

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



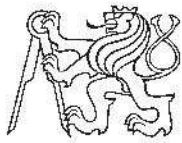
VYTÁPĚNÍ HALOVÝCH OBJEKTŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

MARKÉTA SPÁLENSKÁ

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

školní rok 2016/2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Spálenská Jméno: Markéta Osobní číslo: 424392
Zadávací katedra: K11125 - Katedra technických zařízení budov
Studijní program: SI - Stavební inženýrství
Studijní obor: C - Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění halových objektů

Název bakalářské práce anglicky: Heating of large hall spaces

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte rešerši způsobů vytápění halových objektů (např. průmyslové, sportovní, výstavní, letištní, nádražní). Popište a zhodnoťte jednotlivé systémy a uveďte jejich výhody a nevýhody a principy jejich návrhu. Pro konkrétní halový objekt navrhnete vhodný způsob vytápění a toto řešení rozpracujete ve formě rozšířené projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení, obsahující technickou zprávu, výpočet tepelného výkonu, návrh prvků pro sdílení tepla a připojení na zdroj, půdorysy 1:50 až 1:100, schéma zapojení.

Seznam doporučené literatury:

Kabele a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010)

Kabele a kol.: Energy Efficient Heating and Ventilation of Large Halls, REHVA GB 15, Brusel, 2011

Petráš a kol.: Vytápění velkoprostorových a halových objektů, Jaga, Bratislava 2006

Bašta, K.Kabele: Otopné soustavy teplovodní - Sešit projektatnta č.1 - Společnost pro techniku prostředí 2008

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

Datum zadání bakalářské práce: 21.2.2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

21.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

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

V Praze dne _____

Podpis _____

Obsah

Zadání.....	2
Prohlášení.....	3
Obsah.....	4
Anotace.....	7
Annotation.....	7
TEORETICKÁ ČÁST.....	8
1 Úvod.....	9
1.1 Rozdělení halových objektů.....	9
1.2 Požadavky na vytápění halových objektů.....	9
1.3 Specifika vytápění halových objektů.....	10
1.3.1 Pobytová zóna člověka.....	10
1.3.2 Neutrální zóna.....	10
1.3.3 Zóna energetické náročnosti objektu.....	10
1.4 Dělení systémů vytápění dle přenosu tepla.....	11
1.4.1 Konvekční otopné soustavy.....	11
1.4.2 Sálavé otopné soustavy.....	11
1.4.3 Kombinované otopné soustavy.....	11
2 Teplovodní podlahové vytápění.....	12
2.1 Základní požadavky pro návrh teplovodního podlahového vytápění....	12
2.2 Konstrukce podlahové otopné plochy.....	14
2.2.1 Provedení.....	14
2.2.2 Tvarování otopného hadu.....	15
2.2.3 Potrubí podlahového vytápění.....	16
2.3 Regulace tepelného výkonu.....	17
2.4 Výhody a nevýhody.....	17
2.4.1 Výhody.....	17
2.4.2 Nevýhody.....	17
3 Elektrické podlahové vytápění.....	18
3.1 Typy elektrického podlahového vytápění.....	18
3.1.1 Režim vytápění.....	18
3.1.2 Základní požadavky pro návrh elektrického podlahového vytápění.	19
3.1.3 Akumulační vlastnosti otopné podlahové plochy.....	19
3.1.4 Návrh otopné plochy.....	20
3.2 Konstrukce elektrické otopné podlahové plochy.....	21

3.2.1	Topné prvky	21
3.2.2	Montáž.....	22
3.3	Výhody a nevýhody	22
3.3.1	Výhody	22
3.3.2	Nevýhody	22
4	Vytápění zavěšenými sálavými panely.....	23
4.1	Návrh vytápění sálavými panely	23
4.1.1	Výpočet sálavé otopné plochy	24
4.1.2	Faktory ovlivňující tepelný výkon ZSP	24
4.2	Zónování, rozmístění a zapojení ZSP	26
4.3	Konstrukce a materiál	26
4.3.1	Topné médium	27
4.4	Výhody a nevýhody	27
4.4.1	Výhody:	27
4.4.2	Nevýhody:	27
5	Vytápění infračervenými plynovými zářiči	28
5.1	Konstrukční řešení.....	28
5.1.1	Tmavé zářiče	28
5.1.2	Světlé zářiče	28
5.2	Návrh vytápění infračervenými plynovými zářiči.....	29
5.2.1	Tepelná ztráta.....	29
5.2.2	Metodika návrhu	30
5.2.3	Rozmístění.....	30
5.2.4	Výhody a nevýhody	30
5.2.5	Výhody	30
5.2.6	Nevýhody	30
6	Vytápění lokálními elektrickými topnými tělesy	31
6.1	Rozdělení vytápěcích elektrických systémů	31
6.2	Lokální systémy	32
6.2.1	Typy topných těles	32
6.3	Výhody a nevýhody	32
6.3.1	Výhody	32
6.3.2	Nevýhody	32
7	Teplovzdušné vytápění	33
7.1	Dělení teplovzdušného vytápění.....	33

7.1.1	Lokální jednotky teplovzdušného vytápění.....	33
7.2	Výhody a nevýhody	35
7.2.1	Výhody	35
7.2.2	Nevýhody	35
8	Kombinované vytápění.....	36
9	Závěr	37
	Zdroje.....	38
	PRAKTICKÁ ČÁST	40
10	Projekt vytápění	41
10.1	Technická zpráva.....	41
10.1.1	Úvod.....	41
10.1.2	Podklady.....	41
10.1.3	Základní technické údaje	41
10.1.4	Zdroj tepla	41
10.1.5	Páteřní rozvody vytápění	42
10.1.6	Otopná soustava.....	43
10.1.7	Závěr	43
10.2	Výpočty a přílohy.....	44
10.2.1	Obálka budovy:.....	44
10.2.2	Podrobný výpočet tepelné bilance pro vytápění ZSP	44
10.2.3	Výpočet tepelné bilance dle ČSN EN 12831	48
10.2.4	Výpočet sálavé otopné plochy	49
10.2.5	Návrh sálavých panelů.....	49
10.2.6	Podklady od výrobců.....	50
10.3	Výkresová dokumentace:	71

Anotace

Bakalářská práce se zabývá vytápěním halových objektů. V práci jsou popsány různé způsoby vytápění hal, jejich použití, konstrukce, způsob návrhu, výhody a nevýhody. Součástí bakalářské práce je i praktická část, kde je navrženo vytápění pro vybraný reálný halový objekt.

Annotation

The bachelor thesis is about the heating of large hall spaces. In the work there are described different types of heating of halls, their use, construction, principles of designing, advantages and disadvantages. Part of the bachelor thesis is also the practical part, where the heating for the chosen real hall object is designed.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Úvod

Tato bakalářská práce se ve své teoretické části bude zabývat jednotlivými systémy vytápění halových velkoprostorových objektů.

Halový objekt je stavba větších rozměrů. Nejčastěji se jedná o jednopodlažní objekt, jehož výška je značně vyšší, než výška pobytové zóny¹.

1.1 Rozdělení halových objektů

Halové objekty můžeme dělit dle využití:

- Dopravní – velké haly na dopravních uzlech hromadné dopravy
 - nádražní
 - letištní
- Průmyslové a obchodní
 - skladovací
 - výrobní
 - obchodní
- Sportovní
- Kulturní
 - výstavní
 - koncertní
 - atd.

Dále můžeme dělit haly dle konstrukčního systému, použitého materiálu nosné konstrukce, materiálu obvodového a střešního pláště, atd.

1.2 Požadavky na vytápění halových objektů

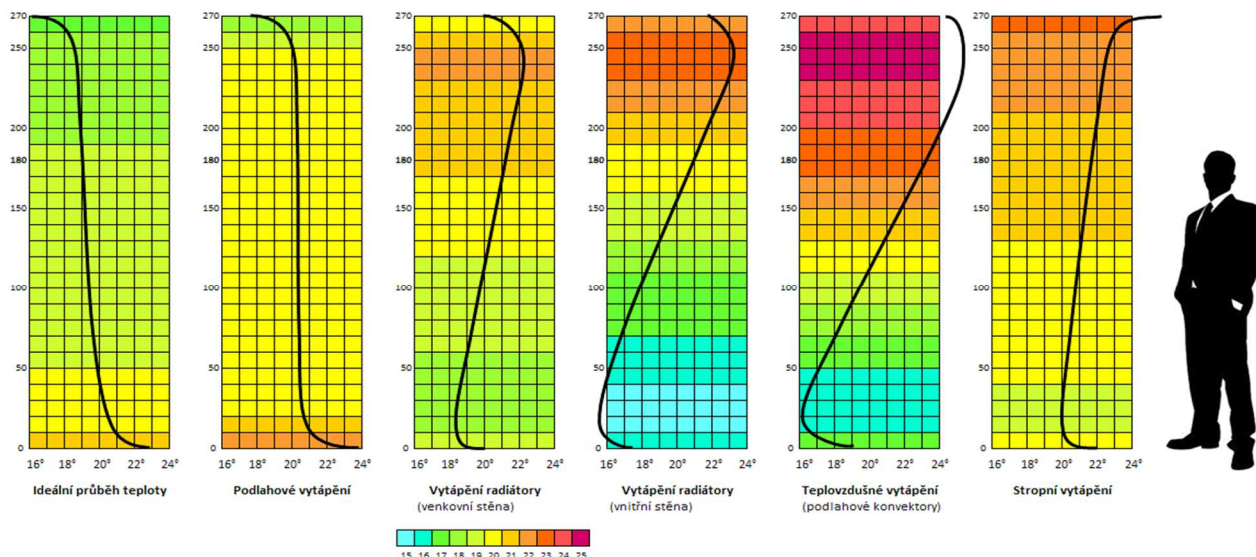
Požadavky na vytápění, tedy na vnitřní výpočtovou teplotu a relativní vlhkost prostředí, jsou stanoveny vyhláškou č. 237/2014 Sb.

Zároveň jsou nařízením vlády č. 32/2016 Sb. stanoveny minimální a maximální teploty pro jednotlivé druhy práce, které musí být dodrženy na pracovišti.

¹ Viz kap. 1.3.1

1.3 Specifika vytápění halových objektů

Vytápění halových objektů je obsáhlá problematika. Jedním z hlavních problémů, který je nutno při návrhu vytápěcího systému hal řešit, je rozdílný vertikální teplotní gradient vzduchu. Teplota vnitřního vzduchu nebývá konstantní po výšce prostoru. S výškou se teplota zvyšuje, a protože halové objekty často dosahují velkých výšek, je důležité zvolit správný způsob vytápění. Na následujícím obrázku je zobrazeno několik příkladů systémů vytápění a to, jak ovlivňují vertikální teplotní gradient vytápěného prostoru.



Obr. 1 Vertikální rozložení teplot u rozdílných vytápěcích systémů [18]

Prostor v hale lze po výšce dělit do třech zón:

1.3.1 Pobytová zóna člověka

Pobytová zóna je prostor pohybu člověka a bývá většinou do 2 m nad podlahou. V této zóně by mělo být dosaženo tzv. tepelné pohody, stavu, kdy člověk nevnímá ani chlad ani teplo. Určení optimální teploty závisí na fyzické zátěži. Minimální a maximální teploty pro jednotlivé druhy práce jsou stanoveny nařízením vlády č. 361/2007 Sb. a konkrétní hodnoty nalezneme v příloze č. 1 v části A. V pobytové zóně by také neměl být rozdíl teplot větší než 3 K. [7]

Dosažení optimálního stavu v pobytové zóně je hlavním cílem návrhu vytápění.

1.3.2 Neutrální zóna

Jedná se o zónu nad pobytovou zónou. V této zóně narůstá teplota o 0,3 až 0,5 K/m pro sálavé vytápění a 1 K/m pro teplovzdušné vytápění. [7]

1.3.3 Zóna energetické náročnosti objektu

Tato zóna je v kontaktu s opláštěním objektu (střecha, stěny, světlíky, okna, atd.), na kterém dochází k tepelným ztrátám přestupem. Čím vyšší je teplota vzduchu v této zóně, tím větší jsou tepelné ztráty, což zvyšuje energetickou náročnost celého objektu. Z hlediska úspory energie je tedy vhodnější navrhnout systémy, které díky svému principu zajišťují v této oblasti nižší teplotu.

1.4 Dělení systémů vytápění dle přenosu tepla

Pro vytápění halových objektů lze použít těchto způsobů předání tepla:

1.4.1 Konvekční otopné soustavy

Teplo z otopného tělesa se šíří prouděním a ohřívá vzduch, od něhož se ohřívají okolní konstrukce.

Př.: otopná tělesa, teplovzdušné jednotky.

1.4.2 Sálavé otopné soustavy

Tepelný tok otopné plochy je předáván sáláním, bez prostřednictví interiérového vzduchu.

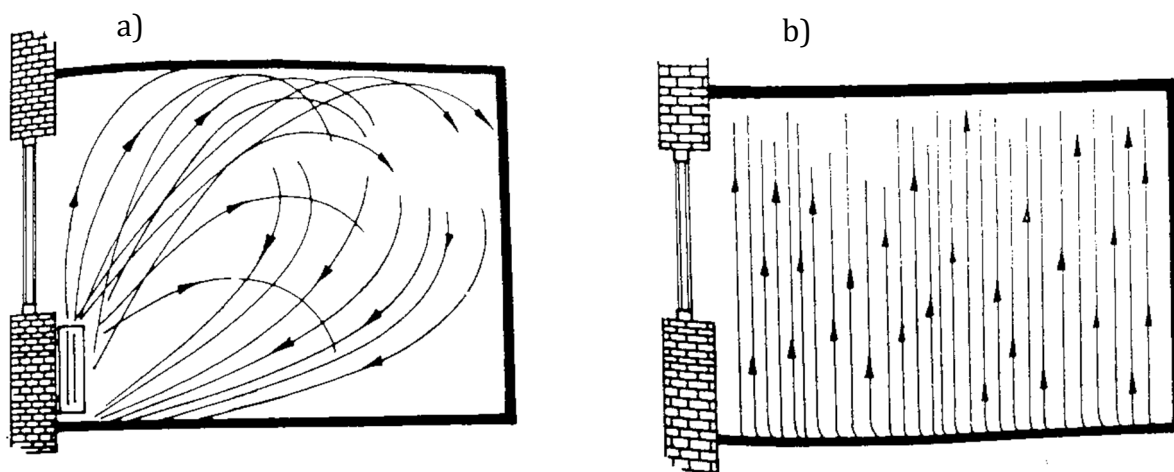
Př.: velkoplošné sálavé vytápění (podlahové, stěnové, stropní), zavěšené sálavé panely, infrazářiče.

1.4.3 Kombinované otopné soustavy

Teplo se šíří konvekcí i sáláním.

2 Teplovodní podlahové vytápění

Jedná se o druh velkoplošné sálavé otopné soustavy. Zpravidla bývají otopné trubky rozmístěny pod celou plochou podlahy. Důvodem je, že hygienické požadavky limitují maximální povrchovou teplotu podlahy a tím i snižují relativní měrný tepelný výkon otopné podlahové plochy, a tudíž pro vytopení prostoru je potřeba větší otopné plochy. Takovéto rozmístění má pozitivní vliv na rovnoměrnost přenosu tepla do interiéru a vzniká tak homogenní prostředí, na rozdíl například od vytápění deskovým otopným tělesem, jak je vidět na následujícím schématu.



Obr. 2 Schéma přenosu tepla [7]

a) u konvekčního vytápění s otopnými tělesy; b) u podlahového vytápění

Podlahové vytápění bývá především nízkoteplotní, teplota otopné vody je nižší než 50°C . Pro nízkoteplotní ohřev lze použít například solární energii nebo tepelná čerpadla, která nedosahují takových výkonů jako běžné spalovací nebo elektrické kotle, ale mají dostatečný výkon pro nízkoteplotní soustavu.

2.1 Základní požadavky pro návrh teplovodního podlahového vytápění

Tepelně technický výpočet otopné podlahy vychází s těchto předpokladů:

- Povrchová teplota podlahy splní hygienické limity.
- Tepelný výkon (tok) podlahové otopné plochy pokryje tepelné ztráty.

Pro vypočtení průměrné povrchové teploty podlahy je potřeba znát teploty nad i pod podlahou, průměrnou teplotu otopné vody, tepelnou propustnost vrstev podlahy, tepelnou vodivost vrstvy, v níž jsou uloženy topné trubky, průměr trubek a jejich osovou vzdálenost, která nejvíce ovlivňuje povrchovou teplotu. [7]

Zjednodušeně však lze určit povrchovou teplotu dle následujících tabulek, které byly sestaveny pro teploty otopné vody 40 a 35°C , které jsou běžné u podlahového vytápění.

a)

Teplota místnosti θ_i (°C)	Střední povrchová teplota θ_p (°C) při θ_i (°C) a rozestupu trubek L (m)		
	0,10	0,15	0,20
10	27,3	25,9	24,3
12	27,9	26,6	25,2
14	28,6	27,3	26,0
16	29,2	28,1	26,9
18	29,8	28,8	27,7
20	30,4	29,5	28,6
22	31,0	30,3	29,4
24	31,6	31,0	30,3

b)

Teplota místnosti θ_i (°C)	Střední povrchová teplota θ_p (°C) při θ_i (°C) a rozestupu trubek L (m)		
	0,10	0,15	0,20
10	30,8	29,1	27,2
12	31,4	29,8	28,0
14	32,0	31,5	28,9
16	32,6	31,2	29,7
18	33,2	32,0	30,6
20	33,9	32,7	31,4
22	34,5	33,4	32,3
24	35,1	34,2	33,2

Tab. 1 Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy θ_p (°C) při teplotě otopné vody: a) 35 °C; b) 40 °C [7]

Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy by neměla překročit tyto hodnoty:

- v místnostech s trvalým pobytem člověka: 27 až 28 °C
- v místnostech, kterými člověk prochází pouze příležitostně: 30 až 32 °C
- v místnostech kde je člověk převážně bosý: 32 až 34 °C.

Pro výpočet tepelného výkonu podlahového vytápění je nutné zohlednit, zda nad i pod podlahou se nacházejí prostory se stejnou nebo rozdílnou teplotou.

U hal lze předpokládat, že nad podlahou se nachází vytápěný prostor a pod podlahou je podzákladí stavby, tudíž se jedná o prostory s rozdílnými teplotami. Tepelný tok dolů q' do země by neměl překročit 10 % jmenovitého tepelného toku q do místnosti. Z tohoto vyplývá, že je nutné zvýšit tepelný odpor vrstvy pod topnými trubkami, jinak řečeno, je důležité kvalitně tepelně odizolovat podlahu od terénu.

Měrný tepelný tok lze zjednodušeně určit dle následujících tabulek.

a)

Teplota místnosti θ_i (°C)	Měrný tepelný výkon q (W/m ²) při θ_i (°C) a rozestupu trubek L (m)		
	0,10	0,15	0,20
10	209	190	173
12	192	190	159
14	175	160	145
16	158	145	131
18	141	130	117
20	124	115	103
22	107	100	89
24	90	85	75

b)

Teplota místnosti θ_i (°C)	Měrný tepelný výkon q (W/m ²) při θ_i (°C) a rozestupu trubek L (m)		
	0,10	0,15	0,20
10	205	228	207
12	233	213	193
14	216	198	179
16	199	183	165
18	182	168	151
20	165	153	137
22	148	138	123
24	131	123	109

Tab. 2 Měrný tepelný výkon podlahové plochy q (W/m²) při teplotě otopné vody: a) 35 °C; b) 40 °C [7]

Velikost potřebné otopné plochy S_{op} , která pokryje tepelné ztráty, lze spočítat z následujícího vzorce:

$$S_{op} = \frac{Q_{max}}{q+q'} \quad (\text{m}^2),$$

kde je Q_{max} maximální tepelná ztráta místnosti vypočtená dle normy (W),

q tepelný tok do místnosti (W/m^2),

q' tepelný tok dolů, který může dosahovat max. $0,1 q$ (W/m^2).

2.2 Konstrukce podlahové otopné plochy

Konstrukčně se jedná o plovoucí podlahu, kde otopné trubky nejsou pevně spojeny s nosnou částí podlahy, aby jim byla umožněna dilatace.

Zároveň je nutné z hlediska odolnosti a trvanlivosti podlahy s podlahovým vytápěním dilatovat podlahu jako celek. Doporučená maximální plocha dilatačních úseků je 40 m^2 , optimální však 25 m^2 . Poměr stran by neměl být větší než 1:2. [1]

Dělení:

Dle způsobu provedení:

- suchý způsob
- mokrý způsob
- přes modulové klima desky a obdobné prvky
- přes kapilární rohože.

Dle tvarování otopného hadu:

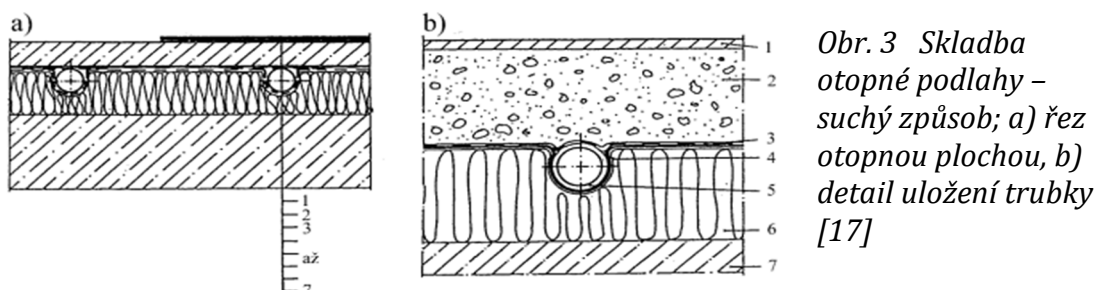
- tvar meandrů
- tvar plošné spirály.

2.2.1 Provedení

2.2.1.1 Suchý způsob

Otopné potrubí je uloženo do izolační vrstvy, na níž je uložen cementový potěr, od kterého jsou trubky odděleny plastovou nebo kovovou fólií.

Teplota přírodní vody je 40 až $70 \text{ }^\circ\text{C}$ a měrné tepelné výkony cca do $50 \text{ W}/\text{m}^2$. [1]



Obr. 3 Skladba otopné podlahy – suchý způsob; a) řez otopnou plochou, b) detail uložení trubky [17]

(1- podlahová krytina, 2 – cementový potěr, 3 – hydroizolace, 4 – fólie, 5 – otopný had, 6 – tepelná izolace, 7 – nosná podlaha)

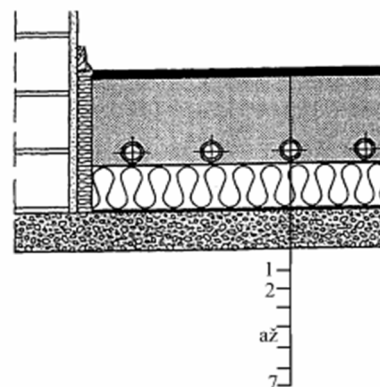
2.2.1.2 Mokrý způsob

Otopné potrubí je přímo zabetonováno do betonové vrstvy, která je uložena nad tepelnou izolací.

Teplota přírodní vody je 35 až 55 °C měrné tepelné výkony cca nad 50 W/m². [1]

Obr. 4 Skladba otopné podlahy – mokrý způsob [17]

(1 - podlahová krytina; 2 - cementový potěr; 3 - otopný had; 4 - hydroizolace; 5 - tepelná izolace; 6 - hydroizolace; 7 - nosná podlaha)

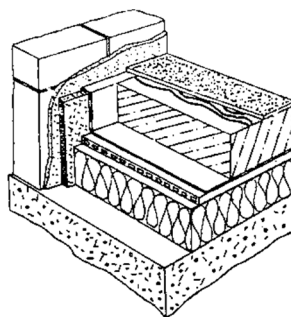


2.2.1.3 Podlahy z modulových klima desek a pásů

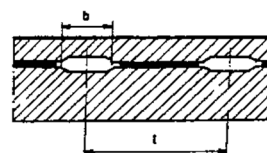
Otopné potrubí je nahrazeno speciální dutou profilovanou deskou či pásem, kladeným na tepelnou izolaci. Výhodou tohoto způsobu provedení je vyšší pružnost otopné soustavy, rovnoměrné rozložení povrchové teploty a nižší konstrukční výška. Nevýhodou jsou však vyšší nároky na čistotu otopné vody z důvodu malých průtočných průřezů.

