

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STROJNÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2019

**MATĚJ
KOUDELA**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

STUDIE VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO DOMU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Souhrn

Diplomová práce se soustředí na vypracování projektové dokumentace ve formě prováděcí dokumentace stavby pro vytápění, vnitřního vodovodu, kanalizace, domovního plynovodu a vsakovacího zařízení rodinného domu. U vytápění budou navrženy dvě varianty otopných ploch a dvě varianty zdrojů tepla. Varianty otopných ploch budou otopná tělesa a podlahové vytápění. Jako zdroj tepla bude navržen plynový kondenzační kotel a tepelné čerpadlo. U vnitřního vodovodu budou navrženy dimenze potrubí a vodovodní přípojka a vypočítány tlakové ztráty. U kanalizačního potrubí budou navrženy dimenze potrubí, revizní šachta, vsakovací zařízení pro dešťové vody a následné zpětné využití bílé vody pro toalety a zavlažování. Nakonec bude navržena plynová přípojka a rozvod domovního plynovodu.

Summary

This diploma thesis is focused on the elaboration of project documentation in the form of implementing documentation of building for heating, inner water supply, sewerage, residential gas pipeline and infiltration device of family house. Two variations of heating space and two variations of heating source will be designated in the case of heating. Variations of heating space will be radiators and floor heating. Gas condensing boiler together with heat pump will be designed as a source of heat. Pipe dimensions and water connection will be designed and pressure loss will be counted in the case of inner water supply. Pipe dimensions, inspection shaft, infiltration device for rainwater and following reverse use of white water for toilets and irrigation will be designed in case of sewer pipes. Gas connection and gas distribution will be designed in conclusion of diploma thesis.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem: „Studie vytápěného rodinného domu“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Romanem Vavříčkou, Ph.D., s použitím literatury uvedené na konci mé diplomové práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne 24. 6. 2019

Bc. Matěj Koudela

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Romanovi Vavříčkovi, Ph.D. za trpělivost a lidský přístup, který po celou dobu mé diplomové práce měl, za jeho rady a čas. Také bych rád poděkoval celé své rodině za podporu a možnost studovat.

Praha, červen 2019

Bc. Matěj Koudela

OBSAH

PŘEHLED POUŽITÝCH SYMBOLŮ, VELIČIN A JEDNOTEK	8
1 ÚVOD	11
2 POPIS OBJEKTU	13
2.1 KONSTRUKCE OBJEKTU	16
3 NÁVRH VYTÁPĚNÍ	17
3.1 NÁVRH VYTÁPĚNÍ POMOCÍ OTOPNÝCH TĚLES	18
3.1.1 <i>Volba otopné soustavy</i>	<i>18</i>
3.1.2 <i>Volba teplotního spádu</i>	<i>18</i>
3.1.3 <i>Umístění a návrh otopných těles</i>	<i>18</i>
3.1.4 <i>Tlakové ztráty a hydraulické vyvážení</i>	<i>19</i>
3.1.5 <i>Regulace.....</i>	<i>20</i>
3.2 NÁVRH VYTÁPĚNÍ POMOCÍ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ.....	21
3.2.1 <i>Volba teplotního spádu</i>	<i>21</i>
3.2.2 <i>Návrh podlahového vytápění</i>	<i>21</i>
3.2.3 <i>Tlakové ztráty a hydraulické vyvážení</i>	<i>22</i>
3.2.4 <i>Regulace.....</i>	<i>24</i>
3.3 NÁVRH ZDROJE TEPLA.....	24
3.3.1 <i>Plynový kondenzační kotel</i>	<i>24</i>
3.3.2 <i>Tepelné čerpadlo.....</i>	<i>25</i>
3.4 FINANČNÍ ANALÝZA NÁKLADŮ A ENERGETICKÁ NÁROČNOST VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVY TUV	26
4 NÁVRH VNITŘNÍHO VODOVODU	29
4.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	29
4.2 VODOVODNÍ ROZVOD	30
4.3 DIMENZOVANÍ POTRUBÍ	30
4.4 VODOMĚRNÁ SESTAVA.....	30
4.5 VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT	30
4.6 KONTROLA DODÁVKY TEPLÉ VODY.....	31
4.7 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	32
5 NÁVRH KANALIZACE	35
5.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	35
5.2 NÁVRH SPLAŠKOVÉ KANALIZACE.....	35
5.3 NÁVRH DEŠŤOVÉ KANALIZACE	37
6 NÁVRH DOMOVNÍHO PLYNOVODU	39
6.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	39
6.2 SPOTŘEBA PLYNU	39

6.3	NÁVRH SVĚTLOSTI PŘÍPOJKY	40
6.4	NÁVRH SVĚTLOSTI DOMOVNÍHO POTRUBÍ	40
6.5	VÝPOČET POTŘEBNÉHO SPALOVACÍHO VZDUCHU A NÁVRH VĚTRÁNÍ MÍSTNOSTI.....	42
7	AKUMULAČNÍ A VSAKOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	43
7.1	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	43
7.2	NÁVRH AKUMULAČNÍ A RETENČNÍ NÁDRŽE	43
	ZÁVĚR	47
	POUŽITÉ ZDROJE:.....	50
	SEZNAM PŘÍLOH:	52

Přehled použitých symbolů, veličin a jednotek

A_{red}	[m ²]	redukovaný půdorysný průmět odvodňovací plochy
A_{VZ}	[m ²]	plocha hladiny vsakovacího zařízení
C	[-]	součinitel odtoku dešťových vod
D	[m]	vnitřní světlost přípojovacího potrubí
DN	[mm]	světlost potrubí
DU	[l/s]	výpočtový odtok
H	[m]	dopravní výška
H_i^{15}	[kWh/m ³]	výhřevnost plynu při 15 °C
H_u	[kWh/jednotku]	výhřevnost
K	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	součinitel odtoku
L	[m]	délka
L_e	[m]	ekvivalentní délka plynovodu
O	[m ³]	minimální požadovaný objem plyn. potrubí
P	[kW]	jmenovitý výkon plyn. spotřebiče
Q_c	[l/s]	trvalý průtok, který trvá déle než 5 minut
$Q_{d,TV}$	[kWh]	potřeba tepla na přípravu teplé vody
$Q_{H,nd}$	[kWh]	potřeba tepla na vytápění
Q_k	[W]	výkon zdroje tepla
Q_k	[W]	tepelný výkon nutný k dohřevu TV
Q_{max}	[kWh]	největší rozdíl tepla
Q_n	[kW]	jmenovitý tepelný výkon spotřebiče
Q_p	[l/s]	čerpací průtok od čer. Stanice odpadních vod déle než 5 minut
Q_r	[l/s]	průtok dešťových vod
$Q_{r,w}$	[l/s]	průtok odpadních vod ve svodném potrubí
$Q_{S,OT}$	[W]	skutečný výkon otopného tělesa
Q_{TV}	[W]	Požadovaný výkon na přípravu TV
Q_{ww}	[l/s]	průtok splaškových vod
Q_z	[W]	tepelná ztráta místnosti
R	[Pa/m]	třecí tlaková ztráta na metr
S_{od}	[m ²]	půdorysný průmět odvodněné plochy
T_l	[K]	teplota zemního plynu na vstupu
U	[W/m ² ·K]	součinitel prostupu tepla
V	[l/h]	objemový průtok
V_n	[m ³ /h]	spotřeba plynu n-tého zařízení
V_p	[m ³ /h]	množství paliva ke spotřebiči

$V_{p,h}$	[m ³ /h]	součet objemových průtoků při příkonech všech plynových spotřebičů
V_{psec}	[m ³ /s]	množství plynu
V_r	[m ³ /h]	redukováný průměr plynu
V_s	[m ³ /h]	množství spalovaného vzduchu
V_{TV}	[m ³]	minimální objem zásobníku
V_{TV}	[m ³]	objem zásobníku TV
V_{VZ}	[l/s]	objem retenční nádrže
X_p	[K]	spínací diference
Z	[Pa]	místní tlaková ztráta
c	[J/kg.K]	měrná tepelná kapacita vody
c	[J/kg.K]	měrná tepelná kap. vody při stř. tepl. zásobníku
d	[-]	relativní hustota plynu (pro tranzitní plynovod $d = 0,5646$)
f	[-]	součinitel bezpečnosti vsaku
h_d	[mm]	návrhový úhrn srážek
i	[l/s.m ²]	intenzita deště
k_v	[m/s]	koeficient vsaku
m_w	[Kg/h]	hmotnostní průtok vody
p_1	[Pa]	tlak zemního plynu na vstupu
p_2	[Pa]	tlak zemního plynu na výstupu
p_2	[kp/cm ²]	tlak plynu na výstupu z regulátoru
p_{bud}	[kPa]	tlaková ztráta rozvodu v budově
$p_{další prvky}$	[kPa]	tlakové ztráty dalších zařízení
p_{dis}	[kPa]	dispoziční přetlak z vodovodního řádu
p_g	[kPa]	tlaková ztráta výškovou úrovní
$p_{přípojka}$	[kPa]	tlaková ztráta přípojky
$p_{vodoměr}$	[kPa]	tlaková ztráta vodoměru
t	[s]	čas dodávky teplé vody
t_1	[°C]	teplota studené vody
t_2	[°C]	teplota teplé vody
v	[m/s]	rychlost vody ve vodovodním potrubí
w	[m/s]	rychlost vody v potrubí
y	[-]	korekční faktor odběru tepla ze zásobníku
z_1	[-]	kompresibilní faktor
Δp_c	[Pa]	celková tlaková ztráta
Δp_c	[Pa]	tlaková ztráta v počítaném úseku plynovodu
Δp_o	[Pa]	tlaková ztráta okruhu

Δp_{Vstup}	[Pa]	tlaková ztráta na vstupu rozdělovače
Δp_{vv}	[Pa]	tlaková ztráta vyvažovacího ventilu
$\Delta p_{Výstup}$	[Pa]	tlaková ztráta na výstupu rozdělovače
$\Theta_{int,i}$	[°C]	vnitřní výpočtová teplota
η	[-]	účinnost spotřebiče
λ	[-]	potřebný přebytek vzduchu pro spalování
ρ	[kg/m ³]	hustota vody při střední teplotě zásobníku
ζ	[-]	součinitel místní tlakové ztráty
τ_a	[s]	doba ohřevu TV při tepl. rozdílu
τ_c	[min]	doba trvání srážek určité periody

1 Úvod

Práce bude zaměřena na vytvoření komplexní prováděcí dokumentace stavby. Tato dokumentace se skládá z návrhu vytápění, kanalizace, vodovodu a připojení domu na plynovodní přípojku. Navržen bude rovněž vsakovací systém pro využití dešťové vody na závlahu a zpětné použití tzv. bílé vody v rozvodech domu.

Tato dokumentace se vztahuje na stavbu rodinného domu. Rodinný dům se skládá ze dvou nadzemních podlaží. K domu přiléhá zahrada, kde bude navržen vsakovací systém. Bližší specifikace zmíněného rodinného domu jsou uvedeny v kapitole 2.

Nejprve bude stanovena celková tepelná ztráta objektu za pomoci normy ČSN EN 12 831-1. Podle této tepelné ztráty bude navrženo vytápění. Pro vytápění budou navrženy dvě varianty otopných soustav a dvě varianty zdrojů tepla.

Varianty otopných soustav budou následující: otopná soustava s otopnými tělesy a otopná soustava podlahového vytápění. U obou otopných soustav bude navržen zdroj tepla, potrubní síť, pojistné a zabezpečovací zařízení, armatury, čerpadlo, otopné plochy a regulační zařízení. U soustav s otopnými tělesy budou upřednostněna otopná tělesa s vyšší sálavou složkou. Tedy například otopná tělesa typu 10. Kromě koupelen, kde budou trubková otopná tělesa, budou navržena desková otopná tělesa typu ventil kompakt. Varianty zdrojů tepla budou následující: plynový kondenzační kotel a tepelné čerpadlo.

Vnitřní vodovod objektu bude navržen za pomoci normy ČSN EN 806-2. Bude navržena potrubní síť s potřebnými armaturami. Dále bude dle ČSN 75 5411 navržena vodovodní přípojka. U vnitřního vodovodu budou navrženy rozvody teplé, studené a bílé vody. Bílá voda bude získávána zachytáváním dešťové vody ze střech. Stavba bude rovněž napojena na centrální vodovodní řád. Příprava teplé vody bude zajišťována v nepřímě ohřivaném zásobníku teplé vody.

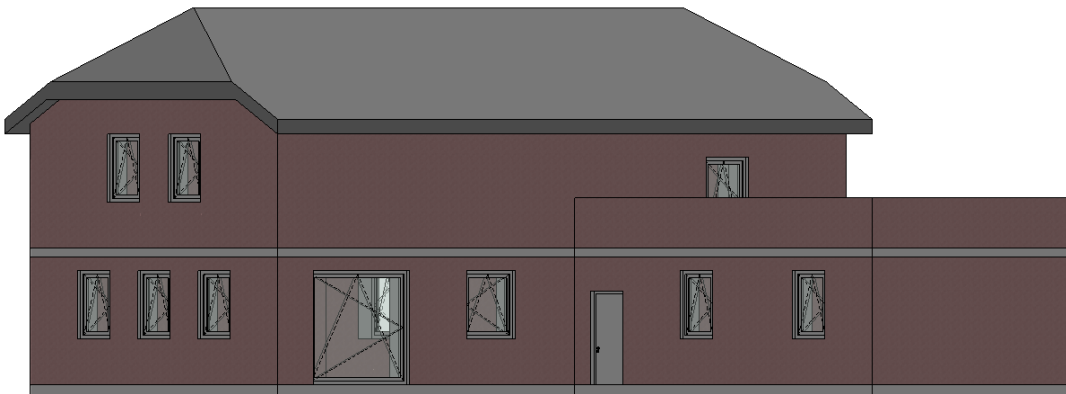
Kanalizace bude navržena pomocí norem ČSN 75 6760 a ČSN EN 12 056. Opět bude navržena potrubní síť, která bude zahrnovat přípojovací, odpadní a svodné potrubí. Budou navrženy dvě kanalizace: pro splaškové a dešťové potrubí. Splaškové potrubí bude zaústěno do stokové sítě. Dešťové potrubí bude ústít do akumulární nádrže

pro zachytávání bílé vody. Tato nádrž bude opatřena přepadovým potrubím, které povede do vsakovacího zařízení.

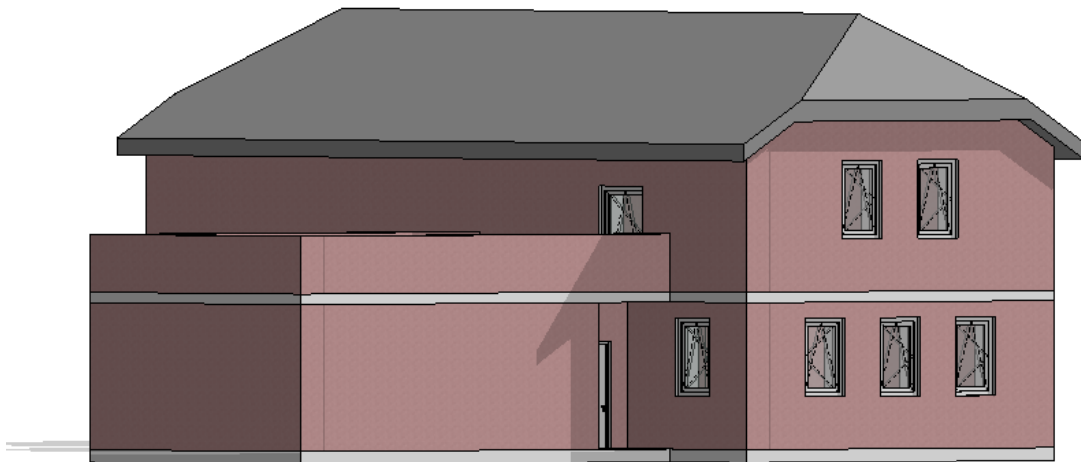
V rámci domovního plynovodu bude navržen vnitřní a venkovní plynovod, jejichž hranici tvoří obvodová zeď rodinného domu. Dále bude navržena plynová přípojka. Rodinný dům bude napojen na plynofikaci obce.

2 Popis objektu

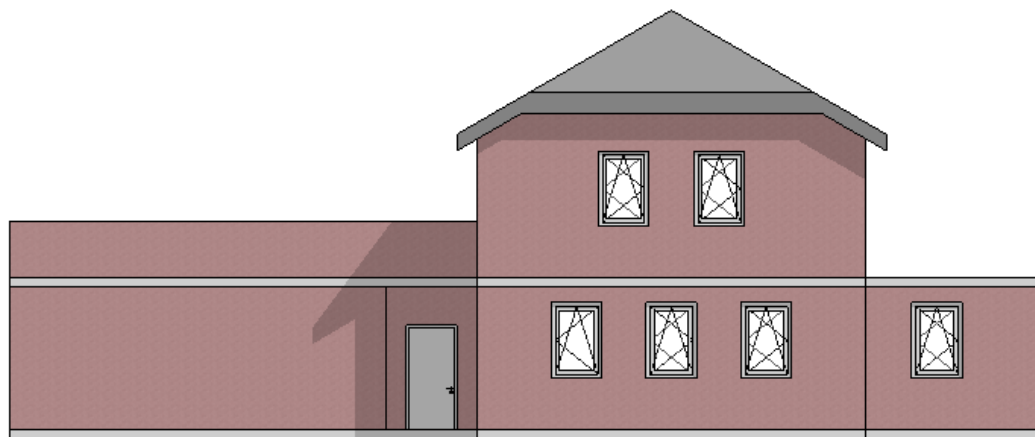
Objekt je rodinný dům (dále už jen RD) umístěný ve vesnici Němčice u Kolína s nadmořskou výškou 235 m. Jedná se o novostavbu, která má dvě nadzemní podlaží. Podlahová plocha RD činí 311 m². V prvním nadzemním podlaží se nachází obývací pokoj, jídelna spojená s kuchyňským koutem, spíž, dvě koupelny, pokoj, technická pracovna a technická místnost. Druhé nadzemní podlaží obsahuje dva dětské pokoje, tři šatny, dvě koupelny, toaletu a pokoj s terasou. Světlá výška místností je 2,8 m. Venkovní výpočtová teplota v dané oblasti je -12 °C. Délka otopného období činí 226 dní, průměrná venkovní teplota za otopné období je 4,4 °C. Na obr. 2.1, obr. 2.2 a obr. 2.3 se nachází vizualizace objektu ze softwaru Revit.



