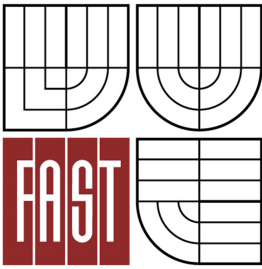




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ VÝSTAVNÍCH PROSTOR

HEATING AND VENTILATION OF THE EXHIBITION HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LUKÁŠ KLUS

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Lukáš Klus
Název Vytápění a větrání výstavních prostor
Vedoucí bakalářské práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce 27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



.....
prof. Ing. Rostislav Drochýtko, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část


- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla,
- výpočet tepelného výkonu,
- stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy v podle vyhlášky č.78/2013 Sb. ,
- návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozdělte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).


.....
Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce řeší vytápění, přípravu teplé vody a větrání objektu, který bude sloužit pro vystavování a prodej koupelen a jejich vybavení. Teoretická část se věnuje tématu podlahového vytápění. Výpočtová část obsahuje samotný návrh vytápění. Přestup tepla do místností je zajištěn deskovými otopnými tělesy, konvektory a v největší místnosti podlahovým vytápěním. Je navržen smíšený ohřev teplé vody. Objekt bude větrán nuceně. Jako zdroj tepla je navrhnout plynový kondenzační kotel. V práci je rovněž řešeno všechno potřebné zařízení soustavy.

Abstrakt

The bachelor thesis solves the heating, preparation of the hot water and the ventilation of the building which will serve for exhibiting and sale of bathrooms and their equipment. The theoretical part deals with theme of underfloor heating. The computational part contains the design of heating. Transfer of the heat to the rooms is ensured by plate radiators, convectors and by underfloor heating in the largest room of the building. There is mixed heating designed for preparation of the hot water. The building will be ventilated forcibly. Gas condensing boiler is designed as a heating source. The work also deals with all the necessary equipment for the system.

Klíčová slova

Podlahové vytápění, plynový kondenzační kotel, příprava teplé vody, smíšený ohřev teplé vody, teplosměnná plocha, desková otopná tělesa, zabezpečovací zařízení.

Key words

Underfloor heating, gas condensing boiler, preparation of the hot water, mixed heating of hot water, heat transfer area, plate radiators, safety device.

Bibliografická citace VŠKP

Lukáš Klus *Vytápění a větrání výstavních prostor*. Brno, 2016. 157 s., 6 příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2016



.....
Lukáš Klus

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé bakalářské práce, paní Ing. Marcele Počinkové Ph.D. za její ohromnou ochotu, odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnovala při konzultacích.

Lukáš Klus.

OBSAH

Úvod.....	12
A. TEORETICKÁ ČÁST	13
1 HISTORIE PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ	14
2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ VELKOPLOŠNÉHO VYTÁPĚNÍ.....	15
3 HYGIENICKÉ A TEPELNĚ TECHNICKÉ POŽADAVKY.....	15
3.1 TEPELNÁ POHODA	15
3.2 LOKÁLNÍ TEPELNÁ NEPOHODA	16
3.3 TEPELNÝ REŽIM.....	17
3.4 TEPELNÝ ODPOR PODLAHOVÉ KONSTRUKCE	19
3.5 TEPELNÁ JÍMAVOST PODLAHY	19
4 DĚLENÍ DLE PROVÁDĚNÍ	21
4.1 PODLE ZPŮSOBU PROVEDENÍ OTOPNÉ PLOCHY	21
4.2 PODLE ZPŮSOBU KLADENÍ TOPNÉHO HADU	22
4.3 KLADENÍ A UPEVNĚNÍ TRUBEK.....	24
5 TRUBNÍ MATERIÁLY PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ	25
5.1 PLASTY	26
5.2 MĚĎ.....	27
5.3 KOMBINOVANÉ TRUBKY	27
6 KONSTRUKCE PODLAHOVÉ OTOPNÉ PLOCHY	28
6.1 PODKLADOVÝ BETON	28
6.2 TEPELNĚ – AKUSTICKÁ VRSTVA	29
6.3 HYDROIZOLACE.....	29
6.4 TEPELNĚREFLEXNÍ FÓLIE	29
6.5 OTOPNÉ TRUBKY	30
6.6 BETONOVÁ MAZANINA.....	30
6.7 PODLAHOVÁ KRYTINA	30
7 VÝPOČET VÝKONU PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ.....	31
8 REGULACE PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ	34
8.1 REGULACE S NOČNÍM POKLESEM TEPLoty	35
8.2 REGULACE PODLE TEPLoty MÍSTNOSTI	35
8.3 REGULACE PODLE TEPLoty VENKOVNÍHO VZDUCHU – EKVITERMNÍ	35
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	36
1 ANALÝZA OBJEKTU	37
2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU	38
2.1 VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA DANÝCH KONSTRUKCÍ A POSOUZENÍ S NORMOVÝMI HODNOTAMI.....	38
2.2 VÝPOČET TEPLoty V NEVYTÁPĚNÉ MÍSTNOSTI.....	45
2.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT MÍSTNOSTÍ	46
3 HODNOCENÍ PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA	83

3.1	HODNOCENÍ PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU OBÁLKY BUDOVY – ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY.....	83
3.2	HODNOCENÍ PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA	87
4	NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH.....	91
4.1	NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES.....	91
4.2	NÁVRH PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ	94
4.3	TECHNICKÝ LIST OTOPNÝCH TĚLES RADIK PLAN VK.....	97
4.4	TECHNICKÝ LIST OTOPNÝCH TĚLES RADIK KLASIK	98
4.5	TECHNICKÝ LIST KONVEKTORU KORAFLEX FK.....	99
5	DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ ZAREGULOVÁNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY	100
5.1	NÁVRH DIMENZÍ A REGULACE VĚTVE „O“ (PRO OTOPNÁ TĚLESA).....	101
5.2	NÁVRH DIMENZÍ A REGULACE VĚTVE „P“ (PRO PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ)	103
5.3	NÁVRH DIMENZÍ A REGULACE VĚTVE „V“ (PRO VZT JEDNOTKY)	104
5.4	NÁVRH DIMENZE VĚTVE „T“ (PRO OHŘÍVAČ TEPLÉ VODY).....	104
5.5	NÁVRH DIMENZÍ A REGULACE VĚTVE „K“ (OD ZDROJE TEPLA K R+S)	104
5.6	PŘEHLED VĚTVÍ Z R+S V TECHNICKÉ MÍSTNOSTI.....	104
5.7	TECHNICKÉ LISTY VYBAVENÍ POUŽITÉHO PŘI DIMENZOVÁNÍ	105
6	NÁVRH TROJCESTNÝCH SMĚŠOVACÍCH VENTILŮ	116
6.1	TECHNICKÝ LIST SMĚŠOVACÍHO VENTILU ESBE VRG 130.....	117
7	NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL.....	119
8	POTŘEBA TEPLÉ VODY	122
8.1	TECHNICKÝ LIST ZÁSOBNÍKOVÉHO OHŘÍVAČE DRAŽICE OKH 100 NTR	124
9	NÁVRH ZDROJE TEPLA	125
9.1	NÁVRH TEPELNÉHO VÝKONU	125
9.2	TECHNICKÝ LIST PLYNOVÉHO KONDENZAČNÍHO KOTLE MEDVĚD CONDENS 48 KKS	125
10	NÁVRH ZAŘÍZENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI.....	127
10.1	ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ OD FIRMY ETL	127
10.2	HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ OD FIRMY ETL.....	128
11	NÁVRH ZABEZPĚČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ	129
11.1	NÁVRH EXPANZNÍ NÁDOBY	129
11.2	NÁVRH POJISTNÝCH VENTILŮ.....	130
11.3	TECHNICKÝ LIST EXPANZNÍ NÁDOBY REFLEX NG 100/6	131
11.4	TECHNICKÝ LIST POJISTNÉHO VENTILU HONEYWELL SM120 - ½ Z	132
12	NÁVRH TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ	133
13	VÝPOČET POTŘEBY TEPLA	134
13.1	MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM A INFILTRACÍ H_{TR}	134
13.2	MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	135
13.3	CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA Q_L	136
13.4	TEPELNÁ ENERGIE PRO KRYTÍ ZTRÁT PROSTUPEM ZA DEN Q_{TR}	136
13.5	TEPELNÁ ENERGIE PRO KRYTÍ ZTRÁT VĚTRÁNÍM ZA DEN Q_{VE}	136
13.6	SOLÁRNÍ ZISKY PRŮSVITNÝMI KONSTRUKCEMI	136
13.7	PASIVNÍ ZISKY Z VNITŘNÍCH ZDROJŮ.....	137
13.8	STUPEŇ VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ.....	137
13.9	VNITŘNÍ TEPELNÁ KAPACITA BUDOVY C.....	137
13.10	ČASOVÁ KONSTANTA BUDOVY	137
13.11	FAKTOR SETRVAČNOSTI BUDOVY.....	137

13.12	STUPEŇ VYUŽITÍ ZISKŮ V TOPNÉM REŽIMU	138
13.13	BILANCE POTŘEB	138
13.14	SPOTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TV	138
13.15	VÝPOČET POTŘEBY A SPOTŘEBY TEPLA	139
13.16	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ POTŘEBY TEPLA	140
C. PROJEKT		141
1	ÚVOD.....	142
1.1	UMÍSTĚNÍ A POPIS OBJEKTU	142
1.2	POPIS PROVOZU OBJEKTU	142
2	PODKLADY.....	142
2.1	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	142
2.2	ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	142
2.3	NORMY A PRÁVNÍ PŘEDPISY	142
3	ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE	143
3.1	KLIMATICKÉ POMĚRY	143
3.2	VNITŘNÍ NÁVRHOVÉ TEPLOTY	143
3.3	TEPELNÝ VÝKON.....	143
3.4	POTŘEBA/SPOTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ	145
4	ZDROJ TEPLA	145
4.1	DRUH PRIMÁRNÍ ENERGIE	145
4.2	ZDROJ TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY	145
4.3	ZABEZPEČOVACÍ A EXPANZNÍ ZAŘÍZENÍ	145
5	TOPNÁ SOUSTAVA	145
5.1	POPIS TOPNÉ SOUSTAVY.....	145
5.2	ČERPACÍ TECHNIKA	146
5.3	PLNĚNÍ A VYPOUŠTĚNÍ TOPNÉ SOUPRAVY	146
5.4	TOPNÉ PLOCHY	146
5.5	REGULACE A MĚŘENÍ	146
6	POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE.....	147
6.1	STAVEBNÍ PRÁCE	147
6.2	ELEKTROINSTALACE	147
6.3	ZDRAVOTECHNIKA.....	147
6.4	MĚŘENÍ A REGULACE	147
7	MONTÁŽ, UVEDENÍ DO PROVOZU A PROVOZ	148
7.1	ZDROJ	148
7.2	TOPNÁ SOUSTAVA.....	148
7.3	TOPNÁ ZKOUŠKA.....	148
7.4	ZPŮSOBY OBSLUHY A OVLÁDÁNÍ.....	149
8	OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	149
8.1	VLIVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	149
8.2	VYPOUŠTĚNÉ LÁTKY	149
8.3	HOSPODAŘENÍ S ODPADY	149
9	BEZPEČNOST A POŽÁRNÍ OCHRANA	149
9.1	POŽÁRNÍ OCHRANA	149
9.2	BEZPEČNOST PŘI REALIZACI DÍLA	149

ZÁVĚR	150
POUŽITÉ ZDROJE.....	151
POUŽITÉ SYMBOLY A ZKRATKY	153
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	155
PŘÍLOHY	157

ÚVOD

Téma bakalářské práce je návrh vytápění a přípravy teplé vody objektu, který bude sloužit pro vystavování a prodej koupelen a jejich vybavení.

První, teoretická část, bakalářské práce řeší zadané téma podlahového vytápění. Jsou zde rozebrány způsoby provádění, základní požadavky na podlahové vytápění, konstrukce otopné plochy, je zde uvedeno rozdělení podlahového vytápění dle několika kritérií a na závěr je nastíněn výpočet tepelného výkonu a způsoby regulace podlahového vytápění.

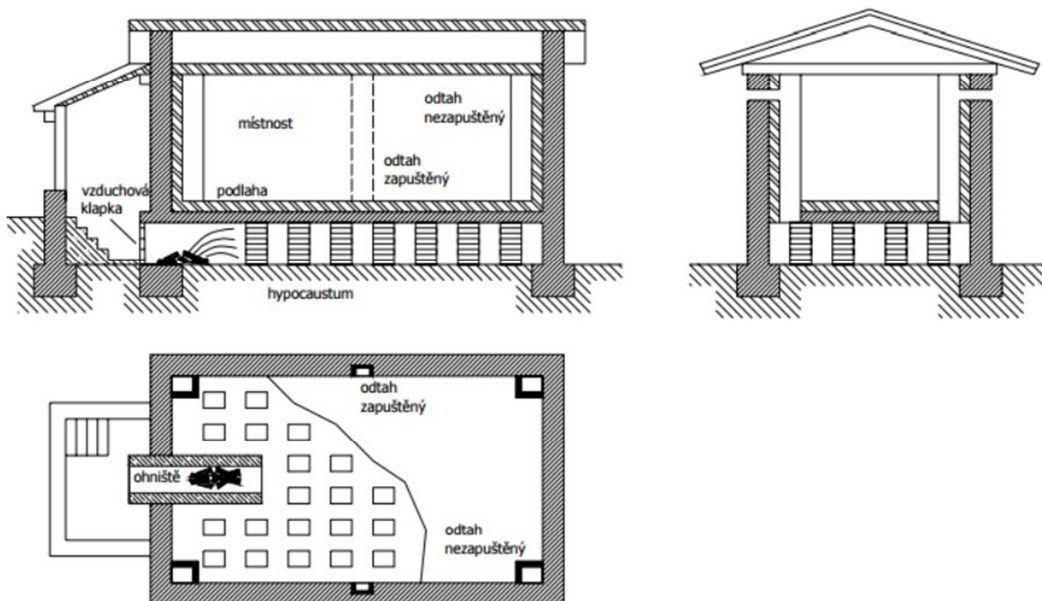
Druhá, výpočtová část, bakalářské práce řeší vytápění a přípravu teplé vody zadaného objektu. Předání tepla do místností bude zajištěno otopnými tělesy a podlahovým vytápěním, které bude umístěno ve výstavním a prodejním prostoru, jež je největší místností budovy. Zdrojem tepla bude dle požadavku plynový kondenzační kotel, který kromě vytápění, má být navržen i na ohřev teplé vody a ohřev vzduchu přiváděného do budovy přes vzduchotechnické jednotky. Tato část řeší také návrh veškerého technického a zabezpečovacího zařízení nutného k provozu celého systému.

Třetí, projektová část, bakalářské práce bude obsahovat grafickou část celého projektu a technickou zprávu k tomuto projektu.

A. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

První ústřední a zároveň i podlahové vytápění navrhl v roce 80 p. n. l. Sergio Orata ve starověkém Římě, které bylo nazváno hypocaustum (hypo = zdola, caein = hořet). Bylo to ohniště bez roštu na spalování dřeva a dřevěného uhlí, které bylo umístěno mimo vytápěné místnosti, pod domem. Horké kouřové spaliny od ohně proudily do dutin, vytvořených pod celým domem, čímž ohřívaly podlahu a od ní se ohříval vzduch v místnostech vytápěného domu. Tyto spaliny pak byly odváděny jednou nebo více šachtami situovanými v obvodových stěnách a ústícími bočními otvory do vnějšího prostředí.



Obr. 1 Schéma hypokausta [6]

Následné vylepšení tohoto systému představovalo tzv. kanálkové vytápění, ve kterém byla dutina pod podlahou domu nahrazena rozvětvenou soustavou kanálků. Lze tedy říci, že se již jednalo o podlahové vytápění, jak ho známe dnes, avšak teplotním médiem byl ještě vzduch. Teplovodní vytápění, tedy takové, kde je teplotním médiem voda, se poprvé objevilo v 18. století ve Francii.

Původcem sálavých otopných soustav s otopnými tělesy zabetonovanými do desek připevněných na povrch zdiva se stal v roce 1907 Angličan Barker, který v roce 1926 uskutečnil s anglickou firmou Crittal ukládání otopných trubek přímo do stropu, resp. podlahy). V roce 1935 si dal Holanďan Van Dooren patentovat využití sálavých otopných trubek v konstrukci stropu současně jako vyztuženého prvku stavební konstrukce. V tomto případě již lze hovořit o velkoplošném sálavém teplovodním vytápění. [1]

2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ VELKOPLOŠNÉHO VYTÁPĚNÍ

Podlahové vytápění patří mezi velkoplošné, převážně sálavé vytápění. To lze dle zdroje č. 2 rozdělit následovně:

- Podle stavební konstrukce:
 - podlahové;
 - stěnové;
 - stropní;
 - speciální případy použití u jiných konstrukcí.

- Podle zdroje tepla – teplotního média:
 - teplovodní;
 - elektrické;
 - teplovzdušné.

- Podle technologie provádění
 - „mokrý“;
 - „suchý“.

3 HYGIENICKÉ A TEPELNĚ TECHNICKÉ POŽADAVKY

Při výpočtu, návrhu a provozu podlahového teplovodního vytápění musí být splněny určité hygienické požadavky související s:

- tepelnou pohodu,
- lokální tepelnou nepohodu,
- tepelným režimem. [1]

Dle zdroje č. 3 jsou tepelně technické vlastnosti pro podlahové vytápění dány:

- tepelným odporem stavební konstrukce,
- teplotním útlumem stavební konstrukce,
- tepelnou jímavostí podlahy,
- množstvím zkondenzované a vypařené vodní páry,
- průvzdušností spár,
- tepelnou stabilitou místnosti,
- spotřebou energie.

3.1 Tepelná pohoda

Úkolem vytápění je zajištění tepelné pohody ve vytápěné místnosti. To znamená, že musí dosáhnout takových poměrů, při kterých člověk nepocituje ani chlad, ani nadměrné teplo nebo se mokře potí, tedy cítí se tepelně neutrálně. [5]

3.1.1 Faktory tepelné pohody

Požadavek vytvoření stavu tepelné pohody spočívá v tom, že se osoba jako celek cítí tepelně neutrálně, což závisí na základních faktorech:

- faktory osoby:
 - činnost q_m (W/m^2),
 - tepelný odpor oděvu R_{cl} ($m^2 \cdot K/W$),
- faktory interiérového prostředí:
 - teplota vnitřního vzduchu θ_i ($^{\circ}C$),
 - průměrná sálavá teplota θ_u ($^{\circ}C$),
 - rychlost proudění vnitřního vzduchu v_i (m/s),
 - tlak vodní páry vnitřního vzduchu p_i (Pa).

Z rovnice tepelné pohody lze stanovit všech 6 těchto parametrů, přičemž je ale uvažován vliv tepelně-vlhkostního mikroklimatu na lidské tělo jako celek. Za vyhovující je považován takový stav, kdy je nespokojeno méně než 15 % subjektů v daném vnitřním prostředí. Kromě tepelné neutrality musí zároveň platit, že žádná z částí těla nesmí být nadměrně zahřívána nebo ochlazována. Z tohoto důvodu je nutné definovat další požadavky, které by zamezily vzniku lokální nepohody na jakékoliv části lidského těla, což může být způsobeno těmito skutečnostmi:

- asymetrické sálání tepla,
- vertikální teplotní gradient vzduchu,
- teplá nebo studená podlaha
- proudění vzduchu. [1]

3.2 Lokální tepelná nepohoda

U podlahového vytápění může vzhledem k přímému kontaktu nohy člověka s podlahou dojít k tzv. lokální nepohodě, a to v důsledku příliš vysoké povrchové teplotě podlahy.

Pro podlahy používané neobutými lidmi (ložnice, tělocvičny, bazény...) jsou rozhodující tepelně-technické vlastnosti vrstev podlahové konstrukce. Na základě teorie šíření tepla byly stanoveny a experimentálně ověřeny optimální povrchové teploty pro různé typy podlah.

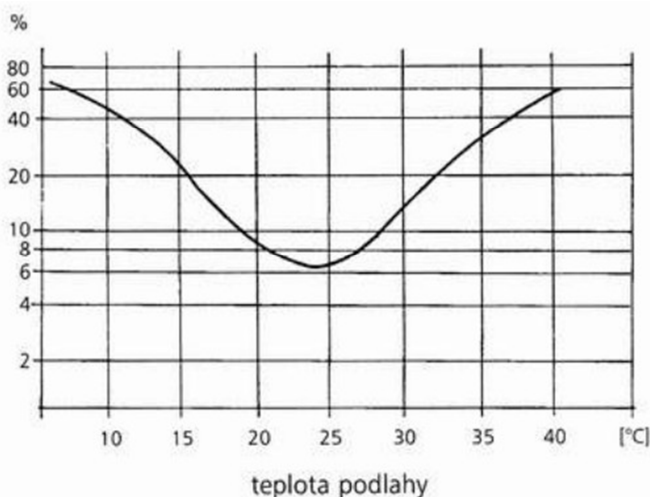
Podlahový materiál	Optimální povrchová teplota podlahy		Doporučené rozmezí povrchové teploty podlahy t_p [$^{\circ}C$]
	1. min	10. min	
Textílie	21	24,5	21,0 až 28,0
Korek	24	26	23,0 až 28,0
Dřevo - borovice	25	26	22,5 až 28,0
Dřevo - dub	26	26	24,5 až 28,0
PVC na betonu	28	27	25,5 až 28,0
Linoleum na dřevě	28	26	24,0 až 28,0
Plynobeton	29	27	26,0 až 28,5
Betonová mazanina	28,5	27	26,0 až 28,5

Tab. 1 Optimální teplota podlahy používané neobutými lidmi [7]

Podlahy používané obutými (běžné přezůvky, bačkory) lidmi z hlediska podlahové krytiny neovlivňují tepelný stav člověka.

Doporučuje se optimální teplota 25 °C pro stojící a 23 °C pro sedící osoby. U podlahového vytápění je nejdůležitější udržení průměrné povrchové teploty podlahy pod 29 °C. Výjimku tvoří koupelny a okrajové zóny, kde může být teplota vyšší.

Z psychofyzikálních testů vyplývá, že při dodržení optimálních teplot bude tepelně nespokojeno maximálně 10 % subjektů (obr. 2). Pokud by se povrchová teplota nacházela v intervalu doporučených hodnot, pak pocit tepelné nepohody cítí méně než 15 % subjektů, což se může pokládat za akceptovatelné.



Obr. 2 Grafické znázornění závislosti procenta nespokojených uživatelů na teplotě podlahy [1]

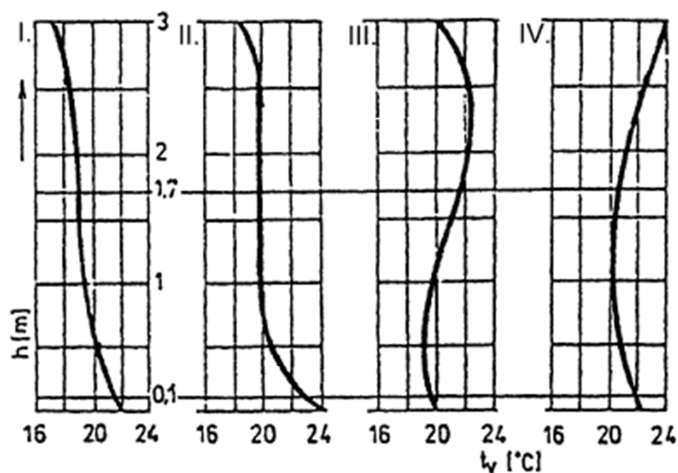
Teplota podlahy nemá být ale ani příliš nízká. Chodidla jsou totiž části těla, které reagují na změny teploty pomalu kvůli slabému prokrvení. Při kontaktu chodidel se studenou podlahou nastává odevzdání tepla vedením, které je v relativně vysokém podílu oproti jiným formám předávání tepla. Tady vzniká příčina častých stížností na „studené nohy“ při konvekčním vytápění. [1]

3.3 Tepelný režim

Pro správný návrh podlahového vytápění z hlediska tepelného stavu interiéru je nutno specifikovat i prostorové rozložení teplot, tedy jejich vertikální a horizontální průběh.

3.3.1 Vertikální průběh teploty

Ideální vytápění by mělo zajistit takové rozložení teplot s výškou místnosti, aby v oblasti hlavy stojícího člověka byla teplota vzduchu alespoň o 2 °C nižší, než je v oblasti kotníků. U podlahového vytápění je teplota v úrovni hlavy max. o 2 až 3 °C nižší než v oblasti kotníků a nad pobytovou zónou směrem vzhůru už jen klesá. Kdežto u ostatních druhů vytápění je vertikální průběh teplot značně nevyrovnaný. [5]

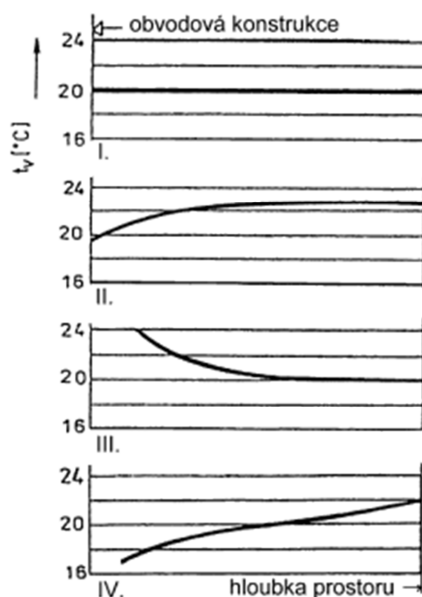


Obr. 3 Vertikální průběh vzduchu v místnosti při jejím různém způsobu vytápění
I. – ideální průběh; II. – podlahové vytápění; III. – článkové; IV. – stropní. [8]

3.3.2 Horizontální průběh teploty

Horizontální rozložení teplot odráží umístění otopné plochy ve směru od obvodové (ochlazené) konstrukce k vnitřní stavební konstrukci. U podlahového vytápění je, vzhledem k tomu, že otopnou plochu tvoří většinou celá plocha podlahy, tento průběh téměř ideálně rovnoměrný, až na úzkou oblast u ochlazené konstrukce. Z tohoto důvodu se doporučuje přibližně 1 m od vnější ochlazené konstrukce zmenšit rozestup mezi otopnými trubkami.

Při vodorovném průběhu teplot od ochlazené stěny by za ideálních podmínek měla být ve všech rovinách konstantní teplota vzduchu (obr.4). Tomuto se nejvíce blíží právě podlahové vytápění. Aby u ochlazené stěny nenastal pokles teploty, zvýší se povrchová teplota v okrajové zóně právě zmenšením rozestupů trubek.



Obr. 4 Horizontální průběh vzduchu v místnosti při jejím různém způsobu vytápění
I. – ideální průběh; II. – podlahové vytápění; III. – článkové; IV. – stropní. [8]

3.4 Tepelný odpor podlahové konstrukce

Při návrhu a výpočtu podlahového vytápění rozlišujeme dva tepelné odpory konstrukce. Směrem dolů a směrem nahoru.

Jelikož chceme, aby podlahové vytápění předávalo co největší procento tepelné energie nad otopnou plochou, je velmi žádoucí, aby tepelný odpor konstrukce pod topným hadem byl co největší. Tím se sníží ztráty (do zeminy, chladnějšího prostoru pod vytápěnou místností apod.) a zvýší účinnost systému. Naopak tepelný odpor podlahové konstrukce nad potrubím by měl být co nejmenší, aby soustava potrubí byla schopna snadno předat teplo.

Jinými slovy se snažíme dosáhnout toho, aby tepelný tok směrem nahoru byl několikanásobně větší než tepelný tok směrem dolů.

Tepelný odpor je veličina, kterou pro jednovrstvou konstrukci vyjadřujeme podílem tloušťky a součinitelem tepelné vodivosti materiálu:

$$R_{iz} = d_{iz} / \lambda_{iz} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}]$$

Norma ČSN EN 1264-4 požaduje nejmenší tepelný odpor izolační vrstvy pod soustavou podlahového vytápění:

- 0,75, je-li spodní místnost vytápěná;
- 1,25, je-li spodní místnost vytápěna přerušovaně či nevytápěná, nebo jedná-li se o podlahovou konstrukci na zemině a hladina spodní vody je vzdálena více než 5m;
- 2,0 pro oblasti s výpočtovou venkovní teplotou od -5 do -15 °C včetně. [14]

U tepelněizolační vrstvy se součinitelem tepelné vodivosti 0,038 [W/m·K] těmito požadavkům vyhovují následující tloušťky izolačních vrstev:

- 3 cm u mezibytových konstrukcí,
- 5 cm u podlah na zemině,
- 8 cm u konstrukcí nad venkovním prostředím. [2]

3.5 Tepelná jímavost podlahy

Tepelná jímavost vyjadřuje kontaktní ochlazovací účinek konstrukce podlahy na živý organismus (noha člověka, sedící dítě apod.).

Podle tepelné jímavosti rozlišujeme podlahy teplé a studené. Teplá podlaha je taková, u které po počátečním poklesu teploty nohy v prvních okamžicích kontaktu dochází k postupnému zvyšování teploty. U studené podlahy naopak teploty i v dalších minutách dotyku klesají.

Pomocí tepelné jímavosti podlahy určujeme pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$, na jehož základě se podlahy rozdělují do čtyř kategorií (dle ČSN 730540-2), kterým jsou v obytných a občanských budovách přiřazeny druhy místností. Pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10,n}$ musí splňovat podmínku $\Delta\theta_{10,n} \leq \Delta\theta_{10,n,r}$

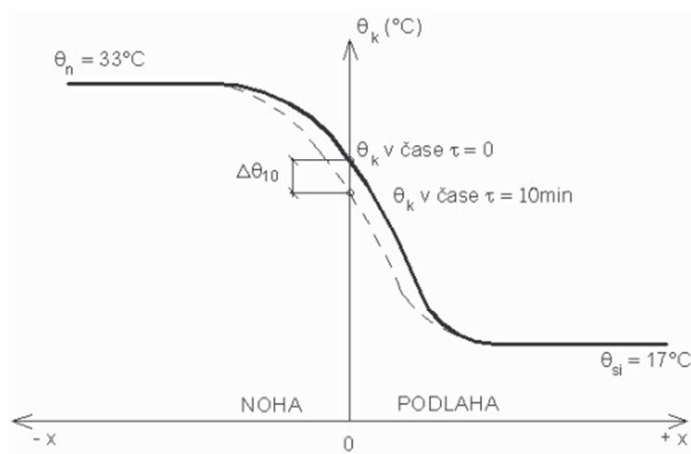
kde $\Delta\theta_{10,n}$ je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty, která se stanoví dle tab. 2. [9]

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9 včetně

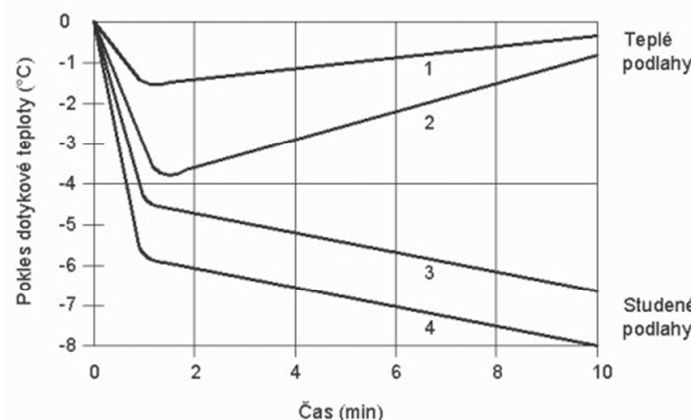
Tab. 2 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,n}$. [15]

Podlaha a chodidlo tvoří soustavu těles s definovanými okrajovými podmínkami:

- počáteční povrchová teplota chodidla - $\theta_n = 33\text{ °C}$;
- počáteční povrchová teplota podlahy - $\theta_{si} = 17\text{ °C}$;
- doba kontaktu – $\tau = 10\text{ min}$ (600 s)



Obr. 5 Schématické znázornění dotyku nohy a podlahové konstrukce [4]



Obr. 6 Průběh poklesu dotykové teploty podlahy. 1 – korkové parkety, 2 – dřevěná podlaha, 3 – PVC, 4 – betonová podlaha. [4]

4 DĚLENÍ DLE PROVÁDĚNÍ

Provádění podlahového vytápění můžeme dělit několika způsoby.

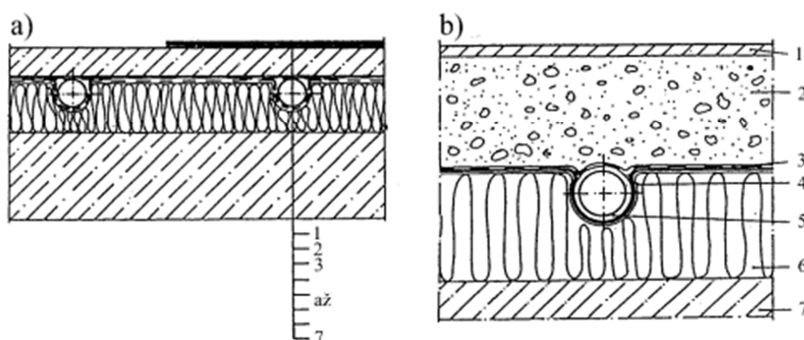
4.1 Podle způsobu provedení otopné plochy

- Provedení suchým způsobem,
- provedení mokrým způsobem,
- modulové klima podlahy.

Suchý způsob

U tohoto způsobu provedení (obr. 7) se potrubí ukládá do tepelněizolační vrstvy pod roznášecí vrstvou (cementový potěr, anhydritová roznášecí vrstva apod.). Od této vrstvy jej dělí hydroizolační fólie a kovová lamela, která zvyšuje pevnost podlahy a umožňuje rovnoměrný rozvod tepla.

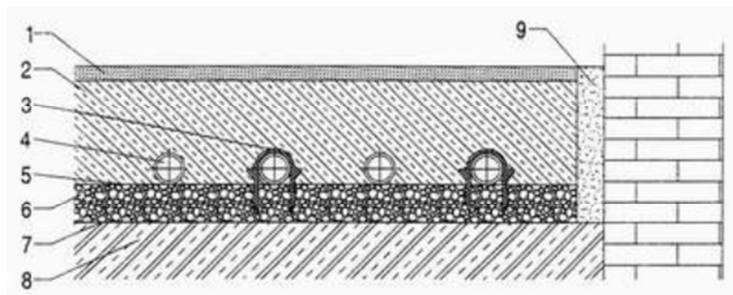
Takto vytvořená podlaha pracuje s vyššími teplotami otopné vody. Přívodní teplota vody se pohybuje v rozmezí 40 až 70 °C. Tento způsob se využívá tam, kde stačí nižší měrné tepelné výkony (do 50 W/m²), např. jako dodatková otopná plocha či tam, kde stačí pouze temperovat nebo se požaduje nízká konstrukční výška podlahy, např. rekonstrukce u rekonstrukcí. [9]



Obr. 7 Suchý způsob vytvoření otopné plochy – a) řez otopnou plochou, b) detail uložení trubky. 1 – podlahová krytina, 2 – cementový potěr, 3 – hydroizolace, 4 – fólie, 5 – otopný had, 6 tepelná izolace, 7 – nosná podlaha. [9]

Mokrý způsob

Při tomto způsobu provedení podlahového vytápění je otopný had zalit přímo v roznášecí vrstvě nad tepelně-zvukovou izolací (obr. 8). Teplota přívodní vody se předpokládá mezi 35 a 55 °C a podlaha pracuje s měrným tepelným výkonem nad 50 W/m². [9]

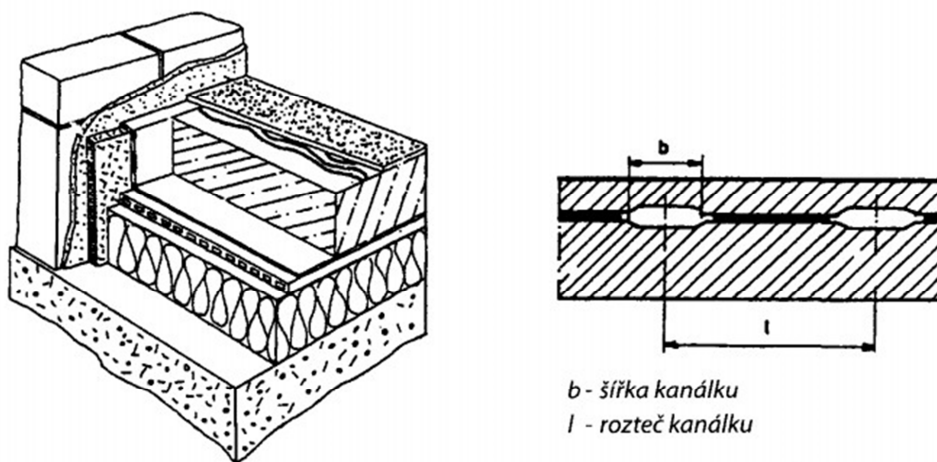


Obr. 8 Mokrý způsob vytvoření otopné plochy – řez podlahou.

1 – krycí vrstva podlahy, 2 – betonová mazanina, 3 – upevňovací třmeny, 4- teplotnosné trubky, 5 - hliníková fólie, 6 – izolační vrstva, 7 – hydroizolace, 8 – nosná konstrukce, 9 – okrajový dilatační pás. [6]

Modulové klima podlahy

Jedná se o duté profilované desky nebo pásy (moduly), které jsou vyráběny přímo pro účel podlahového vytápění (obr. 9). Jednotlivé moduly se kladou na tepelnou izolaci jako souvislá plocha a hydraulicky se mezi sebou propojují. Výhodou tohoto způsobu provedení je vyšší pružnost otopné soustavy, nízká konstrukční výška a rovnoměrné rozložení povrchové teploty podlahy. Toto provedení předpokládá nízké teploty vstupní otopné vody mezi 25 až 35 °C. Modulové klima desky se v ČR nepoužívají, snad kvůli vysokým nárokům na čistotu vody, způsobeným velmi malými průtočnými průřezy. [3]



Obr. 9 Řez modulovou klima podlahou. [3]

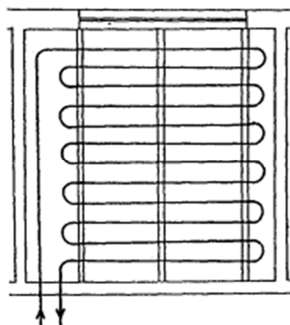
4.2 Podle způsobu kladení topného hadu

- Meandrový způsob kladení,
- spirálový způsob kladení.

Meandrový způsob

Tento způsob kladení (obr. 10) je jednodušší a bezproblémový. Asymetrické uspořádání místnosti lze snadno vyřešit, což při jiných způsobech může být problematické. Při tomto tvarování topného hadu klesá teplota otopné vody směrem od ochlazované konstrukce dovnitř místnos-

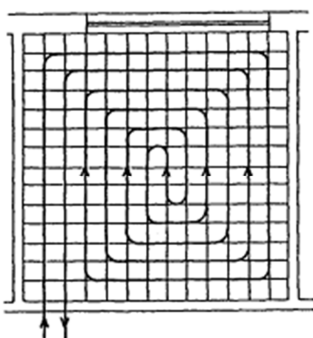
ti, což zajišťuje rovnoměrnější rozložení teplot v prostoru. Oblouky se zde tvarují pod úhlem 180° , což si žádá použití menších průměrů potrubí (16x2, 17x2 mm). [6] [9]



Obr. 10 Meandrový způsob kladení otopného hadu. [9]

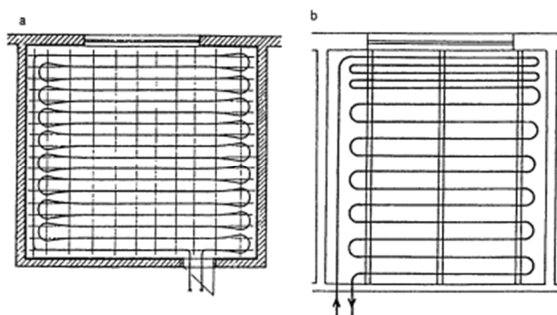
Spirálový způsob

Tento způsob kladení (obr. 11) rovnoměrně rozkládá výkon po celé ploše tím, že spirála je tvořena dvojicí souběžných potrubí s protiproudem, takže v každém místě je teplota stejná z průměru teplot obou trubek. Nevýhodou ovšem je rozložení vnitřních teplot místnosti v horizontálním směru, kdy teplota klesá ve směru od vnitřní stěny k ochlazované. Tento způsob nejčastěji používá menší úhly tvarování oblouků (90°), takže umožňuje použití větších průměrů trubek (18x2, 20x2...). [6] [9]

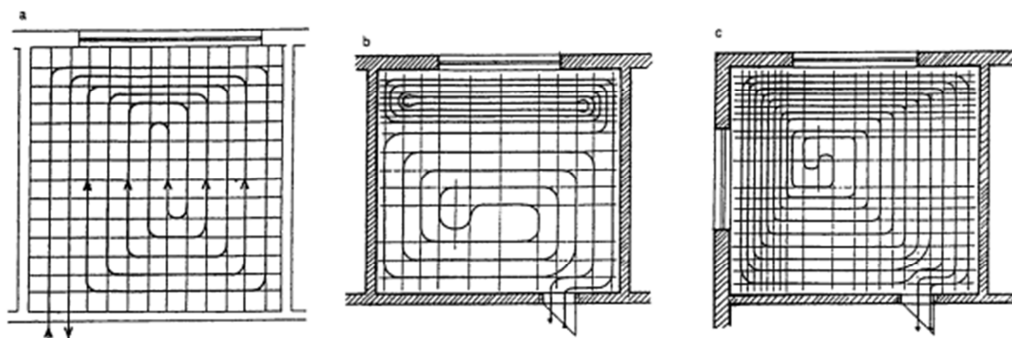


Obr. 11 Kladení otopného hadu ve tvaru plošné spirály. [9]

Oba způsoby kladení umožňují použití okrajové zóny (obr. 12, obr. 13), což alespoň částečně eliminuje negativní vliv ochlazovaných konstrukcí na celkovou tepelnou pohodu v místnosti. Tato zóna se vytváří zhuštěním vzdáleností potrubí od sebe a umísťuje se 0,5 až 1,0 m od ochlazované konstrukce. [9]



Obr. 12 Meandrový způsob pokládky (a – bez okrajové zóny, b – s okrajovou zónou). [9]



Obr. 13 Kladení ve tvaru plošné spirály (a – s okrajovou zónou – zhuštění; b – s okrajovou zónou zvlášť vytvořenou; c – s okrajovou zónou u dvou stěn). [9]

4.3 Kladení a upevnění trubek

Potrubí se upevňuje těmito způsoby:

- přivazováním na síť,
- plastovými příchytkami na síť,
- do plastových lišt,
- plastovými příchytkami (hřeby, spony) do izolační desky,
- vtlačováním do systémové desky,
- připevňováním na armovací síť.

