národního divadla bylo stanoveno až na 11. září 1881 – opět se měla hrát veleúspěšná „Libuše“. V srpnu však přišla pohroma.

Sotva utichly poslední oslavy a odehráno bylo prvních dvanáct představení, neprodleně započaly poslední dokončovací práce. Jenže 12. srpna 1881 divadlo shořelo a tato událost vzedmula ještě větší vlnu vlastenectví. Sbíralo se znovu na nové a ještě lepší a modernější divadlo. To bylo otevřeno již 18. listopadu 1883 za ředitele F. A. Šuberta.

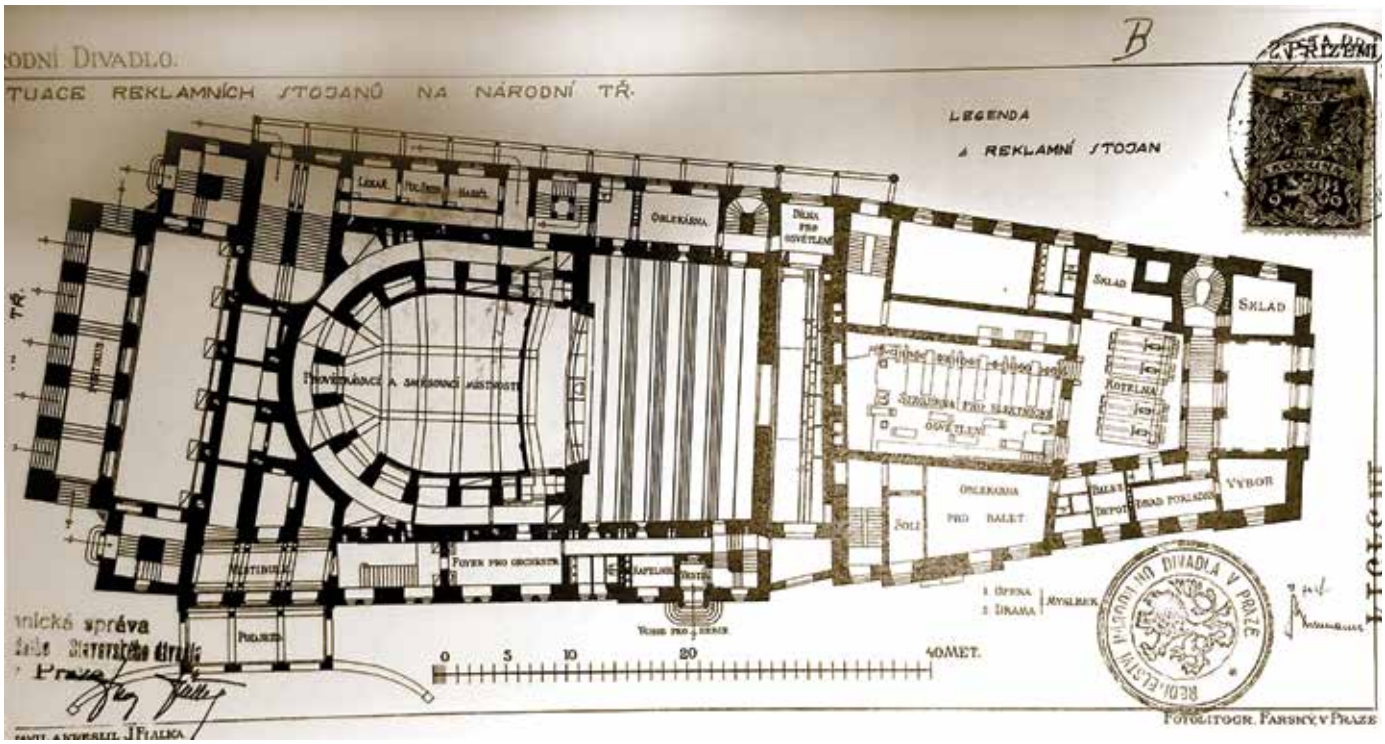
Zařízení techniky prostředí historické budovy ND

Vytápění a větrání

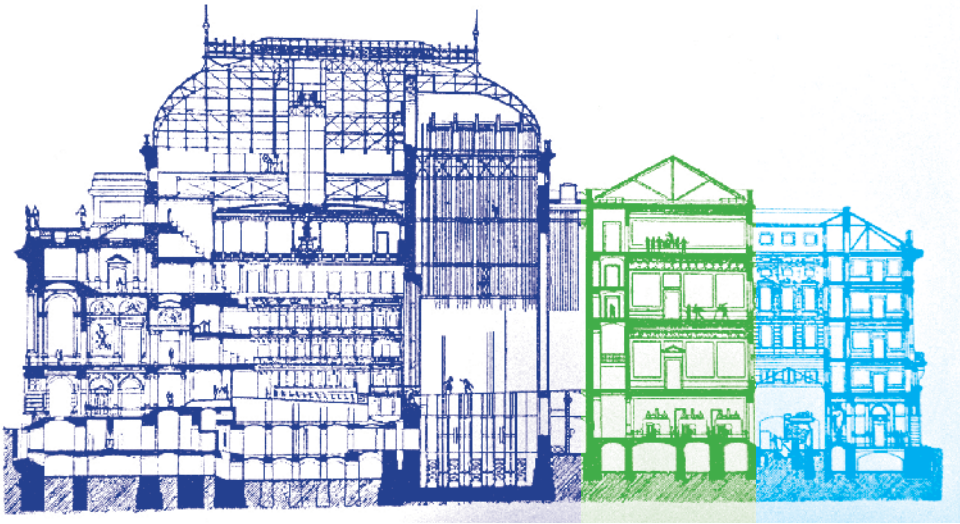
Projekt na vytápění a větrání budovy po rekonstrukci byl v roce 1882 zadán Ing. Kellingovi z Drážďan, který měl s podobnými realizacemi již zkušenosti. V zadání bylo stanoveno, že veškeré zdroje tepla a komíny mají být z historické budovy vyloučeny (obr. 6–8). Vzhledem k omezenému prostoru zvolil Ing. Kelling jako zdroj tepla čtyři parní kotle soustavy Roothovy patentu Waltherova. *„Jsou sestaveny tak, že se při nich nemůže státi výbuch větší, nýbrž v nejhorším případě jen částečný, málo škodný.“* Pro vytápění postačily původně dva kotle s výhřevnou plochou 68 m^2 a dva kotle po 25,6 m^2. Když bylo později rozhodnuto zavést elektrické osvětlení, bylo nutno zvětšit výhřevnou plochu kotlů na 442 m^2 oproti původním 187,2 m^2. Přívod vzduchu byl zajištěn tunely (obr. 3) vedenými od Vltavy do sklepních *prostor „a sice kvůli vyčištění drátěnou sítí a zvláštním sprchovým přístrojům, kde se všech škodných příměsků sprostí. Pak vstoupí do síně přehřívací umístěné pod hlavním vestibulem“*. Dále byl vzduch veden do ventilátoru pod hlavním vestibulem, poháněným parním strojem o výkonu 8 HP. Vzduch byl nasáván kanálem od Vltavy a dále do směšovací místnosti. Odtud byl vzduch veden k teplovzdušným jednotkám, které umožňují regulování množství vzduchu jak na přívodní, tak na výstupní straně. Dále vzduch proudil různými kanály jak ve stěnách, tak v podlahách, ale i zvláštními výústkami pod každým sedadlem, kde bylo množství výstupního vzduchu možno regulovat. Regulačními prvky byl vybaven i přívod vzduchu do lóží i vedlejších místností. Pro vytápění jeviště byly do propadliště instalovány dvě teplovzdušné jednotky.

Odvod vzduchu byl zajištěn parním axiálním ventilátorem o výkonu 4 koní umístěným na stropním nosníku. Dle dobových pramenů bylo i při venkovní teplotě -20 °C možno v hledišti dosáhnout teploty +20 °C, zatímco v létě teplota hlediště údajně nepřestoupila 25 °C. Parní pohony obou ventilátorů byly v letech 1926–27 nahrazeny elektromotory a v této sestavě byly ventilátory v provozu až do rekonstrukce v r. 1983. Dnes je jeden z těchto ventilátorů (obr. 9) vystaven v podniku JANKA Radotín, kde byl tehdy vyroben. Množství přivedeného vzduchu v zimě mohlo být až 50 000 m^3/hod, v létě 90 až 100 000 m^3/hod. Tato koncepce umožnila z divadelní budovy odstranit veškeré stávající zdroje tepla i komínová tělesa.

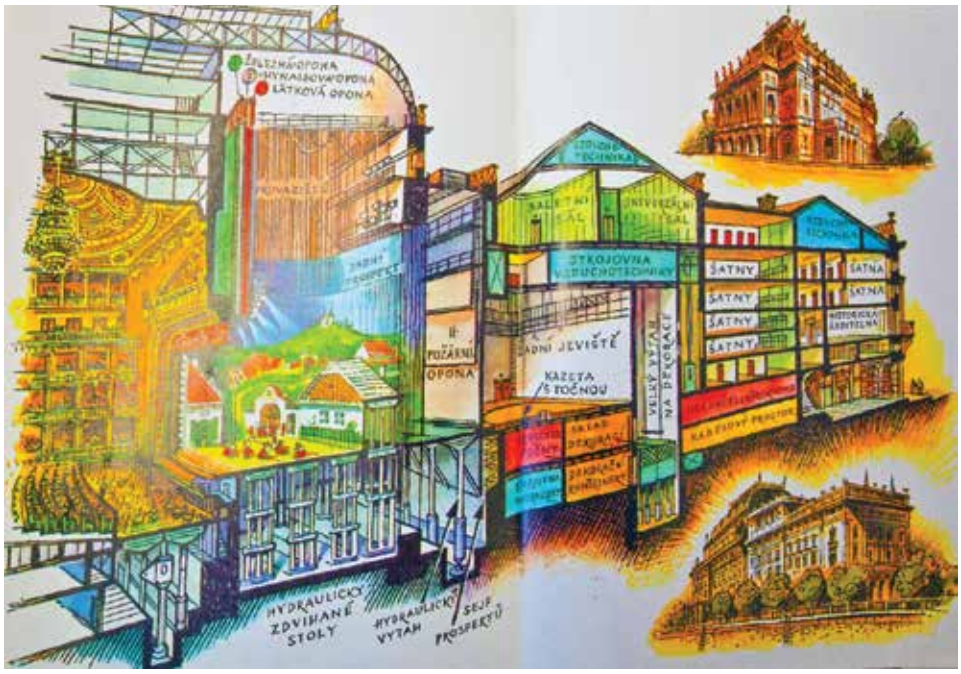
Protože Ing. Kelling měl ve smlouvě stanoveno, že veškerá zařízení, které jsou schopny vyrobit a dodat české firmy, budou přednostně objednány u nich, objednal Ing. Kelling veškerou litinu a teplovzdušné jednotky ve Vojtěšské huti na Kladně, parní stro-



Obr. 6 – Po devastujícím požáru byly veškeré zdroje tepla a komíny z historické budovy vyloučeny [2].



Obr. 7 – Podélný řez ND ukazuje složitý systém velké divadelní budovy s činoherním, operním a baletním provozem. Až do střechy hlavní budovy zasahuje vysoké provaziště [1].



Obr. 8 – Řez ND – přiřazení prostorů historických budov [2].

je s veškerým příslušenstvím v Českomoravské továrny na stroje, která dodala i hlavní ventilační odtahové potrubí ve střeše.

Osvětlení

Díky výraznému pokroku v rozvoji systémů elektrického vytápění rozhodl výbor pro obnovu ND o instalaci tohoto způsobu osvětlení. Hlavní výhodou oproti plynovému vytápění bylo výrazné zlepšení hygienických podmínek jak v hledišti, tak na jevišti a výrazné zmenšení nebezpečí požáru. První zkoušky byly provedeny s obloukovými lampami Ing. Křižíka ještě v Prozatímním divadle. Jelikož se ukázalo, že tento druh osvětlení jednak zkresluje barvy, jednak vrhá silný stín, bylo rozhodnuto, že bude vypsána nová soutěž. Protože v právě dostavěném brněnském divadle již bylo osvětlení *„žárovými lampičkami Edisonovými“* instalováno, odebrala se komise toto osvětlení prověřit. Na základě příznivého posudku bylo ve výboru sboru rozhodnuto vypsat soutěž na elektrické osvětlení hlavní budovy, oblékáren a zkušeben.

Protože Ing. Křižík nebyl schopen osvětlení v požadovaném termínu zajistit, ze soutěže odstoupil a instalace byla v dubnu 1883 smluvně svěřena vídeňské firmě Brückner, Ross et Cons. Dle smlouvy bylo nutno instalovat 2000 ks *„lampiček Edisonových“*, které mají zajistit osvětlení interiéru celého ND kromě *„domu loggie, portiku, podjezdu a obloukové chodby“*, kde bylo instalováno plynové osvětlení. Hlavním důvodem pro toto řešení byl omezený prostor kotelny a strojovny, který neumožňoval další navýšení výkonu. Nakonec bylo instalováno 2166 žárovek bílých a 856 barevných. Energie pro osvětlení byla generována v sedmi elektrodynamických strojích, které byly schopné pokrýt potřebu 1750 lampiček po 16 „svíčkách“ nebo 3500 lampiček po 8 „svíčkách“. Pro osvětlení jeviště sloužil jeden menší agregát, zatímco k efektnímu jeviště sloužily dva elektrodynamické stroje Grammovy. Hlavní lustr byl pořízen zcela nový opět od firmy Gasapparat und Gusswerk v Mohuči. V roce 1883 se dle F. A. Šuberta jednalo o vůbec největší instalaci elektrického osvětlení ve světě.

Obr. 7 – Ventilátor pro Národní divadlo vyrobený v dílně JANKY v Truhlářské ulici v Praze 1, kde firma působila do roku 1899.

Pro pohon těchto elektrických jednotek sloužily tři dvojčinné parní stroje o výkonu 60 HP, výrobek firmy Breitfeld–Daněk, jejichž výkon v případě potřeby bylo zvýšit až na 90 HP a tento výkon je prostřednictvím lanových převodů přenášen na transmisní hřídel; z transmise pak řemeny na generátory. Průměr pístu měl 240 mm, zdvih 450 mm, hnací lanový kotouč pro 9 lan měl průměr 1750 mm. Potřebné množství vody je přes nově zřízenou studnu čerpáno z Vltavy.

Od hlavního regulátoru se elektrické rozvody dělí do následujících větví: hlediště, jeviště, zkušebny, garderoby, chodby. V hledišti a na jevišti je možno intenzitu světla regulovat co do intensity i barvy světla. Intensita světla se lišila pro běžná a slavnostní představení.

Vodovod

Rozvod vody byl rozdělen do dvou okruhů:

- pro standardní spotřebu (šatny, úklid, WC apod.),
- požární vodovod.

Rozvod vody je proveden takto: ve spodním sklepě je instalováno okružní potrubí, které je ve čtyřech místech připojeno na městský vodovod. K tomuto okruhu jsou připojeny veškerá stoupací potrubí. V hledišti jsou instalována dvě stoupací potrubí – po každé straně jedno. V každém podlaží je na toto potrubí připojen hydrant, který je společně s hadicemi instalován ve skříňce se skleněnými dvířky. Pro případ, že by z městského vodovodu nebylo možno požární vodu získat, byly v podstřeší nad hledištěm instalovány nádrže o objemu 9 m^3 pro každou stoupací větev.

Pro jeviště byly rozvody vody provedeny takto: od okružního vodovodu jsou v každém rohu hlavního jeviště a po obou stranách zadního jeviště provedena stoupací potrubí. V jevišti, propadlišti i v provazišti jsou na tato potrubí rovněž připojeny hydranty s hadicemi. Dalším prvkem jsou děrované měděné trubky připojené rovněž na městský vodovod. Pro zajištění nezávislosti na městském vodovodu bylo pro toto potrubí instalováno šest uzavřených ocelových nádrží o celkovém objemu 50 m^3. Spouštění tohoto okruhu bylo možno provádět buď z jeviště nebo z první pracovní galerie provaziště. Aby v případě poklesu tlaku v městském vodovodu nedošlo k vytékání vody z nádrží, byly na potrubí instalovány zpětné ventily.

Světelná signalizace (telegraf) a moderní telefon

Telegraf v divadelním prostředí fungoval na bázi světel (různých barev) anebo zvukového signálu. Byl zřízen jak pro vnitřní službu, tak pro případ ohlášení požáru. Cituji: *„Z jeviště je spojení se všemi šatnami herců, do hlediště, do šaten pro zavolání herců, do hlediště a na chodby k oznámení začátku představení, od kapelníka na jeviště, k čemuž jsou zároveň upraveny metronomy. Dále jde telegraf z ředitelny k úřednictvu divadelnímu apod. – K ventilaci a topení je sestaven celý systém dalekomluvů tak, aby bylo spojení od ventilátorů do všech pořadí.“* Dalekomluvem se rozumí telefonní přístroj, který byl patentován 1876.

Požární telegraf fungoval tak, že v hledišti, na jevišti a v sousední části budovy byla umístěna čidla, která v případě požáru měla ohlásit na strážnici místo vzniku požáru. Požární automat na strážnici byl spojen s ústřední hasičskou stanicí, umístěnou tehdy v budově Staroměstské radnice.

Protipožární opatření

Při rekonstrukci po devastujícím požáru bylo v podstatně větší míře dbáno na požární bezpečnost i z hlediska použitých materiálů. Konstrukce střechy byla výhradně ocelová, břidličná krytina byla připevněna na ocelový vlnitý plech kovovými šrouby atd.

Obrázky 7 a 8 zachycují v podstatě současné prostorové uspořádání historických budov včetně přiřazení účelu jednotlivých prostor. Historická budova je zobrazena vlevo, uprostřed je budova Prozatímního divadla (dnes zadní jeviště, baletní a universální sál, strojovna VZT, sklady) a v pravé části se nachází Schultzův dům, kde jsou převážně šatny, historická ředitelna a zařízení elektrorozvodů.

Závěr

V tomto úvodním článku jsou uvedeny pouze drobné črty TZB především z práce V. Mužíka a dávného ředitele divadla F. A. Šuberta. Zájemce o podrobnější informace o ND odkazuji na níže zmiňovanou literaturu. Rád bych poděkoval Ing. Václavu Mužíkovi a redakci časopisu Topenářství instalace za umožnění čerpat z práce, kdy některé díly jsou nyní pouze v rukopisné podobě a budou zveřejněny až v roce 2024. Společnost JANKA poskytla pro toto pokračování seriálu v časopisu Topenářství instalace následující články o historické budově a Nové scéně včetně grafického materiálu z časopisu Klimatizace.

Poděkování patří také Miroslavu Růžičkovi, zástupci technicko-provozního ředitele ND pro THS, za konzultace některých pojmů z historických materiálů.

Literatura a zdroje:

[1] ŠUBERT František Adolf, PINKAS Soběslav Hyppolyt, ALEŠ Mikoláš: Národní divadlo v Praze – dějiny jeho i stavba dokončená (tiskem a nákladem J. Otty 1881 v Praze), dostupné na ndk.cz (Národní digitální knihovna)
[2] Archiv Národního divadla v Praze
[3] MUŽÍK Václav: Národní divadlo – 40 let od rekonstrukce – 1. až 4. část. Topenářství instalace, 2023–24, roč. 57–58, č. 5–6 a 1–2, ISSN 1244–0906.
[4] BARTOŠ Jan: Národní divadlo a jeho budovatelé, Sbor pro zřízení druhého národního divadla, 1933), dostupné na ndk.cz (Národní digitální knihovna)

Klimatizace Národního divadla v Praze

Ing. Jiří Bísek, projekce JANKA-ZRL

Autor se zabývá problematikou řešení klimatizačního zařízení historické budovy Národního divadla. Náročnost tohoto úkolu je dána snahou o minimální narušení stávajících interiérů, která je v protikladu s úplně nově uvažovanou divadelní technologií. Dodržení hygienických a protipožárních požadavků za těchto podmínek vyžaduje často aplikaci nových původních řešení vzduchotechnických elementů.

Tento článek jsme publikovali před půl stoletím. Originál článku v plné verzi na 4 stranách s 4 obrázky nalezne zvídavý čtenář v příloze PDF vydání současného čísla na webu JANKY Radotín.

Úvod

Národní podnik JANKA-ZRL se v současné době (psáno r. 1979) podílí na rekonstrukci Národního divadla v Praze zajišťováním vzduchotechniky a to jak po stránce vypracování prováděcí projektové dokumentace, tak dodávkově. Tato akce je projekčně a výrobně náročná s ohledem na historický interiér stavby, jež nesmí být vzduchotechnikou narušen (viz obr. 1).

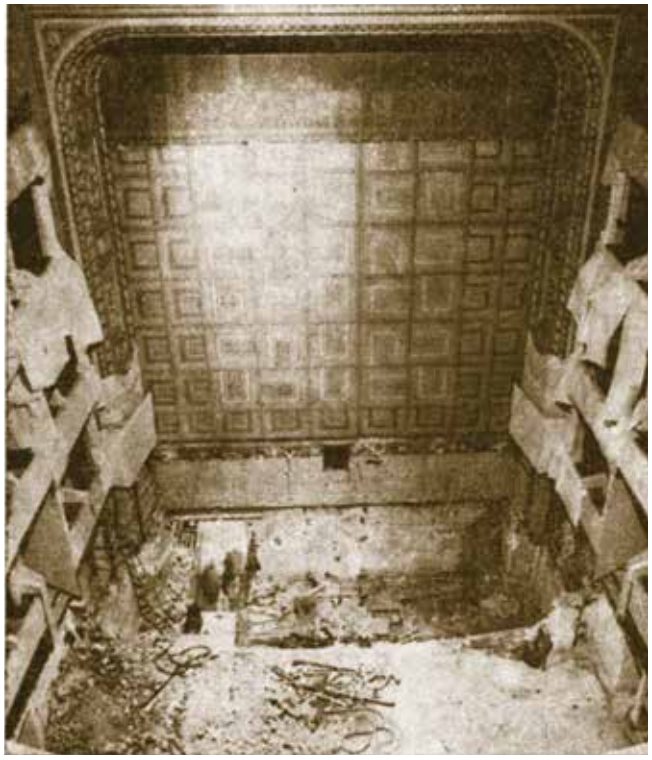
Projektové práce vycházejí z úvodního projektu vzduchotechniky, vypracované v n.p. Průmstav. Tato dokumentace je doplňována na základě nových požadavků ze strany divadelní technologie. Koncové elementy vzduchotechniky jsou voleny tak, aby mikroklima ve větraných prostorách bylo optimální, s přihlédnutím k detailnímu řešení interiéru (obr. 2).

Stavebně architektonická rekonstrukce historické budovy je zajišťována generálním projektantem – Státním ústavem pro rekonstrukce památkových měst a objektů. V historické budově vzniká mimo jiné dispozičně nový prostor centrální šatny, umístěné v I. suterénu. Kromě toho jsou v rámci rekonstrukce obsaženy úpravy, které interiérový vzhled divadla neovlivňují. Jedná se o změny vyvolané především instalováním moderní technologie. Sem patří i vytváření nových prostorů pro centrální strojovny vzduchotechniky v suterénní části divadla.

Současně s rekonstrukcí probíhá projektová činnost na dostavbě Národního divadla. Jde o komplex nových budov, které kromě svého společenského poslání vytvářejí technické zázemí historické budovy. V této části se nachází energocentrum, zajišťující média k provozu klimatizačních zařízení (elektrická, tepelná a chladící energie).

Vzduchotechnická zařízení jsou ovládána automatickou regulací HONEYWELL – systém MICRONIK 100. Jedná se o elektronický systém, jež umožňuje při použití centrální ústředny typu DELTA 1000 provádět automatické řízení a registraci pracovních a poruchových hlášení.

Klimatizace historické budovy je řešena nízkotlakým systémem. Návrh jednotlivých vzduchotechnických zařízení plně



Obr. 1 – Hlediště ND po odstrojení (r. 1978)

Obr. 2 – Historická vzduchotechnická mřížka

respektuje provozní členění budovy, což zajišťuje nezávislý provoz. Tato podmínka je nutná s ohledem na provozní variabilitu – plný provoz, zkoušky při proměnném využívání technologie. Proto jsou navržena samostatná klimatizační zařízení pro prostory: jeviště, hlediště, orchestru a ladírny, prezidentské salóny, šatny, baletní sál, sborový sál, technologické prostory atd.

Kromě dvou hlavních strojoven (pro Zítkovu a Schulzovu část) s centrální předúpravou vzduchu, jsou vzduchotechnická zařízení rozmístěna do podružných strojoven, provozně ovládaných z hlavního velínu.

Návrh většího počtu strojoven byl vyvolán nutností dosáhnout co nejkratších dopravních cest, s ohledem na stávající stavební uspořádání divadla. Centrální předúprava vzduchu je řešena:

- filtrací v automaticky odvinovacím filtru TROX,
- předehřívačem ve výměníku výrobní řady OVB,
- dopravou vzduchu od venkovní nasávací žaluzie, přes zmíněné elementy do prostoru strojovny, axiálním ventilátorem WOODS, s plynulou změnou dopravovaného množství vzduchu.

Jednotlivá klimatizační zařízení zajišťují úpravu vzduchu v závislosti na požadavcích mikroklimatu daných větraných prostorů. Nejvyšší stupeň úpravy vzduchu spočívá ve: filtraci, ohřevu, chlazení a vlhčení parou. Uvedené úpravy zajišťují klimatizační jednotky BKB, doplněné o zvlhčovací komoru, osazenou parním zvlhčovačem. Národní podnik JANKA-ZRL dodává jednotky BKB ve zvláštním, atypickém provedení. Jedná se především o volbu konstrukčních materiálů, které ovlivňují provozní životnost zařízení. Tyto jednotky nejsou zařazeny do sériového výrobního programu závodu.

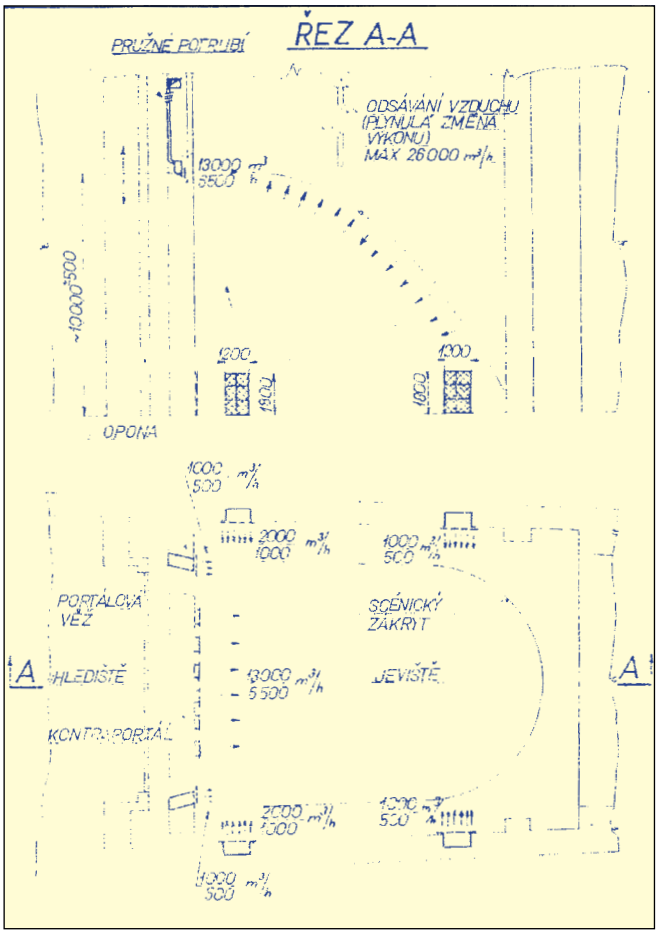
Popis řešení vybraných klimatizačních zařízení v ND

Klimatizace jeviště

Prostor jeviště (obr. 3) je větrán dvěma přívodními jednotkami, s pohonem ventilátorů dvouotáčkovými motory. Použité úpravy: filtrace, ohřev, chlazení a vlhčení. Jedno zařízení přivádí vzduch do kontraportálu, odkud je vyfukován vyústkami do prostoru jeviště. Druhé zařízení přivádí vzduch do portálových věží a bočních výdechů na jeviště. Poslední dvojice výdechů (ve směru od hlediště) zajišťuje přívod upraveného vzduchu za scénické zákryty, do míst nástupu herců. Ostatní výdechy slouží k provětrání jevištního prostoru, na kterém se přímo odehrává divadelní děj. Spojením obou zařízení a při použití dvouotáčkových motorů lze dosáhnout různých kombinací, umožňujících zvolit optimální přívod vzduchu na jeviště pro různá scénická uspořádání. S ohledem na měnitelnost vzduchového výkonu přívodních jednotek byl navržen pro odvod ventilátor RNE 1000, jehož synchronní motor má regulaci otáček typu VLT-Danfoss. Tím lze automatickou regulací zajistit plynulou změnu výkonu odsávacího ventilátoru v závislosti na provozním režimu přívodních zařízení.

Klimatizace hlediště

Pro přívod upraveného vzduchu do hledištní části jsou navrženy klimatizační jednotky v sestavě komor: filtrační, ohřívací, chladící, vlhčící a dopravní. Prostor hlediště je rozdělen do sekcí, které jsou ovládány jednotlivými zařízeními:



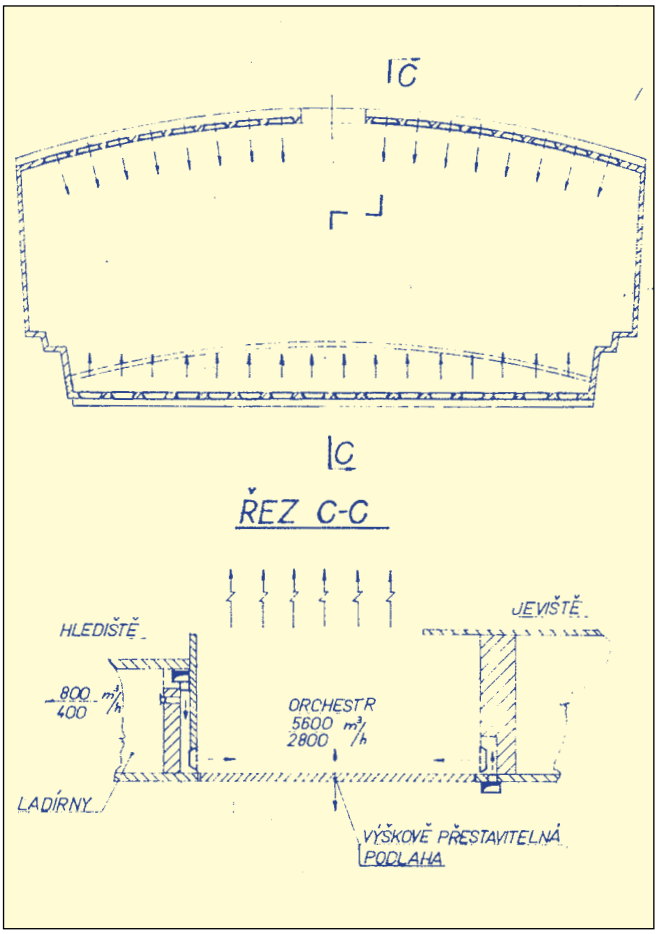
Obr. 3 – Grafické znázornění větrání jeviště

- na parteru je vzduch dopravován do stavební komory, situované pod podlahou, na níž jsou usazena divadelní křesla. Původně byl uvažován přívod vzduchu upravenou nohou divadelního křesla. Nyní je jako koncový element předpokládána speciálně upravená prostorová vyústka, umístěná v přízemí pod každým křeslem;
- do lóží na parteru, 1. a 2. balkon je přívod vzduchu řešen vyústkou, osazenou do bočního zvýšeného stupně;
- do hlediště 1. a 2. balkónu je vzduch distribuován přívodními vyústkami, osazenými do jednotlivých stupňů stavební konstrukce, která slouží pro fixování a výškové rozlišení jednotlivých řad křesel. Tato konstrukce zároveň vytváří komoru, která v těsném provedení umožňuje rovnoměrný přívod vzduchu jednotlivými vyústkami;
- do hledištní části na 1. galerii je řešena distribuce obdobně jako u hledištní části 1. a 2. balkónu;
- hledištní část na 2. galerii je větrána stejným způsobem jako hledištní část 1. a 2. balkónu.

Pro odvod vzduchu z hlediště je navržen ventilátor RNA 800/2. Vzduch je odsáván šachtou, sloužící k dopravě centrálního lustru při provádění jeho údržby.

Klimatizace prostoru orchestru

Klimatizace tohoto prostoru (obr. 4) je řešena jednotkou ve složení komor: filtrační, ohřívací, chladící, vlhčící a dopravní



Obr. 4 – Grafické znázornění větrání prostoru orchestru

s dvouotáčkovým motorem. Upravený vzduch je distribuován do prostoru orchestru děrovanými panely, situovanými u pracovní podlahové kóty. Podlaha je výškově přestavitelná hydraulickým pohonem, kdy v horní poloze prodlužuje plochu jeviště. Část vzduchu slouží k větrání ladíren a skladu hudebních nástrojů. Z prostoru orchestru lze dálkově ovládat teplotu přiváděného vzduchu.

Klimatizace baletního a sborového sálu

S ohledem na stejné řešení způsobu větrání obou prostorů je uváděn společný popis, i když každý sál má samostatné klimatizační jednotky s úpravami vzduchu, filtrace, ohřev, chlazení a vlhčení. Obdobně jako u prostoru orchestru je provedeno dálkové ovládání teploty přiváděného vzduchu z obou sálů. Přiváděný vzduch je dopravován potrubní sítí, situovanou do mezistěny mezi baletní a sborový sál a distribuován z vyústek pod strop. Z hlediska divadelního provozu je požadováno osvětlení žárovkami o vysoké intenzitě. Za účelem snížení vlivu osvětlení na tepelnou bilanci byla navržena speciální úprava osvětlovacích těles, jež umožňuje zároveň odsávání vzduchu z prostoru sálu. Výše tepelných zisků rovněž ovlivnila původní interiérové řešení baletního sálu, kdy byla kromě stropního osvětlení navržena osvětlovací rampa v pásu nad podlahou, s příkonem žárovek 155 kW. Po dohodě s uživatelem bylo od tohoto řešení ustoupeno.

Problematika koncepčního řešení

V průběhu zpracování projektu bylo nutno hledat nová koncepční řešení některých vzduchotechnických zařízení. Jako příklad uvádím problematiku větrání jeviště.

Úvodem lze podotknout, že v současné době není klimatizace jeviště běžně řešena ani u nás, ani v zahraničí. Pro přívod vzduchu využíval úvodní projekt boční výdechy, umístěné v podélných stěnách obvodové zdi. Tento způsob distribuce však není vhodný, protože nerespektuje boční jevištní dekorace, které v tom případě plně zakrývají vzduchotechnické přívodní vyústky. Dekorační zákryty jsou totiž zhotoveny z neprodyšného textilního materiálu.

