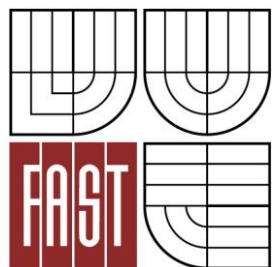




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGÍÍ V SYSTÉMECH TZB RODINNÉHO DOMU

APPLICATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN TECHNICAL SERVICES SYSTEMS
OF THE FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

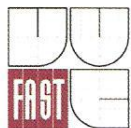
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JANA LETOCHOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. LUCIE HOŘÍNKOVÁ

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Jana Letochová

Název Využití obnovitelných zdrojů energií v systémech TZB rodinného domu

Vedoucí bakalářské práce Ing. Lucie Hořínková

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2011

Datum odevzdání bakalářské práce 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011


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


.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

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

Zásady pro vypracování

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

Obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- vše bude svázáno pevnou vazbou;
- volné dokumenty (metadata, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na předních deskách, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek;
- na posledním listě bude vlepeno CD.

Předepsané přílohy

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) licenční smlouva podepsaná autorem VŠKP,
- d) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- e) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- f) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- g) poděkování (nepovinné),
- h) obsah,
- i) úvod,
- j) vlastní text práce s touto osnovou:

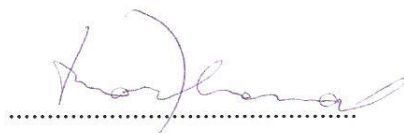
A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu a přípravy teplé vody, volba zdrojů tepla,
- výpočet tepelného výkonu, návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla, návrh přípravy teplé vody,
- dimenzování akumulčního zásobníku,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nespecifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy,
- roční potřeba tepla a paliva.
- posouzení energetické náročnosti objektu

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

- k) závěr,
- l) seznam použitých zdrojů,
- m) seznam použitých zkratk a symbolů,
- n) seznam příloh,
- o) přílohy – výkresy



Ing. Lucie Hořínková
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá druhy alternativních zdrojů energie a možnostmi jejich využití v rodinných domech. V první části jsem se zaměřila na jednotlivé druhy těchto zdrojů a vhodnost použití pro vytápění. Ve druhé části jsem navrhla vytápění pro daný rodinný dům. Na závěr uvádím posouzení energetické náročnosti objektu.

Klíčová slova

Alternativní zdroje energie, kolektory, tepelná čerpadla, tepelné ztráty, podlahové vytápění, vytápění otopnými tělesy, příprava teplé vody, roční potřeba tepla a paliva, energetické hodnocení budov.

Abstract

This thesis deals with the types of alternative energy sources and possibilities of their use in family houses. The first part focuses on particular types of energy sources and their suitability for heating. In the second part, I suggested heating system for a house. Finally I present assessment of the energy performance of the building.

Keywords

Alternative sources of energy, collectors, heat pumps, heat loss, underfloor heating, heating radiators, hot water, the annual heat demand and fuel, energy rating of buildings.

Bibliografická citace VŠKP

LETOCHOVÁ, Jana. *Využití obnovitelných zdrojů energií v systémech TZB rodinného domu*. Brno, 2011. 107 s., 78 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Lucie Hořínková.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2012

.....
podpis autora

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

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

V Brně dne 25. 5. 2012

.....
podpis autora
Jana Letochová



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce	Ing. Lucie Hořínková
Autor práce	Jana Letochová
Škola	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta	Stavební
Ústav	Ústav technických zařízení budov
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Název práce	Využití obnovitelných zdrojů energií v systémech TZB rodinného domu
Název práce v anglickém jazyce	Application of Renewable Energy Sources in Technical Services Systems of the Family House
Typ práce	Bakalářská práce
Přidělovaný titul	Bc.
Jazyk práce	Čeština
Datový formát elektronické verze	
Anotace práce	Tato bakalářská práce se zabývá druhy alternativních zdrojů energie a možnostmi jejich využití v rodinných domech. V první části jsem se zaměřila na jednotlivé druhy těchto zdrojů a vhodnost použití pro vytápění. Ve druhé části jsem navrhla vytápění pro daný rodinný dům. Na závěr uvádím posouzení energetické náročnosti objektu.
Anotace práce v anglickém jazyce	This thesis deals with the types of alternative energy sources and possibilities of their use in family houses. The first part focuses on particular types of energy sources and their suitability for heating. In the second part, I suggested heating system for a house. Finally I present assessment of the energy performance of the building.
Klíčová slova	Alternativní zdroje energie, kolektory, tepelná čerpadla, tepelné ztráty, podlahové vytápění, vytápění otopnými tělesy, příprava teplé vody, roční potřeba tepla a paliva, energetické hodnocení budov.
Klíčová slova v anglickém jazyce	Alternative sources of energy, collectors, heat pumps, heat loss, underfloor heating, heating radiators, hot water, the annual heat demand and fuel, energy rating of buildings.

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce Ing. Lucii Hořinkové za odborné vedení a rady při konzultacích po dobu zpracování mé bakalářské práce. Dále bych poděkovala svému příteli za podporu při studiu.

Obsah

Úvod.....	- 13 -
A) TEORETICKÁ ČÁST	- 14 -
1. Zdroje energie	- 15 -
1.2. Slunce.....	- 17 -
1.3. Vítr	- 19 -
1.4. Biomasa.....	- 20 -
1.5. Tepelná čerpadla	- 22 -
2. Vytápění	- 27 -
2.1. Tepelná pohoda	- 28 -
2.2. Topné období	- 28 -
2.3. Vytápěcí systémy	- 28 -
2.4.1. Podlahové vytápění	- 29 -
2.4.2. Stěnové vytápění	- 30 -
3. Tepelné ztráty.....	- 32 -
3.1. Součinitel prostupu tepla.....	- 32 -
3.2. Předběžný výpočet tepelných ztrát.....	- 33 -
3.3. Přesný výpočet tepelných ztrát	- 34 -
4. Příprava teplé vody	- 34 -
4.1. Stanovení potřeby tepla na přípravu TV	- 34 -
4.2. Příprava bazénové vody	- 35 -
5. Energetická náročnost budov	- 35 -
B) VÝPOČTOVÁ ČÁST	- 36 -
6. Analýza objektu	- 37 -
7. Tepelné ztráty.....	- 38 -
7.1. Svoboda Software	- 38 -
7.2. RauCAD.....	- 41 -
8. Návrh vytápění.....	- 43 -
8.1. Návrh podlahového vytápění	- 44 -
8.2. Návrh otopných těles.....	- 56 -
8.3. Dimenze potrubí v místnosti TZB.....	- 77 -
9. Potřeba energie.....	- 79 -
9.1. Potřeba TV	- 79 -
9.2. Akumulační nádrž	- 79 -

9.3.	Zdroj tepla	- 79 -
9.4.	Hloubka vrtu	- 80 -
9.5.	Bod bivalence.....	- 80 -
9.6.	Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody	- 81 -
10.	Zabezpečovací zařízení	- 83 -
10.1.	Expanzní nádoba	- 83 -
10.2.	Pojistný ventil	- 83 -
11.	Ostatní zařízení.....	- 84 -
11.1.	Regulace TČ.....	- 84 -
11.2.	Kombinovaný rozdělovač a sběrač	- 84 -
11.3.	Trojcestný směšovací ventil.....	- 84 -
11.4.	Oběhové čerpadlo.....	- 84 -
12.	Energetické hodnocení budov	- 85 -
12.1.	Energetický štítek obálky budovy	- 85 -
12.2.	Energetický průkaz budovy.....	- 88 -
C)	PROJEKT	- 100 -
13.	Technická zpráva.....	- 101 -
	Závěr.....	- 105 -
	Seznam použitých zdrojů	- 106 -
	Seznam příloh.....	- 107 -
	Seznam výkresů.....	- 107 -
	Příloha č. 1.....	- 108 -
	Příloha č. 2.....	- 152 -
	Příloha č. 3.....	- 157 -
	Příloha č. 4.....	- 168 -
	Příloha č. 5.....	- 172 -
	Příloha č. 6.....	- 174 -
	Příloha č. 7.....	- 179 -
	Příloha č. 8.....	- 180 -
	Příloha č. 9.....	- 181 -

Úvod

Obnovitelné a alternativní zdroje energie úzce souvisí se spotřebou energie v domácnostech. Domy s nízkou spotřebou preferují lidé, kterým není lhostejný dopad na životní prostředí a finanční náklady vynaložené v budoucnosti. I přesto, že pořizovací investice daleko přesahují následné náklady při využívání. Z toho vyplývá i stále širší nabídka "přírodních", snadno recyklovatelných materiálů (výstavba dřevěných domů) a využití obnovitelných zdrojů. Do značné míry je pak dům energeticky soběstačný. Nízkoenergetický dům se tedy pozvolna stává standardem. A do budoucna bude nejen prioritou, ale i nutností.

Dne 19. 5. 2010 byla schválena směrnice ^[4] jejímž cílem je tzv. 20-20-20. Bude tedy nutné do roku 2020 dosáhnout snížení spotřeby energie o 20 %, snížení emisí skleníkových plynů o 20 % a zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na 20 % celkové výroby energie v Evropě v porovnání s rokem 1990. Zní to velice dobře, ale bohužel to nebude tak snadno proveditelné.

Ještě náročnější bude však splnění další podmínky. Od začátku roku 2019 budou muset být všechny nové budovy užívané a vlastněné orgány veřejné moci budovami s téměř nulovou spotřebou energie. A od roku 2021 tuto téměř nulovou spotřebu budou muset splňovat veškeré nové objekty.

Cílem této bakalářské práce je zohlednit jednotlivé typy obnovitelných zdrojů a navrhnout pro konkrétní dům jeden z nich.

A) TEORETICKÁ ČÁST

1. Zdroje energie

Slovo energie zahrnuje širokou oblast. Obecně zdroje energie můžeme rozdělit dle druhu působící síly, dle zdroje, který energii vydává atp. Velmi diskutovaným dělením zdrojů je dělení na obnovitelné a neobnovitelné. V poslední době se čím dál častěji hovoří o první skupině. Neobnovitelných zdrojů, jak je obecně známo, ubývá. Zásoby jsou limitované. Vyčerpání je očekáváno v horizontu maximálně stovek let. Mezi typické příklady sem patří především fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn...), ale také jaderná energie. Na druhou stranu s rostoucím průmyslem a rozvojem je energie, ať už elektrická nebo tepelná, stále více a více žádána. Jak tedy šetřit a zbytečně neplýtvat s množstvím, které nám ještě zbývá, a jak se tím zároveň zbavit závislosti na dovážení této energie ze sousedních států?

Jedním z možných řešení je využití s co největším úsilím právě obnovitelných zdrojů energie. Definice obnovitelného zdroje podle českého zákona o životním prostředí ^[1] je: „*Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka.*“. Z hlediska výroby elektrické energie sice ještě nehrají hlavní roli, ale jejich hlavní prioritou je šetrný přístup k životnímu prostředí (napomáhají snížit intenzitu emisí skleníkových plynů) a event. možnost budoucího využití ve větším rozsahu.

Mezi obnovitelné zdroje patří: energie vody,
geotermální energie,
spalování biomasy,
energie větru,
energie slunečního záření,
využití tepelných čerpadel,
energie příboje a přílivu oceánů.

Nejčastější využití v ČR je sluneční, vodní, větrné energie, energie prostředí získávána pomocí tepelných čerpadel, geotermální energie a energie kapalných biopaliv. Největší šance z hlediska dalšího rozvoje se dává spalování biomasy, především dřevní štěpky a dalších rostlinných produktů lesního a zemědělského původu, nebo v kombinaci s uhlím. Z toho v domácnostech se především vyskytuje zařízení pro spalování biomasy (kotle na dřevo a krby) a získávání sluneční energie (panely). Podle mého názoru velkou budoucnost mají bezprostředně po slunečních paprscích i tepelná čerpadla, která mohou získávat energii jak ze země, vody tak i ze vzduchu.

Tuto energii lze využít pro: vytápění objektů,
přípravu teplé vody,
ohřev vody v bazénech,
klimatizaci objektů,
zásobníky tepla.

1.1.1. Není všechno zlato, co se třpytí:

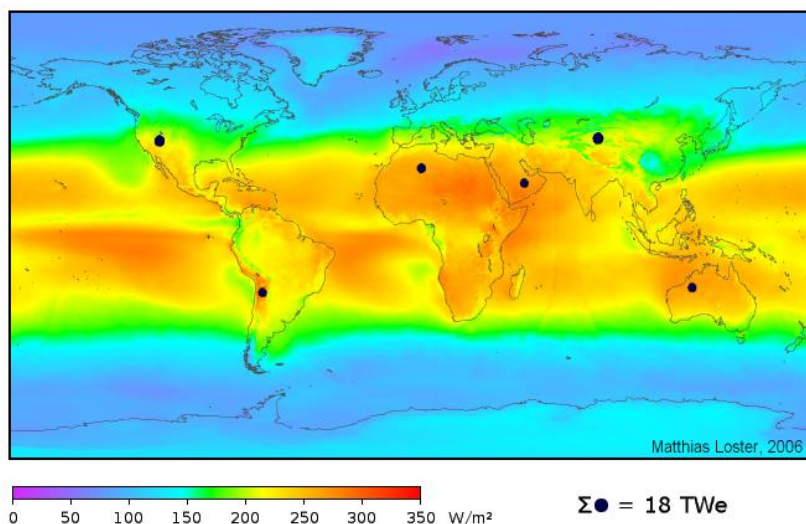
- Obnovitelné zdroje *jsou nevyčerpatelné*, ale musí se také čerpat jen v určitém množství. I když dlouhodobě, ale musí se brát zřetel na množství v konkrétní lokalitě. Např. velký počet větrných elektráren s minimálním odstupem mezi sebou by mohlo způsobit, že se jednotlivé elektrárny budou navzájem ovlivňovat a jejich účinnost nebude dosahovat takových hodnot, které byly zaručené, kdyby stály elektrárny samostatně.
- *Dopad na krajinný ráz území.* Tím je myšleno umístění elektráren do přírody, kde, podle některých názorů, se nehodí. Např. větrné turbíny způsobují velký zásah do krajiny a z hlediska jejího rázu jsou nejproblematictější. Mají také dopad na ochranu avifauny (ptactva). Dalším problémem jsou i solární panely, které zabírají mnoho místa a pro jejich instalaci bylo v mnoha případech nutné i kácení stromů.
- *Nejsou snadno dostupné.* Sice vodu, vítr, slunce vidíme všude kolem nás, ale k přeměně na energii je zapotřebí mnoha dalších pomocných instalací.
- *Jsou levné.* Za to že odebíráme světlo, zemské teplo nebo poryv větru nemusíme zatím naštěstí nikomu platit ani korunu. Ale musíme si koupit, ne zrovna laciné, zařízení, které nám umožní pak tuto energii využít.
- *Jsou čisté.* Žádný energetický zdroj není zcela čistý, nevyjímaje ani ty obnovitelné. Při získávání elektřiny např. ze solárních panelů nám sice nevzniká žádný škodlivý kouř jako je tomu u uhelných elektráren, ale k tomu abychom mohli tuto elektřinu vyrábět, nebo jiným způsobem využívat sluneční paprsky, je zapotřebí výroba solárních panelů, které obsahují čistý křemík a další sloučeniny. A právě při této výrobě nám vznikají nejrůznější škodliviny.
- *Nahradí v budoucnu zcela stávající energetické zdroje,* mezi které patří především fosilní a jaderné. To je však nepravděpodobné, i přesto že již teď víme, že se jednou zásoba vyčerpá. Zatím nedokážeme zajistit požadavky na výkon, spolehlivost, stabilitu a odolnost soustavy proti náhlému kolísání výkonu v dostatečné míře, aby se mohli jaderné a uhelné elektrárny úplně odpojit. Mohou však vhodně doplňovat budoucí energetický mix.
- *Životnost zařízení* k výrobě energie z obnovitelných zdrojů a jejich následná likvidace. Všichni výrobci zaručují vysokou životnost, ale nikde se však nedozvíme číselně, jestli se jedná jen o pár roků nebo můžeme počítat s desítkami let. S jistotou nám to neřekne nikdo. Předpokládaná životnost např. u větrných turbín nebo solárních panelů je 20-30 let. Víme ale, že jejich likvidace bude náročná.

[14], [15], [16]

1.2. Slunce

Slunce se nepovažuje za obnovitelný zdroj, ale je ho, a ještě dlouhou dobu bude, v přírodě dostatek. Slunečními paprsky dopadne na povrch Země přibližně 1 kW/m^2 . Různé dle oblasti, podnebního pásma, prašnosti v ovzduší, stínivosti... Bohužel dokážeme využít jen nepatrnou část. Energetický potenciál Slunce mnohonásobně převyšuje energetické nároky lidstva. Sluneční energie se považuje za nejčistší a nešetrnější způsob výroby elektřiny.

Obr. 1.: Mapa intenzity sluneční energie dopadající na Zemi [22]

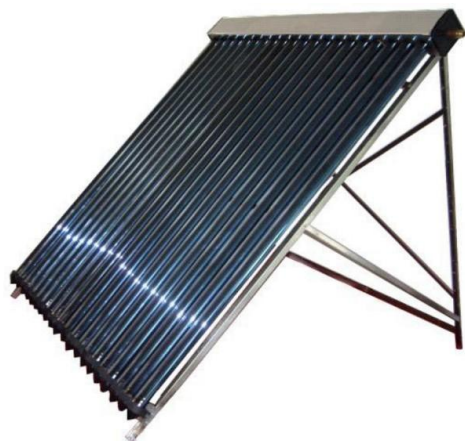


Elektrickou energii můžeme získat:

1. přímou přeměnou: využívá fotovoltaický jev - při kterém se v určité látce působením světla uvolňují elektrony,
2. nepřímou přeměnou: využívá Seebeckův jev - získávání tepla pomocí slunečních sběračů, v ohnisku sběračů jsou umístěny termočlánky, které mění teplo v elektřinu.

Solární panely jako zdroj tepla:

- *deskové*: na povrchu kolektoru je absorpční deska (deskové jádro je natřeno černým chromem), vznikající teplo je za pomoci měděných trubiček předáváno do zásobníku teplé vody (dále jen TV),
- *trubicové*: mají větší účinnost než deskové, jelikož absorpční plocha je válcová a výkon se nesnižuje kvůli malému úhlu dopadu slunečního záření, jako je tomu u plochých kolektorů. Systém se skládá ze dvou trubic, mezi nimiž je vakuum, které působí jako izolace a minimalizuje tepelné ztráty. V absorberu (množství trubic vedle sebe) se mění sluneční energie na tepelnou. V panelech je speciální nemrznoucí směs. Trubice jsou natřeny selektivní barvou (typ černé barvy, která absorbuje lépe sluneční paprsky než obyčejná černá barva). Kapalina v trubici mění své skupenství. Vlivem tepla se mění na páru, která stoupá ke kondenzátoru. V kondenzátoru dochází k předávání tepelné energie mediu. Následně se pára ochladí a přemění se zpět na kapalinu. Ohřáté medium pak putuje pomocí čerpadla do bojlerů, kde ohřívá vodu.
- *teplovzdušné*: záření ohřívá vzduch v kolektoru a po dosažení požadované teploty se teplý vzduch vhání pomoci ventilátoru do místnosti.



Obr. 2. Vakuový trubicový kolektor ^[23]

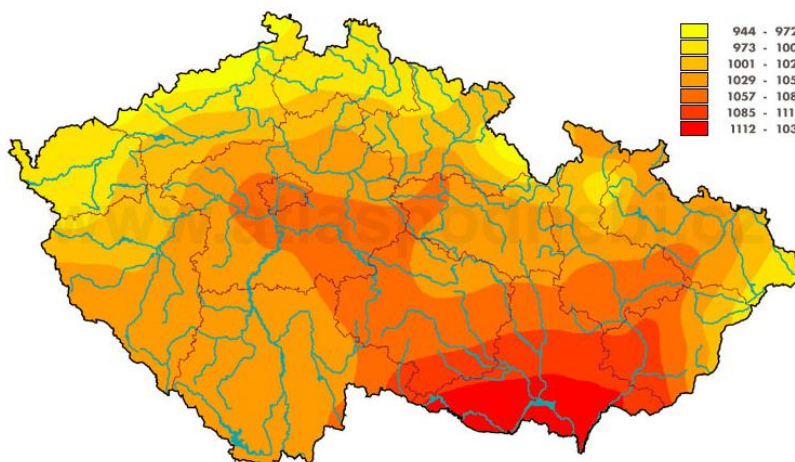


Obr. 3. Deskový kolektor ^[24]

Pokud využíváme sluneční energii pro ohřev teplé vody, jedním z nedostatků je, že objem získávané energie je přímo závislá na počtu slunečních dní. Délka slunečního svitu se na území ČR v průměru pohybuje od 8 hodin v zimě až po 16 hodin v létě. Nejméně slunečního záření za rok je na severozápadě České republiky, naopak nejvíce slunečního záření lze naměřit na Jižní Moravě.

