

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ OBJEKTU CASINA
DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vypracovala:
Vedoucí práce:
Školní rok**

**Bc. Jana Štětková
prof. Ing. Karel Kabele, CSc.
2021/2022**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Štětková</u>	Jméno: <u>Jana</u>	Osobní číslo: <u>468345</u>
Zadávací katedra: <u>K11125 TZB</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>3608T006 - Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Vytápění a chlazení objektu kasina</u>
Název diplomové práce anglicky: <u>Heating and cooling of the casino building</u>

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte koncept TZB zahrnující zásobování teplem, chladem, vodou, elektrickou energií, větrání a likvidaci odpadních vod pro daný objekt. Dále zpracujte projektovou dokumentaci vytápění a chlazení na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb.

Seznam doporučené literatury:

- [1] Kabele, K. a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1 Zdravotní technika Vytápění ČVUT 2005, ISBN 80-01-03327-9
- [2] Kabele, K. a kol.: TZB.Vytápění - podklady pro cvičení, ČVUT 2014, ISBN 978-80-01-05203-7
- [3] Chadderton, D.: Building Services Engineering, Routledge 2013, ISBN 0415699312
- [4] Papež, K., Vyoralová Z., Marková L., Garlík B., Jokl M. Energetické a ekologické systémy budov 2. Vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace, umělé osvětlení. Fakulta stavební, 1. vydání, ISBN: 978-80-01-03622-8, 2007. (NTK TH6021 .P37 2007 z)

Jméno vedoucího diplomové práce: prof.Ing.Karel Kabele, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 20.9.2021 Termín odevzdání diplomové práce: 2.1.2022
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

24.9.2021

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Klatovech dne

.....

Bc. Jana Štětková

Poděkování:

Ráda bych poděkovala panu prof. Ing. Karlu Kabelemu, CSc. za odborné vedení práce, ochotu a cenné rady při konzultacích, které mi pomohly k úspěšnému zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla vyjádřit poděkování rodině za jejich podporu při studiu.

Obsah

1	Úvod	8
2	Popis objektu.....	9
2.1	Konstrukční řešení.....	9
2.2	Materiálové řešení	9
2.3	Provozní řešení	9
2.4	Časový rozvrh casina.....	9
2.5	Zónování objektu.....	11
3	Požadavky na vnitřní prostředí	13
3.1	Teplota vnitřního prostředí.....	13
3.1.1	Požadavky na vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12831-1	14
3.1.2	Požadavky na pobytové místnosti a související sociální zařízení	14
3.1.3	Požadavky na pracoviště a související sociální zařízení	15
3.1.4	Kuchyně	16
3.2	Maximální povrchová teplota podlahy	16
3.3	Relativní vlhkost vzduchu	16
3.4	Větrání	16
3.4.1	Větrání pobytových prostor a souvisejícího sociálního zařízení.....	16
3.4.2	Větrání na pracovištích a souvisejícím sociálním zařízení	17
3.4.3	Pobytové prostory s konzumací	18
3.4.4	Kuchyně	18
3.5	Rychlost proudění vzduchu	18
3.6	Hluk	18
3.6.1	Chráněný vnitřní prostor staveb	18
3.6.2	Chráněný venkovní prostor staveb.....	19
3.6.3	Hluk na pracovišti	19
4	Specifické požadavky na technické zařízení objektu.....	19
5	Příklady technického řešení v obdobných typech objektů.....	20
5.1	Casino & Hotel ADMIRAL Alžbětín.....	20
5.1.1	Popis objektu.....	20
5.1.2	Vodovod, kanalizace, plynovod, elektrická energie.....	20
5.1.3	Vytápění, vzduchotechnika, klimatizace.....	21
5.2	Casino Magic Planet Gold Vestec	22
5.2.1	Popis objektu.....	22
5.2.2	Vytápění, vzduchotechnika, klimatizace.....	22

5.3	Victory Casino Brno.....	24
5.3.1	Popis objektu.....	24
5.3.2	Vytápění, vzduchotechnika, klimatizace.....	25
6	Koncept řešení technického zařízení objektu	26
6.1	Vodovod	26
6.2	Kanalizace	26
6.3	Plynovod.....	26
6.4	Elektrická energie.....	26
6.5	Vzduchotechnika	26
6.6	Vytápění a chlazení	26
6.7	Ohřev TV.....	27
7	Navržená soustava vytápění.....	28
7.1	Dimenzování zdroje tepla.....	28
7.2	Zdroj tepla	28
7.3	Ohřev TV.....	28
7.4	Koncové distribuční prvky	29
7.4.1	Podlahové vytápění	29
7.4.2	Otopná tělesa.....	30
7.4.3	Jednotky FCU	30
7.5	Výměníky ve VZT jednotkách	31
8	Navržená soustava chlazení	31
8.1	Dimenzování zdroje chladu.....	31
8.2	Zdroj chladu.....	32
8.2.1	Pasivní chlazení.....	32
8.2.2	Aktivní chlazení	33
8.3	Koncové distribuční prvky	33
8.4	Výměníky ve VZT jednotkách	33
9	Nadřazená regulace systému vytápění a chlazení.....	34
10	Závěr	35
11	Seznamy literatury, tabulek, obrázků a příloh.....	37
11.1	Seznam použité a doporučené literatury	37
11.2	Seznam tabulek	39
11.3	Seznam obrázků	39
11.4	Seznam příloh	40

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je zpracování návrhu vytápění a chlazení objektu casina. Diplomová práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Teoretická část se zabývá analýzou řešeného objektu, stanovuje požadavky na vnitřní prostředí a dále vymezuje rozsah požadavků pro následný návrh celého systému vytápění a chlazení. Součástí teoretické části je také uvedení technického řešení v obdobných typech objektů a koncept celkového technického řešení objektu casina.

Na základě provedeného rozboru je vyhodnocen nejvhodnější způsob vytápění a chlazení objektu podle stanovených návrhových požadavků a následně zpracován návrh vytápění a chlazení v praktické části této práce. Výstupem je celková projektová dokumentace ve stupni rozšířené dokumentace ke stavebnímu povolení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Casino, vytápění, pasivní chlazení, aktivní chlazení, tepelné čerpadlo, výrobek studené vody, suchý chladič, podlahové vytápění a chlazení, desková a trubková otopná tělesa, fancoil jednotka, výměník tepla, expanzní nádoba, akumulční nádoba, expanzní zařízení, pojistné zařízení, systém regulace, oběhové čerpadlo.

ABSTRACT

The aim of the diploma thesis is to design a heating and cooling system of a casino building. The diploma thesis is divided into theoretical and practical part. The theoretical part deals with the analysis of the solved object, determines requirements for indoor environment and further defines the scope of requirements for the subsequent design of the entire heating and cooling system. In the theoretical part is also the introduction of technical solutions in similar types of buildings and the concept of the overall technical solution of the casino building.

Based on the performed analysis, the most suitable method of heating and cooling of the building is evaluated according to the set design requirements and subsequently the design of heating and cooling in the practical part of this work is processed. The output is the overall project documentation in the stage of extended documentation for the building permit.

KEYWORDS

Casino, heating, passive cooling, active cooling, heat pump, chiller, dry cooler, floor heating and cooling, plate and tube radiators, fancoil unit, heat exchanger, expansion vessel, buffer tank, pressurisation system, safety technology, regulation system, circulator pump.

1 Úvod

Diplomová práce se zabývá návrhem konceptu řešení technického zařízení objektu casina, Řešení objektu casina z pohledu technického zařízení budov má svá zajímavá specifika. Jedná se zejména o multifunkčnost objektu s různými požadavky na provoz jeho jednotlivých částí. Tyto požadavky se mohou v některých případech shodovat, mohou si ale také odporovat a vytvářet v jednom časovém okamžiku protikladné požadavky na funkci systému technického zařízení budov.

Cílem práce je zjištění základních legislativních požadavků na jednotlivé provozy, stanovení základních funkčních požadavků na jednotlivé provozy, jejich zhodnocení a vzájemné uzpůsobení pro vytvoření jednotného a fungujícího celku. Při návrhu systémů je nutné zohlednit nejen tyto faktické požadavky na objekt, ale také vzít v úvahu aktuální stále se vyvíjející náhled společnosti na dopad systémů TZB na životní prostředí. Dnes není cílem projektanta pouze navržení co nejlevnějšího a nejjednoduššího systému technického zařízení budov, ale návrh takového systému, který by odpovídal současné představě o ekologické udržitelnosti.

V teoretické části je zpracována analýza objektu, rozdělení objektu do funkčních celků, které jsou následně respektovány při návrhu jednotlivých systémů technického zařízení. Teoretická část dále stanovuje požadavky na vnitřní prostředí, kterými jsou např. vnitřní výpočtová teplota, intenzita větrání, maximální hluková zátěž apod. Tyto požadavky jsou základním stavebním kamenem při návrhu systému vytápění a chlazení.

Praktická část se zabývá komplexním návrhem systému vytápění a chlazení pro řešený objekt na základě zjištěných požadavků ve stupni rozšířené dokumentace ke stavebnímu povolení podle *Vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb*.

2 Popis objektu

Řešeným objektem je třípodlažní budova casina, která zahrnuje nejen samotné prostory herny, ale nachází se zde i restaurace s vlastní kuchyní. Samostatné patro je vyhrazeno pro hotelové pokoje pro hosty s vlastním sociálním zařízením. Vedle casina je situováno parkoviště pro jeho návštěvníky.

2.1 Konstrukční řešení

Konstrukční systém budovy je navržen železobetonový sloupový s osovou vzdáleností sloupů cca 5,7 x 5,7 m. Obvodové konstrukce tvoří zdivo z pórobetonu s vnějším kontaktním zateplením. Stropní a střešní konstrukce je navržena ze železobetonu.

2.2 Materiálové řešení

Vnější obvodové zdivo je tvořeno pórobetonovými tvárnicemi a zatepleno kontaktním zateplovacím systémem z minerální vaty. Fasádu objektu tvoří vnější omítkový systém žluté barvy. Vnitřní příčkové zdivo je taktéž z pórobetonu a omítnuté, příčky mezi jednotlivými hotelovými pokoji jsou navrženy zdvojené s vloženou izolací z minerální vaty k účinnému omezení šíření hluku mezi pokoji. Povrchovou úpravu podlahy herny, hlavního schodiště a hotelových pokojů bude tvořit koberec, provozy se zvýšeným výskytem vlhkostí (kuchyně, koupelny hotelových pokojů, sociální zařízení) budou opatřeny dlažbou a keramickým obkladem. Místnosti herny jsou převážně bez oken, vstup na terasu ve 2NP tvoří francouzská okna, která jsou opatřena neprůsvitnou folií. Výplně okenních otvorů v hotelových pokojích jsou opatřeny vnějšími roletami a vnitřními žaluziemi za účelem maximálního omezení tepelných zisků v letních měsících. Zastřešení objektu je řešeno formou ploché střechy se zateplením z expandovaného polystyrenu a střešní krytinu tvoří asfaltové pásy.

2.3 Provozní řešení

Objekt pojímá celkem tři nadzemní podlaží. Z parkoviště se v úrovni 1NP vchází do vstupní haly a recepce, ze které jsou návštěvníci uvedeni přímo do hlavní herní místnosti. Hlavním využitím 1NP je tedy samotná herna a dále restaurace s kuchyní. 2NP dominuje taktéž herní plocha, dále se zde nachází technické zázemí pro zajištění bezproblémového chodu celého casina a zázemí pro zaměstnance. Ve 3NP jsou pro hosty casina situovány hotelové pokoje s vlastním sociálním zařízením.

Propojení jednotlivých podlaží zajišťují dvě schodiště. První třiramenné schodiště ve tvaru U se nachází v blízkosti hlavního vstupu pro návštěvníky na východní straně objektu a je přístupné přímo z prostoru herny. Druhé schodiště se nachází na severní straně objektu a je určeno pro pohyb zaměstnanců v objektu. Hlavní horizontální komunikační prostor v 1NP a ve 2NP tvoří samotná herna, ze které jsou přístupné veškeré související služby vyhrazené pro návštěvníky (restaurace, masáže, bary) a sociální zařízení. Přístup k jednotlivým pokojům ve 3NP zajišťuje prostorná chodba.