Obr.2.1: Severozápadní pohled



Obr. 2.2: Jihozápadní pohled

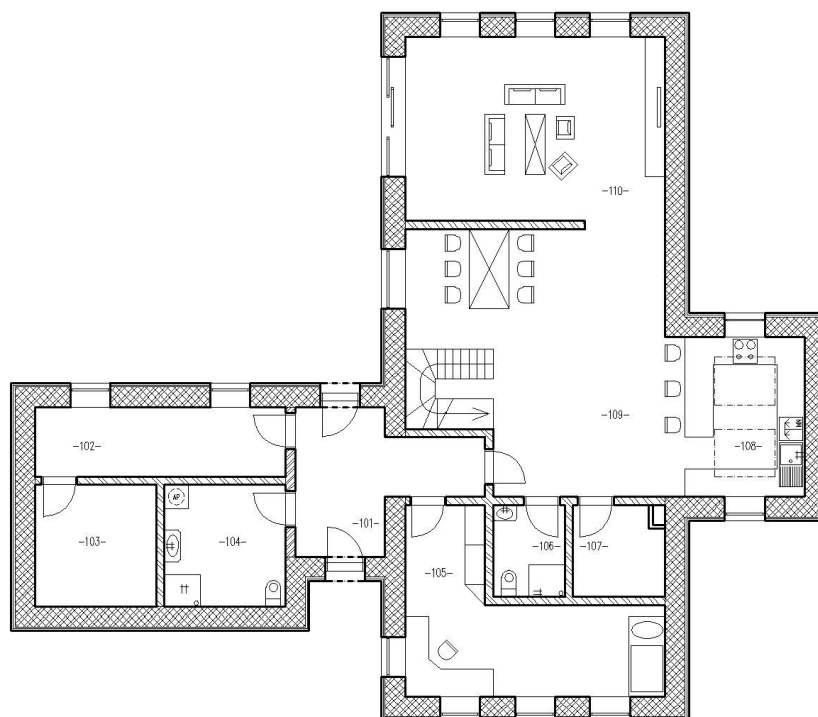


Obr. 2.3: Jižní pohled

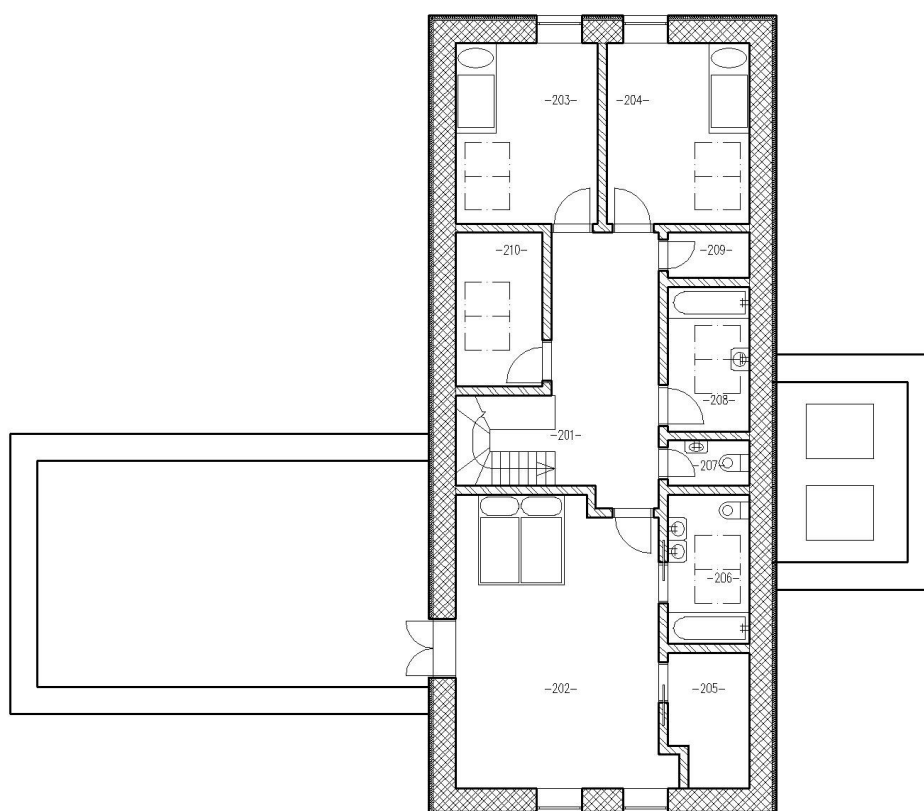
Dále jsou na obr. 2.4 a obr. 2.5 znázorněny půdorysy prvního a druhého nadzemního podlaží, kde lze vidět dispozice RD. Označení jednotlivých místností uvádí tab. 2.1.

Tabulka 2.1: Tabulka místností

Podlaží	Název místnosti	Číslo místnosti [-]
1.NP	Vstupní hala	101
	Technická pracovna	102
	Technická místnost	103
	Koupelna	104
	Pokoj	105
	Koupelna	106
	Spíž	107
	Kuchyň	108
	Jídelna	109
	Obývací pokoj	110
2.NP	Chodba	201
	Ložnice	202
	Dětský pokoj	203
	Dětský pokoj	204
	Šatna	205
	Koupelna	206
	Toaleta	207
	Koupelna	208
	Šatna	209
	Šatna	210



Obr. 2.4: Půdorys prvního nadzemního podlaží



Obr.2.5: Půdorys druhého nadzemního podlaží

2.1 Konstrukce objektu

Základy RD budou tvořit základové pasy, hutněné šterkové podloží a finální železobetonová deska, na které bude tepelná izolace (polystyren) o tloušťce 150 mm, ta je součástí podlah. Nosné obvodové stěny budou z cihel Heluz 50, zatepleny budou tepelnou izolací o tloušťce 10 mm (polystyren). Na tepelné izolaci bude perlitová omítka. Příčky domu budou z cihel Heluz 20 s nanesenou omítkou. Stropní konstrukce bude tvořena Miako vložkami, které budou položeny na Miako nosnících, zality budou betonovou směsí. Základní střešní konstrukci bude tvořit dřevěný krov, který bude zaizolován minerální vlnou. Na krov bude položena střešní krytina. Stavební otvory budou vyplněny okny a dveřmi s požadovaným součinitelem prostupu tepla. Jednotlivé stavební konstrukce a jejich tepelné vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 2.2, kde jsou porovnány s hodnotami požadovanými a doporučenými podle ČSN 73 0540.

Tabulka 2.2: Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Konstrukce	U [W/m ² K]		
	Navržené	Požadované	Doporučené
Základová deska s tepelnou izolací	0,18	0,45	0,3
Nosná obvodová stěna s tepelnou izolací	0,11	0,3	0,25
Vnitřní stěna	1,2	2,7	1,8
Střešní konstrukce	0,12	0,3	0,2
Okna	1,1	3,5	2,3
Vchodové dveře	1,2	1,7	1,2

Výpočet součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukční prvky je uveden v Excelu na příloženém CD.

3 Návrh vytápění

Do RD budou navrženy dvě různé otopné soustavy. Soustava s otopnými tělesy a soustava s podlahovým vytápěním. Tyto otopné soustavy budou v prvním případě připojeny na kondenzační plynový kotel a v druhém případě na tepelné čerpadlo (vzduch/voda). Po návrhu budou tyto kombinace mezi sebou porovnány vzhledem k energetické náročnosti a bude vytvořena finanční analýza nákladů na vytápění.

Tepelné ztráty RD budou počítány podle normy ČSN EN 12 831-1. Tepelná ztráta větráním bude uvažována s předpokládaným nuceným větráním RD. Návrh nuceného větrání je uveden v Excelu na příloženém CD. Veškeré výpočty jsou rovněž uvedeny v programu Excel na příloženém CD. V tab. 3.1 jsou znázorněny tepelné ztráty jednotlivých místností.

Tab. 3.1: Tepelné ztráty místností

Podlaží	Místnosti	Číslo [-]	$\Theta_{int,i}$ [°C]	Q_z [W]
1.NP	Vstupní hala	101	18	259
	Technická pracovna	102	20	349
	Technická místnost	103	18	220
	Koupelna	104	24	350
	Pokoj	105	20	575
	Koupelna	106	24	82
	Spíž	107	20	67
	Kuchyň	108	20	338
	Jídelna	109	20	614
	Obývací pokoj	110	20	777
2.NP	Chodba	201	20	520
	Ložnice	202	20	664
	Dětský pokoj	203	20	359
	Dětský pokoj	204	20	359
	Šatna	205	20	74
	Koupelna	206	24	272
	Toaleta	207	20	41
	Koupelna	208	24	277
	Šatna	209	18	29
	Šatna	210	18	156

Celková tepelná ztráta objektu bude zaokrouhleně 6 400 W.

3.1 Návrh vytápění pomocí otopných těles

Soustava bude svůj výkon předávat do cílových místností pomocí otopných těles. Otopné těleso je výměník tepla (voda/vzduch). Otopná tělesa budou vybavena regulačním šroubením, termostatickým ventilem a termostatickou hlavicí, kdy regulační šroubení a termostatický ventil slouží k hydraulickému vyvážení. Termostatická hlavice reguluje výkon tělesa v dané místnosti podle vnitřní teploty. [1]

3.1.1 Volba otopné soustavy

Soustava bude horizontální protiproudá dvoutrubková, se spodním rozvodem a nuceným oběhem vody. Rozvod bude veden v podlaze v měděném potrubí. Potrubí bude spojováno lisováním a po celé své délce izolováno převlekovou izolací. [2]

3.1.2 Volba teplotního spádu

Teplotní spád bude spojen s průtokem teplotní látky. Bude ovlivňovat průtok celé otopné soustavy. Důsledkem volby bude velikost potrubí, tlakové ztráty a velikost otopných těles. Při návrhu otopné soustavy bude volen teplotní spád podle typu otopné soustavy, otopných ploch a zdroje tepla. Teplotní spád u nízkoteplotních a teplovodních soustav se volí v rozmezí 10 K až 25 K, kde obvyklé teplotní spády u nízkoteplotní soustavy jsou 55/45, 45/35, 35/25 °C a u teplovodních soustav je 80/60, 75/65, 70/55, 70/60 °C [2] [18]. Pro projekt zvolená soustava bude nízkoteplotní 50/40 °C. Tento teplotní spád bude počítat s návrhem pro plynový kondenzační kotel, ale i pro tepelné čerpadlo, kde bude důležitý parametr výstupní teploty na kondenzátoru, tedy teploty přívodní vody do otopné soustavy.

3.1.3 Umístění a návrh otopných těles

Otopné těleso musí zajišťovat správnou funkčnost, tedy dostatečný přestup tepla do místnosti. Instalují se na ochlazované plochy (stěny obvodového pláště, okna). Musí pokrýt tepelnou ztrátu dané místnosti a nesmí docházet k padání chladných proudů vzduchu po jejich stranách k podlaze, aby byla zajištěna tepelná pohoda uživatele. Toho se docílí délkou otopného tělesa, které musí být stejné nebo delší, než je délka okna. V druhé řadě musí splnit i estetický dojem [2] [18].

Zvolená tělesa budou od firmy KORADO. Desková otopná tělesa budou typu Ventil Kompakt. Trubková otopná tělesa budou typu Linear Klassic. Všechna otopná tělesa

budou mít regulační šroubení, termostatický ventil a termostatickou hlavici. V tab. 3.2 je návrh otopných těles s přepočtem ze jmenovitých hodnot na hodnoty skutečné.

Tab.3.2: Návrh otopných těles a jejich typ

Podlaží	Místnosti	Číslo [-]	$\Theta_{int,i}$ [°C]	Q_z [W]	Počet OT	$Q_{S,OT(50/40)}$ [W]	Typ	Výška [mm]	Délka [mm]
1.NP	Vstupní hala	101	20	259	1	277	10	900	800
	Technická prac.	102	20	349	2	239	10	600	1000
	Technická míst.	103	15	220	Nevytápěno				
	Koupelna	104	24	350	1	355	LK	1820	750
	Pokoj	105	20	575	4	203	10	500	1000
	Koupelna	106	24	82	1	104	LK	900	450
	Sklad potravin	107	20	67	Nevytápěno				
	Kuchyň	108	20	338	1	384	10	700	1400
	Jídelna	109	20	614	1	633	11	600	1600
	Obývací pokoj	110	20	777	3	262	10	600	1100
2.NP	Chodba	201	20	520	1	540	11	700	1200
	Ložnice	202	20	664	2	339	11	500	1000
	Dětský pokoj	203	20	359	1	396	11	600	1000
	Dětský pokoj	204	20	359	1	396	11	600	1000
	Šatna	205	20	74	Nevytápěno				
	Koupelna	206	24	272	1	284	LK	1500	750
	Toaleta	207	20	41	Nevytápěno				
	Koupelna	208	24	277	1		LK	1500	750
	Sklad	209	20	29	Nevytápěno				
	Sklad	210	20	156	Nevytápěno				

3.1.4 Tlakové ztráty a hydraulické vyvážení

Nejprve bude vypočítán okruh s největší tlakovou ztrátou. K němu se poté ostatní okruhy hydraulicky vyváží. Nejdlejší okruh povede k tělesu v místnosti 201. Tlakové ztráty budou navrženy za pomoci tabulek projektanta, viz příloha [č.1] [3].

Podle vypočteného hmotnostního průtoku bude v tabulce pro měděné potrubí hledána příslušná dimenze potrubí. Pokud v tabulce nebude požadovaný hmotnostní průtok, bude vytvořena interpolace. Tab. 3.3 ukazuje výpočet tlakových ztrát na nejdleším okruhu s tlakovými ztrátami regulačního šroubení a termostatického ventilu. U tohoto tělesa budou armatury plně otevřeny.

Tab. 3.3: Tlaková ztráta pro okruh s největší tlakovou ztrátou

Úsek č.	m_w	l	DN	R	w	$\Sigma\zeta$	R.l	Z	$\Sigma(R.l+Z)$
[-]	[Kg/h]	[m]	[mm]	[Pa/m]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
OT 201= 540 [W]									
1	552	2,5	22x1	171	0,49	4	428	476	903
2	521	2,6	22x1	155,5	0,47	1,5	404	159	564
3	456	2,8	22x1	123	0,41	1,6	344	130	475
4	328	0,05	18x1	199	0,46	1,5	10	154	164
5	138	3,85	15x1	45	0,29	1,5	173	62	235
6	129	1,5	15x1	100	0,27	2,5	150	90	240
7	96	4,4	15x1	65	0,20	3,5	286	70	356
8	71	2,95	15x1	24,5	0,15	2,5	72	27,6	100
9	47	3,66	15x1	11,5	0,10	2	42	9	52
9z	47	3,66	15x1	11,5	0,10	2	42	9	52
8z	71	2,95	15x1	24,5	0,15	2,5	72	27,6	100
7z	96	4,4	15x1	65	0,20	3,5	286	70	356
6z	129	1,5	15x1	100	0,27	2,5	150	90	240
5z	138	3,85	15x1	45	0,29	1,5	173	62	235
4z	328	0,05	18x1	199	0,46	1,5	10	154	164
3z	456	2,8	22x1	123	0,41	1,6	344	130	475
2z	521	2,6	22x1	155,5	0,47	1,5	404	159	564
1z	552	2,5	22x1	171	0,49	4	428	476	903
Tlaková ztráta třením a místními odpory v potrubí okruhu OT201 - Δp_{potr}									6177
Tlaková ztráta OT201 - Δp_{ot}									0
Tlaková ztráta termostatického regulačního ventilu - Δp_{TRV}									370
Tlaková ztráta regulačního šroubení - $\Delta p_{r\check{s}}$									400
Celková tlaková ztráta okruhu OT201 - Δp_o									6987

Nastavení jednotlivých regulačních šroubení a termostatických ventilů pro hydraulické vyvážení otopné soustavy je znázorněno na výkresové dokumentaci a na příloženém CD. V příloze [č.2] a [č.3] je graficky znázorněna tlaková ztráta regulačního šroubení a termostatického ventilu.

3.1.5 Regulace

Regulace příkonu tepla bude navržena podle venkovní teploty vzduchu (tedy ekvitemní) se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu. Regulace bude přímá a regulován bude přímo zdroj tepla. Potřeba tepla ve vytápěném objektu bude závislá na venkovní teplotě vzduchu a zpětné vazbě vnitřní teploty. Na vnější severní fasádě bude umístěn senzor venkovní teploty, který bude předávat informace regulátoru [1]. V místnosti 101 bude umístěn

regulátor CW 100 (výrobce Bosch) se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu. Ten bude pracovat podle zadané otopné křivky. U této regulace bude nutné doplnit všechna otopná tělesa o termostatické hlavice, tedy ještě o regulaci místní. Toto bude nutné provést ve všech místnostech kromě místnosti 101, kde bude instalován regulátor CW 100.

3.2 Návrh vytápění pomocí podlahového vytápění

Podlahové vytápění se řadí do převážně sálavých otopných soustav. Příslušná stavební konstrukce (podlaha) je zevnitř zahřívána trubkami, v nichž proudí teplá voda [4]. V RD bude použit systém uložení trubek od firmy Gabotherm. Jedná se o mokrý způsob uložení za pomoci modulačních desek, které zahrnují tepelnou izolaci a definované rozteče pro potrubí.

3.2.1 Volba teplotního spádu

Podlahové vytápění bude nízkoteplotní. Teplotní spád bude 33/23 °C. Střední otopná voda bude 28 °C. Při této střední otopné vodě bude možné docílit návrhu všech podlahových okruhů bez nutnosti směšování na různé teploty tak, aby byla pokryta teplená ztráta RD.

3.2.2 Návrh podlahového vytápění

V 1.NP bude z technické místnosti (103) vyvedeno potrubí od zdroje tepla v podlaze přes koupelnu (104) do vstupní haly (101), kde bude přivedeno do první rozdělovací stanice. Dále bude vedeno v podlaze k druhé rozdělovací stanici v jídelně (109). Následně bude vyvedeno stoupacím potrubím ve zdi do 2.NP do prostoru skladu (210). Zde bude napojeno na třetí, a poslední, rozdělovací stanici. Z jednotlivých rozdělovacích stanic budou vyvedeny otopné okruhy pro dané místnosti. Na první rozdělovací stanici budou napojeny otopné okruhy pro místnosti: vstupní hala (101), technická pracovna (102), koupelna (104), pokoj (105). Na druhou rozdělovací stanici budou napojeny otopné okruhy pro místnosti: koupelna (106), kuchyň (108), jídelna (109), obývací pokoj (110). Na třetí rozdělovací stanici budou napojeny všechny otopné okruhy ve 2.NP. Potrubí vedoucí od zdroje tepla k jednotlivým rozdělovacím stanicím bude z měděného potrubí a bude izolováno převlekovou izolací a vedeno ve drážkách v podlaze nebo ve stěně. Potrubí z rozdělovacích stanic bude z polybutenových trubek od firmy Gabotherm. Přívodní část otopných hadů do jednotlivých místností z rozdělovací stanice bude izolována převlekovou izolací a vedena pod systémovou deskou. Následně bude podlaha zalita anhydritovou směsí. Do koupelen, z důvodu nedostatku výkonu podlahového

vytápění, budou instalována elektrická trubková tělesa s termostatem od firmy Korado a.s. Tato tělesa nebudou připojena na otopnou soustavu. Budou obsahovat elektrickou topnou patronu, která bude připojena na regulátor zapojený do elektrické sítě. Pokud bude teplota v místnosti nižší než teplota nastavená na termostatu, těleso se aktivuje. K výpočtu výkonu jednotlivých otopných okruhů je použit na internetu volně dostupný Excel. [5]

3.2.3 Tlakové ztráty a hydraulické vyvážení

Tlakové ztráty v hlavní potrubní síti z měděného potrubí, která povede k jednotlivým rozdělovacím stanicím, jsou uvedeny v tab. 3.4.

Tab. 3.4: Tlakové ztráty v hlavním potrubní síti

Okruh	Q_{pc}	m_w	l	DN	R	w	$\Sigma\zeta$	R.l	Z	$\Sigma(R.l+Z)$
[-]	[W]	[Kg/h]	[m]	[mm]	[Pa/m]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
1p	5621	484	7,1	22x1	137	0,43	1,5	973	137	1110
2p	4155	358	3,5	22x1	79,7	0,32	3	279	150	429
3p	2254	194	3,0	22x1	27,6	0,17	3	83	44	127
3z	2254	194	3,0	22x1	27,6	0,17	3	83	44	127
2z	4155	358	3,5	22x1	79,7	0,32	3	279	150	429
1z	5621	484	7,1	22x1	137	0,43	1,5	973	137	1110

Tlakové ztráty v jednotlivých otopných okruzích v polybutenových (PB) trubkách budou určeny za pomoci diagramu tlakových ztrát výrobce, příloha [č.4]. V jednotlivých rozváděcích stanicích bude instalována sestava rozdělovač / sběrač Ivar.CS 553 VP. Sestava je plně osazena potřebnými regulačními a uzavíracími armaturami. Doškrcení jednotlivých okruhů na sestavě rozdělovač / sběrač bude řešeno za pomoci diagramu tlakových ztrát výrobce, příloha [č.5]. V tab. 3.5, tab. 3.6 a tab. 3.7 jsou uvedeny tlakové ztráty jednotlivých otopných okruhů po hydraulickém vyvážení na jednotlivých rozdělovacích stanicích. Vyvážení bude provedeno na rozdělovači na jednotlivých výstupech. Výstupy budou osazeny průtokoměry. Jednotlivé průtokoměry budou nastaveny na požadované hodnoty na místě montáže.

