

Co bychom měli vědět o klimatizaci

1.0 Úvod

Klimatizace a vzduchotechnika mají u nás dlouhou tradici. Působí zde řada renomovaných firem a výrobců. Na našem trhu se můžeme setkat s nejmodernějšími klimatizačními systémy z celého světa. Odborná úroveň projektantů je překvapivě vysoká.

Nejčastější problémy, se kterými se majitelé a provozovatelé budov potýkají, jsou: nedostatečné větrání a vytápění, neúčinné odsávání pachů a škodlivin, nedostatečná údržba nainstalovaného vzduchotechnického zařízení, vysoká hlučnost a prašnost pronikající z vnějšího prostředí, vysoká tepelná zátěž - neúčinné chlazení a další. Tento stav je zčásti zaviněn tím, že se provozu a hlavně údržbě mnohdy dobrých zařízení nevěnovala pozornost. Klimatizační zařízení je nákladná investice a jako takové, vyžaduje kvalifikovanou obsluhu a údržbu, se kterou je nutno počítat v provozních nákladech.

Odborník v oboru klimatizace musí mít znalosti zejména z oblastí:

- vzduchotechniky a psychrometrie
- chlazení
- vytápění
- elektrotechniky, regulace a řídicích systémů

Dobré inženýrské a dodavatelské firmy dodávají kompletní systém klimatizace, který splní požadavky zákazníka, ať je to restaurace, hotel, operační sál, administrativní budova nebo čisté provozy pro výrobu léčiv či jinou technologii.

1.1 Funkce klimatizačních zařízení

Klimatizační zařízení podle svého provedení a typu může v místnosti vykonávat tyto funkce:

- větrání
- chlazení
- vytápění
- zvlhčování vzduchu
- odvlhčování vzduchu
- filtraci (ionizaci) vzduchu

1.2 Kde používáme klimatizaci

Použití klimatizace je typické pro následující prostory:

- **místnosti sloužící k pobytu nebo odpočinku osob:** obytné místnosti, sály (koncertní, divadelní, jednací), hotelové pokoje a haly, restaurace, lůžková zařízení v nemocnicích...
- **pracovní místnosti:** kanceláře, laboratoře, velíny, lékařské ordinace, operační sály, rozhlasová a televizní studia, soudní síně, prodejny, místnosti s výpočetní a reprodukční technikou
- **výrobní prostory:** výrobní místnosti pro zpracování a skladování textilu, tabáku, kožešin, farmaceutik, barev a laků, potravin, květin
- **doprava:** motorová vozidla, lodě, vlaky a letadla

Klimatizační zařízení, která mají v pracovních a obytných prostorech především zlepšit klima pro lidi se označují jako **komfortní**. Používají se v místnostech, ve kterých se teplota může pohybovat od 18 °C do 32 °C. Tato zařízení se požadují například v obchodech, kde příjemné klima prodejních prostor zvyšuje obrát.

2.0 Klima a faktory, které ho ovlivňují

Pod pojmem "klima" budeme dále rozumět vzájemné působení teploty, tlaku, vlhkosti a pohybu vzduchu v našem okolí. Rozlišujeme:

- **venkovní klima**, které je závislé na poměrech v atmosféře
- **vnitřní klima**, tj. stav vzduchu v místnosti, na který působí vnitřní a vnější vlivy.

Vnitřními vlivy se rozumí osoby a jejich činnost, zařízení místnosti, stroje, přístroje a osvětlení.

Vnějšími vlivy pak venkovní klima, sluneční radiace, poloha a orientace budovy, druh a provedení stavby

2.1 Produkce tepla lidským organizmem

Teplu, které produkují lidé závisí na tělesné aktivitě a na teplotě okolí. Teplu se z organismu do okolního prostředí šíří sáláním, prouděním, vedením, odpařováním a vydýcháním.

Tabulka uvádí informativní hodnoty produkce tepla člověkem:

Teplota vzduchu v místnosti		°C	24	26	28
Člověk v klidu	Citelné teplo	W	74	62	50
	Metabolické teplo*)	W	115	115	115
	Výdej páry W	g/h	60	79	97
Střední fyzická práce	Citelné teplo	W	79	230	225
	Metabolické teplo*)	W	66	230	273
	Výdej páry W	g/h	53	230	244

*)Vázané teplo ~ Výdej páry x 0,67
Tabulka platí pro muže. Produkce citelného tepla žen se bere 85%.

2.2 Komfort - pohoda

Klima v místnosti působí bezprostředně na životní pochody v lidském organismu. Vlhkost vzduchu, teplota a proudění vzduchu ovlivňují produkci tepla naším tělem a v jisté konstelaci dokáží vytvořit pocit pohody. Mezi člověkem a okolím probíhá stálá tepelná a látková výměna, která vytváří pocit tepla nebo chladu. Je to subjektivní pocit. Pro člověka se místnost jeví jako tepelně příjemná či nikoliv. **Individuálními vlivy** na pocit pohody jsou: **tělesná aktivita, oblečení, stáří, zdravotní stav a další.** Doporučené podmínky tepelné pohody se udávají Stupnicí tepelných pocitů PMV.

Stupnice tepelných pocitů PMV

+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
horko	teplo	mírné teplo	neutrálně	mírně chladno	chladno	zima

Tepelnou pohodou nazýváme stav, kdy prostředí odnímá člověku jeho tepelnou produkci bez výrazného pocení. Vzhledem k individuálním odchylkám fyziologických funkcí lidí nelze zajistit pocit pohody všem lidem v daném prostoru. Vždy je asi 5% nespokojených, kteří pociťují tepelnou nepohodu - diskomfort.

Percentuální podíl nespokojených PPD z přítomných v určitém prostředí podle ISO 7730 se udává takto:

PMV	0	± 0.5	± 0.83	± 1	± 2
PPD (%)	5	10	20	25	75

Vlivy prostředí na pocit pohody:

- teplota vzduchu v místnosti
- teplota stěn, stropu, podlahy, oken

- rychlost proudění vzduchu
- vlhkost vzduchu
- hluk

Klimatizační zařízení používáme proto, abychom zmírnili vnější i vnitřní vlivy prostředí na lidský organismus. Pořizujeme si je proto, že jinými prostředky pocit pohody v daném prostoru vytvořit neumíme. Dobře navržené zařízení zmírní vlivy prostředí na lidský organismus.

2.3 Teplota vzduchu v místnosti

K určení tepelného stavu vzduchu prostředí se měří buď jednotlivé činitele, tj. teplota vzduchu, účinná teplota okolních ploch, vlhkost vzduchu a rychlost proudění nebo výsledné veličiny, zahrnující společný účinek dvou nebo více činitelů. Pro člověka je důležitá vzhledem k jeho vývoji tzv. **radiační pohoda**. Má rád sálavé teplo ze slunce resp. z krbu.

Přípustné mikroklimatické podmínky na tepelně vlhkostní mikroklima stanoví příloha č. 1 k nařízení vlády č. 178/2001 Sb., které se stanovují pro danou "třidu práce", kterou charakterizuje průměrný energetický výdej člověka udaný ve watech na 1m² tělesného povrchu (W/m²).

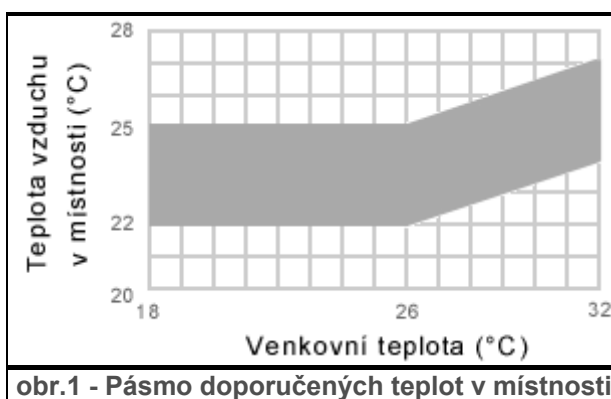
Jako příklad uvádíme přípustné rozmezí pro teplotně vlhkostní podmínky pro teplé období roku:

Třída práce	Operativní teplota	Rychlost proudění vzduchu	Relativní vlhkost vzduchu
I	20 - 28 °C	0,1 - 0,2 m/s	30 - 70 %

Třída práce I je popsána jako "sezení s mírnou aktivitou", tj. např. kancelářské práce.

