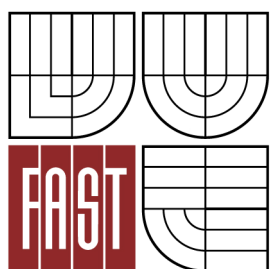




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ DOMU S "TÉMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU" ENERGIE

HEATING THE HOUSE WITH "NEARLY ZERO" ENERGY CONSUPTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. MARTIN LACINA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2013

Abstrakt

Hlavní náplní práce je návrh vytápění víceúčelového objektu. Specifikem návrhu je požadavek na "téměř nulovou" spotřebu energie k vytápění. V první části práce jsou popsány v současnosti nejčastější systémy vedoucí k úspoře energie. Druhá část obsahuje tři varianty technického řešení na vybraném objektu s ohledem na požadavky zadání. Třetí část obsahuje řešení vybrané varianty

Klíčová slova

konferenční centrum, tepelné čerpadlo, nucené větrání, solární energie, rekuperace, "téměř nulová" spotřeba energie, teplovzdušné vytápění

Abstract

The main content of this master thesis is the proposition for the heating of a multi-purpose building. The aim of this project is to find the best way how to manage heating with "nearly zero" energy consumption. In the first part of the thesis there is a description of currently the most common systems leading to energy savings. The second part consists of three possible technical alternatives, containing technical solutions for this particular building with the regard to the requirements of the task. The third part then consists of the chosen solution.

Keywords

conference center, heat pump, forced ventilation, solar energy, recovery, "nearly zero" energy consumption, air heating

Bibliografická citace VŠKP

LACINA, Martin. *Vytápění domu s "téměř nulovou spotřebou" energie*. Brno, 2012. 98 s., 157 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov.
Vedoucí práce Ing. Petr Horák, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 9.12.2012

.....

podpis autora

Bc. MARTIN LACINA

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 9.12.2012

.....
podpis autora

Martin Lacina

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu své diplomové práce Ing. Petru Horákovi PhD. za odborné vedení a cenné postřehy při vypracování této práce.

OBSAH	
A- SOUČASNÉ ŘEŠENÍ SYSTÉMŮ NÍZKOENERGETICKÝCH BUDOV A JEJICH APLIKACE	8
B- STUDIE VARIANT NA ZADANÉ BUDOVĚ	30
C- APLIKACE VYBRANÉ VARIANTY NA ZADANÉ BUDOVĚ	55
PŘÍLOHY	98
TECHNICKÉ LISTY VÝROBKŮ	133

A- Současné řešení systémů nízkoenergetických staveb a jejich aplikace

A. Současné řešení systémů nízkoenergetických budov a jejich aplikace

Obsah

1.	Nízkoenergetické domy.....	10
1.1	Definice nízkoenergetických domů	10
1.2	Metodika hodnocení	12
2.	Systémy a řešení v nízkoenergetických stavbách	14
2.1	Vytápění v nízkoenergetických domech	14
2.1	Větrání v nízkoenergetických domech	15
2.2	Tepelná čerpadla	17
2.3	Systémy zpětného získávání tepla (ZZT)	19
2.4	Zemní výměníky	21
2.5	Systémy s využíváním solární energie.....	23
	Využití solární energie pro ohřev teplé vody	25
3.	Závěr.....	28

1. Nízkoenergetické domy

1.1 Definice nízkoenergetických domů

Téma nízkoenergetických domů bývá skloňováno stále častěji – a to nejen mezi odborníky, ale i mezi veřejností. S rostoucími cenami energií a jistým posunem v myšlení v rámci pojmu „udržitelná výstavba“ začíná být úspora energií – a tím i zátěže životního prostředí – aktuálním tématem. Že se jedná o celoevropský (i na politické úrovni) tlak, dokazuje vydaná směrnice Evropského parlamentu č.31 z roku 2010. Ta kromě zpřísnujících požadavků na novostavby volá i po opatření snižující spotřebu energií při rekonstrukci stávajících budov. Provoz budov ve vyspělých zemích představuje až 40% celkové potřeby energie a odpovídající množství CO₂. Specifickým problémem stavitelství je dlouhá životnost produktů – budov. O to více je nutné posuzovat střízlivě výsledky našich snah a zároveň myslet systémově dopředu.

I když výstavba nízkoenergetických domů směřuje nutně k opakování několika principů, neexistuje jediné správné řešení. Názory na řešení takové výstavby se v průběhu let měnily a ani dnes nejsou úplně jednotné. V prvním období (přibližně 70. léta 20. století) se objevily dva jasné koncepty – první s maximalizací solárních zisků, druhý s minimalizovanými tepelnými ztrátami. Větší průlom nastal v devadesátých letech minulého století, hlavně v Německu a ve Skandinávii. V současné době lze mluvit o prudkém rozvoji nízkoenergetického stavitelství a zájmu o něj i v České republice.

Požadavky a definice nízkoenergetické výstavby

Dříve než uvedeme vlastní kritéria a požadavky, bude vhodné vysvětlit některé často opakující se termíny:

Měrná potřeba tepla pro vytápění – energie, kterou je potřeba dodat otopné soustavě pro pokrytí spotřeby tepla. Charakterizuje tepelně – izolační vlastnosti budovy a vztahuje se na jednotku plochy (popřípadě objemu) za rok – jednotkou je kWh/(m².a) resp. kWh/(m³.a). Jedná se o jakýsi energetický výstup z budovy, neovlivněný zisky ani topnou soustavou.

Spotřeba tepla na vytápění – často se zaměňuje s předchozím termínem – na rozdíl od něj spotřebu tepla přímo ovlivňují solární zisky, účinnost rozvodů, regulační systémy a účinnost zdroje vytápění.

Potřeba tepla – součet potřeby tepla na vytápění a na přípravu teplé vody.

Měrná spotřeba primární energie – zahrnuje energii pro vytápění a chlazení, přípravu teplé vody a dále energii spojenou s provozem elektrických spotřebičů souvisejících s provozem objektu. Jednotkou je kWh/(m².a) resp. kWh/(m³.a).

Tepelná ztráta budovy – množství tepla odvedeného za danou dobu z vytápěného prostoru do vnějšího prostředí. Skládá se ze ztráty prostupem tepla a ztrátou větráním.

Tepelné zisky – teplo vznikající ve vytápěném prostředí nebo vstupující do vytápěného prostoru z jiných zdrojů než je otopná soustava. Skládá se z vnitřních tepelných zisků (metabolické teplo, provoz strojů a zařízení atd.) a solárních zisků.

Neprůvzdušnost budovy – neprůvzdušnost budovy nebo její části se ověřují pomocí celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa. Hodnoty se stanovují experimentálně pomocí tzv. Blower-Door testu. Intenzita výměny vzduchu n_{50} je definována vztahem V_{50}/V , kde V je objem vzduchu v budově, V_{50} je objemový tok vzduchu při rozdílu tlaků 50 Pa.

Základní členění nízkoenergetických domů

Nízkoenergetické domy – za nízkoenergetické domy považuje ČSN 730540:2 budovy s roční měrnou potřebou tepla nejvýše 50 kWh/(m².a). Toto kritérium se používá bez ohledu na tvar budovy. Podle vývoje techniky lze očekávat v budoucnu snížení této hranice.

Pasivní domy – jsou budovy s roční měrnou potřebou tepla nepřesahující 15 kWh/(m².a). Tento parametr však není jediným požadavkem, jak je často mylně uváděno. Dalším přísným požadavkem je kritérium celkové neprůvzdušnosti budovy hodnotou n_{50} 0,6 h⁻¹. Současně nesmí množství celkové primární energie spojené s provozem budovy přesahovat hodnotu 120 kWh/(m².a).

Nulové domy – budovy, které mají potřebu tepla blízkou nule (menší než 5 kWh/(m².a)). Takového řešení lze dosáhnout jen obtížně, proto se na rozdíl od pasivních domů objevují jen zřídka.

Domy s energetickým přebytkem – zpravidla se jedná o minimálně pasivní domy s nainstalovaným fotovoltaickým systémem, který dodává do veřejné rozvodné sítě více energie, než dům spotřebuje.

Pro porovnání, současná obvyklá výstavba dosahuje hodnot 80-140 kWh/(m².a) v závislosti na objemovém faktoru budovy. Starší stavby dosahují hodnot 200-300 kWh/(m².a). Výjimkou nejsou ani stavby s hodnotou blízkou 400 kWh/(m².a). V následujících tabulkách jsou uvedeny souhrnné požadavky pro pasivní a tzv. téměř nulové domy.

Tab.1 Základní charakteristiky pasivních budov

		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² ·K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² ·a)]	Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/(m ² ·a)]	Měrná potřeba primární energie [kWh/(m ² ·a)]
Obytná budova	Rodinný dům	≤ 0,25 požadováno ≤ 0,20 doporučeno	≤ 20 požadováno ≤ 15 doporučeno	0 ²⁾	≤ 60
	Bytový dům	≤ 0,35 požadováno ≤ 0,30 doporučeno	≤ 15	0 ²⁾	≤ 60
Neobytná budova s převažující teplotou 18 °C–22 °C		≤ 0,35 ¹⁾	≤ 15	≤ 15	≤ 120
Ostatní budovy		Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních poznatků odborné literatury			≤ 120
<p>1) Uvedená hodnota je doporučená</p> <p>2) Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné. Pokud by výjimečně bylo dodatečně použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče.</p>					

Tab 2. Základní charakteristiky „téměř nulových“ budov

Závaznost kritéria		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podle zvolené úrovně hodnocení	
		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m ² a)]	Měrná roční bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů PE_A ¹⁾ [kWh/(m ² a)]	
				Úroveň A	Úroveň B
Obytné budovy	Nulový	Rodinné domy $\leq 0,25$	Rodinné domy ≤ 20	0	0
	Blízký nulovému	Bytové domy $\leq 0,35$	Bytové domy ≤ 15	80	30
Neobytné budovy ²⁾	Nulový	$\leq 0,35$ ¹⁾	≤ 30	0	0
	Blízký nulovému			120	90
¹⁾ Uvedená hodnota je doporučená					
²⁾ Neobytné budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C včetně. Pro jiné budovy není stanoveno.					

Úroveň A – zahrnuta energie na vytápění, chlazení, ohřev vody a elektrické spotřebiče a osvětlení

Úroveň B – stejné jako „A“ bez energie na provoz elektrických spotřebičů

1.2 Metodika hodnocení

Za výchozí popud k zpracování jednotného postupu hodnocení budov můžeme považovat směrnici 2002/91/EC EPBD, konkrétně článek 3 (metoda výpočtu hodnocení budov) a článek 7 (certifikace budov). V právním systému ČR je směrnice zapracována do zákona č. 177/2006 Sb. Plné znění novelizovaného zákona je publikováno ve sbírce zákonů pod č. 406/2006, prováděcím právním předpisem je vyhláška 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov.

Vyhláška 148/2007 Sb. stanovuje základní rámcové požadavky na budovy a také stanovuje metodiku výpočtu. Dále vyhláška zahrnuje i vlastní certifikaci budov. Vlastní výpočetní postup je přístupný jako tzv. metodická příručka pro potřeby této vyhlášky. Na základě této přílohy byl sestaven výpočetní nástroj NKN (národní kalkulační nástroj), který koresponduje s vyhláškou a k ní náležitěmu výpočetnímu postupu.

Základním hodnotícím ukazatelem je celková roční dodaná energie, která je chápána jako množství energie dodané do budovy, včetně alternativně vyrobené energie vyrobené a spotřebované v budově. Jedná se celkově o energii pro vytápění, chlazení, vzduchotechniku, přípravu teplé vody, osvětlení a provoz zařízení zajišťujících provoz jednotlivých systémů. Výpočetní metodika představuje bilanční hodnocení budovy – výpočet po jednotlivých časových úsecích provozu a jejich porovnání s referenční budovou. Výsledek tohoto porovnání určuje i výslednou kategorii budovy.

Údaj, který se používá v současné legislativě k hodnocení jednotlivých budov je měrná potřeba na vytápění (v kWh/m².a). Metodika ENB jde tedy dále a zahrnuje hodnocení z pohledu celkové energie dodané do objektu.

Vstupní předpoklady

Specifickým požadavkem výpočtu jsou standardizované podmínky užívání budovy. Vypočtená celkově dodaná energie je přímo závislá na okrajových podmínkách, které upravují možnost srovnání různých budov stejného typu za stejných výchozích podmínek. Okrajovými podmínkami rozumíme:

- Lokalita, vnější klimatické podmínky, orientace k světovým stranám a okolní zástavbě.
- Pro každý typ budovy jsou stanovené předpokládané podmínky užívání, podmínky vnitřního prostředí podle platných národních norem a předpisů.
- Provozování energetických systémů odpovídající tvorbě požadovaných podmínek pro vnitřní prostředí nebo dodávku požadované služby, média.

Budovu dále nelze z hlediska výpočtu považovat za jeden celek. Objekt je členěn do jednotlivých zón a dodaná energie do budovy celkem je součtem jednotlivých potřeb. Zóny se navzájem odlišují svojí funkcí, specifiky provozu a vnitřními podmínkami.

Mezi vnitřní podmínky patří především rozsah provozních teplot a vlhkostí, dále intenzita výměny vzduchu a množství vnitřních tepelných zisků. Kritéria pro zónování z hlediska rozdílnosti provozu jsou doba využívání objektu, počet osob popřípadě útlumové provozy. Podle těchto kritérií se rozdělí objekt na jednotlivé zóny – pomocí takzvaných systémových hranic. Budova je pak od vnějšího prostředí oddělena systémovou hranicí budovy. Ve specifických případech lze uvažovat i tzv. jednozónový přístup – zóny spolu teplotně vůbec nespolutůsobí – nedochází k tepelnému přenosu mezi jednotlivými zónami. Posuzovaná budova je pak hodnocena jako jeden prostor.

Vlastní výpočet pak probíhá ve dvou krocích. Prvním krokem je určení **potřeby energie**. Ze vstupních údajů (klimatické podmínky, návrhové vnitřní prostředí, dispozice a stavebně technické řešení objektu) se určí potřeba energie pro jednotlivé zóny. V tomto kroku výpočtu jsou rovněž zahrnuty 1pasivní solární zisky, vnitřní zisky od tepla produkovaného uživateli a rovněž tepelné zisky od provozu osvětlení a zařízení. V druhém kroku – určení **spotřeby energie** – se určuje množství energie nutné k pokrytí potřeby energie. Jsou zde zohledněny faktory účinnosti přeměny primární energie, účinnost rozvodu energie distribuční soustavou, vliv rekuperace a cirkulačního režimu u VZT a jiné faktory snižující či zvyšující účinnost jednotlivých komponent a tím i vlastní spotřebu energie.

Obnovitelné zdroje energie

Zdroje energie z obnovitelných zdrojů (OZE) jsou ve smyslu zákona č 406/2006 Sb. chápány jako obnovitelné zdroje energie z nefosilních paliv. Pro potřeby výpočtu ENB se jedná o:

- termosolární systémy pro vytápění a ohřev vody,
- fotovoltaické systémy pro výrobu elektřiny,
- zdroje tepla ze systémů tepelných čerpadel a kombinovaných systémů pro el. energii a vytápění (KVET).

V principu výpočtu je takto získaná energie odečítána a snižuje tak výslednou spotřebu objektu. Energie je odečítána i v případě, že vyrobená energie není spotřebována v objektu, ale je směřována ven např. zpět do rozvodné sítě.

2. Systémy a řešení v nízkoenergetických stavbách

2.1 Vytápění v nízkoenergetických domech

Vytápění v nízkoenergetických domech se v principech neodlišuje od systémů vytápění v obvyklé výstavbě. Snad za největší odlišnost lze považovat jiné proporce tepelných ztrát a tepelných zisků. Proměnlivý pasivní zisk okny může být řádově stejný jako ztráta při zatažené obloze nebo u neosluněných místností. V řadě případů se můžeme dostat do situace, že jakýkoliv energetický zdroj bude příliš předimenzovaný na to, aby mohl pracovat po většinu roku v optimálním režimu. Dalším rozdílem může být snaha investora o co nejnižší zatížení životního prostředí a tomu je podřízena volba primárního energetického zdroje. Problémem může být jistá absence empirických zkušeností u rutinních projektantů. V tomto ohledu se však dá očekávat v budoucích letech posun vpřed.

Základní otázkou je volba primárního zdroje tepla. O tom rozhodují nejčastěji místní podmínky, osobní preference a samozřejmě cena. Nejčastěji se lze setkat s níže uvedenými zdroji.

Plyn – nízkoenergetické energetické rodinné domy případně obdobně koncipované administrativní budovy často vykazují tepelnou ztrátu 5kW a níže. Klasické plynové kotle s výkonem okolo 12kW jsou předimenzovány a pracují s nízkou účinností a nízká ztráta tepla prostupem obálkou může být znehodnocena zvýšenou spotřebou paliva.

Biomasa – využití biomasy ve formě štěpků, pelet nebo kusového dřeva je stále zajímavou alternativou. Hlavní předností je obnovitelnost a tím pozitivní hodnocení z hlediska ekologické zátěže. Z technického hlediska je zde stejný problém jako v předchozím řešení – problém s dostatečně malými a účinnými zdroji.

Elektrina – různé použití ve formě přímotopu, akumulčního vytápění nebo prostřednictvím tepelného čerpadla. Z hlediska ekonomické výhodnosti často vychází nejlépe elektrický přímotop. Účinné a drahé zařízení jako tepelné čerpadlo má v objektech s malými ztrátami jen omezené využití a doba návratnosti investice se může prodloužit.

Otopné soustavy

Teplovodní soustava – v nízkoenergetických domech najdeme všechny obvyklé druhy otopných těles, častěji se uplatňuje podlahové a stěnové vytápění. Odlišnost spočívá ve výrazně nižších instalovaných výkonech instalovaných těles. Dále je požadavek na pružné chování soustavy z hlediska zohlednění nahodilých zisků. Kde může vznikat požadavek na regulaci v rozmezí 0-100%. V některých případech, kdy lze zajistit díky dobře izolovaným obvodovým konstrukcím dostatečné teploty vnitřních povrchů, lze opustit klasické schéma otopného tělesa pod oknem a umístit ho dle požadavků jako součást řešení interiéru.

Teplovzdušné vytápění – systémy v cirkulačním režimu obsahují vzduchotechnickou jednotku s ohřevem vzduchu. Upravený vzduch je potom rozváděn do jednotlivých místností. Zpětné odsávání je umístěno obvykle na chodbě, kam je vzduch zpětně transportován netěsnostmi dveří atp. Vyspělejší systém je kombinace teplovzdušného větrání s vytápěním. Tato varianta je velmi často využitelná v dobře zateplených objektech s nízkou spotřebou tepla na vytápění. Absence sálavé složky se často řeší instalací krbu popřípadě kamen do prostoru obytné místnosti.

2.1 Větrání v nízkoenergetických domech

Potřebné množství čerstvého vzduchu je potřeba zajistit v každém objektu – bez ohledu na nízkoenergetické ambice budovy. Množství vzduchu je dáno počtem osob a využíváním objektu. Tyto požadavky jsou uvedeny ve vyhláškách vlády podle druhu převládající činnosti na pracovišti (pro pobytové místnosti se zpravidla požaduje dle druhu činnosti $15\text{m}^3/\text{h}$ až $25\text{m}^3/\text{h}$). Zvláště v nízkoenergetických domech s nízkým součinitelem prostupu tepla obvodových stěn a s tím spojenou nízkou tepelnou ztrátou prostupem, nabírá tepelná ztráta větráním na významu.

Přirozené větrání

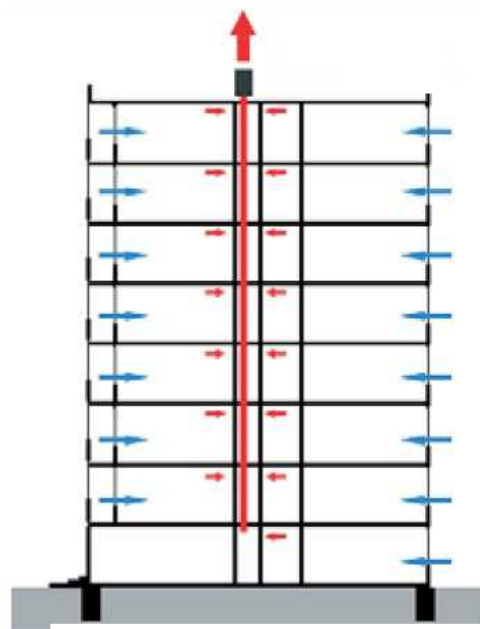
Za přirozené větrání se považuje případ, kdy intenzitu větrání reguluje pouze uživatel otevíráním a zavíráním oken a případnými netěsnostmi obálky budovy. Principiálně je nutné, aby byl k dispozici tlakový rozdíl mezi vnitřním a vnějším prostředím (teplotní rozdíl, tlak větru). Současná okna jsou mnohem těsnější než dříve a proto výrobci vybavují své výrobky mikroventilací (označované někdy jako čtvrtá poloha kliky). Tento způsob lze jen stěží použít pro trvalé větrání – není zde totiž splněn jiný důležitý prvek – a to ochrana proti hluku z vnějšího prostředí.

Nucené větrání

Nucené větrání odlišných druhů je pravidelnou součástí koncepcí nízkoenergetických domů. Prioritou je zajištění vyhovujícího mikroklimatu budovy, kde vlastní úspora bývá až druhotnou záležitostí. U obytných budov se zpravidla jedná o systémy bez chlazení a vlhkostní úpravu vzduchu. K úsporám dochází díky přesnému dávkování vzduchu (uživatel nemá důvod otevírat a větrat oknem). Dále díky systému zpětného získávání tepla, popřípadě zemními výměníky, jimž jsou tyto systémy zpravidla vybaveny.

Systémy s nuceným odvodem vzduchu

Systém se skládá z větracích prvků v obvodovém plášti (v rámech oken, roletových boxech, jako samostatné prvky) jimiž je nasáván vzduch z okolního prostředí. Dále z vzduchotechnického zařízení, které zajistí podtlak a tím i odvod vzduchu z interiéru do vnějšího prostředí. Současné systémy jsou tvořeny ventilátory s elektromotory. Umožňují plynulou regulaci otáček a dále s čidly monitorující koncentraci škodlivin v interiéru. To dokáže zajistit proměnou intenzity větrání dle aktuálních potřeb. Systémy s nuceným odvodem vzduchu se dále dají rozdělit na lokální (jeden ventilátor a odvod vzduchu pro jednu až několik místností) a centrální (jeden ventilátor a odvod vzduchu pro celý objekt). Výhodou takových systémů je jednoduchost a nižší pořizovací náklad. Značnou nevýhodou je nemožnost do takových systémů instalovat výměník pro zpětné získávání tepla.

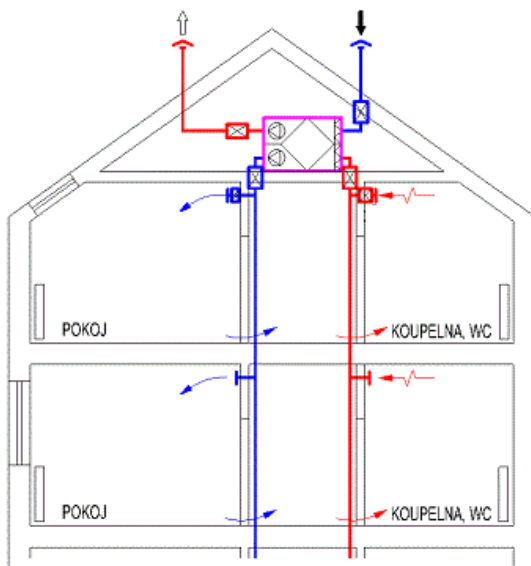


Obr. 1 Schéma centrálního systému s nuceným odvodem vzduchu

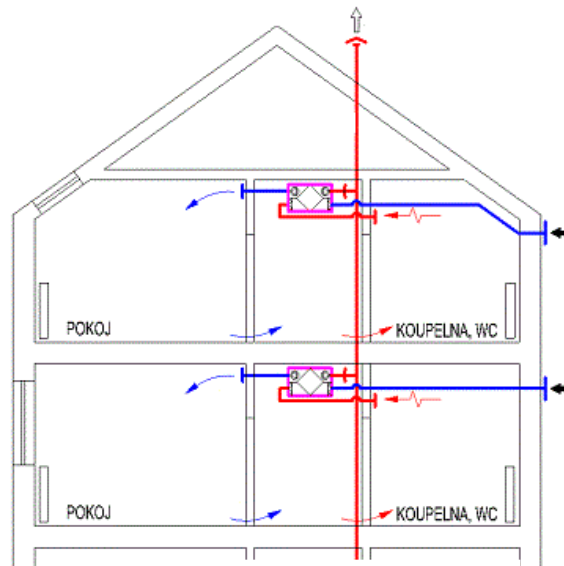
Nucené rovnotlaké větrání

Nucené rovnotlaké větrání představuje vyšší kvalitu větrání než nucené podtlakové větrání, resp. hybridní větrání. Použije se však i tam, kde není z hygienických důvodů možné zajistit přívod vzduchu podtlakem z obvodové stěny, např. při požadavku na přívod méně znečištěného vzduchu než je venkovní ovzduší (např. v blízkosti zdroje znečištění, nebo komunikace), nebo tehdy, je-li venkovní prostředí zatíženo nadměrným hlukem, který nelze utlumit přívodními elementy podtlakových systémů (obytný prostor přilehlý k rušné komunikaci).

Systém zajišťuje jak přívod čerstvého vzduchu, tak i odvod znehodnoceného. Toto řešení obsahuje výústky pro přívod a odvod, vzduchotechnické potrubí a dále centrální jednotku, zpravidla vybavenou dvojicí ventilátorů pro rozvod vzduchu, často systémem pro zpětné získávání tepla (ZZT), popřípadě filtry. V případě teplovzdušného vytápění obsahuje jednotka i zařízení pro ohřev vzduchu. Opět je možné tyto systémy rozdělit na lokální (např. pro jednu bytovou jednotku) a centrální pro celý objekt. Nevýhodou takovýchto řešení je zvýšená prostorová náročnost, cena a v neposlední řadě u centrálních systémů tzv. přeslechy přes vzduchovody mezi jednotlivými bytovými jednotkami.



Obr. 2 Schéma centrálního systému rovnotlakého větrání



Obr.3 Schéma lokálního systému rovnotlakého větrání

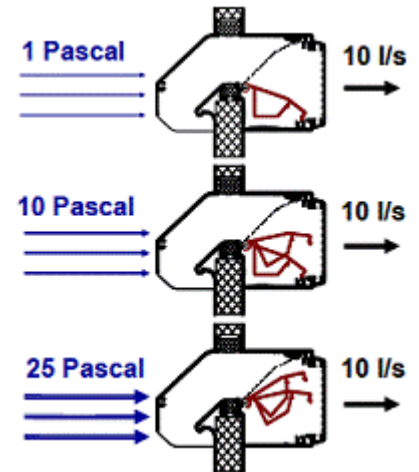
Teplovzdušné vytápění v systémech nuceného větrání

Jak je výše popsáno, nucené větrání s centrálním přívodem vzduchu umožňuje osadit do jednotky i komponenty pro ohřev vzduchu a tímto způsobem řešit i vlastní vytápění objektu. Toto řešení se uplatňuje především v nízkoenergetických rodinných domech. Vlastnímu ohřevu vzduchu často předchází předehřev vzduchu v systémech zpětného získávání tepla (ZZT), případně v zemním výměníku (ZVT) pro úsporu energie. Následuje ohřev vzduchu ve vzduchotechnické jednotce přes otopnou vodu na požadovanou teplotu (vyšší než požadovaná teplota interiéru po pokrytí tepelných ztrát) a rozvod přes vzduchovody a výústky do místností. Výhodou systému je spojení vytápění a větrání do jednoho zařízení. Otopná soustava slouží pro přípravu otopné vody pro dohřev vzduchu. Díky přenosu tepla z vody do vzduchu však většinou nepracuje v nízkoteplotním režimu (jako např. podlahové vytápění). Nevýhodou je obtížná regulace teploty v jednotlivých místnostech, teplotní

gradient v místnosti (v důsledku studených ohraničujících ploch a chybějícího sálání musí být vzduch ohříván na značně vyšší teplotu, aby byla kompenzována nižší hodnota střední povrchové teploty ohraničujících ploch) a zejména vyšší spotřeba elektrické energie pro pohon ventilátorů. Průtok přiváděného vzduchu je totiž navržen na krytí tepelné ztráty objektu a převyšuje hygienické minimum nutné pro větrání. Vzhledem k tomu, že teplonosnou látkou je vzduch, vycházejí relativně velké dimenze vzduchovodů v porovnání s kombinací řízeného větrání a vodní otopné soustavy.

Hybridní větrání

Hybridní systém v sobě kombinuje prvky nuceného i přirozeného větrání. Zaručuje tak dobrou výměnu vzduchu spolu s nižšími nároky na energii. V praxi jsou tyto systémy realizovány pomocí výustek pro nasávání vzduchu doplněné o servopohony. Nastavováním klapek do různých poloh lze zaručit konstantní průtoky vzduchu bez ohledu na změnu vnějších a vnitřních tlakových podmínek. Klapky jsou doplněny střešním nástavcem pro odvod vzduchu (samoodtahová hlavice, solární komín). Další součástí jsou čidla koncentrace CO₂ a řídicí jednotka která vyhodnocuje vnitřní klima a nastavuje polohu klapek.



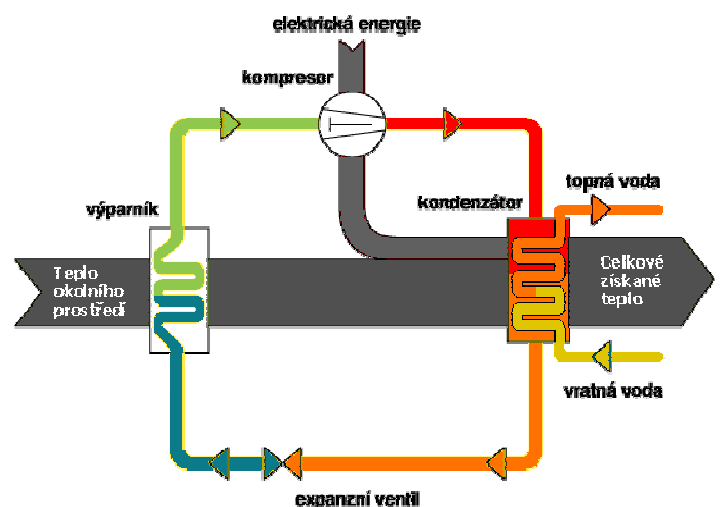
Obr. 4 Samoregulační výústky

2.2 Tepelná čerpadla

Teplná čerpadla patří v poslední době čím dál tím běžnějším zařízením a to i v domech, které nemají nízkoenergetické ambice. Jejich aplikace může být velmi široká. Dle použitého systému mohou ohřívat topnou vodu nebo případně ohřívat vzduch pro systémy teplovzdušného vytápění. Pro dosažení vysokých čísel tepelného faktoru (TF) jsou vhodné systémy vytápění pracující s nízkými vstupními teplotami – podlahové vytápění, nízkoteplotní radiátory.

Princip tepelného čerpadla

Laicky lze jejich funkci připodobnit funkci ledničky nebo mrazničky jen s opačným smyslem. Zatímco u ledničky teplo z vnitřku odebíráme a odevzdáváme ho okolí, u tepelných čerpadel (TČ) odebíráme teplo okolí (vody, vzduchu nebo země), převádíme ho na vyšší teplotní hladinu a následně přes výměník teplo umožní využít pro vytápění nebo ohřev teplé vody. Pro přečerpání tepla na vyšší teplotní hladinu, tedy i pro provoz tepelného čerpadla, je třeba dodat určité množství energie. Prakticky to znamená, že tepelné čerpadlo spotřebovává pro



Obr. 5 Funkční schéma tepelného čerpadla

pohon kompresoru energií. Dodávaná energie je nejčastěji ve formě elektřiny popřípadě zemní plyn, LPG. Protože její množství není zanedbatelné, lze tepelné čerpadlo považovat za alternativní zdroj tepla pouze částečně. Technicky lze TČ rozdělit na čtyři základní části spolu s ději které v nich probíhají: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Teplo odebrané venkovnímu prostředí se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu) při relativně nízké teplotě. Zahřátím chladiva dojde k jeho odpaření a páry jsou následně stlačeny v kompresoru na vysoký tlak. Stlačené chladivo je přiváděno do kondenzátoru, kde při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo teplo ve výparníku odebráno. V expanzním ventilu se cyklus uzavírá a dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku.

Typy tepelných čerpadel podle zdroje tepla

Tepelná čerpadla se vždy zkráceně označují podle toho, odkud teplo odebírají a jaké látce teplo předávají. Prakticky to znamená, že např. tepelné čerpadlo "vzduch/voda" odebírá teplo z okolního vzduchu a předává vodě do topného systému. Tepelné čerpadlo "vzduch/vzduch" předává teplo vnitřnímu vzduchu a je tedy určeno pro teplotovzdušné vytápění nebo klimatizaci. Nejobvyklejší kombinace jsou **vzduch/voda, vzduch/vzduch, voda/voda, země/voda**.

Systém se získáváním tepla z okolního vzduchu

Tento systém se dále dělí podle umístění jednotky na vnitřní a venkovní. Výhodou je použitelnost téměř ve všech podmínkách, zvláště tam kde není umožněno vybudovat zemní kolektory popřípadě hloubkové vrty. Nevýhodou může být zvýšená hlučnost oproti ostatním (země, voda) zdrojům a klesající účinnost s klesající venkovní teplotou

Systém se získáváním tepla ze země

Zde jsou nejrozšířenější varianty plošného zemního kolektoru nebo hlubinných vrtů. Zemní kolektory vychází levněji než vrty, ovšem vyžadují k instalaci značnou plochu (pro 10kW čerpadlo až 350m²) na které nelze stavět. V zimních měsících může dojít k promrzání půdy v okolí kolektoru a s tím opět ke klesání účinnosti. Varianta s použitím vrtů má značnou výhodu ve stabilitě výkonu a účinnosti čerpadla, je ovšem finančně nákladná (vrty jsou často i 150m hluboké)

Systém se získáváním tepla z vody

Zde je opět možné využít dva rozdílné přístupy podle zdroje vody. První možnost je získávání vody ze studny, druhá zahrnuje využití povrchových vod, jako jsou řeky, rybníky. Získávání vody podmiňuje existenci vody, jež je dostatečně vydatná a má vyhovující chemické složení – v opačném případě je riziko zanášení výměníku vodním kamenem. Kromě vlastní studny je ještě nutné zbudovat v jisté vzdálenosti vsakovací studnu, do které se vrací ochlazená voda z okruhu TČ. Druhý způsob využívá často plastové trubky tvořící kolektor, které se položí na dno a v němž proudí nemrzoucí kapalina, tvořící primární okruh TČ. Tento způsob je samozřejmě omezen jen na lokality, které disponují dostatečně velkým zdrojem povrchové vody.

Tepelný faktor tepleného čerpadla

Hodnota topného faktoru (TF) se používá jako ukazatel energetického efektu tepleného čerpadla. Jsou možné dle typu úlohy dvě definice topného faktoru. V první úloze určujeme množství

vyprodukovaného tepla (Q) z daného množství dodané vnější energie (E). Tato úloha je charakterizována vztahem

$\Sigma Q = \Sigma E \cdot TF$. Platí zde přímá úměra – množství tepla je přímo úměrné tepelnému faktoru. V praxi se tento případ nevyskytuje.

V druhé úloze určujeme spotřebu hnací energie (E), případně úsporu energie (UE). Zde platí vztah $\Sigma E = \Sigma Q / TF$, respektive $\dot{U}E = \dot{\Sigma}Q - \dot{\Sigma}E = \dot{\Sigma}Q - \dot{\Sigma}Q / TF = \dot{\Sigma}Q \cdot (1 - 1/TF)$. V tomto případě již neplatí přímá úměra a úspora energie neroste lineárně spolu se zvyšujícím se topným faktorem, naopak narůstá relativně pomalu (závislost je hyperbolická). Tato úloha je v praxi standardní.

Reálná hodnota TF se v průběhu roku mění – z důvodů změny teploty nízkopotencionálního tepla, ale i dalších. Ve výpočtech se proto vždy uvádí průměrná hodnota.

Hodnota TF bývá často v očích veřejnosti přeceňována. Panuje zjednodušený názor, že vyšší hodnoty zajistí podstatně (až nereálně) vyšší úsporu. Že tomu tak v praxi není, je dokázáno výše. Dále je nutné si uvědomit, že každý vytápěný objekt, respektive domácnost potřebuje vedle energie tepelné (pro vytápění a přípravu TV) i "další" energii (a to nezanedbatelné množství) pro provoz "technické vybavenosti" objektu (osvětlení, vaření, pračka, chladnička, myčka, audiovizuální technika atd.). Z pohledu nákladů na energii má spotřeba "další" energie (kterou je převážně energie elektrická) značný význam. Cena za shodný odběr "další" elektrické energie bude při neelektrickém vytápění podstatně vyšší než při jakémkoliv vytápění elektrickém.

2.3 Systémy zpětného získávání tepla (ZZT)

Zpětné získávání tepla (někdy označované veřejností jako rekuperace) je dle definice proces, při kterém se ze vzduchu odváděném z budovy odebírá teplo a to je předáváno vzduchu, který se do objektu přivádí. Zpětné získávání tepla můžeme dle typu použitých výměníků rozdělit do dvou skupin:

- Rekuperační výměníky pro zpětné získávání tepla
- Regenerační výměníky pro zpětné získávání tepla

Druh rekuperace se používá podle toho jaký vlhkostní a teplotní potenciál má odváděný vzduch, zda je zatížen škodlivinami či nikoliv, popřípadě zda je nadměrně vlhký a podobně. Pro ZZT se většinou používá koeficient teplotní účinnosti φ , který je sice závislý na provozu zařízení, nicméně umožňuje snadný výpočet teploty vzduchu za výměníkem.

$$\varphi = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{t_{i1} - t_{e1}}$$

Kde:

t_{e1} je teplota přiváděného vzduchu před výměníkem

t_{e2} je teplota přiváděného vzduchu za výměníkem

t_{i1} je teplota odváděného vzduchu před výměníkem

U účinnosti se však často zapomíná, že není konstantní ve všech režimech provozu. Obvykle se mění s průtokem vzduchu (s menším průtokem účinnost stoupá), zda dochází ke kondenzaci (v případě vyšší vlhkosti odváděného vzduchu a jeho kondenzaci ve výparníku, kdy předává vázané výparné teplo přiváděnému vzduchu) a jiné.

Rekuperační výměníky

Kapalinové okruhy

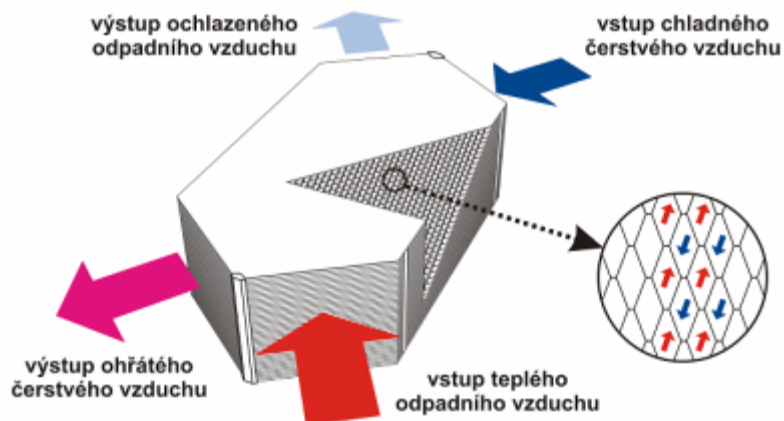
Zařízení je tvořeno dvěma lamelovými výměníky spojené kapalinovým okruhem – náplň tvoří voda nebo nemrznoucí směs. Přenos tepla tedy probíhá v pořadí vzduch – voda – vzduch. Výhodou je plné oddělení přívodu a odvodu a jejich umístění do libovolné vzdálenosti. Nevýhodou je nutnost instalace čerpadla pro oběh kapaliny (a tím další spotřeba energie). Účinnost se udává kolem 60%

Tepelné trubice

Základem je tzv. tepelná trubice, což je uzavřená trubka naplněná freonem, čpavkem, někdy může být i voda. Spodní část trubice je přímo ohřívána teplým odvodním vzduchem, dochází k varu, páry stoupají v trubici vzhůru, kde předají teplo přiváděnému vzduchu, samy zkondenzují a stékají do spodní části trubky. Tento děj se opakuje pořád dokola. Výhodou je, že ke svojí činnosti nepotřebují žádný pohon, nevýhodou je problematické utěsnění rozhraní mezi přívodním a odvodním vzduchem. Účinnost je většinou do 65%.

Deskové výměníky

Dříve používané provedení ve tvaru čtyřstěnu s křížovým prouděním vzduchu je v posledních letech nahrazováno provedením šestistěnným, kde dochází protiproudému vedení vzduchu. S tím se i zvýšila účinnost z původních přibližně 60% na dnešních 80-90%. Díky jednoduchosti výroby a malým nákladům se jedná o nejpoužívanější systémy. Další výhodou je, že zde může dojít ke zmiňované kondenzaci a tím opět navýšit účinnost, absence pohonů a tím dalších nákladů na energii. Nevýhodou je jakákoliv absence regulace a tím nutnost existence obchozu pro letní období, kde je teplota přiváděného vzduchu vyšší než požadujeme.



Obr. 6 Funkční schéma deskového výměníku s protiproudem

Regenerační výměníky

Rotační rekuperátory

Rotující teplosměnná a akumulární hmota je upevněna v rámu a poháněna el. motorem. Akumulační rotor může být z řady materiálů. Často je z hliníkového plechu, používají se i plasty nebo tvrzená

papírovina. Pro přenos vlhkosti se povrch teplosměnné plochy upravuje nanesením hydrofobické vrstvy. Při průchodu z odváděného do přiváděného vzduchu prochází rotor tzv. pročišťovací zónou. Zde jsou kanálky profukovány proudem čistého vzduchu, čímž se snižuje přenos nečistot z odváděného vzduchu. Pro správnou funkci pročištění a zamezení pronikání odváděného vzduchu netěsnostmi okolo rotoru, je třeba zajistit mírný přetlak přiváděného vzduchu oproti vzduchu odváděnému. Účinnost je kolem 75%, přenos vlhkosti může u typů s hydrofobickou vrstvou dosáhnout 70%.

Přepínací rekuperátory

Rozdílem oproti rotačním rekuperátorům je, že akumulční hmota nemění polohu, mění se směr proudění vzduchu. V praxi se využívá systém dvou akumulčních výměníků, přes které střídavě proudí vzduch přiváděný a odváděný z místností. Nevýhodou těchto systémů je, že přibližně 5-10% znehodnoceného vzduchu se při změně polohy klapek dostává zpět do místnosti.

2.4 Zemní výměníky

Zemní výměníky tepla (ZVT), jsou zařízení, která jsou předřazována systémům nuceného větrání. Jejich princip spočívá v tom, že nasávají vzduch z exteriéru, ten je veden přes potrubí uložené v zemině, kde je teplotně upraven a poté přiveden k vlastnímu systému nuceného větrání. Využívají tedy poměrně stálé teploty zeminy, v které je potrubí zahlobeno k předehřevu (zimní období), nebo ochlazení (letní období) vzduchu přiváděného do budovy. Základní možnosti řešení jsou uvedeny na obrázku (autor P. Kopecký, Nízkoenergetické domy principy a příklady 2)

Schéma			
Druh sání	přímé přerušované	cirkulační přerušované	přímé nepřerušované
Princip	ohřívání zeminy (den) v okolí ZVT, přirozená regenerace (ochlazování) zeminy v obdobích bez sání vzduchu (odvedení tepla do širšího okolí potrubí), zdrojem chladu je stálá teplota zeminy	ohřívání zeminy (den) v okolí ZVT, přirozená regenerace (ochlazování) zeminy v obdobích bez sání vzduchu (odvedení tepla do širšího okolí potrubí), zdrojem chladu je stálá teplota zeminy	periodické ohřívání (den) a ochlazování (noc) zeminy v okolí ZVT, zdroj chladu je denní oscilace teploty vnějšího vzduchu
Příklad teploty na vstupu do výměníku θ_{in} , teploty na výstupu z výměníku θ_{out} , Teplota zeminy θ_{soil}			
Hloubka uložení	> 1,5 m	> 1,5 m	malý vliv
Kondenzace v potrubí	pravděpodobná ve středoevropském klimatu	pravděpodobná ve středoevropském klimatu	spíše nepravděpodobná
Výkon chlazení	v závislosti na průtoku vzduchu, účinnosti ZVT a aktuální teplotě zeminy	v závislosti na průtoku vzduchu, účinnosti ZVT a aktuální teplotě zeminy	v závislosti na průtoku vzduchu, účinnosti ZVT a teplotě vzduchu předešlé noci
Poznámka	nutnost otevřeného otvoru pro odvod vzduchu	náročnější realizace, možnost chlazení i při zcela uzavřeném domu (za nepřítomnosti uživatele)	dodatečná spotřeba elektrické energie (na noční „vybíjení“)

Obr. 7 Schéma zemních výměníků

Přímé sání

Čerstvý vzduch je přiváděn v plné míře z exteriéru, v ZVT tepelně upraven a přiváděn do objektu. Takový systém plní i zároveň protimrazovou pojistku VZT jednotky. Systém je vybaven klapkou umožňující nasávání vzduchu přes ZVT a nebo bez využití ZVT

Cirkulační uspořádání

V této variantě je nasávaný vnitřní vzduch z budovy. Výhodou je nižší vliv na teplotu zeminy v okolí ZVT a možnost chladit i zcela uzavřenou budovu. Systém doplňuje v poslední době často využívané cirkulační nucené větrání s teplovzdušným vytápěním

Přímé nepřerušované

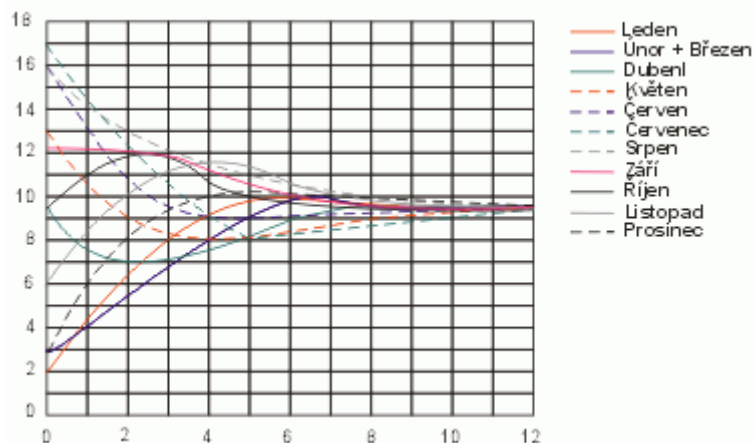
V ČR příliš nevyužívaná možnost, která je založena na kontinuálním ohřívání a ochlazování zeminy v okolí výměníku v důsledku oscilace vnější teploty. Zemina tak není zdrojem chladu, ale je pouze akumulátorem.

Účinnost a stavba ZVT

Účinnost ZVT určuje mnoho faktorů, ať hustota zeminy, zhutnění nebo hladina podzemní vody na straně zeminy, tak dimenze potrubí, rychlost proudění, drsnost povrchu na straně výměníku. V praxi se ukázala jako optimální délka cca 25-35 metrů s dimenzí 150-200mm. V delších potrubích se změna teploty vzduchu přibližuje asymptoticky k teplotě zeminy a tak se delší potrubí (přes 40m) již příliš nevyplácí. Stejně tak při vyšších dimenzích než přibližně 200mm se vytváří jádro proudu, které se na teplotní výměně příliš nepodílí. Lepšího přenosu tepla se docílí u systému se zvlněným vnitřním povrchem potrubí, ovšem za cenu vyšších tlakových ztrát a tedy vyšších energetických nároků na straně hnacího ventilátoru.

Hloubka uložení potrubí ZVT se v praxi pohybuje v rozsahu 1-2m. Dle grafu už změny teploty zeminy v průběhu roku v hloubce 2m a výše lze považovat za méně významné.

Jako materiál se používají nejčastěji plastové trubky z tvrdého PVC (KG), polypropylenové potrubí a dále betonové a kameninové trubky.



Obr. 8 Teploty zeminy v průběhu roku

ZVT by měl být vždy součástí integrální stavebně-energetické koncepce budovy. Projektant by měl uvážit, zda ho vůbec použít a chápat spíše jako

doplňkový prvek. Jelikož použití ZVT v systémech nuceného větrání v kombinaci s velmi dobrými rekuperačními jednotkami v systému již není příliš velký, může být důvodem k jeho zařízení možnost využití k chlazení. Zde je však výkon vlastního chlazení limitován hodnotou průtoku vzduchu. Ten je v moderních nízkoenergetických domech s teplovzdušným nuceným větráním dimenzován

k především pokrytí tepelných ztrát. A jelikož pro budovy s nízkými ztrátami nemusí být toto množství nijak velké, často vychází chladicí výkon řádově ve stovkách wattů.

2.5 Systémy s využíváním solární energie

Jako solární energii označujeme energii, která dopadá na Zemi ve formě slunečního záření. Energie uvolňovaná termionukleárními reakcemi na povrchu slunce je vyzářena ve formě elektromagnetického záření. Slunce vyzařuje v širokém spektru vlnových délek, pro nás je nejvýznamnější pásmo od 400 do přibližně 650 nm. Energeticky významné je ještě pásmo tzv. infračerveného záření, od přibližně 650nm do 2000nm. Na hranici zemské atmosféry je hustota dopadajícího slunečního záření přibližně 1373 W/m^2 . Přesná hodnota tzv. solární konstanty se dle jednotlivých zdrojů jemně liší. Solární energie je tedy přítomna všude na zemi, kolik energie lze z ní však skutečně získat, závisí na několika faktorech, které si nyní představíme.

Zeměpisná šířka – největší množství záření dopadá na Zemi v oblastech rovníků, nejméně u pólů.