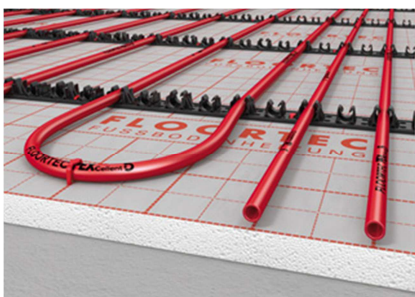
Pod potrubí podlahového vytápění se klade PVC či PE hydroizolační fólie na povrch tepelněizolačních desek. Okraje pásů se překrývají alespoň 20 až 30 cm a po obvodu místnosti se vytahují nad okraj obvodového izolačního pásu.

V případě systémových desek fólie odpadá, jelikož povrch desek je náležitě upraven, aby převzal její funkci.



Při přivazování na síť se jako první osadí kari síť, ke které se potrubí následně přivazuje. Toto řešení je poněkud pracné. Nápomocné mohou být plastové příchytky (obr. 14), které se osadí na kari síť a trubka otopného hadu se do nich jen vtlačuje, což nám oproti přivazování zjednoduší celou montáž.

Obr. 14 Plastová příchytky pro připevnění na KARI síť. [10]



Trubky se také mohou klást do plastových lišt s jednoduchým přichycením na izolační vrstvu (obr. 15). Lišty se umístí dle potřeby v místnosti a trubky se do nich vtlačují dle potřebné rozteče určené výpočtem. [3]

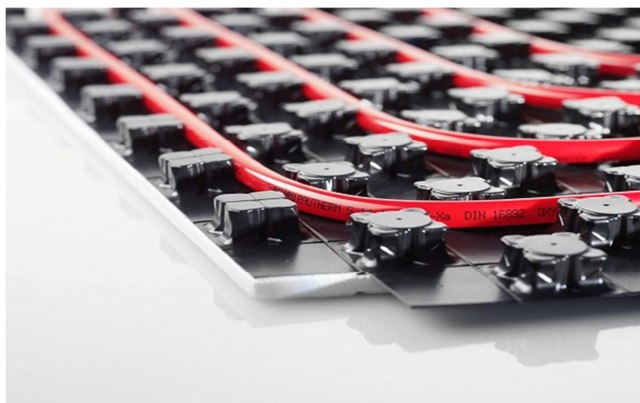
Obr. 15 Kladení potrubí do plastových lišt. [11]



Další, velmi jednoduchý způsob je přichytávání potrubí k izolační vrstvě pomocí plastových přichytek – spon (obr. 16), které se vtlačují do izolační vrstvy a tím přichycují potrubí. [3]

Obr. 16 Stabilizační přichytka. [10]

Systémové desky (obr. 17) umožňují rychlou a flexibilní pokládku trubek. Horní část je tvarovaná výstupky, které umožňují upevnění potrubí v roztečích 50 nebo 75 mm a jejich násobků. Tloušťka izolační desky pod potrubím je různá (od 12 do cca 32 mm), přičemž při splnění tepelných a zvukových požadavků může současně plnit funkci tepelné a zvukové izolace mezibytových konstrukcí. Povrchová úprava desky zajišťuje vodotěsnost a deska tak nahrazuje funkci hydroizolační fólie. Jednotlivé desky se spojují pomocí bočních obvodových drážek nebo přelátováním přesahu tvrdé svrchní vrstvy. [2]



Obr. 17 Systematická deska REHAU-VARIODESKA [11]

5 TRUBNÍ MATERIÁLY PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

Po potrubí podlahového vytápění se používá materiálů:

- plasty (PE-X, PB, PP-R),
- měď,

- kombinované trubky.

5.1 Plasty

Plast je velmi výhodný materiál pro trubicí rozvody podlahového vytápění. Tyto soustavy totiž vyžadují velkou ohebnost trubkových smyček a jsou na rozdíl od klasických otopných systémů méně tepelně namáhány. Velkou výhodou plastového potrubí je také jeho vysoká životnost. Při použití plastů na potrubní rozvody se vychází z předpokladu životnosti 50 až 55 let, tj. výměna instalací 1krát za dobu životnosti stavebního objektu.

Pro výrobu potrubního materiálu má nejvyšší postavení síťovaný polyetylen, který zaujímá až 70 % produkce. Polypropylen a polybuten jsou zastoupeny přibližně rovnocenně. [1]

PE-X(a) – síťovaný polyetylen

Hlavní výhodou tohoto materiálu je jeho snadná výroba a proto i nízká cena. Velmi důležité také je, že síťovaný polyetylen neumožňuje, na rozdíl od polyetylenu, vnikání kyslíku difuzí přes stěnu trubky do otopné soustavy. Beztlaká teplotní odolnost přesahuje 100 °C.

Nevýhodou je, že se nedá spojovat svařováním ani lepením. Spojuje se tedy nerozebíratelně pomocí speciální fitinky s převlečnými kroužky. Takto vytvořený spoj vyhoví pro trvalé zabudování do stavebních konstrukcí. Standardní rozměry, používané většinou výrobci jsou 12x2,0, 17x2,0, 20x2,0, 25x2,3, 32x2,9 mm. [3] [6]



Obr. 18 Potrubí PE-Xa Rautherm S dodávané v kotoučích. [14]

PB – polybuten

Tento materiál je velmi ohebný a má vysokou molekulovou hmotnost. Vyznačuje se také velkou pevností a o odolností proti napěťovým trhlinám. Tepelná odolnost přesahuje 100°C a křehne při -18 °C při beztlaké zátěži. Díky jeho dobrým mechanickým vlastnostem se vyrábí se stěnami o menší tloušťce než ostatní plastová potrubí. Spojování se provádí mechanickými spojkami, svářením natupo nebo polyfuzí. [1]

PP-R – Polypropylen statický kopolymer

Tento materiál byl vyvinut pro sanitární techniku. Má velmi dobrou odolnost při vysokých teplotách a používá se jak pro podlahové vytápění, tak pro ústřední vytápění. Beztlaková odolnost je více než 100 °C. [1]

5.2 Měď

K největším přednostem měděných potrubí patří vysoká odolnost proti korozi a díky tomu minimální tloušťky stěn a metrová hmotnost. Dále velká pevnost materiálu, jednoduché a spolehlivé spojování (není třeba šroubových spojů), baktericidní účinek, možnost 100% recyklace materiálu a díky tomu, že měděná potrubí nezarušují, jsou zajištěny malé tlakové ztráty, vysoký průtok a tepelná vodivost.

Měděné trubky se dají spojovat jak rozebíratelně (šroubení, šroubení se svěrným kroužkem, trubkové spojky, přírubové spoje), tak nerozebíratelně (měkké pájení, tvrdé pájení, lisování, sváření).

Trubka je vyvinuta speciálně pro podlahové vytápění a pro připojování otopných těles. Měděná trouba je potažena speciální chráničkou z PVC, která z malé části zabezpečuje dilataci a chrání potrubí před fyzickými a chemickými vlivy betonových směsí, případně omítek. [1]



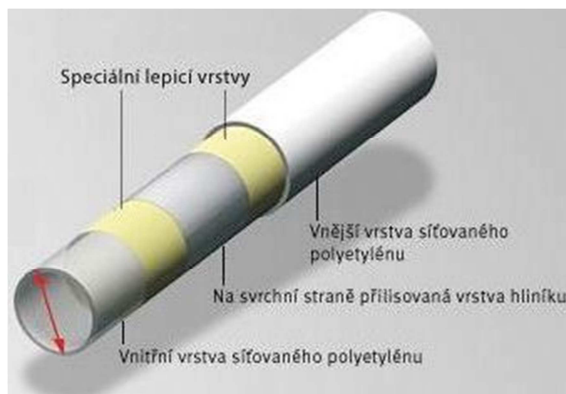
Obr. 19 Podlahové vytápění provedené z měděného potrubí [13]

5.3 Kombinované trubky

V poslední době se začíná rozšiřovat vícevrstvé potrubí (potrubí složené z více materiálů). Toto potrubí se skládá ze základní plastové trubky, hliníkové vrstvy s podélným svařovaným švem a plastové ochranné vrstvy. Soudržnost mezi plastovými vrstvami a hliníkovou vrstvou zajišťuje speciální přilnavá vrstva. Takto vytvořené potrubí kompenzuje velkou tepelnou roztažnost

plastových trubek, která se v tomto případě blíží hodnotám pro hliník. Potrubí si zachovávají značnou ohebnost a zároveň se vyznačují velmi dobrou tuhostí.

Spojování vícevrstvých potrubí se provádí mechanicky nebo polyfuzním svařováním s tvarovkou (před svařením je nutno odstranit všechny vrstvy až na základní plastovou vrstvu). [1]



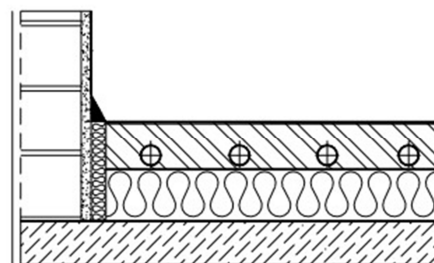
Obr. 20 Vícevrstvá trubka PEX/AL/PEX [11]

6 KONSTRUKCE PODLAHOVÉ OTOPNÉ PLOCHY

Konstrukce podlahové otopné plochy vyplývá z termínu „plovoucí podlaha“, což znamená, že konstrukce otopné plochy není napevno spojena s nosnou částí podlahy, ani okolních konstrukcí, ale jakoby na ní plave tak, aby byly umožněny dilatační změny.

Konstrukci podlahové otopné plochy tvoří:

- podkladový beton,
- tepelně-akustická izolace,
- obvodový tepelně izolační a dilatační pás,
- hydroizolace,
- reflexní fólie,
- otopný had,
- betonová mazanina,
- podlahová krytina.



Obr. 21 Řez konstrukcí otopné podlahové plochy. [1]

6.1 Podkladový beton

Tato část konstrukce je vrstvou nosnou, která tvoří podklad pro samotnou otopnou plochu. Musí být dostatečně únosná, protože po zalití otopného hadu vrstvou betonu bude tato nosná část zatížena hmotností $80 - 100 \text{ kg/m}^2$ (při tloušťce zalití $4 - 6 \text{ cm}$). Povrch podkladového betonu musí být dostatečně rovný a při možnosti pronikání vlhkosti do konstrukce se musí opatřit hydroizolační fólií o minimální tloušťce $0,2 \text{ mm}$. [5]

6.2 Tepelně – akustická vrstva

Tato vrstva se provádí převážně z polystyrenových desek a kromě izolačních vlastností musí splnit také požadavky na dostatečnou únosnost a malou stlačitelnost. Překrývá se hydroizolační fólií, aby se zabránilo zatékání do spár mezi deskami. Podle tepelně – akustických požadavků se její tloušťka navrhuje v rozmezí 20 – 80 mm. Výrobci dodávají izolaci také jako základní desku podlahového otopného systému, tzv. systémovou desku (více v kapitole 4.3). Tato deska má profilované vnější hrany tak, že do sebe jednotlivé desky pevně zapadají a nevznikají tak zvukové ani tepelné mosty. Při použití těchto desek není nutné použití hydroizolační fólie.

Používané materiálu pro izolační vrstvu jsou následující:

- polystyrénové desky PS 20 nebo 30 SE,
- polystyrenové desky PST SE – akustická izolace,
- desky z tvrzeného polystyrenu,
- desky z tvrzeného polyuretanu,
- polyetylénová pěna vysoké hustoty jako akustická izolace.

Hustota izolačního materiálu má být 20kg/m^3 a stlačitelnost nejvýše 5mm. Zároveň, pokud vytápěná místnost sousedí s prostory o výrazně nižší teplotě, musí vyhovět požadavku na součinitel prostupu tepla $U = 0,45\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Pro okrajové dilatační pásy se doporučují izolace o tloušťce 8 – 10 mm. Tyto pásy se kladou i kolem sloupů a do dělicích dilatačních spár. [5]

6.3 Hydroizolace

Slouží jako ochrana povrchu tepelných izolací před pronikáním vlhkosti z betonové mazaniny a tím zhoršováním tepelně izolačních vlastností. Místnosti, u kterých je podlaha přímo na zemině musí mít tuto izolaci jako vlhkostní bariéru.

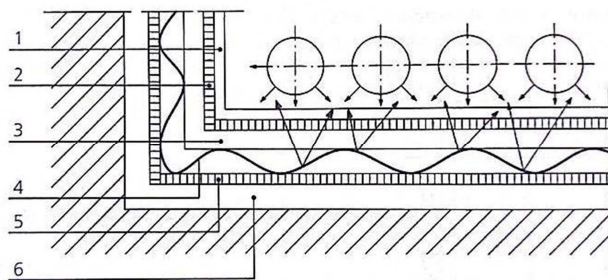
Kromě hydroizolační funkce mají tyto vrstvy také funkci separační. Vhodnou volbou jsou PE a PVC fólie, které mají výbornou přilnavost k povrchu a elasticitu oproti asfaltové lepence, který má moc velkou tvrdost a špatnou tvarovatelnost zejména u obvodových dilatačních pásů. [1]

6.4 Tepelněreflexní fólie

Tato fólie může plnit funkci hydroizolace, ale její hlavní funkcí je omezovat tepelný tok z otopné plochy směrem dolů.

Část tepla, které z otopných trubek přes vytápějící beton míří směrem dolů, se odrazí a míří nahoru, kde se předá do místnosti. Použitím této fólie se dá dosáhnout až 9% úspory energie.

Při ukládání fólie se doporučuje překrytí alespoň 5 cm s bodovým přelepením lepicí páskou. U stěn se fólie vytahuje přibližně 1 cm nad dilatační pás. [1]



Obr. 22 Skladba tepelněreflexní fólie (1 – vrchní vrstva, 2 – spojovací vrstva, 3 – propustná vrstva, 4 – reflexní vrstva, 5 – spojovací vrstva, 6 – základní vrstva). [1]

6.5 Otopné trubky

(viz kapitola 5)

6.6 Betonová mazanina

Do betonové mazaniny se mohou přidávat různé přísady, jako třeba plastifikátory, pro zlepšení zpracovatelnosti a hlavně pro snadnější obalení otopných trubek. Betonová směs nesmí být tečící. Nad trubkami musí být vrstva betonové mazaniny alespoň 20 mm. Při extrémní zátěži podlah se do mazaniny vkládá armovací rohož z ocelových prutů 50 x 50 x 2 mm.

Betonovat se může pouze při natlakovaném otopném hadu a v průběhu se tlak hlídá, jelikož pokles tlaku může znamenat netěsnosti nebo porušení otopného hadu.

Po dobetonování je nutné počkat alespoň 2 dny, než se provede topná zkouška a alespoň 28 dnů po položení krytiny, než se soustava uvede do provozu.

Dilatační spáry rozdělují vrstvy v celém průřezu a musí být vyplněny elasticko-plastickou masou. Otopné potrubí se ukládá tak, aby co nejméně trubek procházelo dilatační spárou a ty, které procházejí musí být chráněny před mechanickým poškozením (chráničkou). Dilatační celky u betonové mazaniny by neměly přesahovat 40 m² a poměr stran celku nemá přesahovat 1,5:1.

Při použití anhydritových mazanin nesmí být v podlaze žádný kovový materiál (kari síť nebo kovové příchytky otopného hadu), neboť sádra má na kov korozivní účinky.

U anhydritových mazanin by plocha dilatačního celku s podlahovým vytápěním neměla přesahovat 300 m² a poměr stran 3:1. Celky bez podlahového vytápění pak nemají přesahovat 600 m². [1] [5]

6.7 Podlahová krytina

Druh podlahy je důležitou součástí návrhu a nelze později libovolně měnit podlahovou krytinu, protože by se tím změnil tepelný odpor. Podlahová krytina u podlahového vytápění musí vyhovět požadavku tepelného odporu $R_{KT} \leq 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, aby nepůsobila jako tepelná brzda při

předávání tepla z otopné plochy do vytápěného prostoru. Nevhodné jsou krytiny textilní s délkou vlasu nad 10 mm, PVC s pryžovou podložkou a parkety z měkkého dřeva. [3]

7 VÝPOČET VÝKONU PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

Výkon podlahového vytápění neboli hustota tepelného toku směrem nahoru vynásobená vytápěnou plochou, musí pokrýt tepelné ztráty místnosti. Pokud není podlahová plocha dostatečně velká nebo tepelné ztráty z nějakého jiného důvodu nejsou pokryty, navrhuje se doplňkové otopné těleso. Otopný had se neumísťuje pod napevno umístěné zařizovací předměty (např. vany) nebo pod kuchyňské linky. Ve výpočtu je také nutno zohlednit nábytek, jehož plocha dosedá na plochu podlahy a podlaha tak nemůže předat výkon (počítá se s nulovým výkonem), anebo nábytek uložený na nízkých nohách (počítá se s třetinovým výkonem).

Tepelný výkon podlahové plochy (směrem nahoru do vytápěné místnosti) – tento výkon pokrývá tepelnou ztrátu místnosti:

$$Q_p = S_p \cdot \alpha_p \cdot (t_p - t_i) = S_p \cdot q \text{ [W]},$$

kde: q je hustota tepelného toku směrem nahoru [W/m^2];

α_p součinitel přestupu tepla na horní straně konstrukce [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$].

Tepelný příkon otopné plochy se skládá jak z tepelného výkonu směrem nahoru, tak z tepelného výkonu směrem dolů a určuje množství tepla, které se musí dodat do podlahového vytápění ze zdroje tepla:

$$Q_{pc} = Q_p + Q_l = (q + q_l) \cdot S_p \text{ [W]}.$$

Tepelný příkon je důležitý pro hydraulické výpočty.

Je-li známé množství tepla, které je nutno do místnosti dodat, a půdorysná plocha místnosti, může se stanovit požadovaná hustota tepelného toku směrem nahoru:

$$q_p = Q_z / S_p \text{ [W}/\text{m}^2]$$

Zda se pak opravdu podaří dosáhnout této hodnoty závisí na rozteči, materiálu a profilu potrubí, teplotě otopné vody, teplotním spádu, skladbě konstrukce a teplotě v místnosti. Při návrhu se ovšem musí dodržet maximální povrchová teplota podlahy.

Fyzikálním základem podlahového vytápění je otopná deska s vloženými trubkami a předpokládá se vedení tepla všemi směry od válcového zdroje tepla. Z hlediska sdílení tepla charakterizuje otopnou plochu Kollmarův součinitel:

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot (\Lambda_a + \Lambda_b)}{\pi^2 \cdot \lambda_d \cdot d}} \text{ [m}^{-1}\text{]}$$

kde: Λ_a je tepelná propustnost vrstvy nad trubkami [$W/m^2 \cdot K$];
 Λ_b je tepelná propustnost vrstvy pod trubkami [$W/m^2 \cdot K$];
 λ_d tepelná vodivost materiálu vrstvy, do níž jsou uloženy trubky [$W/m \cdot K$];
 d vnější profil potrubí [m].

Tepelná propustnost vrstvy nad trubkami se vypočítá dle vztahu:

- bez podlahové krytiny:

$$\Lambda_a = \frac{1}{\frac{a_1}{\lambda_{a1}} + \frac{a_2}{\lambda_{a2}} + \dots + \frac{a_n}{\lambda_{an}} + \frac{1}{\alpha_p}} \quad [W/m^2 \cdot K];$$

kde: λ_a je tepelná vodivost materiálu dané vrstvy [$W/m \cdot K$],
 a tloušťka vrstvy [m],
 α_p součinitel přestupu tepla na horní straně konstrukce [$W/m^2 \cdot K$].

- s podlahovou krytinou:

$$\Lambda_a^+ = \frac{1}{\frac{1}{\Lambda_a} + R_{kryt}} = \frac{1}{\frac{1}{\Lambda_a} + \frac{a_{kryt}}{\lambda_{kryt}}} \quad [W/m^2 \cdot K];$$

kde: λ_{kryt} je tepelná vodivost nášlapné vrstvy [$W/m \cdot K$],
 a_{kryt} tlouška nášlapné vrstvy [m]

Tepelná propustnost vrstvy pod trubkami se vypočítá dle vztahu:

$$\Lambda_b = \frac{1}{\frac{b_1}{\lambda_{b1}} + \frac{b_2}{\lambda_{b2}} + \dots + \frac{b_n}{\lambda_{bn}} + \frac{1}{\alpha_p}} \quad [W/m^2 \cdot K];$$

kde: λ_b je tepelná vodivost materiálu dané vrstvy [$W/m \cdot K$],
 a tloušťka vrstvy [m],
 α_p součinitel přestupu tepla na spodní straně konstrukce [$W/m^2 \cdot K$].

θ_p (°C)	23	25	27	29	31	33	35
$\theta_p - \theta_i$	4	6	8	10	12	14	16
α_k ($W/m^2 \cdot K$)	3,16	3,61	3,97	4,28	4,54	4,78	4,99
α_s ($W/m^2 \cdot K$)	5,18	5,24	5,29	5,35	5,4	5,46	5,51
Celkové α pro podlahovou plochu ($W/m^2 \cdot K$)	8,34	8,85	9,26	9,62	9,94	10,23	10,51
Měrný tepelný tok Q (W/m^2)	33,38	53,1	74,11	96,22	119,29	143,28	168,09

Tab. 3 Měrný tepelný tok z podlahové plochy pro teplotu vzduchu a okolních ploch 19 °C nebo příslušný rozdíl teplot. [5]

Povrchová teplota podlahy:

- Střední teplota podlahy v ose trubek (za předpokladu, že po obou stranách otopné podlahové desky je stejná teplota):

$$t_d = t_m - t_i \cdot \frac{\operatorname{tgh}\left(\frac{l}{m}\right)}{\frac{l}{m}} + t_i \quad [^{\circ}\text{C}]$$

- střední povrchová teplota podlahy (otopné desky)

$$t_p = \frac{\Lambda_a}{\alpha_p} \cdot (t_d - t_i) + t_i = \frac{\Lambda_a}{\alpha_p} \cdot (t_m - t_i) \cdot \frac{\operatorname{tgh}\left(m \cdot \frac{l}{2}\right)}{m \cdot \frac{l}{2}} + t_i \quad [^{\circ}\text{C}],$$

kde: t_m je střední teplota otopné vody [$^{\circ}\text{C}$],
 l rozteč trubek [m],
 t_i výpočtová teplota vytápěné místnosti [$^{\circ}\text{C}$].

Hustota tepelného toku (měrný tepelný výkon):

- hustota tepelného toku směrem nahoru:

$$q = \Lambda_a \cdot (t_d - t_i) = \alpha_p \cdot (t_p - t_i) \quad [W/m^2];$$

- hustota tepelného toku směrem dolů:

$$q' = \Lambda_b \cdot (t_d - t_i) = \Lambda_b \cdot \alpha_p / \Lambda_a \cdot (t_p - t_i) \quad [W/m^2].$$

Otopné plochy sdílí teplo sáláním a přirozenou konvekcí:

$$q = q_s + q_k \quad [W/m^2]$$

V obecném případě je tepelný tok sáláním dán vztahem:

$$q_s = \alpha_{sp} \cdot (t_p - t_c) \quad [W/m^2],$$

kde t_p je povrchová teplota otopné plochy [$^{\circ}\text{C}$],
 t_c střední povrchová teplota okolních stěn [$^{\circ}\text{C}$],
 α_{sp} součinitel přestupu tepla sáláním [$W/m^2 \cdot K$]

Součinitel přestupu tepla sáláním je dán vztahem:

$$\alpha_{sp} = \frac{1}{\frac{1}{C_p} + \frac{S_p}{S_c} \cdot \left(\frac{1}{C_c} - \frac{1}{5,7}\right)} \cdot \frac{(273 + t_p)^4 - (273 + t_c)^4}{10^8 \cdot (t_p - t_c)}$$

Pokud je otopná plocha menší než plocha nevytápěných stěn, lze vztah zjednodušit:

$$C \cdot \frac{(273 + t_p)^4 - (273 + t_c)^4}{10^8 \cdot (t_p - t_c)},$$

kde C součinitel sálání většiny nekovových technických materiálů, který dosahuje hodnot 5,1 – 5,4 [W/m²·K].

Tepelný tok konvekcí je dán vztahem:

$$q_k = \alpha_{kp} \cdot (t_p - t_i) [W/m^2],$$

kde t_i výpočtová teplota interiéru [°C],

α_{kp} součinitel přestupu tepla konvekcí [W/m²·K].

Součinitel přestupu tepla konvekcí je dán vztahem:

$$\alpha_{kp} = 2,0 \cdot (t_p - t_i)^{0,33} [W/m^2 \cdot K].$$

[2]

8 REGULACE PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

Vzhledem k zabudování v konstrukci, má podlahové vytápění velkou akumulární schopnost. Z tohoto důvodu se jakákoliv regulace otopného systému projeví s velkým časovým zpožděním a při návrhu je s tímto faktorem třeba počítat.

Druh vytápění	Podlahové vytápění (mokrý systém) (h)	Podlahové vytápění (suchá systém) (h)	Radiátorové vytápění (h)	Konvektorové vytápění (h)
Q_s/Q_h	8 až 4 h	6 až 3 h	0,8 až 0,4 h	0,3 až 0,1 h

Tab. 4 Poměr akumulovaného tepla k tepelnému výkonu u různých otopných systémů. [1]

Nicméně u podlahového vytápění se mnohem výrazněji projeví tzv. samoregulační schopnost, než tomu je u jiných způsobů vytápění. To je dáno tím, že při podlahovém způsobu vytápění je až několikanásobně menší rozdíl teplot vnitřního vzduchu místnosti a povrchu otopné plochy (6 – 10 K), než tomu je např. u otopných těles (cca 30 – 50 K). Takže při snížení nebo zvýšení vnitřní teploty se například změní rozdíl teplot u podlahového vytápění mnohem významněji než u otopných těles, což také znamená mnohem významnější změnu výkonu.

Kromě této regulace, která není ovlivňována člověkem se dále rozlišuje:

- regulace s nočním poklesem teploty,
- regulace podle teploty v místnosti,
- regulace podle teploty venkovního vzduchu. [1]

8.1 Regulace s nočním poklesem teploty

Při navrhování tohoto způsobu regulace je třeba brát v úvahu, že každá změna bude působit s velkou časovou ztrátou (přibližně 4 až 8 hodin) a díky akumulacím vlastnostem, bude podlaha vytápět i po úplném vypnutí zdroje. Princip této regulace je takový, že regulátor přepne v určenou dobu na nižší teplotu nebo dokonce vypne zdroj tepla z provozu. Při provozu s nočním poklesem teploty, jestliže současně prudce neklesá venkovní teplota, pracuje podlahové vytápění s nižšími teplotami otopné vody, aby se prostorová teplota postupně dostala na požadovanou nižší hodnotu. Při tom zdroj dodává odpovídající nižší množství tepla. [1]

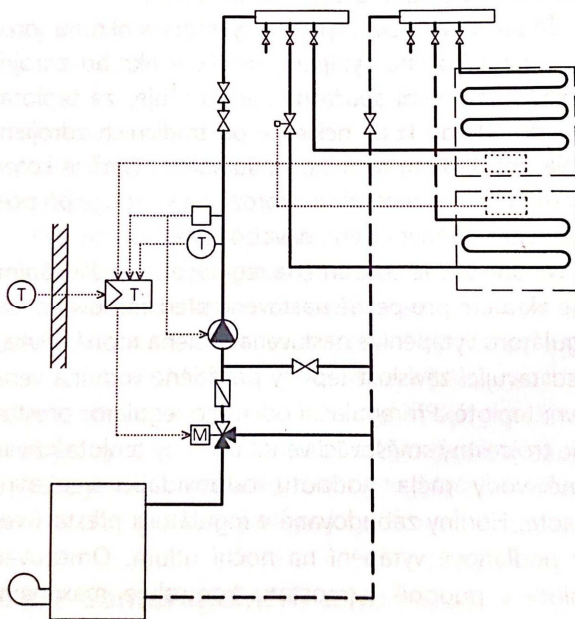
8.2 Regulace podle teploty místnosti

Tento způsob regulace není u podlahového vytápění obecně doporučován. Vytápění je regulováno termostatem umístěným v referenční místnosti. Díky tomu je akční člen regulace schopen reagovat na okamžité změny vnitřní teploty (například okamžitý vyšší počet lidí, sluneční zisky apod.), ovšem kvůli vysokým akumulacím schopnostem podlahové otopné plochy se tyto změny projeví s velkým časovým zpožděním, kdy už nejsou žádoucí. [1]

8.3 Regulace podle teploty venkovního vzduchu – ekvitermní

Toto je nejspolehlivější způsob regulace podlahového vytápění. Regulační sestava se skládá z regulátoru, snímače teploty venkovního vzduchu a snímače teploty otopné vody. Akčními členy jsou směšovací ventily (trojcestné, čtyřcestné) se servopohony, které zabezpečují mísení přírodní topné vody od zdroje a studené vratné vody v takovém poměru, aby výkon podlahového vytápění odpovídal venkovní teplotě. K tomuto se používá topná křivka (tzv. ekvitermní).

Tato křivka představuje závislost teploty topné vody na venkovní teplotě. Nastaví se na regulátoru a ten při regulační odchylce přestavuje trojcestný směšovací ventil tak, aby teplota otopné vody odpovídala křivce. Spínací hodiny na regulátoru večer přestaví podlahové vytápění na noční útlum. [1]



Obr. 23 Regulace teplovodního podlahového vytápění s možností samostatného poklesu teploty v jednom topném okruhu. [1]

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

1 ANALÝZA OBJEKTU

Zadaný objekt leží ve městě Hodonín v nadmořské výšce 167 m.n.m. Jedná se o dvou-podlažní, nepodsklepený objekt, který bude sloužit pro vystavování a prodej koupelen a jejich vybavení. První podlaží tvoří z velké části skladovací prostor, který doplňují kanceláře, sociální zařízení a technická místnost. V druhém podlaží je dominantní výstavní a prodejní prostor, kterému opět sousedí část s kanceláři, sociálním zařízením a archivem. Objekt leží ve svahu a první podlaží je na severovýchodní straně pod úrovní terénu.

Konstrukční systém je kombinovaný. Hlavní nosnou funkci uvnitř objektu tvoří železobetonové sloupy, které podpírají železobetonový strop a střechu. Sloupy jsou doplněny ztužujícími schodišťovými stěnami a na okrajích v podélném směru tvoří nosnou konstrukci stěny z nosných tvárnic YTONG s kontaktním zateplovacím systémem. Na jihozápadní straně je v celé výšce objektu použito výplňového zdiva YTONG také s kontaktním zateplovacím systémem. V 1NP na straně zeminy je obvodová nosná konstrukce vytvořena železobetonovou stěnou se zateplením. Ve výstavním a prodejním prostoru v druhém podlaží je obvodový plášť z velké části nahrazen prosklenou hliníkovou fasádou. Okna jsou uvažována plastová 6 komorová s izolačním trojsklem. Světla výška objektu je v 1NP v kancelářské části 3,070 m, ve skladové části 3,045 m, ve 2NP pak ve výstavní a prodejní části 3,695 m a v kancelářské části 3,6 m. Větrání celého objektu je zajištěno nuceným větráním se zpětným získáváním tepla.

Jako zdroj tepla pro vytápění a přípravu teplé vody bude použit kondenzační plynový kotel. Ve výstavním a prodejním prostoru je navrženo podlahové vytápění. Z důvodu teplotní roztažnosti je navrženo více otopných hadů a anhydritová podlaha je dilatována. V ostatních částech budovy je navrženo vytápění deskovými otopnými tělesy. V jídelně ve druhém podlaží jsou navrženy kolektory z důvodu zasklení na celou světlou výšku místnosti.

2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

2.1 Výpočet součinitele prostupu tepla daných konstrukcí a posouzení s normovými hodnotami

Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla konstrukcí byl proveden podle normy ČSN 73 0540. Pro výpočet je nutné znát součinitele tepelné vodivosti jednotlivých vrstev konstrukcí a tloušťky těchto vrstev. Z těchto hodnot vypočteme tepelný odpor jednotlivých vrstev podle následujícího vztahu:

$$R_j = d_j / \lambda_j \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$$

kde: d_j tloušťka j-té vrstvy [m]
 λ_j součinitel tepelné vodivosti materiálu j-té vrstvy [W/m · K]

Celkový tepelný odpor konstrukce R_T je roven součtu odporů jednotlivých vrstev a odporu při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně dle vztahu:

$$R_T = R_{si} + \sum R_j + R_{se} \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$$

kde: R_T celkový tepelný odpor konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$]
 R_{si} tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$]
 R_{se} tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně [$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$]

Odpor při přestupu tepla lze najít v normě ČSN 73 0540-3. [16]

Odpor při přestupu tepla	Směr tepelného toku		
	nahoru	vodorovně	dolů
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Celkový součinitel prostupu tepla se vypočte jako obrácená hodnota celkového tepelného odporu konstrukce dle vztahu:

$$U = \frac{1}{R_T} \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

Jednotlivé konstrukce musejí podle normy ČSN 73 0540-2 [15] splňovat požadované hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{N,req}$. Norma uvádí i doporučené hodnoty $U_{N,rc}$.

2.1.1 POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ

2.1.1.1 Svislé konstrukce ochlazované

Konstrukce SO1 - venkovní stěna výplňová

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033	0,13	0,04	7,413	0,135	0,300	0,250	U < U_{rec,20}
Tepelně-izolační tvárnice YTONG	0,375	0,084	4,464							
TI Isover EPS 100F	0,100	0,037	2,703							
Vnější silikonová probarvená omítka	0,030	0,700	0,043							
$\Sigma R =$			7,243							

Konstrukce SO2 - venkovní stěna nosná

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033	0,13	0,04	6,662	0,150	0,300	0,250	U < U_{rec,20}
Přesné tvárnice YTONG	0,375	0,101	3,713							
TI Isover EPS 100F	0,100	0,037	2,703							
Vnější silikonová probarvená omítka	0,030	0,700	0,043							
$\Sigma R =$			6,492							

Konstrukce SO3 - venkovní stěna přilehlá k zemině v místnosti 1.01

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033	0,13	-	1,769	0,565	0,850	0,600	U < U_{rec,20}
Železobeton	0,250	1,580	0,158							
Isover EPS SOKL 3000	0,050	0,035	1,429							
Hydroizolace	0,003	0,160	0,019							
$\Sigma R =$			1,639							

Konstrukce SO4 - venkovní stěna přilehlá k zemině v místnosti 1.02

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033	0,13	-	2,988	0,335	0,450	0,300	U < U_{N,20}
Isover NF 333 V 5	0,050	0,041	1,220							
Železobeton	0,250	1,580	0,158							
Isover EPS SOKL 3000	0,050	0,035	1,429							
Hydroizolace	0,003	0,160	0,019							
$\Sigma R =$			2,858							

2.1.1.2 Svislé konstrukce neochlazované

Konstrukce SN1 - Příčka 125 mm

Složení	d	λ	R_j	R_{si}	R_{se}	R_T	U	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	Vyhodnocení
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033	0,13	0,13	1,239	0,807	2,700	1,800	U < U _{rec,20}
Přesné příčkovky YTONG	0,125	0,137	0,912							
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033							
			$\Sigma R =$	0,979						

Konstrukce SN2 - Příčka 250 mm

Složení	d	λ	R_j	R_{si}	R_{se}	R_T	U	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	Vyhodnocení
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033	0,13	0,13	2,151	0,465	1,300	0,900	U < U _{rec,20}
Přesné příčkovky YTONG	0,250	0,137	1,825							
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033							
			$\Sigma R =$	1,891						

Konstrukce SN3 - Příčka 100 mm

Složení	d	λ	R_j	R_{si}	R_{se}	R_T	U	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	Vyhodnocení
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033	0,13	0,13	1,057	0,946	2,700	1,800	U < U _{rec,20}
Přesné příčkovky YTONG	0,100	0,137	0,730							
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033							
			$\Sigma R =$	0,797						

Konstrukce SN4 - Ztužující schodišťová stěna zateplená z 1.01

Složení	d	λ	R_j	R_{si}	R_{se}	R_T	U	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	Vyhodnocení
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033	0,13	0,13	1,721	0,581	1,300	0,900	U < U _{rec,20}
Železobeton	0,250	1,430	0,175							
Isover NF 333 V 5	0,050	0,041	1,220							
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033							
			$\Sigma R =$	1,461						

Konstrukce SN5 - Ztužující stěna + předstěna YTONG

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033	0,13	0,13	1,414	0,707	2,700	1,800	U < U_{rec,20}
Železobeton	0,250	1,430	0,175							
Přesné příčkovky YTONG	0,125	0,137	0,912							
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033							
$\Sigma R =$			1,154							

Konstrukce SN6 - Stěna YTONG 375mm

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033	0,13	0,13	3,064	0,326	2,700	1,800	U < U_{rec,20}
Přesné příčkovky YTONG	0,375	0,137	2,737							
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033							
$\Sigma R =$			2,804							

2.1.1.3 Vodorovné konstrukce ochlazované

Konstrukce PDL1 - Podlaha na zemině pod skladovou zónou

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
Pryskyřicová litá podlaha	0,005	0,200	0,025	0,17	-	1,942	0,515	0,850	0,600	U < U_{rec,20}
Anhydritový potěr	0,050	1,200	0,042							
Styrodur 3035 CS	0,050	0,033	1,515							
ŽB základová deska	0,300	1,580	0,190							
$\Sigma R =$			1,772							

Konstrukce PDL2 - Podlaha na zemině pod kancelářskou zónou

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
Vinylová nášlapná vrstva FATRACLICK	0,010	0,160	0,059	0,17	-	4,097	0,244	0,450	0,300	U < U_{rec,20}
Anhydritový potěr	0,050	1,200	0,042							
Styrodur 3035 CS	0,120	0,033	3,636							
ŽB základová deska	0,300	1,580	0,190							
$\Sigma R =$			3,927							

Konstrukce SCH - plochá střecha

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení	
Hydroizolace	0,003	0,160	0,019	0,10	0,04	5,467	0,183	0,240	0,160	U < U_{N,20}	
Spádové klíny ROCKFALL	0,100	0,040	2,500								
Podkladní desky MONROCK MAX E	0,100	0,038	2,632								
Železobeton	0,250	1,740	0,144								
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033								
$\Sigma R =$			5,327								

Konstrukce STR - strop do nevytápěného prostoru

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení	
Pryskyřicová litá podlaha	0,005	0,200	0,025	0,10	0,04	1,914	0,523	0,600	0,400	U < U_{N,20}	
Anhydritový potěr	0,040	1,200	0,033								
Kročejová izolace Isover T-N	0,060	0,039	1,538								
Železobeton	0,250	1,740	0,144								
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033								
$\Sigma R =$			1,774								

2.1.1.4 Vodorovné konstrukce neochlazované

Konstrukce PDL3 - Vodorovná konstrukce mezi 1NP a 2NP

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení	
Pryskyřicová litá podlaha	0,005	0,200	0,025	0,17	0,17	3,787	0,329	1,050	0,700	U < U_{rec,20}	
Anhydritový potěr	0,060	1,200	0,042								
Sys. Deska REHAU	0,030	0,040	0,750								
Železobeton	0,250	1,580	0,158								
Isover NF 333 V 10	0,100	0,041	2,439								
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033								
$\Sigma R =$			3,447								

Konstrukce PDL4 - Vodorovná konstrukce mezi 1NP a 2NP

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
Pryskyřicová litá podlaha	0,005	0,200	0,025	0,17	0,17	0,598	1,672	2,200	1,450	U < U_{N,20}
Anhydritový potěr	0,050	1,200	0,042							
Železobeton	0,250	1,580	0,158							
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033							
$\Sigma R =$			0,258							

Konstrukce PDL5 - Vodorovná konstrukce mezi 1NP a 2NP

Složení	d [m]	λ [W/mK]	R_j [m ² K/W]	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	R_T [m ² K/W]	U [W/m ² K]	$U_{N,20}$ [W/m ² K]	$U_{rec,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
Vinylová nášlapná vrstva FATRACLICK	0,010	0,160	0,059	0,17	0,17	1,658	0,603	2,200	1,450	U < U_{rec,20}
Anhydritový potěr	0,050	1,200	0,042							
Kročejová izolace Isover T-N	0,040	0,039	1,026							
Železobeton	0,250	1,580	0,158							
Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,450	0,033							
$\Sigma R =$			1,318							

2.1.1.5 Výplně otvorů

Ozn.	Popis	U	$U_{N,20}$	Posudek
DO1	Dveře do exteriéru	1,00	1,70	VYHOVÍ
DO2	Vrata do skladu	1,00	1,70	VYHOVÍ
DN1	Dveře do temp. prostoru	1,60	3,50	VYHOVÍ
DN2	Vnitřní dveře	2,00	-	-
OZ1	Okno ztrojené	0,71	1,70	VYHOVÍ
OZ2	Prosklená fasáda (CW50)	1,00	1,63	VYHOVÍ
OZ3	Sklobeton	1,70	1,70	VYHOVÍ

2.1.2 Katalogový list použitého okna

VEKRA®
OKNA | DVEŘE

JISTOTA SPRÁVNÉ VOLBY



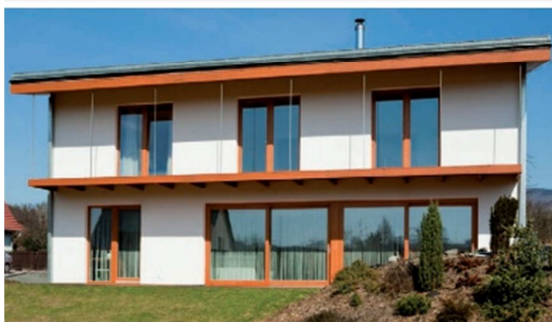
VEKRA DESIGN EVO

Spojení úspory a elegance

$U_w = 0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hlavní důvody proč VEKRA Design EVO

- design s elegantním oblým křídlem pro všestranné využití
- profil se 6ti komorami a stavební hloubkou 82 mm přispívá k úsporám energie
- hlavní profily tř. A vyráběné v Německu
- hlubší uložení izolačního skla v profilu omezuje vznik kondenzátu
- systém se středovým těsněním a třemi těsnícími rovinami významně podporuje těsnost a tepelnou a akustickou izolaci
- statická 2 mm ocelová výztuha v rámu i křídle pro zajištění dlouhodobé tvarové stability
- vhodné pro všechny typy staveb i rekonstrukcí pro nízkoenergetické a pasivní domy
- perfektní tepelné izolace dosahuje díky zasklení izolačním trojsklem s teplým plastovým rámečkem, možno zasklít i izolačním dvojsklem
- pro větší bezpečnost a komfortní ovládání je standardně osazen kvalitním plně seřiditelným kováním Titan AF od Siegenia Aubi se 2 bezpečnostními uzávěry



Zelená linka: 800 777 666

www.vekra.cz

VEKRA® Design EVO

2.2 VÝPOČET TEPLoty V NEVYTÁPĚNÉ MÍSTNOSTI

STŘEŠNÍ BUDKA PRO VZDUCHOTECHNIKU- 3.01

$$Q_1=Q_2+Q_3+Q_4$$

$$Q_1=A_1 \cdot U_{STR} \cdot (20-t_x) \quad A_1=16,50 \text{ [m}^2\text{]} \quad U_{STR}=0,523 \text{ [W/(m}^2\text{·K)]}$$

$$Q_2=A_2 \cdot U_{SCH} \cdot (t_x+12) \quad A_2=16,50 \text{ [m}^2\text{]} \quad U_{SCH}=0,179 \text{ [W/(m}^2\text{·K)]}$$

$$Q_3=A_3 \cdot U_{SO} \cdot (t_x+12) \quad A_3=44,46 \text{ [m}^2\text{]} \quad U_{SO}=0,134 \text{ [W/(m}^2\text{·K)]}$$

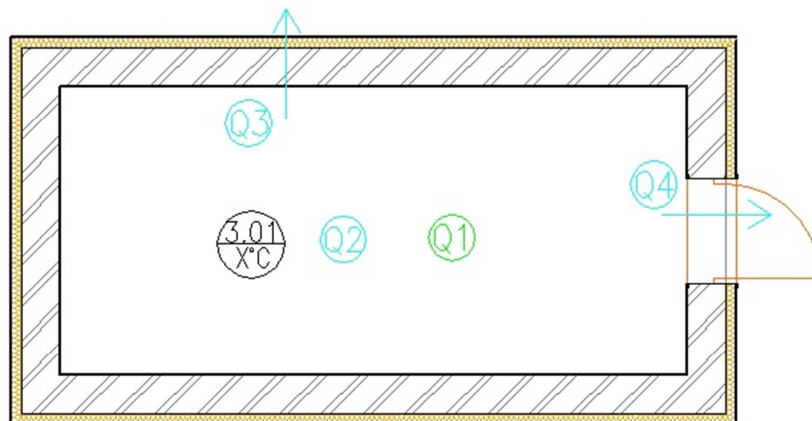
$$Q_4=A_4 \cdot U_D \cdot (t_x+12) \quad A_4=2 \text{ [m}^2\text{]} \quad U_D=1 \text{ [W/(m}^2\text{·K)]}$$

$$t_x = \frac{-20A_1U_{STR} + 12A_2U_{SCH} + 12A_3U_{SO} + 12A_4U_D}{-A_1U_{STR} - A_2U_{SCH} - A_3U_{SO} - A_4U_D}$$

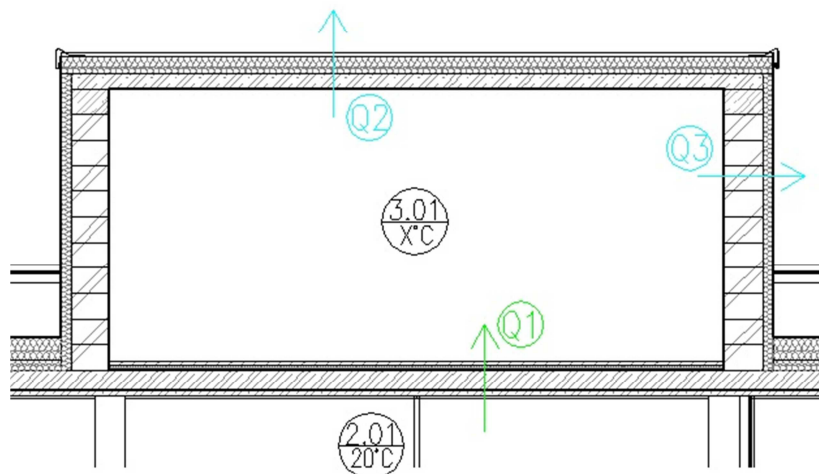
$$t_x = \frac{-20 \cdot 16,5 \cdot 0,523 + 12 \cdot 16,5 \cdot 0,179 + 12 \cdot 44,46 \cdot 0,134 + 12 \cdot 2 \cdot 1}{-16,5 \cdot 0,523 - 16,5 \cdot 0,179 - 44,46 \cdot 0,134 - 2 \cdot 1}$$

$$t_x = 2,13 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Půdorys:



Řez:



2.3 Výpočet tepelných ztrát místností

Výpočet tepelných ztrát místností byl proveden podle ČSN EN 12831. [17]

Ztráta byla pro každou místnost vypočtena zvlášť. Součtem tepelných ztrát všech místností byla vypočtena přesná tepelná ztráta celého objektu.