Obr. 4.: Globální záření na území ČR ^[25]

Roční průměrný úhrn slunečního záření [kWh/m²]



Při vyšší potřebě teplé vody v případě dlouhodobějšího nedostatku slunečního svitu je nutné kombinovat solární ohřev např. s některým z tradičních způsobů ohřevu, jako je např. klasický kotel na tuhá paliva nebo plyn. Solární kolektory jsou schopny pokrýt pouze 50-80 % roční spotřeby energie potřebné k výrobě teplé vody.

Dalším velkým nedostatkem je potřebná plocha pro solární panely. U rodinných domů lze panely umístit na jinak nevyužitou plochu např. plochu střech, dále by to mohla být pole, ale vzhledem k rostoucí poptávce po stavebních místech si nemyslím, že je to nejvhodnější způsob využití pozemku. I přes veškeré výhody (šetrnosti k životnímu prostředí...) nejsem zastáncem velké výstavby solárních panelů. A v zahradách rodinných domů je to bezpředmětné.

Pokud jsou solární panely umístěné na střeše, mají kupodivu i jednu další podružnou vlastnost, která není příliš zmiňovaná. Solární panely snižují teplotu budovy ^[17]. Je zcela

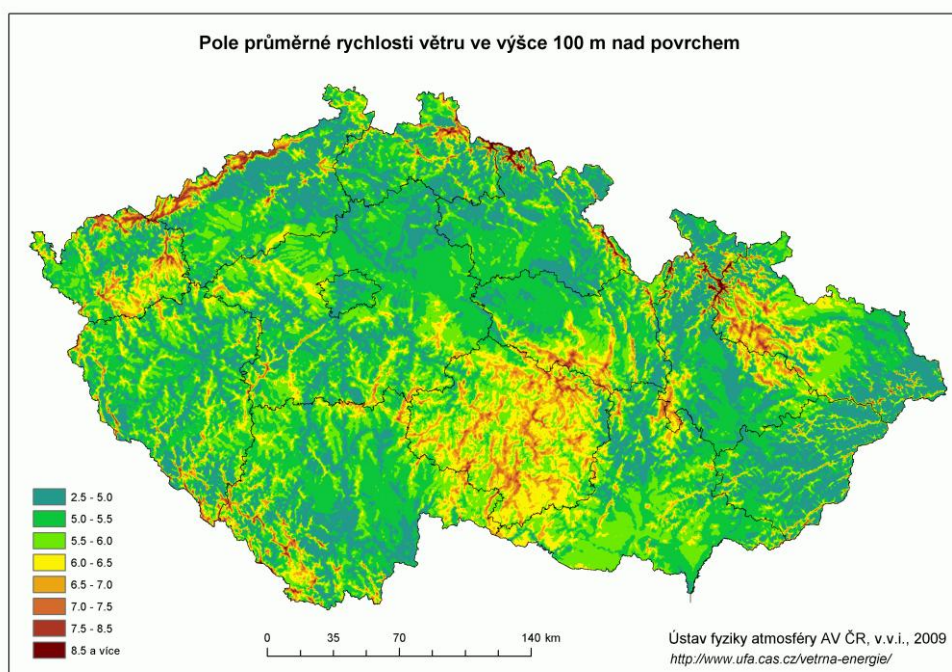
zřejmé, že ve srovnání s asfaltovou krytinou nedochází k tak výraznému ohřevu střechy. V místech kde jsou panely, může teplota klesnout až o 38 % a tím dochází k ochlazení stropu v místnosti o 3 %. Pokud nejsou panely přímo položeny na střeše, ale jsou mírně ve sklonu, dochází pod nimi zároveň i k cirkulaci vzduchu. Optimální sklon v ČR je 34° vzhledem k vodorovné rovině.

Důležitým předpokladem pro získání co největší účinnosti je umístění panelů na plochy orientované na jih, popř. na jihozápad. Tímto směrem dopadá nejvíce slunečních paprsků. Můžeme také využít automatické natáčení panelů za Sluncem. Využíváme slunečního i difuzního záření (vzniká rozptylem přímého světla na oblacích, nečistotách v ovzduší a odrazem od terénu, jednoduše řečeno: když je slunce za mrakem)

1.3. Vítr

Jedním z dalších možných řešení výroby elektřiny v domácnosti je využití síly větru. Velkou výhodou větrných elektráren je ta, že není závislá na slunečním svitu a ročním období. Vítr může foukat po celý den, na podzim i v zimě. Účinnost elektrárny však záleží na intenzitě větru. Vhodné umístění větrných elektráren je v místech s rychlostí větru minimálně 5 m/s ^[18]. Avšak průměrná celoroční rychlost větru dle Českého hydrometeorologického ústavu v ČR ve výšce 10 m je 4 m/s. Síla větru v konkrétní oblasti je dána hodnotou větrného potenciálu. Tuto hodnotu můžeme najít v příslušných tabulkách a mapách větrných oblastí.

Obr. 5.: Větrná mapa ^[26]



Nejpříznivěji na tom jsou tedy samozřejmě horské oblasti a Českomoravská vrchovina. Pro získání přesné hodnoty v dané lokalitě je nutné měření, alespoň po dobu 2-3 měsíců. Avšak čím jsou větrné elektrárny umístěny ve vyšší nadmořské výšce, tím je samozřejmě jejich účinnost větší.

Může tedy také sloužit jako doplňkový zdroj energie. Výhodná je i kombinace se solárními panely, kdy za slunečného počasí pracují solární panely a když je zamračeno, tak pracují větrné turbíny. Zvyšuje se tak spolehlivost v zásobování elektrickým proudem.

Avšak nesmíme zapomenout na jednu nevýhodu. Oproti slunečním elektrárnám musíme počítat s nepatrnou hlučností, která je však u malých větrných elektráren pro rodinné domky, v porovnání s velkými stožáry, minimální.

Stožáry pro získání co největší energie potřebují dostatečně otevřený prostor. Můžeme je umístit do zahrádky, na střechu i v hustěji zalidněných oblastech. Dle typu mohou dokonce fungovat od rychlosti větru 1-3 m/s. Ale čím větší rychlost tím větší výkon. Cena se pohybuje kolem 100tis. Kč.

Typy větrných elektráren dle velikosti (instalované kapacity):

- mikro: do cca 1 kW (především RD)
- malé: do cca 15 kW
- střední: do cca 100 kW
- velké: 100 kW - MW

Další dělení elektráren může být dle typu generátoru (pasivní, aktivní), dle osy otáčení (vodorovná, svislá), podle aerodynamického principu (vztlakové, odporové).

Princip fungování větrné elektrárny: Na listy rotoru působí aerodynamické síly. Listy se speciálním profilem (podobný profilu křidel letadla - vztlak) se otáčí a rotační energie je přeměněna na energii mechanickou a prostřednictvím generátoru dále na elektrickou.

Obr. 6.: Domácí větrné elektrárny 1 ^[27]



Obr. 7.: Domácí větrné elektrárny 2 ^[28]



1.4. Biomasa

Biomasa byla po několik tisíciletí primárním zdrojem energie, ale objev fosilních paliv ji zařadil na spodní místo. Avšak návrat k biomase může být částečným řešením snižování emisí skleníkových plynů. Ve střední Evropě má využívání biopaliv přijatelné podmínky. I přesto, že výroba elektřiny není tak účinná, jako je tomu u fosilních paliv.

Biomasa je organického původu (živočišného i rostlinného) a má původ ve slunečním záření, proto může být zařazena mezi obnovitelné zdroje. Může mít nejrůznější podobu ^[19]:

- zbytková biomasa z lesnictví: větve, pařezy, piliny, štěpky, hoblíny, kůra,

- zbytková biomasa ze zemědělství: obilná a řepková sláma, organické či rostlinné zbytky (obaly olejnatých semen),
- energetické plodiny I. generace: řepka a palma olejná, pšenice, kukuřice, žitovec (výroba pelet),
- energetické plodiny II. generace: topoly, vrby, energetický šťovík či proso.

Obr. 8.: Dřevěné pelety ^[29]



Obr. 9.: Dřevěné brikety ^[30]



Energetické plodiny se pěstují převážně na půdě nevhodné pro pěstování potravinářských rostlin. Tyto rostliny mají vysoký energetický potenciál.

Energii z biomasy lze získat chemickými, popř. bio-chemickými procesy, výlučně tím nejjednodušším způsobem je spalování. Při spalování biomasy je základním kritériem výhřevnost paliva. Udává se v MJ/m³. Jde však opět jen o teoretickou hodnotu, protože je ovlivněna různými faktory, např. vlhkostí a také dle místa zdroje čerpání paliva. S rostoucím obsahem vody se výhřevnost snižuje, protože voda má velké výparné teplo (teplo potřebné pro přeměnu vody ve vodní páru).

Rozlišujeme paliva tuhá, plynná a kapalná. Nejběžnějším tuhým biopalivem je dřevo. Má srovnatelnou výhřevnost s hnědým uhlím. Optimální vlhkost pro spalování dřeva je cca 20 % (lze toho dosáhnout i běžným sušením po dobu cca 2let). Dnes však získávají větší popularitu dřevěné brikety či pelety. Lisované dřevěné piliny mají velmi nízkou vlhkost, a tudíž vysokou výhřevnost, která je vyšší než u běžného palivového dřeva. V domácnostech lze také využít dřevěné brikety, rostlinné či dřevěné pelety a štěpku, které jsou ve srovnání s klasickým zemním plynem a uhlím levnější.

Při hoření biomasy dochází k velkým energetickým ztrátám a účinnost spalování není velká (pouhých 25-35 %). Proto se doporučuje při výrobě elektřiny využívat i vznikající teplo (kogenerace).

Další nevýhodou je závislost na ročním období, jelikož pěstování obilnin a dalších surovin potřebují ke svému růstu teplé a slunečné počasí.

Obr. 10.: Balík slámy ^[31]



Nevýhodou pelet jsou i nároky na spalovací technologii. Speciální kotle mají pořizovací cenu kolem 50-150 tis. Kč. Ale příkládání, regulace, odvod spalin a popela může být plně automatizované. Na kotel vybavený peletovým hořákem může navazovat zásobník o standardní velikosti až 1 000 litrů. Zásoba pak vystačí na celou topnou sezónu. Často bývá jako zásobník paliva použita část kotelny.

Běžným zařízením pro spalování biomasy jsou krby. Existují ale také interiérová kamna (jejich účinnost může dosahovat až 80 %) a vzniklé teplo v obytné místnosti v kombinaci s vodním výměníkem využijeme k přenosu tepla i do radiátorů či podlahového topení. Doplnění zásobníků může být také pohodlné, pomocí pojízdných cisteren přímo do zásobníků. Odpadá tak potřeba lopaty a pracovní síly. U dokonalejších typů popel nejprve dokonale dohoří, pak je zhutněn a dopraven do externí nádoby. Tu stačí vyčistit jen několikrát do roka.

Přednosti použití dřevěných paliv:

- šetrnost k životnímu prostředí,
- vysoká výhřevnost,
- nízký obsah popelovin,
- nízký obsah vody,
- u pelet možnost automatizace procesu spalování a komfort (srovnatelný s plynovým vytápěním).

1.5. Tepelná čerpadla

Technologie patří mezi alternativní neboli obnovitelné zdroje energie. Využívá okolní prostředí – zemi, vodu, vzduch k získávání tepla a následnému ohřevu potřebné látky, ať už se jedná o vodu v bazéně, vody v otopném systému nebo ohřev pitné vody v domácnostech. Toto zařízení je schopné relativně nízkou teplotu prostředí přečerpat na vyšší teplotu.

I přes velké počáteční investice, které se pohybují okolo 200 - 400 tis. Kč, dle typu čerpadla, jeho návratnost je velká. Vhodným ukazatelem je i průměrný topný faktor (COP, Coefficient of performance). Který číselně vyjadřuje poměr mezi množstvím vyrobené energie a množstvím energie, které je zapotřebí pro provoz (pohon kompresoru). Jde o lineární závislost, tzn. čím vyšší hodnota, tím je i vyšší účinnost čerpadla. Obvykle se topný faktor pohybuje v rozmezí 2 - 7. Ve skutečnosti však účinnost je o něco málo nižší než udává výrobce, jde totiž jen o teoretickou hodnotu, která závisí na mnoha okolnostech, jako jsou: vstupní a výstupní teplota, typ kompresoru atd. Čím nižší je výstupní teplota, tím vyšší je topný faktor. Ideálním řešením je pro podlahové topení, u kterého nám postačí vytápět na teplotu 35°C.

Existuje doporučení instalovat výkon tepelného čerpadla (dále jen TČ) na 50 - 70 % tepelných ztrát objektu (pracuje-li na jmenovitý výkon delší dobu, zkracuje se tedy doba návratnosti). Zbytek ztrát je při nedostatečném množství energie (jedná se o řádově několik dní topné sezóny) pokryt doplňkovým zdrojem tepla, nejčastěji elektrokotlem.

1.5.1. Typy tepelných čerpadel:

- voda/voda,
- vzduch/voda,
- země/voda,
- vzduch/vzduch.

Voda/Voda

Patří mezi nejúčinnější topné systémy, ale v ČR se realizují méně. Jsou náročnější na hydrogeologické podmínky (vliv Fe...). Lze využít povrchovou vodu (ne však toky – život ve vodě), pokud máme např. vlastní rybník, ale jsou zde větší nároky na filtraci a čištění. Nebo můžeme využít stálé zásobování podzemní vodou. Musí být však ověřená dlouhodobým měřením. Pokud teplo odebíráme podzemní vodě, její teplota se pohybuje v rozmezí 7 - 13°C. Vodu ochladíme o 2 - 4°C a opět ji musíme vrátit zpět do země. K této technologii jsou zapotřebí tedy dva vrty (studny). Primární vrt, ze kterého čerpáme vodu a sekundární vrt do kterého vodu přivádíme zpět. Kvůli možnému vzájemnému ovlivnění teploty vody ve vrtech se doporučuje vzdálenost mezi vrty cca 15 m.

Vzduch/Voda

Využívá energii uloženou ve vzduchu kolem nás. Je to tedy energie prostředí, odpadní vzduch nebo vnitřní vzduch o vysoké teplotě (např. v předávacích stanicích se špatnou tepelnou izolací - TI rozvodů). Pro tyto TČ jsou v České republice velice příznivé klimatické podmínky, vzhledem k průměrné venkovní teplotě v otopné sezoně (-3°C). Tyto čerpadla jsou účinné i při teplotách -25°C. Výhodou je, že konstrukční práce jsou zanedbatelné, instalace je rychlá a nehrozí nám zamrznutí externích jednotek, protože je čerpadlo umístěno uvnitř objektu. Průměrný výkon je shodný jako u TČ země/voda. V zimním období se topný faktor zmenšuje (je závislý na počasí), ale i tak má možný celoroční provoz. Nenarušuje teplotní rovnováhu okolí, protože teplo odebrané ze vzduchu je opět vráceno zpět tepelnými ztrátami objektu. Další nevýhodou je požadavek na pravidelnou údržbu a vyšší náklady na servis.

Země/Voda

Získává energii ze zemské kůry. Tento typ čerpadla se dá využívat i k chlazení (tzv. reverzibilní chod). Horniny slouží jako akumulátor tepelné energie, která je přes zimu pomocí TČ vybíjena a během léta dochází k regeneraci (dobíjení). Výhodou je i nečerpání podzemní vody. V potrubí kolektoru koluje nemrznoucí teplotonosná látka.

Teplo odebíráme pomocí zemního konektoru:

- *hlubinný vrt*: v hloubce 50 - 150 m (v ČR v případě vhodných podmínek hloubka vrtu do 130 m) což je technicky a tím i finančně náročnější. Odběr tepla pomocí vrtu je ale výhodnější, protože vrt je během roku teplotně stabilnější. Má menší zábor pozemku než u plošného kolektoru, ale pozemek musí být dostupný pro vrtnou techniku. Průměr vrtu je cca 145 - 220 mm, minimální doporučená vzdálenost mezi vrty je 5 m. Dle typu podloží a druhu půdy (různý měrný výkon jímání) se zřizuje jedna nebo i více sond. Do vrtu jsou zapuštěny polyetylenové trubky (PE) tvaru U – tzv. kolektory. Při montáži je vrt po celé délce vyplněn injektážní směsí (bentonit). V kolektoru nuceně cirkuluje ekologická nemrznoucí směs na bázi technického líhu o střední teplotě okolo 0°C. Podmínkou je, že se nesmí dostat do kontaktu s horninou. Kolektor musí být hermeticky uzavřen. Tato směs odnímá horninám nízkopotenciální tepelnou energii o teplotě 2 - 10°C a předává ji přes výměník (výparník) chladivu. Důležité jsou nároky na vysokou kvalitu provedení práce. V případě ztráty hermetičnosti PE trubky, by se musel vrt opakovat (kolektor totiž nelze vytáhnout a dodatečně opravit). Pro souměrné uspořádání potrubí ve vrtu se postupně instalují vymezovací díly s rozstupem 2 m.
- *velkoplošného horizontálního kolektoru*: umístěného asi 1,2 - 1,5 m pod povrchem země, v této hloubce je zemina dostatečně teplá pro provoz TČ (musí být dosažena nezamrzá hloubka). Při nedodržení základních parametrů kolektorů, jako je správná hloubka a velikost může mít vliv na vegetaci na povrchu. Zdrojem této energie v horninách je sluneční záření dopadající na zemský povrch, teplo pocházející ze srážek

a teplo přestupem ze vzduchu. Zemní konektory však potřebují přibližně 2x-3x větší plochu než jakou mají zajišťovat vytápěním. Tato plocha dále závisí na vlastnostech půdy a měrném výkonu jímání. Pokud půda obsahuje více vody a minerálů má větší akumulaci schopnost a tím i tepelnou vodivost. Variabilita položení trubek je však velká. Rozteč trubek by se měla pohybovat od 0,5 - 1 m a délka potrubí v jedné větvi by neměla překročit 100 - 120 m. Pro minimalizování zemních prací je vhodné použít zemní rýhovač.

Obr. 11.: Plošný kolektor ^[32]



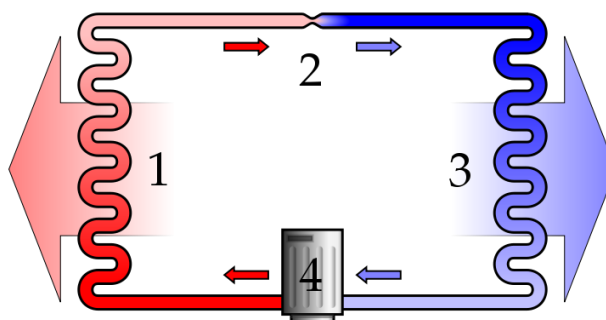
- kombinace plošného a hlubinného konektoru

1.5.2. Princip tepelného čerpadla:

Nejčastěji se využívá kompresorové (především spirálové) tepelné čerpadlo. Kompresor umožňuje přeměnu nízkopotenciální tepelné energie na energii, kterou můžeme využít v domácnostech. Základem je obrácený Carnotův cyklus.

Obr. 12.: Princip TČ ^[33]

TČ se skládá z:
1. kondenzátor
2. tryska
3. výparník
4. kompresor



Nejčastěji používanou oběžnou kapalinou je chladivo (přírodní – čpavek, voda, uhlovodíky, oxid uhličitý; syntetická - HFC). Důležitým faktorem je hodnota ODP (potenciál poškozování ozonové vrstvy) a GWP (potenciál globálního oteplování), která musí být co nejmenší. V případě ODP nulová. V průběhu cyklu se mění skupenství pracovního média.