Roční doba – v zimních měsících je den výrazně kratší a slunce je nízko. To spolu s často vyšší oblačností omezuje energetický zisk.

Místní klima, oblačnost – při průchodu záření zemskou atmosférou je část záření pohlcena nebo odražena. V tom hrají významnou roli mraky – za jasné oblohy dopadá na zemi přibližně 75% záření, při vysoké oblačnosti jen asi 15%. Mezi další vlivy zde patří lokální znečištění a jiné lokální jevy.

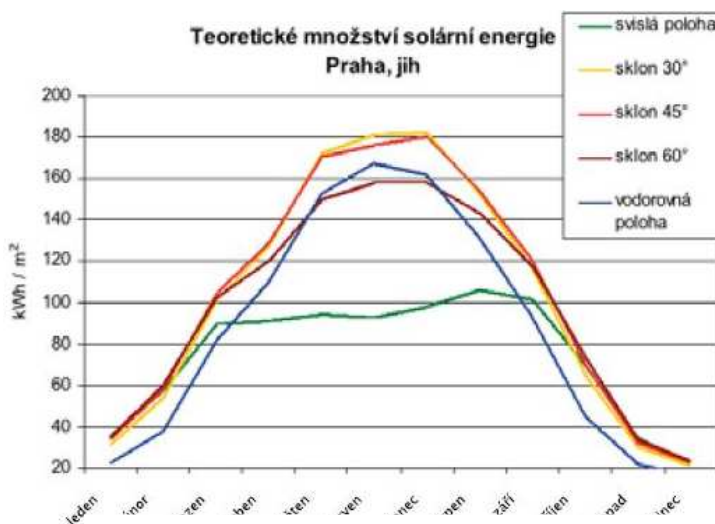
Sklon a orientace plochy, na niž záření dopadá – je zřejmé, že maximalizujeme zisk, pokud zajistíme, aby plocha byla stále k slunečním paprskům kolmá – to se ve skutečnosti často neobjevuje a v praxi se fotovoltaické články nebo kolektory osazují přibližně se sklonem 45° .

Je celkem zřejmé, že v praxi nelze využít veškerou solární energii, která k nám dopadá. Je zde totiž celá řada faktorů, které využitelnost ovlivňují, z nichž nejvýznamnější jsou:

Účinnost systému, již energii zachycují. V případě ohřevu vody je to přibližně kolem 30%, u fotovoltaických systému je často účinnost výrazně nižší, okolo 10%.

Nepoměr mezi „nabídkou“ a spotřebou energie. Řešení často ve formě akumulace energie ale z pravidla jen v omezené míře.

Solární energie má poměrně malou plošnou hustotu, proto jsou zařízení využívající tuto energii často prostorově a i finančně náročné. V praxi je významným limitujícím prvkem doba návratnosti. Často



Obr. 9 množství solární energie v průběhu roku v závislosti na sklonu plochy

tedy systémy optimalizujeme tak, aby se náklady vrátily, nebo aby alespoň doba návratnosti nepřekročila dobu životnosti systému.

V průběhu rozvoje využívání solární energie se našlo mnoho způsobu využití. Většinu lze rozdělit do skupin:

- přeměna slunečního záření na teplo
- přeměna na elektrickou energii
- přeměna na mechanickou nebo chemickou energii
- využití fotochemických účinků

V oblasti stavebnictví nejčastěji mluvíme o solárních termálních systémech, kde se sluneční záření přeměňuje na teplo. Takový solární systém zpravidla obsahuje tyto části:

- **kolektor** – pohlcuje záření a mění je na teplo
- **zásobník** – slouží k akumulaci tepla a k jeho dávkování
- **transportní systém** – k rozvodu tepla do zásobníku, případně místa spotřeby
- **regulační zařízení** – zajišťuje, aby teplo přecházelo z kolektoru do zásobníku a ne naopak
- **záložní zdroj(e) tepla** - pokrývají spotřebu mimo dostatečnou činnost solárního systému

Ne vždy jsou všechny prvky přítomny a ne vždy odděleně.

Solární systémy můžeme dále rozdělit:

Podle získané energie

- systémy pro ohřev teplé vody
- systémy pro vytápění
- systémy pro chlazení a klimatizaci

Podle způsobu přenosu tepla

- systémy pasivní – bez použití technického zařízení a bez nároku na dodanou energii na příklad s využitím přirozené konvekce
- systémy aktivní – k cirkulaci media se využívá čerpadlo nebo ventilátor ve spojení s vhodným regulačním zařízením

Podle přenosového média

- systémy využívající vodu nebo nemrznoucí směs, výhodou je vysoké teplená kapacita vody, proto stačí relativně malé dimenze rozvodů
- systémy využívající vzduch – větší průměry rozvodového potrubí a akumulačních zásobníků

Využití solární energie pro ohřev teplé vody

Jak vyplývá z poznatků výše, využití solární energie pro ohřev vody je jejím nejběžnějším a nejvýhodnějším využitím. V této aplikaci existuje celá řada systému od nejjednodušších pasivních systémů až po nejmodernější aktivně řízených.

Pasivní systémy pro ohřev vody

Akumulační kolektor – představuje nejjednodušší systém. V praxi často jen tmavě natřená nádoba na vodu se všemi jejími nevýhodami jako velké tepelné ztráty, nutnost umístit nádobu tam, kde svítí slunce a nikoliv v místě potřeby atd. Zdokonalené akumulční kolektory používají například obal z průsvitného granulovaného aerogelu, který slouží jako teplená izolace.

Samotížný systém pro ohřev vody – podstatného snížení tepelných ztrát způsobených vyzařováním tepla z akumulční nádoby dosáhneme oddělením kolektoru a zásobníku. Pokud je kolektor umístěn ve výšce pod zásobníkem, není nutné čerpadlo ani regulace, z důvodu samotížného oběhu vody. Pokud slunce přestane svítit, oběh ustane a jestliže je zásobník dobře izolovaný, vychládá jen velmi pomalu. Je však nutné volit jen krátké potrubí o větších dimenzích vzhledem k tomu, že tlak vyvozený rozdílnou teplotou vody je velmi malý.

Aktivní systémy pro ohřev teplé vody

Lepší flexibility systému dosáhneme, pokud do systému přidáme čerpadlo doplněné vhodným solárním regulátorem. Tím přejdeme od pasivního systému k aktivnímu. Pak je možné umístit kolektor například na střechu, kde není zastíněn a objemný zásobník např. do sklepa kde nevádí jeho rozměry ani váha.

Komponenty aktivních solárních systémů

Kolektory

Základní a nejdůležitější část systémů. Na trhu lze vybírat z široké palety typů. Základní dělení je následující:

Dle materiálu

- plastové
- kovové

Dle tlaku výplně

- atmosférické
- vakuové

Dle plochy absorbéru

- ploché
- koncentrující – plocha absorbéru slunečního záření je menší, než vstupní plocha. Záření je na absorbér soustředěno čočkou nebo zrcadlem.

Dalšího zlepšení vlastností lze dosáhnout tzv. selektivním povrchem u kovových kolektorů, díky němuž se významně sníží tzv. radiační ztráta. Selektivní povrch je v oblasti viditelného záření černý a pohlcuje tak přibližně 90% záření, ale v oblasti infračerveného záření se chová jako kovově lesklý,

nevyzařující povrch. Takovýto povrch se vyrábí galvanickým pokovením – např. černý chrom na měděném absorberu.

Zásobníky

Drtivá většina solárních systémů potřebuje k uspokojivé činnosti zásobníky pro ohřátou vodu, kde je uchovávána pro pozdější použití. Teoreticky existuje více možností uchování tepla

V zásobnících, kde akumulujeme teplo jako takové, v praxi nejčastěji ohřev látky bez změny skupenství, tzv. citelné teplo. Je možno však využít i roztavení tuhé látky (tzv. skupenské teplo), nebo k odparu kapaliny (výparné teplo). Nebo můžeme přeměnit teplo na jinou formu energie. Typickým příkladem může být desorpce vhodné hydroskopické látky (např. zeolit). Výhodou je že mezi „nabitím“ a „vybitím“ může uplynout libovolně dlouhý čas a nedojde k žádným energetickým ztrátám. Druhá možnost je využít reversibilní (vratné) chemické reakce.

V praxi se nejčastěji používá ten nejjednodušší způsob, a to zásobník naplněný vodou, která je ohřívána solárními kolektory. Často v realizovaném systému existuje záložní zdroj ohřevu vody, potom mluvíme o tzv. bivalentních zásobnících. V takových to zásobnících existuje druhá topná spirála, která je napojena na záložní zdroj tepla – plynový kotel, kotel na tuhá paliva apod.

Regulační prvky

Základní funkcí tohoto zařízení je zapínat oběhové čerpadlo v době kdy teplota na výstupu kolektoru převyšuje teplotu spodní části zásobníku. Dále jsou často integrovány ochranné a doplňkové funkce jako je ochrana před přehřátím zásobníku – například před dochlazením vody přes kolektory v nočních hodinách. Dále měření tepla dodaného přes solární systém, regulace dohřívání vody ze záložního zdroje aj.

Využití solární energie pro vytápění

Udává se, že pro vytápění domu je třeba přibližně 40-70% z celkové spotřeby energie. Na vytápění ale stačí médium o nižších teplotách, což ho pasuje do optimálního využití solární energie. Zásadním problémem je však nepoměr – časový posun – mezi nabídkou a poptávkou tepla. V létě, kdy je solární energie nejdostupnější, je spotřeba na vytápění nulová, zatímco v zimních měsících je situace opačná.

Pasivní solární systémy

Systém s přímým ziskem

Nejjednodušší systém, který funguje téměř v každém domě, představuje okno v místnosti s dobrou tepelnou kapacitou. Sluneční záření, které projde přes zasklení dovnitř, se po dopadu na stěny nebo zařízení místnosti přemění na teplo. Toto teplo se pak díky konvekci a radiaci rovnoměrně rozšíří po celé místnosti. Účinnost tohoto jednoduchého systému závisí především na vlastnostech zasklení a to v parametrech U- prostup tepla a g-propustnosti pro sluneční záření. Tyto veličiny často v praxi spolu epřímo souvisí – dobře tepelně izolační sklo s nízkou hodnotou U má často i nižší propustnost pro sluneční svit (g).

Trombeho stěna

Zařízení nazvané podle francouzského inženýra Felixe Trombeho, který toto zařízení zkoumal v 50. letech 20. století. Typická Trombeho stěna je tvořena z 200 -400mm silné vrstvy dobře tepelně vodivého materiálu (beton, plné cihly) a zvenku zasklena jednoduchým, případně dvojitým zasklením. Princip je jednoduchý – masivní stěna je zahřívána slunečním svitem a předává teplo do místnosti. Díky velké tepelné kapacitě je špička teplot opožděna o 5 až 10 hodin. Základní nevýhodou jsou příliš vysoké tepelné ztráty směrem ven. Ty lze snížit speciálním zasklením s nižší hodnotou součinitele prostupu tepla.

Voštinové struktury

Druh speciální transparentní izolace tvořené vrstvou tenkých průhledných trubiček orientovaných kolmo ke stěně nebo ještě lépe k slunečnímu záření. Sluneční záření se přes tuto vrstvu dostává k vlastnímu povrchu stěny, který bývá pro větší účinnost černě natřen a zde se přemění na teplo. Únik tepla ven je však značně omezen protože v trubičkách prakticky neprobíhá přenos tepla konvekcí a také přenos tepla radiací je značně omezen.

Aktivní solární systémy pro vytápění

Vytápěcí systém se vzduchovými kolektory

Pro vytápění lze s úspěchem používat jako přenosové medium vzduch. Systém pak obsahuje vzduchové kolektory a jako zásobník tepla slouží často jistý objem štěrku. Systémy teplovzdušného vytápění zatím u nás nejsou tak rozšířené nicméně se dá v budoucnu očekávat jejich větší uplatnění

Vzduchové kolektory

Často jsou jednodušší konstrukce než kapalinové. Je to dáno tím, že není požadovaná taková těsnost a jejich provozní teplota je nižší. Zpravidla se jako absorbér používá různě profilovaný plech. Největší slabinou je špatný přenos tepla z absorbéru do média (vzduchu).

Zásobníky tepla

Zpravidla se používá štěrk nebo oblázky. Výhodou je konstrukční jednoduchost, to znamená, že není nutný žádný tepelný výměník a dalším pozitivem je i cena. Nevýhodou je však nižší tepelná kapacita kameniva. To spolu s nižším teplotním rozdílem způsobuje, že vychází podstatně větší a těžší než u systémů používající vodu.

Vytápěcí systém s kapalinovými kolektory

Principiálně a technicky shodné se systémem používající se pro ohřev vody (viz výše v této kapitole). V praxi je takovýto systém často využíván souběžně pro obě potřeby.

3. Závěr

V první části práce jsem nastínil současný vývoj v nízkoenergetickém stavitelství. V současné době tento obor prochází jistým rozvojem – nejen technickým ale i společenským. S pokročilejšími technologiemi a snahou o úsporu lze do budoucna jistě říci, že uvedené limitní požadavky na budovy se v budoucnu budou stále posunovat směrem k nižším hodnotám. Proto dnes uvedené hodnoty mohou být s aktualizací požadavků překonány. Dále s širším povědomím veřejnosti, lze očekávat i zvýšený zájem investorů-stavebníků o budovy tohoto specifického typu. V druhé části jsem pak nastínil základní možnosti řešení technického zařízení těchto budov. Jak z výše uvedeného vyplývá, možností řešení – kombinací je velmi mnoho. V tomto druhu výstavby, více než jinde, platí, že každá stavba je unikátní a záleží na mnoha faktorech pro optimální řešení.

Zdroje:

Nízkoenergetické domy, principy, příklady, Jan Tywoniak, Grada publishing 2006, ISBN 978-80-247-2061-6

Nízkoenergetické domy, principy, příklady, Jan Tywoniak, Grada publishing 2009, ISBN 80-247-1101-X

Nízkoenergetické domy, Othmar Humm, Grada publishing 2005, ISBN 80-7169-657-9

Solární energie pro váš dům, ERA 2008, ISBN 80-7365-029-6

Nízkoenergetický a pasivní dům, Eugen Nagy, Jaga Group 2010, ISBN 978-80-8076-073-1

magazíny Stavba, Materiály pro stavbu

tzb-info

www.tzb-info.cz

B-Studie variant řešení na zadané budově

Obsah	
Charakteristika zadání	32
Varianta A	32
Varianta B	34
Technická zpráva-vytápění	35
Technická zpráva-nucené větrání (B,C)	42
Varianta C	47
Technická zpráva – podlahové vytápění	48

Charakteristika zadání

Zadáním diplomové práce bylo navrhnout vytápění na vybrané budově. Specifikem byl požadavek, aby se jednalo v konečném součtu potřeb energií o dům „téměř nulový“. Dosáhnout takto nízké spotřeby energií již není možné jen s konvenčními zdroji energie (na fosilní paliva atp.), proto jsou ve třech vybraných variantách kombinovány zdroje z obnovitelných zdrojů, jako jsou solární systémy a spalování biomasy. Dalším zařízením, které mnohdy najdou uplatnění při požadavku na nízkou potřebu primární energie jsou tepelná čerpadla. Nutností se stává i nucené větrání s rekuperací odpadního vzduchu.

Vybraná budova se nachází v chrudimském okrese ve východočeském kraji. Jedná se o bývalou hospodářskou budovu v současné době bez využití. Budova je samostatně stojící, částečně podsklepená. Podlahová plocha činí přibližně 376m². Střecha je valbová s pálenou střešní krytinou. Krov je typu stojaté stolice. Zdivo je z pálených děrovaných cihel o mocnosti 500mm. Stropy budovy jsou provedeny z cihel Hurdis a I ocelových profilů. Stávající konstrukce budou v průběhu stavby doplněny o teplenou izolaci s EPS polystyrenu, aby bylo docíleno příznivějších součinitelů prostupu tepla – což je jeden ze základních předpokladů nízkoenergetických domů. Stávající objekt bude poté doplněn o dvě křídla, která budou sloužit ke krátkodobému ubytování hostů (východní) a jako garáž s částí pro ubytování personálu (západní). Tyto nové objekty budou provedeny v nízkoenergetickém standardu. Ve výsledku by dle projektových předpokladů měla budova dosáhnout na hodnocení „B“ dle stupnice energetického štítku budovy. Pro daný typ budovy a účel se jedná o velmi nadstandardní hodnocení.

Budoucí využití objektu po jeho dostavbě je uvažováno jako školící a konferenční centrum. K tomu účelu slouží původní část objektu – bývalé hospodářské stavení. Objekt nabízí i kapacitu pro ubytování hostů – i když jen v omezené míře- ve východním křídle. Kapacita ubytování je 10 osob. Druh využití tedy klade zvýšené nároky na vnitřní prostředí. Především části využívané jako jednací a školící místnosti vyžadují zvýšenou dávku čerstvého vzduchu.

Požadavkem zadání tedy bylo pro výše popsaný objekt navrhnout tři varianty vytápění. Letní provoz (potřeba chlazení) není uvažován. Pro návrh konkrétních variant byl uvažován solární okruh s kolektory pro velkou využitelnou plochu střechy s příhodnou orientací a sklonem. Dalším uvažovaným zdrojem bylo tepelné čerpadlo země/ voda. Možným zdrojem tepla by díky situování objektu mohl být jak zemní kolektor, tak i zemní vrty. Systém voda/voda byl zamítnut pro nedostatečně vydatný zdroj a systém vzduch/voda pro proměnlivý výkon v průběhu roku a hlučnost. Posledním zdrojem, který byl uvažován je kotel na biomasu. Ten se díky relativně nízkým investičním nákladům, stabilitě dodávky energie a v neposlední řadě ve vyrovnané bilanci produkce CO₂, stává velmi zajímavou alternativou.

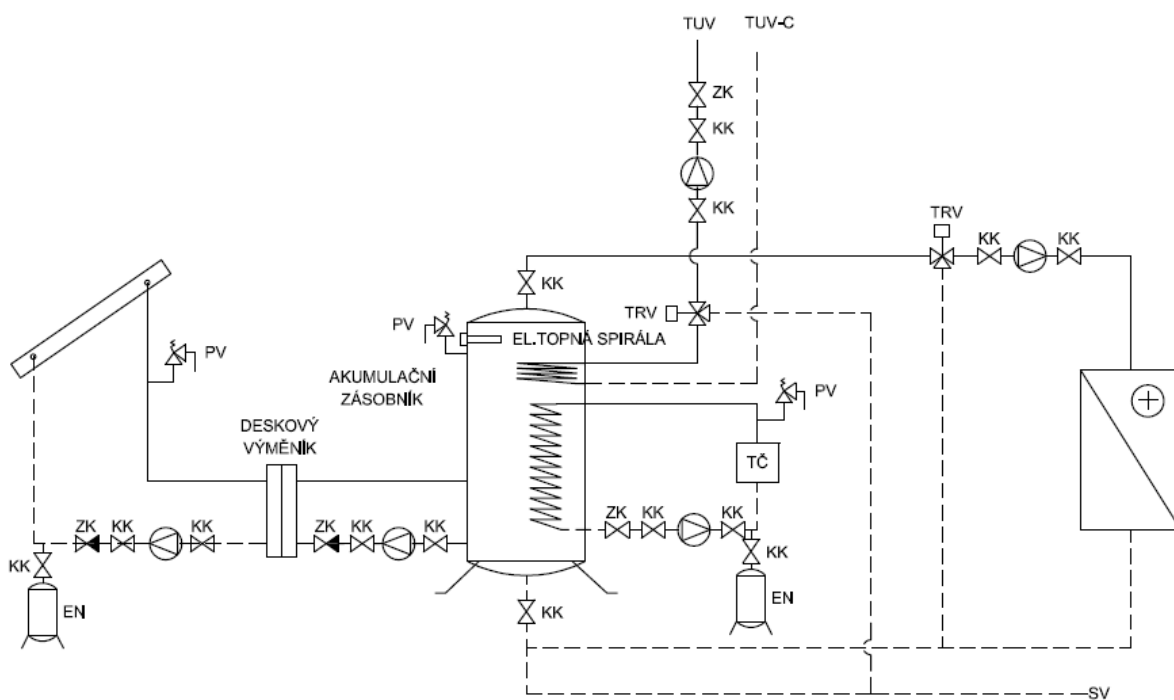
Varianta A

Vybraná varianta používá jako zdroj tepla kombinaci solárního okruhu v kombinaci s tepelným čerpadlem. Teplené čerpadlo je systémem země/voda. Vyprodukované teplo je akumulováno do centrálního akumulčního zásobníku. Vlastní vytápění je realizováno přes teplovzdušné vytápění. Zdrojem tepla pro vzduchotechnickou jednotku je vodní ohřivač. Ten je zásobován teplou vodou z centrálního akumulčního zásobníku. Distribuce teplého vzduchu do místností je realizována přes vířivé výústky v kombinaci s obdélníkovými výústkami. Jednotka VZT je vybavena rekuperačním deskovým výměníkem. Ohřev teplé vody probíhá průtokovým způsobem přes deskový výměník. Okruh TV je provozován v cirkulačním režimu.

Výhodou tohoto systému je dobrá kontrola nad prostředím vnitřního mikroklimatu - nucené větrání spojené s teplovzdušným vytápěním zajišťuje dostatečnou distribuci čerstvého vzduchu. Spolu s rekuperačním výměníkem lze dosáhnout i značného snížení tepelné ztráty větráním. Další výhodou je nulová produkce exhalací v místě instalace a nízké nároky na obsluhu. Jistou výhodou může být i krátká reakční doba systému (přenosovým médiem je vzduch) – což u druhu provozu zadané budovy může nabírat na významu. Mezi nevýhodami daného řešení je nutné zmínit náročnost na sofistikovanost systému měření a regulace (MaR), velké investiční náklady a chybějící sálavá složka při vnímání tepla uživatelem u teplovzdušného vytápění. Nutné je také zmínit množství dodané elektrické energie tepelnému čerpadlu, které se do roční bilance potřeby tepla negativně promítne.

Tuto variantu jsem si vybral i pro řešení v další části C – zpracování prováděcí dokumentace vybrané varianty

Technologické schéma varianty:



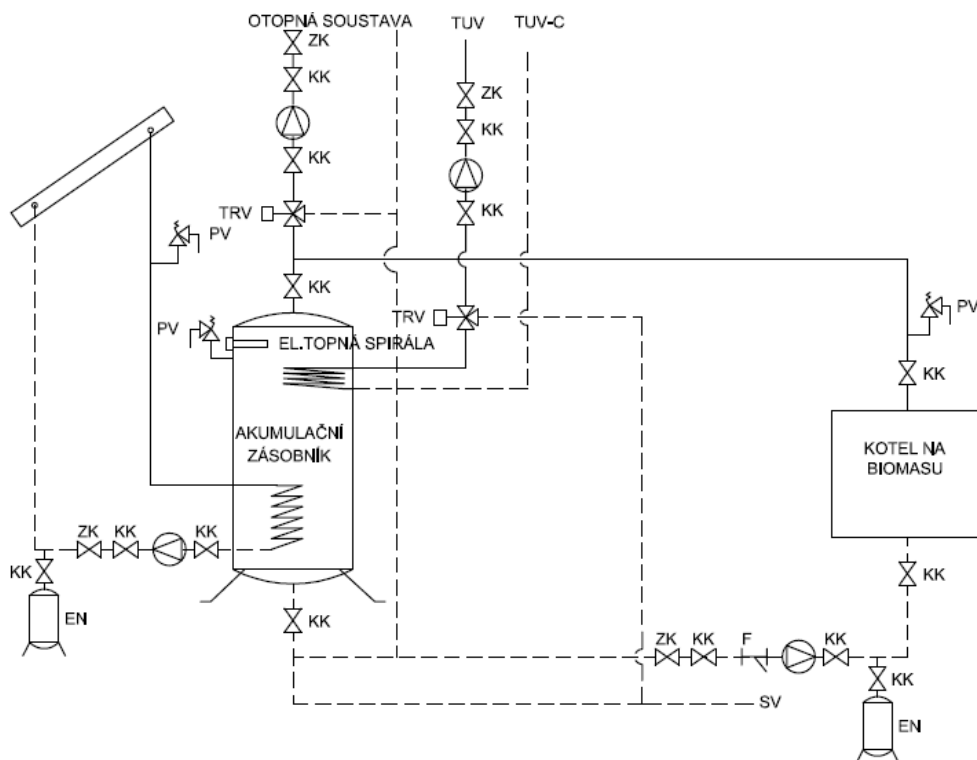
Varianta B

Vybraná varianta používá jako zdroj tepla kotel na biomasu a solární okruh. Distribuce tepla probíhá přes otopnou soustavu vybavenou deskovými otopnými tělesy. V koupelnách jsou použity trubková otopná tělesa. K akumulaci přebytků výkonu kotle slouží akumulční nádoba. Ta je zároveň nahřívána i solárním okruhem. Centrální akumulční nádoba pak slouží jako zdroj tepla pro ohřev teplé vody, popřípadě jako zdroj teplé vody pro otopnou soustavu. Ohřev TV je realizovaný přes trubkový spirálový výměník v akumulční nádobě průtokovým ohřevem. Okruh TV je provozován v cirkulačním režimu. Systém vytápění je doplněn nuceným větráním s rekuperací. Rozvod vzduchu je realizovaný čtyřhrannými vzduchovody. Jako koncové prvky jsou použity vířivé výústky v kombinaci s obdélníkovými výústkami.

Výhodou systému je zachování vysokého standardu vnitřního klima s předchozí variantou – nucené větrání zajišťuje splnění hygienických limitů objemu čerstvého vzduchu. Dále nižší investiční náklady v porovnání s předchozí variantou a nižší nároky na systém měření a regulace (MaR). Nevýhodou je nutnost obsluhy kotle, zajišťování paliva a jeho uskladnění. Další nevýhodou může být produkce exhalací v místě instalace.

Tato varianta byla zpracována do stupně „dokumentace pro stavební povolení v požadovaném rozsahu dle vyhlášky 499/2006 Sb.

Technologické schéma varianty



Technická zpráva – systém vytápění varianta B

Předmětem projektu je návrh soustavy vytápění pro víceúčelový objekt v obci Pístov v okrese Chrudim. Specifikem návrhu je požadavek na velmi nízkou měrnou potřebu tepla na vytápění. Tomu je přizpůsoben zdroj a distribuce tepla po objektu. Vytápění je navrženo jako teplovodní s nuceným oběhem topné vody o teplotním spádu 50/40 °C. Budou použita desková a trubková otopná tělesa. Jako zdroj tepla bude použit automatický kotel na biomasu, doplněnou solárním systémem. Záložním systémem jsou elektrická topná tělesa v akumulacním zásobníku

Dokumentace této varianty je v rozsahu dokumentace pro stavební povolení.

Pro zpracování a dokumentaci byly použity tyto podklady:

-Původní stavební výkresy

-Technické listy firem Korado, a.s., Siebel-Eltron,

Reflex, Grundfos

-Vyhláška č.499/2006 Sb. O dokumentaci stavby

-Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu

-ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu,

-ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody

- ČSN 06 0830Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

- ČSN 38 3350Zásobování teplem - Všeobecné zásady a ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

1.1 Polohopisné a klimatické návrhové podmínky:

Obec: Pístov

Okres: Chrudimský

Nadmořská výška: 235 m.n.m.

Návrhová exteriérová teplota v zimním období :-12°C

Převažující návrhová vnitřní teplota: 19°C

Délka otopné sezóny: 238 dní

Průměrná teplota během otopného období : 4°C

1.2 Požadavky vnitřního prostředí

Požadované hodnoty výměny vzduchu byly zjištěny z doporučených hodnot hygienického minima předepisující násobnost výměny vzduchu za hodinu.

Kanceláře; Jednací místnosti

Letní období: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi_i = 35 - 65 \%$

Zimní období: $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 35 - 65 \%$

Ložnice

Letní období: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi_i = 35 - 65 \%$

Zimní období: $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 35 - 65 \%$

WC

Letní období: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$;

Zimní období: $t_i = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

Koupelna

Letní období: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

Zimní období: $t_i = 24 \text{ }^\circ\text{C}$

1.3 Přehled tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí

Popis a uvedené tepelně technické vlastnosti jsou uvedeny v příloze 1 – Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí

1.4 Tepelná bilance

Potřeba tepla pro vytápění byla provedena výpočtem návrhových tepelných ztrát dle ČSN EN 12 831 pro nepřerušovaný způsob vytápění. Výpočty tepelných ztrát všech místností objektu jsou v příloze 2 „Podrobný výpočet tepelných ztrát“.

Tepelný příkon pro jednotlivá patra objektu byl spočítán takto:

1NP – 20009W

Celková spotřeba tepla

-Vytápění = výkon otopné soustavy 20 kW

Roční spotřeba tepla v kWh/rok

-Vytápění 44700 kWh/rok

-Ohřev TV 8100 kWh/rok

Tabulka tepelných ztrát místností a instalovaných výkonů

Tepelné ztráty a tepelný výkon [W]					
ozn.	ztráty prostupem	ztráty větráním	s rekuperací 70%	Σztráty	navržený výkon
101	407,1	647	194,1	601,2	600
102	1087	7616	2284,8	3371,8	3400
103	1642	4749	1424,7	3066,7	3100
104	387	7616	2284,8	2671,8	2700
105	-172	190	57	-115	0
106	117	184	55,2	172,2	180
107	288	1031	309,3	597,3	600
108	-87	112	33,6	-53,4	0
109	28	80	24	52	50
110	-33	4	1,2	-31,8	0
111	3	124	37,2	40,2	50
112	184	578	173,4	357,4	360
113	576	7616	2284,8	2860,8	2900
114	45	47	14,1	59,1	60
115	329	355	106,5	435,5	450
116	267	269	80,7	347,7	350
117	-8	45	13,5	5,5	0
118	243	355	106,5	349,5	350
119	267	269	80,7	347,7	350
120	-8	45	13,5	5,5	0
121	243	355	106,5	349,5	350
122	267	269	80,7	347,7	350
123	-8	45	13,5	5,5	0
124	243	355	106,5	349,5	350
125	267	269	80,7	347,7	350
126	-8	45	13,5	5,5	0
127	329	355	106,5	435,5	450
128	283	269	80,7	363,7	380
129	-10	228	68,4	58,4	60
130	262	1234	370,2	632,2	650
131	181	132	39,6	220,6	230
132	160	204	61,2	221,2	230
133	153	184	55,2	208,2	220
134	223	132	39,6	262,6	280
135	nev	nev	nev	nev	0
136	179	280	84	263	270
137	47	189	56,7	103,7	110
138	615	792	237,6	852,6	860
139	48	223	66,9	114,9	130
140	563	544	163,2	726,2	750

1.5 Stavající stav

V současné době není objekt nijak využívaný, jedná se o bývalý hospodářský objekt. Všechny systémy TZB tedy budou provedeny nové.

1.6 Nové řešení

Zdrojem tepla je automatický kotel na biomasu zapojený paralelně s akumulací nádobou, která je nabíjena v přebytečném výkonu kotle. Ta slouží i jako zásobník pro ohřev TUV. Dalším zdrojem tepla jsou sluneční kolektory instalované na střeše objektu. Jejich kapalinový okruh je vyveden do akumulací zásobníku, kde nepřímo předává teplo vodě. Pro případy vyšší potřeby tepla než je kotel a solární systém schopen pokrýt, bude na akumulací zásobník vybaven elektrickou topnou spirálou o topném výkonu doloženého výpočtem. Akumulací zásobník bude velmi dobře tepelně izolován. Ze zdroje tepla je otopná voda distribuována přes rozdělovač a sběrač do dvou otopných větví. Ty jsou osazeny vyvažovacími ventily a trojcestnými směšovacími ventily. Každá větev disponuje vlastním čerpadlem. Oběh vody mezi kotlem, zásobníkem a rozdělovačem a sběračem je také zajištěn vlastním oběhovým čerpadlem.

Ohřev TV bude realizován pomocí trubkového spirálového výměníku integrovaného v centrální akumulací nádobě. TV bude akumulována do zásobníku, jehož objem bude určen v dalších fázích projektu. Koncepcí se tedy bude jednat o smíšený ohřev vody. Na akumulací zásobníku budou nainstalovány příruby, které budou sloužit k dohřevu TV v špičkách provozu.

Akumulací zásobník kotel bude umístěn ve zvláštní místnosti v 1PP - Kotelna.

1.7 Otopný systém

Otopný systém je navržen s teplotním spádem 50/40 °C a bude osazen deskovými a trubkovými otopnými tělesy. Soustava je z hlavního rozdělovače a sběrače rozdělena na dvě otopné větve. Regulace vytápění je navržena jako ekvitermní a pomocí regulátoru se řídí teplota výstupní topné vody v závislosti na průběhu venkovní teploty. Čidlo na měření teploty bude umístěno na severní fasádě objektu.

1.8 Rozvody otopného systému v bytovém domě

Systém rozvodů otopné vody je řešen jako dvoutrubkový, protiproudý s hlavním horizontálním rozvodem vedeným nad podlahou v 1NP. Stoupační potrubí jsou vedena volně před stěnou. Napojení potrubí na tělesa (ventil kompaktní) je pomocí přípojovacího šroubení. Rozvody jsou z mědi a jsou tepelně izolovány. Potrubí je kotveno do zdí ve vzdálenostech, které podle dimenze (DN) předepisuje výrobce. Délková teplotní roztažnost je umožněna ohyby v trasování sítě. Potrubí bude vyspádováno k odzdušňovacím ventilům, které jsou součástí těles. Spád potrubí bude nejméně 3 ‰. Ve stoupačních potrubích bude osazen vyvažovací ventil s funkcí přednastavení, uzavírání a vypouštění. Vlastní typ bude vybrán v dalších fázích projektu podle skutečných tlaků ve vytápěcích větvích. Schéma rozvodů je zakresleno na samostatném výkrese „schéma otopné soustavy“.

1.9 Materiál rozvodů

Rozvod bude realizován z měděných polotvrdých trub (R250). Rozvody budou spojeny tzv. „na měkko“ a to kapilárním pájením. Spoje jsou nerozebíratelné. Měděné potrubí bude horizontálně

rozvedeno v 1.NP těsně nad úrovní podlah a bude v celé své délce izolováno. Navržené izolace budou v souladu s vyhláškou č.193/2007. Připojovací potrubí k otopným tělesům není nutné izolovat. Rozvody budou v reprezentativních částech objektu zakryty odnímatelným krytem. Veškeré dimenze potrubních rozvodů budou navrženy v dalších fázích projektu.

1.10 Otopná tělesa

Otopná tělesa budou v objektu realizována v provedení deskových ocelových těles. V koupelnách budou instalována žebříkové otopné tělesa. V místnosti 103 – Čítárna bude použito tepelných konvektorů. Konkrétní modely – rozměry a výkonové parametry budou navrženy v pozdějších fázích projektu dle výpočtu tepelných ztrát místností. Součástí bude i výpočet přednastavení ventilu na otopných tělesech. Tělesa budou dále osazeny termostatickou hlavicí. Všechna otopná tělesa budou vybavena odvodušňovací zátkou. Vlastní umístění těles bude upřesněno v dalších fázích projektu dle návrhu vybavení interiéru. Minimální výška otopného tělesa nad nášlapnou vrstvou podlahy by neměla být nižší než 150mm

1.11 Zabezpečení otopné soustavy

Otopná soustava bude jištěna pojistným ventilem a tlakovou expanzní nádobou dle ČSN 06 0830. Velikost expanzní nádoby a dimenze pojistného ventilu – stejně tak jeho provozní parametry – budou upřesněna výpočtem v dalších fázích projektu. Možný odkap vody z pojistného ventilu bude sveden do kanalizace. Vlastní expanzní nádobu s pojistným ventilem bude mít i kapalinový okruh solárního systému. Také jejich parametry budou upřesněny v dalších fázích projektu.

1.12 Příprava TV

Ohřev TV je realizován průtokovým způsobem přes spirálový trubkový výměník v centrální akumulární nádobě, která slouží i jako zásoba tepelné energie pro vytápění. Zdrojem tepla je automatický kotel na biomasu a solární kolektory umístěné na střeše objektu. Akumulační zásobník bude dále vybaven elektrickou topnou spirálou s výpočtem určeným výkonem pro pokrytí odběrových špiček. Ohřátá TV bude akumulována do zásobníku, jehož objem bude určen v dalších fázích projektu. Koncept se tedy bude jednat o smíšený ohřev vody. Rozvod TV bude v cirkulačním režimu z důvodu velkých půdorysných rozměrů objektu a tím nevyhovujících parametrů distribuce teplé vody. Vlastní rozvody budou realizovány z PVC, spoje jsou realizovány tzv. svařováním za studena. Vlastní návrh dimenzí není součástí tohoto projektu.

1.13 Úprava vody

Systém bude doplněn o zařízení kontrolující a upravující chemické složení vody vstupující z veřejné sítě do systému budovy. Bude tím tak zamezeno vzniku usazenin vodního kamene v systému.

1.14 Popis regulace systému

Vlastní okruh regulace tvoří kapalinový okruh solárních kolektorů. Jsou vybaveny uzavírací armaturou, která se uzavře spolu s vypnutím čerpadla, pokud kapalina přiváděná ze solárních kolektorů bude nižší než teplota vody naakumulované v zásobníku. Vlastní provoz otopné soustavy je regulován pomocí ekvitermní křivky. Externí čidlo bude umístěno na severní fasádě objektu. Systém

měření a regulace (MaR) bude dále řídit spínání kotle podle teploty vody v akumulčním zásobníku (zdroj TV) a dále podle požadavků na vytápění objektu. V případě nedostatečného výkonu kotle a solárního systému bude spínat topné spirály na akumulčním zásobníku. Dále systém MaR bude obsluhovat třícestné směšovací armatury na otopných větvích dle aktuálních klimatických podmínek pro zajištění dostatečného výkonu otopné soustavy.

V jednotlivých vytápěných místnostech objektu je možné řídit teplotu pomocí termostatických hlavicek.

1.15 Silnoproudé elektroinstalace

Na síť 230V bude napojen systém MaR (měření a regulace) a dále oběhové čerpadla. Systém bude vybaven záložním bateriovým zdrojem pro nouzový chod bez elektrického proudu. Elektrické spirály budou napojeny na síť 400V. Elektroinstalace bude provedena řádně podle aktuálních předpisů a zabezpečena před nebezpečím úrazu el. proudem.

1.16 Požadavky na stavební úpravy

Prostupy budou realizovány v dostatečných rozměrech pro instalaci otopné soustavy, aby nedošlo během této instalace k poškození jednotlivých prvků a izolací. Dále je nutno zohlednit rozměry vstupního otvoru do kotelny pro návrh jednotlivých komponent systému.

1.17 Požadavky na zdravotní techniku

Ke každému instalovanému pojistnému ventilu bude zaveden odvod do kanalizace pro jímání upouštěné kapaliny. Dále bude místnost kotelny v 1 PP vyspádována do podlažní vpusti. Ta bude opět odvedena do kanalizace

1.18. Přívod vzduchu ke spalování

Vzduch pro spalování bude přiveden z místnosti kotelny. Přívod spalovacího vzduchu do kotelny bude realizován přes větrací mříž ve fasádě objektu.

1.19. Odvod spalin

Odvod spalin bude proveden samostatným kouřovodem s přirozeným tahem. Komín bude zabudovaný do nosné konstrukce a bude po celé délce tepelně zaizolován. Komín bude navržen dle skutečného instalovaného výkonu kotle podle platných norem, především podle ČSN 73 4201.

1.20 Bezpečnostně požární řešení

Požárně bezpečnostním řešením se zabývá samostatná zpráva – Požárně technické řešení objektu

1.21 Pokyny k provozu a montáži zařízení

Montáž a instalaci jednotlivých komponent je nutné svěřit kvalifikované osobě s příslušnými oprávněními, pokud to charakter práce vyžaduje. Vlastní provoz automatického kotle bude prováděn řádně proškolenou obsluhou. Údržba systému se bude řídit dle údržbového plánu, který bude vypracován odpovědnou osobou.

Všechna napojení na rozvod elektrické energie provede kvalifikovaná osoba s oprávněním na silnoproudé elektroinstalace.

Plnění a doplňování nemrznoucí směsí do kapalinového okruhu solárního systému musí provádět akreditovaná firma s příslušnými oprávněními.

Zkoušky zařízení

Veškeré prováděné práce a funkční zkoušky musí být v souladu s příslušnými ČSN a souvisejícími předpisy. Zkoušky zařízení jsou předepsány v ČSN 06 0310.

-Po instalaci systému a jeho propláchnutí se provede tlaková zkouška

-Po tlakové zkoušce je nutné provést zkoušku provozní. Ta se dělí na zkoušku dilatační a topnou

O provedených zkouškách je nutné vést příslušné zápisy a protokoly do stavebního deníku.

Bezpečnost a ochrana technických zařízení

Projekt respektuje a provoz soustavy a zařízení se řídí ustanovením podle ČSN 06 0310, ČSN EN 12 831 a ČSN 06 0830. Při realizaci je třeba brát v potaz platné bezpečnostní předpisy a vyhlášky.

Technická zpráva zařízení vzduchotechniky – varianta B, C

Předmětem projektu je návrh soustavy systému nuceného větrání pro víceúčelový objekt v obci Pístov v okrese Chrudim. Jedná se systém s řízeným přívodem i odvodem vzduchu s rekuperací.

Dokumentace této varianty je v rozsahu dokumentace pro stavební povolení.

Pro zpracování projektové dokumentace byly použity tyto podklady:

-Původní stavební výkresy

-Vyhláška č.499/2006 Sb. O dokumentaci stavby

-ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov

-ČSN EN 15251

-ČSN EN 15665/Z1 Větrání budov

1.1 Polohopisné a klimatické návrhové podmínky:

Obec: Pístov

Okres: Chrudimský

Nadmořská výška: 235 m.n.m.

Návrhová exteriérová teplota v zimním období :-12°C

Převažující návrhová vnitřní teplota: 20°C

Délka otopné sezóny: 238 dní

Průměrná teplota během otopného období :4°C

1.2 Požadavky vnitřního prostředí

Požadované hodnoty výměny vzduchu byly zjištěny z doporučených hodnot hygienického minima předepisující násobnost výměny vzduchu za hodinu.

Kanceláře; Jednací místnosti

Letní období: $t_i = 26 \text{ °C}$; $\varphi_i = 35 - 65 \%$

Zimní období: $t_i = 20 \text{ °C}$, $\varphi_i = 35 - 65 \%$

Dávka vzduchu na osobu: 50 m³/h na osobu

Rychlost proudění: $v_{max} = 0,2 \text{ m/s}$

Hladina akustického tlaku: $L_{Aeq,8h} = 50\text{dB}$

Koncentrace škodlivin: $k_{CO_2, \max} = 1200 \text{ ppm}$ (2160 mg/m^3)

Ložnice

Letní období: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi_i = 35 - 65 \%$

Zimní období: $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i = 35 - 65 \%$

Dávka vzduchu na osobu: $25 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu

Rychlost proudění: $v_{\max} = 0,2 \text{ m/s}$

Hladina akustického tlaku: $L_{Aeq,8h} = 50 \text{ dB}$

Koncentrace škodlivin: $k_{CO_2, \max} = 1200 \text{ ppm}$ (2160 mg/m^3)

WC

Letní období: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$;

Zimní období: $t_i = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

Násobnost výměny vzduchu: $50 \text{ m}^3/\text{h}$

Koupelna

Letní období: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

Zimní období: $t_i = 24 \text{ }^\circ\text{C}$

Násobnost výměny vzduchu: $90 \text{ m}^3/\text{h}$

Intenzita výměny vzduchu(m3/h | m3/s)

ozn.	výměna vzduchu		ozn.	výměna vzduchu	
	m3/h	m3/s		m3/h	m3/s
101	70,5	0,019583	121	32,6	0,009056
102	700	0,194444	122	90	0,025
103	436,5	0,12125	123	4,9	0,001361
104	700	0,194444	124	32,6	0,009056
105	50	0,013889	125	90	0,025
106	20	0,005556	126	4,9	0,001361
107	112,3	0,031194	127	32,6	0,009056
108	50	0,013889	128	90	0,025
109	8,7	0,002417	129	24,9	0,006917
110	11,2	0,003111	130	113,4	0,0315
111	50	0,013889	131	90	0,025
112	53,1	0,01475	132	18,8	0,005222
113	600	0,166667	133	17	0,004722
114	4,9	0,001361	134	90	0,025
115	32,6	0,009056	135	nev	nev
116	90	0,025	136	30,5	0,008472
117	4,9	0,001361	137	20,6	0,005722
118	32,6	0,009056	138	86,2	0,023944
119	90	0,025	139	24,3	0,00675
120	4,9	0,001361	140	50	0,013889

1.3 Stavající stav

V současné době není objekt nijak využívaný, jedná se o bývalý hospodářský objekt. Všechny systémy VZT tedy budou provedeny nové

1.4 Nové řešení

Vzhledem k charakteru objektu a potřebám účelného tvorbě vnitřního klima budovy bude zřízen systém nuceného větrání s řízeným přívodem i odvodem vzduchu. Navrhuje se provoz ve ventilačním režimu. Systém je pro snížení potřeb tepla vybaven rekuperační jednotkou. Chlazení se nenavrhuje. Vlastní návrhové parametry jednotlivých zařízení budou upřesněny v dalších fázích projektu. Tato jednotka bude umístěna v samostatné místnosti 004 – Strojovna v 1 PP

Rozvody budou realizovány z čtyřhranného ocelového potrubí. Vlastní připojení vířivých anemostatů a štěrbinových výústek bude realizováno ohebným potrubím. Vlastní předběžná dimenze potrubí je uvedena ve výkrese 1NP- Nucené větrání. Rozvody budou skryty za podhledem, v částech kde procházejí nevytápěným prostředím budou tepelně z izolovány.

Přichycení rozvodů nuceného větrání bude realizováno přes závěsné lišty dle odpovídající dimenze potrubí. Závěsné lišty budou opatřeny na koncích závitovými tyčemi, které budou kotveny do stropní konstrukce

Vlastní distribuce je zabezpečena vířivými výústkami v kombinaci s obdélníkovými výústkami. Odtah vnitřního vzduchu je zajištěn taktéž vířivými nebo obdélníkovými výústkami. Jejich poloha a parametry budou upřesněny v dalších fázích projektu.

1.5 Přívodní a odvodní otvory větracího vzduchu

Přívodní a odvodní otvory vzduchu budou zřízeny na fasádě objektu v prostoru pod vstupním schodištěm v dostatečné míře od sebe, aby nedocházelo ke znehodnocení nasávaného vzduchu. Jejich poloha bude dále upřesněna.

1.6 Energetické zdroje

-neuvažuje se

1.7 Úprava vzduchu

VZT jednotka bude na sání a výdechu doplněna filtrací o stupni G4

1.8 Protihluková a protiotřesová opatření

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy tlumiče hluku. Veškeré točivé části stroje (ventilátory) budou pružně uloženy, aby nedocházelo k přenosu vibrací a rázů do střešní konstrukce. Vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumící vložky, bránící přenosu vibrací do vzduchovodů. Zavěšení vzduchovodů bude přes tlumící podložky

1.9 Měření a regulace

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- plynulá regulace výkonů ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu a odvodu podle potřeby provozu

1.10 Silnoproudé elektroinstalace

- na síť 230V bude napojen systém MaR (měření a regulace)
- napojení ventilátorů vzduchotechnického zařízení na elektrickou síť

1.11 Požadavky na stavební úpravy

Prostupy budou realizovány v dostatečných rozměrech pro instalaci ocelových vzduchovodů, aby nedošlo během této instalace k poškození jednotlivých prvků a izolací. Dále je nutno zohlednit rozměry vstupního otvoru do strojovny pro návrh jednotlivých komponent systému.

1.12 Údaje o škodlivinách a jejich koncentraci

Vzhledem k charakteru objektu a provozu v něm se neuvažuje překročení zákonných limitů

1.13 Pokyny pro montáž a provoz zařízení

Montáž veškerých zařízení bude provedena osobou s odbornou způsobilostí, podle instrukčních materiálů výrobce. Před zahájením montáže je nezbytná koordinace všech navazujících profesí. Během montáže, provozu i údržby zařízení je třeba postupovat v souladu s pravidly bezpečnosti práce. Veškeré zařízení musí být obsluhováno pouze kvalifikovanými osobami. Vzhledem k charakteru zařízení je nutné provádět pravidelnou údržbu dle vypracovaného plánu údržby. Zařízení budou před uvedením do provozu zkontrolovány - kontrola odstranění stavebních nečistot z potrubí a zařízení, kontrola filtrů, poté bude provedena zkouška provozu, jejímž cílem je:

- zjistit schopnost provozu
- ověřit bezpečnost při provozu zařízení
- ověřit funkčnost a spolehlivost regulace

Zaměstnanci budou obeznámeni s funkcí a možnostmi ovládání VZT zařízení

Bezpečnost a ochrana technických zařízení

Projekt respektuje a provoz soustavy a zařízení se řídí ustanovením podle ČSN 060310, ČSN EN 12 831 a ČSN 06 0830. Při realizaci je třeba brát v potaz platné bezpečnostní předpisy a vyhlášky.