Teploty přírodní vody nízké, cca 25 až 35 °C. [1]

Obr. 5 Řez modulovou klima-podlahou [1]



jsou



b - šířka kanálku
l - rozteč kanálku

2.2.1.4 Kapilární rohože

Kapilární rohože jsou technologie používané především u stěnových a stropních otopných ploch. Lze je však využít i u podlahového vytápění, a to především u nízkoenergetických budov, kde je potřeba docílit pouze malého měrného tepelného výkonu s využitím systémů s nízkými tepelnými spády a nízkou teplotou otopné vody.

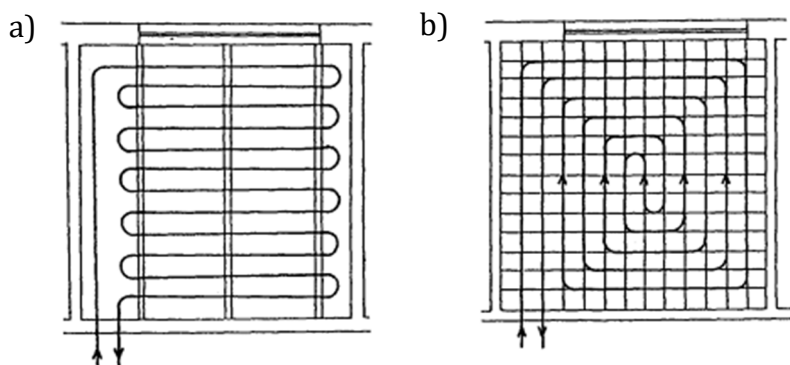
2.2.2 Tvarování otopného hadu

2.2.2.1 Tvar meandrů

Tento způsob tvarování je vhodný pro místnosti s jednou ochlazovanou stěnou, protože teplota otopné vody klesá v systému z jedné strany místnosti na druhou. Díky tomu, při zavedení otopné vody nejdříve k ochlazované stěně, dochází k rovnoměrnému rozložení teplot v místnosti.

2.2.2.2 Tvar plošné spirály

Při tomto způsobu tvarování je dvojice trubek „přívod a zpátečka“ tvarována do spirály. V ploše dochází k prostřídání teplejších a chladnějších trubek a díky tomu je povrchová teplota rovnoměrná. Teplota v místnosti je však u ochlazovaných stěn nižší. Tomuto lze zamezit vytvořením okrajové intenzivní zóny, tzn. zmenšit osové vzdálenosti trubek v oblasti u ochlazované zdi v šířce 0,5 až 1,0 m.



Obr. 6 Tvarování otopného hadu:
a) Tvar meandrů
b) Tvar plošné spirály
[17]

2.2.3 Potrubí podlahového vytápění

2.2.3.1 Nerezové

Nerezové trubky se používají zcela výjimečně, je tomu z důvodu vyšší ceny a složitějšího spojování potrubí.

2.2.3.2 Měděné

Měděné potrubí je využíváno poměrně často. Jeho výhodami jsou např. vysoká odolnost vůči korozi, malá tloušťka stěny, malá hmotnost, jednoduchá a rychlá montáž a vysoká pevnost. Trubky jsou povlakovány PVC, což umožňuje dilataci trubky a zároveň její ochranu před korozí působením betonové směsi.

2.2.3.3 Plastové

Nejčastěji využívané potrubí je plastové, konkrétně potrubí ze síťovaného polyetylénu třídy A (PEXa). Toto potrubí má dobré mechanické vlastnosti, vysokou houževnatost, odolnost proti šíření trhlin, dobrou tlakovou odolnost za vyšších teplot a odolnost proti vnikání kyslíku do otopné vody difuzí přes stěnu potrubí. Problematiké je však spojování, protože PEXa nejde svařovat ani lepit, zbývají tak pouze mechanické spojky.

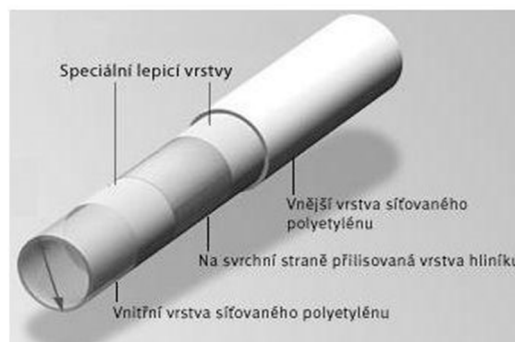
Dalšími plasty používanými na potrubí otopných hadů jsou např. PP-B, PP-R, PB, C-PVC a PVDF.

Nevýhodou plastových trubek je velká teplotní délková roztažnost.

2.2.3.4 Vícevrstvé

Jedná se nejčastěji o potrubí složené ze základní plastové trubky, hliníkového pláště navíjeného do šroubovice a ochranné plastové vrstvy

Obr. 7 Schéma vícevrstvé trubky PEX/AL/PEX [28]



2.3 Regulace tepelného výkonu

Podlahové teplovodní vytápění klade na regulaci výkonu obdobné nároky, jako teplovodní vytápění s jinými otopnými plochami. Důležitým rozdílem však je akumulční schopnost podlahové otopné plochy a s tím související i odlišná setrvačnost náběhu.

Pro teplovodní otopné soustavy se jako porovnávací kritérium používá setrvačnost náběhu T_{63} (při dosažení 63,3 % tepelného výkonu otopné plochy) a T_{90} (90%).

Porovnání setrvačnosti náběhu podlahového vytápění a vytápění deskovými tělesy je v následující tabulce.

Otopná plocha	Přívodní teplota vody t_{w1} (°C)	Setrvačnost náběhu T	
		T_{63} (min)	T_{90} (min)
Podlahová otopná plocha - suchý způsob	49	25	62
	42	25	62
Podlahová otopná plocha - mokrá způsob	34	60	166
Deskové otopné těleso s konvekčními plechy	75	7,5	11,6

Tab. 3 Porovnání setrvačnosti náběhu [1]

Další faktorem hodnocení otopných ploch je časová konstanta, která vyjadřuje míru akumulace. Jedná se o dobu, za kterou se ohřeje akumulční vrstva o 1 K. Časová konstanta rozděluje podlahové otopné plochy na akumulční (více než 8 hodin), poloakumulční (4 až 8 hodin) a přímotopná (méně než 4 hodiny).

Regulaci tepelného výkonu lze provádět třemi způsoby:

- podle teploty vnitřního vzduchu,
- podle teploty venkovního vzduchu – ekvitermní, se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu

2.4 Výhody a nevýhody

2.4.1 Výhody

- nízkoteplotní systém – využití nízkoteplotních zdrojů (tepelná čerpadla, přebytečné teplo z technologií, ...)
- vhodné rozložení teplot po výšce haly (v pobytové zóně optimální teplota již od podlahy)
- lze využít i pro chlazení
- teplo od nohou.

2.4.2 Nevýhody

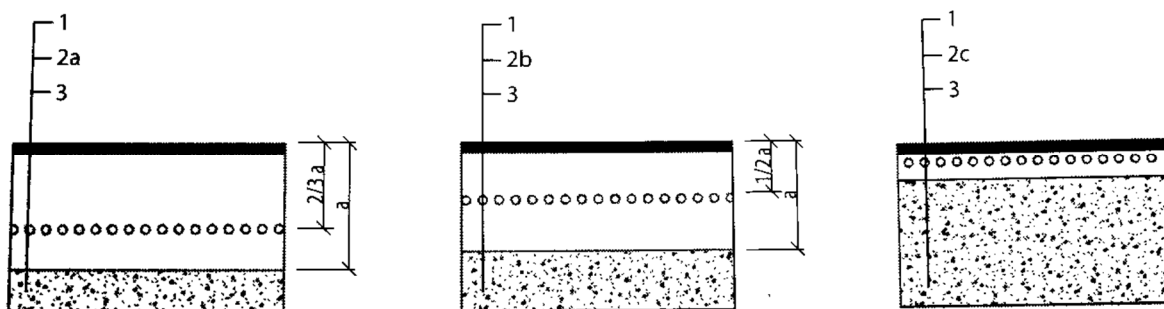
- malý měrný výkon - velká otopná plocha nebo nutnost doplnění jiným systémem vytápění
- akumulční podlahy – velká setrvačnost (menší možnost regulace)
- omezení dispozice haly – umístění technologií, odpadních kanálů, ...
- u hal s vysokým zatížením podlahy – minimální nebo žádná tepelná izolace – velký tepelný tok do podloží

3 Elektrické podlahové vytápění

Jedná se o lokální systém vytápění. K přeměně energie v teplo dochází přímo v podlaze a účinnost je téměř 100 %, navíc nedochází ke ztrátám transportem. Otopné elektrické kabely sdílí teplo s otopnou plochou – podlahou a ta sáláním s vytápěným prostorem. Elektrické vytápění lze využít pro zajištění tepelné pohody v celém vytápěném prostoru nebo jako doplňkové lokální otopné plochy, například pro docílení tepelné pohody v oblasti nohou. Pro tento způsob vytápění není potřeba velkých stavebních úprav, nezřizují se komíny, sklady paliva ani není nutný prostor na kotelnu. Také nehrozí zamrznutí systému, a proto je elektrické vytápění vhodné pro objekty využívané pouze občasně. Vytápění elektrickou energií je také ekologičtější oproti vytápění spalovacími kotli, protože neznečišťuje ovzduší.

3.1 Typy elektrického podlahového vytápění

Elektrické podlahové vytápění rozlišuje tyto pracovní režimy: akumulční, poloakumulční a přímotopný. Dle nich se pak volí konstrukce podlahové otopné plochy.



Obr. 8 Schéma elektrické podlahové otopné plochy pro různé režimy:

a) akumulční; b) poloakumulční; c) přímotopný [1]

(1 – podlahová krytina, 2 – akumulční vrstva, 3 – nosná podlaha)

3.1.1 Režim vytápění

3.1.1.1 Akumulční

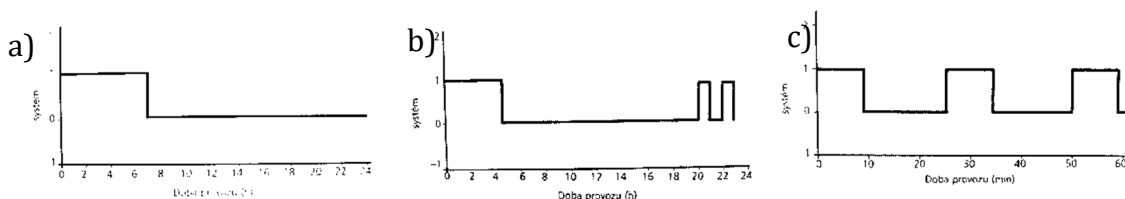
Jedná se o masivní konstrukci s velkou akumulční schopností. Časová konstanta je vyšší než 8 hodin. Akumulční deska je betonová vrstva tloušťky 90 až 150 mm. Otopné kabely jsou kladeny přibližně do jedné třetiny tloušťky desky, betonáž tedy probíhá ve dvou fázích. Otopnou plochu je nutno zespodu dostatečně tepelně izolovat min. 50 mm izolace. Instalovaný příkon je 160 až 200 W/m². [1]

3.1.1.2 Poloakumulční

Časová konstanta je 4 až 8 hodin. Betonová akumulční vrstva je obvykle silná 60 až 90 mm. Otopné kabely jsou uloženy v polovině akumulční vrstvy. Instalovaný příkon je 120 až 160 W/m².

3.1.1.3 Přímotopný

Jedná se o dynamický systém, kdy požadovaného výkonu je dosaženo rychle. Časová konstanta je nižší než 4 hodiny, v praxi pak většinou 30 až 90 minut. Betonová vrstva nemá akumulaci funkci, slouží pouze k uložení topných kabelů a má tloušťku do 50 mm. Často se pouze topné kabely vkládají do lepidla těsně pod nášlapnou vrstvu např. dlažbu. Instalovaný příkon je 80 až 140 W/m². [1]



Obr. 9 Pracovní cyklus jednotlivých režimů: a) akumulční, b) poloakumulční, c) přímotopný (1 – nabíjení, 0 – vybíjení) [1]

3.1.2 Základní požadavky pro návrh elektrického podlahového vytápění

Při návrhu je nutné určit následující okrajové podmínky:

- celková tepelná ztráta místnosti
- určení a charakter vytápěného prostoru
- provozní režim vytápění
- režim užívání místnosti (trvalý, občasný, ...)
- možná velikost podlahové plochy pro pokládání topných kabelů
- podlahová krytina.

Stejně jako u teplovodního podlahového vytápění návrh ovlivňuje prostředí pod otopnou plochou. U hal, kde většinou předpokládáme, že pod podlahou je rostlá půda, je nutné pro hospodárny provoz zajistit, aby tepelná propustnost do vytápěného prostoru Λ_1 byla 6x větší než propustnost Λ_2 směrem dolů do terénu.

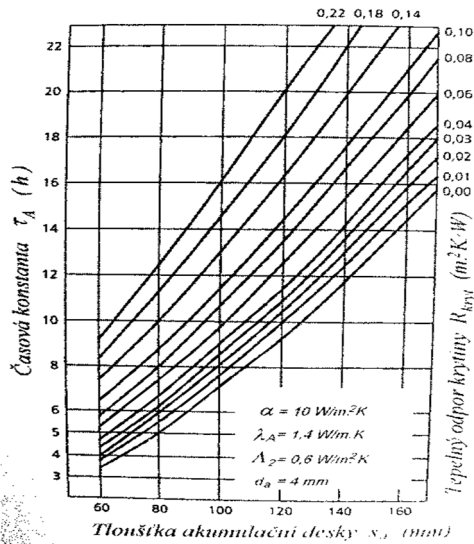
$$\Lambda_1 \geq 6 \Lambda_2 [1]$$

3.1.3 Akumulační vlastnosti otopné podlahové plochy

Podlahová otopná plocha by měla postupně vydávat teplo, které je akumulované ve hmotě. Tento požadavek je důležitý z důvodu, že u elektrického podlahového vytápění nebývá odběr elektrické energie nepřetržitý. Například se elektrina odebírá pouze v denní době, kdy je účtovaná levněji, tzv. noční proud². V ostatních částech dne by neměla povrchová teplota otopné plochy poklesnout pod 23 °C.

O akumulčních vlastnostech podlahy rozhoduje především plošná hmotnost betonu nad topnými kabely. Velikost časové konstanty je také závislá na tepelném odporu podlahové krytiny R_k . Tepelný odpor nesmí překročit hodnoty stanovené výrobcem topných kabelů. Nedodržení maximální hodnoty způsobuje přehřívání obalu otopných kabelů a tím jejich degradaci. Proto je potřeba používat pouze krytiny určené pro elektrické podlahové vytápění.

² V dnešní době již noční proud není výrazně zvýhodněn.



Obr. 10 Závislost časové konstanty na tloušťce akumulční vrstvy s_a a velikosti tepelného odporu podlahové krytiny R_k . [1]

3.1.4 Návrh otopné plochy

Potřebná otopná plocha S_{op} elektrického podlahového vytápění se stanoví stejně jako u teplovodního podlahového vytápění dle následujícího vzorce [7]

$$S_{op} = \frac{Q_{max}}{q+q'} \quad (\text{m}^2)$$

kde je Q_{max} maximální tepelná ztráta místnosti vypočtená dle normy (W),
 q tepelný tok do místnosti (W/m^2),
 q' tepelný tok dolů, který může dosahovat max. $0,1 q$ (W/m^2).

Celkový tepelný výkon Q_p je pak roven:

$$Q_p = (q + q') \cdot S_n \quad (\text{W})$$

kde je S_n navržená otopná plocha (m^2).

3.1.4.1 Potřebný instalovaný příkon zdroje tepla pro plně akumulční a poloakumulční režim vytápění

$$P = \frac{\tau}{\tau_{NN} + \tau_{DD}} Q_p \quad (\text{W}) \quad [7]$$

kde je τ celková doba provozu (s),
 τ_{NN} doba nabíjení (s),
 τ_{DD} doba doplňkového dobíjení (s).

3.1.4.2 Potřebný instalovaný příkon zdroje tepla pro přímotopný režim vytápění

$$P = Q_p \quad (\text{W}) \quad [7]$$

3.1.4.2.1 Vzdálenost mezi topnými kabely

Topné kabely se pokládají do tvaru meandrů. Vzdálenost jednotlivých kabelů l se stanoví dle vzorce [1]:

$$l = \frac{P_{MZK}}{P_M} \quad (\text{m})$$

kde je $P_M = \frac{P}{S_n}$ měrný instalovaný příkon (W/m^2),
 P_{MZK} měrný instalovaný výkon (zařízení) topného kabelu (W/m),

nebo ji lze určit dle následující tabulky:

Měrný výkon kabelu $P_{MZK} = 10 \text{ W/m}$		Měrný výkon kabelu $P_{MZK} = 18 \text{ W/m}$	
Měrný instalovaný příkon P_M (W/m^2)	Vzdálenost topných kabelů l (mm)	Měrný instalovaný příkon P_M (W/m^2)	Vzdálenost topných kabelů l (mm)
50	200	80	225
57	175	90	200
67	150	103	175
80	125	120	150
100	100	144	125
133	75	180	100
200	50	240	75

Tab. 4 Vzdařlenost topných kabelů l v závislosti na měrném výkonu P_{MZK} [7]

3.1.4.3 Délka topného kabelu

Pro danou otopnou plochu se délka kabelu určí ze vztahu:

$$L = \frac{P}{P_{MZK}} \quad (\text{m})$$

3.2 Konstrukce elektrické otopné podlahové plochy

3.2.1 Topné prvky

3.2.1.1 Elektrické topné (odporové) kabely

Tyto kabely jsou složeny z odporového jádra, jednoduchého nebo dvojitého obalu a dalších ochranných prvků. K přeměně elektrické energie na energii tepelnou dochází přímo v odporovém jádru. Jádro dle konstrukce může být z odporových drátů, odporových lanek anebo z polovodivé polymerní směsi mezi dvěma vodiči z měděných lanek. Průřez jádra je kruhový nebo ve tvaru plochého pásu. Průměr jádra kabelu je 1 až 4 mm. Je ze slitin mědi s přísadou niklu, manganu nebo chromu. Tepelný výkon je 5 až 70 W/m. [1]

Speciálním druhem kabelů jsou samoregulační vodiče. Jedná se o dvě měděná lanka spojená můstkem z teplotně závislého odporového prvku. Výkon kabelu díky tomu klesá s rostoucí teplotou po celé délce a naopak.

Jednoduchý nebo dvojitý izolační obal je na bázi polymerů. Měl by mít dobré elektroizolační vlastnosti, vysokou tepelnou vodivost a vhodné mechanické vlastnosti. Celková tloušťka kabelu je 4,5 až 8,5 mm.

Pro podlahové vytápění se používají kabely s výkonem 10 až 20 W/m, které se zahřívají na max. 80 °C teploty jádra. Požadovaného měrného tepelného výkonu otopné plochy se docílí vzdáleností jednotlivých kabelů (viz kap. 3.1.4).

Topné kabely se ukládají do betonové mazaniny nebo přímo do lepidla pod dlažbu. Z kabelů se vytvářejí okruhy s koncovým studeným vodičem.

3.2.1.2 Elektrická topná rohož

Na nosné tkanivo je přichycen topný kabel (max. průměr 3 mm) v podobě meandrů. Tloušťka rohože je 2,5 až 3,5 mm. Standartní šířka rohože je 0,5 m a délka 1 až 20 m s měrným tepelným výkonem 100 až 160 W/m². [1]

Rohože se kladou obdobně jako samostatné kabely do betonové mazaniny nebo do lepidla vedle sebe tak, aby se nepřekrývaly.

3.2.1.3 Elektrická topná fólie

Topná fólie je složena ze dvou laminátových polyesterových fólií, mezi nimiž je vložená vrstva homogenizovaného grafitu. Po stranách fólie jsou napájecí vodiče. Fólie se skládá z aktivního pásu o šířce 0,5 m a pasivních pásů po okrajích širokých 50 mm. Topné fólie určené pro instalaci do betonu se vyrábějí s měrným tepelným výkonem 150 až 200 W/m², do dřevěných a laminátových podlah jsou určeny fólie s výkonem 60 až 80 W/m². Tloušťka topné fólie je cca 0,4 mm. [1]

Fólie se kladou ve formě pásů tak, aby se nepřekrývaly.

3.2.2 Montáž

Podlahovou elektrickou otopnou plochu lze umístit:

- do betonové mazaniny,
- přímo pod podlahovou krytinu
- do dřevěných trámových podlah.

Betonové mazaniny se využívají u akumulčních a poloakumulčních podlah. Důležité je dobré provedení obklopení kabelů, aby nevznikla izolační vzduchová mezera a nedocházelo k přehřívání kabelů.

Pro přímotopný režim vytápění se používá kladení kabelů nebo rohoží přímo pod podlahovou krytinu do nivelační hmoty nebo tmelu (lepidla). Nejčastější nášlapná vrstva je dlažba.

U dřevěných trámových podlah se topné prvky ukládají na tepelnou izolaci a musí mezi nimi a spodní plochou dřevěné podlahy být mezera min 25 mm. [1]

3.3 Výhody a nevýhody

Stejně jako u teplovodního podlahového vytápění. Při srovnání těchto dvou systémů:

3.3.1 Výhody

- nižší pořizovací náklady než teplovodní podlahové vytápění
- neznečištění ovzduší
- možnost použití u občasně vytápěných budov, protože nehrozí zamrznutí

3.3.2 Nevýhody

- při stávajících cenách energie vyšší provozní náklady

Celková tepelná ztráta Φ_c je [7]:

$$\Phi_c = [\Phi_p + (-\Phi_z) + \Phi] \cdot e \quad (W)$$

kde je Φ_p tepelné ztráty prostupem tepla stavebními konstrukcemi (W),

Φ_z tepelní zisky (W),

Φ_v tepelné ztráty větráním (W),

e přírážka na zátop (-).

O stanovení, zda tepelné ztráty budou pokryty pouze vytápěním sálavými panely, rozhoduje intenzita výměny vzduchu n (h^{-1}). Jestliže je n v rozmezí od 1 do $1,5 h^{-1}$, lze navrhnout pro vytápění pouze sálavé panely. Pokud je výměna vzduch vyšší než $1,5 h^{-1}$, musíme volit kombinaci vytápění, např. sálavých panelů a ohřev vzduchu přiváděného nuceným větráním. [7]

4.1.1 Výpočet sálavé otopné plochy

Otopnou plochu panelů A_{ZSP} vypočteme jako:

$$A_{ZSP} = \frac{\Phi_c}{q_0} \quad (m^2)$$

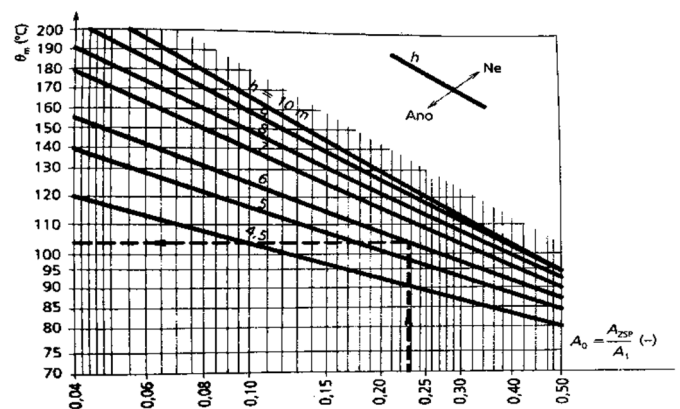
kde je Φ_c celkové tepelné ztráty místnosti (W),

q_0 měrný tepelný výkon ZSP (W/m^2).

