

## 1. Úvod

Projekt vzduchotechniky řeší opravu stávajícího vzduchotechnického zařízení, které slouží pro vytápění, chlazení a větrání vnitřních prostor kina Nadsklepí v Kroměříži.

Při návrhu řešení byly respektovány následující normy a předpisy:

- SN 01 3454 Technické výkresy a Instalace a Vzduchotechnika, klimatizace
- SN 12 7010 Navrhování v trácích a klimatizačních zařízeních
- SN EN 13 779 Vytápění nebytových budov - Základní požadavky na vytápění a klimatizaci zařízeních
- SN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostor
- SN 73 0802 Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty
- SN 73 0872 Ochrana staveb proti ohrožení požárem vzduchotechnickým zařízením
- Úplné znění zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a související prováděcí předpisy
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ze dne 24.8.2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění nařízení vlády č. 217/2016 Sb. ze dne 15.6.2016
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ze dne 12.12.2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb. ze dne 22.2.2010, nařízení vlády č. 93/2012 Sb. ze dne 29.2.2012, nařízení vlády č. 9/2013 Sb. ze dne 20.12.2012 a nařízení vlády č. 32/2016 Sb. ze dne 18.1.2016
- Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb. ze dne 12.8.2009, o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky ministerstva č. 20/2012 Sb. ze dne 9.1.2012
- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 6/2003 Sb. ze dne 16.12.2002, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností a některých staveb

## 2. Vstupní podklady

Základním podkladem pro návrh opravy vzduchotechnického zařízení bylo šetření posouzení aktuálního stavu systému vzduchotechniky v kinu Nadsklepí, které zpracoval doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D. v květnu 2017. Na základě závěrů z tohoto posouzení bylo možné problémy s provozem vzduchotechniky shrnout do několika základních bodů:

- rozdíly mezi realizační projektovou dokumentací a skutečným stavem vzduchotechniky,
- nedostatečné množství vzduchu pro vytápění jednotlivých prostor,
- nadměrný hluk vzduchotechniky,
- teplotní a vlhkostní parametry vnitřního prostředí.

Z výše uvedeného vyplynula nutnost provedení některých úprav, které by vedly ke zlepšení dosavadního stavu. Celkový rozsah projektové dokumentace byl následně stanoven na jednáních za účasti objednatele, provozovatele kina a projektantů jednotlivých profesí. Zpracovatelé měli k dispozici projektovou dokumentaci pro provádění stavby z července 2011 a projektovou dokumentaci skutečného provedení stavby z listopadu 2011 (obě zpracoval Centroprojekt a.s. Zlín). Další potřebné informace, zejména provedení skutečného provedení stávajících zařízení, byly zjišťovány v průběhu projektových prací při osobních prohlídkách přímo na místě.

## 3. Zdravotní vzduchotechnická část

Výpočtové stavy vnitřního prostředí:

- letní výpočtová teplota a entalpie 32°C / 61 kJ/kg
- zimní výpočtová teplota -12°C

Přípustné hodnoty hladiny hluku ve vnitřním prostoru:

Podle §11 NV č. 272/2011 Sb. je základní hladina akustického tlaku v chráněném vnitřním prostoru staveb 40 dB(A). Korekce přihlížející ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 pro tuto kategorii zdroje hluku je 0 dB(A). Celková přípustná hladina hluku tedy činí 40 dB(A).

Přípustné hodnoty hladiny hluku ve venkovním prostoru:

Podle §12 NV č. 272/2011 Sb. je základní hladina akustického tlaku v chráněném venkovním prostoru 50 dB(A). Korekce přihlížející ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 3 pro tuto kategorii zdroje hluku je 0 dB(A) a pro noční dobu se přidává další korekce - 10 dB(A). Celková přípustná hladina hluku tedy činí ve dne 50 dB(A) a v noci 40 dB(A).