Tab. 3.5: Tlakové ztráty na první rozdělovací stanici

Okruh	Q_{pc}	m_w	l	DN	R	w	$\Sigma\zeta$	R.l	Z	$\Sigma(R.l+Z)$	Δp_{vstup}	$\Delta p_{výstup}$	Δp_o
[-]	[W]	[Kg/h]	[m]	[mm]	[Pa/m]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
CH	310	27	54,1	15x1,5	22	0,07	1	1189	2	1191	3050	18	4259
TP	382	33	77,2	15x1,5	25	0,08	3	1930	10	1940	2200	20	4160
K1	175	15	65,2	15x1,5	19	0,04	6	1238	4	1242	3000	16	4258
P	599	52	125,3	15x1,5	32	0,13	6	4009	48	4057	180	50	4287

Tab. 3.6: Tlakové ztráty na druhé rozdělovací stanici

Okruh	Q_{pc}	m_w	l	DN	R	w	$\Sigma\zeta$	R.l	Z	$\Sigma(R.l+Z)$	Δp_{vstup}	$\Delta p_{výstup}$	Δp_o
[-]	[W]	[Kg/h]	[m]	[mm]	[Pa/m]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
KU	189	16	55,1	15x1,5	18	0,04	6	992	5	997	1400	16	2413
JB	490	42	80,9	15x1,5	28	0,10	3	2265	16	2281	100	39	2420
JA	434	37	45,3	15x1,5	26	0,09	1	1177	4	1181	1200	35	2416
OB	416	36	90,6	15x1,5	25,5	0,09	3	2310	12	2322	100	35	2457
OA	372	32	78,6	15x1,5	22	0,08	3	1729	9	1738	650	31	2419

Tab. 3.7: Tlakové ztráty na třetí rozdělovací stanici

Okruh	Q_{pc}	m_w	l	DN	R	w	$\Sigma\zeta$	R.l	Z	$\Sigma(R.l+Z)$	Δp_{vstup}	$\Delta p_{výstup}$	Δp_o
[-]	[W]	[Kg/h]	[m]	[mm]	[Pa/m]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
CH-A	273	24	91,1	15x1,5	20	0,06	1	1822	2	1824	1500	17	3341
CH-B	253	22	83,0	15x1,5	18	0,05	1	1494	1	1495	1850	16	3361
LA	377	32	156,3	15x1,5	21	0,08	1	3283	3	3286	80	31	3397
LB	377	32	150,3	15x1,5	21	0,08	1	3157	3	3160	200	31	3391
DP1	363	31	123,8	15x1,5	21	0,08	1	2600	3	2603	700	31	3334
DP2	363	31	125,8	15x1,5	21	0,08	1	2642	3	2645	700	31	3376
K1	126	11	64,6	15x1,5	16	0,03	1	1034	0	1035	2325	10	3370
K2	122	11	62,5	15x1,5	16	0,03	1	1000	0	1000	2350	10	3360

Jednotlivé rozdělovací stanice musí být vyváženy i mezi sebou. K tomu účelu budou použity vyvažovací ventily Ivar.CIM 727 (3/4“; Kv 7,28). V příloze [č.6] je uveden diagram tlakové ztráty vyvažovacího ventilu. V tab. 3.8 je uvedeno vyvážení rozdělovacích stanic mezi sebou.

Tab. 3.8: Hydraulický vyvážení rozdělovacích stanic mezi sebou

Rozdělovací sestava	Δp_o	Δp_{vv}	Δp_c	Nastavení
[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[-]
Rozdělovací sestava 1	6507	215	6722	3,9/8
Rozdělovací sestava 2	5534	1119	6653	2,7/8
Rozdělovací sestava 3	6729	-	6729	-

Tlaková ztráta podlahového vytápění bude po zaokrouhlení 6 730 Pa. Tuto tlakovou ztrátu bude muset překonávat oběhové čerpadlo.

3.2.4 Regulace

Regulace příkonu tepla bude navržena podle venkovní teploty vzduchu (ekvitemní) se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu. Regulace bude přímá. Bude regulován přímo zdroj tepla. Potřeba tepla ve vytápěném objektu bude závislá na venkovní teplotě vzduchu a zpětné vazbě vnitřní teploty. Na vnější severní fasádě bude umístěn senzor venkovní teploty, který bude předávat informace regulátoru [1]. V místnosti 101 bude umístěn regulátor CW 100 (výrobce Bosch) se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu. Ten bude pracovat podle zadané otopné křivky. U této regulace bude nutné doplnit všechny otopné okruhy o elektrotermické hlavice Ivar.TE 3040 s napojením na prostorové termostaty Ivar.TASO2M v jednotlivých místnostech, tedy ještě otopné okruhy doplnit o regulaci místní. Kromě místnosti 101, kde bude instalován regulátor CW 100. Elektrotermické hlavice pracují v režimu on/off.

3.3 Návrh zdroje tepla

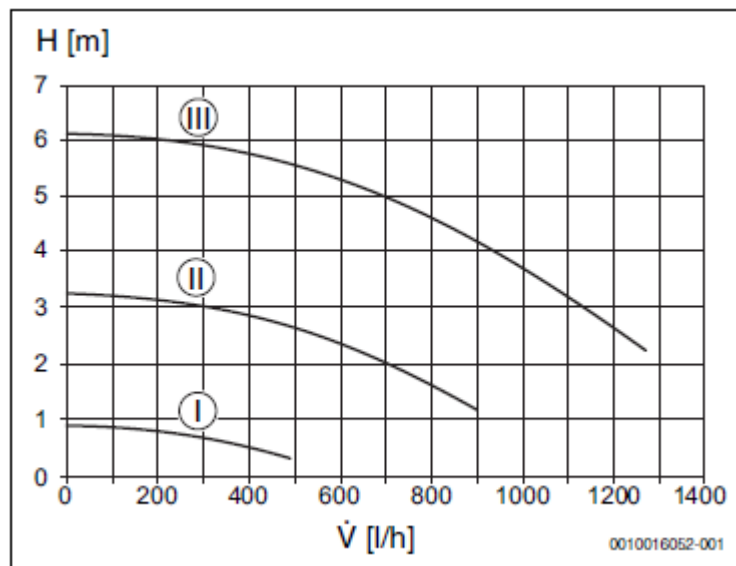
Budou navrženy dva zdroje tepla. Plynový kondenzační kotel a tepelné čerpadlo (vzduch/voda).

3.3.1 Plynový kondenzační kotel

Bude se jednat o decentralní zdroj tepla pro jeden rodinný dům. Palivo pro plynový kondenzační kotel bude zemní plyn.

Výkon kotle bude muset být roven nebo být vyšší než tepelná ztráta RD. Tepelná ztráta RD bude po zaokrouhlení 6 400 W. Zvolený kotel bude od firmy Junkers typu Condens 2300i W 15 P23 o modulačním výkonu 2-16 kW [6] a bude umístěn v technické

místnosti (103). Kotel obsahuje pojistné a zabezpečovací zařízení (pojistný ventil, expanzní nádoba), oběhové čerpadlo a trojcestný ventil pro přepínání mezi vytápěním a teplou užitkovou vodou. Expanzní nádoba kotle je 6 l. Vypočítaná minimální expanzní nádoba pro otopnou soustavu s otopnými tělesy bude 2,1 l a pro podlahové vytápění 2,4 l. Expanzní nádoba tedy bude vyhovovat v obou případech. Výpočet je uveden v příloženém Excelu na CD (záložka OT a PODLAHA-TZ). Tlaková ztráta pro soustavu s otopnými tělesy bude po zaokrouhlení 6 990 Pa a pro otopnou soustavu podlahového vytápění bude po zaokrouhlení 6730 Pa. Potřebná dopravní výška čerpadla bude 0,71 m při průtoku 552 l/h pro otopná tělesa a 0,68 m při průtoku 484 l/h pro podlahové vytápění. Na obr. 3.1 je znázorněna charakteristika čerpadla. Čerpadlo lze plynule nastavit pomocí změny otáček na požadovanou charakteristiku.



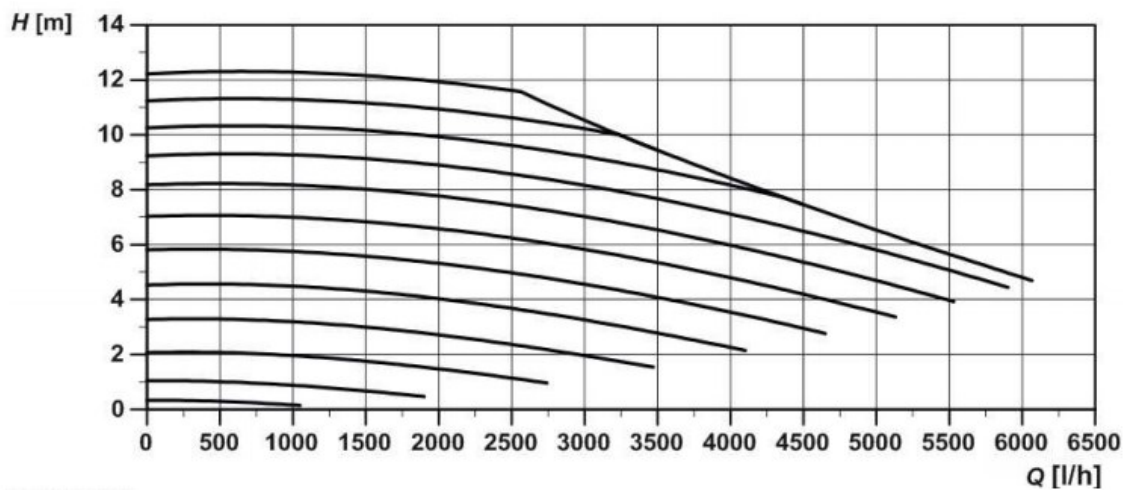
Obr.3.1: Charakteristika čerpadla kotle Junkers [6]

Čerpadlo bude vyhovovat v obou případech. Odvod spalin bude skrz stěnu do venkovního prostoru podle podkladů výrobce [6].

3.3.2 Tepelné čerpadlo

Zvolené tepelné čerpadlo bude od firmy Regulus typ EcoAir 614M, doplněné o tepelnou centrálu EcoZenith i350 L. Tepelné čerpadlo bude umístěné ve 2.NP na terase. Tepelná centrála bude umístěna v technické místnosti (103). Jmenovitý výkon tepelného čerpadla je 2,55/8,69 kW. Tepelná centrála obsahuje oběhová čerpadla, pojistné a zabezpečovací zařízení, doplňkový elektrický zdroj, regulaci a nádrž pro průtokovou přípravu teplé vody. Velikost expanzní nádoby je 22 l.

Dle podkapitoly 3.3.1 bude tato expanzní nádoba vyhovovat pro obě otopné soustavy. Na obr. 3.2 je znázorněna charakteristika oběhového čerpadla [7][8].



Obr. 3.2: Charakteristika čerpadla tepelné centrály Regulus [8]

Podle podkapitoly 3.3.1 bude čerpadlo vyhovovat v obou případech.

3.4 Finanční analýza nákladů a energetická náročnost vytápění a přípravy TUV

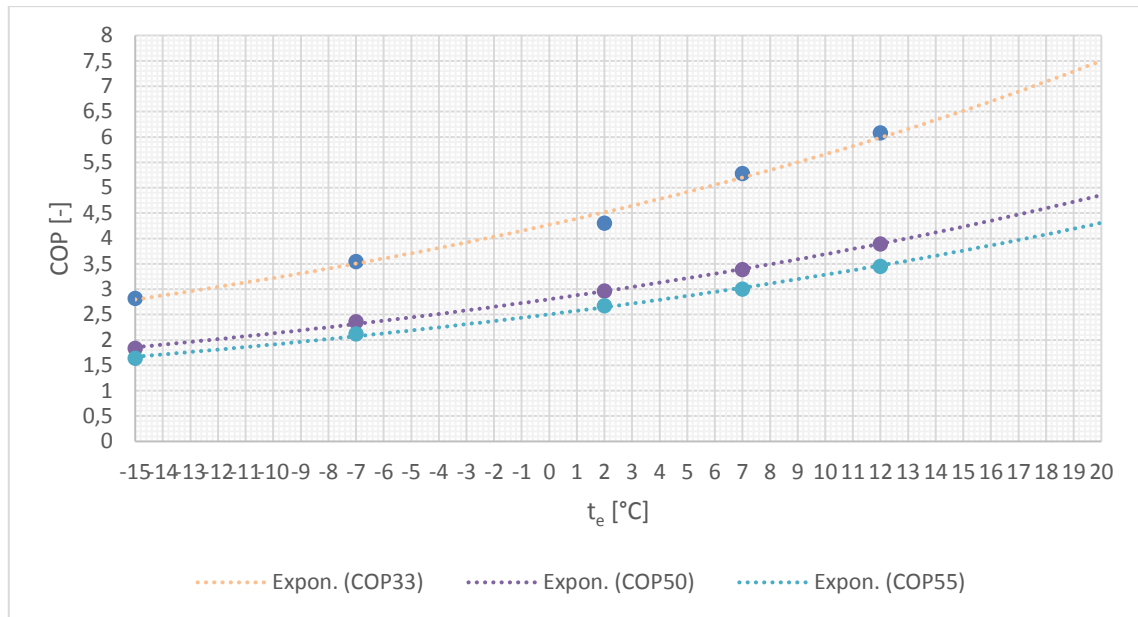
Potřeba tepla na vytápění bude stanovena dle ČSN EN ISO 13 790. Potřeba tepla na teplou užitkovou vodu bude stanovena dle denostupňové metody. Podrobný výpočet potřeby tepla na vytápění a teplé užitkové vody je uveden v příloženém Excelu na CD. V tab. 3.9 je uvedena potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé užitkové vody. U teplé užitkové vody bude snížení potřeby tepla v měsících červen, červenec a srpen o 25 % z důvodu uživatelského chování [9]. Energetická náročnost na vytápění bude po zaokrouhlení 9 310 kWh a na přípravu teplé užitkové vody po zaokrouhlení 3 000 kWh.

Tab.3.9: Potřeba tepla na vytápění a teplou užitkovou vodu za měsíc

Měsíc	Počet dnů	Potřeba tepla - TUV	Potřeba tepla - VYT
	n	$Q_{d,TUV}$	$Q_{H,nd}$
	[-]	[kWh]	[kWh]
leden	31	272	2175
únor	28	245	1682
březen	31	272	1029
duben	30	263	267
květen	31	272	9
červen	30	197	0
červenec	31	204	0
srpen	31	204	0
září	30	263	27
říjen	31	272	527
listopad	30	263	1484
prosinec	31	272	2114
Celkem		2996	9314

Pro plynový kondenzační kotel bude potřebné množství plynu pro vytápění a teplou užitkovou vodu po zaokrouhlení 1300 m³/h, viz příložený Excel. Cena dodávky plynu od ČEZ bude 1 028,5 Kč/MWh se stálou měsíční platbou 131,9 Kč/měsíc. Roční cena za plyn bude 14 243,6 Kč/rok [10].

Tepelné čerpadlo má podle výrobce roční topný faktor SCOP = 4,9 [7]. V tab. 3.10 je uvedena potřeba tepla na vytápění pomocí otopných těles, podlahového vytápění a pro přípravu teplé užitkové vody. Z obr. 3.3 jsou odečteny hodnoty topných faktorů COP a je s nimi počítáno v tab. 3.10. Následně je určena potřebná dodaná elektrická energie.



Obr. 3.3: Závislost topného faktoru na venkovní teplotě

Tab. 3.10: Potřebná elektrická energie na vytápění a teplé vody

TEPLÁ VODA				VYTÁPĚNÍ-POD			VYTÁPĚNÍ-OT		
Měsíc	$Q_{H,nd}$ [kWh]	COP [-]	Q_{el} [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]	COP [-]	Q_{el} [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]	COP [-]	Q_{el} [kWh]
leden	272	2,45	111	2 550	4,18	610	2 550	2,6	981
únor	245	2,50	98	2 193	4,30	510	2 193	2,8	783
březen	272	2,8	97	1 952	4,8	407	1 952	3,1	630
duben	263	3,18	83	1 334	5,40	247	1 334	3,58	373
květen	272	3,7	73	720	6,3	114	720	4,1	176
červen	197	4,1	48	212	7,1	0	212	4,6	0
červenec	204	4,3	47	37	7,4	0	37	4,8	0
srpen	204	4,2	48	110	7,3	0	110	4,7	0
září	263	3,7	71	685	6,4	107	685	4,1	167
říjen	272	3,22	84	1 305	5,55	235	1 305	3,62	361
listopad	263	2,85	92	1 842	4,8	384	1 842	3,15	585
prosinec	272	2,55	106	2 367	4,35	544	2 367	3,75	631
SPF	3,3	960	SPF	5,7	3 158	SPF	3,7	4 685	

Minimální sezónní faktor SPF podle nařízení EU je 2,5. Tato podmínka bude splněna vždy. Cena dodávky elektrické energie od ČEZ pro tepelné čerpadlo bude 2 186,28 Kč/MWh. Tato cena bude včetně daně z elektřiny a systémových služeb. Pro kombinaci teplé vody s otopnými tělesy bude účtováno 12 283 Kč/rok. Pro kombinaci teplé vody s podlahovým vytápěním bude účtováno 9 003 Kč/rok [11].

4 Návrh vnitřního vodovodu

Projekt řeší rozvod pitné studené vody a teplé vody po objektu, dále řeší ohřev teplé vody a návrh zásobníku teplé vody. Jak bylo popsáno v kapitole 2, objekt bude mít dohromady tři koupelny, jednu samostatnou toaletu a kuchyňský kout. Studená voda bude přiváděná do všech zařizovacích předmětů vyjma všech toalet a zavlažovacího ventilu. Tam bude přiváděna bílá voda ze vsakovacího zařízení. Podrobněji v kapitole 7 Návrh vsakovacího zařízení.

Veškeré použité vzorce v kapitole 4 a jejích podkapitolách jsou převzaty z [12] [14], veškeré výpočty jsou uvedeny v programu Excel na příloženém CD.

Návrh respektuje základní předpisy a vyhlášky.

- Vyhláška MMR č. 137/1998 Sb.
- ČSN EN 1717
- ČSN EN 806 (1 až 5)

V domě budou následující zařizovací předměty

- 2x vana
- 2x sprchová kout
- 4x toaleta
- 1x automatická pračka
- 1x kuchyňský dřez
- 1x myčka nádobí
- 4x umyvadlo
- 1x dvojitě umyvadlo
- 1x zahradní ventil

4.1 Technické řešení

Rodinný dům bude napojen na vodovodní řád obce s přípojovacím tlakem 500 kPa a bude mít vlastní vodovodní přípojku se samostatným měřením vody. Vodovodní přípojka bude přivedena v chránicím potrubí do technické místnosti, kde bude instalována vodoměrná sestava [12]. Od vodoměrné sestavy se potrubí bude větvit do zařizovacích předmětů, zásobníku teplé vody a systému pro bílou vodu

(AS-Rainmaster). Vodovodní potrubí do jednotlivých místností bude vedeno v podlahách rodinného domu. V jednotlivých koupelnách a toaletě bude zasekáno do zdi nebo vedeno v předstěnách. Do druhého nadzemního podlaží bude studená i teplá voda vedena stoupacím potrubím v instalační šachtě z místnosti 107 a vyvedena v druhém nadzemním podlaží v koupelně 206.

4.2 Vodovodní rozvod

Veškeré vodovodní potrubí bude vyrobeno z polypropylenových trubek s tlakovou odolností PN 20. Dále bude veškeré vodovodní potrubí izolováno po celé své délce včetně tvarovek. Tato opatření zabraňují tepelným ztrátám u teplé vody a rosení potrubí u vody studené. Potrubí bude vedeno ve sklonu 3 % směrem k stoupacímu potrubí [12]. Veškeré výpočty jsou uvedeny v programu Excel na příloženém CD.

4.3 Dimenzování potrubí

Z hodnot výtokových jednotek LU (ČSN EN 806-3) budou voleny dimenze potrubí s ohledem na rychlost a tlakovou ztrátu v potrubí. Dimenze budou voleny z tabulky E.8 a E.7 pro potrubí z polypropylenu STABI PN 20, viz příloha [č. 7]. Navržené potrubí studené, bílé a teplé vody je znázorněno v programu Excel na CD a ve výkresové dokumentaci.

Součet místních a třecích ztrát v potrubí vodovodu uvnitř budovy bude po zaokrouhlení 310 kPa.