- V kompresoru je chladivo v plynném stavu stlačeno (komprese) a tím se zvýší jeho skupenské teplo (vlivem vyššího tlaku se zvýší i teplota), které pak následně odevzdá v kondenzátoru. Častým typem používaného kompresoru je spirálový (SCROLL). Dále může být pístový nebo rotační.
- Snížením vnitřní energie (předání tepelné energie do otopného systému objektu) dojde k poklesu teploty plynu. Chladivo zkondenzuje (= zkapalnění – pára se v důsledku snížení teploty přemění na kapalinu) a přes expanzní trysku (prudké zvětšení objemu a silné ochlazení) se dostane do výparníku (výměníku).
- Zde přijme skupenské teplo (nižší teplota i tlak než jaké jsou po stlačení v kompresoru). Teplo je dodáno z okolí pomocí kolektorů. Ohříváčem je okolní zemina (hornina). Změní se skupenství chladiva z kapaliny na plyn (= vypařování, výparné teplo – teplo, které musíme kapalině dodat, chceme-li ji přeměnit v páru téže teploty).
- Poté chladivo pokračuje opět do elektrického kompresoru. Cyklus se neustále opakuje (jde o vratný kruhový děj – chladivo projde řadou změn, ale nakonec se vrátí do původního stavu).

Pro využití tepelného čerpadla je možné použít tzv. tepelnou centrálu. Řešení vyniká minimálními tepelnými ztrátami a zabírá v domě málo místa. Centrála obsahuje řídicí elektronickou jednotku, která řídí topný systém domu, přípravu teplé vody a chod tepelného čerpadla současně.

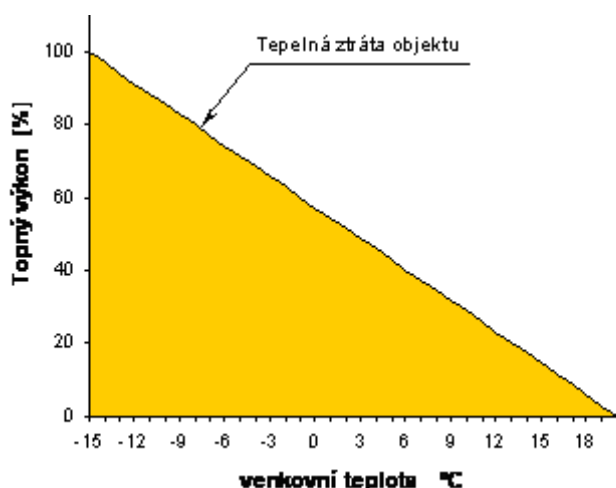
Použijeme-li víceokruhový systém, tyto systémy pracují s výměníkem tepla a okruhy jsou na sobě nezávislé. První okruh rozvádí ohřátou teplotnosnou kapalinu od kolektorů (zemních) do výměníku tepla. Druhý přebírá teplo z výměníku a vede jej do místa spotřeby (zásobník TV). Nevýhodou je horší účinnost v důsledku ztrát ve výměníku tepla, vyšší pořizovací náklady a složitost.

Prvky centrály:

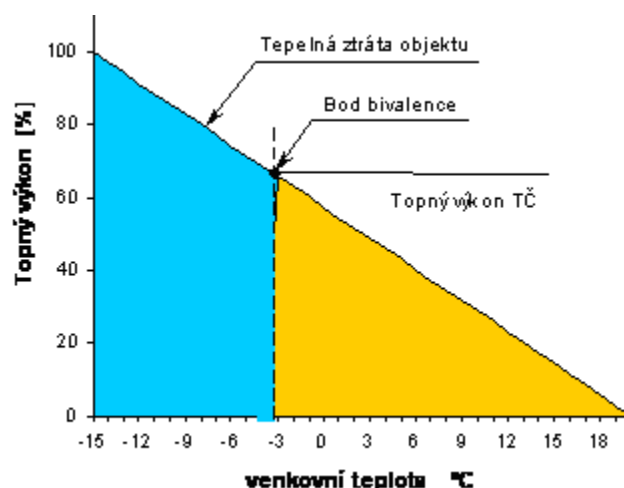
1. Zásobník TV - uchovává ohřátou vodu pro použití v době, kdy není dostatečný přísun energie z tepelného čerpadla
2. Regulační systém - zajišťuje, aby se teplo přenášelo do zásobníku. Dále spíná doplňkový zdroj v době, kdy poklesne teplota zásobníku pod nastavenou hodnotu.
3. Oběhová čerpadla
4. Spojovací potrubní ventily
5. Expanzní nádoba - v uzavřených systémech z důvodu změny objemu kapaliny při ohřevu, umísťují se na přívodu studené vody (u pitné vody), nebo do vratné větve vody (u kolektorů), zamezí únikům vody z pojistných armatur
6. Výměníky tepla – nutné pro oddělení soustav, ústřední vytápění, solární okruh, tepelné čerpadlo
7. Teploměr – měřič teploty
8. Manometr – měřič tlaku
9. Průtokoměr
10. Pojišťovací, uzavírací a odvzdušňovací ventily
11. Zpětná klapka

1.5.3. Provozní způsoby tepelného čerpadla:

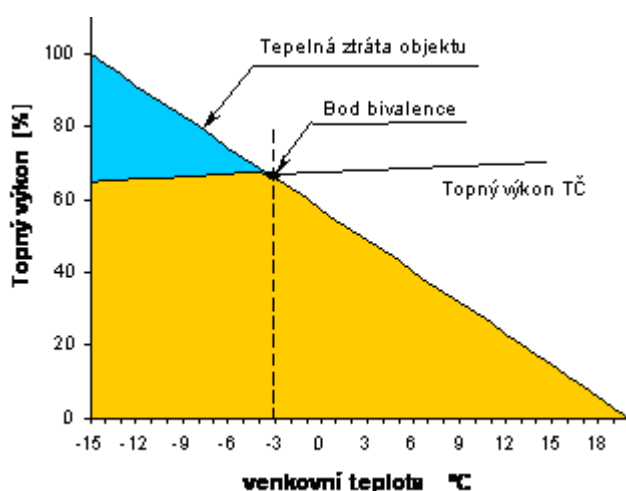
- Monovalentní – TČ je v objektu jediným vytápěcím zařízením
- Alternativně bivalentní – TČ pokrývá potřebu tepla do určité, předem stanovené teploty venkovního vzduchu, poté se čerpadlo vypne a produkci tepla přebírá jiný tepelný zdroj
- Paralelně bivalentní a monoenergetický – od určité nízké venkovní teploty pracuje souběžně TČ i další zdroj
- Částečně paralelně bivalentní – od určité nízké venkovní teploty pracuje souběžně TČ i další zdroj, při ještě nižší teplotě pak pracuje pouze druhý zdroj



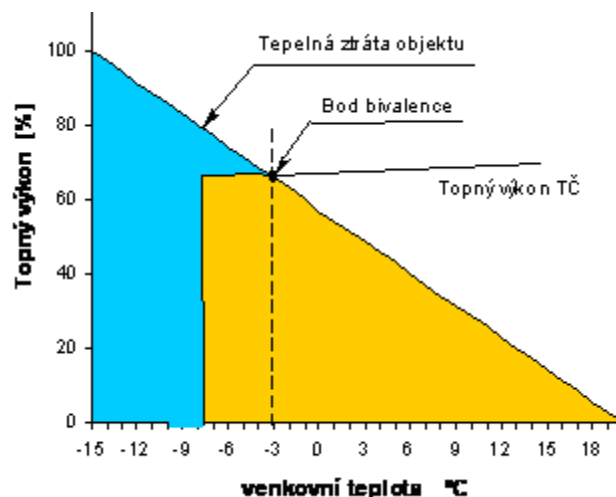
Obr. 13.: Monovalentní ^[34]



Obr. 14.: Alternativně bivalentní ^[34]



Obr. 15.: Paralelně bivalentní ^[34]



Obr. 16.: Částečně paralelně bivalentní ^[34]

2. Vytápění

Jedním z důležitých faktorů pro energeticky nenáročné vytápění budovy je její stavební řešení. Dalším předpokladem je vhodně zvolený zdroj vytápění. V současnosti je obvykle hlavním zdrojem energie pro vytápění rodinných domů zemní plyn nebo elektřina. Nejčastěji se používá závěsný plynový kotel nebo elektrokotel, často doplněný krbem či kamny na dřevo. S rostoucími cenami za elektřinu a teplo se stále častěji hledá jiná levnější alternativa.

Obr. 17.: Krbová kamna ^[35]



Úplně nejlepším řešením by byla kombinace všech dostupných zdrojů energie – větru, slunce, biomasy, tep. čerpadla. Vhodné jsou např. i pasivní systémy využití solárního záření. Kdy k provozu nepotřebujeme žádné další zařízení. Teplo získáváme ze slunečního záření, které dopadá do interiéru okny. Nutné je však zajištění efektivní cirkulace vzduchu z osluněných místností do ostatních částí domu. Pro největší efektivitu musíme klást také důraz i na správné zapojení jednotlivých komponent. Pokud celkový systém nebude nastaven správně, jednotlivé kvalitní komponenty nebudou pracovat, tak jak nám zaručil výrobce a slibovaných úspor nemusí být dosaženo.

Pro rodinný dům by bylo vhodné vybrat využití tepelného čerpadla doplněného o solární systém pro vytápění a ohřev vody, popřípadě chlazení (při horkých letních dnech). Tyto dva systémy se vhodně doplňují. Během topné sezóny objekt vytápí tepelné čerpadlo, které zároveň ohřívá vodu za přispění solárního systému. Mimo topnou sezónu pak ohřívá vodu většinou solární systém. Výsledkem je úspora elektrické energie, ale především snížení provozních hodin tepelného čerpadla během roku. Tím se také významně prodlužuje životnost tepelného čerpadla. Přes léto může být čerpadlo využito také pro klimatizaci. Přebytkové teplo z objektu je ukládáno pomocí vrtů do hornin. Tím dochází k rychlé teplotní regeneraci vrtů a zlepšení topného faktoru tepelného čerpadla. Avšak především s ohledem na výši nákladů na pořízení a prodloužení doby návratnosti investice (a další nevýhody) je vhodné zvolit pouze jeden typ obnovitelného zdroje s případným doplněním, např. tep. čerpadlo a elektrokotel. Pokud však využijeme dotace, není co řešit.

Bezpočet firem nám v dnešní době nabízí kompaktní jednotky, které mohou zajišťovat současné vytápění objektu, dále také připravovat teplou vodu a vzhledem ke svým rozměrům nezabírají příliš místa. Mohou se tedy umístit nejen do samostatné kotelny, ale i do koupelen, šaten nebo i do kuchyňské linky.

Takto řešený způsob vytápění se hodí také do tzv. pasivních domů. Tedy do nízkoenergetických domů, ve kterých roční potřeba energie nestoupne nad 15 kW/m^2 . Vhodné je i využití rekuperace – zpětné získávání tepla, které nám možnosti levnějšího vytápění ještě více usnadní.

Celý systém vytápění můžeme rozdělit na dvě části:

- otopná soustava,
- zdroj tepla.

2.1. Tepelná pohoda

Hlavním účelem vytápění je především tepelná pohoda člověka. Je to pocit, kdy se člověk v daném prostředí cítí nejlépe, nepocituje nežádoucí chlad ani nežádoucí teplo. Jde o subjektivní pocit, a proto hranice nelze přesně vymezit.

Faktory ovlivňující tepelnou pohodu můžeme rozdělit do dvou skupin:

- objektivní: hodnoty, které lze měřit: teplota, vlhkost, rychlost proudění vzduchu, teplota okolních stěn a předmětů (radiační teplota)
- subjektivní: úroveň aktivity (jídlo, pití), úroveň aklimace a aklimatizace, oblečení, tělesná postava a podkožní tuk, věk a pohlaví

Teplota vzduchu ovlivňuje potřebu tepla na vytápění. Samozřejmě čím nižší je požadovaná vnitřní teplota, tím je nižší energetická náročnost objektu. Vnitřní teplota vzduchu odpovídá výpočtové teplotě, tzn. globeteplotě. Globeteplota je výsledná teplota, kterou člověk pocituje. Zahrnuje vliv teploty vzduchu a současně teplotu okolních ploch - při klidném vzduchu. Jinak se počítá s operativní teplotou, která zohledňuje i rychlost proudění vzduchu. Zvýšené proudění vzduchu především v bytových místnostech je však pro tepelnou pohodu nežádoucí. Pokud mají okolní plochy vyšší teplotu (sálavé plochy), můžeme snížit teplotu v místnosti až o 2-3 °C. A tepelná pohoda bude zachována.

Doporučená teplota v místnostech:	obytné místnosti	18-22°C
	kuchyně	20 °C
	koupelna	24 °C
	WC	16 °C
	chodba, schodiště	10-15 °C

2.2. Topné období

V ČR je průměrná délka otopného období 242 dní ^[20]. Liší se nejen kvůli různému rozdílu teplot venkovního a vnitřního prostředí v průběhu let, ale i dle typu domu. V dobře izolovaných domech je otopné období samozřejmě kratší. Začátek topné sezóny se stanovuje ode dne, kdy průměrná venkovní teplota po tři dny po sobě nepřekročí 13 °C.

Jako výpočtovou venkovní teplotu dosazujeme -12°C, -15°C, -18°C, dle nadmořské výšky dané oblasti.

2.3. Vytápěcí systémy

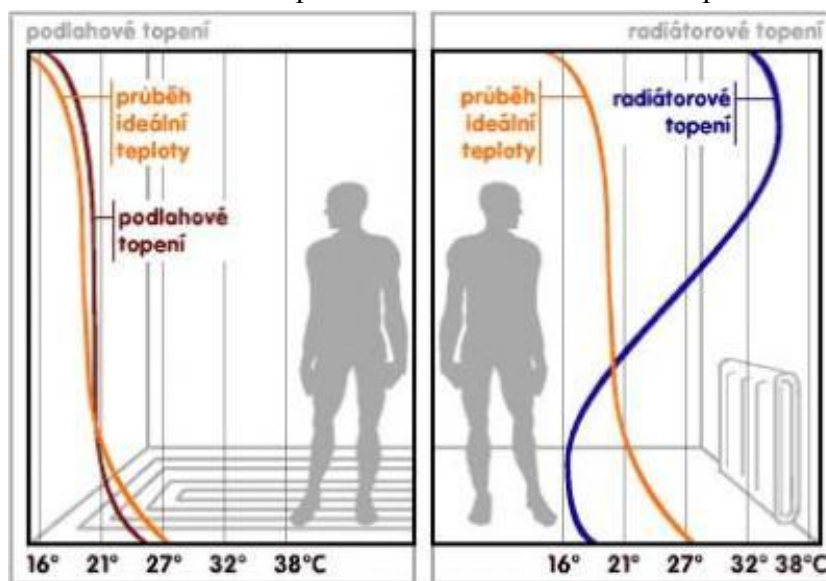
- místní (lokální): v každé místnosti je samostatné topidlo, což nám umožňuje vytápet místnosti na různé teploty
 - o konvektivní (konvekce = proudění) – ohřívají okolní vzduch a způsobují jeho pohyb, klasickými konvekčními tělesy jsou radiátory
 - o sálavá (radiace = sálání) – teplo přenáší sáláním (podlahové topení) nebo infračerveným zářením a ohřívá okolní plochy
- ústřední (centrální): zdroj je umístěn v suterénu nebo v koupelně...,

- klasické – nejčastější teponosnou látkou je voda s teplotním spádem 90/70 a střední teplotou 80 °C,
- nízkoteplotní – podlahové, stěnové nebo stropní topení, kde není zapotřebí vysoké teploty, zabudováním v podlaze nebo ve stěně nezabírají tolik místa jako radiátory, oběh pracovní látky zabezpečuje oběhové čerpadlo,
- teplovzdušné – ohřátý vzduch se dopravuje do místnosti pomocí vzduchotechnických potrubí, může se využívat i rekuperačních jednotek.

2.4. Výhody velkoplošného vytápění:

- dobré rozložení teplot ve vertikálním i horizontálním směru: na rozdíl od konvekčních těles, kde teplý vzduch stoupá nahoru, tam se ochlazuje a studený zase klesá k podlaze,
- možnost využití vody s nižší teplotou získané např. z TČ (kolektory nejsou schopné připravit vodu o vysoké teplotě – u radiátorů je zapotřebí teplota daleko vyšší 90/70, proto jsou vhodné pro tento typ otopné soustavy právě obnovitelné zdroje), teplota povrchu nesmí přesáhnout 35 °C (teplota přívodní vody do 50 °C),
- nízký objem vody v systému,
- nízké náklady,
- ušetření prostoru: vhodnější použití místo litinových radiátorů,
- hygieničtější provoz: nevyvolává víření prachu a bakterií (vhodné pro alergiky),
- vysoká variabilita regulace,
- možnost využití pro chlazení (podle potřeby je do systému přiváděna studená nebo teplá voda).

Obr. 18.: Srovnání podlahového a radiátorového topení [36]



2.4.1. Podlahové vytápění

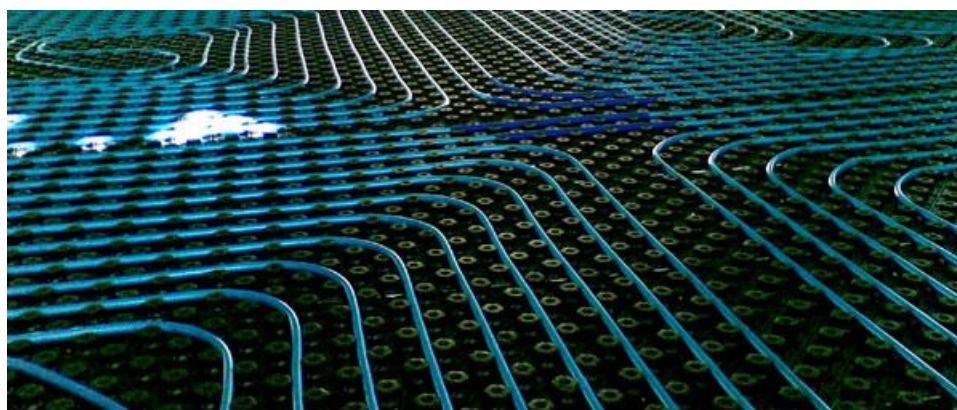
Rozlišujeme tři základní typy soustav podlahového vytápění s trubkami:

- A) uvnitř roznášecí vrstvy: nejběžnější, mokrá technologie provádění,
- B) pod roznášecí vrstvou,
- C) ve vyrovnávací vrstvě: na které je položena roznášecí vrstva s dvojité oddělující vrstvou.

Další rozdělení teplovodního vytápění ^[9]:

- použitý materiál trubek: nejčastěji jsou to PE-X (síťovaný polyetylen), PB (polybuten), PP-R (polypropylen), vícevrstvé, měděné,
- způsob montáže:
 - o mokrý proces – trubky jsou zalité cementovou nebo anhydritovou vrstvou,
 - o suchý proces – trubky uloženy do kovových roštů, desek z tvrdé TI,
- upevnění potrubí pomocí:
 - o systémová deska,
 - o kari síť,
 - o lišty,
 - o fixační spony,
 - o kapilární rohože,
- pokládka trubních rozvodů: zhuštění v okrajové zóně (max. 1 m od vnější zdi) způsobuje vyšší povrchovou teplotu
 - o meandr – jednodušší, ale teplota podlahy ve směru proudění klesá,
 - o plošná spirála – pravidelně se střídá přívodní a vratné potrubí, teplota je tedy stejná v celé místnosti.

Obr. 19.: Podlahové vytápění ^[37]



V podlahových soustavách se obvykle používají vnější průměry trubek 16-20 mm. Rozteč trubek se dle potřeby může pohybovat v rozmezí 50-375 mm. V okrajových zónách (pod okny) se tedy může zvýšit hustota trubek.