Do objektu je navrženo nucené větrání se zpětným získáváním tepla. Z tohoto důvodu byla navržena těsnost obálky $n_{50}=1$. Dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, byla stanovena minimální výměna vzduchu v místnostech.

Celková tepelná ztráta vytápěné místnosti $\phi_{HL,i}$ se vypočítá dle vztahu:

$$\phi_{HL,i} = \phi_{T,i} + \phi_{V,i} \quad [W]$$

kde: $\phi_{T,i}$ Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěné místnosti [W],
 $\phi_{V,i}$ Návrhová tepelná ztráta větráním vytápěné místnosti [W].

Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěné místnosti $\phi_{T,i}$ se vypočte dle vztahu:

$$\phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W]$$

kde: $H_{T,ie}$ celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí [W/K],
 $H_{T,iue}$ celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor [W/K],
 $H_{T,ij}$ celková měrná tepelná ztráta do prostoru s odlišnou teplotou [W/K],
 $H_{T,ig}$ celková měrná tepelná ztráta zeminou [W/K],
 $\theta_{int,i}$ vnitřní výpočtová teplota místnosti [°C],
 θ_e venkovní výpočtová teplota [°C].

Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí se vypočítá dle vztahu:

$$H_{T,ie} = \sum (A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k) \quad [W/K]$$

kde: A_k plocha konstrukce [m²]
 U_{kc} korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části [W/m²·K],
 e_k korekční činitel zahrnující exponování, klimatické podmínky [-].

Korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části se určí dle následujícího vztahu:

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb} \quad [W/m^2 \cdot K]$$

kde: U_k součinitel prostupu tepla konstrukcí [W/m²·K],
 ΔU_{tb} korekční činitel na tepelné vazby [W/m²·K].

Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor se vypočítá dle vztahu:

$$H_{T,iue} = \sum (A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u) \text{ [W/K]}$$

kde: b_u teplotní redukční činitel zahrnující rozdíl teplot mezi sousedním nevytápěným prostorem a venkovní výpočtovou teplotou [-]

$$b_u = \frac{\theta_i - \theta_u}{\theta_i - \theta_e} \text{ [-]} \quad \theta_u \dots \text{ teplota v nevytápěném prostoru [°C]}$$

Celková měrná tepelná ztráta do prostoru s odlišnou teplotou se vypočítá dle vztahu:

$$H_{T,ij} = \sum (A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}) \text{ [W/K]}$$

kde: f_{ij} součinitel redukce teploty, zahrnuje rozdíl mezi teplotou přilehlého prostoru a venkovní výpočtovou teplotou [-]

$$f_{ij} = \frac{\theta_i - \theta_j}{\theta_i - \theta_e} \text{ [-]} \quad \theta_j \dots \text{ teplota přilehlého prostoru [°C]}$$

Celková měrná tepelná ztráta zeminou se vypočítá ze vztahu:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \sum (A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \text{ [W/K]}$$

kde: f_{g1} opravný součinitel, uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty, stanovena národní hodnota (1,45) [-]

f_{g2} opravný teplotní součinitel, zahrnující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \text{ [-]} \quad \theta_{m,e} \dots \text{ průměrná venkovní teplota [°C]}$$

G_w korekční činitel zohledňující vliv spodní vody [-]

$U_{equiv,k}$ ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zeminou (s vlivem zeminy). Určí se podle součinitele prostupu tepla konstrukce, hloubky konstrukce pod úroveň terénu a u podlah podle hodnoty „B“

Charakteristický parametr budovy B se stanoví pro celou budovu dle vztahu:

$$B = \frac{A}{0,5 \cdot P} \text{ [-]}$$

kde: A zastavěná plocha budovy [m²]

P obvod budovy [m]

Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ pro vytápěný prostor se vypočítá dle vztahu:

$$\phi_{v,i} = \phi_{p,i} + \phi_{inf,i} \text{ [W]}$$

kde: $\phi_{p,i}$ tepelná ztráta místnosti od přiváděného vzduchu vzduchotechnikou [W]

$\phi_{inf,i}$ tepelná ztráta místnosti infiltrací obálky [W]

Tepelná ztráta místnosti od přiváděného vzduchu vzduchotechnikou se vypočítá dle vztahu:

$$\phi_{p,i} = \rho \cdot c \cdot V_{p,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_{p,i}) [W]$$

kde: ρ hustota vzduchu při vnitřní teplotě [kg/m^3]
 c měrná tepelná kapacita vzduchu [$\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$]
 V_p množství přiváděného vzduchu [m^3/h]
 θ_p teplota přiváděného vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]

$V_{p,i}$ se stanoví dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (dávka vzduchu na osobu, při určité třídě práce) a dle vyhlášky 6/2003 Sb., která stanovuje množství odváděného vzduchu podle hygienických zařízení.

Zařízení	množství odv. vzduchu
umyvadlo	30 m^3/h
sprcha	35-110 m^3/h
WC	50 m^3/h
pisoiár	25 m^3/h

Tepelná ztráta místnosti infiltrací obálky se vypočítá dle vztahu:

$$\phi_{inf,i} = V_{inf,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) [W]$$

kde: $V_{inf,i}$ množství vzduchu, které projde do budovy díky infiltraci pláště [m^3/h]

množství vzduchu infiltrací se určí:

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i [\text{m}^3/\text{h}]$$

kde: $V_{m,i}$ objem místnosti [m^3/h]
 e_i stínící součinitel [-]
 ε_i výškový korekční činitel (0 až 10m - 1; 10 - 30m - 1,2; nad 30m - 1,5) [-]
 n_{50} intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřním a vnějším vzduchem [h^{-1}]

Intenzita výměny vzduchu pro různé typy větrání

Větrání	$n_{50,N}$
Přirozené nebo kombinované	4,5
Nucené	1,5
Nucené se ZZT	1,0
Nucené se ZZT pro objekty se zvláště nízkou potřebou tepla pro vytápění	0,6

Stínící součinitel e

Poloha (třída zastínění)	Bez oken	1 okno	Více oken
Nechráněná (žádné)	0	0,03	0,05
Průměrně chráněná (mírné zastínění)	0	0,02	0,03
Velmi chráněná (velké stínění)	0	0,01	0,02

Přehled stanovené dávky vzduchu pro jednotlivé místnosti:

číslo místnosti - název	Zařizovací předměty	Počet osob	Dávka vzduchu [m ³ /h]
1.01-sklad	(0,5/h)		1000
1.02 - dílna/sklad	-	1 - třída práce IIa	50
1.03 - technická místnost	(přirozené větrání - 2x okno)	-	-
1.04 - šatna	-	-	200
1.05 - sprcha	sprcha	-	100
1.06 - sprcha	sprcha	-	100
1.07 - kuchyňka	dřez	přechodně 2	90
1.08 - kancelář	-	2	60
1.09 - kancelář	-	2	60
1.10 - kancelář	-	2	60
1.11 - chodba	(proudí přes ni vzduch z kanc...)	-	350
1.12 - skladník (kancelář)	-	1	30
1.14 - WC muži	umyvadlo, pisoár, zách. mísa	-	130
1.15 - WC ženy	umyvadlo, 2x zách. mísa	-	170
1.16 - úklidová komora	výlevka	-	50
2.01 - prodejna	(velké zisky a výkyvy)	cca 40 náhodně	2000
2.02 - kancelář (zas. místnost)	-	cca 8 přechodně	240
2.03 - kancelář	-	1	30
2.04 - kancelář	-	2	60
2.05 - kancelář	-	3	90
2.06 - jídelna	-	2 přechodně	60
2.07 - kuchyňka	dřez	1 přechodně	60
2.09 - šatna	-	-	60
2.10 - WC muži	umyvadlo, pisoár, zách. mísa	-	105
2.11 - WC ženy	umyvadlo, zách. mísa	-	80
2.12 - WC pro postižené	umyvadlo, zách. mísa	-	80
2.13 - úklidová komora	výlevka	-	30
2.14 - chodba	(zajišťuje odvod z kanceláří 2NP)	-	420

Č.M. 1.01 - sklad

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]	
SO1	Obvodová stěna výplňová	64,49	0,135	0,02	0,155	1,00	9,99	
DO2	Vrata	10,80	1,000	0,00	1,000	1,00	10,80	
SO2	Obvodová stěna nosná	73,84	0,150	0,02	0,170	1,00	12,56	
DO1	Dveře do exteriéru	2,00	1,000	0,00	1,000	1,00	2,00	
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							35,35	
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: θ _{j,1.02} =20°C, θ _{j,1.16} =15°C, θ _{j,1.15} =20°C, θ _{j,1.14} =20°C, θ _{j,1.13} =15°C, θ _{j,1.12} =20°C								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]			
SN2	Stěna do 1.02	11,25	0,465	-0,45	-2,38			
DN1	Dveře do 1.02	3,40	2,000	-0,45	-3,09			
SN2	Stěna do 1.16	3,94	0,465	-0,23	-0,42			
SN2	Stěna do 1.15	11,97	0,465	-0,45	-2,53			
SN2	Stěna do 1.14	11,97	0,465	-0,45	-2,53			
SN2	Stěna do 1.12	22,83	0,465	-0,45	-4,82			
DN1	Dveře do 1.12	1,80	1,000	-0,45	-0,82			
SN4	Stěna do 1.13	20,25	0,581	-0,23	-2,67			
PDL3	Strop do 2.08, 2.13	3,98	0,329	-0,23	-0,30			
PDL3	Strop do 2.09	4,86	0,329	-0,55	-0,87			
PDL3	Strop do 2.01, 2.10, 2.11, 2.12	669,33	0,329	-0,45	-100,17			
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							-120,60	
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,20°C} = -0,45		f _{i,15°C} = -0,23		f _{i,22°C} = -0,55		
Tepeelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	U _{equiv,k}	Ak·U _{equiv,k}	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
SO3	Venkovní stěna k zemině	88,83	0,351	31,16	1,45	0,49	1,00	0,72
PDL1	Podlaha na zemině	663,44	0,194	128,71				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou Hr,ig							114,51	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							29,27	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]				
10	-12	22	29,27	644				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
2089,8	10	10	1000	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
2	1	0,03	1	125,39	938
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 938 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{v,i} = 1582 [W]

Č.M. 1.02 - dílna

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]	
SO2	Obvodová stěna nosná	14,12	0,150	0,02	0,170	1,00	2,40	
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							2,40	
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: θ _{j,1.03} =15°C, θ _{j,1.11} =15°C, θ _{j,1.16} =15°C, θ _{j,1.01} =10°C								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]			
SN2	Stěna do 1.03	13,47	0,465	0,16	0,98			
SN2	Stěna do 1.11	2,68	0,465	0,16	0,19			
DN2	Dveře do 1.11	2,00	2,000	0,16	0,62			
SN2	Stěna do 1.01	10,72	0,465	0,31	1,56			
DN1	Dveře do 1.01	3,40	1,600	0,31	1,70			
SN2	Stěna do 1.16	4,84	0,465	0,16	0,35			
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							5,40	
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,15°C} = 0,16		f _{i,10°C} = 0,31				
Tepeelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	U _{equiv,k}	Ak·U _{equiv,k}	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
SO4	Venkovní stěna k zemině	23,18	0,320	7,42	1,45	0,49	1,00	0,72
PDL2	Podlaha na zemině	12,98	0,141	1,83				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou Hr,ig							6,63	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i						14,43		
θ _{int,i}		θ _e	θ _{int,i} -θ _e	Hr,i	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]			
20		-12	32	14,43	462			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
106,6	20	20	50	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}				=	0 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} = 462 [W]$

Č.M. 1.03 - technická místnost

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]	
SO2	Obvodová stěna nosná	12,53	0,150	0,02	0,170	1,00	2,13	
OZ1	Okno ztrojené	1,75	0,710	0,00	0,710	1,00	1,24	
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							3,37	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: θ _{j,1.02} =20°C, θ _{j,1.04} =22°C, θ _{j,2.01} =20°C								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]			
SN1	Stěna do 1.04	13,28	0,807	-0,26	-2,78			
SN2	Stěna do 1.02	13,28	0,465	-0,19	-1,14			
PDL3	Strop do 2.01	20,11	0,329	-0,19	-1,23			
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							-5,15	
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e) f _{i,20°C} = -0,19 f _{i,22°C} = -0,26								
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	U _{equiv,k}	Ak·U _{equiv,k}	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
PDL2	Podlaha na zemině	20,11	0,141	2,84	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou Hr,ig							2,03	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							0,26	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]				
15	-12	27	0,26	7				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teploata přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [w]	
61,7	15	15	0	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf} [m ³ /h]	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
2	1	0,03	1	3,70	34
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 34 [w]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = 41 [W]

Č.M. 1.04 - šatna

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]	
SO2	Obvodová stěna nosná	6,91	0,150	0,02	0,170	1,00	1,18	
OZ1	Okno ztrojené	0,88	0,710	0,00	0,710	1,00	0,62	
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							1,80	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: θ _{j,1.03} =15°C, θ _{j,1.05} =24°C, θ _{j,1.06} =24°C, θ _{j,1.11} =15°C, θ _{j,2.01} =20°C								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]			
SN1	Stěna do 1.03	13,28	0,807	0,21	2,21			
SN1	Stěna do 1.05	5,09	0,807	-0,06	-0,24			
DN2	Dveře do 1.05	1,40	2,000	-0,06	-0,16			
SN1	Stěna do 1.06	5,09	0,807	-0,06	-0,24			
DN2	Dveře do 1.06	1,40	2,000	-0,06	-0,16			
SN1	Stěna do 1.11	4,42	0,807	0,21	0,73			
DN2	Dveře do 1.11	1,80	2,000	0,21	0,74			
PDL3	Stop do 2.01	8,76	0,329	0,06	0,17			
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							3,04	
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,15°C} = 0,21		f _{i,20°C} = 0,06		f _{i,24°C} = -0,06		
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	U _{equiv,k}	Ak·U _{equiv,k}	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
PDL2	Podlaha na zemině	8,76	0,141	1,24	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou Hr,ig							0,89	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							5,72	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	Hr,i	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]				
22	-12	34	5,72	194				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [w]	
26,9	20	22	200	136	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf} [m ³ /h]	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
1	1	0,02	1	1,08	12
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 148 [w]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{v,i} = 343 [W]

Č.M. 1.05 - sprcha

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]	
SO2	Obvodová stěna nosná	3,07	0,150	0,02	0,170	1,00	0,52	
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							0,52	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: θ _{j,1.04} =22°C, θ _{j,1.07} =20°C, θ _{j,2.02} =20°C								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	fij	Ak·Ukc·fij [W/K]			
SN1	Stěna do 1.04	5,09	0,807	0,06	0,23			
DN2	Dveře do 1.04	1,40	2,000	0,06	0,16			
SN1	Stěna do 1.07	6,49	0,807	0,11	0,58			
PDL5	Strop do 2.02	2,11	0,603	0,11	0,14			
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							1,11	
fij = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		fi,22°C = 0,06		fi,20°C = 0,11				
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	Uequiv,k	Ak·Uequiv,k	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
PDL2	Podlaha na zemině	2,11	0,141	0,30	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou Hr,ig							0,21	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							1,84	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	Hr,i	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]				
24	-12	36	1,84	66				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
6,5	22	24	100	68	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf} [m ³ /h]	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 68 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = 134 [W]

Č.M. 1.06 - sprcha

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: $\theta_{j,1.04}=22^{\circ}\text{C}$, $\theta_{j,1.07}=20^{\circ}\text{C}$, $\theta_{j,1.11}=15^{\circ}\text{C}$, $\theta_{j,2.02}=20^{\circ}\text{C}$								
Č.k.	Popis	Plocha A_k [m ²]	U_k [W/m ² K]	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]			
SN1	Stěna do 1.04	5,09	0,807	0,06	0,23			
DN2	Dveře do 1.04	1,40	2,000	0,06	0,16			
SN1	Stěna do 1.07	6,49	0,807	0,11	0,58			
SN1	Stěna do 1.11	3,07	0,807	0,25	0,62			
PDL5	Strop do 2.02	2,11	0,603	0,11	0,14			
Celková měrná tepelná ztráta $H_{r,ie}$					1,73			
$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$		$f_{i,15^{\circ}\text{C}} = 0,25$	$f_{i,20^{\circ}\text{C}} = 0,11$	$f_{i,22^{\circ}\text{C}} = 0,06$				
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	fg_1	fg_2	G_w	$fg_1 \cdot fg_2 \cdot G_w$
PDL2	Podlaha na zemině	2,11	0,141	0,30	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{r,ig}$								0,21
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{r,i}$					1,94			
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{r,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]				
24	-12	36	1,94	70				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C]	V_p [m ³ /h]	Φ_p [W]	
26,9	22	24	100	68	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	e	ϵ	V_{inf} [m ³ /h]	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: $\Phi_{v,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf,i}$					= 68 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} = 138$ [W]

Č.M. 1.07-kuchyň/jídelna

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]	
SO2	Obvodová stěna nosná	4,83	0,150	0,02	0,170	1,00	0,82	
OZ1	Okno ztrojené	1,31	0,710	0,00	0,710	1,00	0,93	
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							1,75	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: θj,1.05=24°C, θj,1.06=24°C, θj,1.11=15°C								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	fij	Ak·Ukc·fij [W/K]			
SN1	Stěna do 1.05	6,49	0,807	-0,13	-0,65			
SN1	Stěna do 1.06	6,49	0,807	-0,13	-0,65			
SN1	Stěna do 1.11	4,14	0,807	0,16	0,52			
DN2	Dveře do 1.11	2,00	2,000	0,16	0,63			
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							1,15	
fij = (θint,i-θj)/(θint,i-θe)		fi,15°C = 0,16		fi,24°C = -0,13				
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	Uequiv,k	Ak·Uequiv,k	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
PDL2	Podlaha na zemině	8,65	0,141	1,22	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou Hr,ig							0,87	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							3,78	
θint,i		θe	θint,i-θe	Hr,i	Návrhová ztráta prostupem ΦT,i [W]			
20		-12	32	3,78	121			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θp [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θi [°C]	Vp [m ³ /h]	Φp [W]	
26,6	20	20	90	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n50	e	ε	Vinf [m ³ /h]	Ztráta infiltrací Φinf [W]
1	1	0,02	1	1,06	12
Návrhová ztráta větráním celkem: Φv,i=Φp,i+Φinf,i				=	12 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon ΦHL,i=ΦT,i + Φv,i = 132 [W]

Č.M. 1.08 - kancelář

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]	
SO2	Obvodová stěna nosná	6,20	0,150	0,02	0,170	1,00	1,05	
OZ1	Okno ztrojené	2,63	0,710	0,00	0,710	1,00	1,86	
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							2,92	
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: θ _{j,1.11} =15°C								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]			
SN1	Stěna do 1.11	6,83	0,807	0,16	0,86			
DN2	Dveře do 1.11	2,00	2,000	0,16	0,63			
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							1,49	
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,15°C} = 0,16						
Tepeelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	U _{equiv,k}	Ak·U _{equiv,k}	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
PDL2	Podlaha na zemině	12,43	0,141	1,76	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou Hr,ig							1,26	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							5,66	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	Hr,i	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,I} [W]				
20	-12	32	5,66	181				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [w]	
38,2	20	20	60	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf} [m ³ /h]	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
2	1	0,03	1	2,29	25
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 25 [w]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = 206 [W]

Č.M. 1.09 - kancelář

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]	
SO2	Obvodová stěna nosná	6,20	0,150	0,02	0,170	1,00	1,05	
OZ1	Okno ztrojené	2,63	0,710	0,00	0,710	1,00	1,86	
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							2,92	
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: θ _{j,1.11} =15°C								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	fij	Ak·Ukc·fij [W/K]			
SN1	Stěna do 1.11	6,83	0,807	0,16	0,86			
DN2	Dveře do 1.11	2,00	2,000	0,16	0,63			
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							1,49	
fij = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		fi,15°C = 0,16						
Tepeelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	Uequiv,k	Ak·Uequiv,k	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
PDL2	Podlaha na zemině	12,43	0,141	1,76	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou Hr,ig							1,26	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							5,66	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	Hr,i	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]				
20	-12	32	5,66	181				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
38,2	20	20	60	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf} [m ³ /h]	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
2	1	0,03	1	2,29	25
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}				=	25 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon $\phi_{HL,i} = \phi_{T,i} + \phi_{v,i} = 206 [W]$

Č.M. 1.10 - kancelář

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]	
SO1	Obvodová stěna výplňová	13,28	0,135	0,02	0,155	1,00	2,06	
SO2	Obvodová stěna nosná	6,59	0,150	0,02	0,170	1,00	1,12	
OZ1	Okno ztrojené	2,63	0,710	0,00	0,710	1,00	1,86	
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							5,04	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: θ _{j,1.11} =15°C, θ _{j,1.09} =20°C								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]			
SN1	Stěna do 1.11	7,44	0,807	0,16	0,94			
DN2	Dveře do 1.11	2,00	2,000	0,16	0,63			
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							1,56	
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e) f _{i,15°C} = 0,16								
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	U _{equiv,k}	Ak·U _{equiv,k}	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
PDL2	Podlaha na zemině	12,98	0,141	1,83	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou Hr,ig							1,31	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							7,92	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]				
20	-12	32	7,92	253				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Tepnota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [w]	
39,8	20	20	60	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
2	1	0,03	1	2,39	26
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 26 [w]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = 279 [W]

Č.M. 1.11 - chodba
TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]	
SO1	Obvodová stěna výplňová	2,52	0,135	0,02	0,155	1,00	0,39	
DO1	Dveře vstupní	3,50	1,000	0,00	1,000	1,00	3,50	
OZ2	Zasklení (CW50)	3,50	1,000	0,00	1,000	1,00	3,50	
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							7,39	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: θ _{j,1.02} =20°C, θ _{j,1.04} =22°C, θ _{j,1.06} =24°C, θ _{j,1.07} =20°C, θ _{j,1.08} =20°C, θ _{j,1.09} =20°C								
θ _{j,1.10} =20°C, θ _{j,1.12} =20°C, θ _{j,1.14} =20°C, θ _{j,1.15} =20°C, θ _{j,2.02} =20°C, θ _{j,2.07} =20°C								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]			
SN2	Stěna do 1.02	2,30	0,465	-0,19	-0,20			
DN2	Dveře do 1.02	2,00	2,000	-0,19	-0,74			
SN1	Stěna do 1.04	4,42	0,807	-0,26	-0,92			
DN2	Dveře do 1.04	1,80	2,000	-0,26	-0,93			
SN1	Stěna do 1.06	3,07	0,807	-0,33	-0,83			
SN1	Stěna do 1.07	4,14	0,807	-0,19	-0,62			
DN2	Dveře do 1.07	2,00	2,000	-0,19	-0,74			
SN1	Stěna do 1.08	6,83	0,807	-0,19	-1,02			
DN2	Dveře do 1.08	2,00	2,000	-0,19	-0,74			
SN1	Stěna do 1.09	6,83	0,807	-0,19	-1,02			
DN2	Dveře do 1.09	2,00	2,000	-0,19	-0,74			
SN1	Stěna do 1.10	7,21	0,807	-0,19	-1,08			
DN2	Dveře do 1.10	2,00	2,000	-0,19	-0,74			
SN1	Stěna do 1.12	8,24	0,807	-0,19	-1,23			
DN2	Dveře do 1.12	1,80	2,000	-0,19	-0,67			
SN1	Stěna do 1.14	9,87	0,807	-0,19	-1,47			
DN2	Dveře do 1.14	1,80	2,000	-0,19	-0,67			
SN1	Stěna do 1.15	9,87	0,807	-0,19	-1,47			
DN2	Dveře do 1.15	1,80	2,000	-0,19	-0,67			
PDL3	Strop do 2.01	9,52	0,329	-0,19	-0,58			
PDL5	Strop do 2.06	5,50	0,603	-0,19	-0,61			
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							-17,70	
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,20°C} = -0,19		f _{i,22°C} = -0,26		f _{i,24°C} = -0,33		
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	U _{equiv,k}	Ak·U _{equiv,k}	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
PDL2	Podlaha na zemině	33,96	0,141	4,80	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou Hr,i							3,43	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							-6,87	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	Hr,i	Návrhová ztráta prostupem ΦT,I [W]				
15	-12	27	-6,87	-186				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ_p [W]	
104,3	20	15	350	-595	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ϵ	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
2	1	0,03	1	6,26	57
Návrhová ztráta větráním celkem: $\Phi_{v,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf,i}$				=	-538 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} = -723$ [W]

Č.M. 1.12 - skladník

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	U _{kc} [W/m ² K]	ek	Ak·U _{kc} ·ek [W/K]	
OZ3	Sklobeton	9,50	1,700	0,02	1,720	1,00	16,34	
OZ1	Okno ztrojené	2,10	0,710	0,02	0,730	1,00	1,53	
Celková měrná tepelná ztráta H_{T,ie}							17,87	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: $\theta_{j,1.01}=10^\circ\text{C}$, $\theta_{j,1.11}=15^\circ\text{C}$, $\theta_{j,2.08}=15^\circ\text{C}$								
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	U _k [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·U _{kc} ·f _{ij} [W/K]			
SN2	Stěna do 1.01	18,97	0,465	0,31	2,76			
DN1	Dveře do 1.01	1,80	1,600	0,31	0,90			
SN1	Stěna do 1.11	8,24	0,807	0,16	1,04			
DN2	Dveře do 1.11	1,80	2,000	0,16	0,56			
PDL4	Strop do 2.08	2,81	1,672	0,16	0,73			
Celková měrná tepelná ztráta H_{T,ij}							5,99	
f _{ij} = ($\theta_{int,i} - \theta_j$) / ($\theta_{int,i} - \theta_e$)		f _{i,10°C} = 0,31		f _{i,15°C} = 0,16				
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak [m ²]	U _{equiv,k}	Ak·U _{equiv,k}	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw
PDL2	Podlaha na zemině	13,65	0,141	1,93	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou H_{T,ig}							1,38	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_{T,i}							29,31	
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]				
20	-12	32	29,31	938				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m3]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C]	V_p [m3/h]	Φ_p [W]
41,9	20		20	30	0
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	e	ϵ	V_{inf}	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
3	1	0,03	1	2,51	27
Návrhová ztráta větráním celkem: $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf,i}$					= 27 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} = 965$ [W]

Č.M. 1.13 - schodiště

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: $\theta_{j,1.01} = 10^\circ\text{C}$, $\theta_{j,1.14} = 20^\circ\text{C}$								
Č.k.	Popis	Plocha A_k [m ²]	U_k [W/m ² K]	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]			
SN4	Stěna do 1.01	19,74	0,581	0,19	2,12			
SN1	Stěna do 1.14	4,30	0,807	-0,19	-0,64			
Celková měrná tepelná ztráta $H_{T,ij}$					1,48			
$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$		$f_{i,10^\circ\text{C}} = 0,19$		$f_{i,20^\circ\text{C}} = -0,19$				
Tepelné ztráty zemínou								
Č.k.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	fg_1	fg_2	G_w	$fg_1 \cdot fg_2 \cdot G_w$
PDL2	Podlaha na zemině	9,35	0,141	1,32	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zemínou $H_{T,ig}$					0,95			
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					2,43			
$\theta_{int,i}$		θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]			
15		-12	27	2,43	66			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m3]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C]	V_p [m3/h]	Φ_p [W]
28,7	15		15	0	0
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	e	ϵ	V_{inf}	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf,i}$					= 0 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} = 66$ [W]

Č.M. 1.14 - WC muži

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: $\theta_{j,1.01}=10^{\circ}\text{C}$, $\theta_{j,1.11}=15^{\circ}\text{C}$, $\theta_{j,1.13}=15^{\circ}\text{C}$								
Č.k.	Popis	Plocha A_k [m ²]	U_k [W/m ² K]	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]			
SN2	Stěna do 1.01	11,67	0,465	0,31	1,69			
SN1	Stěna do 1.11	10,40	0,807	0,16	1,31			
DN2	Dveře do 1.11	1,80	2,000	0,16	0,56			
SN1	Stěna do 1.13	4,30	0,807	0,16	0,54			
PDL5	Strop do 2.14	4,30	0,603	0,16	0,40			
Celková měrná tepelná ztráta $H_{T,ij}$								4,52
$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$		$f_{i,10^{\circ}\text{C}} = 0,31$		$f_{i,15^{\circ}\text{C}} = 0,16$				
Tepeelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	fg_1	fg_2	G_w	$fg_1 \cdot fg_2 \cdot G_w$
PDL2	Podlaha na zemině	5,77	0,141	0,81	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$								0,58
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								5,10
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]				
20	-12	32	5,10	163				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C]		V_p [m ³ /h]	Φ_p [W]
17,7	15	20		130	221
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	e	ϵ	V_{inf}	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf,i}$					= 221 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} = 384$ [W]

Č.M. 1.15 - WC ženy

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: $\theta_{j,1.01}=10^{\circ}\text{C}$, $\theta_{j,1.11}=15^{\circ}\text{C}$, $\theta_{j,1.16}=15^{\circ}\text{C}$								
Č.k.	Popis	Plocha A_k [m ²]	U_k [W/m ² K]	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]			
SN2	Stěna do 1.01	11,67	0,465	0,31	1,69			
SN1	Stěna do 1.11	9,87	0,807	0,16	1,24			
DN2	Dveře do 1.11	1,80	2,000	0,16	0,56			
SN1	Stěna do 1.16	4,84	0,807	0,16	0,61			
Celková měrná tepelná ztráta $H_{r,ij}$					4,11			
$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$		$f_{i,10^{\circ}\text{C}} = 0,31$		$f_{i,15^{\circ}\text{C}} = 0,16$				
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	fg_1	fg_2	G_w	$fg_1 \cdot fg_2 \cdot G_w$
PDL2	Podlaha na zemině	5,81	0,141	0,82	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{r,ig}$					0,59			
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{r,i}$					4,70			
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{r,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]				
20	-12	32	4,70	150				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Tepnota přiváděného vzduchu θ_p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C]		V_p [m ³ /h]	Φ_p [W]
17,8	15	20		170	289
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	e	ϵ	V_{inf}	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: $\phi_{v,i} = \phi_{p,i} + \phi_{inf,i}$				= 289 [W]	

Celkový návrhový tepelný výkon $\phi_{HL,i} = \phi_{T,i} + \phi_{v,i} = 439$ [W]

Č.M. 1.16 - úklidová komora

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Okrajové podmínky: $\theta_{j,1.01}=10^{\circ}\text{C}$, $\theta_{j,1.02}=20^{\circ}\text{C}$, $\theta_{j,1.15}=20^{\circ}\text{C}$, $\theta_{j,2.02}=20^{\circ}\text{C}$								
Č.k.	Popis	Plocha A_k [m ²]	U_k [W/m ² K]	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]			
SN2	Stěna do 1.01	3,84	0,465	0,19	0,33			
SN2	Stěna do 1.02	4,84	0,465	-0,19	-0,42			
SN1	Stěna do 1.15	4,84	0,807	-0,19	-0,72			
PDL3	Strop do 2.01	1,97	0,329	-0,19	-0,12			
Celková měrná tepelná ztráta $H_{T,ij}$					-0,93			
$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$		$f_{i,10^{\circ}\text{C}} = 0,19$		$f_{i,20^{\circ}\text{C}} = -0,19$				
Tepeelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	fg_1	fg_2	G_w	$fg_1 \cdot fg_2 \cdot G_w$
PDL2	Podlaha na zemině	1,97	0,141	0,28	1,45	0,49	1,00	0,72
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$								0,20
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					-0,73			
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]				
15	-12	27	-0,73	-20				

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C]	V_p [m ³ /h]	Φ_p [W]	
6,0	15	15	50	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	e	ϵ	V_{inf}	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: $\Phi_{v,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf,i}$					= 0 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} = -20$ [W]

Č.M. 2.01 - prodejna

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SO1	Obvodová stěna výplňová	71,50	0,135	0,02	0,155	1,00	11,07
OZ2	Prosklená fasáda (CW50)	222,94	1,000	0,00	1,000	1,00	222,94
SO2	Obvodová stěna nosná	53,55	0,150	0,02	0,170	1,00	9,11
DO1	Dveře do exteriéru	10,87	1,000	0,00	1,000	1,00	10,87
SCH	Střecha	706,19	0,183	0,02	0,203	1,00	143,29
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							397,28
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.08} =15°C, θ _{j,2.09} =22°C, θ _{j,2.13} =15°C, θ _{j,2.14} =15°C, θ _{j,1.01} =10°C, θ _{j,1.03} =15°C, θ _{j,1.04} =22°C, θ _{j,1.11} =15°C, θ _{j,1.16} =15°C, θ _{j,budka} =2,13°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN1	Stěna do 2.08	5,04	0,807	0,16	0,64		
DN2	Dveře do 2.08	1,80	2,000	0,16	0,56		
SN1	Stěna do 2.09	4,39	0,807	-0,06	-0,22		
DN2	Dveře do 2.09	1,80	2,000	-0,06	-0,23		
SN1	Stěna do 2.13	2,63	0,807	0,16	0,33		
DN2	Dveře do 2.13	1,80	2,000	0,16	0,56		
SN1	Stěna do 2.14	9,25	0,807	0,16	1,17		
DN2	Dveře do 2.14	2,20	2,000	0,16	0,69		
PDL3	Podlaha nad 1.01	663,27	0,329	0,31	68,24		
PDL3	Podlaha nad 1.03, 1.11, 1.16	32,18	0,329	0,16	1,66		
PDL3	Podlaha nad 1.04	8,70	0,329	-0,06	-0,18		
STR	Strop do budky na střeše	25,72	0,523	0,56	7,50		
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							80,72
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e) f _{i,15°C} = 0,16 f _{i,10°C} = 0,31 f _{i,22°C} = -0,06							
f _{i,2,13°C} = 0,56							
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							478,01
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]			
20	-12	32	478,01	15296			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod, odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
2704,4	20	20	2000	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
-	1	0,03	1	162,26	1765
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 1765 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = 17062 [W]

Č.M. 2.02 - kancelář

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SO2	Obvodová stěna nosná	7,03	0,150	0,02	0,170	1,00	1,20
OZ1	Okno ztrojené	4,38	0,710	0,00	0,710	1,00	3,11
SCH	Střecha	13,52	0,183	0,02	0,203	1,00	2,74
Celková měrná tepelná ztráta H_{T,ie}							7,04
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.14} =15°C, θ _{j,1.05} =24°C, θ _{j,1.06} =24°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN1	Stěna do 2.14	9,41	0,807	0,16	1,19		
DN2	Dveře do 2.14	2,00	2,000	0,16	0,63		
PDL5	Podlaha nad 1.05, 1.06	4,23	0,603	-0,13	-0,32		
Celková měrná tepelná ztráta H_{T,ij}							1,81
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,15°C} = 0,16		f _{i,24°C} = -0,13			
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_{T,i}							8,86
θ _{int,i}		θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
20		-12	32	8,86	283		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
49,3	20	20	240	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
1	1	0,02	1	1,97	21
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 21 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = 305 [W]

Č.M. 2.03 - kancelář

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SO2	Obvodová stěna nosná	6,12	0,150	0,02	0,170	1,00	1,04
OZ1	Okno ztrojené	4,38	0,710	0,00	0,710	1,00	3,11
SCH	Střecha	12,43	0,183	0,02	0,203	1,00	2,52
Celková měrná tepelná ztráta H_{T,ie}							6,67
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.14} =15°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN1	Stěna do 2.14	8,49	0,807	0,16	1,07		
DN2	Dveře do 2.14	2,00	2,000	0,16	0,63		
Celková měrná tepelná ztráta H_{T,ij}							1,70
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e) f _{i,15°C} = 0,16							
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_{T,i}							8,37
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]			
20	-12	32	8,37	268			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
45,4	20	20	30	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
1	1	0,02	1	1,82	20
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 20 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = 287 [W]

Č.M. 2.04 - kancelář

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SO2	Obvodová stěna nosná	6,12	0,150	0,02	0,170	1,00	1,04
OZ1	Okno ztrojené	4,38	0,710	0,00	0,710	1,00	3,11
SCH	Střecha	12,43	0,183	0,02	0,203	1,00	2,52
Celková měrná tepelná ztráta H_{T,ie}							6,67
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.14} =15°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN1	Stěna do 2.14	8,49	0,807	0,16	1,07		
DN2	Dveře do 2.14	2,00	2,000	0,16	0,63		
Celková měrná tepelná ztráta H_{T,ij}							1,70
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e) f _{i,15°C} = 0,16							
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_{T,i}							8,37
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]			
20	-12	32	8,37	268			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
45,4	20	20	60	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
1	1	0,02	1	1,82	20
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 20 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{v,i} = 287 [W]