Stanovení optimálního množství vzduchu pro vnitřní jednotlivých místností:

V rámci návrhu potřebných úprav vzduchotechnického zařízení bylo stanoveno optimální vzduchové množství pro jednotlivé místnosti s ohledem na hygienické minimum, hluk, krytí tepelných ztrát i chlazení v letním období. Uvažované jmenovité hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce:

Místnost		Plocha [m <sup>2</sup> ]	Výška [m]	Kubatura [m <sup>3</sup> ]	Počet osob	Přívod [m <sup>3</sup> /hod]	Výměna [1/hod]	Odvod [m <sup>3</sup> /hod]
Číslo	účel							
056	Šatna žen	22,50	2,60	58,5		400	6,8	
062	Šatna mužů	19,50	2,60	50,7		400	7,9	
115	Šatna	42,00	3,00	126,0		750	6,0	750
116	Bufet	21,35	3,00	64,1		350	5,5	350
117	Vstupní hala (Foyer)	106,10	2,80	297,1		1 000	3,4	1 000
124	Chodba, schodiště	16,90	5,90	99,7		200	2,0	
125	Sklad kulis	8,50	5,90	50,2		100	2,0	
126	Jeviště	91,95	5,90	542,5	40	3 000	5,5	
127	Hlediště	256,00	5,10	1 305,6	266	8 000	6,1	11 000
207	Přednáškový sál	71,00	3,00	213,0		1 800	8,5	1 800
<b>CELKEM</b>						<b>16 000</b>		<b>14 900</b>

**4. Celkové uspořádání a funkce zařízení****4.1. Pohled jednotlivých zařízení:**

- Zařízení č. 1 - Oprava stávající VZT jednotky
- Zařízení č. 2 - Oprava přívodu vzduchu pod hlediště
- Zařízení č. 3 - Oprava přívodu vzduchu na jeviště
- Zařízení č. 4 - Oprava odvodu vzduchu ze sálu
- Zařízení č. 5 - Doplnění servopohon regulovaných klapek
- Zařízení č. 6 - Oprava rozvodu vzduchu v promítací kabině

**4.2. Popis jednotlivých zařízení:****Zařízení č. 1 - Oprava stávající VZT jednotky**

Stávající VZT jednotka ve venkovním provedení, umístěná za plechovou stěnou vedle budovy, slouží za současného stavu nejen k vytápění a chlazení sálu, ale podstatným způsobem zajišťuje i jeho vytápění. V zimním a přechodném období však dochází k neřádnému výškovému rozvrstvení teploty vzduchu v sálu. Zatímco v nižší části blíže k jevišti převládá spíše pocit chladu, v horní části hlediště dochází k překročení doporučených hodnot. Tepelná pohoda je také narušována velkým kolísáním teploty přírodního vzduchu, což je dáno omezenými možnostmi regulace topného výkonu plynového ohřevu v jednotce. Platí to především pro

sníženém vzduchovém výkonu jednotky a níže momentální potřebě tepla. Topný výkon stávajícího ohřeva lze regulovat pouze v rozmezí 50-100 kW, takže dochází k jeho cyklování a k velkým výkyvům teploty píváděního vzduchu.

Bylo rozhodnuto doplnit do sálu topná tělesa, která pokryjí 90% tepelných ztrát a pouze zbývajících 10% zajistí vzduchotechnika. Aby se optimálně sladil vzduchový a topný výkon VZT jednotky a v maximální možné míře se zabránilo přílišnému kolísání teploty pívodního vzduchu, bude stávající komora plynového ohřeva demontována a nahrazena novou. Nový nerezový výměník bude mít níže jmenovitý výkon a bude vybaven pídavným modulem pro regulaci plynového hořáku signálem 0-10V. Topný výkon ohřeva tak bude možné regulovat v rozmezí 25-80 kW. Výměník bude připojen na stávající pívod plynu, pro odvod spalín bude vyuffit stávající komín.

Ke kolísání teploty pívodního vzduchu dochází i v letním období, protože stávající kondenzační jednotku chladícího okruhu lze regulovat pouze ve dvou výkonových stupních (50% a 100% jmenovitého chladícího výkonu). Vzhledem k tomu, že případná instalace nových kondenzačních jednotek s invertorovým řízením by byla finančně příliš nákladná, byla tato možnost ze strany objednatele zamítnuta. Provoz vzduchotechniky v letním období bude i nadále zajišťován chlazením sálu před začátkem představení, případně během předstávek.