Měrný tepelný výkon se určí v závislosti na teplotě topného média v přivodním a vratném potrubí a na výpočtové vnitřní teplotě dle tabulek výrobců [25].

4.1.1.1 Optimální výška zavěšení

Optimální výška v závislosti na střední teplotě topného média Θ_m a tzv. poměru zakrytí podlahové plochy sálavými panely A_0 (plocha panelů/podlahová plocha) se stanoví dle grafu.



Obr. 13 Stanovení optimální výšky ZSP [7]

4.1.2 Faktory ovlivňující tepelný výkon ZSP

Jednotlivé vlivy ovlivňující tepelný výkon Φ_c ZSP je nutno upravit korekčními koeficienty e_i :

$$\Phi_{kor} = \Phi_c \cdot e_i \quad [7]$$

4.1.2.1 Vliv výšky sálavých panelů.

Základní výška zavěšení je 6 m nad podlahou, kdy počítáme s otopnou plochou stanovenou dle předchozí kapitoly. V tomto případě spotřeba tepla odpovídá výpočtu tepelných ztrát. Pro vyšší výšky zavěšení je korekční součinitel $e_1 > 1$. [7]

4.1.2.2 Vliv nižších výšek sálavých panelů

Pokud tomu technologie v halovém objektu nebrání, je možné zavěsit panely i níže. Tímto je možno zmenšit otopnou plochu a snížit nutný výkon. Korekční koeficient $e_2 < 1$. [7]

4.1.2.3 Vliv naklonění sálavého panelu

Naklonění ZSP negativně ovlivňuje jeho výkon. Kvůli naklonění se zvyšuje konvekční složka vytápění a je nutno snížit výkon. Pro úhel sklonu zavěšení 30° je $e_3 = 1,1$; pro 40 °C $e_3 = 1,15$. [7]

4.1.2.4 Vliv osových vzdáleností zavěšení panelů

Aby byla tepelná energie dodávána rovnoměrně, musí být dodrženy maximální osová vzdálenosti zavěšení panelů stanovené výrobcem. Obecně by však mělo platit, že osová vzdálenost panelů L je $h - 0,5$ m pro panely užší než 0,5 m a h pro panely širší než 0,5 m. Krajní osová vzdálenost závisí na izolačních vlastnostech přilehlé konstrukce a je v rozmezí od 0,3 do 0,5 m. [7]

4.1.2.5 Vliv parametrů média

Minimální rychlost proudění média 0,15 m/s je volena z důvodu přestupu tepla z média do trubky a eliminace odvzdušňování. Celou sestavu lze zapojit vodorovně a odvzdušnit až na konci. [7]

Dle velikosti teplotního spádu otopné vody se liší různé varianty zapojení pásů.

4.1.2.6 Hygienické limity

Je nutné dodržet hodnotu intenzity osálení $I_{s,norm} = 200 \text{ W/m}^2$ podlahové plochy. [45]

$$I_s = \frac{\Phi_{c,ZSP} \cdot \eta_s}{A_1} \leq I_{s,norm} \quad (\text{W/m}^2) \quad [7]$$

kde je $\Phi_{c,ZSP}$ celkový tepelný výkon ZSP (W),

η_s sálavá účinnost ZSP,

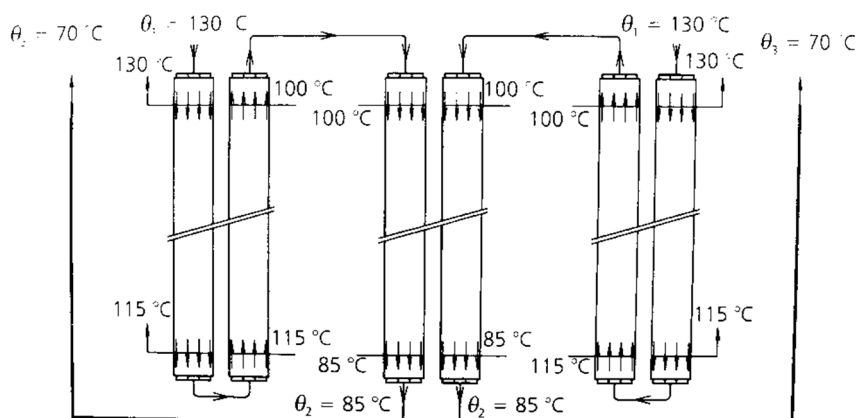
A_1 plocha podlahy.

4.2 Zónování, rozmístění a zapojení ZSP

Na jednotlivé části objektu většinou působí různé vlivy, ať už vnější, obvodové stěny, okna, světlíky, infiltrace, nebo vnitřní, technologie, provozní režimy apod. Objekt je tedy vhodné dělit do zón s rozdílnými nároky.

Každý halový objekt je specifický, a tak se i musí přistupovat k návrhu rozmístění a zapojení ZSP.

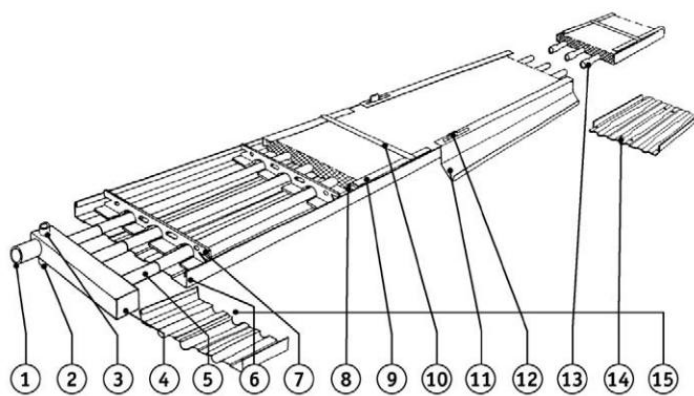
V části haly u obvodové stěny, nebo například nad prostorem, kde se předpokládá pobyt pracovníků (př. v hale s automatickou výrobní linkou kontrolní stanoviště) můžeme navrhnout ZSP hustěji než v ostatních částech haly. Další možnost je napojit tyto části jako první do sériového zapojení, jak je tomu na následujícím obrázku.



Obr. 14 Sériové zapojení ZSP [7]

4.3 Konstrukce a materiál

Často se používá tzv. stavebnicová sálavá otopná soustava, která se sestavuje z jednotlivých ZSP. Stavebnicový princip umožňuje vytvářet otopné plochy různých rozměrů.



Obr. 15 Konstrukce ZSP [27]

(1 - připojení s vnějším závitem, 2 - vypouštěcí nástavec, 3 - odvzdušnění, 4 - vstupní nebo koncový rozdělovač, 5 - ocelová trubka, 6 - plech sálavého panelu, 7 - závěsné rameno, 8 - izolace, 9 - podélné boční ohraničení, 10 - záchytná lišta, 11 - anti-konvekční boční hrana, 12 - háček pro přichycení boční hrany, 13 - rozšířená koncovka pro připojení navařením, 14 krycí deska mezi

panely, 15- krycí deska spoje mezi panelem a rozdělovačem)

Panely se vyrábějí s modulem 150 mm z hliníkového roznášecího plechu, do kterého jsou zapuštěné ocelové trubky. Na horní straně panelu je tepelná izolace s hliníkovou odraznou fólií. Spojením panelů lze vytvořit pásy libovolné délky (až 500 m), na které se nasunou postranní bočnice. Pomocí připojovacích registrů se jednotlivé pásy připojují na rozvodné potrubí.

Panely se zavěšují pomocí tyčí nebo řetězů, nejčastěji v horizontální poloze. V případech, kdy je nutné panely naklonit, dochází ke snížení výkonu panelů (viz

4.1.2.3). Délka závěsu musí umožňovat dilatace. Prodloužení pasu je způsobeno použitím otopné vody o vysoké teplotě a vysokým součinitelem roztažnosti oceli ($\alpha = 0,012 \text{ mm/m.K}$).

Ocelové trubky se spojují svařením nebo lisováním za studena pomocí nátrubku. Napojení panelů se překryje krycí deskou a vzniká zdánlivě jednolitý pás.

4.3.1 Topné médium

Jako topné médium lze využít vodu nebo páru. Soustavy se navrhují buď na velké tepelné spády 130/70 °C nebo malé 90/70 °C, ale lze je navrhnout i na nižší spády, sníží se však výkon soustavy. Maximální teplota vody je 140 °C a páry 180 °C. Maximální tlak v trubkách ZSP je 1,6 MPa. [7]

Nevýhodou parní soustavy je nutnost spádu ve směru toku páry, aby mohl odtékat kondenzát. V žádném místě soustavy nesmí zůstat kondenzát. Spád by měl být 3 až 5 ‰.

4.4 Výhody a nevýhody

4.4.1 Výhody:

- Příznivé pracovní prostředí pro člověka s rovnoměrným horizontálním teplotním polem.
- Nedochází k nedohřátí pobytové zóny a značným tepelným ztrátám z podstřešního prostoru.
- Díky sálavé složce je výsledné teploty dosaženo při nižší teplotě vnitřního vzduchu oproti teplovzdušnému nebo konvekčnímu vytápění.
- Při sálavém vytápění nedochází k víření vzduchu a nevzniká žádný hluk.
- Systém umožňuje modularitu – vytápění po sekcích.
- Rychlá a jednoduchá montáž.
- Malé nároky na údržbu a vysoká životnost.

4.4.2 Nevýhody:

- Ve vysokých halách s vysokým manipulačním prostorem, kde jsou panely zavěšeny ve vyšší výšce, je nutné navýšit plochu panelů a tím vzroste i celková spotřeba tepelné energie.
- V provozech s vysokou prašností částičky prachu zachytávají část sálavého záření, a to neprojde až na podlahu, od které se neohřeje vzduch v pobytové zóně.
- Nutnost použití vysokoteplotních zdrojů (nelze využít tepelná čerpadla, kondenzační kotle celou topnou sezónu v plně kondenzačním režimu).
- Nelze využít v nízkých halách – docházelo by k přehřátí pobytové zóny

5 Vytápění infračervenými plynovými zářiči

Tepelná energie je dodávána do obytné zóny sáláním. Stejně jako u vytápění zavěšenými sálavými panely, se nejprve ohřeje podlaha a od ní se následně ohřívá okolní vzduch. Nárůst teploty po výšce objektu je mírný, zhruba 0,3 až 0,5 K/m. [7]

Teplo vzniká spalováním plynu. Infrazářiče můžeme rozdělit na světlé a tmavé, a to dle vzhledu a způsobu spalování plynu.

5.1 Konstrukční řešení

5.1.1 Tmavé zářiče

Plyn v tmavém zářiči je spalován v řídicí skříňce, z níž jsou spaliny vedeny radiálními trubicemi, které jsou opatřeny odrazivým zákrytem. Na vstupu do trubic je povrchová teplota cca 500 °C, na výstupu 180°C.

Tmavé zářiče se umísťují do hal vysokých 5 až 8 m.



Obr. 16 Tmavý zářič [17]

(1 – spalínový ventilátor, 2 – řídicí skříňka, 3 – radiální trubice)

Nejjednodušší tmavé zářiče mají reflexní zákryt s nízkými křídélky. Sálavá účinnost se u takovýchto zářičů pohybuje okolo 50 %. Při šikmém zavěšení se tato hodnota ještě snižuje a nejedná se tedy už o sálavé těleso, nýbrž o konvekční.

Zářiče s hlubším zákrytem a usměrněním sálavé složky do vytápěného prostoru mají sálavou účinnost až 63 %. Zvýšení této účinnosti lze docílit zaizolováním zákrytu, a to až na 72 %. Jako izolace se používá hliníková fólie. [13]

Spaliny jsou odváděny od každého zářiče samostatným odkouřením.

5.1.2 Světlé zářiče

Světlý zářič tvoří keramické perforované destičky, na jejichž povrchu dochází přímo k spalování směsi plynu a vzduchu. Při provozu tato plocha svítí. Povrchová teplota se pohybuje mezi 850 až 950 °C. Výkony zářičů jsou od 3,5 do 50 kW. Světlé zářiče je nutné umístit do výšky více než 4 m. Lze je zavěsit až do 20 m nad povrch.



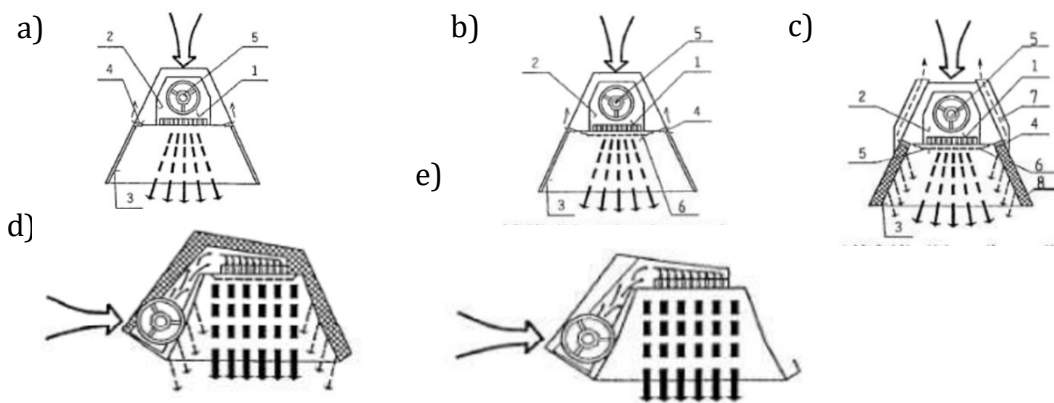
Obr. 17 Světlý zářič [25]

Nejjednodušší konstrukcí světlého zářiče je zářič s otevřenou komorou. Přímo pod směšovací komorou jsou umístěny keramické destičky. Otvor pro odvod spalin je mezi komorou a reflexním zákrytem. Sálavá účinnost tohoto zářiče je 58 %.

63 % sálavou účinnost má zářič doplněný navíc o kovovou sálavou mřížku, která je umístěna pod keramickou destičku.

Dalšího zvýšení sálavé účinnosti lze dosáhnout zaizolováním reflexního zákrytu a předeřtím spalovací směsi. Spaliny nejsou odváděny volně, ale kanálem kolem směšovací komory a tím předeřtívají spalovací směs. Takovýto zářič má sálavou účinnost až 73 %.

Spalovací komora může být také uzavřená. Takovýto zářič neizolovaný dosahuje sálavé účinnosti 67 % a plně izolovaný až 82 %. [13]



Obr. 18 Schéma světlého zářiče [13]

a) S otevřenou komorou; b) S otevřenou komorou a sálavou mřížkou; c) Se sálavou mřížkou a předeřtem spalovací směsi, izolovaný zákryt; d) Suzavřenou komorou; e) Suzavřenou izolovanou komorou

5.2 Návrh vytápění infračervenými plynovými zářiči

5.2.1 Tepelná ztráta

Stejně jako v předchozí kapitole, lze pro výpočet tepelné ztráty objektu vytápěného infrazářiči použít speciální výpočet zohledňující proměnou teplotu po výšce objektu.

Pro výpočet tepelné ztráty nad úrovní zářičů lze uvažovat teplotní gradient 0,5 K/m.

Infračervené zářiče dosáhnou požadovaného výkonu velmi rychle, tmavé do 30 min a světlé již do 5 minut [7]. Toho lze využít pro návrh vytápění v provozech s delšími provozními přestávkami. Např. mimo pracovní dobu může být vytápění ztlumeno nebo úplně vypnuto, čímž se docílí velké úspory energie. Zářiče se navrhují na výkon navýšený o zátopovou přírážku, aby došlo k velmi rychlému vytopení na požadovanou teplotu.

5.2.1.1 Větrání

Intenzita výměny vzduchu pro vytápění plynovými infrazářiči je stanovena normami min. 0,5 h⁻¹ pro tmavé zářiče a pro světlé jsou normy ještě přísnější. Je to z důvodu, že spaliny jsou vypouštěny přímo do interiéru. Spolu s návrhem zářičů je tedy nutno navrhnout i systém větrání, který automaticky sepne při provozu zářičů.

Vysoká intenzita výměny vzduchu zvyšuje ztráty větráním.

Tuto ztrátu lze však snížit využitím spalin pro ohřev přiváděného vzduchu.

5.2.2 Metodika návrhu

Po výpočtu tepelných ztrát se zohledněním všech korekčních součinitelů se přejde k samotnému rozmístění zářičů. Je důležité dodržet odstupové vzdálenosti od zářičů stanovené výrobcem. Tepelné pohody lze dosáhnout pouze při zajištění rovnoměrného osálení vytápěného prostoru.

Potřebný instalovaný výkon zářičů se stanoví ze závislosti na celkové potřebě tepla, výsledné teplotě ve vytápěném prostoru, výpočtové venkovní teplotě, podlahové ploše a součinitelích dle jednotlivých typů zářičů, jejich poloze, atd.

5.2.2.1 Intenzita osálení

Hygienickými předpisy je stanoveno, že intenzita osálení nesmí překročit 200 W/m^2 [45]

5.2.3 Rozmístění

Pro rozmístění zářičů je rozhodující úhel jádrového sálání. Tento úhel vymezuje oblast, kam je dodáváno 90 % ze sálavého výkonu zářiče. Tepelné pohody je dosaženo, pokud se tyto oblasti sousedních panelů protínají ve výšce min 1,5 m nad podlahou.

Pro tmavé zářiče se úhel jádrového sálání pohybuje od 90° do 130° . Úhel pro světlé zářiče se pohybuje mezi 60° až 90° .

Zářiče je také možné zavěsit šikmo na boční stěny. Maximální úhel odklonu od vodorovné polohy je 30° . [7]

5.2.4 Výhody a nevýhody

5.2.5 Výhody

- systém umožňuje modularitu – vytápění po sekcích
- malá setrvačnost – rychlá reakce na regulační zásah
- využití ve velmi vysokých halách
- nízké pořizovací náklady - tmavé; světlé jsou ještě levnější než tmavé.

5.2.6 Nevýhody

- tmavé - požadavek normy na intenzitu výměny vzduchu je $0,5 \text{ h}^{-1}$, za všech provozních režimů, to znamená, dochází k velkým tepelným ztrátám větráním v objektech, kde by byla intenzita větrání při použití jiného systému vytápění nižší (např. skladovací haly, automatické výrobní linky, ...)
- vysoký tepelný tok – nutnost odstupů od zářičů (omezení prostorového využití haly)
- tmavý - od každého zářiče samostatné odkouření a odvod střechou – problematický detail prostupu střechou – riziko zatékání
- světlý – spaliny vypouštěny přímo do vytápěného prostoru – enormně vysoké požadavky na větrání způsobující velké tepelné ztráty větráním
- zvýšené požadavky požární bezpečnosti
- omezení minimálního měrného objemu prostoru, ve kterém smějí být použity světlé i tmavé plynové infrazářiče, je 10 m^3 na 1 kW instalovaného výkonu [41]

6 Vytápění lokálními elektrickými topnými tělesy

Lokálními tělesy jsou myšleny jednotky umístěné ve vytápěném interiéru v prostorech, kde je potřeba vytvořit tepelnou pohodu. Teplo vyrobené z elektrické energie je přímo předáno do prostoru. Nedochází tak ke ztrátě při transportu.

Dříve se používala elektrická topná tělesa převážně akumulčního typu. Bylo to kvůli podpoře odběru energie převážně v noci, aby došlo k zrovnoměření zatížení elektrické sítě. Pro odběr byl zaveden zvýhodněný tarif elektrické energie, tzv. noční proud.

V dnešní době však už využití akumulčního typu topidel upadá, protože tzv. noční proud již nemá tak výhodné sazby.

6.1 Rozdělení vytápěcích elektrických systémů

Dělení dle:

- Používání:
 - občasné (př. v okrajových obdobích topné sezóny nebo jako záložní zdroj při extrémním poklesu teplot)
 - trvalé (hlavní zdroj tepla)
- Systém předání tepla:
 - prouděním
 - sáláním
 - vedením
- Druh tepelného zdroje:
 - lokální - samostatné pro každou místnost nebo její část
 - centrální – jeden zdroj pro celý objekt
 - velkoplošné – topná tělesa jsou uložena v konstrukci (podlahové, stěnové, stropní)
 - kombinace
- Využití energie v čase:
 - akumulční – teplo vytvořené elektrickou energií je uloženo (ve vodě, betonu, šamotu, ...) a postupně vydáváno
 - přímé – přeměna elektrické energie na teplo a jeho vydávání probíhá současně
 - poloakumulční

6.2 Lokální systémy

Jak už bylo výše zmíněno, jedná se o jednotky přímo umístěné ve vytápěném prostoru. V dnešní době to jsou především tělesa přímotopného typu. Takovýmto jednotkám lze regulovat provoz pouze na dobu, kdy je teplo v daném prostoru potřeba. Vytápění elektřinou je oproti jiným médiím drahé, ale díky snadné regulaci může celkový provoz vyjít levněji.

Lokální jednotky nejsou složité na instalaci, v mnohých případech je stačí zapojit do elektrické zásuvky a mnohé z nich jsou i snadno přemístitelné.

6.2.1 Typy topných těles

6.2.1.1 Elektrické konvektory

Jedná se o otopná tělesa, u nichž je teplo okolí předáváno konvekcí – prouděním. Využívá se přirozeného nebo nuceného pohybu vzduchu. Jmenovitý výkon těles se pohybuje od 500 do 3000 W. [7]

Topným prvkem jsou topné trubky, které jsou uloženy v plechové konstrukci, ve které jsou otvory, ve spodní části nasávací a v horní výdechové.

6.2.1.2 Elektrické infrazářiče

Teplo se z el. infrazářičů přenáší pomocí záření o vlnové délce 10^{-7} až 10^{-4} m, které lze nazvat sáláním. Sálavý zdroj tepla lze použít v provozech s různými teplotními zónami. Významnou vlastností infrazářičů je směřování tepla, čímž lze soustředit teplo pouze do místa, kde ho je zapotřebí. Tak lze vytvořit tepelnou pohodu při relativně nízké spotřebě energie.

Tmavé elektrické infrazářiče neboli sálavé panely mají teplotu povrchu od 80 °C do 300 °C a jejich výkon je 50 W až 2400 W [7]. Sálavý panel je tvořen výhřevným prvkem (topnou fólií, drátem, atd.) a pláštěm (může být kovový, kovový s křemičitým nástřikem, kamenný, keramický, atd.). Panely se připevňují na strop nebo stěnu a je u nich nutné dodržet odstupové vzdálenosti stanovené výrobcem.

Světlé infrazářiče jsou tvořeny keramickým tělískem nebo kovovou trubicí s keramickou náplní. Tento zdroj sálání je zahříván odporovým drátem na 400 až 980 °C a je umístěn v reflektoru.

6.3 Výhody a nevýhody

6.3.1 Výhody

- zónování – například lokální přitopení v místě pohybu osob.
- jednoduchost instalace.
- nízkoteplotní panely – bezpečná dotyková teplota.
- malá setrvačnost – rychlá reakce na regulační zásah
- snížení prašnosti a kolísání vlhkosti.

6.3.2 Nevýhody

- vysoké provozní náklady.

7 Teplovzdušné vytápění

Tepelná energie je dodávána do vytápěného prostoru s proudícím teplým vzduchem. Díky menšímu měrnému teplu je vzduch výrazně horší teplonosné médium než například voda, a proto pro přenesení potřebného výkonu je nutno dimenzovat velké rozvody.