Velmi důležitým prvkem každého velkoplošného vytápění je rozdělovací stanice, na kterou jsou napojeny jednotlivé topné okruhy. Skládá se z rozdělovače a sběrače umístěných nad sebou. Musí být v každém podlaží, nejlépe uprostřed domu (např. na chodbě). Součástí rozdělovací stanice jsou většinou i uzavírací a regulační prvky (odvzdušňovací, plnicí, vypouštěcí).

Nesmíme také zapomenout na dilatační celky a obvodovou dilatační spáru. Před dokončením podlah se provádí zkouška těsnosti nebo tlaková zkouška. Potrubí prostupující zdmi nebo procházející dilatací musí být uloženo v chrániče.

2.4.2. Stěnové vytápění

Obdobné principem činnosti a provozními podmínkami jako u podlahového vytápění (převládá sálavý přenos tepla). Mezi další výhody patří:

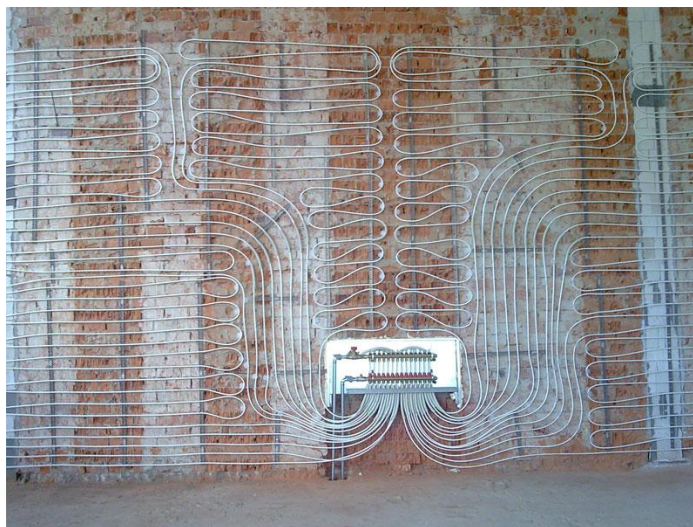
- minimalizace vlhkosti stěn a tím odstranění plísní a mikroorganismů, což nám,
- sníží riziko vzniku alergií v obývacích prostorech,

- registry nejsou osazeny v masivní konstrukci (ještě rychlejší reakce na regulaci a kratší doba vyhřátí místnosti).

Technologický proces může být mokrá nebo suchá dle umístění topných registrů ^[12]:

- zabudované pod omítkou (VC, VS, V, C, speciální) pomocí výztuže (rabicové pletivo), registry jsou v deskách s hliníkovými lamelami nebo v lamelových hliníkových plochách,
- v prefabrikovaných sádrovláknitých deskách, které se upevňují pomocí konstrukce (dřevěná, kovová, sádrokartonová).

Obr. 20.: Stěnové vytápění ^[38]



Tyto systémy se především instalují na vnitřní stranu ochlazované vnější stěny, na vnitřní stěny jen výjimečně (jen v případě nedostatečného výkonu již instalovaných systémů).

Oběh teplonosné látky musí zabezpečovat oběhové čerpadlo zabudovaného do rozvodního potrubí. Vytápěcí soustava je obvykle dvoutrubková s rozvodem napojeným na rozdělovač a sběrač. Svislá potrubí mohou být např. zasekaná do stavební konstrukce. Z nich jsou napojena na vytápěcí tělesa na podlažích. Dále musí být zajištěno odvětrání vytápěcí soustavy (pomocí odvětrávacího ventilu).

Velkou nevýhodou je však skutečnost, že tyto plochy pak nesmí být zakryty nábytkem nebo jiným vybavením pokoje. Především proto, aby se zajistila cirkulace vzduchu a tím i možnost vytápění v místnosti. Proto jsou nevhodné do menších obytných prostor a bytů. Na druhou stranu toto vytápění můžeme tedy využít jako okrasný prvek. Za určitý příplatek a při zvolení infrapanelového vytápění (infrapanelové sálavé, zdrojem je elektrická energie) si z topení můžeme udělat dekoraci.



Obr. 21.: Topný obraz ^[39]

3. Tepelné ztráty

Potřeba tepla na vytápění místnosti (celého objektu) je totožná s celkovou tepelnou ztrátou místnosti (objektu – rodinného domu). Jedna z důležitých hodnot, která určuje celkovou spotřebu energie na vytápění domu, jsou tepelné ztráty. U pasivních domů sice předpokládáme minimální únik tepla, ale u zbylých rodinných domů nejsou tepelné ztráty zanedbatelné. Tuto hodnotu je nutné zjistit před dimenzováním otopného systému a volby vhodného zdroje tepla (funkčnost, emise topidla). Stanovení optimálního výkonu zdroje může ušetřit investiční i provozní náklady.

Zdroje tepelných úniků, odhalení vady (možný vznik plísní, trhlin) a zkontrolování kvality provedení stavebních prací u stávajících staveb i novostaveb můžeme provést pomocí tzv. termosnímků budovy. Termovizní kamerou se snímají povrchové teploty objektu a konstrukce. Na barevném snímku nám pak červená barva zobrazuje hlavní únik tepla.

Obr. 22.: Termovizní snímek RD ^[40]



Největší tep. ztráty nám obvykle vznikají:

- prostupem stavebními prvky: střechou, stěnou, stropem, okny a dveřmi, podlahou, nevytápěnými prostory (s touto možností v místech, kde je zabudované podlahové a stěnové vytápění, nepočítáme, bereme v úvahu pouze korigovanou tepelnou ztrátu)
- větráním: přirozené, nucené

Místa, kde dochází k úniku tepla z vytápěného prostoru, nazýváme tepelné mosty.

Druhy tep. mostů ^[21]:

- systémové - jsou zahrnuty do součinitele prostupu tepla konstrukce, opakují se,
- nahodilé - lineární, bodové,
- tepelné vazby - zvýšený tepelný tok,
- stavební - napojení konstrukcí,
- geometrické - změny konstrukce,
- systematické - pravidelně se opakující,
- konvektivní - prouděním skrz izolaci.

3.1. Součinitel prostupu tepla

Hodnotu součinitele prostupu tepla U musíme znát pro výpočet tepelných ztrát. Udává množství tepla, které projde plochou 1 m^2 stavební konstrukce při rozdílu teplot prostředí před a za konstrukcí 1 K . Jednotkou je $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$. Skládá se z přestupu, proudění a přestupu. Musí mít takovou hodnotu, aby splňoval podmínku $U \leq U_N$. Kde U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle platných norem ^[5]. Splnění této podmínky pro doporučenou

hodnotu U_N je vhodné pro energeticky úsporné budovy. Požadovaná a doporučená hodnota U_N je závazná pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou $t_i = 20\text{ °C}$.

Tepelný odpor vyjadřuje tepelně izolační schopnost materiálu, vychází z hodnot součinitele tepelné vodivosti, který udává schopnost materiálu vést teplo. Pro každý stavební materiál je tato hodnota přesně dána. Odpor při přestupu tepla je rozdílný dle směru tepelného toku (nahoru, vodorovně, dolů).

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{R_i + \sum \frac{d}{\lambda} + R_e} = \frac{1}{R_t}$$

α_i ...součinitel přestupu tepla na vnitřní straně

α_e ...součinitel přestupu tepla na vnější straně

R_i ...odpor při přestupu tepla na vnitřní straně

R_e ...odpor při přestupu tepla na vnější straně

R_t ...odpor konstrukce při prostupu tepla

d ...tloušťka vrstvy v konstrukci

λ ...součinitel tepelné vodivosti

Způsob výpočtu tepelných ztrát:

- a) předběžný – pro celý objekt tzv. obálkovou metodou
- b) přesný – pro každou místnost zvlášť

3.2. Předběžný výpočet tepelných ztrát

Obálku budovy vytváří hranice vytápěného prostoru a exteriéru (obvodové stěny, výplně otvorů, střecha, podlaha na zemině).

Celková předběžná ztráta budovy se skládá ze ztráty prostupem (se zahrnutím tepelných vazeb) a ze ztráty větráním: $Q_i = Q_{ti} + Q_{vi}$

Ztráta prostupem:

$$Q_{ti} = U * A * (t_i - t_{ei}) = H_t * (t_i - t_{ei})$$

U ...součinitel prostupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$]

A ...plocha [m^2]

H ...měrná ztráta prostupem [$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$]

t_i ...teplota interiéru (18-19 °C)

t_{ei} ...teplota exteriéru (-12°C, -15°C, -18°C)

Ztráta větráním: $Q_{vi} = 1300 * V_i * (t_i - t_{ei})$

$$V_i = (n/3600) * V_a$$

$$V_a = 0.8 * V_b$$

V_i ...objemový tok

n ...číslo výměny vzduchu, obvykle 0,5

V_b ...objem budovy

3.3. Přesný výpočet tepelných ztrát

Přesný výpočet je potřeba především pro návrh otopných těles a návrh zdroje tepla. V tomto případě je nutné si vypočítat tepelné ztráty pro každou místnost zvlášť. Přesnou tepelnou ztrátu objektu zjistíme součtem těchto hodnot. Opět se skládá ze ztráty prostupem (se zahrnutím tepelných vazeb) a ze ztráty větráním: $Q_i = Q_{ti} + Q_{vi}$

Ztráta prostupem se však skládá z několika částí:

$$Q_{ti} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) * (t_i - t_{ei})$$

$H_{T,ie}$	...měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]
$H_{T,iue}$	...měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru (ven přes nevytápěný prostor) [$W \cdot K^{-1}$]
$H_{T,ig}$	...měrná tepelná ztráta do zeminy [$W \cdot K^{-1}$]
$H_{T,ij}$	...měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]
t_i	...teplota interiéru (18-19 °C)
t_e	...teplota exteriéru (-12°C, -15°C, -18°C)

Řešení výpočtu můžeme provést ručním výpočet, což bývá dosti zdlouhavé, nebo můžeme využít technické podpory. Např. program Teplo (Svoboda Software) pro jednotlivé konstrukce včetně jejich posouzení, nebo program RauCAD (od firmy RauCAD) pro celou budovu.

4. Příprava teplé vody

Další velká spotřeba energie v domech zahrnuje ohřev pitné vody. Minimální spotřeba teplé vody na den pro jednoho člověka je 40-50 l. Požadovaná teplota horké vody v místě odběru je 50 - 55 °C. Teplota studené vody je 10 °C.

Definice teplé vody (TV) dle normy ^[2]: „Ohřátá pitná voda vhodná pro trvalé používání člověkem a domácími zvířaty; je v souladu s předpisy vycházejícími ze Směrnice ECC; je určena k mytí, koupání, praní, umývání a k úklidu; při poruše dodávky studené vody se může použít pro vaření, mytí a pro hygienické účely.“

Podle potřeby odběru vody volíme:

- průtokový ohřívač: pro příležitostný nárazový odběr, plynový hořák se zažehne při poklesu tlaku ve vodě, který nastane otevřením koncové baterie
- boiler (zásobník teplé vody): pro větší a častější odběr

Ve většině případů se jako zdroj energie využívá stejný typ jako pro vytápění. Časté je tedy využití elektřiny a plynu. Mimo tyto klasické zdroje se tak jako pro vytápění využívají i zde obnovitelné zdroje. Zdroj teplé vody je vhodné umístit co nejblíže místu spotřeby. Při delší vzdálenosti ohřívače (více jak 4 m) vznikají zbytečné tepelné ztráty. Raději volíme místní ohřívání než ohřívání ústřední.

4.1. Stanovení potřeby tepla na přípravu TV

Pro stanovení velikosti ohřívače a zásobníku teplé vody se provádí na základě určení potřeby TV. Tu určíme pomocí předpokládaného počtu osob v daném domě, dále podle potřeby na mytí nádobí a úklid.

4.2. Příprava bazénové vody

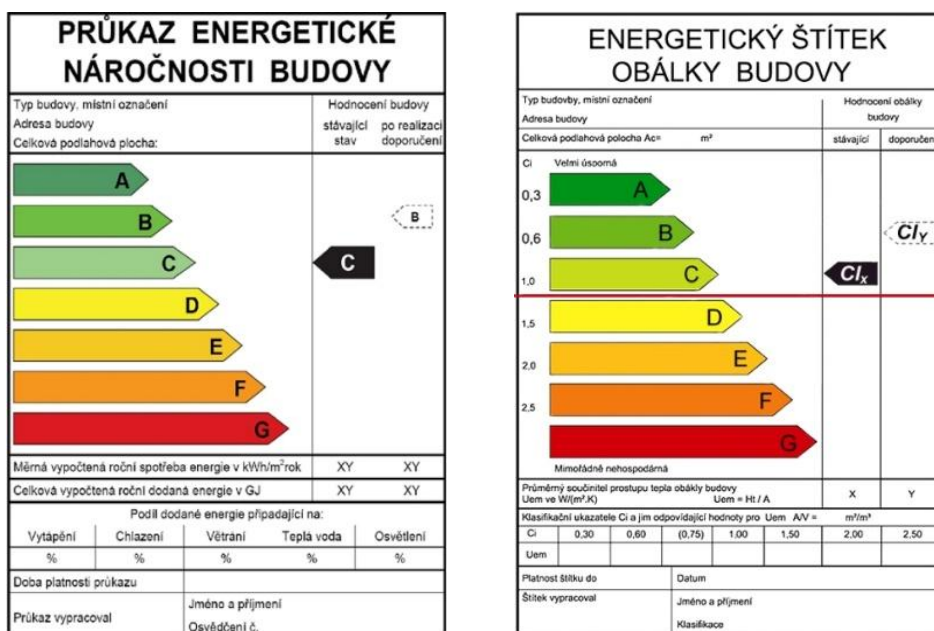
Pro ohřev bazénové vody můžeme využít slunečních paprsků nebo tepelná čerpadla. Tepelné čerpadlo je spouštěno na základě teploty vody v bazénu nebo pomocí automatiky bazénové technologie. Požadavky na teplotu vody jsou nízké. V plaveckém bazénu by se teplota měla pohybovat okolo 24-28 °C, vždy o 1-2 °C vyšší než teplota okolního vzduchu.

5. Energetická náročnost budov

Budovu hodnotíme především z hlediska celkového množství dodané energie do objektu potřebné na vytápění, ohřev vody, elektrická energie, osvětlení, provoz oběhových čerpadel, ventilátorů chlazení...

Štítek slouží pouze k vyjádření tepelně technické kvality ochlazovaných konstrukcí budovy. Grafické vyjádření vypadá podobně jako u elektrických spotřebičů.

Obr. 23.: Energetický průkaz a štítek ^[41]



Energetická náročnost budovy se dělí na 7 kategorií:

- A Mimořádně úsporná
- B Úsporná
- C Vyhovující
- D Nevhovující
- E Nehospodárná
- F Velmi nevhodná
- G Mimořádně nevhodná

Vyhovující jsou pouze kategorie A až C, kde A jsou pasivní domy, B jsou nízkoenergetické domy.

B) VÝPOČTOVÁ ČÁST

6. Analýza objektu

Tato práce se zabývá návrhem vytápění nového rodinného domu s využitím tepelného čerpadla. Tento rodinný dům je plánován v obci Struhařov u Mnichovic.

Objekt má dvě nadzemní podlaží. Půdorysně vytváří písmeno L. V prvním podlaží se nachází garáž, kuchyně, jídelna, obývací pokoj, pánský klub, pokoj pro hosty, pracovna, mimo jiné také zahrnuje i bazén, saunu a vířivku. Ve druhém podlaží jsou pak tři pokoje s šatnami, dvě koupelny, galerie, herna a druhá polovina domu je věnovaná majitelům - ložnice, pracovna, šatna a koupelna se saunou.

Nosnou konstrukci objektu tvoří cihly POROTHERM. Po celé délce jsou obvodové zdi zatepleny tepelnou izolací. Střecha je sedlová. Střešní krytina je tvořena keramickými taškami TONDACH. Okna a dveře jsou dřevěná.

Hlavním zdrojem tepla je tepelné čerpadlo doplněné bivalentně o elektrickou topnou vložku v akumulční nádrži umístěné v místnosti TZB. Tepelné čerpadlo navrhnuté na 70 % potřeby tepla (tepelné ztráty a příprava teplé vody). Zbýlých 30 % bude pokrývat bivalentní zdroj. Tepelné čerpadlo bude tedy sloužit pro přípravu otopné vody a teplé vody.

V objektu je navrženo podlahové vytápění a dvoutrubková uzavřená otopná soustava se spodním rozvodem. Vždy s nuceným oběhem vody. Podlahového topení je po objektu rozvedeno pomocí rozdělovačů. Rozdělovače jsou umístěny na chodbě a v SPA v přízemí domu a dále na chodbě v prvním podlaží. Otopná tělesa jsou desková a v některých místnostech doplňují podlahové vytápění pro zajištění tepelné pohody. Prostory jsou vytápěny několika větvemi otopných těles. Hlavní větev vede do první patra. V přízemí jedna větev vede do pracovny, další směřuje do garáže a třetí doplňuje podlahové vytápění v bazénové hale.

Systém bude obsahovat akumulční zásobník. Který slouží pro hydraulické oddělení otopné soustavy od tepelného čerpadla. To umožňuje provozovat tepelné čerpadlo při stálých podmínkách. Je tak zabráněno častému spínání tepelného čerpadla.

Objekt je větrán přirozeně kromě kuchyně a hygienických zařízení, kde je umístěno nucené podtlakové větrání (malý radiální ventilátor). V bazénové hale je umístěná vzduchotechnická jednotka (není řešeno v této práci).

Celkový návrh je popsán v technické zprávě, projektové dokumentaci a vše je doloženo výpočty.