### **Zařízení . 2 - Oprava pívodu vzduchu pod hledištěm**

Za stávajícího stavu je vzduch píváděn do prostoru pod hledištěm, odkud by měl přetlakem proudit do sálu přes mřížky pod sedadly. Velká část pívodního vzduchu se však do sálu dostává mezerami v akustickém obložení sálu. Tím dochází k výraznému narušení plánované distribuce vzduchu v prostoru sálu a pívodní vzduch tak má podstatně sníženou schopnost zajistit komfortní prostředí pro všechny diváky v hledišti. Pro správnou funkci vzduchotechniky bude prostor pod hledištěm zcela uzavřen a stavebně upraven tak, aby vnitřní povrchy stěn byly co nejlépe izotermní. V pravidelných intervalech zde budou pracovníci provozu kina provádět úklidové práce, aby se při provozu vzduchotechniky omezilo šíření prachu a neustot z tohoto prostoru do sálu.

Stávající pívodní potrubí pod hledištěm bude upraveno. Část bude demontována a část posunuta a doplněna tak, aby za stávající regulační klapky na odbočkách z hlavní větve bylo možné osadit tlumiče hluku. Cílem je umocnit zaregulování celého systému, aby se potřebné množství vzduchu dostalo i do místností na konci větvě (vstupní hala, přednáškový sál) a přitom se eliminoval zvýšený hluk při krcených klapkách na pívodu pod hledištěm. Všechny regulační klapky budou nově vybaveny servopohony s ovládáním 0-10V (dodávka profese MaR). Celé potrubí v části, která slouží pro pívod vzduchu pod hledištěm, bude opatřeno tepelnou izolací.

### **Zařízení . 3 - Oprava pívodu vzduchu na jevišti**

Dle vyjádření provozovatele je množství vzduchu, píváděné stávajícími podlahovými výústkami na jevišti příliš vysoké a při koncertech si hudebníci stíhají na prvan. Stávající potrubní rozvod pod jevištěm bude tedy demontován včetně kruhových výústek. Místnost ho se po demontáži stávající podlahy instaluje nové potrubí a v pásech podél bočních stěn se do nové podlahy osadí nové obdélníkové výústky. Celý potrubní rozvod pod jevištěm bude opatřen tepelnou izolací. V obou potrubních větvích budou umístěny regulační klapky, ovládané servopohonem 0-10V (dodávka profese MaR). Pívod vzduchu na jeviště tak bude možné dle potřeby snížit nebo úplně uzavřít. Za klapkami budou do potrubí vloženy tlumiče hluku a podlahové výústky budou na potrubí napojeny pomocí hlukově izolovaných hadic.

### **Zařízení . 4 - Oprava odvodu vzduchu ze sálu**

Stávající distribuční elementy pro odvod vzduchu ze sálu jsou osazeny ve stropě v nejvyšším místě u zadní stěny. Výústky jsou přes obdélníkové nástavce napojeny přímo na odvodní potrubí vedené nad podhledem a při provozu vzduchotechniky jsou výrazným zdrojem hluku. Příčina je stejná jako u pívodní větve. Aby byl vzduch v dostatečném množství odsáván i z místnosti na

konci v tře (předná-kový sál), musí být regulace na výústkách výrazněji i-krceny, což způsobuje nadměrný hluk.

Stávající potrubí nad podhledem v prostoru sálu bude kompletně demontováno včetně výústek a ve stejné trase bude instalován nový potrubní rozvod. Nové výústky budou opět osazeny do obdélníkových nástavců ve stropě, ale napojení na páteřní potrubní rozvod bude provedeno přes odbočky s osazenými regulačními klapkami. V připojovacím potrubí mezi klapkou a nástavcem s výústkou bude vždy umístěn tlumič hluku, nebo bude napojení provedeno pomocí hlukově izolovaných hadic. Všechny nové regulační klapky v odvodní větvi budou vybaveny servopohonem s ovládáním 0-10V (dodávka profese MaR).

### **Zařízení . 5 - Doplnění servopohonů regulačních klapek**

Všechny stávající regulační klapky v potrubních rozvodech budou nově vybaveny servopohonem s ovládáním 0-10V (dodávka profese MaR). Kromě případů, uvedených v předchozích zařízeních, se jedná o následující klapky:

- přívod do vstupní haly (117),
- přívod do předná-kového sálu (207),
- přívod do těstárny v 1.PP (056, 062),
- přívod do chodby a skladu kulis (124, 125),
- odvod ze těstárny, bufetu a vstupní haly (115, 116, 117),
- odvod z předná-kového sálu (207).