Jeviště je vestavěný prostor do budovy divadla, takže vnější tepelné zisky nejsou ve výpočtech uvažovány. Původně uvažované vnitřní zdroje tepla: příkon osvětlení 400 kW a 250 účinkujících. Prostorové rozložení scénického osvětlení, vztažené na celkový příkon, je přibližně následující:

- portálové věže ..... výška ±0–10 m – 20 %
- portálový most ..... 10 m – 30 %
- osvětlovací baterie ..... výška nad 12 m – 50 %

Po provedení předběžných výpočtů a po zjištění možností distribuce vzduchu bylo zřejmé, že jeviště nelze za těchto podmínek klimatizovat. V daném případě dosahoval pracovní rozdíl teplot neúnosných hodnot a pro potřebné množství vzduchu nebylo možné zvolit vhodný koncový výdechový element. Pro projektanta vzduchotechniky je jeviště nejobtížnějším řešením, protože v jeho prostoru neexistuje místo, které by funkčně neobsadila divadelní technologie. Nová jednání se zpracovatelem projektu technologie, uživatelem a generálním projektantem znamenala upřesnění extrémních hodnot pro výpočet tepelné bilance: příkon osvětlení 160 kW (při platnosti výškového rozdělení) a 150 účinkujících. Pro návrh vzduchotechnického zařízení byla tedy uvažována vnitřní zátěž od scénického osvětlení a účinkujících. Při respektování akumulace stěn a prostorového rozmístění reflektorů, je určena výsledná tepelná zátěž 42,2 kW. Pro přiváděné množství vzduchu 5,8 m³/s je pracovní rozdíl teplot 6 K. Ve spolupráci se zpracovatelem technologie byla vyřešena nová konstrukce kontraportálu a portálových věží, jež se využívají pro situování vzduchotechnického potrubí. S ohledem na osvětlovací techniku nesmí vzduchotechnické elementy přesáhnout půdorysový obrys kontraportálu. Jako optimální koncový element byla ve spolupráci s pracovníky VÚV v Praze zvolena vyústka podle TPJ 68-12-76.

Vzduchotechnické potrubí, zahrnuté do konstrukce kontraportálu, je osazeno 12 ks vyústek STROJTEX o velikosti 560x280 mm, při nastavení listů N 30. Na jednu vyústku připadá objemový průtok 0,3 m³/s, při výtokové rychlosti 2,62 m/s. Přívodní proud se nešíří do prostoru jeviště přímočaře, nýbrž vzhledem k tomu, že se jedná o chladný vzduch, ohýbá se vlivem neizotermičnosti. Pásmo pobytu jevištní plochy je převážně větráno zpětným proudem, který se vytvoří jako doplněk přívodního proudu (proudění o rychlosti 0,2 m/s při rozdílu teplot do 1 K).

Přívody vzduchu boční a v portálových věžích jsou řešeny jako velkoplošné výustě.

Parametry vzduchotechnických zařízení

Výpočtové hodnoty pro návrh klimatizace

Letní provoz:

venkovní parametry: t_e = +32 °C;
i_e = 60 kJ/kg

Zimní provoz:

venkovní parametry: t_e = -12 °C;
i_e = 9 kJ/kg

vnitřní parametry:

t_i = +20 až 26 °C
φ_i = 35 až 60 °C

Hlukové parametry

Maximální přípustné hladiny hluku byly určovány s ohledem na hygienické předpisy svazek 37 a normy ČSN 73 5250 a ČSN 73 0527 a jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 – Přípustné hladiny hluku

Větraný prostor	Dovolená hladina hluku od vzduchotechniky dB (A)
hlediště, jeviště, prostor orchestru + přilehlé ladírny, podjevištní prostor, sborový sál	35
baletní sál, prezidentské salónky, fasádní místnosti ladíren, šatny sólistů	40
sociální zařízení u šaten, foyery, šatny sboru	50
promítací kabiny, kuřárny, sociální zařízení diváků	55
elektrorozvody, strojovna hydrauliky, ranžír zvuku	60

Výkony vzduchotechnických zařízení

Vzduchotechnická zařízení byla navrhována s ohledem na předávané technologické podklady, udávající výši tepelných zisků a při respektování hygienických předpisů. Na jednoho diváka je navrženo 35÷40 m³/h (50÷100 m³/h pro účinkující) čerstvého upraveného vzduchu.

Energetické požadavky

Maximální možná spotřeba elektrické energie pro centrální klimatizační zařízení, bez požárního větrání a oběhových čerpadel, je 196 kW.

Obr. 5 – Pohled do orchestřiště, Autor: Staycoolandbegood

Topné médium – ohříváky jsou dimenzovány na vstupní teplotu vody +90 °C. Celková spotřeba tepla je 1976 kW.

Chladicí médium – je používána chladicí voda o teplotě +8 °C. Celková spotřeba chladu je 670 kW. Množství vzduchu, který je vzduchotechnikou upravován, je 164 000 m³/h.

Závěr

S ohledem na rozsáhlost a různorodost provozů u výše popsané akce nebylo možné komentovat vzduchotechnická zařízení v plném rozsahu. Proto byla vybrána pouze typická zařízení, charakteristická pro divadelní provoz. Vzhledem k tomu, že rekonstrukce Národního divadla v Praze je obecně známou a se zájmem sledovanou akcí, domnívám se, že i rámcové informace o řešení vzduchotechnických zařízení, uvedené v tomto článku, budou čtenáře KLIMATIZACE zajímat.

Literatura:

[1] Ing. V. Hladký, CSc. – zpráva VÚV Z-77-1158 »Modelové zkoušky vybraných distribučních orgánů«

[2] PP vzduchotechniky

[3] Pracovní technická dokumentace autora

Rukopis předán redakci 22. 1. 1979.
Recenzoval Ing. Milan Kopřiva

Tab. 2 – Hlavní údaje o klimatizovaných prostorách

Větraný prostor	Obest. objem	Podlah. plocha	Příkon osvětlení	Počet osob	Množ. přív. vzduchu	Počet výměn	Prac. prostor teplot
–	m³	m²	kW	–	m²/s	1/h	K
Jeviště hlavní	10 080	336	160	150	5,8	2,1	6*)
Hlediště parter	1540	273	20	267	3	7	3
Prostor orchestru	280	70	4	90	1,5	20	3*)
Baletní sál	594	99	15	36	2	12	5
Sborový sál	498	83	15	100	2,3	16	6

*) platí pro extrémní provozní podmínky

Klimatizace Nové scény Národního divadla v Praze

Ing. Luboš Jelínek, PÚ VHMP, Praha

Příspěvek volně navazuje na článek Ing. Bíska v č. 28 našeho časopisu, který se zabýval klimatizací historické budovy ND. Popis technického řešení klimatizace Nové scény ND je obohacen zejména o vylíčení mimořádného průběhu projektové přípravy tohoto objektu a o první zkušenosti z provozu klimatizace, kterou dodal koncernový podnik JANKA-ZRL v rámci finální dodávky techniky prostředí pro celý areál ND.

Tento článek jsme publikovali před půl stoletím. Originál článku v plné verzi na 11 stranách s 8 obrázky nalezne zvídavý čtenář v příloze PDF vydání současného čísla na webu JANKY Radotín.

Úvod

Úkolem tohoto článku je seznámit odbornou veřejnost s řešením klimatizace v objektu 4 – Nová scéna v areálu dostavby Národního divadla a jeho okolí (obr. 1) a zároveň se podělit s ostatními projektanty a uživateli vzduchotechnických zařízení o zkušenosti s technickým řešením, použitým ve výše uvedeném objektu.

Pro pochopení celé problematiky uvádím jednak postup vypracování projektu a vzhledem k vzájemné návaznosti jednotlivých objektů i krátký popis celé do stavby Národního divadla.

Základní funkční náplň do stavby prodělávala po řadu let pozvolný vývoj, ovlivněný rozpracováním projektového řešení, které přinášel o nové poznatky. Kromě narůstání objemů nedošlo však v tomto období k zásadní změně funkční náplně. Její vývoj byl ukončen v roce 1980, kdy byl po upřesnění rozpočtových nákladů stanoven nepřekročitelný finanční limit stavby a funkce generálního projektanta ze SÚRPMO převedena na PÚ VHMP. Potom však došlo k zásadní změně v názoru na funkční využití objektu 4 do stavby.

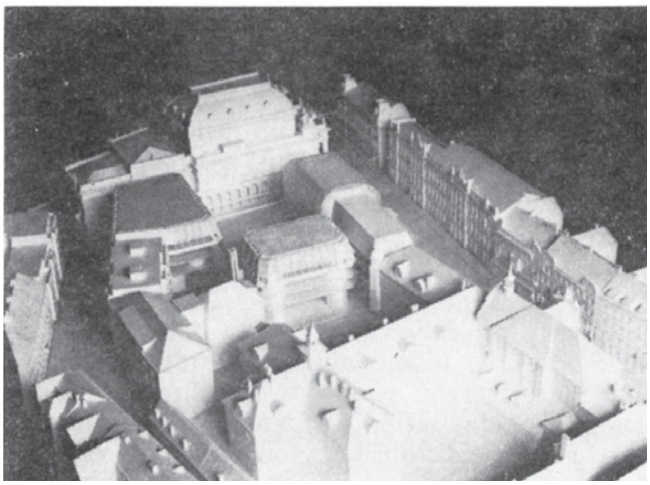
Novému generálnímu projektantovi bylo uloženo provést revizi dosud zpracované dokumentace, při níž byl o zjištěno, že objekt 4 na Národní třídě je z funkčního hlediska velmi problematický.

Dosavadní projektové práce prokazovaly finanční neúměrnost návrhů na zabezpečení kvalitních podmínek pro uvažovaný program kulturních událostí (od přednášek, sympozií až po komorní koncerty) v plně proskleném objektu, situovaném v těsné blízkosti rušné městské komunikace. Skutečnost, že město po dokončení Paláce kultury disponuje dostatečným počtem jiných kulturních zařízení, vyhovujících pro podobné účely a naopak trpí kritickým nedostatkem divadelních prostor, jenž se v nejbližších letech podstatně nezmění, vyvolala požadavek na částečnou korekci funkční náplně dostavby. Ta spočívala v nahrazení víceúčelového společenského objektu objektem pro novou divadelní scénu. Je nesporné, že situování divadelni scény by bylo vhodnější v místě restauračního objektu, v poloze nerušené hlukem z Národní třídy. Značná rozestavěnost restauračního objektu však toto řešeni neumožnila. Ústřednímu investorovi byly předloženy celkem tři projektové studie na budovu s divadelní scénou a to od KPÚ, SÚRPMO a PÚ VHMP. Přijat byl návrh PÚ VHMP, jehož autorem je ing. arch. Karel Prager. Návrh respektoval změnu uživatelských požadavků, navíc pak i stupeň rozestavěnosti ocelové konstrukce původního společenského objektu.

Vládním usnesením z července 1981 byla tato změna schválena a současně uloženo její zajištění. Budova objektu 4 byla nazvána Novou scénou. Teprve tímto aktem byl uzavřen vývoj funkční náplně celé dostavby.

Funkční náplň do stavby sleduje dvě linie. Tato stavba zajišťuje veškeré provozy, vymístěné rekonstrukcí z historické budovy, obsahuje administrativu, poskytuje veškeré energie a zahrnuje další nezbytné provozy, určené potřebami současné techniky a plní tak funkci nutného zázemí pro divadelní provoz historické budovy.

Současně však nabízí veřejnosti v jedné z nejexponovanějších částí městského centra krytý parking osobních vozů, intimní parkový prostor, oddělený historickou i novou zástavbou od velkoměstského ruchu, restauraci a kavárnu pro 175 hostů a konečně novou divadelní scénu s variabilním hledištěm a jevištěm pro 400 až 600 diváků, koncipovanou pro činohru, komorní operu, soudobé malé divadelní formy, popřípadě i Laternu magiku.



Obr. 1 Fotografie modelu areálu Národního divadla

Obě tyto funkce zabezpečuje v harmonickém celku, těžícím z mimořádných urbanisticko-architektonických možností lokality, v bezprostředním sousedství historické budovy, jejíž prioritu po všech stránkách ctí, které však chce být důstojným doplňkem, reprezentujícím soudobou kulturní a technickou úroveň naší společnosti.

Organizační zajištění a časový průběh projektové přípravy dostavby ND

Množství stavebních objektů a provozních souborů, obsažených v dostavbě, rozmanitost funkční náplně této stavby s přihlédnutím k vymezeným časovým lhůtám způsobily, že zpracování projektové dokumentace ve všech stupních bylo mimořádně složité, neboť přesáhl o rámec odborných i kapacitních možností jedné projektové organizace.

Porady zmocněnce vlády ČSR, na kterých byl každých 14 dní (později měsíčně) projednáván postup rekonstrukce i dostavby Národního divadla, byly od rozhodnutí o změně objektu 4 dostavby zaměřeny zejména na otázku projektu a realizace tohoto objektu, což zajistilo operativní rozhodování a řešení složitých situací, vznikajících nutně souběhem projektování, výroby a realizace.

Pro zabezpečení včasného zpracování jak úvodních, tak prováděcích projektů byl o nutno kooperovat s projektovými organizacemi nebo projektovými složkami dodavatelských organizací z celé ČSSR.

Metodou široce pojaté kooperační činnosti byly zajišťovány projekty všech objektů dostavby, vyjma Nové scény. U tohoto objektu si krátkost termínů na předprojektovou a projektovou přípravu vynutila zcela mimořádný režim. V srpnu 1981, bezprostředně po schválení studie objektu Nové scény, byl vypracován harmonogram postupů jak ve sféře projektové, tak dodavatelské, s cílem zabezpečit vládou sledovaný úkol, t.j. dokončit tento objekt k datu znovuotevření Národního divadla. Stanovisko vyššího dodavatele stavby, že je schopen tento úkol zajistit za předpokladu předáni projednaných prováděcích projektů nejpozději do konce března 1982, vymezilo prostor pro předprojektovou a projektovou přípravu objektu. Projektový úkol byl zpracován ke 30. 9. 1981 a na zpracování projektové dokumentace, včetně jejího projednání, zbylo tedy celkem 6 měsíců. Na takto krátký termín většina dosavadních partnerů, i přes jejich výsadní po stavení v některých oborech, odmítla přistoupit. Účinnou pomoc generálnímu projektantovi v jeho svízelné situaci nabídlo pouze projektové středisko Vítkovice – Železárny a strojírny Klementa Gottwalda v Bratislavě, tradiční partner na podobné požadavky pružně reagující a projekce Divadelní techniky, n. p., v Újezdě u Brna, která převzala nesnadný úkol zajistit technologický projekt divadelní scény. Proto kromě statiky ocelové konstrukce a technologie scénického zařízení musel ostatní části projektu včetně projektů souborů zajistit generální projektant. Skutečnost, že objekt Nové scény navazuje konstrukčně i funkčně na suterénní objekt, na kterém je založen a na objekt restaurace, se kterým sousedí, vyvolala nutnost zpětných zásahů i do projektů těchto dvou objektů a také do projektů několika dalších provozních souborů, které byly již ve stadiu značně pokročilé rozestavěnosti. Kromě krátké lhůty pro zpracování dokumentace byla dalším zcela specifickým rysem ta okolnost, že v době vydání vládního usnesení o změně využití objektu byla ocelová konstrukce podle původního projektu nejen zcela vyrobena, ale do úrovně druhého nadzemního podlaží již smontována.

Tuto napjatou situaci byl o nutno řešit řadou mimořádných opatření, značnou intenzifikací pracovního úsilí projektantů PÚ VHMP i jeho partnerů, kteří své pracovníky uvolnili pro přímé působení na pracovišti generálního projektanta, neboť na jiný způsob koordinace projektových prací nezbýval čas. Také odbor projekce finálního dodavatele techniky prostředí, k.p., JANKA-ZRL, uvolnil pro tento team-work několik zkušených pracovníků. Souhrn opatření byl účinný a umožnil dokončení projektu v požadovaném terminu.

Generální projektant po dohodě s investorem a dodavatelem podstoupil značné riziko tím, že souběžně s pracemi na studii a úvodním projektu zpracovával projekt ocelové konstrukce, který v předem dohodnutých etapách předával dodavateli k realizaci i za cenu, že po úplném dokončení všech prováděcích projektů bude nutno z hlediska detailní koordinace ocelové konstrukce dodatečně upravovat. Tento systém, v našich podmínkách zcela neobvyklý, kladl na projektanty všech profesí značné nároky, zejména na jejich technickou předvídavost, vzájemnou tolerantnost a koordinační kázeň. Umožnil však to, co při tvorbě výchozího harmonogramu mnozí pokládali za nemožné. K datu předání čistopisu prováděcího projektu, tj. k 30. 3. 1982 byla rekonstrukce ocelové konstrukce z původního objektu na objekt Nové scény v hrubé stavbě v plném rozsahu realizována.

Je nutno si povšimnout i stadia projednávání projektů s dodavateli. Pro plynulý průběh projednávání projektové dokumentace byly již předem systematicky připravovány podmínky. Časté výrobní porady a téměř denní konzultační účast dodavatele na závěrečných fázích projektových prací umožnila vzájemné korigování názorů projektanta i dodavatele ještě nad nedokončeným projektem. Tento systém práce se osvědčil a projednávání dokumentace v minimálních lhůtách se obešlo bez obvyklých konfliktů.

Vzájemná úzká spolupráce měla ještě další klad. Technická skupina dodavatele tak získala o projektu detailní znalost, což se kladně promítlo do kvality harmonogramu realizace a do celé činnosti na úseku dodavatelské přípravy stavby.

Časový průběh projektové přípravy a výstavby Nové scény charakterizuje těchto několik dat:

6. 10. 1980	zmocněnec vlády ČSR předložil vládě vybraný návrh PÚ VHMP na změnu využití společenského objektu na Novou scénu
8. 7. 1981	vláda ČSR schválila návrh na změnu využití společenského objektu na Novou scénu, předložený zmocněncem vlády ČSR
30. 9. 1981	vydán projektový úkol na objekt Nové scény
30. 11. 1981	dokončena rozšířená studie provozních souborů objektu Nové scény, sloužící jako podklad pro zpracování dalších projektových stupňů provozních souborů
28. 2. 1982	předání prováděcích projektů k projednání s dodavateli

31. 3. 1982 předání čistopisu prováděcích projektu Nové scény
15. 9. 1983 ukončení stavby a její předání investorovi

Až do skončení stavby zajišťoval generální projektant rozšířený autorský dozor:

- instalováním skupiny autorských dozorů přímo na stavbě,
- pravidelnou účastí projektantů na denních dispečincích,
- účastí na týdenních operativních štábech stavby,
- účastí na čtrnáctidenních zasedáních vedení stavby
- a průběžně zajišťoval nutné změny projektové dokumentace, podílel se na přejímacím řízení a zpracoval dokumentaci skutečného provedení stavby.

Obdobnou činnost zajišťoval v rozsahu svých dodávek i finální dodavatel techniky prostředí, JANKA-ZRL, k.p.

Popis hlavních objektů dostavby - *obr. 2*

Suterénní objekt č. 2, pěti až šestipodlažní, je založen na železobetonové desce, tlusté 2 m, o půdorysné ploše asi 80 x 85 m. Základová spára je téměř 20 m pod úrovní Národní třídy a 11 m pod ustálenou hladinou Vltavy. Největší část objektu je vyhrazena pětipodlažnímu parkingu pro 219 osobních vozů. Další část suterénního objektu je vyhrazena pro po mocné provozy historické budovy, tj. sklady garderoby, dekorace a pomocné dílny. Značný prostor v této části zaujímají pomocné cesty pro klecové palety, ve kterých jsou přepravovány dekorace na obě scény. Jejich vertikální přepravu zajišťují hydraulické výtahy.

Technicky nejsložitější částí objektu je blok energocentra, který obsahuje rozvodnu vysokého napětí, trafostanici, naftový náhradní zdroj elektrické energie, plynovou regulační stanici, automatickou tlakovou stanici, chemickou úpravnu vody, strojovnu chlazení, teplovodní kotelnu, parní kotelnu se dvěma plynovými rychlovyvíječi a strojovnu sprinklerů.

Pro případnou výměnu instalovaných technických zařízení je tato část objektu vybavena transportním zařízením s jeřábovou dráhou o nosnosti 12,5 Mp.

Část prvního suterénu, přiléhající k Národní třídě je provozně spjata s objektem Nové scény a jsou zde šatny účinkujících, šatny pomocného personálu, sklad hudebních nástrojů a ladírna.

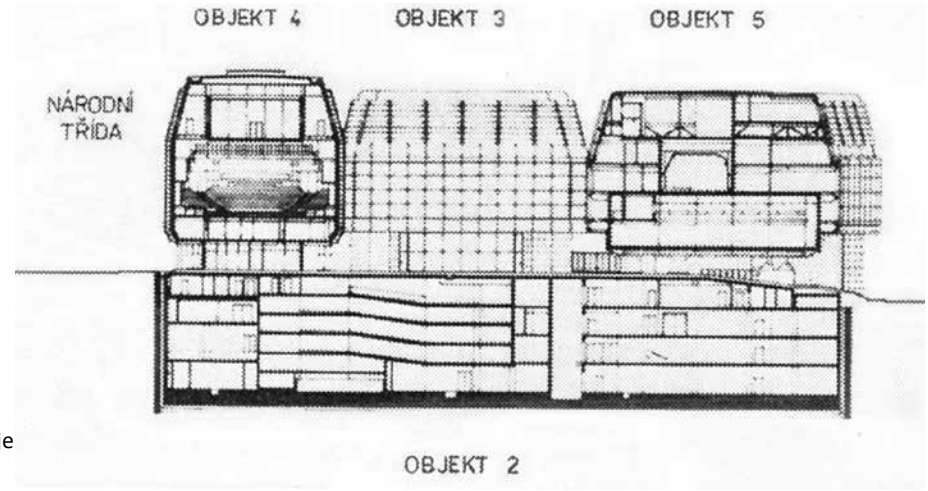
Celá východní část prvního suterénu tvoří zázemí pro objekt restaurace, na který komunikačně navazuje. Jsou zde situovány sklady potravin, přípravny pro kuchyni a centrální příjem surovin se zásobovací rampou, ke které se přijíždí stejně jako do parkingu společnou komunikační rampou z Ostrovní ulice. Další rampa, situovaná v Divadelní ulici, slouží pro dopravu dekorací.

Restaurační objekt č. 3 je postaven ve východní části areálu mezi Divadelním náměstím a Voršilskou zahradou. Nosnou konstrukci tohoto sedmipodlažního objektu tvoří ocelový skelet, založený na suterénním objektu. Soustředění nosných svislých konstrukcí do dvou mohutných komunikačních a instalačních jader, jejichž obvod tvoří hrázděné zdivo, umožňuje získat rozměrnou podlahovou plochu bez dalších svislých konstrukcí. Šikmý fasádní plášť horních podlaží je z hliníkové konstrukce, v nezasklených částech s lehkou tepelně izolační výplní a je doplněn mohutnými před sazenými eloxovanými hliníkovými lamelami, které tvoří výrazný architektonický prvek všech objektů. Svislý fasádní plášť je z dvojskel rozměru 240 x 180 cm, uložených na subtilní konstrukci z ocelových a hliníkových profilů.

V prvním podlaží je denní bar a kavárna pro 115 hostů. V letním období se počítá s rozšířením provozu o dalších 40 míst v exteriéru.

V druhém podlaží je restaurace pro 64 hostů. Její stupňovitě uspořádaná podlaha nepřiléhá až k fasádě, takže kavárna a restaurace jsou ve společném prostoru. Ve třetím podlaží jsou tři restaurační salónky o různé kapacitě, oddělené mobilními příčkami, které lze spojit v jediný prostor se 102 místy. Ve vstupní hale je situován bufet, přístupný rovněž z foyeru šatny objektu Nové scény.

Ve čtvrtém podlaží je klub zaměstnanců Národního divadla s 52 místy a závodní jídelna s 92 místy. Ve vstupní hale je další bufet, rovněž přístupný z objektu Nové scény v úrovni hlavního foyeru. Všechna popsaná podlaží mají vlastní sociální zařízení a expediční kuchyně, obsluhované řadou výtahů.



Obr. 2 – Návaznost obje
3, 4 a 5 dostavby ND

V pátém podlaží je centrální kuchyně pro výrobu 750 jídel a minutek.

V šestém podlaží je instalační prostor.

V sedmém podlaží jsou šatny zaměstnanců a kanceláře restaurace, strojovna vzduchotechniky a strojovny výtahů.

Provozní budova (objekt č. 5) je na rohu Ostrovní a Divadelní ulice. Konstrukční řešení tohoto sedmipodlažního objektu je stejné jako u restauračního objektu. Odlišná je pouze část s vestavěnou velkou zkušebnou, která má podlahovou plochu stejně velkou jako jeviště historické budovy a výšku odpovídající dvěma typickým podlažím objektu. Její prostor tvoří zavěšená ocelová příhradová konstrukce. Do ní je vestavěna další ocelová konstrukce podlahy, vnitřních stěn a stropu zkušebny, pružně uložená a důsledně oddilatovaná od konstrukce vlastního objektu, což zajišťuje akustickou pohodu. Zkušebna je vybavena špičkovým zařízením pro studiové nahrávky.

První podlaží je rozděleno průchodem na dvě části. V jedné jsou předprodeje vstupenek, ve druhé vstupní hala s vrátnicí a hovornou, telefonní a rozhlasová ústředna a centrální velín.

Ve druhém podlaží je velká zkušebna s přísálím, sociální zařízení, kuřárna, respirium, sklad hudebních nástrojů a sál pro korepetice.

Ve třetím podlaží je technický blok velké zkušebny, vybavený osvětlovací, promítací a zvukovou technikou, další dva sály pro korepetice a zkušebna činohry. Toto podlaží je spojeno mostem s budovou restaurace, stejně jako podlaží čtvrté.

Ve čtvrtém a pátém podlaží je umístěna administrativa. Jádrem dispozice je dvoupodlažní prostor univerzální zkušebny. Kanceláře a zasedací místnosti jsou po obvodu budovy.

Šesté podlaží slouží převážně jako instalační prostor, jeho menší část je vyhrazena strojovně vzduchotechniky, která svou výškou zasahuje i do sedmého podlaží, ve kterém je sauna, herna dětí, úpravna kostýmů a strojovna.

Objekt č. 4 - Nová scéna vyplňuje proluku na Národní třídě. Jako nosné konstrukce se využilo ocelového skeletu původně vyprojektovaného společenského objektu, který byl pro potřeby Nové scény rekonstruován a doplněn. Hlavním cílem této úpravy bylo uvolnění vnitřní dispozice a vytvoření společného, do statečně dimenzovaného prostoru pro hlediště a jeviště s provazištěm. Původní objekt byl asymetricky rozšířen o 240 cm směrem do Divadelního náměstí a o 40 cm směrem do Národní třídy a naopak zkrácen o 720 cm směrem k historické budově. Tím se zvětšil a proluka mezi Novou scénou a historickou budovou a získal se dostatečný vnitřní prostor příznivějších proporcí. U fasády ustupující vstupní části objektu se použilo jednoduché skleněné terčové stěny. Na předsazenou část divadelního sálu bylo navrženo zcela nové řešení.

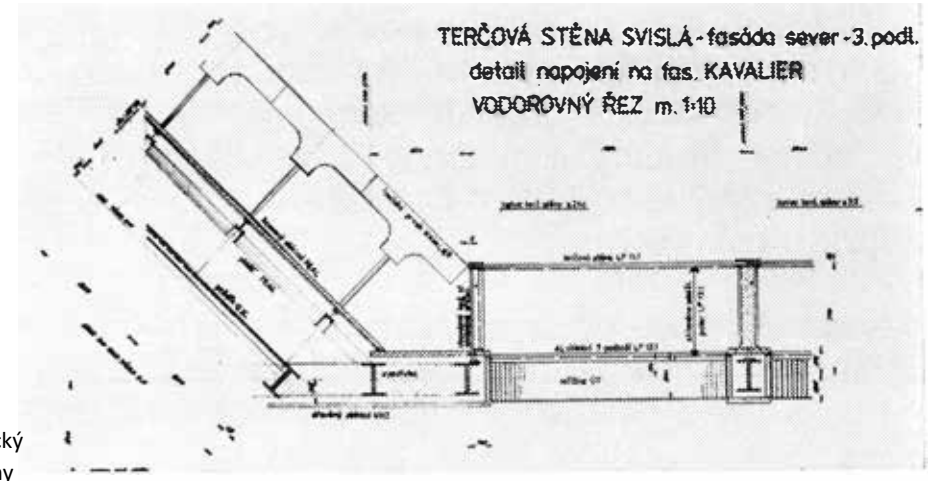
Vnější obal fasády je ze speciálně vyvinutých skleněných foukaných prvků zhotovených v závodě Kavalier ze skloviny SIMAX. Její přirozené nazelenalé zbarvení je potlačeno dodatečným ozářením gama paprsky, které dodává skleněným prvkům teplejší zabarvení, odpovídající barevnému ladění fasád ostatních objektů. Skleněné prvky o rozměrech 80 x 60 cm a hmotnosti 40 kg jsou připevněny na konzolách, kotvených do ocelových paždíků a vystupují z fasádního pláště systému FEAL. Jeho vnější plocha je uzavřena tmavozeleným kubánským hadovcem. V interiéru je fasádní plášť doplněn akustickým obkladem z trojnásobného ezalitu s výplní z minerální plsti.

Takto provedená fasáda s větranou mezerou mezi foukanými tvarovkami na vnější fasádě, kamenným obkladem vnitřní části fasády a akustickou izolací velmi příznivě ovlivnila tepelně technické vlastnosti stavby. Tato část fasády má jak do statečnou akumulaci tepla, tak eliminuje vnější zátěže od slunečního záření (viz řez obr. č. 3).

Tuto náročnou konstrukci si vyžádala nutnost tlumit hluk z Národní třídy na požadovaných 35 dB(A) v interiéru. Skleněné fasádní prvky kromě technického poslání umožňují i realizaci umělecky ztvárněného plastického reliéfu. Celoskleněný fasádní obal pomáhá dojmově odlehčit značnou hmotu objektu.

V prvním podlaží objektu je vstupní hala s hlavním točitým schodištěm pro diváky, pokladny a ordinace lékaře. Pomocné provozy a vertikální komunikace jsou soustředěny uvnitř mohutných pylonů, vymezených svislými nosnými konstrukcemi, mezi kterými lze procházet z Národní třídy do Divadelního náměstí.

Ve druhém podlaží jsou šatny účinkujících, garderobiéra, maskérny, sklady rekvizit, prostor orchestřiště a schodiště, po



Obr. 3 – Charakteristický řez fasádou Nové scény

kterém herci nastupují na scénu. Ke schodišti diváků přiléhá v tomto podlaží foyer, koncipovaný jako malá výstavní síní.

Ve třetím podlaží je rozlehlý foyer, na který navazuje šatna diváků, bufet a sociální zařízení.

Ve čtvrtém podlaží je hlavní foyer, ze kterého se vstupuje do divadelního sálu, kinokabina a sociální zařízení. Z tohoto podlaží je přístupný další bufet, situovaný v objektu restaurace.

V pátém podlaží jsou místnosti zvukové a světelné režie a strojovny osobních výtahů, určených pro diváky.

V šestém podlaží je strojovna vzduchotechniky, elektrorozvodny, sociální zařízeni a kuřárna pro zkušebnu, která je situována v další části objektu nad hledištěm.

Prostor třetího, čtvrtého i pátého podlaží rozšířené části objektu zaujímá divadelní sál. Tři různé varianty scény ovlivňují kapacitu jeho hlediště. Variabilitu scény umožňuje demontovatelná podlaha jeviště, pohyblivý portál řešený jako jeřábová dráha, pojízdné portálové věže a posuvné proscéniové stěny, zavěšené na stropním kolejišti. Pohyblivé jsou i stropní akustické panely, jejichž sklon lze přizpůsobit jednotlivým variantám hlediště. K pohyblivým zařízením scény patří i orchestřiště pro 25 hudebníků. Je tvořeno dvěma nezávislými, hydraulicky ovládanými stoly, jejichž podlaha při maximálním zdvihu tvoří součást podlahy jeviště.

Náročným úkolem byl o řešení interiéru divadelního sálu, kde neexistuje stabilní hranice mezi jevištěm a hledištěm. Prodělalo složitý vývoj, který vyústil v obložení stěn transparentní mřížovinou a ztvárnění podhledu sálu plastickou strukturou zavěšených tubusů. Tyto transparentní prvky zakrývají jak stavební konstrukce, tak technická zařízení pohledům diváků a vyhovují požadavkům akustiky i světelné techniky. Podlaha sálu je pokryta kobercem. Kůží potažená křesla mají v podnoži zabudovány vyústky pro vzduchotechniku. Jsou vybaveny samoregulačními klapkami, zajišťujícími rovnoměrnou distribuci vzduchu po celé ploše sálu.

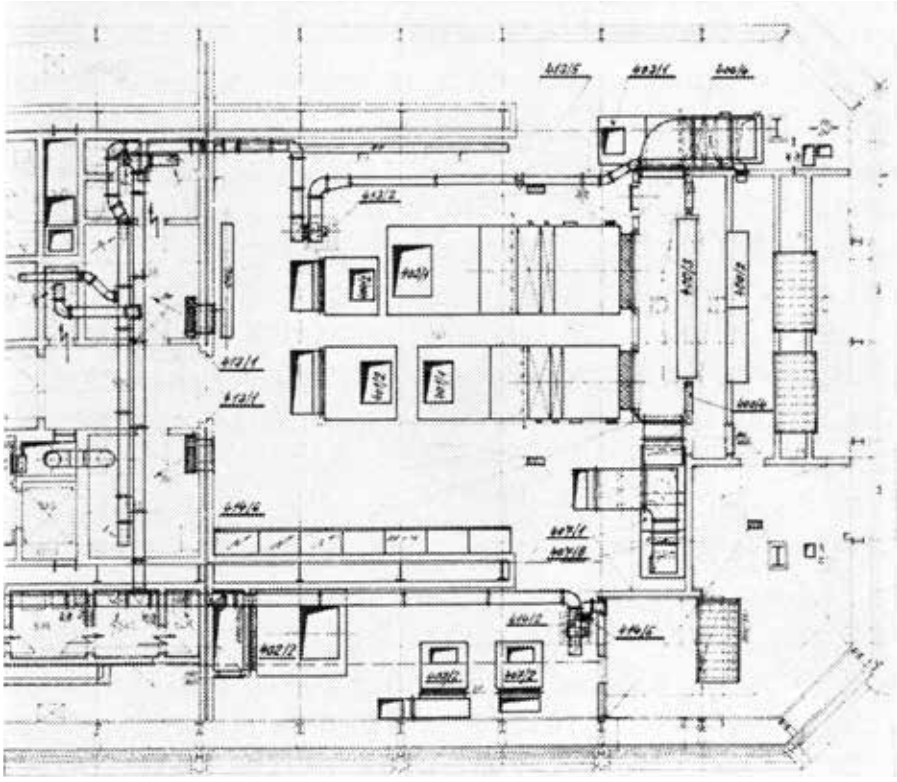
Projekt klimatizace Nové scény

Z dříve uvedených skutečností bylo nutno vycházet při volbě koncepce klimatizace objektu 4 a v prvé řadě bylo nutno zajistit větší kolektiv pracovníků, kteří jednostupňový projekt skutečně zpracují za 5 měsíců. Koncepční návrh včetně projektového úkolu zpracoval kolektiv generálního projektanta atelieru 3, který byl posílen projektanty vzduchotechniky z ostatních ateliérů PÚ VHMP. Pro zpracování JP vzduchotechniky byl pak tento kolektiv rozšířen o pracovníky projekce k.p. JANKA-ZRL. Na projektu VZT pracovalo současně cca 12 projektantů.