Č.M. 2.05 - kancelář

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SO2	Obvodová stěna nosná	6,58	0,150	0,02	0,170	1,00	1,12
OZ1	Okno ztrojené	4,38	0,710	0,00	0,710	1,00	3,11
SO1	Obvodová stěna výplňová	15,79	0,135	0,02	0,155	1,00	2,45
SCH	Střecha	12,98	0,183	0,02	0,203	1,00	2,63
Celková měrná tepelná ztráta H_{T,ie}							9,30
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.14} =15°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN1	Stěna do 2.14	2,02	0,807	0,16	0,25		
DN2	Dveře do 2.14	2,00	2,000	0,16	0,63		
Celková měrná tepelná ztráta H_{T,ij}							0,88
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e) f _{i,15°C} = 0,16							
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_{T,i}							10,18
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]			
20	-12	32	10,18	326			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
45,4	20	20	90	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
1	1	0,02	1	1,82	20
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 20 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = 346 [W]

Č.M. 2.06 - jídelna

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SO1	Obvodová stěna výplňová	1,10	0,135	0,02	0,155	1,00	0,17
OZ2	Prosklená fasáda (CW50)	10,22	1,000	0,00	1,000	1,00	10,22
SCH	Střecha	5,50	0,183	0,02	0,203	1,00	1,12
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							11,51
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.14} =15°C, θ _{j,1.11} =15°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN1	Stěna do 2.14	9,12	0,807	0,16	1,15		
DN2	Dveře do 2.14	2,20	2,000	0,16	0,69		
PDL5	Podlaha do 1.11	5,50	0,603	0,16	0,52		
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							2,36
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e) f _{i,15°C} = 0,16							
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							13,86
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]			
20	-12	32	13,86	444			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
20,1	20	20	60	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n _{so}	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
2	1	0,03	1	1,21	13
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 13 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{v,i} = 457 [W]

Č.M. 2.07 - kuchyň

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SO1	Obvodová stěna výplňová	11,50	0,135	0,02	0,155	1,00	1,78
SCH	Střecha	6,85	0,183	0,02	0,203	1,00	1,39
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							3,17
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.14} =15°C, θ _{j,2.08} =15°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN1	Stěna do 2.14	1,00	0,807	0,16	0,13		
SN1	Stěna do 2.08	10,59	0,807	0,16	1,33		
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							1,46
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e) f _{i,15°C} = 0,16							
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							4,63
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	Hr,i	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]			
20	-12	32	4,63	148			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
20,1	20	20	60	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 0 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = 148 [W]

Č.M. 2.08 - archiv

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Teplné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SCH	Střecha	5,37	0,183	0,02	0,203	1,00	1,09
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							1,09
Teplné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.02} =20°C, θ _{j,2.07} =20°C, θ _{j,2.09} =22°C, θ _{j,1.12} =20°C, θ _{j,1.01} =10°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	fij	Ak·Ukc·fij [W/K]		
SN1	Stěna do 2.01	5,04	0,807	-0,19	-0,75		
DN2	Dveře do 2.01	1,80	2,000	-0,19	-0,67		
SN1	Stěna do 2.07	10,59	0,807	-0,19	-1,58		
SN1	Stěna do 2.09	10,72	0,807	-0,26	-2,24		
PDL3	Podlaha nad 1.01	1,83	0,329	0,19	0,11		
PDL4	Podlaha nad 1.12	2,81	1,672	-0,19	-0,87		
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							-6,00
fij = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,20°C} = -0,19		f _{i,10°C} = 0,19		f _{i,22°C} = -0,26	
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							-4,91
θ _{int,i}		θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
15		-12	27	-4,91	-133		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]		V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]
19,8	-	15		0	0
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 0 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{v,i} = -133 [W]

Č.M. 2.09 - šatna

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepebné ztráty pŕımo do venkovnıho prostŕedı							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SCH	Stŕecha	4,86	0,183	0,02	0,203	1,00	0,99
Celkov mrn tepeln ztráta Hr,ie							0,99
Tepebn ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdılın teploty							
Okrajové podmıny: θ _{j,2.01} =20°C, θ _{j,2.08} =15°C, θ _{j,2.10} =20°C, θ _{j,2.15} =15°C, θ _{j,1.01} =10°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN1	Stěna do 2.01	4,39	0,807	0,06	1,57		
DN2	Dveŕe do 2.01	1,80	2,000	0,06	1,57		
SN1	Stěna do 2.08	10,72	0,807	0,21	1,78		
SN1	Stěna do 2.10	10,72	0,807	0,06	0,51		
SN5	Stěna do 2.15	6,19	0,707	0,21	0,90		
PDL3	Podlaha nad 1.01	4,86	0,329	0,35	0,56		
Celkov mrn tepeln ztráta Hr,ij							6,90
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,15°C} = 0,21		f _{i,10°C} = 0,35		f _{i,20°C} = 0,06	
Nvrhov tepeln ztráta prostupem							
Celkov mrn tepeln ztráta prostupem Hr,i							7,89
θ _{int,i}		θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Nvrhov ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
22		-12	34	7,89	268		

TEPELN ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucen větrání - odvod

Ztráta pŕıivodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota pŕııvdnho vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitŕn teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
17,9	20	22	60	41	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Nvrhov ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}				=	41 [W]

Celkov nvrhov tepeln výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{v,i} = 309 [W]

Č.M. 2.10 - WC muži

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SCH	Střecha	5,11	0,183	0,02	0,203	1,00	1,04
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							1,04
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.09} =22°C, θ _{j,2.15} =15°C, θ _{j,1.01} =10°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN1	Stěna do 2.09	10,72	0,807	-0,06	-0,54		
SN5	Stěna do 2.15	6,65	0,707	0,16	0,74		
PDL3	Podlaha do 1.01	5,11	0,329	0,31	0,53		
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							0,72
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,15°C} = 0,16	f _{i,10°C} = 0,31	f _{i,22°C} = -0,06			
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H_{T,i}							1,76
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]			
20	-12	32	1,76	56			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
18,9	20	20	105	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}				=	0 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{v,i} = 56 [W]

Č.M. 2.11 - WC ženy

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SCH	Střecha	5,11	0,183	0,02	0,203	1,00	1,04
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							1,04
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.15} =15°C, θ _{j,2.13} =15°C, θ _{j,1.01} =10°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN5	Stěna do 2.15	6,65	0,707	0,16	0,74		
SN2	Stěna do 2.13	3,88	0,465	0,16	0,28		
PDL3	Podlaha do 1.01	5,11	0,329	0,31	0,53		
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							1,54
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,15°C} = 0,16		f _{i,10°C} = 0,31			
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							2,58
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	Hr,i	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]			
20	-12	32	2,58	83			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
18,9	20	20	80	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}				=	0 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{v,i} = 83 [W]

Č.M. 2.12 - WC pro postižené

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SCH	Střecha	3,79	0,183	0,02	0,203	1,00	0,77
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							0,77
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.14} =15°C, θ _{j,2.13} =15°C, θ _{j,1.01} =10°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN2	Stěna do 2.14	7,48	0,465	0,16	0,54		
SN1	Stěna do 2.13	7,57	0,807	0,16	0,96		
PDL3	Podlaha do 1.01	3,79	0,329	0,31	0,39		
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							1,89
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,15°C} = 0,16		f _{i,10°C} = 0,31			
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							2,66
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]			
20	-12	32	2,66	85			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]		V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]
14,0	20	20		80	0
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= 0 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{v,i} = 85 [W]

Č.M. 2.13 - úklidová komora

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SCH	Střecha	2,15	0,183	0,02	0,203	1,00	0,44
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							0,44
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.02} =20°C, θ _{j,2.11} =20°C, θ _{j,2.12} =20°C, θ _{j,1.01} =10°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	fij	Ak·Ukc·fij [W/K]		
SN1	Stěna do 2.01	11,45	0,807	-0,19	-1,71		
DN2	Dveře do 2.01	1,80	2,000	-0,19	-0,67		
SN2	Stěna do 2.11	3,88	0,465	-0,19	-0,33		
SN1	Stěna do 2.12	7,57	0,807	-0,19	-1,13		
PDL3	Podlaha nad 1.01	2,15	0,329	0,19	0,13		
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							-3,71
fij = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,20°C} = -0,19		f _{i,10°C} = 0,19			
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							-3,28
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]			
15	-12	27	-3,28	-88			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]		V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]
14,0	20	15		30	-51
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= -51 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = -139 [W]

Č.M. 2.14 - chodba

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SCH	Střecha	22,28	0,183	0,02	0,203	1,00	4,52
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							4,52
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.01} =20°C, θ _{j,2.02} =20°C, θ _{j,2.03} =20°C, θ _{j,2.04} =20°C, θ _{j,2.05} =20°C, θ _{j,2.06} =20°C, θ _{j,2.07} =20°C, θ _{j,2.12} =20°C, θ _{j,1.14} =20°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN1	Stěna do 2.01	9,12	0,807	-0,19	-1,36		
DN2	Dveře do 2.01	2,20	2,000	-0,19	-0,81		
SN1	Stěna do 2.02	9,41	0,807	-0,19	-1,41		
DN2	Dveře do 2.02	2,00	2,000	-0,19	-0,74		
SN1	Stěna do 2.03	8,49	0,807	-0,19	-1,27		
DN2	Dveře do 2.03	2,00	2,000	-0,19	-0,74		
SN1	Stěna do 2.04	8,49	0,807	-0,19	-1,27		
DN2	Dveře do 2.04	2,00	2,000	-0,19	-0,74		
SN1	Stěna do 2.05	2,02	0,807	-0,19	-0,30		
DN2	Dveře do 2.05	2,00	2,000	-0,19	-0,74		
SN1	Stěna do 2.06	9,12	0,807	-0,19	-1,36		
DN2	Dveře do 2.06	2,20	2,000	-0,19	-0,81		
SN1	Stěna do 2.07	1,00	0,807	-0,19	-0,15		
SN6	Stěna do 2.08	3,54	0,326	-0,19	-0,21		
SN2	Stěna do 2.12	7,48	0,465	-0,19	-0,64		
PDL5	Podlaha nad 1.14	3,37	0,603	-0,19	-0,38		
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							-12,95
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e) f _{i,20°C} = -0,19							
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							-8,43
θ _{int,i}		θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{r,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
15		-12	27	-8,43	-228		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod, odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
81,3	20	15	420	-714	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{v,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}					= -714 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{v,i} = -942 [W]

Č.M. 2.15 - schodiště

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepeelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	ΔU [W/m ² K]	Ukc [W/m ² K]	ek	Ak·Ukc·ek [W/K]
SO1	Stěny světlíku	29,00	0,134	0,02	0,154	1,00	4,47
OZ1	Zasklení světlíku (CW50)	15,48	1,000	0,00	1,000	1,00	15,48
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ie							19,94
Tepeelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Okrajové podmínky: θ _{j,2.08} =20°C, θ _{j,2.09} =22°C, θ _{j,2.10} =20°C, θ _{j,2.11} =20°C							
Č.k.	Popis	Plocha Ak [m ²]	Uk [W/m ² K]	f _{ij}	Ak·Ukc·f _{ij} [W/K]		
SN5	Stěna do 2.08	3,21	0,707	-0,19	-0,42		
SN5	Stěna do 2.09	6,11	0,707	-0,26	-1,12		
SN5	Stěna do 2.10	6,57	0,707	-0,19	-0,86		
SN5	Stěna do 2.11	6,57	0,707	-0,19	-0,86		
Celková měrná tepelná ztráta Hr,ij							-3,26
f _{ij} = (θ _{int,i} -θ _j)/(θ _{int,i} -θ _e)		f _{i,20°C} = -0,19		f _{i,22°C} = -0,26			
Návrhová tepelná ztráta prostupem							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem Hr,i							16,68
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]			
15	-12	27	16,68	450			

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - nucené větrání - přívod, odvod

Ztráta přívodem vzduchu					
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _i [°C]	V _p [m ³ /h]	Φ _p [W]	
58,9	-	15	0	0	
Ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	e	ε	V _{inf}	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0
Návrhová ztráta větráním celkem: Φ_{V,i}=Φ_{p,i}+Φ_{inf,i}				=	0 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HL,i}=Φ_{T,i} + Φ_{V,i} = 450 [W]

Tepelný výkon potřebný pro vzduchotechniku

VZT jednotka č.1 - Sklad

Smíšení odváděného vzduchu pro ZTZ	
Objem vzduchu 10°C [m ³ /h]	Teplota po smíšení [°C]
1000	10

Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č.1					
ΣV_p [m ³ /h]	Venkovní teplota t_e [°C]	Přívodní teplota t_p [°C]	Účinnost výměníku [%]	Teplota za ZTZ t_{zzt} [°C]	Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č.1 [W]
1000	-12	10	50	-1	3740

VZT jednotka č.2 - Kanceláře

Smíšení odváděného vzduchu pro ZTZ			
Objem vzduchu 15°C [m ³ /h]	Objem vzduchu 20°C [m ³ /h]	Objem vzduchu 24°C [m ³ /h]	Teplota po smíšení [°C]
470	360	200	18,50

Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č.2					
ΣV_p [m ³ /h]	Venkovní teplota t_e [°C]	Přívodní teplota t_p [°C]	Účinnost výměníku [%]	Teplota za ZTZ t_{zzt} [°C]	Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č.2 [W]
1030	-12	20	50	3,25	5867

VZT jednotka č.3 - Prodejna

Smíšení odváděného vzduchu pro ZTZ			
Objem vzduchu 15°C [m ³ /h]	Objem vzduchu 20°C [m ³ /h]	Objem vzduchu 22°C [m ³ /h]	Teplota po smíšení [°C]
30	1910	60	19,99

Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č.3					
ΣV_p [m ³ /h]	Venkovní teplota t_e [°C]	Přívodní teplota t_p [°C]	Účinnost výměníku [%]	Teplota za ZTZ t_{zzt} [°C]	Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č.3 [W]
2000	-12	20	50	3,99	10885

Celková tepelná ztráta budovy

Tepelný výkon pro pokrytí ztrát prostupem a větráním

Č.m.	Název místnosti	Tepelné ztráty prostupem ϕ_T	Tepelné ztráty větráním a infiltrací ϕ_V	Celkový tepelný výkon ϕ_{HL}
		[W]	[W]	[W]
1NP				
1.01	Sklad	644	938	1582
1.02	Sklad/dílna	462	0	462
1.03	Technická místnost	7	34	41
1.04	Šatna	194	148	343
1.05	Sprcha	66	68	134
1.06	Sprcha	70	68	138
1.07	Kuchyň/jídelna	121	12	132
1.08	Kancelář	181	25	206
1.09	Kancelář	181	25	206
1.10	Kancelář	253	26	279
1.11	Chodba	-186	-538	-723
1.12	Skladník	938	27	965
1.13	Schodiště	66	0	66
1.14	WC muži	163	221	384
1.15	WC ženy	150	289	439
1.16	Úklidová komora	-20	0	-20
Σ		3292	1344	4635
2NP				
2.01	Prodejna	15296	1765	17062
2.02	Kancelář	283	21	305
2.03	Kancelář	268	20	287
2.04	Kancelář	268	20	287
2.05	Kancelář	326	20	346
2.06	Jídelna	444	13	457
2.07	Kuchyňka	148	148	296
2.08	Archív	-133	0	-133
2.09	Šatna	268	41	309
2.10	WC muži	56	0	56
2.11	WC ženy	83	0	83
2.12	WC pro tělesně postižené	85	0	85
2.13	Úklidová komora	-88	-51	-139
2.14	Chodba	-228	-714	-942
2.15	Schodiště	450	0	450
Σ		17526	1283	18810
			Celkem=	23445

Tepelný výkon pro teplovzdušné větrání

Celkový tepelný výkon pro vzt jednotku č.1 (sklad) = 3740 [W]
 Celkový tepelný výkon pro vzt jednotku č.2 (kanceláře) = 5867 [W]
 Celkový tepelný výkon pro vzt jednotku č.3 (prodejna) = 10885 [W]
Σ 20492 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon objektu [W]: 43937

3 HODNOCENÍ PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA

3.1 Hodnocení průměrného součinitele prostupu obálky budovy - Energetický štítek obálky budovy

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011) [15]

Identifikační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Administrativní budova Hodonín, Brněnská ulice 158 Hodonín, 2050/29 Ing. Jiří Nezval, Vinařská 23, Rohatec, 69601
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Telefon / E-mail	Ing. Jiří Nezval, Vinařská 23, Rohatec, 69601 Hodonín, 2050/29 Hodonín, Brněnská ulice 158 jiri.nezval@seznam.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	7472,37 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	2711,6 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,363 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-12 °C

Měrná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	b	H _T	A	U	b	H _T
		(požadovaná hodnota podle ČSN 73 0540-2/2011)						
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]	[W/K]	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]	[W/K]
SO1 - venkovní stěna výplňová	228,1	0,300	1	68,43	228,1	0,135	1	30,77
SO2 - venkovní stěna nosná	266,1	0,300	1	79,83	266,1	0,150	1	39,94
PDL2 - podlaha na zemině	195,8	0,450	0,47	41,42	195,8	0,244	0,47	22,46
PDL1 - podlaha na zemině	663,8	0,850	0,23	129,77	663,8	0,515	0,23	78,63
SO3 - stěna k zemině	93,6	0,850	0,32	25,46	93,6	0,565	0,32	16,93
SO4 - stěna k zemině	26,5	0,450	0,53	6,32	26,5	0,335	0,53	4,70
STR - strop do nevyt. prostoru	25,7	0,600	0,625	9,65	25,7	0,523	0,625	8,41
SCH - plochá střecha	876,8	0,240	1	210,43	876,8	0,183	1	160,37
OZ2 - Prosklená fasáda (CW50)	253,4	1,630	1	413,03	253,4	1,000	1	253,39
OZ1 - Okna	39,4	1,500	1	59,10	39,4	0,710	1	27,97
DO1 - Dveře do exteriéru	16,4	1,700	1	27,83	16,4	1,000	1	16,37
DO2 - Vrata do skladu	10,7	1,700	1	18,22	10,7	1,000	1	10,72
Celkem	2696,3			1089,47	2696,3			670,66
Tepelné vazby		0,02		53,93		0,02		53,93
Celková měrná ztráta prostupem tepla				1143,40				724,59
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5		max. U _{em} pro A/V		požadovaná hodnota:				0,269
		75% z požadované hodnoty		doporučená hodnota:				
		=		0,318				
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,63				B

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	724,59
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,269
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m ² ·K)	0,318
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m ² ·K)	0,424

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,50	0,5. $U_{em,N}$	0,212
B	0,75	0,75. $U_{em,N}$	0,318
C	1,0	1. $U_{em,N}$	0,424
D	1,5	1.5. $U_{em,N}$	0,636
E	2,0	2. $U_{em,N}$	0,848
F	2,5	2,5. $U_{em,N}$	1,060
G	> 2,5	> 2,5. $U_{em,N}$	>1,060

Klasifikace: B

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 25. 2. 2016

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Lukáš Klus








IČO:

Zpracoval: Lukáš Klus

Podpis:

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem. [15]

Energetický štítek budovy

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Ubytovna pro manažery Brno				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_e = m^2$				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná					
0,5						
0,75						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5						
	Mimořádně neekonomická					
klasifikace				B		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$				0,27		-
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$				0,41		-
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,21	0,31	0,41	0,62	0,82	1,03
Platnost štítku do				24. 2. 2026		
Štítek vypracoval				Lukáš Klus		

3.2 Hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla

Dle vyhlášky č. 78/2013 Sb. [18]

Při tomto hodnocení byl objekt rozdělen na 2 zóny podle převažující teploty

- zóna č. 1 – kanceláře a prodejna ($\theta_{im} = 20 \text{ °C}$)
- zóna č. 2 – sklad ($\theta_{im} = 10 \text{ °C}$)

Hodnota průměrného součinitele prostupu tepla referenční budovy se stanoví jako vážený průměr z hodnot stanovených pro jednotlivé zóny.

$$U_{em,R} = \frac{\sum(U_{em,R,j} \cdot V_j)}{\sum V_j} \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

kde V_j je objem j-té zóny [m^3]

Průměrný součinitel prostupu tepla pro jednotlivé zóny referenční budovy se stanoví ze vzta-
hu:

$$U_{em,N,20,R} = f_R \cdot \left[\frac{\sum(U_{N,20,j} \cdot A_j \cdot b_j)}{\sum A_j} + \Delta U_{emR} \right] \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]},$$

kde $U_{em,N,20,R}$ je normově požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla pro j-tou konstrukci [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$],
 A_j je plocha j-té konstrukce [m^2],
 b_j je teplotní redukční činitel zohledňující rozdílnou teplotu na vnější straně konstrukce oproti venkovní výpočtové teplotě, [-]
 $\Delta U_{em,R}$ je přírůstek na vliv tepelných vazeb [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$],
 f_R je pro požadovanou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla uvažováno takto:
1 pro dokončenou budovu a její změnu
0,8 pro novou budovu
0,7 pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie

Hodnota průměrného součinitele prostupu tepla referenční budovy $U_{em,R}$ je pro objekty s převažující vnitřní teplotou od 18 do 22 °C včetně shodná s požadovanou základní hodnotou součinitele prostupu tepla, tj. $U_{em,R} = U_{em,N,20,R}$. U budov s jinou vnitřní teplotou se hodnota průměrného součinitele prostupu tepla referenční budovy stanoví podle

$$U_{em,R} = U_{em,N,20,R} \cdot 16 / (\theta_{im} - 4) \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

Referenční budova

Zóna č. 1 - kanceláře + prodejna							
Obálková konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Tepelné vazby	U_{kc}	Redukční čísel	Měrná ztráta prostupem tepla H_T	
	A	U	$\Delta U_{tbk,j}$				
	[m ²]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[-]	[W/K]	
SO1	162,2	0,300	0,02	0,32	1,00	51,91	
SO2	188,3	0,300	0,02	0,32	1,00	60,25	
SO4	26,5	0,450	0,02	0,47	0,53	6,61	
PDL2	195,8	0,450	0,02	0,47	0,47	43,14	
SCH	876,8	0,240	0,02	0,26	1,00	227,96	
STR	25,7	0,600	0,02	0,62	0,56	8,91	
OZ1	39,4	1,500	0,02	1,52	1,00	59,95	
OZ2	253,7	1,630	0,02	1,65	1,00	418,56	
DO1	14,4	1,700	0,02	1,72	1,00	24,71	
Kce mezi zónami	SN2	69,7	1,300	0,02	1,32	0,31	28,75
	SN4	20,9	1,300	0,02	1,32	0,31	8,62
	PDL3	663,8	1,050	0,02	1,07	0,31	221,96
	DN1	5,2	3,500	0,02	3,52	0,31	5,72
Celková měrná ztráta prostupem tepla [W/K]						1167,05	
$U_{em,N,20,R} = f_R \cdot (H_T / \sum A_j) =$						0,37 [W/m ² .K]	
						= $U_{em,R}$	

Referenční budova

Zóna č. 2 - sklad							
Obálková konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Tepelné vazby	U_{kc}	Redukční čísel	Měrná ztráta prostupem tepla H_T	
	A	U	$\Delta U_{tbk,j}$				
	[m ²]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[-]	[W/K]	
SO1	65,9	0,300	0,02	0,32	1,00	21,09	
SO2	77,8	0,300	0,02	0,32	1,00	24,89	
SO3	93,6	0,850	0,02	0,87	0,32	25,91	
PDL1	663,8	0,850	0,02	0,87	0,23	131,25	
DO2	10,7	1,700	0,02	1,72	1,00	18,44	
DO1	2,0	1,700	0,02	1,72	1,00	3,44	
Kce mezi zónami	SN2	69,7	1,300	0,02	1,32	-0,45	-41,82
	SN4	20,9	1,300	0,02	1,32	-0,45	-12,54
	PDL3	663,8	1,050	0,02	1,07	-0,45	-322,85
	DN1	5,2	3,500	0,02	3,52	-0,45	-8,32
Celková měrná ztráta prostupem tepla [W/K]						-160,51	
$U_{em,N,20,R} = f_R \cdot (H_T(+)/\sum A_j(+) + H_T(-)/\sum A_j(-)) =$						0,60 [W/m ² .K]	
$U_{em,R} = U_{em,N,20,R} \cdot 16 / (\theta_{im} - 4) =$						1,61 [W/m ² .K]	

Průměrný součinitel prostupu tepla referenční budovy pro celý objekt:

$$U_{em,R} = \frac{\sum (U_{em,R,j} \cdot V_j)}{\sum V_j} = 0,779 \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

Reálná budova

Zóna č. 1 - kanceláře + prodejna							
Obálková konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Tepelné vazby	U_{kc}	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla H_T	
	A	U	$\Delta U_{tbk,j}$				
	[m ²]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[-]	[W/K]	
SO1	162,2	0,135	0,02	0,15	1,00	25,13	
SO2	188,3	0,150	0,02	0,17	1,00	32,03	
SO4	26,5	0,335	0,02	0,35	0,53	4,99	
PDL2	195,8	0,244	0,02	0,26	0,47	24,24	
SCH	876,8	0,183	0,02	0,20	1,00	177,90	
STR	25,7	0,523	0,02	0,54	0,56	7,79	
OZ1	39,4	0,710	0,02	0,73	1,00	28,79	
OZ2	253,7	1,000	0,02	1,02	1,00	258,75	
DO1	14,4	1,000	0,02	1,02	1,00	14,66	
SN2	69,7	0,465	0,02	0,48	0,31	10,56	
SN4	20,9	0,581	0,02	0,60	0,31	3,93	
PDL3	663,8	0,329	0,02	0,35	0,31	72,45	
DN1	5,2	1,600	0,02	1,62	0,31	2,63	
Celková měrná ztráta prostupem tepla [W/K]						663,83	
$U_{em,N,20,R} = f_R \cdot (H_T / \sum A_j) =$						0,26 [W/m ² ·K]	$= U_{em,R}$

Zóna č. 2 - sklad						
Obálková konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Tepelné vazby	U_{kc}	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla H_T
	A	U	$\Delta U_{tbk,j}$			
	[m ²]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	[-]	[W/K]
SO1	65,9	0,135	0,02	0,15	1,00	10,21
SO2	77,8	0,150	0,02	0,17	1,00	13,23
SO3	93,6	0,565	0,02	0,59	0,32	17,43
PDL1	663,8	0,515	0,02	0,54	0,23	80,71
DO2	10,7	1,000	0,02	1,02	1,00	10,93
DO1	2,0	1,000	0,02	1,02	1,00	2,04
SN2	69,7	0,465	0,02	0,48	-0,45	-15,36
SN4	20,9	0,581	0,02	0,60	-0,45	-5,71
PDL3	663,8	0,329	0,02	0,35	-0,45	-105,38
DN1	5,2	1,600	0,02	1,62	-0,45	-3,83
Celková měrná ztráta prostupem tepla [W/K]						4,28
$U_{em,N,20,R} = (H_{T(+)} / \sum A_{j(+)} + H_{T(-)} / \sum A_{j(-)}) =$						0,32 [W/m ² ·K]
$U_{em,R} = U_{em,N,20,R} \cdot 16 / (\theta_{im} - 4) =$						0,85 [W/m ² ·K]

Průměrný součinitel prostupu tepla reálné budovy pro celý objekt:

$$U_{em,R} = \frac{\sum (U_{em,R,j} \cdot V_j)}{\sum V_j} = 0,457 [W/m^2 \cdot K]$$

Hranice tříd a jejich klasifikace při hodnocení energií budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb.

Hodnota horní hranice klasifikační třídy	Klasifikační třída	Slovní vyjádření
$0,65 \cdot U_{em,R}$	A	Mimořádně úsporná
$0,8 \cdot U_{em,R}$	B	Velmi úsporná
$U_{em,R}$	C	Úsporná
$1,5 \cdot U_{em,R}$	D	Méně úsporná
$2 \cdot U_{em,R}$	E	Nehospodárná
$2,5 \cdot U_{em,R}$	F	Velmi nehospodárná
	G	Mimořádně nehospodárná

Klasifikace objektu: $0,585 \cdot U_{em,R}$ – A – Mimořádně úsporná

4 NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH

V největší místnosti objektu – 2.01 – prodejna je navrženo podlahové vytápění. V ostatních místnostech je přenos tepla zajištěn otopnými tělesy Radik PLAN VK, Radik KLASIK a také dvěma kolektory Koraflex FK.

4.1 Návrh otopných těles

STANOVENÍ STŘEDNÍ TEPLoty OTOPNÉHO TĚLESA

Povrchová teplota okna: Rozměr referenčního okna: 2500x1750; $U_{OK}=0,71 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
 $\alpha_{OK}=8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; $t_i=20^\circ\text{C}$; $t_e=-12^\circ\text{C}$; $H_{OT}=400\text{mm}$; $L_{OT}\approx 0,8 \cdot L_{OK}=2\text{m}$

$$U_{OK} \cdot (t_i - t_e) = \alpha_{i,OK} \cdot (t_i - t_{OK})$$

$$t_{OK} = 17,16^\circ\text{C}$$

$$L_{OT} \cdot H_{OT} \cdot (t_m - t_i) \geq L_{OK} \cdot H_{OK} \cdot (t_i - t_{OK})$$

$$t_m \geq 35,53^\circ\text{C}$$

Návrh teplotního spádu: 45/35 °C; $t_m = 40^\circ\text{C}$

PŘEPOČET VÝKONU OTOPNÉHO TĚLESA NA JINÝ TEPLotNÍ SPÁD

Dnes sice výrobci udávají výkony těles ve všech různých teplotních spádech, nicméně jsem si přepočítal výkon vypočítal sám. Přepočítání bylo provedeno z výkonu pro teplotního spád 75/65°C – 20°C uváděného výrobcem na výkon pro teplotního spád 45/35°C – t_i °C, který je navržen.

Rozdílový ukazatel (opravný součinitel na teplotní spád)

$$c = (t_{w2} - t_i) / (t_{w1} - t_i)$$

kde: t_{w2} teplota vratu navrženého teplotního spádu (35°C)

t_{w1} teplota přívodu navrženého teplotního spádu (45°C)

t_i vnitřní návrhová teplota místnosti (°C)

Výpočet se dále dělí na dvě možnosti – pro $c \geq 0,7$ a pro $c < 0,7$

pro $c \geq 0,7$:

$$Q_T = Q_n \cdot \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_n}\right)^n \text{ [W]}$$

kde: Q_T přepočítaný výkon na navržený teplotní spád (W)

Q_n výkon pro teplotního spád udávaný výrobcem 75/65°C – 20°C

n teplotní exponent určen experimentálně (volím 1,3) (-)

Δt z hodnot hodnoty teplotního spádu navrženého (°C)

Δt_n z hodnot hodnoty teplotního spádu udávaného výrobcem (°C)

$$\Delta t_{(n)} = \frac{(t_{w1} + t_{w2})}{2} - t_i \quad (^\circ\text{C})$$

pro $c < 0,7$:

$$Q_T = Q_n \cdot \left(\frac{\Delta t_{ln}}{\Delta t_{ln,n}}\right)^n \quad [\text{W}]$$

kde: Δt_{ln} z hodnot teplotního spádu navrženého ($^\circ\text{C}$)

$\Delta t_{ln,n}$ z hodnot hodnoty teplotního spádu udávaného výrobcem ($^\circ\text{C}$)

$$\Delta t_{ln(n)} = \frac{(t_{w1} + t_{w2})}{2} - t_i \quad (^\circ\text{C})$$

SKUTEČNÝ VÝKON OTOPNÝCH TĚLES

$$Q_{T,skut} = Q_T \cdot \varphi \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3$$

kde: Q_T přepočítaný výkon tělesa na návrhové podmínky (W)

φ součinitel na způsob připojení těles (-)

z_1 součinitel na úpravu okolí (zákryt, umístění pod parapetem...) (-)

z_2 součinitel na počet článků (pouze u článkových těles a jen nad 10 článků) (-)

z_3 součinitel na umístění tělesa v místnosti (-)

NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

Radik	Účel místnosti	ti [°C]	Tepelná ztráta místnosti Q _{HL,i} (W)	Typ OT	Počet	Výkon na 1 OT [W]	Výkon celkem 75/65-20°C [W]	Výkon celkem tw1/tw2-ti [W]	z1 · z2 · z3 · φ				Skutečný výkon OT (W)
1.01	Sklad	10	1582	Radik 11 KLASIK 600x300	8	329	2632	2258	1	1	0,8	1	1806
1.02	Sklad/dílna	20	462	Radik 11 KLASIK 900x400	1	637	637	481	1	1	1	1	481
1.03	Technická místnost	15	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.04	Šatna	22	343	Radik 11 PLAN VK 1000x300	1	533	533	390	1	1	1	1	390
1.05	Sprcha	24	134	Radik 21 PLAN VK 400x400	1	358	358	252	1	1	0,95	1	239
1.06	Sprcha	24	138	Radik 21 PLAN VK 400x400	1	358	358	252	1	1	0,95	1	239
1.07	Kuchyň/jídelna	20	132	Radik 11 PLAN VK 600x300	1	320	320	242	1	1	1	1	242
1.08	Kancelář	20	206	Radik 11 PLAN VK 700x300	1	373	373	282	1	1	1	1	282
1.09	Kancelář	20	206	Radik 11 PLAN VK 700x300	1	373	373	282	1	1	1	1	282
1.10	Kancelář	20	279	Radik 11 PLAN VKL 700x300	1	373	373	282	1	1	1	1	282
1.11	Chodba	15	-723	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.12	Skladník	20	965	Radik 21 PLAN VK 800x400	2	717	1434	1083	1	1	0,9	1	975
1.13	Schodiště	15	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.14	WC muži	20	384	Radik 21 PLAN VK 400x300	1	291	582	440	1	1	0,9	1	396
				Radik 21 PLAN VKL 400x300	1	291							
1.15	WC ženy	20	439	Radik 11 PLAN VK 500x400	1	339	678	512	1	1	0,9	1	461
				Radik 11 PLAN VKL 500x400	1	339							
1.16	Úklidová komora	15	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.01	Prodejna	20	17062	Podlahové vytápění	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.02	Kancelář	20	305	Radik 11 PLAN VK 800x300	1	426	426	322	1	1	1	1	322
2.03	Kancelář	20	287	Radik 11 PLAN VK 800x300	1	426	426	322	1	1	1	1	322
2.04	Kancelář	20	287	Radik 11 PLAN VK 800x300	1	426	426	322	1	1	1	1	322
2.05	Kancelář	20	346	Radik 11 PLAN VKL 900x300	1	480	480	363	1	1	1	1	363
2.06	Jídelna	20	457	Koraflex FK 1000x340x90	2	316	632	478	1	1	1	1	478
2.07	Kuchyňka	20	296	Radik 11 PLAN VKL 600x400	1	407	407	308	1	1	1	1	308
2.08	Archív	15	-133	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.09	Šatna	22	309	Radik 11 PLAN VK 800x300	1	426	426	311	1	1	1	1	311
2.10	WC muži	20	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.11	WC ženy	20	83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.12	WC pro tělesně pos	20	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.13	Úklidová komora	15	-139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.14	Chodba	15	-942	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.15	Schodiště	15	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Přehled navržených otopných těles a jejich přepočítaných výkonů:

4.2 Návrh podlahového vytápění

Vstupní hodnoty:	$t_i = 20\text{ °C}$
	$t_{i,B} = 10\text{ °C}$
	teplotní spád 38/30°C
	$t_m = 34\text{ °C}$
Tepelné ztráty	$Q_z = 17\,254\text{ W}$

součinitel přestupu tepla na horní (vytápěné) straně konstrukce	$\alpha_a = 9,44\text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$
součinitel přestupu tepla na spodní straně konstrukce	$\alpha_b = 8\text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$
navržená rozteč otopného hadu	$L = 0,3\text{ m}$

VÝPOČET:

Tepelná propustnost vrstvy nad trubkami

$$U_a = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{a_n}{\lambda_n}} \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

Tepelná propustnost vrstvy pod trubkami

$$U_b = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_b} + \sum \frac{a_n}{\lambda_n}} \text{ [W/m}^2 \cdot \text{K]}$$

Výpočet Kollmarova součinitele

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot (U_a + U_b)}{\pi^2 \cdot \lambda \cdot d}} \text{ [-]}$$

Střední povrchová teplota

- Idealizace na otopnou desku:

$$t_s = t_i + (t_m - t_i) \cdot \frac{\tanh\left(m \cdot \frac{L}{2}\right)}{m \cdot \frac{L}{2}} - \frac{U_b}{U_b + U_a} \cdot \left(1 - \frac{\tanh\left(m \cdot \frac{L}{2}\right)}{m \cdot \frac{L}{2}}\right) \cdot (t_i - t_{ib}) \text{ [°C]}$$

$$t_{pa} = \frac{U_a}{\alpha_a} \cdot (t_s - t_i) + t_i \text{ [°C]}$$

$$t_{pb} = \frac{U_b}{\alpha_b} \cdot (t_s - t_{ib}) + t_{ib} \text{ [°C]}$$

Výpočet tepelného toku

$$q_a = \alpha_a \cdot (t_p - t_i) \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$$q_b = U_b \cdot \frac{\alpha_b}{U_b} (t_p - t_i) + U_b \cdot (t_i - t_{i,b}) \text{ [W/m}^2 \text{]}$$

Určení potřebné plochy a potřebného výkonu

$$S_p = \frac{Q_z}{q_a} \text{ [m}^2 \text{]}$$

(při zastavění nábytkem zvětšíme o procento zastavění)

$$Q_p = q_a \cdot S_p \text{ [W]}$$

(při zastavění nábytkem dosadíme plochu zvětšenou o zastavění)

Výpočet skutečného výkonu

$$Q_{skut} = q_a \cdot S_{skut} \text{ [W]}$$

S_{skut} ... skutečná plocha podlahového vytápění [m²]

Výpočet výkonu na okrajích plochy

$$Q_o = Q_{skut} \cdot \frac{O_{skut}}{S_{skut}} \text{ [W]}$$

O_{skut} ... obvod plochy podlahového vytápění [m]

Výpočet celkového tepelného výkonu směrem do místnosti

$$Q_c = Q_{skut} + Q_o \text{ [W]}$$

Skutečný tepelný výkon předaný do místnosti (při zastavění nábytkem)

$$Q_{c,skut} = \frac{Q_c}{1+x} \text{ [W]}$$

$$x = \frac{\text{procento zastavění}}{100}$$

Výpočet podlahového vytápění

Veličina	Popis	Jednotky	Hodnota
Q_z	Tepelná ztráta místnosti	W	17062
U_b	Tepelná propustnost nad trubkami	W/m ² ·K	7,64
U_a	Tepelná propustnost pod trubkami	W/m ² ·K	0,37
m	Kollmarův součinitel	-	8,22
t_s	Idealizace (nahrazení topnou deskou)	°C	29,43
t_{pa}	Povrchová teplota nahoře	°C	27,63
t_{pb}	Povrchová teplota dole	°C	10,89
q_a	Tepelný tok směrem nahoru	W/m ²	72,04
q_b	Tepelný tok směrem dolů	W/m ²	6,57
S_p	Potřebná plocha pro pokrytí ztrát	m ²	239,50
S_{p,120%}	Potřebná plocha při 20% zastavění nábytkem	m ²	287,40
Q_{p,120%}	Potřebný výkon při 20% zastavění nábytkem	W	20705
S_{skut}	Skutečná plocha podlahového vytápění	m ²	282,80
Q_{skut}	Skutečný tepelný výkon otopné plochy	W	20374
Q_o	Výkon na okrajích plochy	W	635
Q_c	Celkový tepelný výkon směrem nahoru	W	21008
Q_{c,skut}	Tepelný výkon skutečně předaný do místnosti	W	17507
Q_{c,skut} = 17 507 W > Q_z = 17 062 W			
r	Šířka okraje	m	0,28
Hodnoty pro hydraulické výpočty			
Q_{skut,h}	Výkon se započítaným tep. tokem v obou směrech	W	22231,5
Q_{o,h}	Výkon na okrajích plochy	W	692,7
Q_{c,skut,h}	Celkový tepelný výkon dopravený potrubím	W	22924,2
m	Průtok	kg/h	2463,9

4.3 Technický list otopných těles Radik PLAN VK

NOVINKA!

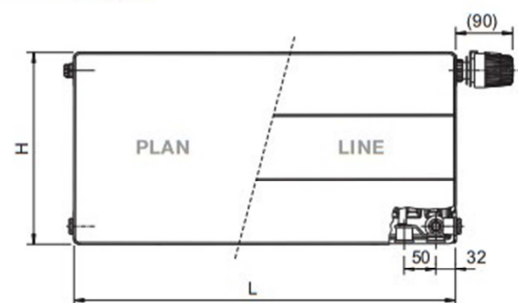
RADIK PLAN VK, LINE VK



Popis

Model **RADIK PLAN VK (RADIK LINE VK)** je deskové otopné těleso v provedení PLAN (LINE) a v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchyttek.

Přehled typů



Typ 11 PLAN VK/LINE VK



Typ 21 PLAN VK/LINE VK



Typ 22 PLAN VK/LINE VK



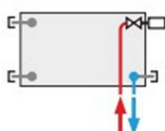
Typ 33 PLAN VK/LINE VK



Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm
Hloubka B	
Typ 11 PLAN VK/LINE VK	65 mm
Typ 21 PLAN VK/LINE VK	68 mm
Typ 22 PLAN VK/LINE VK	102 mm
Typ 33 PLAN VK/LINE VK	157 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu



pravé spodní
 $\psi = 1$

4.4 Technický list otopných těles Radik KLASIK

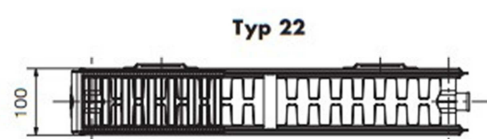
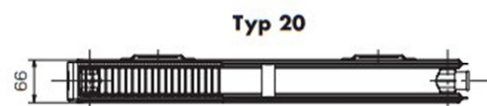
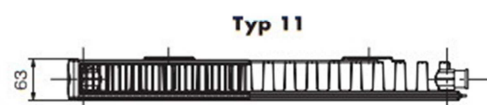
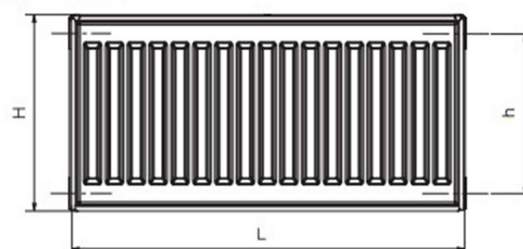
RADIK KLASIK



Popis

Model **RADIK KLASIK** je deskové otopné těleso v provedení KLASIK, které umožňuje **levé nebo pravé boční připojení** na rozvod otopné soustavy. Svou konstrukcí je určeno pro otopné soustavy s nuceným nebo samotížným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchytek.