4.4 Vodoměrná sestava

Sestava bude umístěna v technické místnosti dle požadavků ČSN 75 5411. Požadovaný průtok bude 5,76 m³/h. Na daný průtok bude v projektu navržen vodoměr SENSUS 420 dimenze DN 25. Tlaková ztráta vodoměru bude 0,18 kPa. Grafická tlaková ztráta vodoměru je znázorněna v příloze [č.8]. V další příloze [č.9] jsou uvedeny základní technické informace o vodoměru.

Zbytek vodoměrné sestavy se bude skládat ze tří kulových kohoutů DN 40, dvou redukcí DN 40/25, filtru DN 40, zpětného ventilu DN 40 a vypouštěcího kohoutu DN 15.

4.5 Výpočet tlakových ztrát

U výpočtu tlakových ztrát se kontroluje, zda dispoziční tlak z vodovodního řádu dostává pro rozvody vody v domě. Dispoziční tlak musí být větší nebo roven součtu

tlakových ztrát v potrubí, vodoměrných sestavách, převýšení a dalších prvků napojených na potrubí. Na výtoku ze zařizovacích předmětů musí být k dispozici minimální tlak 100 kPa [12]. To ukazuje vzorec:

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFl}} + p_g + p_{\text{vodoměr}} + p_{\text{další prvky}} + p_{\text{přípojka}} + p_{\text{bud}} \quad (4.1);$$

kde:	p_{dis}	[kPa]	dispoziční přetlak z vodovodního řádu;
	p_g	[kPa]	tlaková ztráta výškovou úrovní;
	$p_{\text{vodoměr}}$	[kPa]	tlaková ztráta vodoměru;
	$p_{\text{další prvky}}$	[kPa]	tlakové ztráty dalších zařízení;
	$p_{\text{přípojka}}$	[kPa]	tlaková ztráta přípojky;
	p_{bud}	[kPa]	tlaková ztráta rozvodu v budově.

Po dosažení vypočítaných hodnot bude dispoziční tlak vycházet z vodovodního řádu jako vyhovující. Tedy $500 \geq 467$ kPa. Podrobný výpočet je uveden v příloze v programu Excel na CD.

4.6 Kontrola dodávky teplé vody

Podle ČSN 75 5455 musí být teplá voda u nejbližšího zařizovacího předmětu, který je napojen na teplou vodu, do 30 s [12]. Tímto nejbližším předmětem bude v tomto případě vana v druhém nadzemním podlaží. V tabulce 4.1 jsou uvedeny jednotlivé úseky, jejich délky, rychlost vody v potrubí a celkový čas, za který se dostane teplá voda k vaně.

Tab. 4.1: Kontrola dodávky teplé vody

ÚSEK	L [m]	v [m/s]	t [s]
T1	1,3	1,6	0,8
T2	2	1,72	1,2
T3	1,3	1,84	0,7
T4-6	1,8	2	0,9
T7	3	1,32	2,3
T8	4,7	1,4	3,4
T9	1,2	1,4	0,9
T10	9	1,52	5,9
T11	2	1,55	1,3
T12	2,8	1,64	1,7
Celková doba dodávky teplé vody k zařizovacímu předmětu			9,2

Tato podmínka bude splněna, $t_{TV} \leq 30$ s.

4.7 Příprava teplé vody

Teplá užitková voda bude připravována za pomoci systému přednostní přípravy teplé vody. Tento systém lze použít, pokud je splněna podmínka ze vzorce:

$$Q_k \geq Q_{TV} \quad (4.2);$$

kde: Q_k [W] Výkon zdroje tepla;
 Q_{TV} [W] Požadovaný výkon na přípravu TV.

A tedy veškerý dostupný výkon, který má zdroj tepla, bude přeměřován z otopné soustavy do zásobníku na teplou vodu přes třicestnou armaturu. Spínací diference zásobníku bude volena na 10 K. Vzhledem ke konstrukčnímu řešení RD (středně těžká stavba) by potřebná doba na dohřátí zásobníku měla být do 20 minut. [15]

Dále je zapotřebí spočítat množství energie. Příprava teplé vody pro čtyři osoby při uvažování teoretické potřeby teplé vody bude 40 l/os.den.

$$V_{2p} = 0,04 \cdot 4 = 0,16 \text{ m}^3 / \text{den} \quad (4.3),$$

Stanovení denní potřeby tepelné energie pro ohřátí vody z 10 °C na 55 °C.

$$Q_{2p} = V_{2p} \cdot \rho \cdot (t_2 - t_1) = 0,16 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 8,37 \text{ kWh} / \text{den} \quad (4.4);$$

Přidání ztrát vedením tepla v potrubí. Ztráta je volena 20 %.

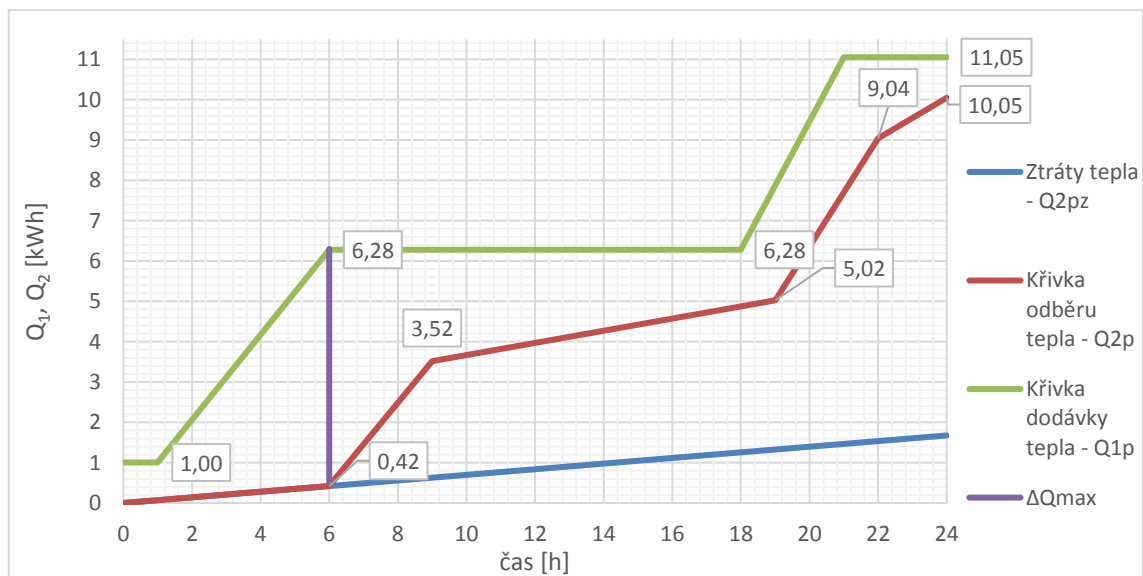
$$Q_{2z} = Q_{2p} \cdot z = 8,37 \cdot 0,2 = 1,67 \text{ kWh} / \text{den} \quad (4.5);$$

Křivka dodávky tepelné energie je součet denní potřeby tepelné energie a ztráty vedením tepelné energie v potrubí.

$$Q_{1p} = Q_{2p} + Q_{2z} = 8,37 + 1,67 = 10,04 \text{ kWh} / \text{den} \quad (4.6);$$

Celková potřeba tepelné energie pro přípravu tepla pro ohřev 160 l vody bude 8,37 kWh/den. Po přičtení ztráty vedením tepla v potrubí bude potřeba tepelné energie 10,04 kWh/den.

Následné stanovení křivek odběru a dodávky tepla je znázorněno na obr. 4.1. Průběh křivky odběru tepla je stanoven dle normy ČSN EN 15 316-3.



Obr. 4.1: Stanovení křivky odběru a dodávky tepla

Pro minimální velikost zásobníku teplé vody se vychází z největšího rozdílu tepla $\Delta Q_{\max} = 5,8 \text{ kW}$, tedy ze vzorce:

$$V_{TV} = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{5,8}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,112 \text{ m}^3 = 112 \text{ l} \quad (4.7);$$

kde:	V_{TV}	[m ³]	minimální objem zásobníku;
	Q_{\max}	[kWh]	největší rozdíl tepla;
	c	[J/kg.K]	měrná tepelná kapacita vody;
	t_1	[°C]	teplota studené vody;
	t_2	[°C]	teplota teplé vody.

Nejmenší velikost zásobníku je stanovena na 112 l. Uvažuje se plynový kondenzační kotel s nepřímo ohřivaným zásobníkem teplé vody. Zvolený zásobník má velikost 116 l. Rovnice pro výpočet potřebné doby dohřevu TV τ_a je bilance dodaného tepla určitému objemu kapaliny za časovou jednotku při známé rozdílu teplot [15]. Tedy rovnice:

$$Q_k = \frac{V_{TV} \cdot y \cdot \rho \cdot c \cdot X_p}{\tau_a} \rightarrow \tau_a = \frac{V_{TV} \cdot y \cdot \rho \cdot c \cdot X_p}{Q_k} \quad (4.8);$$

kde:	Q_k	[W]	tepelný výkon nutný k dohřevu TV;
	V_{TV}	[m ³]	objem zásobníku TV;
	τ_a	[s]	doba ohřevu TV při tepl. rozdílu;
	ρ	[kg/m ³]	hustota vody při střední teplotě zásobníku;
	c	[J/kg.K]	měrná tepelná kap. vody při stř. tepl. zás.;
	X_p	[K]	spínací diference;
	y	[-]	korekční faktor odběru tepla ze zásobníku.

Doba dohřevu teplé vody bude trvat 4 minuty a 42 s. Spínací diference bude volena 10 K, korekční faktor odběru tepla ze zásobníku 0,94. Výpočet je uveden v programu Excel na CD.

5 Návrh kanalizace

Návrh kanalizace řeší odvod splaškových a dešťových vod. Splaškové vody budou odváděny od zařizovacích předmětů do veřejné stokové sítě. Dešťové vody budou svedeny do akumulární nádrže na dešťovou vodu a zpětně využívány v rozvodech rodinného domu.

Veškeré použité vzorce v kapitole 5 a jejích podkapitolách jsou převzaty z [12] [16]. Veškeré výpočty jsou uvedeny v programu Excel na příloženém CD.

5.1 Technické řešení

Návrh vnitřní kanalizace RD je stanoven dle ČSN 75 6760 a ČSN EN 12 056. Jedná se o gravitační systém, kdy je veškeré potrubí vedeno ve sklonu ve směru odvodu. Stupeň plnění systému bude I, tedy $h/d = 0,5$ a na odpadní potrubí bude napojováno veškeré potrubí od zařizovacích předmětů [12]. Odpadní potrubí bude větráno. Veškeré zařizovací předměty budou mít zápachové uzávěry. V prvním nadzemním podlaží bude potrubí zasekáno ve zdi. V druhém nadzemním podlaží bude vedeno v předstěně, která bude součástí místností 206, 207 a 208.

5.2 Návrh splaškové kanalizace

Připojovací potrubí bude dimenzováno na základě splaškových vod v jednotlivých úsecích. Bude vedeno v 3% sklonu. Průtok splaškových vod Q_{ww} je ověřován dle vzorce:

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU} \quad (5.1);$$

kde	Q_{ww}	[l/s]	průtok splaškových vod;
	K	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	součinitel odtoku;
	DU	[l/s]	výpočtový odtok.

Součinitel K je zvolen na hodnotu 0,5, tedy na budovy s nepravidelným požíváním zařizovacích předmětů. V případě, že $Q_{ww} < DU_{max}$, pak $Q_{ww} = DU_{max}$. Viz tab. 5.1.

Tab. 5.1: Návrh připojovacího potrubí

Úsek	DU _{max}	ΣDU [l/s]	Q _{ww} -ověření [l/s]	Q _{ww} [l/s]	Světlost
P1	0,8	0,8	0,45	0,8	DN 70
P2	0,8	1,3	0,57	0,8	DN 70
P21	0,5	0,5	0,35	0,5	DN 40
P3	0,8	1,8	0,67	0,8	DN 70
P3o	0,5	0,5	0,35	0,5	DN 40
P4	2	3,8	0,97	2	DN 100
P41	2	2	0,71	2	DN 110
P5	2	4,8	1,10	2	DN 100
P51	0,5	0,5	0,35	0,5	DN 40
P52	0,5	0,5	0,35	0,5	DN 40
P53	0,5	1	0,50	0,5	DN 50
P6	2	6,8	1,30	2	DN 100
P61	2	2	0,71	2	DN 100
P7	0,8	0,8	0,45	0,8	DN 70
P8	0,8	1,6	0,63	0,8	DN 70
P81	0,8	0,8	0,45	0,8	DN 70
P9	0,8	0,8	0,45	0,8	DN 50
P10	0,5	0,5	0,35	0,5	DN 50
P11	2	2,5	0,79	2	DN 100
P111	2	2	0,71	2	DN 100
P12	0,6	0,6	0,39	0,6	DN 70
P13	0,8	0,8	0,45	0,8	DN 50
P14	0,8	1,3	0,57	0,8	DN 50
P141	0,5	0,5	0,35	0,5	DN 40
P15	0,8	1,9	0,69	0,8	DN 70
P151	0,6	0,6	0,39	0,6	DN 70
P16	2	3,9	0,99	2	DN 100
P161	2	2	0,71	2	DN 100

Odpadní potrubí bude navrženo podle stejné systematiky jako potrubí připojovací.
Viz tab. 5.2.

Tab. 5.2: Návrh odpadního potrubí

Úsek	DU _{max}	ΣDU [l/s]	Q _{ww} -ověření [l/s]	Q _{ww} [l/s]	Světlost
O1	2	6,8	1,30	2	DN 100
O2	2	7,6	1,38	2	DN 100
O3	0,8	1,6	0,63	0,8	DN 100
O4	2	3,1	0,88	2	DN 100
O5	2	5,4	1,16	2	DN 100

Návrh svodného potrubí bude vypočítán dle vzorce:

$$Q_{r,w} = 0,33 \cdot Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r \quad (5.2);$$

kde	$Q_{r,w}$	[l/s]	průtok odpadních vod ve svodném potrubí;
	Q_{ww}	[l/s]	průtok splaškových vod;
	Q_c	[l/s]	trvalý průtok, který trvá déle než 5 minut;
	Q_p	[l/s]	čerpací průtok od čer. stanice odpadních vod déle než 5 minut;
	Q_r	[l/s]	průtok dešťových vod.

Pokud je $Q_{r,w} < Q_{ww}$ uvažuje se pro dimenzování celkový průtok odpadních vod $Q_{r,w} = Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r$. Potrubí bude vedeno v 3% sklonu. Návrh je v tab. 5.3.

Tab. 5.3: Návrh svodného potrubí

Úsek	Q_p [l/s]	Q_c [l/s]	Q_r [l/s]	Q_{ww} [l/s]	$Q_{r,w}$ [l/s]	Světlost
S1	0	0	0	0,89	0,89	DN 100
S2	0	0	0	2,12	2	DN 100
S3	0	0	0	2,45	2	DN 100
S4	0	0,86	0	0	0,86	DN 100
S5	0	0,86	0	2,82	3,68	DN 100

Navržená světlost přípojky bude DN 150. Tedy nejmenší možný rozměr udávaný normou.

5.3 Návrh dešťové kanalizace

Dešťová kanalizace bude navržena na základě výpočtů odtoku dešťových vod podle vzorce:

$$Q_r = i \cdot S_{od} \cdot C \quad (5.3);$$

Kde:	i	[l/s.m ²]	intenzita deště;
	S_{od}	[m ²]	půdorysný průmět odvodněné plochy;
	C	[-]	součinitel odtoku dešťových vod.

V následující tab. 5.4 je návrh odpadního potrubí pro dešťové vody. Toto potrubí bude dále zaústěno do retenční nádrže pro dešťovou vodu.

Tab.5.4: Návrh odpadního potrubí dešťových vod

Úsek	S_{od} [m ²]	Q_r [l/s]	Světlost
A	111,95	3,36	DN 100
B	81,06	2,43	DN 100

6 Návrh domovního plynovodu

Návrh domovního plynovodu je rozdělen na vnější a vnitřní domovní plynovod a plynovou přípojku. Hranice mezi vnitřním a vnějším plynovodem bude obvodová zeď, kde bude plynovod vstupovat do RD [12] [16].

Veškeré použité vzorce v kapitole 6 a v jejích podkapitolách jsou převzaty z [12] [14]. Veškeré výpočty jsou uvedeny v programu Excel na přiloženém CD.

6.1 Technické řešení

Rodinný dům bude napojen na plynofikaci obce. Na hranici pozemku bude instalován hlavní uzávěr plynu (dále už jen HUP) v plynoměrové skříni ve zdi oplocení společně s regulátorem plynu a uzavíracími armaturami. Bude sloužit pouze pro RD. Od HUP povede vnější plynovod v zemi bez křížení s jinými technickými instalacemi. V místě prostupu do RD bude instalováno pojistné zařízení proti vytržení. Vnitřní plynovod bude v technické místnosti veden volně na zdi a přiveden k plynovému spotřebiči nejkratší možnou cestou. Minimální odstup od zdi bude 20 mm a plynovod nebude smět sloužit jako nosná konstrukce. Po celé své délce bude plynovod nerozebíratelný [12] [14].

6.2 Spotřeba plynu

Spotřeba plynu bude počítaná pro jeden plynový spotřebič, kterým bude plynový kondenzační kotel o jmenovitém výkonu 16,1 kW. Výhřevnost zemního plynu při 15 °C bude uvažovaná 9,445 kWh/m³. Spotřeba plynu se počítá dle vzorce:

$$V_n = \frac{P}{H_i^{15}} \quad (6.1);$$

kde	V_n	[m ³ /h]	spotřeba plynu n-tého zařízení;
	P	[kW]	jmenovitý výkon plyn. spotřebiče;
	H_i^{15}	[kWh/m ³]	výhřevnost plynu při 15 °C.

Spotřeba plynového kondenzačního kotle při jmenovitých podmínkách bude 1,69 m³/h.

6.3 Návrh světlosti přípojky

Vstupní parametry uvažované pro výpočet vnitřního průměru přípojky budou délka přípojky 6 m s uvažovanými tlakovými ztrátami v horizontálním směru 3,3 Pa/m a vertikálním směru 5 Pa/m. Dalšími parametry uvažovanými pro výpočet budou: přetlak zemního plynu na vstupu 100 kPa, atmosférický tlak 101,325 kPa, uvažovaná teplota zemního plynu 10 °C, stanovený kompresibilní faktor při navrhované teplotě a tlaku plynu 0,9977. Dále budou určeny tlakové ztráty přípojky a tlaku na vstupu a výstupu [12] [16]. Tlakové ztráty budou činit 18,2 Pa, tlak na vstupu 201,325 kPa a tlak na výstupu 201,307 kPa. Vnitřní průměr přípojky bude spočten podle následujícího vzorce:

$$d = 0,097486 \cdot \left(z_1 \cdot T_1 \cdot \frac{V_{psec}^2}{p_1^2 - p_2^2} \cdot L \right)^{0,1875} \quad (6.2);$$

kde:	z_1	[-]	kompresibilní faktor;
	T_1	[K]	teplota zemního plynu na vstupu;
	V_{psec}	[m ³ /s]	množství plynu;
	p_1	[Pa]	tlak zemního plynu na vstupu;
	p_2	[Pa]	tlak zemního plynu na výstupu
	L	[m]	délka plynovodu.

Po dosazení do vzorce vyjde vnitřní průměr přípojky 0,015 m. Voleno DN 25 s ohledem na připojení kotle.

6.4 Návrh světlosti domovního potrubí

Výpočet tlakových ztrát pro jednotlivé úseky je uveden v tabulce 6.1.

Tab.6.1: Tlakové ztráty vnitřního plynovodu

Úsek	Směr toku plynu	Měrná tlaková ztráta [Pa/m]	Délka[m]	Tlaková ztráta [Pa]
1	vertikálně nahoru	-5	1	-5
1	horizontálně	3,5	3,5	12,25

Výpočet pro redukovaný odběr plynu nebude třeba, jelikož bude instalován pouze jeden plynový spotřebič. Výpočet pracuje s množstvím plynu pro kondenzační kotel.