Operativní teplota je vypočtená hodnota. Pro naše účely ji nahradíme **výslednou teplotou**, kterou změříme kulovým teploměrem a která zohledňuje vliv sálání. Přípustné hodnoty smí být překročeny při mimořádně teplých dnech, kdy venkovní teplota dosáhla hodnoty vyšší než 30°C.

Pro lidský organismus je zvláště nepříjemný velký rozdíl mezi venkovní teplotou a teplotou v klimatizovaném prostoru. Udrží-li klimatizace konstantní teplotu bez ohledu na venkovní teplotu, může zejména v horkých letních měsících dojít k různým zdravotním potížím.



V diagramu na obrázku 1 je vyznačeno pásmo doporučených teplot vzduchu v místnosti při různých venkovních teplotách podle DIN 1946/2.

2.4 Vlhkost vzduchu v místnosti

Relativní vlhkost [%] vypovídá o obsahu páry ve vzduchu jen v souvislosti s určitou teplotou v místnosti. Přesný stav vzduchu měříme **Assmannovým aspiračním psychrometrem**. Je to přístroj s nasávacím ventilátorkem, který má dva teploměry. Jedním měří v proudu nasávaného vzduchu teplotu "suchou" a druhým, který je potažený navlhčenou punčoškou, teplotu "mokrou".

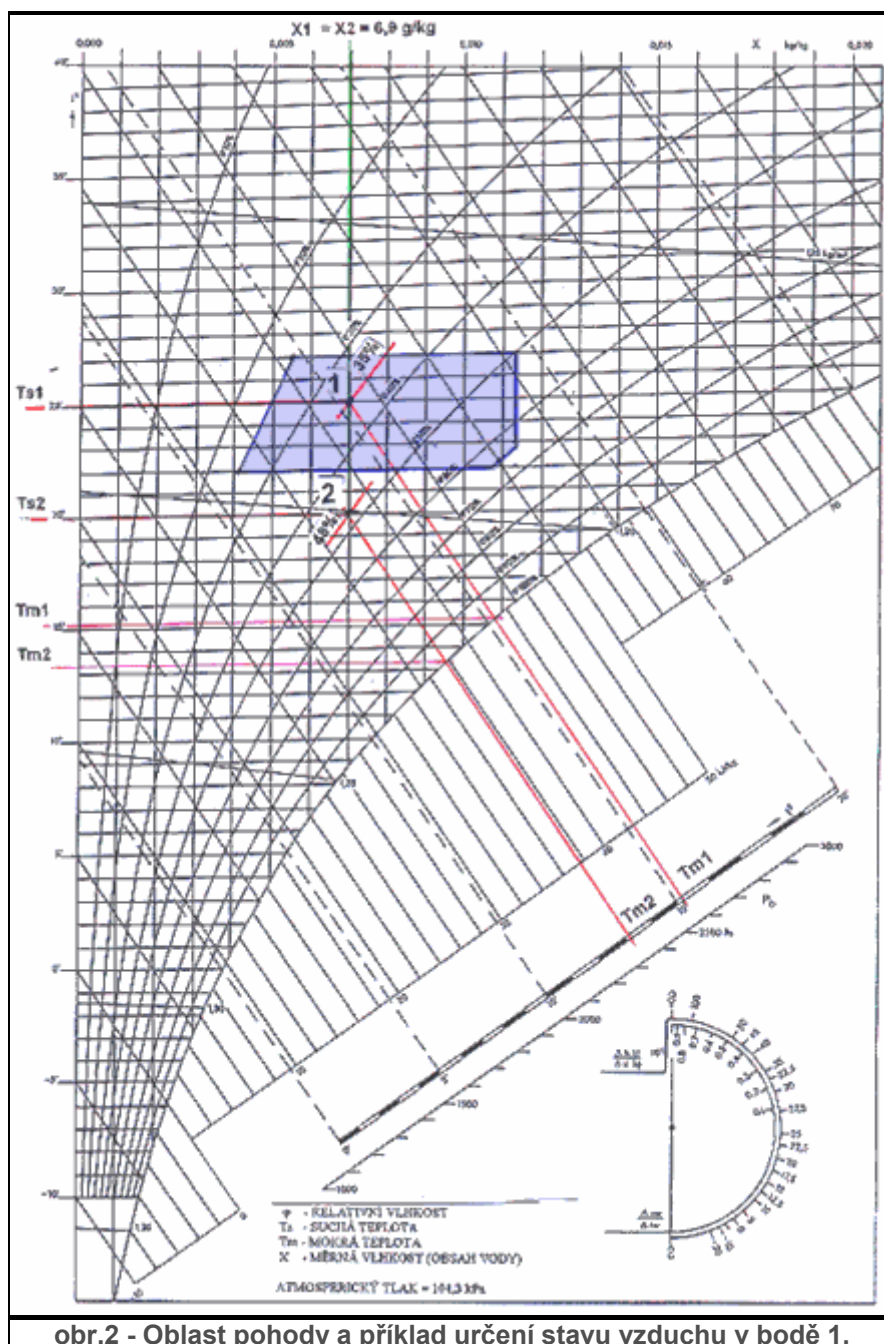
Mokrý teplota bývá nižší, protože voda z navlhčené punčošky se na kuličce teploměru odpařuje a tím

ji chladí, tj. odebírá jí teplo. Intenzita odpařování vody z punčošky je tím větší čím je nižší vlhkost vzduchu.

Tento princip chlazení zná lidstvo od nepaměti a dodnes ji používají například řidiči kamionů, když si chtějí ochladit nápoje v plechovkách. Prostě je zabalí do mokré látky a vystrčí je na chvíli z okna. Tímto způsobem lze nápoj ochladit až na mokrou teplotu, tj. na teplotu mezního adiabatického ochlazení. Například venkovní teplotě (suché) $+30^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkosti 30 %, odpovídá mokrá teplota T_m přibližně 18°C . Pomocí suché a mokré teploty a Mollierova diagramu (obr. č. 2) nebo psychrometrických tabulek určujeme **stav vzduchu**, tj. teplotu, relativní vlhkost, vodní obsah, entalpii ap.

Zdroji vodních par uvnitř budovy jsou nejvíce různé aktivity člověka. Sprchování 2600 g/h, vaření 1500 g/h, sušení prádla 500 g/h, květiny 20 g/h, a sám člověk 60 - 250 g/h (viz tabulku 2.1).

Vysoká relativní vlhkost, nad 70 %, vyvolává za současné vysoké teploty vzduchu pocit dusna. Vzniká i možnost vzdušného šíření plísní a množení roztočů.



Na nízkou relativní vlhkost si stěžujeme zpravidla v zimě a přičítáme to ústřednímu topení. V této souvislosti si připomeňme, že relativní vlhkost lze zvýšit například jen snížením teploty bez instalace mnohdy drahého zařízení. **Konkrétně** (sledujte v diagramu): Máme-li v místnosti teplotu 25 °C a vlhkost 35 %, vypnutím radiátorů a snížením teploty na 20 °C (bez vlhčení) se relativní vlhkost zvýší na 48 %.

Stesky na nízkou vlhkost ve většině případů nemají reálný podklad. Uvádí se, že člověk na rozdíl od teploty nedokáže rozeznat rozdíly relativní vlhkosti vzduchu v rozmezí od 20 do 70 %. Jako minimum se pro pocit pohody bere 25 %. Pocit "suchého vzduchu" závisí zčásti na teplotě vzduchu, avšak touto souvislostí nelze stížnosti beze zbytku vysvětlit. Lze to snad připsat tomu, že při nízké relativní vlhkosti se více projeví nepříznivé elektrostatické vlastnosti materiálů a s nimi související prašnost vyvolá zvýšené dráždění dýchacích cest. Při poklesu relativní vlhkosti vzduchu pod 40 % začínají vysychat sliznice dýchacích cest, snižuje se tvorba hlenu a aktivita řasinek na nosní sliznici a tím se oslabuje obranný mechanismus člověka proti vnikání mikroorganismů a aerosolů včetně alergenů do lidského organismu.

Nízká relativní vlhkost se nepříznivě projevuje i na pokožce a očích. Vlhkost vzduchu má vliv i na nemocnost školních dětí. Profesor Jokl uvádí, že ve třídách s vlhčením vzduchu během otopného období byl počet onemocnění z nachlazení poloviční než u dětí ve třídách bez úpravy vlhkosti vzduchu. Vysvětlení je mimo jiné dáno tím, že mikroorganismy (např. adenoviry), způsobující nemoci z nachlazení jsou na tom nejhůře při r.v. 60 %, tj. při této vlhkosti jich přežívá nejméně.