Přehled typů



Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Připojovací rozteč	$h = H - 54$ mm
Připojovací závit	4 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	levé nebo pravé boční

Způsoby připojení na otopnou soustavu



boční jednostranné
 $\psi = 1$



boční oboustranné úhlopříčné
 $\psi = 1$
doporučujeme při: $L \geq 3 \times H$



boční oboustranné zdola-dolů
 $\psi = 0,9$

4.5 Technický list konvektoru Koraflex FK



Podlahový konvektor s přirozenou konvekcí KORAFLEX FK • FK InPool

Konvektor KORAFLEX FK je určen pro zapuštění do podlahy, zejména v místech neumožňujících umístění vyšších těles, například k francouzským oknům, k průchodům do zimních zahrad, vstupům do hal, východům atd., a to jak ve veřejných stavbách (prodejny, administrativní budovy atd.), tak i v rodinných domech. Různé barevné varianty krycích mřížek pak zajišťují vhodnost těchto konvektorů do jakéhokoliv interiéru.

- s přirozenou konvekcí
- široká nabídka typů a provedení
- snadné čištění a údržba
- podlahový konvektor FK je určen do suchého prostředí, do bazénu volíme variantu FK InPool

Standardní dodávka obsahuje

- varianta **Economic** – černě lakovaná pozinkovaná ocelová vana
- nelakovaný výměník tepla s nízkým obsahem vody, odvětrávacím ventilem a s unikátně tvarovanými lamelami pro vyšší tepelný výkon
- eloxovaný Al rám, profil U, v barvě přírodního hliníku
- fixační kotvy pro upevnění kanálu k podlaze
- sada nerezových pružných hadic pro snadné připojení
- krycí desku sololit, chránící výměník před prachem a nečistotami na staveništi
- stavěcí šrouby s nivelací cca 25 mm pro vyrovnání nerovnosti podlahy
- návod k montáži tělesa
- komplet je odolně zabalen

Specifikace

hloubka (mm)	90, 110, 150, 190, 300, 450
šířka (mm)	160, 200, 280, 340, 420
délka (mm)	800 až 3 000 (po 200 mm)
výkon (W)	od 87 do 4 100
maximální pracovní tlak (MPa)	1,2
maximální pracovní teplota	110 °C
připojovací závit	vnitřní G 1/2*

Varianta **Economic** • základní provedení, černě lakovaná ocelová vana, výměník bez povrchové úpravy

Varianta **Exclusive** • černě lakovaná ocelová vana, černě lakovaný výměník

Varianta **Inox** • nerezové provedení vany AISI 304, nelakovaný výměník (pouze do suchého prostředí)

Varianta **InPool** • nerezové provedení vany AISI 316, nelakovaný výměník (do vlhkého prostředí)



Volitelná specifikace

- **Exclusive** – černě lakovaná pozinkovaná ocel (shodná s provedením **Economic**), černě lakovaný výměník
- **Inox** – nerezové provedení vany AISI 304, nelakovaný výměník (pouze do suchého prostředí)
- **InPool** – nerezové provedení vany AISI 316, nelakovaný výměník (do vlhkého prostředí)
- bazénové provedení FK InPool je ve standardním provedení opatřeno odtokovým otvorem
- barva eloxovaného Al rámu – přírodní hliníková, světlý a tmavý bronz u profilu F nebo světlý a tmavý bronz u profilu U viz nákres str. 23
- uzavíratelné šroubení, termostatický ventil a termostat. hlavice s kapilárou
- krycí deska se zvýšenou tuhostí
- při nedostatku výkonu možné zvolit variantu s ventilátorem OC viz str. 48

Krycí mřížky str. 18.



Poznámka: Bazénové provedení jen pro hloubky 9 a 11 a šířky 20, 28, 34 a 42 cm.

5 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAILUCKÉ ZAREGULOVÁNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY

Regulace otopné soustavy u těles PLAN VK je zajištěna integrovanými termostatickými ventily, u těles KLASIK je seřízení provedeno termostatickými ventily V-exact od firmy Heimeier na přívodu k tělesům a regulačním šroubením Regulux na vratech od těles, taktéž od firmy Heimeier.

Podlahové vytápění je seřízeno na R+S mezi jednotlivými otopnými hady regulačním šroubením a jednotlivé R+S jsou seřízeny vyvažovacím ventilem umístěným za sběračem u R+S.

Větev pro vzduchotechnické jednotky je seřízena kombinovanými ventily (ruční vyvažovací a dvoucestný regulační ventil) u každé VZT jednotky na přívodu a vyvažovacím na vratu před R+S v technické místnosti.

Označení použité v tabulkách s výpočty:

VK (-)	návrh přednastavení integrovaného termostatického ventilu u těles PLAN VK
V-exact (-)	návrh přednastavení termostatického ventilu V-exact u těles KLASIK
Regulux (-)	návrh přednastavení regulačního šroubení u těles KLASIK
VV (-)	návrh přednastavení vyvažovacího ventilu
KV (-)	návrh přednastavení kombinovaného ventilu (části ručního vyvážení)
RA-N 10 (-)	návrh přednastavení termostatického ventilu Danfoss RA-N, DN 10

5.1 Návrh dimenzí a regulace větve „O“ (pro otopná tělesa)

č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R-l (Pa)	$\Sigma\xi$ (-)	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R-l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{DIS} (Pa)
Dimenzování základního okruhu												
1	488	41,96	7	18x1	4,9	0,06	34,30	29,62	52,78	1000	1087,08	1087
Návrh přednastavení u OT1 : Přednastavení Radik VK (4,5) - $\Delta p_{RV} = 1000$ Pa												
2	976	83,92	18,4	22x1	3,7	0,07	68,08	0,9	2,18	0	70,26	1157
3	1258	108,17	2	22x1	8,2	0,1	16,40	4,5	22,28	0	38,68	1196
4	1540	132,42	6	22x1	13,5	0,12	81,00	0,9	6,42	0	87,42	1283
5	1822	156,66	4,6	22x1	19,6	0,14	90,16	1,02	9,90	0	100,06	1383
6	4248	365,26	1,68	28x1,5	29,7	0,21	49,90	0,9	19,65	0	69,54	1453
7	4490	386,07	2,9	28x1,5	32,2	0,22	93,38	0,9	21,56	0	114,94	1568
8	4968	427,17	3,2	28x1,5	34,8	0,23	111,36	0,9	23,57	0	134,93	1703
9	5358	460,71	7,44	28x1,5	40,3	0,25	299,83	3,5	108,28	0	408,11	2111
10	6216	534,48	7,66	28x1,5	55,6	0,3	425,90	7,1	316,31	0	742,20	2853
11	8500	730,87	5	28x1,5	96,9	0,41	484,50	22,27	1853,08	6550	8887,58	11741
Návrh vyvaž. ventilu na větvi 11 u R+S: VV DN20 (max otevření) $\Delta p_{RV} = 3150$ Pa												
Návrh směšovacího ventilu: M=0,738 m ³ /h; Kvs= 4,0 m ³ /h $\Delta p_{RV} = 3400$ Pa autorita 0,41												
Dimenzování vedlejších úseků												
12	488	41,96	1,42	18x1	4,9	0,06	6,96	25,87	46,10	0	53,06	1087,08
Návrh přednastavení ventilu u OT 02 : 1087,08 -53,06 = 1034,02 Pa; 41,96 kg/h; Předn. Radik VK (4,5)												
13	282	24,25	6,04	12x1	18,9	0,09	114,16	28,47	114,15	0	228,31	1157,35
Návrh přednastavení ventilu u OT 03 : 1157,35 -228,31 = 929,04 Pa; 24,25 kg/h; Předn. Radik VK (2,5)												
14	282	24,25	1,46	12x1	18,9	0,09	27,59	25,87	103,73	0	131,32	1196,02
Návrh přednastavení ventilu u OT 04 : 1196,02 -131,32 = 1064,70 Pa; 24,25 kg/h; Předn. Radik VK (2,5)												
15	282	24,25	1,46	12x1	18,9	0,09	27,59	25,87	103,73		131,32	1283,44
Návrh přednastavení ventilu u OT 05 : 1283,44 -131,32 = 1152,12 Pa; 24,25 kg/h; Předn. Radik VK (2)												
16	2426	208,60	7	22x1	33,2	0,19	232,40	7,37	131,70	0	364,10	1383,49
17	322	27,69	2,94	12x1	21	0,1	61,74	25,87	128,06	0	189,80	1019,39
Návrh přednastavení ventilu u OT 06 : 1019,39 -189,80 = 829,60 Pa; 27,69 kg/h; Předn. Radik VK (3)												
18	2104	180,91	3,8	22x1	24,7	0,16	93,86	0,9	11,40	0	105,26	1019,39
19	322	27,69	1,14	12x1	21	0,1	23,94	25,87	128,06	0	152,00	914,13
Návrh přednastavení ventilu u OT 07 : 914,13 -152,00 = 762,13 Pa; 27,69 kg/h; Předn. Radik VK (3)												
20	1782	153,22	7	22x1	19,6	0,14	137,20	0,9	8,73	0	145,93	914,13
21	322	27,69	1,14	12x1	21	0,1	23,94	25,87	128,06	0	152,00	768,20
Návrh přednastavení ventilu u OT 08 : 768,20 -152,00 = 616,20 Pa; 27,69 kg/h; Předn. Radik VK (4)												
22	1460	125,54	4,3	22x1	10,7	0,11	46,01	0,9	5,39	0	51,40	768,20
23	363	31,21	1,14	12x1	23,1	0,11	26,33	25,87	154,95	0	181,28	716,80
Návrh přednastavení ventilu u OT 09 : 716,80 -181,28 = 535,51 Pa; 31,21 kg/h; Předn. Radik VK (4,5)												
24	1097	94,33	9	18x1	17,9	0,13	161,10	3,77	31,54	0	192,64	716,80
25	239	20,55	3	12x1	14,7	0,07	44,10	15,47	37,52	0	81,62	524,16
Návrh přednastavení ventilu u OT 10 : 524,16 -81,62 = 442,54 Pa; 20,55 kg/h; Předn. RA-N 10 (6)												
26	858	73,77	3,4	18x1	8,8	0,1	29,92	0,9	4,46	0	34,38	524,16
27	239	20,55	3	12x1	14,7	0,07	44,10	15,47	37,52	0	81,62	489,78
Návrh přednastavení ventilu u OT 11 : 489,78 -81,62 = 408,16 Pa; 20,55 kg/h; Předn. RA-N 10 (6)												
28	619	53,22	4	15x1	13,7	0,11	54,80	4,77	28,57	0	83,37	489,78
29	308	26,48	3,34	12x1	18,9	0,09	63,13	25,87	103,73	0	166,85	406,41
Návrh přednastavení ventilu u OT 12 : 406,41 -166,85 = 239,56 Pa; 26,48 kg/h; Předn. Radik VK (6)												
30	311	26,74	7,46	12x1	21	0,1	156,66	25,87	128,06	0	284,72	406,41
Návrh přednastavení ventilu u OT 13 : 406,41 -284,72 = 121,70 Pa; 26,74 kg/h; Předn. Radik VK (8)												
31	242	20,81	1,46	8x1	122,7	0,21	179,14	25,87	564,73	0	743,87	1453,03
Návrh přednastavení ventilu u OT 14 : 1453,03 -743,87 = 709,16 Pa; 20,81 kg/h; Předn. Radik VK (2,5)												

32	478	41,10	2,4	12x1	31,5	0,15	75,60	1,17	13,03	0	88,63	1567,98
33	239	20,55	1,2	10x1	39,4	0,12	47,28	25,87	184,40	0	231,68	1479,35
Návrh přednastavení ventilu u OT 15:				1479,35 -231,68		=	1247,66	Pa;	20,55 kg/h ;		Předn. Radik VK (2)	
34	239	20,55	1,2	10x1	39,4	0,12	47,28	28,47	202,93	0	250,21	1479,35
Návrh přednastavení ventilu u OT 16:				1479,35 -250,21		=	1229,13	Pa;	20,55 kg/h ;		Předn. Radik VK (2)	
35	390	33,53	1,46	12x1	62,4	0,19	91,10	25,87	462,28	0	553,39	1702,90
Návrh přednastavení ventilu u OT 17:				1702,90 -553,39		=	1149,52	Pa;	33,53 kg/h ;		Předn. Radik VK (3)	
36	858	73,77	7,2	12x1	138,2	0,26	995,04	4,77	159,61	0	1154,65	2111,02
37	627	53,91	0,6	12x1	57,7	0,19	34,62	0,9	16,08	0	50,70	956,36
38	231	19,86	1,44	10x1	36,1	0,11	51,98	27,17	162,73	0	214,72	905,66
Návrh přednastavení ventilu u OT 18:				905,66 -214,72		=	690,94	Pa;	19,86 kg/h ;		Předn. Radik VK (2)	
39	396	34,05	1,2	10x1	62,4	0,19	74,88	1,17	20,91	0	95,79	905,66
40	198	17,02	1,64	8x1	99,3	0,17	162,85	27,17	388,68	0	551,53	809,87
Návrh přednastavení ventilu u OT 19:				809,87 -551,53		=	258,34	Pa;	17,02 kg/h ;		Předn. Radik VK (3,5)	
41	198	17,02	8,14	10x1	29,6	0,09	240,94	29,5	118,28	0	359,22	809,87
Návrh přednastavení ventilu u OT 20:				809,87 -359,22		=	450,65	Pa;	17,02 kg/h ;		Předn. Radik VK (2,5)	
42	231	19,86	7,74	10x1	36,1	0,11	279,41	29,5	176,69	0	456,10	956,36
Návrh přednastavení ventilu u OT 21:				956,36 -456,10		=	500,26	Pa;	19,86 kg/h ;		Předn. Radik VK (2,5)	
43	2289	196,82	9,4	22x1	30,2	0,18	283,88	4,77	76,50	0	360,38	2853,22
44	481	41,36	10,68	12x1	31,5	0,15	336,42	11,07	123,29	100	559,71	2492,84
Návrh přednastavení šroubení u OT 22:				Regulux (4)			$\Delta_{pRV} =$	100		Pa		
Návrh přednastavení ventilu u OT 22:				2492,84 -559,71		=	1933,12	Pa;	41,36 kg/h ;		Předn. V-exact (5)	
45	1808	155,46	24,8	22x1	19,6	0,14	486,08	2,2	21,34	0	507,42	2492,84
46	904	77,73	2	18x1	11,4	0,11	22,80	1,17	7,01	0	29,81	1985,41
47	452	38,87	10,83	15x1	10	0,08	108,30	7,37	23,35	0	131,65	1955,60
48	226	19,43	2,5	12x1	14,7	0,07	36,75	3,27	7,93	100	144,68	1823,96
Návrh přednastavení šroubení u OT 23:				Regulux (2)			$\Delta_{pRV} =$	100		Pa		
Návrh přednastavení ventilu u OT 23:				1823,96 -144,68		=	1679,28	Pa;	19,43 kg/h ;		Předn. V-exact (3)	
49	226	19,43	2,5	12x1	14,7	0,07	36,75	3,27	7,93	100	144,68	1823,96
Návrh přednastavení šroubení u OT 24:				Regulux (2)			$\Delta_{pRV} =$	100		Pa		
Návrh přednastavení ventilu u OT 24:				1823,96 -144,68		=	1679,28	Pa;	19,43 kg/h ;		Předn. V-exact (3)	
50	452	38,87	33,33	15x1	10	0,08	333,30	9,97	31,58	0	364,88	1955,60
51	226	19,43	2,5	12x1	14,7	0,07	36,75	3,27	7,93	100	144,68	1590,72
Návrh přednastavení šroubení u OT 25:				Regulux (2)			$\Delta_{pRV} =$	100		Pa		
Návrh přednastavení ventilu u OT 25:				1590,72 -144,68		=	1446,04	Pa;	19,43 kg/h ;		Předn. V-exact (3)	
52	226	19,43	2,5	12x1	14,7	0,07	36,75	3,27	7,93	100	144,68	1590,72
Návrh přednastavení šroubení u OT 26:				Regulux (2)			$\Delta_{pRV} =$	100		Pa		
Návrh přednastavení ventilu u OT 26:				1590,72 -144,68		=	1446,04	Pa;	19,43 kg/h ;		Předn. V-exact (3)	
53	904	77,73	47	18x1	11,4	0,11	535,80	3,77	22,58	0	558,38	1985,41
54	452	38,87	8,13	15x1	10	0,08	81,30	7,37	23,35	0	104,65	1427,03
55	226	19,43	1,7	12x1	14,7	0,07	24,99	3,27	7,93	100	132,92	1322,38
Návrh přednastavení šroubení u OT 27:				Regulux (2)			$\Delta_{pRV} =$	100		Pa		
Návrh přednastavení ventilu u OT 27:				1322,38 -132,92		=	1189,46	Pa;	19,43 kg/h ;		Předn. V-exact (3,5)	
56	226	19,43	1,7	12x1	14,7	0,07	24,99	3,27	7,93	100	132,92	1322,38
Návrh přednastavení šroubení u OT 28:				Regulux (2)			$\Delta_{pRV} =$	100		Pa		
Návrh přednastavení ventilu u OT 28:				1322,38 -132,92		=	1189,46	Pa;	19,43 kg/h ;		Předn. V-exact (3,5)	
57	452	38,87	23,73	15x1	10	0,08	237,30	9,97	31,58	0	268,88	1427,03
58	226	19,43	1,7	12x1	14,7	0,07	24,99	3,27	7,93	100	132,92	1158,15
Návrh přednastavení šroubení u OT 29:				Regulux (2)			$\Delta_{pRV} =$	100		Pa		
Návrh přednastavení ventilu u OT 29:				1158,15 -132,92		=	1025,23	Pa;	19,43 kg/h ;		Předn. V-exact (3,5)	
59	226	19,43	1,7	12x1	14,7	0,07	24,99	3,27	7,93	100	132,92	1158,15
Návrh přednastavení šroubení u OT 30:				Regulux (2)			$\Delta_{pRV} =$	100		Pa		
Návrh přednastavení ventilu u OT 30:				1158,15 -132,92		=	1025,23	Pa;	19,43 kg/h ;		Předn. V-exact (3,5)	

5.2 Návrh dimenzí a regulace větve „P“ (pro podlahové vytápění)

REGULACE PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ MEZI JEDNOTLIVÝMI OTOPNÝMI HADY V RÁMCI JEDNOHO R+S

Rozdělovač A

Úsek	S (m ²)	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R·I·1,1 (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	R·I+Z+Δp _{RV} (Pa)
A1	47,8	3875	416,5	201,3	32x2,9	30,9	0,22	6843	0	0,00	22500	29343
Návrh přednastavení na rozdělovači (15) = 20000 Pa, Tlaková ztráta na sběrači = 2500 Pa												
A2	48	3891	418,2	202,6	32x2,9	30,9	0,22	6886	0	0,00	22500	29386
Návrh přednastavení na rozdělovači (15) = 20000 Pa, Tlaková ztráta na sběrači = 2500 Pa												
A3	51,4	4167	447,8	188,5	32x2,9	33,3	0,23	6906	0	0,00	22000	28906
Návrh přednastavení na rozdělovači (16) = 19000 Pa, Tlaková ztráta na sběrači = 3000 Pa												

Rozdělovač B

Úsek	S (m ²)	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R·I·1,1 (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	R·I+Z+Δp _{RV} (Pa)
B1	47	3810	409,5	163,3	32x2,9	28,5	0,21	5118	0	0,00	18000	23118
Návrh přednastavení na rozdělovači (16) = 15500 Pa, Tlaková ztráta na sběrači = 2500 Pa												
B2	45,5	3688	396,4	167,1	32x2,9	28,5	0,21	5238	0	0,00	18000	23238
Návrh přednastavení na rozdělovači (16) = 15500 Pa, Tlaková ztráta na sběrači = 2500 Pa												
B3	43,1	3494	375,5	178,3	32x2,9	23,9	0,19	4687	0	0,00	18600	23287
Návrh přednastavení na rozdělovači (15) = 16500 Pa, Tlaková ztráta na sběrači = 2100 Pa												

DIMNZOVÁNÍ A REGULACE POTRUBÍ OD R+S PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ DO R+S V TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

Úsek	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R·I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	P _v (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	R·I+Z+Δp _{RV} +P _v (Pa)	Δp _{DIS} (Pa)
Dimenzování základního okruhu													
P1	11932	1282	19,4	42x1,5	32,6	0,3	632	10,07	448,6	29386	0	30467	30467
P2	22924	2464	14,51	54x2	31,4	0,35	456	23,8	1443,2	0	15500	17399	47866
Návrh směšovacího ventilu: K _{vs} =6,3 m ³ /h → Δp _{RV} = 15500 Pa autorita 0,48													
Dimenzování vedlejšího okruhu													
P3	10992	1181	1,2	42x1,5	28,9	0,28	35	4,87	189,0	23287	0	23510	30467
Návrh předn. VV u R+S B : 30467 -23510 = 6957 Pa; 1181 kg/h ; Předn. VV DN25 (2,5)													

5.3 Návrh dimenzí a regulace větve „V“ (pro VZT jednotky)

č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R-l (Pa)	$\Sigma\xi$ (-)	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R-l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{DIS} (Pa)
Dimenzování základního okruhu												
V1	10885	468,0	69,82	28x1,5	42,3	0,27	2953,39	33,07	1193,35	1800	5947	5947
Návrh předn. kombinovaného ventilu u VZT č.3: KV DN20 (3,5)										$\Delta p_{RV} = 1800$ Pa		
V2	20492	881,0	5	35x1,5	39,7	0,31	198,50	22	1046,53	3400	4645	10592
Návrh vyvaž. ventilu na větví "V" u R+S: VV DN25 (max otevření-4,0)										$\Delta p_{RV} = 3400$ Pa		
Dimenzování vedlejších úseků												
V3	9607	413,0	8,2	28x1,5	34,3	0,24	281,26	1,17	33,36	0	315	5947
V4	5867	252,2	10,4	22x1	42,3	0,23	439,92	10,47	274,16	0	714	5632
Návrh předn. KV u VZT č.2:			5632 -714	=	4918	Pa;	252,2	kg/h ;	Předn. KV DN 15 NF (2,5)			
V5	3740	160,8	3,2	18x1	56,3	0,23	180,16	10,2	267,09	0	447	5632
Návrh předn. KV u VZT č.1:			5632 -447	=	5185	Pa;	160,8	kg/h ;	Předn. KV DN 15 LF (8,0)			

5.4 Návrh dimenze větve „T“ (pro ohříváč teplé vody)

č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R-l (Pa)	$\Sigma\xi$ (-)	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R-l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{DIS} (Pa)
T	13240	759	7,8	28x1,5	100,7	0,44	785,46	31,94	3060,87	8300	12146	12146
Návrh přednastavení vyvaž. ventilu										VV DN20 (3,5) $\Delta p_{RV} = 5000$ Pa		

5.5 Návrh dimenzí a regulace větve „K“ (od zdroje tepla k R+S)


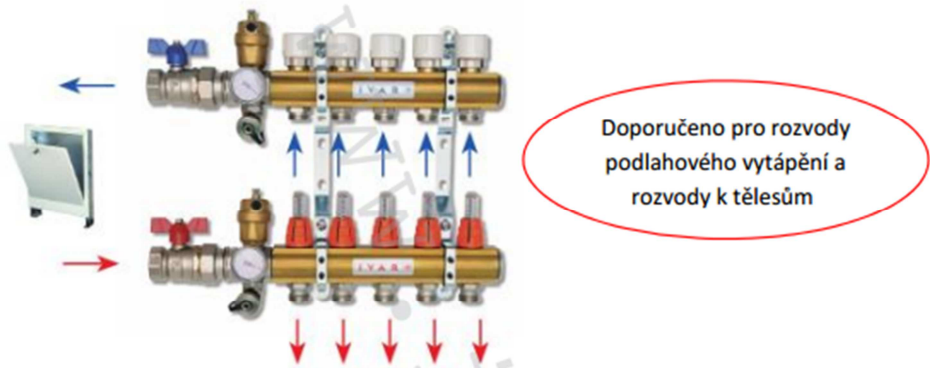
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R-l (Pa)	$\Sigma\xi$ (-)	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R-l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{DIS} (Pa)
K1	65156	4835	1,3	64x2	64,2	0,46	83,46	23,3	2440,49	0	2524	2524
K2	65156	4835	3	64x2	64,2	0,46	192,60	21,4	2241,48	18500	20934	20934
Návrh přednastavení vyvaž. ventilu										VV DN40 (3,0) $\Delta p_{RV} = 15500$ Pa		

5.6 Přehled větví z R+S v technické místnosti

VĚTEV	Q (W)	M (kg/h)	DN Dxt	Δp_{DIS} (Pa)	ČERPADLO	OZN. ČERPADLA
O	8500	731	28x1,5	11741	Wilo-Yonos PICO 15/1-4	Č1
P	22924	2464	54x2	47866	Wilo-Yonos MAXO 25/0,5-7	Č2
V	20492	881	35x1,5	10592	Wilo-Yonos PICO 15/1-4	Č3
T	13240	759	28x1,5	12146	Wilo-Yonos PICO 15/1-4	Č4
Σ	65 156	4 835				

5.7 Technické listy vybavení použitého při dimenzování

5.7.1 Technický list R+S pro podlahové vytápění od firmy IVAR

TECHNICKÝ LIST	 IVAR-CS <small>PODA TEPLOU PLYN CERPADLA</small>	
1) Výrobek: SESTAVA ROZDĚLOVAČ / SBĚRAČ – pro podlahové vytápění včetně skříně		
2) Typ: IVAR.CS 553 VP		
		
3) Charakteristika použití:		
<ul style="list-style-type: none">• Sestava rozdělovač / sběrač je určena pro rozvody teplovodního podlahového vytápění a pro rozvody k otopným tělesům.• U teplovodního podlahového vytápění zajišťuje rozvod topné vody do jednotlivých topných smyček, u rozvodu k otopným tělesům jejich připojení samostatným vlastním příívodem.• Sestava je plně osazena potřebnými regulačními a uzavíracími armaturami a je dodávána v setu s volitelnou instalační skříní.• Ve spojení s elektrotermickými hlavicemi pro regulaci průtoku jednotlivými výstupy splňuje i ty nejvyšší požadavky na komfort regulace a s ní i spojené úspory energie.• Svým kompaktním provedením se snadno instaluje a seřizuje.• Cenově zvýhodněný set.		
IVAR_CS_553_VP_TL_09/2014	IVAR CS spol. s r.o., Velvarská 9-Podhořany, 277 51 Nelahozeves	www.ivarcs.cz
		1/9

5.7.2 Technický list ventilové vložky Radik VK

RADIK VENTIL KOMPAKT



Při použití deskových otopných těles RADIK v provedení VENTIL KOMPAKT je nezbytné, aby pro jejich správnou funkci byl stupeň nastavení ventilu stanoven výpočtem a byl uveden v projektové dokumentaci. Při realizaci otopné soustavy musí být montážní organizací respektován.

Z výroby je ventil přednastaven na stupeň 8 a po proplachu před zahájením topné zkoušky musí být nastaven speciálním klíčkem na požadovaný stupeň nastavení.



Příklad výpočtu

Hledáno: stupeň nastavení

Dáno: tepelný výkon
ochlazení vody
tlaková ztráta otopného tělesa s ventilem
tepelná kapacita vody

$Q = 1135 \text{ W}$
 $t_1 - t_2 = 15 \text{ K (65/50 °C)}$
 $\Delta p = 30 \text{ mbar}$
 $c = 1,163 \text{ Wh/kg.K}$

Řešení: hmotnostní průtok

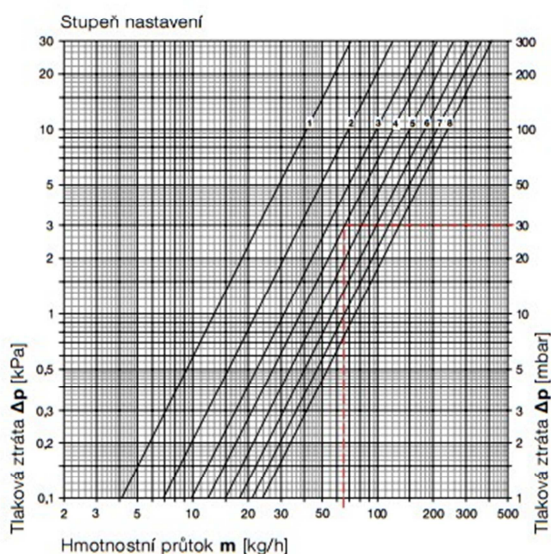
$$m = \frac{Q}{c \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{1135}{1,163 \cdot 15} = 65 \text{ kg/h}$$

stupeň nastavení ventilu (viz diagram): 4

Tabulka

Otopná tělesa v provedení VENTIL KOMPAKT bez přípojovacích armatur	Stupeň nastavení ventilu	Stupeň nastavení ventilu								Nejvyšší přípustná prov. teplota [°C]	Nejvyšší přípustný prov. přetlak [MPa]
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Ventil s možností nastavení v osmi stupních	k_v [m³/h]	0,13	0,22	0,31	0,38	0,47	0,57	0,66	0,75	110	1,0
a termostatickou hlavici	k_{vs} [m³/h]	0,16	0,27	0,38	0,43	0,65	0,98	1,23	1,43		

Uvedené hodnoty k_v odpovídají pásmu proporcionality 2 K



Převodní tabulka pro nastavení ventilu

Odpovídající hodnoty nastavení pro 8stupňový ventil v případě, že byl stupeň nastavení vypočten pro 6stupňový ventil.

	Stupeň nastavení ventilu					
6stupňový ventil	1	2	3	4	5	6
8stupňový ventil	1	1	2,5	4,5	6,5	8

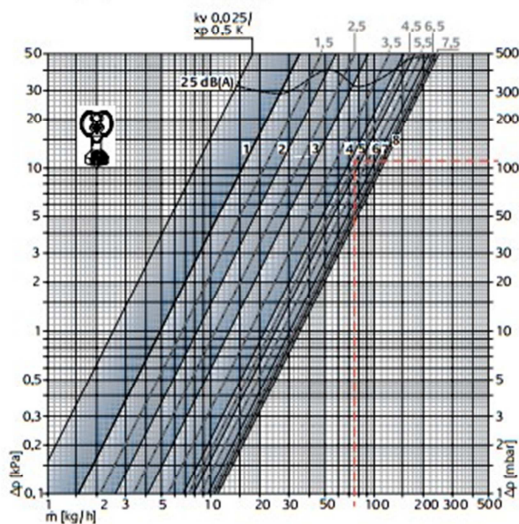
KORADO, a.s.
Bří Hubálků 869
560 02 Česká Třebová
Info linka (zdarma): 800 111 506
e-mail: info@korado.cz
www.korado.cz

5.7.3 Technický list termostatického ventilu V-exact

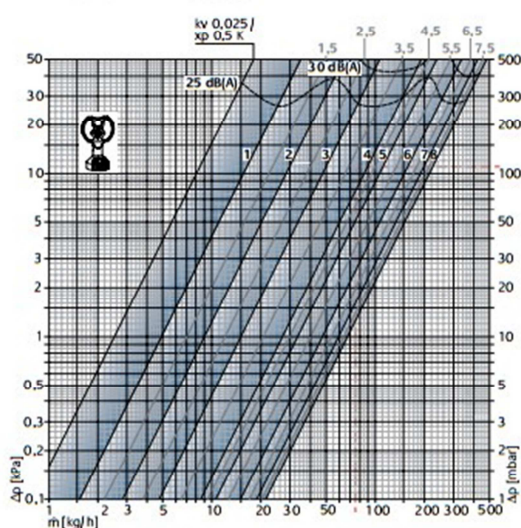
Technická data

Diagram, radiátorový ventil s termostatickou hlavicí

Pásmo proporcionality [xp] **1,0 K**



Pásmo proporcionality [xp] **2,0 K**



Radiátorový ventil (DN 10/15/20) s termostatickou hlavicí

	Nastavení	1			2			3			4			5			6			7			8			Term. hlavice	EMO T-TM/ NC EMOtec/NC EMO 1/3 EMO EIB/LON	EMO T/NO EMOtec/NO
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8			
Pásmo proporcionality xp 1,0 K	kv-hodnota	0,049	0,082	0,130	0,215	0,246	0,303	0,335	0,343																			
Pásmo proporcionality xp 2,0 K	kv-hodnota	0,049	0,090	0,150	0,265	0,330	0,470	0,590	0,670																			
	Kvs	0,049	0,102	0,185	0,313	0,420	0,565	0,740	0,860																			
	Tolerance průtoku ± [%]	20	18	16	14	12	10	10	10																			

Kv/Kvs = m³/h při tlakové ztrátě 1 bar.

Příklad výpočtu

Hledáno:

Nastavení radiátorového ventilu

Zadáno:

Tepelný výkon Q = 1308 W,

Teplotní spád ΔT = 15 K (65/50 °C)

Tlaková ztráta radiátorového ventilu ΔpV = 110 mbar

Řešení:

hmotnostní tok $m = Q / (c \cdot \Delta T) = 1308 / (1,163 \cdot 15) = 75 \text{ kg/h}$

Nastavení z diagramu:

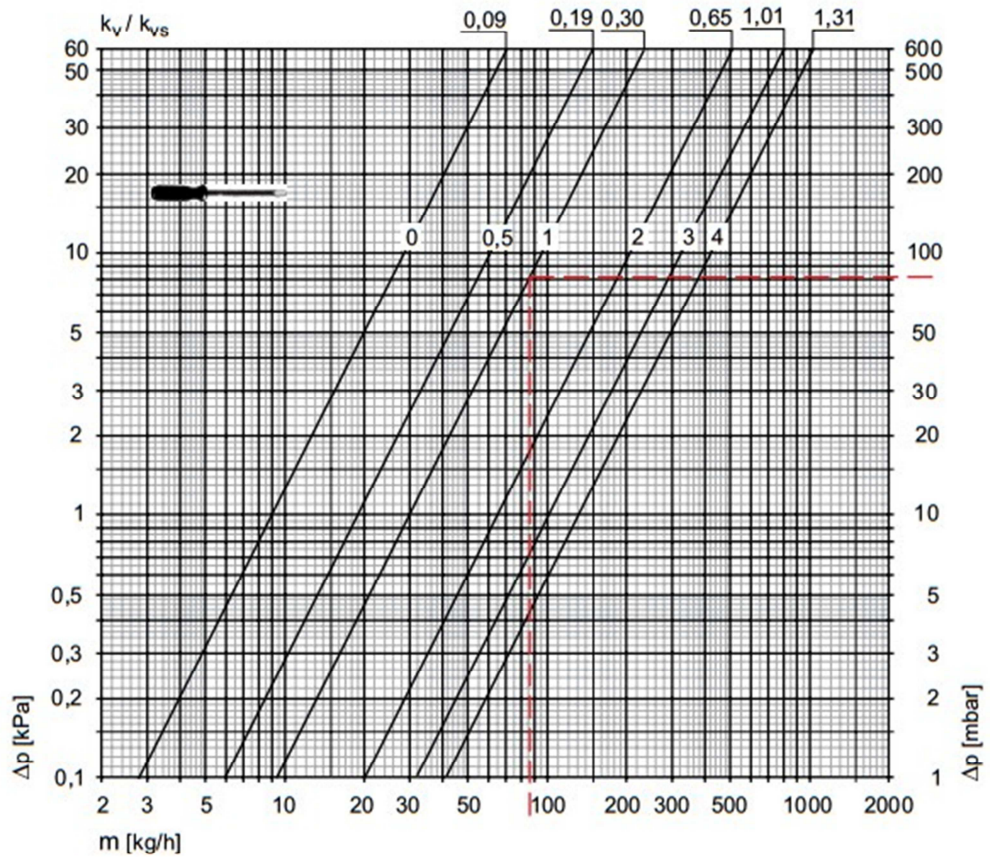
s pásmem proporcionality **max. 1,0 K**: 4,5

s pásmem proporcionality **max. 2,0 K**: 4

5.7.4 Technický list regulačního šroubení Regulux

Technická data

$K_v/K_{vs} = \text{m}^3/\text{h}$ při tlakové ztrátě 1 bar.



Příklad výpočtu

Hledáno:

Hodnota přednastavení

Zadáno:

Požadovaná tlaková ztráta $\Delta p = 82$ mbar

Teplý výkon $Q = 2\,000$ W

Teplotní spád $\Delta t = 20$ K (70/50°C)

Řešení:

Hmotnostní tok $m = Q / (c \cdot \Delta t) = 2000 / (1,163 \cdot 20) = 86$ kg/h

Počet otáček šroubováku = 1,0 (z diagramu)

5.7.5 Technický list regulačního ventilu Danfoss RA-N 10 použitý pro konvektory



Technické údaje

Ventilová tělesa RA-N s integrovaným přednastavením

Použití



Všechna ventilová tělesa RA-N lze použít společně se všemi typy termostatických hlavíc řady RA 2000 a s termoelektrickými pohony TWA-A.

Ventilová tělesa RA-N se používají v dvoutrubkových topných systémech a vyrábějí se jako řady D, F a S, aby vyhovovala místním normám.

Ventilová tělesa RA-N jsou vybavena omezovačem k_V pro přednastavení max. průtoku vody a jsou k dispozici s následujícími rozsahy nastavení:

RA-N 10:	$k_V = 0,04 - 0,56 \text{ m}^3/\text{h}$
RA-N 15:	$k_V = 0,04 - 0,73 \text{ m}^3/\text{h}$
RA-N 20/25:	$k_V = 0,10 - 1,04 \text{ m}^3/\text{h}$

Každé ventilové těleso je dodáváno s červeným ochranným krytem, který je možné použít pro ruční regulaci během fáze výstavby.

Tento ochranný kryt nelze použít jako ruční uzavírací kolečko. Speciální ruční uzavírací kolečko je k dispozici jako příslušenství.

Ventilová tělesa RA-N jsou vyráběna z poniklované mosazi.

Kuželka v ucpávce je z chromované oceli a pohybuje se v namazaném těsnícím o-kroužku po celou dobu životnosti. Kompletní ucpávku lze vyměnit bez vypuštění systému.

Aby nedocházelo k tvorbě usazenin a korozi, musí složení teplé vody odpovídat směrnícím VDI 2035 (Verein Deutscher Ingenieure). Doporučujeme nepoužívat látky obsahující minerální oleje.

K dispozici je kompletní řada svěrných spojek pro PEX, AluPEX, měděné a ocelové trubky. Vyžádejte si samostatný datový list pro svěrné spojky Danfoss.

Technické údaje

Ventilová tělesa RA-N s integrovaným přednastavením

Technická data a objednávání

Typ	Připojení		Přednastavení									Objednací číslo
	Vstup	Výstup	$k_V\text{-max.}^{1)}$ (m^3/h při $\Delta p = 1 \text{ bar}$)									
	Rp	R	1	2	3	4	5	6	7	N	N	
RA-N 10	3/8	3/8	0,04	0,08	0,12	0,19	0,25	0,33	0,38	0,56	0,65	013G0011
			013G0012									
			013G0151									
			013G0231									
			013G0232									
RA-N 15	1/2	1/2	0,04	0,09	0,16	0,25	0,36	0,43	0,52	0,73	0,90	013G0013
			013G0014									
			013G0153									
			013G0233									
			013G0234									
RA-N 20	3/4	3/4	0,10	0,15	0,17	0,26	0,35	0,46	0,73	1,04	1,40	013G0015
				0,20	0,25	0,35	0,47	0,60		0,80	1,00	013G0016
			0,10	0,15	0,17	0,26	0,35	0,46	0,73	1,04	1,40	013G0037
											013G0038	

¹⁾ Hodnota k_V označuje průtok vody (Q) v m^3/h při poklesu tlaku (Δp) ve ventilu o 1 bar; $K_V = Q/\sqrt{\Delta p}$. Při nastavení N je hodnota k_V určena podle normy EN 215 při $X_P = 2K$, tj. ventil se zavírá při teplotě místnosti vyšší o 2 °C. Při nižším nastavení se hodnota X_P snižuje na 0,5 K hodnoty nastavení 1. Hodnoty k_{VS} uvádějí průtok Q při maximálním zdvihu, tj. při plně otevřeném ventilu s nastavením N.

5.7.6 Technický list přímého šroubení IVAR.SP 603 použitého u otopných těles VK

TECHNICKÝ LIST



1) Výrobek: **TOPENÁŘSKÉ ŠROUBENÍ – PŘÍMÉ PROVEDENÍ**

2) Typ: **IVAR.SP 603**

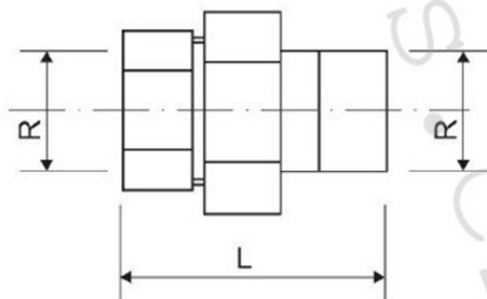


3) Charakteristika použití:

- Závitové fitinky mosazné jsou použitelné pro rozvody vytápění a sanitární rozvody.
- Atest na pitnou vodu SZÚ Brno.

4) Tabulka s objednacími kódy a rozměry, technický náčrt:

KÓD	TYP	ROZMĚR	L (mm)	R
0603010SP	IVAR.SP 603	3/8"	47	3/8"
0603015SP	IVAR.SP 603	1/2"	47	1/2"
0603020SP	IVAR.SP 603	3/4"	52	3/4"
0603025SP	IVAR.SP 603	1"	62	1"
0603032SP	IVAR.SP 603	5/4"	66	5/4"
0603040SP	IVAR.SP 603	6/4"	76	6/4"
0603050SP	IVAR.SP 603	2"	100	2"



5.7.7 Technický list rohového šroubení IVAR.SP 604 použitého u otopných těles VK

TECHNICKÝ LIST



1) Výrobek: **TOPENÁŘSKÉ ŠROUBENÍ – ROHOVÉ PŘÍKONČENÍ**

2) Typ: **IVAR.SP 604**

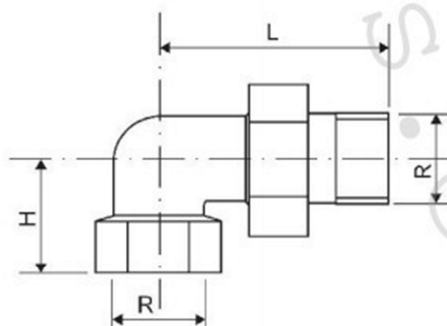


3) Charakteristika použití:

- Závitové fitinky mosazné jsou použitelné pro rozvody vytápění a sanitární rozvody.
- Atest na pitnou vodu SZÚ Brno.