Ekvivalentní délka úseku 1 bude stanovena na 7,1 m. Bude se jednat o součet reálné délky a ekvivalentní délky za kolena a kulový ventil. Předběžný návrh světlosti pro vnitřní plynovod do 5 kPa bude vypočten ze vzorce:

$$D = 10 \cdot \sqrt[5]{\frac{19,4 \cdot V_r^2 \cdot L_e \cdot d}{\Delta p_c}} \quad (6.3);$$

kde: V_r [m³/h] redukovaný průměr plynu;
 L_e [m] ekvivalentní délka plynovodu;
 d [-] relativní hustota plynu (pro tranzitní plynovod $d = 0,5646$);
 Δp_c [Pa] tlaková ztráta v počítaném úseku plynovodu.

Tabulka 6.2 ukazuje předběžný návrh světlosti potrubí vnitřního plynovodu.

Tab. 6.2: Předběžný návrh světlosti potrubí

Úsek	V_r [m ³ /h]	L_e [m]	Δp_c [Pa]	D [mm]	DN
1	1,69	7,1	7,25	19,8	25

Ověření potřebné akumulacího objemu potrubí pro bezpečný start kotle bude vypočítán ze vzorce:

$$O = \frac{V_{p,h}}{575 \cdot \left(1 + \frac{p_2}{10000}\right)} \quad (6.4);$$

kde: O [m³] minimální požadovaný objem plyn. potrubí;
 $V_{p,h}$ [m³/h] součet objemových průtoků při příkonech Všech plynových spotřebičů;
 p_2 [kp/cm²] tlak plynu na výstupu z regulátoru.

Potřebný objem bude 0,0029 m³. Celkový objem v potrubí navrženého plynovodu bude 0,0051 m³. Tento objem tedy bude dostačovat a nebude třeba navyšovat objem v navrženém plynovodu.

6.5 Výpočet potřebného spalovacího vzduchu a návrh větrání místnosti.

Plynový spotřebič bude typu B. Bude umístěn v technické místnosti, která bude mít objem 25,8 m³. Tímto bude splněna podmínka pro umístění plynového spotřebiče typu B, která říká, že nejmenší požadovaný objem místnosti pro plynový spotřebič typu B do 30 kW je 8 m³ a nesmí být v prostorech určených ke spaní [12] [16]. Výpočet potřebného spalovacího vzduchu bude stanoven ze vztahu:

$$V_s = 1,1 \cdot \lambda \cdot \frac{Q_n}{\eta} \quad (6.5);$$

kde:	V_s	[m ³ /h]	množství spalovaného vzduchu;
	λ	[-]	potřebný přebytek vzduchu pro spalování;
	Q_n	[kW]	jmenovitý tepelný výkon spotřebiče;
	η	[-]	účinnost spotřebiče.

Potřebný spalovací vzduch bude 28,9 m³/h. Vzhledem k tomu, že projekt počítá s nuceným větráním, tak tento potřebný spalovací vzduch bude zajišťovat větrací jednotka.

7 Akumulační a vsakovací zařízení

Vsakovací zařízení slouží ke vsaku dešťových vod, tedy půdorysného průmětu odvodněné plochy. Účelem je zasáknutí dešťových vod v místě vzniku a nepřetěžování kanalizační veřejné sítě dešťovými vodami. V případě spojení s akumulací vede ke zpětnému využití vod v rozvodech domu.

Veškeré výpočty jsou uvedeny v programu Excel na přiloženém CD.

7.1 Technické řešení

Dešťová voda ze střech a terasy bude svedena odpadním dešťovým potrubím do svodného dešťového potrubí. Svodné potrubí bude napojeno do akumulací nádrže, která bude dimenzovaná na objem vsakovacího zařízení dle normy ČSN 75 9010. Akumulační nádrž bude sloužit pro zpětné využití dešťové vody v rozvodech domu pro zařizovací předměty. Bude se jednat o toalety a venkovní zavlažovací ventil. Z akumulací nádrže bude voda přiváděna do RD do technické místnosti, kde bude připojena na zařízení AS RAINMASTER, jehož hlavní funkce je oddělit dešťovou vodu od pitné. Jeho další funkcí je přepnout zdroj vody pomocí třicestného ventilu v případě, že dojde dešťová voda v akumulací nádrži, na vodu pitnou, na kterou je zařízení napojeno, aby bylo zajištěno zásobování zařizovacích předmětů vodou. Tento systém obsahuje čerpadlo, které nasává vodu z akumulací nádrže a dopravuje vodu k zařizovacím předmětům. Pro případ, kdy by nestačil objem akumulací nádrže, systém bude obsahovat přepad, který bude sveden do vsakovacího zařízení.

7.2 Návrh akumulací a retenční nádrže

Objem akumulací a retenční nádrže bude stanoven podle referenčního objemu vsakovacího zařízení podle vzorce [12] [16]:

$$V_{VZ} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{VZ}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot \tau_c \cdot 60 \quad (7.1);$$

kde:	V_{VZ}	[l/s]	objem retenční nádrže;
	h_d	[mm]	návrhový úhrn srážek;
	A_{red}	[m ²]	redukovaný. půdorysný průmět odvodňov. plochy;
	A_{VZ}	[m ²]	plocha hladiny vsakovacího zařízení;
	f	[-]	součinitel bezpečnosti vsaku;

k_v	[m/s]	koeficient vsaku;
τ_c	[min]	doba trvání srážek určité periody.

V tab. 7.1 a 7.2 jsou vypočítány jednotlivé objemy zařízení pro návrhový úhrn srážek pro oblast Praha-Hostivař, která je nejbližší lokalitou.

Tab. 7.1: Návrh objemu pro úhrn srážek od 5 do 120 minut

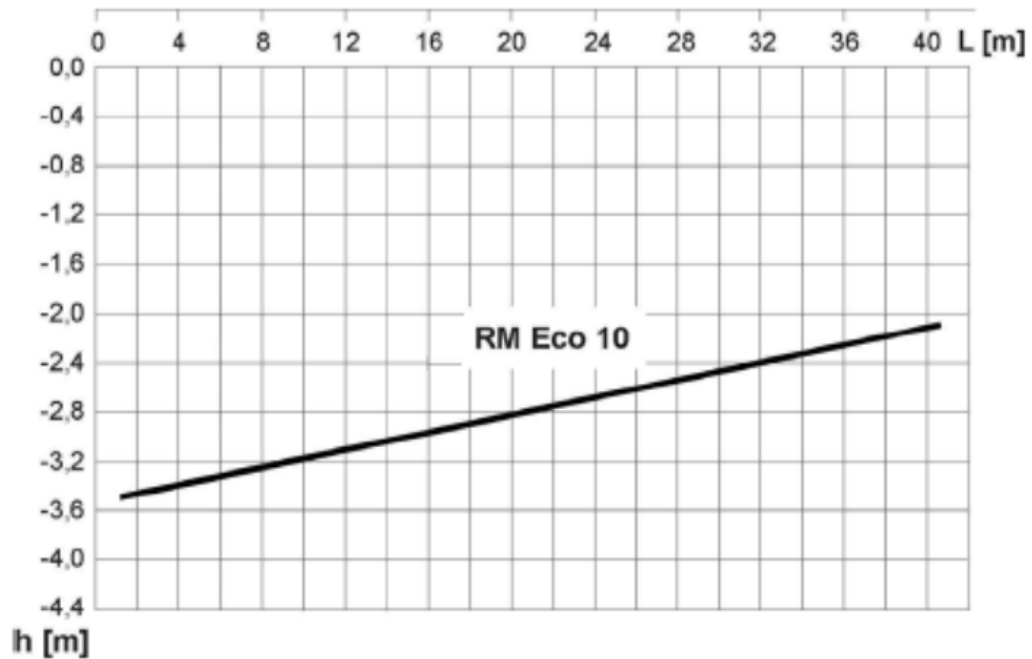
Praha-Hostivař								
τ_c	5	10	15	20	30	40	60	120
h_d	11,3	16,5	19,5	21,1	23,2	24,7	26,9	30,6
V_{vz}	2,17	3,16	3,72	4,01	4,39	4,65	5,02	5,56

Tab. 7.2: Návrh objemu pro úhrn srážek od 240 do 4350 minut

Praha-Hostivař									
τ_c	240	360	480	600	720	1080	1440	2880	4350
h_d	36,6	42,5	43,2	43,8	44,5	46,4	46,9	58,9	62,5
V_{vz}	6,37	7,16	6,95	6,72	6,50	5,83	4,88	3,03	-0,53

Pro čas 360 minut s úhrnem srážek 42,5 mm vychází objem největší. Akumulační nádrž bude tedy zvolena nejméně s objemem 7,16 m³.

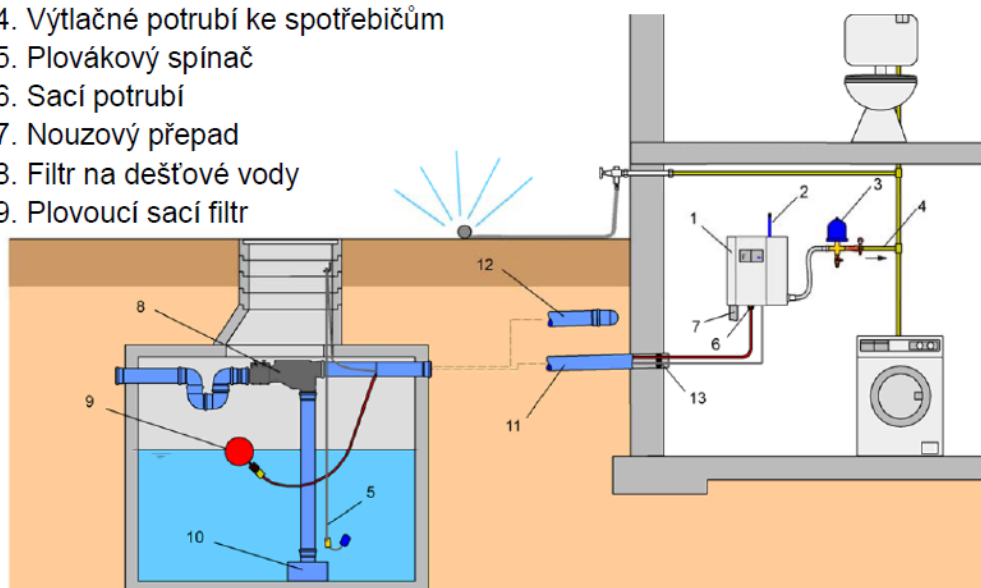
Zvolená nádrž bude AS REWA 7E O ECO. V příloze [č.10] lze vidět její instalaci do země. Bude nutné zkontrolovat, zda čerpadlo, které je součástí zařízení AS RAINMASTER ECO, dostačuje pro nasávání dešťové vody z nádrže. Potrubí vedoucí z nádrže do AS RAINMASTER bude dlouhé 6 m a výškový rozdíl tvoří 2,3 m. Aby čerpadlo bylo dostatečné, musí se jeho pracovní bod pohybovat nad křivkou, která je znázorněna na obr. 7.1. Na obr. 7.2 je znázorněné zapojení AS RAINMASTERU.



Obr.7.1: Křivka sání čerpadla [17]

Z obr.7.1 je zřejmé, že čerpadlo splňuje potřebné parametry. Není tedy třeba do nádrže instalovat pomocné ponorné čerpadlo.

- | | |
|--|---|
| 1. Automatická doplňovací jednotka AS-RAINMASTER ECO | 10. Uklidnění přítoku |
| 2. Napojení na pitnou vodu | 11. Ochranné potrubí pro sací potrubí a kabel senzoru |
| 3. Sada tlakového ventilu s expanzní nádržkou | 12. Přívodní potrubí dešťové vody |
| 4. Výtlačné potrubí ke spotřebičům | 13. Prostup |
| 5. Plovákový spínač | |
| 6. Sací potrubí | |
| 7. Nouzový přepad | |
| 8. Filtr na dešťové vody | |
| 9. Plovoucí sací filtr | |



Obr.7.2: Názorný obrázek zapojení AS RAINMASTER s popisem od výrobce ASIO [17]

Aby byl zajištěn bezpečný provoz, kdyby nádrž nedostačovala, bude v nádrži přepad, kterým voda vteče do vsakovacího zařízení. To je dimenzováno na stejný úhrn srážek podle stejného vzorce (7.1). Bude instalováno pět vsakovacích tunelů AS-KRECHT o vsakovací ploše 15 m^2 a o celkovém čistém objemu 8 m^3 , tedy retenčním objemu. Názorná instalace do země je uvedena v příloze [č.11].

Závěr

Práce řešila problematiku návrhu vytápění, vnitřní kanalizace, vnitřního vodovodu, využití dešťové vody, vsakovacího zařízení a plynovodu.

Celková tepelná ztráta objektu byla po zaokrouhlení stanovena na 6 400 W. Na tuto tepelnou ztrátu bylo navrženo vytápění. Byly navrženy dvě varianty otopné soustavy a dva zdroje tepla. První varianta otopné soustavy byla navržena horizontální protiproudá dvoutrubková, se spodním rozvodem a nuceným oběhem vody. Teplotní spád soustavy byl určen 50/40 °C. Rozvody k jednotlivým otopným tělesům byly navrženy z měděného potrubí, které bude vedeno v podlaze a izolováno převlekovou izolací. Jeho spojení bude provedeno lisováním. Otopná tělesa budou od firmy Korado a.s typu Ventil Kompakt, kromě koupelen, zde budou instalována tělesa Linear Classic. Všechna otopná tělesa typu Ventil Kompakt budou osazena termostatickým ventilem z výroby, dále budou osazena regulačním šroubením od firmy IMI Heimeier typu Vekolux CS a termostatickou hlavicí. Trubková otopná tělesa budou osazena regulačním šroubením Regulux CS a termostatickým ventilem V exact II od firmy IMI Heimeier. Termostatický ventil bude osazen termostatickou hlavicí. Regulace vytápění bude ekvitermní se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu. V místnosti 101 bude osazen regulátor od firmy Bosch CW 100. Zde nebude na tělese instalována termostatická hlavice. Druhá varianta vytápění byla vyřešena za pomoci podlahového vytápění. Teplotní spád soustavy byl určen 33/23 °C. Hlavní rozvody potrubí k rozdělovacím soustavám budou z měděného potrubí, vedeny v podlaze a izolovány. Rozdělovací stanice budou osazeny sestavou rozdělovač / sběrač Ivar.CS 553 VP. Sestava bude plně osazena potřebnými regulačními a uzavíracími armaturami. Rozdělovací stanice budou mezi sebou hydraulicky vyváženy pomocí vyvažovacích ventilu IVAR.CIM 727. Jednotlivé topné okruhy budou kladeny na systémové desky od firmy Gabotherm typu Gabotherm 1.2.3. Potrubí otopných okruhů bude z polybutenových trubek od firmy Gabotherm. Přívodní část otopných hadů do jednotlivých místností z rozdělovací stanice bude izolována převlekovou izolací a vedena pod systémovou deskou. Tyto přívodní části budou vyvedeny až v určených místnostech, kde budou již bez izolace. Následně bude podlaha zalita anhydritovou směsí. Do koupelen, z důvodu nedostatku výkonu podlahového vytápění, budou instalována elektrická trubková tělesa s termostatem od firmy Korado a.s. Tato tělesa nebudou připojena na otopnou soustavu. Budou obsahovat elektrickou topnou patronu, která bude

připojena na regulátor zapojený do elektrické sítě. Regulace otopné soustavy bude ekvitermní se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu. V jednotlivých místnostech budou prostorové termostaty Ivar.TASO2M napojeny na elektrotermické hlavice Ivar.TE 3040, které budou osazeny na rozdělovači. V místnosti 101 bude osazen regulátor od firmy Bosch CW 100.

Jako první zdroj tepla byl navržen plynový kondenzační kotel od firmy Junkers typ Condens 2300i W 15 s nepřímo ohříváním zásobníkem tepla o objemu 116 l. Kotel obsahuje oběhové čerpadlo, pojistné a zabezpečovací zařízení a třicestný ventil pro přepínání mezi vytápěním a přípravy teplé užitkové vody. Oběhové čerpadlo a zabezpečovací zařízení vyhovují požadavkům otopné soustavy. Jako druhý zdroj tepla bylo navrženo tepelné čerpadlo od firmy Regulus (EcoAir 614M), které bylo doplněno o tepelnou centrálu od firmy Regulus (EcoZenith i350). Typ čerpadla je vzduch/voda. Tepelná centrála obsahuje regulátor tepelného čerpadla i vytápění domu, nádrž pro přípravu teplé vody, elektrický doplňkový zdroj, oběhová čerpadla, pojistné a zabezpečovací zařízení. Oběhová čerpadla a zabezpečovací zařízení budou vyhovovat požadavkům otopné soustavy.

Energetická náročnost pro vytápění byla stanovena za pomoci ČSN EN ISO 13 790 a energetická náročnost potřeby tepla na teplou užitkovou vodu dle denostupňové metody. Potřeba tepla na vytápění byla po zaokrouhlení stanovena na 9 310 kWh a potřeba tepla na ohřátí teplé užitkové vody po zaokrouhlení na 3 000 kWh. V případě plynového kondenzačního kotle bude cena paliva 14 243,6 Kč/rok. Pro tepelné čerpadlo s otopnou soustavou s otopnými tělesy a přípravou teplé vody bude cena 12 283 Kč/rok. Pro kombinaci teplé vody s podlahovým vytápěním bude účtováno 9 003 Kč/rok.

Vnitřní vodovod byl navržen dle ČSN EN 806 (1 až 5). K jednotlivým zařizovacím předmětům bude přivedena teplá a studená voda. K toaletám a zahradnímu ventilu potom voda bílá. Potrubí bude z polypropylenových trubek s tlakovou odolností PN 20, tepelně izolováno a spádováno ve 3 % sklonu směrem ke stoupačkám. Vodoměrná sestava bude umístěna v technické místnosti. Tlak vodovodního řádu obce vyšel jako vyhovující a pokrývá celkovou tlakovou ztrátu potrubí. V návrhu nebylo třeba řešit cirkulaci teplé vody. Bylo splněno 30 sekundové pravidlo. Pro ohřátí teplé užitkové vody byl navržen

nepřímo ohříváný zásobník o objemu 116 l. Teplá užitková voda bude připravována přednostně. Doba ohřevu, pomocí plynového kondenzačního kotle, bude trvat 4 minuty 42 sekund.

Pro jednotlivé zařizovací předměty byla navržena vnitřní kanalizace. Systém vnitřní kanalizace byl zvolen I. s plněním 0,5. Odpadní potrubí bude větrané. Zajistí se tím tak i vyrovnání tlaků pomocí přísátí vzduchu a zabrání se odsávání zápachových uzávěr. Zápachová uzávěra bude instalována na všech zařizovacích předmětech. Pro automatickou pračku a myčku nádobí bude instalován sifon HL 405. Připojovací a odpadní potrubí bude z trubek typu HT, svodné potrubí bude z trubek typu KG. Veškeré potrubí je spadováno ve 3 % sklonu směrem k stoupačkám. Před připojovacím potrubím je instalována revizní šachta. Kanalizační přípojka je DN 150. Dešťová potrubí budou svedena do akumulární nádrže a dešťová voda bude využívána v rozvodech domu ke splachování toalet a na zavlažování. Byla navržena akumulární nádrž AS-REWA ECO objemu 7,2 m³. Pro případ přeplnění akumulární nádrže bylo navrženo vsakovací zařízení AS-KRECHT o retenčním objemu 8 m³ a vsakovací ploše 15 m². Pro využití dešťové vody bude v technické místnosti instalováno zařízení AS-RAINMASTER. Toto zařízení obsahuje nasávací čerpadlo, kterým saje vodu z akumulární nádrže a dále jí distribuuje k toaletám a zavlažovacímu ventilu. Pokud dojde v akumulární nádrži dešťová voda, zařízení přepne na zdroj pitné vody. Pitná a dešťová voda budou od sebe odděleny v zařízení tak, aby nemohlo dojít ke styku dešťové vody s pitnou.

V návrhu domovního plynovodu byl navržen vnější a vnitřní plynovod. Od uličního rozvodu povede plynová přípojka, která bude zaústěna do vestavěné skříně v plotě pozemku. Zde bude instalován hlavní uzávěr plynu, regulátor, uzávěr za regulátorem, uzávěr před a za plynoměrem, plynoměr. Plynovod do a z instalační skříně bude v ochranném ocelovém potrubí. Z instalační skříně povede plynovod v nezámrzé hloubce v zemi směrem k objektu. Prostup domovního plynovodu bude v základové desce v ochranné potrubí vyveden v technické místnosti. V technické místnosti povede plynovod volně po zdi k plynovému spotřebiči. Před plynovým spotřebičem bude uzávěr spotřebiče. Potřebný spalovací vzduch bude zajištěn pomocí nuceného větrání rodinného domu.