7. Tepelné ztráty

7.1. Svoboda Software

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2010

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT:

Typ hodnocené konstrukce: Obvodová stěna S300+TI
Korekce součinitele prostupu ΔU : 0.100 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenná	0.0250	0.8700	840.0	1600.0	6.0	0.0000
2	Porotherm 30 P+D	0.3000	0.2700	960.0	1000.0	8.0	0.0000
3	EPS 100	0.1600	0.0330	1270.0	35.0	70.0	0.0000
4	Omítka vápenoce	0.0250	0.8600	920.0	1800.0	40.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -15.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu ϕ_e : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu ϕ_i : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T_{ai} [C]	ϕ_i [%]	P_i [Pa]	T_e [C]	ϕ_e [%]	P_e [Pa]
1	31	20.3	44.9	1068.9	-2.3	81.1	409.0
2	28	20.3	47.2	1123.7	-0.7	80.7	465.0
3	31	20.3	49.6	1180.8	3.0	79.5	602.1
4	30	20.3	53.0	1261.8	7.6	77.5	808.6
5	31	20.3	59.0	1404.6	12.5	74.7	1082.2
6	30	20.3	63.9	1521.3	15.7	72.2	1287.1
7	31	20.3	66.4	1580.8	17.2	70.7	1386.7
8	31	20.3	65.6	1561.7	16.7	71.2	1352.9
9	30	20.3	59.8	1423.7	13.1	74.2	1118.0
10	31	20.3	53.6	1276.1	8.2	77.2	839.1
11	30	20.3	49.6	1180.8	3.0	79.5	602.1
12	31	20.3	47.4	1128.5	-0.6	80.7	468.9

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

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

Počet hodnocených let: 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ:

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

Tepelný odpor konstrukce R: 5.35 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0.187 W/m²K
 Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.28 / 0.31 / 0.36 / 0.46 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : $7.8 \cdot 10^{-10}$ m/s
 Teplotní útlum konstrukce v: 1089.7
 Fázový posun teplotního kmitu ψ : 17.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 18.06 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.937

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[\%]$
1	11.3	0.601	8.0	0.454	18.9	0.937	49.1
2	12.0	0.606	8.7	0.447	19.0	0.937	51.3
3	12.8	0.566	9.4	0.371	19.2	0.937	53.1
4	13.8	0.488	10.4	0.222	19.5	0.937	55.7
5	15.5	0.380	12.0	-----	19.8	0.937	60.8
6	16.7	0.220	13.2	-----	20.0	0.937	65.1
7	17.3	0.038	13.8	-----	20.1	0.937	67.2
8	17.1	0.118	13.6	-----	20.1	0.937	66.5
9	15.7	0.357	12.2	-----	19.8	0.937	61.5
10	14.0	0.477	10.6	0.197	19.5	0.937	56.2
11	12.8	0.566	9.4	0.371	19.2	0.937	53.1
12	12.1	0.607	8.8	0.448	19.0	0.937	51.5

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

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

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	18.9	18.7	12.5	-14.6	-14.8
p [Pa]:	1309	1297	1107	218	138
p,sat [Pa]:	2183	2161	1451	171	168

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m²s] pravá
1	0.4168	0.4850 1.215*10 ⁻⁸

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0.012 kg/m²,rok
 Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 0.931 kg/m²,rok

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

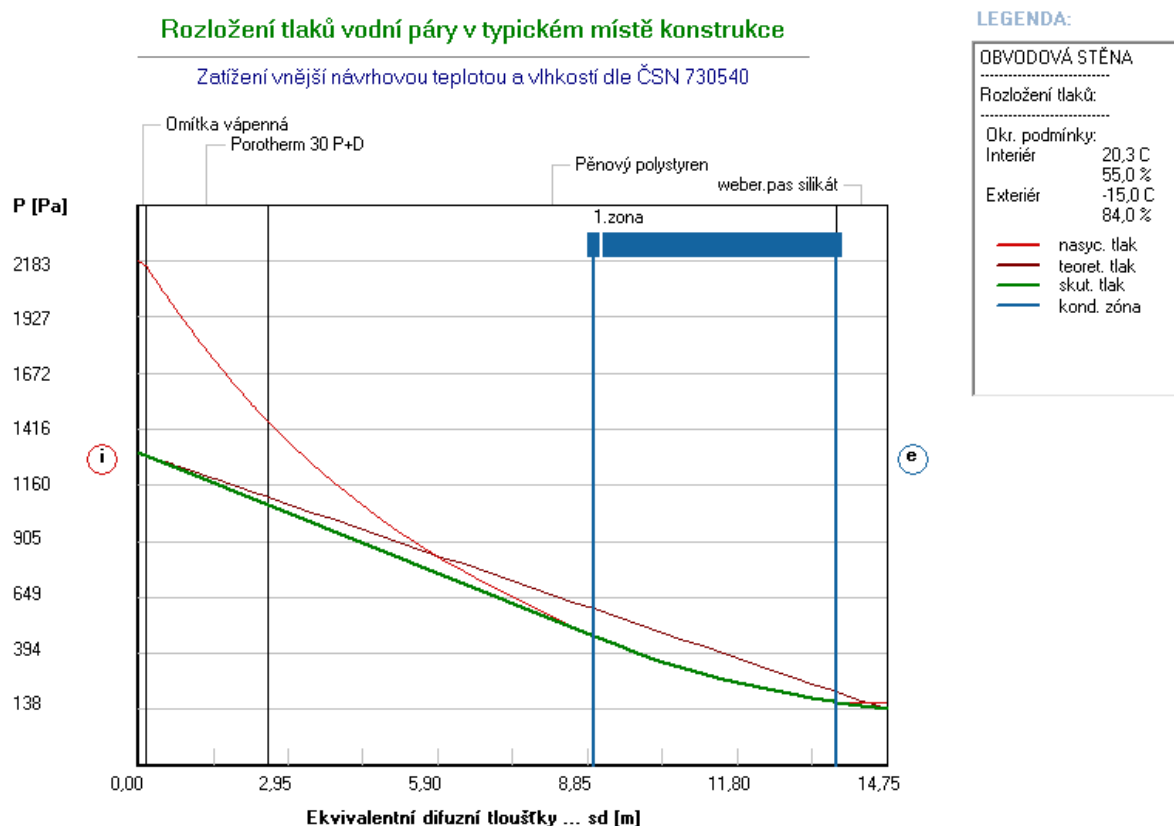
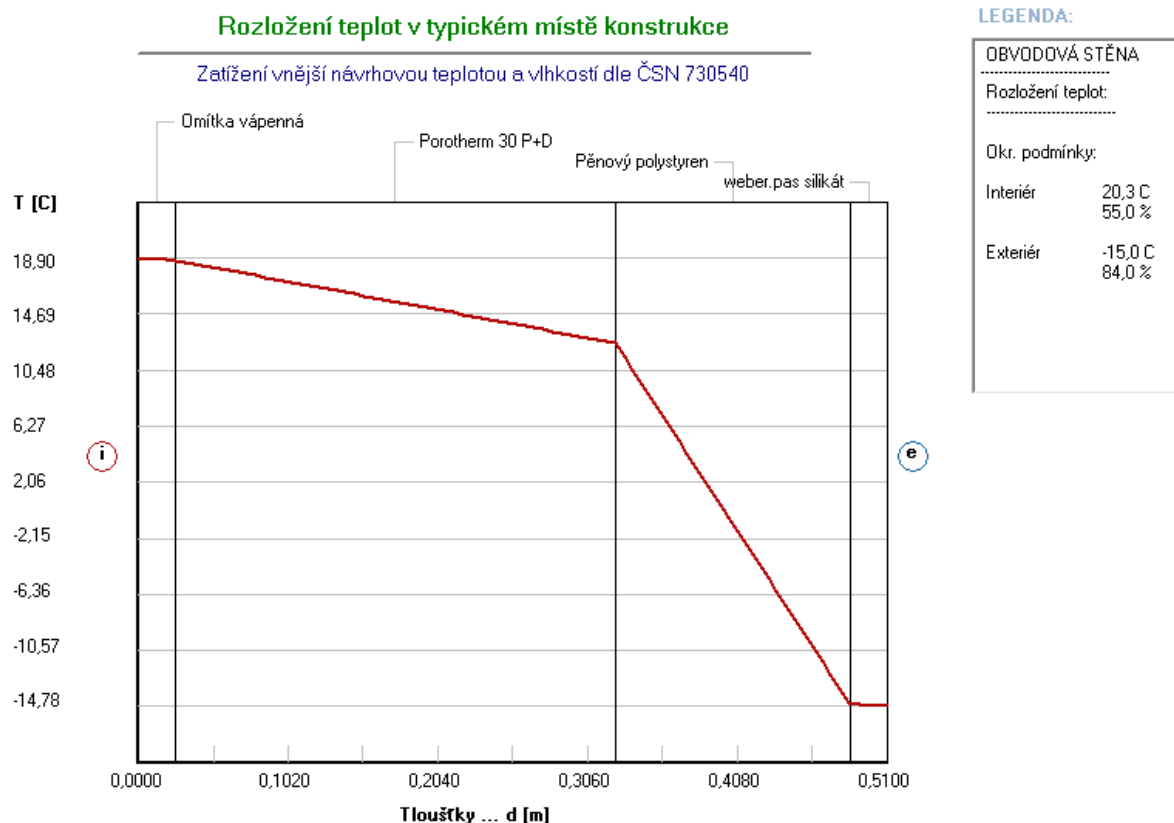
Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

Součástí výsledků je i grafický výstup průběhu teplot a tlaku v dané konstrukci.



Další výsledky pro jednotlivé konstrukce v Příloze č. 2.

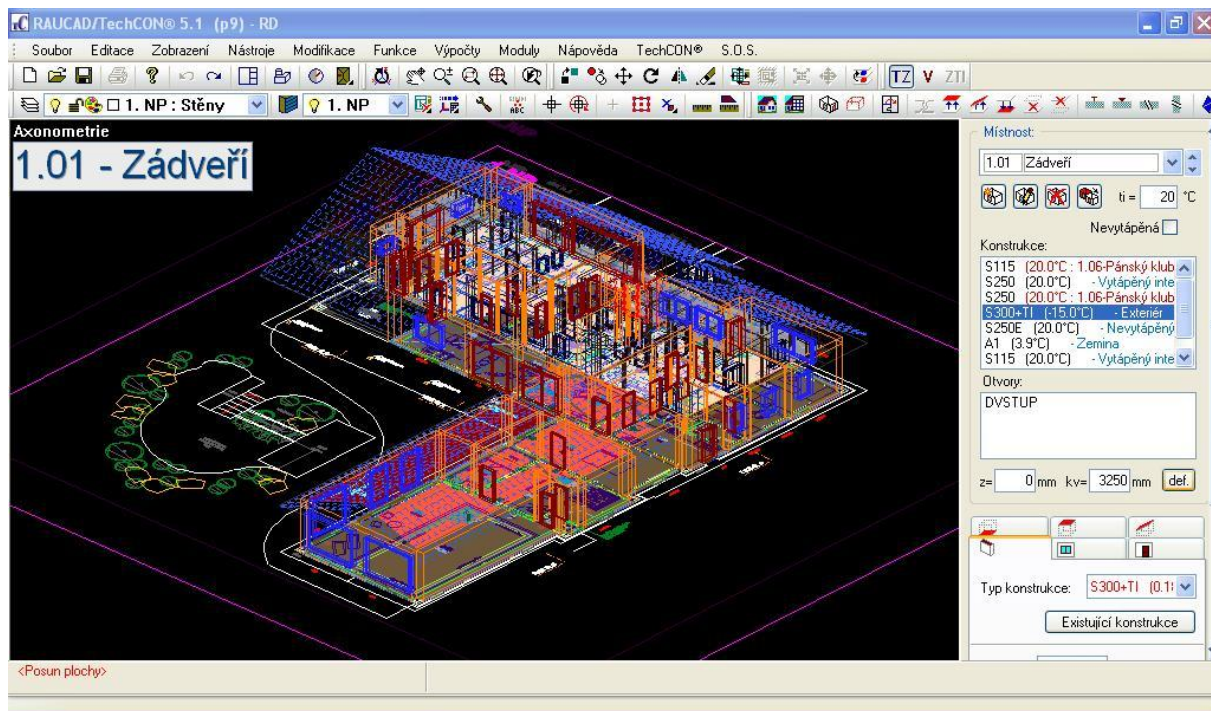
7.2. RauCAD

č.m.	Účel místnosti	$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	A_i [m ²]	V_i [m ³]	n_{min} [1/h]	$V'_{i,v}$ [m ³ /h]	$\Phi_{V,i}$ [W]	$\Phi_{T,i}$ [W]	$\Phi_{\text{HL},i}$ [W]
1.01	Zádveří	20.0	9.81	28.42	0.5	14.2	169	633	802
1.02	Hala	20.0	15.90	46.10	0.5	23.1	274	98	372
1.03	Kuchyně	20.0	24.19	70.10	1.5	105.1	1251	924	2175
1.04	Jídelna	20.0	18.34	53.17	0.5	26.6	316	607	923
1.05	Obývací pokoj	20.0	24.38	70.70	0.5	35.4	421	554	975
1.06	Pánský klub	20.0	31.78	92.09	0.5	46.0	548	578	1126
1.07	Pracovna 01	20.0	29.39	92.62	1.0	92.6	1102	1193	2295
1.08	Pokoj host	20.0	18.44	53.45	0.5	26.7	318	308	626
1.09	Koupelna	24.0	4.64	13.45	1.5	20.2	267	536	803
1.10	Prádelna	16.7	4.22	12.24	0.5	6.1	66	-66	0
1.11	Chodba	20.0	10.69	31.00	0.5	15.5	184	224	408
1.12	TZB	12.9	17.42	50.48	0.5	25.2	239	-239	0
1.13	Herna	20.0	37.81	133.63	0.5	66.8	795	661	1456
1.14	Sauna	28.0	11.81	36.05	0.5	18.0	264	636	900
1.15	SPA	26.0	33.77	114.96	0.5	57.5	801	710	1511
1.16	WC	20.0	2.09	5.81	0.5	2.9	35	-35	-0
1.17	Bazén	26.0	95.40	322.72	0.5	161.4	2249	3819	6068
1.18	WC	20.0	3.86	11.18	0.5	5.6	67	180	247
1.19	Spíž	15.0	6.61	19.39	0.5	9.7	99	-99	0
1.20	Garáž	10.0	61.40	197.65	0.5	98.8	840	978	1818
1.21	Zázemí zahrady	1.6	18.64	59.77	0.5	29.9	169	-169	0
1.22	Chodba	10.0	2.65	7.69	0.5	3.8	33	7	40
1.23	Zázemí RD	10.0	6.63	19.22	0.5	9.6	82	5	87
1.24	WC	15.0	2.53	7.33	0.5	3.7	37	229	266
2.01	Galerie	20.0	31.11	235.24	0.5	117.6	1400	825	2225
2.02	Pracovna	20.0	21.66	64.48	1.0	64.5	767	182	949
2.03	Ložnice majitelů	20.0	33.42	93.11	0.5	46.6	554	884	1438
2.04	Šatna majitelů	18.0	14.84	41.47	0.5	20.7	233	282	515
2.05	Koupelna majitelů	24.0	18.97	53.20	1.5	79.8	1058	653	1711
2.06	WC majitelů	20.0	4.64	11.42	0.5	5.7	68	-55	13
2.07	Hobby	20.0	16.47	50.51	0.5	25.3	301	144	445
2.08	Pokoj	20.0	27.23	117.00	0.5	58.5	696	512	1208
2.09	Šatna	18.0	3.20	18.41	0.5	9.2	103	-36	67
2.10	WC	20.0	1.98	11.27	0.5	5.6	67	26	93
2.11	Pokoj	20.0	33.23	97.41	0.5	48.7	580	699	1279
2.12	Šatna	17.3	4.13	16.43	0.5	8.2	90	-91	-1
2.13	Pokoj	20.0	21.10	54.73	0.5	27.4	326	690	1016
2.14	Šatna	9.5	4.22	16.71	0.5	8.4	70	-70	0
2.15	Komora	18.0	4.08	11.04	0.5	5.5	62	-67	-5
2.16	Koupelna	24.0	8.91	28.77	1.5	43.1	572	375	947
2.17	Sprcha	24.0	5.79	20.09	1.5	30.1	400	320	720
	Spolu:		747.40	2490.53					

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

- θ_T - Součet tepelných ztrát přechodem tepla všech vytápěných prostorů - $\theta_T = 17,545 \text{ kW}$
 θ_V - Tepelné ztráty větráním všech vytápěných prostorů - $\theta_V = 17,973 \text{ kW}$
 θ_{HL} - Projektovaný tepelný příkon pro celou budovu - $\theta_{HL} = 35,518 \text{ kW}$

Z dosažených výsledků nám vyplývá celková tepelná ztráta pro zadaný objekt 35,5 kW.



Obr. 24.: Program RauCAD

Podrobnější výsledky pro jednotlivé místnosti v Příloze č. 1.

8. Návrh vytápění

č.m.	účel místnosti	podlahová plocha A_i [m ²]	teplota interiéru $t_{int,i}$ [°C]	tepelné ztráty místnosti Q_i [W]	bez vytápění	otopné těleso	podlahové vytápění
1.01	Zádveří	9,81	20,0	802		X	
1.02	Hala	15,90	20,0	372		X	
1.03	Kuchyně	24,19	20,0	2175			X
1.04	Jídelna	18,34	20,0	923		X	X
1.05	Obývací pokoj	24,38	20,0	975			X
1.06	Pánský klub	31,78	20,0	1126			X
1.07	Pracovna 01	29,39	20,0	2295		X	X
1.08	Pokoj host	18,44	20,0	626			X
1.09	Koupelna host	4,64	24,0	803		X	X
1.10	Prádelna	4,22	16,7	0	X		
1.11	Chodba	10,69	20,0	408			X
1.12	TZB	17,42	12,9	0	X		
1.13	Herna	37,81	20,0	1456		X	
1.14	Sauna	11,81	28,0	900		X	X
1.15	SPA	33,77	26,0	1511		X	X
1.16	WC	2,09	20,0	0	X		
1.17	Bazén	95,40	26,0	6068		X	X
1.18	WC	3,86	20,0	247		X	
1.19	Spíž	6,61	15,0	0	X		
1.20	Garáž	61,40	10,0	1818		X	
1.21	Zázemí zahrady	18,64	1,6	0	X		
1.22	Chodba	2,65	10,0	40		X	
1.23	Zázemí RD	6,63	10,0	87	X		
1.24	WC	2,53	15,0	266	X		
2.01	Galerie	31,11	20,0	2225		X	
2.02	Pracovna	21,66	20,0	949			X
2.03	Ložnice majitelů	33,42	20,0	1438			X
2.04	Šatna majitelů	14,84	18,0	515		X	
2.05	Koupelna majitelů	18,97	24,0	1724		X	X
2.06	WC majitelů	4,64	20,0		X		
2.07	Hobby	16,47	20,0	445			X
2.08	Pokoj	27,23	20,0	1275		X	X
2.09	Šatna	3,20	18,0		X		
2.10	WC	1,98	20,0	93			X
2.11	Pokoj	33,23	20,0	1286			X
2.12	Šatna	4,13	18,0		X		
2.13	Pokoj	21,10	20,0	1036			X

2.14	Šatna	4,22	18,0		X		
2.15	Komora	4,08	18,0	-5	X		
2.16	Koupelna	8,91	24,0	947		X	X
2.17	Sprcha	5,79	24,0	720		X	X
		747,4		35546			

8.1. Návrh podlahového vytápění

a) Požadovaná hustota tepelného toku:

$$q_{des} = \frac{Q}{A} [W/m^2]$$

Q ... tepelná ztráta místnosti [kW]

A ... podlahová otopná plocha [m²]

b) Maximální dovolená povrchová teplota podlahy:

- Zóna pobytu: t = 29 °C
- Okrajová zóna: t = 35 °C
- Koupelny: t = 33 °C

maximální dosažitelný výkon podlahové soustavy

$$q_{G,max} = \alpha^*(t_{p,max}-t_i)^{1,1}$$

t _{p,max} (°C)	t _i (°C)	q _{G,max} (W/m ²)	oblast použití
29	20	100	využívaná plocha
33	24	100	koupelny apod.
35	20	175	okrajová plocha

c) Teplotní spád

Teplotní spád mezi přívodním a vratným potrubím se může pohybovat od 5 do 15 K. Volím Δσ = 10 K.

d) Tepelný odpor vrstvy podlah a charakteristické číslo podlahy

A1	d [m]	λ [W/m*K]
Keramická dlažba	0,015	1,010
Betonová mazanina C 16/20	0,055	1,000
R _a =		0,153 m ² *K/W
TI BACHL EPS 150	0,050	0,035
TI BACHL EPS 100	0,050	0,037
Železobetonová deska C 16/20	0,150	1,430
R _{iz} =		2,780 m ² *K/W
R _b =		3,010 m ² *K/W
m =		9,043 m ⁻¹

A2	d [m]	λ [W/m*K]
Keramická dlažba	0,025	1,010
Betonová mazanina C16/20	0,055	1,000
$R_a =$	0,163	$m^2 \cdot K/W$
TI BACHL EPS 150	0,050	0,035
TI BACHL EPS 100	0,160	0,037
Železobetonová deska C 16/20	0,150	1,430
$R_{iz} =$	5,753	$m^2 \cdot K/W$
$R_b =$	5,983	$m^2 \cdot K/W$
$m =$	8,665	m^{-1}

A4	d [m]	λ [W/m*K]
Keramická dlažba	0,015	1,010
Betonová mazanina C 16/20	0,055	1,000
$R_a =$	0,153	$m^2 \cdot K/W$
Kročejová izolace BACHL EPS T 4000	0,050	0,060
Železobetonová deska C 16/20	0,200	1,430
Vápenná omítka	0,002	0,700
$R_{iz} =$	0,833	$m^2 \cdot K/W$
$R_b =$	1,101	$m^2 \cdot K/W$
$m =$	9,415	m^{-1}

B1	d [m]	λ [W/m*K]
Dřevěné vlasy	0,015	0,180
Betonová mazanina C 16/20	0,055	1,000
$R_a =$	0,222	$m^2 \cdot K/W$
TI BACHL EPS 150	0,050	0,035
TI BACHL EPS 100	0,050	0,037
Železobetonová deska C 16/20	0,150	1,430
$R_{iz} =$	2,780	$m^2 \cdot K/W$
$R_b =$	3,010	$m^2 \cdot K/W$
$m =$	7,598	m^{-1}