2.5 Rychlost proudění vzduchu

Rychlost vzduchu ovlivňuje odpařování z povrchu kůže. Tím určuje ve velké míře pocit pohody. Mnoho stížností na klimatizaci lze přičíst průvanu, na který je lidský organismus nejcitlivější. Teplotu přiváděného vzduchu proto volíme podle jeho rychlosti v zóně pobytu osob. Čím je rychlost vzduchu vyšší, tím musí být přiváděný vzduch teplejší.

Evropský standard CEN/TC 156 zavádí tzv. **hodnocení průvanu DR (Draught Rating)**, které je definováno jako procento lidí, kteří vnímají průvan na vyšetřovaném místě jako nevyhovující.

Měření rychlosti proudění vzduchu je obtížné pro malé hodnoty rychlostí (od několika cm/s do 0,5 m/s) a pro silnou turbulenci. Rychlost mění směr a velikost náhodile. Tato náhodilost změn rychlosti je přirozenou vlastností pohybu vzduchu v místnostech, kde i bez nuceného přívodu vzduchu proudí přirozenou konvekcí na stěnách a na předmětech s jinou teplotou než má vzduch. Přístroje pro měření rychlosti se nazývají anemometry. Jsou různé konstrukce. Známé jsou vrtulkové, miskové, žárové a jiné. Pro hodnocení průvanu dle uvedeného evropského standardu se používá přístroj SWEMA AIR 300 se sondou SWA 01.

3.0 Větrání

"Na všech pracovištích musí být k ochraně zdraví zaměstnance zajištěna dostatečná výměna vzduchu přirozeným nebo nuceným větráním." Těmito slovy uvádí Nařízení vlády č.178/2001Sb., **paragraf 6**, který se zabývá větráním a klimatizovanými pracovišti. Vládní nařízení vychází z legislativy EU.

Větrání je nutné pro zajištění hygienické nezávadnosti vzduchu. Správné větrání nám sníží vlhkost a tím zamezí poškození stavby kondenzací vodní páry. Větrání zajišťuje též přívod vzduchu pro plynové spotřebiče.

K znehodnocování vzduchu v místnosti dochází dýcháním, pocením, vařením, koupáním, zápachem ze sociálních zařízení. Vzduch znehodnocují i různé chemické látky, například formaldehyd, který se odpařuje z nábytku zhotoveného z dřevotřísky. Při kouření se produkuje CO, CO₂ a poletavý prach. **Koncentrace škodlivin** ve vnitřních prostorech i bytech převyšuje koncentrace venku. **Hluk okolí** našich pracovišť, domovů, hotelů a restaurací stavěných v centrech měst a u hlavních komunikací neumožňuje větrat přirozeně okny. Instalace drahých vnitřních oběhových filtrů a jiných čistíků či "praček vzduchu" problém větrání neřeší. Ve všech velkých místnostech se zdroji škodlivin, zejména ve shromažďovacích prostorech všech druhů (divadla, kina, společenské sály), dále ve velkokuchyních, hromadných garážích, továrnách je nezbytné navrhnout celkové **větrání s nuceným přívodem i odvodem vzduchu**. Systémy jen s nuceným odvodem vzduchu zde nejsou použitelné, neboť při velkých výměnách vstupuje vzduch nekontrolovaně spárami oken a dveří, vyvolává průvan a umožňuje vnikání prachu. Studený vzduch, vnikající zejména v zimě, takový způsob větrání vlastně

znemožňuje.

Větrání s nuceným přívodem i odvodem vzduchu je drahé, ale jako jediné spolehlivě zajistí správné větrání. Nucené větrání se stále častěji vybavuje rekuperátory tepla, což umožňuje zpětně získávat teplo z odpadního vzduchu (ZZT). Dobrá větrací jednotka obsahuje přívodní a odvodní ventilátor, filtry vzduchu, rekuperátor, ohříváč (chladič) vzduchu a automatickou regulaci. Vzhledem k tomu, že je jednotka s rekuperací poměrně drahá, je kritériem pro její použití cena energie, resp. návratnost investice.

3.1 Doporučené dávky čerstvého vzduchu

Vládním nařízením č. 178/2001 Sb, se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci. V tomto nařízení jsou mimo jiné "**Požadavky na nucené větrání pracovišť**". Požaduje se, aby vzduch přiváděný na pracoviště vzduchotechnickým zařízením obsahoval takové množství čerstvého vzduchu, které postačuje pro snížení koncentrace plyných látek a aerosolů pod hodnoty "přípustných expozičních limitů" (PEL), uvedených v přílohách uvedeného vládního nařízení. Množství přiváděného venkovního vzduchu však nesmí být nižší než hodnoty:

- 50 m³/h na osobu pro práci převážně v sedě
- 70 m³/h na osobu pro práci převážně ve stoje a v chůzi
- 90 m³/h na osobu při těžké fyzické práci.

Pokud je v místnosti dovoleno kouřit, zvyšuje se množství větracího vzduchu o 10 m³/h na osobu. Pro pracovní prostory s přístupem veřejnosti se zvyšuje množství přiváděného čerstvého vzduchu úměrně předpokládané zátěží 0,2 až 0,3 osoby/m² podlahové plochy.

Při použití teplovzdušného větrání a klimatizace nesmí podíl čerstvého vzduchu poklesnout pod 15 % celkového množství přiváděného vzduchu. Při venkovních teplotách vyšších než 26 °C a nižších než 0 °C může být množství čerstvého vzduchu zmenšeno, nejvýše na polovinu.

Větrání sanitárních zařízení je v následující tabulce:

Zařízení	Výsledná teplota °C	Výměna vzduchu m ³ /h
Šatny	20	20 na 1 šatní místo
Umývárny	22	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	25	150 - 200 na 1 sprchu
Záchody	18	50 na 1 kabinu, 25 na 1 pisoár

4.0 Klimatizace

Klimatizačním zařízením pro další výklad budeme rozumět zařízení zejména na **chlazení vzduchu** a jeho filtraci. Větrací zařízení na rozdíl od klimatizace musí být v provozu celoročně. Klimatizační zařízení potřebujeme zejména v létě. Klimatizace může být součástí větracího zařízení, které by však bylo navrženo jinak. Bylo by větší a energeticky náročnější.

V poslední době se prosazuje u menších objektů **nezávislé řešení větrání** a to v nejnútnejší velikosti pro splnění hygienických norem. **Klimatizace** (chlazení) se pak řeší samostatně v **těch místnostech, kde to nezbytně potřebujeme**.

Výhodou tohoto řešení je, že si klimatizaci budujeme na etapy podle finančních možností a podle potřeby nebo podle provozních zkušeností. Dnešní typy klimatizačních jednotek to umožňují neboť mají jen nepatrné nároky na montáž a na stavební úpravy.

4.1 Kritéria pro výběr klimatizačního zařízení

- Základem klimatizačního zařízení je **kompresorový chladicí okruh**. Je v principu stejný jako chladicí okruh v chladničce. Chladnička zezadu hřeje. Tato část se jmenuje kondenzátor. Klimatizační zařízení má podstatně větší výkon a tak hřející kondenzátor musí být

- bezpodmínečně ve venkovním prostoru, pokud není chlazený vodou.
- Klimatizační jednotky jsou konstruované tak, že v klimatizovaném prostoru **vzduch odvlhčují**. Voda ze vzduchu se na chladiči vysráží a musí se odvést. Je proto nutné vždy prověřit, zda je to možné realizovat. Odborné firmy mají pro tyto účely v sortimentu speciální malá čerpadla kondenzátu, která mají výtlak i 7m. Často se zapomíná na to, že na kondenzátoru venkovní klimatizační jednotky se v provedení "tepelné čerpadlo" taktéž vysráží voda, zejména, když máme jednotku v půdním prostoru. V zimním období se na něm vytvoří námraza, kterou automatika pravidelně odmrazuje za vzniku většího množství vody, které ve sběrné vaně často zamrzá. Proto se vany vybavují elektrickým odporovým ohřevem.
 - Dalším významným kritériem pro výběr zařízení je jeho **hluk**. Výkon vnitřních klimatizačních jednotek nastavujeme změnou otáček ventilátoru. Klimatizační jednotky někdy dimenzujeme na střední otáčky. Zvolené otáčky jsou pak kompromisem výkonu a hlučnosti. Je to energeticky nevýhodné - je to kompromis. Jednotky pak většinu roku pracují tiše, ale s nepříznivou odpařovací teplotou a zbytečně vzduch odvlhčují. (Hygienické předpisy k hluku a vibracím jsou v nařízení vlády č.502/2000.)
 - Tyto důvody vedly firmu **HITACHI** ke konstrukci kompresorů i ventilátorů u komfortních klimatizačních jednotek na stejnosměrný proud. Jde o ALL DC INVERTER. Ke klimatizační jednotce se i nadále přivádí střídavé napětí 240V. V jednotce je však usměrňovač (inverter) a od něho je pak celá jednotka jen na stejnosměrný proud. Výhody: **snížená hlučnost, velký výkon při startu, plynulá regulace**. Používají se i frekvenční měniče. Ty jsou však hlučnější a jejich regulace je nespojitá. Dražší jednotky jsou řízeny zabudovaným počítačem s vlastním software, který může komunikovat s domácím PC.