Teplovzdušné vytápění předává teplo pouze prouděním, proto je pro dosažení tepelné pohody nutné ohřát vzduch v pobytové zóně na požadovanou teplotu. Pro výpočet tepelné ztráty je nutno uvažovat stoupání výpočtové vnitřní teploty po výšce objektu o 0,8 až 1 K/m [7]. Pod střešním pláštěm vzniká tzv. tepelný polštář, vrstva vzduchu o velké teplotě. Čím je vyšší teplota, tím je vyšší rozdíl mezi teplotou v exteriéru a interiéru a tím jsou i vyšší tepelné ztráty prostupem.

7.1 Dělení teplovzdušného vytápění

Teplovzdušné vytápění lze dělit dle místa přípravy (ohřevu) vzduchu:

- Centralizované - pro celý objekt / část objektu je centrální úprava vzduchu, z níž jsou vedeny potrubní rozvody k distribučním prvkům. V těch může docházet k finální úpravě vzduchu.
- Lokální - jednotlivé jednotky jsou umístěné u obvodu objektu. Nasávají čerstvý vzduch z exteriéru nebo směs čerstvého a cirkulačního vzduchu. Celá úprava vzduchu probíhá přímo v jednotce.

Vytápění hal centralizovanými teplovzdušnými systémy je často spojeno i s větráním a chlazením. Návrhem takovýchto soustav se zabývá obor vzduchotechniky a z důvodu obsáhlosti dané problematiky nebude v této práci detailněji rozepsáno.

7.1.1 Lokální jednotky teplovzdušného vytápění

Lokální jednotka je zařízení umístěné přímo ve vytápěném prostoru. Skládá se z ventilátoru a za ním umístěného výměníku, kde se přiváděný vzduch ohřívá a dále je hnán do vytápěného prostoru. Tyto jednotky jsou nazývány „sahary“.

Vzduch do jednotek je nejčastěji přiváděn přímo z interiéru. Jednotky, tak slouží pouze pro vytápění. Další možností je napojení jednotek na exteriér a případné směšování vzduchu s interiérovým cirkulačním vzduchem. Takovéto jednotky pokrývají i potřeby větrání. Pro větší úsporu energie lze jednotky propojit se zařízením zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu.

7.1.1.1 Vodní a parní jednotky

Teplonosným médiem, od kterého se ohřívá vzduch ve výměníku, je horká voda nebo pára. Tento způsob vytápění je v dnešní době již zastaralý a navrhuje se jen ve výjimečných případech (př. dodávka topné vody jako odpadní teplo z technologií v průmyslovém areálu)

7.1.1.2 Přímotopné plynové jednotky

Tyto jednotky obsahují robustní výměník se spalovací komorou a vzduch je ohříván od spalin vedených výměníkem.

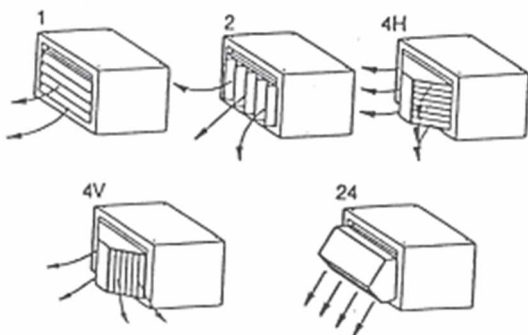
Odvod spalin z jednotek musí být zajištěn mimo vytápěný prostor. Používá se přirozený i nucený odvod.

7.1.1.3 Elektrické jednotky

Vzduch je v této jednotce ohříván v topné baterii, kterou prochází.

7.1.1.4 Umístění jednotek

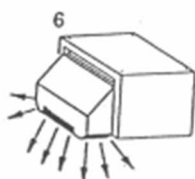
Jednotky lze umístit na obvodové stěny. Jedná se o jednotky typu GNS s axiálním ventilátorem.



Obr. 19 Vyústky pro instalaci na jednotky GNS s axiálním ventilátorem [33]

1- vyústka s vodorovnými lamelami, 2- vyústka se svislými lamelami, 4H-vyústka 2 x 45° s vodorovnými lamelami, 4V-vyústka 2 x 45° se svislými lamelami, 24-vyústka podstropní 45° bez lamel

Jednotky typu GNC s radiálním ventilátorem se umísťují pod střešní plášť. Stropní rozdělovač má větší odpor, který by axiální ventilátor nezvládl.



Obr. 20 Stropní rozdělovač 90° (6) pro instalaci na jednotky GNC s radiálním ventilátorem [33]

Doporučené výšky zavěšení a dosahy proudů jednotek jsou uvedeny výrobcem. Překročení maximální výšky zavěšení vede k nedotápní pobytové zóny a tvorbě „tepelného polštáře“ pod střešou. Optimální je navržená jednotka s dosahem proudu 2/3 šířky haly, což postačí na dodávku tepla po celé šířce haly.

Důležitá pro fungování celé soustavy je instalace destratifikátorů. Jedná se o zařízení sloužící k cirkulaci vzduchu, zajišťující rozprouzení „polštáře“, který se vytváří pod střešním pláštěm. Teplý vzduch je hnán z horních vrstev směrem dolů do pobytové zóny. Destratifikátory se umísťují naproti jednotce nad zónu, v níž už je rychlost vzduchu malá. Vhodná pozice destratifikátoru je také do středu mezi dvěma jednotkami.

7.2 Výhody a nevýhody

7.2.1 Výhody

- možnost navrhnout jako nízkoteplotní systém – využití nízkoteplotních zdrojů (tepelná čerpadla, zbytkové teplo z technologií, ...)
- neomezuje prostorové využití haly
- možnost využití rekuperace a tím úsporného větrání haly
- u návrhu teplovzdušného vytápění jako systému vzduchotechniky lze přiváděný vzduch upravovat

7.2.2 Nevýhody

- dochází k víření vzduchu – víření prachu
- hlučnost
- teplota vzduchu enormně stoupá po výšce objektu (nutnost použití destratifikátorů)
- vyšší provozní náklady (např. proti sálavému vytápění)

8 Kombinované vytápění

Kombinovaným vytápěním se myslí použití dvou a více způsobů vytápění. Každá kombinace má svůj specifický návrh a těchto kombinací existuje nespočet.

Zkombinováním systémů se snažíme využít výhodu jednotlivých systémů a eliminovat jejich nevýhody.

Zde je několik příkladů kombinovaných systémů:

- **Teplovodní podlahové vytápění a otopná tělesa**

Velkou nevýhodou podlahového vytápění je malý měrný výkon. Vysokého měrného výkonu je však zapotřebí jen v krátkém období topné sezóny, pouze za extrémních mrazů. Pro vytápění v těchto obdobích jsou v provozu jak otopná tělesa, tak podlahové vytápění. Po zbytek topné sezóny stačí, když je využíváno pouze podlahového vytápění, které vytváří příjemné homogenní prostředí a pro člověka příjemné teplo od nohou.

- **Sálavé a teplovzdušné vytápění**

Sálavé vytápění je úspornější než teplovzdušné. Do vytápěného prostoru je však zapotřebí dodávat čerstvý vzduch a u velkých halových objektů, které jsou často bez oken, tato potřeba není pokryta přirozenou infiltrací. Proto je zapotřebí, provést návrh nuceného větrání. Vhodné je přiváděný vzduch předem ohřát, aby nebyl do prostoru dodáván „mrazivý“ vzduch z exteriéru. K tomu lze využít jednotky používané pro teplovzdušné vytápění a pokrýt tak jimi tepelnou ztrátu větráním. Zároveň lze systém nuceného větrání zkombinovat s rekuperací.

Kombinace s teplovzdušným vytápěním, které pokrývá tepelnou ztrátu větráním, je možná s jakýmkoliv jiným systémem.

- **Sálavé panely a otopná tělesa**

Sálavé panely pokrývají většinu potřebného výkonu a v otevřené dispozici (př. tělocvična) vytápí prostor, kam by otopná tělesa nemohla být umístěna. Otopná tělesa jsou rozmístěna po obvodě objektu, například pod okny a pokrývají ztrátu obvodovými stěnami.

9 Závěr

Každý systém vytápění má své výhody a nevýhody a pro zvolení konkrétního systému je zapotřebí zvážit mnoho faktorů.

Mezi důležité faktory, které musíme při výběru systému vytápění zvážit, patří:

- pořizovací náklady
- náklady na provoz
- dispoziční řešení objektu
- proveditelnost – zda je možné např. zavěšení panelů nebo zásah do podlahové konstrukce
- stavebně konstrukční řešení objektu
- využití objektu
- provoz objektu
- dostupnost paliv, energií a elektřiny v dané lokalitě
- požadavky investora.

Obecně však lze říci, že pro vytápění velkoprostorových halových objektů jsou vhodnější systémy předávající teplo sáláním než konvekcí, protože požadované tepelné pohody osob je dosaženo při nižší teplotě vnitřního vzduchu, s čímž souvisí i nižší spotřeba tepla.

Zdroje

Knižní zdroje:

- [1] BAŠTA, Jiří. Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 9788024735245.
- [2] BAŠTA, Jiří a Karel KABELE. *Otopné soustavy teplovodní*. 3. přeprac. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2008. ISBN 9788002020646.
- [3] JELÍNEK, Vladimír. *Technická zařízení budov*. Praha: České vysoké učení technické, 1993. ISBN 8001009378.
- [4] JELÍNEK, Vladimír. *Technická zařízení budov: podklady pro projekty*. 3., přeprac. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 9788001046661.
- [5] KABELE, Karel. *Energetické a ekologické systémy 1: zdravotní technika, vytápění*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005. ISBN 8001033279.
- [6] PAPEŽ, Karel. *Technická zařízení budov*. Praha: České vysoké učení technické, 1996. ISBN 8001015319.
- [7] PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění velkoprostorových a halových objektů*. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 8080760403.
- [8] *Sálavé vytápění hal*. Uherské Hradiště: Schulte, 2003.
- [9] *Hospodárné vytápění hal: Rheinland teplovzdušné systémy*. Loděnice: Kovo - Technik, 2002.
- [10] *Vytápění závěsnými plynovými světlymi zářiči: projektování, instalace a provoz : technická pravidla, schválena dne 4.5.2005*. 1. Říčany u Prahy: GAS, 2005. Technická pravidla. Tepelné zářiče. ISBN 807328071X.

Internetové zdroje:

- [11] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Hala>
- [12] <https://product-selection.grundfos.com/sizing-by-application.html?qcid=157490677>
- [13] http://users.fs.cvut.cz/~hojerond/index_soubory/SPV2.pdf
- [14] <http://vetrani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/28-vnitri-vypoctove-teploty-dle-csn-en-12831-a-doporucene-relativni-vlhkosti-vzduchu-dle-csn-06-0210>
- [15] <http://vytapani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vytapani/15560-prehled-novych-csn-v-oboru-vytapani-a-priprava-teple-vody-leden-a-unor-2017>
- [16] <http://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/3442-podlahove-vytapani-ii>
- [17] <http://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani>
- [18] <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/60-tlakova-expanzni-nadoba>
- [19] <http://www.4heat.cz/produkty/tmave-infra-zarice-xenon/xenon-eco-i/>
- [20] <http://www.4heat.cz/wp-content/uploads/Manual-n%C3%A1vrh-infraz%C3%A1%C5%99i%C4%8D%C5%AF-postupy160420142.pdf>
- [21] <http://www.ivarcs.cz/cz/automaticky-dopousteci-ventil-ivar-adv-850>
- [22] <http://www.ivarcs.cz/cz/pojistny-ventil-pro-teplou-vodu-ivar-pv-kb>
- [23] <http://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-a-automaty>
- [24] <http://www.stylove-topeni.cz/plynovy-svetly-infrazaric-dc-12p-eco-nerezovy-reflektor-standard-p139155/>

- [25] <http://www.sabiana.cz/cz/produkty/salave-panely/>
- [26] http://www.sabiana.cz/cms_soubory/produkty/35.pdf str. 16
- [27] <http://www.stylove-topeni.cz/plynovy-svetly-infrazaric-dc-12p-eco-nerezovy-reflektor-standard-p139155/>
- [28] <http://www.teplovhale.cz/technologie/salave-infrazarice-schulte/>
- [29] <https://www.topenilevne.cz/kiiptherm-vicevrstva-trubka-pex-al-pex-18x2-95-c-1m-p6586/#gallery>
- [30] <http://www.topeni-pro-haly.cz/index.html>
- [31] <http://www.tzb-info.cz/3235-teplovzdušne-ventrání-a-vytápení-teorie-a-schemata-i>
- [32] <http://www.tzb-info.cz/3470-vytápení-průmyslových-a-velkoprostorových-objektů-viii-1-cast>
- [33] <http://www.tzb-info.cz/396-k-primému-vytápení-velkých-hal>
- [34] <http://www.tzb-info.cz/710-rheinland-vytapecí-a-ventrací-systém-velkých-prostor>
- [35] <https://www.vaillant.cz/pro-zakazniky/produkty/zavesne-plynové-kotle/>
- [36] <http://www.tzb-info.cz/pravni-předpisy/vyhláška-c-194-2007-sb-ktérou-se-stanovi-pravidla-pro-vytápení-a-dodávku-teplé-vody>

Normy

- [37] ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení
- [38] ČSN EN 1264 Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy
- [39] ČSN EN 12828 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav
- [40] ČSN EN 12831 Otopné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro tepelné ztráty
- [41] ČSN EN 13410 Závěsná sálavá topidla na plynná paliva - Požadavky na větrání prostorů pro všeobecné použití vyjma domácností
- [42] ČSN EN 1443 Komíny - Všeobecné požadavky
- [43] ČSN EN 15251 Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky
- [44] Nařízení vlády 32/2016 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů
- [45] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- [46] Vyhláška č. 237/2014 Sb. kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími a registrujícími dodávku tepelné energi

PRAKTICKÁ ČÁST

10 Projekt vytápění

10.1 Technická zpráva

10.1.1 Úvod

Tento projekt řeší vytápění a zdroj tepla objektu č. 9 v průmyslovém areálu Vzduchotechnik s.r.o. Chrastava. Projekt je zpracován v rozsahu pro vydání stavebního povolení.

- umístění objektu: Chrastava, zastavěná část obce – stávající průmyslový areál
- majitel objektu: Vzduchotechnik s.r.o. Chrastava
- popis objektu: samostatně stojící jednolodní hala, d. 40 m, š. 18 m, v. 5 m
- popis provozu v objektu: dvousměnný provoz, 5 dnů v týdnu, balení a expedice zboží

10.1.2 Podklady

- výkresová dokumentace: dodána investorem
- stavebně technický průzkum: dodáno investorem

10.1.3 Základní technické údaje

- klimatické údaje:

Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -18\text{ °C}$

- vnitřní výpočtové podmínky (požadavek investora)

Vnitřní výpočtová teplota: $t_i = 18\text{ °C}$

Intenzita výměny vzduchu: $n = 0,35\text{ h}^{-1}$

- tepelná bilance (podrobný výpočet viz část Výpočty a přílohy)

Celkové tepelné ztráty: $\Phi_c = \underline{44\ 532\text{ W}}$

10.1.4 Zdroj tepla

V rohu haly bude umístěn plynový zdroj pro vytápění o jmenovitém minimálním výkonu 12,5 kW a maximálním možném výkonu 45 kW. Místnost s kotlem není v daném případě kotelnou ve smyslu norem a platné legislativy.

10.1.4.1 Kotel

V hale bude instalován závěsný kondenzační plynový kotel **Vaillant VU 466/4-5 ecoTEC plus** 12,5 - 45 kW. Jedná se o kondenzační plynový kotel, v provedení C (uzavřený spotřebič). Čerpadlo není součástí kotle.

Kotel je na výstupu topné vody osazen uzavírací a zpětnou armaturou. Na zpátečce je uzavírací armatura.

Výstupní teplota topné vody z kotle bude regulována podle vnitřní teploty v hale s maximem 75/55°C.

10.1.4.2 Odkouření

Kotel bude v uzavřeném provedení typ „C“ s externím přívodem spalovacího vzduchu. Od kotle budou odkouření a přívod spalovacího vzduchu vedeny nad střechu. Toto je provedeno koncentrickým kouřovodem Ø 80/125 mm. Výška odkouření nad střechou musí být minimálně 500 mm.

Odkouření musí být provedeno technologií vhodnou pro plynná paliva v kondenzačním režimu (potrubí plynotěsné, odolné do 120 °C). Takovému zadání vyhovují plastové komínové systémy.

10.1.4.3 Jištění, expanze a doplňování

Jištění otopného systému je provedeno pojistným ventilem **Duco ½" x ¾"** na výstupu z kotle. Otvírací přetlak pojistného ventilu je 0.25 MPa.

Pro zajištění dostatečné expanze bude osazena expanzní tlaková nádoba s membránou **Reflex N6 18/6** s plnicím přetlakem 100 kPa. Připojení otopné soustavy na expanzní nádobu bude potrubím DN 15.

Doplňování vody do soustavy bude automatickým napouštěcím ventilem **IVAR ADV 850** s redukcí tlaku při poklesu tlaku. Voda bude na vstupu do systému upravována katexovým filtrem.

10.1.4.4 Čistota ovzduší

Z hlediska zákonů (201/2012 Sb., zákon o ochraně ovzduší) je zdroj do 300kW příkonu posuzován jako "malý zdroj znečišťování" bez zvláštních požadavků. Bude použit kotel splňující emisní požadavky doložené certifikátem dle §16 (2).

10.1.4.5 Regulace

Regulace zdroje bude plně automatická umožňující pouze občasný dohled. Regulace bude pomocí bezdrátového čidla teploty umístěného uvnitř dispozice cca 1,2 m nad podlahou. Čidlo bude shora chráněno stříškou proti sálavému účinku.

10.1.4.6 Výstupní okruhy

Potrubí zdroje jsou **ocelová DN 32**. Kotel je osazen **čerpadlem GRUNDFOS Alfa2 25-60 180**. Na výstupu z kotle jsou osazeny uzavírací armatury. Dále je osazena **hydraulická výhybka Vaillant WH 40**, která je vybavena ventilem pro vypouštění. Na výhybku je napojen okruh pro vytápění s uzavíracími armaturami, teplotoměry a odvzdušněním. Armatury jsou příslušné k potrubí. Závitové komponenty, které vyžadují občasnou demontáž, budou osazeny vhodným šroubením tak, aby demontáž a montáž byla proveditelná bez svařování.

Všechna potrubí jsou spádována k místům vypouštění. Minimální sklon potrubí je 0.3%. Nejnížší místa jsou osazena vypouštěcími armaturami. Nejvyšší místa rozvodů jsou osazena odvzdušněním.

Potrubí jsou podepřena na konzolách ze zdi nebo zavěšena na lankách.

Potrubí budou před uvedením propláchnuta tlakovou vodou a bude na nich provedena tlaková zkouška.

10.1.5 Páteřní rozvody vytápění

Potrubní rozvody od zdroje k zavěšeným sálavým panelům jsou **souproudé (Tiechelman)**. Potrubí je z **trubek ocelových DN 32**.

Pro závěsy potrubí budou osazeny pomocné ocelové profily kotvené do nosných částí střechy.

10.1.6 Otopná soustava

Vytápění haly je 4 řadami sálavých panelů **SABIANA Duckstrip DS2-09 š. 900 mm**, délka jedné řady je 36 m. Rozteč topného potrubí v panelech bude 150 mm. Panely jsou zavěšené na řetězových závěsech, které jsou zavěšeny na pomocné ocelové profily umístěné mezi nosné části střechy, vzdálenost zavěšení je 1,5 m. Teplovodní napojení je osazeno na jedné straně řady. Řady jsou zapojeny přes rozdělovač model D.

10.1.7 Závěr

Tato dokumentace byla vypracována dle platných ČSN, legislativních předpisů a dle zadávacích požadavků GP v rozsahu rozšířené projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení.

10.2 Výpočty a přílohy

10.2.1 Obálka budovy:

Fasáda SO91 KS1000AWP 120mm	U= 0,19 W/(m ² K)
Dveře	U= 1,5 W/(m ² K)
Vrata	U= 1,7 W/(m ² K)
Podlaha přilehlá k zemině	U= 1,36 W/(m ² K)
Světlík	U= 2,2 W/(m ² K)
Střecha SCH31 KS1000XDEK 100 mm	U=0,19 W/(m ² K)

10.2.2 Podrobný výpočet tepelné bilance pro vytápění ZSP

Díky převážné sálové složce lze dosáhnout požadované výsledné teploty při nižší teplotě vnitřního vzduchu. Spotřebu tepla lze snížit až o 30 %, proto je zde aplikován podrobný výpočet dle *Vytápění velkoprostorových a halových objektů [7]*

10.2.2.1 Celkové tepelné ztráty:

$$\Phi_c = [\Phi_p + (-\Phi_z) + \Phi_v] \cdot e = (23\,482,7 + 0 + 15\,241,0) \cdot 1,15 = \underline{\underline{44\,532,3\,W}}$$

Φ_p tepelné ztráty prostupem tepla stavebními konstrukcemi	23 482,7 W
Φ_z tepelné zisky	0 W
Φ_v tepelné ztráty větráním	15 241,0 W
e přírážka na zátop ⁴	1,15

10.2.2.2 Výpočet tepelné ztráty prostupem tepla Φ_p

$$\Phi_p = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4 = 13\,456,8 + 4\,145,4 + 782,7 + 5\,097,8 = \underline{\underline{23\,482,7\,W}}$$

- Φ_1 tepelná ztráta prostupem tepla podlahou (W)
- Φ_2 tepelná ztráta prostupem tepla obvodovými konstrukcemi pod rovinou ZSP (W)
- Φ_3 tepelná ztráta prostupem tepla obvodovými konstrukcemi nad rovinou ZSP (W)
- Φ_4 tepelná ztráta prostupem tepla střešní konstrukcí (W)

Hodnoty Φ_i viz následující podkapitoly

⁴ Pro 5 denní pracovní týden a 2 směnný provoz

10.2.2.3 Výpočet tepelné ztráty prostupem tepla podlahou Φ_1

$$\Phi_1 = \Lambda_1 \cdot A_1 \cdot (\Theta_{i,1} - \Theta_{e,zem}) \quad (\text{W})$$

Λ_1 plošná tepelná propustnost podlahy (W/(m².K))

$$\Lambda_1 \frac{h_1 \cdot U_1}{h_1 - U_1} = \frac{5,8 \cdot 1,36}{5,8 - 1,36} = 1,78 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

h_1 součinitel přestupu tepla na vnitřní straně podlahy 5,8 W/(m².K)

U_1 součinitel prostupu tepla podlahou (W/(m².K))

A_1 plocha podlahy (m²)

$$A_1 = 40 \cdot 18 = 720 \text{ m}^2$$

$\Theta_{i,1}$ teplota vnějšího povrchu podlahy (°C)

$$\Theta_{i,1} = \Theta_v + \Delta\Theta_1 = 18 + 2,5 = 20,5 \text{ °C}$$

Θ_v výsledná teplota (°C)

$\Delta\Theta_1$ korekční teplotní rozdíl (určení dle poměru h^2/A_1)

$\Theta_{e,zem}$ průměrná teplota země, u nepodsklepených halových objektů 10 °C.

$$\Phi_1 = 1,78 \cdot 720 \cdot (20,5 - 10) = 13\,456,8 \text{ W}$$

10.2.2.4 Tepelná ztráta prostupem tepla obvod. konstr. pod rovinou ZSP Φ_2

$$\Phi_2 = \sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j \cdot (\Theta_{i,2} - \Theta_e) \quad (\text{W})$$

U_j součinitel prostupu tepla j-té kce (W/(m².K))

A_j plocha j-té konstrukce (m²)

Θ_e výpočtová venkovní teplota v zimním období (°C)