### **Zařízení . 6 - Oprava rozvodu vzduchu v promítací kabině**

Stávající počet a velikost distribučních elementů pro přívod a odvod vzduchu v promítací kabině neodpovídá požadavkům projektu návrhu. Výústky nemají dostatečnou plochu a vzduch přes ně proudí příliš vysokou rychlostí. Důsledkem je nadměrný hluk a vysoká rychlost proudění vzduchu v obytné oblasti.

Ob stávající obdélníkové výústky ve stropě budou vyufity pro přívod vzduchu do místnosti a k nim se přidá jedna nová stejné velikosti, osazená v místě stávajícího, momentálně zakrytovaného, otvoru ve stropě. Pro odvod vzduchu budou vyufity stávající kruhové otvory ve stropě plus jeden nový stejné velikosti (připraví stavba). Do otvorů se osadí odsávací talířové ventily.

Všechny přívodní a odvodní elementy budou napojeny na stávající VZT jednotku, která je umístěna v podkroví. Ohebné izolované hadice, použité jako rozvodné potrubí, budou demontovány. Místo nich budou zhotoveny nové rozvody z pozinkovaného plechu, opatřené tepelnou izolací. Sání čerstvého vzduchu do jednotky bude napojeno na stávající protidešťovou flázu ve špičkové zdi, výfuk znehodnoceného vzduchu bude napojen na stávající prostup přes stěhu. Napojení na potrubí, procházející stropem k distribučním elementům, bude provedeno pomocí tepelně izolovaných hadic.

Celkový vzduchový výkon stávající VZT jednotky se předpokládá u přívodní i odvodní části 600 m<sup>3</sup>/hod.

## **5. Energetická část**

Všechna vzduchotechnická zařízení, vyfukující se připojením na zdroje energií, jsou stávající. Dojde pouze k výměně plynového ohřevače stávající VZT jednotky za nový s menším topným výkonem. Nový ohřevač bude připojen na stávající rozvod zemního plynu a odtah spalin bude napojen do stávajícího komína.

## **6. Požadavky na ostatní profese**

### **Montáž a regulace:**

Stávající VZT jednotka pro výtahový sál bude vybavena novým systémem montáže a regulace, který mimo jiné zajistí:

- automatickou regulaci teploty primárního vzduchu v závislosti na vnitřní teplotě,
- regulaci otáček rotačního výměníku zpětného získávání tepla,
- ovládání servopohon uzavíracích klapek jednotky,
- signalizaci zanesení filtru vzduchu,
- ovládání otáček ventilátoru,
- ovládání vzduchového výkonu VZT jednotky na základě indexu CO<sub>2</sub>,
- nastavení polohy regulačních klapek v potrubních rozvodech pro různé provozní stavy dle požadavku uflivatele

### **Stavební úpravy:**

Pro vytvoření podmínek pro demontáž stávajících a montáž nových vzduchotechnických zařízení a pro zajištění správné funkce vzduchotechniky bude nutno ve stavební části provést následující práce:

- rozebrat část krycí stěny kolem stávající VZT jednotky, po výměně komory plynového ohřevače instalovat zpět,
- stavebně uzavřít prostor podhledu, opravit omítku stěn, povrch stěn opatřit nátěrem,
- demontovat stávající podlahu na jevišti (v místě rozvodu VZT v etn. spodní nosné části), do nové podlahy zhotovit otvory pro nové podlahové vyústky,
- demontovat stávající podhled v horní části sálu v pásu o délce cca 13 metrů a šířce cca 2 metry, nově zakrýt po úpravě VZT rozvod, osadit revizní otvory pro přístup k servopohonům regulačních klapek,
- v místech regulačních klapek rozebrat sádkokartonový podhled, po osazení servopohonů znovu zakrýt a osadit revizní otvory,
- zhotovit prostup přes betonový strop nad promítací kabinou pro osazení odsávacího ventilu (otvor průměru 200 mm), všechny (i stávající) prostupy po montáži VZT dle potřeby zapravit.

## **7. Opatření protihluková a protioslová**

Opravy vzduchotechnických zařízení byly navrženy tak, aby po jejich provedení nedocházelo k překročení přípustných hladin hluku dle platných hygienických předpisů ani ve vnitřních prostorách objektu kina, ani ve venkovním prostředí. Pro snížení hluku, zejména potrubím od ventilátoru nebo krtčích elementů, jsou navrženy tlumiče hluku, které jsou osazené do potrubních rozvodů, případně jsou distribuční elementy připojeny pomocí hlukově izolovaných hadic.