4.2 Umístění klimatizačních jednotek

- Vnitřní jednotku, ve které je chladič vzduchu, umísťujeme tak, aby z ní vystupující vzduch neobtěžoval průvanem.
- U dělených zařízení (split) pamatujeme na maximální povolenou vzdálenost venkovní a vnitřní jednotky a jejich převýšení. U malých jednotek je maximální celková délka trubek od 8 do 20 m.. U větších jednotek je až do 100 m.
- Jednotky potřebují místo pro obsluhu a servis, např. výměnu filtru.

4.3 Vodní a elektrické instalace

- Na chladiči vnitřní jednotky se sráží voda ze vzduchu a je nutno ji svést potrubím do odpadu.
- Pokud pracujeme s tepelným čerpadlem, je nutno počítat s odvodem z kondenzované vody i od venkovní jednotky.
- Vodou chlazené klimatizační jednotky, pokud nemáme chladicí věž, napojujeme na vodovod a odpad na kanalizaci.
- Pro klimatizační jednotku je nutno zabezpečit elektrickou energii, t.j. příkon o předepsaném napětí. Silový přívod jednotek SPLIT je zpravidla k vnitřní jednotce.
- Klimatizační jednotky mají panel automatické regulace. Ten může být přímo na jednotce, nebo se umísťuje na stěnu a je s jednotkou propojen kabelem. Klimatizační jednotky mohou být také ovládány infračerveným dálkovým ovládáním.

4.4 Dimenzování klimatizace - tepelná zátěž

4.4.1 Několik poznámek

- Úkolem klimatizačního zařízení je odčerpat teplo z místnosti jinam. Podle množství tepla, které vzniká v místnosti, tepelné zátěže, volíme velikost klimatizačního zařízení. Čím větší tepelná zátěž, tím větší a dražší zařízení. **Tepelnou zátěž** se budeme snažit **snížit na minimum**. Nejvýznamnější tepelná zátěž vzniká **osluněním okny**. Okno orientované na osluněnou stranu může dodávat do místnosti až 450 W/m² zasklené plochy okna. Pro snížení tepelné zátěže z oslunění slouží žaluzie, markýzy, dvojité i trojitě zasklení, fólie, antireflexní sklo a jiné stínící prostředky. Zastíníme-li okno, musíme někdy svítit, což z tepelné technického hlediska je zase zvýšení zátěže. Okna orientovaná na sever mají nejmenší

tepelné zisky.

- Další významnou složkou tepelné zátěže jsou **lidé**. Na osobu běžně počítáme 150 W, ale například při sportu či tanci mohou produkovat až 270 W/osobu.
- Nemalou zátěží je i potřeba **čerstvého vzduchu pro větrání**, jehož letní výpočtová teplota je cca 32° C. Do klimatizovaného prostoru se může dostat nuceně, přirozeně nebo infiltrací.
- Je potřeba dávat pozor na teplo, které produkují **stroje**, např. počítače. Veškerá energie přivedená do strojů se promění v teplo a zvýší tepelnou zátěž.
- Moderní klimatizační zařízení obsahují chladicí stroj, který může pracovat obráceně a to tak, že zamění funkci kondenzátoru a chladiče. Takovému zařízení říkáme **tepelné čerpadlo**, protože přečerpává teplo zvenku do místnosti a může pracovat i za mrazu a vytápět místnosti. V porovnání s elektrickým topením nám postačí pro 1 kW tepelného výkonu pouze 350 W elektrického příkonu. Obecně platí, že je-li k dispozici zemní plyn, se vytápění tepelným čerpadlem nevyplatí, zejména pro jeho vysokou pořizovací cenu. V případě klimatizace je to jinak. Zde jsme si klimatizaci opatřili za účelem chlazení. Její verze jako tepelné čerpadlo je o cca 5 -10% dražší a tato investice se už může vyplatit. Samotná klimatizace je v provozu přibližně 60 dní v roce a to asi 8 hodin denně. Tepelné čerpadlo může být v provozu nejméně dalších 200 dní v roce a to nepřetržitě. Je třeba porovnat náklady na topení v konkrétním místě, komfort provozu klimatizace s TČ a potom se rozhodnout.
- **Obsah vody** ve vzduchu je v klimatizaci velmi podstatnou veličinou a je příčinou toho, že návrh klimatizačního zařízení není jednoduchý. Na rozdíl od vytápění, kde se jedná o citelný ohřev vzduchu topnými tělesy, dochází u této vzduchu při jeho ochlazení na chladiči klimatizačního zařízení ke kondenzaci vodních par a jednoduché energetické vztahy se tímto komplikují. Dochází k tomu, že k citelnému ochlazení vzduchu se spotřebuje jen část (např. 75%) energie a zbytek odebere kondenzující voda na chladiči. Toto je však problém návrhu vhodného zařízení. Při nesprávném dimenzování a výběru získáme energeticky málo účinné, tj. provozně nákladné zařízení.
- **Volba teploty** v klimatizovaném prostoru. Nižší teplota způsobí pokles odpařovací teploty a tím snížení chladicího výkonu klimatizační jednotky. Nižší teplota současně zvyšuje tepelnou zátěž, na kterou potřebujeme vyšší chladicí výkon.

4.4.2 Formulář pro dimenzování klimatizačního zařízení (ke stažení [zde](#))

Pro optimální výběr klimatizačního zařízení je nutné správně zvolit jeho chladicí výkon a množství vzduchu. Úkolem klimatizačního zařízení je odvést přebytečné teplo z místnosti ven. Musíme tedy nejdříve vypočítat tepelnou zátěž klimatizovaného prostoru. Pro výpočet je k dispozici celá řada software a našich i cizích platných norem.

Zde si pomůžeme zjednodušeným formulářem výpočtu tepelné zátěže podle VDI 2078 z r. 1992. Je určen pro místnosti, jejichž tepelně technické vlastnosti odpovídají příslušným normám Předložený výpočet tepelné zátěže je přibližný a lze ho použít pro místnosti do plochy cca 100 m². Výpočet platí pro měsíc červenec s venkovní teplotou 32 ° C a s relativní vlhkostí 40 %. Teplotu v místnosti předpokládáme 26 ° C a relativní vlhkost 50 %. Formulář vychází z těchto vztahů:

Tepelná zátěž $Q_k = Q_i + Q_a$
 Q_i - tepelná zátěž vnitřní
 Q_a - tepelná zátěž vnější

Vnitřní tepelná zátěž $Q_i = Q_p + Q_b + Q_m + Q_r$
 Q_p - zisky tepla od lidí v místnosti
 Q_b - teplo z osvětlení
 Q_m - teplo od motorů, strojů a zařízení
 Q_r - teplo prostupující podlahou, stropem, vnitřními zdmi

Vnější tepelná zátěž $Q_a = Q_w + (Q_s + Q_t) + Q_{fl}$
 Obsahuje teplo, které se dostává do klimatizovaného prostoru vnějšími stěnami budovy.
 Q_w - tepelné zisky venkovními zdmi a střechou
 $Q_s + Q_t$ - tepelné zisky venkovními okny (osluněním a přestupem)
 Q_{fl} - zisk tepla infiltrací a z čerstvého vzduchu

4.5 Výměna vzduchu

Poté co jsme provedli výpočet tepelné zátěže a vybrali jsme si klimatizační zařízení, musíme ho ještě překontrolovat na výměnu vzduchu. Velká výměna vzduchu může způsobit v místnosti pocit průvanu.