2.4 Časový rozvrh casina

Návštěvníci casina mají možnost zúčastnit se rozmanité škály her, od pokeru, rulety, BlackJacku až po klasické herní automaty. Otevírací doba casina je nepřetržitá, tedy od 0:00 do 24:00 hod. Herní automaty jsou zpřístupněné nepřetržitě, stejně tak je tomu v případě služeb

restaurace, masáže apod. Jelikož poker, ruleta a BlackJack vyžadují přítomnost krupiéra (tzv. živá hra), je celková možná kapacita živé hry využita pouze v době od 15:00 do 03:00 hod (tzv. hlavní čas), kdy jsou provozovány velké turnaje. Po zbývajícím čase otevírací doby (tzv. vedlejší čas) jsou k dispozici pouze 4 hrací stoly – 2x poker, 1x ruleta, 1x BlackJack. Od takto stanoveného rozvrhu se odvíjí počet zaměstnanců, předpokládané procento využití hracích stolů a pravděpodobný výskyt hráčů v objektu. Předpokládané počty obsazených stolů, zaměstnanců a hráčů jsou uvedeny v *Tab. 1* a *Tab. 2*. [5.1]

Tab. 1 Předpokládaný počet zaměstnanců v objektu

	Maximální počet zaměst.	Hlavní čas		Vedlejší čas	
		Soudobost	Skutečný počet zaměst.	Soudobost	Skutečný počet zaměst.
Bary	4	1	4	1	4
Restaurace	3	1	3	1	3
Kuchyně	5	1	5	1	5
Masáže	6	0,3	2	0,65	4
Recepce masáže	1	1	1	1	1
Recepce	1	1	1	1	1
Krupiéři	31	0,7	23	0,1	4
Hostesky	30	0,7	21	0,3	9
Ostraha	8	1	8	0,75	6
Úklid	2	1	2	1	2
Celkem	91		70		39

Tab. 2 Předpokládaný počet návštěvníků v objektu

				Hlavní čas			Vedlejší čas		
	Počet stolů/zařízení	Počet hráčů/stůl, zařízení	Maximální počet hráčů dle navržených her	Soudobost	Skutečný počet stolů	Skutečný počet hráčů	Soudobost	Skutečný počet stolů	Skutečný počet hráčů
Hráči - poker	21	8	168	0,7	15	118	0,1	2	16
Hráči - ruleta	4	5	20	0,7	3	14	0,2	1	5
Hráči - BlackJack	6	7	42	0,7	5	30	0,1	1	7
Hráči - automaty	35	1	35	0,3	10	10	0,7	25	25
Doprovod			70	0,7		52	0,1		5
Restaurace			32	0,4		13	0,7		23
Masáže			6	0,3		2	0,65		4
Pokoje			26	0,2		6	0,75		20
Celkem			399			245			105

Z výše uvedeného je patrné, že největší počet zaměstnanců i návštěvníků se v casinu vyskytuje v hlavní hrací čas (kdy se pořádají zejména turnaje).

2.5 Zónování objektu

Objekt byl na základě charakteru provozu technologicky rozdělen do tří následujících zón:

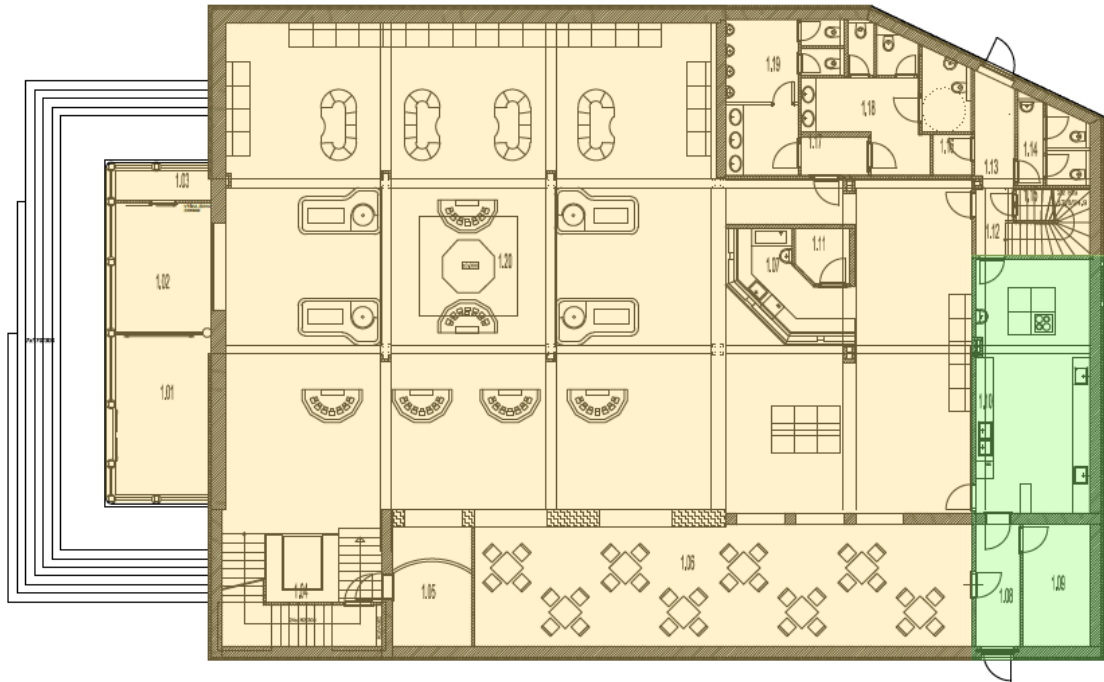
Zóna 1 – Casino, restaurace, recepce apod. (1NP+2NP)

Zóna 2 – Kuchyně (1NP)

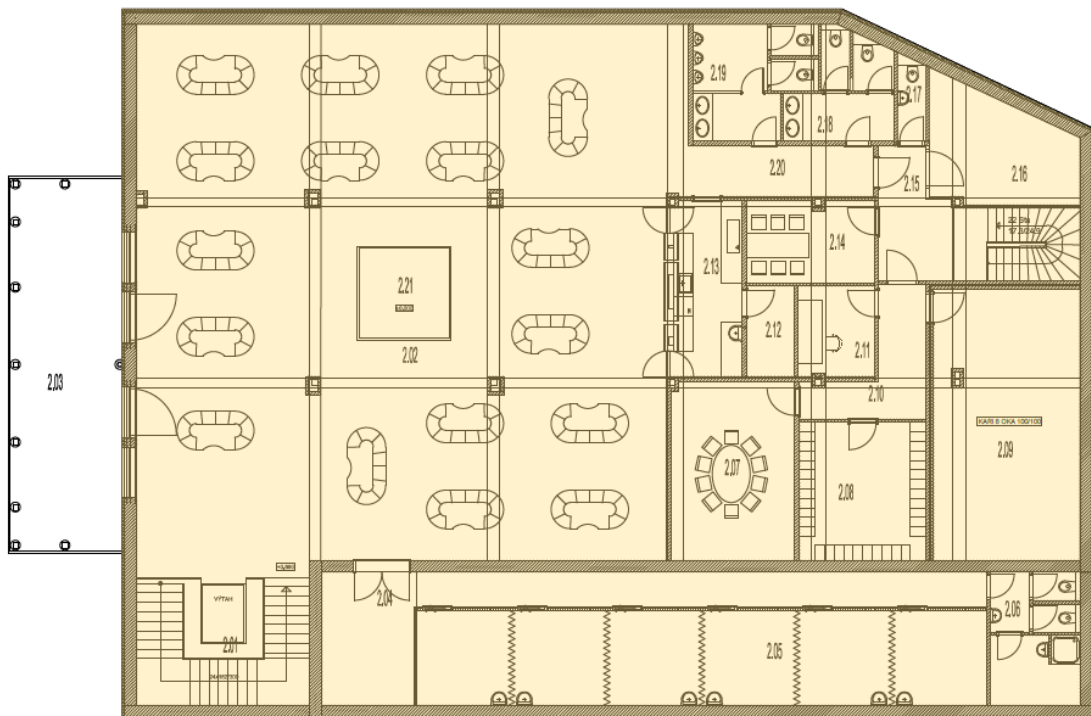
Zóna 3 – Hotelové pokoje (3NP)

Tyto zóny budou respektovány při návrhu celkového technického řešení objektu. Zejména se bude jednat o možnost individuálního ovládní jednotlivých zón na základě aktuálního požadavku na vnitřní prostředí nebo o odstavení celé zóny z provozu bez vlivu na provoz dalších zón.

Půdorys 1NP:

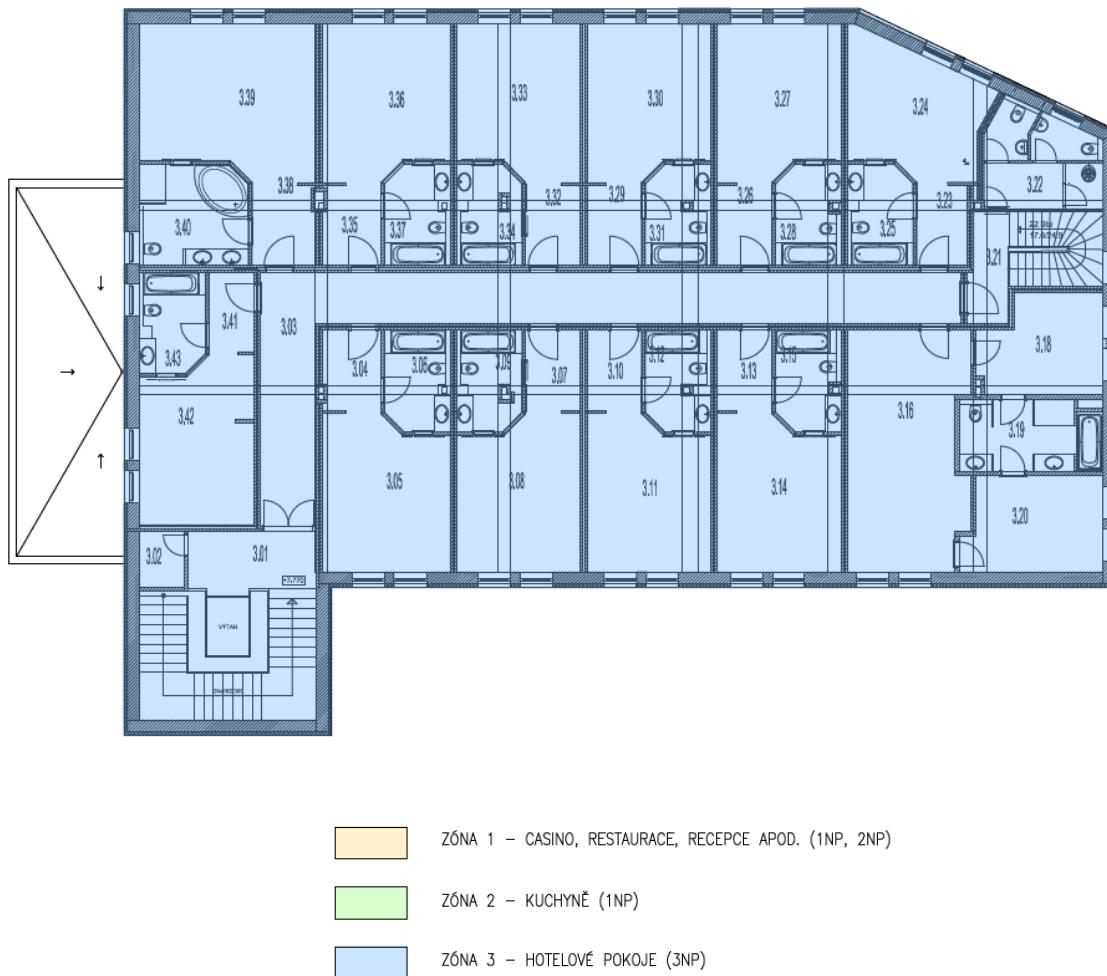


Půdorys 2NP:



- ZÓNA 1 – CASINO, RESTAURACE, RECEPCE APOD. (1NP, 2NP)
- ZÓNA 2 – KUCHYNĚ (1NP)
- ZÓNA 3 – HOTELOVÉ POKOJE (3NP)

Půdorys 3NP:



Obr. 1 Zónování objektu

3 Požadavky na vnitřní prostředí

3.1 Teplota vnitřního prostředí

Norma ČSN EN 12831–1 *Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3* uvádí v národní příloze NA vnitřní výpočtové teploty pro základní škálu objektů a typické druhy vytápěných místností. Konkrétní hodnoty pro objekt casina se však v normě nevyskytují. Obdobně je tomu i v případě Vyhlášky č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb, která udává výsledné teploty kulového teploměru v některých pobytových místnostech a přiléhajícím sociálním zařízení, nicméně požadavky pro místnosti casina zde opět uvedeny nejsou. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci udává teplotu na pracovištích podle jednotlivých tříd práce a teplotu vzduchu na sociálním zařízení při pracovištích.

V řešeném objektu se všechna tato nařízení vzájemně prolínají, vnitřní výpočtové teploty pro jednotlivé místnosti budou uvažovány na základě podobnosti s obdobným provozem uvedeným v následujících tabulkách.