B2	d [m]	λ [W/m*K]
Dřevěné vlasy	0,015	0,180
Betonová mazanina C 16/20	0,055	1,000
$R_a =$	0,222	$m^2 \cdot K/W$
Kročejová izolace BACHL EPS T 4000	0,050	0,060
Železobetonová deska C 16/20	0,200	1,430
Malba PRIMALEX	0,002	0,700
$R_{iz} =$	0,833	$m^2 \cdot K/W$
$R_b =$	1,101	$m^2 \cdot K/W$
$m =$	8,037	m^{-1}

B3	d [m]	λ [W/m*K]
DUO vlasy	0,015	0,180
Betonová mazanina C 16/20	0,055	1,000
$R_a =$	0,222	$m^2 \cdot K/W$
Kročejová izolace BACHL EPS T 4000	0,050	0,060
Železobetonová deska C 16/20	0,200	1,430
TI BACHL EPS 100	0,200	0,037
Dřevěné podbití	0,020	0,290
$R_{iz} =$	5,405	$m^2 \cdot K/W$
$R_b =$	6,573	$m^2 \cdot K/W$
$m =$	7,456	m^{-1}

tepelný odpor souvrství nad trubkami	$R_a =$	$1/(\Sigma(d/\lambda) + (1/\alpha_a))$	$m^2 \cdot K/W$
tepelný odpor souvrství pod trubkami	$R_b =$	$1/(\Sigma(d/\lambda) + (1/\alpha_b))$	$m^2 \cdot K/W$
tloušťka vrstev	D		m
součinitel tepelné vodivosti	Λ		W/m*K
součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy	$\alpha_a =$	12	W/m ² *K
součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy	$\alpha_b =$	8	W/m ² *K
hustota tepelného toku	Q		W/m ²
charakteristické číslo podlahy	$m =$	$\sqrt{((2 \cdot (\Lambda_a - \Lambda_b)) / (\pi \cdot \lambda \cdot d))}$	m^{-1}
součinitel tepelní vodivosti materiálu, do kterého jsou zality trubky	$\lambda =$	1	W/m*K
vnější průměr trubek	$d =$	0,017	m

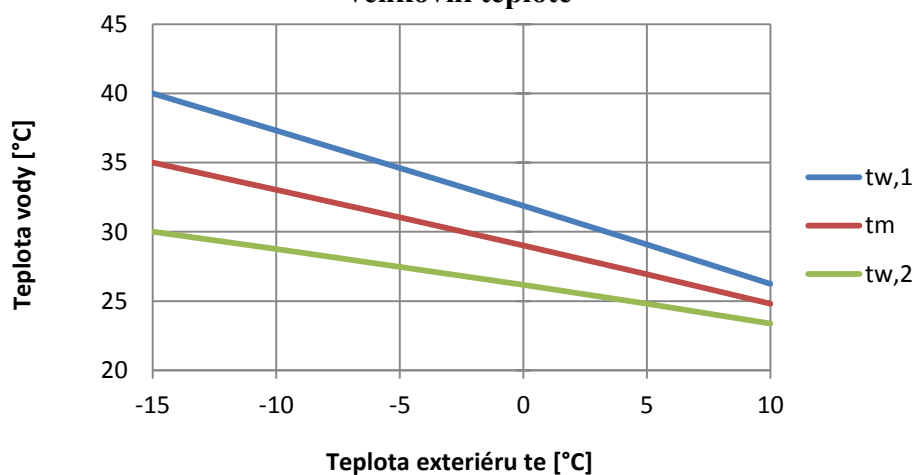
e) Pro podlahové vytápění volím výrobky firmy REHAU:

- systémová deska Varionova: Příloha č. 3.1.
- RAUTHERM S trubka 17 x 2 mm: Příloha č. 3.2.
- rozdělovače topných okruhů HKV-D: Příloha č. 3.5.
 - o typ: HKV-D-8 OKRUHŮ
 - HKV-D-9 OKRUHŮ
- skříň rozdělovače UP: Příloha č. 3.6.
 - o typ: UP 7
 - UP 8

f) Ekvitemní křivka podlahového vytápění

t_e	-15	-10	-5	0	5	10
$t_{w,1}$	40,00	37,32	34,62	31,88	29,09	26,23
$t_{w,2}$	30,00	28,75	27,48	26,16	24,80	23,37
t_m	35,00	33,04	31,05	29,02	26,94	24,80
Δt	10,00	8,57	7,14	5,71	4,29	2,86

Závislost teploty otopné vody a teplotního rozdílu na venkovní teplotě



Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

g) Výkon topných okruhů

č.m.	účel místnosti	Q _i	Q _{OT}	A _i	q	t _i	α _b	t _m	R _a	R _b	m	T	t _p	q'	A _i '	Q _i '	p	l	Q < Q'
1.03	Kuchyně	3098		33,89	61,9	20	8	34	0,153	3,010	9,043	0,25	28,2	65,6		2222	106	135,5	vyhovuje
1.04	Jídelna		1000			20													
1.05	Obývací pokoj	975		24,38	40,0	20	8	34	0,222	3,010	7,598	0,3	25,6	45,1		1100	113	81,3	vyhovuje
1.06	Pánský klub	1126		23,18	48,6	20	8	34	0,222	3,010	7,598	0,25	26,1	49,2		1140	101	92,7	vyhovuje
1.07	Pracovna 01	2295	1250	24,39	42,8	20	8	34	0,222	3,010	7,598	0,3	25,6	45,1		1101	105	81,3	vyhovuje
1.08	Pokoj host	626		15,52	40,3	20	8	34	0,222	3,010	7,598	0,3	25,6	45,1		700	112	51,7	vyhovuje
1.09	Koupelna host	803	600	3,60	56,4	24	8	34	0,153	3,010	9,043	0,1	31,6	61,2		220	108	36,0	vyhovuje
1.11	Chodba	408		10,69	38,2	20	8	34	0,222	3,010	7,598	0,3	25,6	45,1		482	118	35,6	vyhovuje
1.14	Sauna	900	800	4,32	23,1	28	8	34	0,163	5,983	8,665	0,2	31,7	29,7		128	128	21,6	vyhovuje
1.15	SPA	1511	700	21,71	37,4	26	8	34	0,163	5,983	8,665	0,2	31,0	39,6		860	106	108,6	vyhovuje
1.17	Bazén	6068	2900	42,17	75,1	26	8	34	0,163	5,983	8,665	0,25	30,5	36,0	34,3	3244	102	137,3	vyhovuje
												0,05	32,0	256,3	7,8			156,8	
2.02	Pracovna	949		18,26	52,0	20	8	34	0,222	1,101	8,037	0,15	27,1	56,5		1031	109	121,7	vyhovuje
2.03	Ložnice majitelů	1438		28,18	51,0	20	8	34	0,222	1,101	8,037	0,2	26,5	52,3		1475	103	140,9	vyhovuje
2.05	Koupelna majitelů	1724	1000	15,13	47,9	24	8	34	0,153	1,101	9,415	0,2	30,4	51,0		772	107	75,7	vyhovuje
2.06	WC majitelů					20													
2.07	Hobby	445		16,47	27,0	20	8	34	0,222	1,101	8,037	0,4	24,5	36,3		597	134	41,2	vyhovuje
2.08	Pokoj	1275	400	20,85	42,0	20	8	34	0,222	1,101	8,037	0,25	26,0	48,0		1001	114	83,4	vyhovuje
2.09	Šatna					18													
2.10	WC	93		1,81	51,4	20	8	34	0,153	1,101	9,415	0,3	27,2	57,5		104	112	6,0	vyhovuje
2.11	Pokoj	1286		27,75	46,3	20	8	34	0,222	1,101	8,037	0,25	26,0	48,0		1332	104	111,0	vyhovuje
2.12	Šatna					18													
2.13	Pokoj	1036		17,41	59,5	20	8	34	0,222	1,101	8,037	0,1	27,5	60,0		1044	101	174,1	vyhovuje
2.14	Šatna					18													

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

2.16	Koupelna	947	600	6,20	56,0	24	8	34	0,153	1,101	9,415	0,1	31,6	60,9		377	109	62,0	vyhovuje
2.17	Sprcha	720	450	4,80	56,3	24	8	34	0,153	1,101	9,415	0,1	31,6	60,9		292	108	48,0	vyhovuje

	dilatační spára
	dva topné hady
	okrajová zóna

tepelné ztráty místnosti		Q_i	W
tepelné ztráty pokryté otopným tělesem		Q_{OT}	W
vytápěná plocha - požadovaná		A_i	m ²
hustota tepelného toku - požadovaná		$q =$	Q_i/A_i W/m ²
teplota interiéru		t_i	°C
součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy		$\alpha_b =$	8 W/m ² *K
střední teplota otopné vody		$t_m =$	35 °C
teplota zabudovaného zdroje		34	°C
tepelný odpor souvrství nad trubkami		R_a	W/m ² *K
tepelný odpor souvrství pod trubkami		R_b	W/m ² *K
charakteristické číslo podlahy	$m =$	$\sqrt{((2*(1/R_a-1/R_b))/(\pi*\lambda_d*d_v))}$	m ⁻¹
rozteč trubek		T	m
střední povrchová teplota	$t_p =$	$(1/R_a)/\alpha_b*(t_m-t_i)*tgh(m*T/2)/(m*T/2)+t_i$	°C
hustota tepelného toku - navrhovaná		$q' =$	$\alpha_b*(t_p-t_i)^{1,1}$ W/m ³
vytápěná plocha - okrajová zóna		A_i'	m ³
tepelné ztráty místnosti pokryté podlahovým topením		$Q_i' =$	$A_{i1}'*q_{i1}'+A_{i2}'*q_{i2}'$ W
pokrytí tepelných ztrát podlahovým topením		p	%
rozvinutá délka potrubí podlahové soustavy		$l =$	A_i/T m

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

h) Tlakové ztráty topných okruhů

č.m.	účel místnosti	A _i	q	t _i	t _u	R _a	R _b	Q _H	c _w	σ	V [l/s]	V [l/min]	m [kg/h]	Dxt	d	l	R	w	Rxl	Σξ	ρ	Z	Δp _{RV}		Rxl+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS}	Přednastavení ventilu
1.03	Kuchyně	15,54	61,9	20,0	3,9	0,153	3,010	2386	4180	10	0,057	3,424	205,5	17 x 2	15	62,1	300	0,38	18639	932	1000	67287		0	85926	17900	2,50
1.04	Jídelna	18,34			3,9	0,153	3,010		4180	10	0,057	3,424	205,5	17 x 2	15	73,4	300	0,38	22023	1101	1000	79503	HLV-D (2,5)	2300	103826		
1.05	Obývací pokoj	24,38	40,0	20,0	3,9	0,222	3,010	1177	4180	10	0,028	1,690	101,4	17 x 2	15	81,3	50	0,15	4063	203	1000	2286		0	6349	97477	0,50
1.06	Pánský klub	13,37	48,6	20,0	3,9	0,222	3,010	1333	4180	10	0,032	1,913	114,8	17 x 2	15	53,5	60	0,20	3211	161	1000	3211		0	6422	97404	0,50
		9,81			3,9	0,222	3,010		4180	10	0,032	1,913	114,8	17 x 2	15	39,2	60	0,20	2352	118	1000	2352		0	4704	99122	0,50
1.07	Pracovna 01	24,39	42,8	20,0	3,9	0,222	3,010	1252	4180	10	0,030	1,798	107,9	17 x 2	15	81,3	55	0,17	4472	224	1000	3231		0	7702	96124	0,50
1.08	Pokoj host	15,52	40,3	20,0	3,9	0,222	3,010	755	4180	10	0,018	1,084	65,0	17 x 2	15	51,7	30	0,12	1552	78	1000	559		0	2111	101715	0,25
1.09	Koupelna host	3,60	56,4	24,0	3,9	0,153	3,010	237	4180	10	0,006	0,341	20,4	17 x 2	15	36,0	20	0,11	720	36	1000	218		0	938	102888	0,25
1.11	Chodba	10,69	38,2	20,0	3,9	0,222	3,010	495	4180	10	0,012	0,711	42,7	17 x 2	15	35,6	25	0,12	891	45	1000	321		0	1212	102614	0,25
1.14	Sauna	4,32	23,1	28,0	3,9	0,163	5,983	120	4180	10	0,003	0,172	10,3	17 x 2	15	21,6	15	0,10	324	16	1000	81		0	405	251663	0,25
1.15	SPA	12,10	37,4	26,0	3,9	0,163	5,983	913	4180	10	0,022	1,311	78,7	17 x 2	15	60,5	45	0,14	2723	136	1000	1334		0	4057	248011	0,25
		9,61			3,9	0,163	5,983		4180	10	0,022	1,311	78,7	17 x 2	15	48,1	45	0,14	2162	108	1000	1060		0	3222	248846	0,25
1.17	Bazén	16,26	75,1	26,0	3,9	0,163	5,983	3400	4180	10	0,081	4,880	292,8	17 x 2	15	65,4	500	0,46	32710	1636	1000	173036		0	205746	46322	2,00
		13,54			3,9	0,163	5,983		4180	10	0,081	4,880	292,8	17 x 2	15	54,2	500	0,46	27100	1355	1000	143359		0	170459	81609	1,50
		4,44			3,9	0,163	5,983		4180	10	0,081	4,880	292,8	17 x 2	15	17,7	500	0,46	8850	443	1000	46817		0	55667	196402	1,00
		3,90			3,9	0,163	5,983		4180	10	0,081	4,880	292,8	17 x 2	15	78,4	500	0,46	39200	1960	1000	207368	HLV-D (2,5)	5500	252068		
		3,90			3,9	0,163	5,983		4180	10	0,081	4,880	292,8	17 x 2	15	78,4	500	0,46	39200	1960	1000	207368		0	246568	5500	2,50
2.02	Pracovna	9,35	52,0	20,0	20	0,222	1,101	1140	4180	10	0,027	1,636	98,2	17 x 2	15	62,9	52	0,17	3271	164	1000	2363		0	5634	181586	0,25
		8,91			20	0,222	1,101		4180	10	0,027	1,636	98,2	17 x 2	15	58,8	52	0,17	3059	153	1000	2210		0	5270	181950	0,25
2.03	Ložnice majitelů	14,63	51,0	20,0	-15	0,222	1,101	2623	4180	10	0,063	3,765	225,9	17 x 2	15	73,1	400	0,46	29240	1462	1000	154680	HLV-D (2,5)	3300	187220		
		13,55			10	0,222	1,101	1983	4180	10	0,047	2,847	170,8	17 x 2	15	67,8	200	0,39	13560	678	1000	51562		0	65122	122098	0,50
2.05	Koupelna majitelů	15,13	47,9	24,0	20	0,153	1,101	880	4180	10	0,021	1,263	75,8	17 x 2	15	75,7	43	0,13	3253	163	1000	1374		0	4627	182592	0,25
2.07	Hobby	16,47	27,0	20,0	20	0,222	1,101	535	4180	10	0,013	0,767	46,0	17 x 2	15	41,2	26	0,12	1071	54	1000	385		0	1456	185764	0,25

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

2.08	Pokoj	20,85	42,0	20,0	20	0,222	1,101	1051	4180	10	0,025	1,509	90,5	17 x 2	15	83,4	47	0,15	3920	196	1000	2205		0	6125	3830	0,50
2.10	WC	1,81	51,4	20,0	20	0,153	1,101	106	4180	10	0,003	0,152	9,1	17 x 2	15	6,0	15	0,10	91	5	1000	23		0	113	9842	0,25
2.11	Pokoj	15,16	46,3	20,0	20	0,222	1,101	1444	4180	10	0,035	2,073	124,4	17 x 2	15	67,9	62	0,21	4212	211	1000	4643	HLV-D (2,5)	1100	9955		
		10,78			20	0,222	1,101		4180	10	0,035	2,073	124,4	17 x 2	15	43,1	62	0,21	2670	134	1000	2944		0	5614	4341	1,00
2.13	Pokoj	8,71	59,5	20,0	20	0,222	1,101	1245	4180	10	0,030	1,787	107,2	17 x 2	15	87,1	55	0,17	4788	239	1000	3459		0	8247	1708	1,50
		8,71			20	0,222	1,101		4180	10	0,030	1,787	107,2	17 x 2	15	87,1	55	0,17	4788	239	1000	3459		0	8247	1708	1,50
2.16	Koupelna	6,2	56,0	24,0	20	0,153	1,101	418	4180	10	0,010	0,600	36,0	17 x 2	15	62,0	22	0,11	1364	68	1000	413		0	1777	8178	0,25
2.17	Sprcha	4,8	56,3	24,0	20	0,153	1,101	325	4180	10	0,008	0,467	28,0	17 x 2	15	48,0	20	0,11	960	48	1000	290		0	1250	8705	0,25

teplota pod podlahou				t_u		°C
příkon podlahové soustavy			$Q_H =$	$A_i \cdot q \cdot (1 + R_a/R_b + (t_i - t_u)/(q \cdot R_b))$		W
teplotní spád teplonosné látky, rozdíl přívodní a vratné teploty teplonosné látky				$\sigma =$	10	K
měrná tepelná kapacita teplonosné látky - vody				$c_W =$	4180	J/kg*K
hmotnostní průtok teplonosné látky				$m_H =$	$Q_H/(\sigma \cdot c_W)$	kg/s
objemový proud				$V =$	$Q_H/(\sigma \cdot c_W)$	l/s
spád tlakové ztráty trubky				R		Pa/m
rychlost proudění teplonosné látky				W		m/s
součinitel vřazených odporů				ξ		-
tlaková ztráta vřazenými odpory				$Z =$	$\Sigma \xi \cdot (w^2/2) \cdot \rho$	Pa

Diagram tlakových ztrát: Příloha č. 3.3.

Průtokový diagram: Příloha č. 3.4.

i) Tlakové ztráty potrubí k rozdělovačům

č.R+S	V [l/s]	V [m³/h]	Dxt	l	R	w	Rxl	Σξ	ρ	Z	Δp _{RV}		Rxl+Z+Δp _{RV}
1	0,272	0,98	35x1,5	3,0	52,1	0,349	156	3,2	1000	195	ventil MIX	300	651
2	0,453	1,63	42x1,5	16,1	46,6	0,412	750	3,2	1000	272	ventil MIX	300	1322
3	0,373	1,34	35x1,5	8,5	95,2	0,488	809	3,2	1000	381	ventil MIX	300	1490
4	0,199	0,71	28x1,5	7,3	110,5	0,46	807	3,2	1000	339	ventil MIX	300	1445

ξ	1,3	0,9	1	
č.R+S	dělení proudů	spojení proudů	filtr	$\Sigma \xi$
1	1	1	1	3,2
2	1	1	1	3,2
3	1	1	1	3,2
4	1	1	1	3,2

j) Trojcestný směšovací ventil

KOMEXTHERM MIX AP DN 32, DN 40

Technické údaje: Příloha č. 3.3.

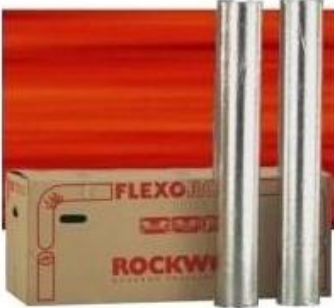
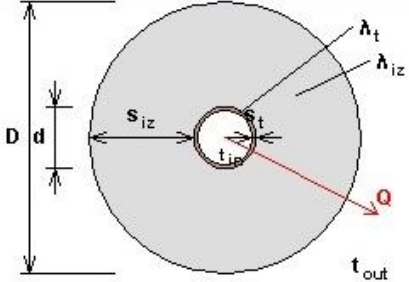
k) Oběhové čerpadlo

GRUNDFOS ALPHA2 32-60

Technické údaje: Příloha č. 3.4.