Místnost	Doporučené četnosti výměny vzduchu [x/h]
Kanceláře	4-8
Zasedací místnosti	6-8
Prodejny	4-8
Konferenční místnosti	5-10
Čekárny	4-6
Obývací místnosti	3-6

Počet výměn za hodinu x/h = Vk/Vm
 Vk - množství vzduchu [m³/h], se kterým pracuje klimatizační zařízení
 Vm - objem klimatizované místnosti [m³]

U malých místností s velkou tepelnou zátěží se doporučené hodnoty výměny vzduchu překračují. Vyplatí se překontrolovat, zda není možné u nich snížit tepelnou zátěž, např. zastíněním oken a zvolit zařízení s menším výkonem.

5.0 Přehled klimatizačních zařízení

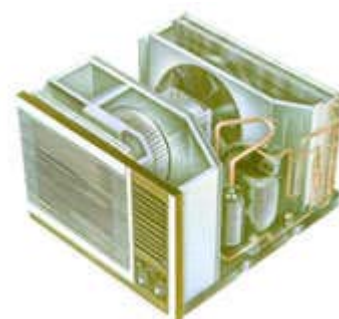
Klimatizační zařízení pro jednu místnost přijde na 20.000 Kč až 200.000 Kč. Je tedy na místě si jednotlivá zařízení popsat. Všechna **dále uvedená klimatizační zařízení obsahují kompresorový chladicí okruh**. (Na trhu se objevily tzv. klimatizátory pracující s rozstříkovanou vodou, dřevitou filtrační hmotou a ventilátorem. Tato zařízení ochlazují vzduch odnímáním tepla potřebného k odpařování vody. Po navlhčení vzduchu v prostoru je jejich účinnost nulová.)

5.1 Okenní klimatizátory kompaktní

Okenní nebo stěnové klimatizátory jsou velmi rozšířeny v USA, Rusku, Japonsku a v tropech. Zařízení se vyrábějí s chladicím výkonem 1,5 až 10 kW. Jednotky se zabudují do okna nebo do zdi tak, že část s kondenzátorem je vystrčena do venkovního prostoru a část s výparníkem - chladičem - vyčnívá do místnosti.

Jedním motorem je poháněn venkovní i vnitřní ventilátor.

Jsou to nejlevnější zařízení v ceně od 15 do 60 tisíc Kč. Dodávají se i jako tepelná čerpadla. Někdy v nich najdeme elektrický registr - přímotop. Většina okenních klimatizátorů má klapku pro přívod nebo odvod malého množství čerstvého nebo odpadního vzduchu.



5.2 Klimatizační jednotky "SPLIT"

Nejedná se o město v Chorvatsku, jde o anglické "to split" - rozdělit. Klimatizační jednotky s tímto označením jsou dělené, a sestávají vždy nejméně ze dvou dílů. **Vnitřní díl**, ve kterém je chladič a filtr vzduchu, bývá pověšen v místnosti na zdi, pod oknem, nade dveřmi, v mezistropu ap. **Venkovní díl** (kondenzační jednotka) obsahuje kompresor, ventilátor a kondenzátor (viz. [obrázek](#)).

Venkovní a vnitřní jednotky se spojují dvojicí měděného potrubí o průměru 8 až 16 mm, které je pokryto cca 10 mm izolací. Společně s potrubím se vede elektrický kabel. Z popisu je zřejmé, že vnitřní díl je mimořádně tichý (35-45 dB). Kondenzační jednotku umístíme na střechu, na dvůr a jinde. Její hlučnost je kolem 55 dB. Jednotky jsou též v provedení "**tepelné čerpadlo**" a mohou být vybaveny elektrickým nebo teplovodním ohřivačem. Ovládání jednotek a automatická regulace jsou vždy součástí zařízení.

Jednotky mívají též dálkové infračervené ovládání. U jednotek se nastavují otáčky ventilátoru, teplota, směr proudění vzduchu. Mívají vlastní diagnostiku poruch a poslední japonské modely se pyšní "fuzzy logikou". Jednotky mají příslušné rozhraní a lze je zařadit do řídicího systému budovy nebo dalších jednotek.

Regulace chladicího výkonu je zpravidla dvoupolohová. zapnuto - vypnuto. Po dosažení nastavené teploty se kompresor vypíná. Klimatizační jednotky jsou navrženy na venkovní teplotu 32 - 35 °C. Při teplotách nižších se periodicky zapínají a vypínají kompresory chladicích zařízení a to tím častěji čím je venkovní teplota nižší. Z jednotky pravidelně pulsuje teplý a studený proud vzduchu. Toto je hlavní nedostatek stávajících splitů a důvod obliby jednotek **Split - Inverter**. Rozvoj technologie a elektroniky a zejména cena. způsobily, že v Japonsku je cca 80 % vyráběných jednotek v provedení inverter. Plynulou regulaci chladicího výkonu lze řešit několika způsoby:

1. Regulace odpařovací teploty. Jde o by-pass horkého plynu, který se přivádí před nebo za výparník. Regulace je neekonomická. Energie se maří.
2. Frekvenční měnič stupňovitě mění frekvenci a tím i otáčky kompresoru např. od 30 Hz do 116 Hz v 13 stupních.
3. Stejnoseměrným měničem - All DC **inverter** Hitachi.

Jde o zatím nejpropracovanější regulaci chladicího výkonu klimatizačních zařízení. Elektromotory kompresoru a ventilátoru jsou na stejnosměrný proud a výkon se mění spojitě. Sem patří zejména jednotky Hitachi inverter, systémy Multizone, PAM, resp Summit. Uvádí se, že úspora elektrické energie v porovnání s klasickým splitem činí 30%.

Připomeňme si, že do skupiny "**splitů**" patří jednotky s označením SET FREE nebo VRV. Z pohledu klasicky vzdělané obce evropských projektantů jde o zázrak techniky. Jedna venkovní jednotka může pracovat až se 16 vnitřními jednotkami. Celý systém je řízen vlastním počítačem. Provoz tepelného čerpadla je samozřejmostí. Toto zařízení umí přečerpávat teplo z místnosti, kde je ho přebytek do místností, kde je ho zrovna nedostatek. Ceny jednotek split se pohybují od 40 do 150 tisíc Kč na jednu místnost.

5.3 Mobilní klimatizátory

Jednotky mohou být v provedení kompaktní nebo s odděleným kondenzátorem a které mají výkony do 5 kW. Provedení kompaktní je opatřeno ohebnou hadicí o průměru cca 15 cm, kterou se odvádí ohřátý vzduch z kondenzátoru mimo místnost. Jednotky tzv. bikini mají pouze oddělený kondenzátor, který je spojen ohebnou dvoutrubkou o průměru cca 5 cm s vnitřní jednotkou. Mobilní klimatizátory se používají do místností, kde právě potřebujeme zmírnit nesnesitelné účinky tepla. Hodí se pro stánek se zbožím, které velmi trpí teplem (například čokoláda). Je možné ho přepravovat na chatu nebo za poplatek pronajmout do některých hotelových pokojů. Jednotky mají hlučnost asi 50 dB(A), vybaveny jsou spínacími hodinami a regulátorem teploty. Ceny se pohybují od 28.000 Kč výše. Jako novinka se v roce 1996 objevil mobilní klimatizátor s oddělenou kompresorovou kondenzační jednotkou. Toto provedení je mimořádně tiché (cca 30 dB(A)) a vyhoví i náročným aplikacím vnitřní jednotka je vybavena elektrickým ohříváčem a v zimě ji můžeme používat jako přímotop.



Mobilní klimatizátor s odděleným kondenzátorem

5.4 Split s vodou chlazeným kondenzátorem

V případech, kdy vzduchem chlazenou kondenzační jednotku není možno instalovat vně budovy (např. na fasádu u památkově chráněných objektů nelze a na střechu je daleko), používá se jednotka s vodou chlazeným kondenzátorem. Ten se pak umísťuje k nejbližšímu vodovodnímu kohoutku a odpadu vody. Spotřeba vody pro zařízení je 0,2 až 1,0 m³/h. (při ceně vody 45 Kč/m³ představují provozní náklady hodnotu 10 - 45 Kč/h). Toto řešení je však nutno odsouhlasit s majitelem budovy.

5.5 Řízený vodní okruh (water loop)

Kompaktní klimatizační jednotky s vodou chlazeným kondenzátorem prodělaly velký vývoj. Dodávají se v různém provedení: pod strop, na stěnu, do mezistropu, pod okno. Jednotky jsou malé a jejich kompresor s kvalitní protihlukovou izolací je tichý.