Práce na jednostupňovém projektu VZT byly zahájeny 9. 10. 1981, závazné podklady pro výrobu jednotek předány 30. 11. 1981, závazné podklady pro výrobu vzduchovodů, vedených ve střešní části objektu 4 předány 1. 1. 1982 a JP byl ukončen 30. 3. 1982. Montáž vzduchovodů ve střešním prostoru byla zahájena 30. 4. 1982 a kompletní montáž vzduchotechniky ukončena 30. 6. 1983.

Tab. 1 – Charakteristické údaje obj. č. 4 - Nová scéna

Obestavěný prostor	31 310 m^3
Zastavěná plocha	610 m^2
Podlahová plocha	5790 m^2
Celkový vzduchový výkon klimatizace	135 000 $m^3.h^{-1}$
Celkový počet vzduchotechnických zařízení	26
Investiční náklady vzduchotechniky	3 918 637 Kčs



Obr. 4 – Půdorys hlavní strojovny VZT 4A

Navržená koncepce tepelně-technických zařízení

Základní podmínkou byla nutnost zachování daných parametrů energetických medií – topné a chladicí vody a základních rozvodů a uspořádání v energocentrálách a suterénech objektu 2. Z hlediska zimního topného období je celá budova temperována na +15 °C a výjimečně některé prostory jsou plně vytápěny na +18 až 22 °C. Toto řešení má tu výhodu, že prostory, které nejsou v provozu, nejsou trvale vytápěny na plnou teplotu. Jelikož se jedná o celoklimatizovanou budovu, jsou rozdíly tepelných ztrát hrazeny vzduchotechnickými zařízeními.

Z důvodu velmi omezených možností vertikálních stoupaček a z důvodů ekonomie provozu a rozvodných potrubí je v objektu 4 navržena samostatná strojovna VZT, ve které je umístěna převážná část VZT zařízení.

Toto řešení bylo podpořeno snahou o co nejmenší stavební zásahy do již provedených suterénů (objekt 2).

Umístění hlavní strojovny vzduchotechniky 4A objektu 4 do 6. a 7. nadz. podlaží rovněž vyřešilo vhodné nasávání čerstvého a výfuk znehodnoceného vzduchu a umožnilo zpětné získávání tepla z vyfukovaného vzduchu rotačním výměníkem.

Kromě této strojovny jsou v objektu 4 ještě následující strojovny:

strojovna 4B – 6., 7. NP v nadjevištním prostoru
strojovna 4C, 4D – 5. NP v prostoru nad WC u Voršilského kláštera.
Strojovny 2A, 2K, 2P, – sloužící rovněž pro objekt 4, jsou situovány v objektu 2.

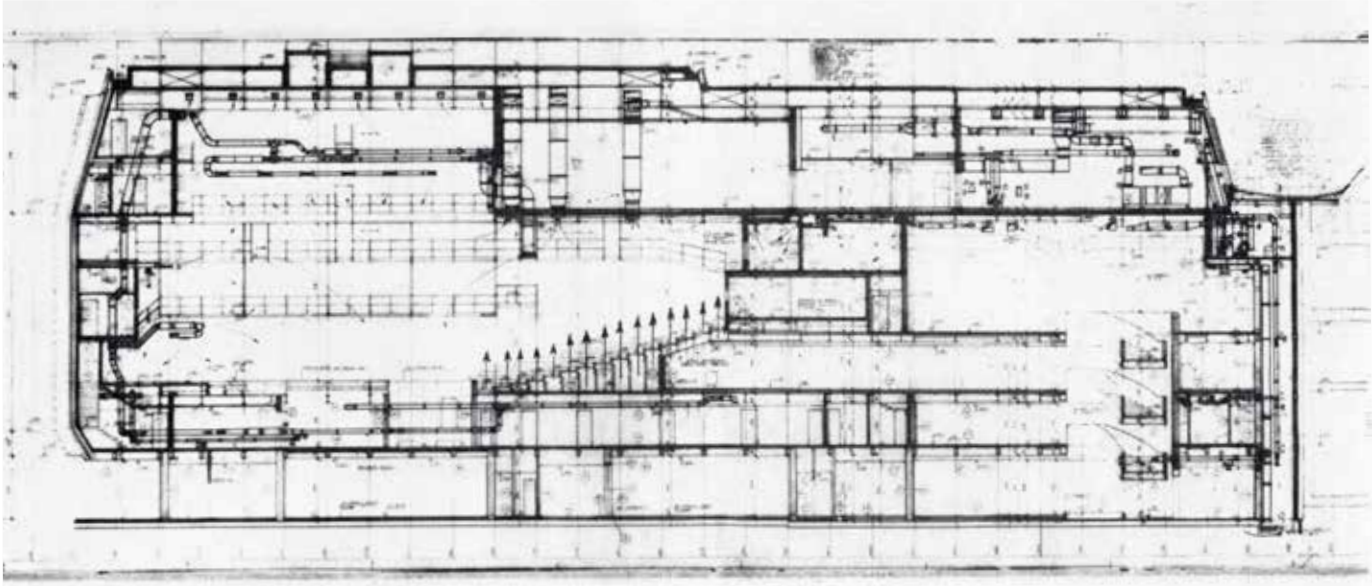
Popis jednotlivých strojoven

Strojovna 4A (viz obr. č. 4) - v této hlavní strojovně jsou umístěny:

a) Centrální nasávací a filtrační stanice s rekuperační komorou pro zpětné získávání tepla. Sání vzduchu je odděleno od vnějšího prostředí tlumičem, jako první stupeň filtrace je navržen automatický oběhový filtr z dovozu. Z dovozu je rovněž rekuperační rotační výměník.
b) Přívodní klimacentrály pro hlediště, jeviště, zkušebnu a techn. dispečink – tyto klimacentrály jsou vybaveny druhým stupněm filtrace, regulační uzavírací klapkou, výměníkovými komorami pro ohřívání nebo chlazení vzduchu, atypickými komorami s parními zvlhčovači a ventilátorovou komorou.
c) Odsávací jednotky, které zajišťují odvod a výfuk vzduchu do volné atmosféry.
d) Centrální výfuková komora, která umožňuje jednak zpětné získávání tepla v zimním období, jednak umožňuje letní provoz bez rekuperace. Výfuková komora je rovněž oddělena od vnější atmosféry tlumičem hluku.
e) Hlavní rozdělovače a sběrače topné a chladicí vody a kondenzátu.
f) Podružné rozvaděče měření a regulace včetně podcentrál měřicí a řídicí ústředny areálu (tyto rozvaděče jsou společné i pro strojovnu 4B, 4C, 4D).
g) Hlavní rozvaděče elektro (společné i pro strojovnu 4B, 4C, 4D).
h) Odvody kondenzátu z chladičů, rekuperátorů a z komor zvlhčovačů.

Strojovna 4B je členěna do dvou podlaží – 6. NP strojovna pro přívod vzduchu, 7. NP pro odvod vzduchu. Přívodní strojovna slouží pouze pro rozvodnu tyristorů. Toto zařízení pracuje s 90% cirkulací a nasává vzduch ze vzduchové mezery zdvojeného fasádního pláště. V odsávací strojovně je odvod vzduchu z tyristorů a šaten. Výfuk vzduchu je nad střechu objektu.

Ve **strojovnách 4C, 4D** jsou umístěny odsávací ventilátory WC a šaten.



Obr. 5 – Podélný řez objektem č. 4

Energetická bilance rekuperace tepla

Instalovaný el. výkon činí pro osvětlení jeviště 400 kW a pro hlediště 50 kW. Tepelná zátěž hlediště při plném obsazení normální scény je 40 kW. Další tepelné zátěže promítárny a techn. dispečinků nejsou rovněž zanedbatelné. Tyto velké el. příkony od technologických zařízení nás vedly k takovému návrhu odvodu vzduchu, aby bylo umožněno zpětné využití tepla odváděného vzduchu k předehřátí čerstvého vzduchu bez použití topné vody. Veškerý odvod vzduchu u hlavních zařízení je ve stropní konstrukci a odvádí veškerou tepelnou zátěž, tj. i když je v pobytové zóně lidí t_i = 26 °C – je teplota odsávaného vzduchu až t_0 = 35 °C (viz obr. č. 5).

Pro zpětné získávání tepla z odsávaného vzduchu jsme navrhli centrální rotační regenerační výměník tepla, obr. č. 6, který zprostředkuje přenos citelného i latentního tepla s účinností až 80 %. Přenos zajišťuje »sklípkovitě« řešená hliníková vložka, která se otáčí a teplo, získané v horním výfukovém kanálu, předá v nasávacím kanálu. Hliníková vložka má speciální impregnační povrchovou úpravu, takže životnost je více než 50 let (údaj dodavatele).

Jelikož teplota odsávaného vzduchu je vždy vyšší než venkovní teplota, s provozem rekuperátoru se uvažuje pouze do té doby, než začnou pracovat chladiče klimajednotek, tj. do t_e = +14 °C. Je-li rekuperátor mimo provoz, proudí vzduch mimo něj přes soustavu osmi regulačních klapek.

Pro provoz rekuperace jsou navrženy dva okruhy regulace, které kromě výše uvedené podmínky zajišťují maximální účinnost přestupu tepla v závislosti na proměnném množství tepla, dále zajišťují maximální předehřátí čerstvého vzduchu na +16 °C a zamezují zamrznutí vložky rekuperátoru tím, že nejnižší teplota vyfukovaného vzduchu neklesne pod +1 °C. První regulační okruh mění otáčky rekuperátoru až po jeho případné úplné zastavení, druhý okruh jsou odchozí klapky. Pro případ poruchy či minimálních tepelných zátěží je v klimajednotkách 100% rezerva v topných výměnících.

Provozu rekuperátoru je podřízeno i parní vlhčení. Při zimním provozu rekuperátoru, jakož i v letním období je zvlhčovací výkon minimální (při plné zátěži hlediště). Je-li ale v zimním období rekuperátor z jakéhokoliv důvodu mimo provoz, nebo objekt není plně obsazen osobami, pak je vzlhčovací výkon velký.

Tento regulační rozsah nebylo možno zajistit vždy jedním zvlhčovačem pro každé zařízení a proto jsou navrženy pro každé zařízení dva zvlhčovače nadimenzované na 1/3 a 2/3 výkonu a při regulaci jsou zapojeny v kaskádě za sebou.

Odvodní vzduch od WC je vždy veden mimo rekuperátor, takže je zamezeno přenosu zápachů. Zařízení pro halu a foyer má kromě toho ještě cirkulační klapku a podle kouření v prostorách hal může odsávaný vzduch proudit přes rekuperátor a nebo mimo něj přímo do výfukové komory (obr. č. 7).

Pro objekt 4 jsou energetické bilance následující:

– tepelná energie (voda 105 °C)

instalované výkony – strojovna 4A

výkony s možností rekuperace	646,91 kW
výkon sekundérní sítě	69,7
výkon – proudění vždy mimo rekuperátor	61,65
celkem Q_i 4A =	708,56 kW
Q_i 4B =	20,25
místní zařízení Q_i =	10,
celkem Q_i objekt 4	808,51 kW

potřeba tepla při provozu rekuperátoru a při provozu technologie

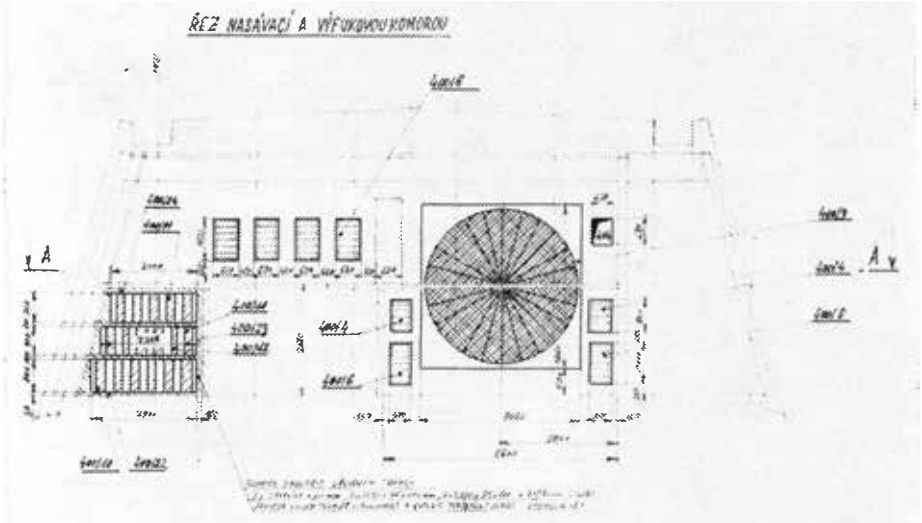
strojovna 4A	61,65 kW
sekunderní síť	69,7
strojovna 4B	3,15
místní zařízení	7,5
celkem potřeba tepla	142,0 kW

potřeba tepla při poruše rekuperátoru

strojovna 4A	614,65 kW
sekunderní síť	69,7
strojovna 4B	3,15
místní zařízení	7,5
celkem potřeba tepla	695 kW
	tj. 0, 86 Q_i

– vlhčení (potřeba páry 2,5 atp)

instalovaný výkon Q_i = 477,2 kg. h^{-1}



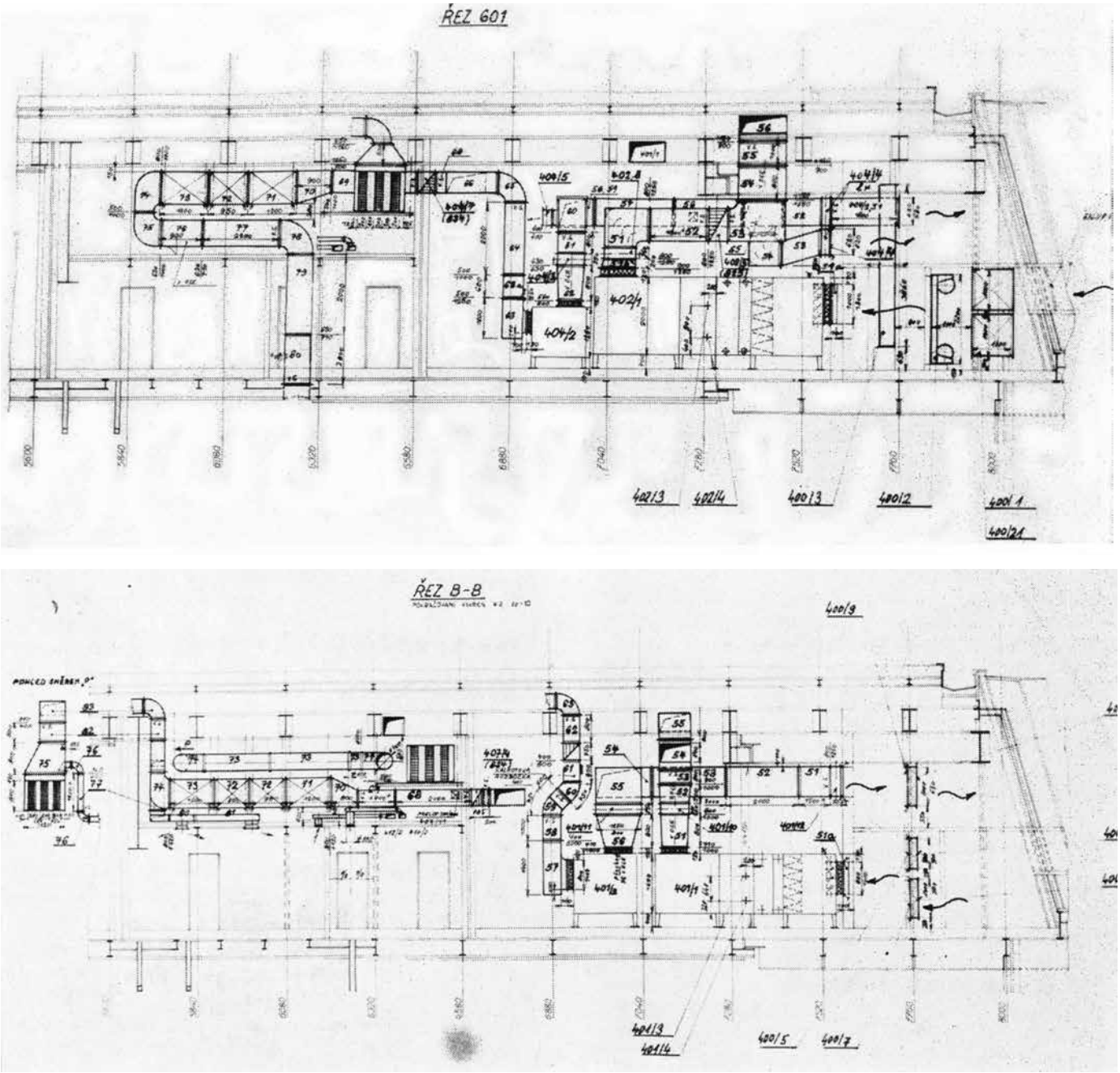
Obr. 6 – Řez nasávací a výfukovou komorou

maximální potřeba při provozu rekuperátoru	Q = 215,2 kg.h^{-1}
potřeba páry při poruše rekuperátoru	410 kg.h^{-1}
– chladicí voda	
instalované výkony	
strojovna 4A	423,31 kW
strojovna 4B	28,79
místní zařízení	6,9
celkem Q_i	459 kW
maximální současnost	
strojovna 4A	387 kW
strojovna 4B	28,8
celkem potřeba Q	416,7 kW
tj. současnost –	0,9

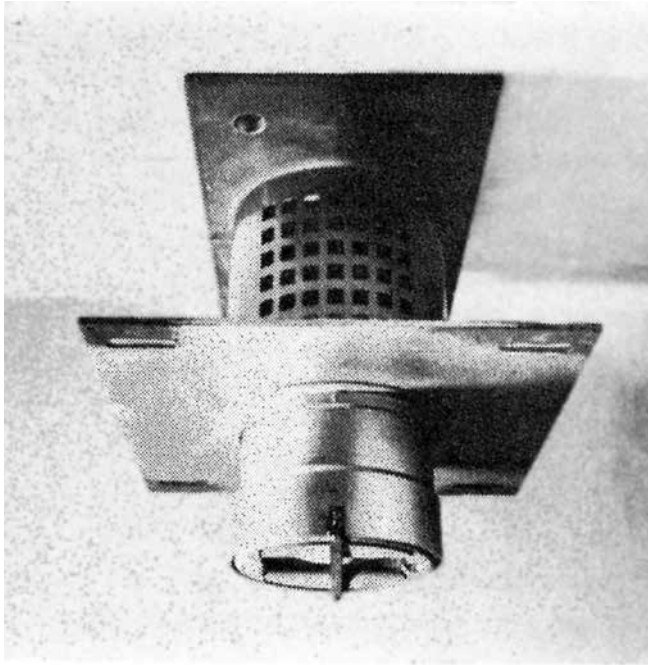
Technický popis některých zařízení

Klimatizace hlediště

Upravený vzduch z klimajednotky BKB 63 je veden dvěma samostatnými větvemi vzduchovodů přes vzduchotěsné stavební komory a přes tlumiče hluku do zděných vertikálních šachet, které jsou zaústěny přes perforovaný plech do přetlakové komory pod sedadly. Do této stavebně vytvořené těs-



Obr. 7 – Podélný řez strojovnou 4A
a) využití rekuperátoru
b) obtok rekuperátoru



Obr. 8 – Fotografie konečného pro vedení podnože divadelního křesla

né komory jsou umístěny kruhové podnože křesel speciálního provedení, kterými proudí vzduch pod sedadlo diváka - obr. 8. Kruhová podnož křesla je dodávkou stavby a obsahuje v sobě následující VZT prvky:

- speciální samoregulační ventil ALDES, který udržuje v rozpětí 50–300 Pa konstantní průtok 40 $m^3.h^{-1}$ pro jedno křeslo,
- soustavu clonek, které zajišťují rovnoměrné rozdělení vzduchu v celém profilu výfukového otvoru,
- vlastní výfukovou mřížku z perforovaného plechu dimenzovanou na rychlost 0,2 $m.s^{-1}$ v celém profilu mřížky.

Samoregulační ventily jsou součástí podnože a jejich event. výměna bude prováděna po vyjmutí celého křesla z úložiště podnože.

Odvod vzduchu je řešen vzduchovody, umístěnými mezi ocelovými nosníky nad prostorem hlediště. Přes tlumiče hluku je vzduch veden do ventilátoru. Teplota přiváděného vzduchu je 18 až 22 °C, teplota odsávaného vzduchu 22 až 35 °C.

Klimatizace jeviště

Jako systém pro přívod vzduchu byl zvolen vysokotlaký rozvod vzduchu s expanzními boxy a zónovými výměníky. Tato koncepce vycházela z vlastní koncepce divadla (společný prostor hlediště, jeviště a provaziště) a z požadavku variabilního uspořádání hlediště. Značný vliv na tuto koncepci mělo i stavební provedení objektu 4 a zejména ocelová konstrukce.

Upravený vzduch je veden dvěma samostatnými větvemi přes celý střešní prostor do zadní části jeviště čtyřhrannými vzduchovody. Odtud pak je vzduch rozveden čtyřmi stoupačkami SPIRO potrubím k jednotlivým boxům a zónovým výměníkům a dále nízkotlakým rozvodem do jednotlivých prostor jeviště. Jelikož jsou tepelné zátěže od technologických zařízení značně odlišné, poloha opony je proměnná, provoz orchestřiště je rovněž rozdílný, jakož i typ představení určuje požadovanou teplotu prostředí a proudění vzduchu (balet – opera – činohra), bylo nutné navrhnout proměnné množství vzduchu.

Expanzní boxy udržují v rozmezí přetlaku 300 až 2000 Pa konstantní množství vzduchu a změna průtoku přiváděného vzduchu je řešena pomocí uzavíracích těsných klapek. Ovládání těchto klapek je navrženo následujícím způsobem:

- **RO** ruční ovládání; při tomto ovládání je možno z místnosti jevištního mistra jednak ovládat místa přívodu vzduchu, jednak nastavovat teplotu v příslušné zóně,
- **T** automatická regulace teploty v příslušné zóně od termostatu; expanzní boxy jsou vždy v provozu,
- **AT** automatické ovládání funkce expanzního boxu od nastavené teploty termostatu; expanzní boxy nejsou vybaveny zónovými dohřívači a pracují pouze s primárním vzduchem.

V závislosti na funkci jednotlivých expanzních boxu se mění i celkové množství vzduchu a tlakové poměry v rozvodu vzduchu. Aby nebyly expanzní boxy přetěžovány, je v síti přívodu vzduchu předřazena škrtící klapka, která je ovládána snímačem tlaku nejzazší expanzní komory (orchestřiště). Tato klapka pak udržuje vhodné základní tlakové poměry v síti a přesné doregulování provádí regulátor expanzní komory. Rovněž na odvodu vzduchu je automatická regulační klapka, jejíž poloha odpovídá poloze přívodní klapky a tím je zajištěna přibližná rovnováha mezi přívodem a odvodem vzduchu. Teplota primárního vzduchu je t_p = 16 °C, teplota vyfukovaného vzduchu do prostoru je t = 16–30 °C.

Klimatizace technického dispečinku ve 4. a 5. NP

Zařízení pracuje opět na principu vysokotlaké klimatizace s expanzními boxy a zónovými dohřívači. Zařízení pracuje s konstantním množstvím vzduchu. Teplota primárního vzduchu je řízena z »pilotní« místnosti akustické režie a tato zóna není vybavena zónovým výměníkem (jedná se o místnost s největší zátěží). Ostatní zóny jsou regulovány samostatnými regulačními okruhy. Umístění vyústek i rozvodů bylo voleno dle tepelných zátěží, ale vzhledem k ocelové konstrukci a stavebnímu provedení nebylo možno dodržet ideální stav.

Klimatizace haly a foyerů v 1. až 4. NP

Tento nízkotlaký systém zajišťuje tepelnou pohodu v nástupních prostorech diváku. Strojní jednotky jsou umístěny v rozdílných strojovnách – přívod vzduchu ve 2. a 3. suterénu (objekt 2) – odvod vzduchu ve strojovně 4A. Systém rozvodu vzduchu je řešen tak, že v 1. a 2. NP je pouze přetlak, (eliminuje vnikání studeného vzduchu ze zádveří – jedná se pouze o průchozí a nástupní prostory), v ostatních podlažích je řešen přívod i odvod vzduchu. Hlavní odsávání je řešeno pod stropem 5. NP, kde ve foyeru je předpokládána možnost kouření. Pro tuto eventualitu je i výfuk vzduchu ve strojovně 4A řešen přes 2 uzavírací klapky a znehodnocený vzduch muže proudit přes rekuperátor nebo mimo něj. Ovládání těchto klapek je z velínu (obr. 6 a 7).

Klimatizace velké zkušebny v 6. a 7. NP
Pro zkušebnu je navrženo samostatné zařízení nízkotlaké klimatizace s místní regulací teploty. Toto řešení opět vyplynulo z rozdílného charakteru zkoušek baletu, činohry, opery (sólistů či sboru), kdy požadavky na vnitřní teplotu mohou být rozdílné a lze tedy vnitřní teplotu ve zkušebně volit přímo ze sálu. Rovněž tak lze volit i relativní vlhkost. Jako vyústek je použito čtvercových anemostatů s regulací množství vzduchu. Na toto zařízení je rovněž napojena čekárna s kuchyňkou zkušebny.

Vzduchotechnika v rozvodně tyristorů
Jde o samostatné zařízení systému teplovzdušné vytápění a chlazení. Ovládání je jednak z velínu, jednak automatické od nastavené teploty v místnosti. Zařízení pracuje s 90% cirkulací a udržuje teplotu v rozmezí +15 °C až +25 °C. Přívod vzduchu je řešen do zdvojené podlahy, odvod vzduchu je pod stropem rozvodny. Nasávání čerstvého vzduchu je ze zdvojené mezery fasády, výfuk vzduchu nad střechu.

Tepelné a akustické izolace
Vzhledem k charakteru provozu objektu 4 byla otázce hlučnosti věnována maximální pozornost. Pro jednotlivá vzduchotechnická zařízení byla navržena následující opatření:

- veškeré točivé elementy jsou uloženy na pružných tlumičích a od vzduchovodů jsou odtlumeny pružnými plátěnými vložkami,
- do vzduchovodů (mimo strojovnu) jsou vloženy tlumiče hluku, pro zvlášť náročné prostory jsou navrženy sekundární tlumiče,
- všechny vzduchovody jsou izolovány,
- veškeré prostupy VZT stavebními konstrukcemi jakož i uložení vzduchovodů na závěsech je »měkké«, tj. pomocí gumy.

Izolace vzduchovodů jsou vesměs navrženy tak, aby vyhovovaly dvojí funkci, tj. jako akustické a tepelné, nebo protipožární, přičemž vždy jedna z těchto funkcí je prioritní.

Je použito těchto druhů izolací:

a) Protihluková izolace tl. 10 cm s povrchovou úpravou v pozink. plechu.
Tato izolace je použita v celé strojovně 4A 6. a 7. NP + část střechy a má zabránit zejména pronikání hluku ze strojovny do rozvodných vzduchovodů. Tato izolace slouží druhotně i jako tepelná izolace. Izolace sestává z nehořlavé minerální plsti, osinkových desek, plechu a pomocných konstrukcí.

b) Akustickotepelná izolace s povrchovou úpravou osink. deskami.
Tato izolace je navržena pro celý střešní prostor. Složení izolace je z nehořlavé minerální plsti a osink. desek tl. 5 mm včetně pomocných konstrukcí.

c) Protipožární izolace s odolností 30 minut. Složení izolace: desky z minerální plsti IZOMA M tloušťky 6 cm, oboustr. ALFOL, šestihranné pletivo.

d) Tepelná izolace čtyřhranných vzduchovodů.
Tímto způsobem jsou izolovány vzduchovody, nejsou-li zahrnuty pod body a), b), c), e). Složení izolace: desky IZOMA M, tl. 4 cm (minerál. plst) a oboustranný ALFOL, šestihranné pletivo.

e) Tepelná izolace potrubí SPIRO.
Tímto způsobem je izolováno veškeré kruhové potrubí SPIRO včetně flexibilní trouby, není-li izolace provedena dle bodu c). Jako materiál je použit lamelový skružovatelný prvek LSP nalepený z jedné strany polyetylenovou vrstvou na hliníkovou folii a šestihranné pletivo.

Zkušenosti z provozu klimatizačních zařízení po půlročním zkušebním provozu

Hlediště – přívod vzduchu do hlediště speciální »nohou« se osvědčil. Pokud je přiváděno skutečně projektované množství vzduchu o správné teplotě, je řešení vyhovující. Problémem jsou zděné kanály použité u tohoto zařízení, kde se při prvním uvedení do chodu »ztrácelo« až 80 % vzduchu. I po utěsnění je zaznamenáván únik cca 20 % upraveného vzduchu, což zapříčiňuje (spolu se zař. pro jeviště) podtlak v celém prostoru místo předpokládaného přetlaku. Netěsnost stavebních kanálů se projevila ve všech případech použití a proto pro budoucnost je v žádném případě nedoporučujeme. V současné době vyrábí n.p. Kovona Karviná samoregulační prvek pro konstantní množství vzduchu, kterým je možno při jiných akcích nahradit dovozový ventil, použitý v »noze«.

Jeviště – po užití vysokotlakého systému se zónovými expanzními boxy pro jevištní část se ukázalo jako reálné. Naměřená hodnota hlučnosti na jevišti při chodu vzduchotechnických zařízení byla 33 dB(A). Přes tuto nízkou hodnotu doporučujeme zvukově izolovat expanzní box, který je zdrojem monotonního hluku, který se sice vzduchovody při použití tlumiče nešíří, ale proniká stěnami expanzního boxu. Zatím se nepodařilo plně nastavit regulaci proměnného odsáváného množství vzduchu v závislosti na množství přiváděného vzduchu a tím je v prostoru jeviště a hlediště určitá tlaková nevyváženost.

Zkušebna – náš záměr ovládání mikroklimatu režisérem dle počtu a pocitů zkoušejících se minul účinkem. Pravidelně se stávalo, že při odchodu zkoušejících byla ponechána žádaná hodnota teploty na termostatu na spodní úrovni a druhý den ráno při zahájení nové zkoušky byly stížnosti na zimu. Provedlo se tedy přemístění volby teploty do velínu, kde na telefonické zavolání lze teplotu přestavit, ale vždy se vrací žádaná hodnota na +22 °C.

Technický dispečink – u tohoto zařízení došlo ke značnému rozdílu tepelných zátěží udaných do projektu a skutečných. Jednalo se jak o počet lidi, tak o počet diaprojektorů či kamer, tak i o jejich současnost provozu. Rovněž tak otázka spouštění hlavního chladicího zařízení při potřebě chladu u malého VZT zařízení je velmi problematická. V současné době se zpracovává úprava tohoto zařízení s vlastním chladicím agregátem a podstropními jednotkami, pracujícími se 100% cirkulaci. Pro porozumění problému uvádím, že tepelná zátěž v této místnosti je 600 Wm^{-2} při světlé výšce 2,32 m!

Zpětné získávání tepla – výkon rotačního výměníku se skutečně pohybuje na hranici účinnosti 0,8–0,85, regulace

je přesná a až do venkovní teploty -8 °C je přiváděný vzduch ohříván na teplotu +16 °C bez použití jiné energie.

V zásadě se však projevily následující nedostatky:

- Při použití centrálního rotačního rekuperátoru nebylo možno dodržet podmínku umístění sacích a výtlačných ventilátorů na opačných stranách rekuperátoru, ale ventilátory byly umístěny na jedné straně. Toto rozmístění se projevilo zvětšením poměru cirkulačního vzduchu, který proudí přes rekuperátor do kanálu čerstvého vzduchu. Tuto nevýhodu lze odstranit použitím dalších pomocných ventilátorů na sacím i výtlačném kanálu s regulací pro měnného množství vzduchu, nebo úpravou střední komory i těsnicích lišt rekuperátoru. Předpokládáme, že pomocí těchto úprav lze dosáhnout vnikání maximálně 5 % zpětného vzduchu do vzduchu přiváděného. V našem případě, kdy na rekuperátor je napojeno hlediště, jeviště, techn. dispečink a zkušebna, tento cirkulační vzduch není na závadu.
- Projevila se netěsnost sacích ústí jednotek BKB; kdy byl nasáván vzduch ze strojovny a při prvních zkouškách bez chodu rekuperátoru se venkovní vzduch při -2 °C někde »ohřál« na teplotu +12 °C. Dalo velmi mnoho práce najít veškeré stavební i montážní netěsnosti a tomuto »ohřívání« vzduchu zamezit.
- Na komoru za rekuperátorem jsou napojena celkem čtyři zařízení VZT. Jsou-li v provozu pouze tři zařízení, dochází uzavřenou klapkou jednotky BKB k nasávání zpětného vzduchu přes tuto přívodní jednotku. Těsnost klapek jednotek BKB danému uspořádání nevyhovuje.

Závěr

Dostavba okolí Národního divadla je ojedinělá stavba prvořadého společenského významu. Tato skutečnost pronikla do činnosti projektanta jako enormní množství mimořádně náročných požadavků na atypické konstrukce, materiály i výrobky a na kvalitu technických řešení, která musela být projektově rozpracována do zcela neobvyklých detailů, u objektu Nové scény navíc v mimořádně krátkém termínu.

Projektování staveb této kategorie vyžaduje jak od projektových organizací, tak od projektantů neběžný přístup, má-li být kvalita i termín stavby dodržen. Výsledek jejich tvůrčí činnosti budou hodnotit jiní. Lze však již nyní konstatovat, že jedině nadšení a iniciativní přístup, účinná spolupráce s partnery výstavby, výzkumnými ústavy a odbornými organizacemi umožnila to, že byly projektově zajištěny nejen důvodně plánované objekty do stavby, ale i budova Nové scény, a to v termínech a za podmínek zcela se vymykajících běžné praxi. Bylo by patrně prospěšné zvážit historii budování Nové scény a to, co je kladné, zejména bezprostřední součinnost projektanta a dodavatele, využít pro obdobné úkoly investiční výstavby. Toto konstatování se plně týká i projektu a provedení klimatizačních zařízení u této stavby.

Rukopis předán redakci 11. 6. 1984.
Recenzoval: Ing. Jan Srnka, CSc.