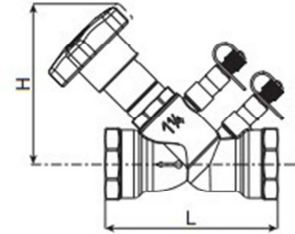
4) Tabulka s objednávacími kódy a rozměry, technický náčrtek:

KÓD	TYP	ROZMĚR	L (mm)	H (mm)	R
0604010SP	IVAR.SP 604	3/8"	45	20	3/8"
0604015SP	IVAR.SP 604	1/2"	50	22	1/2"
0604020SP	IVAR.SP 604	3/4"	60	30	3/4"
0604025SP	IVAR.SP 604	1"	69	33	1"
0604032SP	IVAR.SP 604	5/4"	80	35	5/4"
0604040SP	IVAR.SP 604	6/4"	92	42	6/4"
0604050SP	IVAR.SP 604	2"	120	68	2"

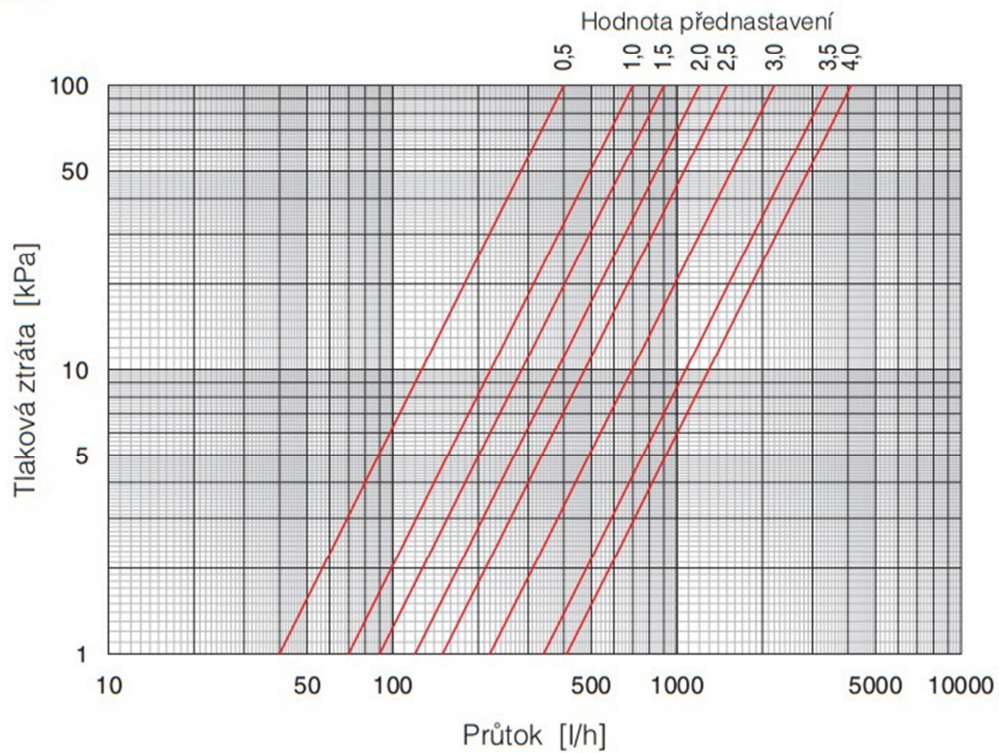


5.7.8 Technický list vyvažovacího ventilu Hydronic systems D9505

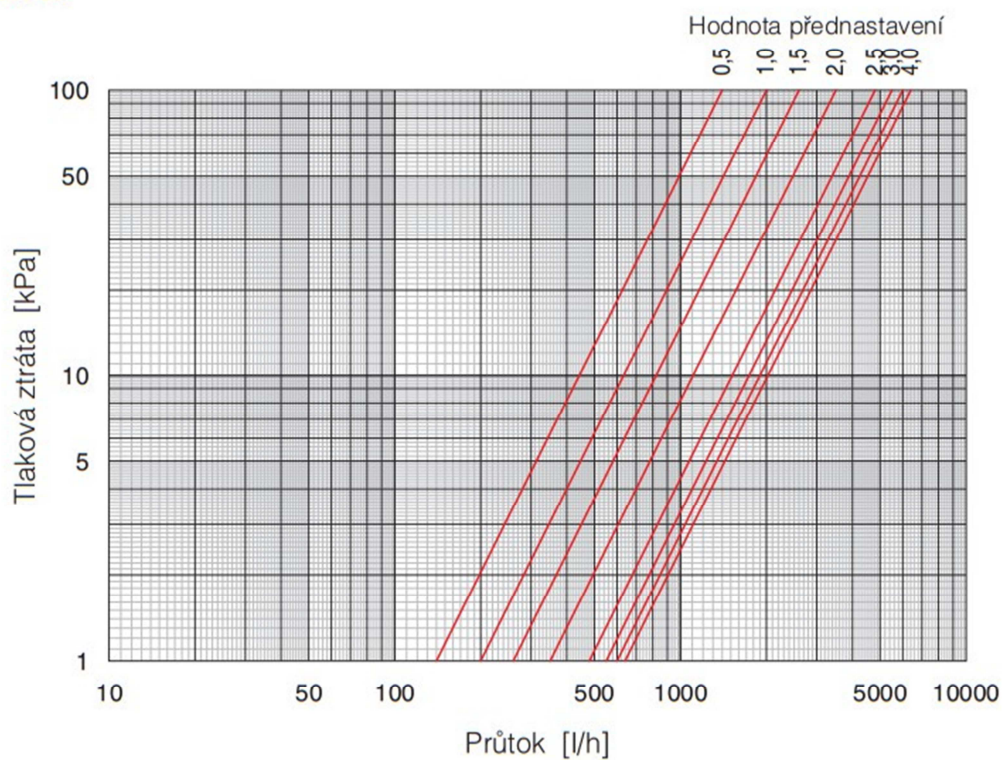
obj. č.		DN		rozměry [mm]		Kvs	hmotnost [kg]
bez vypouštění	s vypouštěním			L	H		
9505 010	9505 210	10	G 3/8	77	91	0,97	0,474
9505 015	9505 215	15	G 1/2	90	90	2,67	0,505
9505 020	9505 220	20	G 3/4	102	90	4,10	0,565
9505 025	9505 225	25	G 1	110	90	6,40	0,705
9505 032	9505 232	32	G 1 1/4	121	116	12,0	1,005
9505 040	9505 240	40	G 1 1/2	142	116	19,5	1,355
9505 050	9505 250	50	G 2	161	116	29,8	1,925



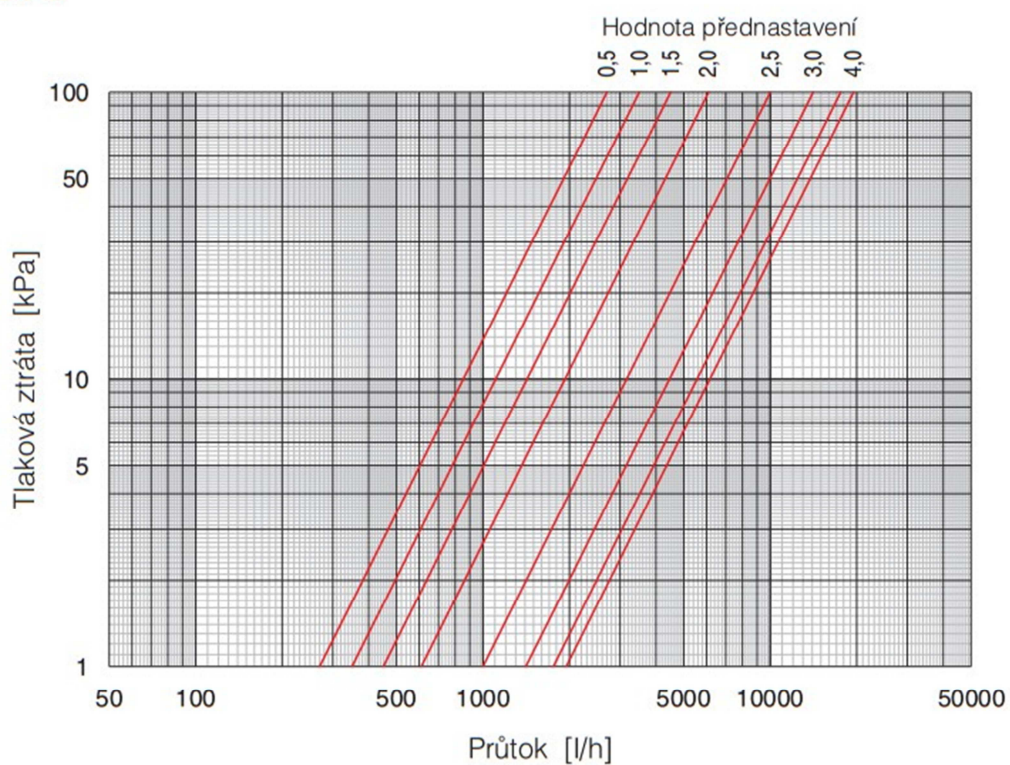
DN 20



DN 25



DN 40



5.7.9 Technický list kombinovaného ventilu Hydronic systems D9525



HS K 14007
04.2014

Ruční vyvažovací a 2-cestný regulační ventil D 9525

Ventil pro ruční hydraulické vyvážení a regulaci průtoku spotřebičem



Technický popis

Oblast použití:

Rozvody tepla a chladu - regulace výkonu spotřebiče

Funkce:

- přednastavení max. pracovní Kv hodnoty
- uzavírání
- měření průtoku, tlaku a teploty protékajícího média
- po osazení ovládacího pohonu regulace výkonu spotřebiče změnou průtoku.

Jmenovitý tlak:	PN 20
Max. diferenční tlak: *)	200 kPa / DN 15 100 kPa / DN 20–25
Max. pracovní teplota:	120 °C / PN 10 80 °C / PN 20
Min. pracovní teplota:	-10 °C

Médium:

Voda nebo neutrální roztoky, směsi voda-glykol.
Jiné médium na dotaz.

Materiál:

tělo:	mosaz EN12165-CW602N
kuželka:	mosaz EN12164-CW602N
bonnet:	mosaz EN12164-CW602N
O-kroužky:	EPDM
měřicí vsuvky:	mosaz EN-CW602N + EPDM

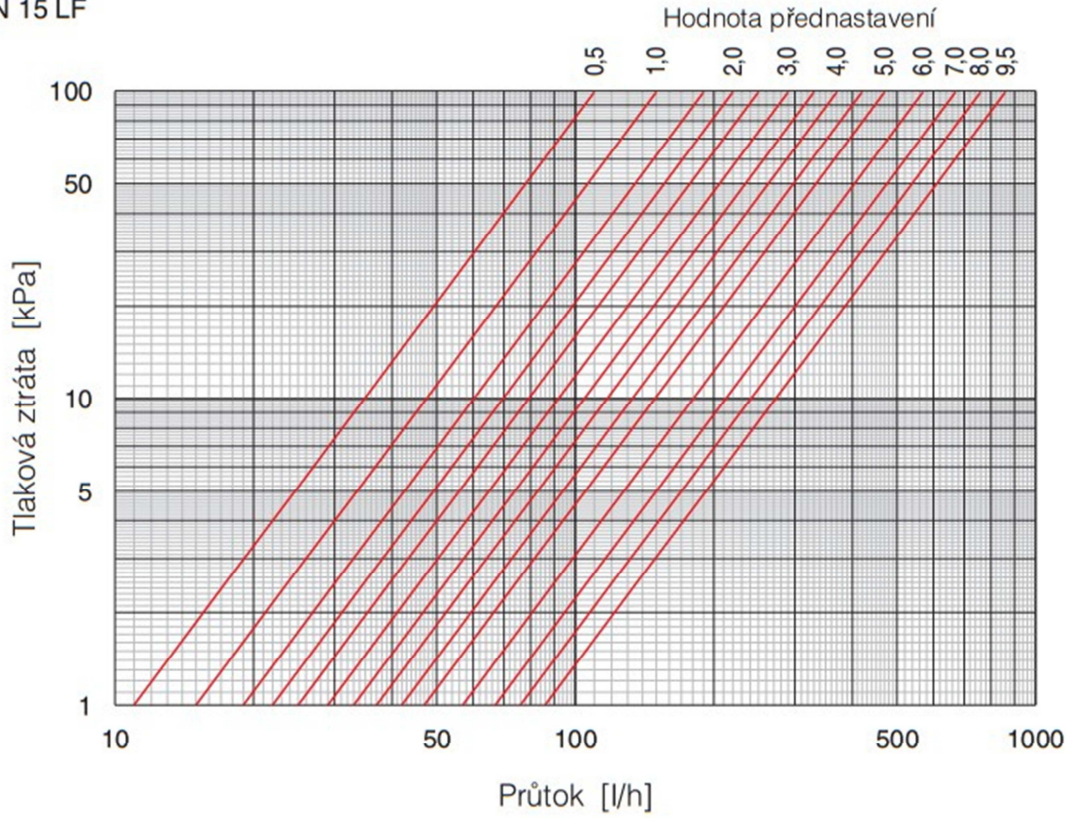
Značení:

směr průtoku, DN, PN

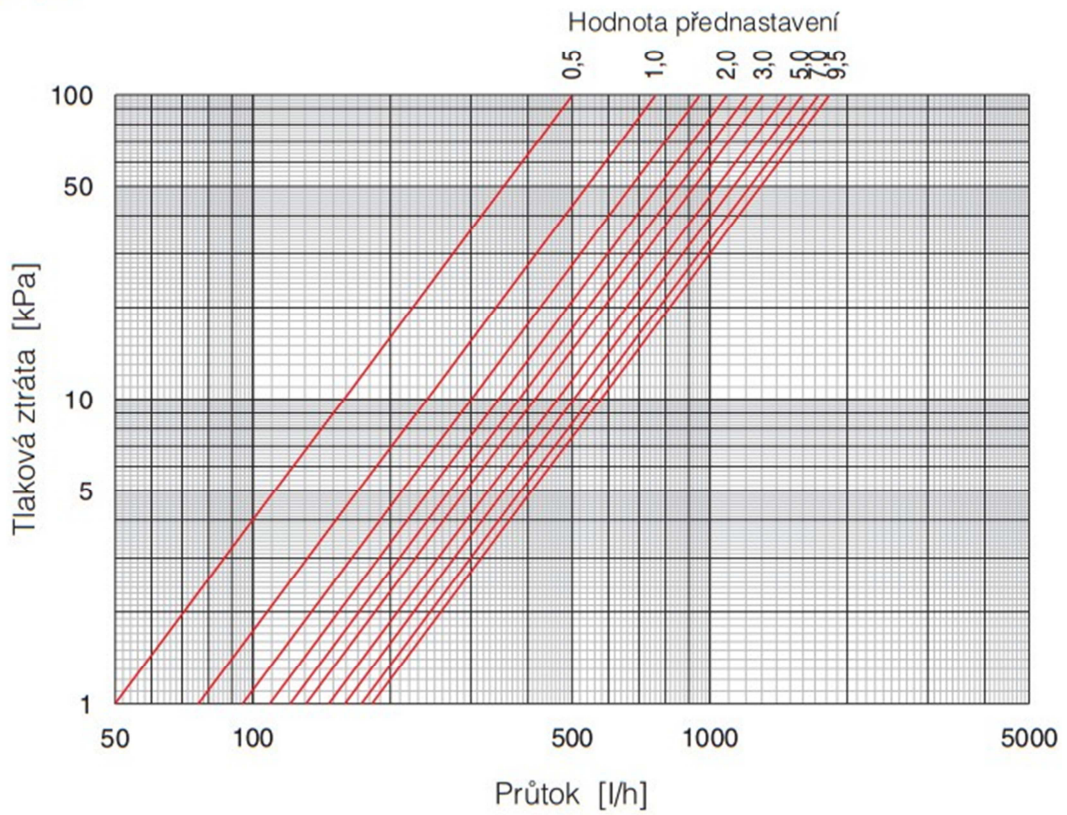
Přednosti

- sdružením ručního vyvažovacího a 2-cestného regulačního ventilu do jednoho těla je dosaženo výrazné úspory místa i investičních nákladů
- plynulé přednastavení žádaného průtoku okruhem
- uzavření je možné bez změny přednastavení - nastavená Kv hodnota se nemění
- velký rozsah hodnot Kvs
- malé stavební délky a kompaktní tvar
- k dispozici je široká škála ovládacích pohonů

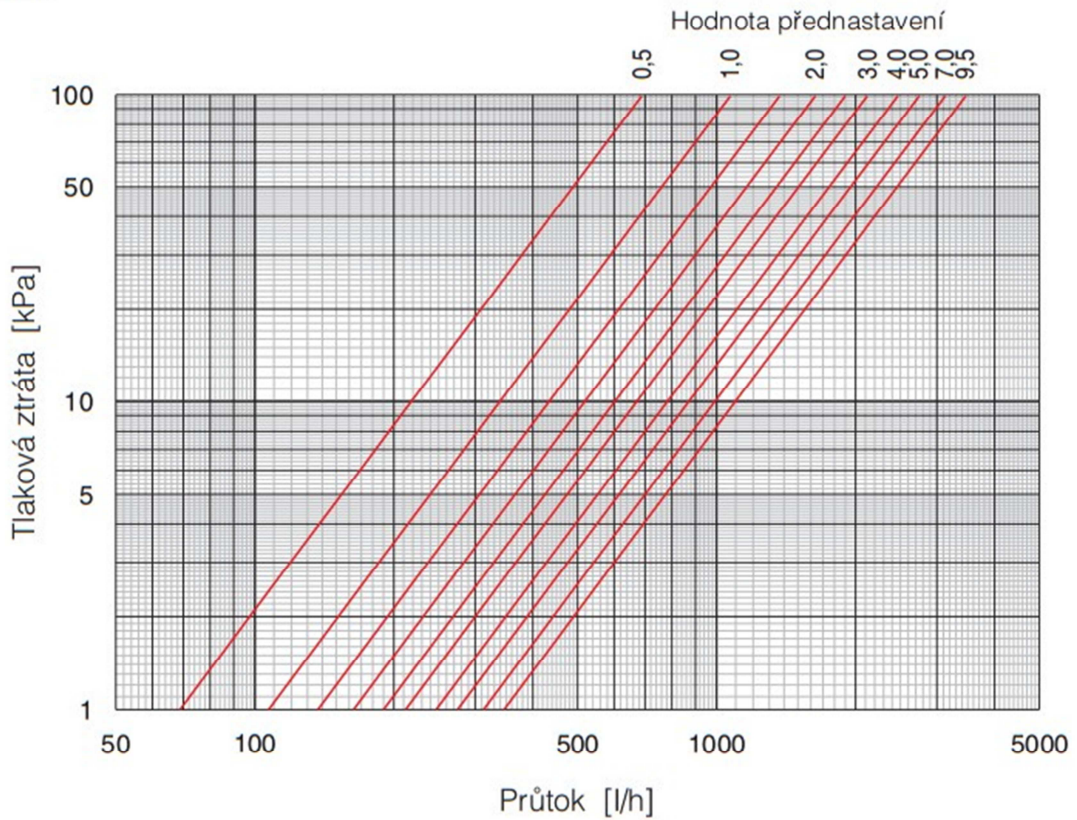
DN 15 LF



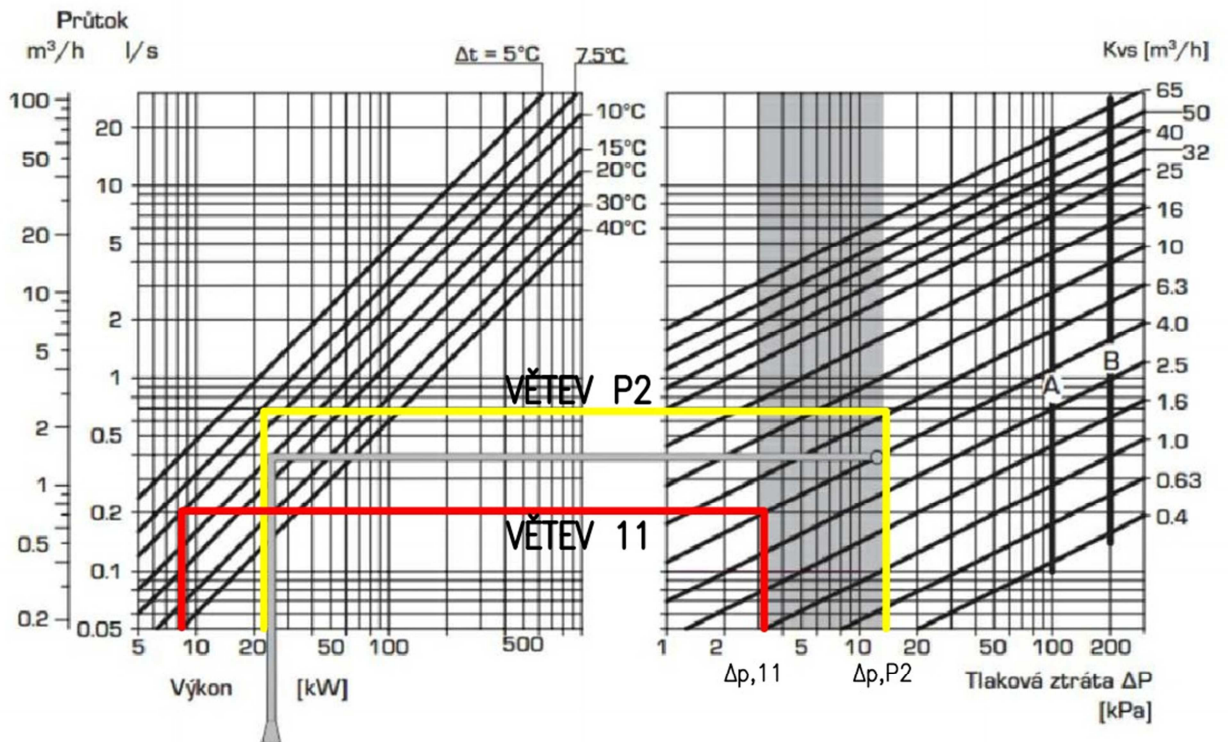
DN 15 NF



DN 20



6 NÁVRH TROJCESTNÝCH SMĚŠOVACÍCH VENTILŮ



6.1 Technický list směšovacího ventilu ESBE VRG 130

Budou umístěny u R+S v technické místnosti ne větvích „O“ (DN20) a „P“ (DN25)

OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY

SMĚŠOVACÍ VENTILY ŘADA VRG130

Kompaktní, otočné trojcestné směšovací ventily řady VRG130 se dodávají v provedení DN 15–50 a jsou vyrobeny z mosazi DZR, PN 10. K dispozici jsou čtyři typy přípojek: s vnitřním závitem, vnějším závitem, svěrnými kroužky a otočnou maticí. Patentovaná a registrovaná konstrukce.

POPIS

Kompaktní směšovací ventily řady VRG 130 jsou vyrobeny z mosazi typu DZR s ochranou proti vyluhování zinku s možností použití pro aplikace jak topení a chlazení tak rozvody pitné vody. Pro jednodušší a pohodlnější ovládání jsou ventily opatřeny protiskluzovými knoflíky s měkkým povrchem a nastavitelnými koncovými spínači s akčním rozsahem max 90°. Stupnice pod knoflíkem může být umístěna libovolně po dráze otáčení srdce klapky v závislosti k orientaci ventilu v aplikaci. Spolu se servopohonem ARA600 vytváří ventily řady VRG130 neobyčejně přesný a eko-nomický celek díky unikátnímu mimořádně stabilnímu spojení ventil-servopohon. Ovladače ESBE mají vyspělejší řídicí funkce, proto je lze používat v širší oblasti aplikací.

Ventily ESBE VRG130 jsou k dispozici ve velikostech DN15–50 s vnitřním nebo vnějším závitem, s otočnou maticí v DN20 nebo s svěrnými kroužky pro potrubí s vnějším průměrem 22 a 28 mm.

SERVIS A ÚDRŽBA

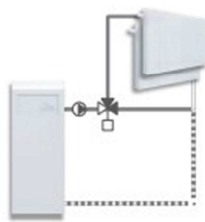
Útlý a kompaktní design těla umožňuje velmi dobrou přístupnost pro instalaci ventilu.

PŘÍKLADY INSTALACÍ

Všechny příklady instalací mohou být zrcadlově obráceny. Stupnice ukazující pozici srdce může být libovolně otáčena v závislosti na poloze. Symboly (■●▲) označující jednotlivé výstupy minimalizují riziko nesprávné instalace.



Směšování



Rozdělování



VENTILY VRG 130 JSOU NAVRŽENY PRO

- Topení
- Ventilaci
- Chlazení
- Centrální rozvody
- Pitnou vodu
- Pitné vody
- Podlahové topení
- Teplé vody
- Solární systémy
- Chlazení

VHODNÉ KOMPATIBILNÍ SERVOPOHONY

Ventily řady VRG130 jsou kompatibilní k servopohonům:

- Řada ARA600
- Řada 90C
- Řada 90*
- Řada CRB100
- *Nutný adaptér
- Řada CRA110

TECHNICKÁ DATA

Tlaková třída: _____ PN 10
 Teploty média: _____ max. trvalá +110°C
 _____ max. dočasná +130°C
 _____ min. -10°C
 Ovládací síla (při nominálním tlaku) DN15-32: _____ < 3 Nm
 DN40-50: _____ < 5 Nm
 Netěsnost v % *: _____ Směšování < 0.05%
 _____ Rozdělování < 0.02%
 Pracovní tlak: _____ 1 MPa (10 bar)
 Max. rozdíl tlakové ztráty: _____ Směšování, 100 kPa (1 bar)
 _____ Rozdělování, 200 kPa (2 bar)
 Uzávěrací tlak: _____ 200 kPa (2 bar)
 Regulační rozsah K_v/K_v^{min} , A-AB: _____ 100
 Připojení: _____ Vnitřní závít, EN 10226-1
 _____ Vnější závít, ISO 228/1
 _____ Svěrné kroužky, EN 1254-2

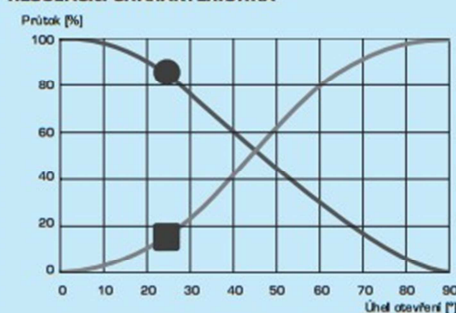
* při rozdílovém tlaku 100 kPa (1 bar)

Materiál

Tělo ventilu a šoupátko: _____ Mosaz DZR, CW 602N
 Osa a průchodka: _____ Kompozit PPS
 O-kroužky: _____ EPDM

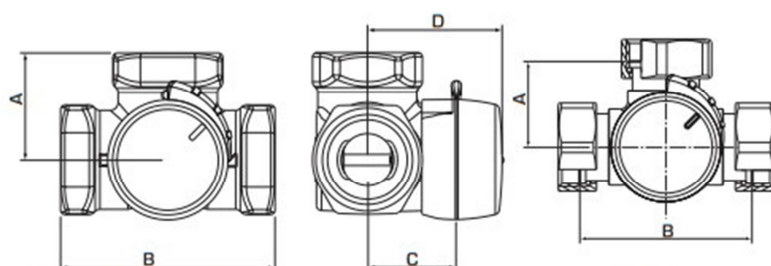
PED 97/23/EC, článek 3.3

REGULAČNÍ CHARAKTERISTIKA



OTOČNÉ SMĚŠOVACÍ VENTILY

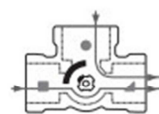
SMĚŠOVACÍ VENTILY ŘADA VRG130



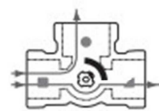
VRG131, VRG132, VRG133

VRG138

Zploštělý konec osy ventilu, stejně jako ukazatel knoflíku, směřuje do středu srdce ventilu.



Směšování



Rozdělování

ŘADA VRG131, VNITŘNÍ ZÁVIT

Obj. číslo	Označení	DN	Kvs*	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Poznámka
1160 01 00	VRG131	15	0.4	Rp 1/2"	36	72	32	50	0.40	
1160 02 00			0.63							
1160 03 00			1							
1160 04 00			1.6							
1160 05 00			2.5							
1160 06 00	VRG131	20	4	Rp 3/4"	36	72	32	50	0.43	
1160 07 00			2.5							
1160 08 00			4							
1160 09 00	VRG131	25	6.3	Rp 1"	41	82	34	52	0.70	
1160 10 00			10							
1160 11 00	VRG131	32	16	Rp 1 1/4"	47	94	37	55	0.95	
1160 12 00	VRG131	40	25	Rp 1 1/2"	53	106	44	60	1.68	
1160 34 00	VRG131	50	40	Rp 2"	60	120	46	64	2.30	

ŘADA VRG132, VNĚJŠÍ ZÁVIT

Obj. číslo	Označení	DN	Kvs*	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Poznámka
1160 15 00	VRG132	15	0.4	G 3/4"	36	72	32	50	0.40	
1160 16 00			0.63							
1160 17 00			1							
1160 18 00			1.6							
1160 19 00			2.5							
1160 20 00	VRG132	20	4	G 1"	36	72	32	50	0.43	
1160 21 00			2.5							
1160 22 00			4							
1160 23 00	VRG132	25	6.3	G 1 1/4"	41	82	34	52	0.70	
1160 24 00			10							
1160 25 00	VRG132	32	16	G 1 1/2"	47	94	37	55	0.95	
1160 26 00	VRG132	40	25	G 2"	53	106	44	60	1.69	
1160 35 00	VRG132	50	40	G 2 1/4"	60	120	46	64	2.30	

ŘADA VRG133, SVĚRNÉ KROUŽKY

Obj. číslo	Označení	DN	Kvs*	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Poznámka
1160 29 00	VRG133	20	4	CPF 22 mm	36	72	32	50	0.40	
1160 30 00			6.3							
1160 31 00	VRG133	25	10	CPF 28 mm	41	82	34	52	0.45	

ŘADA VRG138, OTOČNÁ MATICE A VNĚJŠÍ ZÁVIT

Obj. číslo	Označení	DN	Kvs*	Připojení	A	B	C	D	Hmot. [kg]	Poznámka
1160 38 00	VRG138	20	4	2x RN 1" + G 1"	36	72	32	50	0.56	
1160 39 00			4	3x RN 1"					0.59	
1160 40 00			6.3	2x RN 1" + G 1"					0.56	
1160 41 00			6.3	3x RN 1"					0.59	

* Hodnota Kvs je v m³/h při tlakové ztrátě 1 bar. Viz průtočná charakteristika na str. 33. CPF = svěrné kroužky RN = Otočná matice

7 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL

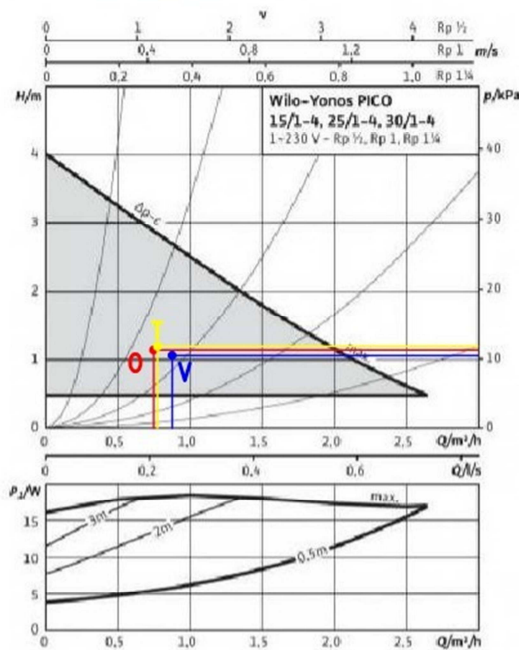
Všechna oběhová čerpadla jsou navržena od firmy Wilo.

Na větve O, T a V je navrženo čerpadlo Wilo-Yonos PICO 15/1-4.

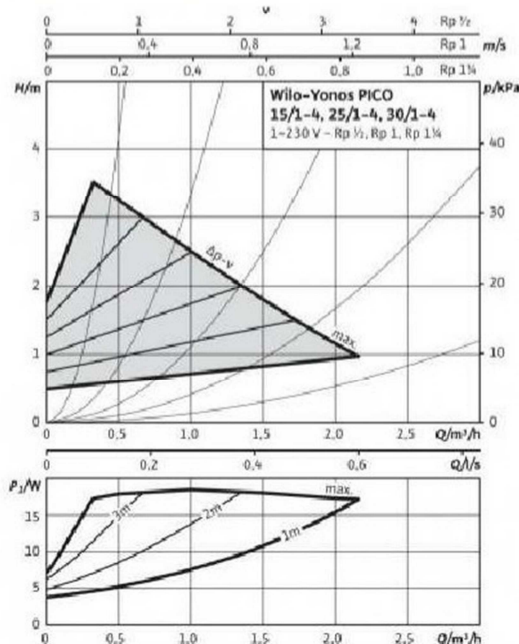
- tlaková ztráta – 11,741 kPa (O); 12,146 kPa (T); 10,592 kPa (V)
- hmotnostní průtok 731kg/h (O-červená); 759 kg/h (T-žlutá); 881 kg/h (V-modrá)

Datový list: Wilo-Yonos PICO 15/1-4

Charakteristiky $\Delta p-c$ (konstantní)



Charakteristiky $\Delta p-v$ (variabilní)



Přípustná čerpaná média (jiná média na vyžádání)	
Topná voda (dle VDI 2035)	•
Směsi vody a glykolu (max. 1:1; od 20 % příměsí je nutno zkontrolovat parametry čerpaní)	•
Přípustná oblast použití	
Teplotní rozmezí při max. okolní teplotě +25 °C	-10...+110 °C
Teplotní rozmezí při max. okolní teplotě +40 °C	-10...+95 °C
Maximální povolený provozní tlak P_{max}	6 bar
Potrubiční přípojky	
Spojení trubek na závit	Rp 1/2
Jmenovitá světlota příruby	DN 15
Závit	G 1
Konstrukční délka L0	130 mm
Motor/elektronika	
Index energetické účinnosti (EEI)	≤ 0,20
Elektromagnetická kompatibilita	EN 61800-3
Rušivé vyzářování	EN 61000-6-3
Občinnost vůči rušení	EN 61000-6-2
Regulace otáček	Frekvenční měnič
Druh ochrany	IP X2D
Třída izolace	F
Síťová přípojka	1-230 V, 50/60 Hz
Otáčky n	800 - 3600 1/min
Jmenovitý výkon motoru P_2	15 W
Příkon P_1	4 - 20 W
Příkon I	max. 0,26 A
Ochrana motoru	Neří zapotřebí (odolné vůči zatřídokování)
Kabelové šroubení - konektor	11 PG
Materiály	
Pouzdro čerpadla	Šedá litina (EN-GJL-200)
Oběžné kolo	Fluor (PP - 40% GF)
Hřídel čerpadla	Ušlechtilá ocel
Ložisko	Uhlík, impregnovaný kovem
Mínimální výška nátoky na sacím hrde k zamezení vzniku kavitace při teplotě čerpané vody	
Min. provozní výška při 50 / 95 / 110 °C	0,5/3/ 10 m
Informace k objednávce	
Značka	Wilo
Typ	Yonos PICO 15/1-4
C. výř.	4184011
Hmotnost oca m	2 kg

• = povoleno, - = nepovoleno

Referenční hodnota nejúčinnějších oběhových čerpadel je EEI ≤ 0,20.

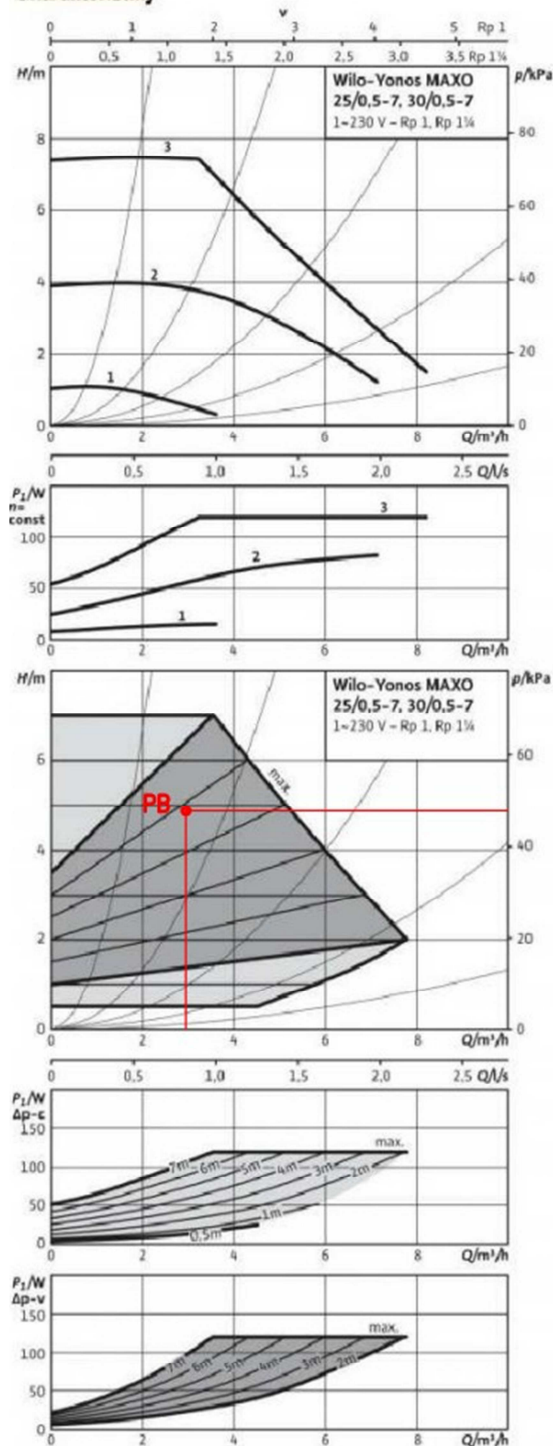
Ohledně indexu energetické účinnosti dbejte prosím na typový štítek.

Na větvi P je navrženo čerpadlo Wilo-Yonos MAXO 25/0,5-7.

- tlaková ztráta – 47,866 kPa
- hmotnostní průtok 2 464 kg/h (2,49 m³/h)

Datový list: Wilo-Yonos MAXO 25/0,5-7

Charakteristiky



Připustná čerpaná média (jiná média na vyzáání)

Topná voda (dle VDI 2035)

Směs vody a glykolu (max. 1:1; od 20 % přiměsí je nutné zkontrolovat parametry čerpání)

Připustná oblast použití

Teplotní rozmezí při max. okolní teplotě +40 °C

-20...+110 °C

Maximální povolený provozní tlak P_{max}

10 bar

Potravní přípojky

Spojení trubek na závit

Rp 1

Závit

G 1½

Konstrukční délka ℓ_0

180 mm

Motor/elektronika

Index energetické účinnosti (EEI)

≤ 0,20

Elektromagnetická kompatibilita

EN 61800-3

Rušivé vyzarování

EN 61000-6-3

Odpornost vůči rušení

EN 61000-6-2

Regulace otáček

Frekvenční měnič

Druh ochrany

IP X4D

Třída izolace

F

Síťová přípojka

1-230 V, 50/60 Hz

Jmenovitý výkon motoru P_2

90,00 W

Otáčky n

1000 - 3700 1/min

Příkon P_1

5 - 120 W

Příkon I

0,08 - 1 A

Ochrana motoru

Integrovaná

Kabelové šroubení PG

M20x1,5

Materiály

Pouzdro čerpadla

Secátřina (EN-GJL-200)

Oběžné kolo

Plast (PPE -30% GF)

Hřídel čerpadla

Nerezová ocel (X30CR13)

Ložisko

Uhlík, impregnovaný kovem

Mínimální výška nátohu na sacím hrdle k zamezení vzniku kavitace při teplotě

Min. provozní výška při 50/95/110 °C

3/10/16 m

Info mace k objednávce

Značka

Wilo

Typ

Yonos MAXO 25/0,5-7

Č. vjř.

2120639

Hmotnostcca m

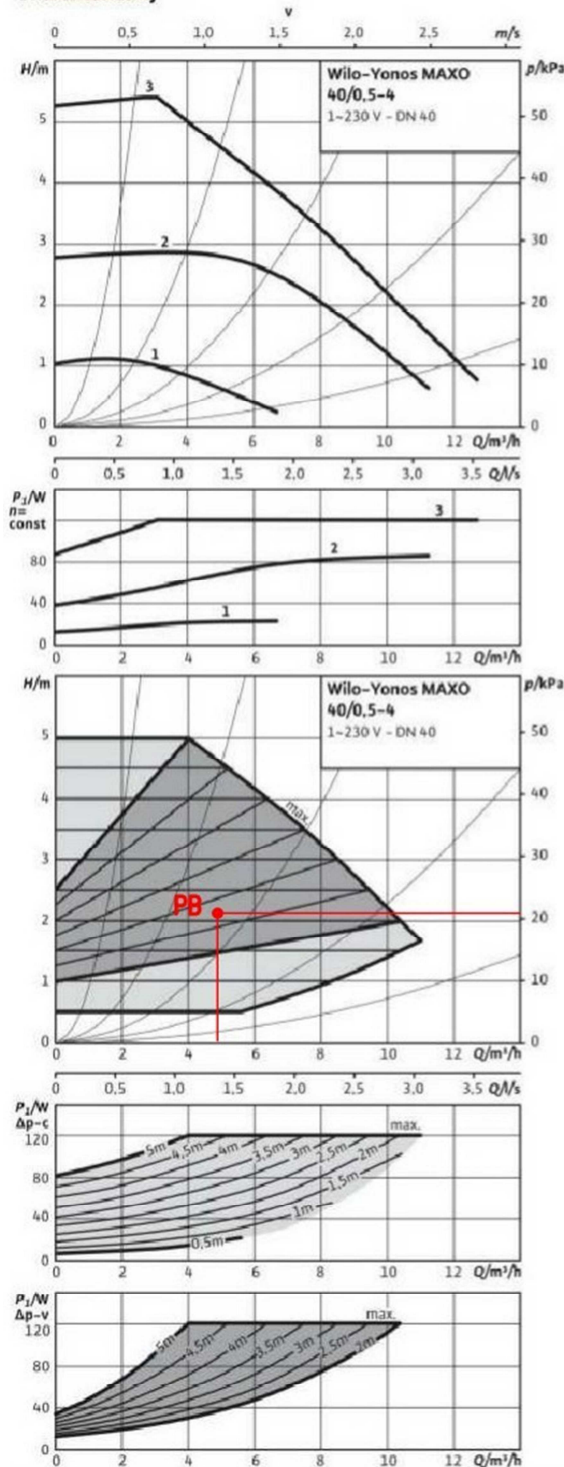
4,5 kg

Na větve K je navrženo čerpadlo Wilo-Yonos MAXO 40/0,5-4.