V provedení s tepelným čerpadlem se používají pro chlazení i vytápění zejména ve velkých budovách. Jednotky jsou napojeny na jediný společný vodní okruh, ve kterém je "suchý chladič" i ohříváč vody. Ve vodním okruhu se celoročně udržuje voda o teplotě 15 - 45 °C. Jednotky podle potřeby v jednotlivých místnostech celoročně **topí nebo chladí** nebo podle oslunění fasád některé chladí a jiné současně topí. Tento systém přináší velké výhody investorům, kteří hodlají prostory v

budovách pronajímat. Pro topení a chlazení postačí investovat jen do suchých chladičů (bez drahých výrobníků studené vody) a výměňkové stanice. Vnitřní klima, tj. topení a chlazení si obstarají pronajímatelé prostor pomocí uvedených kompaktních jednotek s vodou chlazenými kondenzátory v provedení s tepelným čerpadlem.

5.6 Fan coil

Toto označení (konvektor s ventilátorem) se vžilo pro jednotky, které obsahují vodní ohříváč nebo chladič vzduchu a ventilátor s filtrem. Zdrojem studené vody je bloková chladicí jednotka (chiller), která se umísťuje venku. Voda se z ní rozvádí do fan coilů, které se umísťují tam, kde je potřebujeme, například do hotelových pokojů nade dveře. Jednotky v létě chladí a pokud se k nim přivede teplá voda z ÚT, tak topí. Tento systém se používá pro větší objekty a vyžaduje zpravidla větší rozsah stavebních a montážních prací. Klimatizace tímto systémem se prosazuje v poslední době. Na trhu se objevily kvalitní chladiče vody se šroubovými kompresory s funkcí tepelného čerpadla. Jednotky mohou chladit nebo ohřívat topnou vodu i při záporných venkovních teplotách. Pokud se fan coil doplní přímotopným elektrickým vytápěním pro několik nejchladnějších dní v roce, není třeba budovat kotelnu nebo výměňkovou stanici. Konvektory se dnes regulují individuálně podle potřeby v příslušné místnosti. Pokud je místnost neobsazena, regulaci přebírá centrální počítač.



5.7 Roof Top

Jedná se o nástřešní kompaktní klimatizační jednotku s integrovaným chlazením. Obsahuje klasickou sestavu vzduchotechnických jednotek pro přívod a odvod vzduchu. Přívodní jednotka zpravidla obsahuje mimo ventilátoru vzduchový filtr, ohříváč a chladič vzduchu, někdy je vybavena rekuperátorem. Chlazení je přímé se vzduchem chlazeným kondenzátorem. Jednotka je smontována v továrně. Po napojení vzduchotechnických potrubí a připojení na elektrickou a tepelnou energii je provozuschopná. Někdy bývá vybavena plynovým hořákem pro teplovzdušné vytápění.

Vyrábí se od výkonu 5 kW do cca 150 kW. Velikost je omezena únosností střechy, a velikosti vzduchotechnického potrubí. Ty nejmenší jednotky můžeme vidět na rodinných domcích v USA. Větší jednotky se často instalují na supermarkety a tovární haly. Jedním kompaktním zařízením vyřešíme větrání, vytápění i chlazení.

6.0 Klimatizace pro výpočetní techniku - technologické chlazení.

Do kategorie místností s větší technologickou zátěží patří zejména: **rozmnožovny, polygrafická pracoviště, místnosti pro servery, výpočetní střediska, telefonní ústředny, laboratoře pro metrologii, měrová střediska a pod.**

V další tabulce uvádíme přehled množství tepla, které produkují počítače a další kancelářská technika. Poslouží nám pro stanovení tepelné zátěže, ale může nás upozornit i na případná nebezpečí, při výběru klimatizačního zařízení.

Zařízení	Příkon zařízení ve W při:		Doba činnosti [%]
	činnosti	pohotovosti	
Počítač / monitor	150	0	100
Tiskárna	250	80	20
Kopírka	220	190	20
Fax	175	35	20
Chladnička	120	-	100
Mikrovlnná trouba	1500	-	5

Z tabulky je vidět, že větší počet těchto technologických zařízení může způsobit značnou tepelnou zátěž, zejména, když se k ní přičtou zisky tepla z velkých oken a osvětlení. Produkce tepla v takových případech je velká a narozdíl od komfortní klimatizace, musíme chladit i ve dnech při venkovních teplotách nižších než 18 °C.

Většina klimatizačních jednotek, určených pro komfort je konstruovaná z důvodu co nejnižší ceny tak, že s provozem chlazení při venkovních teplotách nižších než 20 °C nepočítá. Při nižších venkovních teplotách jsou jednotky blokovány termostatem a nelze je ani zapnout.

Komfortní klimatizační zařízení nejsou vybavena zejména:

- regulací kondenzačního tlaku,
- ohřevem oleje v kompresoru a
- regulace výkonu chladiče - výparníku je jen kapilárou, místo expanzním ventilem

Klimatizační zařízení, která jsou určena k chlazení technologických provozů mají tyto zvláštnosti:

- Chladič - výparník, na rozdíl od komfortních zařízení, je mohutný, **nepočítá s odvlhčováním vzduchu**. Při provozu je suchý, pracuje s velkým podílem citelného chladicího výkonu.
- Regulace výkonu chladiče je expanzním ventilem
- Chladicí okruh obsahuje regulaci kondenzačního tlaku pro zimní provoz a ohřev oleje v kompresoru.

Charakteristickým znakem technologických provozů je, že se v nich neprodukuje vodní pára. Je v nich malý nebo žádný podíl čerstvého vzduchu a vzhledem k zátěži, relativně málo lidí. Komfortní klimatizační zařízení v podobných technologických aplikacích pracuje proto neekonomicky.

Klimatizace pro výpočetní techniku má charakter technologického chlazení a vyžaduje zařízení, která odpovídají požadovaným tolerancím teploty, vlhkosti, prašnosti a hlučnosti. Klimatizační zařízení jsou dražší a nezřídka se podle požadavků a významu technologie zdvojují nebo jsou složená nejméně ze dvou nezávislých okruhů, z nichž každý se dimenzuje na výkon vyšší než poloviční z hodnoty celkové tepelné zátěže. Zařízení se doplňují parním zvlhčovačem a teplovodním nebo elektrickým ohřevačem.

7.0 Vlhčení a odvlhčování

7.1 Zvlhčovací zařízení

Zvlhčovací zařízení používáme v klimatizačních zařízeních na dovlhčení vzduchu na požadovanou vlhkost. V komfortní klimatizaci se zvlhčovače nepoužívají. Svůj význam mají u centrálních klimatizačních a větracích zařízení, kde se zejména v zimě bez vlhčení vzduchu neobejdeme.

Zvlhčovače vzduchu se dále používají v galériích, archivech, laboratořích, grafických provozech, textilním průmyslu, při zpracování a skladování dřeva, ve sklenících, pekárnách, udírnách a dozrávárnách, parních saunách, chladících a skladovacích prostorech. V pekárnách, v místnostech, kde kyne těsto je nutno vlhčit, aby se nevytvořila tvrdá kůrka. Zvlhčovače se dodávají v různém provedení:

- parní s elektrickým vyvíječem
- parní přímé, do potrubí
- vodní rozprašovací s [rotujícím kotoučem](#)
- vodní rozprašovač s dýzou frekvenční nebo [vakuovou](#).
- vodní ultrazvukové
- [vodní odpařovací](#)

Při výběru zvlhčovacího zařízení je třeba provést **vodní bilanci** v místnosti a zvolit zařízení o příslušném výkonu. Výkon zvlhčovacího zařízení se udává v kg vodní páry za hodinu.

Vlhčení vzduchu se provádí nejčastěji parou, která se vyrábí v elektrických parních vyvíječích. Na 1 kg páry potřebujeme asi 0,72 kWh. Jde o drahou záležitost, zejména když si uvědomíme, že v zimě pro dosažení vlhkosti 40 % při 22 °C potřebujeme při venkovní teplotě vzduchu -5 °C cca 4,5 g vody na 1 kg vzduchu (1 m³ vzduchu má hmotnost 1,2 kg).

Pro místnost o ploše 30 m² a výšce 3 m potřebujeme při běžné intenzitě větrání (četnost výměny

vzduchu cca 1,5/h) zvlhčovač o výkonu: $30 * 3 * 1,2 * 4,5 * 1,5 = 729$ g vody za hodinu. Příkon zvlhčovače pak bude cca 520 W. Za 8 hodin dodáme do vzduchu asi 6 l vody. Spotřeba elektrické energie bude 4,2 kWh. V bilanci jsme neuvažovali s produkcí vlhkosti v místnosti. Například člověk v klidu vydýchá cca 60 g/h.