Použité zdroje:

1. BAŠTA, J.: *Regulace v technice prostředí staveb*. Praha: Ediční středisko ČVUT, 2018. 194 s. ISBN 978-80-01-05455-0
2. BAŠTA, J., KABELE, K.: *Otopné soustavy teplovodní-sešit projektanta*
3. přepracované vyd. Praha 1: STP 2008, 96 s., ISBN 978-80-0-02064-6
3. LABOUTKA, K., SUCHÁNEK, T.: *Výpočtové tabulky pro vytápění. Vztahy a pomůcky-sešit projektanta (pracovní podklady)*. Vyd. Praha 1: STP 2001, 208 s., ISBN 80-02-01466-9
4. RICHARD, N A KOLEKTIV.: *Technika prostředí*. Praha: Ediční středisko ČVUT, 2000. 265 s., 210 obr. ISBN 80-01-02108-4
5. *Ústav techniky prostředí [online]*. Osobní stránky, Výpočetní pomůcky. 10.6.2019. Dostupné z: <http://users.fs.cvut.cz/roman.vavricka/>
6. *Junkers [online]*. Plynový kondenzační kotel. 10.6.2019. Dostupné z: <https://www.bosch-thermotechnology.com/cz/cs/ocs/rodinne-domy-a-byty/condens-2300i-w-1099093-p/>
7. *Regulus [online]*. Tepelné čerpadlo. 5.6.2019. Dostupné z: https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_technicky-list_ea-614m.pdf
8. *Regulus [online]*. Tepelná centrála. 5.6.2019. Dostupné z: https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_technicky-list_ecozenith-i350-1.pdf
9. *Ústav techniky prostředí [online]*. Osobní stránky, Vytápění 10.5.2019. Dostupné z: [http:// http://users.fs.cvut.cz/roman.vavricka/Vytapeni.html](http://http://users.fs.cvut.cz/roman.vavricka/Vytapeni.html)
10. *ČEZ [online]*. Cena plynu. 10.6.2019. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a->

domacnosti/plyn-2019/web_cez_plyn_cenik_plyn-doba-neurcita-gasnet-122018.pdf

11. ČEZ [online]. Cena elektrické energie. 10.6.2019. Dostupné z:
https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2019/moo/web_new_cenik_elektrina_dobu_neurcitou_moo_20191_cezdi.pdf
12. VAVŘIČKA, R.: Základy zdravotně technických instalací. (přednáška) Praha: ČVUT, únor až květen 2016
13. Cevak [online]. Technický list – vodoměr. 5.6.2019. Dostupné z:
https://www.cevak.cz/file/edee/2017/05/420_mid-cz.pdf
14. BAŠTA, J.: Základy vytápění. (přednáška) Praha: ČVUT, říjen až prosinec 2015
15. Tzb info [online]. Návrh zásobníku TUV. 10.6.2019. Dostupné z:
<https://vytapani.tzb-info.cz/17959-nejcastejsi-chyby-pri-navrhu-zasobniku-teple-vody>
16. Ústav techniky prostředí [online]. Osobní stránky, Zdravotně technické instalace. 10.5.2019. Dostupné z:
<http://users.fs.cvut.cz/roman.vavricka/ZTI.html>
17. Asio [online]. Čištění a úprava vod. 10.6.2019. Dostupné z:
<https://www.asio.cz/cz/>
18. Bakalářská práce [online]. Revize systému vytápění rekreačního objektu. 10.6.2019. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/68119/F2-BP-2016-Koudela-Matej-BP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. Volně přístupné firemní podklady.

Seznam příloh:

Příloha č. 1	Tab. Výpočet tlakové ztráty Cu potrubí
Příloha č. 2	Obr. Graf tlakové ztráty regulačního šroubení Vekolux CS
Příloha č. 3	Obr. Graf tlakových ztrát TRV integrovaného v OT Radik VK
Příloha č. 4	Obr. Graf tlakové ztráty regulačního šroubení Regulux CS
Příloha č. 5	Obr. Graf tlakové ztráty termostatického ventilu Vexact II
Příloha č. 6	Obr. Graf tlak. ztrát potrubí Gabhothem
Příloha č. 7	Obr. Grafy tlakové ztráty rozděl. na vst./výst. Ivar.CS 553 VP
Příloha č. 8	Obr. Graf tlakové ztráty na vyvažovacím ventilu Ivar.CIM 727
Příloha č. 9	Tab. Tlaková ztráta polypropylenového potrubí STABI PN 20
Příloha č. 10	Obr. Tlaková ztráta vodoměru Sensus 420
Příloha č. 11	Obr. Základní technické údaje vodoměru Sensus 420
Příloha č. 12	Obr. Uložení akumulční nádrže AS Rewa do země
Příloha č. 13	Obr. Uložení vsakovacích tunelů AS Krecht do země

Přílohy na přiloženém CD:

Kompletní výpočty (*.xlsx)

Výkresová dokumentace (*.dwg, *.pdf)

Textová část (*.docx, *.pdf)

Seznam výkresové dokumentace:

DP-V-1	OT-K-PŮDORYS 1.NP
DP-V-2	OT-K-PŮDORYS 2.NP
DP-V-3	OT-K-ROZVINUTÉ SCHÉMA
DP-V-4	OT-K-ZAPOJENÍ
DP-V-5	OT-TČ-PŮDORYS 1.NP
DP-V-6	OT-TČ-PŮDORYS 2.NP
DP-V-7	OT-TČ-ROZVINUTÉ SCHÉMA
DP-V-8	OT-TČ-ZAPOJENÍ

DP-V-9	P-K-PŮDORYS 1.NP
DP-V-10	P-K-PŮDORYS 2.NP
DP-V-11	P-K-ROZVINUTÉ SCHÉMA
DP-V-12	P-K-ZAPOJENÍ
DP-V-13	P-TČ-PŮDORYS 1.NP
DP-V-14	P-TČ-PŮDORYS 2.NP
DP-V-15	P-TČ-ROZVINUTÉ SCHÉMA
DP-V-16	P-TČ-ZAPOJENÍ
DP-VV-17	VV-PŮDORYS 1.NP
DP-VV-18	VV-PŮDORYS 2.NP
DP-VV-19	VV-LU
DP-VV-20	VV-AXONOMETRIE
DP-VK-21	VK-1.NP POD ZÁKLADOVOU DESKOU
DP-VK-22	VK-PŮDORYS 1.NP
DP-VK-23	VK-PŮDORYS 2.NP
DP-VK-24	VK-STŘECHA
DP-VK-25	VK-NÁVRH DU
DP-VK-26	VK-ROZVINUTÉ SCHÉMA
DP-PL-27	PL-AXONOMETRIE
DP-PL-28	PL-VÝŘEZ 1.NP

Příloha č. 1

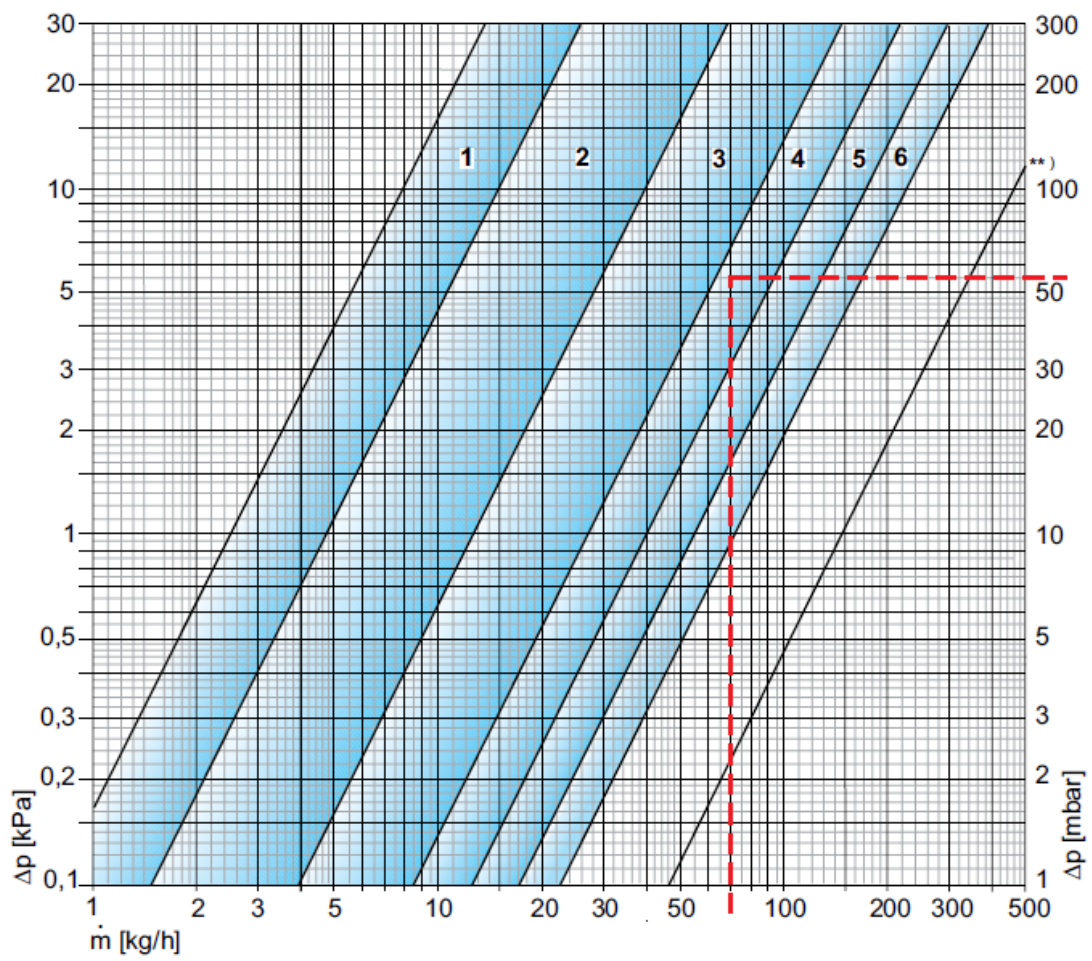
Tab. Výpočet tlakové ztráty Cu potrubí [2]

LP	TLAKOVÁ ZTRÁTA Cu POTRUBÍ TŘENÍM														210 - 1
	M = [kg/h]		R = [Pa/m]		$t_H = 40 \text{ }^\circ\text{C}$		w = [m/s]		k = 0.0063						
D/t [mm/mm]	6.0/1.00		8.0/1.00		10.0/1.00		12.0/1.00		15.0/1.00		18.0/1.00		22.0/1.00		
d [mm]	4.00		6.00		8.00		10.00		13.00		16.00		20.00		
M	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w	
10.0	290	0.22	57.5	0.10	18.0	0.06	7.45	0.04	2.60	0.02					
11.0	320	0.25	63.0	0.11	20.0	0.06	8.20	0.04	2.85	0.02					
12.5	365	0.28	72.0	0.12	22.5	0.07	9.30	0.04	3.25	0.03					
14.0	405	0.32	80.5	0.14	25.5	0.08	10.5	0.05	3.65	0.03					
16.0	465	0.36	92.0	0.16	29.0	0.09	12.0	0.06	4.15	0.03	1.80	0.02			
18.0	545	0.40	105	0.18	32.5	0.10	13.5	0.06	4.70	0.04	2.05	0.03			
20.0	685	0.45	115	0.20	36.5	0.11	15.0	0.07	5.20	0.04	2.25	0.03			
22.0	875	0.50	125	0.22	40.0	0.12	16.5	0.08	5.75	0.05	2.50	0.03			
25.0	1280	0.56	145	0.25	45.5	0.14	18.5	0.09	6.50	0.05	2.85	0.03	1.15	0.02	
28.0	1855	0.63	175	0.28	51.0	0.16	21.0	0.10	7.30	0.06	3.20	0.04	1.30	0.02	
32.0			235	0.32	58.0	0.18	24.0	0.11	8.35	0.07	3.65	0.04	1.50	0.03	
36.0			330	0.36	68.0	0.20	27.0	0.13	9.40	0.08	4.10	0.05	1.70	0.03	
40.0			460	0.40	85.0	0.22	30.0	0.14	10.5	0.08	4.55	0.06	1.85	0.04	
45.0			670	0.45	115	0.25	35.0	0.16	11.5	0.09	5.10	0.06	2.10	0.04	
50.0			805	0.50	155	0.28	43.5	0.18	13.0	0.11	5.70	0.07	2.35	0.04	
56.0			975	0.56	230	0.32	58.0	0.20	14.5	0.12	6.35	0.08	2.60	0.05	
63.0			1200	0.63	305	0.36	82.5	0.22	18.5	0.13	7.15	0.09	2.95	0.06	
71.0			1475	0.71	375	0.40	120	0.25	24.5	0.15	8.25	0.10	3.30	0.06	
80.0			1820	0.80	460	0.45	160	0.28	35.0	0.17	10.5	0.11	3.70	0.07	
90.0			2235	0.90	565	0.50	195	0.32	51.0	0.19	14.5	0.13	4.35	0.08	
100					680	0.56	235	0.36	68.0	0.21	19.5	0.14	5.40	0.09	
110					800	0.60	275	0.40	80.0	0.24	26.5	0.15	6.90	0.10	
125					1005	0.71	345	0.45	99.5	0.26	37.0	0.17	10.0	0.11	
140					1225	0.80	420	0.50	120	0.30	45.0	0.19	14.5	0.12	
160					1550	0.90	530	0.56	150	0.34	57.0	0.22	20.0	0.14	
180					1910	1.00	655	0.63	185	0.38	70.0	0.25	24.5	0.16	
200					2300	1.10	790	0.71	225	0.42	83.5	0.28	29.0	0.18	
220							930	0.80	265	0.45	99.0	0.30	34.5	0.20	
250							1170	0.90	330	0.53	125	0.34	42.5	0.22	
280							1430	1.00	405	0.60	150	0.38	52.0	0.25	
320							1810	1.10	515	0.67	190	0.45	65.5	0.28	
360							2235	1.30	630	0.75	235	0.50	80.5	0.32	
400									760	0.85	280	0.56	97.0	0.36	
450									940	0.95	345	0.63	120	0.40	
500									1130	1.00	415	0.71	145	0.45	
560									1385	1.20	510	0.80	175	0.50	
630									1715	1.30	630	0.90	215	0.56	
710									2125	1.50	780	1.00	265	0.63	
800											965	1.10	330	0.71	
900											1190	1.30	405	0.80	
1 000											1440	1.40	490	0.90	
1 100											1710	1.50	580	1.00	
1 250											2155	1.70	730	1.10	
1 400													895	1.30	
1 600													1140	1.40	
1 800													1410	1.60	
2 000													1705	1.80	
2 200													2030	2.00	
$t_H = 40 \text{ }^\circ\text{C}$	32 až 67 °C OTOPNÁ VODA k = 0.0063 mm											210 - 1			

LP	TLAKOVÁ ZTRÁTA Cu POTRUBÍ TŘENÍM														210 - 3	
	M = [kg/h] R = [Pa/m] t _H = 40 °C w = [m/s] k = 0.0063 mm															
D/t mm[mm]	28.0/1.50		28.0/1.00		35.0/1.50		42.0/1.50		54.0/2.00		54.0/1.50		64.0/2.00			
d [mm]	25.00		26.00		32.00		39.00		50.00		51.00		60.00			
M	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w	R	w		
36.0	0.70	0.02														
40.0	0.75	0.02	0.65	0.02												
5.0	0.85	0.03	0.75	0.02												
50.0	0.95	0.03	0.80	0.03												
56.0	1.05	0.03	0.90	0.03												
63.0	1.20	0.04	1.05	0.03												
71.0	1.35	0.04	1.15	0.04	0.50	0.02										
80.0	1.55	0.05	1.30	0.04	0.55	0.03										
90.0	1.70	0.05	1.45	0.05	0.65	0.03										
100	1.90	0.06	1.65	0.05	0.70	0.03										
110	2.15	0.06	1.80	0.06	0.80	0.04										
125	2.75	0.07	2.25	0.07	0.90	0.04										
140	3.70	0.08	2.95	0.07	1.00	0.05										
160	5.50	0.09	4.30	0.08	1.30	0.06	0.50	0.04								
180	8.10	0.10	6.30	0.09	1.80	0.06	0.60	0.04								
200	10.0	0.11	8.40	0.11	2.45	0.07	0.75	0.05								
220	12.0	0.13	9.90	0.12	3.30	0.08	1.00	0.05								
250	15.0	0.14	12.5	0.13	4.65	0.09	1.45	0.06								
280	18.0	0.16	15.0	0.15	5.60	0.10	2.10	0.07								
320	23.0	0.18	19.0	0.17	7.05	0.11	2.80	0.07	0.70	0.05	0.60	0.04				
360	28.0	0.21	23.0	0.19	8.65	0.13	3.40	0.08	1.00	0.05	0.90	0.05				
400	33.5	0.22	28.0	0.21	10.5	0.14	4.10	0.09	1.25	0.06	1.15	0.05				
450	41.0	0.26	34.0	0.24	12.5	0.16	5.00	0.11	1.55	0.06	1.40	0.06	0.65	0.04		
500	49.5	0.28	41.0	0.26	15.5	0.17	6.00	0.12	1.85	0.07	1.70	0.07	0.80	0.05		
560	60.5	0.32	50.0	0.30	18.5	0.19	7.30	0.13	2.25	0.08	2.05	0.08	0.95	0.06		
630	74.0	0.38	61.5	0.34	23.0	0.22	8.95	0.15	2.75	0.09	2.50	0.09	1.15	0.06		
710	91.5	0.40	76.0	0.38	28.0	0.25	11.0	0.17	3.40	0.10	3.10	0.10	1.45	0.07		
800	115	0.45	93.5	0.42	34.5	0.28	13.5	0.19	4.15	0.11	3.80	0.11	1.75	0.08		
900	140	0.50	115	0.48	42.5	0.32	16.5	0.21	5.10	0.13	4.65	0.12	2.15	0.09		
1 000	170	0.56	140	0.53	51.5	0.34	20.0	0.24	6.15	0.14	5.60	0.14	2.60	0.10		
1 100	200	0.63	165	0.60	61.0	0.38	23.5	0.26	7.25	0.16	6.60	0.15	3.05	0.11		
1 250	250	0.71	205	0.67	76.0	0.45	29.5	0.30	9.05	0.18	8.25	0.17	3.80	0.12		
1 400	305	0.80	250	0.75	93.0	0.48	36.0	0.32	11.0	0.20	10.0	0.19	4.65	0.14		
1 600	385	0.90	320	0.85	120	0.56	46.0	0.38	14.0	0.22	12.5	0.22	5.85	0.16		
1 800	480	1.00	395	0.95	145	0.63	56.5	0.42	17.0	0.26	15.5	0.25	7.20	0.18		
2 000	580	1.10	480	1.00	175	0.71	68.0	0.48	20.5	0.28	19.0	0.28	8.70	0.20		
2 200	685	1.30	570	1.20	210	0.75	80.5	0.53	24.5	0.32	22.5	0.30	10.5	0.22		
2 500	865	1.40	715	1.30	260	0.85	100	0.60	30.5	0.36	28.0	0.34	13.0	0.25		
2 800	1060	1.60	880	1.50	320	0.95	125	0.67	37.5	0.40	34.0	0.38	15.5	0.28		
3 200	1355	1.80	1120	1.70	410	1.10	155	0.75	47.5	0.45	43.5	0.45	20.0	0.32		
3 600	1680	2.10	1385	1.90	505	1.30	195	0.85	59.0	0.50	53.5	0.50	24.5	0.36		
4 000	2035	2.20	1680	2.10	610	1.40	235	0.95	71.0	0.56	64.5	0.56	29.5	0.40		
4 500			2085	2.40	760	1.60	290	1.00	87.5	0.63	79.5	0.63	36.5	0.45		
5 000					920	1.70	350	1.20	105	0.71	96.0	0.67	44.0	0.50		
5 600					1130	1.90	430	1.30	130	0.80	120	0.75	54.0	0.56		
6 300					1400	2.20	535	1.50	160	0.90	145	0.85	66.5	0.63		
7 100					1745	2.50	665	1.70	200	1.00	180	0.95	82.5	0.71		
8 000					2175	2.80	825	1.90	245	1.10	225	1.10	100	0.80		
9 000							1025	2.10	305	1.30	280	1.30	125	0.90		
10 000							1245	2.40	370	1.40	335	1.40	155	1.00		
11 000							1485	2.60	440	1.60	400	1.50	180	1.10		
12 500							1875	3.00	555	1.80	505	1.70	230	1.30		
14 000							2315	3.20	685	2.00	625	1.90	280	1.40		
16 000									875	2.20	795	2.20	360	1.60		
18 000									1090	2.60	990	2.50	445	1.80		
20 000									1325	2.80	1200	2.80	540	2.00		
22 000									1580	3.20	1430	3.00	645	2.20		
25 000									2000	3.60	1815	3.40	820	2.50		
28 000									2470	4.00	2240	3.80	1010	2.80		
32 000													1290	3.20		
36 000													1605	3.60		
40 000													1955	4.00		
45 000													2440	4.50		
t _H = 40 °C	32 až 67 °C OTOPNÁ VODA k = 0.0063 mm													210 - 3		