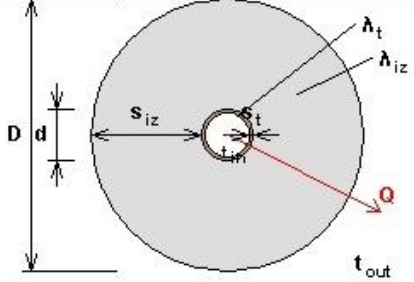
- l) Tepelná izolace potrubí k rozdělovačům
 a) Průměr trubky 28x1,5

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 50 Tloušťka $s_{iz} = 50$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
Trubka Měď Rozměry trubky - 28x1.5 Průměr $d = 28$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 28.0$ mm $D = 128.0$ mm $s_{iz} = 50.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 128$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 40$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.149 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 3488.8$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 3$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace	0.245 m² - platí pro plošnou izolaci

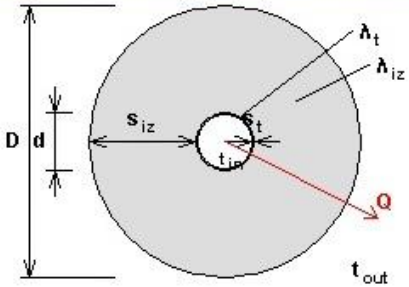
b) Průměr trubky 35x1,5

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 80 Tloušťka $s_{iz} = 80$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K	 Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C
Trubka Měď Rozměry trubky - 35x1.5 Průměr $d = 35$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 35.0$ mm $D = 195.0$ mm $s_{iz} = 80.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 195$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 40$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.132 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 4361.5$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 2.6$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace	0.3613 m² - platí pro plošnou izolaci

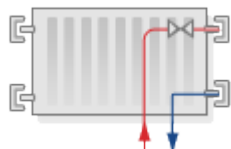
c) Průměr trubky 42x1,5

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

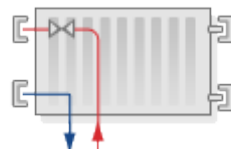
Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 80 Tloušťka $s_{iz} = 80$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K	 Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C
Trubka Měď Rozměry trubky - 42x1.5 Průměr $d = 42$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 42.0$ mm $D = 202.0$ mm $s_{iz} = 80.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 202$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 40$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.144 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 5234.1$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 2.9$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace	0.3833 m² - platí pro plošnou izolaci

8.2. Návrh otopných těles

Pro tento dům jsem zvolila otopná tělesa firmy Korado. Zvolila jsem tělesa typu Radik VKU. Možný způsob připojení je z pravé i levé strany tělesa.



Obr. 26.: Pravé spodní $\varphi = 1$



Obr. 27.: Levé spodní $\varphi = 1$

Obr. 28.: Použité typy dle výpočtu:

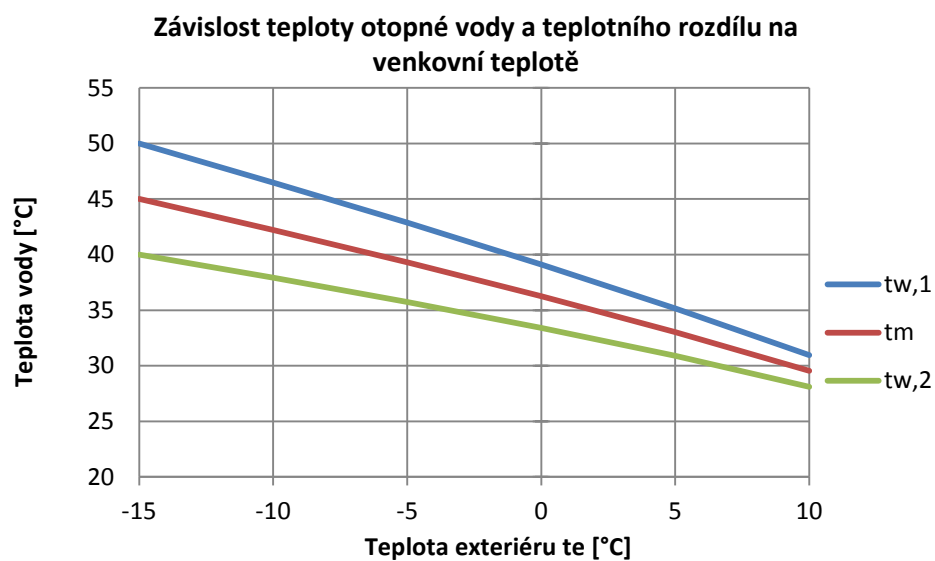


Výkon otopných těles: Příloha č. 4.1.

Stanovení stupně přednastavení ventilu: Příloha č. 4.2.

a) Ekvitemní křivka pro otopná tělesa

t_e	-15	-10	-5	0	5	10
$t_{w,1}$	50,00	46,49	42,87	39,11	35,17	30,97
$t_{w,2}$	40,00	37,92	35,73	33,40	30,89	28,11
t_m	45,00	42,20	39,30	36,26	33,03	29,54
Δt	10,00	8,57	7,14	5,71	4,29	2,86



Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

b) Skutečný výkon OT

č.m.	účel místnosti	t _i	t _{w1}	t _{w2}	Q _i	Q _{OT}	t _{i,n}	t _{w1,n}	t _{w2,n}	Q _n	typ/v/d	c	Δt	Δt _n	n	Q _{OT,jiné podm}	φ	z ₁	z ₂	z ₃	Q _{OT,skut}	ΣQ _{OT,skut}	p	Q _{OT} < ΣQ _{OT,skut}
1.01	Zádveří	20	50	40	1174	1174	20	55	45	849	22 VKU/600/1000	0,67	25	30	1,3	670	1	1	1	0,95	636	1273	108	vyhovuje
1.02	Hala	20	50	40			20	55	45	849	22 VKU/600/1000	0,67	25	30	1,3	670	1	1	1	0,95	636			
1.03	Kuchyně	20			3098																			
1.04	Jídelna	20	50	40		1000	20	55	45	1387	22 VKU/900/1200	0,67	25	30	1,3	1094	1	1	1	0,95	1040	1040	104	vyhovuje
1.07	Pracovna 01	20	50	40	2295	1250	20	55	45	1690	22 VKU/500/2300	0,67	25	30	1,3	1333	1	1	1	1,00	1333	1333	107	vyhovuje
1.09	Koupelna host	24	50	40	803	600	22	55	45	934	22 VKU/600/1100	0,62	21	28	1,3	643	1	1	1	0,95	610	610	102	vyhovuje
1.13	Herna	20	50	40	1456	1456	20	55	45	1019	22 VKU/600/1100	0,67	25	30	1,3	804	1	1	1	0,95	764	1528	105	vyhovuje
			50	40			20	55	45	1019	22 VKU/600/1100	0,67	25	30	1,3	804	1	1	1	0,95	764			
1.14	Sauna	28	50	40	900	800	22	55	45	1659	33 VKU/900/1000	0,55	17	28	1,3	867	1	1	1	1,00	867	867	108	vyhovuje
1.15	SPA	26	50	40	1511	700	22	55	45	1474	22 VKU/900/1400	0,58	19	28	1,3	890	1	1	1	0,95	846	846	121	vyhovuje
1.17	Bazén	26	50	40	6068	2900	22	55	45	1266	33 VKU/500/1200	0,58	19	28	1,3	765	1	1	1	0,95	726	2906	100	vyhovuje
			50	40			22	55	45	1266	33 VKU/500/1200	0,58	19	28	1,3	765	1	1	1	0,95	726			
			50	40			22	55	45	1266	33 VKU/500/1200	0,58	19	28	1,3	765	1	1	1	0,95	726			
			50	40			22	55	45	1266	33 VKU/500/1200	0,58	19	28	1,3	765	1	1	1	0,95	726			
1.18	WC	20	50	40	247	247	20	55	45	370	22 VKU/400/600	0,67	25	30	1,3	292	1	1	1	1,00	292	292	118	vyhovuje
1.20	Garáž	10	50	40	1818	1818	15	55	45	1995	33 VKU/900/1400	0,75	35	35	1,3	1995	1	1	1	0,95	1895	1895	104	vyhovuje
1.22	Chodba	10	50	40	393	393	15	55	45	400	21 VKU/600/500	0,75	35	35	1,3	400	1	1	1	1,00	400	400	102	vyhovuje
1.23	Zázemí RD	10																						
1.24	WC	15																						
2.01	Galerie	20	50	40	2225	2225	20	55	45	1454	33 VKU/600/1200	0,67	25	30	1,3	1147	1	1	1	1,00	1147	2294	103	vyhovuje
			50	40			20	55	45	1454	33 VKU/600/1200	0,67	25	30	1,3	1147	1	1	1	1,00	1147			
2.04	Šatna majitelů	18	50	40	515	515	20	55	45	661	22 VKU/500/900	0,69	27	30	1,3	576	1	1	1	1,00	576	576	112	vyhovuje
2.05	Koupelna majitelů	24	50	40	1724	1000	22	55	45	1661	33 VKU/900/1100	0,62	21	28	1,3	1143	1	1	1	0,95	1086	1086	109	vyhovuje
2.08	Pokoj	20	50	40	1275	400	20	55	45	661	22 VKU/500/900	0,67	25	30	1,3	522	1	1	1	1,00	522	522	130	vyhovuje

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

2.16	Koupelna	24	50	40	947	600	22	55	45	929	22 VKU/600/1200	0,62	21	28	1,3	639	1	1	1	1,00	639	639	107	vyhovuje
2.17	Sprcha	24	50	40	720	450	22	55	45	670	22 VKU/500/1000	0,62	21	28	1,3	461	1	1	1	1,00	461	461	102	vyhovuje

teplota přívodu		$t_{w1} =$	50	°C
teplota vratu		$t_{w2} =$	40	°C
výkon otopného tělesa - požadovaný, minimální		Q_{OT}		W
výkon udávaný výrobcem		Q_n		W
	součinitel	$c =$	$(t_2 - t_i) / (t_1 - t_i)$	-
		$\Delta t =$	$(t_{w1} + t_{w2}) / 2 - t_i$	°C
		$\Delta t_n =$	$(t_{w1,n} + t_{w2,n}) / 2 - t_{i,n}$	°C
teplotní exponent:	pro desková otopná tělesa	$n =$	1,3	
	pro trubková koupelnová otopná tělesa		1,25	
výkon otopného tělesa - přepočet na jiné teplotní podmínky než uvádí výrobce		$Q_{OT,jiné\ podm} =$	$Q_n * (\Delta t / \Delta t_n)^n$	W
skutečný výkon tělesa		$Q_{OT,skut} =$	$Q_{OT,jiné\ podm} * \varphi * z_1 * z_2$	W
součinitel na způsob připojení těles - spodní		$\varphi =$	1	-
součinitel na zákryt a umístění tělesa (parapet)		$z_1 =$	1	-
součinitel na počet článku (pouze pro článková tělesa)		$z_2 =$	1	-
součinitel dle umístění tělesa	pod oknem	$z_3 =$	1	-
	sousední zeď		0,95	-
	naproti okna		0,9	-

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

c) Tlakové ztráty

hlavní větev 2NP

číslo úseku	Q	σ	c_w	m	l	Dxt	R	w	Rxl	$\Sigma \xi$	ρ	Z	Δp_{RV}		$Rxl+Z+\Delta p_{RV}$	Δp_{DIS}
1	1086	10	4180	93	2,77	15x1	68	0,210	188	10,4	1000	229	TRV(6)	1700	2118	2118
2	1662	10	4180	143	8,90	18x1	62	0,232	552	5,1	1000	137		0	689	2807
3	4478	10	4180	386	15,91	22x1	90	0,340	1432	13,6	1000	786		0	2218	5025
4	4939	10	4180	425	2,16	22x1	108	0,377	233	5,2	1000	370		0	603	5628
5	5578	10	4180	480	9,30	22x1	136	0,429	1265	10,4	1000	957		0	2222	7849
6	18642	10	4180	1606	3,00	35x1,5	46,5	0,488	140	4,8	1000	572	Ventil MIX	100	711	8560

ξ	1,3	3	0,3	1,3	0,9	0,3	0,6	3	1,5	1,5	$\Sigma \xi$
číslo úseku/OT	koleno	OT	rozšíření zúžení	dělení proudů	spojení proudů	průchod dělení	průchod spojení	protiproud spojení	protiproud dělení	R+S	
1	4	1		1	1						10,4
2			2					1	1		5,1
3	10		2								13,6
4	4										5,2
5	8										10,4
6			2			3	3			1	4,8

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

vedlejší větev 2NP

číslo úseku/OT	Q	σ	c_w	m	l	Dxt	R	w	Rxl	$\Sigma\xi$	ρ	Z	$Rxl+Z+\Delta p_{RV}$	úsek připojení	Δp_{DIS}	Přednastavení ventilu
01	576	10	4180	50	1,38	15x1	12	0,106	17	10,8	1000	61	77	1	2040	4
Ú1	2816	10	4180	243	0,17	22x1	40	0,214	7	1,5	1000	34	41	2	2766	
02	1147	10	4180	99	0,2	15x1	68	0,210	14	11,4	1000	251	265	Ú1	2501	6
Ú2	1669	10	4180	144	2	18x1	62	0,232	124	1,5	1000	40	164	Ú1	2601	
03	1147	10	4180	99	0,2	15x1	62	0,210	12	10,8	1000	238	251	Ú2	2351	6
04	522	10	4180	45	5,35	12x1	39	0,161	209	10,8	1000	140	349	Ú2	2253	4
05	461	10	4180	40	0,2	12x1	28	0,161	6	9,7	1000	126	131	3	4893	3
06	639	10	4180	55	0,2	12x1	28	0,161	6	9,7	1000	126	131	4	5496	3

ξ	1,3	3	0,3	1,3	0,9	0,3	0,6	3	1,5	$\Sigma\xi$
číslo úseku/OT	koleno	OT	rozšíření zúžení	dělení proudů	spojení proudů	průchod dělení	průchod spojení	protiproud spojení	protiproud dělení	
01	6	1								10,8
Ú2			2			1	1			1,5
02	6	1	2							11,4
Ú3			2			1	1			1,5
03	6	1								10,8
04	6	1								10,8
05	4	1	2			1	1			9,7
06	4	1	2			1	1			9,7

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

vedlejší větev bazén

číslo úseku/OT	Q	σ	c_w	m	l	Dxt	R	w	Rxl	$\Sigma\xi$	ρ	Z	$Rxl+Z+\Delta p_{RV}$	úsek připojení	Δp_{DIS}	Přednastavení ventilu
Ú1	6147	10	4180	529	4,45	22x1	147	0,477	654	6,1	1000	694	1348	6	7212	
01	764	10	4180	66	0,2	12x1	105	0,230	21	8,8	1000	233	254	Ú1	6959	3
Ú2	5383	10	4180	464	4,44	22x1	127	0,411	564	7,4	1000	625	1189	Ú1	6023	
02	764	10	4180	66	0,2	12x1	105	0,230	21	8,8	1000	233	254	Ú2	5770	3
Ú3	4619	10	4180	398	3,22	22x1	98	0,352	316	6,1	1000	378	693	Ú2	5330	
03	867	10	4180	75	0,2	12x1	145	0,268	29	8,8	1000	316	345	Ú3	4985	4
Ú4	3752	10	4180	323	8,71	22x1	66,5	0,290	579	6,1	1000	257	836	Ú3	4494	
04	726	10	4180	63	0,2	12x1	39	0,161	8	8,8	1000	114	122	Ú4	4372	4
Ú5	3025	10	4180	261	1,98	22x1	46	0,232	91	0,9	1000	24	115	Ú4	4379	
05	846	10	4180	73	1,48	12x1	138	0,261	204	8,8	1000	300	504	Ú5	3875	4
Ú6	2179	10	4180	188	3,22	22x1	26	0,166	84	0,9	1000	12	96	Ú5	4283	
06	726	10	4180	63	0,2	12x1	39	0,161	8	8,8	1000	114	122	Ú6	4161	4
Ú7	1453	10	4180	125	5,82	22x1	11	0,112	64	3,5	1000	22	86	Ú6	4197	
07	726	10	4180	63	0,2	12x1	39	0,161	8	11,4	1000	148	156	Ú7	4041	4
08	726	10	4180	63	4,5	18x1	8	0,101	36	8,8	1000	45	81	Ú7	4116	4

ξ	1,3	3	0,3	1,3	0,9	0,3	0,6	3	1,5	$\Sigma\xi$
číslo úseku/OT	koleno	OT	rozšíření zúžení	dělení proudů	spojení proudů	průchod dělení	průchod spojení	protiproud spojení	protiproud dělení	
Ú1	4					1	1			6,1
01	4	1	2							8,8
Ú2	4			1	1					7,4
02	4	1	2							8,8

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

Ú3	4					1	1			6,1
03	4	1	2							8,8
Ú4	4					1	1			6,1
04	4	1	2							8,8
Ú5						1	1			0,9
05	4	1	2							8,8
Ú6						1	1			0,9
06	4	1	2							8,8
Ú7	2					1	1			3,5
07	6	1	2							11,4
08	4	1	2							8,8

vedlejší větev pracovna

číslo úseku/OT	Q	σ	c_w	m	l	Dxt	R	w	Rxl	$\Sigma\xi$	ρ	Z	$Rxl+Z+\Delta p_{RV}$	úsek připojení	Δp_{DIS}	Přednastavení ventilu
Ú1	1944	10	4180	167	11,88	15x1	168	0,353	1996	9,7	1000	604	2600	6	5960	
01	610	10	4180	53	0,2	12x1	62	0,190	12	11,4	1000	206	218	Ú1	5742	3
02	1333	10	4180	115	9,11	15x1	87	0,243	793	8,8	1000	260	1052	Ú1	4908	4

ξ	1,3	3	0,3	1,3	0,9	0,3	0,6	3	1,5	$\Sigma\xi$
číslo úseku/OT	koleno	OT	rozšíření zúžení	dělení proudů	spojení proudů	průchod dělení	průchod spojení	protiproud spojení	protiproud dělení	
Ú1	4							1	1	9,7
01	6	1	2							11,4
02	4	1	2							8,8

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

vedlejší větev garáž

číslo úseku/OT	Q	σ	c_w	m	l	Dxt	R	w	Rxl	$\Sigma\xi$	ρ	Z	$Rxl+Z+\Delta p_{RV}$	úsek připojení	Δp_{DIS}	Přednastavení ventilu
Ú1	4973	10	4180	428	9,81	22x1	110	0,380	1079	6,1	1000	440	1520	6	7041	
01	1040	10	4180	90	0,2	12x1	199	0,322	40	8,8	1000	456	496	Ú1	6545	4
Ú2	3934	10	4180	339	6,56	22x1	73	0,303	479	6,1	1000	280	759	Ú1	6282	
02	636	10	4180	55	0,2	12x1	69	0,197	14	8,8	1000	171	185	Ú2	6097	3
Ú3	3298	10	4180	284	1,56	22x1	53	0,255	83	2,2	1000	72	154	Ú2	6128	
Ú4	2531	10	4180	218	1,49	22x1	34	0,195	51	0,9	1000	17	68	Ú3	6060	
03	1895	10	4180	163	0,2	22x1	20	0,145	4	8,2	1000	86	90	Ú4	5970	5
04	636	10	4180	55	1,22	15x1	16	0,116	20	8,8	1000	59	79	Ú4	5891	3
Ú5	767	10	4180	66	1,32	15x1	25	0,139	33	1,5	1000	14	47	Ú3	6012	
05	292	10	4180	25	0,2	12x1	17	0,089	3	8,8	1000	35	38	Ú5	5974	2
06	474	10	4180	41	7,74	12x1	28	0,143	217	8,8	1000	90	307	Ú5	5668	3

ξ	1,3	3	0,3	1,3	0,9	0,3	0,6	3	1,5	$\Sigma\xi$
číslo úseku/OT	koleno	OT	rozšíření zúžení	dělení proudů	spojení proudů	průchod dělení	průchod spojení	protiproud spojení	protiproud dělení	
Ú1	4					1	1			6,1
01	4	1	2							8,8
Ú2	4					1	1			6,1
02	4	1	2							8,8
Ú3				1	1					2,2
Ú4						1	1			0,9
03	4	1								8,2
04	4	1	2							8,8