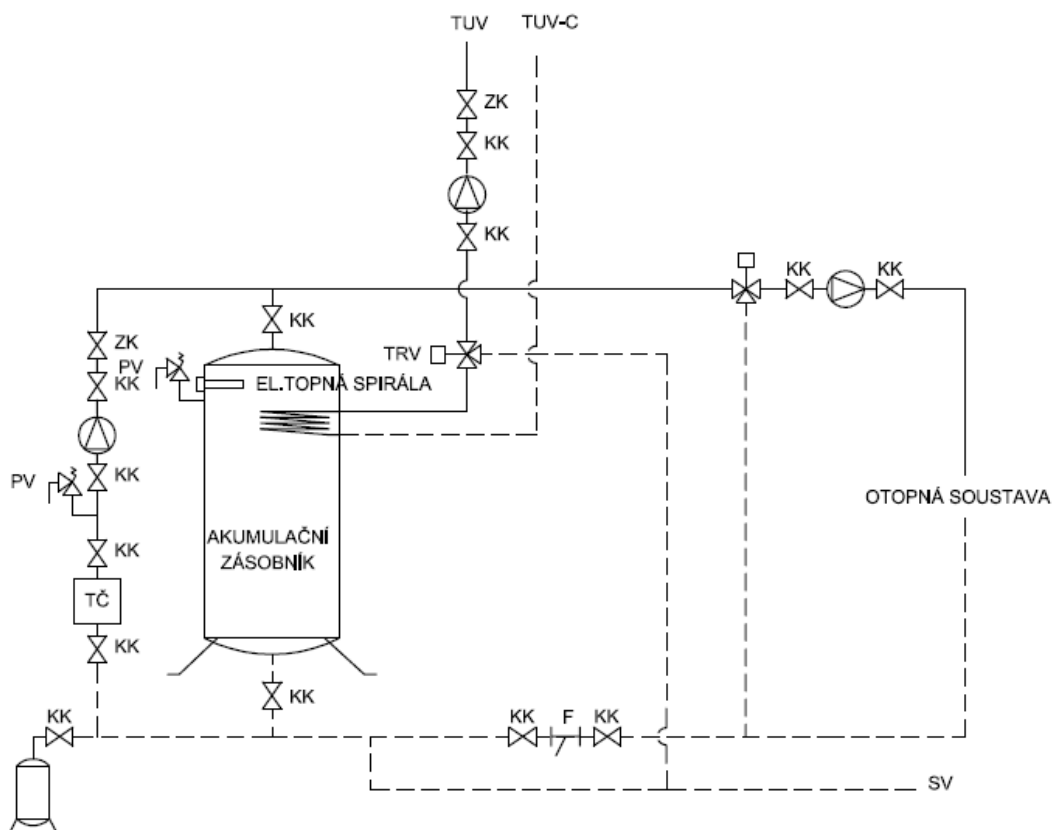
Varianta C

Zdrojem tepla u této varianty je tepelné čerpadlo systému země/voda. Teplo je přes spirálový trubkový výměník akumulováno do centrální akumulční nádoby. Ta slouží jako zdroj otopné vody pro systém podlahového vytápění. Podlahové vytápění je doplněno systémem nuceného větrání. Rozvod vzduchu je realizovaný čtyřhrannými vzduchovody. Jako koncové prvky jsou použity vířivé výústky v kombinaci s obdélníkovými výústkami. Vzduchotechnická jednotka je vybavena pro úsporu nákladů deskovým rekuperačním výměníkem. Ohřev TV je realizován v centrálním akumulčním zásobníku kombinovaným způsobem přes spirálový trubkový výměník, který je součástí centrální akumulční nádrže. Systém zásobování TV je vybaven zásobníkem pro pokrytí špiček provozu

Výhodou této varianty jsou přijatelné investiční náklady a dobré rozvrstvení tepla při distribuci systémem podlahového vytápění. Dále relativní jednoduchost a nízké nároky na obsluhu systému. Je zde vhodně zkombinován zdroj tepla s nízkou výstupní teplotou a podlahové vytápění, kterému ke svému provozu dostačuje otopná voda s nízkou teplotou na přívodu. Jako nevýhodu lze vnímat velkou setrvačnost systému – zvláště u zadané budovy, kde může být provoz v čase značně nestabilní. Dále lze uvažovat, že systém, kde je jako zdroj tepla jen tepelné čerpadlo, nedosáhne tak nízké spotřeby energie, jak u „téměř nulového domu“ bude vyžadováno.

Tato varianta byla zpracována do stupně „dokumentace pro stavební povolení v požadovaném rozsahu dle vyhlášky 499/2006 Sb.

Funkční schéma varianty C:



Technická zpráva varianty C – Podlahové vytápění

Předmětem projektu je návrh soustavy vytápění pro víceúčelový objekt v obci Pístov v okrese Chrudim. Specifikem návrhu je požadavek na velmi nízkou měrnou potřebu tepla na vytápění. Tomu je přizpůsoben zdroj a distribuce tepla po objektu. Vytápění je navrženo jako teplovodní, podlahové s nuceným oběhem topné vody o teplotním spádu 40/30 °C. Jako zdroj tepla bude teplené čerpadlo systému voda/voda doplněné o akumulární nádobu. Záložním systémem jsou elektrická topná tělesa v akumulárním zásobníku

Dokumentace této varianty je v rozsahu dokumentace pro stavební povolení. Pro zpracování projektové dokumentace byly použity tyto podklady:

-Původní stavební výkresy

-Vyhláška č.499/2006 Sb. O dokumentaci stavby

-Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu

-ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu,

-ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody

- ČSN 06 0830Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

- ČSN 38 3350Zásobování teplem - Všeobecné zásady a ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

1.1 Polohopisné a klimatické návrhové podmínky:

Obec: Pístov

Okres: Chrudimský

Nadmořská výška: 235 m.n.m.

Návrhová exteriérová teplota v zimním období :-12°C

Převažující návrhová vnitřní teplota: 20°C

Délka otopné sezóny: 238 dní

Průměrná teplota během otopného období :4°C

1.2 Požadavky vnitřního prostředí

Požadované hodnoty výměny vzduchu byly zjištěny z doporučených hodnot hygienického minima předepisující násobnost výměny vzduchu za hodinu.

Kanceláře; Jednací místnosti

Letní období: $t_i = 26 \text{ °C}$; $\varphi_i = 35 - 65 \%$

Zimní období: $t_i = 20\text{ °C}$, $\varphi_i = 35 - 65\%$

Ložnice

Letní období: $t_i = 26\text{ °C}$; $\varphi_i = 35 - 65\%$

Zimní období: $t_i = 20\text{ °C}$, $\varphi_i = 35 - 65\%$

WC

Letní období: $t_i = 26\text{ °C}$;

Zimní období: $t_i = 15\text{ °C}$

Koupelna

Letní období: $t_i = 26\text{ °C}$

Zimní období: $t_i = 24\text{ °C}$

1.3 Přehled tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí

Popis a uvedené tepelně technické vlastnosti jsou uvedeny v příloze 1 – Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí.

1.4 Tepelná bilance

Potřeba tepla pro vytápění byla provedena výpočtem návrhových tepelných ztrát dle ČSN EN 12 831 pro nepřerušovaný způsob vytápění.

Výpočty tepelných ztrát všech místností objektu jsou v příloze 2 „Podrobný výpočet tepelných ztrát objektu“.

Tepelný příkon pro jednotlivá patra objektu byl spočítán takto:

1NP – 20009W

Celková spotřeba tepla

-Vytápění = výkon otopné soustavy 20 kW

Roční spotřeba tepla v MWh/rok

-Vytápění 44700 kWh/rok

-Ohřev TV 8100 kWh/rok

Tabulka tepelných ztrát místností a předpokládaných výkonů

Tepelné ztráty a tepelný výkon [W]					
ozn.	ztráty prostupem	ztráty větráním	s rekuperací 70%	Σztráty	navržený výkon
101	407,1	647	194,1	601,2	600
102	1087	7616	2284,8	3371,8	3400
103	1642	4749	1424,7	3066,7	3100
104	387	7616	2284,8	2671,8	2700
105	-172	190	57	-115	0
106	117	184	55,2	172,2	180
107	288	1031	309,3	597,3	600
108	-87	112	33,6	-53,4	0
109	28	80	24	52	50
110	-33	4	1,2	-31,8	0
111	3	124	37,2	40,2	50
112	184	578	173,4	357,4	360
113	576	7616	2284,8	2860,8	2900
114	45	47	14,1	59,1	60
115	329	355	106,5	435,5	450
116	267	269	80,7	347,7	350
117	-8	45	13,5	5,5	0
118	243	355	106,5	349,5	350
119	267	269	80,7	347,7	350
120	-8	45	13,5	5,5	0
121	243	355	106,5	349,5	350
122	267	269	80,7	347,7	350
123	-8	45	13,5	5,5	0
124	243	355	106,5	349,5	350
125	267	269	80,7	347,7	350
126	-8	45	13,5	5,5	0
127	329	355	106,5	435,5	450
128	283	269	80,7	363,7	380
129	-10	228	68,4	58,4	60
130	262	1234	370,2	632,2	650
131	181	132	39,6	220,6	230
132	160	204	61,2	221,2	230
133	153	184	55,2	208,2	220
134	223	132	39,6	262,6	280
135	nev	nev	nev	nev	0
136	179	280	84	263	270
137	47	189	56,7	103,7	110
138	615	792	237,6	852,6	860
139	48	223	66,9	114,9	130
140	563	544	163,2	726,2	750

1.5 Stávající stav

V současné době není objekt nijak využíváný, jedná se o bývalý hospodářský objekt. Všechny systémy TZB tedy budou provedeny nové

1.6 Nové řešení

Zdrojem tepla je automatické čerpadlo systému voda/voda. Čerpadlo je navrženo na 75% požadovaného topného výkonu a potřeby TUV. Ohřev vody v zásobníku bude probíhat nepřímo přes tepelný výměník, který je součástí tepelného čerpadla. Zbytkovou potřebu tepla bude zajišťovat elektrická topná spirála nainstalovaná na zásobník. Instalovaný výkon topné spirály bude upřesněn v dalších fázích výpočtu. Akumulační zásobník bude velmi dobře tepelně zaizolován. Ze zdroje tepla je otopná voda distribuována přes primární okruh na rozdělovač a sběrač umístěný v místnosti 001-Kotelna do sedmi otopných větví. Ty jsou osazeny vyvažovacím ventilem. Každá větev disponuje vlastním čerpadlem. Na každou vlastní otopnou větev je pak umístěn lokální rozdělovač a sběrač, kam jsou zaústěny jednotlivé otopné okruhy podlahových vytápění pro jednotlivé místnosti

Ohřev TUV bude realizován v centrálním akumulačním zásobníku. Ohřátá TV bude akumulována do zásobníku, jehož objem bude určen v dalších fázích projektu. Akumulační zásobník bude umístěn ve zvláštní místnosti v 1PP - 001 Kotelna.

1.7 Otopný systém

Otopný systém je navržen s teplotním spádem 40/30 °C a vlastní distribuce tepla bude probíhat přes otopné hady podlahového vytápění. Systém rozvodů otopné vody pro jednotlivé rozdělovače a sběrače je řešen jako dvoutrubkový, protiproudý.

1.8 Rozvody otopného systému v domě

Z akumulačního zásobníku je veden primární okruh vybavený čerpadlem a trojcestnou směšovací armaturou, míchající topnou vodu s vodou z vratného potrubí na požadovanou teplotu. Takto teplotně upravená voda je přivedena do centrálního rozdělovače a sběrače. Z něj je voda distribuována do sedmi otopných větví, označeny písmeny A-G. Tyto topné větve jsou vybaveny vlastním oběhovým čerpadlem a jsou zakončeny lokálním rozdělovačem a sběračem. Do něj jsou pak zaústěny jednotlivé potrubí otopných hadů vytápění. Na každém lokálním rozdělovači a sběrači je umístěn škrtkový ventil pro regulaci jednotlivých otopných hadů tvořící vytápění v místnostech. Schéma rozvodů je zakresleno na samostatném výkrese „schéma podlahového vytápění“.

1.9 Materiál rozvodů

Primární okruh bude proveden z plastových potrubích o vypočtené dimenzi. Okruhy otopných větví A-G budou taktéž provedeny z plastových trub a patřičně zaizolovány. Navržené izolace budou v souladu s vyhláškou č.193/2007. Délková teplotní roztažnost bude umožněna kluznými body uchycení a kompenzačními ohyby, popřípadě vedením v ochranné trubce. Veškeré dimenze potrubních rozvodů, včetně kompenzace, budou navrženy v dalších fázích projektu.

1.10 Otopné plochy

Přenos tepla bude realizován systémem podlahového vytápění. Vlastní otopné hady jsou z materiálu PE-X a jsou uloženy v systémové desce. Délka a tím i vlastní otopná plocha bude vypočtena pro jednotlivé místnosti v dalších fázích projektu. Na vlastní osazené systémové desky bude zhotovena vrstva betonové mazaniny o mocnosti 50 mm. Ta bude opatřena dilatačními pásy po obvodu místnosti a dále tam, kde plocha podlahy převyšuje nejvyšší možné rozměry celku bez dilatačních spár. Na každý otopný had bude v místě lokálního rozdělovače a sběrače nainstalován škrtkovací ventil.

1.11 Zabezpečení otopné soustavy

Primární okruh otopné soustavy bude jištěn pojistným ventilem a tlakovou expanzní nádobou dle ČSN 06 0830. Velikost expanzní nádoby a dimenze pojistného ventilu – stejně tak jeho provozní parametry – budou upřesněna výpočtem v dalších fázích projektu. Možný odkap vody z pojistného ventilu bude sveden do kanalizace.

1.12 Příprava TV

Zdrojem teplé vody pro potřeby uživatelů objektu je akumulární nádoba, která slouží i jako zásoba tepelné energie pro vytápěcí systém. Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo. Teplá voda bude ohřívána průtokem přes spirálový výměník v centrální akumulární nádobě. Dále bude okruh vybaven akumulárním zásobníkem TV pro pokrytí špiček provozu. Svojí koncepcí se tedy bude jednat o kombinovaný ohřev. Rozvod TV bude v cirkulačním režimu z důvodu velkých půdorysných rozměrů objektu a tím nevyhovujících parametrů distribuce teplé vody. Vlastní rozvody budou realizovány z PVC, spoje jsou realizovány tzv. svařováním za studena. Vlastní návrh dimenzí není součástí tohoto projektu.

1.13 Úprava vody

Systém bude doplněn o zařízení kontrolující a upravující chemické složení vody vstupující z veřejné sítě do systému budovy. Bude tím tak zamezeno vzniku usazenin vodního kamene v systému.

1.14 Popis regulace systému

Vlastní provoz otopné soustavy je regulován pomocí ekvitermní křivky. Externí čidlo bude umístěno na severní fasádě objektu. Podle venkovní teploty bude systém měření a regulace (MaR) řídit polohu trojcestného směšovacího ventilu na primárním okruhu a tím regulovat teplotu vody podle aktuálních podmínek. V akumulárním zásobníku budou instalovány teploměry hlídající teplotu naakumulované vody. V případě poklesu teploty pod stanovenou mez, sepnou tepelné čerpadlo a v případě nedostatečného výkonu čerpadla i topné spirály v zásobníku. V případě dosažení požadované minimální provozní teploty vody v zásobníku se vypnou topné spirály a posléze i okruh tepelného čerpadla.

1.15 Silnoproudé elektroinstalace

Na síť 230V bude napojen systém MaR (měření a regulace) a dále oběhové čerpadla. Elektrické spirály a tepelné čerpadlo budou napojeny na síť 400V. Elektroinstalace bude provedena řádně podle aktuálních předpisů a vyhlášek a zabezpečena před nebezpečím úrazu el. proudem.

1.16 Požadavky na stavební úpravy

Prostupy budou realizovány v dostatečných rozměrech pro instalaci topných větví podlahového vytápění. Prostupující potrubí bude vybavenou chráničkou dle příslušné dimenze. Pro vlastní instalaci podlahového vytápění budou připraveny podlahy tak, aby mohly být položeny systémové desky. Dále je nutno zohlednit rozměry vstupního otvoru a přístupové cesty do kotelny pro návrh jednotlivých komponent systému.

1.17 Požadavky na zdravotní techniku

Ke každému instalovanému pojistnému ventilu bude zaveden odvod do kanalizace pro jímání upouštěné kapaliny. Dále bude místnost kotelny v 1 PP vypsádována do podlažní vpusti. Ta bude opět odvedena do kanalizace

1.18. Přívod vzduchu ke spalování

-nevyskytuje se

1.19. Odvod spalin

-nevyskytuje se

1.20 Bezpečnostně požární řešení

Požárně bezpečnostním řešením se zabývá samostatná zpráva – Požárně technické řešení objektu

1.21 Pokyny k provozu a montáži zařízení

Montáž a instalaci jednotlivých komponent je nutné svěřit kvalifikované osobě s příslušnými oprávněními, pokud to charakter práce vyžaduje. Vlastní provoz otopného systému bude prováděn řádně proškolenou obsluhou. Údržba systému se bude řídit dle údržbového plánu, který bude vypracován odpovědnou osobou.

Všechna napojení na rozvod elektrické energie provede kvalifikovaná osoba s oprávněním na silnoproudé elektroinstalace.

Plnění a doplňování nemrznoucí směsí do kapalinového okruhu solárního systému musí provádět akreditovaná firma s příslušnými oprávněními.

Zkoušky zařízení

Veškeré prováděné práce a funkční zkoušky musí být v souladu s příslušnými ČSN a souvisejícími předpisy. Zkoušky zařízení jsou předepsány v ČSN 06 0310.

-Po instalaci systému a jeho propláchnutí se provede tlaková zkouška

-Po tlakové zkoušce je nutné provést zkoušku provozní. Ta se dělí na zkoušku dilatační a topnou

O provedených zkouškách je nutné vést příslušné zápisy a protokoly do stavebního deníku.

Bezpečnost a ochrana technických zařízení

Projekt respektuje a provoz soustavy a zařízení se řídí ustanovením podle ČSN 06 0310, ČSN EN 12 831 a ČSN 06 0830. Při realizaci je třeba brát v potaz platné bezpečnostní předpisy a vyhlášky.

C- Aplikace vybrané varianty

Obsah

1. Výpočet tepelného výkonu	57
1.1 Prostup tepla konstrukcemi	57
1.2 Přehled vypočteného tepelného výkonu	58
1.3 Energetický štítek budovy	60
2. Návrh teplovzdušného vytápění	61
2.1 Návrh vzduchotechnické jednotky	61
2.2 Návrh zvlhčování vzduchu	64
2.3 Útlum hluku	65
2.4 Doplnkové zdroje tepla	66
3. Solární okruh	67
3.1 Návrh solárního okruhu budovy	67
3.2 Dimenzování solárního okruhu	69
3.3 Návrh zabezpečovací soustavy solárního okruhu	71
4. Tepelné čerpadlo	72
4.1 Návrh tepelného čerpadla	72
4.2 Dimenzování okruhu tepelného čerpadla	79
4.3 Návrh zabezpečovací soustavy okruhu tepelného čerpadla	80
5. Okruh vodního ohříváče VZT jednotky, akumulční zásobník	81
5.1 Dimenzování okruhu vodního ohříváče VZT jednotky	81
5.2 Návrh zabezpečovací soustavy okruhu	81
5.3 Návrh akumulčního zásobníku	82
5.4 Návrh elektrické topné vložky zásobníku	82
5.5 Návrh pojistného ventilu zásobníku	82
6. Izolace	83
7. Ohřev teplé vody	85
8. Roční potřeba energií pro vytápění a ohřev teplé vody	88
9. Technická zpráva	89
10. Přílohy	98
11. Technické listy výrobců	133

1. VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

1.1 Prostup tepla konstrukcemi

Výpočet je proveden dle normy ČSN 730540-2:2011 platné od 1. listopadu 2011 v programu TEPLO ©od firmy Svoboda Software. Skladby jednotlivých konstrukcí jsou uvedeny v příloze. Zde jsou uváděny jen vrstvy, které mají relevantní význam pro výpočet tepelného odporu konstrukce. Dále je zde uveden výpočet prostupu vodních par konstrukcí.

Vypočtené hodnoty součinitelů prostupu tepla

popis konstrukce	Součinitel přestupu tepla U_i (W/(m ² · K))	Požadovaný součinitel přestupu tepla U_{rq} (W/(m ² · K))	požadavek dle normy ČSN 73 0540-2
Vnější stěna S1 800mm	0,16	0,3	SPLNĚNO
Vnější stěna S2 550mm	0,17	0,3	SPLNĚNO
Okno	0,72	1,5	SPLNĚNO
Dveře venkovní prosklené	1,1	1,5	SPLNĚNO
Dveře venkovní dřevěné	1,3	1,5	SPLNĚNO
Podlaha přilehlá k zemině stávající	0,16	0,45	SPLNĚNO
Podlaha přilehlá k zemině nová	0,15	0,45	SPLNĚNO
Strop k půdě s netěsnou krytinou stávající	0,15	0,3	SPLNĚNO
Strop k půdě s netěsnou krytinou nová	0,15	0,3	SPLNĚNO
Podlaha nad nevytápěným prostorem	0,15	0,6	SPLNĚNO

Konstrukce splňují tepelné technické vlastnosti dle normy

1.2 Přehled vypočteného tepelného výkonu

Tepelný výkon je počítán dle normy ČSN EN 12831. Venkovní výpočtová teplota pro lokalitu Chrudim je -12°C . Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce kde je uvedena zvlášť tepelná ztráta prostupem tepla, ztráta větráním a redukce ztráty větráním s uvažovanou rekuperací s účinností 70%. Při výpočtu objemu vzduchu pro větrání byla uvažována násobnost $0,5 \text{ h}^{-1}$ pro pobytové místnosti, pro zasedací sály a kanceláře $50\text{m}^3/\text{os} \cdot \text{h}$. Pro kuchyně byla uvažována násobnost 3h^{-1} . Pro hygienická zařízení bylo uvažováno s výměnou $50\text{m}^3/\text{h}$ pro záchodovou mísu a $90\text{m}^3/\text{h}$ pro sprchový kout v kombinaci s WC. Nižší výkony než 60W byly zanedbány. V koupelnách se uvažuje elektrický radiátor - proto jsou v koupelnách navržené výkony pro výpočet množství vytápěcího vzduchu nulové. V příloze (2- Podrobný výpočet tepelných ztrát) je uveden podrobný výpočet ztrát po jednotlivých místnostech

Tabulka průtoků čerstvého vzduchu dle hygienických limitů:

Intenzita výměny vzduchu ($\text{m}^3/\text{h} | \text{m}^3/\text{s}$)

ozn.	výměna vzduchu		ozn.	výměna vzduchu	
	m^3/h	m^3/s		m^3/h	m^3/s
101	70,5	0,019583	121	32,6	0,009056
102	700	0,194444	122	90	0,025
103	436,5	0,12125	123	4,9	0,001361
104	700	0,194444	124	32,6	0,009056
105	50	0,013889	125	90	0,025
106	20	0,005556	126	4,9	0,001361
107	112,3	0,031194	127	32,6	0,009056
108	50	0,013889	128	90	0,025
109	8,7	0,002417	129	24,9	0,006917
110	11,2	0,003111	130	113,4	0,0315
111	50	0,013889	131	90	0,025
112	53,1	0,01475	132	18,8	0,005222
113	600	0,166667	133	17	0,004722
114	4,9	0,001361	134	90	0,025
115	32,6	0,009056	135	nev	nev
116	90	0,025	136	30,5	0,008472
117	4,9	0,001361	137	20,6	0,005722
118	32,6	0,009056	138	86,2	0,023944
119	90	0,025	139	24,3	0,00675
120	4,9	0,001361	140	50	0,013889

Navržený tepelný výkon na jednotlivé místnosti:

Tepelné ztráty a tepelný výkon [W]					
ozn.	ztráty prostupem	ztráty větráním	s rekuperací 70%	Σztráty	navržený výkon
101	407,1	647	194,1	601,2	600
102	1087	7616	2284,8	3371,8	3400
103	1642	4749	1424,7	3066,7	3100
104	387	7616	2284,8	2671,8	2700
105	-172	190	57	-115	0
106	117	184	55,2	172,2	180
107	288	1031	309,3	597,3	600
108	-87	112	33,6	-53,4	0
109	28	80	24	52	50
110	-33	4	1,2	-31,8	0
111	3	124	37,2	40,2	50
112	184	578	173,4	357,4	360
113	576	7616	2284,8	2860,8	2900
114	45	47	14,1	59,1	60
115	329	355	106,5	435,5	450
116	267	269	80,7	347,7	350
117	-8	45	13,5	5,5	0
118	243	355	106,5	349,5	350
119	267	269	80,7	347,7	350
120	-8	45	13,5	5,5	0
121	243	355	106,5	349,5	350
122	267	269	80,7	347,7	350
123	-8	45	13,5	5,5	0
124	243	355	106,5	349,5	350
125	267	269	80,7	347,7	350
126	-8	45	13,5	5,5	0
127	329	355	106,5	435,5	450
128	283	269	80,7	363,7	380
129	-10	228	68,4	58,4	60
130	262	1234	370,2	632,2	650
131	181	132	39,6	220,6	230
132	160	204	61,2	221,2	230
133	153	184	55,2	208,2	220
134	223	132	39,6	262,6	280
135	nev	nev	nev	nev	0
136	179	280	84	263	270
137	47	189	56,7	103,7	110
138	615	792	237,6	852,6	860
139	48	223	66,9	114,9	130
140	563	544	163,2	726,2	750

1.3 Energetický štítek budovy

popis konstrukce	Plocha (m ²)	Součinitel přestupu tepla U_i (W/(m ² · K))	Požadovaný součinitel přestupu tepla U_{rq} (W/(m ² · K))	činitel teplotní redukce b (-)	Měrná ztráta konstrukce H_t (W/K)
Vnější stěna S1 800mm	427,5	0,16	0,3	1	76,95
Vnější stěna S2 550mm	482,8	0,17	0,3	1	91,73
Okno	66,7	0,72	1,8	1	49,36
Dveře venkovní prosklené	3,8	1,1	1,8	1	4,26
Dveře venkovní dřevěné	15,9	1,3	1,8	1	20,99
Podlaha přilehlá k zemině	233,5	0,16	0,45	0,195	8,20
Podlaha podsklepená	143,3	0,16	0,75	0,137	4,89
Podlaha přilehlá k zemině 2	250,8	0,15	0,45	0,195	8,31
Strop k půdě s netěsnou krytinou	376,8	0,15	0,3	0,851	54,51
Strop k půdě s netěsnou krytinou 2	250,8	0,15	0,3	0,851	36,28

Konstruje splňují tepelně technické vlastnosti dle normy

Obálka budovy A (m ²)	2251,9
Objem budovy V (m ³)	2196,6
Objemový faktor A/V	1,0251753
Převažující návrhová vnitřní teplota	20°C
Návrhová vnější teplota	- 12°C

Měrná ztráta prostupem tepla H_t	355,48
Průměrná součinitel prostupu tepla U_{em}	0,158
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$ dle referenční budovy	0,395

$0,3 U_{em,rq} < U_{em} < 0,6 U_{em,rq}$ = Budova splňuje klasifikační stupeň **B**

2. NÁVRH TEPLOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ

2.1 Návrh vzduchotechnické jednotky

Pro vybranou variantu je navrženo teplovzdušné vytápění. Rozvody jsou tvořeny ocelovým čtyřhranným potrubím a vlastní distribuce vířivými výústkami v kombinaci s obdélníkovými výústkami. Výpočet dimenze potrubí je uveden v příloze. Obdélníkové výústky jsou převážně použity v místnostech, kde je nižší požadavek na estetické ztvárnění. Připojení vlastních vířivých výustek je provedeno ohebným potrubím Aluvac 45. Poloha potrubí a výustek, jeho dimenze je zakreslena ve výkresové části této práce

Pro návrh vzduchotechnické jednotky byl použit návrhový software firmy Atrea. Je navržena kompaktní jednotka DUPLEX S- 5600 s deskovým rekuperačním výměníkem. K ohřevu vzduchu slouží vodní výměník. Je navržen teplotní spád výměníku 50/30°C. Zdrojem teplé vody je centrální akumulární zásobník. Součástí návrhu dodávky jsou prvky měření a regulace a trojcestný směšovací ventil vodního okruhu. Technický list výrobce vzduchotechnické jednotky je uveden v příloze.

V tabulce jsou uvedeny průtoky vzduchu pro vypočítané potřebné teplené výkony. je uvažována navrhová teplota přívodního vzduchu 35°C. Množství vytápěcího vzduchu je určeno dle vztahu:

$$V_{c2} = \frac{Q_c}{c_N \cdot (t_{c2} - t_i)}$$

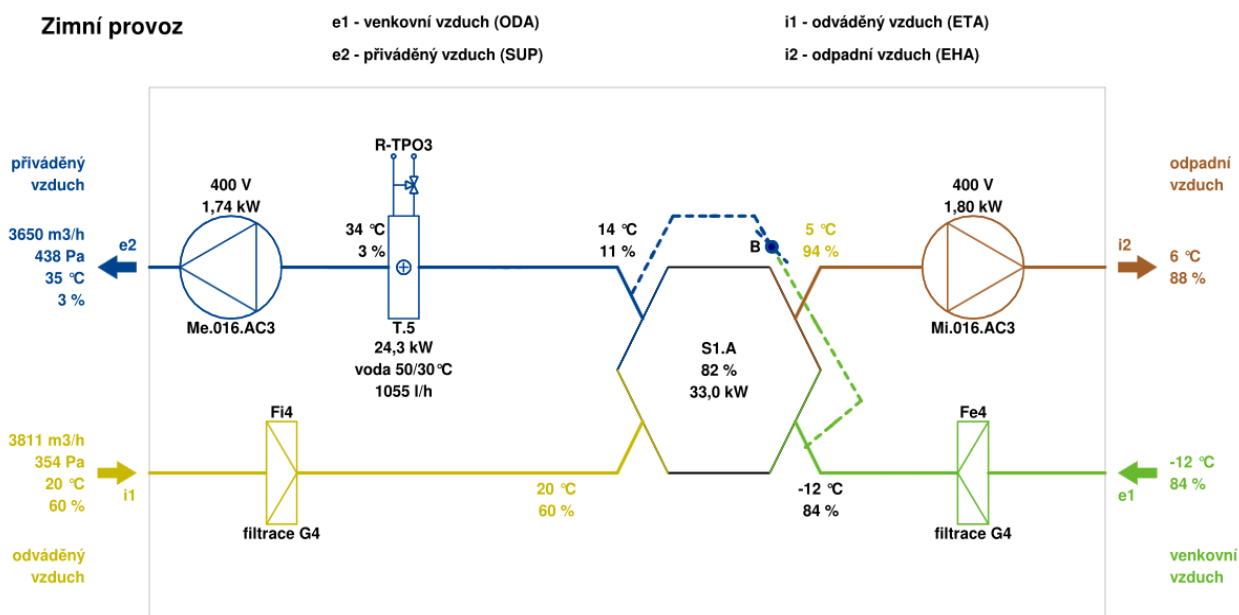
c_N =kapacitní konstanta vzduchu (kWh/m³h),

t_{c2} =teplota vzduchu přiváděného do místnosti,

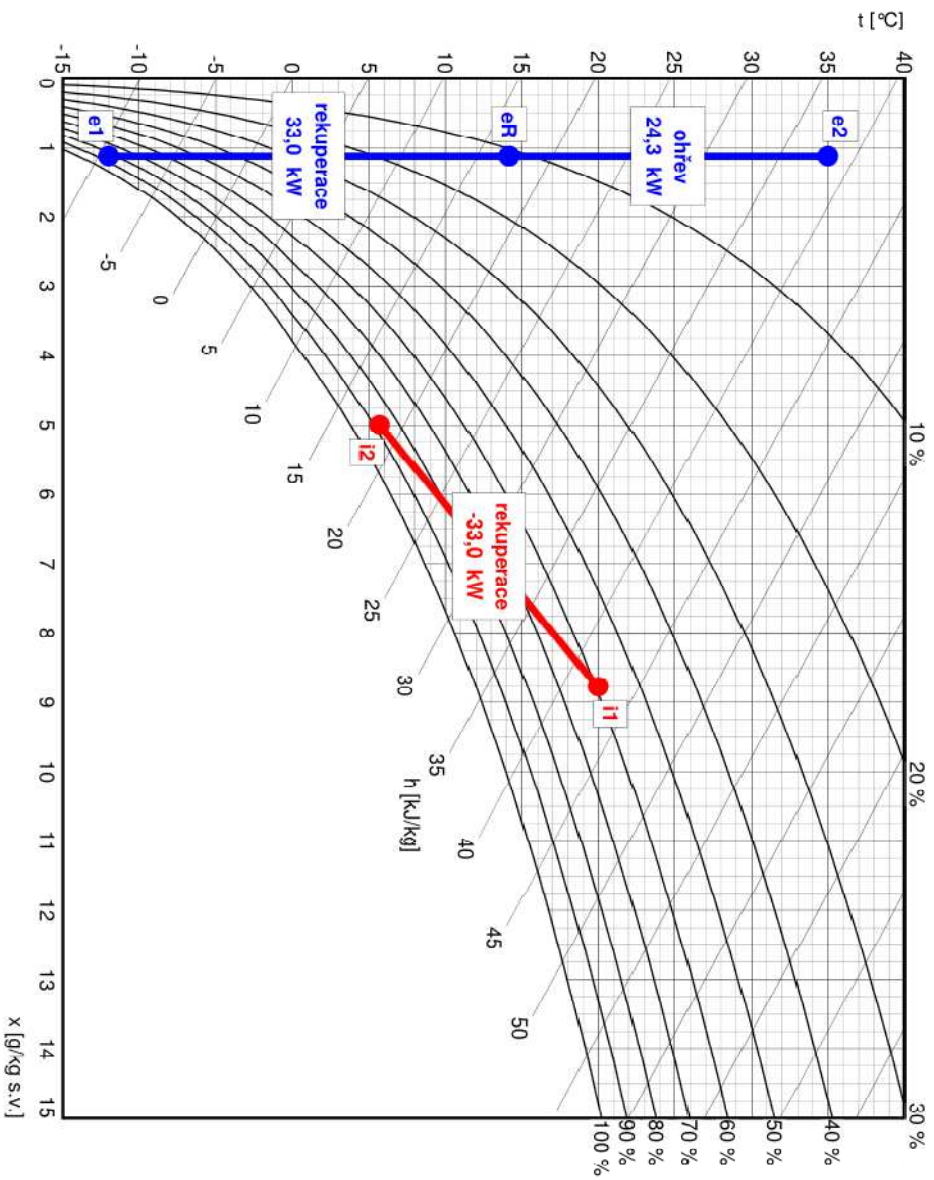
t_i =výpočtová vnitřní teplota

Q_c = teplená ztráta místnosti,

Vzduchotechnické schéma VZT jednotky:



Zimní provoz



Přívod

popis	t [°C]	rh [%]
e1 venkovní vzduch	-12,0	84
eR rekuperace	14,2	11
e2 ohřev	35,0	3

Odvod

popis	t [°C]	rh [%]
i1 odváděný vzduch	20,0	60
i2 rekuperace	5,7	88

h-x diagram úpravy vzduchu

Tabulka průtoků vzduchu (přívodní teplota 35°C)

ozn.	Σztráty (W)	navržený výkon(W)	Návrhová vnitřní teplota (°C)	Průtok vytápěcího vzduchu (m3/h)	odtah znehodnoceného vzduchu (m3/h)
004	280,2	300	5	29,7	0
101	601,2	600	15	89,0	89
102	3371,8	3400	20	672,6	672,6
103	3066,7	3100	20	613,3	613,3
104	2671,8	2700	20	534,1	534,1
105	-115	0	15	0,0	50
106	172,2	180	15	0,0	0
107	597,3	600	20	118,7	0
108	-53,4	0	15	0,0	120
109	52	50	15	0,0	415
110	-31,8	0	15	0,0	0
111	40,2	50	15	0,0	50
112	357,4	360	20	71,2	180
113	2860,8	2900	20	573,7	0
114	59,1	60	15	0,0	0
115	435,5	450	20	89,0	0
116	347,7	350	24	0,0	90
117	5,5	0	15	0,0	0
118	349,5	350	20	79,2	0
119	347,7	350	24	0,0	90
120	5,5	0	15	0,0	0
121	349,5	350	20	79,2	0
122	347,7	350	24	0,0	90
123	5,5	0	15	0,0	0
124	349,5	350	20	79,2	0
125	347,7	350	24	0,0	90
126	5,5	0	15	0,0	0
127	435,5	450	20	89,0	0
128	363,7	380	24	0,0	90
129	58,4	60	15	10,0	15
130	632,2	650	20	128,6	130
131	220,6	230	24	0,0	90
132	221,2	230	20	45,5	0
133	208,2	220	20	43,5	0
134	262,6	280	24	0,0	90
135	nev	0	nev	0,0	0
136	263	270	15	40,1	0
137	103,7	110	15	0,0	50
138	852,6	860	15	127,6	128
139	114,9	130	15	19,3	0
140	726,2	750	20	148,4	149

Σ 3651,3 3826

2.2 Návrh zvlhčování vzduchu

Jak z výše uvedené úpravy vzduchu v h-x diagramu vyplývá, parametry přiváděného vzduchu nedosahují hodnot optima. Problematická je především vlhkost vzduchu, kdy ohřevem v VZT jednotce došlo k jeho značnému vysušení. Vzhledem k tomu, že jednotky ATREA DUPLEX neumožňují v současné době návrh integrovaného řešení v podobě vodního či parního zvlhčovače, musel být proveden návrh externího řešení v podobě systému vlhčení parou.

Úprava vzduchu – vlhčení parou

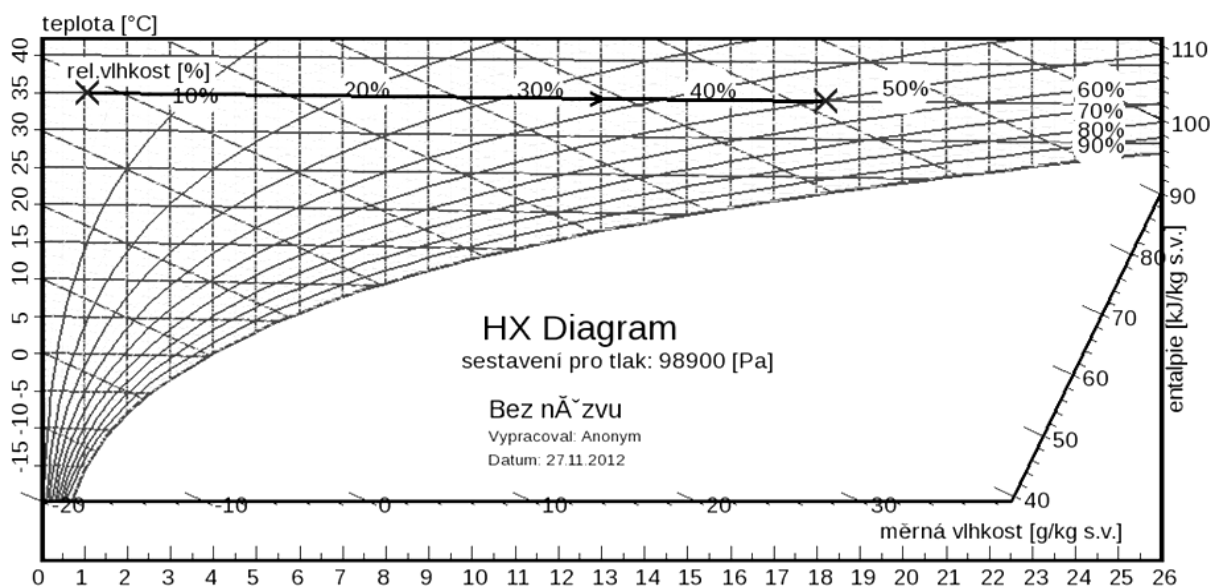
Stav 1		Stav2	
t(°C):	35	t(°C):	35
x(g/kg):	1,05	x(g/kg):	18
φ(%):	3	φ(%):	50

Maximální hodinová spotřeba páry

$$M_D = \frac{V \cdot \rho}{1000} \cdot (x_1 - x_2) \quad [\text{kg/h}]$$

$$M_D = \frac{3708 \cdot 1,13}{1000} \cdot (1,05 - 18) = 71 \quad [\text{kg/h}]$$

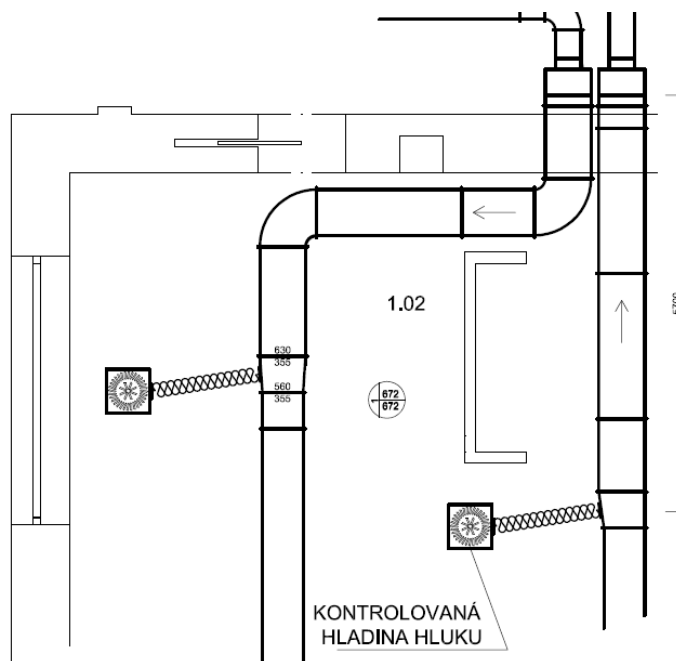
Navržen systém CondAir Pro CP 80 400V3 s regulací vlhkosti v prostoru s plynulým omezením vlhkosti přiváděného vzduchu



2.3 Útlum hluku

Jednotky ATREA DUPLEX neumožňují návrh integrovaného tlumiče hluku, který by byl součástí tělesa jednotky. Výpočtem však byla zjištěna nepřijatelná hladina hluku jak ve vnitřním prostoru (k první výustce), tak i nepřijatelné pronikání hluku do venkovního prostoru. Řešením je umístění tlumičů hluku do rozvodů vzduchu. Pro výpočet byly uvažovány kulisové tlumiče hluku a jejich návrh je proveden ve výpočtovém software firmy Mart. Jejich katalogové listy jsou umístěny v příloze.

Ověření hladiny hluku u kritické výústky.



Útlum hluku v VZT potrubí (m.č. 1.02)

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Σ (dB)
Ventilátor	66	58	53	46	43	43	66,89
Útlum - vodorovný kus (630x355) 2,6m	1,6	1,1	0,8	0,7	0,7	0,7	
Útlum - 3x koleno	0	3	6	9	9	9	
Tlumič hluku 1500mm	14	25	49	85	80	65	
Za tlumičem	50,4	28,9	-2,8	0	0	0	50,43
Útlum odbočka	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	
Útlum Vodorovný kus (630x355) 6m	4,8	2,4	1,8	1,6	1,6	1,6	
Útlum 2x koleno	0	2	4	6	6	6	
Hladina hluku na výustce	43,09	22,99	0	0	0	0	43,13
Hladina hluku za výstkou	43,13+25						43,25

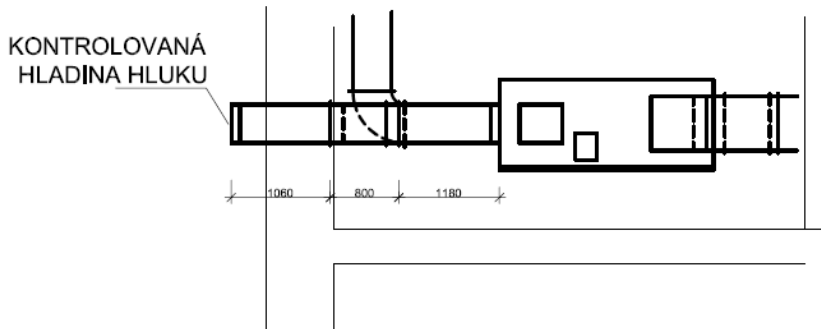
Požadavek pro vnitřní chráněný prostor + korekce

40+5=45dB

(přednáškový, jednací sál)

S použitým tlumičem hluku je splněn požadavek pro ochranu před hlukem dle NV 272/2011

Útlum hluku pronikajícího do vnějšího prostředí



Útlum hluku v VZT potrubí (exteriér)

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Σ (dB)
Ventilátor	66	58	53	46	43	43	66,89
Útlum - vodorovný kus (630x355) 1,6m	1,4	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	
Útlum - 2x koleno	0	1	2	3	3	3	
Tlumič hluku 1000mm	8	16	31	55	53	51	
Za tlumičem	54,6	40,1	19,2	0	0	0	54,75
Tlumič hluku 600mm	5	11	21	37	34	29	
Za tlumičem	49,6	29,1	0	0	0	0	49,64
Hladina hluku na vyústění							49,64

Požadavek pro venkovní prostor
50 db

Venkovní prostor

S použitým tlumičem hluku je splněn požadavek pro ochranu před hlukem dle

Útlum hluku v VZT potrubí (exteriér)

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	Σ (dB)
Ventilátor	66	58	53	46	43	43	66,89
Útlum - vodorovný kus (630x355) 1,6m	1,4	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	
Útlum - 2x koleno	0	1	2	3	3	3	
Tlumič hluku 1000mm	8	16	31	55	53	51	
Za tlumičem	54,6	40,1	19,2	0	0	0	54,75
Tlumič hluku 600mm	5	11	21	37	34	29	
Za tlumičem	49,6	29,1	0	0	0	0	49,64
Hladina hluku na vyústění							49,64

ha

Požadavek pro venkovní prostor
50 db

Venkovní prostor

S použitým tlumičem hluku je splněn požadavek pro ochranu před hlukem dle zákona 272/2011 Sb.

128	248	ELVL BK.ER 450x940 – 300W
131	158	ELVL BK.ER 450x940 – 300W
134	204	ELVL BK.ER 450x940 – 300W

3. SOLÁRNÍ OKRUH

3.1 Návrh solárního okruhu budovy

Návrh solárního systému je proveden pomocí „zjednodušeného výpočtového postupu energetického hodnocení budov“. Návrh je proveden v souladu s metodikou TNI 73 0302. Navrženo je 30 ks vakuových solárních kolektorů Regulus 15 KTU s náplní vodního roztoku monopropylenglykolu v mísícím poměru 1:1. Systém je provozován v režimu high-flow, při předpokládaném teplotním spádu 6-10K. Kolektory jsou umístěny na střeše objektu v přibližně jižní orientaci a ve sklonu cca 30°. Pro přenos tepla mezi centrální akumulací nádobou a solárním systémem je navržen deskový výměník DV 285-60 o výkonu 45kW při teplotním spádu 8K.

Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.):	40	jednotek
Spotřeba na jednotku:	12	l/jedn.den
Je snižena spotřeba tepla v letních měsících u obytných budov	NE	▼ 1
Příprava teplé vody a vytápění		
Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$ (15°C / 60°C)	480	l/den
Studená voda t_{sv}	5	°C
Teplá voda t_{TV}	50	°C
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p	0,2	Příprava teplé vody a vytápění, od 10 do 50 m2 ▼
Přirážka na tep. ztráty při přípravě teplé vody z	0,3	Centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací ▼
Vytápění objektu - použít data z výpočtu podle ČSN EN 13790	NE	▼
Tepelná ztráta domu Q_z	21	kW
Vnitřní výpočtová teplota t_w	20	°C
Venkovní výpočtová teplota t_{ev}	-12	°C
Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění)	pasivní standard, tepelné vlastnosti konstrukcí nad rámec vyhláškou doporučených hodnot ▼	
Přirážka na tepelné ztráty otopné soustavy v	5	%

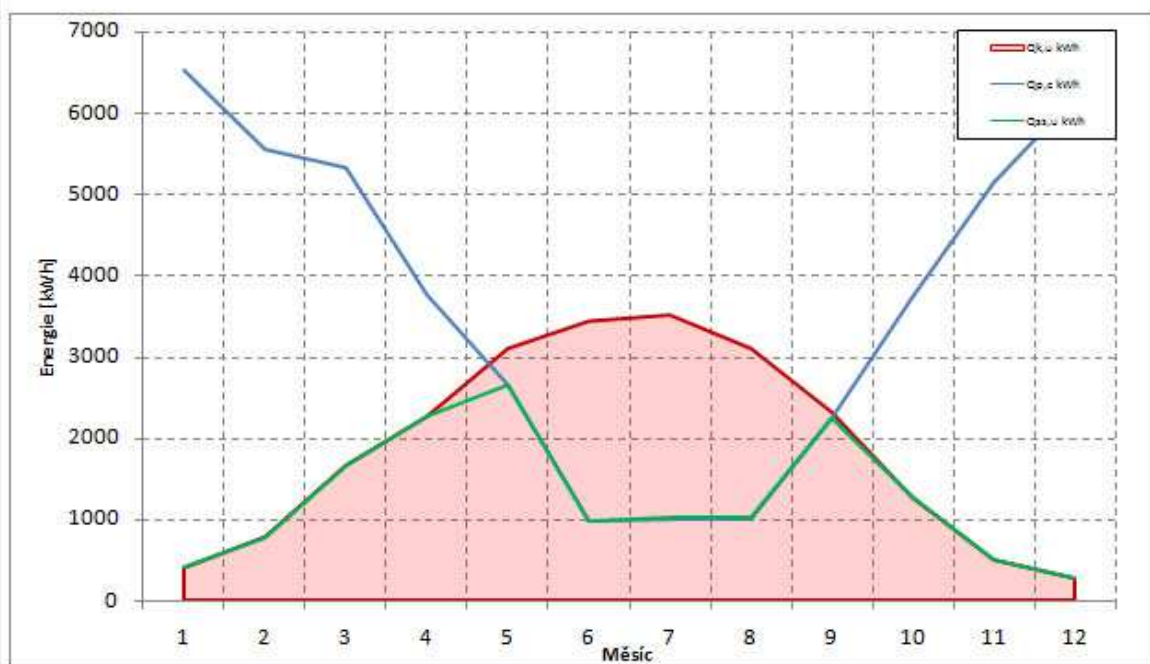
Parametry solárních kolektorů

Optická účinnost η_0	0,83	-
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	2,51	W/m ² .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,011	W/m ² .K ²
Počet kolektorů	30	ks
Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1}	1,41	m ²
Celková plocha apertury kolektorů	42,3	m ²
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	50	°C Příprava teplé vody a vytápění, pokrytí < 25 % ▼
Sklon kolektoru β	30	°
Azimut kolektoru γ (jih = 0°)	0	°

Vyhodnocení

Potřeba tepla pro přípravu TV	11920	kWh/rok
Potřeba tepla pro vytápění	32194	kWh/rok
Měrný využitelný zisk solární soustavy $q_{ss,u}$	355	kWh/m ² .rok
Celkový využitelný zisk solární soustavy $Q_{ss,u}$	15030	kWh/rok
Tepelný zisk solární soustavy využitý pro přípravu TV	6574	kWh/rok
Tepelný zisk solární soustavy využitý pro vytápění	8457	kWh/rok
Solární podíl (pokrytí potřeby tepla) f	34	%

měsíc	n	t _{sp}	t _{sc}	G _{T,m}	η _k	H _{T,den}	H _{T,měs}	Q _{k,u}	Q _{p,TV}	Q _{p,VYT}	Q _{p,o}	Q _{ss,u}
	dny	°C	°C	W/m ²	—	kWh/m ² .den	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	-1,5	2,2	356	0,42	1,00	31,0	399	1012	5511	6524	399
2	28	0	3,4	434	0,51	1,81	50,6	780	914	4631	5545	780
3	31	3,2	6,5	506	0,57	3,07	95,1	1661	1012	4306	5319	1661
4	30	8,8	12,1	529	0,62	3,99	119,6	2260	980	2778	3758	2260
5	31	13,6	16,6	543	0,65	5,02	155,7	3096	1012	1641	2653	2653
6	30	17,3	20,6	546	0,68	5,55	166,4	3432	980	0	980	980
7	31	19,2	22,5	538	0,69	5,41	167,8	3508	1012	0	1012	1012
8	31	18,6	22,6	526	0,68	4,80	148,8	3097	1012	0	1012	1012
9	30	14,9	19,4	501	0,66	3,86	115,7	2312	980	1265	2245	2245
10	31	9,4	13,8	444	0,59	2,25	69,7	1258	1012	2717	3730	1258
11	30	3,2	7,3	369	0,49	1,12	33,7	498	980	4167	5147	498
12	31	-0,2	3,5	325	0,40	0,72	22,4	272	1012	5178	6190	272
							1177	22573	11920	32194	44115	15030



Q_{k,u} – Možný solární zisk (kWh)

Q_{p,c} - Potřeba tepelné energie v průběhu roku (kWh)

Q_{ss,u} – Využitelná solární energie (kWh)

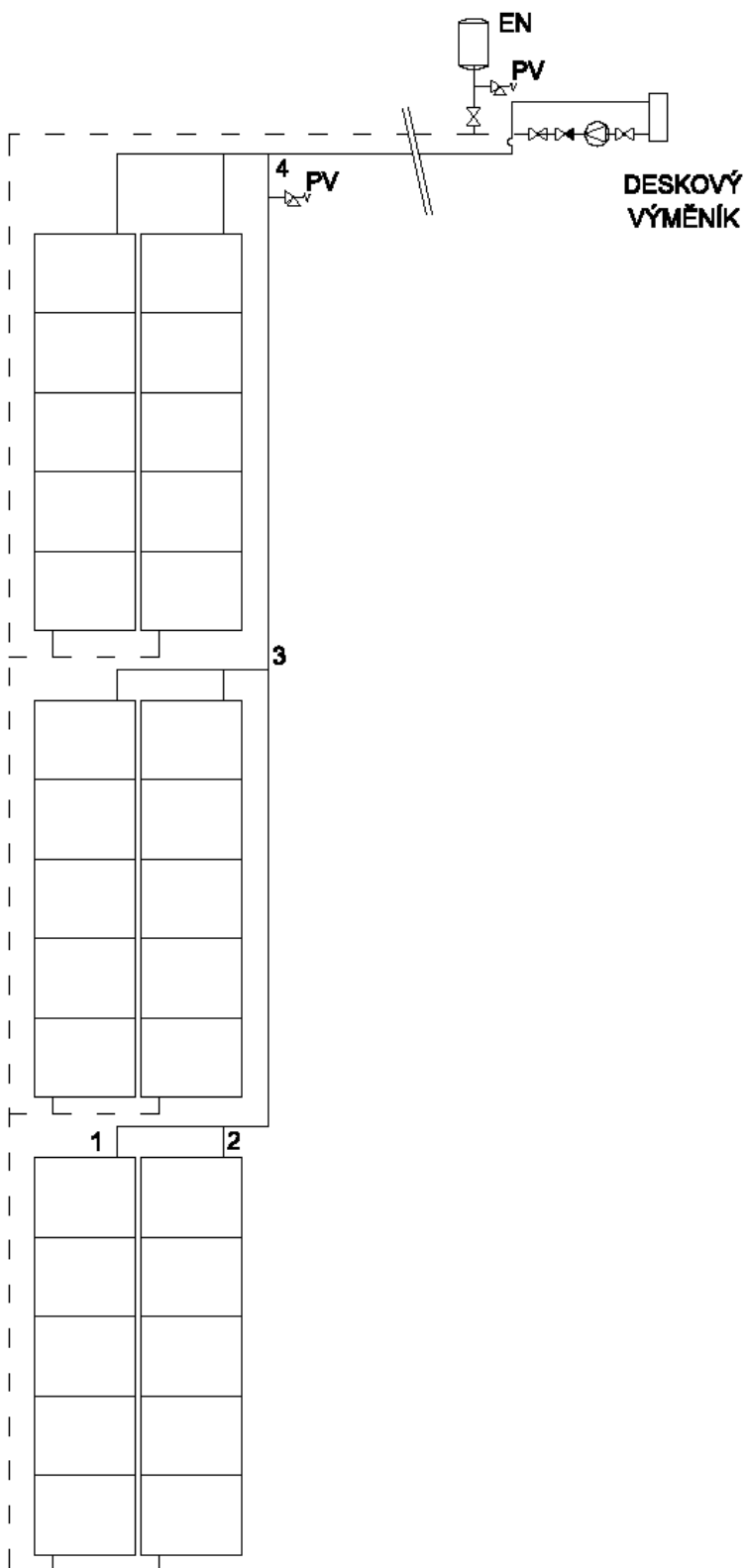
q _{ss,u}	355 kWh/m ² .rok
f	34 %
Q _{ss,u}	15030 kWh/rok
Využitelné zisky solární soustavy	

Rozdělení využitelných zisků solární soustavy:

	[kWh]	[%]
Q _{ss,u,TV}	6574	43,7
Q _{ss,u,VYT}	8457	56,3

3.2 Dimenzování solárního okruhu

Schéma kolektorového okruhu



Dimenzování potrubí solárního okruhu

Výpočet dimenze potrubí přívodní větve solárního okruhu - kolektory

u	l/h	L(m)	v' (m/s)	DN (Dxt)	v(m/s)	R (Pa/m)	ξ (-)	Z (Pa)	Z+R*L(Pa)
1	400	1,9	0,3	22x1	0,32	64,2	0,6	2,93	124,91
2	800	8,5	0,4	28x1,5	0,42	78,3	0,9	2,55	668,10
3	1600	7,8	0,5	35x1,5	0,59	100,6	0,9	1,29	785,97
4	3200	13,5	0,7	42x1,5	0,71	216,6	3,6	3,57	2927,67

tlaková ztráta solárního okruhu	4506,65 Pa
tlaková ztráta kolektorů	2250,00 Pa
tlaková ztráta výměníku	7000,00 Pa
tlaková ztráta okruhu	13756,65 Pa
geodetický rozdíl hladin	8,60 m
dopravní výška	10,1 m

Navrženo čerpadlo Grundfos CME 3-2 E

Kinematická viskozita směsi je uvažována pro teplotu 50°C

Schéma zásobníkového okruhu solárního systému:



Výpočet dimenze potrubí zásobníkového okruhu solárního systému

u	l/h	L(m)	v' (m/s)	DN (Dxt)	v(m/s)	R (Pa/m)	ξ (-)	Z (Pa)	Z+R*L(Pa)
1	3200	13,5	0,7	42x1,5	0,71	108,1	2,4	2,38	1461,73

tlaková ztráta solárního okruhu	1461,73 Pa
tlaková ztráta výměníku	7000,00 Pa
tlaková ztráta okruhu	8461,73 Pa
dopravní výška	0,85 m

Navrženo čerpadlo Grundfos CME 3-2 E

3.3 Návrh zabezpečovací soustavy solárního okruhu

Návrh zabezpečení kolektorového okruhu

- Objem expanzní nádoby

Objem kapaliny v soustavě:	30x kolektor	45l
	rozvody	230l
	výměník	1,5l
	Σ	278l

Plnicí přetlak

$$P_0 = h_s \cdot g \cdot \rho = 8,5 \cdot 9,81 \cdot 1068 = 89,1 \text{ kPa}$$

$$V_{EN} = (V_s + V \cdot \beta + V_k) \cdot \frac{p_c - p_b}{p_c - p_0} = (4,7 + 277 \cdot 0,0485 + 45) \cdot \frac{550 - 101,3}{550 - 89,1} = 64,84 \text{ l}$$

V_{EN} – objem expanzní nádrže

V – objem kapaliny v soustavě

β – objemová roztažnost kapaliny

V_k – objem kapaliny v kolektorech

P_b – barometrický tlak

P_0 – nejvyšší dovolený konstrukční tlak

⇒ Volím expanzní nádoba Reflex S80/10

- Výpočet pojistného ventilu pro solární kolektory

Výkon kolektoru

$$Q_k = A_k \cdot (G \cdot \eta_0 - a_1(t_m - t_e) - a_2(t_m - t_e)^2)$$

$$Q_k = 1,4 \cdot (1000 \cdot 0,92 - 2,51(55-20) - 0,011(55-20)^2) = 1020 \text{ W}; 30 \text{ kolektorů} \Rightarrow 31,6 \text{ kW}$$

G – sluneční ozáření (W/m^2), uvažuje se normalizovaná hodnota $1000 \text{ W}/\text{m}^2$

A_k – vztažná plocha kolektoru

η_0 – optická účinnost kolektoru

a_1 – lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru

a_2 – kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru

Konstrukční přetlak uváděný výrobcem: 600 kPa ⇒ volím maximální přetlak 550 kPa

$$d_v = 15 + 1,4 \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{61} = 26 \text{ mm} \Rightarrow \text{DN } 28 \times 1,5$$

$$S_0 = Q_p / (\alpha \cdot K) = 61 / (0,444 \cdot 1,97) = 70,37 \text{ mm}^2$$

⇒ DUCO MEIBES $\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$

- Výpočet pojistného ventilu pro deskový výměník

Konstrukční přetlak uváděný výrobcem: 600kPa \Rightarrow volím maximální přetlak 550kPa

$$d_v = 15 + 1,4 \sqrt{Qp} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{40} = 22 \text{mm} \Rightarrow \text{DN } 28 \times 1,5$$

$$S_o = Q_p / (\alpha \cdot K) = 40 / (0,444 \cdot 1,97) = 45,87 \text{mm}^2$$

\Rightarrow DUCO MEIBES $\frac{1}{2}$ " x $\frac{3}{4}$ "

4. TEPELNÉ ČERPADLO

4.1 Návrh tepelného čerpadla

Roční bilance tepelného čerpadla

Vstupní údaje

Potřeba tepla na vytápění	21009W
Potřeba tepla na ohřev teplé vody	33,2kWh/den
Potřeba tepla na vytápění (denostupňová metoda)	44200kWh
Potřeba tepla na ohřev TV (denostupňová metoda)	8100kWh
Venkovní návrhová teplota t_e	-12°C
Délka otopného období:	238 dní
Střední denní teplota pro začátek a konec topného období t_{em}	13°C
Průměrná venkovní teplota během otopného období t_{es} :	4,1 °C

(výpočet je proveden dle ČSN EN 12831)

Je navrženo tepelné čerpadlo Siebel-Eltron WPF 13 E, čerpadlo je navrženo na cca 80% pokrytí potřeby tepla. Ohřev vody se uvažuje na teplotu 55°C. Způsob provedení tepelného čerpadla je země-voda. Jako zdroj nízkopotencionálního tepla budou provedeny zemní vrty. Převládající druh zeminy, který se v místě stavby vyskytuje, je pevná hornina. Výkon jednoho vrtu lze uvažovat v rozmezí 75-85W na metr. Výkon tepelného čerpadla je až 13kW.

Potřebná hloubka vrtů $h = 1300/75 = 174\text{m} \Rightarrow$ navrhují tři vrty o hloubce 60m

Roční bilanční výpočet byl proveden v programu NTC (verze 1.0)

VSTUPNÍ ÚDAJE:

Klimatická data:

Chrudim 2010-2011

Teplné čerpadlo(název)

WPF 13 (země/voda)

Venkovní výpočtová teplota:	te,N	-12	[°C]
Mezní teplota otopného období:	te,m	13	[°C]
Průměrná teplota vzduchu v interiéru:	ti	19	[°C]
Teplota připravované teplé vody(TV):	tTV	55	[°C]
Teplota topné vody v soustavě:	tw1,N	55	[°C]
Teplota vratné vody v soustavě:	tw2,N	32	[°C]
Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody:	Qp,tv,rok	8 100	[kWh]
Roční potřeba tepla na vytápění:	Qp,vyt,rok	44 200	[kWh]
Elektrický příkon pom. zařízení na přípravu TV:	Ppom,tv	0,2	[kW]
Elektrický příkon pomocných zařízení pro vytápění:	Ppom,vyt	0,5	[kW]
Teplotní exponent převažujících otopných ploch:	n	1,4	[-]

VYPOČÍTANÉ HODNOTY:

Počet hodinstupňů za otopné období:	DHrok	76 104	[K·hod]
Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody:	Qp,rok	52 300	[kWh]
Roční dodávka tepla TČ na ohřev teplé vody:	QtVYT,rok	46 452	[kWh]
Roční dodávka tepla doplňkovým zdrojem pro vytápění a ohřev TV:	Qd,rok	5 848	[kWh]
Roční potřeba elektrické energie na provoz tepelného čerpadla:	EtTČ,rok	14 613	[kWh]
Roční potřeba elektrické energie pro pohon pomocných zařízení:	Epom,rok	2 518	[kWh]
Roční pokrytí potřeby tepla tepelným čerpadlem:	f	88,82	[%]
Sezónní topný faktor tepelného čerpadla:	SPF,TČ	3,18	[-]
Sezónní topný faktor otopné soustavy:	SPF	2,71	[-]

Klimatická data			
výpočetní interval	$t_{e,j}$ [°C]	$\tau_{,j}$ [hod]	DH _j [K·hod]
leden	-1	744	14880
únor	-1	672	13440
březen	5	744	10416
duben	11	720	5760
květen	15	744	0
červen	19	720	0
červenec	18	744	0
srpen	20	744	0
září	16	720	0
říjen	9	744	7440
listopad	3	720	11520
prosinec	2	744	12648
Průměr:	9,73		
Celkem:		8760	76104

Teplá voda												
Tepelné čerpadlo												
výpočetní interval	$t_{v1,tv}$ [°C]	$t_{k2,tv}$ [°C]	$\phi_{,tv}$ [kW]	COP _{,tv} [-]	$Q_{p,tv}$ [kWh]	$Q_{k,tv}$ [kWh]	$Q_{,TČ,tv}$ [kWh]	$\tau_{,TČ,tv}$ [hod]	$E_{,TČ,tv}$ [kWh]	$Ep_{om,tv}$ [kWh]	$Q_{d,tv}$ [kWh]	
leden	1,35	60	9,22	2,28	687,95	6862,66	687,95	74,58	301,6	52,21	0	
únor	1,35	60	9,22	2,28	621,37	6198,53	621,37	67,36	272,41	47,16	0	
březen	2,25	60	9,44	2,34	687,95	7023,36	687,95	72,88	294,62	51,01	0	
duben	3,15	60	9,66	2,39	665,75	6952,32	665,75	68,95	278,67	48,26	0	
květen	3,75	60	9,8	2,43	687,95	7291,2	687,95	70,2	283,69	49,14	0	
červen	4,35	60	9,94	2,46	665,75	7159,68	665,75	66,95	270,52	46,87	0	
červenec	4,2	60	9,91	2,45	687,95	7371,55	687,95	69,43	280,56	48,6	0	
srpen	4,5	60	9,98	2,47	687,95	7425,12	687,95	68,93	278,52	48,25	0	
září	3,9	60	9,84	2,43	665,75	7081,92	665,75	67,69	273,52	47,38	0	
říjen	2,85	60	9,58	2,37	687,95	7130,5	687,95	71,78	290,15	50,25	0	
listopad	1,95	60	9,37	2,32	665,75	6744,96	665,75	71,07	287,33	49,75	0	
prosinec	1,8	60	9,33	2,31	687,95	6943,01	687,95	73,72	298,07	51,6	0	
Průměr:	2,96	60	9,61	2,38								
Celkem:					8100	84184,8	8100	843,54	3409,68	590,47	0	

výpočetní interval	Vytápění Tepelné čerpadlo				Q _{p,vyt} [kWh]	Q _{k,vyt} [kWh]	Q, TČ, vyt [kWh]	τ, TČ, vyt [hod]	E, TČ, vyt [kWh]	E _{pom, vyt} [kWh]	Q _{d, vyt} [kWh]
	tv1, tv [°C]	tk2, tv [°C]	φ, vyt [kW]	COP, vyt [-]							
leden	1,35	49,33	9,5	3	8642,07	6359,47	6359,47	669,42	2119,82	334,71	2282,6
únor	1,35	49,33	9,5	3	7805,74	5744,04	5744,04	604,64	1914,68	302,32	2061,7
březen	2,25	43,08	10,27	3,92	6049,45	6892,15	6049,45	589,07	1544,38	294,53	0
duben	3,15	36,28	11,4	5,3	3345,32	7422	3345,32	293,45	631,19	146,72	0
květen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
červen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
červenec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
srpen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
září	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
říjen	2,85	38,63	11,4	5,3	4321,04	7663,3	4321,04	379,04	815,29	189,52	0
listopad	1,95	45,21	9,5	3	6690,63	6164,87	6164,87	648,93	2054,96	324,47	525,77
prosinec	1,8	46,26	9,5	3	7345,76	6367,67	6367,67	670,28	2122,56	335,14	978,09
Průměr:	1,22	25,54	5,9	2,2							
Celkem:					44200	46613,49	38351,84	3854,82	11202,88	1927,41	5848,16

výpočetní interval	Sumy				
	Q _p [kWh]	Q, TČ [kWh]	Q _d [kWh]	E, TČ [kWh]	E _{pom} [kWh]
leden	9330,02	7047,42	2282,6	2421,42	386,92
únor	8427,11	6365,41	2061,7	2187,09	349,47
březen	6737,39	6737,39	0	1839,01	345,55
duben	4011,07	4011,07	0	909,87	194,99
květen	687,95	687,95	0	283,69	49,14
červen	665,75	665,75	0	270,52	46,87
červenec	687,95	687,95	0	280,56	48,6
srpen	687,95	687,95	0	278,52	48,25
září	665,75	665,75	0	273,52	47,38
říjen	5008,98	5008,98	0	1105,44	239,77
listopad	7356,39	6830,62	525,77	2342,29	374,21
prosinec	8033,7	7055,62	978,09	2420,63	386,74
Průměr:					
Celkem:	52300	46451,84	5848,16	14612,56	2517,89

Vysvětlivky:

Klimatická data

te	[°C]	Střední venkovní teplota v intervalu
τ	[hod]	Doba trvání teplotního intervalu
DH	[K·hod]	Počet hodinstupňů v intervalu

Teplá voda

tv1,tv	[°C]	Teplota vody na vstupu do výparníku v teplém čerpadle při přípravě teplé vody
tk2,tv	[°C]	Teplota vody na výstupu z kondenzátoru v teplém čerpadle při přípravě teplé vody
ϕ_k ,tv	[kW]	Okamžitý tepelný výkon tepelného čerpadla při přípravě teplé vody
COP,tv	[-]	Okamžitý topný faktor(COP) při přípravě teplé vody
Qp,tv	[kWh]	Teplo potřebné pro ohřev teplé vody
Qk,tv	[kWh]	Teplo dostupné tepelného čerpadla pro ohřev teplé vody
Q,TČ,tv	[kWh]	Teplo skutečně dodané z tepelného čerpadla pro ohřev teplé vody
τ ,TČ,tv	[hod]	Doba běhu tepelného čerpadla při přípravě teplé vody
E,TČ,tv	[kWh]	Elektrická energie pro pohon tepelného čerpadla při přípravě teplé vody
Epom,tv	[kWh]	Elektrická energie pomocných zařízení při přípravě teplé vody
Qd,tv	[kWh]	Teplo pro dohřev teplé vody z doplňkového zdroje tepla

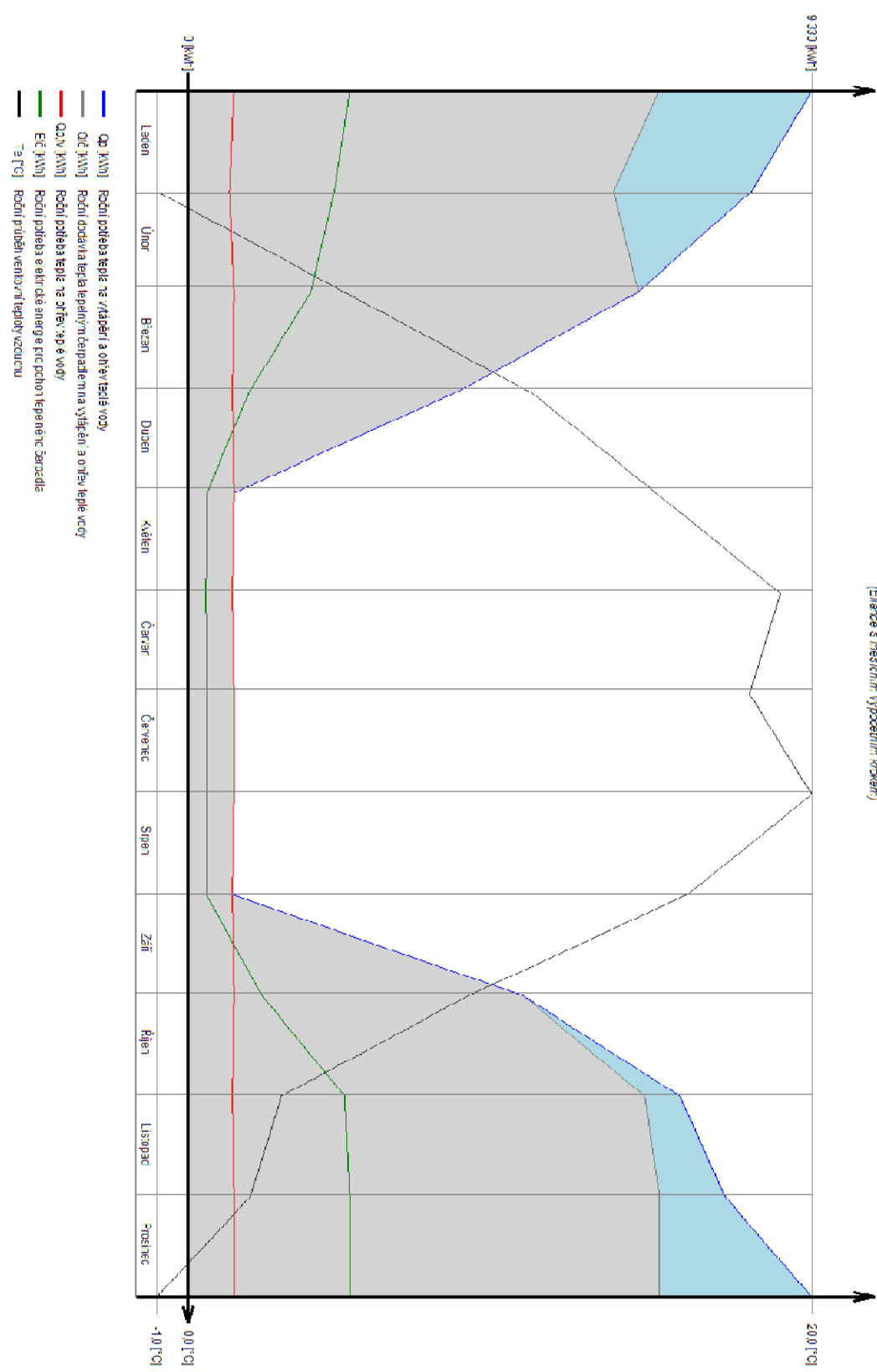
Vytápění

tv1,vyt	[°C]	Teplota vody na vstupu do výparníku v teplém čerpadle při vytápění
tk2,vyt	[°C]	Teplota vody na výstupu z kondenzátoru v teplém čerpadle při vytápění
ϕ_k ,vyt	[kW]	Okamžitý tepelný výkon tepelného čerpadla při vytápění
COP,vyt	[-]	Okamžitý topný faktor(COP) při vytápění
Qp,vyt	[kWh]	Teplo potřebné pro vytápění
Qk,vyt	[kWh]	Teplo dostupné tepelného čerpadla pro vytápění
Q,TČ,vyt	[kWh]	Teplo skutečně dodané z tepelného čerpadla pro vytápění
τ ,TČ,vyt	[hod]	Doba běhu tepelného čerpadla při vytápění
E,TČ,vyt	[kWh]	Elektrická energie pro pohon tepelného čerpadla při vytápění
Epom,vyt	[kWh]	Elektrická energie pomocných zařízení při vytápění
Qd,vyt	[kWh]	Teplo pro dohřev vody z doplňkového zdroje tepla

Sumy

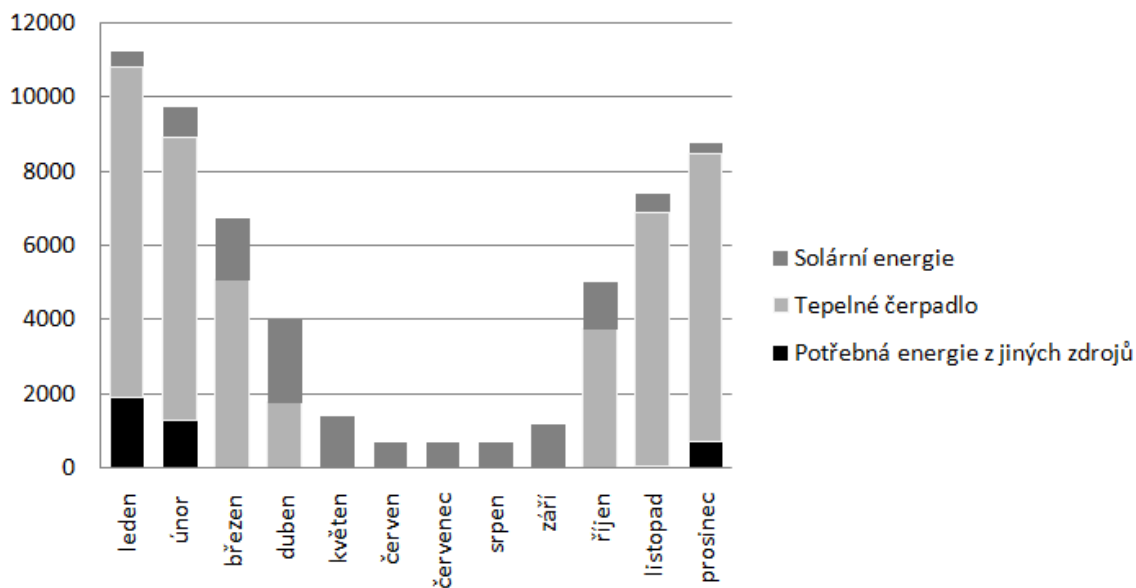
Qp	[kWh]	Roční potřeba tepla pro vytápění a ohřev vody
Q,TČ	[kWh]	Roční dodávka tepla tepelným čerpadlem na vytápění a ohřev teplé vody
Qd	[kWh]	Roční dodávka tepla doplňkovým zařízením na vytápění a ohřev teplé vody
E,TČ	[kWh]	Roční potřeba energie pro pohon tepelného čerpadla
Epom	[kWh]	Roční dodávka energie pro pohon pomocných zařízení

Graf provozu tepelného čerpadla
 (Eliance s měsíčním výpočetním krokem)



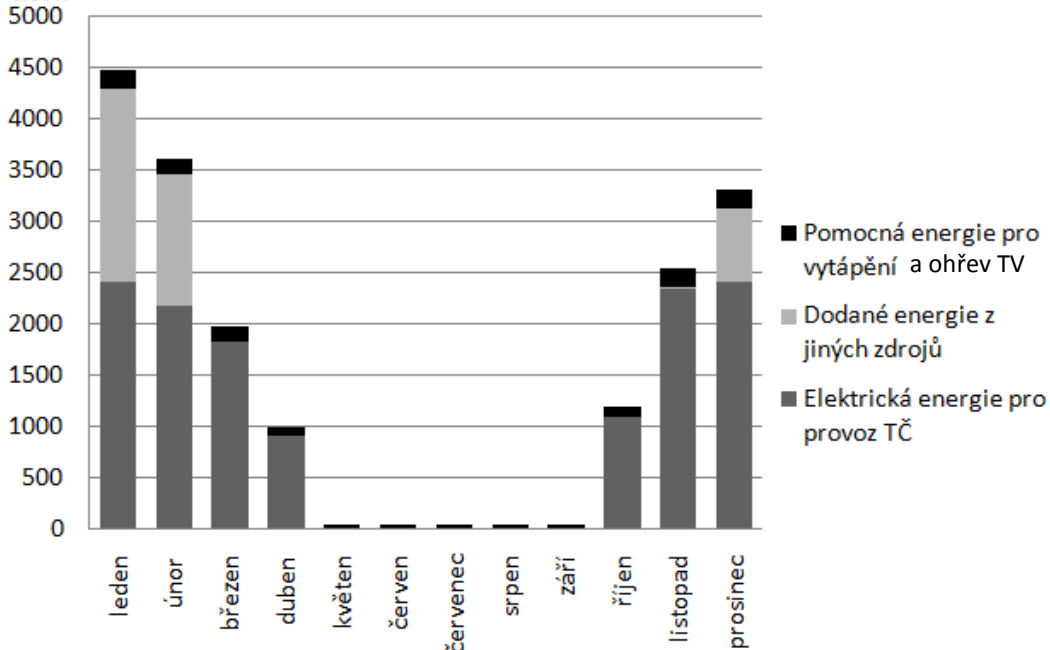
Pokrytí potřeby energie na vytápění a ohřev TV

kWh



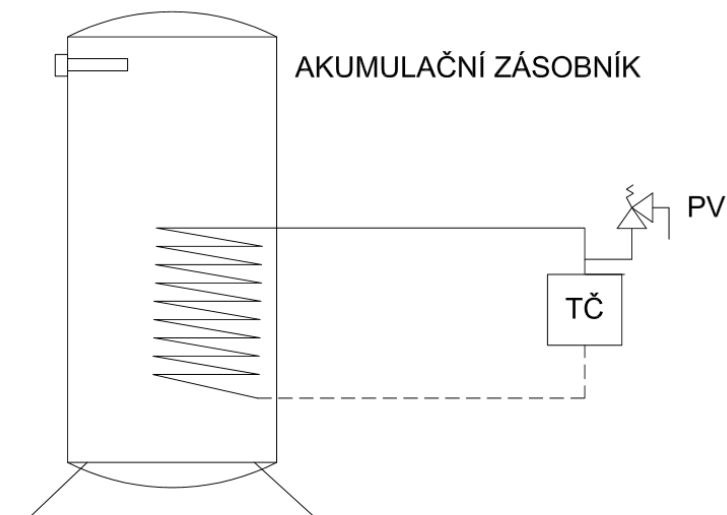
Množství dodané energie v průběhu roku

kWh



4.2 Dimenzování okruhu tepelného čerpadla

Schéma okruhu:



Výpočet dimenze potrubí okruhu tepelného čerpadla

u	l/h	L(m)	v' (m/s)	DN (Dxt)	v(m/s)	R (Pa/m)	ξ (-)	Z (Pa)	Z+R*L(Pa)	
1	2210	13,5	0,8	28x1,5	0,996974	148,4	2,4	1,21	2004,61	
									tlaková ztráta okruhu	2004,61 Pa
									tlaková ztráta výměníku	1500,00 Pa
									celková tlaková ztráta okruhu	3504,61 Pa
									dopravní výška	0,36 m

Disponibilní přetlak na vytápěcí straně čerpadla 26 kPa

⇒ vyhovuje

4.3 Návrh zabezpečovací soustavy okruhu tepelného čerpadla

- Objem expanzní nádoby

Objem kapaliny v soustavě:	výměník	5l
	rozvody	15l
	Σ	20l

Plnicí přetlak

$$P_0 = h_s \cdot g \cdot \rho = 2 \cdot 9,81 \cdot 1068 = 21,5 \text{ kPa}$$

volím maximální přetlak 550Pa

stupeň využití EN

$$\eta = (p_{h,dov,A} - p_{d,A}) / p_{h,dov,A}$$

$$\eta = (550 - 123,8) / 550 = 0,79$$

$$V = 1,3 \cdot V_n \cdot (1/\eta)$$

$$V = 1,3 \cdot 20 \cdot 0,022 \cdot (1/0,79) = 1,9 \text{ l}$$

⇒ Integrovaná expanzní nádoba o objemu 4l vyhovuje

- Návrh pojistného ventilu

volím pojistný přetlak 550 kPa

$$d_v = 15 + 1,4 \sqrt{Qp} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{13} = 22 \text{ mm} \Rightarrow \text{DN } 28 \times 1,5$$

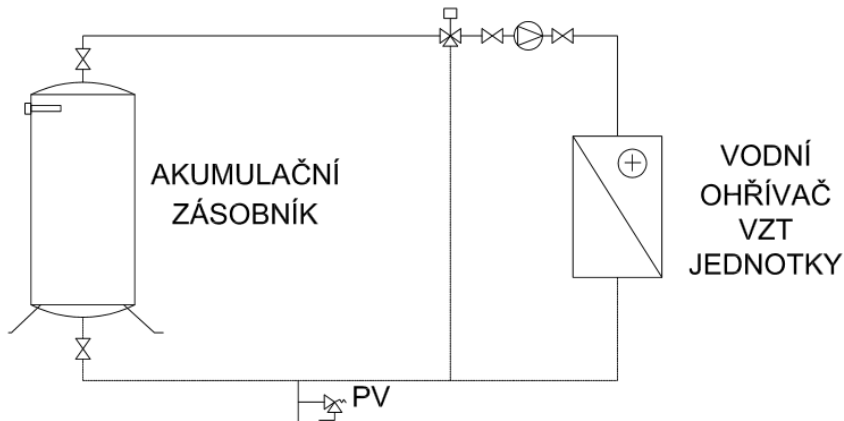
$$S_o = Q_p / (\alpha \cdot K) = 13 / (0,444 \cdot 1,97) = 14,87 \text{ mm}^2$$

⇒ DUCO MEIBES ½" x ¾"

5. OKRUH VODNÍHO OHŘÍVAČE, AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK

5.1 Dimenzování okruhu vodního ohřivače VZT jednotky

Schéma okruhu:



Výpočet dimenze potrubí zásobníkového okruhu solárního systému

u	l/h	L(m)	v' (m/s)	DN (Dxt)	v(m/s)	R (Pa/m)	ξ (-)	Z (Pa)	Z+R*L(Pa)	
1	1212	18,4	0,7	28x1,5	0,546757	184,1	2,4	4,01	3391,45	
									tlaková ztráta okruhu	3391,45 Pa
									tlaková ztráta výměníku	1200,00 Pa
									tlaková ztráta trojcestného ventilu	1700,00 Pa
									celková tlaková ztráta okruhu	6291,45 Pa
									dopravní výška	0,64 m

5.2 Návrh zabezpečovací soustavy okruhu vodního ohřivače VZT jednotky

- Návrh pojistného ventilu

volím maximální přetlak 550kPa dle doporučení výrobce

$$d_v = 15 + 1,4 \sqrt{Qp} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{27} = 22 \text{ mm} \Rightarrow \text{DN } 28 \times 1,5$$

$$S_o = Q_p / (\alpha \cdot K) = 27 / (0,444 \cdot 1,97) = 28,47 \text{ mm}^2$$

\Rightarrow DUCO MEIBES ½" x ¾" KD

5.3 Návrh akumulčního zásobníku

Pro danou aplikaci byl zvolen výrobek firmy Schindler a Hofmann TPSR 1500 o objemu 1500l. Zásobník obsahuje v těle spirálový trubkový výměník o teplosměnné ploše 3,6m². Ten je využit pro předávání tepla z tepelného čerpadla. Zásobník je z výroby opatřen 100mm silnou izolací z PUR pěny. Rozmístění přírub a vlastní rozměry akumulčního zásobníku jsou uvedeny v katalogovém listu výrobce v části 11-Technické listy

5.4 Návrh elektrické topné vložky zásobníku

Pro pokrytí potřeby tepla v zimních měsících - mimo možný výkon solárního okruhu a tepelného čerpadla, je navržena elektrická přírubová topná vložka.

Množství potřebné energie:

$$Q_d = 2283 \text{ kWh/měsíc (leden)}$$

$$\Rightarrow Q_d = 74 \text{ kWh/den} \quad \Rightarrow 74 \text{ kWh}/24 \text{ h} = 3,2 \text{ kW}$$

navržena topná vložka JU 4,5 (3x400V, 4,5kW)

5.3 Návrh pojistného ventilu zásobníku

- Návrh pojistného ventilu

volím maximální přetlak 550kPa dle ostatních komponent systému

$$\text{Pojistný výkon (kW)} \Rightarrow 31,4 \text{ (solární okruh)} + 13 \text{ (teplené čerpadlo)} + 3,8 \text{ (el. vložka)} = 48,2 \text{ kW}$$

$$d_v = 15 + 1,4 \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{48} = 24 \text{ mm} \Rightarrow \text{DN } 28 \times 1,5$$

$$S_o = Q_p / (\alpha \cdot K) = 27 / (0,444 \cdot 1,97) = 32,47 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{DUCO MEIBES } \frac{1}{2} \text{ " } \times \frac{3}{4} \text{ " KD}$$

5.4 Návrh expanzní nádoby

- Objem expanzní nádoby

Objem kapaliny v soustavě:	zásobník	1500l
	rozvody	25l
	Σ	1525l

Plnicí přetlak

$$P_o = h_s \cdot g \cdot \rho = 2,3 \cdot 9,81 \cdot 1068 = 24,1 \text{ kPa}$$

volím maximální přetlak 550kPa

stupeň využití EN

$$\eta = (p_{h,dov,A} - p_{d,A}) / p_{h,dov,A}$$

$$\eta = (550 - 125,1) / 550 = 0,79$$

$$V = 1,3 \cdot V_n \cdot (1/\eta)$$

$$V = 1,3 \cdot 1525 \cdot 0,016 \cdot (1/0,79) = 39,7 \text{ l} \Rightarrow \text{REFLEX N 50}$$

6. IZOLACE

Vyhláška č. 193/2007 stanovuje (s určitými výjimkami) povinnost opatřit rozvody pro vytápění a TUV tepelnou izolací a definuje tzv. "Určující součinitele prostupu tepla" v závislosti na DN izolovaných rozvodů.

Výpočet je proveden dle vyhlášky 193/2007 sb, kde k dimenzi potrubí náleží maximální hodnota součinitele prostupu tepla. Maximální součinitele jsou uvedeny v následující tabulce:

DN [mm]	U _o [W / m K]
DN 10 - DN 15	0.15
DN 20 - DN 32	0.18
DN 40 - DN 65	0.27
DN 80 - DN 125	0.34
DN 150 - DN 200	0.40

Hodnota U_o pro každé potrubí se vypočítá dle vztahu:

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d - 2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad [\text{W/mK}]$$

Návrh izolace teplovodního okruhu VZT jednotky

Vstupní údaje

teplota média t: 55°C

teplota okolí to: 5°C

materiál potrubí: měď

DN: 28x1,5

součinitel teplotní vodivosti λ: 372 W/mK

součinitel teplotní vodivosti izolace λ_{iz}: 0,036 W/mK (ROCKWOOL PIPO ALS)

tloušťka navržené tepelné izolace s_{iz}: 40mm

součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α_e: 10 W/m² K

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d - 2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} = 0,16 \text{ W/mK}$$

U_o = 0,18 W/mK

U_E < U_o ⇒ navržená izolace splňuje požadavky vyhlášky 193/2007 Sb.

D = d + 2 · d_{iz} = 28 + 2 · 40 = 108mm

Návrh izolace okruhu tepelného čerpadla

Vstupní údaje

teplota média t:	55°C	teplota okolí to:	5°C
materiál potrubí:	měď	DN:	28x1,5
součinitel teplotní vodivosti λ:	372 W/mK		
součinitel teplotní vodivosti izolace λ _{iz} :	0,036 W/mK	(ROCKWOOL PIPO ALS)	
tloušťka navržené tepelné izolace s _{iz} :	40mm		
součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α _e :	10 W/m ² K		

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d - 2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} = 0,16 \text{ W/mK}$$

$$U_o = 0,18 \text{ W/mK}$$

$U_e < U_o \Rightarrow$ navržená izolace splňuje požadavky vyhlášky 193/2007 Sb.

$$D = d + 2 \cdot d_{iz} = 28 + 2 \cdot 40 = 108 \text{ mm}$$

Návrh izolace kolektorového okruhu solárního systému

Vstupní údaje

teplota média t:	70°C	teplota okolí to:	5°C
materiál potrubí:	měď	DN:	42x1,5
součinitel teplotní vodivosti λ:	372 W/mK		
součinitel teplotní vodivosti izolace λ _{iz} :	0,036 W/mK	(ROCKWOOL PIPO ALS)	
tloušťka navržené tepelné izolace s _{iz} :	30mm		
součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α _e :	10 W/m ² K		

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d - 2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} = 0,243 \text{ W/mK}$$

$$U_o = 0,27 \text{ W/mK}$$

$U_e < U_o \Rightarrow$ navržená izolace splňuje požadavky vyhlášky 193/2007 Sb.

$$D = d + 2 \cdot d_{iz} = 42 + 2 \cdot 30 = 102 \text{ mm}$$

Návrh izolace zásobníkového okruhu solárního systému

Vstupní údaje

teplota média t: 70°C

teplota okolí to: 5°C

materiál potrubí: měď

DN: 42x1,5

součinitel teplotní vodivosti λ: 372 W/mK

součinitel teplotní vodivosti izolace λ_{iz}: 0,036 W/mK

(ROCKWOOL PIPO ALS)

tloušťka navržené tepelné izolace s_{iz}: 30mm

součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α_e: 10 W/m² K

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d-2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} = 0,243 \text{ W/mK}$$

U_o = 0,27 W/mK

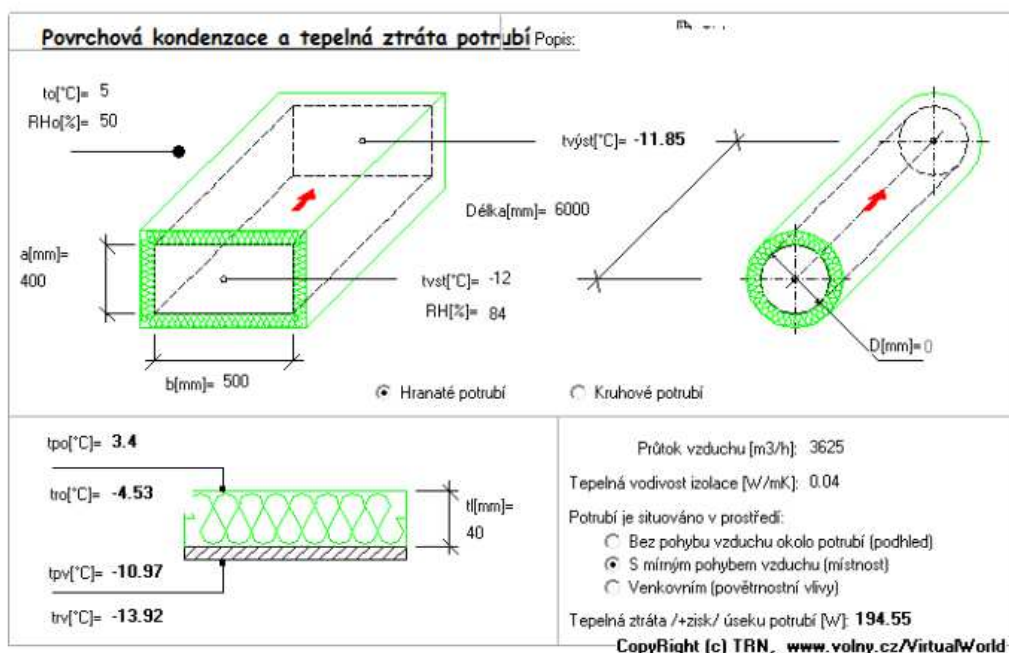
U_E < U_o ⇒ navržená izolace splňuje požadavky vyhlášky 193/2007 Sb.

D = d + 2 · d_{iz} = 42 + 2 · 30 = 102mm

Izolace VZT potrubí

Z hlediska rizika povrchové kondenzace na povrchu přívodního potrubí čerstvého vzduchu k VZT jednotce byla navržena tepelná izolace tohoto potrubí. Výpočet proběhl v programu Teruna (v. 1.5)

Z výpočtu vychází že teplota povrchu potrubí je vyšší než teplota rosného bodu v místnosti (t_r = -5°C)

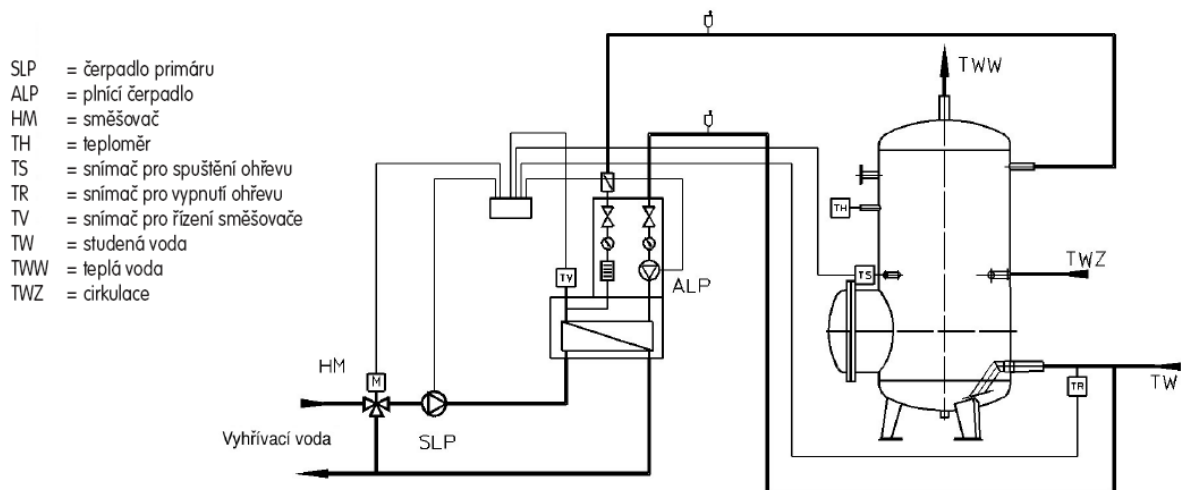


7. OHŘEV TEPLÉ VODY

Příprava teplé vody je v zadaném případě uvažovaná jako smíšená. Zdrojem tepla je centrální akumulací nádrž. Teplo z nádrže je přes navržený deskový výměník předáváno teplé vodě. K pokrytí špiček odběru slouží navržený zásobník.

Výpočet výkonu ohřivače je proveden dle normy ČSN 060320

Schéma zapojení:



Denní potřeba teplé vody:

jednotka	specifická denní potřeba	jednotka	počet
ubytovací zařízení	28l/den	lůžko	7
administrativní budova	10l/den	osoba	28
Denní potřeba	480/den		

Teplota odebraná : $Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2P} \cdot (t_2 - t_1)$

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 0,48 \cdot (55 - 10)$$

$$Q_{2t} = 25,12 \text{ kWh}$$

Rozvržení potřeby teplé vody v průběhu periody:

7-10 hod	10%
10-13 hod	5%
13-17 hod	10%
17-20 hod	40%
20-23 hod	30%
23-7 hod	5%

Smíšený ohřev

Hodinová špička mezi 17-20 hod

$$(0,4 \cdot 0,48) / 3 = 0,065 \text{ m}^3$$

⇒ navržen zásobník Rofl Antikor AKU 90 (objem 0,09m³)

požadavek výkonu (se zahrnutím ztrát cirkulací z=0,3)

$$(25,12 \cdot 0,4 \cdot 1,3) / 3 = 4,4 \text{ kW}$$

Pro přípravu teplé vody je navrhnout průtokový ohřivač SWEP ALP 1.1, osazený výměníkem B10x30 s deklarovaným výkonem 25 kW. Tento výkon je uveden pro teplotu přívodní vody 55°C a teplotě vratné vody do zásobníku 43,6 °C. Zařízení se dodává včetně čerpadla (integrovaného v jednotce ALP). V tomto případě je osazeno čerpadlo Wilo Z25/70r. Na primární (vyhřívací) straně (čerpadlo SLP) je osazeno stejné čerpadlo. Průtok pro vyhřívací vodu je pro výkon 25kW stanoven na 0,74 l/s. Maximální průtok TV je 0,27 l/s. Čerpadlo na sekundární straně (ohřáté TV) není součástí dodávky.