$\Theta_{i,2}$ výpočtová vnitřní teplota pod rovinou ZSP (°C)

$$\Theta_{i,2} = \frac{\Theta_i \cdot h_1 + \left(\Theta_i + \frac{(h-h_1) \cdot \left(\frac{\Delta\Theta_i}{\Delta H} \right)_1}{2} \right) \cdot (h-h_1)}{h} = \frac{15,5 \cdot 1,7 + \left(15,5 + \frac{(4-1,7) \cdot 0,4}{2} \right) \cdot (4-1,7)}{4} = 15,765 \text{ °C}$$

Θ_i výpočtová vnitřní teplota (°C)

$$\Theta_{i,1} = \Theta_v - \Delta\Theta_1 = 18 - 2,5 = 15,5 \text{ °C}$$

Θ_v výsledná teplota (°C)

$\Delta\Theta_1$ korekční teplotní rozdíl (určení dle poměru h^2/A_1)

h_1 výška pracovní oblasti stojícího člověka 1,7 m

h výška zavěšení 4 m

$\left(\frac{\Delta\Theta_i}{\Delta H} \right)_1$ teplotní gradient pod rovinou ZSP (0,3 až 0,5 K/m)

Označení a popis konstrukce	Plocha konstrukce						Součinitelel prostupu tepla konstrukcí (včetně tepelných mostů a skladeb)	Tepelná ztráta prostupem tepla obvodovými konstrukcemi pod rovinou ZSP
	délka	šířka nebo výška	plocha	počet otvorů	plocha otvorů	plocha bez otvorů		
						A		
m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W	
SO - ochlazovaná stěna OD - ochlazované okno DO - ochlazované dveře SN - vnitřní stěna DN - vnitřní dveře PDL - podlaha STR - strop SCH - střecha								
SO	116	4	464		23,4	440,6	0,19	2826,6
DO - Dveře	0,9	2	1,8	2	3,6	3,6	1,5	182,3
DO - Vrata	3	3,3	9,9	2	19,8	19,8	1,7	1136,5

$$\Phi_2 = 4145,4 \text{ W}$$

10.2.2.5 Tepelná ztráta prostupem tepla obvod. konstr. nad rovinou ZSP Φ_3

Nad rovinou ZSP tzv. „tepelný polštář“.

$$\Phi_3 = \sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j \cdot (\theta_{i,3} - \theta_e) \quad (\text{W})$$

$\theta_{i,2}$ výpočtová vnitřní teplota pod rovinou ZSP (°C)

$$\theta_{i,3} = \theta_{i,2} + \frac{\left(\frac{\Delta\theta_i}{\Delta H}\right)_2 (H-h)}{2} = 15,765 + \frac{3,5(5-4)}{2} = 17,515 \text{ °C}$$

$\theta_{i,2}$ výpočtová vnitřní teplota pod rovinou ZSP (°C)

H průměrná výška halového objektu 5 m

h výška zavěšení 4 m

$\left(\frac{\Delta\theta_i}{\Delta H}\right)_1$ teplotní gradient pod rovinou ZSP (2 až 5 K/m)

Označení a popis konstrukce	Plocha konstrukce						Součinitelel prostupu tepla konstrukcí (včetně tepelných mostů a skladeb)	Tepelná ztráta prostupem tepla obvodovými konstrukcemi pod rovinou ZSP
	délka	šířka nebo výška	plocha	počet otvorů	plocha otvorů	plocha bez otvorů		
						A		
m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W	
SO - ochlazovaná stěna OD - ochlazované okno DO - ochlazované dveře SN - vnitřní stěna DN - vnitřní dveře PDL - podlaha STR - strop SCH - střecha								
SO	116	1	116		0	116	0,19	782,7

$$\Phi_3 = 782,7 \text{ W}$$

10.2.2.6 Tepelná ztráta prostupem tepla střešní konstrukcí Φ_4

$$\Phi_4 = \sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j \cdot (\theta_{i,4} - \theta_e) \quad (\text{W})$$

$\theta_{i,2}$ výpočtová vnitřní teplota pod rovinou ZSP (°C)

$$\theta_{i,4} = \theta_{i,2} + \left(\frac{\Delta\theta_i}{\Delta H}\right)_2 \cdot (H - h) = 15,765 + 3,5 \cdot (5 - 4) = 19,265 \text{ °C}$$

Označení a popis konstrukce	Plocha konstrukce						Součinitel prostupu tepla konstrukcí (včetně tepelných mostů a skladeb)	Tepelná ztráta prostupem tepla obvodovými konstrukcemi pod rovinou ZSP
	délka	šířka nebo výška	plocha	počet otvorů	plocha otvorů	plocha bez otvorů		
SO - ochlazovaná stěna OD - ochlazované okno DO - ochlazované dveře SN - vnitřní stěna DN - vnitřní dveře PDL - podlaha STR - strop SCH - střecha	m	m	m ²		m ²	m ²	U _k	Φ ₂
	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W
SO	40	18	720		0	720	0,19	5097,8

$$\Phi_4 = 5097,8 \text{ W}$$

10.2.2.7 Výpočet tepelné ztráty větráním

$$\Phi_v = V_i \cdot c \cdot \rho \cdot (\theta_i - \theta_e) = 1260 \cdot 0,28 \cdot 1,2 \cdot (18 - (-18)) = 15\,240,96 \text{ W}$$

V_i výměna vzduchu ve vytápěném prostoru (m³/h)

$$V_i = V \cdot n = 3600 \cdot 0,35 = 1260 \text{ m}^3/\text{h}$$

V objem vzduchu místnosti $40 \cdot 18 \cdot 5 = 3600 \text{ m}^3$

n požadovaná intenzita výměny vzduchu $0,35 \text{ h}^{-1}$

c měrná tepelná kapacita vzduchu $0,28 \text{ W.h / kg.K}$

ρ hustota vzduchu $1,2 \text{ kg/m}^3$

θ_i vnitřní teplota vzduchu 18 °C

θ_e výpočtová venkovní teplota v zimním období -18 °C

10.2.4 Výpočet sálavé otopné plochy

Otopná plocha sálavých panelů:

Návrh na celkové tepelné ztráty stanoveny podrobným výpočtem pro sálavé vytápění.

$$A_{ZSP,návrh} = \frac{\Phi_c}{q_0} = \frac{44\,532}{359,5} = 123,87 \text{ m}^2$$

Φ_c celková tepelná ztráta místnosti⁵

q_0 měrný tepelný výkon ZSP (W/m^2) určí se z podkladů výrobců, dle zvolené šířky panelů a rozdílu teplot $\Delta\theta$

$$\Delta\theta = \frac{\theta_{m1} + \theta_{m2}}{2} - \theta_i = \frac{75 + 55}{2} - 15,5 = 49,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

θ_{m1} teplota přívodu topného média 75 °C

θ_{m2} teplota topného média ve vratném potrubí 55 °C

θ_i výpočtová vnitřní teplota 15,5 °C

10.2.5 Návrh sálavých panelů

SABIANA Duckstrip DS2-09 š. 900 mm, rozteč potrubí 150 mm,

$$q_0 = 359,5 \text{ W}/\text{m}^2$$

→ 4 řady panelů o délce 36 m

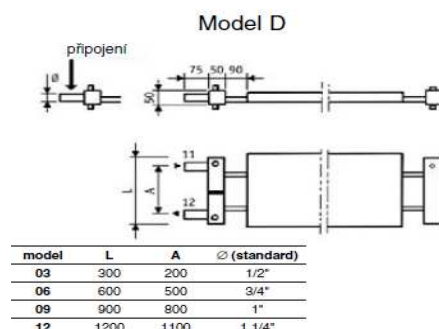
$$A_{ZSP,skut} = 4 \cdot 36 \cdot 0,9 = 129,6 \text{ m}^2 > A_{ZSP,návrh} = 123,9 \text{ m}^2$$

Skladba panelů v jedné řadě:

1 x počáteční díl 6 m

4 x střední díl 6 m

1 x koncový díl 6 m

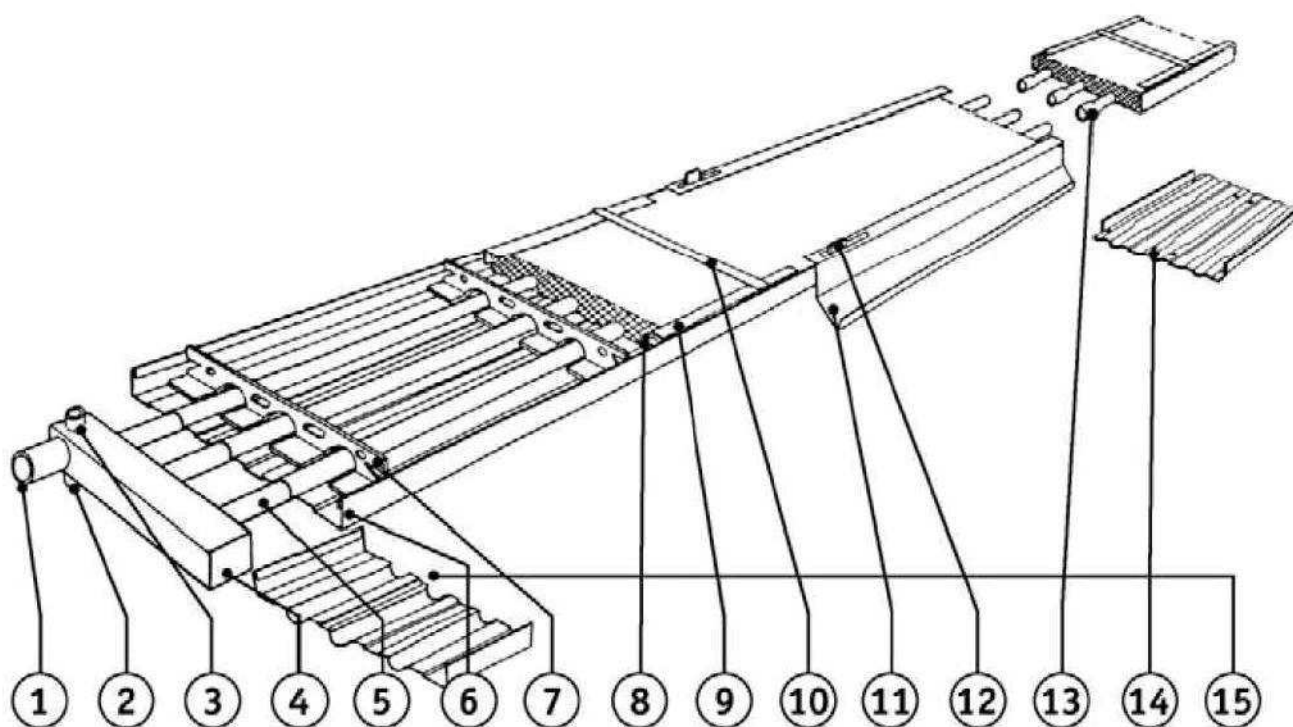


Zapojení panelů: **rozdělovač model D**

Obr. 21 Zapojení [27]

⁵ Návrh na maximální hodnotu, tedy dle ČSN EN 12831

Konstrukce panelu



- 1 - Připojení s vnějším závitem (\varnothing 1/2" - 3/4" - 1" - 1.1/4")
- 2 - Vypouštěcí nástavec \varnothing 3/8"
- 3 - Odvzdušnění \varnothing 3/8"
- 4 - Vstupní nebo koncový rozdělovač
- 5 - Ocelová trubka \varnothing 1/2"
- 6 - Plech sálavého panelu
- 7 - Závěsné rameno
- 8 - Izolace
- 9 - Podélné boční ohranění
- 10 - Záchytná lišta
- 11 - Anti-konvekční boční hrana (na vyžádání)
- 12 - Háček pro přichycení boční hrany
- 13 - Rozšířená koncovka pro propojení navařením
- 14 - Krycí deska spoje mezi panely
- 15 - Krycí deska spoje mezi panelem a rozdělovačem (na vyžádání)

Sálavé panely se skládají a jsou vyrobeny z:

- vysoce kvalitní oceli tloušťky 0,8 mm, tažené za studena. Do panelů o šířkách 300, 600, 900 a 1200 mm, délce 4 a 6 m (jiné délky na vyžádání) jsou usazena půlkruhová samosvorná pouzdra v rozteči po 100 nebo 150 mm dle jednotlivých typů, která slouží k přichycení potrubních rozvodů.

- Ocelové potrubí je zalisováno do půlkruhových samosvorných pouzder:

Standardní verze: do panelů je vkládáno potrubí o tloušťce trubky 1,5 mm, vnějším průměru 1/2", navařeno elektrickým obloukem. Potrubí je elektronicky testováno výrobcem. Standardní verze panelů jsou vhodné pro provozní tlak do 4 barů a maximální teploty vody do 120 °C. Panely mohou být na vyžádání vyrobeny pro provozní tlaky mezi 4 až 10 bary.

Speciální verze: do panelů je vkládáno bezešvé potrubí o tloušťce 2,35 mm (nebo obdobné) s vnějším průměrem 1/2", vhodné pro systémy s provozním tlakem do 16 barů a teplotou vody do 120 °C, případně do 180 °C.

Potrubní rozvody v sálavých panelech jsou na jednom konci rozšířené speciální koncovkou pro snadnější spojení svařením.

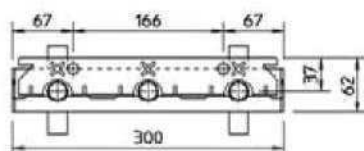
V případě, že pro spojení potrubí budou použity rychlospojky, je nutné potrubí dodat bez těchto speciálních koncovek.

- Úhlová ramena slouží pro připevnění panelů.
- Vstupní a koncové rozdělovače slouží pro paralelní připojení trubek. Každý rozdělovač je ve výrobním závodě svařen a otestován na požadovaný provozní tlak.
- Izolace ze skelné vaty různých velikostí (tloušťka 30, 40 a 50 mm) je z vrchní strany chráněna hliníkovou fólií. Jiné tloušťky nebo provedení jsou na vyžádání.
- Podélné boční ohranění je zhotoveno z natřených plechů a slouží k přichycení izolace.
- Záchytné lišty (umísťované v rozteči 1 m) brání uvolnění izolace.
- Krycí desky včetně rychlospojek slouží k zakrytí míst, kde se spojuje potrubí s rozdělovačem. Krycí desky mají stejný tvar i povrchovou úpravu jako sálavý panel.
- Pro zvýšení kvality a trvanlivosti laku je před vlastním nanášením barvy prováděn speciální fosfátový odmašťovací proces. Poté je nanesen a v peci při 180 °C vypálen epoxy-polyesterový nátěr. Standardní barevné provedení je RAL 9016. Jiné barvy na vyžádání.
Tato povrchová úprava není vhodná pro sálavé panely, jež budou instalovány ve vnějším prostředí.
- Třída odolnosti vůči ohni: A1
- součinitel emisivity sálavé plochy $\epsilon = 0,96$
- Veškeré nátěry splňují požadavky Evropské normy 76/769/EEC.

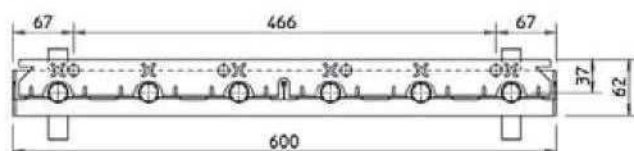
Modely a rozměry

Šířky panelů [mm]

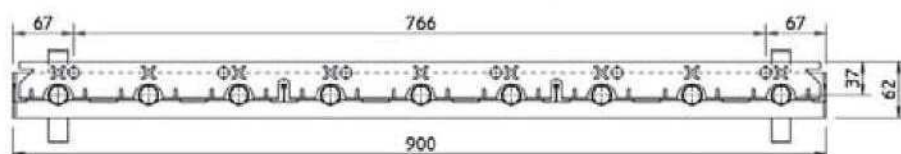
Model **DS3** - \varnothing 1/2" s roztečí potrubí 100 mm



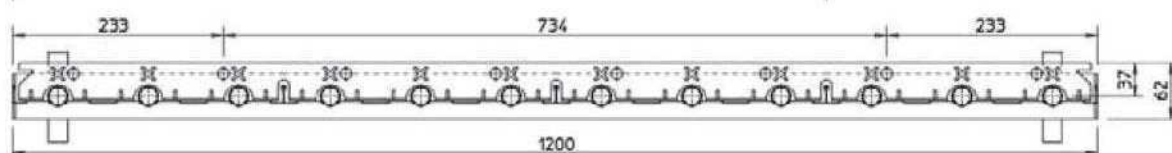
DS3-03



DS3-06

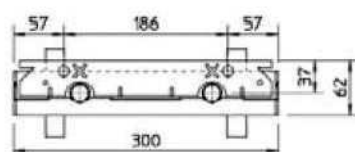


DS3-09

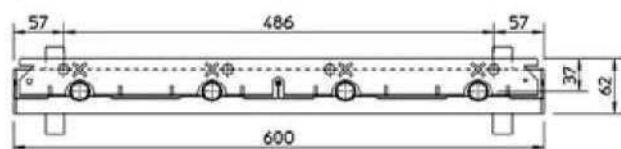


DS3-12

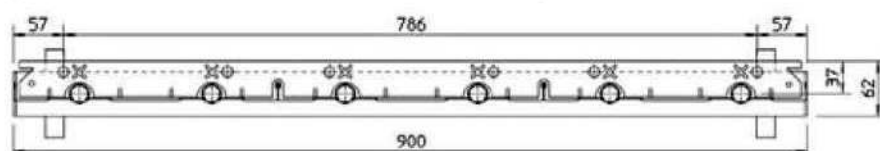
Model **DS2** - \varnothing 1/2" s roztečí potrubí 150 mm



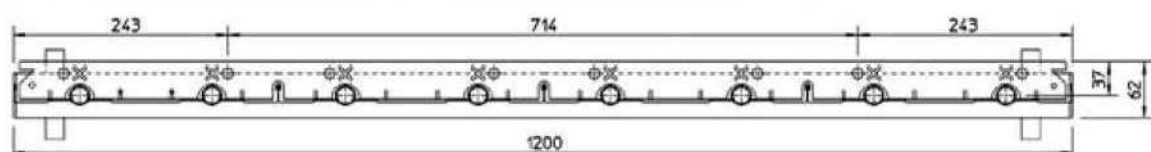
DS2-03



DS2-06

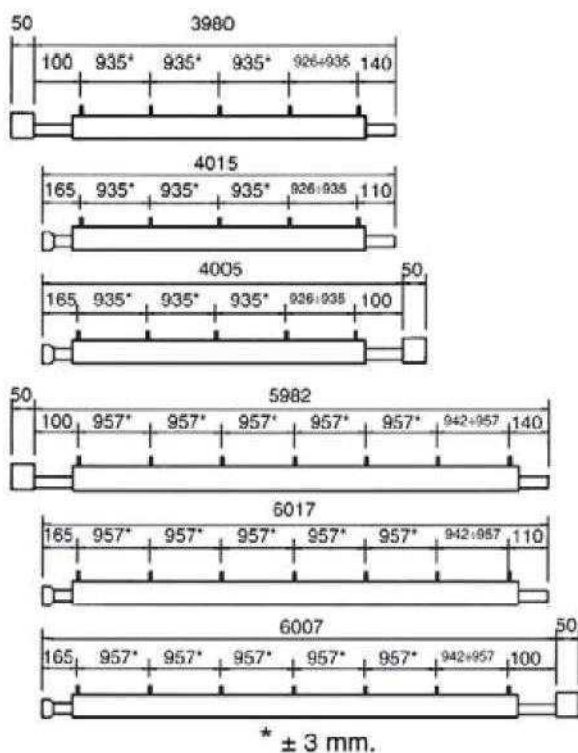


DS2-09



DS2-12

Délky panelů [mm]



Počáteční díl

Střední díl

Koncový díl

Počáteční díl

Střední díl

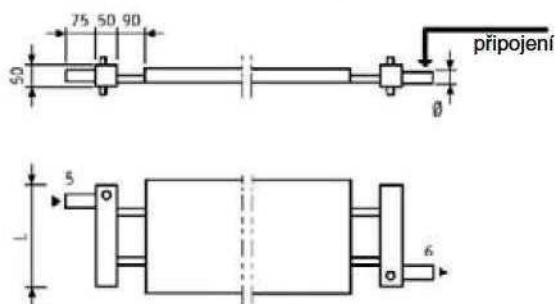
Koncový díl

Jiné délky jsou na vyžádání



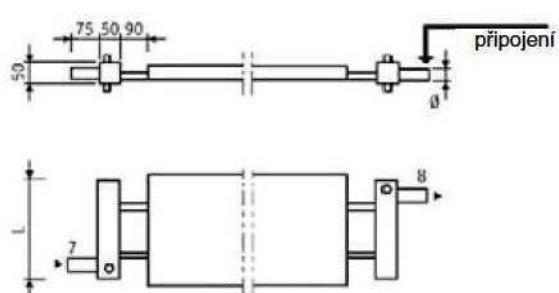
Rozdělovače a zapojení

Model B - zapojení 5-6



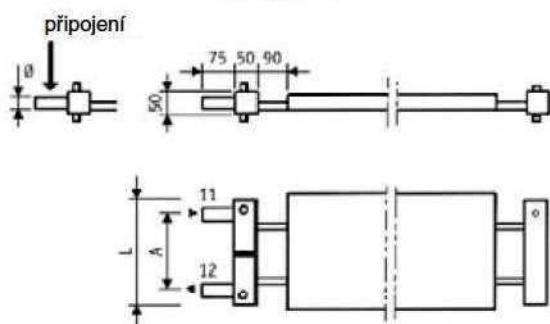
model	L	Ø (standard)
03	300	1/2"
06	600	3/4"
09	900	1"
12	1200	1 1/4"

Model B - zapojení 7-8



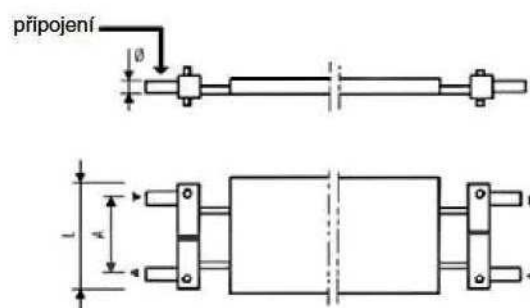
model	L	Ø (standard)
03	300	1/2"
06	600	3/4"
09	900	1"
12	1200	1 1/4"

Model D



model	L	A	Ø (standard)
03	300	200	1/2"
06	600	500	3/4"
09	900	800	1"
12	1200	1100	1 1/4"

Model D+D



model	L	A	Ø (standard)
03	300	200	1/2"
06	600	500	3/4"
09	900	800	1"
12	1200	1100	1 1/4"

Rozdělovače D a D+D:

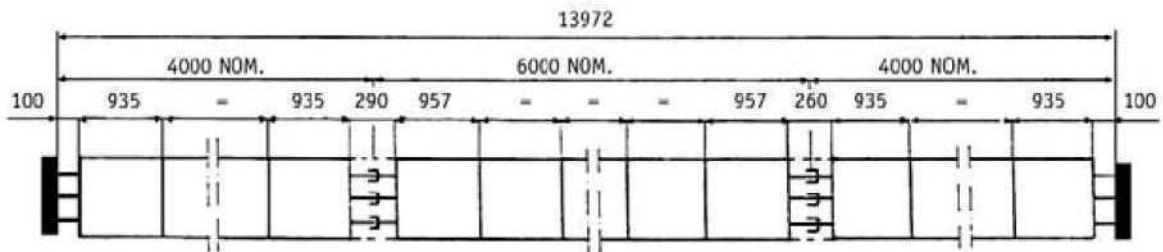
Vzdálenost mezi přívodním a vratným potrubím: model 03 = 200 mm
 06 = 500 mm
 09 = 800 mm
 12 = 1100 mm

Pro vodu o velmi vysoké teplotě nebo pro páru nejsou rozdělovače D a D+D vhodné.