3.1.1 Požadavky na vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12831-1

V řešeném objektu se nachází hotelové pokoje a restaurace, pro které národní příloha výše zmíněné normy ČSN EN 12831-1 hodnoty vnitřní výpočtové teploty uvádí. Při bližším porovnání casina a hotelu, jejich jednotlivých druhů místností a v nich předpokládaného chování návštěvníků se dá usuzovat na jistou podobnost obou provozů, a tedy i na potřebu zajištění obdobných vnitřních podmínek. [1.1]

Tab. 3 Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12 831-1 [1.1]

Hotely a restaurace	Vnitřní výpočtová teplota
Druh vytápěné místnosti	t_i [°C]
Pokoje pro hosty	20
Kuchyně	24
Koupelny	24
Hotelové haly, zasedací místnosti, jídelny, sály	20
Hlavní schodiště	15
Vedlejší schodiště	10
Vytápěné vedlejší místnosti (klozety, chodby aj.)	15

3.1.2 Požadavky na pobytové místnosti a související sociální zařízení

Tab. 4 specifikuje výsledné teploty kulového teploměru pobytových prostor dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb. V této tabulce opět nejsou specifikovány prostory typické pro kasino, nicméně hrací plochy casina slouží taktéž ke shromažďování osob, jako je tomu v případě v tabulce uvedených zasedacích místností. Ze zmíněných hodnot také vyplývají minimální výsledné teploty kulového teploměru pro zimní období a maximální pro období letní, kdy je pro zimní období tato teplota charakterizována hodnotou 20 °C a pro letní období hodnotou 26 °C. [2.1]

Tab. 4 Výsledná teplota kulového teploměru pobytových prostor dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb. [2.1]

Druh pobytové místnosti	Výsledná teplota kulového teploměru	
	Chladné období (zima)	Teplé období (léto)
Zasedací místnost staveb pro shromažďování většího počtu osob	22,0 ± 2,0 °C	24,5 ± 1,5 °C
Ubytovací zařízení	22,0 ± 2,0 °C	24,0 ± 2,0 °C

V Tab. 5 jsou uvedeny hodnoty teploty vzduchu odváděného ze sociálního zařízení při pobytových místnostech, které v prostoru casina najdeme např. v podobě sociálního zařízení pro návštěvníky nebo vedle masážních místností.

Tab. 5 Teplota odváděného vzduchu pro hygienická zařízení u pobytových místností dle Vyhlášky 6/2003 Sb. [2.1]

Druh místnosti	Hygienické zařízení u pobytových místností – teplota odváděného vzduchu [°C] dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb.
Umývárny	22
Sprchy	25
WC	18

3.1.3 Požadavky na pracoviště a související sociální zařízení

Teplota na pracovištích je upravena Nařízením vlády č. 361/2007 Sb. a je stanovena dle třídy práce a kategorie pracoviště. Hodnoty jsou uvedeny v následující Tab. 6, pro řešený objekt je uvažováno s pracovištěm kategorie C.

Tab. 6 Teplota na pracovišti dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [2.2]

Třída práce	Celkový průměrný energetický výdej [$W \cdot m^{-2}$]	Kategorie	Klimatizované pracoviště	
			Tepelný odpor oděvu 1,0 clo	
			t_{min} [°C]	
IIa	81-105	A	20	±1,0
		B		±1,5
		C		+2,5 -2,0

Kategorie A – klimatizované pracoviště s požadovanou vysokou kvalitou prostředí, na němž je vykonávána práce náročná na pozornost a soustředění (např. zpracování odborných stanovisek, zpracování dat a dále pro pracoviště určené pro tvůrčí práci – grafika, překladatelství)
 Kategorie B – klimatizované pracoviště s požadovanou střední kvalitou prostředí při práci vyžadující průběžnou pozornost a soustředění (úkony spojené s vyřizováním korespondence, psaní na počítači)
 Kategorie C – ostatní klimatizovaná pracoviště

Teplota odváděného vzduchu pro hygienická zařízení při pracovištích je uvedena v následující Tab. 7.

Tab. 7 Teplota odváděného vzduchu pro hygienická zařízení a dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [2.2]

Druh místnosti	Sanitární zařízení – pracoviště – výsledná teplota vzduchu [°C] dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.
Šatny	20
Umývárny	22
Sprchy	25
WC	18

Z výše uvedených údajů je patrné, že teploty se v jednotlivých nařízeních (vnitřní výpočtové teploty, teploty pro pobytové i pracovní prostředí) alespoň přibližují. Vnitřní výpočtové teploty pro místnosti casina tedy budou odvozovány od vnitřní výpočtové teploty

uváděné pro hotely a restaurace. Vzhledem k faktu, že hlavní schodiště je propojeno s hlavní hrací plochou, bude v obou místnostech uvažována stejná vnitřní výpočtová teplota, a to 20 °C. Dále pro zvýšení komfortu uživatelů bude v prostorech sociálního zařízení, na chodbách a ve vedlejších schodištích uvažováno taktéž s teplotou 20 °C.

3.1.4 Kuchyně

Dle ČSN EN 16282-1 *Zařízení komerčních kuchyní – Prvky pro větrání komerčních kuchyní – Část 1: Obecné požadavky včetně výpočtové metody* by se teplota v kuchyních měla pohybovat v rozmezí 18-26 °C. [1.2]

3.2 Maximální povrchová teplota podlahy

Maximální povrchová teplota podlahy dle ČSN EN 1264-2 *Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 2: Podlahové vytápění: Postupy pro stanovení tepelného výkonu výpočtovými a experimentálními metodami* je stanovena na 29 °C pro běžně užívané místnosti, pro místnosti, kde se předpokládá krátkodobý pobyt osob, 35 °C. [1.3]

3.3 Relativní vlhkost vzduchu

Relativní vlhkost vzduchu by se měla pohybovat v rozmezí 30-70 %, viz následující Tab. 8.

Tab. 8 Relativní vlhkost vzduchu dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb., Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. a ČSN EN 16282-1 [2.1] [2.2] [1.2]

Relativní vlhkost vzduchu	Chladné období (zima)	Teplé období (léto)
V obytných místnostech	min. 30 %	max. 65 %
Na klimatizovaných pracovištích	30-70 %	
Kuchyně	min. 30 %	

3.4 Větrání

3.4.1 Větrání obytných prostor a souvisejícího sociálního zařízení

Množství čerstvého vzduchu je dle Vyhlášky č. 20/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, dáno hodnotou 25 m³/h na osobu nebo intenzitou větrání 0,5/h. Tyto hodnoty byly stanoveny na základě požadavku na dodržení maximální koncentrace CO₂ ve vnitřním prostředí, které činí 1500 ppm. Větrání sociálního zařízení při obytných místnostech je pak uvedeno v Tab. 9. [2.3]

Tab. 9 Větrání hygienického zařízení u obytných prostor dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb. [2.1]

Druh místnosti	Hygienická zařízení u obytných místností – množství odváděného vzduchu [m ³ ·h ⁻¹] dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb.
Šatny	-
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	35 - 110 na 1 sprchu
WC	50 na 1 mísu 25 na 1 pisoár

Vzhledem k charakteru sociálního zařízení u hotelových pokojů, kdy se předpokládá režim užívání obdobný jako v případě koupelen u obytných místností, budou hodnoty nárazového množství větracího vzduchu uvažovány dle následující *Tab. 10*.

Tab. 10 Požadavky na větrání sociálního zařízení u obytných místností dle ČSN EN 15665/Z1 [1.4]

Požadavek	Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)
	Koupelny
Jednotka	[m ³ ·h ⁻¹]
Minimální hodnota	50
Doporučená hodnota	90

3.4.2 Větrání na pracovištích a souvisejícím sociálním zařízením

V objektu se nevyskytují pouze hosté, pohybuje se zde také personál, ať už se bude jednat o recepční, obsluhu za barem, pracovníky v kuchyni a v restauraci nebo o členy ochranky. Nařízení vlády č. 361/2007 stanovuje minimální množství čerstvého vzduchu přiváděného do objektu na jednoho pracovníka v závislosti na vykonávané třídě práce. Tyto požadované hodnoty jsou uvedeny v *Tab. 11*. Vzhledem k pracovním pozicím předpokládaným v objektu casina se bude jednat o třídy práce I a IIa bez přítomnosti chemických látek. [2.2]

Tab. 11 Minimální množství přiváděného čerstvého vzduchu na zaměstnance dle Nařízení vlády č.361/2007 [2.2]

Množství čerstvého vzduchu [m ³ ·h ⁻¹]	Třída práce
25 m ³ /h	I, IIa, bez přítomnosti chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění
50 m ³ /h	I, IIa, s přítomností chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění
70 m ³ /h	IIb, IIIa, IIIb
90 m ³ /h	IVa, IVb, V

Hodnoty minimálního množství čerstvého vzduchu se navyšují o 10 m³/h na jednoho zaměstnance v případě dalšího znečištění pracoviště např. teplem nebo pachy. Pracoviště jsou klimatizovaná, proto s tímto dalším zatížením není uvažováno. [2.2]

V případě využití teplovzdušného větrání nebo klimatizace musí být zajištěno, aby podíl čerstvého venkovního vzduchu nebyl menší než 15 % z celkového objemu přiváděného vzduchu.

Požadavky na větrání sociálního zařízení při pracovištích je uvedeno v následující *Tab. 12*. [2.2]

Tab. 12 Větrání sociálního zařízení při pracovištích dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [2.2]

Druh místnosti	Sanitární zařízení – pracoviště – výměna vzduchu [m ³ ·h ⁻¹] dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.
Šatny	20 na 1 šatní místo
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	150-200 na 1 sprchu
WC	50 na 1 kabinu 25 na 1 pisoár

3.4.3 Pobytové prostory s konzumací

Pro prostor restaurace je minimální dávka čerstvého vzduchu na obsluhující personál dána hodnotou $70 \text{ m}^3/\text{h}$ viz *Tab. 11*, pro docílení vyššího komfortu zákazníků je na jedno místo u stolu uvažováno s hodnotou $50 \text{ m}^3/\text{h}$. V těchto prostorech se neuvažuje s provozováním diskoték ani tance, v tomto případě by se hodnota zvyšovala na $100 \text{ m}^3/\text{h}$ až $150 \text{ m}^3/\text{h}$ na jedno místo. [3.7]

3.4.4 Kuchyně

Množství odváděného vzduchu pro kuchyně a související provozy jsou uvedeny v ČSN EN 16282-1.

Tab. 13 Množství větracího vzduchu pro kuchyně dle ČSN EN 16282-1 [1.2]

Typ kuchyně	Objem vzduchu
Kuchyně celkově	$90 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2$
Grilování a pečení, oblast mytí nádobí	$120 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2$

3.5 Rychlost proudění vzduchu

Za účelem zajištění příjemného vnitřního prostředí bez pocitu průvanu je rychlost proudění vzduchu v pobytové zóně omezena hodnotami uvedenými v následující *Tab. 14*. [2.1] [2.2]

Tab. 14 Rychlost proudění vzduchu dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb. a Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [2.1] [2.2]

Rychlost proudění vzduchu	Chladné období (zima)	Teplé období (léto)
V pobytových místnostech	$0,13 - 0,20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$0,16 - 0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Na klimatizovaných pracovištích	$0,05-0,20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	

3.6 Hluk

3.6.1 Chráněný vnitřní prostor staveb

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací upravuje hygienické limity v podobě hladiny maximálního akustického tlaku pro zdroje uvnitř objektu. Hodnoty se dále upravují korekcemi, které jsou odvozeny např. od účelu místnosti nebo od denní doby. Celkový hygienický limit se stanoví jako součet základního limitu a příslušných korekcí. Limitní hladiny akustického tlaku a příslušné korekce jsou uvedeny v *Tab. 15* a *Tab. 16*. [2.4]

Tab. 15 Limitní hodnoty hladiny maximálního akustického tlaku dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. [2.4]

Charakter zdroje hluku	Kritérium		Limitní hodnoty [dB]
	Denní doba 6:00 – 22:00	Noční doba 22:00 – 6:00	
3) Hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu	Hladina maximálního akustického tlaku	Hladina maximálního akustického tlaku	40 dB + korekce

Tab. 16 Korekce pro stanovení hladiny maximálního akustického tlaku pro chráněný vnitřní prostor staveb dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. [2.4]

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce [dB]
Obytné ~ pobytové místnosti	6:00 – 22:00	0
	22:00 – 6:00	-10

3.6.2 Chráněný venkovní prostor staveb

Základní limit hladiny akustického tlaku pro chráněný venkovní prostor staveb činí 50 dB a nevztahuje se na hluk způsobený leteckou dopravou a na vysokoenergetický impulsní hluk. Celkový hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku se stanoví jako součet základního limitu a příslušných korekcí, uvedených v Tab. 17. [2.4]

Tab. 17 Korekce pro stanovení hladiny maximálního akustického tlaku pro chráněný venkovní prostor staveb dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. [2.4]

Druh chráněného prostoru	Hluk z provozu stacionárních zdrojů	
	Denní doba [dB]	Noční doba [dB]
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	-10

3.6.3 Hluk na pracovišti

Hluk na pracovišti je upravován taktéž Nařízením vlády č. 272/2011 Sb., které stanovuje přípustné expoziční limity ustáleného a proměnného hluku při práci, které jsou vyjádřeny ekvivalentní hladinou akustického tlaku nebo expozicí zvuku. [2.4]

4 Specifické požadavky na technické zařízení objektu

Casino je ze své podstaty objekt vysoce luxusní, je zde tedy předpoklad, že jeho návštěvníci nebudou chtít být v ničem omezováni. To může mít za následek zbytečné plýtvání zdroji energií a vody. Z tohoto důvodu je potřeba učinit opatření, která zajistí šetrné zacházení s přírodními zdroji, aniž by uživatel pocítil jakýkoliv diskomfort a omezení.