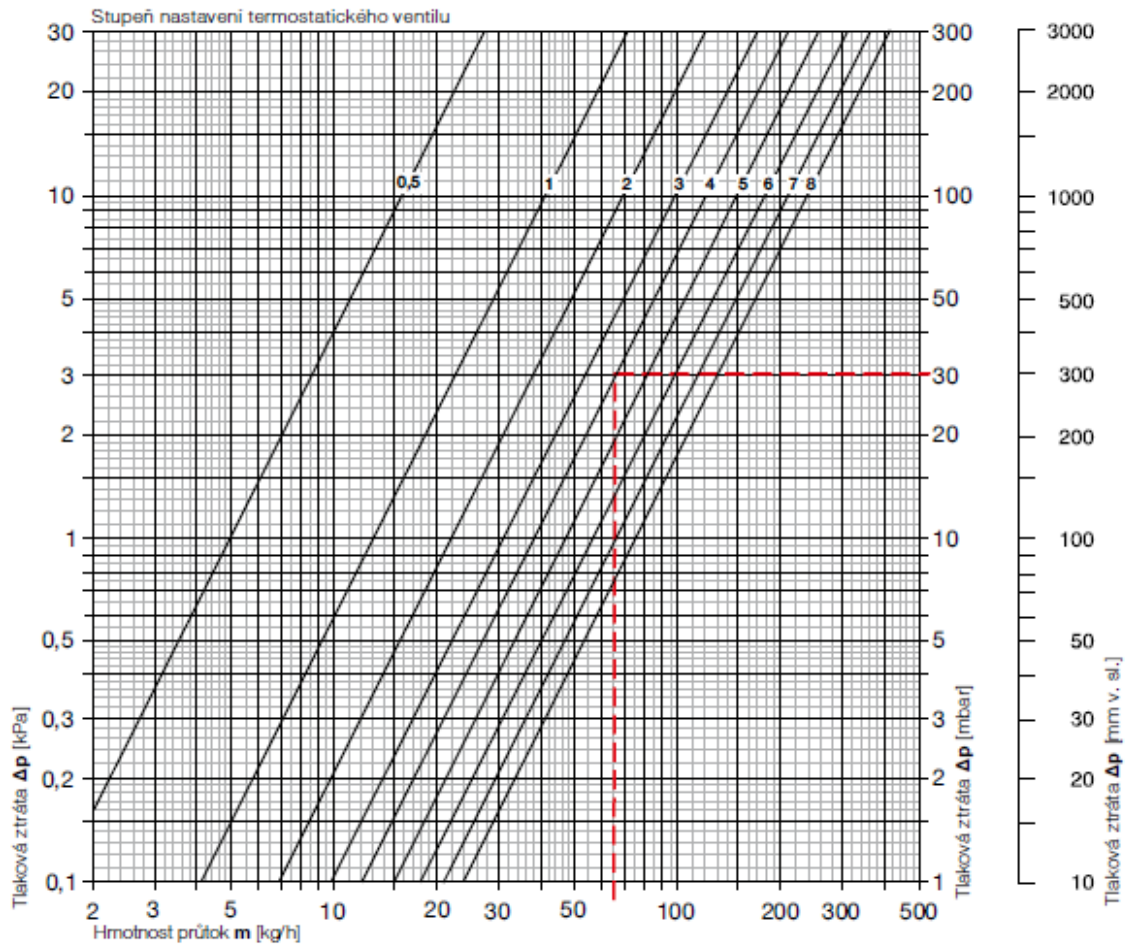
Příloha č. 2:

Obr. Graf tlakové ztráty regulačního šroubení Vekolux CS [19]



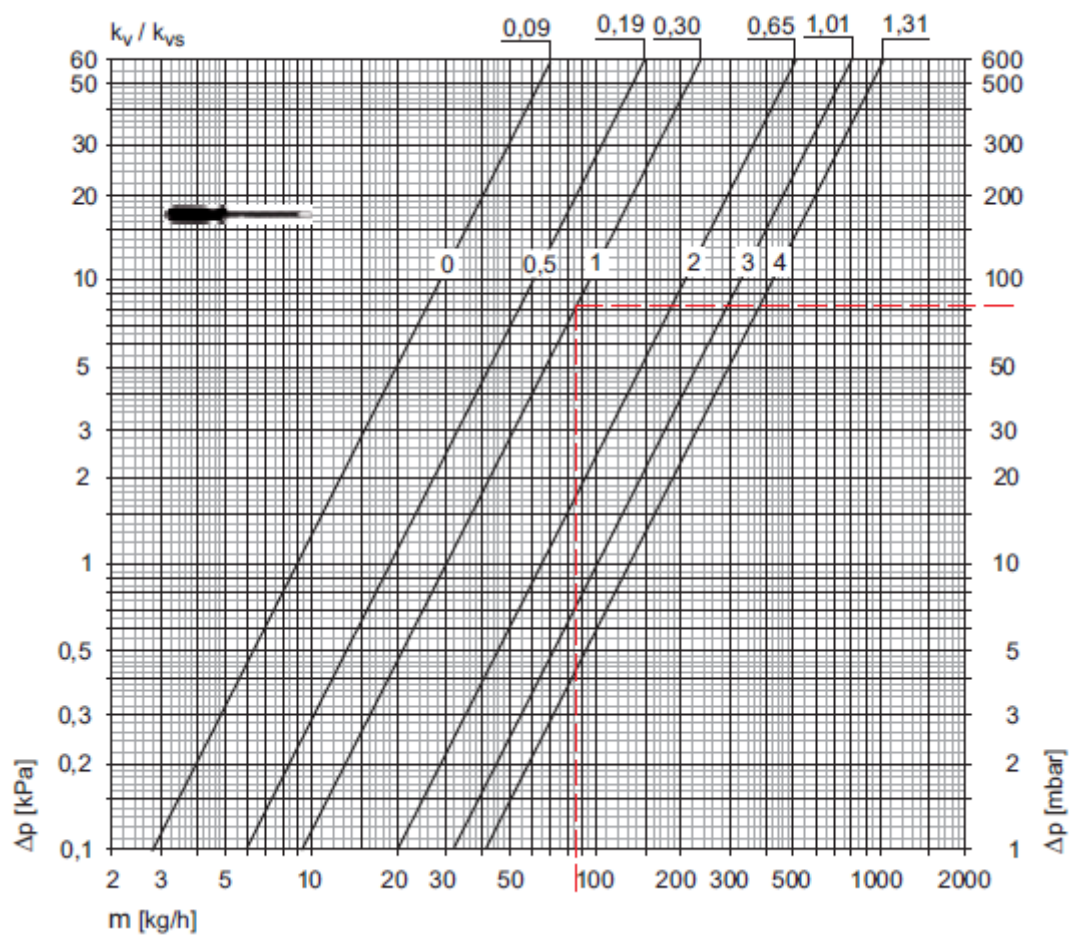
Příloha č. 3:

Obr. Graf tlakových ztrát TRV integrovaného v OT Radik VK [19]



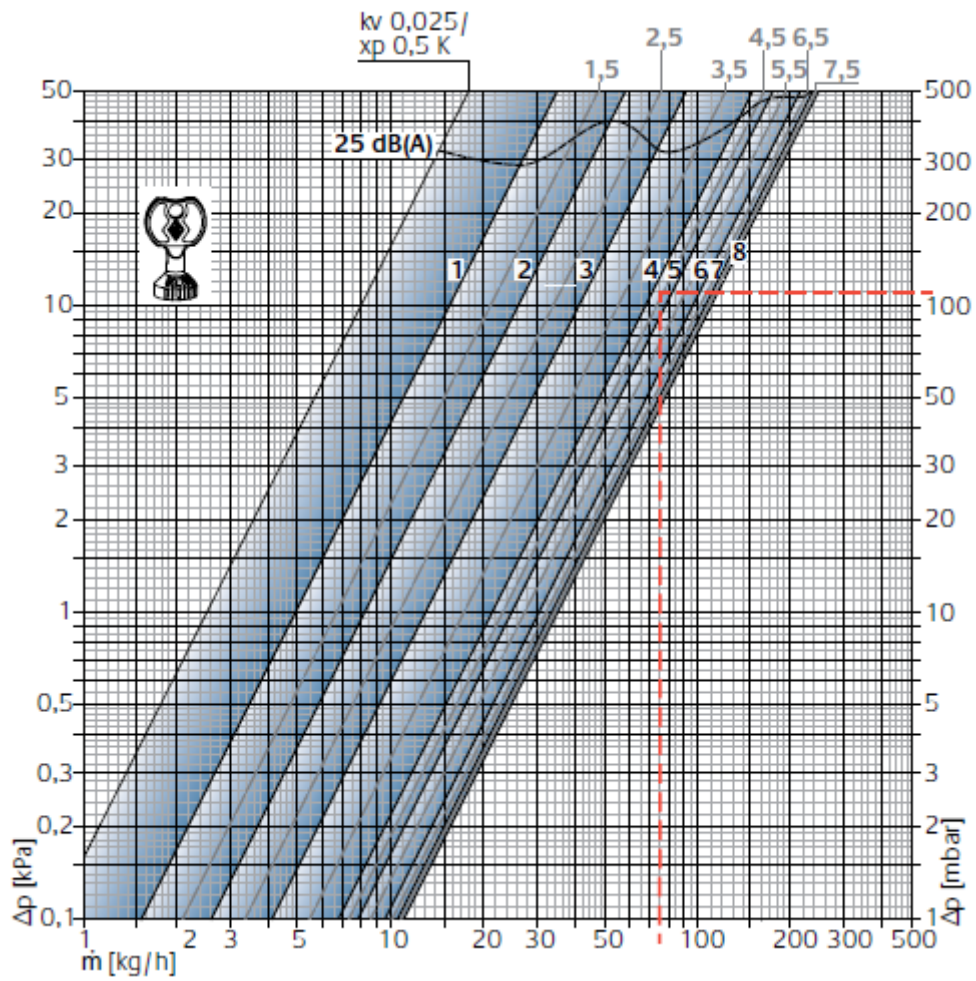
Příloha č. 4

Obr. Graf tlakové ztráty regulačního šroubení Regulux CS [19]



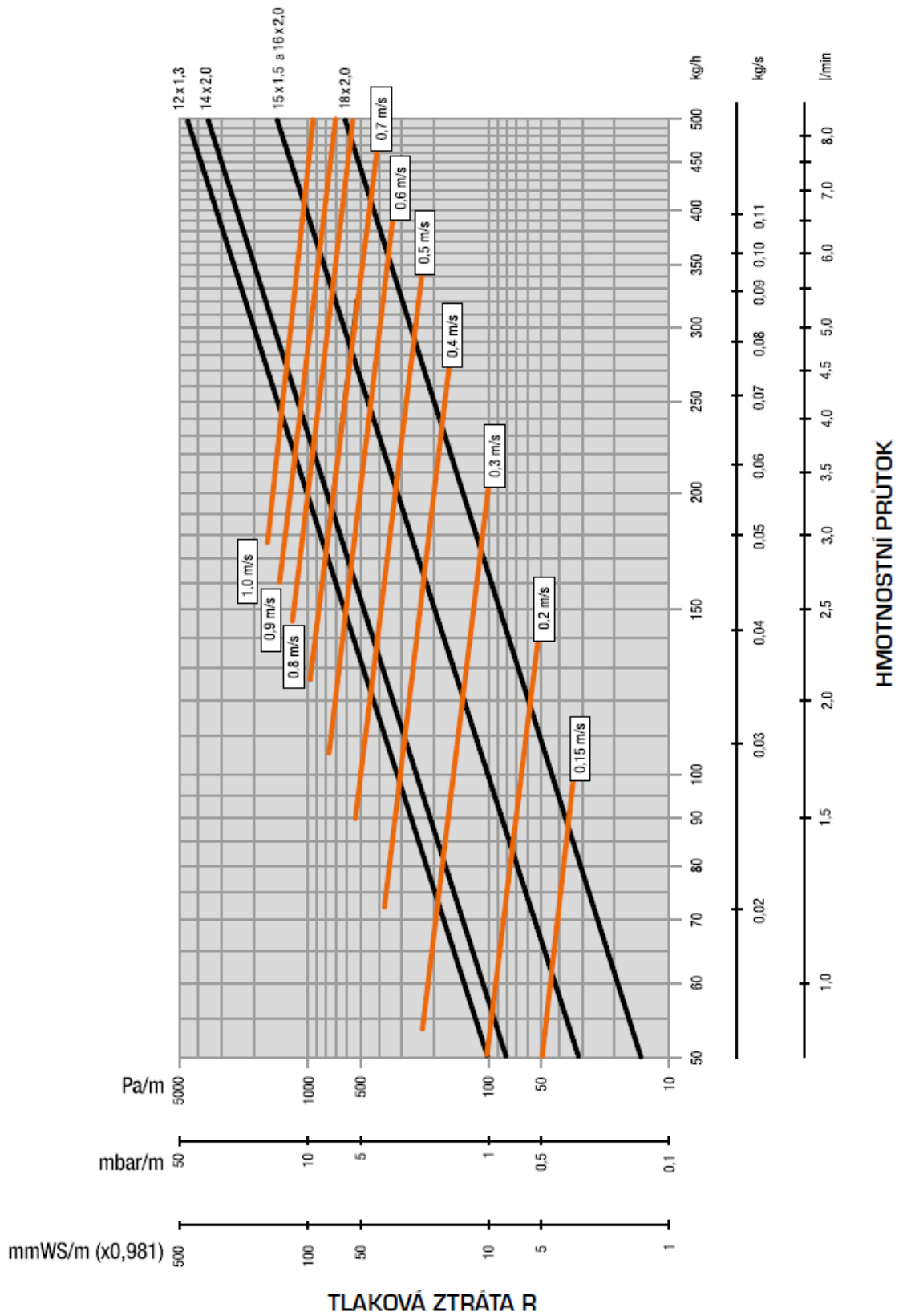
Příloha č. 5

Obr. Graf tlakové ztráty termostatického ventilu Vexact II [19]



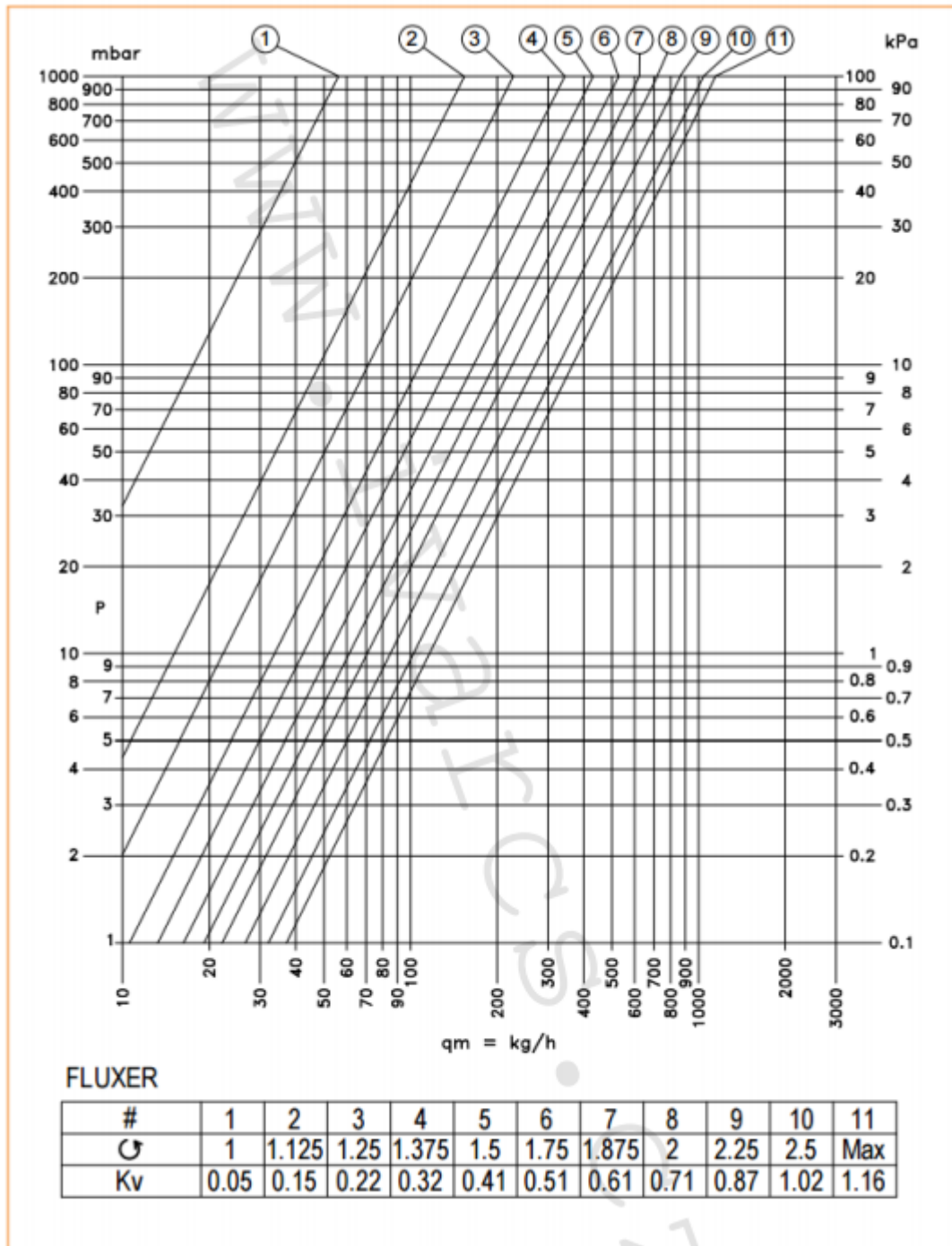
Příloha č. 6

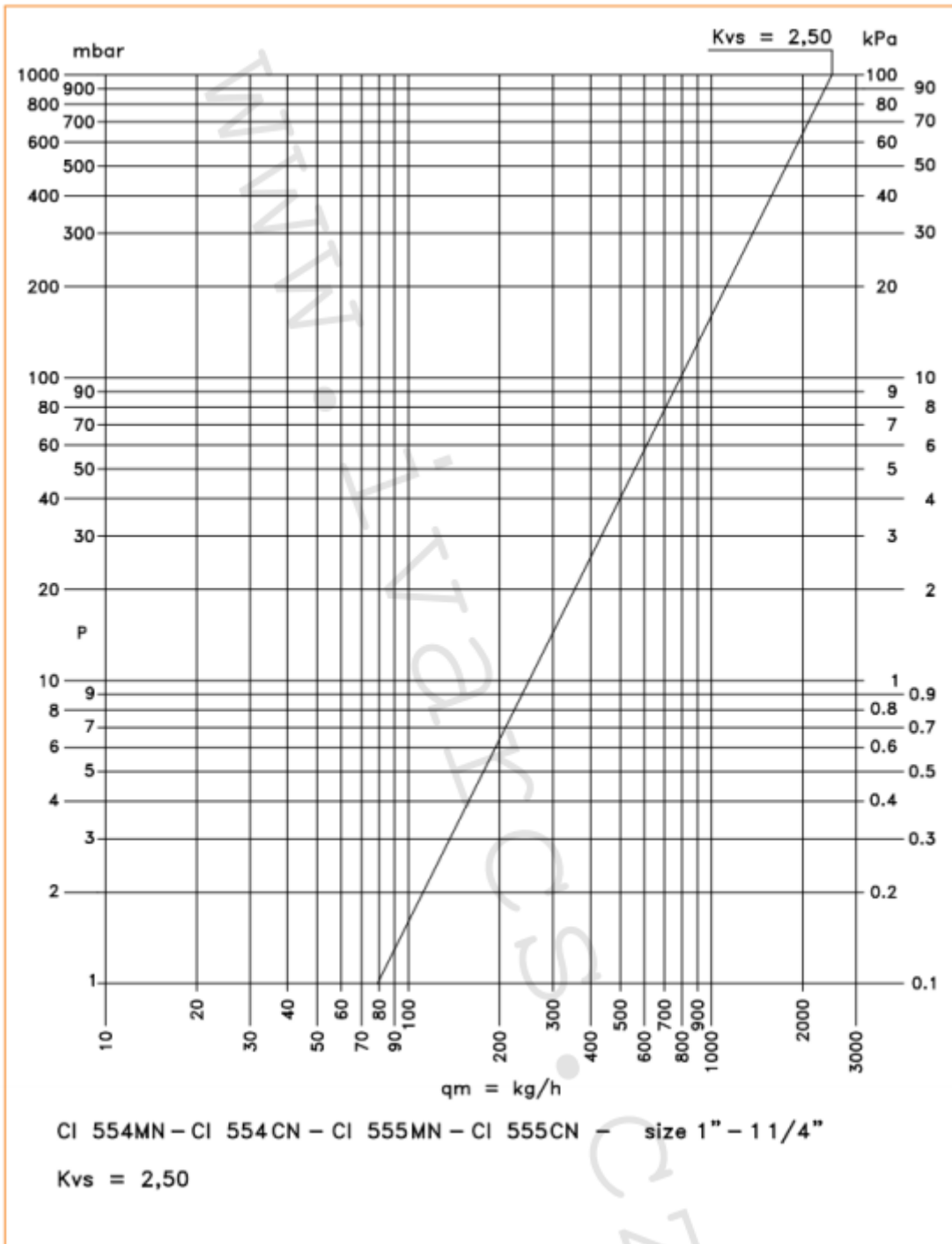
Obr. Graf tlak. ztrát potrubí Gabbotherm [19]