Obsah časopisů Klimatizace 28/1979 a 49/1985, které vyšly před půl stoletím

Č. 28/1979

Investiční politika podniku, Karel Havelík (2 strany)
1. Modernizace podniku v rámci koncepce jeho rozvoje

Energetický systém s celoročním cyklem, Leopold Kubíček (5 stran)
1. Koncepce systému ACES
2. Popis zařízení a jejich ekonomie

Klimatizace Národního divadla v Praze, Jiří Bísek (4 strany)

Použití tepelných trubic ve vzduchotechnice, Jan Zemánek (8 stran)
1. Základní údaje o tepelných trubicích
2. Vzduchotechnické výměníky z tepelných trubic
3. Tepelný výkon a efektivnost výměníku z tepelných trubic

Slévárenské provozy z hlediska tepelné pohody a čistoty ovzduší, Jaroslav Vacek (4 strany)
1. Příklad řešení vzduchotechnických zařízení ve slévárně
2. Přirozené větrání
3. Celkové teplovzdušné mechanické větrání s využitím tepla z odváděného vzduchu

Vložená příloha: D4-03, List 11 až 18, projekční podklady pro okruhy ZZT (Srnka)

Snímky na obálce: Klimatizované prostory objektu FMPE a SOF (foto J. Záhorský)

Č. 49/1985

Kádrová a personální práce v koncernovém podniku JANKA–ZRL, Jan Král, (1 strana)

Klimatizace Nové scény Národního divadla v Praze, Luboš Jelínek (11 stran)

Nové poznatky při větrání vysokých sálů tryskami, Leopold Kubíček (4 strany)
1. Návrhová metodika
2. Dva příklady přívodu vzduchu od stropu

Řešení přívodu vzduchu tryskami, Josef Dvořák (5 stran)
1. Vyráběný sortiment trysek a výpočet jejich parametrů
2. Uplatnění trysek při řešení klimatizačních a větracích zařízení

Vložená příloha: E 1-02, List 1 Tlakový spád pří proudění ve vzduchovodech (Hemzal, K.)

Snímky na obálce: Klimatizace Nové scény a ostatních objektů dostavby Národního divadla (foto J. Kučera)

Vše naleznete v PDF tohoto čísla na webu JANKA.cz

První časopis českých vzduchotechniků

Vydavatel: JANKA Radotín, a.s.

Více než půl století v mediálním prostoru

časopis

55 let

s vámi

Archiv časopisu naleznete na

janka.cz/aktuality/casopis-klimatizace/

Adiabatické systémy chlazení vzduchu ColdAIR IMPROVED Health® – nejenom do průmyslových hal

Ing. Radek Kotyza

Adiabatický chladicí systém ColdAIR IMPROVED (**kontakt na straně 25**) představuje nejmodernější technologii chlazení a větrání velkých budov: v průmyslu, slévárnách, řemeslných dílnách, výrobních objektech, skladech a úložištích, komerčních prostorách, sportovních centrech, tělocvičnách, výstavních pavilonech, napěťových konstrukcích, sklenících, veřejných prostorách a halách, hospodách a provozovnách rychlého občerstvení, pekárnách, v potravinových tržištích a v profesionálních kuchyních. Avšak i v mnoha dalších prostorech a budovách, ve kterých by instalace tradičních klimatizačních systémů (KS) představovala velké pořizovací náklady a velkou spotřebu energie.

Nový patentovaný systém ColdAIR IMPROVED řady Health® snižuje hladinu NO o 60 % a NO_x o 37 %. Čištění probíhá uvnitř odpařovacího média fotokatalýzou oxidu titaničitého vystaveného působení slunečního světla. Redukuje znečišťující látky, snižuje proliferaci plísní a hub i přítomnost bakterií ve vzduchu. Deodoruje životní prostředí tím, že rozkládá látky, jako je síra a dusík, které jsou příčinou zápachů.

Systém ColdAIR IMPROVED umožňuje vybavení velkých komplexů a budov letními chladicími systémy zvyšujícími komfort pracovníků. Zvyšují jejich tepelnou pohodu a produktivitu bez potřeby investování velkých finančních částek, bez vysokých účtů za spotřebovanou energii, bez jakýchkoliv dopadů na životní prostředí a bez toho, že by tato zařízení přispívala k výpadkům proudu.

O vysoké účinnosti systému ColdAiR svědčí také příznivé reference ze společnosti Fruta Kunovice, Otma Mařatice, Ponas Polička, Blatinie Packing Blatnička, Teknia Nivnice Lisi Form Čejč a HTS Novosedly.

Venkovní relativní vlhkost					
	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %
Venkovní teplota	Vnitřní teplota	Vnitřní teplota	Vnitřní teplota	Vnitřní teplota	Vnitřní teplota
30°C	19,0°C	21,0°C	23,0°C	24,5°C	26,0°C
35°C	22,5°C	25,0°C	27,5°C	29,5°C	31,0°C
40°C	26,0°C	29,0°C	31,5°C	33,5°C	36,5°C

Tab.1 – *Tabulka účinností. Tyto účinnosti byly získány při použití adiabatického chladiče ColdAIR při vysoké účinnosti nasycení 80 %*

Technická a ekonomická řešení

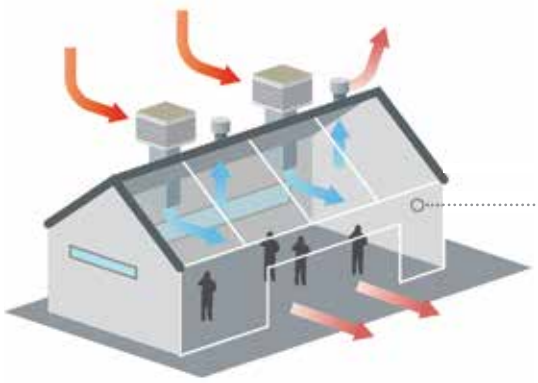
Pro prevenci akumulace tepla je nezbytná častá výměna vzduchu uvnitř budov. Tím lze zabránit nadměrnému zvyšování teploty uvnitř těchto budov. Dobré výsledky byly dosaženy, pokud byla zajištěna desetinásobná výměna vzduchu v budově za hodinu. Výměny vzduchu jsou nezbytné pro zvýšení hygienické úrovně a pro odstranění případného zápachu nebo částic škodlivých pro lidské zdraví.

Tradiční KS se nedoporučují z následujících hledisek:

- musí být upravovány velké objemy vzduchu,
- z logistických důvodů není často možné nechávat dveře do budov trvale uzavřené,
- vysoké pořizovací náklady chladicích jednotek a distribučního systému,
- vysoká spotřeba energie při provozu systému,
- vysoké náklady na údržbu.

Mnohem vhodnější a ekonomičtější je za těchto podmínek používat chladicí a větrací systém ColdAIR IMPROVED, který zajišťuje chlazení vzduchu na základě přírodního a ne mechanického principu (obr. 1).

Adiabatický chladič vzduchu ColdAIR IMPROVED je výrobek, který chladí vzduch snížením množství zjevného tepla obsaženého ve vzduchu. Proces odpařování vody, která přichází do styku s upravovaným vzduchem, umožňuje snížení množství zjevného tepla ve vzduchu. Externí vzduch prochází speciálně konstruova-



Obr. 1

Obr. 2

Obr. 3

nými celulózovými patentovanými filtry nasycenými vodou, v důsledku toho přichází o část svého tepla během procesu odpařování vody a tím snižuje svou teplotu. Ventilátor nainstalovaný uvnitř chladiče pak dodává do budovy ochlazený vzduch (obr. 1).

Účinnost systému chlazení vzduchu

Účinnost chlazení vzduchu je dokonce dána i charakteristikami podporujícími odpařování (odpařovač) pro dosažení účinnosti nasycení: ve skutečnosti čím delší je čas a styčná plocha mezi vzduchem a vodou, tím více vody se odpaří a tím více se sníží teplota vzduchu (zjevné teplo).

Odpařovací chladič vzduchu ColdAIR IMPROVED vyniká vysokou účinností 88% nasycení, která je dobrým základem pro chlazení i v případech, kdy je relativní vlhkost venkovního vzduchu kolem 70 % (tabulka účinností – viz tab. 1).

Teplota vzduchu přiváděného do budovy se reguluje různými venkovními vzduchovými podmínkami, jak je uvedeno v tabulce.

Modelové řady

K dispozici jsou čtyři verze zařízení: FPAK do profesionálních kuchyní, TA/TC pro střešní a nástěnné instalace, FPA pro nástěnné nebo okenní instalace a TC F4/F9 s filtrací třídy EU4 a EU9 pro střešní a nástěnné instalace. Všechny typy zařízení (obr. 2 a 3 a tab. 2) jsou dodávány s venkovní konstrukcí z odolného plastu ABS, která je určena pro venkovní instalace a je mimořádně lehká, což je velmi důležité v případech omezené nosnosti střech nebo stěn.

Všechny modely mají následující vybavení a nové funkce:

- el. 3-rychlostní ventilátor s nízkou spotřebou,
- sledování účinnosti chlazení odpařovacích vložek,
- vylepšená bezpečnost díky okruhovému jističi,
- předprovozní vlhčení, aut. volné chlazení, hlídání vlhčení vložek,
- rám z nerezové oceli, horní a dolní kryt z odolného plastu,
- systém automatického vypouštění vody,
- cyklus automatického čištění,
- optimalizaci spotřeby vody, proplach vložek na konci provozu,
- k dispozici zimní kryt a síť proti hmyzu a nečistotám,
- nové elektronické řízení s vylepšeným rozhraním,
- možnost vzdáleného ovládání skrze Cloud či Aplikaci. ■

Model řady HEALTH	Typ instalace	Chladicí výkon kW (35°C/50% r.v.)	Průtok vzduchu m³/h	Typ ventilátoru	Elektrický výkon kW	Rozměry v mm D x H x V	Hmotnost v kg prázdný / plný
FPAK-I	nástěnná – int.	12	1000–5000	axiální	0,45	1005x347x1070	55 / 75
FPA 103H	nástěnná/okenní	24	5000–10 000	axiální	0,9	1300x670x1300	60 / 75
FPA 123H	nástěnná/okenní	32	6500–13 000	axiální	1,2	1300x670x1300	63 / 78
TA 123H	střešní/nástěnná	32	6500–13 000	axiální	1,2	1150x1150x1050	67 / 88
TA 223H	střešní/nástěnná	49	10 000–20 000	axiální	1,8	1650x1150x1050	120 / 146
TA 223-2SDH*	nástěnná	49	10 000–20 000	axiální	1,8	1610x1150x1335	150 / 180
TA 323H	střešní/nástěnná	66	13 500–27 000	axiální 2x	2,2	1610x1150x1335	135 / 163
TC 123H/HP**	střešní/nástěnná	24	6500–10 000	radiální	1,6	1150x1150x1050	110 / 130
TC 223H/HP**	střešní/nástěnná	49	10 000–10 000	radiální	3,2	1650x1150x1050	200 / 220
TC 123/F4	střešní/nástěnná	24	6500–10 000	radiální	1,6	1600x1600x1050	180 / 210
TC 123/F9	střešní/nástěnná	24	6500–10 000	radiální	1,6	2100x2100x1050	210 / 240
TC 223/F4	střešní/nástěnná	49	12 000–19 000	radiální	3,2	2050x1600x1050	270 / 300
TC 223/F9	střešní/nástěnná	49	12 000–19 000	radiální	3,2	2550x2100x1050	310 / 340

*Boční výstup vzduchu, **Model H – ext. tlak 80 Pa, model HP – externí tlak 250 Pa

Tab. 2

ADIABATICKÉ SYSTÉMY CHLAZENÍ

Výhody adiabatického chlazení ColdAIR „IMPROVED“

ColdAIR Health®
Allcrometrics Technology Power

PATENTED

- intenzivní výměna vzduchu v budově,
- 100 % nového vzduchu,
- filtrace vzduchu,
- vysoký výkon chlazení s účinností nasycení 88 %,
- možnost větrání během chladnějšího období roku,
- možnost chlazení v zónách a možnost různé úrovně chlazení v různých místech,
- nízké náklady na chladící systém, nízké provozní náklady, nízké náklady na údržbu,
- nízká spotřeba energie, vylepšená bezpečnost díky okruhovému jističi,
- absence chladících plynů, žádné negativní dopady na životní prostředí,
- zdravější pracovní prostředí díky patentovaným chladícím vložkám „Health-Tech“,
- nové provozní funkce – sledování účinnosti chlazení, vlhčení vložek a spotřeby vody, konečný proplach,
- nové el. ovládání i možnost vzdáleného ovládání skrze Cloud či Aplikaci.

Kontakt:
PaPP, spol. s r.o., Za Tratí 1154, 686 01 Uh. Hradiště
Tel.: +420 777 756 081, +420 572 551 360
E-mail: pappuh@pappuh.cz, kotyza@pappuh.cz
www.pappuh.cz

PaPP®, spol. s r.o.
STAVEBNÍ OBCHODNÍ SPOLEČNOST

Snížení energetické náročnosti odvlhčení vzduchu v letním období

Ing. Petr Berka, Ing. Radka Čapková

Příspěvek se zabývá popisem variant řešení na konkrétním problému vzduchotechnického systému s ohledem na klimatické podmínky a ukazuje, jaký význam mají vnější klimatické podmínky na provoz VZT zařízení a jeho návrh.

Úvodem

V současné době je ze strany zadavatele projektu kladen velký důraz na maximální eliminaci pořizovacích nákladů nákladů. S tímto požadavkem jde ruku v ruce nutnost navrhovat VZT zařízení po stránce jeho skladby a funkcí co nejúspornější. V praxi to vypadá tak, že vzduchotechnické zařízení má umět prakticky všechno od základních úprav teploty až po řízené odvlhčování a to vše zároveň s požadavkem na snížení energií.

Odvlhčení vzduchu lze dosáhnout buď kombinací mokrého chlazení a následného ohřevu, nebo využitím sorpčních výměníků. U těchto sorpčních výměníků je však třeba materiál regenerovat a většinou se vyrábí jako rotační nebo přepínací výměníky. To však nelze v tomto případě použít kvůli problému přenosů pachů a těkavých látek rotačními rekuperátory vzhledem k použité technologii ve výrobní hale.

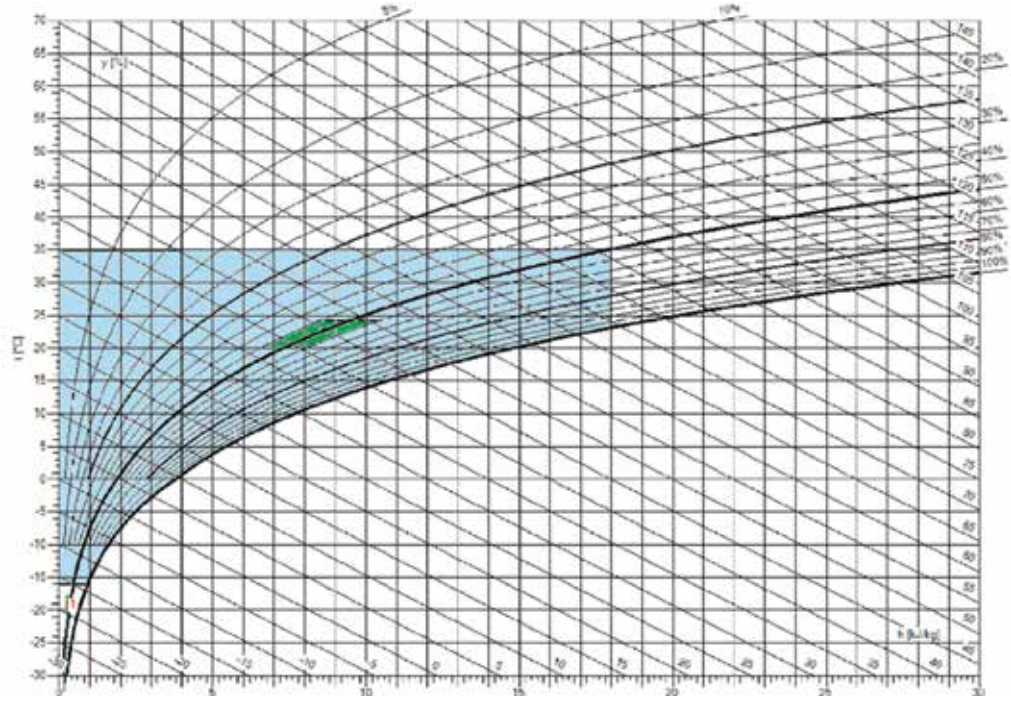
Musí se tedy jednat pouze o čerstvovzdušné větrání. Cílem je tedy zefektivnit kondenzační princip odvlhčení v konkrétním případě.

Zadání investora

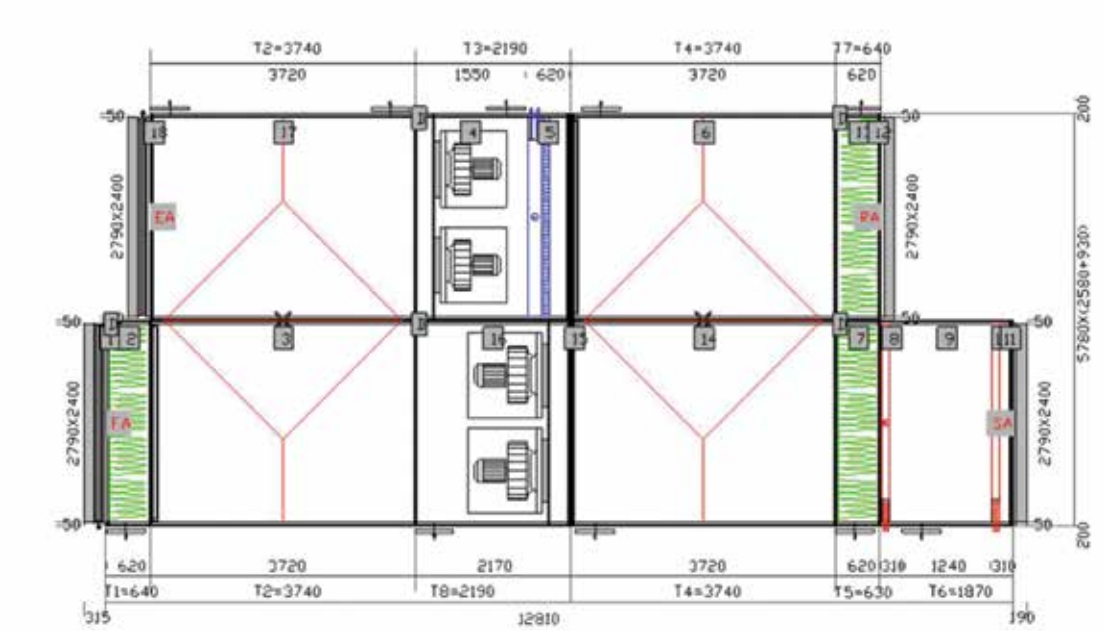
Požadavek na vnitřní mikroklima v místnosti technologie je pro teplotu vzduchu v místnosti 24 ±2 °C pro relativní vlhkost vzduchu 40 až 60 %. Cílem je navrhnout takovou skladbu zařízení, aby byly celoročně dodrženy požadované parametry vnitřního mikroklima – a to s co nejmenší spotřebou energií. Vzhledem k teplotním ziskům v hale od technologie je požadovaný přívodní vzduch v letním období maximálně 20 °C.

Navržené uspořádání VZT jednotky

Jednotka je navržena s dvojící deskových rekuperátorů za sebou, mezi nimiž se nacházejí ventilátory přívodního a odvodního vzduchu a chladič. Samozřejmostí je filtrace vzduchu (přívodní filtr je se dvěma stupni). Za druhým rekuperátorem je dvojice ohřívačů, mezi nimiž se nachází zvlhčovač. Ten je kvůli velikosti a požadovanému výkonu zvlhčení navržen jako adiabatický. Vzhledem k propojení vzduchotechnické jednotky s tepelnými čerpadly (použité chladivo je NH_3), a tedy nízkému teplotnímu spádu otopné vody (59/50 °C), není možné vzduch dostatečně předehřát na potřebnou teplotu v 1 stupni před zvlhčovačem, proto jsou výměníky dva. To zároveň umožňuje jemnější regulaci teploty. V zimním období jsou oba rekuperátory provozovány stejně. Tedy proti standardní vzduchotechnické jednotce s jedním reku-



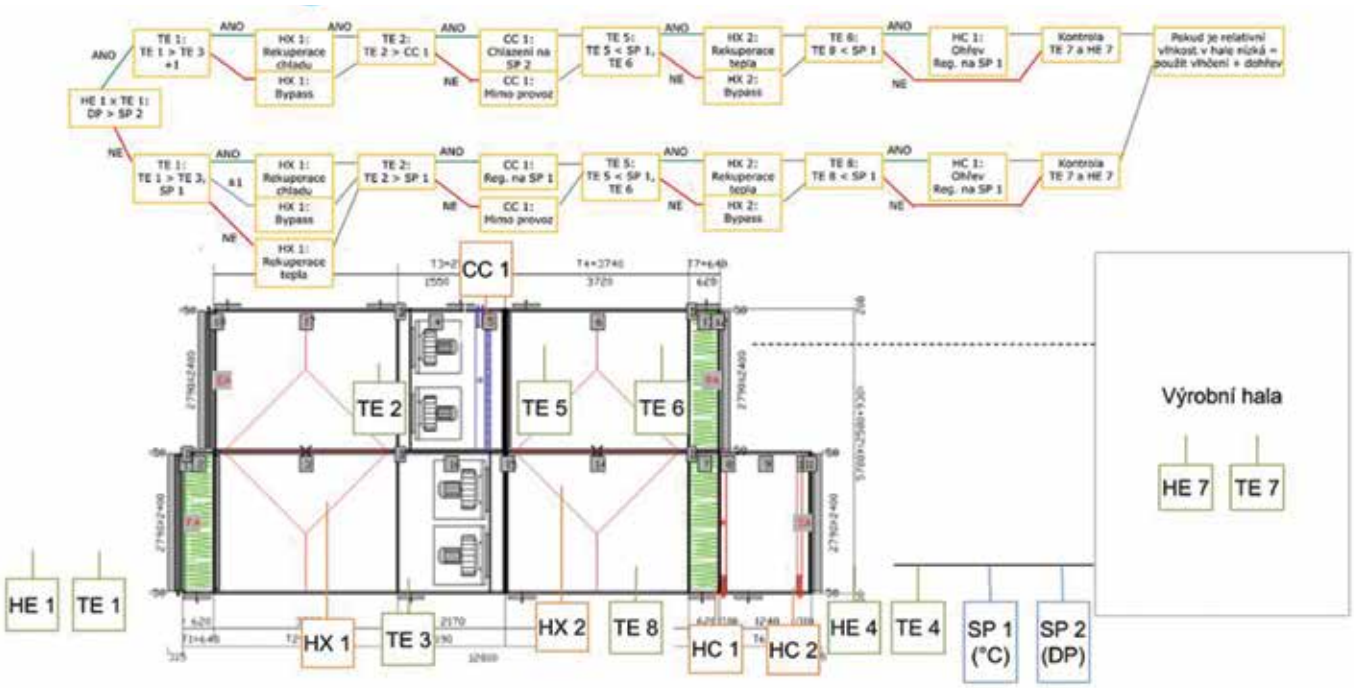
Obr. 1 – Pracovní rozsah zadaný investorem (zeleně značena oblast ve výrobní hale, modře požadovaný rozsah teploty a vlhkosti nasávaného vzduchu)



Obr. 2 – Uspořádání VZT jednotky

perátorem je zde v podstatě využita jen větší teplosměnná plocha výměníku, a tedy vyšší účinnost přenosu tepla z odpadního do přívodního vzduchu.

V letním období jsou rekuperátory používány jinak. Z pohledu přívodního vzduchu dochází na prvním rekuperátoru k ochlazení a případně částečnému odvlhčení přívodního vzduchu. Odvlhčení je realizováno na chladicím výměníku s vodou o návrhových teplotách 6/13 °C (vyráběnou tepelným čerpadlem). V praxi se ukázalo, že výměník pracuje s nižším teplotním spádem, 5/9 °C při podobné bilanci tepelného čerpadla. Ohřev vzduchu probíhá na druhém rekuperátoru, a to v podstatě až na požadovanou přívodní teplotu do haly. V případě nedostatku tepla je možné využít jeden z obou ohřívačů, neboť jsou napojeny na kondenzační stranu tepelných čerpadel. Teplo je tedy k dispozici celoročně. Ačkoliv má investor teplo v tomto případě „zadarmo“ (stejně ho musí odvádět ze zdroje chladu – tepelného čerpadla) je třeba k ohřevu vzduchu po odvlhčení použít deskový



Obr. 3 – Regulační schéma

rekuperátor. Právě na něm totiž získává odvodní vzduch chlad, který je potřebný pro zchlazení přívodního vzduchu na prvním rekuperátoru.

Tepelná bilance

Při tomto uspořádání vzduchotechnické jednotky realizované s průtokem 43 000 m³/h vychází bilance následovně:

Výkon 1. ZZT = 212 kW
Výkon chladiče = 380 kW
Výkon 2. ZZT = 117 kW

Pokud by vzduchotechnická jednotka měla jen jeden rekuperátor, docházelo by při jeho využití k ochlazení přívodního vzduchu z 35 °C pouze na 28 °C. Přenesený výkon by byl jen 103 kW místo 212 kW. To by zvýšilo požadavek na instalovaný zdroj chladu o 28,6 %, který by nebyl po většinu roku využit – pouze v letních extrémech.

Závěr

Z pohledu investora tak i přes vyšší pořizovací cenu vzduchotechnické jednotky je celková výše investice nižší než při použití pouze jednoho rekuperátoru. Nehledě na další úspory, generované snížením potřebného garantovaného elektrického příkonu.

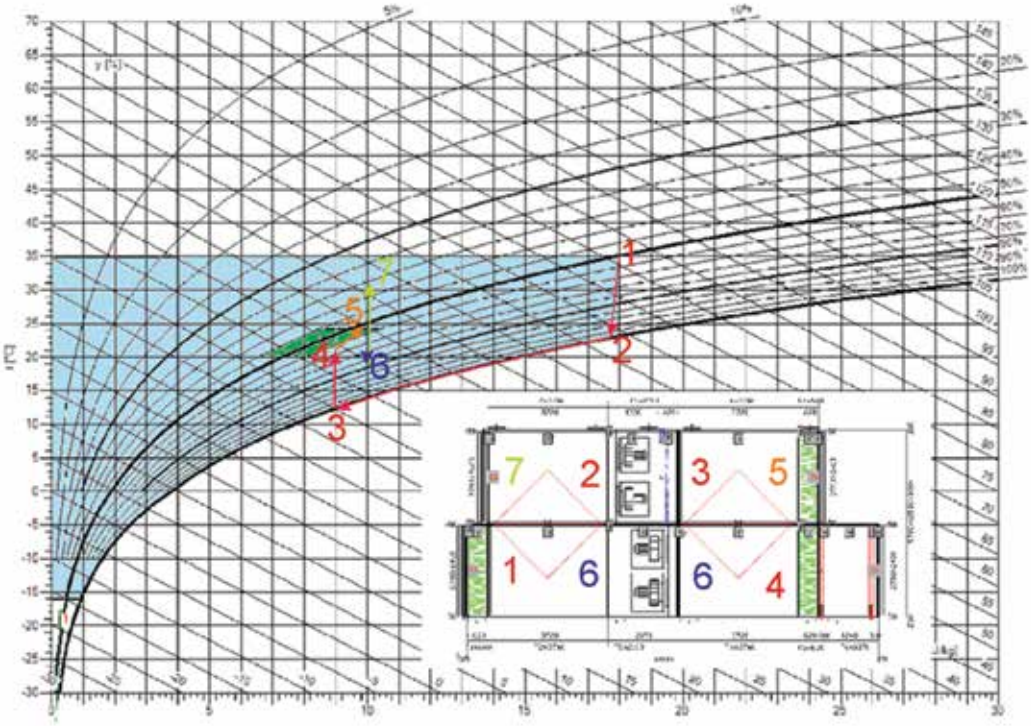
Ještě lépe vychází bilance s rotačními výměníky, kdy jeden z nich může být sorpční a sloužit k přenosu vlhkosti mezi přívodním a odvodním vzduchem v zimním období, a tedy dalšímu snížení energetické náročnosti. Navíc u rotačních výměníků je menší zástavbová délka. Žel, v tomto příkladu z praxe je nebylo možné použít.

Literatura:

[1] CHYSKÝ, J., HEMZAL, K. a kol. Technický průvodce větrání a klimatizace. 3. vyd. Praha: ČESKÁ MATICE TECHNICKÁ, 1993. 490 s. ISBN 80-901574-0-8.

[2] SZÉKYOVÁ, M., FERSTL, K. a NOVÝ, R.. Větrání a klimatizace. 1. české vyd. Bratislava: JAGA, 2006. 359 s. ISBN 80-8076-037-3.

[3] GEBAUER, G., RUBINOVÁ, O., HORKÁ, H. Vzduchotechnika. 2. vyd. Brno: ERA, 2007. 262 S. ISBN 978-80-7366-091-8



Obr. 4 – Úprava vzduchu ve VZT jednotce

150 let JANKA

VYTVÁŘÍME PŘÍJEMNÉ PROSTŘEDÍ JIŽ OD ROKU 1872

VZDUCHOTECHNIKA
PRŮMYSLOVÉ CHLAZENÍ
KLIMATIZACE

od roku
1872

JANKA Radotín, a.s.
Vrážská 143, 153 00 Praha 5 – Radotín
janka@janka.cz | +420 602 479 477

JANKA.cz

Vaillant sensoROOM – nová verze regulátoru s novými funkcemi

Ing. Libor Hrabačka

V tomto článku bych rád čtenáře seznámil s novou verzí vzdálené správy kondenzačních kotlů Vaillant ecoTEC ioniDetect pomocí regulátoru pod označením sensoROOM. Řada čtenářů se jistě setkala s předchozí verzí, avšak tato nová se od předchozí v mnoha směrech a vlastnostech odlišuje. Toto nové provedení nabízí jak koncovým uživatelům, tak servisním technikům nové funkce a služby, které si popíšeme v následujících řádcích.

sensoROOM – popis, funkce

Ekvitermní regulátor se vzdálenou správou se skládá ze dvou komponentů:

- Internetová jednotka VR 940f sensoCONNECT (obr. 1)
- Prostorový termostat VRT 51f sensoROOM (obr. 2)

Internetová jednotka VR 940f zprostředkovává pomocí WiFi sítě připojení kotle s termostatem na internet a následně pomocí mobilní aplikace ovládání celého topného systému. Základní funkci – nastavení prostorové teploty lze provést pomocí otočného voliče na termostatu, na displeji se zobrazuje požadovaná, resp. aktuální teplota v referenční místnosti. Dále má uživatel přehled o stavu signálu a bateriích (obr. 3).

Pro komplexnější nastavení topného systému a kotle však slouží mobilní aplikace, se kterou se seznámíme v následující části.

Mobilní aplikace myVAILLANT

Tato mobilní aplikace je určena pro uživatele kotle a slouží pro nastavení všech parametrů nutných pro komfortní vytápění a přípravu teplé vody. Vyznačuje se novým designem a uspořádáním usnadňujícím používání aplikace. Na úvodní obrazovce jsou uvedeny tyto základní informace:

- výběr druhu provozu – automatický/denní/noční režim,
- přehled připojených topných systémů – např. domov/chata,
- venkovní teplota (převzatá z webového serveru),
- požadovaná a skutečná pokojová teplota včetně vlhkosti,
- signalizace požadavku na vytápění,
- tlačítka +/- pro nastavení teploty.

Na spodní liště úvodní obrazovky jsou umístěna tři tlačítka (zleva doprava):

- nastavení topného systému – např. pro nastavení časových oken, požadovaných teplot,
- rychlé akce – jednorázový ohřev teplé vody, aktivace režimu mimo domov,
- energetické informace – informativní zobrazení spotřeb energií (v závislosti na topném zdroji).

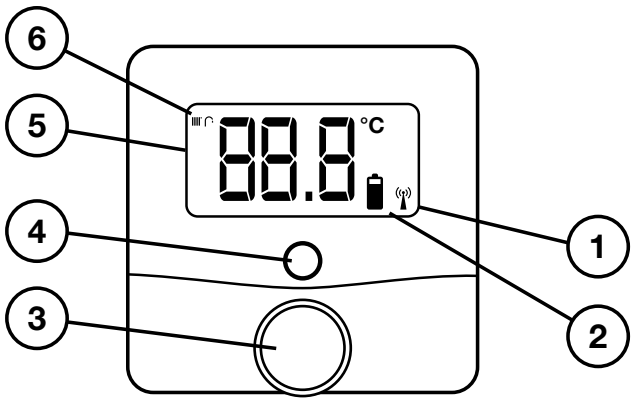
Servisní portál myVAILLANT Pro

Regulátor sensoROOM společně s aplikací nabízí oproti předchozí verzi rozšířené možnosti konektivity, a to i pro servisního firmu. Pomocí servisního webového portálu myVAILLANT Pro, popř. mobilní aplikace má servisní technik neustálý přehled o provozním stavu kotle koncového zákazníka. Tato možnost je však výhradně určena pouze pro specializované servisy, které absolvovaly příslušné školení, neboť technik má k dispozici veškeré informace o kotli a také o topném systému. Samozřejmostí je, že koncový zákazník schvaluje přístup servisní firmě ke kotli pomocí potvrzovacího e-mailu.

Následně po schválení obdrží servisní technik přístup, a v servisním portálu jsou zobrazeny veškeré informace

Obr. 1. – Internetová brána VR 940f myVAILLANT connect

Obr. 2 – Prostorový termostat VRT 51f sensoROOM



Obr. 3 – Displej a ovládací prvky termostatu
Legenda:
1 – symbol bezdrátového signálu
2 – stav baterií
3 – otočný ovladač
4 – LED dioda
5 – požadovaná/skutečná teplota
6 – aktivní režim párování

o spotřebiči. Pro zajímavost uvádím pouze ty nejdůležitější:

- diagnostické informace a stavové kódy,
- chybový kód případné poruchy,
- průběh teplot v topení,
- tlak vody v topení atd.

Dále je součástí, tzv. Live Monitor, který zobrazuje aktuální provozní stav. Díky tomuto řešení má servisní technik vzdálený dohled nad spotřebičem, který je neustále monitorován, a s tím související následující výhody:

- V případě výskytu případné poruchy má servisní technik k dispozici chybové hlášení s přesným popisem chyby a jejím odstraněním => tím se zamezuje vícenásobný servisní výjezd a technik má již připravený náhradní díl pro opravu.
- Při poklesu tlaku vody v topení je tento průběh zaznamenáván a servisní technik je informován při podkročení kritické hodnoty => tím se eliminuje zbytečný servisní výjezd, zákazník je na tento stav upozorněn a může si dopustit vodu sám.
- Servisní technik může zákazníkovi pomocí tohoto vzdáleného přístupu nastavit, popř. změnit následující parametry:
  - Časový program
  - Druh topného provozu
  - Hodnotu topné křivky

  Touto funkcí opět odpadá servisní výjezd a není nutná přítomnost servisního technika na místě přímo u spotřebiče.
- Optimalizace vytápění a spotřeb energií – v tomto servisním portálu je možné si zobrazit aktuální spotřeby energií za určitý časový úsek a pomocí energetického managementu lze optimalizovat provoz plynového kotle tak, aby se dosáhlo co největšího využití všech energií.

CONNECTED e-certifikát prodloužené záruky

Společnost Vaillant Group rozšířila díky tomuto navzájem propojeného komplexnímu systému, kotel – regulátor – servisní portál, nabídku certifikátů prodloužené záruky o nové typy. Jedná se

Obr. 4 – Titulní strana e-certifikátu CONNECTED

o tzv. CONNECTED on-line certifikáty (obr. 4), kdy uživatel získá prodlouženou záruku po dobu pěti let se vzdáleným dohledem nad spotřebičem tak, jak je popsáno v předchozím odstavci. V rámci této prodloužené záruky jsou hrazeny veškeré náklady na případnou opravu a již zmiňovaný vzdálený dohled.