Jelikož se jedná o objekt s vysokým počtem osob, základním požadavkem je napojení objektu na dostatečně vydatný zdroj pitné vody. Zároveň z výše uvedeného vyplývá požadavek na takové technické řešení, které umožní maximální možnou úsporu spotřeby pitné vody. S úsporou pitné vody zároveň souvisí omezení množství znečištěných vod určených k likvidaci mimo objekt.

V objektu bude instalováno velké množství herních zařízení, z nichž většina vyžaduje připojení do elektrické sítě. V herních prostorech je minimální počet oken (případně jsou okna opatřena neprůsvitnou fólií), umělé osvětlení tedy bude v provozu prakticky nepřetržitě. Z toho vyplývá požadavek na dostatečný rezervovaný příkon z elektrické distribuční soustavy. V případě požadavku na omezení dodávané el. energie z veřejné distribuční sítě by bylo vhodné instalovat na střechu objektu fotovoltaické panely pro lokální výrobu elektrické energie.

Hlavním požadavkem na vzduchotechnické zařízení objektu je přívod dostatečného množství čerstvého vzduchu, odvod vzduchu znehodnoceného a částečná eliminace tepelných

zisků. Pro snížení energetické náročnosti systému vzduchotechniky je dán požadavek na regulaci systému podle obsazenosti objektu. Rekuperace odpadního tepla z odváděného vzduchu je již brána jako standard.

Základním požadavkem systému vytápění a chlazení je pokrýt tepelné ztráty a eliminovat tepelné zisky. Vzhledem k charakteru objektu jsou v části casina soustředěny velké vnitřní tepelné zisky oproti ostatním částem casina. Tyto tepelné zisky ve většině roku převyšují tepelné ztráty daného prostoru a bude nutné je odvádět i v okamžiku, kdy ve zbylých částech objektu bude dán požadavek na vytápění. Požadavek na současné vytápění a chlazení je určující pro výběr výsledného zdroje tepla a chladu pro řešený objekt. V rámci snížení spotřeb energií se předpokládá návrh systému, který bude odváděné tepelné zisky využívat v topném systému a systému přípravy TV. Dalším faktorem ovlivňujícím výběr zdrojů je jejich co možná nejmenší negativní dopad na životní prostředí.

5 Příklady technického řešení v obdobných typech objektů

5.1 Casino & Hotel ADMIRAL Alžbětín

5.1.1 Popis objektu

Casino se nachází v obci Železná Ruda – Alžbětín, v blízkosti hraničního přechodu s Německem. Jedná se o jednopodlažní objekt, ve kterém jsou umístěny prostory herny, pokoje pro ubytování návštěvníků casina a zázemí cateringu. Dále je zde technické zázemí pro zajištění chodu casina a část pro zaměstnance. V casinu se nachází 10 stolů živé hry (americká ruleta, BlackJack, Ulitimate Texas Hold'em atd.) a přes 180 technických zařízení (automaty). [3.1]



Obr. 2 Casino & Hotel ADMIRAL Alžbětín [3.1]

5.1.2 Vodovod, kanalizace, plynovod, elektrická energie

Objekt je napojen na stávající vodovodní přípojku z veřejné vodovodní sítě, stejně tak je napojen na veřejnou jednotnou kanalizační síť a plynovod. Objekt je dále napojen na elektrickou distribuční síť a sdělovací síť.

Zásobování objektu vodou je řešeno pomocí zmíněné vodovodní přípojky, splaškové a dešťové vody jsou odváděny do jednotné kanalizační sítě. Plynovod je využit pouze pro plynové spotřebiče v kuchyni.

5.1.3 Vytápění, vzduchotechnika, klimatizace

Tepelné ztráty objektu prostupem byly stanoveny cca na 100 kW, potřebný výkon na dohřev vzduchu ve VZT jednotce je cca 170 kW, naopak tepelné zisky z osvětlení, osob, herních automatů byly stanoveny na 95 kW. Požadovaný tepelný výkon zdroje tepla byl stanoven na 170 kW. [5.2]

Potřebný chladicí výkon pro chlazení herny a restaurace činí cca 190 kW, pro chlazení ubytovacích jednotek cca 25 kW a pro chlazení vzduchu ve VZT jednotce cca 109 kW. [5.2]

Jako zdroj vytápění, přípravy TV a ohřevu vzduchu ve VZT jednotce byla zvolena tepelná čerpadla typu země/voda a vzduch/voda. Primární okruh tepelných čerpadel typu země/voda je tvořen plošnými kolektory, které jsou v letním období využity pro pasivní chlazení v ubytovací části a pro „předchlazení“ vzduchu ve VZT jednotce. Jako záložní zdroj byl zvolen elektrokotel o výkonu 2x45 kW. [5.2]

V objektu je instalováno celkem 6 klimatizačních zařízení: [5.2]

Kuchyně – rovnotlaké větrání s filtrací, rekuperací tepla a dohřevem přiváděného čerstvého větracího vzduchu

Herna, restaurace – rovnotlaké větrání s filtrací, rekuperací tepla, s přívodem čerstvého přehřátého nebo zchlazeného vzduchu

Hotel – rovnotlaké větrání s filtrací, rekuperací tepla, s přívodem čerstvého přehřátého nebo zchlazeného vzduchu

Elektrorozvodna – kompresorové chlazení (kasetová klimatizační jednotka + kondenzační venkovní jednotka)

Vstupní hala – dveřní clona

Sociální zařízení – podtlakové větrání

5.2 Casino Magic Planet Gold Vestec

5.2.1 Popis objektu

Casino se nachází ve Vestci u Prahy a rozkládá se na cca 1500 m². Nabízí hráčům širokou škálu zábavy od stolů živé hry až po klasická technická zařízení. Mezi stoly živé hry může zákazník najít například tři americké rulety, Baccarat nebo karetní stoly (BlackJack, Ultimate Texas Hold'em a další). Součástí objektu je bar. [3.2]



Obr. 3 Casino Magic Planet Gold Vestec [3.8]

5.2.2 Vytápění, vzduchotechnika, klimatizace

Tepelná ztráta objektu je cca 100 kW. Vytápění je řešeno pomocí kaskády tepelných čerpadel AC Heating Convert AW28-3P o celkovém výkonu 83,7 kW. Jako bivalentní zdroje byly instalovány elektrokotel o výkonu 30 kW a chiller (s funkcí tep. čerpadla) o topném výkonu 39 kW. K přenosu tepla dochází pomocí otopných těles (radiátorů). Vše je řízeno pomocí regulace xCC, dva topné okruhy jsou řízeny ekvitermně. V hlavním sále je osazeno kontrolní čidlo teploty. Teplo je také dodáváno do výměníku tepla ve vzduchotechnické jednotce, teplota vzduchu je monitorována pomocí čidel na vyústění potrubí do místnosti a regulována taktéž regulací xCC. [3.8]



Obr. 4 Kaskáda tří tepelných čerpadel a chiller, Casino Magic Planet Gold Vestec [3.8]

Z dostupných informací lze předpokládat, že se v objektu nachází vzduchotechnická jednotka s rekuperačním výměníkem a výměníkem tepla. Jako zdroj chlazení je v objektu instalován chiller. [3.8]

5.3 Victory Casino Brno

5.3.1 Popis objektu

Jedná se o největší kasino na jižní Moravě, kde se v objektu kromě samotného casina nachází také čtyřhvězdičkový hotel a restaurace. V casinu mohou hráči nalézt 8 stolů živé hry a více než 100 technických zařízení. Hotel nabízí ubytování ve dvoulůžkových pokojích nebo si lze pronajmout celý apartmán. Vstupy do hotelu a casina jsou řešeny samostatně, parkování je zajištěno na venkovním parkovišti před objektem. [3.3]



Obr. 5 Victory Casino Brno [3.9]



Obr. 6 Victory Casino Brno, letecký snímek [3.9]

5.3.2 Vytápění, vzduchotechnika, klimatizace

Podzemní podlaží je koncipováno jako technické a jsou v něm umístěny vzduchotechnické jednotky pro všechny části objektu. Jednotky jsou zásobovány chladem z kondenzačních jednotek Panasonic. Kondenzační jednotky pro vzduchotechnické jednotky, stejně jako venkovní kondenzační jednotky VRF systémů, jsou umístěny za technickou částí objektu. [3.9]

Celkový chladicí výkon kondenzačních jednotek pro vzduchotechnické komory pro celý objekt dosahuje hodnoty 237 kW. Pro prostory casina se jedná o 3 přímé chladiče U-250PE1E8 o výkonu á 25 kW, pro stoly krupíerů a šatny chladiče o výkonu 16 kW a 11,5 kW, pro kuchyni a jídelnu byly navrženy vždy dva chladiče o výkonu á 25 kW, chlazení recepcy zajišťuje chladič o výkonu 20 kW a chlazení chodeb o výkonu 14 kW. [3.9]

Klimatizace casina je dále řešena pomocí kondenzačních jednotek Panasonic a vnitřních kazetových jednotek a nízkotlakých kanálových jednotek, celkový výkon VRF systému dosahuje 158 kW. V prostoru casina je umístěno celkem 13 kazetových jednotek, v hotelových pokojích pak 48 nízkotlakých kanálových jednotek. Systém klimatizace casina je řízen centrálně z recepcy. Klimatizace hotelových pokojů je řešena pomocí nízkotlakých kanálových jednotek. [3.9]

Vzhledem k instalaci kondenzačních klimatizačních jednotek VRF lze předpokládat, že tento systém slouží zároveň jako hlavní topný systém objektu.



Obr. 7 Venkovní kondenzační jednotky VRF systémů, Victory Casino Brno [3.9]

6 Koncept řešení technického zařízení objektu

6.1 Vodovod

V blízkosti objektu se nachází veřejný vodovodní řad, objekt tedy bude napojen na veřejnou vodovodní síť pomocí vodovodní přípojky. Vodovodní přípojka bude ukončena hlavní vodoměrnou sestavou ve vodoměrné šachtě. Jednotlivé zóny budou napojeny na samostatné větve, na vstupu do zón budou umístěny uzavírací armatury.

6.2 Kanalizace

Splašková kanalizace bude zaústěna do veřejné splaškové kanalizační sítě v blízkosti objektu. Dešťová voda ze střechy objektu bude svedena do akumulární nádrže, přečištěna a dále využívána pro splachování toalet a pro úklid objektu.

6.3 Plynovod

Na hranici pozemku je zavedena stávající plynovodní přípojka, která je zakončena hlavním uzavěrem plynu ve stávajícím plynoměrném pilíři. Vzhledem k tomu, že není žádný požadavek na dodávku plynu (v objektu nebude instalován plynový kotel ani plynové kuchyňské spotřebiče), domovní plynovod nebude realizován.

6.4 Elektrická energie

Objekt bude napojen na veřejnou distribuční síť elektrické energie. Přípojka bude ukončena v hlavní pojistkové skříní. Odtud bude elektrické vedení přivedeno do elektroměrové skříně, kde bude umístěn obchodní elektroměr. Dále budou vedeny rozvody do jednotlivých rozvaděčů. Pro jednotlivé zóny budou provedeny vždy samostatné rozvaděče.

6.5 Vzduchotechnika

Každá zóna (casino+restaurace, kuchyně, pokoje pro hosty) bude opatřena vlastní vzduchotechnickou jednotkou, která bude zajišťovat přívod dostatečného množství čerstvého vzduchu, jež bude upraven na požadované parametry vnitřního prostředí (filtrace, rekuperace, dohřev/chlazení). Přiváděný vzduch bude chlazen/ohřát ve VZT jednotkách na požadovanou teplotu přívodního vzduchu pomocí integrovaných výměníků tepla, které budou napojeny na soustavu vytápění/chlazení. Vzduchotechnické jednotky pro casino a kuchyni budou umístěny v místnosti vzduchotechniky ve 2NP uvnitř objektu, vzduchotechnická jednotka pro hotelové pokoje bude z prostorových důvodů umístěna na střeše objektu.

Odvod znehodnoceného vzduchu bude řešen z prostoru herny a ze sociálního zázemí a čerstvý vzduch bude přiváděn do pobytových místností (herny, hotelové pokoje atd.).

6.6 Vytápění a chlazení

Vzhledem k již zmíněnému charakteru objektu, různorodosti provozu jednotlivých zón, vnějším klimatickým podmínkám a požadavku na možnost současného chlazení a vytápění bylo jako nejvhodnější zdroj vytápění zvoleno tepelné čerpadlo typu země-voda.

Ostatní klasické zdroje vytápění (plynové kotle, kotle na tuhá paliva, elektrokotle) jsou v porovnání s tepelným čerpadlem méně šetrnými zdroji vzhledem k životnímu prostředí a musely by být doplněny jiným zdrojem chladu. Také s výhledem na aktuálně v médiích zmiňované možné omezení použití zemního plynu jako energetického nosiče pro vytápění objektu se jeví použití plynových kotlů jako neperspektivní zejména s ohledem na nejistotu ohledně možnosti výměny plynových kotlů po ukončení jejich životnosti.

Případnou alternativou k tepelnému čerpadlu země-voda by bylo užití tepelného čerpadla vzduch-voda s možností reverzního chodu pro chlazení nebo klimatizační VRF systémy s možností vytápění.