Pro omezení přenosu chvění jsou provedena tato opatření:

- ventilátory a kompresory jednotek jsou pružinově uloženy,
- jednotky a ventilátory jsou na přívodu a odvodu odděleny od potrubí pružnými tlumícími vložkami,
- potrubí bude na závěsech podloženo tlumícími podložkami,
- všechny prostupy stavebními konstrukcemi budou obloženy a dostatečně izolovány.

Pokud by i přes přijatá opatření docházelo u stávající VZT jednotky k problémům s hlukem ve venkovním prostředí, je možno na krycí stěnu kolem jednotky z vnitřní strany dodat nebo doplnit tepelnou izolaci, která část hluku pohltí.

## **8. Požární ochrana**

Vzduchotechnická zařízení, přívodní a potrubní rozvody jsou navrženy v souladu s příslušnými požárními normami a předpisy. Vzduchotechnická zařízení včetně potrubí a přívodů budou zhotovena z nehořlavých hmot. Navržené opravy respektují stávající požární bezpečnostní řešení objektu a není třeba doplňovat požární klapky do potrubních rozvodů, ani je opatřovat protipožární izolací.

## **9. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci**

Při realizaci oprav a dále při provozu, údržbě a opravách VZT zařízení je nutné dodržovat veškerá bezpečnostní opatření vyplývající z platných právních předpisů, souvisejících norem a kmenových norem jednotlivých elementů.

Všechny rotující části vzduchotechnických zařízení musí být opatřeny ochrannými kryty. Při spojení vzduchotechnických zařízení na rozvodnou síť musí být provedeno dle požadavků jednotlivých výrobců a příslušných norem a předpisů. Při prohlídce, revizi a údržbě všech vzduchotechnických zařízení je nutné zajistit jejich odpojení od el. sítě. Všechna vzduchotechnická zařízení musí být řádně uzemněna.

Za bezpečnost při práci je zodpovědný objednatel ve smyslu platných předpisů, respektive montér provádějící montáž. Za bezpečnost provozu vzduchotechnických zařízení ručí užívatel případně zaměstnanec, který má dozor nad provozem zařízení. Pro tento účel platí provozní a bezpečnostní předpisy spolu s předpisy pro obsluhu elektrických zařízení.

## **10. Předpoklady pro montáž**

Před začátkem montáže je třeba v dotčených prostorách demontovat veškerá stávající vzduchotechnická zařízení, která nebudou využívána.

Při montáži vzduchotechnických zařízení a rozvodů je třeba respektovat stávající rozvody jednotlivých profesí v objektu (průmyslové rozvody, osvětlení, elektroinstalace). Vedení nových rozvodů je nutno v případě potřeby přizpůsobit stávajícím stavebním konstrukcím.

Závěsy vzduchotechnických potrubí budou řešeny a při montáži, vzdálenost mezi závěsy bude cca 2 m, závěsový materiál bude pozinkován.

Po montáži vzduchotechnických zařízení musí následovat pečlivé zaregulování rozvodu vzduchu v souladu s profesí MaR. Je třeba definovat polohu jednotlivých regulačních klapek pro jednotlivé provozní stavy vzduchotechniky.

## **11. Používání, obsluha a údržba zařízení**

Doporučuje se, aby pracovníci povolení obsluhou a údržbou vzduchotechnických zařízení se zúčastnili montáže. Během zkušebního provozu zaujíme dodavatel obsluhující personál v používání, obsluze a údržbě zařízení a předá příslušné písemné návody.

Pro bezporuchový chod je nutné provádět pravidelné prohlídky a údržbu vzduchotechnických zařízení a příslušenství. Pro obsluhu a údržbu platí provozní předpisy dodané v technické dokumentaci od dodavatele (výrobce).

## **12. Závěr**

Návrh oprav vzduchotechnických zařízení vychází z předloženého zadání a z konkrétních požadavků objednatele a provozovatele. Řešení bylo přiblíženo během kontrolních dnů a odsouhlaseno při závěrečném jednání.

Vzduchotechnická zařízení budou pracovat za předpokladu, že budou dodána a namontována dle projektové dokumentace, budou řádně vyzkoušena, vyregulována a ověřena ve zkušebním provozu.