Jak koncový zákazník může tuto službu zakoupit?

Nejjednodušší způsob je objednání u servisní firmy, která má již aktivovaný přístup do servisního portálu. V rámci servisního e-shopu zakoupí pro koncového zákazníka tento typ CONNECTED e-certifikátu. Následně na to provede po uvedení kotle do provozu jeho registraci včetně registrace prodloužené záruky a v servisním portálu provede registraci internetové jednotky včetně schválení koncovým uživatelem.

Tento proces je pro všechny účastníky velice jednoduchý a rychlý a po provedení všech kroků je možné ihned začít využívat veškeré funkce. To platí jak pro koncového uživatele, tak i servisního technika.

Každý den zaznamenáváme v médiích novinky o konektivitě, o spotřebičích připojených na internet, tzv. IoT (Internet of Things). Toto řešení od společnosti Vaillant Group (**kontakt na 4. straně obálky**) tento směr potvrzuje a nabízí nesporné výhody pro obě strany – koncového uživatele i pro servisního technika.

Uživateli kotle zajistí komfortní a moderní způsob vytápění, servisní firmě umožní diagnostiku kotle na dálku bez nutnosti servisního výjezdu s úsporou času všem.

Samozřejmostí je, že tento systém se bude neustále vyvíjet a budou přibývat další užitečné výhody a funkce! ■

Nový trend v oblasti elektrického vytápění

Václav Makovec, DiS.

Elektrické vytápění rozdělujeme na standardní konvekční vytápění a infračervené sálavé vytápění.

Standardní konvekční vytápění

Topné těleso ohřívá okolní vzduch a ten samovolně cirkuluje po místnosti a vyhřívá tento prostor.

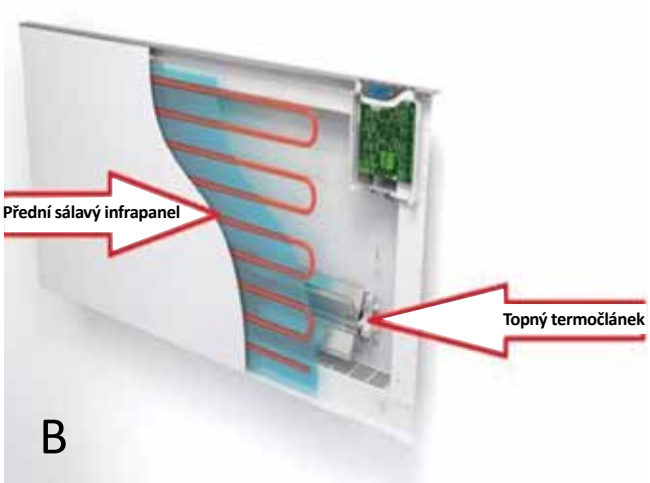
Výhody: teplý vzduch proudí po celém prostoru a dostane se i za nábytek a na kritická konstrukční místa jako jsou rohy místností, okenní ostění, nadokenní překlady, ŽB věnce apod.

Nevýhody: teplý vzduch se hromadí u stropu. U stropu je tak výrazně vyšší teplota, než-li u podlahy. Je potřeba proto více energie, abychom docílili požadované tepelné pohody. Více energie = vyšší náklady na vytápění. Při větrání dochází k velkým tepelným ztrátám a jejich dorovnání opět zvyšuje náklady na vytápění.

Infračervené sálavé vytápění

Sálavé teplo je velmi příjemné, protože neohřívá pouze povrch, ale proniká i do hloubky těles. Sálavé teplo ohřívá primárně vše pevné, co se v daném prostoru nachází, tj. stěny, nábytek, předměty a osoby. Od nich se pak až druhotně ohřívá vzduch, který jen mírně cirkuluje ve vytápěném prostoru.

Výhody: velmi příjemná tepelná pohoda, rovnoměrně rozložená teplota mezi podlahou a stropem. Velmi nízké provozní náklady.



Obr. 1 – (**A**) Duální thermo radiátory IQ-K wifi vzhledem připomínají luxusní radiátory. Většinou se umísťují pod okno, ale mohou se umístit i kamkoliv na stěnu, dle daných prostorových možností. Radiátory mají nastavený poměr sálavé a konvekční topné složky 50/50 %. Programovatelný termostat je umístěn v pravé horní části radiátoru. (**B**) Řez radiátorem.

Nevýhody: pomalejší teplotní nástup, malá cirkulace vzduchu, který tak neohřívá prostor za nábytkem a možná kritická místa ve stavební konstrukci objektu. V těchto místech se pak mohou tvořit plísně. Další nevýhodou jsou menší příkony infrapanelů, tudíž je do vytápěného prostoru nutné instalovat větší počet infrapanelů, což znamená vyšší pořizovací cenu tohoto topného systému.

Kombinované vytápění

Každý z těchto dvou výše popsaných systémů má své výhody i své nevýhody. Podařilo se tyto dva systémy i jejich výhody spojit v jeden nový moderní a naprosto unikátní topný systém a tím také zcela eliminovat všechny nevýhody které oba systémy mají, když jsou používány odděleně. Tento nový topný systém je ošetřen evropským patentem a nese označení DUAL-THERM.

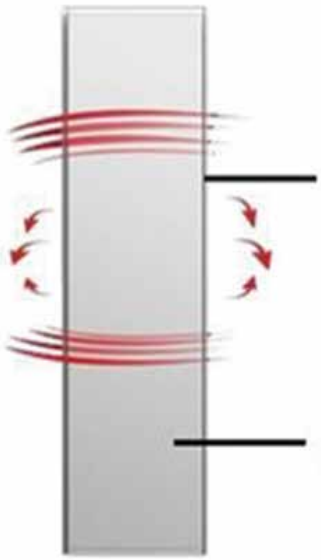
Tato topná technologie je inovativní novinkou v oblasti elektrického vytápění, kombinující klasické konvekční vytápění s velmi příjemným infračerveným sáláním tepla. Výsledkem je zcela unikátní, maximálně úsporný topný systém s velmi rychlým teplotním nárůstem, vytvářející naprosto dokonalou teplotní pohodu. Duální topná technologie je složena ze dvou topných systémů – karbonového termočlánku a karbonového sálavého panelu. Oba systémy pracují v naprostém souladu a vzájemně se doplňují. Sálavý panel vytváří příjemné sálavé teplo, které sálá do prostoru. Karbonový termočlánek zajišťuje přirozený konvenční ohřev vzduchu, který samovolně cirkuluje v daném prostoru a rovnoměrně se v něm rozprostírá. Dosáhneme tak stejnoměrného rozložení tepla nejen po celé místnosti, ale také mezi podlahou a stropem (a to bez víření prachových částic). Díky infračervenému sálání dochází k akumulaci tepla do stěn, nábytku a všech dalších pevných předmětů v místnosti, které pak teplo předávají dál do okolí. Při větrání nebo při vypnutí radiátoru tak nedochází k žádnému prudkému poklesu teploty, jako je tomu např. u konvektorů (přímotopů).

Sálavé teplo proniká hluboko do lidského těla, kde příznivě stimuluje látkovou výměnu a ozdravné procesy v těle. Uvolňuje svalové napětí, blahodárně působí při revmatických potížích, při bolestech svalů a kloubů a výrazně urychluje léčbu zánětlivých a virových onemocnění. Sálavé teplo nevíří prachové částice. Tyto topné systémy jsou proto vhodné i pro alergiky, astmatiky a osoby s chronickými dýchacími potížemi.

Mezi topné systémy s touto nejmodernější topnou technologií patří duální thermo radiátory IQ-K wifi a nástěnné infrapanely IQ-I wifi. Zásadní rozdíl mezi nimi je jednak v jejich tvaru, jejich umístění a v poměru množství sálavé a konvenční složky vytápění. Oba typy topných těles mají velmi moderní design a jsou vybavené programovatelnými termostaty s technologií WI-FI pro možné vzdálené ovládání přes mobilní aplikaci. Na termostatu nebo v mobilní aplikaci lze aktivovat také řadu chytrých a praktických funkcí, které Vám pomohou zlepšit teplotní pohodu a ještě více snížit náklady na vytápění. Mobilní aplikace je pro oba systémy jednotná a tyto systémy tak lze libovolně kombinovat, dle požadavků uživatelů a prostorových možností. ■

B

A



Topný karbonový termočlánek s bočními výdechy pro samovolné proudění ohřátého vzduchu.

Přední sálavý infrapanel pro rovnoměrné šíření tepla do celého prostoru.

C

Obr. 2 – (**A**) Infrapanely IQ-I wifi jsou designové nástěnné panely, které se montují na výšku na stěnu. Infrapanely mají nastavený poměr sálavé a konvekční topné složky 70/30 %. Ve spodní části infrapanelu je umístěn LED pásek, který lze využít jako dekorativní osvětlení. Zapínání / vypínání LED pásku je pomocí tlačítka na termostatu, který se nachází na pravém boku infrapanelu. (**B**) Ovládání pomocí mobilu. (**C**) Princip topení.

Zvuková zkouška tepelných čerpadel: Psychoakustika pro minimální tvorbu hluku

Dr Marc Schneider, Head of Basic Development for Acoustics and Marcel Rössler, Sales Engineer Heat Pump Applications

Zaměřeno na psychoakustiku

V dnešní době je využívání obnovitelných energií pro ochranu klimatu naprosto zásadní. To je také důvod, proč se tepelná čerpadla vzduch/voda těší vysoké oblibě v oblasti techniky vytápění. Poptávka po nich stoupá a s tepelnými výkony od 3 do 30 kW jsou užitečným řešením pro rodinné i bytové domy. V mnoha zemích je instalace tepelných čerpadel dotována z veřejných prostředků. Tepelná čerpadla vzduch/voda však nepracují úplně tiše a čím je zástavba hustší, tím více může být hlučnost čerpadel obtěžující pro okolí. Rozhodující není jen měřitelná hladina akustického tlaku, ale především vnímání hluku lidským sluchem. Zde vstupuje do hry psychoakustika a její testovací metody.

Přirozený hluk

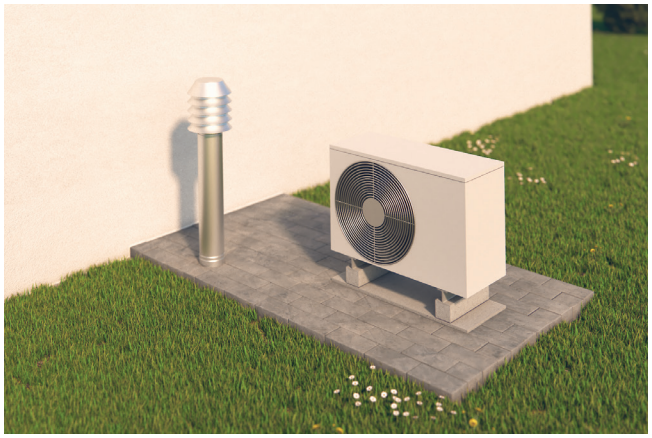
V principu funguje tepelné čerpadlo (obr. 1) jako chladnička, která odebírá teplo potravinám, které jsou v ní uložené a odvádí je ven. Tepelná čerpadla vzduch/voda odebírají teplo z okolního vzduchu a předávají ho do topného systému, který ohřívá obytné prostory nebo slouží k ohřevu vody. Ventilátory zajišťují potřebné vnější proudění vzduchu přes výparník a přirozeně tím vytvářejí větší či menší hluk během provozu zařízení. To platí také pro ventilátory s motory GreenTech EC, které jsou obzvláště tiché. Místo, kde jsou instalovány, může mít také negativní dopad na tvorbu hluku. Ten, kdo používá tepelná čerpadla vzduch/voda, musí mít přítomnost určité hladiny hluku vždy na paměti. Zpravidla však nestačí pouze dodržovat limitní hodnoty místních norem a protihlukové vyhlášky.

Kdy je hluk příjemný?

Hodnoty definované v pokynech a normách, které lze měřit na zkušební stolici, nemají mnoho společného s individuálním lidským vnímáním hluku. Dosud se normy a směrnice dostatečně nezabývaly tonalitou, tedy vztahy mezi tóny. V současné době se tím zabývají různé psychoakustické testy. Psychoakustika si klade za cíl definovat, proč vnímáme hluk jako příjemný nebo nepříjemný. Například hra na trubku a bagr na stavbě mají přibližně stejnou měřitelnou akustickou sílu, ale naše psychoakustické hodnocení je úplně jiné.

Nízká provozní hlučnost kvalitního tepelného čerpadla

Společnost ebm-papst, specialista na ventilátory a motory, se touto problematikou zabývá již delší dobu a pro tyto účely zřídila vlastní speciální psychoakustickou laboratoř. V této laboratoři jsou testované subjekty vystaveny provoznímu hluku tepelných čerpadel a ventilátorů, které jsou v nich v různých konfiguracích nainstalovány (obr. 2). Subjekty poté hodnotí jednotlivé prvky testu. Vývojáři z těchto výsledků sestavují vědecky podloženou databázi založenou na následujících klíčových psychoakustických parametrech: hlasitost [sone], ostrost [acum], výška [mel], hrubost [asper] a síla fluktuace [vacil]. Kromě toho jsou významnými proměnnými také tonalita a stimul. Tonalita je přítomna, když jsou v šumu



Obr. 1: – Tepelná čerpadla vzduch/voda nepracují zcela tiše a čím hustší je zástavba, tím více může být okolí rušeno

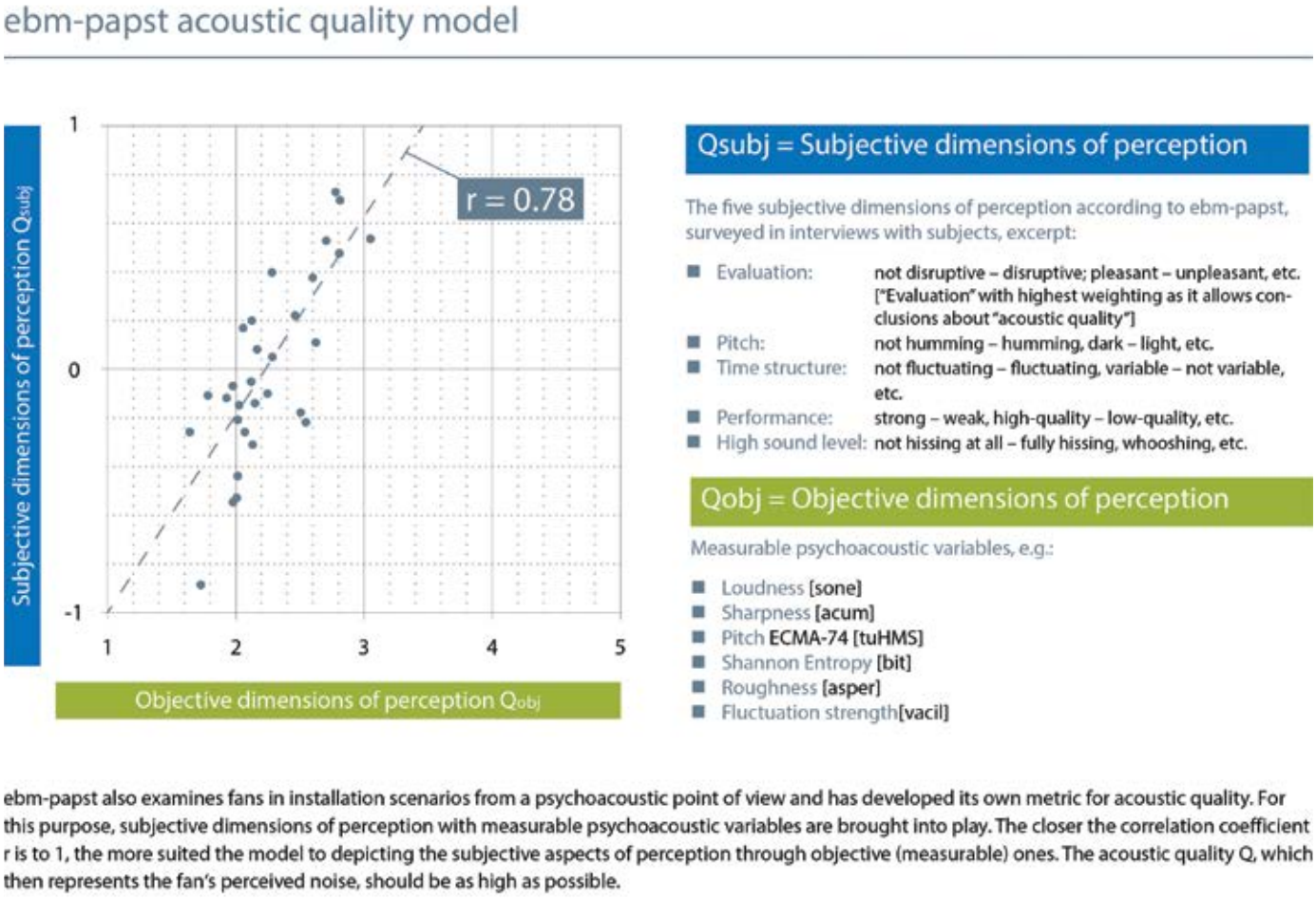
Obr. 2: – Psychoakustická laboratoř společnosti ebm-papst v Mulfingenu (Německo)

patrné jednotlivé tóny, což zvyšuje efekt interference. Hluky, které obsahují rychlé změny úrovně, např. hluk klepání nebo bouchání, jsou ztotožňovány s impulzivitou. Impulzivitu i tonalitu lze měřit pomocí mikrofonů a porovnávat s výpověďmi testovaných osob. Hodnocení testovaných osob se analyzuje pomocí statistických a psychologických metod. Výsledky jsou začleněny jak do vlastního vývoje ventilátorů, ale také poskytují informace o testovaných tepelných čerpadlech vzduch/voda a o tom, které ventilátory jsou nejvhodnější pro individuální scénář instalace. Hlavním cílem je, aby provozní hlučnost kvalitního tepelného čerpadla, která je již velmi nízká, byla vnímána jako příjemná co nejširší skupinou testovaných osob.

Metrika pro psychoakustické hodnocení

Výzkum psychoakustiky je v plném proudu a my se můžeme těšit na další výsledky. V rámci doktorské práce realizované v ebm-papst se již například podařilo vyvinout metriku (obr. 3), která se nyní používá pro psychoakustické hodnocení v koncovém zařízení. Cílem této metriky je vytvořit korelaci mezi subjektivně vnímanou kvalitou hluku, která se prezentuje v různých „dimenzích“, a objektivně měřitelnými proměnnými. Během rozsáhlých testů sluchu byly navzájem porovnávány různé dimenze vnímání s naměřenými fyzikálními hodnotami. Celkem 123 testovaným subjektům ve věku od 19 do 60 let bylo přehráno 89 zvuků ve třech sériích experimentů v realistických podmínkách. Pro každou sérii experimentů 30 až 40 z těchto testovaných osob posuzovalo zaznamenaný hluk (obr. 4) z hlediska výkonu (pomalý/silný, vysoce kvalitní/velmi nekvalitní), hladiny zvuku (syčení nebo hučení), časové struktury (kolísavá), kvality (příjemná/rušivá) a výšky tónu (hučení, hluboké/vysoké). Kromě toho byly přímo porovnány jednotlivé vlastnosti různých zvuků a hluků pomocí jedné hodnotící stupnice.

Další rozhovory s testovanými subjekty odhalily, že charakteristiky hluku jako hluboký, pomalý, monotónní, konzistentní, měkký a světlý byly považovány za příjemné. Naopak za nepříjemné byly považovány chrastící, kolísavé, bouchající, kapající, hučící, měnící se, vysoké, a syčící zvuky. Celkově bylo pro testované osoby celkem přijatelné, že se generoval provozní hluk, ten je však třeba vnímat jako příjemný. Nakonec však vyhodnocení sluchových testů ukázalo především



Obr. 3: – Společnost ebm-papst zkoumá ventilátory v instalačních scénářích také z psychoakustického hlediska a vyvinula vlastní metriku akustické kvality. Za tímto účelem jsou do hry zapojeny subjektivní dimenze vnímání s měřitelnými psychoakustickými veličinami. Čím blíže je korelační koeficient r k hodnotě 1, tím vhodnější je model pro zobrazení subjektivních aspektů vnímání. Akustická kvalita Q, která pak reprezentuje vnímaný hluk ventilátoru, by měla být co nejvyšší

Obr. 4: – V tomto měřicím zařízení se zvuky zaznamenávají pomocí různých mikrofonů a poté se přehrávají testovaným osobám k vyhodnocení

to, že „úroveň rušení“ lze do značné míry kombinovat s objektivními psychoakustickými parametry.

Fyzikální a psychoakustické parametry pro hodnocení hluku

Na základě těchto faktů můžeme nyní definovat dva hlavní cíle: v budoucnu využívat při hodnocení hluku ventilátorů kromě fyzikálních parametrů také psychoakustiku (obr. 5) a pracovat na zavedení mezinárodní normy založené na standardizovaných psychoakustických veličinách. To by výrazně přispělo k omezení nepříjemného a obtěžujícího hluku tepelných čerpadel vzduch/voda pro své okolí.

Tradice zavazují

Skupina ebm-papst (**kontakt na 3. straně obálky**), rodinná firma se sídlem v německém Mulfingenu, je lídrem na světovém trhu ventilátorů a pohonů. Společnost byla založena v roce 1963, stala se lídrem v oblasti motorových technologií, elektroniky a aerodynamiky a průběžně nastavuje mezinárodní tržní standardy. S více než 20 000 produkty nabízí ebm-papst přizpůsobená, energeticky účinná a inteligentní řešení pro prakticky jakékoli požadavky na ventilaci a pohon.

Ve fiskálním roce 2021/22 dosáhl “skrytý šampión” obratu 2288 miliardy EUR. Skupina zaměstnává zhruba 15 000 lidí ve 29 výrobních závodech a v 51 obchodních zastoupeních po celém světě. Společnost ebm-papst svými řešeními pro ventilátory a pohony definuje a nastavuje benchmark prakticky ve všech průmyslových odvětvích, jako je ventilace, klimatizace a chlazení, vytápění, automobilový průmysl, IT, strojírenství, stravování a domácí spotřebiče, intralogistika a lékařské inženýrství. ■

Obr. 5: – Ventilátory ebm-papst jsou ideální nejen pro použití v tepelných čerpadlech s hořlavými chladivy. Jsou také aerodynamicky a akusticky optimalizované

ebmpapst

engineering a better life

Svěží domov.

Optimální klima pro vaše bydlení. Regulovatelné a efektivní.

Dobrá ventilace bytů a budov je důležitá jak pro samotný prostor, tak pro jeho obyvatele, protože chrání před vlhkostí a vytváří zdravou a příjemnou atmosféru.
Centrální a decentralizované ventilační systémy automaticky zajišťují optimální výměnu vzduchu a tím šetří i náklady na vytápění. Společnost ebm-papst nabízí širokou škálu radiálních a axiálních ventilátorů, které splňují nejvyšší nároky na moderní ventilaci.
Jsou vysoce účinné, tiché a mají mnoho inteligentních ovládacích funkcí – zcela dle konceptu GreenIntelligence.

Více informací naleznete zde: **www.ebmpapst.com/residential**

sensoROOM
Základní ekvitermní regulátor se vzdálenou správou pro kotle Vaillant

sensoROOM umožní kotli využívat pouze energii nezbytně potřebnou k dosažení optimální úrovně komfortu.
Kotel tak nebude stále pracovat na plný výkon a energií zbytečně plýtvat.

Pomocí aplikace myVAILLANT ve vašem chytrém telefonu můžete teplotu v domě snadno ovládat, libovolně ji nastavovat v rozmezí 5-30 °C nebo si různě upravovat časové programy.

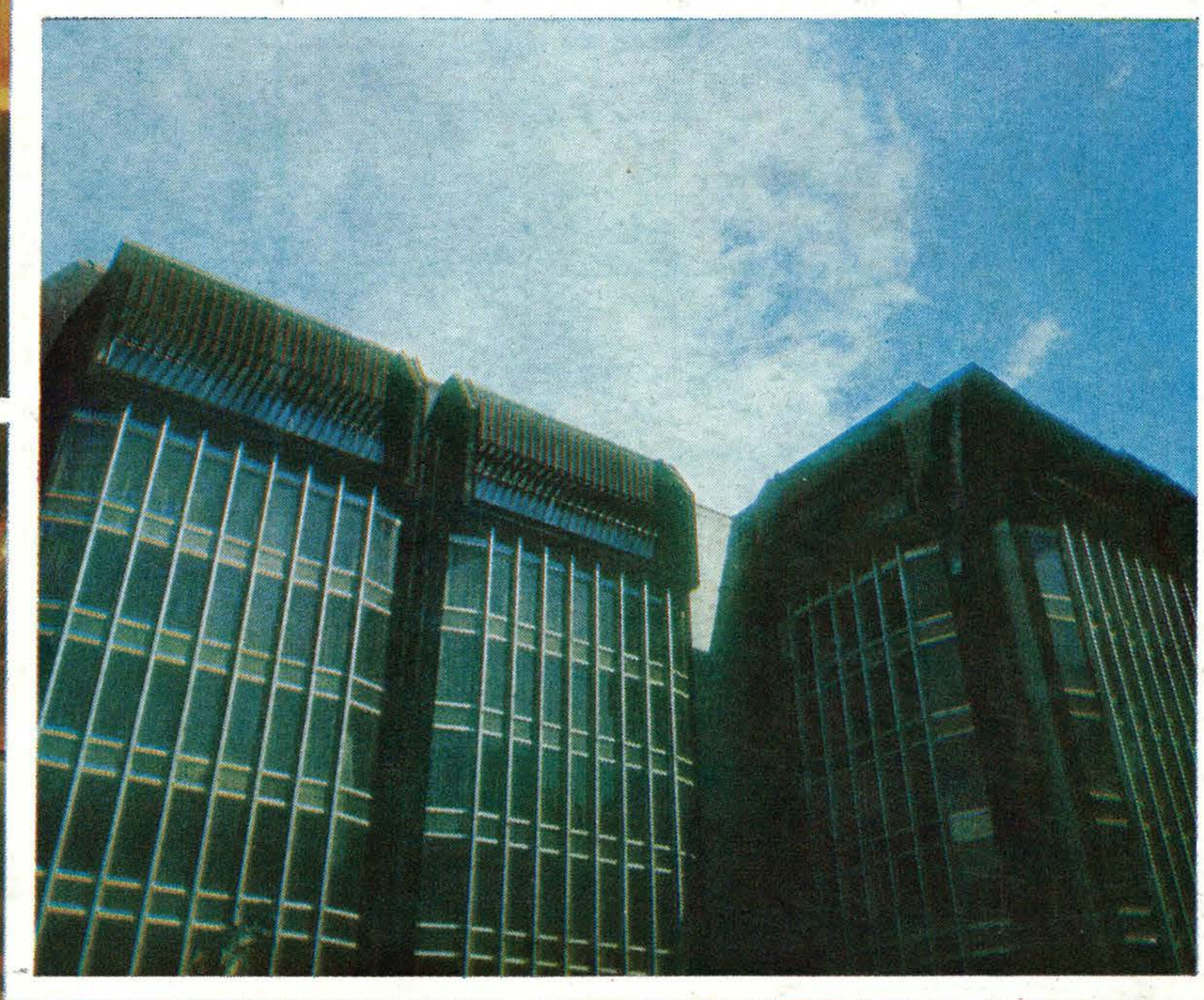
Přehledný digitální displej zobrazuje aktuální teplotu a další užitečné informace, např. nízký stav baterie termostatu či indikaci údržby kotle pomocí symbolů.

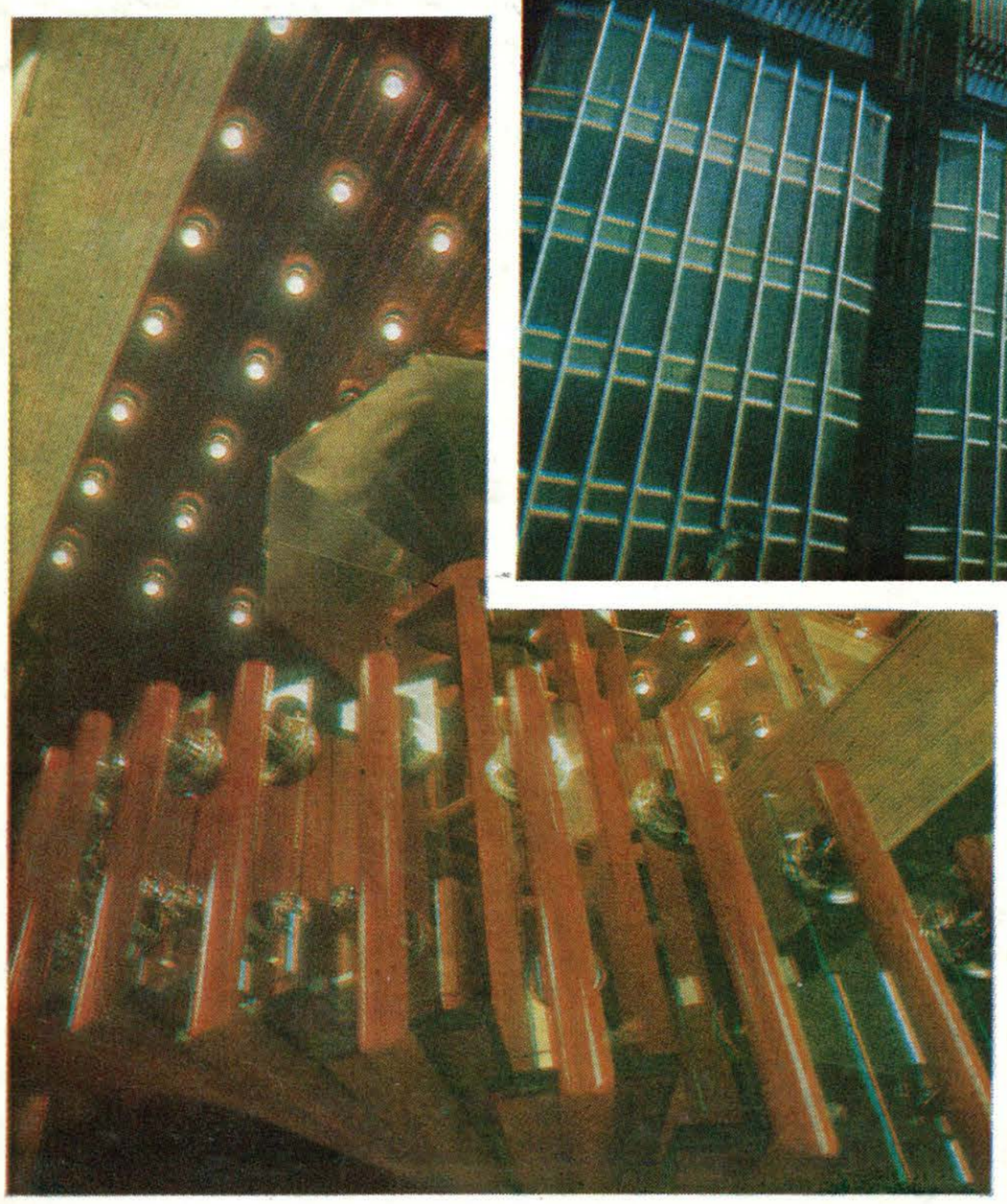
Ke kotlům Vaillant s tímto regulátorem získáte dokoupením CONNECTED certifikátu prodlouženou záruku na 5 let a vzdálený servisní dohled na celou dobu jejich životnosti.

Bližší info na **Vaillant.cz**.

Vaillant
Komfort mého domova

klimatisace 28





klimatisace 28

OBSAH

str.

Havelík: **Investiční politika podniku** 2

1. Modernizace podniku v rámci koncepce jeho rozvoje

Kubíček: **Energetický systém s celoročním cyklem** 4

1. Koncepce systému ACES
2. Popis zařízení a jejich ekonomie

Bísek: **Klimatizace Národního divadla v Praze** 9

1. Popis řešení vybraných klimatizačních zařízení v ND
2. Parametry vzduchotechnických zařízení

Zemánek: **Použití tepelných trubic ve vzduchotechnice** 13

1. Základní údaje o tepelných trubicích
2. Vzduchotechnické výměníky z tepelných trubic
3. Tepelný výkon a efektivnost výměníku z tepelných trubic

Vacek: **Slévárenské provozy z hlediska tepelné pohody a čistoty ovzduší** 21

1. Příklad řešení vzduchotechnických zařízení ve slévárně
2. Přirozené větrání
3. Celkové teplovzdušné mechanické větrání s využitím tepla z odváděného vzduchu

Přílohy

D4-03 List 11 až 18
Projekční podklady pro okruhy ZZT (Srnka)

Obrázky na obálce:

Klimatizované prostory objektu FMPE a SOF v Praze - foto Josef Záhorský

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Гавелик: **Инвестиционная политика предприятия** 2

1. Модернизация предприятия в рамках концепции его развития

Кубичек: **Энергетическая система с годовым циклом** . . 4

1. Концепция системы ACES
2. Описание ооорудования и их экономия

Бисек: **Кондицирование Национального театра в Праге** . 9

1. Описание решения некоторых установок кондицирования воздуха в Национальном театре
2. Параметры воздухотехнических ооорудований

Земанек: **Употребление тепловых трубок в воздухотехнике** 13

1. Основные данные о тепловых трубах
2. Воздухотехнические теплообменники из тепловых трубок
3. Теплопроизводительность и эфективность теплообменников из тепловых труоок

Вацек: **Литейные производства с точки зрения комфорта и чистоты среды** 21

1. Пример решения воздухотехнического оборудования в литейном заводе
2. Естественная вентиляция
3. Общая термовентиляция с применением тепла с одсасываемого воздуха

Приложения:

Д4-03 Лист 11—18
Проекционные основания для цепей ZZT (Срнка)

Картинки на обложке:

Кондиционированные пространства объектов Министерства энергетики и топливной промышленности и Всемирной федерации профсоюзов Фото Загорски

INHALT

Seite

Havelík: **Die Investitionspolitik unseres Betriebes** 2

1. Modernisierung des Betriebes im Rahmen seiner Entwicklungskonzeption.

Kubíček: **Ein energetisches System mit ganzjährigem Zyklus** 4

1. Konzeption des Systems ACES
2. Beschreibung der Anlagen und ihre Ökonomie.

Bísek: **Klimatisierung des Nationaltheaters in Prag** 9

1. Beschreibung der Lösung einiger ausgewählten Klimaanlagen im Nationaltheater.
2. Technische Parameter der lufttechnischen Anlagen.

Zemánek: **Anwendung der Wärmerohre in der Lufttechnik** 13

1. Grundangaben über Wärmerohre
2. Wärmeaustauscher aus Wärmerohren für die Lufttechnik
3. Die Wärmeleistung und die Effektivität eines Wärmeaustauschers aus Wärmerohren.

Vacek: **Betrachtung der Giessereibetriebe vom Standpunkt der Behaglichkeit und der Reinheit der Luft** 21

1. Ein Beispiel der Lösung lufttechnischer Anlagen in einer Giesserei.
2. Freie Lüftung
3. Allgemeine Lösung der mechanischen Lüftung und der Warmluftheizung mit Anwendung der Abfallwärme aus der Fortluft.