Proti použití těchto zdrojů hovoří fakt, že se objekt nachází v horské oblasti s nízkými teplotami venkovního vzduchu, které snižují energetickou účinnost obou výše zmíněných systémů. Tepelná čerpadla typu země-voda dosahují nejen v těchto lokalitách vyšších účinností.

Nevýhodou tepelného čerpadla vzduch-voda je umožnění jeho chodu pouze v režimu vytápění nebo pouze v režimu chlazení. V případě současných požadavků na vytápění a chlazení by musela být soustava doplněna akumulacími nádobami s dostatečnou kapacitou, které by v případě požadavku na chod systému vytápění nebo přípravy teplé vody pokryly požadavky na systém chlazení a opačně. Užití tohoto systému vzhledem k omezené velikosti technické místnosti řešeného objektu by bylo velmi složité.

U VRF systémů se jedná o vytápění teplým cirkulačním vzduchem. Teplovzdušné vytápění je nejméně vhodným systémem distribuce teplého vzduchu pro místnosti s trvalým pobytem osob, jelikož je zde potlačena sálavá složka vytápění, která je pro běžné uživatele nejpříjemnější. V případě využití vytápění pomocí systému VRF bývá tento systém ve většině případů doplněn o elektrická přímotopná tělesa v méně exponovaných místnostech (sociální zařízení, chodby atd.), což má za následek zvýšení spotřeby primárních energií.

Jak systém VRF, tak vzduchové tepelné čerpadlo produkují ve srovnání s tepelným čerpadlem země-voda větší znečištění okolního prostředí budovy hlukovou zátěží.

Tepelné čerpadlo země-voda jako jediné nabízí možnost pasivního chlazení, které oproti chlazení aktivním nabízí úsporu energie. V případě budoucího doplnění fotovoltaického systému nejlépe s akumulátory umožní toto řešení další snížení spotřeby primární energie pro provoz tohoto energetického systému. Zároveň tento systém umožní využití jednoho zdroje jak pro vytápění, tak i pro chlazení, což bylo při výběru zdrojů vytápění a chlazení klíčovým bodem.

Podrobný popis systému vytápění viz část 7 *Navržená soustava vytápění*. Podrobný popis systému chlazení viz část 8 *Navržená soustava chlazení*.

6.7 Ohřev TV

Teplá voda bude připravována centrálně pro celý objekt v nepřímotopném zásobníku teplé vody, který bude umístěn v technické místnosti. Odtud budou vedeny rozvody teplé vody vč. rozvodů vody cirkulační. Jednotlivé zóny budou napojeny na samostatné větve, na vstupu do zón budou umístěny uzavírací armatury. Zdrojem tepelné energie pro ohřev TV bude tepelné čerpadlo typu země-voda. Podrobný popis ohřevu TV viz část 7.3 *Ohřev TV*.

7 Navržená soustava vytápění

7.1 Dimenzování zdroje tepla

Tepelné ztráty objektu byly stanoveny cca na 24 kW, potřebný výkon zdroje pro ohřev TV na 15 kW a potřebný výkon zdroje pro ohřev vzduchu ve VZT jednotkách na 36 kW. Vzhledem k charakteru objektu, kdy se předpokládá největší vytížení všech zón ve večerních až nočních hodinách (provoz casina vč. restaurace, potřeba TV pro ubytované hosty a kuchyni), a současně vzhledem k průběhu venkovních teplot, kdy se předpokládají nejnižší teploty právě v nočních hodinách, a tedy i největší potřeba tepla na vytápění a ohřev vzduchu ve VZT jednotkách, byla celková potřeba tepla vypočtena jako součet potřeby tepla na vytápění, ohřev TV a ohřev vzduchu ve VZT jednotkách. Celková potřeba topného výkonu tedy činí cca 75 kW.

7.2 Zdroj tepla

Na základě výpočtu přípojného výkonu na vytápění, ohřev TV a ohřev vzduchu ve VZT jednotkách byla jako zdroj tepla zvolena kaskáda dvou dvoumodulových tepelných čerpadel Nibe F1345-30 o jmenovitém výkonu 30 kW každého z nich. Celkový potřebný výkon soustavy vytápění byl stanoven na cca 75 kW, tepelná čerpadla jsou tedy navržena na 80 % potřebného výkonu. Jako bivalentní zdroj byl navržen elektrokotel Bosch Tronic Heat 3500 o výkonu cca 24 kW. Teplota bivalence je cca -11 °C. Maximální výkon bivalentního zdroje je uvažován jako rezerva v případě poruchy TČ. Jako primární okruh tepelného čerpadla se předpokládá užití vrtného pole, které bude umístěno pod parkovištěm. Vzhledem k výkonu topného zdroje bude návrh celkového počtu a délky vrtů proveden na základě výsledků TRT testu po provedení zkušebního vrtu.



Obr. 8 Tepelné čerpadlo typu země-voda Nibe F1345 [3.4]

7.3 Ohřev TV

Ohřev TV probíhá v nepřímotopném zásobníku teplé vody OKC 500 NTR/HP, který je díky rozšířené ploše výměníku tepla kompatibilní pro nízkoteplotní zdroje vytápění, jakými jsou právě tepelná čerpadla. Teplá voda je ohřívána pomocí jednoho modulu jednoho tepelného čerpadla přes přepínací trojcestný ventil.

Ohřev TV probíhá téměř kontinuálně, což není pro tepelná čerpadla příliš typické, nicméně toto řešení bylo zvoleno vzhledem k velikosti technické místnosti, jednoduchosti zapojení a požadavku na co nejmenší objem zásobníku TV.

Pro případ poruchy TČ bude do zásobníku TV navrženo elektrické topné těleso o výkonu cca 9 kW, které bude zároveň využito k sanitaci zásobníku pro zamezení výskytu legionelly.

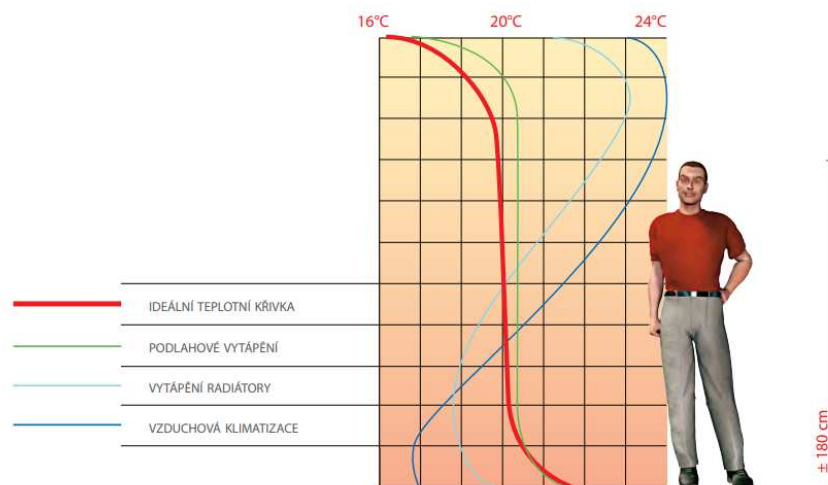


Obr. 9 Nepřímotopný zásobník teplé vody OKC 500 NTR/HP [4.1]

7.4 Koncové distribuční prvky

7.4.1 Podlahové vytápění

Jako koncový prvek pro vybrané prostory casina a zejména pro hotelové pokoje bylo zvoleno podlahové vytápění. Podlahové vytápění je ideálním řešením vzhledem k rozložení teploty v místnosti a dále poskytuje komfort zejména v prostorech, kde se uživatelé pohybují bez obuvi (koupelny, hotelové pokoje, masážní místnosti). Dále poskytuje také vizuální komfort prostoru bez „znečištění“ technickým zařízením.



Obr. 10 Rozložení teploty v místnosti pro různé koncové distribuční prvky [3.5]



Obr. 12 Trubková otopná tělesa Koralux
Linear Classic – M [4.3]

a naopak tepelné zisky dosahují vysokých hodnot tak, že jejich eliminace pouze podlahovým systémem by byla nedostačující a bylo by nutné instalovat jednotky FCU. Z tohoto důvodu bylo od návrhu podlahového systému v této části casina upuštěno a vytápění i chlazení bude řešeno pomocí jednotek FCU.

7.4.2 Otopná tělesa

V méně významných prostorech, které nejsou přístupné návštěvníkům casina, jsou navržena otopná tělesa Radik VK s pravým dolním připojením. Jedná se o šatnu v INP a o kuchyni a její příslušenství. Tělesa v prostoru kuchyně jsou navržena zejména pro temperaci prostoru mimo provoz zařízení, během funkčního období kuchyně se nepředpokládá jejich využití.



Obr. 11 Deskové otopné těleso Radik VK
s pravým dolním připojením [4.2]

Dalšími otopnými tělesy jsou trubková otopná tělesa Koralux Linear Classic – M se středovým připojením umístěná v koupelnách hotelových pokojů a v sociálním zařízení u masážních místností. Tělesa jsou, pokud možno, umístěna v blízkosti vany nebo umyvadla a poskytují praktický prostor pro sušení ručníků.

7.4.3 Jednotky FCU

V prostoru recepcy a hracích ploch jsou jako koncové prvky vytápění navrženy kazetové fancoil jednotky HyCassette-Geko ve čtyřtrubkovém a dvoutrubkovém provedení. Jednotky ve čtyřtrubkovém provedení budou využity také pro chlazení, dvoutrubkové jednotky budou sloužit výhradně pro chlazení.

Pro hotelové pokoje jsou navrženy čtyřtrubkové podstropní jednotky Flex-Geko, které budou umístěny v předsíni v podhledu s distribucí upraveného vzduchu směrem do pokoje.

Kazetové jednotky budou vybaveny kondenzátními čerpadly, která budou zajišťovat odvod kondenzátu do nejbližší vhodné kanalizace. U jednotek Flex-Geko se předpokládá gravitační odvod kondenzátu do kanalizace.



Obr. 13 Kazetová jednotka HyCassette-Geko [3.6]

7.5 Výměníky ve VZT jednotkách

Pro nucené větrání objektu jsou navrženy celkem tři vzduchotechnické jednotky. VZT jednotky pro kasino a pro kuchyni jsou umístěny v místnosti vzduchotechniky. VZT jednotka pro hotelové pokoje je umístěna na střeše objektu. Každá VZT jednotka obsahuje integrovaný výměník tepla pro vytápění, který je napojen přes regulační uzel s oběhovým čerpadlem a tlakově nezávislým regulačním ventilem. Vzhledem k umístění VZT jednotky pro hotelové pokoje ve venkovním prostředí je provedeno oddělení venkovní části potrubních rozvodů a výměníku VZT jednotky od interiérové části topné soustavy deskovým výměníkem tepla. Venkovní okruh je plněn nemrznoucí směsí.

Oběhové čerpadlo regulačního uzlu před výměníkem ve VZT jednotce zajišťuje průtok topného média mezi výměníkem, vyvažovacím ventilem a zpětnou klapkou. Paralelně s těmito okruhy je instalován termostatický ventil pro termické vyvážení cirkulace, který zajišťuje trvalou přítomnost teplé topné vody před regulačním ventilem.

Na přívodu do regulačního uzlu před výměníkem je umístěn tlakově nezávislý regulační ventil se servopohonem, řízený regulací systému, který zajišťuje přívod dostatečného množství tepelné energie do regulačního uzlu. Tímto způsobem zapojení je zajištěné dostatečné vychlazení zpátečky zpět ke zdroji. Ohřev vzduchu ve VZT jednotkách tvoří značnou část přenášeného výkonu, z tohoto důvodu byl zvolen výše zmíněný způsob napojení.