8. Roční spotřeba energií pro potřeby vytápění a ohřev TV

Lokalita : Chrudim

Venkovní návrhová teplota t_e : -12°C

Délka otopného období: 238 dní

Střední denní teplota pro začátek a konec topného období t_{em} =13°C

Průměrná venkovní teplota během otopného období t_{es} : 4,1 °C

Vytápění

Teplená ztráta objektu: 21 kW

Průměrná vnitřní návrhová teplota t_{is} : 19°C

Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{em}) = 3564$ K.dny

Opravné součinitele a účinnost systému:

$e_i = 0,9$ $\eta_o = 1$

$e_t = 0,9$ $\eta_r = 0,95$

$e_d = 0,9$

$\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0,73$

$$Q_{VVT} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot D \cdot Q_c}{t_{is} - t_{em}} 3,6 \cdot 10^{-3} = \mathbf{44,2 \text{ MWh/rok}}$$

Ohřev TV

$t_1 = 10^\circ\text{C}$

$t_2 = 55^\circ\text{C}$

$V_{2D} = 0,480 \text{ m}^3/\text{den}$

koeficient energetických ztrát systému z : 0,3

$$Q_{TV,D} = (1+z) \cdot \frac{\rho c \cdot V_{2D} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 32,7 \text{ kWh}$$

teplota studené vody v zimě t_{SVZ} : 5°C

teplota studené vody v létě t_{SVL} : 15°C

$$Q_{TV,R} = Q_{TV,D} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,D} \frac{t_2 - t_{SVL}}{t_2 - t_{SVZ}} \cdot (N-d) = \mathbf{8,1 \text{ MWh/rok}}$$

9. Technická zpráva

Technická zpráva se zabývá návrhem teplovzdušného vytápění víceúčelového objektu v obci Pístov v chrudimském okrese. Jedná se o systém rovnotlakého nuceného větrání spojeného s vytápěním. Jednotka je vybavena rekuperačním deskovým výměníkem. Specifickým požadavkem je zařazení objektu do skupiny domů s „téměř nulovou“ spotřebou energie. Tomu je přizpůsobený návrh i provedení vytápění objektu.

a) Výchozí podklady

Dokumentace této varianty je v rozsahu dokumentace pro provedení stavby. Pro zpracování projektové dokumentace byly použity tyto podklady:

- Původní stavební výkresy
- Vyhláška č.499/2006 Sb. O dokumentaci stavby
- Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu,
- ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody
- ČSN 06 0830Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
- ČSN 38 3350 Zásobování teplem - Všeobecné zásady
- ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

b) Klimatické a provozní podmínky

Obec: Pístov

Okres: Chrudimský

Nadmořská výška: 235 m.n.m.

Návrhová exteriérová teplota v zimním období : -12°C

Entalpie venkovního vzduchu v zimním období : -9,2 KJ/Kg

Převažující návrhová vnitřní teplota: 20°C

Délka otopné sezóny: 238 dní

Průměrná teplota během otopného období : 4°C

Způsob provozu: nepřerušovaný

c) Požadavky vnitřního prostředí

Kanceláře; Jednací místnosti

(třída práce I, dle 523/2002 Sb)

Letní období: $t_i = 26\text{ °C}$; $\varphi_i = 35 - 65\%$

Zimní období: $t_i = 20\text{ °C}$, $\varphi_i = 35 - 65\%$

Rychlost proudění: $v_{\max} = 0,2\text{ m/s}$

Hladina akustického tlaku: $L_{Aeq,8h} = 50\text{ dB}$

Koncentrace škodlivin: $kCO_{2,\max} = 1200\text{ ppm}$ (2160 mg/m^3)

Ložnice

Letní období: $t_i = 26\text{ °C}$; $\varphi_i = 35 - 65\%$

Zimní období: $t_i = 20\text{ °C}$, $\varphi_i = 35 - 65\%$

WC

Letní období: $t_i = 26\text{ °C}$;

Zimní období: $t_i = 15\text{ °C}$

Koupelna

Letní období: $t_i = 26\text{ °C}$

Zimní období: $t_i = 24\text{ °C}$

Chodby, schodiště

Letní období: $t_i = 26\text{ °C}$

Zimní období: $t_i = 15\text{ °C}$

d) Popis základní koncepce vzduchotechnického zařízení:

Jedná se systém rovnotlakého teplovzdušného vytápění. Pro úpravu vzduchu se uvažuje kompaktní jednotka s vodním ohřevačem. Jednotka je vybavena rekuperačním deskovým výměníkem pro úsporu energie. Vlastní rozvod vzduchu je realizovaný čtyřhranným ocelovým potrubím. Distribuce vzduchu je provedena přes vířivé výústky v kombinaci s obdélníkovými výústkami.

e) Minimální dávky čerstvého vzduchu dle jednotlivých místností

Při výpočtu objemu vzduchu pro větrání byl uvažován přívod dávky čerstvého vzduchu $0,5 \text{ h}^{-1}$ pro pobytové místnosti, pro zasedací sály a kanceláře $50 \text{ m}^3/\text{os} \cdot \text{h}$. (třída práce I, dle 523/2002 Sb). Pro kuchyně byla uvažována násobnost 3 h^{-1} . Pro hygienická zařízení bylo uvažováno s odtahem $50 \text{ m}^3/\text{h}$ pro záchodovou mísu, $90 \text{ m}^3/\text{h}$ pro sprchový kout v kombinaci s WC. V tabulce jsou uvedeny průtoky vzduchu pro jednotlivé místnosti.

Intenzita výměny vzduchu($\text{m}^3/\text{h} \mid \text{m}^3/\text{s}$)

ozn.	výměna vzduchu		ozn.	výměna vzduchu	
	m^3/h	m^3/s		m^3/h	m^3/s
101	70,5	0,019583	121	32,6	0,009056
102	700	0,194444	122	90	0,025
103	436,5	0,12125	123	4,9	0,001361
104	700	0,194444	124	32,6	0,009056
105	50	0,013889	125	90	0,025
106	20	0,005556	126	4,9	0,001361
107	112,3	0,031194	127	32,6	0,009056
108	50	0,013889	128	90	0,025
109	8,7	0,002417	129	24,9	0,006917
110	11,2	0,003111	130	113,4	0,0315
111	50	0,013889	131	90	0,025
112	53,1	0,01475	132	18,8	0,005222
113	600	0,166667	133	17	0,004722
114	4,9	0,001361	134	90	0,025
115	32,6	0,009056	135	nev	nev
116	90	0,025	136	30,5	0,008472
117	4,9	0,001361	137	20,6	0,005722
118	32,6	0,009056	138	86,2	0,023944
119	90	0,025	139	24,3	0,00675
120	4,9	0,001361	140	50	0,013889

f) Dávky čerstvého vzduchu

V tabulce jsou uvedeny průtoky vzduchu pro jednotlivé místnosti. Cirkulační režim se neuvažuje.

Intenzita výměny vzduchu(m³/h | m³/s)

ozn.	výměna vzduchu		ozn.	výměna vzduchu	
	m ³ /h	m ³ /s		m ³ /h	m ³ /s
101	89	0,024722	121	90	0,025
102	673	0,186944	122	90	0,025
103	613	0,170278	123	0	0
104	535	0,148611	124	90	0,025
105	50	0,013889	125	90	0,025
106	0	0	126	0	0
107	119	0,033056	127	90	0,025
108	120	0,033333	128	90	0,025
109	415	0,115278	129	15	0,004167
110	0	0	130	130	0,036111
111	50	0,013889	131	90	0,025
112	180	0,05	132	46	0,012778
113	700	0,194444	133	46	0,012778
114	0	0	134	90	0,025
115	90	0,025	135	nev	nev
116	90	0,025	136	40	0,011111
117	0	0	137	50	0,013889
118	90	0,025	138	128	0,035556
119	90	0,025	139	19	0,005278
120	0	0	140	150	0,041667

g) Umístění nasávání venkovního vzduchu, odvod odpadního vzduchu

Přívodní otvor je situován do prostoru pod vstupním schodištěm. Jeho rozměr je 400x500mm a je kryt protidešťovou žaluzií. Otvor odvodního vzduchu je umístěn taktéž do podschodišťového prostoru a je opět kryt protidešťovou žaluzií. Jeho rozměr je 400x500mm. Vzdálenost těchto vyústění je přibližně 5 m. Tato vzdálenost bezpečně zajišťuje, že nebude docházet ke kontaminaci přívodního (čerstvého vzduchu).

h) Umístění centrály úpravy vzduchu

Pro přívodní vzduch je navržena filtrace filtrem u hrubosti třídy G4. Filtr je umístěn v těle kompaktní vzduchotechnické jednotky

i) Zadání tepelných ztrát a zátěží klimatizovaných prostorů

Podrobný výpočet dle jednotlivých místnostech je proveden v příloze 2 – Podrobný výpočet tepelných ztrát.

j) Vzduchové výkony v jednotlivých typech místností

V tabulce jsou uvedeny průtoky vytápěcího vzduchu pro jednotlivé místnosti. Vlastní metodika výpočtu je uvedena v části 2 - Teplovzdušné větrání. Uvedené průtoky splňují minimální hygienické dávky čerstvého vzduchu pro jednotlivé prostory.

Tabulka průtoků vzduchu (přívodní teplota 35°C)

ozn.	Σztráty (W)	navržený výkon(W)	Návrhová vnitřní teplota (°C)	Průtok vytápěcího vzduchu (m3/h)	odtah znehodnoceného vzduchu (m3/h)
004	280,2	300	5	29,7	0
101	601,2	600	15	89,0	89
102	3371,8	3400	20	672,6	672,6
103	3066,7	3100	20	613,3	613,3
104	2671,8	2700	20	534,1	534,1
105	-115	0	15	0,0	30
106	172,2	180	15	0,0	0
107	597,3	600	20	118,7	0
108	-53,4	0	15	0,0	120
109	52	50	15	0,0	415
110	-31,8	0	15	0,0	0
111	40,2	50	15	0,0	50
112	357,4	360	20	71,2	180
113	2860,8	2900	20	573,7	0
114	59,1	60	15	0,0	0
115	435,5	450	20	89,0	0
116	347,7	350	24	0,0	95
117	5,5	0	15	0,0	0
118	349,5	350	20	79,2	0
119	347,7	350	24	0,0	95
120	5,5	0	15	0,0	0
121	349,5	350	20	79,2	0
122	347,7	350	24	0,0	95
123	5,5	0	15	0,0	0
124	349,5	350	20	79,2	0
125	347,7	350	24	0,0	95
126	5,5	0	15	0,0	0
127	435,5	450	20	89,0	0
128	363,7	380	24	0,0	95
129	58,4	60	15	10,0	15
130	632,2	650	20	128,6	130
131	220,6	230	24	0,0	80
132	221,2	230	20	45,5	0
133	208,2	220	20	43,5	0
134	262,6	280	24	0,0	80
135	nev	0	nev	0,0	0
136	263	270	15	40,1	0
137	103,7	110	15	0,0	50
138	852,6	860	15	127,6	128
139	114,9	130	15	19,3	0
140	726,2	750	20	148,4	149
			Σ	3651,3	3811

k) Hlukové parametry ve vnitřním a venkovním prostředí

Pro uvedené technické řešení jsou zabezpečeny zákonné limity hluku pro vnitřní chráněný a venkovní prostor. Vlastní výpočet je uveden v kapitole 2.3 – Útlum hluku. Limity hluku jsou v souladu s zákonem 272/2011 Sb.

l) Údaje o škodlivinách se stanovením emisí a jejich koncentraci

-neuvažuje se

m) Popis způsobů větrání a klimatizace jednotlivých prostor

Prostory jsou větrány nuceným rovnotlakým větráním. Vlastní distribuce vytápěcího a čerstvého vzduchu je realizována skrz vířivé výústky, popřípadě obdélníkové výústky. Znehodnocený (odpadní) vzduch je většinou odsáván z místnosti opět vířivou výústkou, popřípadě z hygienických místností a chodeb obdélníkovou výústkou. Tímto způsobem nedochází k pronikání kontaminovaného vzduchu z hygienických místností do pobytových.

n) Seznam zařízení s uvedením výkonových parametrů

Pro úpravu vzduchu byla navržena kompaktní jednotka ATREA Duplex S – 5600.

Návrhové průtoky vzduchu jsou: 3650 m³/h přívod, 3811m³/h odvod.

Výkon integrovaného vodního ohříváče T8000 5R : 24kW

Příkon integrovaných ventilátorů 2x2,3kW

Napájení: 3x400V

Pro externí zvlhčování vzduchu je navržena jednotka CondAir CP 80 400V3

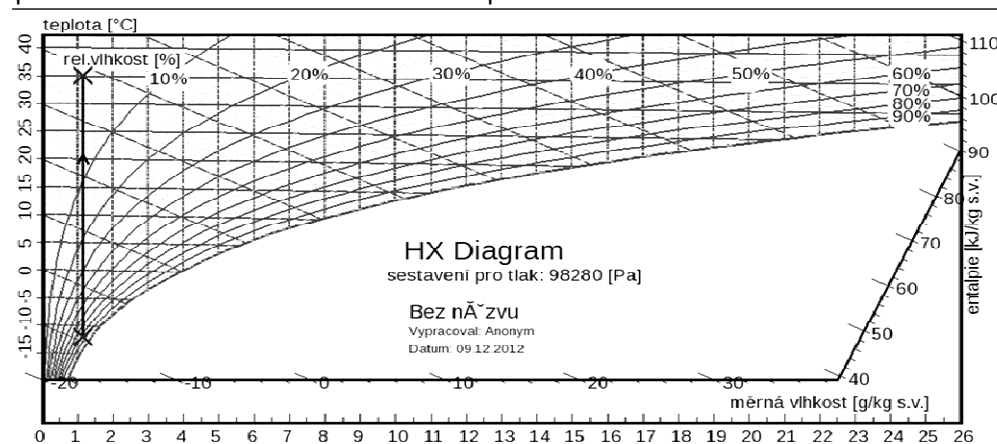
Výkon parního vyvíječe 80kg/hod

o) Seznam zařízení s uvedením úpravy vzduchu

ohřev vzduchu s rekuperací v VZT jednotce Duplex S-5600

Stav 1 t1: -12°C Stav 2 t2: 35°C

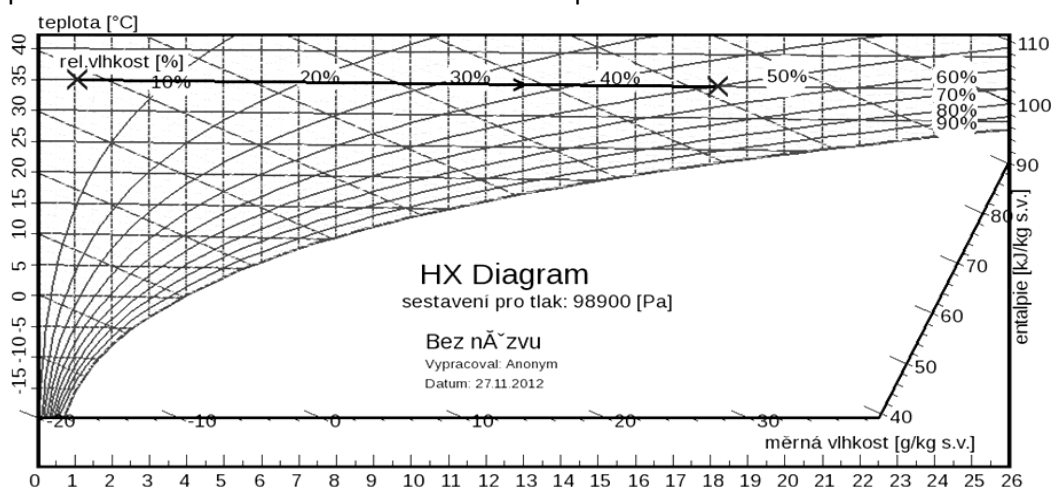
φ1: 84% φ2: 3%



Vlhčení vodní parou

Stav 1 t1: 35°C
φ1: 84%

Stav 2 t2: 35°C
φ2: 50%



p) Popis jednotlivých vzduchotechnických zařízení

Pro primární úpravu vzduchu je navržena kompaktní vzduchotechnická jednotky fy Atrea - Duplex S-5600. Jednotka je vybavena deskovým rekuperačním výměníkem S1.A. Výkon výměníků je až 33kW. Při navržených průtocích vzduchu je dle údajů výrobce účinnost rekuperace přibližně 81%. Pro Filtraci vzduchu je předřazen filtr o jemnosti G4. V těle jednotky jsou umístěny dále dva ventilátory typu Me.017 AC3. K ohřevu vzduchu je instalován vodní ohřivač T 8000 5R. Výkon ohřivače je 24 kW při teplotním spádu 50/32 °C. Průtok média je stanoven na 1075 l/h. Další údaje, včetně rozměrů jsou uvedeny v příloze – technických listech výrobce.

Pro zvlhčování přívodního vzduchu bylo navrženo parní vlhčení. Distribuce páry je provedena přes distribuční trubice umístěné ve vzduchovodu. Jako vyvíječ páry byla navržena externí jednotka CondAir CP 80. Jednotka využívá elektrodový ohřev vody.

q) Umístění zařízení

Vzduchotechnická jednotka je umístěna v suterénu budovy v místnosti 0.02 – Strojovna VZT. Ve stejné místnosti jsou umístěny i externí vyvíječe páry. Kanály vzduchovodů jsou vedeny do prostoru chodby, kde jsou skrz prostup vedeny pod strop 1NP. Odtud jsou vedeny pod podhledem do jednotlivých místností. Distribuce vzduchu ve vytápěných prostorech je realizována přes vířivé výústky. V místech bez instalovaného SDK podhledu je teplý vzduch vyfukován obdélníkovými výústkami. Odpadní vzduch je v odsáván opět vířivými výústkami v kombinaci s obdélníkovými.

r) Požadavky zařízení na teplené a chladící příkony

Tepelné příkony:

Vodní ohřivač v těle VZT jednotky vyžaduje pro pokrytí tepelných ztrát při návrhové teplotě -12°C průtok média 1049 l/h. Teplotní spád se uvažuje 50/32°C

Chladící příkony:

-nevyskytuje se

s) Regule a provoz systému, protihluková a protipožární opatření

Měření a regulace:

Solární okruh bude vybaven teploměrem sledující teplotu ohřáté vody, vracející se do zásobníku. Při poklesu této teploty pod aktuální teplotu vody v zásobníku dojde k uzavření tohoto okruhu.

Teplé čerpadlo bude spínáno v případech, kdy nebude teplota akumulované vody dosahovat přednastavené teploty 55°C. To znamená v případech, kdy solární okruh nezabezpečí požadavky na potřebu tepla (noc, zimní období). V případech, kdy i při běhu TČ, nedosahuje akumulovaná voda potřebné teploty, sepne se pojistná elektrická spirála umístěná v těle zásobníku. Vodní ohřivač VZT jednotky bude vybaven protimrazovou ochranou

Vlastní voda pro VZT jednotku bude trojcestným směšovacím ventilem upravována na požadovanou teplotu dle ekvitemní regulace a vnitřních čidel teploty.

Protihluková opatření:

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy tlumiče hluku. Veškeré točivé části stroje (ventilátory) budou pružně uloženy, aby nedocházelo k přenosu vibrací a rázů do střešní konstrukce. Vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumící vložky, bránící přenosu vibrací do vzduchovodů. Zavěšení vzduchovodů bude přes tlumící podložky

Protipožární opatření

Strojovna VZT bude řešena jako samostatný požární úsek. Do vzduchovodů budou vloženy požární klapy PKTM-90 se servopohonem. Vlastním požárním řešením se zabývá samostatná požární zpráva.

t) Popis způsobu uložení potrubí

Přichycení rozvodů nuceného větrání bude realizováno přes závěsné lišty dle odpovídající dimenze potrubí. Závěsné lišty budou opatřeny na koncích závitovými tyčemi, které budou kotveny do připravených otvorů ve stropní konstrukci. Předpřipravené otvory budou vybaveny hmoždinkou pro závitovou tyč.

u) Koncepce a rozsah potrubní sítě rozvodů tepla a chladu

Teplá voda do vodního ohřivače VZT jednotky bude dopravována z centrálního akumulačního zásobníku. Rozvod teplé vody bude z měděných trub o dimenzi DN 28x1. Vlastní návrh a výpočet dimenze tohoto okruhu je součástí této práce na straně 82. Rozvod bude izolován tepelnou izolací ROCKWOOL PIPO ALS o tloušťce 40 mm. Okruh je zakreslen ve výkrese „Technická místnost“

v) Rozsahy a příslušenství potrubních sítí rozvodů tepla a chladu

Součástí dodávky kompaktní vzduchotechnické jednotky je:

regulační uzel R-TP03 se servopohonem LM 230A

protiúrazový termostat TW 115

odkalovací zátky

čerpadlo WILO RS20/4

kulový ventil

w) Pokyny pro montáž

Montáž veškerých zařízení bude provedena osobou s odbornou způsobilostí, podle instrukčních materiálů výrobce. Před zahájením montáže je nezbytná koordinace všech navazujících profesí. Během montáže, provozu i údržby zařízení je třeba postupovat v souladu s pravidly bezpečnosti práce. Veškeré zařízení musí být obsluhováno pouze kvalifikovanými osobami. Vzhledem k charakteru zařízení je nutné provádět pravidelnou údržbu dle vypracovaného plánu údržby

x) Požadavky na uvádění do provozu

.Zařízení budou před uvedením do provozu zkontrolovány - kontrola odstranění stavebních nečistot z potrubí a zařízení, kontrola filtrů, poté bude provedena zkouška provozu, jejímž cílem je:

- zjistit schopnost provozu
- ověřit bezpečnost při provozu zařízení
- ověřit funkčnost a spolehlivost regulace

Zaměstnanci budou obeznámeni s funkcí a možnostmi ovládání VZT zařízení

10. PŘÍLOHY

Příloha 1 – Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

Výpočet byl proveden v programu Teplo 2009

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2009

Název úlohy : **S1/800mm**
Zpracovatel : Martin Lacina
Zakázka :
Datum : 29.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Baumit jemná š	0.0200	0.8000	850.0	1600.0	12.0	0.0000
2	Rigips EPS 70	0.2400	0.0390	1270.0	15.0	20.0	0.0000
3	Zdivo CDm tl.	0.5000	0.6900	960.0	1550.0	7.0	0.0000
4	Baumit termo o	0.0400	0.1300	850.0	370.0	8.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 60.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	54.2	1347.2	-2.2	81.2	412.9
2	28	21.0	56.9	1414.3	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.3	79.4	614.3
4	30	21.0	58.0	1441.6	8.1	77.3	834.5
5	31	21.0	61.4	1526.1	13.2	74.2	1125.4
6	30	21.0	64.4	1600.7	16.3	71.6	1326.3
7	31	21.0	65.9	1638.0	17.7	70.2	1421.0
8	31	21.0	65.4	1625.6	17.2	70.7	1386.7
9	30	21.0	61.6	1531.1	13.5	73.9	1143.0
10	31	21.0	58.3	1449.1	8.8	76.9	870.5
11	30	21.0	56.9	1414.3	3.6	79.2	625.9
12	31	21.0	57.0	1416.8	-0.2	80.5	483.4

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
 Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.26 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.155 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 4.7E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* : 8545.2
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 21.9 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.70 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	14.8	0.733	11.4	0.586	20.1	0.962	57.2
2	15.6	0.745	12.1	0.584	20.2	0.962	59.8
3	15.6	0.693	12.1	0.499	20.3	0.962	59.3
4	15.9	0.602	12.4	0.335	20.5	0.962	59.8
5	16.8	0.457	13.3	0.012	20.7	0.962	62.5
6	17.5	0.259	14.0	-----	20.8	0.962	65.1
7	17.9	0.055	14.4	-----	20.9	0.962	66.4
8	17.8	0.147	14.3	-----	20.9	0.962	66.0
9	16.8	0.442	13.3	-----	20.7	0.962	62.7
10	15.9	0.586	12.5	0.304	20.5	0.962	60.0
11	15.6	0.688	12.1	0.490	20.3	0.962	59.3
12	15.6	0.745	12.2	0.583	20.2	0.962	59.9

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
 T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	19.9	19.8	-8.1	-11.4	-12.8
p [Pa]:	1491	1455	738	214	166
p,sat [Pa]:	2318	2302	306	228	201

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.2120	0.2600	4.162E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_{c,a}: 0.206 kg/m²,rok
 Množství vypařitelné vodní páry M_{ev,a}: 0.662 kg/m²,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny		Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
	levá	pravá		
11	0.2600	0.2600	2.35E-0009	0.0061
12	0.2600	0.2600	1.26E-0008	0.0400
1	0.2600	0.2600	1.41E-0008	0.0779
2	0.2600	0.2600	1.27E-0008	0.1088
3	0.2600	0.2600	3.27E-0009	0.1175
4	0.2600	0.2600	-1.16E-0008	0.0874
5	0.2600	0.2600	-3.06E-0008	0.0054
6	---	---	-4.50E-0008	0.0000
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.1175 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2009

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2009

Název úlohy : **S2/550mm**

Zpracovatel : Martin Lacina

Zakázka :

Datum : 29.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Baumit jemná š	0.0250	0.8000	850.0	1600.0	12.0	0.0000
2	Supertherm 30	0.3000	0.2600	960.0	900.0	8.0	0.0000
3	Rigips EPS 70	0.2000	0.0390	1270.0	15.0	40.0	0.0000
4	Baumit termo o	0.0250	0.1300	850.0	370.0	8.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 60.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	54.2	1347.2	-2.2	81.2	412.9
2	28	21.0	56.9	1414.3	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.3	79.4	614.3
4	30	21.0	58.0	1441.6	8.1	77.3	834.5
5	31	21.0	61.4	1526.1	13.2	74.2	1125.4
6	30	21.0	64.4	1600.7	16.3	71.6	1326.3
7	31	21.0	65.9	1638.0	17.7	70.2	1421.0
8	31	21.0	65.4	1625.6	17.2	70.7	1386.7
9	30	21.0	61.6	1531.1	13.5	73.9	1143.0
10	31	21.0	58.3	1449.1	8.8	76.9	870.5
11	30	21.0	56.9	1414.3	3.6	79.2	625.9
12	31	21.0	57.0	1416.8	-0.2	80.5	483.4

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
 Výchozí měsíc výpočtu balance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
 Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ:

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.72 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.170 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m2K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 5.8E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_{y*} : 993.9
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 15.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.59 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.958

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.8	0.733	11.4	0.586	20.0	0.958	57.5
2	15.6	0.745	12.1	0.584	20.1	0.958	60.1
3	15.6	0.693	12.1	0.499	20.3	0.958	59.5
4	15.9	0.602	12.4	0.335	20.5	0.958	59.9
5	16.8	0.457	13.3	0.012	20.7	0.958	62.6
6	17.5	0.259	14.0	-----	20.8	0.958	65.2
7	17.9	0.055	14.4	-----	20.9	0.958	66.5
8	17.8	0.147	14.3	-----	20.8	0.958	66.0
9	16.8	0.442	13.3	-----	20.7	0.958	62.8
10	15.9	0.586	12.5	0.304	20.5	0.958	60.1
11	15.6	0.688	12.1	0.490	20.3	0.958	59.5
12	15.6	0.745	12.2	0.583	20.1	0.958	60.2

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
 Tsi je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	19.7	19.6	13.8	-11.8	-12.8
p [Pa]:	1491	1455	1163	191	166
p,sat [Pa]:	2301	2279	1579	220	202

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
	levá	pravá	
1	0.4570	0.4834	5.589E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0.003 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 1.280 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2009

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2009

Název úlohy : **Strop**
Zpracovatel : Martin Lacina
Zakázka :
Datum : 29.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka perlito	0.0250	0.1000	850.0	250.0	7.0	0.0000
2	Stropní konstr	0.0800	0.6000	960.0	710.0	18.0	0.0000
3	Beton hutný 1	0.0500	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000
4	Isover Orsil U	0.2800	0.0400	840.0	40.0	1.0	0.0000
5	OSB desky	0.0440	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	54.2	1347.2	-2.2	81.2	412.9
2	28	21.0	56.9	1414.3	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.3	79.4	614.3
4	30	21.0	58.0	1441.6	8.1	77.3	834.5
5	31	21.0	61.4	1526.1	13.2	74.2	1125.4
6	30	21.0	64.4	1600.7	16.3	71.6	1326.3
7	31	21.0	65.9	1638.0	17.7	70.2	1421.0
8	31	21.0	65.4	1625.6	17.2	70.7	1386.7
9	30	21.0	61.6	1531.1	13.5	73.9	1143.0
10	31	21.0	58.3	1449.1	8.8	76.9	870.5
11	30	21.0	56.9	1414.3	3.6	79.2	625.9
12	31	21.0	57.0	1416.8	-0.2	80.5	483.4

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.68 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.147 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.6E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 570.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 12.0 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.78 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.964

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
T _{si} [C]	f _{Rsi}	T _{si} [C]	f _{Rsi}				
1	14.8	0.733	11.4	0.586	20.2	0.964	57.0
2	15.6	0.745	12.1	0.584	20.2	0.964	59.6
3	15.6	0.693	12.1	0.499	20.4	0.964	59.2
4	15.9	0.602	12.4	0.335	20.5	0.964	59.7
5	16.8	0.457	13.3	0.012	20.7	0.964	62.5
6	17.5	0.259	14.0	-----	20.8	0.964	65.1
7	17.9	0.055	14.4	-----	20.9	0.964	66.4
8	17.8	0.147	14.3	-----	20.9	0.964	65.9
9	16.8	0.442	13.3	-----	20.7	0.964	62.6
10	15.9	0.586	12.5	0.304	20.6	0.964	59.9
11	15.6	0.688	12.1	0.490	20.4	0.964	59.1

12	15.6	0.745	12.2	0.583	20.2	0.964	59.7
----	------	-------	------	-------	------	-------	------

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Dífuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	19.9	18.9	18.3	18.2	-11.4	-12.8
p [Pa]:	1367	1325	975	768	701	166
p,sat [Pa]:	2329	2181	2105	2083	229	201

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.4350	0.4350	7.726E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a: 0.505 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry Mev,a: 1.162 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
11	0.4350	0.4350	2.29E-0008	0.0592
12	0.4350	0.4350	4.12E-0008	0.1697
1	0.4350	0.4350	4.45E-0008	0.2889
2	0.4350	0.4350	4.14E-0008	0.3891
3	0.4350	0.4350	2.45E-0008	0.4548
4	0.4350	0.4350	-3.32E-0009	0.4462
5	0.4350	0.4350	-4.09E-0008	0.3367
6	0.4350	0.4350	-7.05E-0008	0.1540
7	---	---	-8.62E-0008	0.0000
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.4548 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2009

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2009

Název úlohy : **Podlaha /puvodní**
Zpracovatel : Martin Lacina
Zakázka :
Datum : 29.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop - tepelný tok shora
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Polystyrenbeto	0.0500	0.2350	900.0	900.0	30.0	0.0000
2	Rigips EPS 200	0.1200	0.0340	1270.0	30.0	40.0	0.0000
3	Extrudovaný po	0.0700	0.0340	2060.0	30.0	100.0	0.0000
4	Beton hutný 1	0.1000	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	54.2	1347.2	-2.2	81.2	412.9
2	28	21.0	56.9	1414.3	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.3	79.4	614.3
4	30	21.0	58.0	1441.6	8.1	77.3	834.5
5	31	21.0	61.4	1526.1	13.2	74.2	1125.4
6	30	21.0	64.4	1600.7	16.3	71.6	1326.3
7	31	21.0	65.9	1638.0	17.7	70.2	1421.0
8	31	21.0	65.4	1625.6	17.2	70.7	1386.7
9	30	21.0	61.6	1531.1	13.5	73.9	1143.0
10	31	21.0	58.3	1449.1	8.8	76.9	870.5
11	30	21.0	56.9	1414.3	3.6	79.2	625.9
12	31	21.0	57.0	1416.8	-0.2	80.5	483.4

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.88 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.164 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou
přirážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 8.0E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* : 71.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 8.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.62 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.959

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.8	0.733	11.4	0.586	20.1	0.959	57.4
2	15.6	0.745	12.1	0.584	20.1	0.959	60.0
3	15.6	0.693	12.1	0.499	20.3	0.959	59.5
4	15.9	0.602	12.4	0.335	20.5	0.959	59.9
5	16.8	0.457	13.3	0.012	20.7	0.959	62.6
6	17.5	0.259	14.0	-----	20.8	0.959	65.2
7	17.9	0.055	14.4	-----	20.9	0.959	66.4
8	17.8	0.147	14.3	-----	20.8	0.959	66.0
9	16.8	0.442	13.3	-----	20.7	0.959	62.8
10	15.9	0.586	12.5	0.304	20.5	0.959	60.1
11	15.6	0.688	12.1	0.490	20.3	0.959	59.4
12	15.6	0.745	12.2	0.583	20.1	0.959	60.1

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: **(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	19.6	18.5	-1.0	-12.3	-12.8
p [Pa]:	1367	1247	863	302	166
p,sat [Pa]:	2283	2122	562	210	202

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.1700	0.2400	2.036E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_{c,a}: 0.044 kg/m²,rok

Množství vypařitelné vodní páry M_{ev,a}: 0.543 kg/m²,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny		Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
	levá	pravá		
12	0.1863	0.1945	6.71E-0010	0.0018
1	0.1822	0.2026	1.73E-0009	0.0064
2	0.1863	0.1945	7.43E-0010	0.0082
3	---	---	-4.89E-0009	0.0000
4	---	---	---	---
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0082 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2009

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2009

Název úlohy : **Podlaha nová**

Zpracovatel : Martin Lacina

Zakázka :

Datum : 29.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Polystyrenbeto	0.0500	0.2350	900.0	900.0	30.0	0.0000
2	Rigips EPS 200	0.2000	0.0320	1270.0	30.0	100.0	0.0000
3	Beton hutný 1	0.1000	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	$T_{ai}[C]$	$R_{Hi}[%]$	$P_i[Pa]$	$T_e[C]$	$R_{He}[%]$	$P_e[Pa]$
1	31	21.0	54.2	1347.2	-2.2	81.2	412.9
2	28	21.0	56.9	1414.3	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.3	79.4	614.3
4	30	21.0	58.0	1441.6	8.1	77.3	834.5
5	31	21.0	61.4	1526.1	13.2	74.2	1125.4
6	30	21.0	64.4	1600.7	16.3	71.6	1326.3
7	31	21.0	65.9	1638.0	17.7	70.2	1421.0
8	31	21.0	65.4	1625.6	17.2	70.7	1386.7
9	30	21.0	61.6	1531.1	13.5	73.9	1143.0
10	31	21.0	58.3	1449.1	8.8	76.9	870.5
11	30	21.0	56.9	1414.3	3.6	79.2	625.9
12	31	21.0	57.0	1416.8	-0.2	80.5	483.4

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.54 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.148 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor konstrukce Z_pT : 1.2E+0011 m/s

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.76 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.963

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$R_{Hsi}[%]$
$T_{si},m[C]$	f_{Rsi},m	$T_{si},m[C]$	f_{Rsi},m				
1	14.8	0.733	11.4	0.586	20.2	0.963	57.1
2	15.6	0.745	12.1	0.584	20.2	0.963	59.7
3	15.6	0.693	12.1	0.499	20.4	0.963	59.2
4	15.9	0.602	12.4	0.335	20.5	0.963	59.7
5	16.8	0.457	13.3	0.012	20.7	0.963	62.5
6	17.5	0.259	14.0	-----	20.8	0.963	65.1
7	17.9	0.055	14.4	-----	20.9	0.963	66.4
8	17.8	0.147	14.3	-----	20.9	0.963	66.0
9	16.8	0.442	13.3	-----	20.7	0.963	62.6
10	15.9	0.586	12.5	0.304	20.6	0.963	59.9
11	15.6	0.688	12.1	0.490	20.4	0.963	59.2
12	15.6	0.745	12.2	0.583	20.2	0.963	59.8

Poznámka: R_{Hsi} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
 T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Pokles dotykové teploty podlahy dle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 436.29 Ws/m²K

Pokles dotykové teploty podlahy ΔT : 3.61 C

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2009

Název úlohy : **podlaha/podsklepená**

Zpracovatel : Martin Lacina

Zakázka :

Datum : 29.9.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop - tepelný tok shora

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Polystyrenbeto	0.0500	0.2350	900.0	900.0	30.0	0.0000
2	Rigips EPS 200	0.1200	0.0340	1270.0	30.0	40.0	0.0000
3	Extrudovaný po	0.0700	0.0340	2060.0	30.0	100.0	0.0000
4	Beton hutný 1	0.0500	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000
5	Stropní konstr	0.0800	0.6000	960.0	710.0	18.0	0.0000
6	Omítka vápenoc	0.0300	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	43.3	1076.3	-2.2	81.2	412.9
2	28	21.0	46.0	1143.4	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	47.9	1190.6	3.3	79.4	614.3
4	30	21.0	51.5	1280.1	8.1	77.3	834.5
5	31	21.0	57.7	1434.2	13.2	74.2	1125.4
6	30	21.0	62.4	1551.0	16.3	71.6	1326.3
7	31	21.0	64.7	1608.2	17.7	70.2	1421.0
8	31	21.0	63.8	1585.8	17.2	70.7	1386.7
9	30	21.0	58.0	1441.6	13.5	73.9	1143.0
10	31	21.0	52.2	1297.5	8.8	76.9	870.5
11	30	21.0	48.0	1193.1	3.6	79.2	625.9
12	31	21.0	46.2	1148.3	-0.2	80.5	483.4

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.01 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.161 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 8.6E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* : 117.0
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 10.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.65 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.960

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si} [C]			
1	11.4	0.585	8.1	0.442	20.1	0.960	45.8
2	12.3	0.591	8.9	0.434	20.2	0.960	48.5
3	12.9	0.543	9.5	0.353	20.3	0.960	50.0
4	14.0	0.459	10.6	0.196	20.5	0.960	53.1
5	15.8	0.332	12.3	-----	20.7	0.960	58.8
6	17.0	0.153	13.5	-----	20.8	0.960	63.1
7	17.6	-----	14.1	-----	20.9	0.960	65.2
8	17.4	0.044	13.9	-----	20.8	0.960	64.4
9	15.9	0.316	12.4	-----	20.7	0.960	59.1
10	14.2	0.445	10.8	0.167	20.5	0.960	53.8
11	12.9	0.537	9.6	0.344	20.3	0.960	50.1
12	12.4	0.592	9.0	0.435	20.2	0.960	48.7

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
 T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.6	18.5	-0.6	-11.7	-11.9	-12.6	-12.8
p [Pa]:	1367	1256	899	379	316	209	166
p,sat [Pa]:	2287	2129	583	223	219	205	202

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.1700	0.2400	2.092E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_{c,a}: 0.053 kg/m²,rok
 Množství vypařitelné vodní páry M_{ev,a}: 0.501 kg/m²,rok
 Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Příloha 2 – podrobný výpočet tepelných ztrát

101		15 °C		-12 °C		Hala						
Ozn.	Sousedící prostředí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů(m ²)	plocha bez otvorů(m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S1 550mm	EXT	0,55	3,225	3,5	11,288	0	11,2875	0,17	0,02	0,19	1	2,14
vstup. dv	EXT	0,1	3,05	2	6,1	0	6,1	0,72	0,02	0,74	1	4,51
S2 800	INT	0,8	4,65	3	13,95	1,8	12,15	0,16	0,02	0,18	-0,185	-0,40
S2 800	INT	0,8	2,3	2,7	6,21	2,1	4,11	0,16	0,02	0,18	0	0,00
S2 800	EXT	0,8	6,225	3,5	21,788	2,1	19,6875	0,16	0,02	0,18	1	3,54
S2 800	INT	0,8	7,225	3,5	25,288	1,8	23,4875	0,16	0,02	0,18	-0,185	-0,78
DV KAN	INT	0,05	1	1,9	1,9	0	1,9	4	0,05	4,05	-0,185	-1,42
DV ZAS	INT	0,05	1	1,9	1,9	0	1,9	4	0,05	4,05	-0,185	-1,42
DV EXT	EXT	0,07	1,4	1,9	2,66	0	2,66	1,2	0,05	1,25	1	3,33
DV CHOD	INT	0,05	1,8	1,9	3,42	0	3,42	4	0,05	4,05	0	0,00
STR	NEV	0,48	6,225	7,225	44,976	0	44,9756	0,15	0,02	0,17	0,667	5,10
POD	NEV	0,4	6,225	7,225	44,976	0	44,9756	0,15	0,05	0,2	0,137	1,23

15,83

V=	140,96	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ _{ti}	427,29
V _{inf}	11,277	n=	0,5						
V _{min}	70,48								
H _{vi}	23,963								
Φ _{vi}	647,01								

Φ_{ti}+Φ_{vi} 1074,30 W

102		20 °C		-12 °C		Zasedací místnost						
Ozn.	Sousedící prostředí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů(m ²)	plocha bez otvorů(m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S2 800	EXT	0,8	6	3,5	21	5,55	15,45	0,16	0,02	0,18	1	2,78
S2 800	INT	0,8	8,1	3,5	28,35	1,8	26,55	0,16	0,02	0,18	0,185	0,88
S2 800	EXT	0,8	6	3,5	21	0	21	0,16	0,02	0,18	1	3,78
S2 800	INT	0,8	8,1	3,5	28,35	1,8	26,55	0,16	0,02	0,18	0	0,00
OKNO	EXT	0,1	3,7	1,5	5,55	0	5,55	0,72	0,02	0,74	1	4,11
DV HAL	INT	0,04	7,225	3	21,675	1,8	19,875	4	0,05	4,05	0,185	14,89
DV ČÍT	INT	0,04	1	1,9	1,9	0	1,9	4	0,05	4,05	0	0,00
STR	NEV	0,48	6	8,1	48,6	0	48,6	0,15	0,02	0,17	0,851	7,03
POD	NEV	0,4	6	8,1	48,6	0	48,6	0,16	0,02	0,18	0,196	1,71

35,19

V=	145,8	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ _{ti}	1126,05
V _{inf}	11,664	14 osob(1 osoba 50m ³ /h)							
V _{min}	700								
H _{vi}	238								
Φ _{vi}	7616								

Φ_{ti}+Φ_{vi} 8742,05 W

103		20 °C		-12 °C		Čítárna						
Ozn.	Souše díci prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů(m 2)	plocha bez otvorů(m2)	U _k (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	U _k c (W/m2K)	b	H(W/K)
S2 800	INT	0,8	8,2	3,5	28,7	1,8	26,9	0,16	0,02	0,18	0	0,00
S2 800	EXT	0,8	3,875	3,5	13,563	0	13,5625	0,16	0,02	0,18	1	2,44
S2 800	EXT	0,8	8,1	3,5	28,35	0	28,35	0,16	0,02	0,18	1	5,10
S2 800	EXT	0,8	4,675	3,5	16,363	1,8	14,5625	0,16	0,02	0,18	1	2,62
S2 800	EXT	0,8	6,225	3,5	21,788	2,1	19,6875	0,16	0,02	0,18	1	3,54
S2 800	INT	0,8	7,4	3,5	25,9	1,8	24,1	0,16	0,02	0,18	0	0,00
OKN	EXT	0,05	8,1	2,6	21,06	0	21,06	0,72	0,02	0,74	1	15,58
DV ZAS	INT	0,05	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	0	0,00
DV EXT	EXT	0,1	0,9	1,9	1,71	0	1,71	1,2	0,05	1,25	1	2,14
DV CHOD	INT	0,05	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	0,185	1,28
STR	NEV	0,48	8,1	12,075	97,808	0	97,8075	0,15	0,05	0,2	0,851	16,65
POD	ZEM	0,4	8,1	12,075	97,808	0	97,8075	0,16	0,05	0,21	0,196	4,03

53,38

V=	291	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ _{ti}	1708,32
V _{inf}	23,28								
V _{min}	436,5	n=	1,5						
H _{vi}	148,41								
Φ _{vi}	4749,1								

Φ_{ti}+Φ_{vi} 6457,44 W

104		20 °C		-12 °C		Zasedací místnost						
Ozn.	Souše díci prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů(m 2)	plocha bez otvorů(m2)	U _k (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	U _k c (W/m2K)	b	H(W/K)
S2 800	EXT	0,8	6	3,5	21	5,55	15,45	0,16	0,02	0,18	1	2,78
S2 800	INT	0,8	6,75	3,5	23,625	1,8	21,825	0,16	0,02	0,18	0	0,00
S3 150	INT	0,56	6	3,5	21	1,8	19,2	0,96	0,02	0,98	0,148	2,78
S2 800	INT	0,8	8,1	3,5	28,35	1,8	26,55	0,16	0,02	0,18	0	0,00
S3 150	INT	0,56	1,2	1,1	1,32	0	1,32	0,96	0,02	0,98	0,185	0,24
DV CHOD	INT	0,04	1,2	1,9	2,28	0	2,28	4	0,05	4,05	0,185	1,71
S2 800	INT	0,8	6,25	3,5	21,875	0	21,875	0,16	0,02	0,18	0	0,00
STR	NEV	0,48	5,75	6	34,5	3,6	30,9	0,15	0,02	0,17	0,851	4,47
POD	ZEM	0,4	5,75	6	34,5	3,6	30,9	0,16	0,02	0,18	0,196	1,09
DV	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	0	0,00

13,07

V=	111,5	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ _{ti}	418,36
V _{inf}	8,92								
V _{min}	700	14 osob(1 osoba 50m3/h)							
H _{vi}	238								
Φ _{vi}	7616								

Φ_{ti}+Φ_{vi} 8034,36 W

105		15 °C		-12 °C		WC						
Ozn.	Souše díčí prošť eclí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů(m 2)	plocha bez otvorů(m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S3 150	INT	0,56	2,5	3,5	8,75	5,55	3,2	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S3 150	INT	0,56	6,1	3,5	21,35	1,8	19,55	0,96	0,02	0,98	-0,185	-3,54
STR	NEV	0,48	1,85	2,5	4,625	3,6	1,025	0,15	0,05	0,2	0,667	0,14
POD	ZEM	0,4	1,85	2,5	4,625	3,6	1,025	0,16	0,05	0,21	0,137	0,03
DV	INT	0,04	2,5	1,9	4,75	0	4,75	4	0,05	4,05	-0,185	-3,56

V=	13,8	n50=	2	e	0,02	e	1	Φti	-187,30	
Vinf	1,104									
Vmin	50	WC - 50m3/h na záchodovou mísu								
Hvi	17									
Φvi	459									

Φti+Φvi **271,70** W

106		15 °C		-12 °C		Chodba						
Ozn.	Souše díčí prošť eclí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů(m 2)	plocha bez otvorů(m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S2 800	EXT	0,8	13,33	3,5	46,655	2,66	43,995	0,16	0,02	0,18	1	7,92
S2 800	INT	0,8	2,4	3,5	8,4	0	8,4	0,16	0,02	0,18	0	0,00
S4 400	INT	0,4	6,45	3,5	22,575	3,6	18,975	0,24	0,02	0,26	-0,185	-0,91
S3 150	INT	0,15	6,65	3,5	23,275	3,42	19,855	0,96	0,02	0,98	-0,185	-3,60
S2 800	INT	0,8	2,5	3,5	8,75	1,8	6,95	0,16	0,02	0,18	-0,185	-0,23
DV ČIT	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28
DV VSTUP	INT	0,8	1,4	1,9	2,66	0	2,66	1,2	0,02	1,22	1	3,25
STR	NEV	0,48	5,75	1,9	13,35	0	13,35	0,15	0,05	0,2	0,667	1,78
POD	ZEM	0,4	5,75	1,9	13,35	0	13,35	0,16	0,05	0,21	0,137	0,38
DV ZAS	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28
DV SPOL	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28

V=	40,05	n50=	2	e	0,02	e	1	Φti	128,03	
Vinf	3,204									
Vmin	20,025	n=	0,5							
Hvi	6,8085									
Φvi	183,83									

Φti+Φvi **311,86**

107		15 °C		-12 °C		Společenská místnost						
Ozn.	Souše díčí prošť eclí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů(m 2)	plocha bez otvorů(m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S2 800	INT	0,15	5,9	3,5	20,65	3,6	17,05	0,16	0,02	0,18	0	0,00
S2 800	INT	0,8	5,9	3,5	20,65	0	20,65	0,16	0,02	0,18	0	0,00
S4 400	INT	0,4	1,8	3,5	6,3	0	6,3	0,25	0,02	0,27	0,185	0,31
S2 800	EXT	0,8	6,35	3,5	22,225	9,52	12,705	0,16	0,02	0,18	1	2,29
DV CHD	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	0,185	1,14
DV CHD	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	0,185	1,14
S3 150	INT	0,15	3,6	3,5	12,6	0	12,6	0,96	0,02	0,98	0,185	2,28
DV WC	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	2,66	-0,95	4	0,05	4,05	0,185	-0,71

STR	NEV	0,48	5,9	6,35	37,465	0	37,465	0,15	0,02	0,17	0,667	4,25
POD	ZEM	0,4	5,9	6,35	37,465	0	37,465	0,16	0,02	0,18	0,137	0,92
OK	EXT	0,1	6,35	1,5	9,525	0	9,525	0,72	0,02	0,74	1	7,05

11,62

V=		112,3	n50=	2	e	0,02	e	1				
Vinf		8,984										
Vmin		112,3	n=	1								
Hvi		38,182										

 Φ_{vi} 1030,9 Φ_{ti} 313,85 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 1344,76 W

		108	15 °C	-12 °C	WC							
Ozn.	Source dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů(m 2)	plocha bez otvorů(m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S3 150	INT	0,15	4,95	3,5	17,325	1,71	15,615	0,96	0,02	0,98	-0,185	-2,83
S4 400	INT	0,4	1,67	3,5	5,845	1,8	4,045	0,96	0,02	0,98	0	0,00
STR	NEV	0,48	1,67	1,6	2,672	0	2,672	0,15	0,05	0,2	0,667	0,36
POD	ZEM	0,4	1,67	1,6	2,672	0	2,672	0,16	0,05	0,21	0,137	0,08
DV	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28

-3,68

V=		8,1	n50=	2	e	0,02	e	1				
Vinf		0,648										
Vmin		50	WC - 50m3/h na záchodovou mísu									
Hvi		17										

 Φ_{vi} 459 Φ_{ti} -99,33 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 359,67 W

		109	15 °C	-12 °C	Předsíň							
Ozn.	Source dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů(m 2)	plocha bez otvorů(m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S2 800	EXT	0,8	2	3,5	7	2,66	4,34	0,16	0,02	0,18	1	0,78
S2 800	INT	0,8	2,925	3,5	10,238	0	10,2375	0,16	0,02	0,18	0	0,00
S3 150	INT	0,15	2,925	3,5	10,238	1,8	8,4375	0,96	0,05	1,01	0	0,00
S3 150	INT	0,15	2	3,5	7	2,66	4,34	0,96	0,02	0,98	-0,185	-0,79
STR	NEV	0,48	2,95	2	5,9	0	5,9	0,15	0,05	0,2	0,667	0,79
POD	ZEM	0,4	2,95	2	5,9	0	5,9	0,16	0,05	0,21	0,137	0,17
DV SKL	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	0	0,00
DV ZAS	INT	0,04	1,4	1,9	2,66	0	2,66	4	0,05	4,05	-0,185	-1,99

0,95

V=		17,4	n50=	2	e	0,02	e	1				
Vinf		1,392										
Vmin		8,7	n=	0,5								
Hvi		2,958										