Hmotnost a množství vody

typ	standard [kg/m]	speciál [kg/m]	množství vody [l/m]		objem rozdělo- vače [l]	hmotnost [kg]
			standard	speciál		
DS2-03	4,6	5,6	0,53	0,43	0,63	1,9
DS2-06	9,2	11,2	1,05	0,87	1,27	3,7
DS2-09	13,8	16,8	1,58	1,30	1,90	5,1
DS2-12	18,4	22,4	2,10	1,74	2,54	6,5
DS3-03	5,6	7,1	0,79	0,65	0,63	2,1
DS3-06	11,2	14,2	1,58	1,30	1,27	3,9
DS3-09	16,8	21,3	2,37	1,95	1,90	5,3
DS3-12	22,4	28,4	3,16	2,60	2,54	6,7

Délka modulů [mm] (jmenovité rozměry)



Jednou z nejvýznamnějších předností prefabrikovaných pásových sálových panelů je jejich rozměrová variabilita.

Šířková variabilita

Základním dílem panelu je střední díl široký 300 mm o délce 4 nebo 6 m. Tyto díly jsou již v továrně k sobě pospojovány do šířek požadovaných zákazníkem: 300, 600, 900 nebo 1200 mm.

Případné další varianty mohou být získány napojením dalších dílů do těchto šířek:

- 1500 mm (1× 600 mm a 1× 900 mm)
- 1800 mm (2× 900 mm)

Délková variabilita

Napojováním jednotlivých středních dílů o standardních délce 4 nebo 6 m a dvou koncových dílů, o stejných délkách, lze dosáhnout jakékoliv délky v násobcích 2m (počínaje minimální délkou panelu 4 m)

Následující tabulka ukazuje možnosti sestavení různých délek pasů panelů pomocí jednotlivých dílů.

Tabulka délek získaná složením počátečního, středního a koncového dílu (s použitím standardních délek 4 a 6 m)

celková délka [m]	sestava		
	počáteční díl	střední díl	koncový díl
4	1× 4 m		
6	1× 6 m		
8	1× 4 m		1× 4 m
10	1× 4 m		1× 6 m
12	1× 6 m		1× 6 m
14	1× 4 m	1× 6 m	1× 4 m
16	1× 4 m	1× 6 m	1× 6 m
18	1× 6 m	1× 6 m	1× 6 m
20	1× 4 m	2× 6 m	1× 4 m
22	1× 4 m	2× 6 m	1× 6 m
24	1× 6 m	2× 6 m	1× 6 m
26	1× 4 m	3× 6 m	1× 4 m
28	1× 4 m	3× 6 m	1× 6 m
30	1× 6 m	3× 6 m	1× 6 m
32	1× 4 m	4× 6 m	1× 4 m
34	1× 4 m	4× 6 m	1× 6 m
36	1× 6 m	4× 6 m	1× 6 m
38	1× 4 m	5× 6 m	1× 4 m
40	1× 4 m	5× 6 m	1× 6 m
42	1× 6 m	5× 6 m	1× 6 m
44	1× 4 m	6× 6 m	1× 4 m
46	1× 4 m	6× 6 m	1× 6 m
48	1× 6 m	6× 6 m	1× 6 m
50	1× 4 m	7× 6 m	1× 4 m

pozn.: Při potřebě dosažení jiných délek, než délek uvedených v tabulce, kontaktujte kancelář Hydronic Systems.

Tepelný výkon sálavých panelů

Tepelné výkony jednotlivých modelů sálavých panelů, připadající na jeden metr délky dle Evropské normy EN 14037.

Δt_m (K)	DS2-03 W/m	DS2-06 W/m	DS2-09 W/m	DS2-12 W/m
20	51	90	126	170
22	57	100	141	189
24	63	111	155	209
26	69	122	171	229
28	75	133	186	250
30	81	144	201	270
32	87	155	217	291
34	93	166	233	312
36	100	177	249	333
38	106	189	265	355
40	112	200	281	376
42	119	212	297	398
44	125	223	314	420
46	132	235	330	442
48	139	247	347	464
50	145	259	364	486
52	152	271	380	509
54	159	283	397	531
55	162	289	406	543
56	165	295	415	554
58	172	307	432	577
60	179	319	449	600
62	186	331	466	623
64	193	344	484	646
65	196	350	493	657
66	200	356	501	669
68	207	368	519	692
70	214	381	537	716
72	221	394	555	739
74	228	406	572	763
76	235	419	590	787
78	242	432	608	810
80	249	444	627	834
82	256	457	645	858
84	263	470	663	883
86	271	483	681	907
88	278	496	700	931
90	285	509	718	955
92	292	522	737	980
94	300	535	755	1004
96	307	548	774	1029
98	314	561	792	1054
100	322	575	811	1078
102	329	588	830	1103
104	336	601	849	1128
106	344	614	868	1153
108	351	628	887	1178
110	359	641	906	1203
112	366	655	925	1228
114	374	668	944	1253
116	381	682	963	1279
118	389	695	983	1304
120	396	709	1002	1330
122	404	723	1021	1355
124	412	736	1041	1381
126	419	750	1060	1406
128	427	764	1080	1432
130	435	777	1099	1458
132	442	791	1119	1483
134	450	805	1138	1509
136	458	819	1158	1535
138	465	833	1178	1561
140	473	847	1198	1587

Δt_m (K)	DS3-03 W/m	DS3-06 W/m	DS3-09 W/m	DS3-12 W/m
20	59	105	152	194
22	66	117	170	217
24	73	130	188	241
26	80	142	207	265
28	88	155	226	290
30	95	169	245	313
32	103	182	265	338
34	110	195	284	363
36	118	209	304	388
38	126	223	324	413
40	134	237	344	439
42	141	251	365	465
44	149	265	385	491
46	157	279	406	518
48	165	293	427	544
50	174	308	448	571
52	182	323	469	598
54	190	337	491	625
55	194	345	501	639
56	198	352	512	652
58	207	367	534	680
60	215	382	556	707
62	224	397	578	735
64	232	412	600	763
65	236	420	611	777
66	241	427	622	791
68	249	442	644	820
70	258	458	667	848
72	267	473	689	877
74	275	489	712	905
76	284	504	735	934
78	293	520	757	963
80	302	536	780	992
82	311	552	803	1021
84	320	568	827	1051
86	329	584	850	1080
88	338	600	873	1110
90	347	616	897	1139
92	356	632	920	1169
94	365	648	944	1199
96	374	664	968	1229
98	383	681	992	1259
100	393	697	1016	1290
102	402	714	1040	1320
104	411	730	1064	1351
106	420	747	1088	1381
108	430	763	1112	1412
110	439	780	1137	1443
112	449	797	1161	1474
114	458	813	1186	1505
116	468	830	1210	1536
118	477	847	1235	1567
120	487	864	1260	1598
122	496	881	1284	1629
124	506	898	1309	1661
126	515	915	1334	1692
128	525	932	1359	1724
130	535	950	1384	1756
132	544	967	1410	1788
134	554	984	1435	1819
136	564	1001	1460	1851
138	574	1019	1486	1883
140	583	1036	1511	1916

Δt_m = rozdíl mezi střední teplotou vody a teplotou vzduchu v místnosti.

Tepelné výkony páru rozdělovač a sběrač dle Evropské normy EN 14037.

tm (K)	DS2-03 W	DS2-06 W	DS2-09 W	DS2-12 W
20	29	57	86	108
22	33	64	96	121
24	37	71	107	135
26	40	78	118	148
28	44	86	129	162
30	48	93	140	176
32	52	101	152	191
34	56	109	163	205
36	60	117	175	220
38	64	125	187	235
40	68	133	199	250
42	72	141	211	266
44	76	150	224	281
46	80	158	236	297
48	85	167	249	313
50	89	175	261	328
52	93	184	274	344
54	97	193	287	361
55	100	197	294	369
56	102	202	300	377
58	106	211	313	393
60	111	220	327	410
62	115	229	340	427
64	120	238	353	443
65	122	242	360	452
66	124	247	367	460
68	129	256	380	477
70	133	266	394	495
72	138	275	408	512
74	142	284	422	529
76	147	294	436	547
78	152	303	450	564
80	156	313	464	582
82	161	323	478	599
84	166	333	492	617
86	171	342	507	635
88	175	352	521	653
90	180	362	536	671
92	185	372	550	689
94	190	382	565	708
96	195	392	579	726
98	200	402	594	745
100	204	412	609	763
102	209	423	624	782
104	214	433	639	800
106	219	443	654	819
108	224	454	669	838
110	229	464	684	857
112	234	474	699	876
114	239	485	714	895
116	244	495	730	914
118	250	506	745	933
120	255	517	761	952
122	260	527	776	972
124	265	538	792	991
126	270	549	807	1011
128	275	560	823	1030
130	280	570	839	1050
132	286	581	854	1069
134	291	592	870	1089
136	296	603	886	1109
138	301	614	902	1129
140	307	625	918	1149

tm (K)	DS3-03 W	DS3-06 W	DS3-09 W	DS3-12 W
20	32	57	91	115
22	35	64	101	129
24	39	71	113	144
26	44	78	124	158
28	48	86	135	172
30	52	93	147	189
32	56	101	158	204
34	60	109	170	220
36	65	116	182	236
38	69	124	194	252
40	74	132	206	268
42	78	140	218	285
44	83	149	231	301
46	87	157	243	318
48	92	165	256	335
50	97	174	268	353
52	101	182	281	370
54	106	191	294	387
55	109	195	301	396
56	111	199	307	405
58	116	208	320	423
60	121	217	333	441
62	126	226	346	459
64	131	235	360	477
65	133	239	366	486
66	136	244	373	495
68	141	253	386	514
70	146	262	400	532
72	151	271	414	551
74	156	280	427	570
76	161	289	441	588
78	167	299	455	607
80	172	308	469	627
82	177	318	482	646
84	182	327	496	665
86	188	337	510	685
88	193	346	525	704
90	198	356	539	724
92	204	365	553	743
94	209	375	567	763
96	215	385	581	783
98	220	395	596	803
100	226	405	610	823
102	231	414	625	843
104	237	424	639	864
106	242	434	654	884
108	248	444	669	905
110	254	454	683	925
112	259	464	698	946
114	265	475	713	966
116	271	485	728	987
118	276	495	743	1008
120	282	505	757	1029
122	288	516	772	1050
124	294	526	788	1071
126	299	536	803	1092
128	305	547	818	1114
130	311	557	833	1135
132	317	568	848	1156
134	323	578	863	1178
136	329	589	879	1199
138	335	599	894	1221
140	340	610	909	1243

ΔT_m = rozdíl mezi střední teplotou vody a teplotou vzduchu v místnosti.

Tepelné výkony

model	tepelný výkon (*)	model	tepelný výkon (*)
DS2-03	162 W/m	DS3-03	194 W/m
DS2-06	289 W/m	DS3-06	345 W/m
DS2-09	406 W/m	DS3-09	501 W/m
DS2-12	543 W/m	DS3-12	639 W/m

(*) $\Delta T_m = 55 \text{ K}$

Vztah pro výpočet tepelných výkonů, dle Evropské normy EN 14037:

$$Q = K \cdot (\Delta T_m)^n$$

Q = tepelný výkon W/m²

K = tepelný koeficient

ΔT_m = rozdíl mezi střední teplotou vody a teplotou vzduchu v místnosti

n = tepelný exponent

Hodnoty koeficientů K a n pro sálavé panely

model	K	n	model	K	n
DS2-03	1,6346	1,147	DS3-03	1,7367	1,1771
DS2-06	2,8547	1,1519	DS3-06	3,0624	1,1786
DS2-09	3,924	1,1577	DS3-09	4,4192	1,1807
DS2-12	5,4315	1,1489	DS3-12	5,7425	1,1757

Hodnoty koeficientů K a n pro rozdělovače

model	K	n	model	K	n
DS2-03	0,80168	1,2033	DS3-03	0,81147	1,2221
DS2-06	1,39832	1,2349	DS3-06	1,47147	1,2196
DS2-09	2,21298	1,2198	DS3-09	2,60469	1,1849
DS2-12	2,82062	1,2161	DS3-12	2,93865	1,2237

Výkony sálavých panelů SABIANA, byly odměřeny dle harmonizované Evropské normy EN 14037 a certifikovány laboratoří Univerzity ve Stuttgartu pod čísly:

Model DS2-03 Report No. DC203D12.1874

Model DS3-03 Report No. DC203D12.1870

Model DS2-06 Report No. DC203D12.1873

Model DS3-06 Report No. DC203D12.1869

Model DS2-09 Report No. DC203D12.1872

Model DS3-09 Report No. DC203D12.1875

Model DS2-12 Report No. DC203D12.1871

Model DS3-12 Report No. DC203D12.1867

V souladu s požadavky normy EN 14037-1, přílohy ZA byl tepelný výkon odměřen podle normy EN 14037-3. **Podle normy EN 14037-2 je od deklarovaných hodnot, odečteno 10 % výkonu.**



EN 14037 norma – Podhledové sálavé panely

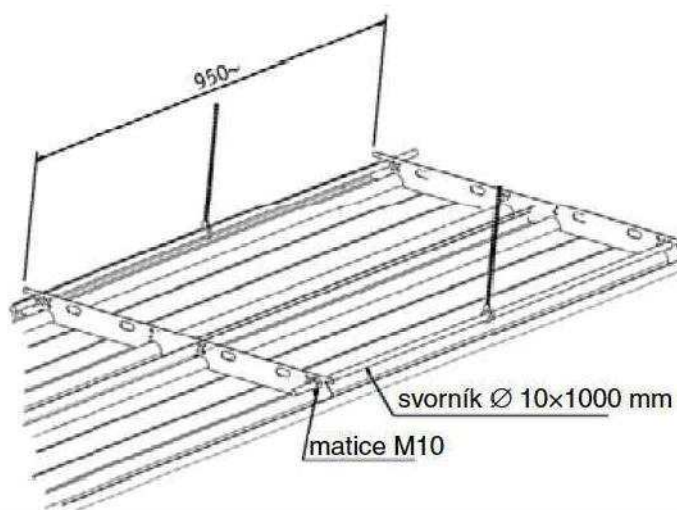
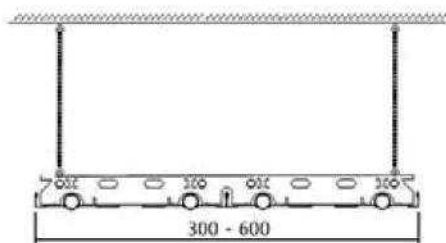
04

Maximální provozní tlak: 4 bary

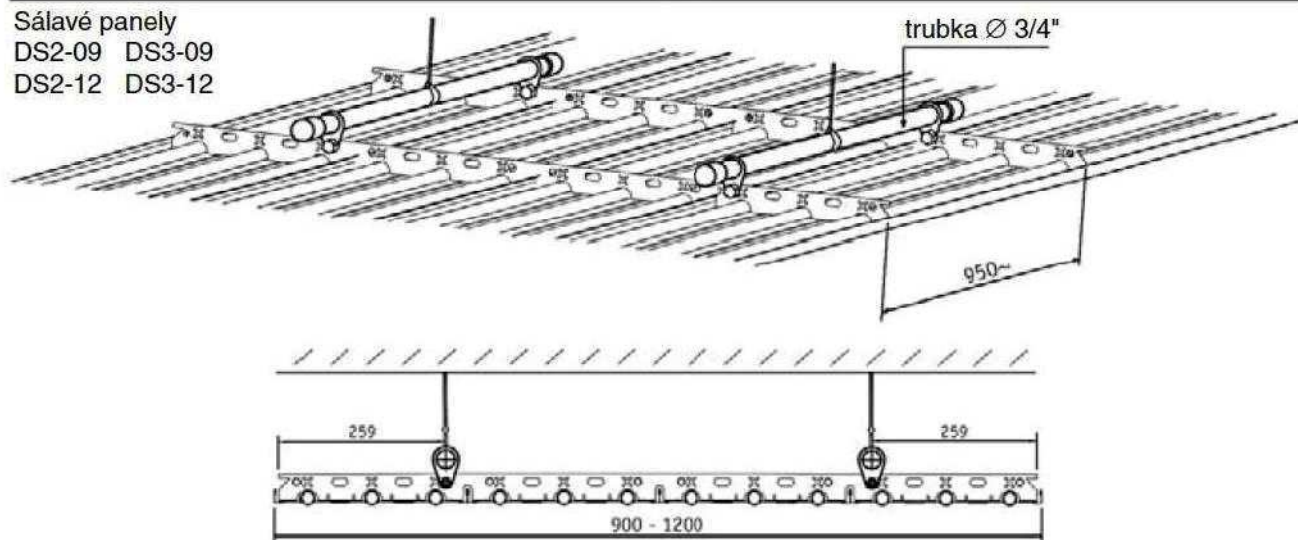
V případě požadavku na zjištění výkonů při použití páry namísto vody, kontaktujte zástupce firmy Hydronic Systems.

PŘÍKLAD ZAVĚŠENÍ MEZI DVĚMI ZÁVĚSNÝMI RAMENY

Sálavé panely
DS2-03 DS3-03
DS2-06 DS3-06



Sálavé panely
DS2-09 DS3-09
DS2-12 DS3-12



Tabulka vertikálních ohybů f podle vzdálenosti mezi dvěma závěsnými body

Tabulka znázorňuje maximální velikost ohybu v mm mezi dvěma závěsnými body pro vzdálenosti 2 m a 3 m.

Maximální vzdálenost mezi zavěšeními pro modely DS2-09, DS2-12, DS3-09 a DS3-12 nesmí být větší než 2 m.

model	ohyb f [mm]	
	vzdálenost 2 m	vzdálenost 3 m
DS2-03	3	6,6
DS3-03	1,5	3,3
DS2-06	3,5	7
DS3-06	2	4
DS2-09	3,5	-
DS3-09	2	-
DS2-12	3,7	-
DS3-12	2,5	-

- Sálavé panely nesmí být zatíženy větší hmotností, než je trojnásobek jejich vlastní váhy.
- Maximální dovolený ohyb v podélné ose pro panely o délce 6 m je 10 mm.

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku::	ALPHA2 25-60 180
Číslo výrobku:	97993201
EAN kód::	5710627540401
Cena:	304,00 EUR €

Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1.94 m ³ /h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	2.999 m
Max. dopravní výška:	60 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	VDE,GS,CE,EAC
Model:	D

Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina EN-GJL-150 ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF

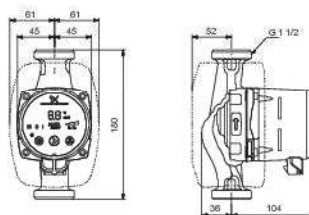
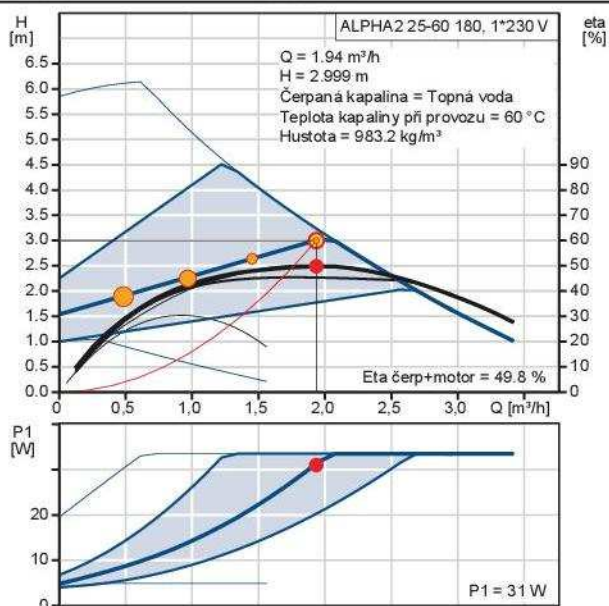
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
PN pro potrubní přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm


Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 0 °C
Q_ OpFluidTemp:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m ³
Kinematická viskozita:	1 mm ² /s

Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	3 .. 34 W
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.32 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC

Řídící jednotky:	
Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu
Poloha svorkovnice:	6H

Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.17
Čistá hmotnost:	2.01 kg
Hrubá hmotnost:	2.13 kg
Přepravní objem:	0.004 m ³
Danish VVS No.:	VVS NO 38 0471.061
Swedish RSK No.:	RSK NO 5731810
Finnish LVI No.:	LVI NO 4615238
Norwegian NRF no:	NRF NO 9042045



Modul:	Závěsné kotle	 Katalogový list č. 02-Z2
Sekce:	Kondenzační kotle	
Verze: 02	VU 466/4-5, VU 656/4-5 ecoTEC plus	




Nové závěsné kondenzační kotle VU 466/4-5 a 656/4-5 ecoTEC plus se odlišují od předchozích VU 466-7 ecoTEC hydraulickým zapojením. Původní kotel VU 466-7 ecoTEC byl kompletně připraven pro napojení nepřímotopného zásobníku (po doplnění o nabíjecí čerpadlo a expanzní nádobu). Nové závěsné kotle s nerezovým kondenzačním výměníkem VU 466/4-5 a 656/4-5 ecoTEC plus tuto přípravu pro napojení nepřímotopného zásobníku nezahrnují a naopak vyžadují připojení do topného systému přes okruh s hydraulickou výhybkou a expanzní nádobou, tak aby byla zaručena maximální účinnost a spolehlivost těchto kotlů.