Energeticky méně náročné jsou **zvlhčovače rozstříkovací s rotujícím kotoučem nebo odpařovací**. Při jejich výběru je třeba zkontrolovat jejich výkon a zejména hygienické doplňování vody, resp. její desinfekci. Voda ve zvlhčovačích by neměla být zdrojem patogenních zárodků.

Problémy se mohou vyskytnout i v souvislosti s tvrdostí vody. Veškeré minerály obsažené ve vodě se u rozstříkovacích zvlhčovačů dostanou do prostoru a mohou významně zvýšit **prašnost**. Z toho důvodu se ke zvlhčování používá v případech, kde je to nutné, voda demineralizovaná nebo kontinuálně upravovaná.

7.2 Odvlhčovací zařízení

Tato zařízení byla vyvinuta zejména pro **odvlhčování bazénů** a jiných vlhkých místností. Pracuje na principu chladicího zařízení, které vlhký a teplý vzduch z bazénu na výparníku podchladí. Studený výparník se orosí vodou vysráženou ze vzduchu. Kondenzátor chladicího zařízení studený odvlhčený vzduch dohřeje na teplotu jen nepatrně vyšší, než je v prostoru. Zařízení se montuje do lázeňských mokrých prostorů, kde přirozené větrání otevřením okna nevyhovuje. Tato zařízení využívají kondenzační teplo jak k ohřevu vzduchu, tak k ohřevu vody v bazénu. Jejich provoz přináší velké úspory provozních nákladů.



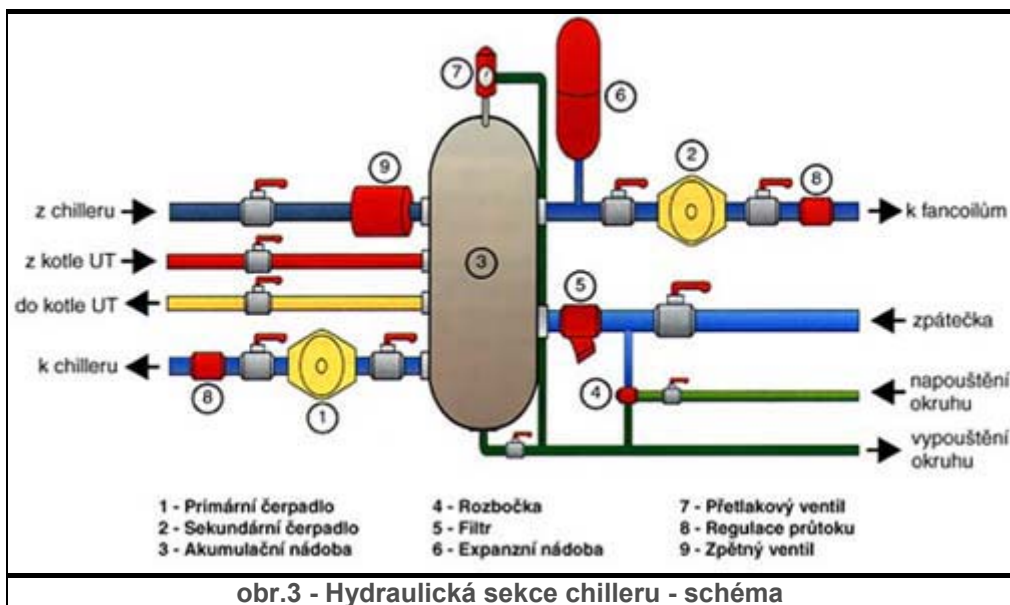
Energeticky to popíšeme takto: Z vodní plochy bazénu se odpařuje vodní pára. Na tuto skupenskou proměnu se spotřebuje teplo a to asi 0,69 kWh na 1 kg páry. Množství páry, které se z vodní plochy odpaří závisí na teplotě vody a vzduchu a na relativní vlhkosti vzduchu, ale taky na tom zda se jedná o sportovní nebo domácí bazén. Odvlhčovacími zařízeními toto teplo při kondenzaci vodní páry na výparníku chladicího zařízení získáme zpět tím způsobem, že v kondenzátoru odvlhčovacího zařízení jím dohřejeme vodu v bazénu nebo vzduch v hale. Odvlhčování klasickým teplovzdušným větráním je provozně velmi nákladné neboť nemalé množství ohřátého vzduchu spolu s teplem obsaženým ve vodní páře odvádíme a nahrazujeme ho studeným (suchým) vzduchem z venku, který musíme dohřát na teplotu místnosti.

8.0 Výrobníky studené vody a akumulace chladu

8.1 Výrobníky studené vody (chillery).

Jako reakce na omezení výroby některých chladiv, které se používají v oblíbených splittech, se na trhu objevily chillery už od výkonu 4 kW. Bývají vybaveny jedním nebo dvěma oběhovými čerpadly, expanzní nádobou a někdy i akumulací nádrží. **Chiller s chladicím zařízením, které se přepíná na provoz tepelného čerpadla** slouží jako klimatizační zařízení i ústřední vytápění.

Chillery s integrovanou hydraulickou sekcí se vyrábějí až do výkonů 250 kW. Jejich použití je potřeba zvážit s ohledem na cenu a některé problémy s ochranou před zamrznutím.



Pár poznámek:

- Chillery mohou mít vodou nebo vzduchem chlazený kondenzátor.
- Provedení může být kompaktní nebo s odděleným kondenzátorem.
- Ventilátory kondenzátorů mohou být radiální nebo axiální.
- Kompresory chillerů mohou být pístové, šroubové, spirálové, rotační (turbo).
- Chillery mají jeden a více chladicích okruhů. V jednom okruhu může být jeden a více kompresorů
- Chillery s absorpčním chladicím okruhem se vyrábí s výkonem od 40 kW. Výhodné jsou tam, kde máme dostatek odpadního tepla o teplotě nad 95 °C.
- Chillery mohou být v provedení "tepelné čerpadlo" a sloužit k chlazení i k vytápění.

Příslušenstvím chillerů bývá spínač průtoku nebo diferenční manometr, různé provedení tlumičů vibrací a další regulační a bezpečnostní vybavení. Regulace je zpravidla digitální s mikroprocesorem a normalizovaným rozhraním. Návrhu a výběru komponentů pro chladicí okruh je nutno věnovat velkou pozornost. Celý chladicí okruh je nutno řešit jako jeden celek s klimatizací, potrubními rozvody, elektroinstalací a MaR. Kupovat samotný chiller se nevyplácí.

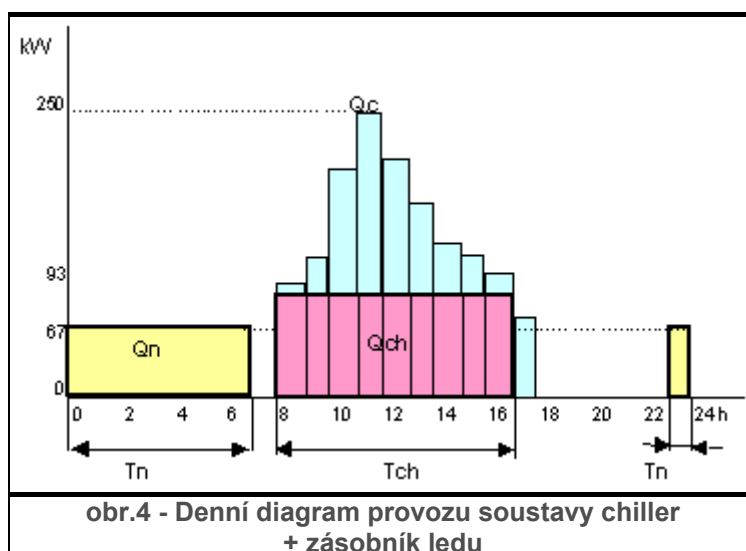
8.2 Zásobníky ledu

Myšlenka použít led jako akumulátor energie je stará. V širším pojetí se jedná o akumulaci energie v době kdy ji máme přebytek a její čerpání v době, kdy je to pro nás výhodné. Proces probíhá takto:

Chladicím agregátem měníme skupenství vody a využíváme schopnosti vody v rovnovážném stavu akumulovat nebo znovu vydávat teplo. V 1 kg ledu, resp. vody o teplotě 0°C má skupenské teplo hodnotu 332 kJ. Touto energií při tání ledu budovu chladíme, tj. odebíráme ji teplo. V noci nám chladicí stroj produkuje led, t.j. odebírá teplo mrznoucí vodě. Současně produkuje kondenzační teplo, kterým může budovu vytápnět a přes den odebrané teplo budově vrátit. (Kondenzační teplo se rovná skupenskému teplu ledu zvýšenému o energii, kterou spotřeboval chladicí stroj.) Z toho vyplývají tři základní možnosti využití skupenského tepla se zásobníkem ledu:

- Mrznoucí voda (tuhnoucí led) jako zásobník tepla
- Přesunutí špičky denní zátěže
- Rezerva výkonu (nouzové chlazení)

Při výběru zásobníku ledu vycházíme z požadavků, které požaduje projekt. Průběh tepelné zátěže si zakreslíme do denního diagramu, například podle následujícího zadání:



Požaduje se částečná akumulace pro krytí špiček dle diagramu. Chiller bude v provozu 17 hodin. V době od 23:00 do 7:00 (T_n) bude nabíjet zásobník ledu. V tomto režimu bude pracovat s podnulovou odpařovací teplotou a jeho chladicí výkon Q_n při zmrazování bude o 30 % nižší (faktor chladiče f), než při chlazení v provozu klimatizace Q_{ch} (8:00 -17:00 h) s teplotou cca +5 °C.

Platí: $E = E_n + E_{ch} = Q_n \cdot T_n + Q_{ch} \cdot T_{ch} = Q_c \cdot e \cdot T_b$ $Q_n = f \cdot Q_{ch}$

Qc	maximální tepelná zátěž budovy	250kW
Tn	provozní doba nabíjení zásobníku	8 h
Tb	provozní doba budovy	10 h
Tv	provozní doba vybíjení zásobníku	10 h
Tch	provozní doba chilleru v režimu chlazení	9 h
e	současnost zátěže	60%
f	faktor chladiče	70%

Vypočítáme:

Qn	výkon chilleru při nabíjení zásobníku	72 kW
Qch	výkon chilleru při provozu klimatizace	103 kW
E	Maximální denní spotřeba chladu	1500 kWh
En	Energie akumulovaná v zásobníku ledu	575 kWh
Ech	Energie z chilleru při provozu klimatizace	925 kWh

Z výsledků vyplývá, že místo chilleru o výkonu 250 kW nám postačí chiller o výkonu 103 kW a zásobník ledu s kapacitou 575 kWh. Příkon chilleru bude cca 30 kW místo 80 kW. Pro návrhy zásobníků ledu je k dispozici velmi dobrý software. Dimenzování je proto velmi rychlé a umožňuje provést výpočet návratnosti i ekonomické vyhodnocení.

Poznámka: Zde uvedený výpočet slouží jen jako příklad pro pochopení funkce. Neprovedli jsme kontrolu, jestli se navržený zásobník bude vybíjet s dostatečnou rychlostí, tj. zda bude jeho chladicí výkon v daném okamžiku postačující. Např. v našem případě budeme ve špičce potřebovat 250 kW ke krytí tepelné zátěže. Chiller má výkon 103 kW. Potřebný výkon zásobníku ledu bude 250 - 103 = 147 kW. Tyto informace nám poskytne výrobce pro konkrétní velikost zásobníku.

Přednosti zásobníků ledu:

- chladicí stroje jsou menší a proto levnější
- montáž chladicích strojů je méně náročná
- menší jsou i tzv. vyvolané investice (levnější přípojka elektrické energie, menší chladicí věž,

- menší chladiče vzduchu ap.)
- menší poplatky za snížený odběr v energetických špičkách
- delší doba spotřeby v levném nočním tarifu za dále snížený tarif
- při rozšiřování stávajícího chladicího zařízení není nutné kupovat další chiller, postačí instalace zásobníku.

9.0 Freon

Toto slovo se stalo v posledních letech strašákem chladicí techniky. Vedle odbourávání **ozonu** ve stratosféře, který způsobují chladiva obsahující chlor (R12, R22), se ukázalo, že jejich náhrady halogenovými uhlovodíky bez chloru (R134a, R407c), velmi významně zvyšují atmosférický **skleníkový efekt**. Do budoucna se proto počítá s chladivy bez halogenů. Výrobci základních elementů chladicích zařízení, vědecké ústavy, olejářské a chemické koncerny pracují na nových konstrukcích a náhradách chladiv, které nebudou poškozovat životní prostředí. Termín zavedení chladiv bez halogenů je zatím v nedohlednu.

V současné době končí výroba chladicích zařízení s posledním chladivem (R22), které obsahuje chlor. Chillery se dnes plní chladivy R134a, R407c, (někdy R717). Klimatizační jednotky pracují zatím se směsí jednosložkových chladiv R32/125/134a, kterou označujeme R407c, ale většina výrobců přechází na směs chladiv R32/125 označenou R410A, která však pracuje s většími tlaky a to do té míry, že se vyžaduje potrubí se silnější tloušťkou stěny a jiné pertlové spoje.

Hlavním důvodem pro přechod na chladivo **R410A** je jeho objemová chladivost, která je o cca 50% vyšší než u chladiva R22. Chladicí zařízení s tímto chladivem jsou pak podstatně menší.

Technologie přestavby chladicích zařízení z chladiv R12 a R22 na chladiva R134a a R407c (retrofit) je u většiny chladicích zařízení vyřešena. Chladivo R410A však z důvodu vysokých tlaků pro přestavbu těchto zařízení není vhodné.

Na trhu se objevila celá řada "ekologických" chladiv a olejů s různými obchodními názvy. Vesměs se jedná o směsi jednosložkových chladiv a je škoda, že se nedodrží označení podle klasifikace ASHRAE (pomocí písmena R...).

Provozní zkušenosti s novými chladivy jsou velmi malé. Mimo provozních nepříjemností, které vyplývají z toho, že se většinou u klimatizačních jednotek jedná o neazeotropní směsi, vyžadují tato chladiva jiné oleje a jiné servisní vybavení.

S novými chladivy se mění i **olej a systémy mazání kompresorů**. Zde je nutné se řídit doporučením jednotlivých výrobců chladicích zařízení.

10.0 Závěr

Klimatizační zařízení se stalo součástí naší civilizace. Lehké stavby s malou akumulací a s velkými prosklenými fasádami a střechami nelze prakticky bez klimatizace provozovat. Kongresová turistika vyžaduje dokonalé prostředí. Boj proti kouření zatím nevyhráváme. Okna kvůli venkovnímu hluku a prachu lze otevřít jen někdy.

Už víme, že klimatizace nevytvoří ideální prostředí pro člověka. Velmi dobrý výsledek docílíme, když počet lidí nespokojených s klimatizací v klimatizovaném prostoru nepřesáhne 5%.

Klimatizační zařízení používáme proto, abychom zmírnili vnější i vnitřní vlivy prostředí na lidský organizmus. Pořizujeme si je proto, že jinými prostředky v některých objektech a místnostech pocit pohody neumíme vytvořit. Dobře navržené zařízení na pracovištích zvyšuje produktivitu práce. V obchodních domech zvyšuje obrát a chrání potraviny před znehodnocením. Ve zdravotnictví pomáhá léčit. Umožňuje delší bezporuchovou činnost celé řady průmyslových odvětví, laboratoří i výpočetní techniky.

Klimatizační zařízení jsou drahá a pokud jsou špatně navržena, těžko se reklamují a neslouží svému účelu. Výběr a dimenzování zařízení vždy svěřte odborníkům, kteří jsou schopni Vám nabídnout více variant řešení a jistotu, že se na ně můžete obrátit i s problémy při provozu zařízení. U velkých zařízení se ukazuje, že je výhodnější svěřit nejen servis, ale i provoz zařízení smluvnímu partnerovi.

Provoz klimatizačních zařízení lze dnes monitorovat i ovládat ze vzdáleného pracoviště servisního technika. V takovém případě se případná porucha dá odstranit dříve, než ji zjistí uživatel.

Ing. Anton Adamkovič

Použitá literatura

- Větrání a klimatizace - technický průvodce - J.Chyský, K.Hemzal
- VDI 2078, DIN 1946
- Zák. č.178/2001 Sb.
- Firemní literatura GEA, HITACHI, DAIKIN, AB Klimatizace