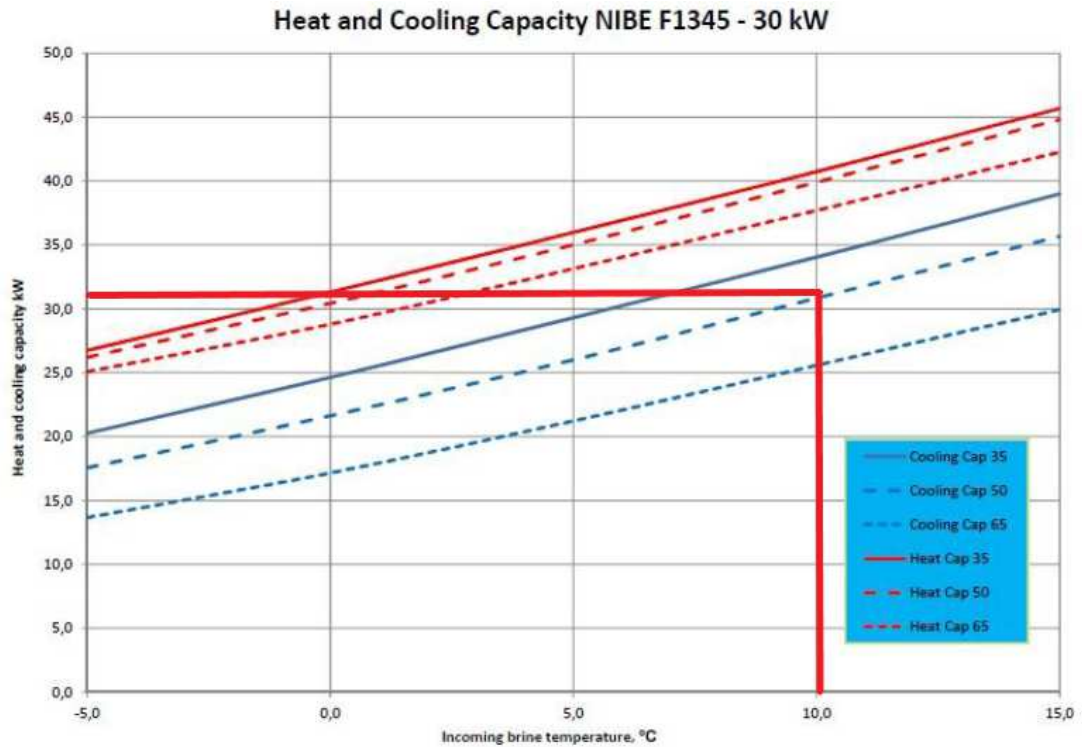
8 Navržená soustava chlazení

8.1 Dimenzování zdroje chladu

Tepelné zisky z oslunění a z vnitřního vybavení objektu byly stanoveny na cca 63 kW. Celková potřeba chladicího výkonu byla stanovena pro pokrytí nejen tepelných zisků, ale také vázaného a citelného tepla při chlazení vzduchu ve VZT jednotkách, které činí cca 25 kW. Celková potřeba chladicího výkonu tedy činí 88 kW.

8.2 Zdroj chladu

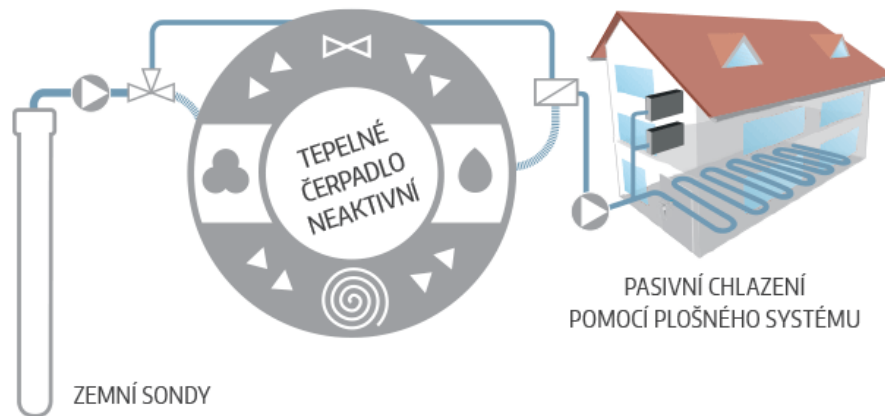
Zdrojem chladu pro řešený objekt bylo zvoleno tepelné čerpadlo v režimu pasivního i aktivního chlazení, s výkonem aktivního chlazení cca 31 kW pro každé tepelné čerpadlo při teplotě vstupního média 12 °C. Jako doplňující zdroj chladu byl zvolen výrobek studené vody o výkonu cca 30 kW, který bude instalován na střeše objektu.



Obr. 14 Graf závislosti topného a chladičho výkonu tepelného čerpadla Nibe F1345-30 kW na teplotě vstupního média [4.4]

8.2.1 Pasivní chlazení

Navržený zdroj vytápění a chlazení v podobě tepelného čerpadla typu země-voda umožňuje využít primárního okruhu pro pasivní chlazení. Chlad ze země je v letních měsících odebírán a předáván pomocí výměníku tepla v technické místnosti do zvolené části otopné soustavy. Tento systém vyžaduje minimální energetické vstupy v podobě zajištění chodu oběhového čerpadla primárního okruhu. Teplota primárního okruhu se v průběhu užívání pasivního chlazení mění, ale průměrné teploty se pohybují okolo 10-15 °C, které jsou pro podlahové systémy dostačující. V případě řešeného objektu je pasivního chlazení využito právě pro podlahový systém přes směřované okruhy, kdy se teplota náběhové vody pohybuje kolem 16 °C, aby bylo zamezeno kondenzaci vlhkosti na povrchu podlahy. Pro systémy např. s jednotkami FCU by byly tyto teploty spíše vysoké.



Obr. 15 Pasivní chlazení [3.10]

8.2.2 Aktivní chlazení

Vzhledem k velkému množství potřebného chladu je využito funkce aktivního chlazení. V tomto režimu je při chodu tepelného čerpadla odebírán chlad z primárního okruhu a je akumulován v samostatné akumulční nádrži chlazení, odkud je dál rozveden ke koncovým distribučním prvkům, v tomto případě k VZT jednotkám a přes oddělovací výměník k jednotkám FCU. Teplotní spád na VZT jednotkách je navržen 6/12 °C, teplotní spád na jednotkách FCU je vzhledem k oddělení přes výměník 7/14 °C. Na sekundární straně tepelného čerpadla je při aktivním chlazení stále vyráběno teplo, které je v případě potřeby tepla na vytápění a ohřev TV využito dle požadavku. V případě přebytku tepla na sekundární straně tepelného čerpadla je toto teplo předáváno přes výměník tepla do okruhu suchého chladiče, který je umístěn na střeše objektu, kde je odpadní teplo předáváno do venkovního vzduchu.

V případě nedostatečného chladicího výkonu tepelných čerpadel bude jako bivalentní zdroj chladu spuštěn výrobek studené vody, který je do akumulční nádoby chlazení připojen paralelně vzhledem k tepelným čerpadlům. Tento výrobek studené vody bude zároveň sloužit jako záložní zdroj chladu v případě poruchy tepelného čerpadla. Teplotní spád na tomto okruhu bude 6/12 °C a okruh bude naplněn nemrznoucí směsí.

8.3 Koncové distribuční prvky

Popis koncových distribučních prvků viz část 7.4.

8.4 Výměníky ve VZT jednotkách

Každá VZT jednotka obsahuje integrovaný výměník tepla pro chlazení, který je napojen přes dvoucestný tlakově nezávislý regulační ventil. Ventil zajišťuje „vstřikování“ požadovaného množství chladicí kapaliny do výměníku VZT jednotky. Na rozdíl od kvalitativní regulace ohřevu vzduchu se jedná o regulaci kvantitativní. Tlakově nezávislý regulační ventil je řízený regulací systému a je řízen na konstantní teplotu přiváděného vzduchu.

9 Nadřazená regulace systému vytápění a chlazení

Celý systém vytápění a chlazení bude vzhledem ke své komplexnosti řízen nadřazenou regulací, která zohlední aktuální požadavky na chlazení a vytápění v jednotlivých zónách a na jejich základě bude řídit distribuci tepla a chladu v objektu.

Chod tepelných čerpadel a ohřev TV bude řízen typovou regulací čerpadla, která bude doplněna rozšiřující kartou pro její napojení na nadřazený řídicí systém.

Systém vytápění je řízen ekvitermně pomocí čidla venkovní teploty. Podlahový systém, vzduchotechnické jednotky a jednotky FCU jsou řízeny samostatně podle své ekvitermní křivky. Uvnitř obytných místností jsou umístěna čidla vnitřní teploty, která v případě dosažení požadované vnitřní teploty uzavírají jednotlivé okruhy podlahového vytápění, stejně tak přivírají ventily se servopohonem před jednotkami FCU.

Výkony výměníků chlazení a ohřevu vzduchu ve VZT jednotkách jsou ovládány tlakově nezávislými ventily přes servopohony podle požadované teploty výstupního vzduchu (regulace na konstantní teplotu přiváděného vzduchu).

Systém chlazení je řízen pomocí čidel vnitřní teploty umístěných uvnitř obytných místností, která stejně jako v případě vytápění uzavírají jednotlivé okruhy podlahového systému a ventily před jednotkami FCU na základě nastavené požadované vnitřní teploty. Požadovaná teplota je přednastavena centrálně pro celý objekt mimo hotelových pokojů bez možnosti úpravy jednotlivými uživateli.

Jednotky FCU umístěné v hotelových pokojích budou ovládány samostatně na základě požadované teploty přednastavené uživateli v jednotlivých pokojích.

V případě požadavku na chlazení dojde nadřazenou regulací k uzavření armatur na straně vytápění a opačně. Např. při požadavku na pasivní podlahové chlazení nadřazená regulace zajistí uzavření uzavíracích armatur se servopohonem na větvích podlahového vytápění na vstupu vytápění do hlavního rozdělovače a sběrače.

Při spuštění systému aktivního chlazení bude vyhodnocována potřeba tepla na vytápění a ohřev TV na sekundární straně tepelných čerpadel a v případě jeho přebytku dojde k otevření uzavírací armatury se servopohonem na větví k suchému chladiči, dojde ke spuštění suchého chladiče a k přivření až případnému uzavření uzavírací armatury na vstupu do akumulární nádoby vytápění.

Nadřazená regulace zajišťuje spuštění bivalentního zdroje vytápění (elektrokotel) a bivalentního zdroje chlazení (chiller), bivalentního zdroje ohřevu TV, chod cirkulace, sanitaci ohříváče TV, regulace VZT zařízení vč. protimrazové ochrany.

10 Závěr

Diplomová práce pojednává o konceptu technického zařízení objektu a zabývá se technicky vhodným komplexním návrhem vytápění a chlazení objektu casina. Výsledkem práce je zpracování projektové dokumentace systému vytápění a chlazení dle Vyhlášky č. 499/2006 Sb. ve stupni rozšířené dokumentace ke stavebnímu povolení.

V teoretické části byl objekt analyzován z hlediska konstrukčního i provozního. Na základě předpokládaného charakteru provozu byl objekt rozdělen do tří funkčních zón: zóna 1 – prostory casina, recepce, masáže; zóna 2 – kuchyně a zóny 3 – hotelové pokoje. Tyto zóny byly dále respektovány při návrhu jednotlivých technických zařízení tak, aby systémy jednotlivých zón od sebe byly, pokud možno, oddělené a na sobě nezávislé.

Dalším krokem bylo vyhledání legislativních a normativních předpisů stanovujících požadavky na vnitřní prostředí pro objekt casina a stanovení vnitřních návrhových podmínek. Tyto předpisy jednoznačně požadují na objekt casina výslovně nestanovují, proto bylo pro stanovení vnitřních návrhových podmínek postupováno vždy na základě podobnosti jednotlivých provozů s jinými typy objektů, pro které jsou tyto požadavky definovány.

V rámci konceptu technického řešení objektu bylo navrženo zásobování objektu elektrickou energií z veřejné distribuční sítě, stejným způsobem je řešeno zásobování objektu pitnou vodou. Pro dosažení úspory pitné vody bylo navrženo zpětné využití dešťových vod pro potřeby úklidu a splachování toalet. Odkanalizování objektu je řešeno napojením na veřejnou kanalizační síť. Výměnu vzduchu zajišťují tři vzduchotechnické jednotky (pro každou zónu jedna VZT jednotka). Vzduchotechnické jednotky pro zónu 1 a zónu 2 jsou umístěny v místnosti vzduchotechniky, jednotka pro hotelové pokoje je z prostorových důvodů umístěna na střeše objektu. Jednotky jsou opatřeny výměníky tepla a chladu, které jsou napojené na systém vytápění a systém chlazení s regulací na konstantní teplotu přiváděného vzduchu.

Součástí konceptu bylo vyhodnocení požadavků na systém zdroje tepla a chladu. Tyto požadavky byly dále promítnuty do hodnocení jednotlivých zdrojů tepla a chladu. Na základě kompatibility požadavků na zdroje tepla a chladu a skutečných možností aplikace jednotlivých zdrojů se jako možné řešení pro objekt casina jevílo použití tepelných čerpadel typu země-voda, vzduch-voda a chladičového systému VRF. Jako provozně nejvhodnější řešení byl zvolen systém tepelných čerpadel typu země-voda, který nejvíce vyhovuje technickým požadavkům a současně odpovídá představě společnosti o ekologickém zdroji.

Hlavním zdrojem tepla a chladu pro řešený objekt je kaskáda dvou tepelných čerpadel typu země-voda Nibe F1345-30 o jmenovitém topném výkonu 30 kW. Tento druh zdroje (tepelná čerpadla typu země-voda) byl zvolen právě díky možnosti jeho současného využití pro vytápění i chlazení, navíc umožňují využít systému pasivního chlazení, které vyžaduje menší vstupy elektrické energie oproti chlazení aktivnímu.

Hlavní zdroj je dále doplněn bivalentním zdrojem tepla pro vytápění v podobě elektrokotle o jmenovitém výkonu 24 kW a bivalentním zdrojem chladu pro chlazení v podobě výrobce studené vody o výkonu cca 30 kW, který je umístěn na střeše objektu.

Pro případ aktivního chlazení bez odběru tepla na sekundární straně tepelných čerpadel je pro odvod odpadního tepla do systému instalován suchý chladič, taktéž umístěný na střeše objektu. Příprava teplé vody probíhá v nepřímotopném zásobníku teplé vody OKC 500 NTR/HP, který je vhodný pro použití v kombinaci s nízkoteplotními zdroji tepla.