Zvláštní výhody a funkce:

- hodnota NO_x ve spalinách pod 60 mg/m³
- normovaná účinnost 108 %
- plynulá regulace výkonu
- Thermo-Compact modul vybavený nerezovým hořákem a ventilátorem s plynulou regulací otáček zajišťuje dokonalé využití plynu (se snižujícím se výkonem kotle klesá počet otáček ventilátoru, a tím je zajištěn konstantní poměr spalovacího vzduchu a plynu).
- Automatický diagnostický systém (digitální zobrazování provozních stavů a analýza režimu kotle)
Pomocí tohoto ADS lze nastavit velké množství funkcí, díky kterým lze kotel přizpůsobit topnému systému (nastavení chodu čerpadla a jeho doběhu, nastavení tepelného výkonu pro vytápění / natápění nepřímotopného externího zásobníku vč. jeho časové omezení).
- elektronické nastavení sníženého výkonu pro vytápění
- eBUS rozhraní elektronické části pro připojení regulační techniky Vaillant
- možnost připojení dalších externích zařízení ke kotli při použití dodatečného příslušenství
- tlakový senzor pro kontrolu tlaku vody v topném okruhu
- průtokoměr pro sledování požadovaného průtoku topné vody výměníkem

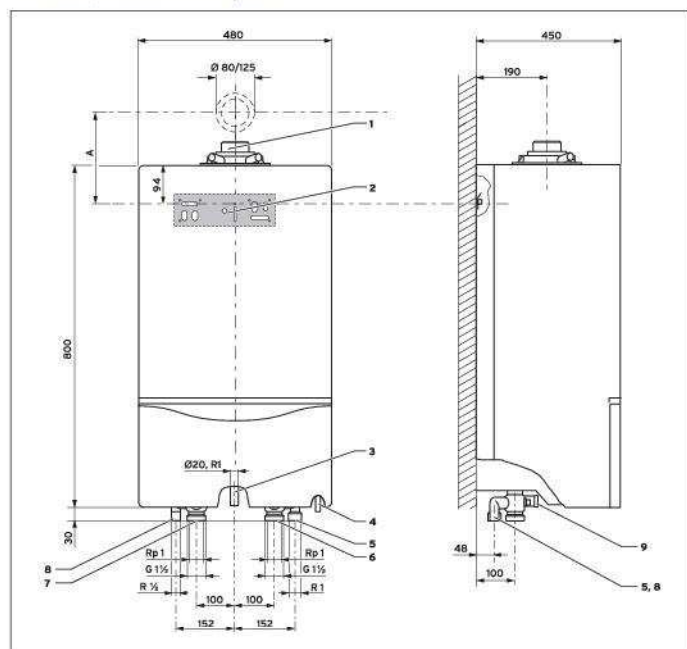
Možnosti použití

- topení a příprava teplé vody (v externím zásobníku)
- určeno pro radiátorové a podlahové vytápění
- úspora plochy - kompaktními rozměry
- možnost instalace v půdních prostorách
- provoz nezávislý nebo závislý na objemu místnosti (přívodu spalovacího vzduchu)
- vhodné pro kaskádové kotelny, zejména v kombinaci s kaskádovým odkouřením ø 130 mm

Modul:	Závěsné kotle	 Katalogový list č. 02-Z2
Sekce:	Kondenzační kotle	
Verze: 02	VU 466/4-5, VU 656/4-5 ecoTEC plus	

Připojovací rozměry

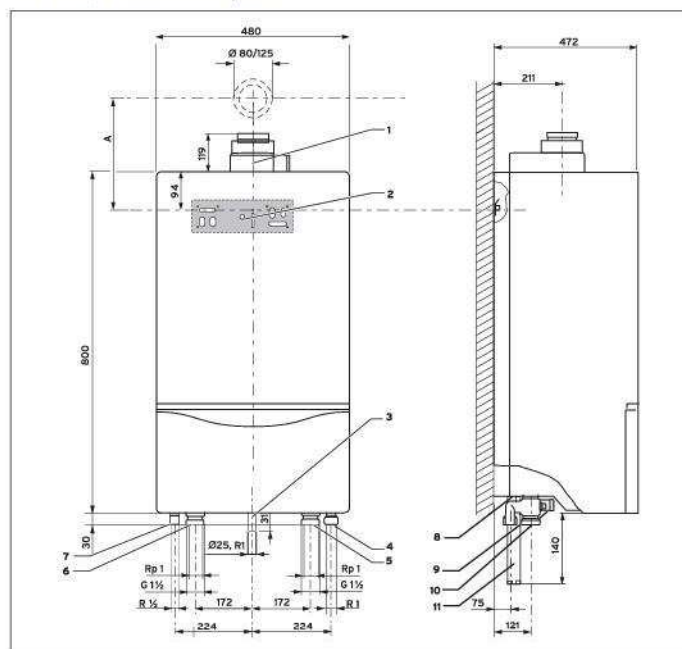
VU 466/4-5 ecoTEC plus



Legenda:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| A Rozměr A s kolenem 87°:
253 mm | 4 Odvod kondenzátu |
| 1 Přívod vzduchu/odvod spalin
Ø 80/125 mm | 5 Připojení expanzní nádoby |
| 2 Závěsná lišta | 6 Vstup topné vody |
| 3 Připojka plynu | 7 Výstup topné vody |
| | 8 Připojení pojistného ventilu |
| | 9 Plnicí a vypouštěcí ventil |

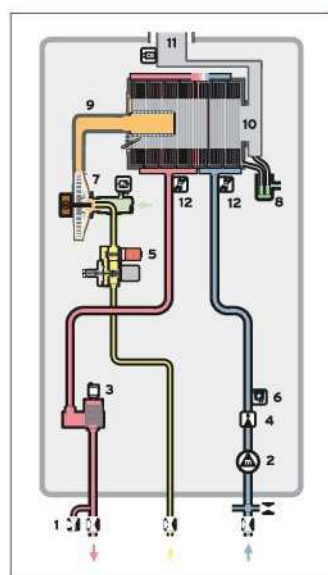
VU 656/4-5 ecoTEC plus



Legenda:

- | | |
|---|---|
| A Rozměr A s kolenem 87°:
297 mm | 7 Připojení pojistného ventilu |
| 1 Přívod vzduchu/odvod spalin
Ø 80/125 mm | 8 Odvod kondenzátu |
| 2 Závěsná lišta | 9 Vypouštění (na straně
výstupu topné vody) |
| 3 Připojka plynu | 10 Připojení plnicího ventilu |
| 4 Připojení expanzní nádoby | 11 Sifón |
| 5 Vstup topné vody | |
| 6 Výstup topné vody | |

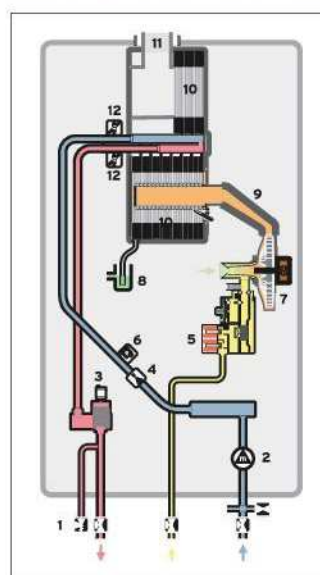
Funkční schéma ecoTEC plus 46 kW




Legenda:

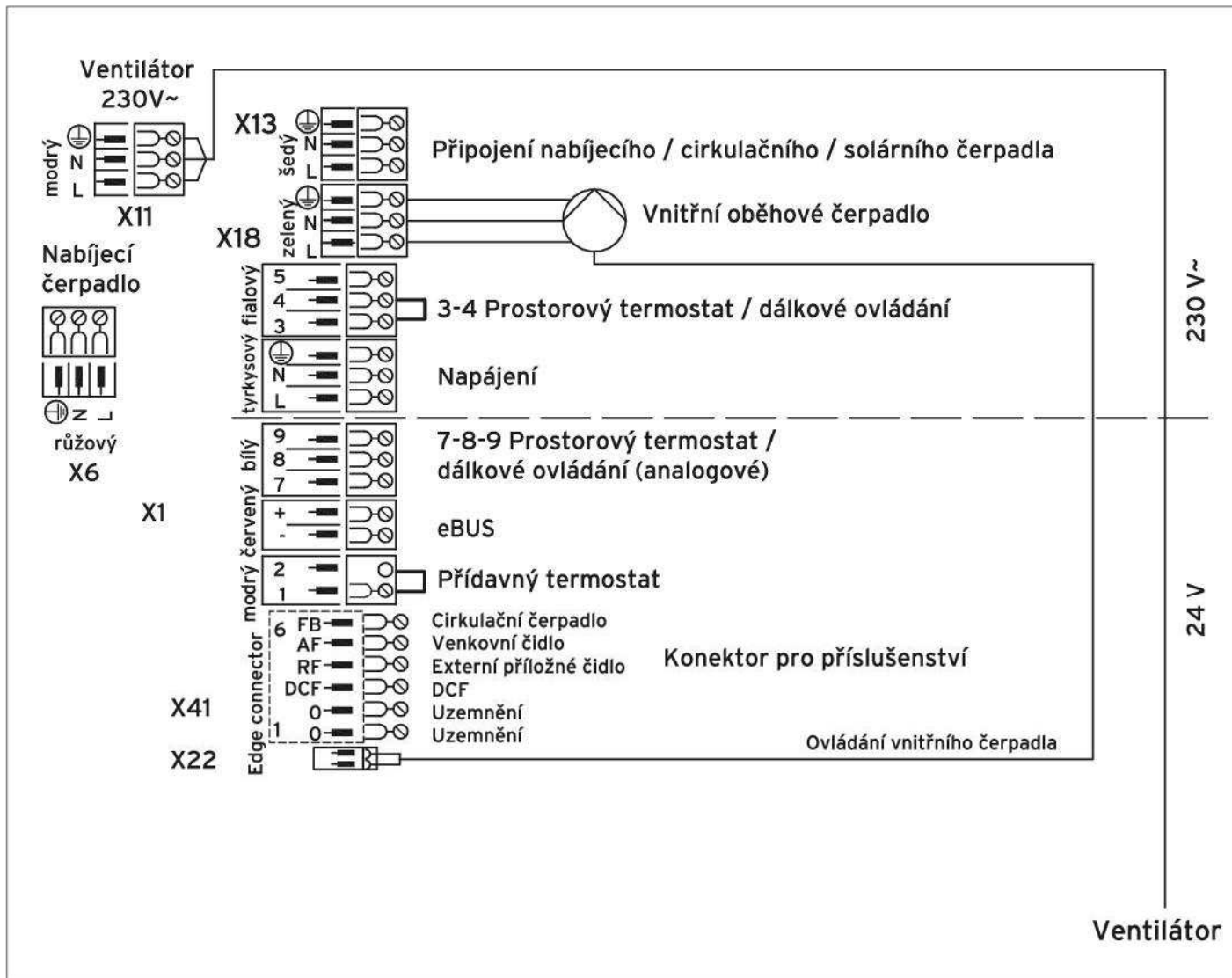
- | |
|---|
| 1 Pojistný ventil |
| 2 Oběhové čerpadlo |
| 3 Odvzdušňovací komora
s rychloodvzdušňovačem |
| 4 Průtokoměr |
| 5 Plynová armatura |
| 6 Tlakový senzor |
| 7 Ventilátor |
| 8 Odvod kondenzátu |
| 9 Hořák |
| 10 Kondenzační výměník |
| 11 Odvod spalin |
| 12 NTC čidlo |

Funkční schéma ecoTEC plus 65 kW




Modul:	Závěsné kotle	 Katalogový list č. 02-Z2
Sekce:	Kondenzační kotle	
Verze: 02	VU 466/4-5, VU 656/4-5 ecoTEC plus	

El. schéma zapojení

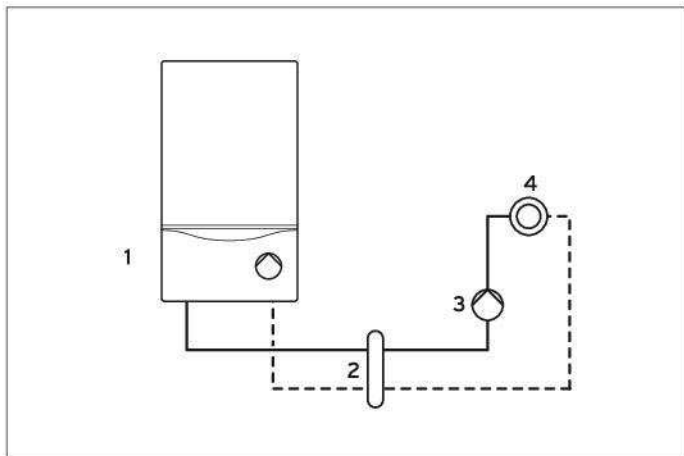


Max. počet kotlů s kaskádovým odkouřením Ø 130

Typ	Počet kotlů
VU 466/4-5	4
VU 656/4-5	3

Modul:	Závěsné kotle	 Katalogový list č. 02-Z2
Sekce:	Kondenzační kotle	
Verze: 02	VU 466/4-5, VU 656/4-5 ecoTEC plus	

Hydraulické schéma připojení



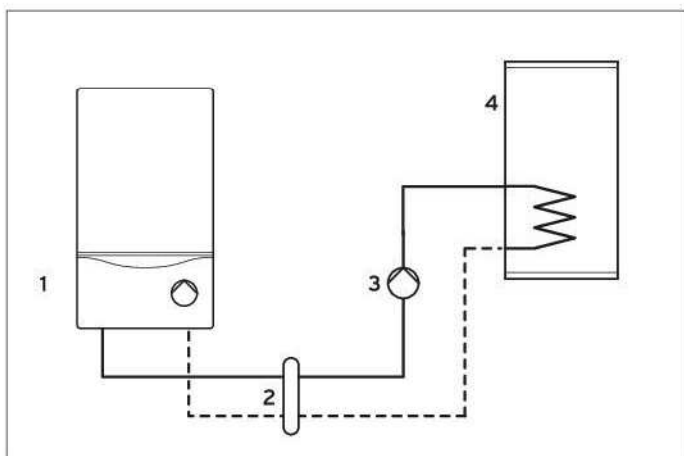
1 - Hydraulické zapojení topného systému

UPOZORNĚNÍ:

Kotle VU466/4-5 a 656/4-5 ecoTEC plus vyžadují zapojení do topného systému výhradně hydraulickou výhybkou!

Legenda:

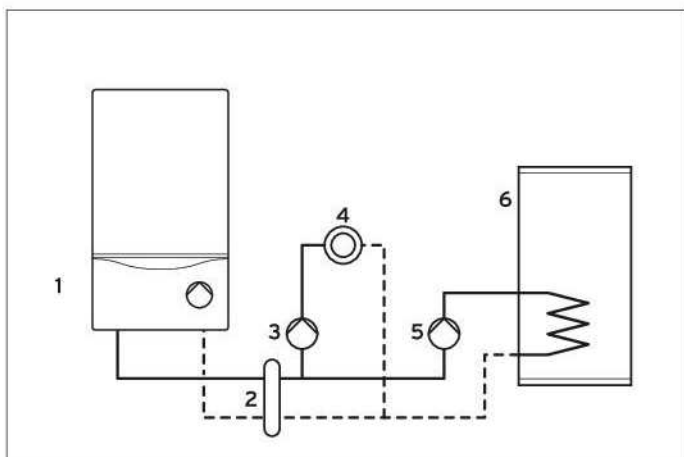
- 1 Kotel VU 466/4-5, 656/4-5 ecoTEC plus
- 2 Hydraulická výhybka
- 3 Externí oběhové čerpadlo
- 4 Topný systém



2 - Hydraulické zapojení zásobníkového ohřívače

Legenda:


- 1 Kotel VU 466/4-5, 656/4-5 ecoTEC plus
- 2 Hydraulická výhybka
- 3 Externí nabíjecí čerpadlo
- 4 Zásobníkový ohřívač



3 - Hydraulické zapojení topného systému a zásobníkového ohřívače

Legenda:

- 1 Kotel VU 466/4-5, 656/4-5 ecoTEC plus
- 2 Hydraulická výhybka
- 3 Externí oběhové čerpadlo
- 4 Topný systém
- 5 Externí nabíjecí čerpadlo
- 6 Zásobníkový ohřívač

Modul:	Závěsné kotle	 Katalogový list č. 02-Z2
Sekce:	Kondenzační kotle	
Verze: 02	VU 466/4-5, VU 656/4-5 ecoTEC plus	

Povinně volitelné příslušenství

Typ	Název
	Hydraulické výhybky
306 720	WH 40
306 721	WH 95
306 726	WH 160
306 725	WH 280
	Výběr vhodné hydraulické výhybky dle následujících diagramů

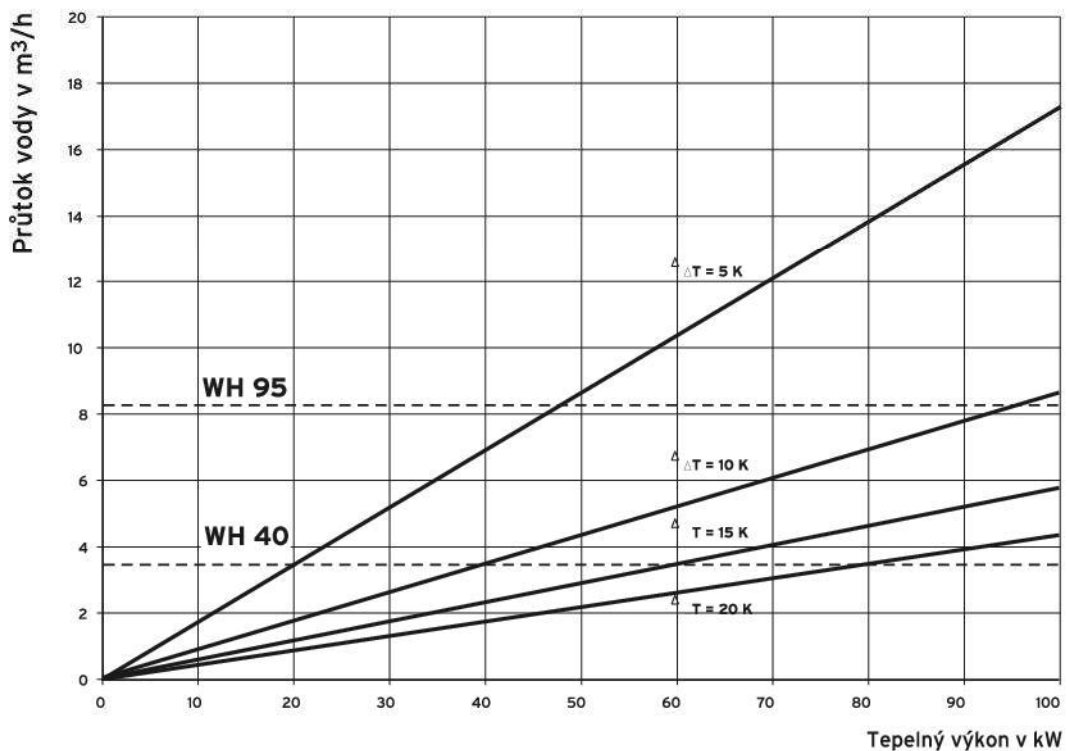



Diagram pro výběr hydraulické výhybky: Přenesený tepelný výkon v závislosti na rozdílů teplot

Modul:	Závěsné kotle	 Katalogový list č. 02-Z2
Sekce:	Kondenzační kotle	
Verze: 02	VU 466/4-5, VU 656/4-5 ecoTEC plus	

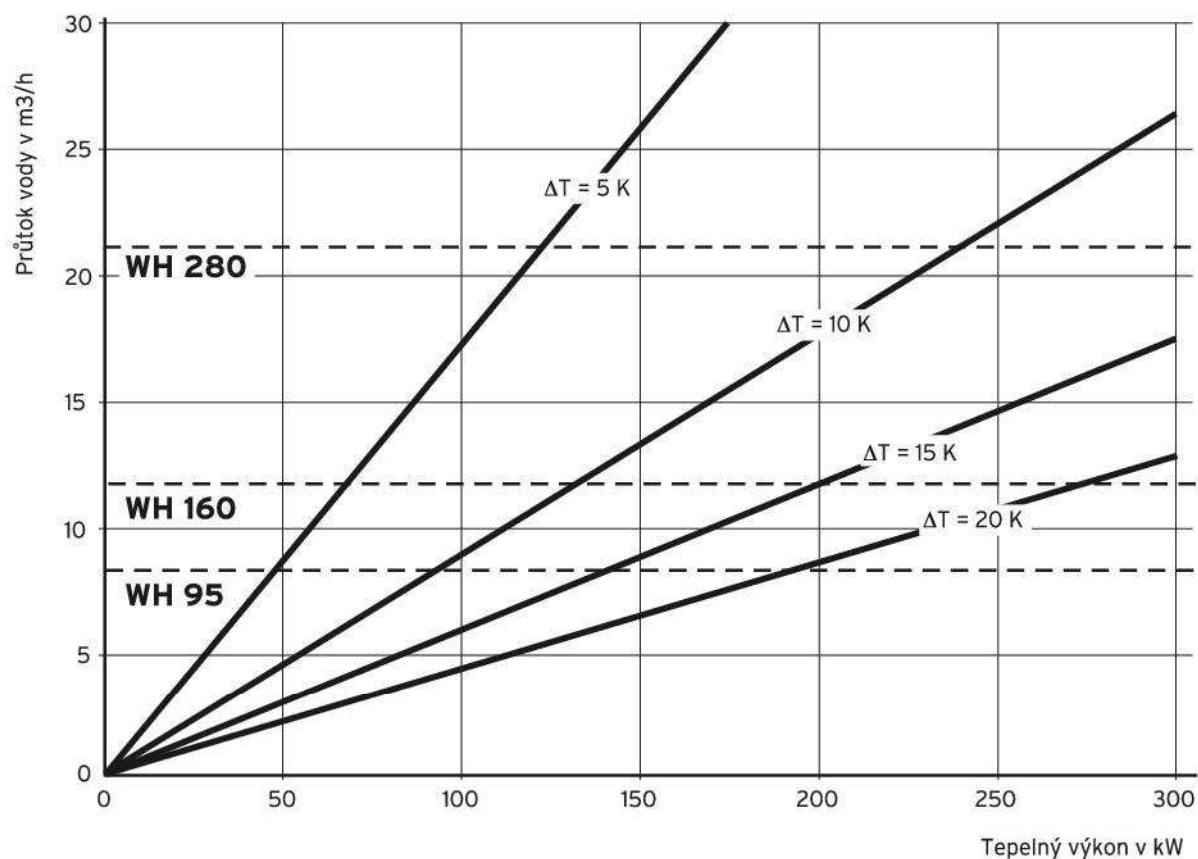


Diagram pro výběr hydraulické výhybky: Přenesený tepelný výkon v závislosti na rozdílu teplot


Použití hydraulické výhybky:

- malá tlaková ztráta
- hydraulické oddělení okruhu kotle a topných větví
- konstantní průtočné množství v kotli
- zamezení nedostatečného průtočného množství v sekundárních okruzích
- funkce lapače nečistot s čisticím otvorem

Hydraulické výhybky tvoří:

- ocelová komora
- přípojovací hrdlo pro kotel a topný systém s navařenou přírubou
- přípojka na vypouštění na boku
- pevné nožičky s ploškami na upevnění
- tepelná izolace
- z výroby je tlakově přezkoušena a natřená základním nátěrem
- pracovní přetlak max. 6 bar



Modul:	Závěsné kotle	 Katalogový list č. 02-Z2
Sekce:	Kondenzační kotle	
Verze: 02	VU 466/4-5, VU 656/4-5 ecoTEC plus	

Technické údaje

Označení	jednotka	ecoTEC plus	
		VU 466/4-5	VU 656/4-5
Rozsah nastavení tepelného výkonu při teplotním spádu 40/30 °C 50/30 °C 60/40 °C 80/60 °C	kW kW kW kW	13,3 - 47,7 12,9 - 46,4 12,5 - 45,0 12,3 - 44,1	14,9 - 69,2 14,6 - 67,6 14,1 - 65,7 13,8 - 63,7
Max. tepelný výkon pro ohřev zásobníku	kW	44,1	63,7
Rozsah tepelného příkonu	kW	12,5 - 45,0	14,0 - 65,0
Připojovací tlak zemní plyn propan	kPa kPa	2,0 3,0	2,0 -
Spotřeba plynu při ohřevu zásobníku zemní plyn propan	m ³ /h kg/h	4,8 3,5	6,9 -
Hmotnostní průtok spalin (min./max.)	g/s	5,7/20,5	6,5/ 30,3
Teplota spalin (min./max.)	°C	38/73	40/70
Třída NO _x	-	5	5
Účinnost při teplotním spádu 40/30 50/30 60/40 80/60	%	106,0 104,0 101,0 98,0	106,5 104,0 101,0 98,0
Účinnost při 30% výkonu	%	107,0	108,0
Množství kondenzátu (pH = 3,5 - 4,0) při teplotním spádu 50/30 °C	l/h	4,5	6,5
Jmenovité množství oběhové vody (ΔT =20 K)	l/h	1896	2750
Nastavitelná teplota topné vody, cca	°C	40 - 85	35 - 85
Objem expanzní nádoby (topení)	l	-	-
Vstupní tlak expanzní nádrže (topení)	MPa	-	-
Max. pracovní přetlak v topném systému	Mpa	0,3	0,3
Nastavitelný rozsah teploty teplé vody v zásobníku	°C	40-70	40 - 70
Celková hmotnost	kg	45	75
Výška	mm	800	800
Šířka	mm	480	480
Hloubka	mm	450	472
Elektrické připojení	V/Hz	230/50	230/50
Příkon, max.	W	180	260
Stupeň krytí	-	IP X4 D	IP X4 D

Tlaková expanzní nádoba

Interaktivní návrh/výpočet tlakové expanzní nádoby. Tlaková expanzní nádoba se navrhuje v závislosti na výkonu zdroje tepla, maximální teplotě otopné vody, součiniteli zvětšení objemu, výšce nejvyššího bodu otopné soustavy, nejnižším a nejvyšším pracovním přetlaku soustavy a na vodním objemu otopné soustavy.