Beilagen:

D4-03 Blatt 11 bis 18
Projektierungsunterlagen für die Kreisläufe ZZT (Srnka)

Lichtbilder auf dem Umschlag:

Klimatisierte Räume in den Objekten des Föderalministeriums für Brennstoffe und Energie (FMPE) und des Weltgewerkschaftsrates in Prag. Foto Josef Záhorský

klimatisace 28

prosinec 1979

Vydává JANKA — Závody Rudých letnic n. p.
jako neperiodickou publikaci
se souhlasem Středočeského KNV
(čj: kult. 645/68)
a NV hl. m. Prahy (čj: kult./3 — 1650/76).
Evidenční značka: ÚVTEI 76 053
Do zahraničí zasíláno se souhlasem
FMHTS - odbor tisku a propagace -
čj. 012/785/74 z 8.7. 1974
Tisk: Moravské tiskařské závody, n. p., Olomouc

Redakční rada

Ing. Bořek Fiala, doc. Ing. Karel Hemzal CSc., Ing. Ivan Holub, Ing. Ivan Horák, Ing. Marcel Kadlec, Ing. Milan Kopřiva, Miroslav Marhoul, Ing. Zbyněk Prousek, Ing. Josef Rendl, Karel Říha (předs.), Ing. Jiří Sladký, Ing. Jan Srnka CSc., Ing. Otto Šik,
Vedoucí redaktor: Karel Říha (tel. 54 41 41/453)
Vedoucí administr.: Miroslav Marhoul (54 41 41/253)

Současný výrobní program
podniku JANKA-ZRL, vyrábějícího
od svého založení v r. 1872 vzduchotechnická
zařízení:

projekce, dodávky a montáž

- klimatizačních zařízení
- větracích zařízení
- zařízení pro teplovzdušná vytápění

výroba

- radiálních ventilátorů
- výměníků tepla
- jednotek pro úpravu vzduchu

SPOJENÍ S PODNIKEM

Adresa:

JANKA — Závody Rudých letnic, n. p.
nositel Řádu práce.
Vrážská 143
252 27 Praha 5 — Radotín

Telefony: (Praha) 54 69 43 - 49, 54 41 41
pro meziměstské hovory 54 95 39
OMSS v Praze-Strašnicích 77 35 41 - 49
servis v Praze 43 36 00, 43 66 89
projekce Praha-Malešice 77 33 41, 77 36 41

Dálnopis: Praha č. 12 1589

Železnicí: první stanice osobních vlaků při jízdě z nádraží Praha-Smíchov směr Beroun (některé vlaky zastavují v zastávce Velká Chuchle)

Autobusem: Radotínem vede několik autobusových linek ČSAD různými směry. Vhodné spojení (např. z autobusového nádraží Praha-Smíchov) je nutno nalézt v jízdním řádě.

Hlavní vrátnice je umístěna přímo proti nádražní budově v Radotíně

O umístění dislokovaných provozů a útvarů v Radotíně je nutno se informovat v hlavní vrátnici

Umístění dislokovaných provozů a útvarů mimo Radotín:
Odbor montážně-servisních služeb (OMSS) Praha -10
Strašnice, Černokostelecká 1220 (roh Úvalské)
servis Praha-4 Nusle, Otakarova 3
odbor projekce — Praha-10 Malešice, Počernická 96

NADŘÍZENÝ ORGÁN:

Generální ředitelství Československých vzduchotechnických závodů Praha-10 Malešice, Počernická 96.

Klimatizace Národního divadla v Praze

Ing. Jiří Bísek, projekce JANKA-ZRL

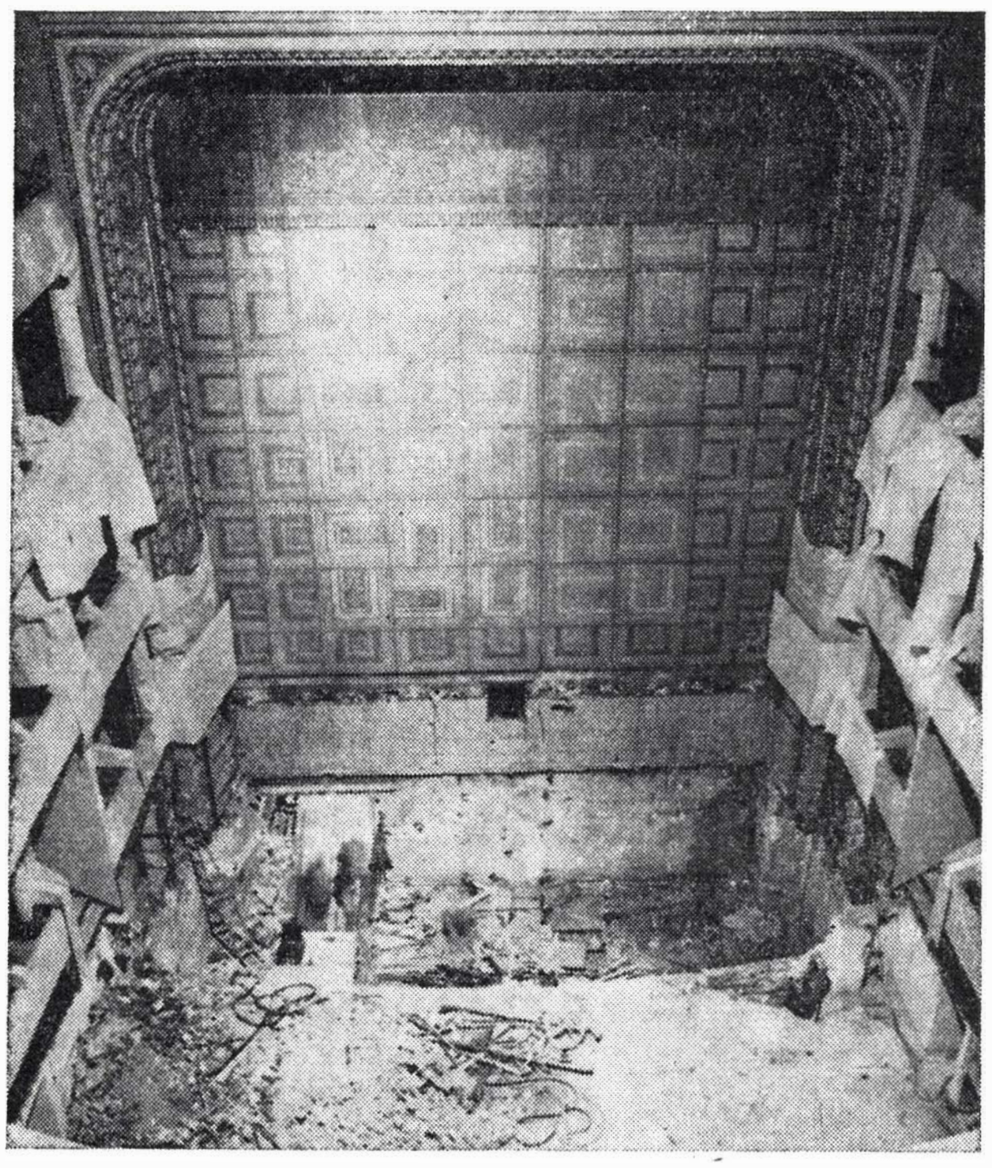
Autor se zabývá problematikou řešení klimatizačního zařízení historické budovy Národního divadla. Náročnost tohoto úkolu je dána snahou o minimální narušení stávajících interiérů, která je v protikladu s úplně nově uvažovanou divadelní technologií. Dodržení hygienických a protipožárních požadavků za těchto podmínek vyžaduje často aplikaci nových původních řešení vzduchotechnických elementů.

Rukopis předán redakci 22. 1. 1979 *Recenzoval Ing. Milan Kopřiva*

Úvod

Národní podnik JANKA-ZRL se v současné době podílí na rekonstrukci Národního divadla v Praze zajišťováním vzduchotechniky a to jak po stránce vypracování prováděcí projektové dokumentace, tak dodávkově. Tato akce je projekčně a výrobně náročná s ohledem na historický interiér stavby, jež nesmí být vzduchotechnikou narušen (viz obr. 1).

Projektové práce vycházejí z úvodního projektu vzduchotechniky, vypracované v n. p. Průmstav. Tato dokumentace je doplňována na základě nových požadavků ze strany divadelní technologie. Koncové elementy vzduchotechniky jsou voleny tak, aby mikroklima ve větraných prostorách bylo optimální, s přihlédnutím k detailnímu řešení interiéru (obr. 2).



Obr. 1 Hlediště ND po odstrojení (r. 1978)

Obr. 2 Historická vzduchotechnická mřížka

Stavebně architektonická rekonstrukce historické budovy je zajišťována generálním projektantem — Státním ústavem pro rekonstrukce památkových měst a objektů. V historické budově vzniká mimo jiné dispozičně nový prostor centrální šatny, umístěné v I. suterénu. Kromě toho jsou v rámci rekonstrukce obsaženy úpravy, které interiérový vzhled divadla neovlivňují. Jedná se o změny vyvolané především instalováním moderní technologie. Sem patří i vytvoření nových prostorů pro centrální strojovny vzduchotechniky v suterénní části divadla.

Současně s rekonstrukcí probíhá projektová činnost na dostavbě Národního divadla. Jde o komplex nových budov, které kromě svého společenského poslání vytvářejí technické zázemí historické budovy. V této části se nachází energocentrum, zajišťující média k provozu klimatizačních zařízení (elektrická, tepelná a chladicí energie).

Vzduchotechnická zařízení jsou ovládána automatickou regulací HONEYWELL - systém MICRONIK 100. Jedná se o elektronický systém, jež umožňuje při použití centrální ústředny typu DELTA 1000 provádět automatické řízení a registraci pracovních a poruchových hlášení.

Klimatizace historické budovy je řešena nízkotlakým systémem. Návrh jednotlivých vzduchotechnických zařízení plně respektuje provozní členění budovy, což zajišťuje nezávislý provoz. Tato podmínka je nutná s ohledem na provozní variabilitu - plný provoz, zkoušky při proměnném využívání technologie. Proto jsou navržena samostatná klimatizační zařízení pro prostory: jeviště, hlediště, orchestru a ladírny, prezidentské salóny, šatny, baletní sál, sborový sál, technologické prostory atd.

Kromě dvou hlavních strojoven (pro Zítkovu a Schulzovu část) s centrální předúpravou vzduchu, jsou vzduchotechnická zařízení rozmístěna do podružných strojoven, provozně ovládaných z hlavního velínu.

Návrh většího počtu strojoven byl vyvolán nutností dosáhnout co nejkratších dopravních cest, s ohledem na stávající stavební uspořádání divadla. Centrální předúprava vzduchu je řešena:

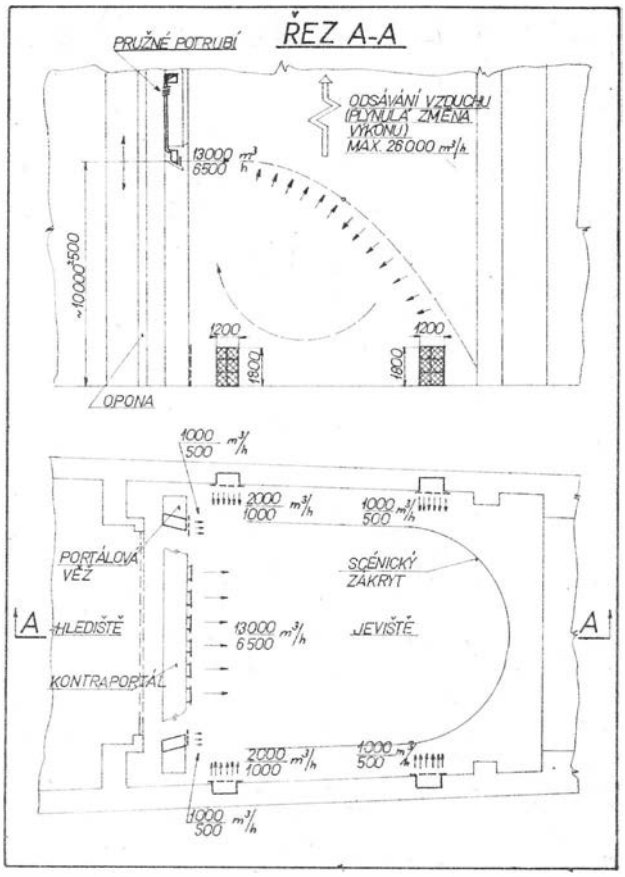
— filtrací v automaticky odvinovacím filtru TROX,
— předehřívačem ve výměníku výrobní řady OVB,
— dopravou vzduchu od venkovní nasávací žaluzie, přes zmíněné elementy do prostoru strojovny, axiálním ventilátorem WOODS, s plynulou změnou dopravovaného množství vzduchu.

Jednotlivá klimatizační zařízení zajišťují úpravu vzduchu v závislosti na požadavcích mikroklimatu daných větraných prostorů. Nejvyšší stupeň úpravy vzduchu spočívá ve: filtraci, ohřevu, chlazení a vlhčení parou. Uvedené úpravy zajišťují klimatizační jednotky BKB, doplněné o zvlhčovací komoru, osazenou parním zvlhčovačem. Národní podnik JANKA-ZRL dodává jednotky BKB ve zvláštním, atypickém provedení. Jedná se především o volbu konstrukčních materiálů, které ovlivňují provozní životnost zařízení. Tyto jednotky nejsou zařazeny do sériového výrobního programu závodu.

1. Popis řešení vybraných klimatizačních zařízení v ND

Klimatizace jeviště (obr. 3)

Prostor jeviště je větrán dvěma přívodními jednotkami, s pohonem ventilátorů dvouotáčkovými motory. Použité úpravy: filtrace, ohřev, chlazení a vlhčení. Jedno zařízení přivádí vzduch do kontraportálu, odkud je vyfukován vyústkami do prostoru jeviště. Druhé zařízení přivádí vzduch do portálových věží a bočních výdechů na jeviště. Poslední dvojice výdechů (ve směru od hlediště) zajišťuje přívod upraveného vzduchu za scénické zákryty, do míst nástupu herců. Ostatní výdechy slouží k provětrání jevištního prostoru, na kterém se přímo odehrává divadelní děj. Spojením obou zařízení a při použití dvouotáčkových motorů lze dosáhnout různých kombinací, umožňujících zvolit optimální přívod vzduchu na jeviště pro různá scénická uspořádání. S ohledem na měnitelnost vzduchového výkonu přívodních jednotek byl navržen pro odvod ventilátor RNE 1000, jehož synchronní motor má regulaci otáček typu VLT-Danfoss. Tím lze automatickou regulací zajistit plynulou změnu výkonu odsávacího ventilátoru v závislosti na provozním režimu přívodních zařízení.

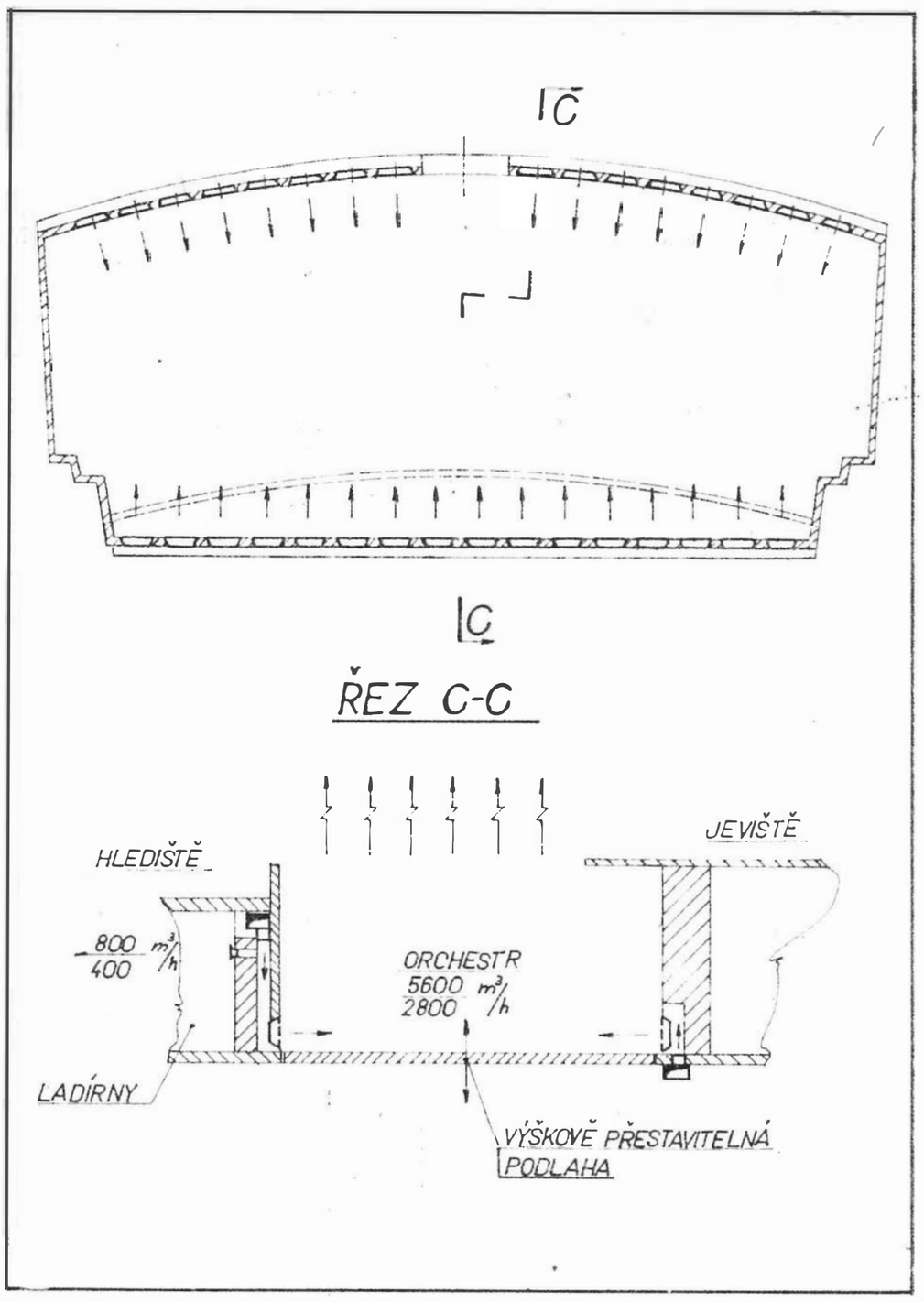


Obr. 3 Grafické znázornění větrání jeviště

Klimatizace hlediště

Pro přívod upraveného vzduchu do hledištní části jsou navrženy klimatizační jednotky v sestavě komor: filtrační, ohřívací, chladicí, vlhčicí a dopravní. Prostor hlediště je rozdělen do sekcí, které jsou ovládány jednotlivými zařízeními:

— na parteru je vzduch dopravován do stavební komory, situované pod podlahou, na niž jsou usazena divadelní křesla. Původně byl uvažován přívod vzduchu upravenou nohou divadelního křesla. Nyní je jako koncový element předpokládána speciálně upravená prostorová vyústka, umístěná v přízemí pod každým křeslem;
— do lóží na parteru, 1. a 2. balkón je přívod vzduchu řešen vyústkou, osazenou do bočního zvýšeného stupně;
— do hlediště 1. a 2. balkónu je vzduch distribuován přívodními vyústkami, osazenými do jednotlivých stupňů stavební konstrukce, která slouží pro fixování a výškové rozlišení jednotlivých řad křesel.



Obr. 4 Grafické znázornění větrání prostoru orchestru

Tato konstrukce zároveň vytváří komoru, která v těsném provedení umožňuje rovnoměrný přívod vzduchu jednotlivými vyústkami;

— do hledištní části na 1. galerii je řešena distribuce obdobně jako u hledištní části 1. a 2. balkónu;
— hledištní část na 2. galerii je větrána stejným způsobem jako hledištní část 1. a 2. balkónu.

Pro odvod vzduchu z hlediště je navržen ventilátor RNA 800/2. Vzduch je odsáván šachtou, sloužící k dopravě centrálního lustru při provádění jeho údržby.

Klimatizace prostoru orchestru (obr. 4)

Klimatizace tohoto prostoru je řešena jednotkou ve složení komor: filtrační, ohřívací, chladicí, vlhčicí a dopravní s dvouotáčkovým motorem. Upravený vzduch je distribuován do prostoru orchestru děrovanými panely, situovanými u pracovní podlahové kóty. Podlaha je výškově přestavitelná hydraulickým pohonem, kdy v horní poloze prodlužuje plochu jeviště. Část vzduchu slouží k větrání ladíren a skladu hudebních nástrojů. Z prostoru orchestru lze dálkově ovládat teplotu přiváděného vzduchu.

Klimatizace baletního a sborového sálu

S ohledem na stejné řešení způsobu větrání obou prostorů je uváděn společný popis, i když každý sál má samostatné klimatizační jednotky s úpravami vzduchu, filtrace, ohřev, chlazení a vlhčení. Obdobně jako u prostoru orchestru je provedeno dálkové ovládání teploty přiváděného vzduchu z obou sálů. Přiváděný vzduch je dopravován potrubní sítí, situovanou do mezistěny mezi baletní a sborový sál a distribuován z vyústek pod strop. Z hlediska divadelního provozu je požadováno osvětlení žárovkami o vysoké intenzitě. Za účelem snížení vlivu osvětlení na tepelnou bilanci byla navržena speciální úprava osvětlovacích těles, jež umožňuje zároveň odsávání vzduchu z prostoru sálu. Výše tepelných zisků rovněž ovlivnila původní interiérové řešení baletního sálu, kdy byla kromě stropního osvětlení navržena osvětlovací rampa v pásu nad podlahou, s příkonem žárovek 155 kW. Po dohodě s uživatelem bylo od tohoto řešení ustoupeno.

Problematika koncepčního řešení

V průběhu zpracování projektu bylo nutno hledat nová koncepční řešení některých vzduchotechnických zařízení. Jako příklad uvádím problematiku větrání jeviště.

Úvodem lze podotknout, že v současné době není klimatizace jeviště běžně řešena ani u nás, ani v zahraničí. Pro přívod vzduchu využíval úvodní projekt boční výdechy, umístěné v podélných stěnách obvodové zdi. Tento způsob distribuce však není vhodný, protože nerespektuje boční jevištní dekorace, které v tom případě plně zakrývají vzduchotechnické přívodní vyústky. Dekorační zákryty jsou totiž zhotoveny z neprodyšného textilního materiálu.

Jeviště je vestavěný prostor do budovy divadla, takže vnější tepelné zisky nejsou ve výpočtech uvažovány. Původně uvažované vnitřní zdroje tepla: příkon osvětlení 400 kW a 250 účinkujících. Prostorové rozložení scénického osvětlení, vztažené na celkový příkon, je přibližně následující:

— portálové věže	výška ± 0 — 10 m	- 20 %
— portálový most	výška 10 m	- 30 %
— osvětlovací baterie	výška nad 12 m	- 50 %

Po provedení předběžných výpočtů a po zjištění možností distribuce vzduchu bylo zřejmé, že jeviště nelze za těchto podmínek klimatizovat. V daném případě dosahoval pracovní rozdíl teplot neúnosných hodnot a pro potřebné množství vzduchu nebylo možné zvolit vhodný koncový výdechový element. Pro projektanta vzduchotechniky je jeviště nejobtížnějším řešením, protože v jeho prostoru neexistuje místo, které by funkčně neobsadila divadelní technologie. Nová jednání se zpracovatelem projektu technologie, uživatelem a generálním projektantem znamenala upřesnění extrémních hodnot pro výpočet tepelné bilance: příkon osvětlení 160 kW (při platnosti výškového rozdělení) a 150 účinkujících. Pro návrh vzduchotechnického zařízení byla tedy uvažována vnitřní zátěž od scénického osvětlení a účinkujících. Při respektování akumulace stěn a prostorového rozmístění reflektorů, je určena výsledná tepelná zátěž 42,2 kW. Pro přiváděné množství vzduchu 5,8 m^3/s je pracovní rozdíl teplot 6 K. Ve spolupráci se zpracovatelem technologie byla vyřešena nová konstrukce kontraportálu a portálových věží, jež se využívají pro situování

vzduchotechnického potrubí. S ohledem na osvětlovací techniku nesmí vzduchotechnické elementy přesáhnout půdorysový obrys kontraportálu. Jako optimální koncový element byla ve spolupráci s pracovníky VÚV v Praze zvolena vyústka podle TPJ 68-12-76.

Vzduchotechnické potrubí, zahrnuté do konstrukce kontraportálu, je osazeno 12 ks vyústek STROJTEX o velikosti 560×280, při nastavení listů N 30. Na jednu vyústku připadá objemový průtok 0,3 m^3/s, při výtokové rychlosti 2,62 m/s. Přívodní proud se nešíří do prostoru jeviště přímočaře, nýbrž vzhledem k tomu, že se jedná o chladný vzduch, ohýbá se vlivem neizotermičnosti. Pásmo pobytu jevištní plochy je převážně větráno zpětným proudem, který se vytvoří jako doplněk přívodního proudu (proudění o rychlosti 0,2 m/s při rozdílu teplot do 1 K).

Přívody vzduchu boční a v portálových věžích jsou řešeny jako velkoplošné výustě.

2. Parametry vzduchotechnických zařízení

Výpočtové hodnoty pro návrh klimatizace

Letní provoz:

— venkovní parametry: $t_e = +32$ °C;
$i_e = 60$ kJ/kg

Zimní provoz:

— venkovní parametry: $t_e = -12$ °C;
$i_e = -9$ kJ/kg

— vnitřní parametry: $t_i = +20$ až 26 °C
$\varphi_i = 35$ až 60 °C

Hlukové parametry

Maximální přípustné hladiny hluku byly určovány s ohledem na hygienické předpisy svazek 37 a normy ČSN 73 5250 a ČSN 73 0527 a jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Přípustné hladiny hluku

Větraný prostor	dovolená hladina hluku od vzduchotechniky dB (A)
hlediště, jeviště, prostor orchestru + přilehlé ladírny, podjevištní prostor, sborový sál	35
baletní sál, prezidentské salónky, fasádní místnosti ladíren, šatny sólistů	40
sociální zařízení u šaten, foyery, šatny sboru	50
promítací kabiny, kuřárny, sociální zařízení diváků	55
elektrorozvody, strojovna hydrauliky, ranžír zvuku	60

Výkony vzduchotechnických zařízení

Vzduchotechnická zařízení byla navrhována s ohledem na předávané technologické podklady, udávající výši tepelných zisků a při respektování hygienických předpisů. Na jednoho diváka je navrženo 35 ÷ 40 m^3/h (50 ÷ 100 m^3/h pro účinkující) čerstvého upraveného vzduchu.

Tab. 2 Hlavní údaje o klimatizovaných prostorech

Větraný prostor	Obest. objem	Podlahová plocha	Příkon osvětlení	Počet osob	Množ. přív. vzduchu	Počet výměn	Prac. rozdíl teplot
—	m^3	m^2	kW	—	m^2/s	1/h	K
Jeviště hlavní	10080	336	160	150	5,8	2,1	6*)
hlediště parter	1540	273	20	267	3	7	3
prostor orchestru	280	70	4	90	1,5	20	3*)
baletní sál	594	99	15	36	2	12	5
sborový sál	498	83	15	100	2,3	16	6

*) platí pro extrémní provozní podmínky

Energetické požadavky

Maximální možná spotřeba elektrické energie pro centrální klimatizační zařízení, bez požárního větrání a oběhových čerpadel, je 196 kW.

Topné médium - ohříváky jsou dimenzovány na vstupní teplotu vody +90 °C. Celková spotřeba tepla je 1976 kW.

Chladicí médium - je používána chladicí voda o teplotě +8 °C. Celková spotřeba chladu je 670 kW.

Množství vzduchu, který je vzduchotechnikou upravovan, je 164 000 m^3/h.

Závěr

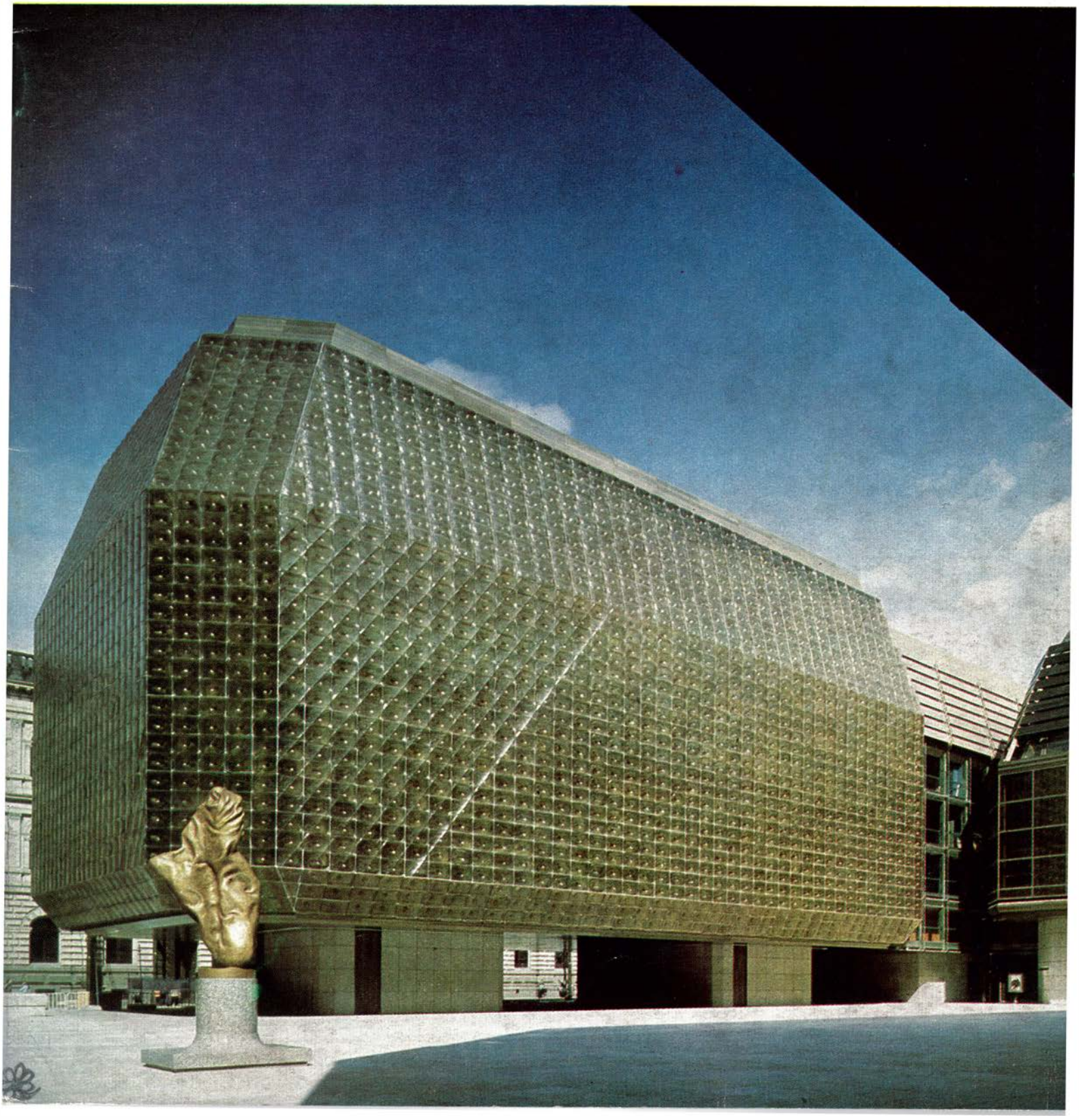
S ohledem na rozsáhlost a různorodost provozů u výše popsané akce nebylo možné komentovat vzduchotechnická zařízení v plném rozsahu. Proto byla vybrána pouze typická zařízení, charakteristická pro divadelní provoz. Vzhledem k tomu, že rekonstrukce Národního divadla v Praze je obecně známou a se zájmem sledovanou akcí, domnívám se, že i rámcové informace o řešení vzduchotechnických zařízení, uvedené v tomto článku, budou čtenáře KLIMATISACE zajímat.