Koncovým prvkem vytápění a chlazení pro vybrané prostory objektu casina, zejména pro hotelové pokoje, je podlahový systém Giacomini. Podlahový systém vytápění v hotelových pokojích pokrývá cca 60-70 % tepelných ztrát místnosti, je navržen zejména pro teplotu pokojů v době neobsazenosti a pro zajištění většího komfortu uživatelů v případě obsazenosti. Dalším

distribučním prvkem v hotelových pokojích jsou podstropní FCU jednotky Fläkt Group Flex-Geko. Jednotky slouží k rychlému dosažení požadované teploty v případě obsazení pokoje hotelovými hosty v režimu vytápění i v režimu chlazení a dále zajišťují distribuci čerstvého vzduchu do místnosti. Koupelny při hotelových pokojích jsou doplněny trubkovými otopnými tělesy Koralux Linear Classic – M.

Vytápění i chlazení herních ploch je řešeno pomocí kazetových FCU jednotek Hy-Cassette-Geko. V podružných místnostech, které nejsou přístupné pro návštěvníky, jsou umístěna desková otopná tělesa Radik VK. Sociální zařízení vedle masážních místností je doplněno trubkovým otopným tělesem Koralux Linear Classic – M.

System vytápění, chlazení a přípravy teplé vody je řízen nadřazenou regulací.

V rámci projektu vytápění a chlazení byl navržen komplexní systém zajišťující ekologicky přijatelnou dodávku tepla a chladu pro řešený objekt. Navržený systém respektuje veškeré aktuálně platné předpisy a využívá současné poznatky z oblasti technického zařízení budov.

11 Seznamy literatury, tabulek, obrázků a příloh

11.1 Seznam použité a doporučené literatury

České technické normy a evropské převzaté normy

- [1.1] ČSN EN 12831-1 *Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018. 98 s. Třídící znak 060206.
- [1.2] ČSN EN 16282-1. *Zařízení komerčních kuchyní – Prvky pro větrání komerčních kuchyní – Část 1: Obecné požadavky včetně výpočtové metody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017. 40 s. Třídící znak 127134.
- [1.3] ČSN EN 1264-2. *Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 2: Podlahové vytápění: Postupy pro stanovení tepelného výkonu výpočtovými a experimentálními metodami*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2021. 44 s. Třídící znak 060315.
- [1.4] ČSN EN 15665/Z1 *Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 12 s. Třídící znak 127021.

Zákony, prováděcí vyhlášky a nařízení vlády

- [2.1] ČESKO. Vyhláška č. 6/2003 Sb., vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 26. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-6>
- [2.2] ČESKO. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 26. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [2.3] ČESKO. Vyhláška č. 20/2012 Sb., vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 26. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-20>
- [2.4] ČESKO. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 26. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>

Internetové zdroje

- [3.1] Casino & Hotel ADMIRAL Alžbětín - Casino Admiral. Paradise Casino ADMIRAL Česká republika [online]. Dostupné z: <https://www.casinoadmiral.cz/pobocky/casino-hotel-alzbetin/>
- [3.2] Magic Planet Vestec. Magic Planet Vestec [online]. Copyright © 2017 [cit. 26.12.2021]. Dostupné z: <https://www.magicplanetvestec.cz/>
- [3.3] Casino Victory - jistota herního zážitku | CASINO VICTORY. Casino Victory - jistota herního zážitku | CASINO VICTORY [online]. Dostupné z: <https://www.casinovictory.cz/>
- [3.4] NIBE F1345 | Tepelná čerpadla NIBE. Tepelná čerpadla NIBE - vzduch, voda, země [online]. Copyright © 2012 [cit. 26.12.2021]. Dostupné z:

- <https://www.nibe.cz/tepelna-čerpadla-zeme-voda/novinka-tepelne-čerpadlo-nibe-f1345>
- [3.5] Katalog podlahového a stěnového vytápění/chlazení [online]. Copyright ©Z [cit. 26.12.2021]. Dostupné z: https://www.giacomini.cz/data/download/katalog_podlahovka.pdf
- [3.6] Kazetová jednotka HyCassette-Geko | FläktGroup. FläktGroup | FläktGroup [online]. Dostupné z: <https://www.flaktgroup.com/cs/products/air-diffusion/klimatizacni-jednotky/klimatizacni-jednotky-bez-pripojeni-na-vzduchotechnicky-system/kazetova-jednotka-hycassette-geko/>
- [3.7] Požadavky na větrání vnitřních pobytových prostor v souladu s platnou legislativou vydanou k zákonu o veřejném zdraví. *Tzb-info* [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/2911-pozadavky-na-vetrani-vnitrich-pobytovych-prostor>
- [3.8] Tepelná čerpadla nejen pro rodinné domy - snižte náklady na vytápění v komerčních objektech. *Tzb-info* [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla/17671-tepelna-čerpadla-nejen-pro-rodinne-domy-snižte-naklady-na-vytapani-v-komercnich-objektech>
- [3.9] Instalace vzduchotechniky Panasonic do brněnského Hotelu Victory. *Tzb-info* [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/15409-instalace-vzduchotechniky-panasonic-do-brnenskeho-hotelu-victory>
- [3.10] Modifikace stávajících systémů s tepelnými čerpadly potřebné pro provoz chlazení. *Tzb-info* [online]. [cit. 2021-12-26]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla/13170-modifikace-stavajicich-systemu-s-tepelny-mi-čerpadly-potrebne-pro-provoz-chlazení>

Podklady výrobců, technické listy

- [4.1] DRAŽICE – Návod k obsluze a instalaci – Nepřímotopný zásobník vody
- [4.2] KORADO – RADIK – desková otopná tělesa – Katalog 10/2020
- [4.3] KORADO – KORALUX – trubková otopná tělesa – Katalog 01/2021
- [4.4] NIBE – Příručka pro projektování primárních okruhů tepelných čerpadel

Ostatní zdroje

- [5.1] Ministerstvo vnitra České republiky: *Metodické doporučení k činnosti územních samosprávných celků – Tvorba obecně závazných vyhlášek – Práva a povinnosti obcí v oblasti regulace hazardních her – Podle právního stavu k 1.5.2017*, Praha, 2017, 188 s., Metodika, ISBN 978-80-87544-51-8
- [5.2] THERMOLUFT KT: *Alžbětín King4s Casino*. Klatovy: Thermoluft KT s.r.o., 2013.

11.2 Seznam tabulek

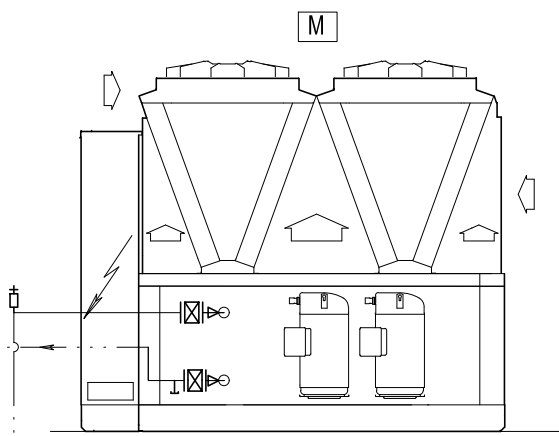
Tab. 1 Předpokládaný počet zaměstnanců v objektu	10
Tab. 2 Předpokládaný počet návštěvníků v objektu.....	11
Tab. 3 Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12 831-1	14
Tab. 4 Výsledná teplota kulového teploměru pobytových prostor dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb. .	14
Tab. 5 Teplota odváděného vzduchu pro hygienická zařízení u pobytových místností dle Vyhlášky 6/2003 Sb.....	15
Tab. 6 Teplota na pracovišti dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.	15
Tab. 7 Teplota odváděného vzduchu pro hygienická zařízení a dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.	15
Tab. 8 Relativní vlhkost vzduchu dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb., Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. a ČSN EN 16282-1	16
Tab. 9 Větrání hygienického zařízení u pobytových prostor dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb.....	16
Tab. 10 Požadavky na větrání sociálního zařízení u obytných místností dle ČSN EN 15665/Z1	17
Tab. 11 Minimální množství přiváděného čerstvého vzduchu na zaměstnance dle Nařízení vlády č. 361/2007.....	17
Tab. 12 Větrání sociálního zařízení při pracovištích dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.	17
Tab. 13 Množství větracího vzduchu pro kuchyně dle ČSN EN 16282-1	18
Tab. 14 Rychlost proudění vzduchu dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb. a Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.	18
Tab. 15 Limitní hodnoty hladiny maximálního akustického tlaku dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.	18
Tab. 16 Korekce pro stanovení hladiny maximálního akustického tlaku pro chráněný vnitřní prostor staveb dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.....	19
Tab. 17 Korekce pro stanovení hladiny maximálního akustického tlaku pro chráněný venkovní prostor staveb dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.....	19

11.3 Seznam obrázků

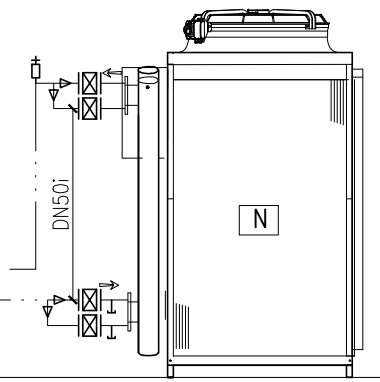
Obr. 1 Zónování objektu	13
Obr. 2 Casino & Hotel ADMIRAL Alžbětín	20
Obr. 3 Casino Magic Planet Gold Vestec	22
Obr. 4 Kaskáda tří tepelných čerpadel a chiller, Casino Magic Planet Gold Vestec	23
Obr. 5 Victory Casino Brno	24
Obr. 6 Victory Casino Brno, letecký snímek	24
Obr. 7 Venkovní kondenzační jednotky VRF systémů, Victory Casino Brno.....	25
Obr. 8 Tepelné čerpadlo typu země-voda Nibe F1345	28
Obr. 9 Nepřímotopný zásobník teplé vody OKC 500 NTR/HP.....	29
Obr. 10 Rozložení teploty v místnosti pro různé koncové distribuční prvky.....	29
Obr. 11 Deskové otopné těleso Radik VK s pravým dolním připojením.....	30
Obr. 12 Trubková otopná tělesa Koralux Linear Classic – M	30
Obr. 13 Kazetová jednotka HyCassette-Geko.....	31
Obr. 14 Graf závislosti topného a chladicího výkonu tepelného čerpadla Nibe F1345-30 kW na teplotě vstupního média	32
Obr. 15 Pasivní chlazení	33

11.4 Seznam příloh

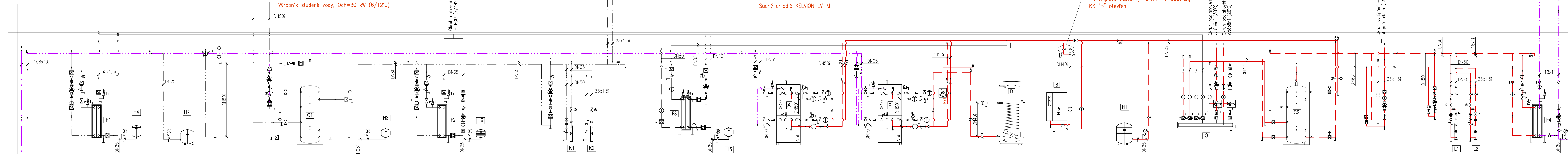
- Příloha č. 1 Znázornění toků v hydraulickém schématu topného zdroje v režimu vytápění
- Příloha č. 2 Znázornění toků v hydraulickém schématu topného zdroje v režimu aktivního chlazení pomocí tepelných čerpadel a chilleru
- Příloha č. 3 Znázornění toků v hydraulickém schématu topného zdroje v režimu pasivního chlazení podlahovým systémem
- Příloha č. 4 Znázornění toků v hydraulickém schématu topného zdroje v režimu podlahového vytápění a aktivního chlazení casina



Výrobník studené vody, Qch=30 kW (6/12°C)



Suchý chladič KELVION LV-M



-při běžném provozu KU "A" otevřen,
KK "B" zavřen
-v případě odstávky TČ KK "A" uzavřen,
KK "B" otevřen

Vz. výkres
B-OX
Okruh podlahového
vytápění (30°C)
Okruh podlahového
vytápění (26°C)

Okruh vytápění - FCU,
otopná tělesa (55°C)