Výkon zdroje tepla - pojistný výkon $Q_p = 44,5$ kW

Maximální teplota otopné vody $t_{max} = 75$ °C

Součinitel zvětšení objemu $n = 0,0253$???
při $(t_{max} - 10$ °C)

Zadejte nejnižší z těchto prvků soustavy

	Konstrukční přetlak P_{rx}	Výška nad MR h_{MR}
Čerpadlo	_____ kPa	_____ m
Kotel	300 kPa	0 m
Otopné těleso	_____ kPa	_____ m
Jiné zařízení	_____ kPa	_____ m

Konstrukční přetlak soustavy (v MR) $P_k = 300$ kPa ???

Výška nejvyššího bodu otopné soustavy $h = 3$ m ???

Nejnižší pracovní přetlak soustavy $P_d = 50$ kPa ???

Nejvyšší pracovní přetlak soustavy $P_{h,dov} = 250$ kPa ???

Vodní objem otopné soustavy

Kotel $V_k = 30$ l

Potrubí $V_p = 50$ l ???

Otopná tělesa $V_{OT} = 227,5$ l ???

Ostatní zařízení $V_{ost} = 0$ l

$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} = 308$ l ???

Výsledky

Vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby $V_{et} = 17,7$ l ???

Vnitřní průměr pojistného potrubí $d_v = 14$ mm ???

Nejnižší přetlak soustavy $P_{d,dov} = 32$ kPa ???

$P_d > P_{d,dov} \Rightarrow$ **VYHOVUJE**

$P_k > P_{h,dov} \Rightarrow$ **VYHOVUJE**

PV - pojistný ventil

MR - manometrická rovina; rovina, ke které se vztahují přetlaky v otopné soustavě (většinou ve výšce 1.5 m nad podlahou)

NB - neutrální bod; místo napojení expanzního zařízení (expanzní nádoby)

B - nejvyšší bod soustavy - nejvyšší místo otopné soustavy

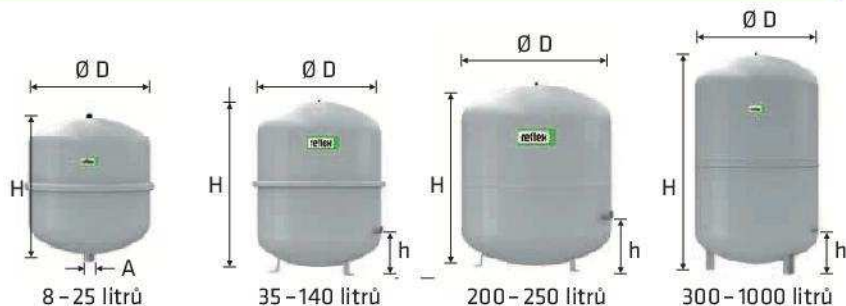
Recenzent: Ing. Jiří Bašta Ph.D. - ČVUT, fakulta strojní

<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/60-tlakova-expanzni-nadoba>

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



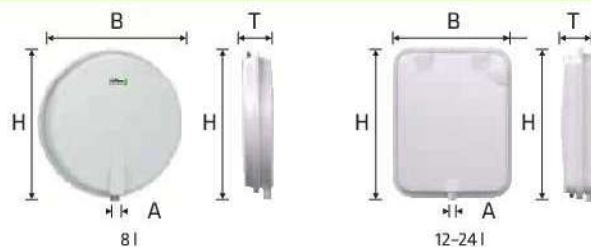
6 bar	Typ *	Obj. číslo		Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
	6 bar /120 °C	šedá	bílá							
	NG 8/6	8230100	7230107	96	1,6	206	285	-	R ¾	1,5
	NG 12/6	8240100	7240107	72	2,4	280	275	-	R ¾	1,5
	NG 18/6	8250100	7250107	56	3,4	280	345	-	R ¾	1,5
	NG 25/6	8260100	7260107	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

Reflex F

- ploché expanzní nádoby pro topné a chladicí soustavy, vhodné pro vestavbu do kotlů
- membrána podle DIN EN 13831, přípustná teplota 70 °C
- od 18 litrů s montážním závěsem
- schválení podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23 EG



3 bar	Typ *	Obj. číslo	Počet na paletě	Hmotnost (kg)	B (mm)	H (mm)	T (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
	3 bar /120 °C	bílá							
	F 8/3	9600011	54	6,3	389	389	88	G ¾	0,75
	F 12/3	9600030	36	7,7	444	350	108	G ½	1,0
	F 15/3	9600040	36	8,2	444	350	134	G ¾	1,0
	F 18/3	9600000	28	8,7	444	350	158	G ¾	1,0
	F 24/3	9600010	25	9,4	444	350	180	G ¾	1,0

↑ V_n jmenovitý objem v litrech / tlak

* pro soustavy s maximální teplotou výstupní větve 120 °C

Příslušenství Reflex

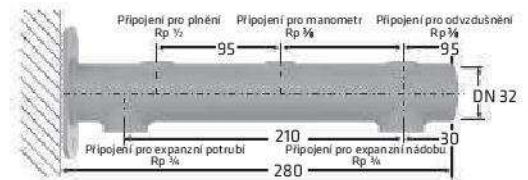
Uchycení expanzních nádob

- konzola s více vstupy pro Reflex 8-25 litrů se spodním připojením nádoby

Typ: KM 8 – 25 Obj. číslo: 7612000

- upevňovací pásková konzola pro Reflex 8-25 litrů a 33 litrů, vertikální montáž s horním nebo dolním upevněním

Typ: KS 8 – 35 Obj. číslo: 9200140



Signalizace netěsnosti membrány

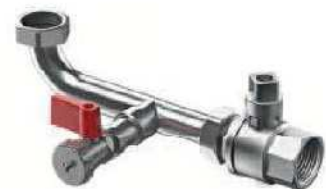
- signalizace netěsnosti membrány Reflex DT, DE a Reflex G od 60 litrů
- skládá se z relé a elektrody namontované ve výrobním závodě
- napájení 230 V/ 50 Hz
- beznapěťový výstup
- k objednání pouze s nádobou (zvláštní náwarek z výroby)

Typ: MBM II Obj. číslo: 7857700



Připojovací sada s uzávěrem

- pro rychlou montáž a údržbu expanzních nádob
- včetně bezpečného uzávěru a připojení se šroubením
- s vypouštěním G 1/2 a připojením na hadici
- podle DIN EN 12828
- PN 16/120 °C
- zejména vhodné pro Reflex G100-1000 s průměrem 740 mm



Typ	Obj. číslo
AG 1	9119204
AG 5/4	9119205
AG 6/4	9119206

Kulový kohout se zajištěním

- bezpečná armatura pro údržbu a demontáž expanzních nádob
- s integrovaným vypouštěním
- podle DIN EN 12828
- PN 10/120 °C

Typ	Obj. číslo
MK 3/4	6830100
MK 1	6830200
MK 5/4	6830300
MK 6/4	6830400
MK 2	6830500



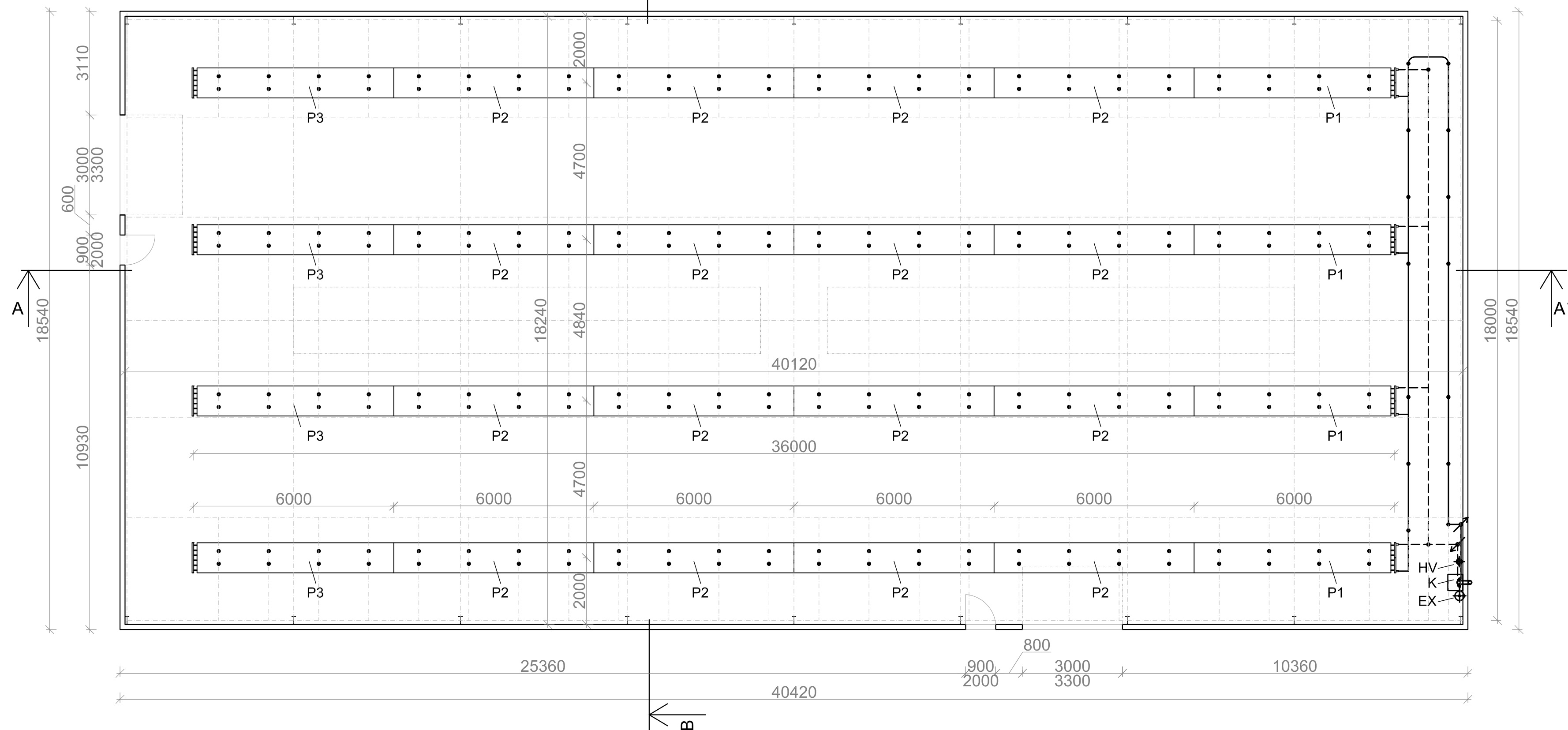
10.3 Výkresová dokumentace:

1 – VYTÁPĚNÍ – PŮDORYS (1: 100)

2 – VYTÁPĚNÍ – ŘEZ (1:100)

3 – SCHÉMA ZAPOJENÍ PLYNOVÉHO ZDROJE

PŮDORYS

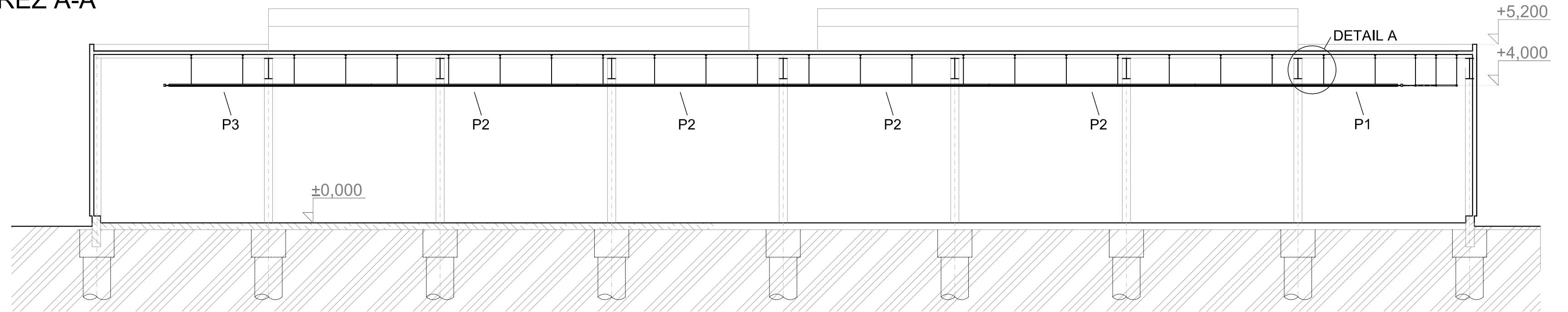


LEGENDA ZKRATEK:

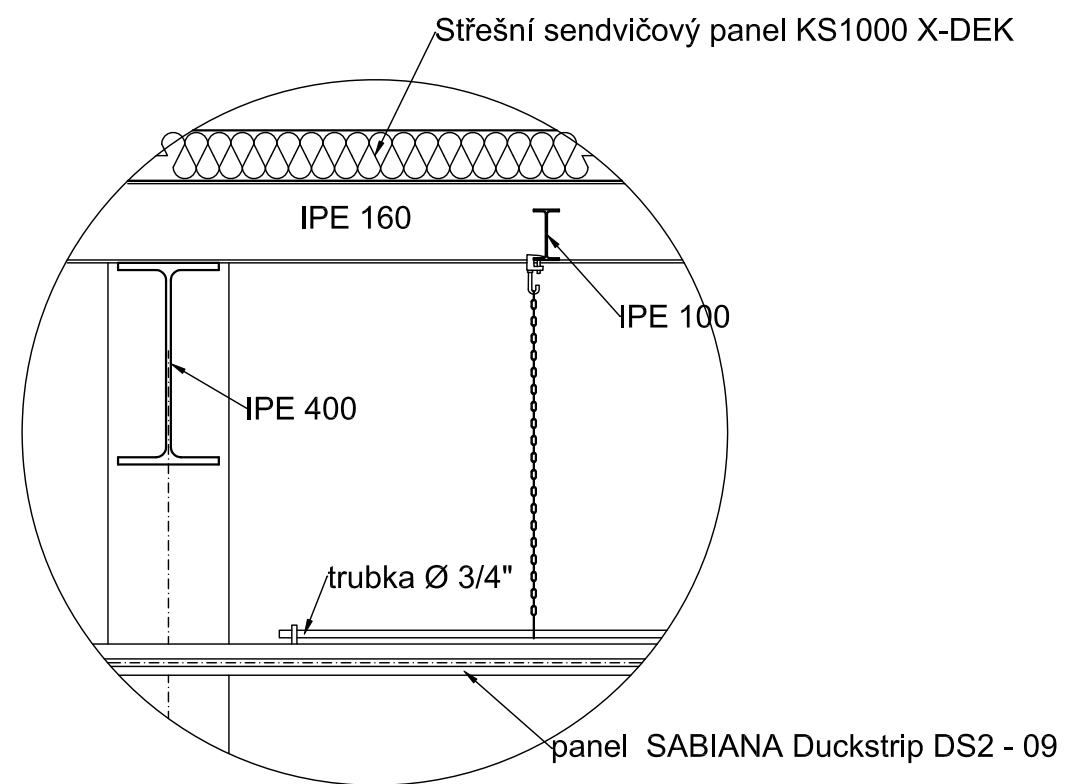
- EX - Expanzní nádoba REFLEX N6 18/6
- HV - Hydraulická výhybka Vaillant WH40
- K - Závěsný kondenzační plynový kotel Vaillant VU 466/4-5 ecoTEC plus
- P1 - Sálavé panely Duckstrip DS2-09 - počáteční díl 4ks
- P2 - Sálavé panely Duckstrip DS2-09 - střední díl 16 ks
- P3 - Sálavé panely Duckstrip DS2-09 - koncový díl 4ks

Zpracoval Markéta Spálenská	Konzultant prof. Ing. Karel Kabele, CSc.	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: 125BAPC - Bakalářská práce - C		Datum: 05/2017
Úloha: Praktická část		Měřítko: 1 : 100
Výkres: Vytápění - půdorys		Číslo výkresu: 1

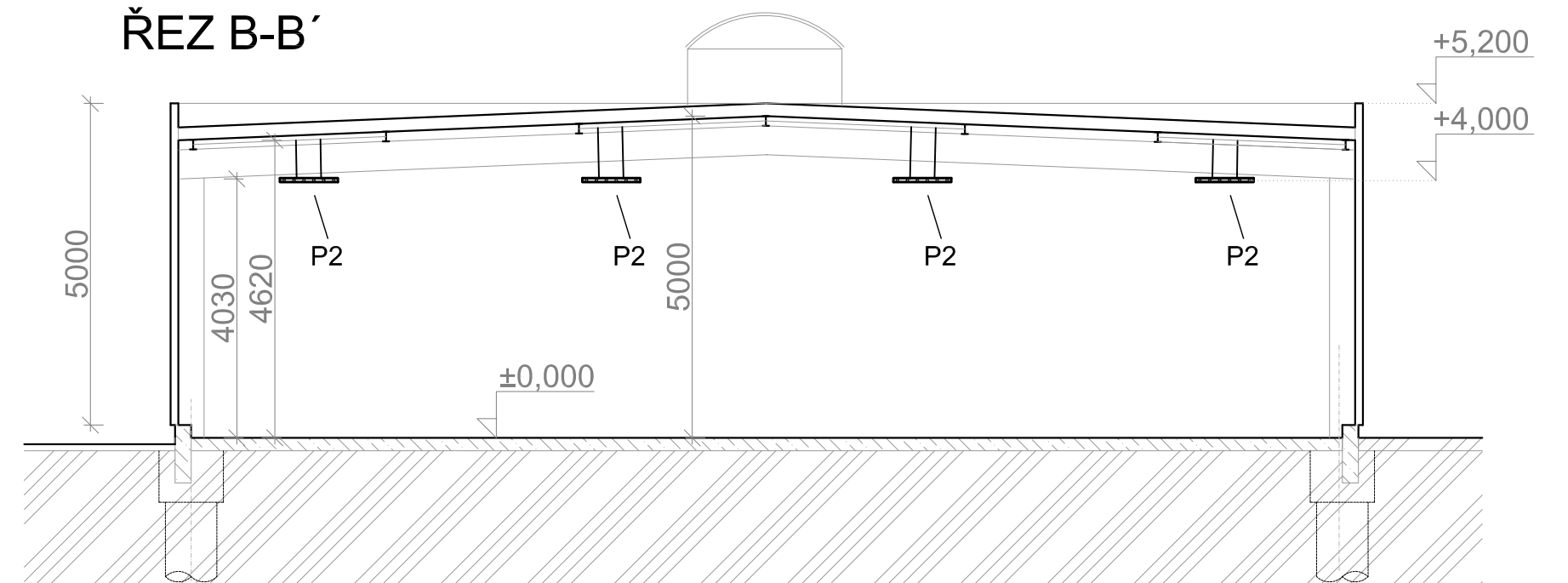
ŘEZ A-A'



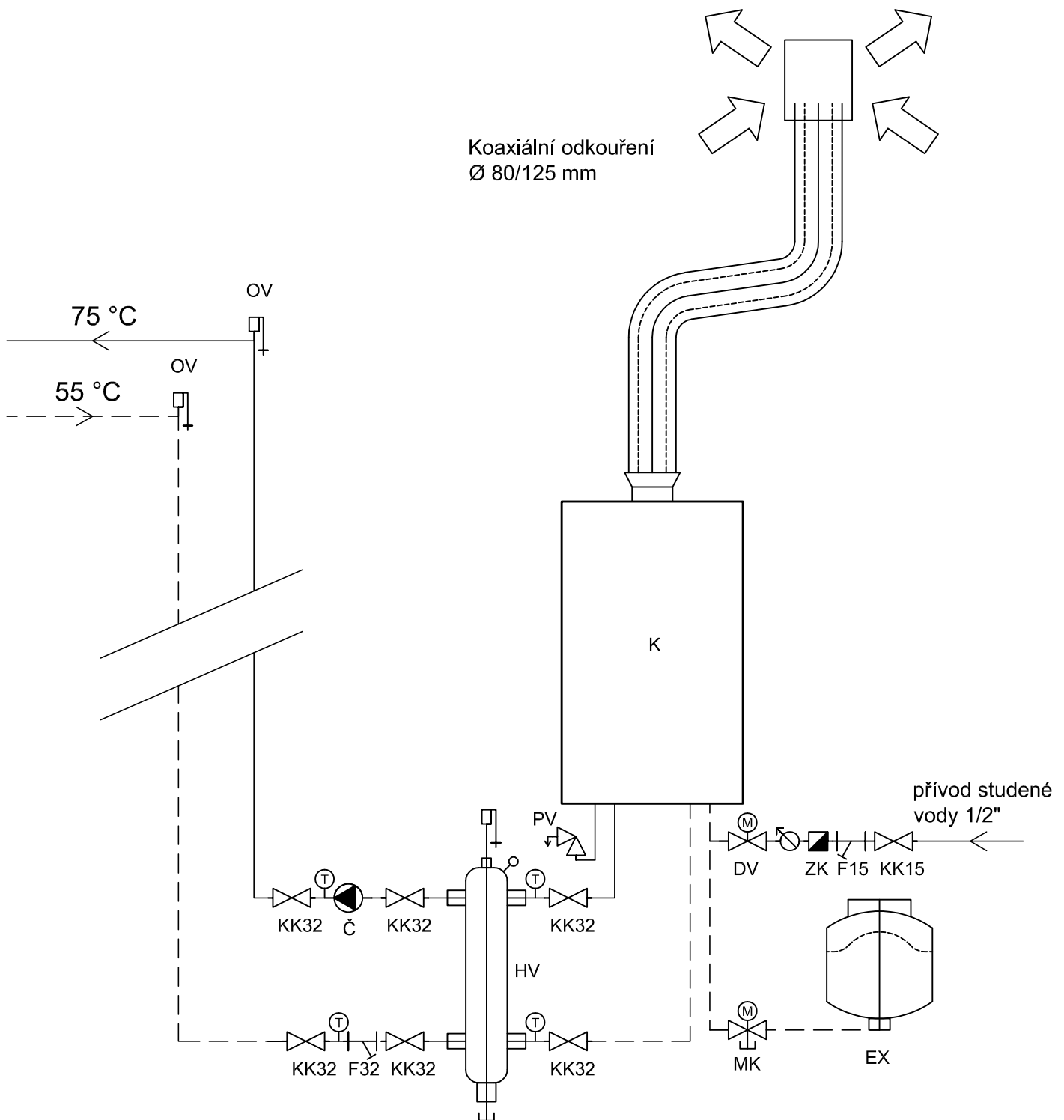
DETAIL A (1:15)



ŘEZ B-B'




Zpracoval Markéta Spálenská	Konzultant prof. Ing. Karel Kabele, CSc.	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: 125BAPC - Bakalářská práce - C		Datum: 05/2017
Úloha: Praktická část		Měřítko: 1 : 100 (1:15)
Výkres: Vytápění - řezy a detail		Číslo výkresu: 2



LEGENDA ZKRATEK

- | | | | |
|-----|---|------|--|
| Č | - čerpadlo GRUNDFOR Alfa2 25-60 180 | KKxx | - kulový kohout, DN xx |
| DV | - dopouštěcí ventil | MK | - kulový kohout se zajištěním, vypouštěcím ventilem a manometrem, typ MK 3/4 |
| EX | - expanzní nádoba REFLEX N6 18/6 | OV | - odvzdušňovací ventil |
| Fxx | - filtr, DN xx | PV | - pojistný ventil Duco 1/2" x 3/4" |
| HV | - hydraulická výhybka Vaillant WH40 s odvzdušňovacím a vypouštěcím ventilem | ZK | - zpětná klapka |
| K | - Závěsný kondenzační plynový kotel Vaillant VU 466/4-5 ecoTEC plus | ⊕ | - teploměr |
| | | ⊖ | - vodoměr |

Zpracoval Markéta Spálenská	Konzultant prof. Ing. Karel Kabele, CSc.	Fakulta stavební ČVUT 	
Předmět: 125BAPC - Bakalářská práce - C		Datum	05/2017
Úloha: Praktická část		Měřítko	-
Výkres: Schéma zapojení plynového zdroje		Číslo výkresu	3