 Φ_{vi} 79,866 Φ_{ti} 25,68 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 105,55 W

110		15 °C		-12 °C		Sklad						
Ozn.	Souse díčí prostrf edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorú(m ²)	plocha bez otvorú(m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S3 150	INT	0,15	2,8	3,5	9,8	3,6	6,2	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S3 150	INT	0,15	2,8	3,5	9,8	0	9,8	0,96	0,02	0,98	-0,185	-1,78
DV PŘED	INT	0,04	2,925	1,9	5,5575	1,8	3,7575	0,96	0,05	1,01	0	0,00
DV WC	INT	0,04	2	1,9	3,8	2,66	1,14	0,96	0,05	1,01	0	0,00
STR	NEV	0,48	1,3	1,5	1,95	0	1,95	0,15	0,05	0,2	0,667	0,26
POD	ZEM	0,4	1,3	1,5	1,95	0	1,95	0,16	0,05	0,21	0,137	0,06

-1,46

V=		5,85	n50=	2	e	0,02	ε	1				
V _{inf}		0,468										
V _{min}		0	n=	0								
H _{vi}		0,1591										
Φ _{vi}		4,2962										

Φ_{ti} -39,43Φ_{ti}+Φ_{vi} -35,14

W

111		15 °C		-12 °C		WC						
Ozn.	Souse díčí prostrf edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorú(m ²)	plocha bez otvorú(m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S3 150	INT	0,15	3	3,5	10,5	1,8	8,7	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S2 800	EXT	0,8	1,5	3,5	3	0	3	0,16	0,02	0,18	1	0,54
S3 150	INT	0,15	1,5	3,5	5,25	0	5,25	0,96	0,02	0,98	-0,185	-0,95
DV SKL	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	0	0,00
STR	NEV	0,48	1,5	1,5	2,25	0	2,25	0,15	0,05	0,2	0,667	0,30
POD	ZEM	0,4	1,5	1,5	2,25	0	2,25	0,16	0,05	0,21	0,137	0,06

-0,05

V=		9	n50=	2	e	0,02	ε	1				
V _{inf}		0,72										
V _{min}		13,5	n=	1,5								
H _{vi}		4,59										
Φ _{vi}		123,93										

Φ_{ti} -1,27Φ_{ti}+Φ_{vi} 122,66

W

112		20 °C		-12 °C		Kuchyňa						
Ozn.	Souse díčí prostrf edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorú(m ²)	plocha bez otvorú(m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S3 150	INT	0,15	3	3,5	10,5	1,8	8,7	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S2 800	EXT	0,8	5,15	3,5	18,025	0	18,025	0,16	0,02	0,18	1	3,24
S3 150	INT	0,15	2,95	3,5	10,325	0	10,325	0,96	0,02	0,98	0,185	1,87
DV ZAS	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	0	0,00
STR	NEV	0,48	2,95	2,2	6,49	0	6,49	0,15	0,05	0,2	0,851	1,10
POD	ZEM	0,4	2,95	2,2	6,49	0	6,49	0,16	0,05	0,21	0,195	0,27

6,49

V=		17,7	n50=	2	e	0,02	ε	1				
V _{inf}		1,416										
V _{min}		53,1	n=	3								
H _{vi}		18,054										
Φ _{vi}		577,73										

Φ_{ti} 207,58Φ_{ti}+Φ_{vi} 785,31

W

113		20 °C		-12 °C		Zasedací místnost						
Ozn.	Sousedící prostory	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů (m ²)	plocha bez otvorů (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S2 800	INT	0,8	5	3,5	17,5	0	17,5	0,16	0,02	0,18	0	0,00
S2 800	EXT	0,8	11	3,5	38,5	5,4	33,1	0,16	0,02	0,18	1	5,96
OK	EXT	0,56	3,65	1,5	5,475	0	5,475	0,72	0,02	0,74	1	4,05
DV KUCH	INT	0,8	0,9	1	0,9	1,8	0	4	0,05	4,05	0	0,00
S3 150	INT	0,15	2,1	3,5	7,35	1,8	5,55	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S3 150	INT	0,15	3,8	3,5	13,3	2,66	10,64	0,96	0,02	0,98	0,185	1,93
DV PŘED	INT	0,04	1,4	1,9	2,66	0	2,66	4	0,05	4,05	0,185	1,99
STR	NEV	0,48	6	5	30	0	30	0,15	0,02	0,17	0,851	4,34
POD	ZEM	0,4	6	5	30	0	30	0,16	0,02	0,18	0,195	1,05

19,32

V=	90	n50=	2	e	0,02	e	1
----	----	------	---	---	------	---	---

Φ_{ti} 618,39

V _{inf}	7,2
------------------	-----

V _{min}	700	14 osob(1 osoba 50m ³ /h)
------------------	-----	--------------------------------------

H _{vi}	238
-----------------	-----

Φ _{vi}	7616
-----------------	------

W

Φ_{ti}+Φ_{vi} 8234,39

W

114		15 °C		-12 °C		Předsíň						
Ozn.	Sousedící prostory	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů (m ²)	plocha bez otvorů (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S2 800	EXT	0,8	1,85	3	5,55	0	5,55	0,16	0,02	0,18	1	1,00
S2 800	INT	0,8	2,1	3	6,3	1,9	4,4	0,16	0,02	0,18	1	0,79
S3 150	INT	0,15	1,5	3	4,5	1,8	2,7	0,96	0,02	0,98	-0,185	-0,49
S3 150	INT	0,15	2,45	3	7,35	0	7,35	0,96	0,02	0,98	-0,333	-2,40
STR	NEV	0,48	1,55	2	3,25	0	3,25	0,15	0,02	0,17	0,667	0,37
POD	ZEM	0,35	1,55	2	3,25	0	3,25	0,15	0,02	0,17	0,137	0,08
DV VCHOD	INT	0,04	1	1,9	1,9	0	1,9	1,2	0,05	1,25	1	2,38
DV LOŽ	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28

1,72

V=	9,75	n50=	2	e	0,02	e	1
----	------	------	---	---	------	---	---

Φ_{ti} 46,50

V _{inf}	0,78
------------------	------

V _{min}	4,875	n= 0,5
------------------	-------	--------

H _{vi}	1,6575
-----------------	--------

Φ _{vi}	44,753
-----------------	--------

W

Φ_{ti}+Φ_{vi} 91,25

115		20 °C		-12 °C		Ložnice						
Ozn.	Sousedící prostory	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů (m ²)	plocha bez otvorů (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	4,7	3	14,1	0	14,1	0,17	0,02	0,19	1	2,68
S1 550	EXT	0,55	4,625	3	13,875	5,13	8,745	0,17	0,02	0,19	1	1,66
S5 250	INT	0,56	4,7	3	14,1	0	14,1	0,24	0,02	0,26	0	0,00
S3 150	INT	0,15	3,125	3	9,375	1,71	7,665	0,96	0,02	0,98	-0,148	-1,11
S3 150	INT	0,15	1,5	3	4,5	1,8	2,7	0,96	0,02	0,98	0,185	0,49
DV KOUP	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	-0,148	-0,91

DV PŘD	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,02	4,02	0,185	1,27
STR	NEV	0,48	4,7	4,625	13,35	0	13,35	0,15	0,02	0,17	0,851	1,93
POD	ZEM	0,35	4,7	4,625	13,35	0	13,35	0,16	0,02	0,18	0,196	0,47
OK1	EXT	0,1	0,9	1,9	1,71	0	1,71	0,72	0,02	0,74	1	1,27
OK2	EXT	0,1	1,8	1,9	3,42	0	3,42	0,72	0,02	0,74	1	2,53

10,28

V=	65,21	n50=	2	e	0,02	ε	1
----	-------	------	---	---	------	---	---

Φ_{ti} 328,88

V _{inf}	5,2168
------------------	--------

W

V _{min}	32,605
------------------	--------

n= 0,5

H _{vi}	11,086
-----------------	--------

Φ _{vi}	354,74
-----------------	--------

Φ_{ti}+Φ_{vi} 683,62

W

116 24 °C -12 °C Koupelna

Ozn.	Souše dicí prostr edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů (m ²)	plocha bez otvorů (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	2,375	3	7,125	0	7,125	0,17	0,02	0,19	1	1,35
S3 150	INT	0,56	2,45	3	7,35	0	7,35	0,96	0,02	0,98	0,333	2,40
S3 150	INT	0,15	3,125	3	9,375	1,71	7,665	0,96	0,02	0,98	0,148	1,11
S5 250	INT	0,15	1,85	3	5,55	0	5,55	0,56	0,02	0,58	0,185	0,60
DV KOUP	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	0,148	0,91
STR	NEV	0,48	1,85	2,675	4,9488	0	4,94875	0,15	0,02	0,17	1	0,84
POD	ZEM	0,35	1,85	2,675	4,9488	0	4,94875	0,16	0,02	0,18	0,229	0,20

7,42

V=	14,64	n50=	2	e	0,02	ε	1
----	-------	------	---	---	------	---	---

Φ_{ti} 266,97

V _{inf}	1,1712
------------------	--------

V _{min}	60
------------------	----

koupelna s WC - 60m³/h

H _{vi}	20,4
-----------------	------

Φ _{vi}	81,6
-----------------	------

Φ_{ti}+Φ_{vi} 348,57

W

117 15 °C -12 °C Předsíň

W

Ozn.	Souše dicí prostr edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů (m ²)	plocha bez otvorů (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S5 250	INT	0,56	1,85	3	5,55	0	5,55	0,56	0,02	0,58	-0,333	-1,07
S1 550	EXT	0,55	2,1	3	6,3	1,9	4,4	0,17	0,02	0,19	1	0,84
S3 150	INT	0,15	1,5	3	4,5	1,8	2,7	0,96	0,02	0,98	-0,185	-0,49
S3 150	INT	0,15	2,45	3	7,35	0	7,35	0,96	0,02	0,98	-0,333	-2,40
STR	NEV	0,48	1,55	2	3,25	0	3,25	0,15	0,02	0,17	0,667	0,37
POD	ZEM	0,35	1,55	2	3,25	0	3,25	0,15	0,02	0,17	0,137	0,08
DV VCHOD	INT	0,04	1	1,9	1,9	0	1,9	1,2	0,05	1,25	1	2,38
DV LOŽ	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28

-0,30

V=	9,75	n50=	2	e	0,02	ε	1
----	------	------	---	---	------	---	---

Φ_{ti} -8,23

V _{inf}	0,78
------------------	------

V _{min}	4,875
------------------	-------

n= 0,5

H _{vi}	1,6575
-----------------	--------

Φ _{vi}	44,753
-----------------	--------

Φ_{ti}+Φ_{vi} 36,52

W

118		20 °C		-12 °C		Ložnice						
Ozn.	Souše dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů (m ²)	plocha bez otvorů (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S5 250	INT	0,55	4,7	3	14,1	0	14,1	0,24	0,02	0,26	0	0,00
S1 550	EXT	0,55	4,625	3	13,875	5,13	8,745	0,17	0,02	0,19	1	1,66
S5 250	INT	0,56	4,7	3	14,1	0	14,1	0,24	0,02	0,26	0	0,00
S3 150	INT	0,15	3,125	3	9,375	1,71	7,665	0,96	0,02	0,98	-0,148	-1,11
S3 150	INT	0,15	1,5	3	4,5	1,8	2,7	0,96	0,02	0,98	0,185	0,49
DV KOUP	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	-0,148	-0,91
DV PŘD	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,02	4,02	0,185	1,27
STR	NEV	0,48	4,7	4,625	13,35	0	13,35	0,15	0,02	0,17	0,851	1,93
POD	ZEM	0,35	4,7	4,625	13,35	0	13,35	0,16	0,02	0,18	0,196	0,47
OK1	EXT	0,1	0,9	1,9	1,71	0	1,71	0,72	0,02	0,74	1	1,27
OK2	EXT	0,1	1,8	1,9	3,42	0	3,42	0,72	0,02	0,74	1	2,53

7,60

V=		65,21	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ _{ti}	243,15
V _{inf}		5,2168								
V _{min}		32,605	n=	0,5						
H _{vi}		11,086								
Φ _{vi}		354,74							Φ _{ti} +Φ _{vi}	597,89

W

119		24 °C		-12 °C		Koupelna						
Ozn.	Souše dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů (m ²)	plocha bez otvorů (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0	0,55	3	1,65	0	1,65	0,17	0,02	0,19	1	0,31
S3 150	INT	0,56	2,45	3	7,35	0	7,35	0,96	0,02	0,98	0,333	2,40
S3 150	INT	0,15	3,125	3	9,375	1,71	7,665	0,96	0,02	0,98	0,148	1,11
S5 250	INT	0,15	1,85	3	5,55	0	5,55	0,56	0,02	0,58	0,185	0,60
DV KOUP	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	0,148	0,91
STR	NEV	0,48	1,85	2,675	4,9488	0	4,94875	0,15	0,02	0,17	1	0,84
POD	ZEM	0,35	1,85	2,675	4,9488	0	4,94875	0,16	0,02	0,18	0,229	0,20

6,38

V=		14,64	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ _{ti}	229,53
V _{inf}		1,1712								
V _{min}		60	koupelna s WC - 60m ³ /h							
H _{vi}		20,4								
Φ _{vi}		81,6							Φ _{ti} +Φ _{vi}	311,13

W

120		15 °C		-12 °C		Předsíň						
Ozn.	Souše dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů (m ²)	plocha bez otvorů (m ²)	U _k (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	U _{kc} (W/m ² K)	b	H(W/K)
S5 250	INT	0,56	1,85	3	5,55	0	5,55	0,56	0,02	0,58	-0,333	-1,07
S1 550	INT	0,55	2,1	3	6,3	1,9	4,4	0,17	0,02	0,19	1	0,84
S3 150	INT	0,15	1,5	3	4,5	1,8	2,7	0,96	0,02	0,98	-0,185	-0,49
S3 150	INT	0,15	2,45	3	7,35	0	7,35	0,96	0,02	0,98	-0,333	-2,40
STR	NEV	0,48	1,55	2	3,25	0	3,25	0,15	0,02	0,17	0,667	0,37
POD	ZEM	0,35	1,55	2	3,25	0	3,25	0,15	0,02	0,17	0,137	0,08
DV VCHOD	INT	0,04	1	1,9	1,9	0	1,9	1,2	0,05	1,25	1	2,38

DV LOŽ	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28
												-0,30

V=		9,75	n50=	2	e	0,02	e	1					Φ_{ti}	-8,23
Vinf		0,78												
Vmin		4,875	n=	0,5										
Hvi		1,6575												
Φ_{vi}		44,753											$\Phi_{ti}+\Phi_{vi}$	36,52

121		20 °C	-12 °C	Ložnice								
Ozn.	Souse dící prostředí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů(m2)	plocha bez otvorů(m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S5 250	INT	0,56	4,7	3	14,1	0	14,1	0,56	0,02	0,58	0	0,00
S1 550	EXT	0,55	4,625	3	13,875	5,13	8,745	0,17	0,02	0,19	1	1,66
S5 250	INT	0,56	4,7	3	14,1	0	14,1	0,24	0,02	0,26	0	0,00
S3 150	INT	0,15	3,125	3	9,375	1,71	7,665	0,96	0,02	0,98	-0,148	-1,11
S3 150	INT	0,15	1,5	3	4,5	1,8	2,7	0,96	0,02	0,98	0,185	0,49
DV KOUP	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	-0,148	-0,91
DV PŘD	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,02	4,02	0,185	1,27
STR	NEV	0,48	4,7	4,625	13,35	0	13,35	0,15	0,02	0,17	0,851	1,93
POD	ZEM	0,35	4,7	4,625	13,35	0	13,35	0,16	0,02	0,18	0,196	0,47
OK1	EXT	0,1	0,9	1,9	1,71	0	1,71	0,72	0,02	0,74	1	1,27
OK2	EXT	0,1	1,8	1,9	3,42	0	3,42	0,72	0,02	0,74	1	2,53

												7,60		
V=		65,21	n50=	2	e	0,02	e	1					Φ_{ti}	243,15
Vinf		5,2168												
Vmin		32,605	n=	0,5										
Hvi		11,086												
Φ_{vi}		354,74											$\Phi_{ti}+\Phi_{vi}$	597,89

122		24 °C	-12 °C	Koupelna								
Ozn.	Souse dící prostředí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů(m2)	plocha bez otvorů(m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	2,375	3	7,125	0	7,125	0,17	0,02	0,19	1	1,35
S3 150	INT	0,56	2,45	3	7,35	0	7,35	0,96	0,02	0,98	0,333	2,40
S3 150	INT	0,15	3,125	3	9,375	1,71	7,665	0,96	0,02	0,98	0,148	1,11
S5 250	INT	0,15	1,85	3	5,55	0	5,55	0,56	0,02	0,58	0,185	0,60
DV KOUP	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	0,148	0,91
STR	NEV	0,48	1,85	2,675	4,9488	0	4,94875	0,15	0,02	0,17	0,851	0,72
POD	ZEM	0,35	1,85	2,675	4,9488	0	4,94875	0,16	0,02	0,18	0,229	0,20

												7,29		
V=		14,64	n50=	2	e	0,02	e	1					Φ_{ti}	262,46
Vinf		1,1712												
Vmin		60	koupelna s WC - 60m3/h											
Hvi		20,4												
Φ_{vi}		81,6											$\Phi_{ti}+\Phi_{vi}$	344,06

123		15 °C		-12 °C		Předsíň								
Ozn.	Souše dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)		
S5 250	INT	0,56	1,85	3	5,55	0	5,55	0,56	0,02	0,58	-0,333	-1,07		
S1 550	INT	0,55	2,1	3	6,3	1,9	4,4	0,17	0,02	0,19	1	0,84		
S3 150	INT	0,15	1,5	3	4,5	1,8	2,7	0,96	0,02	0,98	-0,185	-0,49		
S3 150	INT	0,15	2,45	3	7,35	0	7,35	0,96	0,02	0,98	-0,333	-2,40		
STR	NEV	0,48	1,55	2	3,25	0	3,25	0,15	0,02	0,17	0,667	0,37		
POD	ZEM	0,35	1,55	2	3,25	0	3,25	0,15	0,02	0,17	0,137	0,08		
DV VCHOD	INT	0,04	1	1,9	1,9	0	1,9	1,2	0,05	1,25	1	2,38		
DV LOŽ	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28		
-0,30														
V=		9,75	n50=	2	e	0,02	e	1				Φti	-8,23	
Vinf		0,78												
Vmin		4,875	n=	0,5										
Hvi		1,6575												
Φvi		44,753											Φti+Φvi	36,52

124		20 °C		-12 °C		Ložnice								
Ozn.	Souše dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)		
S5 250	INT	0,56	4,7	3	14,1	0	14,1	0,56	0,02	0,58	0	0,00		
S1 550	EXT	0,55	4,625	3	13,875	5,13	8,745	0,17	0,02	0,19	1	1,66		
S5 250	INT	0,56	4,7	3	14,1	0	14,1	0,24	0,02	0,26	0	0,00		
S3 150	INT	0,15	3,125	3	9,375	1,71	7,665	0,96	0,02	0,98	-0,148	-1,11		
S3 150	INT	0,15	1,5	3	4,5	1,8	2,7	0,96	0,02	0,98	0,185	0,49		
DV KOUP	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	-0,148	-0,91		
DV PŘD	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,02	4,02	0,185	1,27		
STR	NEV	0,48	4,7	4,625	13,35	0	13,35	0,15	0,02	0,17	0,851	1,93		
POD	ZEM	0,35	4,7	4,625	13,35	0	13,35	0,16	0,02	0,18	0,196	0,47		
OK1	EXT	0,1	0,9	1,9	1,71	0	1,71	0,72	0,02	0,74	1	1,27		
OK2	EXT	0,1	1,8	1,9	3,42	0	3,42	0,72	0,02	0,74	1	2,53		
7,60														
V=		65,21	n50=	2	e	0,02	e	1				Φti	243,15	
Vinf		5,2168												
Vmin		32,605	n=	0,5										
Vmin		32,605	n=	0,5										
Hvi		11,086												
Φvi		354,74											Φti+Φvi	597,89

125		24 °C		-12 °C		Koupelna						
Ozn.	Souše dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	2,375	3	7,125	0	7,125	0,17	0,02	0,19	1	1,35
S3 150	INT	0,56	2,45	3	7,35	0	7,35	0,96	0,02	0,98	0,333	2,40
S3 150	INT	0,15	3,125	3	9,375	1,71	7,665	0,96	0,02	0,98	0,148	1,11
S5 250	INT	0,15	1,85	3	5,55	0	5,55	0,56	0,02	0,58	0,185	0,60
DV KOUP	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	0,148	0,91

STR	NEV	0,48	1,85	2,675	4,9488	0	4,94875	0,15	0,02	0,17	1	0,84
POD	ZEM	0,35	1,85	2,675	4,9488	0	4,94875	0,16	0,02	0,18	0,229	0,20

7,42

V=	14,64	n50=	2	e	0,02	e	1
Vinf	1,1712						
Vmin	60	koupelna s WC - 60m3/h					
Hvi	20,4						

 Φ_{ti} 266,97 Φ_{vi} 81,6 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 348,57

W

126 15 °C -12 °C Předstř

Ozn.	Source díčí prostrf edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S5 250	INT	0,56	1,85	3	5,55	0	5,55	0,56	0,02	0,58	-0,333	-1,07
S1 550	INT	0,55	2,1	3	6,3	1,9	4,4	0,17	0,02	0,19	1	0,84
S3 150	INT	0,15	1,5	3	4,5	1,8	2,7	0,96	0,02	0,98	-0,185	-0,49
S3 150	INT	0,15	2,45	3	7,35	0	7,35	0,96	0,02	0,98	-0,333	-2,40
STR	NEV	0,48	1,55	2	3,25	0	3,25	0,15	0,02	0,17	0,667	0,37
POD	ZEM	0,35	1,55	2	3,25	0	3,25	0,15	0,02	0,17	0,137	0,08
DV VCHOD	INT	0,04	1	1,9	1,9	0	1,9	1,2	0,05	1,25	1	2,38
DV LOŽ	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28

-0,30

V=	9,75	n50=	2	e	0,02	e	1
Vinf	0,78						
Vmin	4,875	n=	0,5				
Hvi	1,6575						

 Φ_{ti} -8,23 Φ_{vi} 44,753 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 36,52

W

127 20 °C -12 °C Ložnice

Ozn.	Source díčí prostrf edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	4,7	3	14,1	0	14,1	0,17	0,02	0,19	1	2,68
S1 550	EXT	0,55	4,625	3	13,88	5,13	8,745	0,17	0,02	0,19	1	1,66
S5 250	INT	0,56	4,7	3	14,1	0	14,1	0,24	0,02	0,26	0	0,00
S3 150	INT	0,15	3,125	3	9,375	1,71	7,665	0,96	0,02	0,98	-0,148	-1,11
S3 150	INT	0,15	1,5	3	4,5	1,8	2,7	0,96	0,02	0,98	0,185	0,49
DV KOUP	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	-0,148	-0,91
DV PRD	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,02	4,02	0,185	1,27
STR	NEV	0,48	4,7	4,625	13,35	0	13,35	0,15	0,02	0,17	0,851	1,93
POD	ZEM	0,35	4,7	4,625	13,35	0	13,35	0,16	0,02	0,18	0,195	0,47
OK1	EXT	0,1	0,9	1,9	1,71	0	1,71	0,72	0,02	0,74	1	1,27
OK2	EXT	0,1	1,8	1,9	3,42	0	3,42	0,72	0,02	0,74	1	2,53

10,28

V=	65,21	n50=	2	e	0,02	e	1
Vinf	5,217						
Vmin	32,61	n=	0,5				
Vmin	32,61	n=	0,5				
Hvi	11,09						

 Φ_{ti} 328,80 Φ_{vi} 354,7 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 683,55

W

128		24 °C		-12 °C		Koupelna						
Ozn.	Souše dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	U _k (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	U _{kc} (W/m2K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	2,375	3	7,125	0	7,125	0,17	0,02	0,19	1	1,35
S3 150	INT	0,56	2,45	3	7,35	0	7,35	0,96	0,02	0,98	0,333	2,40
S3 150	INT	0,15	3,125	3	9,375	1,71	7,665	0,96	0,02	0,98	0,148	1,11
S1 550	EXT	0,55	1,85	3	5,55	0	5,55	0,17	0,02	0,19	1	1,05
DV KOUP	INT	0,04	0,8	1,9	1,52	0	1,52	4	0,05	4,05	0,148	0,91
STR	NEV	0,48	1,85	2,675	4,949	0	4,9488	0,15	0,02	0,17	1	0,84
POD	ZEM	0,35	1,85	2,675	4,949	0	4,9488	0,16	0,02	0,18	0,229	0,20

7,87

V=		14,64	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ _{ti}	283,50
V _{inf}		1,171								
V _{min}		60	koupelna s WC - 60m3/h							
H _{vi}		20,4								
Φ _{vi}		81,6	Φ _{ti} +Φ _{vi} 365,10 W							

129		15 °C		-12 °C		Hala						
Ozn.	Souše dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	U _k (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	U _{kc} (W/m2K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	7,5	3,5	26,25	2,66	23,59	0,17	0,02	0,19	1	4,48
S3 150	INT	0,15	3,25	3,5	11,375	0	11,375	0,96	0,02	0,98	-0,333	-3,71
S3 150	INT	0,56	2,1	3,5	7,35	1,71	5,64	0,96	0,02	0,98	-0,185	-1,02
S3 150	INT	0,56	1	3,5	3,5	1,71	1,79	0,96	0,02	0,98	-0,185	-0,32
S3 150	INT	0,15	3,65	3,5	12,775	1,71	11,065	0,96	0,02	0,98	-0,185	-2,01
DV LOŽ	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28
DV LOŽ	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28
STR	NEV	0,48	4,7	4,625	16,66	0	16,66	0,15	0,02	0,17	0,667	1,89
POD	ZEM	0,35	4,7	4,625	16,66	0	16,66	0,16	0,02	0,18	0,137	0,41
DV VSTUP	EXT	0,1	1,4	1,9	2,66	0	2,66	1,2	0,05	1,25	1	3,33
DV KUCH	INT	0,1	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,185	-1,28

-0,80

V=		49,8	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ _{ti}	-21,65	
V _{inf}		3,984									
V _{min}		24,9	n=	0,5							
H _{vi}		8,466									
Φ _{vi}		228,58	Φ _{ti} +Φ _{vi} 206,93								

130		20 °C		-12 °C		Kuchyň						
Ozn.	Souše dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	U _k (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	U _{kc} (W/m2K)	b	H(W/K)
S3 150	INT	0,15	3,6	3,5	12,6	1,71	10,89	0,96	0,02	0,98	0,185	1,97
S1 550	EXT	0,55	7,1	3,5	24,85	1,5	23,35	0,17	0,02	0,19	1	4,44
S3 150	INT	0,15	1,75	3,5	6,125	0	6,125	0,96	0,02	0,98	-0,148	-0,89
S3 150	INT	0,15	1,65	3,5	5,775	0	5,775	0,96	0,02	0,98	0	0,00
STR	NEV	0,48	3,5	3,6	12,6	0	12,6	0,15	0,02	0,17	0,851	1,82
POD	ZEM	0,35	3,5	3,6	12,6	0	12,6	0,15	0,02	0,17	0,195	0,42
DV PŘD	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	0,185	1,28
OK	EXT	0,1	0,9	1,5	1,35	0	1,35	0,72	0,02	0,74	1	1,00

V=		37,8	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ_{ti}	289,42	9,04
Vinf		3,024									
Vmin		113,4	n=	3							
Hvi		38,556									
Φ_{vi}		1233,8									

$\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ **1523,21** W

131		24 °C		-12 °C		Koupelna						
Ozn.	Souse dicí prošť edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	2,5	3,5	8,75	0	8,75	0,17	0,02	0,19	1	1,66
S3 150	INT	0,56	4,55	3,5	15,925	1,71	14,215	0,96	0,02	0,98	0,143	1,99
STR	NEV	0,48	1,65	1,45	2,3925	0	2,3925	0,15	0,05	0,2	1	0,48
POD	ZEM	0,4	1,65	1,45	2,3925	0		0,16	0,05	0,21	0,229	0,00
DV	INT	0,04	2,5	1,9	4,75	0	4,75	4	0,05	4,05	0,143	2,75

5,22

V=		7,2	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ_{ti}	187,98
Vinf		0,576								
Vmin		60								
Hvi		20,4								
Φ_{vi}		81,6								

$\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ **269,58** W

132		20 °C		-12 °C		Ložnice						
Ozn.	Souse dicí prošť edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S3 150	INT	0,15	3,6	3,5	12,6	1,71	10,89	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S1 550	EXT	0,55	5,6	3,5	19,6	2,7	16,9	0,17	0,02	0,19	1	3,21
S3 150	INT	0,15	1	3,5	3,5	1,8	1,7	0,96	0,02	0,98	0,185	0,31
S3 150	INT	0,15	1,75	2	3,5	0	3,5	0,96	0,02	0,98	-0,143	-0,49
STR	NEV	0,48	3,5	3,6	12,6	0	12,6	0,15	0,02	0,17	0,851	1,82
POD	ZEM	0,35	3,5	3,6	12,6	0	12,6	0,15	0,02	0,17	0,195	0,42
DV KOUP	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,143	-0,99
DV HAL	INT	0,04	0,9	1,9	1,8	0	1,8	4	0,05	4,05	0,185	1,35
OK	EXT	0,1	1,8	1,5	2,7	0	2,7	0,72	0,02	0,74	1	2,00

5,63

V=		37,5	n50=	2	e	0,02	e	1	Φ_{ti}	180,08
Vinf		3								
Vmin		18,75	n=	0,5						
Hvi		6,375								
Φ_{vi}		204								

$\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ **384,08** W

133		20 °C		-12 °C		Ložnice						
Ozn.	Souse dicí prošť edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S3 150	INT	0,15	3,6	3,5	12,6	1,71	10,89	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S1 550	EXT	6,1	5,6	3,5	19,6	1,35	18,25	0,17	0,02	0,19	1	3,47
S3 150	INT	0,15	2,1	3,5	7,35	1,71	5,64	0,96	0,02	0,98	0,185	1,02

S3 150	INT	0,15	3,25	3,5	11,375	0	11,375	0,96	0,02	0,98	-0,143	-1,59
STR	NEV	0,48	3,4	3,6	11,3	0	11,3	0,15	0,02	0,17	0,851	1,63
POD	ZEM	0,35	3,4	3,6	11,3	0	11,3	0,15	0,02	0,17	0,195	0,37
DV KOUP	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	-0,143	-0,99
DV HAL	INT	0,04	0,9	1,9	1,8	0	1,8	4	0,05	4,05	0,185	1,35
OK	EXT	0,1	1,8	1,5	2,7	0	2,7	0,72	0,02	0,74	1	2,00

5,26

V=	33,9	n50=	2	e	0,02	e	1
----	------	------	---	---	------	---	---

 Φ_{ti} 168,44

Vinf	2,712
------	-------

Vmin	16,95	n=	0,5
------	-------	----	-----

Hvi	5,763
-----	-------

Φ_{vi}	184,42
-------------	--------

 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 352,85

W

134 24 °C -12 °C Koupelna

Ozn.	Souše díci prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	2,5	3,5	8,75	0	8,75	0,17	0,02	0,19	1	1,66
S3 150	INT	0,56	1,75	3,5	6,125	0	6,125	0,96	0,02	0,98	0,333	2,00
S3 150	INT	0,56	2,95	3,5	10,325	1,71	8,615	0,96	0,02	0,98	0,143	1,21
STR	NEV	0,48	1,7	2,5	4,25	0	4,25	0,15	0,05	0,2	1	0,85
POD	ZEM	0,4	1,7	2,5	4,25	0	4,25	0,16	0,05	0,21	0,229	0,20
DV	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	0,143	0,99

6,91

V=	7,2	n50=	2	e	0,02	e	1
----	-----	------	---	---	------	---	---

 Φ_{ti} 248,88

Vinf	0,576
------	-------

Vmin	60	koupelna s WC - 60m3/h
------	----	------------------------

Hvi	20,4
-----	------

Φ_{vi}	81,6
-------------	------

 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 330,48

W

136 15 °C -12 °C Sklad

Ozn.	Souše díci prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S1 550	INT	0,55	4,9	3,5	17,15	1,71	15,44	0,17	0,02	0,19	0	0,00
S1 550	EXT	0,55	5,125	3,5	17,938	1,35	16,5875	0,17	0,02	0,19	1	3,15
S3 150	INT	0,15	3,1725	3,5	11,104	0	11,1038	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S3 150	INT	0,15	4,6	3,5	16,1	0	16,1	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S1 550	INT	0,15	2,1	3,5	7,35	0	7,35	0,17	0,02	0,19	1	1,40
STR	NEV	0,48	4,7	4,2	19,74	0	20,3	0,15	0,02	0,17	0,667	2,30
POD	ZEM	0,35	4,7	4,2		0	20,3	0,15	0,02	0,17	0,137	0,47
DV CHOD	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	0	0,00
OK	EXT	0,1	0,9	1,5	1,35	0	1,35	0,72	0,02	0,74	1	1,00

7,32

V=	60,9	n50=	2	e	0,02	e	1
----	------	------	---	---	------	---	---

 Φ_{ti} 197,71

Vinf	4,872
------	-------

Vmin	30,45	n=	0,5
------	-------	----	-----

Hvi	10,353
-----	--------

Φ_{vi}	279,53
-------------	--------

 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 477,24

137		15 °C		-12 °C		WC						
Ozn.	Souše díčí prostrf edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	2,55	3,5	8,925	1,71	7,215	0,17	0,02	0,19	1	1,37
S3 150	INT	0,15	1,75	3,5	6,125	0	6,125	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S3 150	INT	0,15	2,55	3,5	8,925	0	8,925	0,96	0,02	0,98	0	0,00
STR	NEV	0,48	1,8	2,55	4,59	0	4,59	0,15	0,02	0,17	0,667	0,52
POD	ZEM	0,35	1,8	2,55	4,59	0	4,59	0,15	0,02	0,17	0,137	0,11
DV CHOD	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	0	0,00

V=		13,7	n50=	2	e	0,02	ε	1					2,00	
Vinf		1,096											Φti	53,95
Vmin		50	WC - 50m3/h na záchodovou mísu											
Hvi		17												
Φvi		459												

Φti+Φvi **512,95** W

138		15 °C		-12 °C		Chodba						
Ozn.	Souše díčí prostrf edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S1 550	EXT	0,55	7,3	3,5	25,55	2,7	22,85	0,17	0,02	0,19	1	4,34
S1 550	INT	0,55	6,65	3,5	23,275	2,66	20,615	0,17	0,02	0,19	0	0,00
S1 550	EXT	0,55	13,3	3,5	46,55	2,66	43,89	0,17	0,02	0,19	1	8,34
S1 550	EXT	0,55	1,7	3,5	5,95	1,71	4,24	0,17	0,02	0,19	1	0,81
S3 150	EXT	0,15	5,57	3,5	19,495	1,71	17,785	0,96	0,02	0,98	0	0,00
S1 550	INT	0,55	4,95	3,5	17,325	1,71	15,615	0,24	0,02	0,26	0	0,00
DV SKL	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	0	0,00
DV GAR	INT	0,04	1,4	1,9	2,66	0	2,66	1,2	0,05	1,25	1	3,33
STR	NEV	0,48	4,32	13,3	57,5	0	57,5	0,15	0,02	0,17	0,667	6,52
POD	ZEM	0,35	4,32	13,3	57,5	0	57,5	0,16	0,02	0,18	0,137	1,42
DV WC	INT	0,1	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,02	0,05	0	0,00
DV VSTUP	EXT	0,1	1,4	1,9	2,66	0	2,66	1,2	0,05	0,05	1	0,13
DV CHOD	INT	0,1	1,4	1,9	2,66	0	2,66	4	0,05	4,05	0	0,00
OK	EXT	0,1	1,8	1,5	2,7	0	2,7	0,72	0,02	0,74	1	2,00

V=		172,5	n50=	2	e	0,02	ε	1					24,88	
Vinf		13,8											Φti	671,82
Vmin		86,25	n=	0,5										
Hvi		29,325												
Φvi		791,78												

Φti+Φvi **1463,59** W

139		15 °C		-12 °C		Chodba						
Ozn.	Souše díčí prostrf edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m2)	plocha otvorů (m2)	plocha bez otvorů (m2)	Uk (W/m2K)	ΔU (W/m2K)	Ukc (W/m2K)	b	H(W/K)
S2 800	EXT	0,55	2,65	3,5	9,275	0	9,275	0,16	0,02	0,18	1	1,67
S5 250	INT	0,25	6,1	3,5	21,35	0	21,35	0,56	0,02	0,58	-0,185	-2,29
S2 800	INT	0,8	2,65	3,5	9,275	2,66	6,615	0,16	0,02	0,18	0	0,00
S1 550	INT	0,55	6,1	3,5	21,35	2,66	18,69	0,17	0,02	0,19	0	0,00

STR	NEV	0,48	6,1	2,65	16,165	0	16,165	0,16	0,02	0,18	0,667	1,94
POD	ZEM	0,35	6,1	2,65	16,165	0	16,165	0,15	0,02	0,17	0,137	0,38
DV HAL	INT	0,04	1,8	1,9	3,42	0	3,42	4	0,05	4,05	0	0,00

1,70

V=		48,5	n50=	2	e	0,02	e	1				
Vinf		3,88										
Vmin		24,25	n=	0,5								
Hvi		8,245										

 Φ_{vi} 222,62 Φ_{ti} 45,79 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 268,40 W

Ozn.	Source dící prostř edí	tloušťka	délka	výška (šířka)	plocha (m ²)	plocha otvorů (m ²)	plocha bez otvorů (m ²)	Uk (W/m ² K)	ΔU (W/m ² K)	Ukc (W/m ² K)	b	H(W/K)
S2 800	EXT	0,8	5,55	3	16,65	0	16,65	0,16	0,02	0,18	1	3,00
S2 800	EXT	0,8	6,1	3	18,3	2,25	16,05	0,16	0,02	0,18	1	2,89
S2 800	INT	0,8	5,55	3	16,65	1,71	14,94	0,16	0,02	0,18	0,185	0,50
S5 250	INT	0,25	6,1	3	18,3	0	18,3	0,56	0,02	0,58	0,185	1,96
STR	NEV	0,48	6,1	5,55	33,855	0	33,855	0,16	0,02	0,18	0,851	5,19
POD	ZEM	0,35	6,1	5,55	33,855	0	33,855	0,15	0,02	0,17	0,196	1,13
OK	EXT	0,1	1,5	1,5	2,25	0	2,25	0,72	0,02	0,74	1	1,67
DV HAL	INT	0,04	0,9	1,9	1,71	0	1,71	4	0,05	4,05	0,185	1,28

141,57

17,61

V=		101,5	n50=	2	e	0,02	e	1				
Vinf		8,12										
Vmin		50	14 osob(1 osoba 50m ³ /h)									
Hvi		17										

 Φ_{vi} 544 Φ_{ti} 563,43 $\Phi_{ti} + \Phi_{vi}$ 1107,43 W

Tepelné ztráty objektu prostupem	Ht*(Ti-Te)=	9599 W
Tepelné ztráty větráním	Hvi*(Ti-Te)	36389 W
použití rekuperace		11410 W
Celková tepelná ztráta objektu		21009 W

Příloha 3 – Dimenzování vzduchovodů

Výpočet dimenze VZT potrubí pro odpadní vzduch (Vo) - větev A

u	m ³ /h	L(m)	v' (m/s)	S(m ²)	D' (m)	AxB (m)	v(m/s)	R (Pa/m)	úbytek tlaku(pa)	popis	ξ	Z (Pa)	Z+R*L(Pa)
1	90	4,88	1	0,025	0,1784	160x160	1,2	0,225	vířivá výustka 300x8+ Aluvac 45	8 T	0,3	7,716	8,81288
2	180	4,88	1,2	0,0417	0,2303	250x160	1,6	0,279	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	8 R+T	0,6	8,268	9,62813
3	270	4,88	1,4	0,0536	0,2612	315x180	1,7	0,208	vířivá výustka 300x8+ Aluvac 45	8 R+T	0,6	8,367	9,381
4	360	4,88	1,6	0,0625	0,2821	355x180	1,9	0,269	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	8 R+T	0,6	8,583	9,89438
5	450	9,2	1,8	0,0694	0,2974	355x200	2,21	0,309	vířivá výustka 300x8+ Aluvac 45	8 R+T+6K	4,8	19,2218	22,0646
6	705	1	2	0,0979	0,3531	400x200	2,3	0,318	vířivá výustka 400x16+ Aluvac 45	13 T+R	0,9	15,3805	15,6985
7	1120	4,5	2,2	0,1414	0,4243	400x315	2,4	0,21	vířivá výustka 600x32+Aluvac 45	29 R+T+K	1,5	33,32	34,265
8	1170	2,5	2,3	0,1413	0,4242	400x315	2,5	0,254	obdélníková výstka 140x200	2 0	0	1,5	2,135
9	1238	3,8	2,4	0,1433	0,4271	400x315	2,7	0,263	vířivá výustka 300x8+ Aluvac 45	5 2K+R	1,5	10,4675	11,4669
10	1722	1,5	2,7	0,1772	0,4749	450x355	2,9	0,267	vířivá výustka 600x32+Aluvac 45	19 0	0	19	19,4005
11	1772	6,7	2,7	0,1823	0,4818	450x355	3,1	0,281	obdélníková výstka 140x200	2 2K	1,2	7,266	9,1487
12	2335	5,5	3,2	0,2027	0,508	560x355	3,3	0,285	vířivá výustka 600x32+ Aluvac 45	14 2K+R	1,5	22,1675	23,735
13	3007	5,7	3,6	0,232	0,5435	560x355	4,2	0,45	vířivá výustka 600x40+ Aluvac 45	25 T+R	0,6	30,292	32,857
14	3678	3	3,5	0,2919	0,6097	560x355	4,9	0,657		3K+T	2,6	31,213	33,184
15	3811	2	3,5	0,3025	0,6206	560x356	4,9	0,657	obd.výustka,tlumič hluku 1500mm,PKTM9C	93 2K	1,2	107,406	108,72

(Redukce - R=0,3, Koleno - K=0,6, Odbočení - T=0,8)

350,392 Pa

Výpočet dimenze VZT potrubí pro odpadní vzduch (Vo) - větev B

u	m ³ /h	L(m)	v' (m/s)	S(m ²)	D' (m)	AxB (m)	v(m/s)	R (Pa/m)	úbytek tlaku na elementu(pa)	popis	ξ	Z (Pa)	Z+R*L(Pa)
1	90	1,8	2	0,0125	0,1262	160x160	0,9	0,105	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	5 T	0,3	5,1215	5,3105
2	189	2,5	2,2	0,0239	0,1743	200x160	1,5	0,252	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	13 R	0,3	13,3375	13,9675
3	204	2,5	2,3	0,0246	0,1771	200x160	1,7	0,32	obdélníková výustka 200x140	2 0	0	2	2,8
4	264	15,5	2,6	0,0282	0,1895	315x160	1,5	0,178	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	5 T+R+2K	1,8	7,025	9,784
5	314	7,5	2,8	0,0312	0,1992	315x200	1,38	0,125	obdélníková výustka 200x140	3 R	0,3	3,28566	4,22316
6	433	9,4	3	0,0401	0,2259	315x225	1,51	0,126	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	12 R+K	0,9	9,02605	10,2104
8	582	6,9	3,4	0,0475	0,2461	355x225	2,02	0,216	vířivá výustka 400x8+Aluvac 45	8 2K+R	1,5	8,0603	9,5507
9	671	4,2	3,6	0,0518	0,2568	355x225	2,3	0,28	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	5 0	0	5	6,176

(Redukce - R=0,3, Koleno - K=0,6, Odbočení - T=0,8/0,3)

62,0223

Výpočet dimenze VZT potrubí pro vytápěcí vzduch (Vp) - větev A

u	m ³ /h	L(m)	v' (m)	S(m ²)	D' (m)	AxB (m)	v(m/s)	R (Pa/m)	úbytek tlaku(pa)		popis	ξ	Z (Pa)	Z+R*L(Pa)
1	90	4,88	1,5	0,0167	0,1457	250x160	1,24	0,216	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	8			7,5	8,553
2	178	4,88	1,6	0,0309	0,1984	250x160	1,3	0,144	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	8	R+T	0,6	8,007	8,709
3	267	4,88	1,7	0,0436	0,2357	315x180	1,3	0,132	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	8	R+T	0,6	8,007	8,6505
4	356	4,88	1,8	0,0549	0,2645	355x180	1,6	0,157	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	8	R+T	0,6	8,268	9,03338
5	445	11,4	2	0,0618	0,2805	355x200	1,7	0,18	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	8	R+4K+T	3,6	12,702	14,7468
6	516	2,1	5,1	0,0281	0,1892	355x225	1,8	0,175	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	5	R+T	0,9	6,458	6,8255
7	1090	6,8	2,4	0,1262	0,4008	400x315	2,41	0,21	vířivá výustka 600x40+Aluvac 45	23	R+K+T	1,2	26,4849	27,9129
8	1208	2,1	2,6	0,1291	0,4054	400x315	2,6	0,25	vířivá výustka 400x16+Aluvac 45	12	T	0,3	13,014	13,539
10	1742	3	3,2	0,1512	0,4388	450x355	3,1	0,27	vířivá výustka 600x32+Aluvac 45	17	2K+T+R	1,8	25,649	26,459
11	2048	3,2	3,4	0,1673	0,4616	500x355	3,2	0,27	vířivá výustka 600x32+Aluvac 45	17	T	0,3	18,536	19,4
12	2355	7,4	3,6	0,1817	0,481	560x355	3,3	0,28	vířivá výustka 600x32+Aluvac 45	14	K+T	0,9	29,9005	31,9725
13	3028	6,7	4	0,2103	0,5174	560x355	4,2	0,45	vířivá výustka 600x40+Aluvac 45	25	2K+T	1,5	38,23	41,245
14	3705	0	4	0,2573	0,5724	560x355	4,9	0,45	tlumič hluku 1500mm,PKTM 90	92	3K+T	2,6	123,213	123,213

(Redukce - R=0,3, Koleno - K=0,6, Odbočení - T=0,8)

340,26 Pa

Výpočet dimenze VZT potrubí pro vytápěcí vzduch (Vp) - větev B

u	m ³ /h	L(m)	v' (m)	S(m ²)	D' (m)	AxB (m)	v(m/s)	R (Pa/m)	úbytek tlaku(pa)		popis	ξ	Z (Pa)	Z+R*L(Pa)
1	129	6,5	1,5	0,0239	0,1744	200x160	1,2	0,135	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	13	T+K	0,9	13,648	14,5255
2	175	2,1	1,6	0,0304	0,1967	250x160	1,3	0,146	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	5	R+T	0,6	5,507	5,8136
3	219	20,5	1,7	0,0358	0,2135	315x180	1,3	0,125	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	5	R+T	0,6	5,507	8,0695
4	260	9,8	1,8	0,0401	0,226	315x200	1,5	0,157	obdélníková výustka 200x140	2	R	0,3	1,8375	3,3761
5	388	5,5	2	0,0539	0,2619	315x225	1,6	0,141	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	12	R+T	0,6	12,768	13,5435
6	408	6	2,1	0,054	0,2621	315x225	1,9	0,136	obdélníková výustka 200x140	2	K	0,6	2,583	3,399
7	556	6,5	2,4	0,0644	0,2862	355x225	1,9	0,145	vířivá výustka 400x16+Aluvac 45	8	R+T	0,9	9,6245	10,567
8	647	7,9	2,6	0,0691	0,2967	355x225	2,4	0,225	vířivá výustka 300x8+Aluvac 45	5	2K+T	1,5	9,32	11,0975

(Redukce - R=0,3, Koleno - K=0,6, Odbočení - T=0,8)

70,3917 Pa

Výpočet dimenze VZT potrubí pro přívod venkovního vzduchu z exteriéru

u	m ³ /h	L(m)	v' (m)	S(m ²)	D' (m)	AxB (m)	v(m/s)	R (Pa/m)	úbytek tlaku(pa)		popis	ξ	Z (Pa)	Z+R*L(Pa)
1	3705	4,5	5	0,2058	0,51194	400x500	5,08	0,659	tlumič hluku 1x1500	115	2K	1,2	130,4838	133,4493

133,4493 Pa

Výpočet dimenze VZT potrubí pro odvod znehodnoceného vzduchu do exteriéru

u	m ³ /h	L(m)	v' (m)	S(m ²)	D' (m)	AxB (m)	v(m/s)	R (Pa/m)	úbytek tlaku(pa)		popis	ξ	Z (Pa)	Z+R*L(Pa)
1	3811	8,5	5	0,2117	0,51921	400x500	5,15	0,659	tlumič hluku 1x600,1x1000	65	3K	1,8	88,87025	94,47175

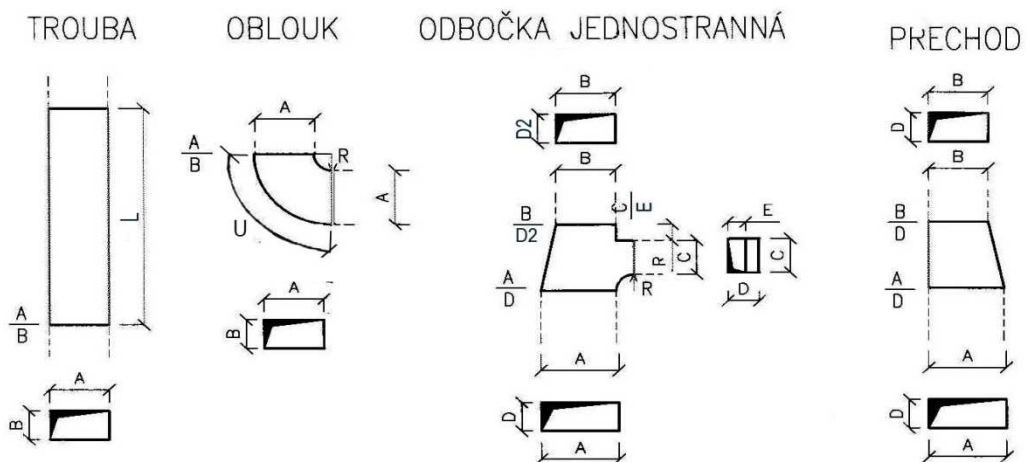
94,47175 Pa

Celková ztráta přívodní větve potrubí 443 Pa

Celková ztráta odvodní větve potrubí 434 Pa

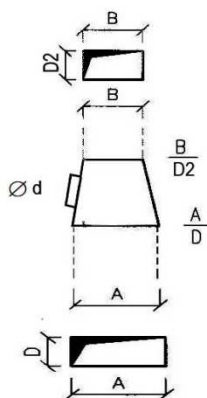
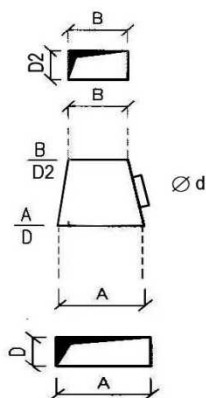
Příloha 4 – Výpis potrubních dílů

ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ A TVAROVKY

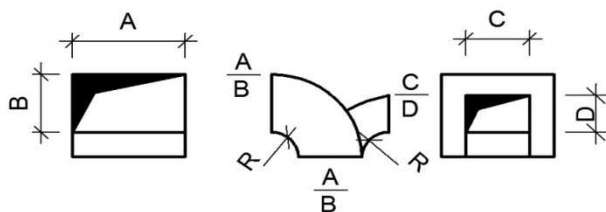


PŘECHOD SYMETRICKÝ L

PŘECHOD SYMETRICKÝ P



KOLENO S ODBOČKOU



Výpis vzduchotechnického potrubí 1NP

Ozn.	Název	Materiál	Ks.	Rozměry									
				A	B	C	D	D2	E	U	R	L	
1.01	Vířivá výustka VKV 300x8+Aluvac 45	pozín. plech, bílá čelní deska	22	275	275	250							
1.02	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	4	160	125								2000
1.03	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	160	125								300
1.04	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	3	250	160		160	125	160				500
1.05	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	6	160	250								2000
1.06	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	160	250								300
1.07	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	315	250		180	160	160				500
1.08	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	20	315	180								2000
1.09	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	315	180								300
1.10	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	355	315		180	180	160				500
1.11	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	4	355	180								2000
1.12	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	355	180								300
1.13	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	355	355		200	180	160				500
1.14	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	7	355	200								2000
1.15	Koleno	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	4	200	355					50	150		
1.16	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	200								350
1.17	Koleno	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	355	200					90	150		
1.18	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	200								970
1.19	Odbočka jednostranná	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	355	250	200	200	200	90	150	500	
1.20	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	400		315	200	200				500
1.21	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	200								355
1.22	vířivá výustka VKV 400x16+Aluvac 45	pozín. plech, bílá čelní deska	5	364	364	280							
1.23	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	225								2000
1.24	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	225								1500
1.25	Koleno	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	225							150	
1.26	Symetrický přechod	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	160	250		200	125					500
1.27	Obdélníková výustka VKV, 140x200mm	Pozín. plech, bez povrch. uprav	7	140	200								
1.28	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	250	200								1780
1.29	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	225								1535
1.30	Symetrický přechod P	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	355		315	225	200				
1.31	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	7	400	315								2000
1.32	Vířivá výustka VKV 600x40+Aluvac 45	pozín. plech, bílá čelní deska	3	575	575	340							
1.33	Koleno	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	3	400	315					90	150		
1.34	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	315								1000
1.35	Obdélníková trouba s vyústěním	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	315								1000
1.36	Obdélníková trouba s vyústěním	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	315								2000
1.37	Obdélníková trouba s vyústěním	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	315								2000
1.38	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	315								1500
1.39	Obdélníková trouba s vyústěním	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	160	125								1000
1.40	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	315								500
1.41	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	450	400		355	315	200				500
1.42	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	450	355								1500
1.43	Koleno	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	4	450	355					90	150		
1.44	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	450	355								500
1.45	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	315								400
1.46	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	355		225	200					500
1.47	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	450	355								1000
1.48	Obdélníková trouba s vyústěním	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	450	355								2000
1.49	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	4	450	355								2000
1.50	Symetrický přechod P	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	1	560	450		355	355					500
1.51	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	450	355								650
1.52	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	4	560	355								2000
1.53	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	2	630	560		355	355					500
1.54	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	1	630	355								1000
1.55	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	500	450		355	355					500
1.56	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	500	355								500
1.57	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	500	355								2000
1.58	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	3	630	355								2000
1.59	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	1	630	355								300
1.60	Koleno s odbočkou	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	2	630	355	355	225			90	150		
1.61	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	1	500	560		355	355					500

Ozn.	Název	Materiál	Ks.	Rozměry									
				A	B	C	D	D2	E	U	R	L	
1.62	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	2	560	355								500
1.63	Obdélníková trouba s vyústěním	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	160	125								1500
1.64	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	400	315								100
1.65	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	1	630	355								1500
1.66	Koleno	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	2	630	355						90	150	
1.67	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	2	630	355								1000
1.68	Symetrický přechod s obd. výstkou	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	315	315		200	180					1000
1.69	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	5	315	200								2000
1.70	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	315	200								1000
1.71	Symetrický přechod L	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	315	315		225	200					500
1.72	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	8	315	225								2000
1.73	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	8	315	225								300
1.74	Koleno	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	315	225						90	150	
1.75	Symetrický přechod P	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	315	355		225	255					500
1.76	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	3	355	225								2000
1.77	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	3	355	225								1000
1.78	Koleno	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	4	355	255						90	150	
1.79	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	225								2000
1.80	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	225								540
1.81	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	225								390
1.82	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	225								1000
1.83	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	3	355	225								2000
1.84	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	3	355	225								1260
1.85	Obdélníková trouba s vyústěním	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	200	160								1000
1.86	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	200	160								390
1.87	Koleno	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	200	160						90	150	
1.88	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	200	160								1000
1.89	Symetrický přechod P	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	200	250		160	160					500
1.90	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	250	160								2000
1.91	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	315	200								1000
1.92	Vířivá výustka VKV 600x32+Aluvac 45	pozín. plech, bílá čelní deska	6	575	575	340							
1.93	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	315	225								1000
1.94	Obdélníková trouba s vyústěním	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	315	225								1000
1.95	Obdélníková trouba s vyústěním	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	225								1000
1.96	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	355	225								345
1.97	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	315	160								1500
1.98	Koleno	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	315	160						90	150	
1.99	Symetrický přechod P	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	2	250	315		180	160					500
1.100	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,6mm	1	315	160								1000
1.101	Požární klapka PKTM -90	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	2	630	355								375
1.102	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	1	630	355								1375
1.103	Tlumič hluku Mart Akustik THKU 560.355	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	2	630	355								1500
1.104	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech tl. 0,7mm	1	630	355								1375

Výpis vzduchotechnických prvků 1S

Ozn.	Název	Materiál	Ks.	Rozměry											
				A	B	C	D	D2	E	U	R	L			
0.01	Protidešťová žaluzie IMOS PS 450x500	Pozin. plech, bez povrch. úprav	1	500	450										
0.02	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	500	450									1170	
0.03	Koleno	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	450	500								150		
0.04	Koleno	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	500	450								150		
0.05	Tlumič hluku MartAkustik THKU 500.400	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	450	500									1850	
0.06	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	450	500									2000	
0.07	Koleno	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	450	500								150		
0.08	Tlumič hluku MartAkustik THKU 500.450	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	450	500									1080	
0.09	Atrea Duplex S-5600	Pozinkovaný plech, bílá	1	2500	1020	1500								1070	
0.10	Protidešťová žaluzie IMOS PS 450x550	Pozin. plech, bez povrch. úprav	1	450	500										
0.11	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	450	500								150		
0.12	Koleno	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	2	450	500										
0.13	Tlumič hluku MartAkustik THKU 500.450	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	450	500									600	
0.14	Koleno	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	450	500								150		
0.15	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	630	355									1910	
0.16	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	630	355									1000	
0.17	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	630	355									1130	
0.18	Koleno	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	355	630								150		
0.19	Koleno	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	630	355								150		
0.20	Koleno	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	355	630								150		
0.21	Koleno	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	355	630								150		
0.22	Obdélníková výustka VKV 140x200	Pozin. plech, bez povrch. úprav	1	250	140										
0.23	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	630	355									1000	
0.24	Koleno	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	355	630								150		
0.25	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	630	355									545	
0.26	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	450	500									1080	
0.27	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	500	450									1450	
0.28	Parní zvlhčovač CondAir CP3 Pro 80 400V3	plech, bílá	2	559	350									1450	
0.29	Parní trubice SC 81	nespecifikováno	1										80	6100	
0.30	Obdélníková trouba	pozinkovaný plech, tl. 0.7mm	1	630	535									530	

11. Technické listy použitých výrobků

Kompaktní vzduchotechnická jednotka Duplex S-5600



Technický popis

strana 1 / 3

Nabídka č.:
Akce: DP- Pistov
Poziče: Jednotka 1

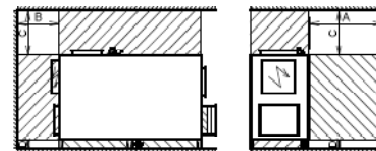
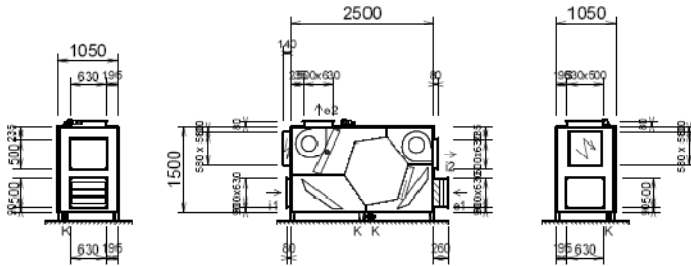
Martin Lachna		

Jednotka: **DUPLEX-S** Specifikace: DUPLEX-S-BT-CHP 5600 / 11/2 - Me.017.AC3 - Mi.017.AC3 - S1.A - Fe4 - Fi4 - B.LM230A - T.5 - CHP - Ke.LF230 - R-TPO3.LM230A - He1.500/630.P - He2.500/630 - Hi1.500/630 - Hi2.500/630 - RMD 400V-9,3A / 400V-9,3A / PKZT - RMT - PFi - CM.s - TE1 - T11 - RMD 23

Typ jednotky
- Vnitřní s protiproudým rekuperátorem

Provedení **11/2** parapetní pohled z čela (ze strany dveří)
Hmotnost: cca 446 kg, Dodávka jednotky voelku

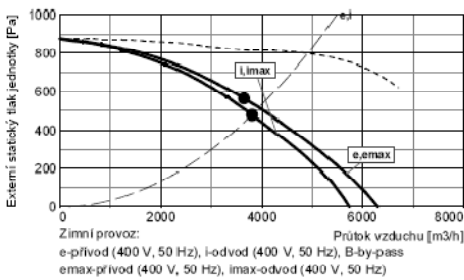
Manipulační prostor



hrdlo	druh	rozměr	přiskřesnutí
e1	e1 - venkovní vzduch (ODA)	500 x 630 mm	uzavírací klapka, pružná manžeta
e2	e2 - přiváděný vzduch (SUP)	500 x 630 mm	
i1	i1 - odváděný vzduch (ETA)	500 x 630 mm	
i2	i2 - odpadní vzduch (EHA)	500 x 630 mm	
K	výstup kondenzátu	Ø32 mm	silon
T	Vodní ohříváč	1" vnitřní	připojova cí rozměr - regulační uzel

A	otvírání dveří	min. 1330 mm
B	regulační modul	min. 740 mm
C	regulační uzel, vývody výměníku	min. 775 mm
D	odvod kondenzátu	min. 150 mm

Výkonová charakteristika jednotky:



Akustické parametry:

Hladina akustického výkonu Lw (dB)

	dB (A)	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
sání e1	65	78	65	60	58	45	43	38
výtlač e2	86	84	80	82	81	77	77	72
sání i1	65	78	66	60	58	46	43	38
výtlač i2	86	84	80	82	81	77	77	73
do okolí	70	78	73	65	66	58	56	43

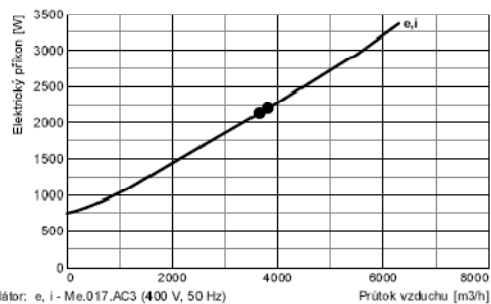
Hladina akustického tlaku Lp (dB)

do okolí	59	67	62	54	55	47	45	32
----------	----	----	----	----	----	----	----	----

Hladina akustického tlaku je uváděna ve vzdálenosti 1 m.

Ventilátory

	přívod	odvod
Vzduchové množství, zimní	m3/h 3650	3811
Vzduchové množství, letní	m3/h 3675	3725
Externí statický tlak jednotky, zim	Pa 564	479
Externí statický tlak jednotky, letní	Pa 560	496
Napětí (jmenovité)	V 400	400
Napětí (v pracovním bodě)	V 400	400
Příkon (v pracovním bodě)	W 2135	2205
Počet otáček (v pracovním bodě)	1/min 1367	1362
Max. příkon (pro dimenzování)	W 6050	6050
Max. proud (pro dimenzování)	A 9,2	9,2
Typ ventilátorů	Me.017	Mi.017
Druh ventilátorů	AC3	AC3





Technický popis

strana 2 / 3

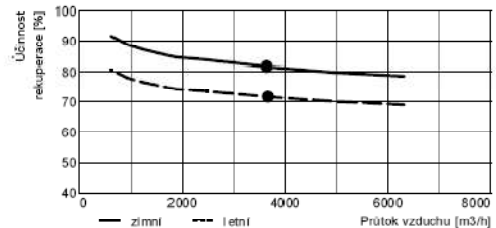
Nabídka č.:
Akce: DP- Pistov
Pozice: Jednotka 1

Martin Lacina		

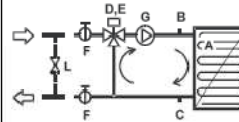
Jednotka: DUPLEX-S Specifikace:	DUPLEX-S-BT-CHP 5600 / 11/2 - Me.017.AC3 - Mi.017.AC3 - S1.A - Fe4 - F14 - B.LM230A - T.5 - CHP - Ke.LF230 - R-TPO3.LM230A - He1.500/630.P - He2.500/630 - Hi1.500/630 - Hi2.500/630 - RMD 400V-9,3A / 400V-9,3A / PKZT - RMT - PFI - CM.s - TE1 - TI1 - RMAD 23
--	--

Připojovací prvky	přívod	odvod	Regulační a uzavírací klapky	Typ servopohonu
Vstupní hrdla e1, i1	mm 500x 630	500x 630	Uzavírací klapka e1 (součást jednotky)	LF230
připojení		pružné	By-passová klapka (integrována v jednotce)	LM230A
Výstupní hrdla e2, i2	mm 500x 630	500x 630		
připojení		pevné		
Odvod kondenzátu K	mm	2 x DN 32		

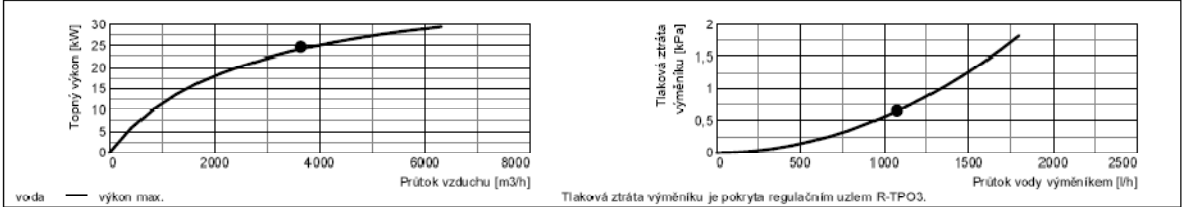
Rekupační výměník	přívod	odvod
Vzduchové množství	m ³ /h 3650	3811
Vstupní teplota	°C -12	20
Výstupní teplota	°C 14	5
Vstupní vlhkost	% r.h. 84	60
Výstupní vlhkost	% r.h. 11	94
Účinnost rekuperace zimní (letní)	% 82 (72)	
Výkon výměníku zimní (letní)	kW 33,0 (5,6)	
Tvorba kondenzátu	l/h 17,8	
Typ rekupačního výměníku	S 1.A	



Vodní ohřivač	přívod	Příslušenství (součásti dodávky)
Topné médium	voda	A protimrazový termostat TW 115-SOA P20 2)
Vzduchové množství	m ³ /h 3650	C odkalovací ventil zátka 2)
Vstupní teplota (za rekuperací)	°C 14	Regulační uzel: R-TPO3.LM230A
Výstupní teplota (za ohřivačem)	°C 34	D směšovací ventil IVAR MIX3, Kv 12, 1" 2)
Topný výkon	kW 24,3	E servopohon LM230A 2)
Teplotní spád topného média	°C 50 / 30	F kulový ventil 1" 2)
Průtok média (ze zdroje)	l/h 1049	G čerpadlo WILO RS 20/4-3.130 mm 2)
Připojovací rozměr (regulační uzel)	1" vnitřní	Ostatní:
Typ ohřivače	T 8000 5R / typ 2	L zkratový obtok 3)



- 2 - osazeno a připojeno
- 3 - není součástí dodávky, doporučeno



Filtrace	přívod	odvod	Příslušenství (součásti dodávky)
Typ	vyplétací		Manostat PFe pro signalizaci zanesení při vodního filtru
Třída filtrace	G4	G4	Manostat PFI pro signalizaci zanesení odvodního filtru
Rozměr tkaniny	mm 2x2120x530	2x2120x530	

Regulace: Digitální regulace	schéma : d3f-3f_0255	Čidla (součásti dodávky)	
Základní funkce jednotky	RMD400V-9,3A/ 400V-9,3A	Čidlo teploty venkovního vzduchu (ODA)	ADS Te1
Umístění regulačního modulu	na jednotce standardní poloha	Čidlo teploty vzduchu před ohřivačem	ADS Te2
Pomocný kontakt pro sepnutí zdroje tepla	relé	Čidlo teploty odváděného vzduchu (ETA)	ADS Ti1
Celkový příkon (v pracovním bodě)	4363 W	Čidlo teploty odpadního vzduchu (EHA)	ADS Ti2
Propojení s nadřazeným systémem	RMT RMAD 23 (Me, Mi, B, T)	Čidlo teploty přiváděného vzduchu (SUP)	ADS TA

VVKR-Q/K-P/O-H-K	Velikost	Počet lamel	D	B	H3	Hmotnost [kg]
	300	8	158	275	250	4,8
	400	16	198	364	280	6,2
	500	16/24	198	470	290	10,9
	600	16/24	198	575	340	11,4
	600	32/40	248	575	340	11,4
	625	24	198	595	340	11,8
	625	32/48	248	595	340	11,8
825	80	313	780	400	13,8	
VVKR-Q/K-P/O-V-K	Velikost	Počet lamel	D	B	H2	Hmotnost [kg]
	300	8	158	275	200	3,4
	400	16	198	364	200	3,8
	500	16/24	198	470	200	6,4
	600	16/24	198	575	200	6,4
	600	32/40	248	575	200	8,3
	625	24	198	595	300	10,7
	625	32/48	248	595	300	10,7
825	80	313	780	300	12,5	
VVKR-Q-P/O-H-Q	Velikost	Počet lamel	D	K	H1	Hmotnost [kg]
	300	8	158	290	270	5,0
	400	16	198	390	280	6,6
	500	16/24	198	490	290	11,2
	600	16/24	198	590	340	11,4
	600	32/40	248	590	340	11,8
	625	24	198	615	340	11,8
	625	32/48	248	615	340	12,0
825	80	313	800	400	14,0	

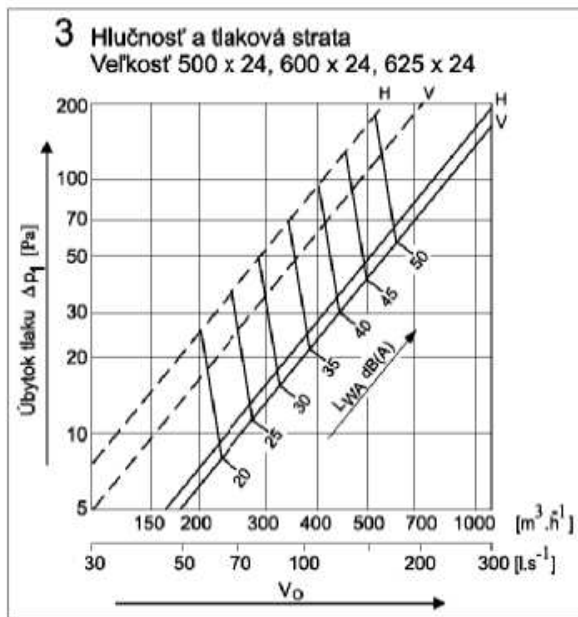
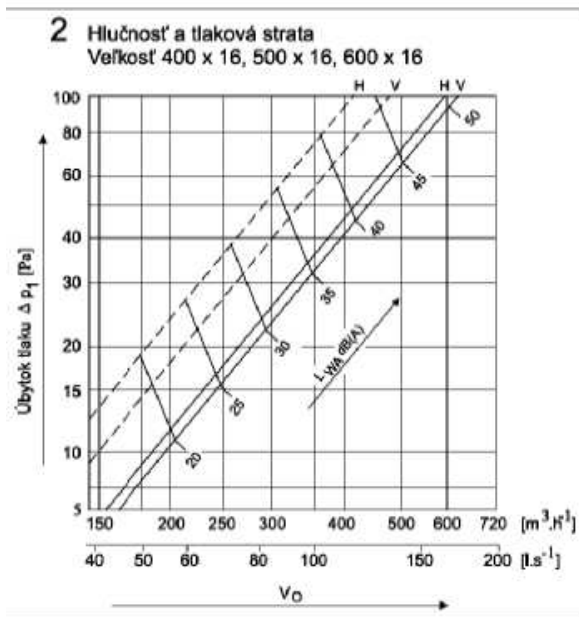
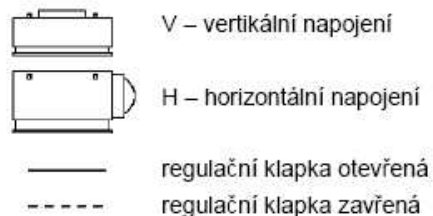
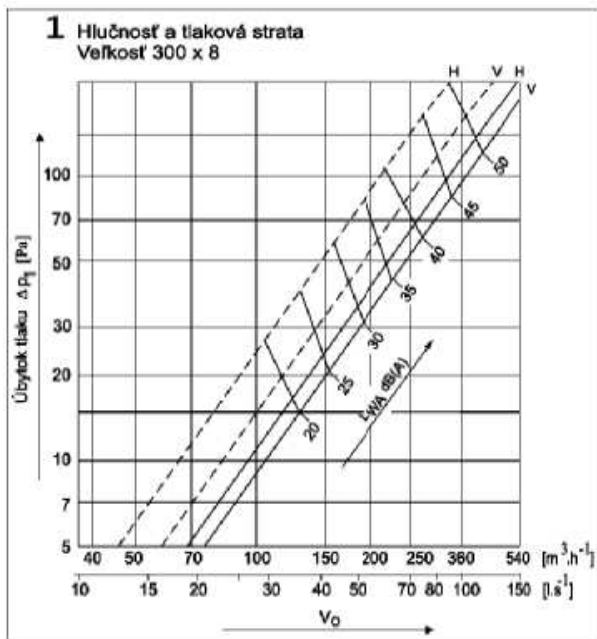
Tab.č. 2 Hlavní vzduchové parametry IMOS - VKR

Velikost \square, \emptyset	Počet lamel [i]	$V_{o\max}$		$V_{o\min}$		S_{ef} [m ²]
		[L.s ⁻¹]	[m ³ .h ⁻¹]	[L.s ⁻¹]	[m ³ .h ⁻¹]	
300 x i	8	50	180	20	72	0,0081
400 x i	16	90	324	40	144	0,0163
500 x i						
600 x i						
500 x i	24	120	432	50	180	0,0245
600 x i						
625 x i						
600 x i	32	180	648	80	288	0,0327
625 x i						
600 x i	40	220	792	100	360	0,0409
625 x i	48	245	882	120	432	0,0491
825 x i	80	340	1224	180	648	0,0818

Poznámka : V případě zájmu je možná kombinace i jiné velikosti krabice než je v tab. č. 1.

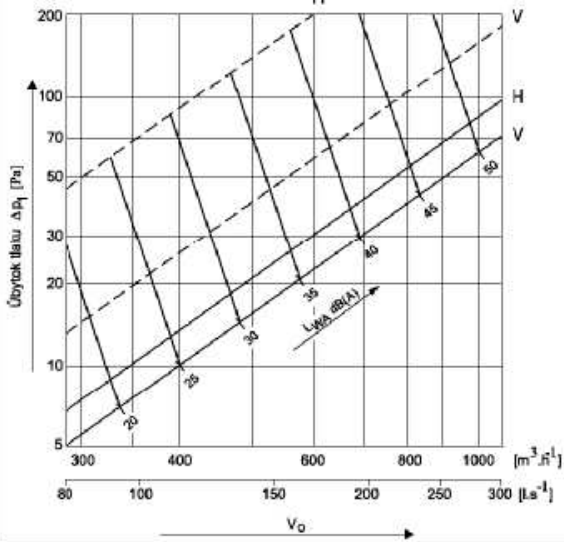
Tab.č. 3 Možné kombinace velikostí krabic a čelních desek

Velikost krabice	Velikost desky / počet lamel
500	500 / 16; 500 / 24
500, 600	600 / 16; 600 / 24
625	625 / 32; 625 / 40

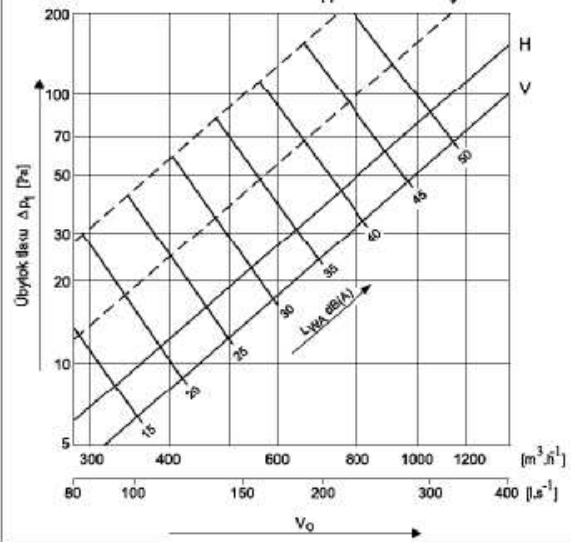


AKUSTICKÉ HODNOTY PRO IMOS - VVKR - . - P - V. a IMOS - VVKR - . - P - H.

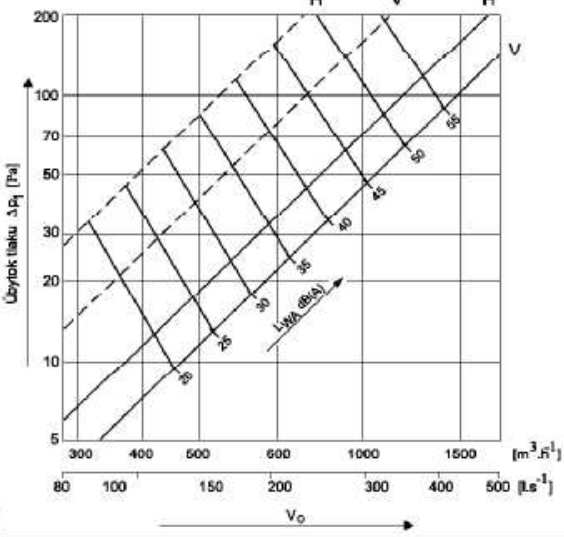
4 Hlučnost a tlaková strata
Veřkosť 600 x 32 a 625 x 32



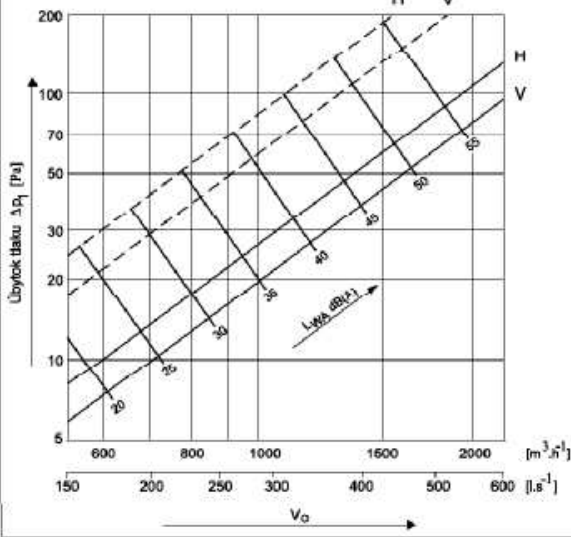
5 Hlučnost a tlaková strata
Veřkosť 600 x 40

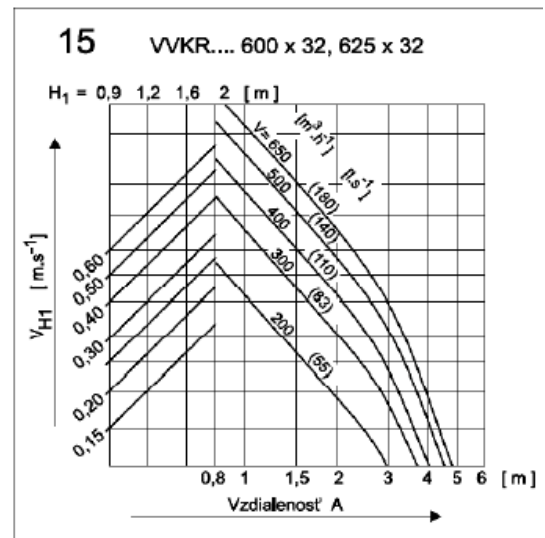
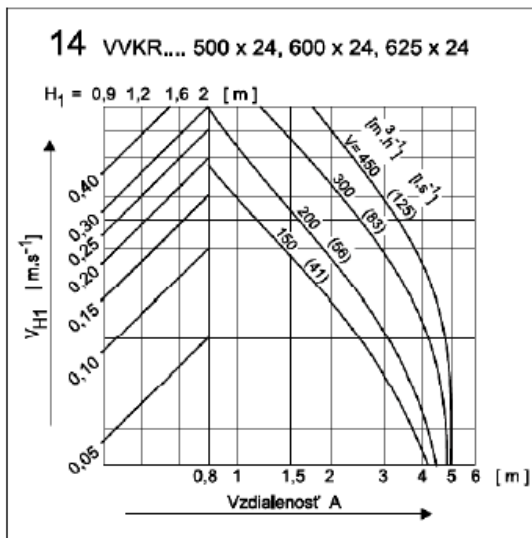
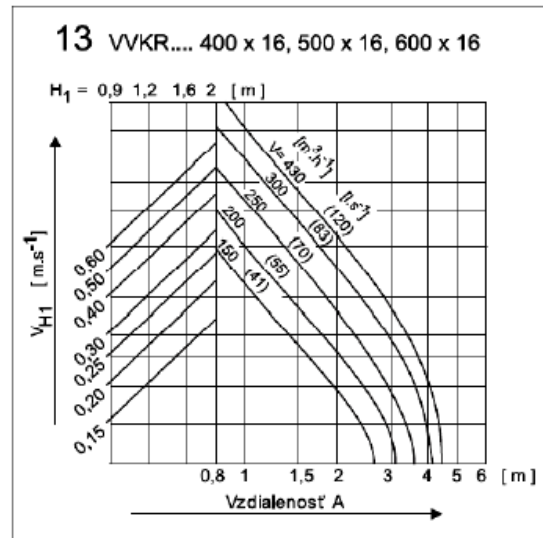
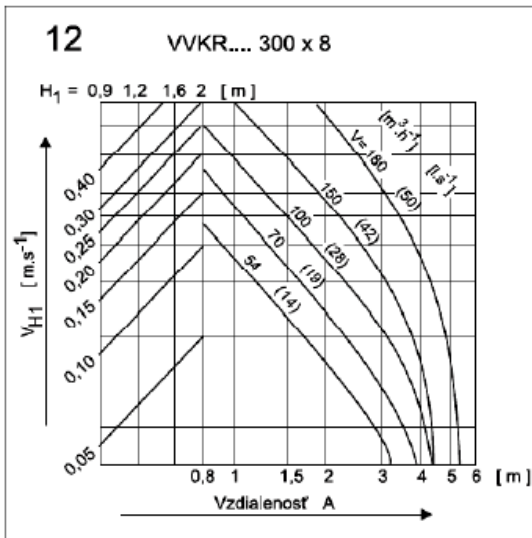


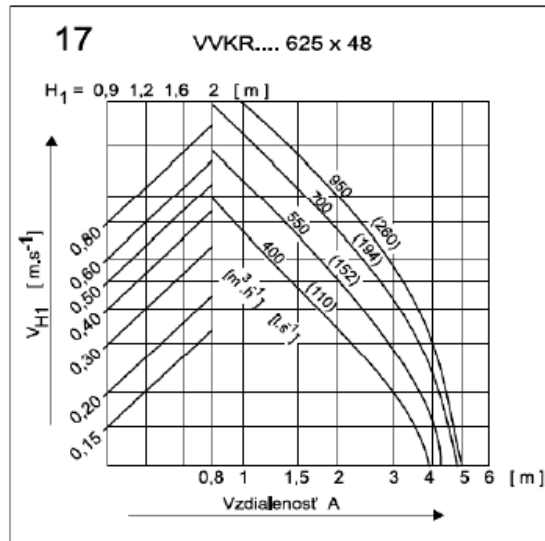
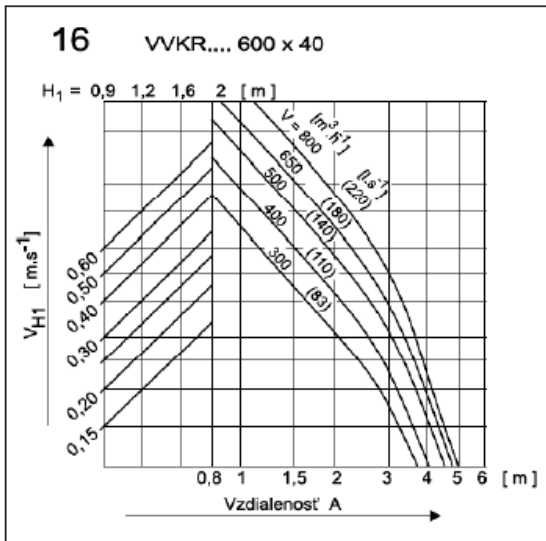
6 Hlučnost a tlaková strata
Veřkosť 625 x 48



7 Hlučnost a tlaková strata
Veřkosť 625 x 60







Výústky na hranaté potrubí VKV Pardubice

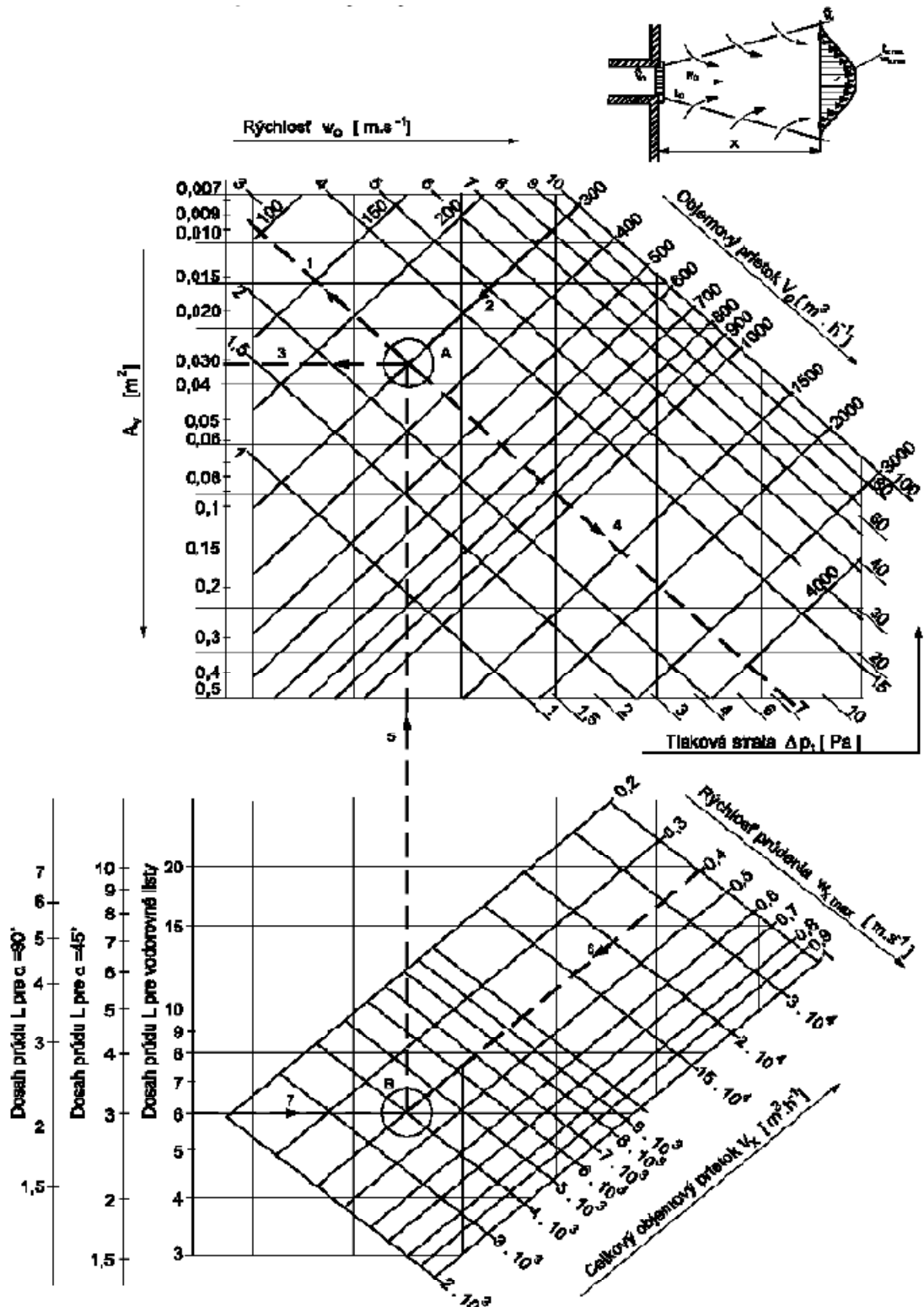


Diagram č.1 Vodorovné nastavení listů výšky typu IMOS – V – volný proud

Parní zvlhčovač CondAir CP3

Condair CP3 Pro 45 400V3

Napájecí napětí topení *	Max. parní výkon v kg/h	Odstupňování v kg/h	Model Condair CP3		Velikost jednotky / Počet jednotek		
			Basic...	Pro...	Jednoduchá jednotka malá	Jednoduchá jednotka velká	Zdvojená jednotka velká
400V3 (400V/3~/50...60Hz)	5...15	1	5...15	5...15	1		
	16...45	1	16...45	16...45		1	
	52	--	52	52			1
	60	--	60	60			1
	70	--	70	70			1
	80	--	80	80			1
	90	--	90	90			1
	105 **	--	--	105		1	1
	120 **	--	--	120		1	1
	135 **	--	--	135		1	1
	152 **	--	--	152			2
	160 **	--	--	160			2
180 **	--	--	180			2	
230V3 (230V/3~/50...60Hz)	5...15	1	5...15	5...15	1		
	16...30	1	16...30	16...30		1	
	44	--	44	44			1
	50	--	50	50			1
	60	--	60	60			1
	75 **	--	--	75		1	1
	90 **	--	--	90		1	1
	100 **	--	--	100			2
120 **	--	--	120			2	
230V1 (230V/1~/50...60Hz)	5...8	1	5...8	5...8	1		

* Typy pro jiná napájecí napětí topení na požádání

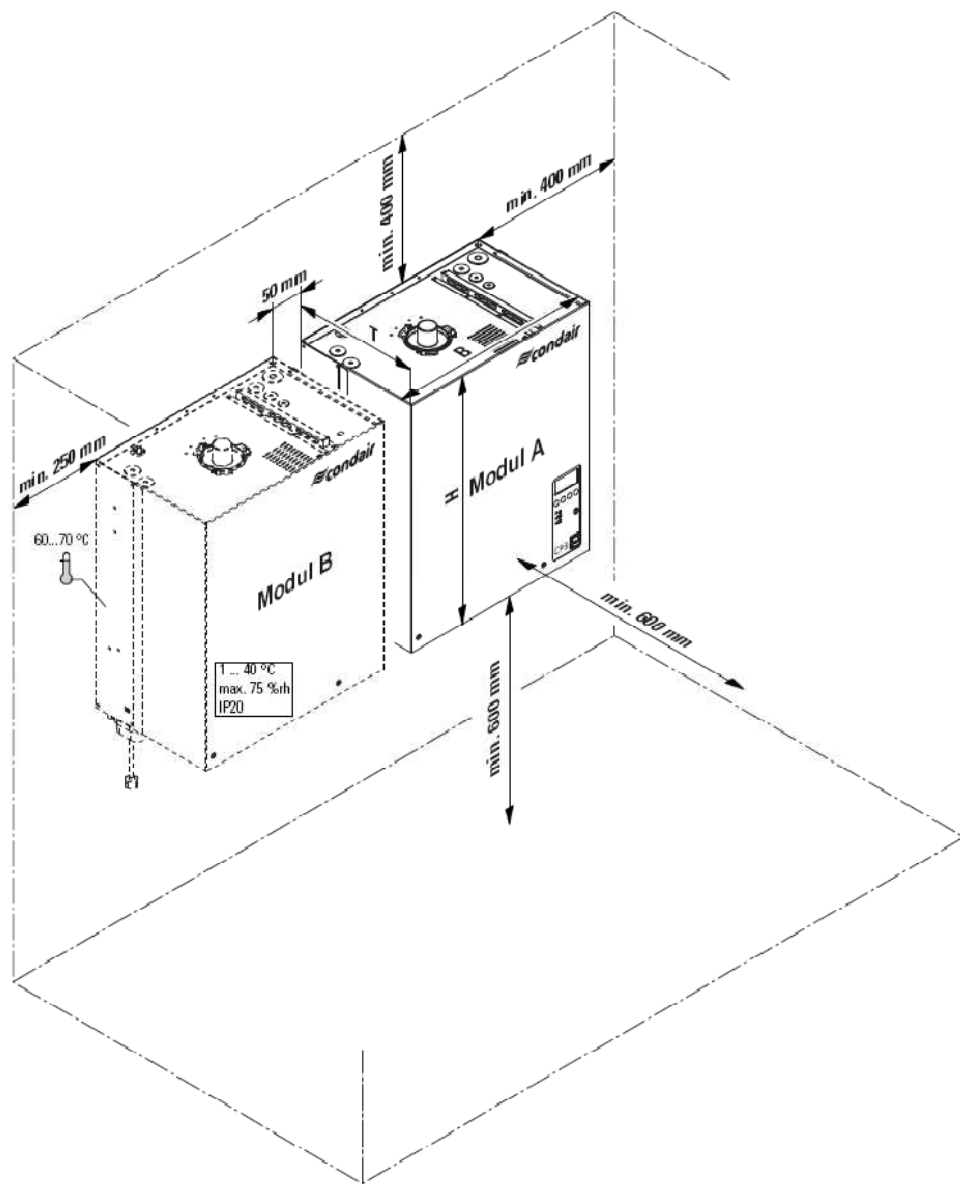
** Link Up systémy

– **Systém 2: R**
chu

Systém 2 je
nízkou teple
chu. Jestliže
omezení výk
Čidlo vlhkost
ru. Čidlo vlhk
za parní dis
s možností r
Pozor! Ply
bezpečnostr



- A1/2 Čidlo vlhk
- B1 Stykač v
- B2 Čidlo pr
- B3 Bezpečn
- PI_i Interní F
- PI_e Externí F
- (např. P
- Y Vstup sí
- Z Vstup sí

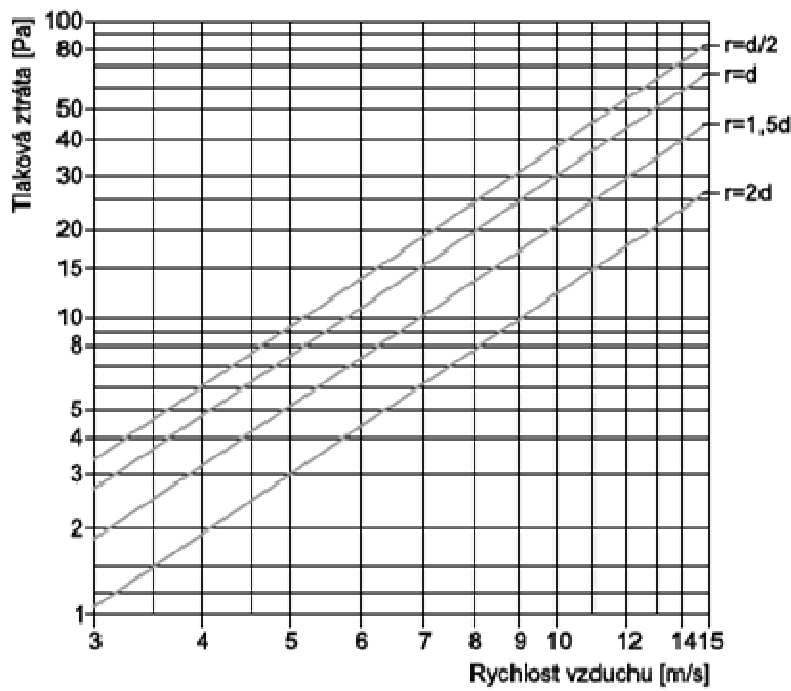


Condair CP3 ... 230V1	Basic	Pro										
	5..8											
Condair CP3 ... 230V3	Basic	Pro	Basic	Pro	Basic	Pro	Basic	Pro	Basic	Pro	Pro	Pro
	5..8		9..15		16..21		22..30		44/50		75/90	
Condair CP3 ... 400V3	Basic	Pro	Basic	Pro	Basic	Pro	Basic	Pro	Basic	Pro	Pro	Pro
	5..8		9..15		16..25		26..45		52/60/70/80/90		105/120/135	

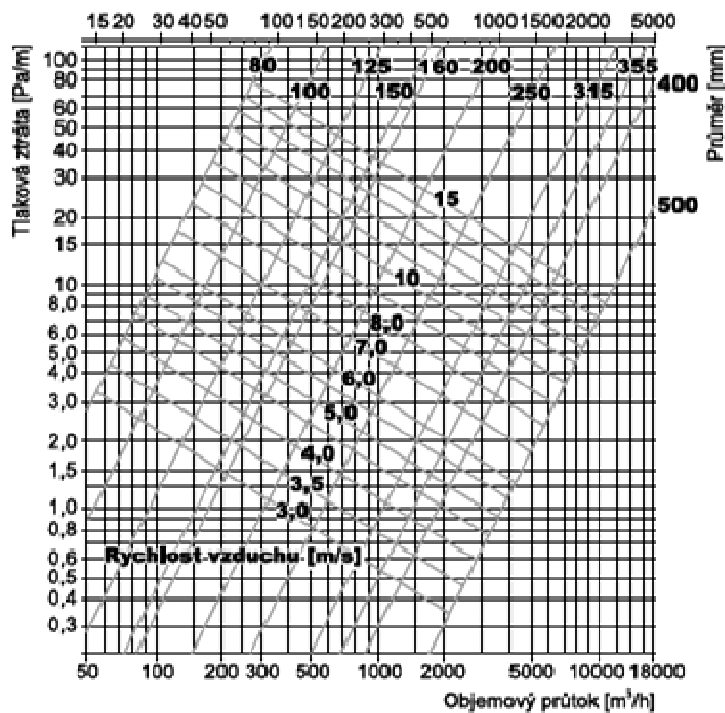
Rozměry												
Opalštění (BxHxT) v mm	456x620x280		1	1								
	559x667x350				1	1	2	3	4			
Hmotnost												
Čistá hmotnost [kg]	21		21	28	28	2x 28	3x 28	4x 28				
Provozní hmotnost [kg]	26		32	65	65	2x 65	3x 65	4x 65				

Ohebné potrubí pro připojení vířivých výustek

tlaková ztráta při daném poloměru ohybu



tlaková ztráta napnuté hadice



Tlumič hluku 1500mm

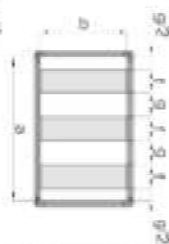


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 630 \text{ mm}$

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $B = 395 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 4$

délka tlumiče:
 $l = 1500 \text{ mm}$

průměrná rychlost:
 $q = 57.5 \text{ m/s}$

odliškové hmoty:
ano

odliškové hmoty:
ano

PARAMETRY PROJEKTU:

průtok vzduchu:
 $Q = 3708 \text{ m}^3/\text{s}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ PŘEVÝVCE:

frekvence f
125 Hz 250 Hz 500 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

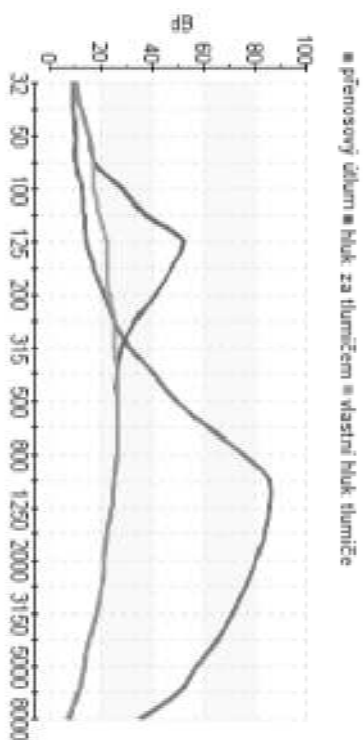
frekvence	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	sestavil
M. absolut. výkon s vlnovým tlumičem (dB(A))	0	0	60	58	53	46	46	43	33	Mladina

KOD OBJEDNÁVKY: THNK.630.355.1500-3-4X.KTH.100.355.1500

Technické řešení:
Výrobek získan technickými v. Brno - Fakulta strojírenská, Ústav technických zařízení budov

VÝSLEDNÉ HODNOTY

OTLIV HLUKU:

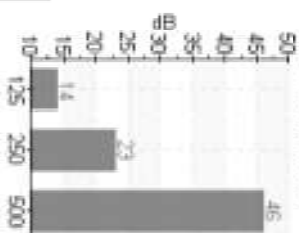


VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence-frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	spotřeba
přenosový útlum:	9	10	14	25	49	85	80	65	35	dB
vlnití hluk tlumiče:	10	17	22	25	26	25	21	15	7	dB(A)
M. absolut. výkon za tlumičem s vln. hl. A:	10	17	52	33	26	25	21	15	8	dB(A)

VYBRANÉ PŘEVÝVCE:

■ přenosový útlum



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	02	Pa
plocha tlumiče:	0.22	m ²

RYCHLOST PRŮVĚTU:

v celkovém průřezu:	4.6	m/s
ve velké ploše:	12.6	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

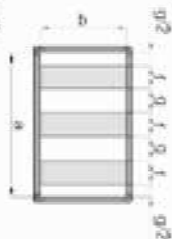
Marrt



VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kubový

číslo posuvu:



šířka tlumiče:
 $a = 500 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 400 \text{ mm}$

hloubka tlumiče:
 $l = 1000 \text{ mm}$



šířka koutky:
 $f = 100 \text{ mm}$

počet koutků:
 $n = 3$

průměrná tloušťka:
 $g = 66,66666666667 \text{ mm}$

odtokové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ

průměr vodorovku:
 $\varnothing = 3708 \text{ mm}^2$

hustota vodorovku:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE

Zvolíme-li: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

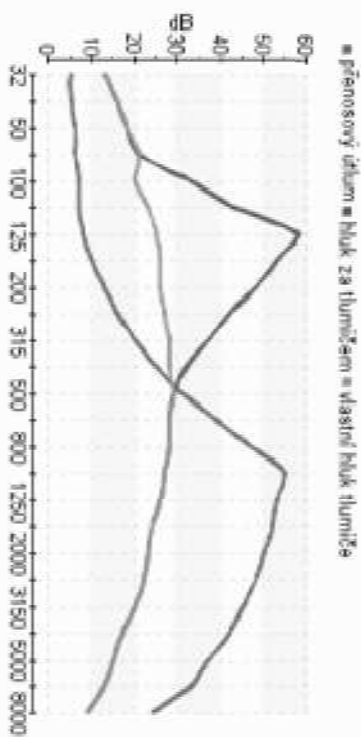
frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová Měřička
Ml. akust. výkon s vodorovným proudem [dB(A)]	0	0	66	78	53	46	46	43	0	67

KÓD OBJEDNÁVKY: JHKTL.500.100.1000.3 3X.KTTL.100.100.1000

Technická řešení:
Výsledné hodnoty vlivem zjednotěné směrnice (provozní) jsou vypočítány s tolerancí ± 10%

VÝSLEDNÉ HODNOTY

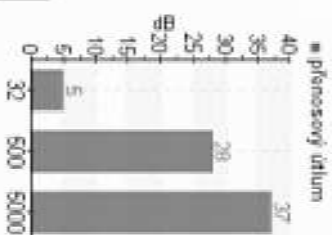
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence-frekvence	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	9000	součtová Měřička
přenosový útlum:	5	6	8	16	31	55	50	42	24	-	48
vlastní hluk (tlumiče):	13	21	25	27	29	27	23	17	9	34	48(A)
Ml. akust. výkon za tlumičem s vln. Ml. Ak.	13	21	58	42	29	27	23	17	9	58	48(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	65	Pa
plocha tlumiče:	0.2	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	5.2	m/s
ve velké ploše:	12.9	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočítány s tolerancí ± 10%.