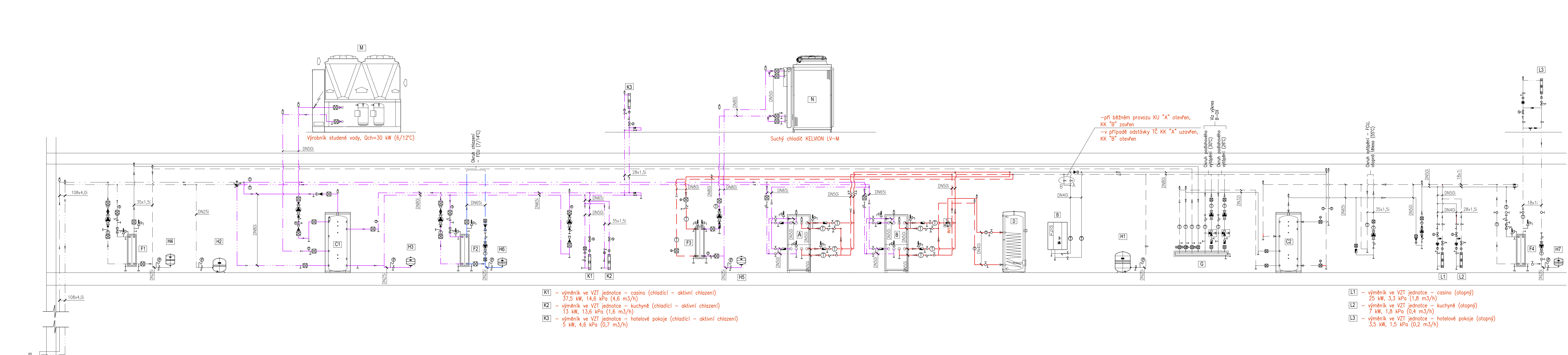
- K1 - výměník ve VZT jednotce - casino (chladičí - aktivní chlazení)
37,5 kW, 14,6 kPa (4,6 m3/h)
- K2 - výměník ve VZT jednotce - kuchyně (chladičí - aktivní chlazení)
13 kW, 13,6 kPa (1,6 m3/h)
- K3 - výměník ve VZT jednotce - hotelové pokoje (chladičí - aktivní chlazení)
5 kW, 4,6 kPa (0,7 m3/h)

- L1 - výměník ve VZT jednotce - casino (otopný)
25 kW, 3,3 kPa (1,8 m3/h)
- L2 - výměník ve VZT jednotce - kuchyně (otopný)
7 kW, 1,8 kPa (0,4 m3/h)
- L3 - výměník ve VZT jednotce - hotelové pokoje (otopný)
3,5 kW, 1,5 kPa (0,2 m3/h)

LEGENDA POTRUBÍ:

	TOPNÁ VODA (55/45°C)
	CHLADÍČÍ VODA (7/14°C)
	NEMRZNOUCÍ SMĚS (6/12°C) (Ethylenglykol 40%)

Zpracoval Bc. Jana Štětíková	Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Karel Kabele, CSc.	Školní rok 2021/2022	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra technických zařízení budov			Datum 12/2021
Název: Vytápění a chlazení objektu casina			Měřitko -
Příloha: ZNÁZORNĚNÍ TOKŮ V HYDRAULICKÉM SCHÉMATU TOPNÉHO ZDROJE V REŽIMU VYTÁPĚNÍ			Číslo výkresu PŘÍLOHA Č. 1
			Konzultant prof. Ing. Karel Kabele, CSc.



Výrobník studené vody, Q_{ch}=30 kW (6/12°C)

Suchý chladič KELVION LV-M

-při běžném provozu KU "A" otevřen,
KK "B" zavřen
-v případě odstávky TČ KK "A" uzavřen,
KK "B" otevřen

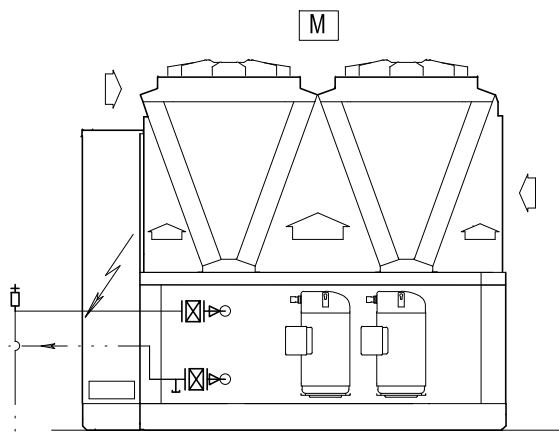
- K1** - výměník ve VZT jednotce - kasino (chladící - aktivní chlazení)
37,5 kW, 14,6 kPa (4,6 m³/h)
- K2** - výměník ve VZT jednotce - kuchyně (chladící - aktivní chlazení)
13 kW, 13,6 kPa (1,6 m³/h)
- K3** - výměník ve VZT jednotce - hotelové pokoje (chladící - aktivní chlazení)
5 kW, 4,6 kPa (0,7 m³/h)

- L1** - výměník ve VZT jednotce - kasino (otopný)
25 kW, 3,3 kPa (1,8 m³/h)
- L2** - výměník ve VZT jednotce - kuchyně (otopný)
7 kW, 1,8 kPa (0,4 m³/h)
- L3** - výměník ve VZT jednotce - hotelové pokoje (otopný)
3,5 kW, 1,5 kPa (0,2 m³/h)

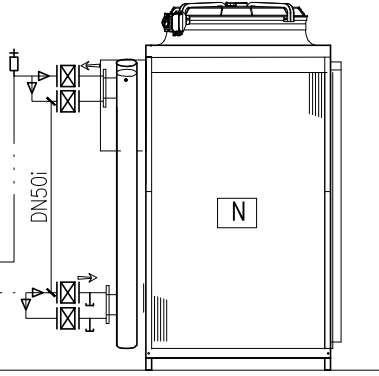
LEGENDA POTRUBÍ:

	TOPNÁ VODA (55/45°C)
	CHLADICÍ VODA (7/14°C)
	NEMRZNOUCÍ SMĚS (6/12°C) (Ethylenglykol 40%)

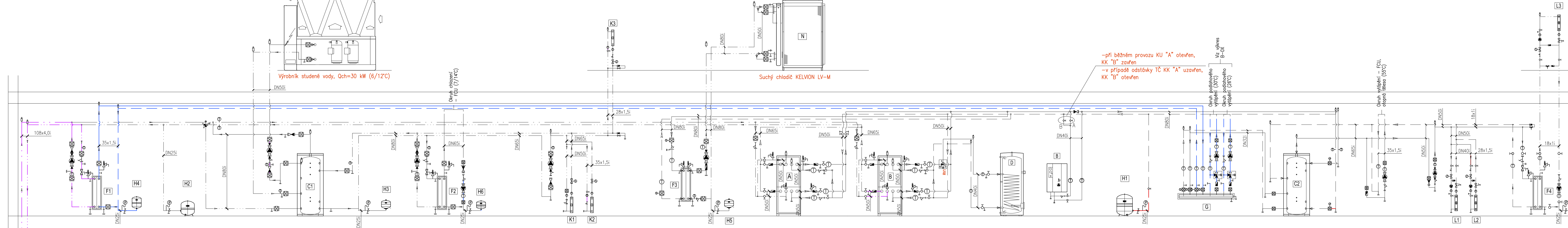
Zpracoval Bc. Jana Štětková	Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Karel Kabele, CSc.	Školní rok 2021/2022	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra technických zařízení budov			Datum 12/2021
Název: Vytápění a chlazení objektu casina			Měřitko -
Příloha: ZNÁZORNĚNÍ TOKŮ V HYDRAULICKÉM SCHÉMATU TOPNÉHO ZDROJE V REŽIMU AKTIVNÍHO CHLAZENÍ POMOCÍ TEPELNÝCH ČERPADEL A CHILLERU			Číslo výkresu PŘÍLOHA Č. 2
			Konzultant prof. Ing. Karel Kabele, CSc.



Výrobek studené vody, Qch=30 kW (6/12°C)



Suchý chladič KELVION LV-M



-při běžném provozu KU "A" otevřen,
KK "B" zavřen
-v případě odstávky TČ KK "A" uzavřen,
KK "B" otevřen

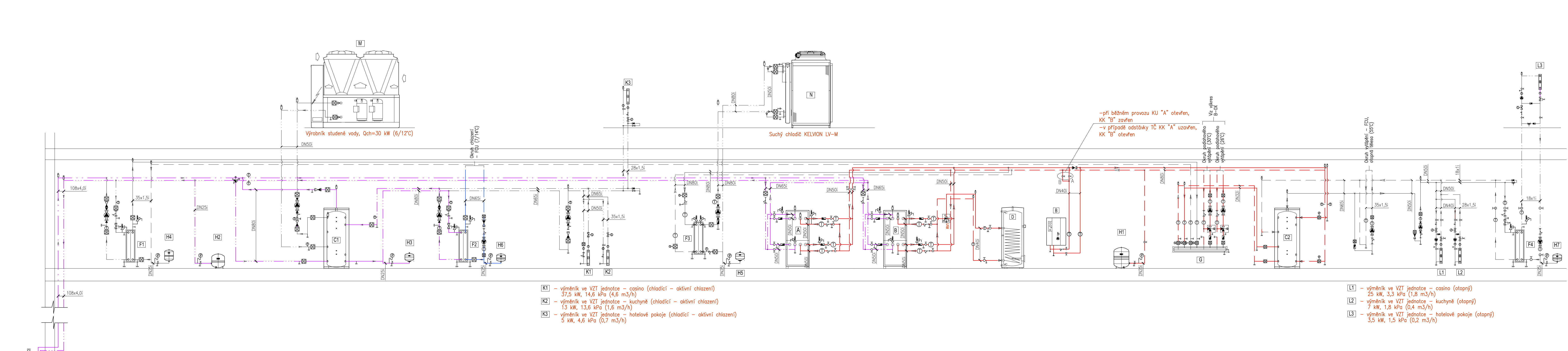
- K1 - výměník ve VZT jednotce - kasino (chladící - aktivní chlazení)
37,5 kW, 14,6 kPa (4,6 m³/h)
- K2 - výměník ve VZT jednotce - kuchyně (chladící - aktivní chlazení)
13 kW, 13,6 kPa (1,6 m³/h)
- K3 - výměník ve VZT jednotce - hotelové pokoje (chladící - aktivní chlazení)
5 kW, 4,6 kPa (0,7 m³/h)

- L1 - výměník ve VZT jednotce - kasino (otopný)
25 kW, 3,3 kPa (1,8 m³/h)
- L2 - výměník ve VZT jednotce - kuchyně (otopný)
7 kW, 1,8 kPa (0,4 m³/h)
- L3 - výměník ve VZT jednotce - hotelové pokoje (otopný)
3,5 kW, 1,5 kPa (0,2 m³/h)

LEGENDA POTRUBÍ:

	TOPNÁ VODA (55/45°C)
	CHLADÍCÍ VODA (7/14°C)
	NEMRZNOUCÍ SMĚS (6/12°C) (Ethylenglykol 40%)

Zpracoval Bc. Jana Štětková	Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Karel Kabele, CSc.	Školní rok 2021/2022	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra technických zařízení budov			Datum 12/2021
Vytápění a chlazení objektu casina			Měřitko -
Průřez: ZNÁZORNĚNÍ TOKŮ V HYDRAULICKÉM SCHÉMATU TOPNÉHO ZDROJE V REŽIMU PASIVNÍHO CHLazenÍ PODLAHOVÝM SYSTÉMEM			Číslo výkresu PŘÍLOHA Č. 3
			Konzultant prof. Ing. Karel Kabele, CSc.



Výrobek studené vody, Qch=30 kW (6/12°C)

Suchý chladič KELVION LV-M

-při běžném provozu KU "A" otevřen, KK "B" zavřen
 -v případě odstávky TČ KK "A" uzavřen, KK "B" otevřen

Vz. výfres B-DX

Okruh podlahového vytápění (30°C)

Okruh podlahového vytápění (28°C)

Okruh vytápění FCU, otopná tělesa (55°C)

- K1 - výměník ve VZT jednotce - kasino (chladičí - aktivní chlazení) 37,5 kW, 14,6 kPa (4,6 m3/h)
- K2 - výměník ve VZT jednotce - kuchyně (chladičí - aktivní chlazení) 13 kW, 13,6 kPa (1,6 m3/h)
- K3 - výměník ve VZT jednotce - hotelové pokoje (chladičí - aktivní chlazení) 5 kW, 4,6 kPa (0,7 m3/h)

- L1 - výměník ve VZT jednotce - kasino (otopný) 25 kW, 3,3 kPa (1,8 m3/h)
- L2 - výměník ve VZT jednotce - kuchyně (otopný) 7 kW, 1,8 kPa (0,4 m3/h)
- L3 - výměník ve VZT jednotce - hotelové pokoje (otopný) 3,5 kW, 1,5 kPa (0,2 m3/h)

LEGENDA POTRUBÍ:

	TOPNÁ VODA (55/45°C)
	CHLADIČÍ VODA (7/14°C)
	NEMRZNOUCÍ SMĚS (6/12°C) (Ethylenglykol 40%)

Zpracoval Bc. Jana Štětková	Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Karel Kabele, CSc.	Školní rok 2021/2022	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra technických zařízení budov			Datum 12/2021
Název: Vytápění a chlazení objektu casina			Měřitko -
Příloha: ZNÁZORNĚNÍ TOKŮ V HYDRAULICKÉM SCHÉMATU TOPNÉHO ZDROJE V REŽIMU PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ A AKTIVNÍHO CHLAZENÍ CASINA			Číslo výkresu PŘÍLOHA Č. 4
			Konzultant prof. Ing. Karel Kabele, CSc.