Příloha č. 7

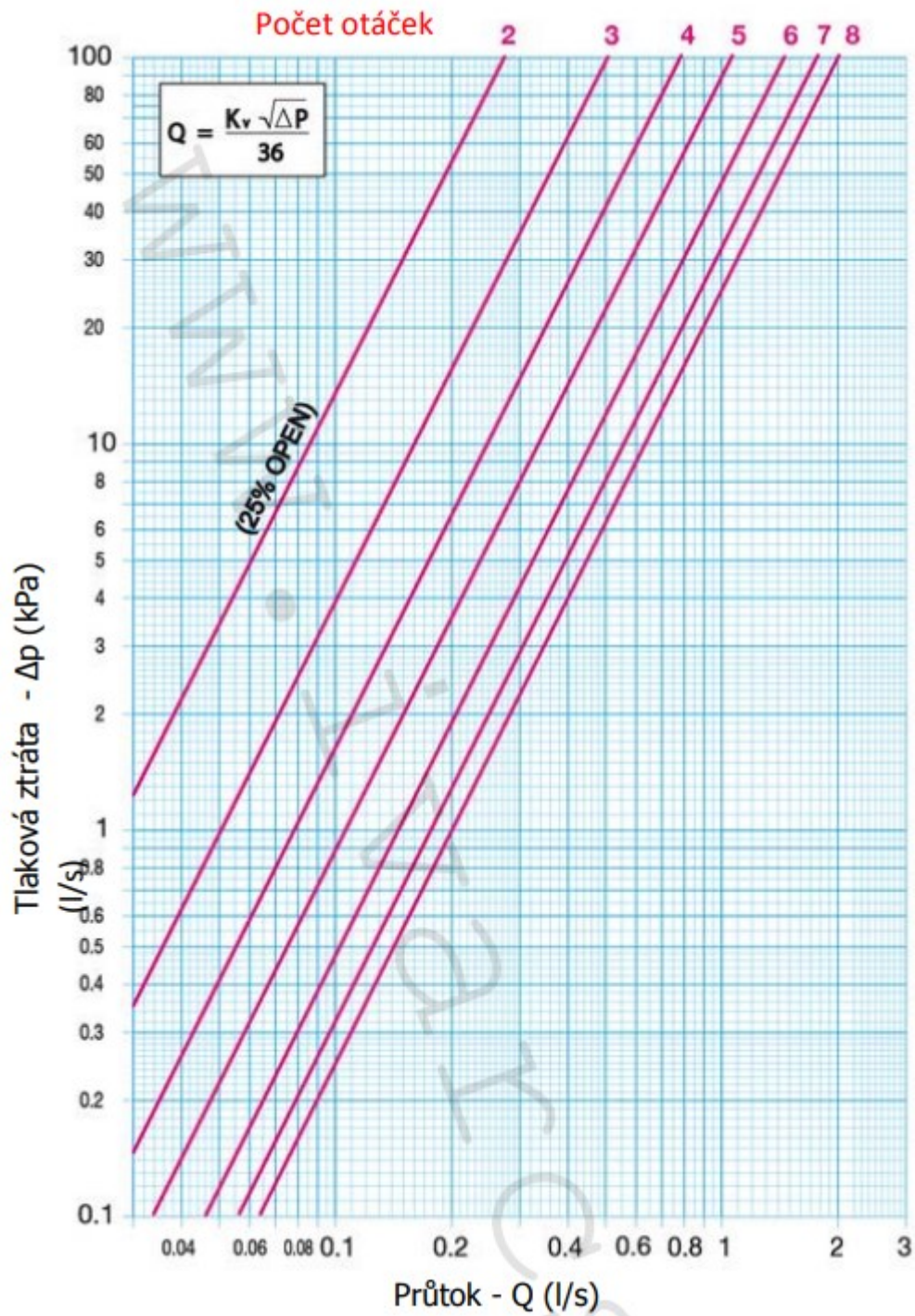
Obr. Grafy tlakové ztráty rozdělovače na vstupu / výstupu Ivar.CS 553 VP [19]





Příloha č. 8

Obr. Graf tlakové ztráty na vyvažovacím ventilu Ivar.CIM 727 [19]



Příloha č. 9

Tab. Tlaková ztráta polypropylenového potrubí STABI PN 20 [16]

Tabulka E.7 - Délkové tlakové ztráty třením v polypropylenovém potrubí PN 16 a STABI PN 20 - teplota vody 10 °C, vliv svařování 10 %

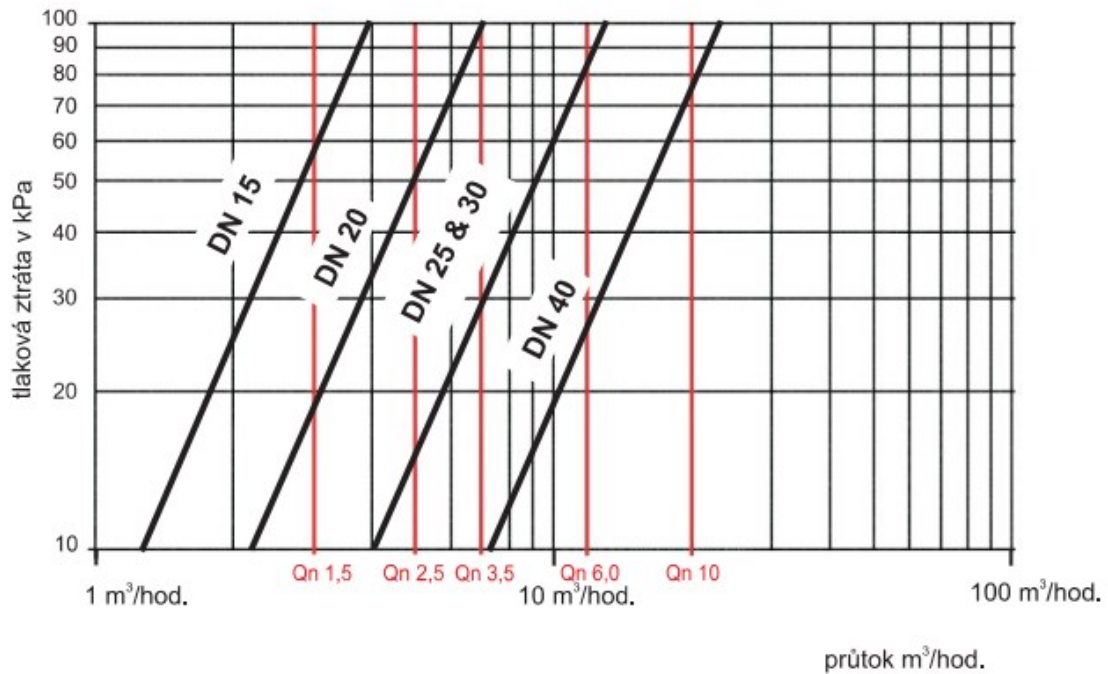
k = 0,01	16x2,3 mm		20x2,8 mm		25x3,5 mm		32x4,5 mm		40x5,5 mm		50x6,9 mm		63x8,7 mm		75x10,4 mm		90x12,5 mm		110x15,2 mm			
	Q	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	
l/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,025	0,1	0,008	0,1																		
0,02	0,083	0,2	0,027	0,1	0,009	0,1																
0,03	0,170	0,3	0,055	0,2	0,019	0,1	0,006	0,1														
0,04	0,262	0,4	0,093	0,2	0,032	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1												
0,05	0,418	0,5	0,137	0,3	0,047	0,2	0,015	0,1	0,005	0,1												
0,06	0,576	0,6	0,189	0,4	0,065	0,2	0,020	0,1	0,007	0,1	0,002	0,1										
0,07	0,756	0,7	0,248	0,4	0,085	0,3	0,027	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1										
0,08	0,958	0,8	0,313	0,5	0,108	0,3	0,034	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1										
0,09	1,180	0,9	0,386	0,6	0,133	0,4	0,041	0,2	0,014	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1								
0,10	1,422	1,0	0,465	0,6	0,160	0,4	0,050	0,2	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1								
0,12	1,967	1,2	0,641	0,7	0,221	0,5	0,069	0,3	0,023	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,14	2,588	1,4	0,843	0,9	0,290	0,6	0,090	0,3	0,031	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,002	0,1						
0,16	3,285	1,6	1,068	1,0	0,367	0,6	0,114	0,4	0,039	0,2	0,013	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1						
0,18	4,056	1,8	1,316	1,1	0,452	0,7	0,140	0,4	0,048	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,20	4,900	2,0	1,588	1,2	0,544	0,8	0,168	0,5	0,058	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,30	10,182	2,9	3,277	1,8	1,118	1,2	0,345	0,7	0,118	0,5	0,040	0,3	0,013	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1		
0,40			5,499	2,5	1,868	1,6	0,574	1,0	0,196	0,6	0,066	0,4	0,022	0,2	0,010	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1		
0,50			8,236	3,1	2,786	2,0	0,854	1,2	0,290	0,8	0,097	0,5	0,032	0,3	0,014	0,2	0,006	0,2	0,002	0,1		
0,60					3,869	2,4	1,183	1,4	0,401	0,9	0,134	0,6	0,045	0,4	0,020	0,3	0,008	0,2	0,003	0,1		
0,70					5,112	2,8	1,558	1,7	0,528	1,1	0,176	0,7	0,058	0,4	0,026	0,3	0,011	0,2	0,004	0,1		
0,80					6,513	3,1	1,980	1,9	0,669	1,2	0,223	0,8	0,074	0,5	0,032	0,3	0,014	0,2	0,005	0,2		
0,90					8,071	3,5	2,448	2,2	0,826	1,4	0,275	0,9	0,091	0,6	0,040	0,4	0,017	0,3	0,006	0,2		

Tabulka E.8 - Délkové tlakové ztráty třením v polypropylenovém potrubí PN 16 a STABI PN 20 - teplota vody 50 °C, vív svařování 10 %

k = 0,01	16x2,3 mm		20x2,8 mm		25x3,5 mm		32x4,5 mm		40x5,6 mm		50x6,9 mm		63x8,7 mm		75x10,4 mm		90x12,5 mm		110x15,2 mm			
	Q	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	
l/8	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,020	0,1	0,007	0,1																		
0,02	0,068	0,2	0,022	0,1	0,008	0,1																
0,03	0,138	0,3	0,045	0,2	0,016	0,1	0,005	0,1														
0,04	0,230	0,4	0,075	0,2	0,026	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1												
0,05	0,342	0,5	0,112	0,3	0,038	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1												
0,06	0,473	0,6	0,154	0,4	0,053	0,2	0,016	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1										
0,07	0,623	0,7	0,203	0,4	0,070	0,3	0,022	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1										
0,08	0,792	0,8	0,257	0,5	0,088	0,3	0,027	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1										
0,09	0,978	0,9	0,317	0,6	0,108	0,4	0,034	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1								
0,10	1,183	1,0	0,382	0,6	0,131	0,4	0,040	0,2	0,014	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1								
0,12	1,644	1,2	0,530	0,7	0,181	0,5	0,056	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1						
0,14	2,175	1,4	0,698	0,9	0,238	0,6	0,073	0,3	0,025	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,16	2,773	1,5	0,888	1,0	0,302	0,6	0,093	0,4	0,032	0,2	0,011	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1						
0,18	3,439	1,8	1,099	1,1	0,373	0,7	0,115	0,4	0,039	0,3	0,013	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,20	4,172	2,0	1,330	1,2	0,450	0,8	0,138	0,5	0,047	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,30	8,628	2,9	2,765	1,8	0,935	1,2	0,285	0,7	0,096	0,5	0,032	0,3	0,011	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1		
0,40			4,731	2,5	1,578	1,6	0,478	1,0	0,161	0,6	0,054	0,4	0,018	0,2	0,008	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1		
0,50			7,161	3,1	2,376	2,0	0,716	1,2	0,240	0,8	0,080	0,5	0,026	0,3	0,012	0,2	0,005	0,2	0,002	0,1		
0,60					3,325	2,4	0,997	1,4	0,334	0,9	0,110	0,6	0,036	0,4	0,016	0,3	0,007	0,2	0,003	0,1		
0,70					4,425	2,8	1,322	1,7	0,441	1,1	0,146	0,7	0,048	0,4	0,021	0,3	0,009	0,2	0,003	0,1		
0,80					5,675	3,1	1,689	1,9	0,562	1,2	0,185	0,8	0,061	0,5	0,026	0,3	0,011	0,2	0,004	0,2		
0,90					7,073	3,5	2,098	2,2	0,696	1,4	0,229	0,9	0,075	0,6	0,033	0,4	0,014	0,3	0,005	0,2		

Příloha č. 10

Obr. Tlaková ztráta vodoměru Sensus 420 [19]



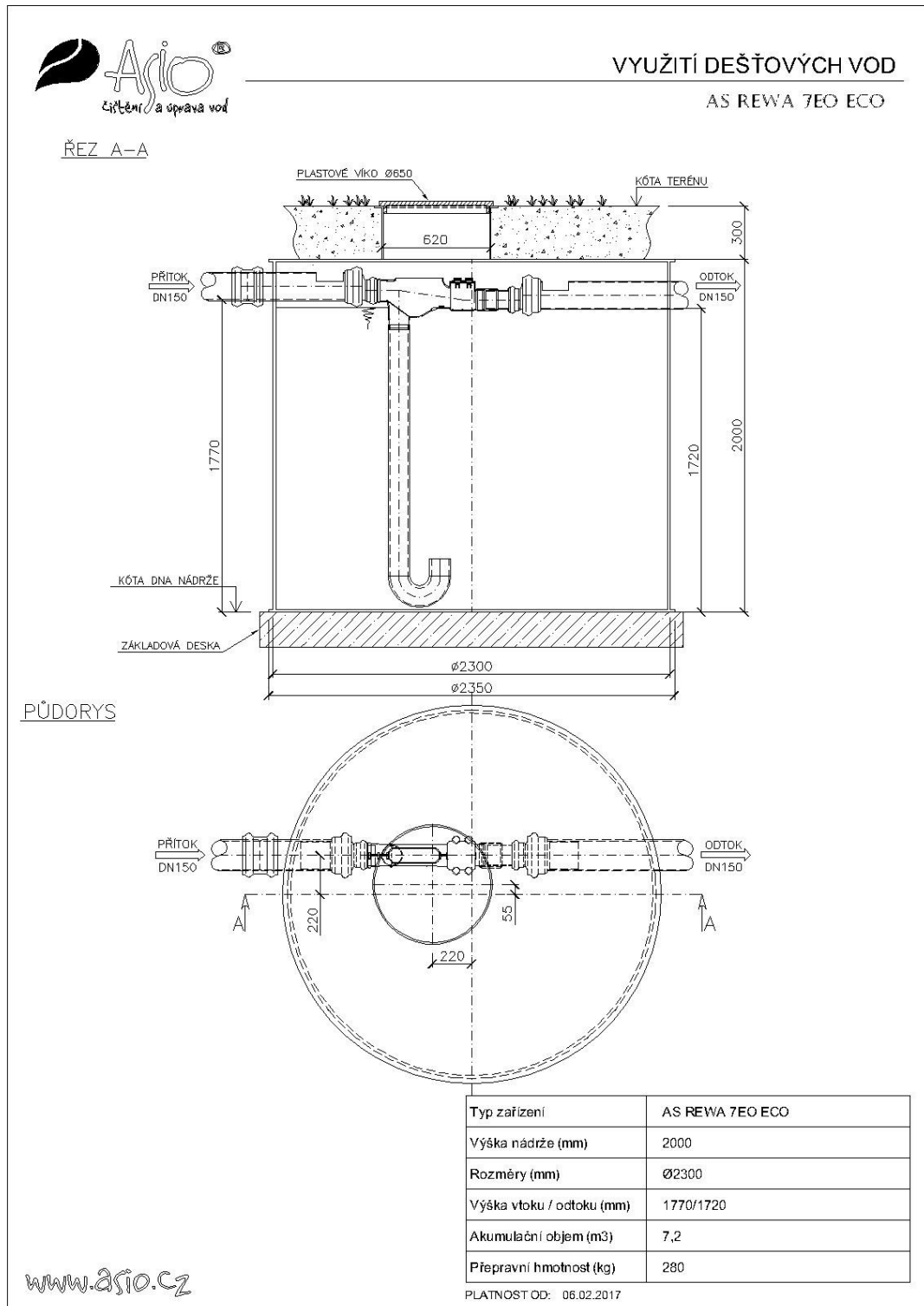
Příloha č. 11

Obr. Základní technické údaje vodoměru Sensus 420 [19]

Trvalý průtok	Q ₃	m ³ /h	2,5	4	6,3	10	16
Dimenze	DN		15, 20	15, 20, 25	25, 32	25, 32	40
Typ počítadla			mokroběžné				
Kapacita počítadla		m ³	10 ⁵				
Najnižší odečet		l	0,5				
Vnitřní tlak vody	MAP	bar	16				
Jmenovitý tlak		bar	0,3 - 16				
Tlaková ztráta	Δ p	bar	0,63				
Citlivost profilu proudění			U0 D0				
Maximální průtok	Q ₄	m ³ /h	3,125	5	7,875	12,5	20
Minimální průtok (povolená chyba ± 5 %)	Q ₁	l/h	31,25	50	78,75	156,3	200
Přechodový průtok (povolená chyba ± 2 %)	Q ₂	l/h	50	80	126	250	320
Rozsah	Q ₃ /Q ₁	R	80				

Příloha č. 12

Obr. Uložení akumulční nádrže AS Rewa do země [19]



Příloha č. 13

Obr. Uložení vsakovacích tunelů AS Krecht do země [19]