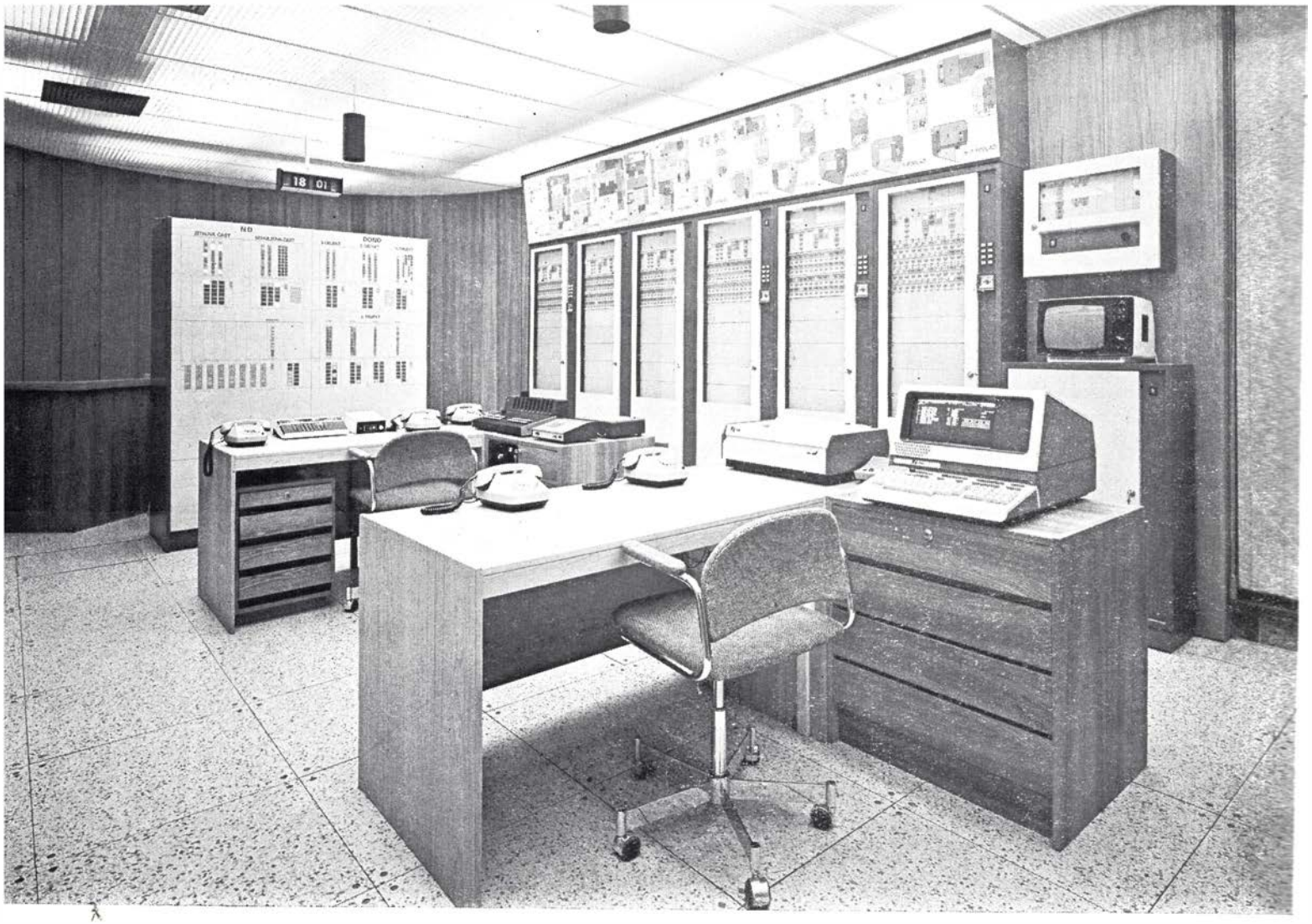
Literatura:

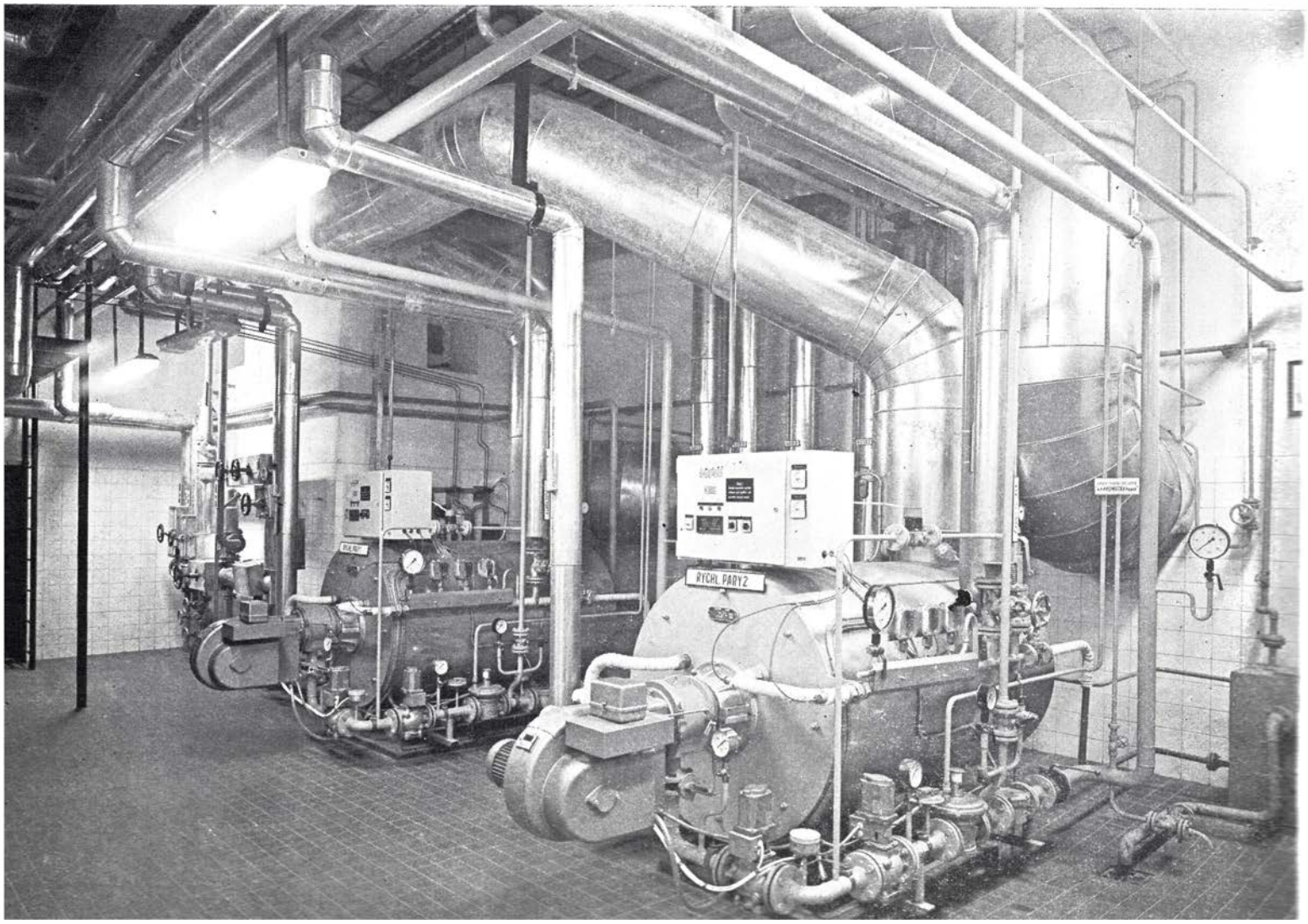
[1] *Ing. V. Hladký, CSc.* - zpráva VÚV Z-77-1158 »Modelové zkoušky vybraných distribučních orgánů«
[2] PP vzduchotechniky
[3] Pracovní technická dokumentace autora

klimatisace 49

Časopis koncernového podniku JANKA-ZRL Praha 17. ročník
nositel Čestného uznání Komitétu životního prostředí ČVTS




18 01


RYCHL PARY 2

klimatisace 49

březen 1985

JANKA
ZÁVODY RUDÝCH LETNIC
PRAHA ČSSR

Vydává JANKA - Závody Rudých letnic, k. p., Praha, nositel Řádu práce se souhlasem Středočeského KNV

(čj: kult. 645/68)

a NV hl. m. Prahy (čj: kult./3 - 1650/76).

Evidenční značka: ÚVTEI 76 053

Do zahraničí zasíláno se souhlasem FMHTS : odbor tisku a propagace - čj. 012/785/74 z 8. 7. 1974

Tisk: Moravské tiskařské závody, n. p., Olomouc

Vedoucí redaktor: ing. Marcel Kadlec
Výkonný redaktor: Karel Mlejnek
Ved. adm.: Miroslav Marhoul

Redakční rada:

Ing. Jaroslav Čermák, Ing. Josef Dvořák, Ing. Jiří Frýba, Ing. Ivan Horák, Doc. Ing. Karel Hemzal, CSc., Ing. Miloslav Ježek, Vladimír Ježek, prom. právník, Ing. Marcel Kadlec, Ing. Věra Kopelentová, Ing. Milan Kopřiva, Ing. Jaroslav Křivský, Miroslav Marhoul, Karel Mlejnek, Ing. Jan Srnka, CSc. (předseda), Ing. Otto Šik

OBSAH — strana

Jelínek, L.: **Klimatisace Nové scény Národního divadla v Praze** 3
1. Organizační zajištění a časový průběh projektové přípravy dostavby Národního divadla
2. Popis hlavních objektů dostavby
3. Projekt klimatizace Nové scény
4. Zkušenosti z provozu klimatizačních zařízení po půlročním zkušebním provozu

Kubíček, L.: **Nové poznatky při větrání vysokých sálů tryskami** . . 15
1. Návrhová metodika
2. Dva příklady přívodu vzduchu od stropu

Dvořák, J.: **Řešení přívodu vzduchu tryskami** 19
1. Vyráběný sortiment trysek a výpočet jejich parametrů
2. Uplatnění trysek při řešení klimatizačních a větracích zařízení

Vložená příloha
E 1-02, List 1 **Tlakový spád při proudění ve vzduchovodech** (Hemzal, K.)

Snímky na obálce: Klimatizace Nové scény a ostatních objektů dostavby Národního divadla (foto J. Kučera)

СОДЕРЖАНИЕ — стр.

Елинек, Л.: **Кондиционирование воздуха Новой сцены Национального театра в Праге** 3
1. Организац. обеспечение и ход проектовой подготовки достройки Национального театра
2. Описание главных объектов достройки
3. Проект кондиционирования воздуха Новой сцены
4. Опыты с ходом оборудования для кондиционирования воздуха после полугоднего испытательного хода

Кубичек, Л.: **Новые опыты с вентиляцией высоких салов дызами** 15
1. Проект
2. Два примера подвода воздуха от потолка

Дворжак, Й.: **Решение подачи воздуха дызами** 19
1. Выпускаемый сортимент дызов и исчисление параметров
2. Внедрение дызов при решении кондиционеров и вентиляцион. оборудованиях

Влагаемые приложения:
E 1-02, лист 1., **Напорный склон в воздуховодах** (Гемзал К.)

Фото на обложке: Кондиционеры Новой сцены и других объектов достройки Национального театра (фото Й. Кучера)

INHALT — Seite

Jelínek, L.: **Klimatisierung der Neuen Bühne des Nationaltheaters Prag** 3
1. Organisation und Zeitverlauf von Projektarbeiten an ergänzenden Objekten des National theaters
2. Beschreibung der Hauptobjekten
3. Projekt der Klimasystemen für die Neue Bühne
4. Erfahrungen mit halbjährigem Betrieb der Klimaanlagen

Kubíček, L.: **Neue Erkäntnisse über Düsenlüftung von hohen Sälen** 15
1. Entwurfsmetodik . . . . . .
2. Zwei Beispiele von Lutfzufuhr durch die Decke

Dvořák, J.: **Luftzufuhr mittels Düsen** 19
1. Sortiment der hergestellten Düsen und Berechnung ihrer Parameter
2. Verwendung von Düsen in Lüftungs- und Klimaanlagen

Eingelegte Anlage
E1-02 Blatt 1 **Druckabfall bei Stromüng in Luftkanälen** (Hemzal, K.)

Bilder auf dem Umschlag:
Klimaanlagen im Objekt der Neuen Bühne und anderen ergänzenden Objekten des Nationaltheaters Prag (Foto J. Kučera)

Klimatisace Nové scény Národního divadla v Praze

Ing. Luboš Jelínek, PÚ VHMP, Praha

Příspěvek volně navazuje na článek ing. Bíska v č. 28 našeho časopisu, který se zabýval klimatizací historické budovy ND. Popis technického řešení klimatizace Nové scény ND je obohacen zejména o vylíčení mimořádného průběhu projektové přípravy tohoto objektu a o první zkušenosti z provozu klimatizace, kterou dodal koncernový podnik JANKA-ZRL v rámci finální dodávky techniky prostředí pro celý areál ND.

Rukopis předán redakci 11. 6. 1984 *Recenzoval: ing. Jan Srnka, CSc.*

Úvod

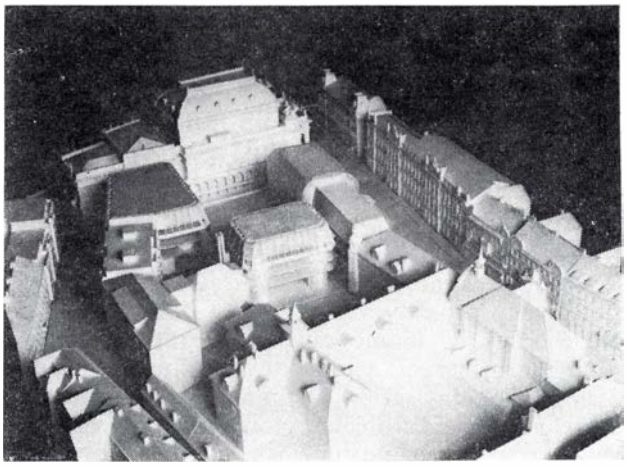
Úkolem tohoto článku je seznámit odbornou veřejnost s řešením klimatisace v objektu 4 - Nová scéna v areálu dostavby Národního divadla a jeho okolí (obr. 1) a zároveň se podělit s ostatními projektanty a uživateli vzduchotechnických zařízení o zkušenosti s technickým řešením, použitým ve výše uvedeném objektu.

Pro pochopení celé problematiky uvádím jednak postup vypracování projektu a vzhledem k vzájemné návaznosti jednotlivých objektů i krátký popis celé dostavby Národního divadla.

Základní funkční náplň dostavby prodělávala po řadu let pozvolný vývoj, ovlivněný rozpracováním projektového řešení, které přinášelo nové poznatky. Kromě narůstání objemů nedošlo však v tomto období k zásadní změně funkční náplně. Její vývoj byl ukončen v roce 1980, kdy byl po upřesnění rozpočtových nákladů stanoven nepřekročitelný finanční limit stavby a funkce generálního projektanta ze SÚRPMO převedena na PÚ VHMP. Potom však došlo k zásadní změně v názoru na funkční využití objektu 4 dostavby.

Novému generálnímu projektantovi bylo uloženo provést revizi dosud zpracované dokumentace, při níž bylo zjištěno, že objekt 4 na Národní třídě je z funkčního hlediska velmi problematický.

Dosavadní projektové práce prokazovaly finanční neúměrnost návrhů na zabezpečení kvalitních podmínek pro uvažovaný program kulturních událostí (od přednášek, sympozií až po komorní koncerty) v plně proskleném objektu, situovaném v těsné blízkosti rušné městské komunikace. Skutečnost, že město po dokončení Paláce kultury disponuje dostatečným počtem jiných kulturních zařízení, vyhovujících pro podobné účely a naopak trpí kritickým nedostatkem divadelních prostor, jenž se v nejbližších letech podstatně nezmění, vyvolala požadavek na částečnou korekci funkční náplně dostavby. Ta spočívala v nahrazení víceúčelového společenského objektu objektem pro novou divadelní scénu. Je nesporné, že situování divadelní scény by bylo vhodnější v místě restauračního objektu, v poloze nerušené hlukem z Národní třídy. Značná rozestavěnost restauračního objektu však toto řešení neumožnila. Ústřednímu investorovi byly předloženy celkem tři projektové studie na budovu s divadelní scénou a to od KPÚ, SÚRPMO a PÚ VHMP. Přijat byl návrh PÚ VHMP, jehož autorem je ing. arch. Karel Prager. Návrh respektoval změnu uživatelských požadavků, navíc pak i stupeň rozestavěnosti ocelové konstrukce původního společenského objektu.



Obr. 1 Fotografie modelu areálu Národního divadla

Vládním usnesením z července 1981 byla tato změna schválena a současně uloženo její zajištění. Budova objektu 4 byla nazvána Novou scénou. Teprve tímto aktem byl uzavřen vývoj funkční náplně celé dostavby.

Funkční náplň dostavby sleduje dvě linie. Tato stavba zajišťuje veškeré provozy, vymístěné rekonstrukcí z historické budovy, obsahuje administrativu, poskytuje veškeré energie a zahrnuje další nezbytné provozy, určené potřebami současné techniky a plní tak funkci nutného zázemí pro divadelní provoz historické budovy.

Současně však nabízí veřejnosti v jedné z nejexponovanějších částí městského centra krytý parking osobních vozů, intimní parkový prostor, oddělený historickou i novou zástavbou od velkoměstského ruchu, restauraci a kavárnu pro 175 hostů a konečně novou divadelní scénu s variabilním hledištěm a jevištěm pro 400 až 600 diváků, koncipovanou pro činohru, komorní operu, soudobé malé divadelní formy, popřípadě i Laternu magiku.

Obě tyto funkce zabezpečuje v harmonickém celku, těžícím z mimořádných urbanisticko-architektonických možností lokality, v bezprostředním sousedství historické budovy, jejíž prioritu po všech stránkách ctí, které však chce být důstojným doplňkem, reprezentujícím soudobou kulturní a technickou úroveň naší společnosti.

1. Organizační zajištění a časový průběh projektové přípravy dostavby ND

Množství stavebních objektů a provozních souborů, obsažených v dostavbě, rozmanitost funkční náplně této stavby s přihlédnutím k vymezeným časovým lhůtám způsobily, že zpracování projektové dokumentace ve všech stupních bylo mimořádně složité, neboť přesáhlo rámec odborných i kapacitních možností jedné projektové organizace.

Porady zmocněnce vlády ČSR, na kterých byl každých 14 dní (později měsíčně) projednáván postup rekonstrukce i dostavby Národního divadla, byly od rozhodnutí o změně objektu 4 dostavby zaměřeny zejména na otázku projektu a realizace tohoto objektu, což zajistilo operativní rozhodování a řešení složitých situací, vznikajících nutně souběhem projektování, výroby a realizace.

Pro zabezpečení včasného zpracování jak úvodních, tak prováděcích projektů bylo nutno kooperovat s projektovými organizacemi nebo projektovými složkami dodavatelských organizací z celé ČSSR.

Metodou široce pojaté kooperační činnosti byly zajišťovány projekty všech objektů dostavby, vyjma Nové scény. U tohoto objektu si krátkost termínů na předprojektovou a projektovou přípravu vynutila zcela mimořádný režim. V srpnu 1981, bezprostředně po schválení studie objektu Nové scény, byl vypracován harmonogram postupů jak ve sféře projektové, tak dodavatelské, s cílem zabezpečit vládou sledovaný úkol, t. j. dokončit tento objekt k datu znovuotevření Národního divadla. Stanovisko vyššího dodavatele stavby, že je schopen tento úkol zajistit za předpokladu předáni projednaných prováděcích projektů nejpozději do konce března 1982, vymezilo prostor pro předprojektovou a projektovou přípravu objektu. Projektový úkol byl zpracován ke 30. 9. 1981 a na zpracování projektové dokumentace, včetně jejího projednání, zbylo tedy celkem 6 měsíců. Na takto krátký termín většina dosavadních partnerů, i přes jejich výsadní postavení v některých oborech, odmítla přistoupit. Účinnou pomoc generálnímu projektantovi v jeho svízelné situaci nabídlo pouze projektové středisko Vítkovice-Železárny a strojírny Klementa Gottwalda v Bratislavě, tradiční partner na podobné požadavky pružně reagující a projekce Divadelní techniky, n. p. v Újezdě u Brna, která převzala nesnadný úkol zajistit technologický projekt divadelní scény. Proto kromě statiky ocelové konstrukce a technologie scénického zařízení musel ostatní části projektu včetně projektů provozních souborů zajistit generální projektant. Skutečnost, že objekt Nové scény navazuje konstrukčně i funkčně na suterénní objekt, na kterém je založen a na objekt restaurace, se kterým sousedí, vyvolala nutnost zpětných zásahů i do projektů těchto dvou objektů a také do projektů několika dalších provozních souborů, které byly již ve stadiu značně pokročilé rozestavěnosti. Kromě krátké lhůty pro zpracování dokumentace byla dalším zcela specifickým rysem ta okolnost, že v době vydání vládního usnesení o změně využití objektu byla ocelová konstrukce podle původního projektu nejen zcela vyrobena, ale do úrovně druhého nadzemního podlaží již smontována.

Tuto napjatou situaci bylo nutno řešit řadou mimořádných opatření, značnou intenzifikací pracovního úsilí projektantů PÚ VHMP i jeho partnerů, kteří své pracovníky uvolnili pro přímé působení na pracovišti generálního projektanta, neboť na jiný způsob koordinace projektových prací nezbýval čas. Také odbor projekce finálního dodavatele techniky prostředí, k. p. JANKA-ZRL, uvolnil pro tento team-work několik zkušených pracovníků. Souhrn opatření byl účinný a umožnil dokončení projektu v požadovaném terminu.

Generální projektant po dohodě s investorem a dodavatelem podstoupil značné riziko tím, že souběžně s pracemi na studii a úvodním projektu zpracovával projekt ocelové konstrukce, který v předem dohodnutých etapách předával dodavateli k realizaci i za cenu, že po úplném dokončení všech prováděcích projektů bude nutno z hlediska detailní koordinace ocelové konstrukce dodatečně upravovat. Tento systém, v našich podmínkách zcela neobvyklý, kladl na projektanty všech profesí značné nároky, zejména na jejich technickou předvídavost, vzájemnou tolerantnost a koordinační kázeň. Umožnil však to, co při tvorbě výchozího harmonogramu mnozí pokládali za nemožné. K datu předání čistopisu prováděcího projektu, tj. k 30. 3. 1982 byla rekonstrukce ocelové konstrukce z původního objektu na objekt Nové scény v hrubé stavbě v plném rozsahu realizována.

Je nutno si povšimnout i stadia projednávání projektů s dodavateli. Pro plynulý průběh projednávání projektové dokumentace byly již předem systematicky připravovány podmínky. Časté výrobní porady a téměř denní konzultační účast dodavatele na závěrečných fázích projektových prací umožnila vzájemné korigování názorů projektanta i dodavatele ještě nad nedokončeným projektem. Tento systém práce se osvědčil a projednávání dokumentace v minimálních lhůtách se obešlo bez obvyklých konfliktů.

Vzájemná úzká spolupráce měla ještě další klad. Technická skupina dodavatele tak získala o projektu detailní znalost, což se kladně promítlo do kvality harmonogramu realizace a do celé činnosti na úseku dodavatelské přípravy stavby.

Časový průběh projektové přípravy a výstavby Nové scény charakterisuje těchto několik dat:

6. 10. 1980	zmocněnec vlády ČSR předložil vládě vybraný návrh PÚ VHMP na změnu využití společenského objektu na Novou scénu
8. 7. 1981	vláda ČSR schválila návrh na změnu využití společenského objektu na Novou scénu, předložený zmocněncem vlády ČSR
30. 9. 1981	vydán projektový úkol na objekt Nové scény
30. 11. 1981	dokončena rozšířená studie provozních souborů objektu Nové scény, sloužící jako podklad pro zpracování dalších projektových stupňů provozních souborů
28. 2. 1982	předání prováděcích projektů k projednání s dodavateli

31. 3. 1982 předání čistopisu prováděcích projektů Nové scény
15. 9. 1983 ukončení stavby a její předání investorovi

Až do skončení stavby zajišťoval generální projektant rozšířený autorský dozor
— instalováním skupiny autorských dozorů přímo na stavbě,
— pravidelnou účastí projektantů na denních dispečincích,
— účastí na týdenních operativních štábech stavby,
— účastí na čtrnáctidenních zasedáních vedení stavby

a průběžně zajišťoval nutné změny projektové dokumentace, podílel se na přejímacím řízení a zpracoval dokumentaci skutečného provedení stavby.

Obdobnou činnost zajišťoval v rozsahu svých dodávek i finální dodavatel techniky prostředí, JANKA-ZRL, k. p.

2. Popis hlavních objektů dostavby - obr. 2

Suterénní objekt č. 2, pěti až šestipodlažní, je založen na železobetonové desce, tlusté 2 m, o půdorysné ploše asi 80 × 85 m. Základová spára je téměř 20 m pod úrovní Národní třídy a 11 m pod ustálenou hladinou Vltavy. Největší část objektu je vyhrazena pětipodlažnímu parkingu pro 219 osobních vozů. Další část suterénního objektu je vyhrazena pro pomocné provozy historické budovy, tj. sklady garderoby, dekorace a pomocné dílny. Značný prostor v této části zaujímají pomocné cesty pro klecové palety, ve kterých jsou přepravovány dekorace na obě scény. Jejich vertikální přepravu zajišťují hydraulické výtahy.

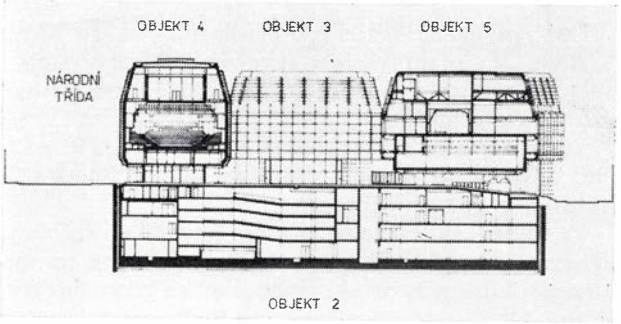
Technicky nejsložitější částí objektu je blok energocentra, který obsahuje rozvodnu vysokého napětí, trafostanici, naftový náhradní zdroj elektrické energie, plynovou regulační stanici, automatickou tlakovou stanici, chemickou úpravnu vody, strojovnu chlazení, teplovodní kotelnu, parní kotelnu se dvěma plynovými rychlovyvíječi a strojovnu sprinklerů.

Pro případnou výměnu instalovaných technických zařízení je tato část objektu vybavena transportním zařízením s jeřábovou dráhou o nosnosti 12,5 Mp.

Část prvního suterénu, přiléhající k Národní třídě je provozně spjata s objektem Nové scény a jsou zde šatny účinkujících, šatny pomocného personálu, sklad hudebních nástrojů a ladírna.

Celá východní část prvního suterénu tvoří zázemí pro objekt restaurace, na který komunikačně navazuje. Jsou zde situovány sklady potravin, přípravny pro kuchyni a centrální příjem surovin se zásobovací rampou, ke které se přijíždí stejně jako do parkingu společnou komunikační rampou z Ostrovní ulice. Další rampa, situovaná v Divadelní ulici, slouží pro dopravu dekorací.

Restaurační objekt č. 3 je postaven ve východní části areálu mezi Divadelním náměstím a Voršilskou zahradou. Nosnou konstrukci tohoto sedmipodlažního objektu tvoří ocelový skelet, založený na suterénním objektu. Soustředění nosných svislých konstrukcí do dvou mohutných komunikačních a instalačních jader,



Obr. 2 Návaznost objektů 2, 3, 4 a 5 dostavby ND

jejichž obvod tvoří hrázděné zdivo, umožňuje získat rozměrnou podlahovou plochu bez dalších svislých konstrukcí. Šikmý fasádní plášť horních podlaží je z hliníkové konstrukce, v nezasklených částech s lehkou tepelně izolační výplní a je doplněn mohutnými předsazenými eloxovanými hliníkovými lamelami, které tvoří výrazný architektonický prvek všech objektů. Svislý fasádní plášť je z dvojskel rozměrů 240 × 180 cm, uložených na subtilní konstrukci z ocelových a hliníkových profilů.

V prvním podlaží je denní bar a kavárna pro 115 hostů. V letním období se počítá s rozšířením provozu o dalších 40 míst v exteriéru.

V druhém podlaží je restaurace pro 64 hostů. Její stupňovitě uspořádaná podlaha nepřiléhá až k fasádě, takže kavárna a restaurace jsou ve společném prostoru.

Ve třetím podlaží jsou tři restaurační salónky o různé kapacitě, oddělené mobilními příčkami, které lze spojit v jediný prostor se 102 místy. Ve vstupní hale je situován bufet, přístupný rovněž z foyeru šatny objektu Nové scény.

Ve čtvrtém podlaží je klub zaměstnanců Národního divadla s 52 místy a závodní jídelna s 92 místy. Ve vstupní hale je další bufet, rovněž přístupný z objektu Nové scény v úrovni hlavního foyeru. Všechna popsaná podlaží mají vlastní sociální zařízení a expediční kuchyně, obsluhované řadou výtahů.

V pátém podlaží je centrální kuchyně pro výrobu 750 jídel a minutek.

V šestém podlaží je instalační prostor.

V sedmém podlaží jsou šatny zaměstnanců a kanceláře restaurace, strojovna vzduchotechniky a strojovny výtahů.

Provozní budova (objekt č. 5) je na rohu Ostrovní a Divadelní ulice. Konstrukční řešení tohoto sedmipodlažního objektu je stejné jako u restauračního objektu. Odlišná je pouze část s vestavěnou velkou zkušebnou, která má podlahovou plochu stejně velkou jako jeviště historické budovy a výšku odpovídající dvěma typickým podlažím objektu. Její prostor tvoří zavěšená ocelová příhradová konstrukce. Do ní je vestavěna další ocelová konstrukce podlahy, vnitřních stěn a stropu zkušebny, pružně uložená a důsledně oddilatovaná od konstrukce vlastního objektu, což zajišťuje akustickou pohodu. Zkušebna je vybavena špičkovým zařízením pro studiové nahrávky.

První podlaží je rozděleno průchodem na dvě části. V jedné jsou předprodeje vstupenek, ve druhé vstupní hala s vrátnicí a hovornou, telefonní a rozhlasová ústředna a centrální velín.

Ve druhém podlaží je velká zkušebna s přísálím, sociální zařízení, kuřárna, respirium, sklad hudebních nástrojů a sál pro korepetice.

Ve třetím podlaží je technický blok velké zkušebny, vybavený osvětlovací, promítací a zvukovou technikou, další dva sály pro korepetice a zkušebna činohry. Toto podlaží je spojeno mostem s budovou restaurace, stejně jako podlaží čtvrté.

Ve čtvrtém a pátém podlaží je umístěna administrativa. Jádrem dispozice je dvoupodlažní prostor univerzální zkušebny. Kanceláře a zasedací místnosti jsou po obvodu budovy.

Šesté podlaží slouží převážně jako instalační prostor, jeho menší část je vyhrazena strojovně vzduchotechniky, která svou výškou zasahuje i do sedmého podlaží, ve kterém je sauna, herna dětí, úpravna kostýmů a strojovna.

Objekt č. 4 - Nová scéna vyplňuje proluku na Národní třídě. Jako nosné konstrukce se využilo ocelového skeletu původně vyprojektovaného společenského objektu, který byl pro potřeby Nové scény rekonstruován a doplněn. Hlavním cílem této úpravy bylo uvolnění vnitřní dispozice a vytvoření společného, dostatečně dimenzovaného prostoru pro hlediště a jeviště s provazištěm. Původní objekt byl asymetricky rozšířen o 240 cm směrem do Divadelního náměstí a o 40 cm směrem do Národní třídy a naopak zkrácen o 720 cm směrem k historické budově. Tím se zvětšila proluka mezi Novou scénou a historickou budovou a získal se dostatečný vnitřní prostor příznivějších proporcí. U fasády ustupující vstupní části objektu se použilo jednoduché skleněné terčové stěny. Na předsazenou část divadelního sálu bylo navrženo zcela nové řešení.

Vnější obal fasády je ze speciálně vyvinutých skleněných foukaných prvků zhotovených v závodě Kavalier ze skloviny SIMAX. Její přirozené nazelenalé zbarvení je potlačeno dodatečným ozářením gama-paprsky, které dodává skleněným prvkům teplejší zabarvení, odpovídající barevnému ladění fasád ostatních objektů. Skleněné prvky o rozměrech 80 × 60 cm a hmotnosti 40 kg jsou připevněny na konzolách, kotvených do ocelových paždíků a vystupují z fasádního pláště systému FEAL. Jeho vnější plocha je uzavřena tmavozeleným kubánským hadovcem. V interiéru je fasádní plášť doplněn akustickým obkladem z trojnásobného ezalitu s výplní z minerální plsti.

Takto provedená fasáda s větranou mezerou mezi foukanými tvarovkami na vnější fasádě, kamenným obkladem vnitřní části fasády a akustickou izolací velmi příznivě ovlivnila tepelně technické vlastnosti stavby. Tato část fasády má jak dostatečnou akumulaci tepla, tak eliminuje vnější zátěže od slunečního záření (viz řez obr. č. 3).

Tuto náročnou konstrukci si vyžádala nutnost tlumit hluk z Národní třídy na požadovaných 35 dB(A) v interiéru. Skleněné fasádní prvky kromě technického poslání umožňují i realizaci umělecky ztvárněného plastického reliefu. Celoskleněný fasádní obal pomáhá dojmově odlehčit značnou hmotu objektu.

V prvním podlaží objektu je vstupní hala s hlavním točitým schodištěm pro diváky, pokladny a ordinace lékaře. Pomocné provozy a vertikální komunikace jsou soustředěny uvnitř mohutných pylonů, vymezených svislými nosnými konstrukcemi, mezi kterými lze procházet z Národní třídy do Divadelního náměstí.

Ve druhém podlaží jsou šatny účinkujících, garderobiéra, maskérny, sklady rekvizit, prostor orchestřiště a schodiště, po kterém herci nastupují na scénu. Ke schodišti diváků přiléhá v tomto podlaží foyer, koncipovaný jako malá výstavní síň.

Ve třetím podlaží je rozlehlý foyer, na který navazuje šatna diváků, bufet a sociální zařízení.

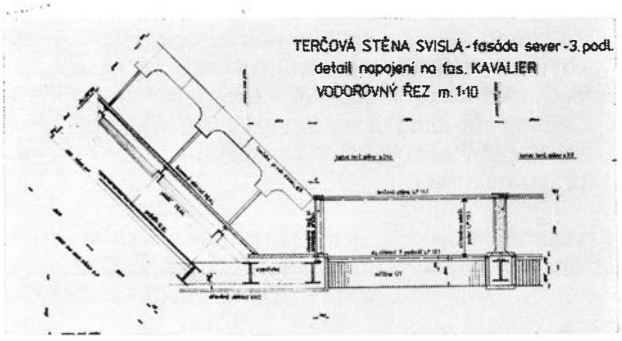
Ve čtvrtém podlaží je hlavní foyer, ze kterého se vstupuje do divadelního sálu, kinokabina a sociální zařízení. Z tohoto podlaží je přístupný další bufet, situovaný v objektu restaurace.

V pátém podlaží jsou místnosti zvukové a světelné režie a strojovny osobních výtahů, určených pro diváky.

V šestém podlaží je strojovna vzduchotechniky, elektrorozvodny, sociální zařízení a kuřárna pro zkušebnu, která je situována v další části objektu nad hledištěm.

Prostor třetího, čtvrtého i pátého podlaží rozšířené části objektu zaujímá divadelní sál. Tři různé varianty scény ovlivňují kapacitu jeho hlediště. Variabilitu scény umožňuje demontovatelná podlaha jeviště, pohyblivý portál řešený jako jeřábová dráha, pojízdné portálové věže a posuvné proscéniové stěny, zavěšené na stropním kolejišti. Pohyblivé jsou i stropní akustické panely, jejichž sklon lze přizpůsobit jednotlivým variantám hlediště. K pohyblivým zařízením scény patří i orchestřiště pro 25 hudebníků. Je tvořeno dvěma nezávislými, hydraulicky ovládanými stoly, jejichž podlaha při maximálním zdvihu tvoří součást podlahy jeviště.

Náročným úkolem bylo řešení interiéru divadelního sálu, kde neexistuje stabilní hranice mezi jevištěm a hledištěm. Prodělalo složitý vývoj, který vyústil v obložení stěn transparentní mřížovinou a ztvárnění podhledu sálu plastickou strukturou zavěšených tubusů. Tyto transparentní prvky zakrývají jak stavební konstrukce, tak technická zařízení pohledům diváků a vyhovují požadavkům akustiky i světelné



Obr. 3 Charakteristický řez fasádou Nové scény

techniky. Podlaha sálu je pokryta kobercem. Kůží potažená křesla mají v podnoži zabudovány vyústky pro vzduchotechniku. Jsou vybaveny samoregulačními klapkami, zajišťujícími rovnoměrnou distribuci vzduchu po celé ploše sálu.

3. Projekt klimatisace Nové scény.

Z dříve uvedených skutečností bylo nutno vycházet při volbě koncepce klimatisace objektu 4 a v prvé řadě bylo nutno zajistit větší kolektiv pracovníků, kteří jednostupňový projekt skutečně zpracují za 5 měsíců. Koncepční návrh včetně projektového úkolu zpracoval kolektiv generálního projektanta atelieru 3, který byl posílen projektanty vzduchotechniky z ostatních ateliérů PÚ VHMP. Pro zpracování JP vzduchotechniky byl pak tento kolektiv rozšířen o pracovníky projekce k. p. JANKA-ZRL. Na projektu VZT pracovalo současně cca 12 projektantů.

Práce na jednostupňovém projektu VZT byly zahájeny 9. 10. 1981, závazné podklady pro výrobu jednotek předány 30. 11. 1981, závazné podklady pro výrobu vzduchovodů, vedených ve střešní části objektu 4 předány 1. 1. 1982 a JP byl ukončen 30. 3. 1982. Montáž vzduchovodů ve střešním prostoru byla zahájena 30. 4. 1982 a kompletní montáž vzduchotechniky ukončena 30. 6. 1983.