Marrt

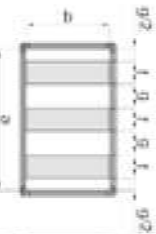


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulbový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 500 mm
výška tlumiče:
b = 400 mm
délka tlumiče:
l = 600 mm

šířka kulby:
f = 100 mm
počet kulb:
n = 3
průměr trubky:
g = 66,666666666667 mm

nabýkové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 3708 m³/h

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

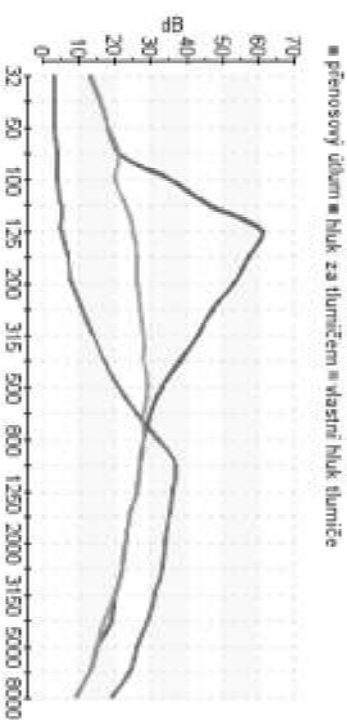
frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	soudržná hladina
M. akust. výkon v svislém směru A _v [dB(A)]	0	0	0	0	5	5	4	4	0	67

KÓD OBJEDNÁVKY: TBKL.500.400.6000.3.3X.KTH.100.400.6000

Technické řešení:
Všechny akustické údaje v tomto katalogu jsou výsledky s tolerancí ± 10%

VÝLEDNĚ HODNOTY

OTLIV HLUKU:

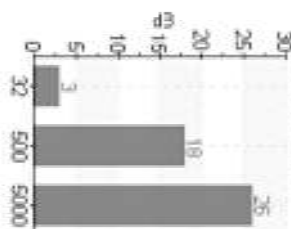


VÝLEDNĚ HODNOTY:

frekvence: f	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	soudržná hladina
průměrný otliv:	3	4	5	11	21	37	34	29	19	-
vlastní hluk tlumiče:	13	21	25	27	29	27	23	17	9	34
M. akust. výkon za tlumičem v svisl. směru A _v [dB(A)]	13	21	61	47	33	27	23	19	9	61

VYBRANÉ FREKVENCE:

průměrný otliv



TRÁKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	50	Pa
plocha tlumiče:	0.2	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	5.2	m/s
ve volné ploše:	12.9 <td>m/s</td>	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou výpočty s tolerancí ± 10%



Tepelné čerpadlo Siebel-Eltronic WPF 13E

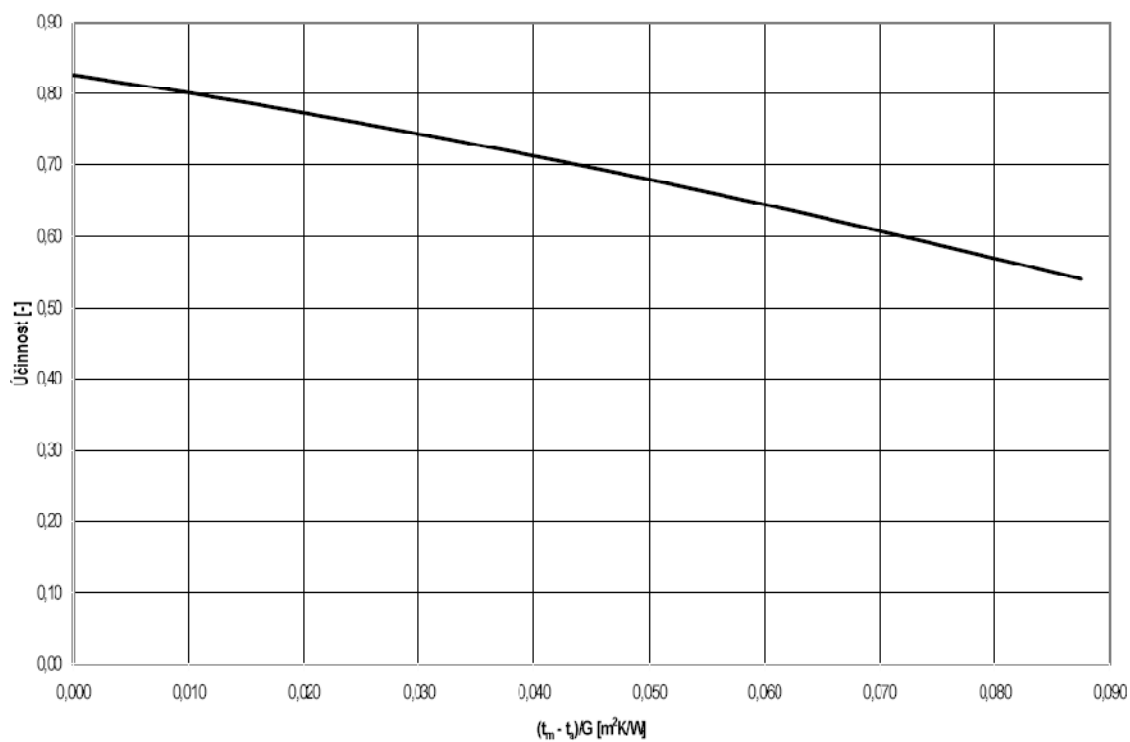


Typ	
Typ	WPF 13 E
Objedn. č.	229310
technické údaje	
Hmotnost	171 kg
Teplovní spád topné vody	5 K
Příkon při B0/W35 (EN 14511)	2,95 kW
Topný faktor při B0/W35 (EN 14511)	4,35
Průtok na straně tepelného zdroje	3,10 m ³ /h
Tepelný výkon při B0/W35 (EN 14511)	12,83 kW
Rozběhový proud (s omezovačem rozběhového proudu nebo bez něj)	30 A
Průtok topení min.	1,10 m ³ /h
Elektrické připojení	3/N/PE
Disponibilní externí rozdíl tlaků tepelného zdroje	499 hPa
Disponibilní externí rozdíl tlaků topení	167 hPa
Konektor přípojky topení, topná/vratná strana	28 mm
Konektor přípojky zdroje tepla, topná/vratná strana	28 mm
Konektor přípojky užitkové vody, teplá/studená voda	28 mm
Objemový průtok topení (EN 14511) při A7/W35, B0/W35 a 5 K	2,21 m ³ /h
Jmenovitý objemový průtok vytápění	1,58 m ³ /h
Příklad zobrazení	

KTU 15 – TECHNICKÝ LIST

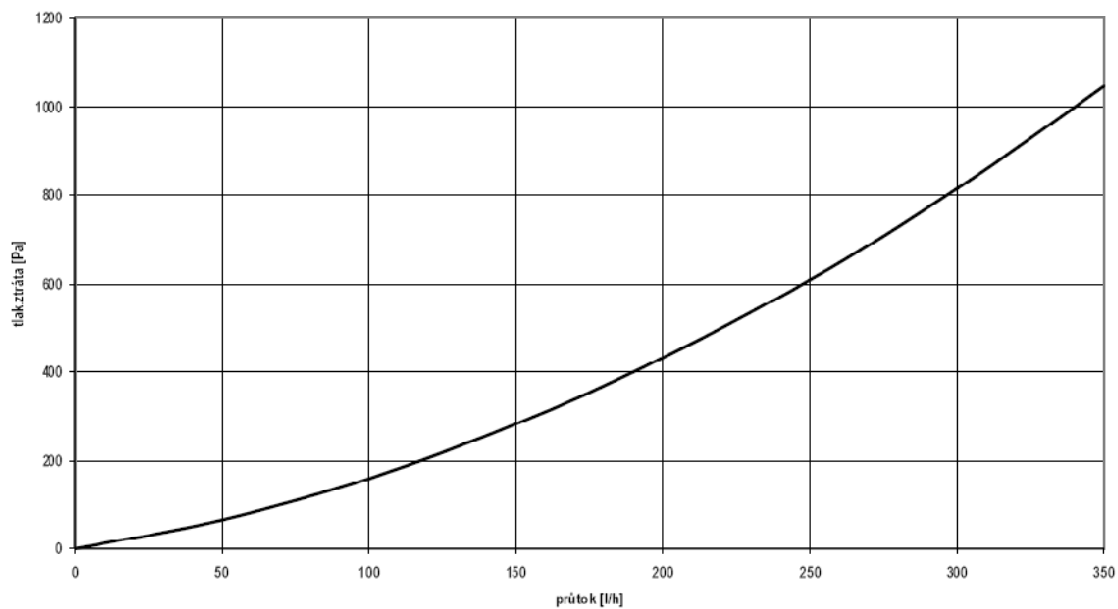
Rozměry a váhy	
výška x šířka x tloušťka	1970 x 1350 x 141mm
stavební šířka	1430 mm
celková plocha	2,660 m ²
plocha apertury	1,401 m ²
plocha absorberu	1,220 m ²
hmotnost bez kapaliny	60 kg
Zasklení	
materiál	borosilikátové sklo – 15 vakuových trubic
tloušťka	1,8 mm
propustnost	92 %
Absorbér	
materiál	borosilikátové sklo
povrchová úprava	AlN/Al-N/Al-N/Al-N/Al-N
konstrukční typ	trubicový, vakuový
materiál přípojovacích trubek	měď
rozměr přípojovacích trubek	4 x Ø 22 mm × 1 mm
materiál trubek absorberu	měď
rozměr trubek absorberu	15 x Ø 8 mm × 0,5 mm
pohltivost slunečního záření	92 %
emisivita	8 %
maximální pracovní tlak	6 bar
maximální pracovní teplota	120°C
stagnační teplota	223,5°C
teplonosná kapalina	vodní roztok monoproplenglykolu 1:1, 2,4 l
doporučený průtok	60 - 120 l/h
Tepelná izolace	
absorbér	vakuum
sběrné trubky	minerální vata 20 mm
Rám	
materiál rámu	hliníková slitina a ocel AISI 304 SS
barva rámu	stříbrná
materiál skříně	ocel AISI 304 SS, tl. 0,8 mm
Okamžitá účinnost na plochu apertury / absorberu	
η_{0a}	0,827 / 0,950
a_{1a}	2,516 / 2,891 W/m ² K
a_{2a}	0,011 / 0,013 W/m ² K

Okamžitá účinnost kolektoru přes plochu apertury

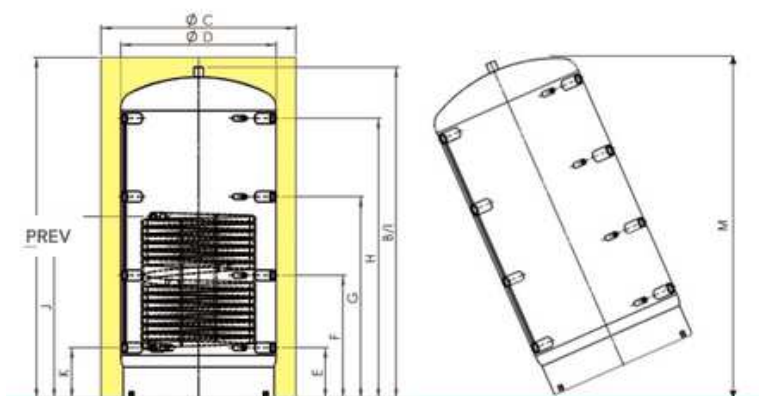


Výkon kolektoru v nulovém bodě při $G=1000 \text{ W/m}^2$ je 1158 W.

tlaková ztráta kolektoru [Pa]



Centrální akumulční zásobník Schindler a Hofmann TPSR 1500

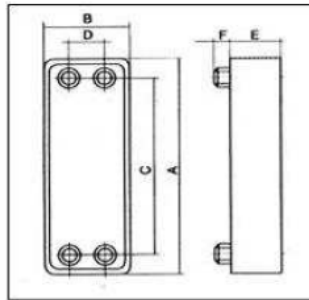


		500	600	825	1000	1250	1500	
	Objem	Litrů	500	600	825	1000	1250	1500
	Plocha výměníku	m ²	2.3	1.8	2.8	3.1	3.1	3.6
M	Sklápěcí rozměr	mm	1665	1690	1740	2085	2070	2195
A	Výška	S izolací - mm	1680	1700	1740	2090	2060	2200
B		bez izolace - mm	1630	1650	1690	2040	2010	2150
C	Průměr	S izolací - mm	850	900	990	990	1150	1200
D		bez izolace - mm	650	700	790	790	950	1000
E	Vývod 1	Výška - mm	220	230	260	310	310	380
		Vývod - R"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"
		Čidlo - R"	½"	½"	½"	½"	½"	½"
F	Vývod 2	Výška - mm	620	610	630	745	745	825
		Vývod - R"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"
		Čidlo - R"	½"	½"	½"	½"	½"	½"
G	Vývod 3	Výška - mm	1010	990	1030	1250	1250	1350
		Vývod - R"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"
		Čidlo - R"	½"	½"	½"	½"	½"	½"
H	Vývod 4	Výška - mm	1390	1380	1430	1710	1710	1760
		Vývod - R"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"	1 ½"
		Čidlo - R"	½"	½"	½"	½"	½"	½"
I	Vývod nahoru	Výška - mm	1630	1650	1690	2040	2010	2150
		Vývod - R"	1 ¼"	1 ¼"	1 ¼"	1 ¼"	1 ¼"	1 ¼"
J	Výstup z výměníku	Výška - mm	1120	790	930	1030	1015	1180
		Vývod - R"	1"	1"	1"	1"	1"	1"
K	Zpátečka do výměníku	Výška - mm	220	250	260	310	300	380
		Vývod - R"	1"	1"	1"	1"	1"	1"
	Hmotnost	kg	113	111	138	157	204	222
	Izolace		PUR pěna 100mm					
	Hmotnost	kg	12	14	15	17	19	21

Deskový výměník solárního okruhu

Deskové výměníky řada - DV285

Technický list
verze 1.0

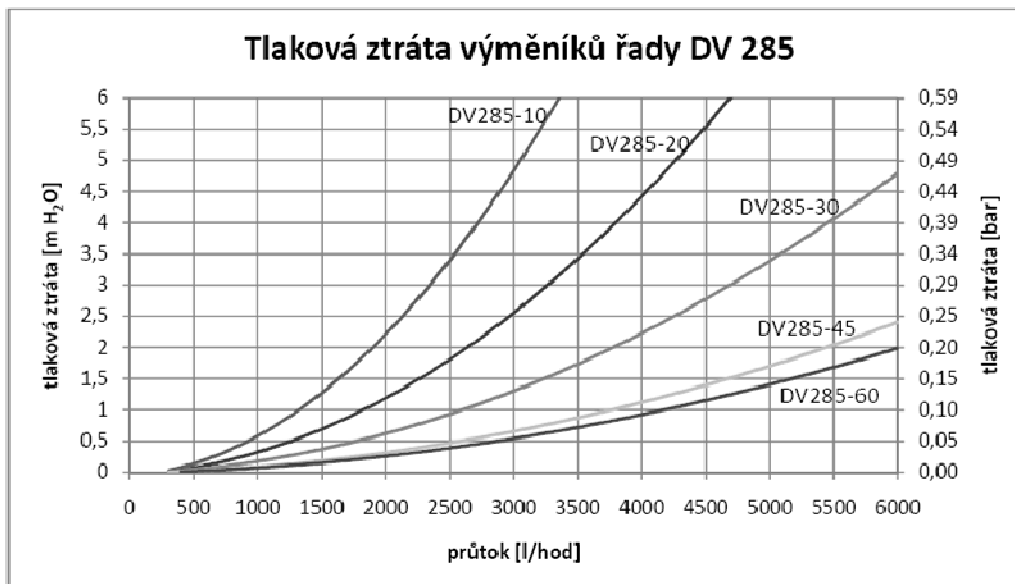


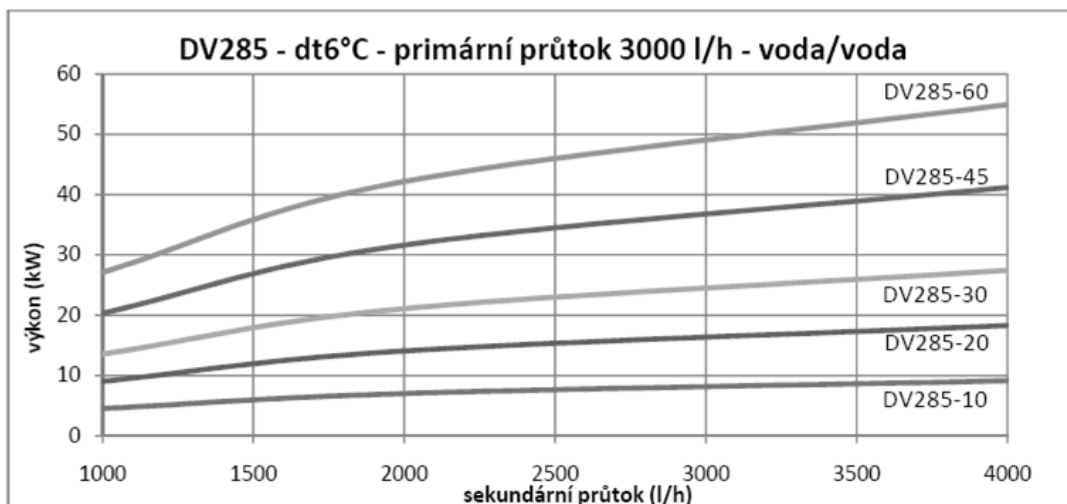
Obr. 1

typ		DV 285-10		DV 285-20		DV 285-30		DV 285-45		DV 285-60	
počet desek	-	10		20		30		45		60	
		neizol.	izol.	neizol.	izol.	neizol.	izol.	neizol.	izol.	neizol.	izol.
kód		9171	9552	8033	9553	8034	9554	8032	9555	8031	9556
výška (rozměr A)	mm	285	310	285	310	285	310	285	310	285	310
šířka (rozměr B)	mm	105	130	105	130	105	130	105	130	105	130
tloušťka (rozměr E)	mm	28	70	54	95	77	120	112	150	146	190
rozteč (rozměr C)	mm	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230
rozteč (rozměr D)	mm	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
výška hrdla (rozměr F)	mm	38	18	38	18	38	18	38	18	38	18
hmotnost	kg	2,6	2,7	3,9	4	5,1	5,2	6,8	7,0	8,7	8,9
teplosměnná plocha	m ²	0,27		0,54		0,81		1,22		1,62	
objem kapaliny (primřsek)	l	0,25/0,25		0,5/0,5		0,75/0,75		1,1/1,1		1,45/1,45	
maximální pracovní tlak	bar	29,4		29,4		29,4		29,4		29,4	
max. pracovní teplota	°C	185	150/175*	185	150/175*	185	150/175*	185	150/175*	185	150/175*
rozměr připojení		vnější závit 1"		vnější závit 1"		vnější závit 1"		vnější závit 1"		vnější závit 1"	
materiál výměníku		AISI 316 L		AISI 316 L		AISI 316 L		AISI 316 L		AISI 316 L	
typ výměníku		deskový pájený		deskový pájený		deskový pájený		deskový pájený		deskový pájený	

*maximální teplota izolace trvale/krátkodobě

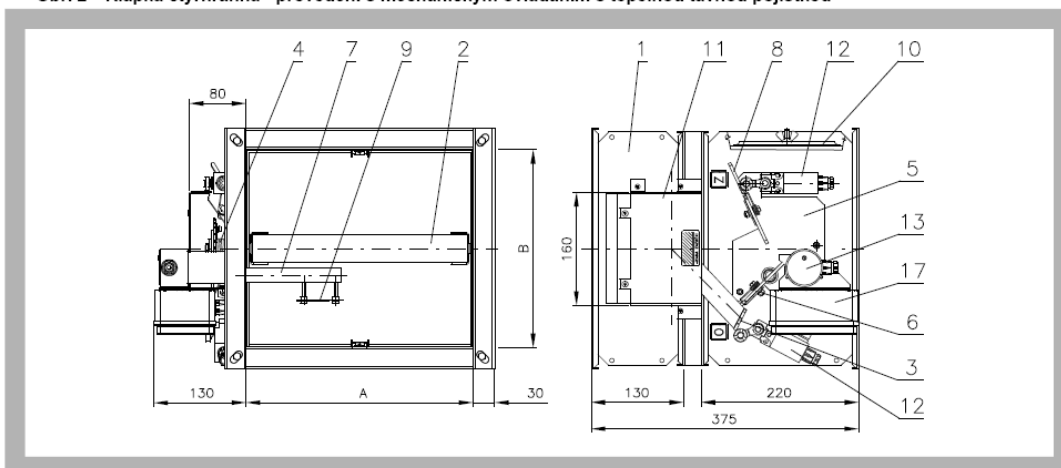
Tab. 1



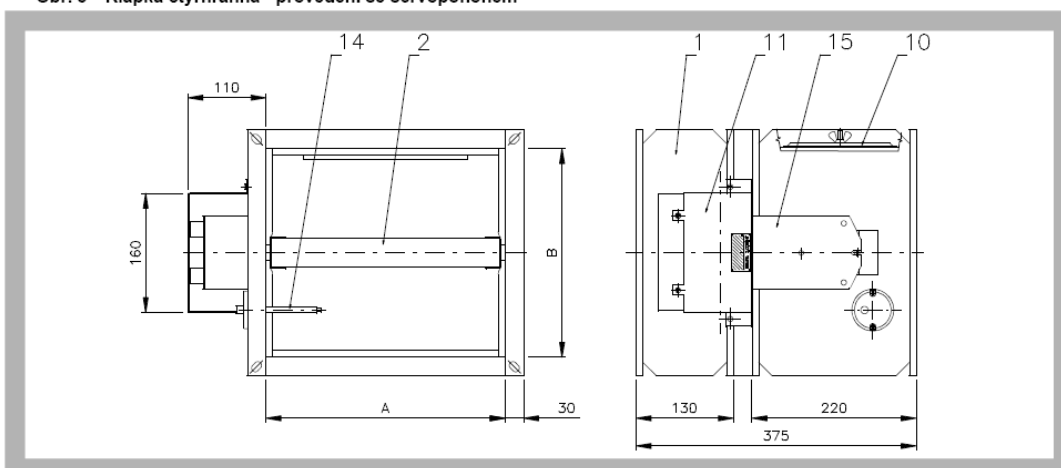


Požární klapka PKTM - 90

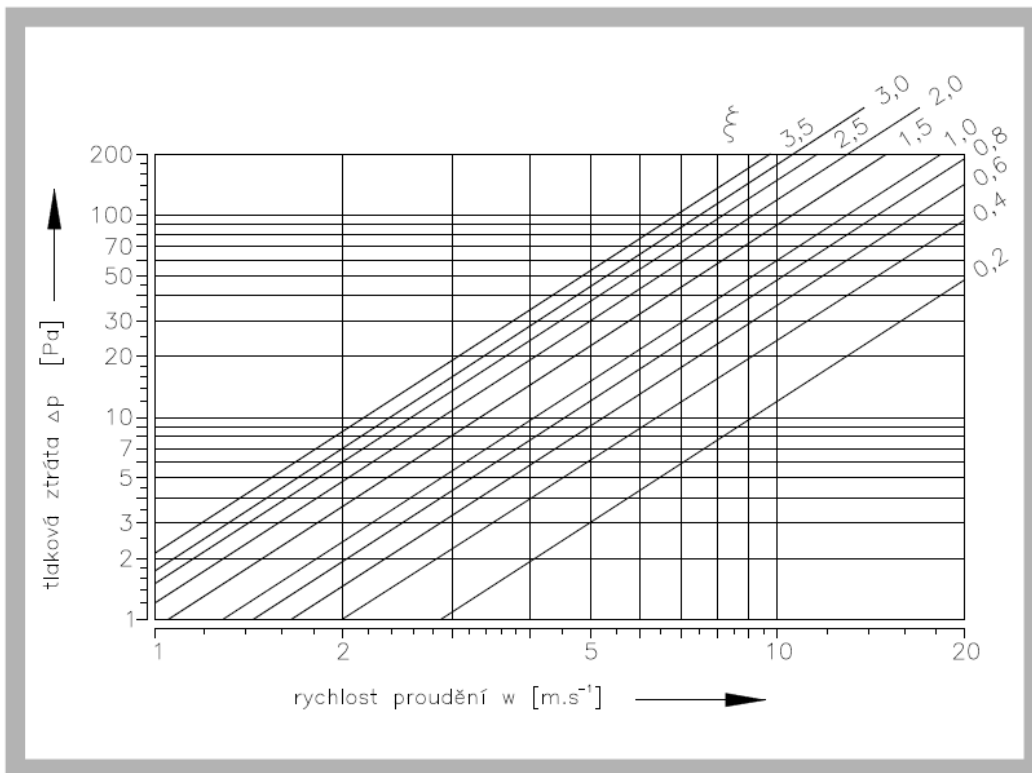
Obr. 2 Klapka čtyřhranná - provedení s mechanickým ovládáním s tepelnou tavnou pojistkou



Obr. 3 Klapka čtyřhranná - provedení se servopohonem



A x B	a	c	Hmotnost		Efektivní plocha S _{ef} [m ²]	Typ servo-pohonu	A x B	a	c	Hmotnost		Efektivní plocha S _{ef} [m ²]	Typ servo-pohonu
			provedení							provedení			
			ruční	servo						ruční	servo		
300 x 315	-	37	14,5	16,5	0,0714	BLF	400 x 560	15	160	24	27	0,1900	BLF
x 355	-	57	15,5	17,5	0,0826	BLF	x 630	50	195	26	29	0,2166	BLF
x 400	-	80	17	18,5	0,0952	BLF	x 650	60	205	26,5	29,5	0,2242	BLF
x 450	-	105	18	21	0,1092	BLF	x 710	90	235	28,5	31,5	0,2470	BF
x 500	-	130	19,5	22,5	0,1232	BLF	x 750	110	255	29,5	32,5	0,2622	BF
x 550	10	155	20,5	23,5	0,1372	BLF	x 800	135	280	31	34	0,2812	BF
x 560	15	160	21	24	0,1400	BLF	x 900	185	330	34	37	0,3192	BF
x 630	50	195	22,5	25,5	0,1596	BLF	x 1000	235	380	36,5	39,5	0,3572	BF
x 650	60	205	23	26	0,1652	BLF	450 x 200	-	-	14,5	16,5	0,0602	BLF
x 710	90	235	24,5	27,5	0,1820	BLF	x 250	-	5	16	18	0,0817	BLF
x 750	110	255	25,5	28,5	0,1932	BLF	x 300	-	30	17,5	19,5	0,1032	BLF
x 800	135	280	27	30	0,2072	BF	x 315	-	37	18	20	0,1097	BLF
x 900	185	330	29,5	32,5	0,2352	BF	x 355	-	57	19,5	21	0,1269	BLF
x 1000	235	380	32	35	0,2632	BF	x 400	-	80	20,5	22,5	0,1462	BLF
315 x 200	-	-	12	13,5	0,0413	BLF	x 450	-	105	22	25	0,1677	BLF
x 250	-	5	13,5	15	0,0561	BLF	x 500	-	130	24	27	0,1892	BLF
x 300	-	30	14,5	16,5	0,0708	BLF	x 550	10	155	25,5	28,5	0,2107	BLF
x 315	-	37	15	16,5	0,0752	BLF	x 560	15	160	25,5	28,5	0,2150	BLF
x 355	-	57	16	17,5	0,0870	BLF	x 630	50	195	27,5	30,5	0,2451	BLF
x 400	-	80	17	19	0,1003	BLF	x 650	60	205	28,5	31,5	0,2537	BLF
x 450	-	105	18,5	21,5	0,1151	BLF	x 710	90	235	30	33	0,2795	BF
x 500	-	130	19,5	22,5	0,1298	BLF	x 750	110	255	31,5	34,5	0,2967	BF
x 550	10	155	21	24	0,1446	BLF	x 800	135	280	33	36	0,3182	BF
x 560	15	160	21,5	24,5	0,1475	BLF	x 900	185	330	36	39	0,3612	BF
x 630	50	195	23	26	0,1682	BLF	x 1000	235	380	39	42	0,4042	BF
x 650	60	205	23,5	26,5	0,1741	BLF	500 x 200	-	-	15,5	17	0,0672	BLF
x 710	90	235	25	28	0,1918	BLF	x 250	-	5	17	19	0,0912	BLF
x 750	110	255	26	29	0,2036	BF	x 300	-	30	19	20,5	0,1152	BLF
x 800	135	280	27,5	30,5	0,2183	BF	x 315	-	37	19,5	21	0,1224	BLF
x 900	185	330	30	33	0,2478	BF	x 355	-	57	20,5	22,5	0,1416	BLF
x 1000	235	380	32,5	35,5	0,2773	BF	x 400	-	80	22	23,5	0,1632	BLF
355 x 200	-	-	13	14,5	0,0469	BLF	x 450	-	105	23,5	26,5	0,1872	BLF
x 250	-	5	14	16	0,0637	BLF	x 500	-	130	25,5	28,5	0,2112	BLF
x 300	-	30	15,5	17	0,0804	BLF	x 550	10	155	27	30	0,2352	BLF
x 315	-	37	16	17,5	0,0854	BLF	x 560	15	160	27	30	0,2400	BLF
x 355	-	57	17	18,5	0,0988	BLF	x 630	50	195	29,5	32,5	0,2736	BF
x 400	-	80	18	20	0,1139	BLF	x 650	60	205	30	33	0,2832	BF
x 450	-	105	19,5	22,5	0,1307	BLF	x 710	90	235	32	35	0,3120	BF
x 500	-	130	21	24	0,1474	BLF	x 750	110	255	33,5	36,5	0,3312	BF
x 550	10	155	22,5	25,5	0,1642	BLF	x 800	135	280	35	38	0,3552	BF
x 560	15	160	22,5	25,5	0,1675	BLF	x 900	185	330	38	41	0,4032	BF
x 630	50	195	24,5	27,5	0,1910	BLF	x 1000	235	380	41,5	44,5	0,4512	BF
x 650	60	205	25	28	0,1977	BLF	550 x 200	-	-	16,5	18	0,0742	BLF
x 710	90	235	26,5	29	0,2178	BF	x 250	-	5	18	20	0,1007	BLF
x 750	110	255	27,5	30,5	0,2312	BF	x 300	-	30	20	21,5	0,1272	BLF
x 800	135	280	29	32	0,2479	BF	x 315	-	37	20,5	22	0,1352	BLF
x 900	185	330	32	35	0,2814	BF	x 355	-	57	22	23,5	0,1564	BLF
x 1000	235	380	34,5	37,5	0,3149	BF	x 400	-	80	23,5	25	0,1802	BLF
400 x 200	-	-	13,5	15,5	0,0532	BLF	x 450	-	105	25	28	0,2067	BLF
x 250	-	5	15	17	0,0722	BLF	x 500	-	130	27	30	0,2332	BLF
x 300	-	30	16,5	18	0,0912	BLF	x 550	10	155	28,5	31,5	0,2597	BLF
x 315	-	37	17	18,5	0,0969	BLF	x 560	15	160	29	32	0,2650	BLF
x 355	-	57	18	20	0,1121	BLF	x 630	50	195	31	34	0,3021	BF
x 400	-	80	19,5	21	0,1292	BLF	x 650	60	205	32	35	0,3127	BF
x 450	-	105	21	24	0,1482	BLF	x 710	90	235	34	37	0,3445	BF
x 500	-	130	22,5	25,5	0,1672	BLF	x 750	110	255	35,5	38,5	0,3657	BF
x 550	10	155	23,5	26,5	0,1862	BLF	x 800	135	280	37	40	0,3922	BF



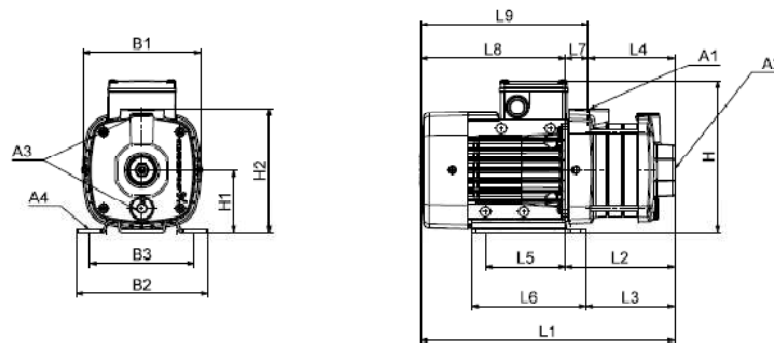
		B												
A	180	200	250	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000
180	1,849	1,476	0,983	0,703	0,608	0,535	0,478	0,437	0,400	0,369	0,343	0,322	0,304	0,291
200	1,737	1,385	0,921	0,658	0,569	0,500	0,446	0,407	0,373	0,344	0,320	0,300	0,284	0,271
250	1,553	1,236	0,819	0,583	0,504	0,442	0,394	0,360	0,330	0,304	0,282	0,264	0,250	0,239
315	1,415	1,124	0,743	0,528	0,456	0,400	0,356	0,325	0,297	0,274	0,254	0,238	0,225	0,215
355	1,359	1,079	0,713	0,506	0,436	0,383	0,341	0,311	0,284	0,262	0,243	0,228	0,215	0,205
400	1,312	1,041	0,687	0,487	0,420	0,368	0,328	0,299	0,273	0,252	0,234	0,219	0,207	0,197
450	1,271	1,009	0,665	0,471	0,406	0,356	0,317	0,289	0,264	0,243	0,226	0,211	0,199	0,190
500	1,240	0,983	0,648	0,459	0,395	0,346	0,308	0,281	0,257	0,236	0,219	0,205	0,194	0,185
560	1,211	0,960	0,632	0,447	0,385	0,337	0,300	0,274	0,250	0,230	0,214	0,200	0,189	0,180
630	1,184	0,938	0,617	0,437	0,376	0,329	0,293	0,267	0,244	0,225	0,208	0,195	0,184	0,176
710	1,160	0,919	0,604	0,427	0,368	0,322	0,287	0,261	0,239	0,220	0,204	0,191	0,180	0,172
800	1,140	0,903	0,593	0,419	0,361	0,316	0,281	0,256	0,234	0,215	0,200	0,187	0,176	0,168
900	1,122	0,888	0,583	0,412	0,355	0,310	0,276	0,252	0,230	0,212	0,196	0,184	0,173	0,165
1000	1,108	0,877	0,576	0,407	0,350	0,306	0,273	0,248	0,227	0,209	0,193	0,181	0,171	0,163
1120	1,095	0,867	0,569	0,402	0,345	0,302	0,269	0,245	0,224	0,206	0,191	0,179	0,168	0,161
1250	1,084	0,857	0,562	0,397	0,342	0,299	0,266	0,242	0,221	0,203	0,189	0,176	0,166	0,159
1400	1,073	0,849	0,557	0,393	0,338	0,296	0,263	0,240	0,219	0,201	0,187	0,175	0,165	0,157
1500	1,067	0,844	0,554	0,391	0,336	0,294	0,262	0,238	0,218	0,200	0,186	0,174	0,164	0,156
1600	1,062	0,840	0,551	0,389	0,334	0,293	0,260	0,237	0,216	0,199	0,185	0,173	0,163	0,155

Rozměry, CM 50 Hz

CM 3-A
50 Hz

CM 3-A

(A = litina, EN-GJL-200)



TMD4 2246 2208

Rozměry

3 x 220-240 V / 380-415 V, 50 Hz (napájecí napětí F)

Typ čerpadla	Velikost rámu	P ₂ [kW]	Rozměry [mm]																		
			A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	H	H1	H2	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
CM 3-2	71	0,45	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	184	75	149	288	114	89	86	96	137	28	174	202
CM 3-3	71	0,45	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	184	75	149	306	132	107	104	96	137	28	174	202
CM 3-4	71	0,45	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	184	75	149	324	150	125	122	96	137	28	174	202
CM 3-5	71	0,65	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	184	75	149	342	168	143	140	96	137	28	174	202
CM 3-6	71	0,85	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	184	75	149	360	186	161	158	96	137	28	174	202
CM 3-7	80	0,84	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	184	75	149	418	204	179	176	96	137	28	214	242
CM 3-8	80	1,20	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	184	75	149	436	222	197	194	96	137	28	214	242

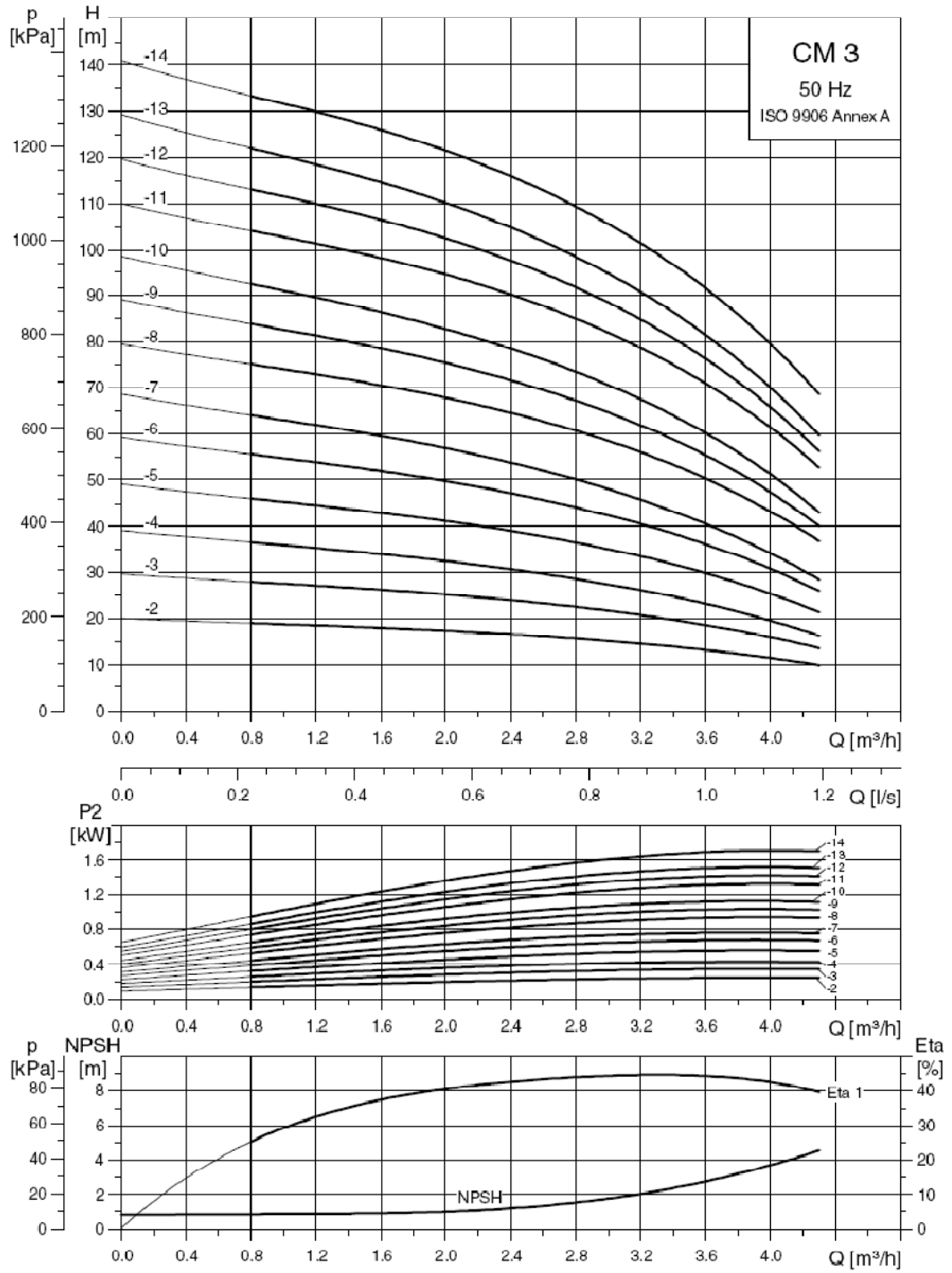
1 x 220-240 V, 50 Hz (napájecí napětí C)

Typ čerpadla	Velikost rámu	P ₂ [kW]	Rozměry [mm]																		
			A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	H	H1	H2	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
CM 3-2	71	0,30	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	208	75	149	288	114	89	86	96	137	28	174	202
CM 3-3	71	0,50	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	208	75	149	306	132	107	104	96	137	28	174	202
CM 3-4	71	0,50	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	208	75	149	324	150	125	122	96	137	28	174	202
CM 3-5	71	0,50	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	208	75	149	342	168	143	140	96	137	28	174	202
CM 3-6	80	0,67	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	208	75	149	400	186	161	158	96	137	28	214	242
CM 3-7	80	0,90	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	208	75	149	418	204	179	176	96	137	28	214	242
CM 3-8	80	0,90	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	208	75	149	436	222	197	194	96	137	28	214	242

Výkonové křivky, CM 50 Hz

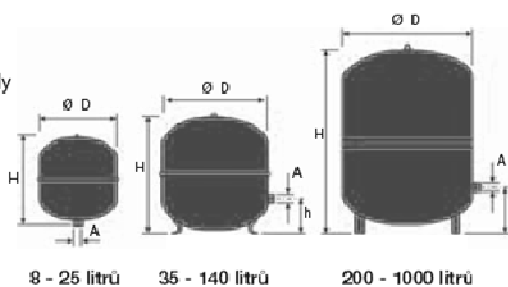
CM 3
50 Hz

CM 3



reflex N

- ▶ pro topné soustavy a rozvody chladicí vody
- ▶ se závitovým připojením
- ▶ membrána podle DIN 4807 T3, max. provozní teplota 70 °C
- ▶ schváleno v souladu se směrnicí EU pro tlaková zařízení 97/23/EG
- ▶ červený nebo bílý nátěr
- ▶ přetlak plynu z výroby 1,5 baru



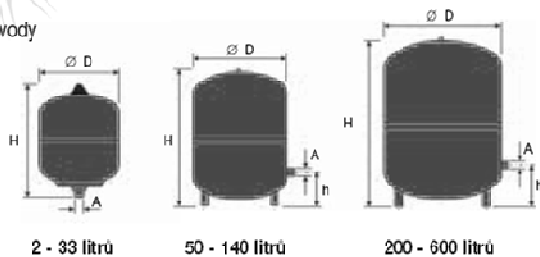
Typ	Obj. číslo		Hmotnost kg	Ø D mm	H mm	h mm	A
	červená	bílá					
3 barů / 120 °C							
N 8	7202505	7202805	1,9	272	233	---	R ¾
N 12	7203306	7203505	2,6	272	315	---	R ¾
N 18	7204305	7204405	3,5	308	360	---	R ¾
N 25	7206305	7206405	4,6	308	480	---	R ¾
N 35	7208405	7208505	5,4	376	465	130	R ¾

6 barů / 120 °C							
Typ	Obj. číslo		Hmotnost kg	Ø D mm	H mm	h mm	A
	červená	bílá					
N 50	7001000	7001100	12,5	441	495	175	R ¾
N 80	7001200	7001300	17,0	512	570	175	R 1
N 100	7001400	7001500	20,5	512	680	175	R 1
N 140	7001600	7001700	28,6	512	890	175	R 1
N 200	7213300	---	36,7	634	785	235	R 1
N 250	7214300	---	45,0	634	915	235	R 1
N 300	7215300	---	52,0	634	1085	235	R 1
N 400	7218000	---	65,0	740	1070	245	R 1
N 500	7218300	---	79,0	740	1290	245	R 1
N 600	7218400	---	85,0	740	1530	245	R 1
N 800	7218500	---	103,0	740	1995	245	R 1
N 1000	7218600	---	120,0	740	2410	245	R 1

↑ V_n celkový objem nádoby

reflex S

- ▶ pro solární a topné soustavy a rozvody chladicí vody
- ▶ pro koncentraci nemrznoucích přísad do 50 %
- ▶ se závitovým připojením
- ▶ membrána podle DIN 4807 T3, max. provozní teplota 70 °C
- ▶ 33 litrů s upevňovacími úchyty
- ▶ schváleno v souladu se směrnicí EU pro tlaková zařízení 97/23/EG
- ▶ červený nebo bílý nátěr



Typ	Obj. číslo	Hmotnost	Ø D	H	h	A	Přetlak
10 barů / 120 °C	červená	kg	mm	mm	mm		plynu
S 2	9707700	1,1	132	260	---	G 3/4	0,5
S 8	9703900	2,5	206	325	---	G 3/4	1,5
S 12	9704000	3,5	280	300	---	G 3/4	
S 18	9704100	4,5	280	380	---	G 3/4	
S 25	9704200	5,5	280	500	---	G 3/4	
S 33	9706200	6,3	354	450	---	G 3/4	
S 50	7209500	13,2	409	505	200	R 1	3,0
S 80	7210300	18,4	480	570	210	R 1	
S 100	7210500	22,7	480	675	210	R 1	
S 140	7211500	29,0	480	915	210	R 1	
S 200	7213400	40,0	634	735	235	R 1	
S 250	7214400	48,0	634	915	235	R 1	
S 300	7215400	54,0	634	1035	235	R 1	
S 400	7219000	78,0	740	1070	245	R 1	
S 500	7219100	80,0	740	1290	245	R 1	
S 600	7219200	103,0	740	1530	245	R 1	

↑ V_n celkový objem nádoby

Zdroje:

Vyhláška č.499/2006 Sb.

-Vyhláška č. 193/2007 Sb

-Nařízení vlády 272/2011

-ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu,

-ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody

- ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

- ČSN 38 3350 Zásobování teplem - Všeobecné zásady

- ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

-projekční materiály firmy ATREA

- Technické listy výrobců

Korado

www.korado.cz

Regulus

www.regulus.cz

Schindler a Hofmann

www.schindler-hofmann.de

Reflex

www.reflex.cz

Austria Email

www.austria-email.de

Siebel Eltron

www.siebel-eltron.cz

Grundfos

www.grundfos.de

Wilo

www.wilo.cz

Mandik

www.mandik.cz

Mart

www.mart.cz

VKV Pardubice

www.vkv-pardubice.cz