- tlaková ztráta – 20,934 kPa
- hmotnostní průtok 4 835 kg/h (4,88 m³/h)

Datový list: Wilo-Yonos MAXO 40/0,5-4

Charakteristiky



Připustná čerpaná média (jiná média na vyzádnání)

Topná voda (dle VDI 2035)

Směs vody a glykolu (max. 1:1; od 20 % příměsí je nutno zkontrolovat parametry čerpání)

Připustná oblast použití

Teplotní rozmezí při max. okolní teplotě +40 °C

Maximální povolený provozní tlak P_{max}

Potrubi přípojky

Přiruba

Jmenovitá světlost přiruby

Konstrukční délka l_b

Motor/elektronika

Index energetické účinnosti (EE I)

Elektromagnetická kompatibilita

Rušivé vyzářování

Odpornost vůči rušení

Regulace otáček

Druh ochrany

Třída izolace

Síťová přípojka

Jmenovitý výkon motoru P_2

Otáčky n

Příkon P_1

Příkon I

Ochrana motoru

Kabelové šroubení PG

Materiály

Pouzdro čerpadla

Oběžné kolo

Hřídel čerpadla

Ložisko

Minimální výška nátoky na sacím hrdle k zamezení vzniku kavitace při teplotě čerpané vody

Min. přírodní výška při 150 / 95 / 110 °C

Informace k objednávce

Značka

Typ

Č. výt.

Hmotnost oca m

•	
•	
-20...+110 °C °C	
6/10 bar	
Kombinovaná přiruba PNG/10 (přiruba PN 16 dle EN 1092-2)	
DN 40	
220 mm	
≤ 0,20	
EN 61800-3	
EN 61000-6-3	
EN 61000-6-2	
Frekvencní měnič	
IP X4D	
F	
1-230 V, 50/60 Hz	
90,00 W	
1200 - 3700 1/min	
7 - 120 W	
0,09 - 1 A	
Integrované	
M20x1,5	
Šedá litina (EN-GJL-250)	
Plast (PPS - 40% GF)	
Nerezová ocel (X30CR13)	
Uhlík, impregnovaný kovem	
3 / 10 / 16 m	
Wilo	
Yonos MAXO 40/0,5-4	
2120645	
8,6 kg	

8 POTŘEBA TEPLÉ VODY

Počet osob: odhad 74 osob

Úklidová plocha: 909 m²

Spotřeba: Umyvadlo 0,002 m³·per⁻¹·os⁻¹

Sprcha 0,04 m³·per⁻¹·os⁻¹

Úklid 0,02 m³·per⁻¹·100m⁻²

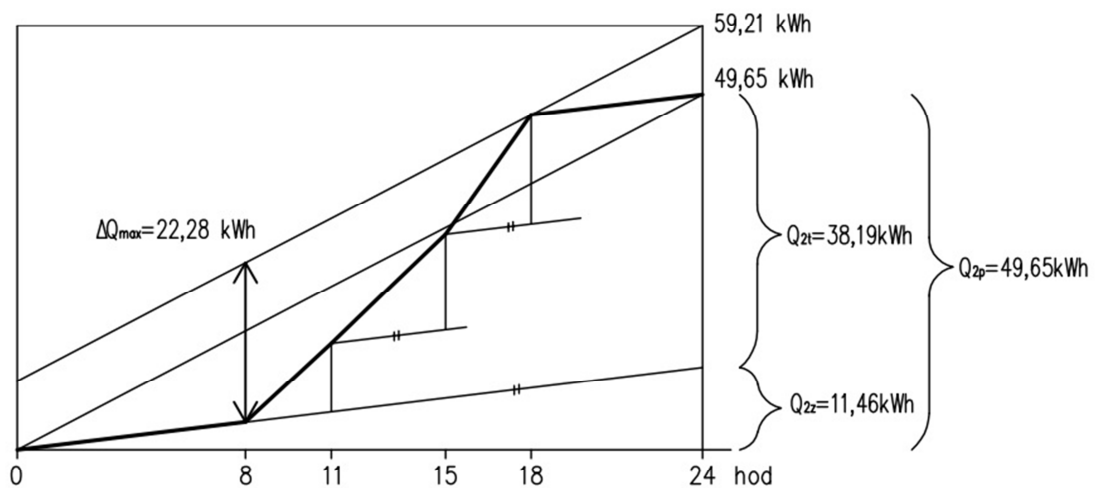
Výpočet: $V_{2p}=74 \cdot 0,002 + 10 \cdot 0,04 + 9,09 \cdot 0,02 = 0,730 \text{ m}^3$

Teplo odebrané: $Q_{2t}=1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 0,730 \cdot (55 - 10) = 38,194 \text{ kWh}$

Teplo ztracené: $Q_{2z}=Q_{2t} \cdot z = 38,194 \cdot 0,3 = 11,458 \text{ kWh}$

Teplo celkem: $Q_{2p}=Q_{2t}+Q_{2z}=38,194+11,458=49,652 \text{ kWh}$

Hodiny	Návrh obsazenosti	Teplo odebrané	Teplo celkem
[h]	[%]	[kWh]	[kWh]
8-11	25	9,55	12,41
11-15	35	13,37	17,38
15-18	40	15,28	19,86
SUMA	100	38,19	49,65



Smíšený ohřev

Hodinová špička – odhad 15-18h ... 40% spotřeby

Objem zásobníku:

$$0,730 \text{ m}^3 = 100\% \rightarrow \frac{0,730 \cdot 0,4}{3} = 0,097 \text{ m}^3$$

Požadavek výkonu:

$$Q_{1n} = (19,86 / 3) \cdot 2 = 13,24 \text{ kW (ohřev za 0,5 hodiny)}$$

Potřebná teplosměnná plocha (70/55)

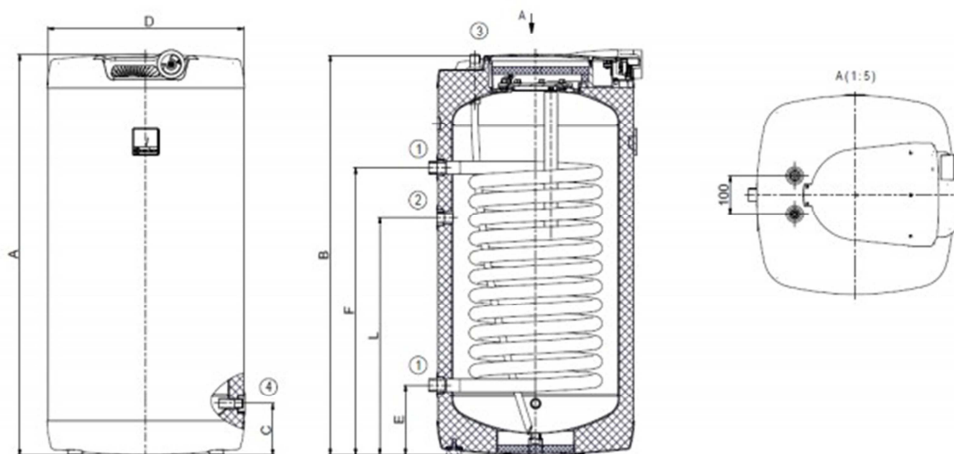
$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \left[\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1} \right]} = \frac{(70 - 55) - (55 - 10)}{\ln \left[\frac{70 - 55}{55 - 10} \right]} = 27,31 \text{ K}$$

$$A = (Q_{1n} \cdot 10^3) / (U \cdot \Delta t) = 13\,240 / (420 \cdot 27,31) = 1,154 \text{ m}^2$$

Návrh: **Dražice OKH 100 NTR** - objem zásobníku 95 l
- teplosměnná plocha 1,08 m²

8.1 Technický list zásobníkového ohřivače Dražice OKH 100 NTR

OKH 100 NTR, OKH 125 NTR, OKH 160 NTR



TECHNICKÉ ÚDAJE

TYP		OKH 100 NTR	OKH 125 NTR	OKH 160 NTR	OKH 100 NTR/HV	OKH 125 NTR/HV
OBJEM	l	95	120	160	95	120
MAX. HMOTNOST ZÁSOBNÍKU BEZ VODY	kg	57	71	78	56	70
TEPLOSMĚNNÁ PLOCHA VÝMĚNÍKU	m ²	1,08	1,45	1,45	1,08	1,45
MAXIMÁLNÍ TLAK NÁDOBY	MPa			0,6		
MAXIMÁLNÍ TLAK VÝMĚNÍKU	MPa			1		
MAXIMÁLNÍ TEPLOTA TUV	°C			80		
DOPORUČENÁ TEPLOTA TUV	°C			60		
PŘIPOJENÍ TUV				G ¾"		
PŘIPOJENÍ TOPNÉ VODY		G 1"	G 1"	G 1"	G ¾"	G ¾"
ELEKTR. KRYTÍ				IP42		
PŘIPOJOVACÍ NAPĚTÍ				1 PEN AC 230V, 50 Hz		
JMENOVITÝ TEPELNÝ VÝKON PŘI TEPLOTĚ TOPNÉ VODY 80°C A PRŮTOKU 720 l/h	W	24000	32000	32000	24000	32000
DOBA OHŘEVU VÝMĚNÍKEM Z 10°C NA 60°C	min	14	14	17	14	14
STATICKÁ ZTRÁTA	W	42	49	54	42	49

9 NÁVRH ZDROJE TEPLA

9.1 Návrh tepelného výkonu

$$Q_{\text{PRIP}} = 0,7 \cdot Q_{\text{VYT}} + 0,7 \cdot Q_{\text{VZT}} + Q_{\text{TV}}$$

$$Q_{\text{PRIP}} = 0,7 \cdot 23,4 + 0,7 \cdot 20,5 + 13,24 = 43,97 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{PRIP1}} = Q_{\text{VYT}} + Q_{\text{VZT}}$$

$$Q_{\text{PRIP1}} = 23,4 + 20,5 = 43,9 \text{ kW}$$

Požadovaný výkon zdroje tepla je **43,9 kW** pro zimní provoz, pro letní provoz **13,24 kW**

Požadavek na zdroj tepla byl plynový kondenzační kotel. Tomuto požadavku a požadovanému výkonu odpovídá navržený plynový kondenzační kotel Medvěd Condens 48KKS od firmy Protherm o jmenovitém výkonu 48 kW s plynulou modulací výkonu.

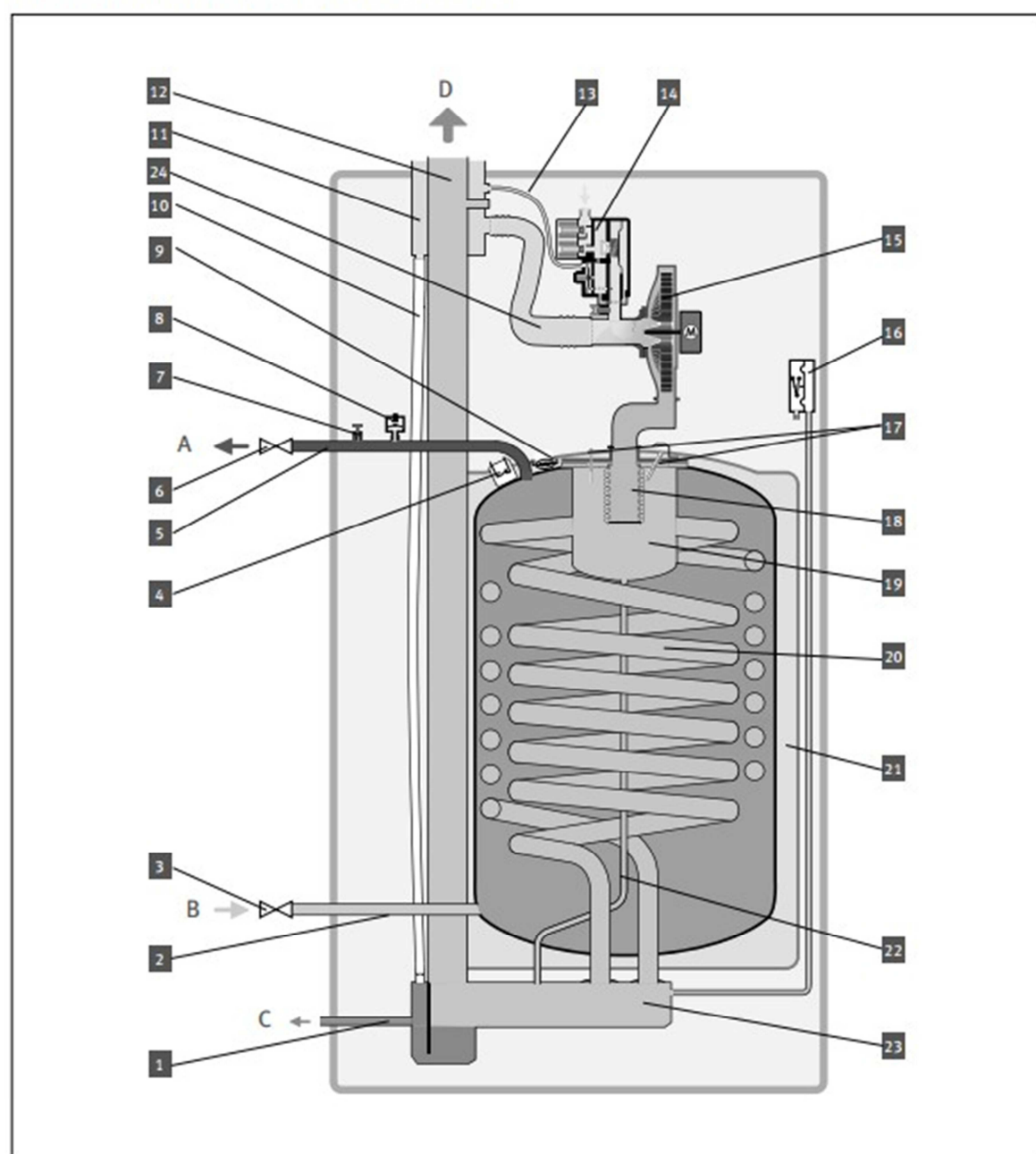
9.2 Technický list plynového kondenzačního kotle Medvěd Condens 48 KKS

Stacionární plynové kondenzační kotle Medvěd Condens



	18KKS	25KKS	35KKS	48KKS
Nejmenší jmenovitý tepelný výkon	5,4 kW	7,5 kW	10,5 kW	14,4 kW
Technické údaje – výkon/zatížení G31				
při koncentrickém odvodu spalin 80/125 mm s 10 m a dvěma koleny 87° závislém na vzduchu v místnosti				
Min. topný výkon Q _{min} při 80/60°C	5,6 kW	7,3 kW	10,1 kW	13,9 kW
Min. topný výkon Q _{min} při 60/40°C	6,3 kW	7,9 kW	10,9 kW	14,9 kW
Min. topný výkon Q _{min} při 50/30°C	6,4 kW	8,1 kW	11,2 kW	15,5 kW
Min. topný výkon Q _{min} při 40/30°C	6,4 kW	8,0 kW	11,2 kW	15,3 kW
Jmenovitý tepelný výkon Q _n při 80/60°C	19,1 kW	24,0 kW	33,3 kW	44,1 kW
Jmenovitý tepelný výkon Q _n při 60/40°C	21,2 kW	25,1 kW	36,4 kW	47,0 kW
Jmenovitý tepelný výkon Q _n při 50/30°C	21,2 kW	26,3 kW	37,5 kW	48,2 kW
Jmenovitý tepelný výkon Q _n při 40/30°C	21,4 kW	26,0 kW	37,3 kW	48,2 kW
Největší jmenovitý tepelný výkon	20,0 kW	25,0 kW	35,0 kW	45,0 kW
Nejmenší jmenovitý tepelný výkon	6,0 kW	7,5 kW	10,5 kW	14,4 kW
Technické údaje – topení				
Rozsah nastavení max. výstupní teplota (výrobní nastavení: 75°C)	40 ... 85°C	40 ... 85°C	40 ... 85°C	40 ... 85°C
Maximální provozní tlak	0,3 MPa (3,0 bar)	0,3 MPa (3,0 bar)	0,3 MPa (3,0 bar)	0,3 MPa (3,0 bar)
Množství cirkulující vody (vztaženo na ΔT = 20 K)	735 l/h	1 040 l/h	1 430 l/h	1 990 l/h
Tlaková ztráta při jmenovitém objemu cirkulující vody	0,8 kPa (8,0 mbar)	1,2 kPa (12,0 mbar)	1,6 kPa (16,0 mbar)	3 kPa (30 mbar)
Množství kondenzátu 50/30°C	2,9 l/h	4,0 l/h	5,7 l/h	7,7 l/h
Pohotovostní spotřeba tepla topení 30 K	30 W/%	30 W/%	30 W/%	30 W/%
Technické údaje – elektřina				
Jmenovité napětí	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Elektr. příkon při Q _n	33 W	47 W	50 W	75 W
Elektr. příkon při Q _{min}	14 W	14 W	15 W	16 W
Elektr. příkon v pohotovostním režimu	3 W	3 W	3 W	3 W
Krytí	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
Třída ochrany	2	2	2	2
Instalované jistiění	T2	T2	T2	T2
Technické údaje – směrnice pro ekodesign				
Jmenovitý tepelný výkon	18,0 kW	25,0 kW	35,0 kW	48,0 kW
Účinnost vytápění místností, sezónní	90,5 %	90,7 %	90,3 %	91,2 %
Užitečné teplo při plném topném výkonu a vysokoteplotních systémech	17,2 kW	24,3 kW	33,3 kW	47,2 kW
Užitečné teplo při 30 % jmenovitého tepelného výkonu a nízkoteplotních systémech	3,7 kW	5,2 kW	7,2 kW	9,9 kW

Hydraulické schéma Medvěď Condens



- | | | |
|---|------------------------------------|-----------------------|
| 1 Odvaděč kondenzátu | 10 Odvaděč kondenzátu | 21 Tepelná izolace |
| 2 Zpátečka topení | 11 Přívod vzduchu | 22 Odvaděč kondenzátu |
| 3 Uzavírací ventil (není součástí
dodávky) | 12 Vývod spalin | 23 Sběrač spalin |
| 4 Bezpečnostní termostat | 13 Referenční hadice vzduchu | 24 Tlumič |
| 5 Výstup do topení | 14 Plynový ventil | |
| 6 Uzavírací ventil (není součástí
dodávky) | 15 Ventilátor | A Výstup do topení |
| 7 Ruční odvzdušňovací ventil | 16 Manostat | B Zpátečka topení |
| 8 Tlakový senzor | 17 Zpalovací a ionizační elektrody | C Odvod kondenzátu |
| 9 Čidlo teploty topné vody | 18 Hořák | D Odvod spalin |
| | 19 Spalovací komora | |
| | 20 Primární výměník | |

10 NÁVRH ZAŘÍZENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

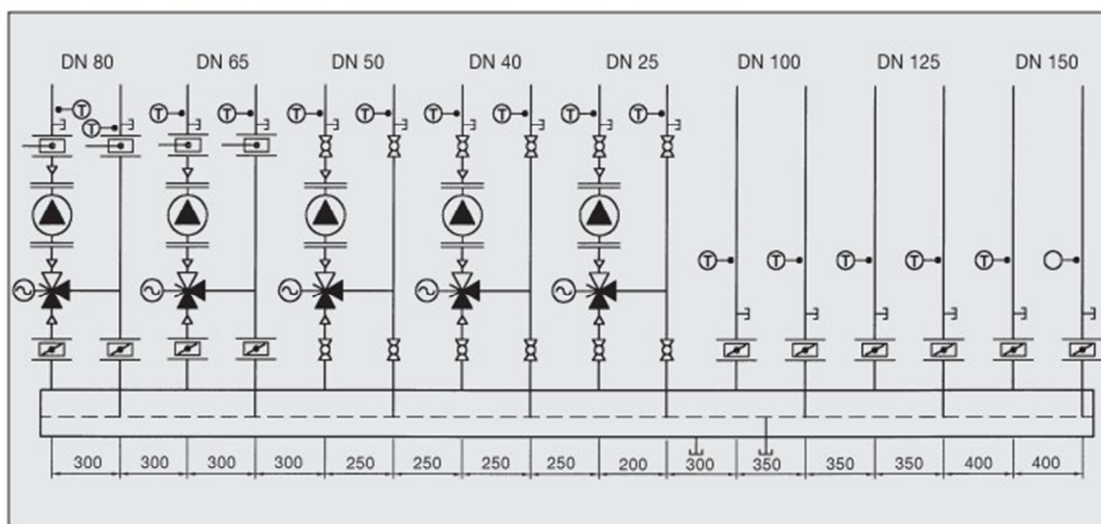
10.1 Rozdělovač a sběrač od firmy ETL

Kombinovaný rozdělovač a sběrač ETL modul 120 -> $M_{\max} = 15 \text{ [m}^3/\text{h]}$, $Q_{\max} = 350 \text{ [kW]}$, $l_{\max} = 3 \text{ m}$
 $M_{\text{skut}} = 4,88 \text{ [m}^3/\text{h]}$, $Q_{\text{skut}} = 65,2 \text{ [kW]}$, $l_{\text{skut}} = 2,45 \text{ m}$

Q_{max} = [m³/hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok. průřez komor S_p (m²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Těla všech RS KOMBI standardně PN 0,6MPa, teplota 110 °C. Maximální rychlost proudění vody v tělese je 1,0 m/s.

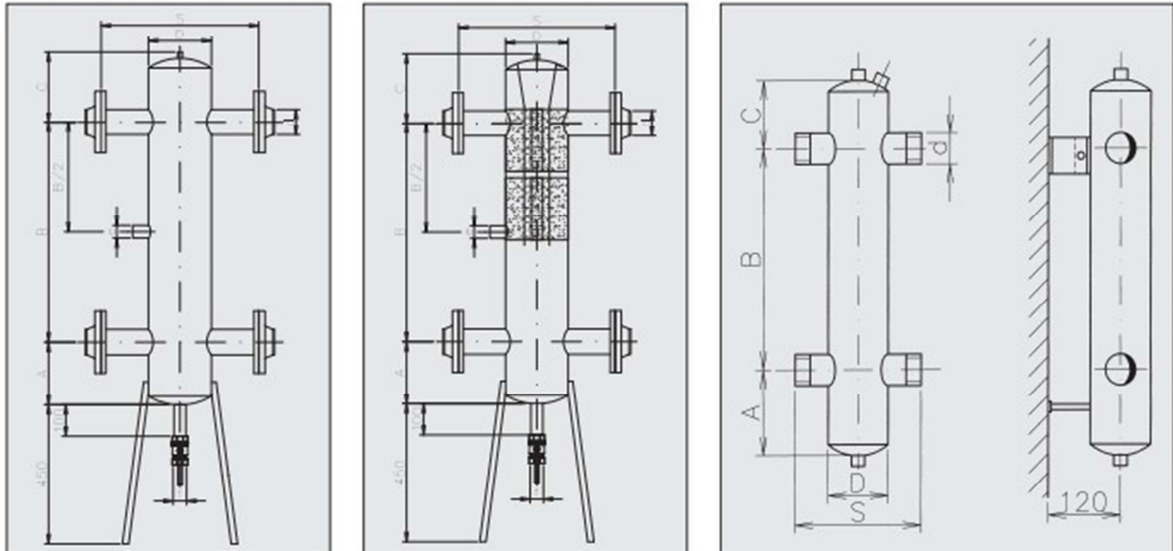
Obr.5: Doporučené minimální rozteče jednotlivých hrdel v závislosti na jejich dimenzích



10.2 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků od firmy ETL

Návrh: Typ II – max průtok $M_{\max}=8,0$ [m³/hod]

HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ HVDT



Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků je určen pro hydraulické oddělení zdrojů tepla od otopné soustavy. Instalací HVDT se odstraní problémy s přebytky dynamických tlaků čerpadel a upraví se celkové hydraulické poměry v síti.

Odvozeným výrobkem s vestavbou pro absorpční odplynění je hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků speciál HVDT-S, který slučuje funkci kontinuálního odplyňování topného média s hydraulickou stabilizací okruhů otopné soustavy.

Podmínkou správné funkce HVDT je poměr průtoků topné vody mezi kotlovým okruhem a topnou soustavou. Průtok

kotlovým okruhem by měl být o 5-10% větší, než-li průtok otopnou soustavou. Dodávka je včetně protipřírub PN 6.

Popis funkce HVDT – Instalaci HVDT se zajistí:

- přebytek dynamického tlaku oběhových čerpadel kotlového okruhu přenášený do otopné soustavy se vyruší;
- oddělí se otopná soustava bez zásahu do hydraulické stability kotlového okruhu;
- průtok vody kotlovým okruhem není ovlivněn otopnou soustavou.

HVDT – ZÁKLADNÍ ROZMĚRY

TYP HVDT	MAX. PRŮTOK (m ³ /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	S (mm)	d (mm)	e (mm)	f
24B	1,8	100	300	65	89	485	169	5/4"	-	-
63B	2,5	110	380	80	108	600	208	6/4"	-	-
1B	4,0	110	400	100	108	600	208	2"	-	-
I	4,0	100	400	100	108	1050	400	57	1"	5/4"
II	8,0	150	500	100	159	1200	400	76	1"	5/4"
III	12,0	200	700	200	219	1550	500	89	1"	5/4"
IV	20,0	200	700	200	219	1550	500	108	5/4"	5/4"
V	30,0	250	900	200	273	1800	560	133	6/4"	6/4"
VI	50,0	300	1000	200	324	1950	620	159	6/4"	6/4"
Vla	80,0	400	1300	250	424	2400	750	219	2"	6/4"
VII	100,0	450	1500	250	508	2650	800	219	2 1/2"	6/4"

* HVDT 24B, 63B a 1B nemají stojiny, jsou určeny k uchycení na zeď (součástí dodávky je nástěnná konzola) a mají vnější závit; povrchová úprava: vrchní bílá barva radiátorová.

11 NÁVRH ZABEZPĚČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

11.1 Návrh expanzní nádoby

Výpočet expanzního objemu:

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 1,1486 \cdot 0,0295 = 0,044 \text{ m}^3$$
$$V_o = V_{\text{potrubí}} + V_{OT} + V_{\text{kotel}} + V_{R+S} + V_{HVDT} + V_{TV} + V_{VZT} =$$
$$0,919 + 0,085 + 0,095 + 0,0196 + 0,010 + 0,010 + 0,010 = 1,1486 \text{ m}^3$$

Kde V_o objem vody v soustavě [m^3]
 V_e expanzní objem [m^3]
 n koeficient tepelné roztažnosti [-]

Nejnižší dovolený přetlak soustavy:

$$P_{ddov} \geq h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + p_z$$
$$P_{ddov} \geq 7,5 \cdot 990 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 31,5$$
$$110 \geq 104,3 \text{ kPa}$$

kde P_{ddov} nejnižší dovolený přetlak [kPa]
 h výška vodního sloupce mezi neutrálním bodem a nejvyšším bodem soustavy [m]

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy:

$$P_{hdov} \leq p_k - h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}$$
$$P_{hdov} \leq 300 - 0,5 \cdot 990 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}$$
$$280 \leq 295,1 \text{ kPa}$$

kde p_{hdov} nejvyšší dovolený přetlak soustavy [kPa]
 h_{MR} výška manometrické roviny [m]
 p_k minimum z konstrukčních přetlaků jednotlivých komponent soustavy [kPa]

Návrh objemu nádoby:

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hdov} + 100)}{p_{hdov} - p_{ddov}} = \frac{0,044 \cdot (280 + 100)}{280 - 120} = 0,098 \text{ m}^3$$

Návrh: **Expanzní nádoba Reflex NG 100/6** (objem 100l, max. přetlak 600 kPa)

Návrh expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 48^{0,5} = 14,2 \text{ mm} \Rightarrow \text{navrženo potrubí } 18 \times 1$$

kde d_p vnitřní průměr potrubí [mm]
 Q_p Výkon zdroje tepla [kW]

11.2 Návrh pojistných ventilů

11.2.1 Návrh pojistného ventilu pro otopnou soustavu

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$A_0 = Q_p / (\alpha_v K) = 48 / (0,289 \cdot 1,2) = 138,4 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu:

$$d_i = 2 \cdot (A_0 / \pi)^{0,5} = 2 \cdot (138,4 / \pi)^{0,5} = 13,28 \text{ mm}$$

Průměr sedla skutečného pojistného ventilu:

$$d_o = a \cdot d_i = 1,89 \cdot 13,28 = 25,1 \text{ mm}$$

Vstupní a výstupní potrubí pojistného ventilu:

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 48^{0,5} = 24,7 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh potrubí } 28 \times 1,5$$

Návrh ventilu: **SM120** – ½ Z (Honeywell)
připojení (vstup/ výstup): ½" / ¾"
otevírací přetlak: 2,8 bar (nutno specifikovat v objednávce)

11.2.2 Návrh pojistného ventilu pro ohřev teplé vody

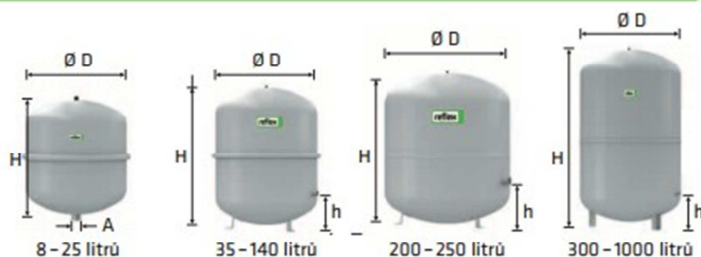
Dle normy ČSN 06 8030 [19] Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení, na navržený ohříváč teplé vody postačí pojistný ventil DN 15 => přesnou specifikaci a otevírací přetlak stanoví profese ZTI

11.3 Technický list expanzní nádoby Reflex NG 100/6

Technická data Reflex

Reflex NG, N

- pro uzavřené soustavy topení a chlazení
- závitové připojení
- od 35 litrů stojaté provedení
- membrána podle DIN EN 13831
- přípustná teplota 70 °C
- koncentrace glykolu max 30 %
- schválení podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG



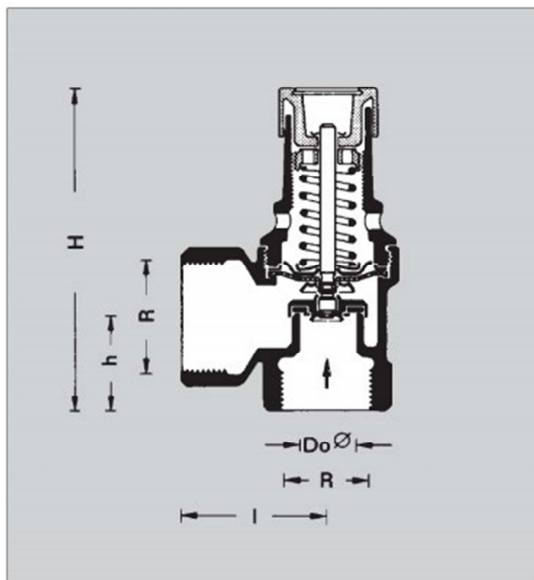
6 bar	Typ *	Obj. číslo		Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
	6 bar /120 °C	šedá	bílá							
	NG 8/6	8230100	7230107	96	1,6	206	285	-	R ¾	1,5
	NG 12/6	8240100	7240107	72	2,4	280	275	-	R ¾	1,5
	NG 18/6	8250100	7250107	56	3,4	280	345	-	R ¾	1,5
	NG 25/6	8260100	7260107	42	4,2	280	465	-	R ¾	1,5
	NG 35/6	8270100	7270107	24	4,8	354	460	130	R ¾	1,5
	NG 50/6	8001011	7001100	24	5,7	409	493	175	R ¾	1,5
	NG 80/6	8001211	7001300	12	8,7	480	565	175	R 1	1,5
	NG 100/6	8001411	7001500	10	11,4	480	670	175	R 1	1,5
	NG 140/6	8001611	7001700	6	13,1	480	912	175	R 1	1,5
6 bar	N 200/6	8213300	-	4	22,0	634	758	205	R 1	1,5
	N 250/6	8214300	-	4	24,7	634	888	205	R 1	1,5
	N 300/6	8215300	-	-	27,0	634	1092	235	R 1	1,5
	N 400/6	8218000	-	-	47,0	740	1102	245	R 1	1,5
	N 500/6	8218300	-	-	52,0	740	1321	245	R 1	1,5
	N 600/6	8218400	-	-	66,0	740	1531	245	R 1	1,5
	N 800/6	8218500	-	-	96,0	740	1996	245	R 1	1,5
	N 1000/6	8218600	-	-	118,0	740	2406	245	R 1	1,5

* V_n jmenovitý objem v litrech / tlak

* pro soustavy s maximální teplotou výstupní větve 120 °C

11.4 Technický list pojistného ventilu Honeywell SM120 - 1/2 Z

Honeywell



Popis funkce

Membránový pojistný ventil je normálně uzavřen. Pokud tlak v kotli překročí nastavenou hodnotu tlaku pojistného ventilu, pak síla na sedlo ventilu překročí sílu pružiny a ventil otevře. Nastavení tlaku je zabezpečeno pojistným víčkem. Není povoleno manipulovat s nastaveným tlakem, změny jsou možné jen zničením pojistného víčka.

Dostupné varianty

SM 120 - . . . A = Nastavený tlak 2,5 bar, pro uzavřené otopné systémy

SM 120 - . . . B = Nastavený tlak 3,0 bar, pro uzavřené otopné systémy

SM 120 - 1/2 C = Nastavený tlak 6,0 bar, pro uzavřené otopné systémy

SM 120 - . . . Z = Nastavitelný tlak od 2,5 do 6,0 bar

Připojení		Rozměry (mm)				Hmotnost	Pro soustavy do výkonu		Koeficient	Průměr sedla	Objednací číslo
vstup	výstup	H	h	I	Do	kg	kW	kcal/h	av	mm	
Pro uzavřené otopné soustavy, nastavený tlak 2,5 bar											
1/2"	3/4"	93	28	36	15	0,3	50	45 000	0,289	16	SM 120 - 1/2 A
3/4"	1"	99	34	42	16	0,4	100	90 000	0,449	16	SM 120 - 3/4 A
1"	1 1/4"	137	41	51	22	0,9	200	175 000	0,558	24	SM 120 - 1 A
1 1/4"	1 1/2"	144	47	57	27	1,1	350	300 000	0,583	27	SM 120 - 1 1/4 A
Pro uzavřené otopné soustavy, nastavený tlak 3,0 bar											
1/2"	3/4"	93	28	36	15	0,3	50	45 000	0,289	16	SM 120 - 1/2 B
3/4"	1"	99	34	42	16	0,4	100	90 000	0,449	16	SM 120 - 3/4 B
1"	1 1/4"	137	41	51	22	0,9	200	175 000	0,558	24	SM 120 - 1 B
1 1/4"	1 1/2"	144	47	57	27	1,1	350	300 000	0,583	27	SM 120 - 1 1/4 B
Pro uzavřené solární soustavy, nastavený tlak 6,0 bar											
1/2"	3/4"	93	28	36	15	0,3	100	90 000	0,289	16	SM 120 - 1/2 C
Zákaznické provedení, nastavený tlak může být v rozsahu 2,5 až 6,0 bar (nutno specifikovat v objednávce)											
1/2"	3/4"	93	28	36	15	0,3	100	90 000	0,289	16	SM 120 - 1/2 Z

Technické změny vyhrazeny © Honeywell 2007



Honeywell

Honeywell s.r.o.
Environmental Controls
 V Parku 2326/18
 148 00 Praha 4, Česká Republika
 Tel: +420 242 442 111
 Fax: +420 242 442 282
www.honeywell.cz

Kancelář Morava:
 Lidická 51, Šumperk 787 01
 Tel./fax: +420 583 211 404

12 NÁVRH TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ

Součinitel prostupu tepla potrubí se vypočte ze vztahu:

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

- kde: λ_t součinitel tepelné vodivosti materiálu potrubí [W/m·K]
 d vnější průměr potrubí [mm]
 s_t tloušťka stěny potrubí [mm]
 λ_{iz} součinitel tepelné vodivosti materiálu izolace [W/m·K]
 D průměr potrubí s tloušťkou izolace [mm]
 s_{iz} tloušťka izolace [mm]
 α_e součinitel přestupu tepla mezi povrchem potrubí a okolní [W/m·K]

Vyhláška č. 193/2007 [21] stanovuje (s určitými výjimkami) povinnost opatřit rozvody pro vytápění a TV tepelnou izolací a definuje tzv. "Určující součinitele prostupu tepla" v závislosti na DN izolovaných rozvodů.

Určující součinitele prostupu tepla pro vnitřní rozvody dle vyhlášky č. 193/2007:

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

Návrh izolace potrubí byl proveden pomocí veřejně dostupného online programu na www.tzb-info.cz.

Přehled navržených izolací:

Měděné potrubí vedené pod stropem a podél stěny					
Rozměr potrubí [mm]	Navržená izolace	Tl. Izolace [mm]	Vypočtený U_o [W/m·K]	Požadovaný U_o [W/m·K]	Posouzení
12x1	Rockwool PIPO/PIPO ALS	25	0,128	0,15	VYHOVÍ
15x1	Rockwool PIPO/PIPO ALS	25	0,145	0,15	VYHOVÍ
18x1	Rockwool PIPO/PIPO ALS	30	0,144	0,15	VYHOVÍ
22x1	Rockwool PIPO/PIPO ALS	30	0,16	0,18	VYHOVÍ
28x1	Rockwool PIPO/PIPO ALS	40	0,161	0,18	VYHOVÍ
35x1,5	Rockwool PIPO/PIPO ALS	50	0,163	0,18	VYHOVÍ
42x1,5	Rockwool PIPO/PIPO ALS	30	0,238	0,27	VYHOVÍ
54x2	Rockwool PIPO/PIPO ALS	40	0,237	0,27	VYHOVÍ
64x2	Rockwool PIPO/PIPO ALS	50	0,232	0,27	VYHOVÍ
Měděné potrubí vedené v podlaze (možnost snížení tl.izolace na polovinu)					
8x1	Mirelon PRO	9	0,177	0,3	VYHOVÍ
10x1	Mirelon PRO	9	0,2	0,3	VYHOVÍ
12x1	Mirelon PRO	13	0,176	0,3	VYHOVÍ
15x1	Mirelon PRO	13	0,22	0,3	VYHOVÍ
18x1	Mirelon PRO	20	0,202	0,3	VYHOVÍ
42x1,5	Mirelon PRO	20	0,344	0,54	VYHOVÍ
54x2	Mirelon PRO	20	0,413	0,54	VYHOVÍ

13 VÝPOČET POTŘEBY TEPLA

Výpočet dle normy ČSN EN ISO 13790 [20]. Byla použita zjednodušená bilanční metoda s měsíčním krokem.

Pro tento výpočet jsem budovu uvažoval jako dvouzónovou. Zóně č. 1 jsem přiřadil převažující návrhovou teplotu 20 °C a jsou v ní zahrnuty všechny místnosti, kromě 1.01 Sklad, který tvoří samostatnou zónu č. 2, ve které je návrhová teplota 10 °C.