TAB. 1

Charakteristické údaje obj. č. 4 - Nová scéna

obestavěný prostor	31 310 m^3
zastavěná plocha	610 m^2
podlahová plocha	5 790 m^2
celkový vzduchový výkon klimatisace	135 000 $m^3.h^{-1}$
celkový počet vzduchotechnických zařízení	26
investiční náklady vzduchotechniky	3 918 637 Kčs

Navržená koncepce tepelně-technických zařízení

Základní podmínkou byla nutnost zachování daných parametrů energetických medií - topné a chladicí vody a základních rozvodů a uspořádání v energocentrálách a suterénech objektu 2. Z hlediska zimního topného období je celá budova temperována na +15°C a vyjímečně některé prostory jsou plně vytápěny na +18 až 22 °C. Toto řešení má tu výhodu, že prostory, které nejsou v provozu, nejsou trvale vytápěny na plnou teplotu. Jelikož se jedná o celoklimatizovanou budovu, jsou rozdíly tepelných ztrát hrazeny vzduchotechnickými zařízeními.

Z důvodu velmi omezených možností vertikálních stoupaček a z důvodů ekonomie provozu a rozvodných potrubí je v objektu 4 navržena samostatná strojovna VZT, ve které je umístěna převážná část VZT zařízení.

Toto řešení bylo podpořeno snahou o co nejmenší stavební zásahy do již provedených suterénů (objekt 2).

Umístění hlavní strojovny vzduchotechniky 4A objektu 4 do 6. a 7. nadz. podlaží rovněž vyřešilo vhodné nasávání čerstvého a výfuk znehodnoceného vzduchu a umožnilo zpětné získávání tepla z vyfukovaného vzduchu rotačním výměníkem.

Kromě této strojovny jsou v objektu 4 ještě následující strojovny:

strojovna 4B — 6., 7. NP v nadjevištním prostoru
strojovna 4C, 4D — 5. NP v prostoru nad WC u Voršilského kláštera

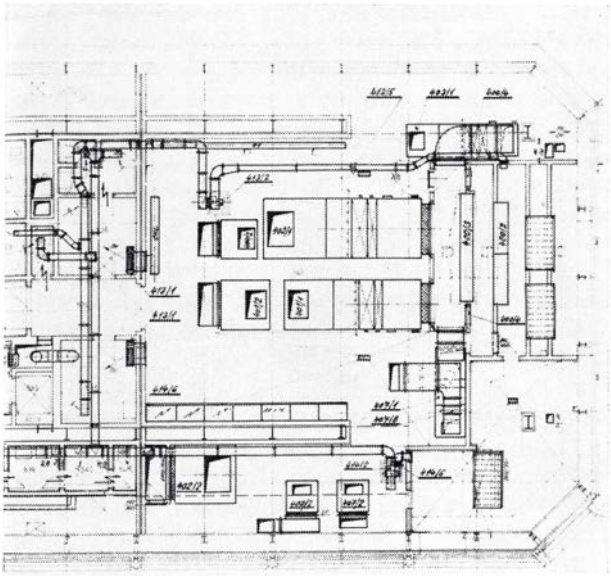
Strojovny 2A, 2K, 2P, sloužící rovněž pro objekt 4, jsou situovány v objektu 2.

Popis jednotlivých strojoven

Strojovna 4A (viz obr. č. 4) - v této hlavní strojovně jsou umístěny:

a) Centrální nasávací a filtrační stanice s rekuperační komorou pro zpětné získávání tepla.
Sání vzduchu je odděleno od vnějšího prostředí tlumičem, jako první stupeň filtrace je navržen automatický oběhový filtr z dovozu. Z dovozu je rovněž rekuperační rotační výměník.

b) Přívodní klimacentrály pro hlediště, jeviště, zkušebnu a techn. dispečink - tyto klimacentrály jsou vybaveny druhým stupněm filtrace, regulační uzavírací klapkou, výměníkovými komorami pro ohřívání nebo chlazení vzduchu, atypickými komorami s parními zvlhčovači a ventilátorovou komorou.



Obr. 4 Půdorys hlavní strojovny VZT 4A

c) Odsávací jednotky, které zajišťují odvod a výfuk vzduchu do volné atmosféry.

d) Centrální výfuková komora, která umožňuje jednak zpětné získávání tepla v zimním období, jednak umožňuje letní provoz bez rekuperace. Výfuková komora je rovněž oddělena od vnější atmosféry tlumičem hluku.

e) Hlavní rozdělovače a sběrače topné a chladicí vody a kondenzátu.

f) Podružné rozvaděče měření a regulace včetně podcentrál měřicí a řídicí ústředny areálu (tyto rozvaděče jsou společné i pro strojovnu 4B, 4C, 4D).

g) Hlavní rozvaděče elektro (společné i pro strojovnu 4B, 4C, 4D).

h) Odvody kondenzátu z chladičů, rekuperátorů a z komor zvlhčovačů.

Strojovna 4B je členěna do dvou podlaží - 6.NP strojovna pro přívod vzduchu, 7.NP pro odvod vzduchu. Přívodní strojovna slouží pouze pro rozvodnu tyristorů. Toto zařízení pracuje s 90 % cirkulací a nasává vzduch ze vzduchové mezery zdvojeného fasádního pláště. V odsávací strojovně je odvod vzduchu z tyristorů a šaten. Výfuk vzduchu je nad střechu objektu.

Ve strojovnách 4C, 4D jsou umístěny odsávací ventilátory WC a šaten.

Energetická bilance rekuperace tepla

Instalovaný el. výkon činí pro osvětlení jeviště 400 kW a pro hlediště 50 kW. Tepelná zátěž hlediště při plném obsazení normální scény je 40 kW. Další tepelné zátěže promítárny a techn. dispečinků nejsou rovněž zanedbatelné. Tyto velké el. příkony od technologických zařízení nás vedly k takovému návrhu odvodu vzduchu, aby bylo umožněno zpětné využití tepla odváděného vzduchu k předehřátí čerstvého vzduchu bez použití topné vody. Veškerý odvod vzduchu u hlavních zařízení je ve stropní konstrukci a odvádí veškerou tepelnou zátěž, tj. i když je v pobytové zóně lidí $t_i = 26$ °C - je teplota odsávaného vzduchu až $t_0 = 35$ °C (viz obr. č. 5).

Pro zpětné získávání tepla z odsávaného vzduchu jsme navrhli centrální rotační regenerační výměník tepla, obr. č. 6, který zprostředkuje přenos citelného i latentního tepla s účinností až 80 %. Přenos zajišťuje »sklípkovitě« řešená hliníková vložka, která se otáčí a teplo, získané v horním výfukovém kanálu, předá v nasávacím kanálu. Hliníková vložka má specielní impregnační povrchovou úpravu, takže životnost je více než 50 let (údaj dodavatele).

Jelikož teplota odsávaného vzduchu je vždy vyšší než venkovní teplota, s provozem rekuperátoru se uvažuje pouze do té doby, než začnou pracovat chladiče klimajednotek, tj. do $t_e = +14$ °C. Je-li rekuperátor mimo provoz, proudí vzduch mimo něj přes soustavu osmi regulačních klapek.

Pro provoz rekuperace jsou navrženy dva okruhy regulace, které kromě výše uvedené podmínky zajišťují maximální účinnost přestupu tepla v závislosti na proměnném množství tepla, dále zajišťují maximální předehřátí čerstvého vzduchu na + 16 °C a zamezují zamrznutí vložky rekuperátoru tím, že nejnižší teplota vyfukovaného vzduchu neklesne pod +1 °C. První regulační okruh mění otáčky rekuperátoru až po jeho případné úplné zastavení, druhý okruh jsou obchozí klapky. Pro případ poruchy či minimálních tepelných zátěží je v klimajednotkách 100 % rezerva v topných výměnících.

Provozu rekuperátoru je podřízeno i parní vlhčení. Při zimním provozu rekuperátoru, jakož i v letním období je zvlhčovací výkon minimální (při plné zátěži hlediště). Je-li ale v zimním období rekuperátor z jakéhokoliv důvodu mimo provoz, nebo objekt není plně obsazen osobami, pak je vzlhčovací výkon velký.

Tento regulační rozsah nebylo možno zajistit vždy jedním zvlhčovačem pro každé zařízení a proto jsou navrženy pro každé zařízení dva zvlhčovače nadimenzované na 1/3 a 2/3 výkonu a při regulaci jsou zapojeny v kaskádě za sebou.

Odvodní vzduch od WC je vždy veden mimo rekuperátor, takže je zamezeno přenosu zápachů. Zařízení pro halu a foyer má kromě toho ještě cirkulační klapku a podle kouření v prostorách hal může odsávaný vzduch proudit přes rekuperátor a nebo mimo něj přímo do výfukové komory (obr. č. 7).

Pro objekt 4 jsou energetické bilance následující:

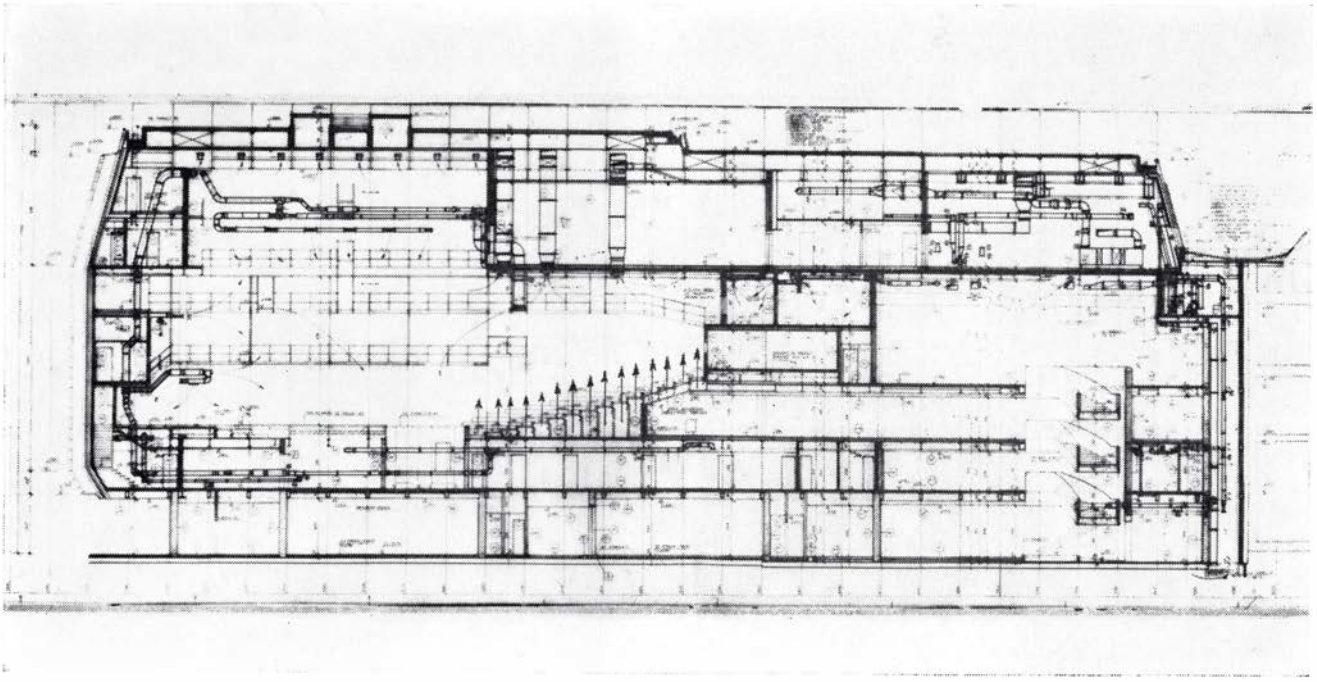
- tepelná energie (voda 105 °C)

instalované výkony - strojovna 4A

výkony s možností rekuperace	646,91 kW
výkon sekundérní sítě	69,7
výkon - proudění vždy mimo rekuperátor	61,65
celkem Q_i 4A =	708,56 kW
Q_i 4B =	20,25
místní zařízení Q_i =	10,
celkem Q_i objekt 4	808,51 kW

potřeba tepla při provozu rekuperátoru a při provozu technologie

strojovna 4A	61,65 kW
sekunderní síť	69,7
strojovna 4B	3,15
místní zařízení	7,5
celkem potřeba tepla	142,0 kW



Obr. 5 Podélný řez objektem č. 4

potřeba tepla při poruše rekuperátoru		
strojovna 4A		614,65 kW
sekunderní síť		69,7
strojovna 4B		3,15
místní zařízení		7,5
celkem potřeba tepla		695 kW
	tj.	0,86 Q_i

— vlhčení (potřeba páry 2,5 atp)

instalovaný výkon	$Q_i = 477{,}2\ kg.h^{-1}$
maximální potřeba při provozu rekuperátoru	$Q = 215{,}2\ kg.h^{-1}$
potřeba páry při poruše rekuperátoru	$410\ kg.h^{-1}$

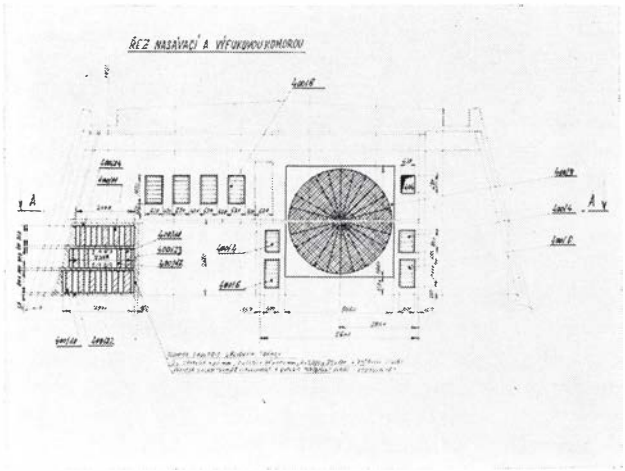
— chladicí voda

instalované výkony		
strojovna 4A		423,31 kW
strojovna 4B		28,79
místní zařízení		6,9
celkem Q_i		459 kW
maximální současnost		
strojovna 4A		387 kW
strojovna 4B		28,8
celkem potřeba Q		416,7 kW
	tj. současnost —	0,9

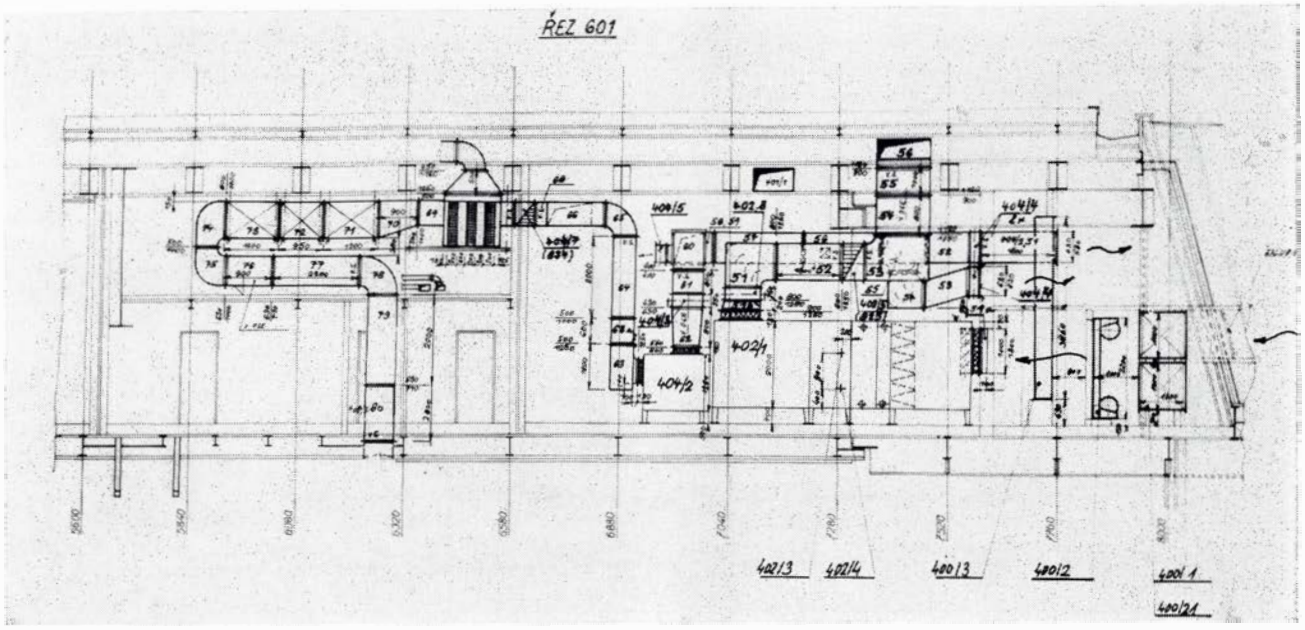
Technický popis některých zařízení

Klimatizace hlediště

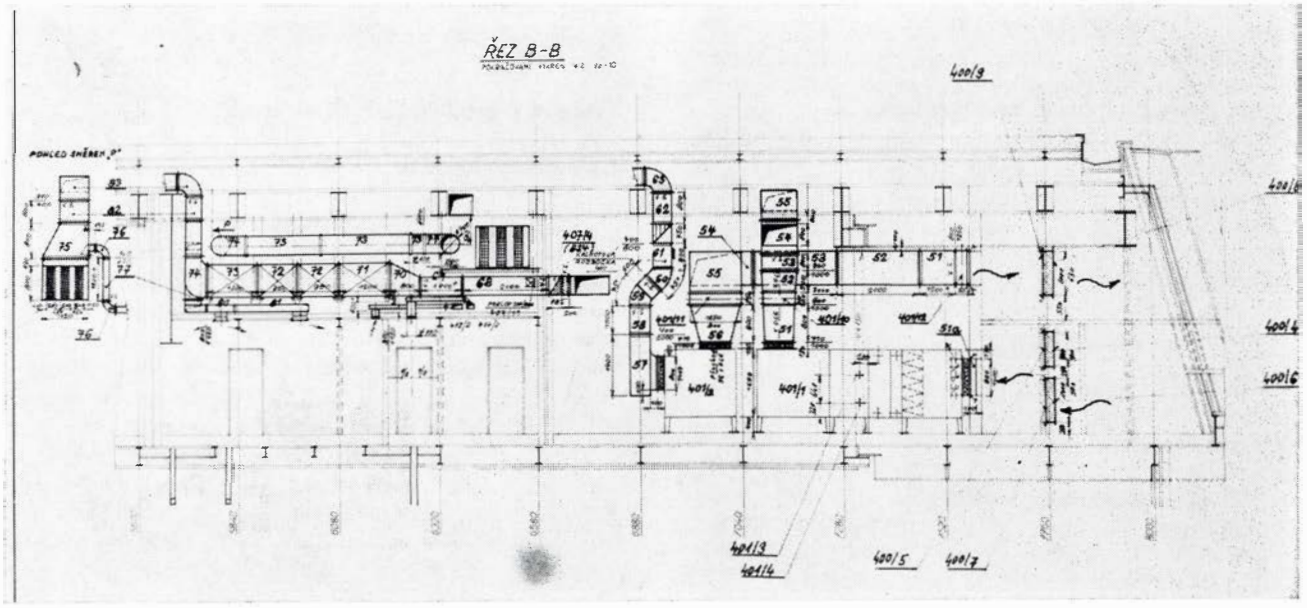
Upravený vzduch z klimajednotky BKB 63 je veden dvěma samostatnými větvemi vzduchovodů přes vzduchotěsné stavební komory a přes tlumiče hluku do zděných vertikálních šachet, které jsou zaústěny přes perforovaný plech do přetlakové komory pod sedadly. Do této stavebně vytvořené těsné komory



Obr. 6 Řez nasávací a výfukovou komorou



Obr. 7 Podélný řez strojovnou 4A
a) využití rekuperátoru



b) obtok rekuperátoru

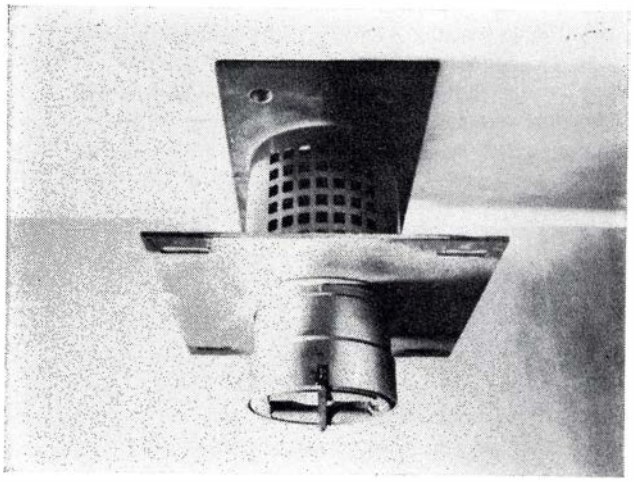
jsou umístěny kruhové podnože křesel speciálního provedení, kterými proudí vzduch pod sedadlo diváka - obr. č. 8. Kruhová podnož křesla je dodávkou stavby a obsahuje v sobě následující VZT prvky:

— speciální samoregulační ventil ALDES, který udržuje v rozpětí 50—300 Pa konstantní průtok 40 $m^3.h^{-1}$ pro jedno křeslo
— soustavu clonek, které zajišťují rovnoměrné rozdělení vzduchu v celém profilu výfukového otvoru
— vlastní výfukovou mřížku z perforovaného plechu dimenzovanou na rychlost 0,2 $m.s^{-1}$ v celém profilu mřížky.

Samoregulační ventily jsou součástí podnože a jejich event. výměna bude prováděna po vyjmutí celého křesla z úložiště podnože.

Odvod vzduchu je řešen vzduchovody, umístěnými mezi ocelovými nosníky nad prostorem hlediště. Přes tlumiče hluku je vzduch veden do ventilátoru.

Teplota přiváděného vzduchu je 18 až 22 °C, teplota odsávaného vzduchu 22 až 35 °C.



Obr. 8 Fotografie konečného provedení podnože divadelního křesla

Klimatizace jeviště

Jako systém pro přívod vzduchu byl zvolen vysokotlaký rozvod vzduchu s expanzními boxy a zónovými výměníky. Tato koncepce vycházela z vlastní koncepce divadla (společný prostor hlediště, jeviště a provaziště) a z požadavku variabilního uspořádání hlediště. Značný vliv na tuto koncepci mělo i stavební provedení objektu 4 a zejména ocelová konstrukce.

Upravený vzduch je veden dvěma samostatnými větvemi přes celý střešní prostor do zadní části jeviště čtyřhrannými vzduchovody. Odtud pak je vzduch rozveden čtyřmi stoupačkami SPIRO potrubím k jednotlivým boxům a zónovým výměníkům a dále nízkotlakým rozvodem do jednotlivých prostor jeviště.

Jelikož jsou tepelné zátěže od technologických zařízení značně odlišné, poloha opony je proměnná, provoz orchestřiště je rovněž rozdílný, jakož i typ představení určuje požadovnou teplotu prostředí a proudění vzduchu (balet - opera - činohra), bylo nutné navrhnout proměnné množství vzduchu.

Expanzní boxy udržují v rozmezí přetlaku 300 až 2000 Pa konstantní množství vzduchu a změna průtoku přiváděného vzduchu je řešena pomocí uzavíracích těsných klapek. Ovládání těchto klapek je navrženo následujícím způsobem:

RO ruční ovládání; při tomto ovládání je možno z místnosti jevištního mistra jednak ovládat místa přívodu vzduchu, jednak nastavovat teplotu v příslušné zóně

T automatická regulace teploty v příslušné zóně od termostatu; expanzní boxy jsou vždy v provozu

AT automatické ovládání funkce expanzního boxu od nastavéné teploty termostatu; expanzní boxy nejsou vybaveny zónovými dohřivači a pracují pouze s primárním vzduchem.

V závislosti na funkci jednotlivých expanzních boxů se mění i celkové množství vzduchu a tlakové poměry v rozvodu vzduchu. Aby nebyly expanzní boxy přetěžovány, je v síti přívodu vzduchu předřazena škrtící klapka, která je ovládána snímačem tlaku nejzazší expanzní komory (orchestřiště). Tato klapka pak udržuje vhodné základní tlakové poměry v síti a přesné doregulování provádí regulátor expanzní komory. Rovněž na odvodu vzduchu je automatická regulační klapka, jejíž poloha odpovídá poloze přívodní klapky a tím je zajištěna přibližná rovnováha mezi přívodem a odvodem vzduchu. Teplota primárního vzduchu je $t_p = 16$ °C, teplota vyfukovaného vzduchu do prostoru je $t = 16-30$ °C.

Klimatizace technického dispečinku ve 4. a 5. NP

Zařízení pracuje opět na principu vysokotlaké klimatizace s expanzními boxy a zónovými dohřívači. Zařízení pracuje s konstantním množstvím vzduchu. Teplota primárního vzduchu je řízena z »pilotní« místnosti akustické režie a tato zóna není vybavena zónovým výměníkem (jedná se o místnost s největší zátěží). Ostatní zóny jsou regulovány samostatnými regulačními okruhy. Umístění vyústek i rozvodů bylo voleno dle tepelných zátěží, ale vzhledem k ocelové konstrukci a stavebnímu provedení nebylo možno dodržet ideální stav.

Klimatizace haly a foyerů v 1. až 4. NP

Tento nízkotlaký systém zajišťuje tepelnou pohodu v nástupních prostorech diváků. Strojní jednotky jsou umístěny v rozdílných strojovnách - přívod vzduchu ve 2. a 3. suterénu (objekt 2) - odvod vzduchu ve strojovně 4A. Systém rozvodu vzduchu je řešen tak, že v 1. a 2. NP je pouze přetlak, (eliminuje vnikání studeného vzduchu ze zádveří - jedná se pouze o průchozí a nástupní prostory), v ostatních podlažích je řešen přívod i odvod vzduchu. Hlavní odsávání je řešeno pod stropem 5. NP, kde ve foyeru je předpokládána možnost kouření. Pro tuto eventualitu je i výfuk vzduchu ve strojovně 4A řešen přes 2 uzavírací klapky a znehodnocený vzduch může proudit přes rekuperátor nebo mimo něj. Ovládání těchto klapek je z velínu (obr. 6 a 7).

Klimatizace velké zkušebny v 6. a 7. NP

Pro zkušebnu je navrženo samostatné zařízení nízkotlaké klimatizace s místní regulací teploty. Toto

řešení opět vyplynulo z rozdílného charakteru zkoušek baletu, činohry, opery (sólistů či sboru), kdy požadavky na vnitřní teplotu mohou být rozdílné a lze tedy vnitřní teplotu ve zkušebně volit přímo ze sálu. Rovněž tak lze volit i relativní vlhkost. Jako vyústek je použito čtvercových anemostatů s regulací množství vzduchu. Na toto zařízení je rovněž napojena čekárna s kuchyňkou zkušebny.

Vzduchotechnika v rozvodně tyristorů

Jde o samostatné zařízení systému teplovzdušné vytápění a chlazení. Ovládání je jednak z velínu, jednak automatické od nastavené teploty v místnosti. Zařízení pracuje s 90 % cirkulací a udržuje teplotu v rozmezí +15 °C až +25 °C. Přívod vzduchu je řešen do zdvojené podlahy, odvod vzduchu je pod stropem rozvodny. Nasávání čerstvého vzduchu je ze zdvojené mezery fasády, výfuk vzduchu nad střechu.

Tepelné a akustické izolace

Vzhledem k charakteru provozu objektu 4 byla otázce hlučnosti věnována maximální pozornost. Pro jednotlivá vzduchotechnická zařízení byla navržena následující opatření:

— veškeré točivé elementy jsou uloženy na pružných tlumičích a od vzduchovodů jsou odtlumeny pružnými plátěnými vložkami

— do vzduchovodů (mimo strojovnu) jsou vloženy tlumiče hluku, pro zvlášť náročné prostory jsou navrženy sekundární tlumiče

— všechny vzduchovody jsou izolovány

— veškeré prostupy VZT stavebními konstrukcemi jakož i uložení vzduchovodů na závěsech je »měkké«, tj. pomocí gumy.

Izolace vzduchovodů jsou vesměs navrženy tak, aby vyhovovaly dvojí funkci, tj. jako akustické a tepelné, nebo protipožární, přičemž vždy jedna z těchto funkcí je prioritní.

Je použito těchto druhů izolací:

a) Protihluková izolace tl. 10 cm s povrchovou úpravou v pozink. plechu.

Tato izolace je použita v celé strojovně 4A 6. a 7. NP + část střechy a má zabránit zejména pronikání hluku ze strojovny do rozvodných vzduchovodů. Tato izolace slouží druhotně i jako tepelná izolace. Izolace sestává z nehořlavé minerální plsti, osinkových desek, plechu a pomocných konstrukcí.

b) Akustickotepelná izolace s povrchovou úpravou osink. deskami.
Tato izolace je navržena pro celý střešní prostor. Složení izolace je z nehořlavé minerální plsti a osink. desek tl. 5 mm včetně pomocných konstrukcí.

c) Protipožární izolace s odolností 30 minut. Složení izolace: desky z minerální plsti IZOMA M tlouštky 6 cm, oboustr. ALFOL, šestihranné pletivo.

d) Tepelná izolace čtyřhranných vzduchovodů.
Tímto způsobem jsou izolovány vzduchovody, nejsou-li zahrnuty pod body a), b), c), e). Složení izolace: desky IZOMA M, tl. 4 cm (minerál. plst) a oboustranný ALFOL, šestihranné pletivo.

e) Tepelná izolace potrubí SPIRO.
Tímto způsobem je izolováno veškeré kruhové potrubí SPIRO včetně flexibilní trouby, není-li izolace provedena dle bodu c). Jako materiál je použit lamelový skružovatelný prvek LSP nalepený z jedné strany polyetylenovou vrstvou na hliníkovou folii a šestihranné pletivo.

4. Zkušenosti z provozu klimatizačních zařízení po půlročním zkušebním provozu.

Hlediště - přívod vzduchu do hlediště speciální »nohou« se osvědčil. Pokud je přiváděno skutečně projektované množství vzduchu o správné teplotě, je řešení vyhovující. Problémem jsou zděné kanály použité u tohoto zařízení, kde se při prvním uvedení do chodu »ztrácelo« až 80 % vzduchu. I po utěsnění je zaznamenáván únik cca 20 % upraveného vzduchu, což zapřičiňuje (spolu se zař. pro jeviště) podtlak v celém prostoru místo předpokládaného přetlaku. Netěsnost stavebních kanálů se projevila ve všech případech použití a proto pro budoucnost je v žádném případě nedoporučujeme. V současné době vyrábí n. p. Kovona Karviná samoregulační prvek pro konstantní množství vzduchu, kterým je možno při jiných akcích nahradit dovozový ventil, použitý v »noze«.

Jeviště - použití vysokotlakého systému se zónovými expanzními boxy pro jevištní část se ukázalo jako reálné. Naměřená hodnota hlučnosti na jevišti při chodu vzduchotechnických zařízení byla 33 dB(A). Přes tuto nízkou hodnotu doporučujeme zvukově izolovat expanzní box, který je zdrojem monotonního hluku, který se sice vzduchovody při použití tlumiče nešíří, ale proniká stěnami expanzního boxu. Zatím se nepodařilo plně nastavit regulaci proměnného odsáváného množství vzduchu v závislosti na množství přiváděného vzduchu a tím je v prostoru jeviště a hlediště určitá tlaková nevyváženost.

Zkušebna - náš záměr ovládání mikroklimatu režisérem dle počtu a pocitů zkoušejících se minul účinkem. Pravidelně se stávalo, že při odchodu zkoušejících byla ponechána žádaná hodnota teploty

na termostatu na spodní úrovni a druhý den ráno při zahájení nové zkoušky byly stížnosti na zimu. Provedlo se tedy přemístění volby teploty do velínu, kde na telefonické zavolání lze teplotu přestavit, ale vždy se vrací žádaná hodnota na +22 °C.

Technický dispečink - u tohoto zařízení došlo ke značnému rozdílu tepelných zátěží udaných do projektu a skutečných. Jednalo se jak o počet lidí, tak o počet diaprojektorů či kamer, tak i o jejich současnost provozu. Rovněž tak otázka spouštění hlavního chladicího zařízení při potřebě chladu u malého VZT zařízení je velmi problematická. V současné době se zpracovává úprava tohoto zařízení s vlastním chladicím agregátem a podstropními jednotkami, pracujícími se 100 % cirkulací. Pro porozumění problému uvádím, že tepelná zátěž v této místnosti je 600 Wm^{-2} při světlé výšce 2,32 m!

Zpětné získávání tepla - výkon rotačního výměníku se skutečně pohybuje na hranici účinnosti 0,8—0,85, regulace je přesná a až do venkovní teploty —8 °C je přiváděný vzduch ohříván na teplotu +16 °C bez použití jiné energie.

V zásadě se však projevily následující nedostatky:

— Při použití centrálního rotačního rekuperátoru nebylo možno dodržet podmínku umístění sacích a výtlačných ventilátorů na opačných stranách rekuperátoru, ale ventilátory byly umístěny na jedné straně. Toto rozmístění se projevilo zvětšením poměru cirkulačního vzduchu, který proudí přes rekuperátor do kanálu čerstvého vzduchu. Tuto nevýhodu lze odstranit použitím dalších pomocných ventilátorů na sacím i výtlačném kanálu s regulací proměnného množství vzduchu, nebo úpravou střední komory i těsnicích lišt rekuperátoru. Předpokládáme, že pomocí těchto úprav lze dosáhnout vnikání maximálně 5 % zpětného vzduchu do vzduchu přiváděného. V našem případě, kdy na rekuperátor je napojeno hlediště, jeviště, techn. dispečink a zkušebna, tento cirkulační vzduch není na závadu.

— Projevila se netěsnost sacích ústí jednotek BKB, kdy byl nasáván vzduch ze strojovny a při prvních zkouškách bez chodu rekuperátoru se venkovní vzduch při —2 °C někde »ohřál« na teplotu +12 °C. Dalo velmi mnoho práce najít veškeré stavební i montážní netěsnosti a tomuto »ohřívání« vzduchu zamezit.

— Na komoru za rekuperátorem jsou napojena celkem čtyři zařízení VZT. Jsou-li v provozu pouze tři zařízení, dochází uzavřenou klapkou jednotky BKB k nasávání zpětného vzduchu přes tuto přívodní jednotku. Těsnost klapek jednotek BKB danému uspořádání nevyhovuje.

Závěr

Dostavba okolí Národního divadla je ojedinělá stavba prvořadého společenského významu. Tato skutečnost pronikla do činnosti projektanta jako enormní množství mimořádně náročných požadavků na atypické konstrukce, materiály i výrobky a na kvalitu technických řešení, která musela být projektově rozpracována do zcela neobvyklých detailů, u objektu Nové scény navíc v mimořádně krátkém termínu.

Projektování staveb této kategorie vyžaduje jak od projektových organizací, tak od projektantů neběžný přístup, má-li být kvalita i termín stavby dodržen. Výsledek jejich tvůrčí činnosti budou hodnotit jiní. Lze však již nyní konstatovat, že jedině nadšení a iniciativní přístup, účinná spolupráce s partnery výstavby, výzkumnými ústavy a odbornými organizacemi umožnila to, že byly projektově zajištěny nejen důvodně plánované objekty dostavby, ale i budova Nové scény, a to v termínech a za podmínek zcela se vymykajících běžné praxi. Bylo by patrně prospěšné zvážit historii budování Nové scény a to, co je kladné, zejména bezprostřední součinnost projektanta a dodavatele, využít pro obdobné úkoly investiční výstavby. Toto konstatování se plně týká i projektu a provedení klimatizačních zařízení u této stavby.

2320
203