Postup výpočtu:

13.1 Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací H_{TR}

13.1.1 Měrná tepelná ztráta prostupem H_T

$$H_T = \Sigma(A_i \cdot U_{kc} \cdot b_i) [W/K]$$

kde: A_i plocha obálkové konstrukce zóny [m^2]

U_{kc} součet součinitele prostupu tepla konstrukce U a přírážky na tepelné vazby [$W/m^2 \cdot K$]

b_i teplotní korekční činitel, který nabývá hodnot jiných než 1, je-li na druhé straně konstrukce teplota jiná, než venkovní výpočtová teplota [-]

$$b = \frac{t_i - t_x}{t_i - t_e}$$

13.1.2 Měrná tepelná ztráta infiltrací H_{inf}

Tuto měrnou tepelnou ztrátu jsem určil tak, že jsem v dané zóně sečetl tepelné toky infiltrací jednotlivých místností z tepelných ztrát místností a tuto hodnotu vydělil rozdílem teplot dané zóny a venkovní výpočtové teploty. $H_{T,inf,i} = \Sigma(Q_{inf,i}) / (\theta_{i,j} - \theta_{em,j})$

13.1.3 Celková měrná tepelná ztráta H_{TR}

$$H_{TR,i} = H_{T,i} + H_{inf,i} [W/K]$$

kde: $H_{T,j}$ měrná tepelná ztráta prostupem dané zóny [W/K]

$H_{inf,j}$ měrná tepelná ztráta infiltrací dané zóny [W/K]

Zóna č. 1 - kanceláře + prodejna						
Obálková konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Tepelné vazby	U_{kc}	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	$\Delta U_{tbk,j}$		b	H_T
	[m ²]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[-]	[W/K]
SO1	162,2	0,135	0,02	0,15	1,00	25,13
SO2	188,3	0,150	0,02	0,17	1,00	32,03
SO4	26,5	0,335	0,02	0,35	0,53	4,99
PDL2	195,8	0,244	0,02	0,26	0,47	24,24
SCH	876,8	0,183	0,02	0,20	1,00	177,90
STR	25,7	0,523	0,02	0,54	0,56	7,79
OZ1	39,4	0,710	0,02	0,73	1,00	28,79
OZ2	253,7	1,000	0,02	1,02	1,00	258,75
DO1	14,4	1,000	0,02	1,02	1,00	14,66
SN2	69,7	0,465	0,02	0,48	0,31	10,56
SN4	20,9	0,581	0,02	0,60	0,31	3,93
PDL3	663,8	0,329	0,02	0,35	0,31	72,45
DN1	5,2	1,600	0,02	1,62	0,31	2,63
Kce mezi zónami						
Celková měrná ztráta prostupem tepla [W/K]						663,83
Celková měrná ztráta infiltrací [W/K]						64,93

Zóna č. 2 - sklad						
Obálková konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Tepelné vazby	U_{kc}	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	$\Delta U_{tbk,j}$		b	H_T
	[m ²]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[-]	[W/K]
SO1	65,9	0,135	0,02	0,15	1,00	10,21
SO2	77,8	0,150	0,02	0,17	1,00	13,23
SO3	93,6	0,565	0,02	0,59	0,32	17,43
PDL1	663,8	0,515	0,02	0,54	0,23	80,71
DO2	10,7	1,000	0,02	1,02	1,00	10,93
DO1	2,0	1,000	0,02	1,02	1,00	2,04
SN2	69,7	0,465	0,02	0,48	-0,45	-15,36
SN4	20,9	0,581	0,02	0,60	-0,45	-5,71
PDL3	663,8	0,329	0,02	0,35	-0,45	-105,38
DN1	5,2	1,600	0,02	1,62	-0,45	-3,83
Kce mezi zónami						
Celková měrná ztráta prostupem tepla [W/K]						4,28
Celková měrná ztráta infiltrací [W/K]						42,63

13.2 Měrná tepelná ztráta větráním

$$H_{ve,i} = (1 - 0,95 \cdot \eta_{ZZT}) \cdot V_{v,i} \cdot \rho \cdot c$$

kde: $V_{v,i} = f_p \cdot V_p$ součin časového podílu provozu větrání (uvažuji 12h => $f_p=0,5$) a objemového toku vzduchu proudícího do zóny [m³/h]

η_{ZZT} účinnost výměníku zpětného získávání tepla (uvažuji 0,5) [-]

ρ hustota vzduchu [kg/m³]

c měrná tepelná kapacita vzduchu [J/kg.K]

13.3 Celková tepelná ztráta Q_L

$$Q_L = \sum (H_{TR,i} + H_{ve,i}) \cdot (\theta_{i,j} - \theta_{e,m}) \quad [W]$$

kde: $\theta_{i,j}$ převažující návrhová vnitřní teplota dané zóny [°C]
 $\theta_{e,m}$ Průměrná venkovní teplota během výpočtového období [°C]

13.4 Tepelná energie pro krytí ztrát prostupem za den Q_{TR}

$$Q_{TR} = \sum H_{TR,i} \cdot (\theta_{i,j} - \theta_{e,m}) \cdot \frac{24}{1000} \quad [kWh]$$

kde $H_{TR,i}$ měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací dané zóny [W/K]
 $\theta_{i,j}$ převažující návrhová vnitřní teplota dané zóny [°C]
 $\theta_{e,m}$ Průměrná venkovní teplota během výpočtového období [°C]

13.5 Tepelná energie pro krytí ztrát větráním za den Q_{VE}

$$Q_{TR} = \sum H_{VE,i} \cdot (\theta_{i,j} - \theta_{e,m}) \cdot \frac{h_{pr}}{1000} \quad [kWh]$$

kde $H_{VE,i}$ měrná tepelná ztráta větráním dané zóny [W/K]
 $\theta_{i,j}$ převažující návrhová vnitřní teplota dané zóny [°C]
 $\theta_{e,m}$ průměrná venkovní teplota během výpočtového období [°C]
 h_{pr} uvažovaná doba provozu větrání (12h => bylo již zahrnuto v měrném tepelném toku, takže tady beru hodnotu 24h)

13.6 Solární zisky průsvitnými konstrukcemi

$$Q_{SOL} = \sum F_p \cdot I_i \cdot A_i \cdot g_i \quad [kWh/den]$$

kde F_p korekce na plochu skla z plochy okna (0,85 pro okna; 0,95 pro prosklení CW50 [-])
 I_i energie dopadajícího slunečního záření pro daný měsíc a světovou stranu [kWh/m²·den]
 A_i plocha okna [m²]
 g_i propustnost skla (0,65 pro okna s trojsklem; 0,75 pro zasklení CW50)

Průsvitné konstrukce		
Směr fasády	Plocha	Fasáda prosklená
JV	29,3125	33,828
JZ	10,125	37,16
SV	-	128,357
SZ	-	44,876

Energie dopadajícího slunečního záření [kWh/m ² ·den]												
měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S	0,323	0,581	0,783	1,143	1,453	1,651	1,542	1,251	0,901	0,613	0,3	0,234
J	1,106	1,966	2,268	2,435	2,502	2,218	2,324	2,647	2,252	1,832	1,051	0,759
V	0,468	0,867	1,34	1,952	2,873	2,852	2,671	2,615	1,618	0,985	0,45	0,347
Z	0,581	1,126	1,542	2,102	2,413	2,552	2,704	2,357	1,651	1,106	0,567	0,347
H	0,613	1,188	2,09	3,303	4,358	4,412	4,391	3,955	2,585	1,598	0,692	0,484

13.7 Pasivní zisky z vnitřních zdrojů

$$Q_{int} = q_{oc} \cdot A_p \cdot \frac{f_{oc} \cdot 24}{1000} + q_{ap} \cdot A_p \cdot \frac{f_{ap} \cdot 24}{1000} \text{ [kWh/den]}$$

- kde q_{oc} měrné zisky od osob [W/m²]
 q_{ap} jsou měrné zisky z vybavení [W/m²]
 f_{oc} časový podíl přítomnosti osob [-]
 f_{ap} časový podíl doby provozu [-]
 A_p podlahová plocha [m²]

Typické hodnoty podle druhu budovy a místnosti jsem bral podle TNI 73 0331.

13.8 Stupeň využití tepelných zisků

$$\gamma = \frac{Q_{SOL} + Q_{int}}{Q_{TR} + Q_{VE}} [-]$$

13.9 Vnitřní tepelná kapacita budovy C

$$C = \sum C_{m,i} \cdot A_i \text{ [J/K]}$$

- kde $C_{m,i}$ Plošná měrná tepelná kapacita dle použitých materiálů v místnostech (dle ČSN EN 15 603)
 A_i Plocha místností s danou měrnou tepelnou kapacitou [m²]

13.10 Časová konstanta budovy

$$\tau = \frac{C/3600}{\sum H_{TR,i} + H_{VE,i}}$$

13.11 Faktor setrvačnosti budovy

$$a = 1 + \frac{\tau}{15} [-]$$

13.12 Stupeň využití zisků v topném režimu

$$\text{Pro } \gamma \neq 1 \quad \eta_H = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}} [-]$$

$$\text{Pro } \gamma = 1 \quad \eta_H = \frac{a}{a+1} [-]$$

$$\text{Pro } \gamma < 0 \quad \eta_H = \frac{1}{\gamma} [-]$$

13.13 Bilance potřeb

13.13.1 Denní potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{H,d} = (Q_{TR} + Q_{VE}) - \eta_H \cdot (Q_{SOL} + Q_{int}) [kWh/den]$$

13.13.2 Měsíční potřeba tepla na vytápění

$$Q_{H,m} = Q_{H,d} \cdot d_m \cdot f_H [kWh/měsíc]$$

kde d_m počet dnů v měsíci

f_H Součinitel zohledňující vytápění objektu/zóny (např. leden=1, červenec=0)

13.13.3 Měsíční potřeba tepla na teplou vodu

$$Q_{TV,m} = Q_{1n} \cdot d_m [kWh/měsíc]$$

kde Q_{1n} Potřeba tepla pro ohřev TV [kWh/den]

13.13.4 Roční potřeba tepla pro vytápění a přípravu TV

$$Q_{H,r} = \sum Q_{H,m} + \sum Q_{TV,m} [kWh/rok]$$

13.14 Spotřeba energie na vytápění a přípravu TV

$$Q_S = \frac{Q_{H,r}}{\eta_{kotle} \cdot \eta_{rozvodů} \cdot \eta_{sdílení}} [kWh/rok]$$

kde η_{kotle} účinnost zdroje tepla (0,98) [-]

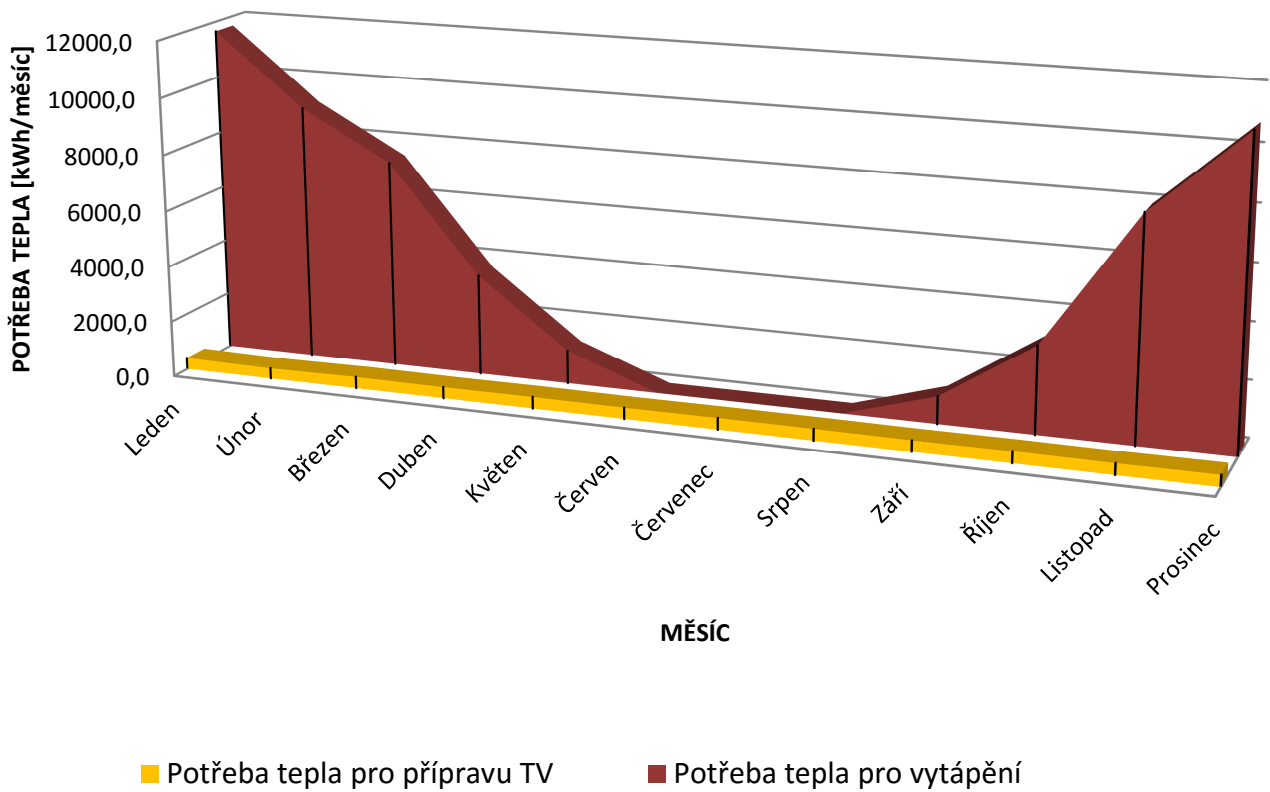
$\eta_{rozvodů}$ účinnost systému distribuce (0,87) [-]

$\eta_{sdílení}$ účinnost sdílení tepla (0,85) [-]

Výpočet spotřeby tepla - měsíční metoda													
		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Počet dní	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$t_{e,m}$	°C	-3,9	-3	0,3	3,7	8,5	14,3	16,6	16,6	10,3	6,6	1,2	-2,2
HTR,zóna1	[W/K]	728,8	728,8	728,8	728,8	728,8	728,8	728,8	728,8	728,8	728,8	728,8	728,8
HTR,zóna2	[W/K]	46,9	46,9	46,9	46,9	46,9	46,9	46,9	46,9	46,9	46,9	46,9	46,9
HVE,zóna1	[W/K]	270,4	270,4	270,4	270,4	270,4	270,4	270,4	270,4	270,4	270,4	270,4	270,4
HVE,zóna2	[W/K]	89,3	89,3	89,3	89,3	89,3	89,3	89,3	89,3	89,3	89,3	89,3	89,3
QL	[W]	25773,5	24751,7	21005,0	17144,7	11695,0	5109,9	2498,6	2498,6	9651,3	13852,2	19983,1	23843,4
QTR	[kWh]	433,7	416,9	355,5	292,2	202,8	94,9	52,0	52,0	169,3	238,2	338,7	402,0
QVE	[kWh]	184,9	177,1	148,6	119,3	77,9	27,8	7,9	7,9	62,3	94,3	140,9	170,2
QSOL	[kWh/den]	109,4	200,2	268,0	354,5	446,7	451,7	441,8	420,7	296,5	204,4	104,3	75,9
Q _{int}	[kWh/den]	287,4	287,4	287,4	287,4	287,4	287,4	287,4	287,4	287,4	287,4	287,4	287,4
γ	[-]	0,641	0,821	1,102	1,560	2,616	6,027	12,160	11,809	2,521	1,479	0,817	0,635
C	[J/K]	370135	370135	370135	370135	370135	370135	370135	370135	370135	370135	370135	370135
τ	[h]	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091
a	[-]	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006	1,006
η_H	$\gamma \neq 1$ [-]	0,611	0,551	0,477	0,392	0,277	0,143	0,076	0,078	0,285	0,405	0,552	0,613
QH,d	[kWh/den]	376,1	325,5	239,1	160,0	77,1	17,3	4,5	4,6	65,4	133,5	263,3	349,4
fH	[-]	1	1	1	0,75	0,5	0	0	0	0,5	0,75	1	1
QH,m	[kWh/měsíc]	11660,2	9112,9	7410,8	3599,9	1195,1	0,0	0,0	0,0	980,3	3104,0	7900,0	10831,0
QTV	[kWh/měsíc]	410,4	370,7	410,4	397,2	410,4	397,2	410,4	410,4	397,2	410,4	397,2	410,4
QH,r	[kWh/rok]	60626,9											
Qs	[kWh/rok]	83656,8											

13.16 Grafické znázornění potřeby tepla

ROČNÍ BILANCE POTŘEBY TEPLA



C. PROJEKT

C.1 Technická zpráva

1 ÚVOD

1.1 Umístění a popis objektu

Předmětem projektu je administrativní objekt určený ke skladování, vystavování a prodeji koupelen a jejich vybavení. Objekt je umístěný ve městě Hodonín, ulice Brněnská (Jihomoravský kraj), v nadmořské výšce 167 m.n.m. Jedná se o samostatně stojící, nepodsklepenou, dvoupodlažní budovu.

1.2 Popis provozu objektu

Jedná se o dvoupodlažní administrativní budovu. 1NP, které je ze severovýchodní strany pod úroveň terénu, tvoří z větší části skladovací prostor, dále pak kanceláře, sociální zařízení a technická místnost, ve které jsou umístěny zařízení související s provozem objektu (zdroj vytápění, ohřev TV apod.).

2NP tvoří převážně vystavovací prostor určený k předvádění a prodeji zboží. Ten doplňují sociální zařízení a kanceláře. Obvodové stěny 2NP jsou z velké části vytvořeny prosklenou fasádou.

2 PODKLADY

Projekt řeší návrh ústředního vytápění a přípravy teplé vody administrativního objektu. Podkladem ke zpracování tohoto projektu bylo:

2.1 Výkresová dokumentace

Stavební dokumentace daného objektu na úrovni DSP (dokumentace ke stavebnímu řízení)

2.2 Zadání bakalářské práce

Zadání bakalářské práce schválené vedoucím ústavu Technických zařízení budov a děkanem Stavební fakulty VUT v Brně.

2.3 Normy a právní předpisy

V projektu byly použity následující normy a právní předpisy:

ČSN 73 05040 – Tepelná ochrana budov

ČSN EN 12831 – Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN EN 12828 – Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav

ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Navrhování a projektování

ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN EN ISO 13 790 – Energetická náročnost budov – Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení

TNI 730331 – Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet

Předpis č. 361/2007 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

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

3 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

3.1 Klimatické poměry

Lokalita dle ČSN EN 12831 [17] „Hodonín“

Nadmořská výška 167 m.n.m.

Výpočtová venkovní teplota $t_e = -12^\circ\text{C}$

3.2 Vnitřní návrhové teploty

Kanceláře, prodejna, dílna, WC, kuchyňky, jídelna	20°C
Šatny	22°C
Sprchy	24°C
Chodby, schodiště, archiv, úklidové komory, TM	15°C
Sklad	10°C

3.3 Tepelný výkon

Celková tepelná ztráta budovy

Tepelný výkon pro pokrytí ztrát prostupem a větráním

Č.m.	Název místnosti	Tepelné ztráty prostupem ϕ_T	Tepelné ztráty větráním a infiltrací ϕ_V	Celkový tepelný výkon ϕ_{HL}
		[W]	[W]	[W]
1NP				
1.01	Sklad	644	938	1582
1.02	Sklad/dílna	462	0	462
1.03	Technická místnost	7	34	41
1.04	Šatna	194	148	343
1.05	Sprcha	66	68	134
1.06	Sprcha	70	68	138
1.07	Kuchyň/jídelna	121	12	132
1.08	Kancelář	181	25	206
1.09	Kancelář	181	25	206
1.10	Kancelář	253	26	279
1.11	Chodba	-186	-538	-723
1.12	Skladník	938	27	965
1.13	Schodiště	66	0	66
1.14	WC muži	163	221	384
1.15	WC ženy	150	289	439
1.16	Úklidová komora	-20	0	-20
Σ		3292	1344	4635
2NP				
2.01	Prodejna	15296	1765	17062
2.02	Kancelář	283	21	305
2.03	Kancelář	268	20	287
2.04	Kancelář	268	20	287
2.05	Kancelář	326	20	346
2.06	Jídelna	444	13	457
2.07	Kuchyňka	148	148	296
2.08	Archív	-133	0	-133
2.09	Šatna	268	41	309
2.10	WC muži	56	0	56
2.11	WC ženy	83	0	83
2.12	WC pro tělesně postižené	85	0	85
2.13	Úklidová komora	-88	-51	-139
2.14	Chodba	-228	-714	-942
2.15	Schodiště	450	0	450
Σ		17526	1283	18810
Celkem=				23445

Tepelný výkon pro teplovzdušné větrání

Celkový tepelný výkon pro vzt jednotku č.1 (sklad) = 3740 [W]
 Celkový tepelný výkon pro vzt jednotku č.2 (kanceláře) = 5867 [W]
 Celkový tepelný výkon pro vzt jednotku č.3 (prodejna) = 10885 [W]
Σ 20492 [W]

Celkový návrhový tepelný výkon objektu [W]: 43937

3.4 Potřeba/spotřeba tepla pro vytápění

Pro tento výpočet byla použita zjednodušená bilanční metoda s měsíčním krokem. Potřeba tepla pro vytápění činí 218 256,8 MJ, spotřeba pak 301 164,5 MJ.

4 ZDROJ TEPLA

4.1 Druh primární energie

Primárním zdrojem energie bude zemní plyn přivedený nově zbudovanou plynovou přípojkou ze stávajícího veřejného plynovodu.

4.2 Zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Jako zdroj tepla pro vytápění i ohřev teplé vody je navržen plynový kondenzační kotel Medvěd Condens 48 KKS o jmenovitém výkonu 48 kW (rozsah 14,4 - 48kW). Kotel bude instalován jako uzavřený spotřebič s odvodem spalin do komínové vložky kouřovodem o průměru 80mm a přívodem spalovacího vzduchu potrubím vyvedeným skrz obvodovou konstrukci z technické místnosti o průměru 80mm. Kotel bude umístěn v technické místnosti, která je umístěna v 1NP.

4.3 Zabezpečovací a expanzní zařízení

Zabezpečovací zařízení bude tvořeno pojistným ventilem Honeywell SM120 – ½ Z s otevíracím přetlakem 2,5 bar. Zásobníkový ohřivač teplé vody bude jištěný pojistným ventilem umístěným na vstupu studené vody, kterému podrobnou specifikaci stanoví profese ZTI. Otopná soustava je dále zabezpečena uzavřenou expanzní membránovou nádobou Reflex NG 100/6 o objemu 100l a konstrukčním přetlakem 6 bar.

5 TOPNÁ SOUSTAVA

5.1 Popis topné soustavy

Topná soustava bude teplovodní s nuceným oběhem. Je členěna rozdělovačem a sběračem, umístěným v technické místnosti, do 4 větví – větev pro otopná tělesa (O), větev pro podlahové vytápění (P), větev pro výměníky VZT jednotek (V) a větev pro ohřev teplé vody (T). Jednotlivé rozvody budou z měděných trubek spojovaných lisováním nebo pájením a budou izolovány. Rozvody budou vedeny podél stropních/stěnových konstrukcí nebo budou vedeny v podlaze (viz výkresová dokumentace).

5.2 Čerpací technika

Nucený oběh topného média bude zajištěn několika oběhovými čerpadly. Oběh mezi zdrojem tepla a HVDT bude zajištěn oběhovým čerpadlem Wilo-Yonos MAXO 40/0,5-4. Na větvi pro otopná tělesa (O), vzduchotechniku (V) a teplou vodu (T) bude oběh zajištěn čerpadlem Wilo-Yonos PICO 15/1-4 a na větvi pro podlahové vytápění (P) to bude čerpadlo Wilo-Yonos MAXO 25/0,5-7.

5.3 Plnění a vypouštění topné soupravy

Plnění topné soustavy bude prováděno upravenou vodou z domovního vodovodu plnicím zařízením Fillcontrol a Fillsoft od firmy Reflex, které je součástí topné soustavy v technické místnosti (viz výkresová dokumentace). Vypouštění bude prováděno vypouštěcími kohouty v jednotlivých částech soustavy.

5.4 Topné plochy

Ve skladu a dílně (1.01 a 1.02) jsou navržena otopná tělesa Radik Klasik s bočním připojením. Tělesa budou opatřena termostatickým ventilem V-exact od firmy Heimeier (na přívodu) a uzavíracím a regulačním šroubením s vypouštěním Regulux (na vratu), taktéž od firmy Heimeier. Rozvod tepla k tělesům bude zajištěn měděným zaizolovaným potrubím vedeným pod stropem a k jednotlivým tělesům bude vyvedeno podél svislých konstrukcí.

V prodejně (2.01) je navrženo podlahové vytápění. Potrubí otopného hadu je navrženo ze zesíťovaného polyethylenu PE-Xa RAUTHERM S. Otopný had bude uchycen systémem Tacker a bude zalitý vrstvou anhydritu o tloušťce 60mm. Dále budou otopné hady zapojeny do R+S dle výkresové dokumentace. Jednotlivé R+S budou spojeny měděným potrubím vedeným v podlaze a vyregulovány vyvažovacími ventily. Dilatační spáry budou dodrženy dle výkresové dokumentace o minimální tloušťce 10 mm.

Do zbývajících místností jsou navržena otopná tělesa Radik Plan VK s integrovanými termostatickými ventily. Jednotlivá otopná tělesa budou spojena měděným potrubím vedeným v podlaze.

Všechny uvedené rozvody tepla budou napojeny do centrálního R+S umístěného v technické místnosti.

5.5 Regulace a měření

Větev pro přípravu teplé vody (T) nebude regulována (stálý spád 70/55). Větev pro otopná tělesa (O) bude regulována směšovacím ventilem, umístěným v technické místnosti u R+S, ekvitermě se zpětnou vazbou na teplotu v referenční místnosti (2.03). Větev pro podlahové

vytápění (P) bude regulována pouze ekvitermně pomocí trojcestného směšovacího ventilu s elektropohonem, napojeného na řídicí jednotku ekvitermní regulace, umístěného v technické místnosti na vývodu z R+S. Na větvi pro ohřivače VZT jednotek budou umístěny dvoucestné regulační ventily (kombinovaný ventil – ruční vyvažovací a 2-cestný regulační ventil s elektropohonem) před každou VZT jednotku (kvantitativní regulace).

6 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE

6.1 Stavební práce

Pro instalaci zařízení je nutné zhotovení prostupů a drážek pro vedení rozvodů, které se po dokončení těchto rozvodů zapraví. Po instalaci rozvodů vedených pod stropem bude následovat instalace podhledů. Dále musí být zajištěno napojení kotle do komínového průduchu, který bude vyvločkován.

6.2 Elektroinstalace

Pro napojení plynového kotle na elektrickou instalaci je nutno zřídit do blízkosti kotlů samostatně jištěný elektrický přívod ukončený zásuvkami.

6.3 Zdravotechnika

V technické místnosti bude umístěna podlahová vpust' se zápachovou uzávěrou. Dále je nutné zajistit odvod kondenzátu do kanalizace, připojení zásobníku teplé vody na rozvod studené, teplé a cirkulační vody. Do technické místnosti bude přiveden také rozvod studené pitné vody pro doplňování do otopného systému.

6.4 Měření a regulace

Je nutné dodat pohony směšovacích a dvojcestných ventilů a řídicích jednotek s teplotními čidly (venkovní a vnitřní). Na větvi pro otopná tělesa (O) se musí zapojit směšovací ventil s pohonem s řídicí jednotkou ekvitermní regulace se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu referenční místnosti (místnost 2.03). Na větvi pro podlahové vytápění (P) bude regulace zajištěna směšovacím ventilem s pohonem napojeným na řídicí jednotku, která jej bude řídit pouze ekvitermně bez závislosti na vnitřní teplotě. Na větvi pro VZT (V) se osadí kombinovaný ventil (ruční vyvažovací a 2-cestný regulační) s pohonem před každou VZT jednotku a regulace bude probíhat přes řídicí jednotku kvantitativně. Větev pro TV (T) nebude regulována (stálý teplotní spád 70/55°C).

7 MONTÁŽ, UVEDENÍ DO PROVOZU A PROVOZ

7.1 Zdroj

Instalaci a uvedení zařízení do provozu musí provést osoba s odpovídající kvalifikací vlastníci osvědčení o kvalifikaci a oprávnění k činnosti odpovídajícího rozsahu.

Před uvedením zařízení do provozu je nutno zajistit revizi elektroinstalace a komína. Odvod spalin kotle se napojí na komínovou vložku a přívod spalovacího vzduchu bude přiveden přes fasádu potrubím o průměru 80mm. Postup uvedení zařízení do provozu je uveden v dodavatelské dokumentaci zařízení.

7.2 Topná soustava

Montáž a uvedení topné soustavy do provozu se řídí dle normy ČSN 06 0310. Montážní práce musí provádět osoba autorizovaná k tomuto úkonu s příslušným osvědčením. Po dokončení montáže se provede zkouška těsnosti instalované soustavy.

Soustava se naplní vodou a vnese se do ní nejvyšší dovolený přetlak 2,5 barů, řádně se odvzdušní a celé zařízení, včetně spojů, otopných těles a armatur, se prohlédne. Nesmí se projevit žádný únik topného média. Soustava zůstane napuštěna minimálně 6 hodin, pak se provede další prohlídka. Neprojevili se při této zkoušce žádné netěsnosti anebo není zaznamenán pokles hladiny v expanzní nádobě, zkouška se považuje za úspěšnou. Následně se provede zápis o provedení zkoušky.

7.3 Topná zkouška

Uvedení topné teplovodní soustavy do provozu spočívá zejména v provedení zkoušky těsnosti a v provedení dilatační a topné zkoušky. Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím ochlazením. Při zkoušce nesmí být zjištěny netěsnosti ani jiné závady. Součástí topné zkoušky bude i dvojnásobný proplach soustavy ohřátou topnou vodou. Topná zkouška systému ústředního vytápění bude provedena v rozsahu 24 hodin.

Součástí topné zkoušky bude nastavení dvoj-regulačních ventilů topných těles tak, aby nedocházelo k jejich nerovnoměrnému ohřívání. Před zahájením topné zkoušky musí být provedeno autorizované uvedení kotlů do provozu.

Zkouškou bude prokázána:

- správná funkce armatur,
- rovnoměrné ohřívání topných těles,
- dosažení technických předpokladů projektu,
- správná funkce měřících a regulačních zařízení,
- správná funkce zabezpečovacích zařízení,

dostatečný výkon zařízení,
výkon zdroje pro ohřev TV.

7.4 Způsoby obsluhy a ovládání

Zařízení je určeno pro občasnou obsluhu jednou osobou, spočívající v kontrole funkce zařízení a korekci nastavených uživatelských parametrů. Osoba obsluhující zařízení musí být prokazatelně seznámena s bezpečnostními a provozními podmínkami zařízení a v obsluze zacvičena a musí mít k dispozici návody k obsluze zařízení.

8 OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

8.1 Vlivy na životní prostředí

Instalací a provozem topné soustavy nedojde ke zhoršení vlivů na životní prostředí.

8.2 Vypouštěné látky

Plynový kotel během svého provozu bude produkovat emise vznikající spalováním zemního plynu. Především látky CO₂ – oxid uhličitý, CO – oxid uhelnatý, Nox – oxidy dusíku.

8.3 Hospodaření s odpady

Při instalaci a provozu zařízení je nutné splnit požadavky na hospodaření s odpady dle zákona 185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů.

9 BEZPEČNOST A POŽÁRNÍ OCHRANA

9.1 Požární ochrana

Při instalaci a provozu zařízení nejsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu.

9.2 Bezpečnost při realizaci díla

Bezpečnost při realizaci díla zajišťuje zhotovitel dle zákona 262/2006 zákoníku práce, vyhlášky č. 601/2006 Sb., o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích a nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci na staveništích.

Při obsluze zařízení je nutno dodržovat postupy uvedené v návodech k obsluze zařízení a pokynech pro obsluhu zařízení. Předání návodů a pokynů pro obsluhu zařízení a zaškolení obsluhy je povinností zhotovitele zařízení.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout vytápění, přípravu teplé vody a ohřev vzduchu pro větrání objektu sloužícího pro vystavování a prodej koupelen a jejich vybavení.

Teoretická část je věnována podlahovému vytápění. Jsou rozebrány základní požadavky na podlahové vytápění, konstrukce otopné plochy, je uvedeno rozdělení podlahového vytápění dle několika kritérií a na závěr je nastíněn výpočet tepelného výkonu a způsoby regulace podlahového vytápění.

Ve výpočtové části bylo řešeno vytápění zadaného objektu. Ve skladu a v kancelářích byla navržena převážně desková otopná tělesa. Jen v jedné místnosti byly, kvůli zasklení na celou světlostou výšku, zvoleny konvektory. V prodejně, která je největší místností objektu, bylo navrženo podlahové vytápění.

Pro účely vzduchotechniky byl objekt rozdělen do 3 zón. První zónu tvoří skladový prostor v 1NP, kde se přiváděný vzduch ohřívá na vnitřní teplotu 10 °C. Druhou zónu tvoří kanceláře v 1NP a 2NP i s příslušnými sousedícími místnostmi, kde se přiváděný vzduch ohřívá na teplotu 20 °C. Třetí zónou je prodejna, která bude mít díky velkému procentu prosklení obvodových konstrukcí velké výkyvy potřeby větrání, a proto jí byla přidělena samostatná vzduchotechnická jednotka. Přiváděný vzduch v zimním období je dle návrhu také ohříván na 20°C.

Pro přípravu teplé vody byl navržen smíšený ohřev pomocí 95 l ohříváče, který je napojen na topnou vodu přes R+S v technické místnosti.

Jako zdroj tepla byl navržen plynový kondenzační kotel Medvěd Condens 48 KKS od společnosti Protherm o jmenovitém výkonu 48 kW s plynulou modulací výkonu, který je umístěn v technické místnosti.

Ve třetí, projektové části byla zpracována technická zpráva a veškerá výkresová dokumentace k celému projektu.

POUŽITÉ ZDROJE

Literární zdroje:

1. PETRÁŠ, Dušan. *Teplovodní a elektrické podlahové vytápění*. Bratislava: Jaga group, 2004. ISBN 80-889-0597-4.
2. POČINKOVÁ, Marcela. *Podlahové a stěnové vytápění, stropní chlazení*. Vyd. 2. Brno: Computer Press, 2009. Stavíme. ISBN 978-80-251-2746-9.
3. BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3524-5.
4. KLÍMOVÁ, Sylva. *Tepelná technika budov: Modul 03 Neustálený teplotní stav*. Brno, 2006.

Elektronické zdroje:

5. TREUOVÁ, Lea. *Velkoplošné převážně sálavé vytápění* [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/treuova.l/>
6. Porovnání různých způsobů podlahového vytápění. In: *www.biom.cz* [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: http://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/porovnani_ruznych_zpusobu_podlahoveho_vytapeni.pdf
7. BAŠTA, Jiří. *Podlahové vytápění (I)* [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3428-podlahove-vytapeni-i>
8. BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné vytápění (I)* [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3383-velkoplosne-vytapeni-i>
9. BAŠTA, Jiří. *Podlahové vytápění (II)* [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3442-podlahove-vytapeni-ii>
10. Katalog systémových prvků. *Top heating®* [online]. 2010 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.topheating.cz/katalog-systemovych-prvku/>
11. *TOPENILEVNE.CZ* [online]. ©2007-2016 PROFI-UNION, spol. s r.o. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz>
12. *Podlahové topení* [online]. 2008 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.podlahove-topeni.info/>
13. *Měděné rozvody* [online]. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://medenerozvody.cz/>

Normy, vyhlášky:

14. ČSN EN 1264-4: *Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy - Část 4: Instalace.* 2010.
15. ČSN 73 0540-2: *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky.* 2011.
16. ČSN 73 0540-3: *Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin.* 2005.
17. ČSN EN 12831: *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu.* 2005.
18. *Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.* 2013.
19. ČSN 06 0830: *Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení.* 2014.
20. ČSN EN ISO 19790: *Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení.* 2009.
21. *Vyhláška č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.* 2007.

POUŽITÉ SYMBOLY A ZKRATKY

Symboly a označení

Označení	Popis	Jednotka
d	tloušťka vrstvy konstrukce	m^2
λ	součinitel tepelné vodivosti materiálu	$W/m \cdot K$
R_j	tepelný odpor j-té vrstvy konstrukce	$m^2 \cdot K / W$
R_T	celkový tepelný odpor konstrukce	$m^2 \cdot K / W$
R_{Si}	odpor při přestupu tepla na straně interiéru	$m^2 \cdot K / W$
R_{Se}	odpor při přestupu tepla na straně exteriéru	$m^2 \cdot K / W$
U	součinitel prostupu tepla konstrukce	$W/m^2 \cdot K$
$\Phi_{HL,i}$	celková tepelná ztráta vytápěné místnosti	W
$\Phi_{T,i}$	tepelná ztráta vytápěné místnosti prostupem	W
$\Phi_{V,i}$	tepelná ztráta vytápěné místnosti větráním	W
$\Phi_{p,i}$	tepelná ztráta místnosti přiváděným vzduchem	W
$\Phi_{inf,i}$	tepelná ztráta místnosti infiltrací	W
V_p	množství přiváděného vzduchu do místnosti	m^3/h
θ_p	teplota přiváděného vzduchu do místnosti	$^{\circ}C$
ρ	hustota vzduchu při vnitřní teplotě	kg/m^3
c	měrná tepelná kapacita vzduchu	$kJ/kg \cdot K$
$H_{T,ie}$	celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí	W/K
$H_{T,iue}$	celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor	W/K
$H_{T,ij}$	celková měrná tepelná ztráta do prostoru vytápěného na rozdílnoú teplotu	W/K
$H_{T,ig}$	celková měrná tepelná ztráta zeminou	W/K
$\theta_{int,i}$	vnitřní výpočtová teplota	$^{\circ}C$
θ_e	venkovní výpočtová teplota	$^{\circ}C$
b_u	teplotní redukční činitel	-
$fg1$	opravný součinitel uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty	-
$fg2$	opravný teplotní součinitel, zahrnující rozdíl mezi průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou	-
G_w	korekční činitel zohledňující vliv spodní vody	-
$U_{equiv,k}$	ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zeminou	-
$U_{em,R}$	průměrný součinitel prostupu tepla referenční budovy	$W/m^2 \cdot K$
U_a	tepelná propustnost vrstvy nad trubkami podlahového vytápění	$W/m^2 \cdot K$
U_b	tepelná propustnost vrstvy pod trubkami podlahového vytápění	$W/m^2 \cdot K$
m	Kollmarův součinitel	-
t_p	střední povrchová teplota otopné desky	$^{\circ}C$

qa	tepelný tok směrem nahoru	W/m ²
qb	tepelný tok směrem dolů	W/m ²
Sp	potřebná plocha podlahového vytápění	m ²
Qp	potřebný tepelný výkon podlahového vytápění	W
Qskut	skutečný výkon plochy podlahového vytápění	W
Qo	tepelný výkon okrajové plochy	W
Qc	celkový tepelný výkon podlahového vytápění	W
M	průtok otopné vody	m ³ /h
l	délka potrubí daného úseku	m
R	měrná tlaková ztráta třením potrubí	Pa/m
Z	tlaková ztráta potrubí místními odpory	Pa
Δp _{RV}	tlaková ztráta regulačního prvku	Pa
Δp _{dis}	dispoziční tlak daného úseku	Pa
V2P	denní potřeba TV	m ³
Q2t	teplo odebrané	W
Q2z	teplo ztracené	W
Q2p	teplo celkové	W
Q1n	jmenovitý výkon ohřevu zásobníku	W
QPRIP	potřebný výkon s přerušovaným provozem vytápění a větrání	W
QPRIP1	celkový návrhový výkon zdroje tepla jen pro větrání a vytápění	W
Pddov	nejnižší dovolený přetlak	Pa
Phdov	nejvyšší dovolený přetlak	Pa
pk	Nejnižší z konstrukčních přetlaků	Pa
Ve	expanzní objem	m ³
Vep	předběžný expanzní objem	m ³
dp	průměr expanzního potrubí	mm
Ao	průřez sedla pojistného ventilu	mm ²
di	ideální průměr sedla PV	mm
do	skutečný průměr sedla PV	mm
Qsol	sluneční tepelné zisky	kWh/den
Qint	pasivní zisky z vnitřních zdrojů	kWh/den
γ	stupeň využití tepelných zisků	-
C	vnitřní tepelná kapacita budovy	J/K
τ	časová konstanta budovy	-
a	faktor setrvačnosti budovy	-
ηH	stupeň využití zisků v topném režimu	-
QH,d	denní potřeba tepla	kWh/den
QH,m	měsíční potřeba tepla	kWh/měsíc
QTV,m	měsíční potřeba teplo pro přípravu teplé vody	kWh/měsíc
QH,r	roční potřeba tepla	kWh/rok
Qs	roční spotřeba tepla	kWh/rok

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky:

Obr. 1 Schéma hypokausta	14
Obr. 2 Grafické znázornění závislosti procenta nespokojených uživatelů na teplotě podlahy ...	17
Obr. 3 Vertikální průběh vzduchu v místnosti při jejím různém způsobu vytápění.....	18
Obr. 4 Horizontální průběh vzduchu v místnosti při jejím různém způsobu vytápění	18
Obr. 5 Schématické znázornění dotyku nohy a podlahové konstrukce	20
Obr. 6 Průběh poklesu dotykové teploty podlahy. 1 – korkové parkety, 2 – dřevěná podlaha, 3 – PVC, 4 – betonová podlaha.....	20
Obr. 7 Suchý způsob vytvoření otopné plochy – a) řez otopnou plochou, b) detail uložení trubky. 1 – podlahová krytina, 2 – cementový potěr, 3 – hydroizolace, 4 – fólie, 5 – otopný had, 6 tepelná izolace, 7 – nosná podlaha.	21
Obr. 8 Mokrý způsob vytvoření otopné plochy – řez podlahou. 1 – krycí vrstva podlahy, 2 – betonová mazanina, 3 – upevňovací třmeny, 4- teplonosné trubky, 5 - hliníková fólie, 6 – izolační vrstva, 7 – hydroizolace, 8 – nosná konstrukce, 9 – okrajový dilatační pás.....	22
Obr. 9 Řez modulovou klima podlahou.	22
Obr. 10 Meandrový způsob kladení otopného hadu.....	23
Obr. 11 Kladení otopného hadu ve tvaru plošné spirály	23
Obr. 12 Meandrový způsob pokládky (a – bez okrajové zóny, b – s okrajovou zónou).	24
Obr. 13 Kladení ve tvaru plošné spirály (a – s okrajovou zónou – zhuštění; b – s okrajovou zónou zvlášť vytvořenou; c – s okrajovou zónou u dvou stěn).	24
Obr. 14 Plastová příchytka pro připevnění na KARI síť.	24
Obr. 15 Kladení potrubí do plastových lišt.....	25
Obr. 16 Stabilizační příchytka.	25
Obr. 17 Systematická deska REHAU-VARIODESKA	25
Obr. 18 Potrubí PE-Xa Rautherm S dodávané v kotoučích.	26
Obr. 19 Podlahové vytápění provedené z měděného potrubí	27
Obr. 20 Vícevrstvá trubka PEX/AL/PEX	28
Obr. 21 Řez konstrukcí otopné podlahové plochy	28
Obr. 22 Skladba tepelněreflexní fólie (1 – vrchní vrstva, 2 – spojovací vrstva, 3 – propustná vrstva, 4 – reflexní vrstva, 5 – spojovací vrstva, 6 – základní vrstva).	30
Obr. 23 Regulace teplovodního podlahového vytápění s možností samostatného poklesu teploty v jednom topném okruhu.	35

Tabulky

Tab. 1 Optimální teplota podlahy používané neobutými lidmi	16
Tab. 2 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,n}$	20
Tab. 3 Měrný tepelný tok z podlahové plochy pro teplotu vzduchu a okolních ploch 19 °C nebo příslušný rozdíl teplot.	32
Tab. 4 Poměr akumulovaného tepla k tepelnému výkonu u různých otopných systémů.....	34

PŘÍLOHY

Výkres č. 01:	Půdorys 1.NP	M1:100
Výkres č. 02:	Půdorys 2.NP	M1:100
Výkres č. 03:	Půdorys střešního nevytápěného prostoru	M1:50
Výkres č. 04:	Schéma zapojení otopných těles	M1:50
Výkres č. 05:	Půdorys technické místnosti	M1:25
Výkres č. 06:	Schéma zapojení technické místnosti	M1:25