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

Ú5			2			1	1			1,5
05	4	1	2							8,8
06	4	1	2							8,8

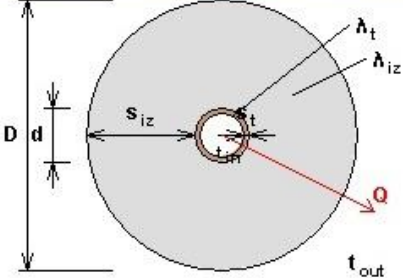
tepelná ztráta třením	$\Delta p_{\lambda} =$	$R \cdot l$	Pa
rozvinutá délka potrubí otopné soustavy		l	m
měrná tlaková ztráta (tlakový spád)	$R =$	$(\lambda/d_i) \cdot (w^2/2) \cdot \rho$	Pa/m
součinitel třecí ztráty		λ	-
vnitřní průměr potrubí	$d_i =$	0,017	m
rychlost proudění vody v potrubí		w	m/s
hustota teplotnosné látky	$\rho =$	1000	kg/m ³
tlaková ztráta místními odpory	$\Delta p_z =$	$\Sigma \xi \cdot (w^2/2) \cdot \rho$	Pa
součinitel místního odporu		ξ	-

d) Tepelná izolace

1. TI potrubí hlavní větve a vedlejší větve - 2NP, pracovní

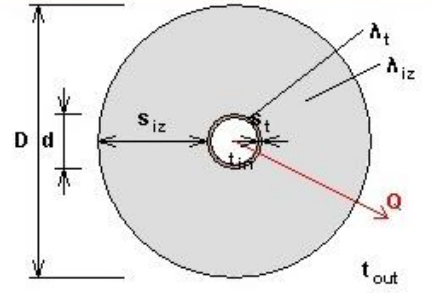
a) Průměr trubky 12x1

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 25 Tloušťka $s_{iz} = 25$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
Trubka Měď Rozměry trubky - 12x1 Průměr $d = 12$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 12.0$ mm $D = 62.0$ mm $s_{iz} = 25.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 62$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.14 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 2248.7$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 4.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace	0.1162 m² - platí pro plošnou izolaci

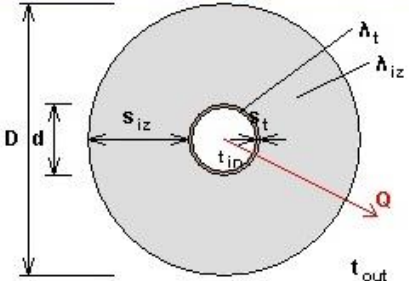
b) Průměr trubky 15x1

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
Trubka Měď Rozměry trubky - 15x1 Průměr $d = 15$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 15.0$ mm $D = 75.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 75$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.143 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 2811.2$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 4.3$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace	0.1414 m² - platí pro plošnou izolaci

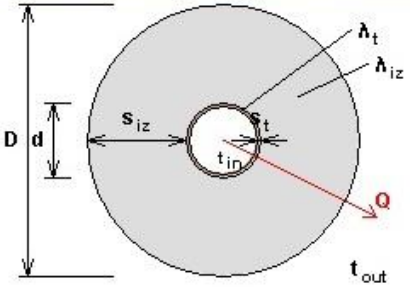
c) Průměr trubky 18x1

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 25 Tloušťka $s_{iz} = 25$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
Trubka Měď Rozměry trubky - 18x1 Průměr $d = 18$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 18.0$ mm $D = 68.0$ mm $s_{iz} = 25.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 68$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m ² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.173 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 3373.7$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace	0.1351 m ² - platí pro plošnou izolaci

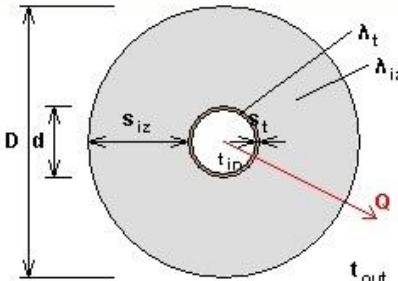
d) Průměr trubky 22x1

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
Trubka Měď Rozměry trubky - 22x1 Průměr $d = 22$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 22.0$ mm $D = 82.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 82$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.175 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 4123.7$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace	0.1634 m² - platí pro plošnou izolaci

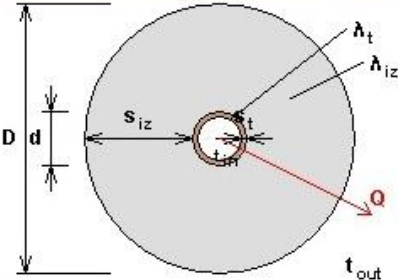
e) Průměr trubky 35x1,5

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 50 Tloušťka $s_{iz} = 50$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K Trubka Měď Rozměry trubky - 35x1.5 Průměr $d = 35$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
 $d = 35.0$ mm $D = 135.0$ mm $s_{iz} = 50.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 135$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.17 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 6542.2$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5.1$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Sřední spotřeba izolace	0.267 m² - platí pro plošnou izolaci

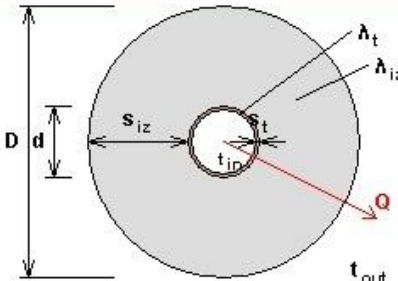
2. TI potrubí vedlejší větve - bazén
 - a) Průměr trubky 12x1

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 25 Tloušťka $s_{iz} = 25$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K Trubka Měď Rozměry trubky - 12x1 Průměr $d = 12$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
 $d = 12.0$ mm $D = 62.0$ mm $s_{iz} = 25.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 62$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 26$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 19.4$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K	
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_o = 0.141 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007	
Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 26$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci	
Tepelná ztráta potrubí bez izolace $q_p = 1799$ W/m	
Tepelná ztráta potrubí s izolací $q_{iz} = 3.4$ W/m	
Energetická úspora izolovaného potrubí 100 %	
Střední spotřeba izolace 0.1162 m² - platí pro plošnou izolaci	

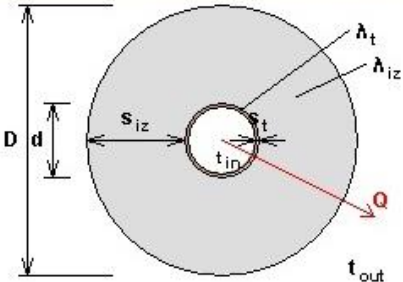
b) Průměr trubky 18x1

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 25 Tloušťka $s_{iz} = 25$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K Trubka Měď Rozměry trubky - 18x1 Průměr $d = 18$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
 $d = 18.0$ mm $D = 68.0$ mm $s_{iz} = 25.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 68$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 26$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 19.4$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.175 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 26$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 2699$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 4.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Sřední spotřeba izolace	0.1351 m² - platí pro plošnou izolaci

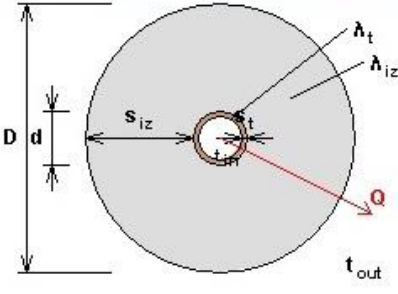
c) Průměr trubky 22x1

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
Trubka Měď Rozměry trubky - 22x1 Průměr $d = 22$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 22.0$ mm $D = 82.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 82$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 26$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 19.4$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.176 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 26$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 3298.9$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 4.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace	0.1634 m² - platí pro plošnou izolaci

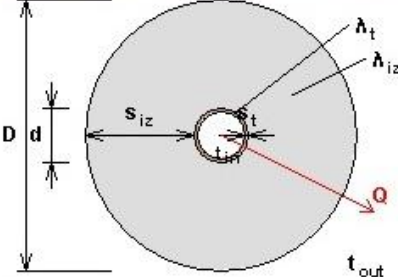
3. TI potrubí hlavní větve a vedlejší větve - garáž
a) Průměr trubky 12x1

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 25 Tloušťka $s_{iz} = 25$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
Trubka Měď Rozměry trubky - 12x1 Průměr $d = 12$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 12.0$ mm $D = 62.0$ mm $s_{iz} = 25.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 62$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 10$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 3.8$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.138 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 10$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 2998.3$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5.5$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Sřední spotřeba izolace	0.1162 m² - platí pro plošnou izolaci

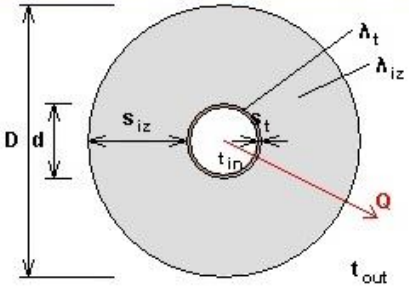
b) Průměr trubky 15x1

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
Trubka Měď Rozměry trubky - 15x1 Průměr $d = 15$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 15.0$ mm $D = 75.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 75$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 10$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 3.8$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.14 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 10$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 3748.3$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5.6$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace	0.1414 m² - platí pro plošnou izolaci

c) Průměr trubky 22x1

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
Trubka Měď Rozměry trubky - 22x1 Průměr $d = 22$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
 $d = 22.0$ mm $D = 82.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 82$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 10$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 3.8$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.172 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 10$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 5498.2$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 6.9$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace 0.1634 m² - platí pro plošnou izolaci	

8.3. Dimenze potrubí v místnosti TZB

R+S - podlahové topení

č. R+S	V [l/s]	V [m ³ /h]	Dxt
1	0,272	0,98	35x1,5
2	0,453	1,63	42x1,5
3	0,373	1,34	35x1,5
4	0,199	0,71	28x1,5

dimenze: AN - R+S

typ	V [m ³ /h]	m [kg/h]	Dxt
podlahové topení	4,67	6265,39	54x1,5
OT	1,60		

TČ - AN

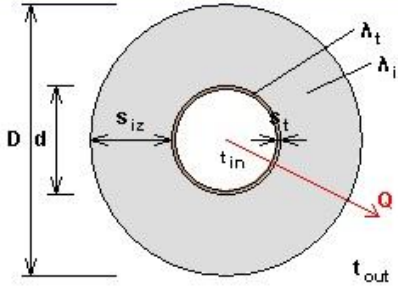
Q [kW]	c	Δt	m [kg/h]	Dxt
26	4180	25	895,7	35x1,5

Vrt - TČ

Q [kW]	c	Δt	m [kg/h]	Dxt
19,2	4180	25	661,4	28x1,5

1. TI potrubí
 - a) Průměr trubky 54x2

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

Izolace ROCKWOOL > FLEXOROCK Rozměry izolace - tl. 40 Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K Trubka Měď Rozměry trubky - 54x2 Průměr $d = 54$ mm Tloušťka stěny $s_t = 2$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	 Rozsah provozních teplot: není uveden
 $d = 54.0$ mm $D = 134.0$ mm $s_{iz} = 40.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 134$ mm	Potrubí Teplota média $t_{in} = 50$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 2000$ W / m² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007} = 0.27$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.253 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 10066.3$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.6$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	100 %
Střední spotřeba izolace	0.2953 m ² - platí pro plošnou izolaci

9. Potřeba energie

9.1. Potřeba TV

Potřebu teplé vody lze obecně stanovit z křivky odběru v závislosti na objemu TV a čase. Stanoví se buď měřením, nebo časovým rozbořem odběru. Pro zadaný rodinný dům nám postačí odhad. Počet osob trvale bydlící v domě je 5. Průměrná denní potřeba vody na 1 osobu je 40 l:

$$Q_V = 0,04 * n = 0,04 * 5 = 0,2 \text{ m}^3$$

Velikost akumulární nádrže pro TV se následně určí z této potřeby navýšené o 30%:

$$V_Z = 0,2 * 1,3 = 0,26 \text{ m}^3 = 260 \text{ l}$$

Velikost akumulární nádrže pro TČ:

$$V_{TČ} = \frac{Q}{1,163 * \Delta t} = \frac{25}{1,163 * (55 - 30)} = 0,89 \text{ m}^3 = 890 \text{ l}$$

Q ... výkon tepelného čerpadla [kW]

Δt ... rozdíl teplot na vstupu a výstupu z čerpadla [°C]

9.2. Akumulační nádrž

Vzhledem k ušetření místa jsem zvolila nádrž pro akumulaci otopné vody s vnořeným zásobníkem teplé vody a jedním ocelovým topným hadem s možností vložit elektrické topné těleso. Pro případné napojení solárních panelů a dalších tepelných zdrojů jsou přichystány další přípojná místa.

Typ AN: Regulus DUO-E 1500/300, objem vnitřní nádrže 300 l (potřebná velikost 260 l)
celkový objem 1500 l (potřebná velikost 1190 l)

Technické údaje: Příloha č. 5.

9.3. Zdroj tepla

Potřeba tepla na ohřev TV: $Q_n = 18,2/24 = 0,76 \text{ kW}$

Tepelné ztráty objektu: $Q_{HL} = 35,5 \text{ kW}$

Celkový potřebný výkon: $Q = Q_n + Q_{HL} = 0,76 + 35,5 = 36,26 \text{ kW}$

Navrhuji tepelné čerpadlo země/voda, které bude pokrývat cca 70 % potřebného výkonu. Zbytek (30 %) bude pokrývat elektrické topné těleso v akumulární nádrži.

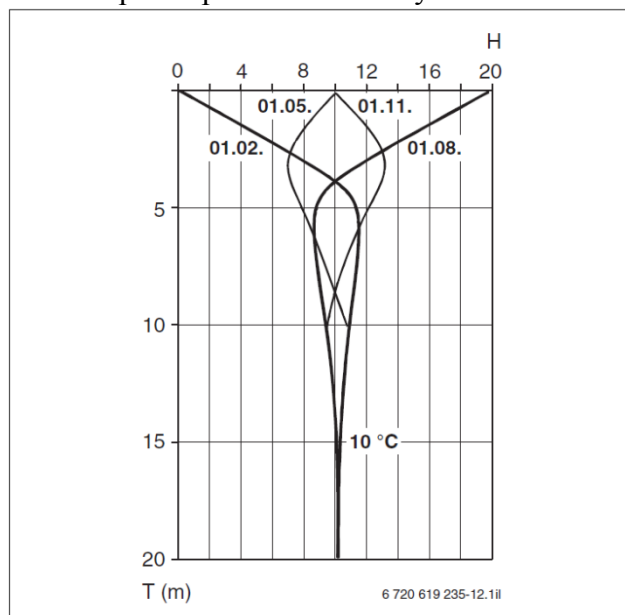
Typ: Logatherm WPS 22 o topném výkonu 25 kW

Technické údaje: Příloha č. 6.

9.4. Hloubka vrtu

Teplota zeminy: 10 °C

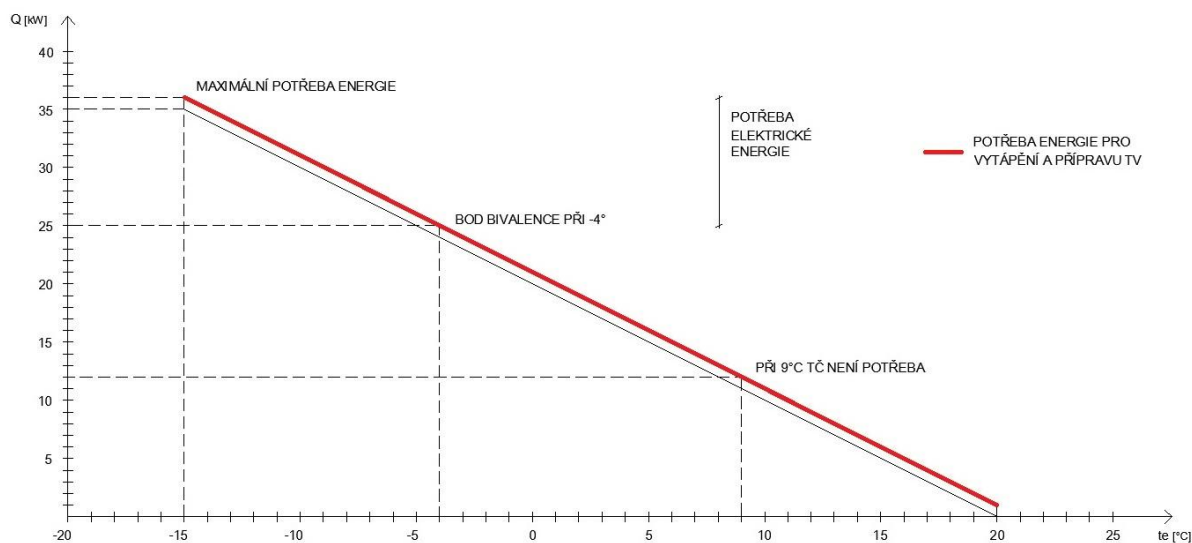
Obr. 29.: Teplotní průběh v rozdílných hloubkách země



Topný výkon: $Q_{TOP} = 25 \text{ kW}$
 Příkon: $P = 6,8 \text{ kW}$
 Topný faktor: $COP = 25/6,8 = 3,7$
 Chladicí výkon: $Q_{CHL} = Q_{TOP} - P = 25 - 6,8 = 18,2 \text{ kW}$
 Měrný výkon jímání: $q = 50 \text{ W/m}^2$
 Hloubka vrtu: $H = Q_{CHL}/q = (18,2 \cdot 10^3)/50 = 364 \text{ m}$

Navrhuji celkovou hloubku vrtu rozdělit do čtyř vrtů o jednotlivých hloubkách vrtu 91 m.

9.5. Bod bivalence



9.6. Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody

Lokalita (Tabulka) Město Benešov Délka topného období d = 245 [dny] Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15$ °C Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 3.9$ °C	
☒ Vytápění Tepelná ztráta objektu $Q_c = 35.5$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 18$ °C ??? Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3455$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i = 0.5$??? $\eta_o = 0.98$??? $e_t = 0.8$??? $\eta_r = 2.5$??? $e_d = 1.00$??? Opravný součinitel ε ??? ☒ $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.4$ ☐ $\varepsilon = 0.765$ $Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{VYT,r} = \left(\begin{array}{l} 52.4 \text{ GJ/rok} \\ 14.6 \text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$	☒ Ohřev teplé vody $t_1 = 10$ °C ??? $\rho = 1000$ kg/m³ ??? $t_2 = 55$ °C ??? $c = 4186$ J/kgK ??? $V_{2p} = 0.2$ m³/den ??? Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.5$??? Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 15.7$ kWh Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ °C Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ °C Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0.8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \left(\begin{array}{l} 18.2 \text{ GJ/rok} \\ 5.1 \text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$
Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody $Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left(\begin{array}{l} 70.6 \text{ GJ/rok} \\ 19.6 \text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$	

9.7. Veličiny pro výpočet roční potřeby tepla na vytápění a ohřev teplé vody

t_{em}	střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období [°C] Průměrnou denní teplotou venkovního vzduchu je čtvrtina součtu venkovních teplot měřených ve stínu s vyloučením sálání okolních stěn v 7⁰⁰, 14⁰⁰ a ve 21⁰⁰ hod., přičemž teplota naměřená ve 21⁰⁰ hodin se počítá dvakrát. $t_{em} = \frac{t_{e,7} + t_{e,14} + 2 \cdot t_{e,21}}{4}$
t_{is}	průměrná vnitřní výpočtová teplota [°C] pohybuje se v rozmezí 14 až 21,5 °C pro obytné budovy uvažujeme 18,2 až 19,1 °C
e_i	nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem Protože tepelná ztráta infiltrací v běžných případech tvoří 10-20 % celkové tepelné ztráty, volí se součinitel v rozmezí 0,8 až 0,9.
e_t	snížení teploty v místnosti během dne respektive noci V některých objektech je vlivem vhodné regulace možno snížit teplotu po určitou část dne. Volí se v rozmezí 0,8 např. pro školy s polo denním vyučováním až po 1,0 pro nemocnice, kde vyžadujeme 100 % výkon otopné soustavy po celých 24 hodin.
e_d	zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu Podle využití budov v průběhu týdne se volí součinitel e_d v rozmezí od 1,0 pro budovy se sedmidenním provozem, přes 0,9 pro budovy se šestidenním a 0,8 pro budovy s pětiddenním provozem.
ϵ	Součinitel ϵ je též možné určit z odborné literatury nebo podle vlastních zkušeností. Jako příklad uvádím tyto hodnoty: podle typu staveb a jejich provozu nepřetržitě vytápění $\epsilon = 1,00$ stavby zcela lehké s častými a delšími otopnými přestávkami $\epsilon = 0,90$ stavby lehké (z tvárniceového zdiva) a pro stavby střední, s otopnými přestávkami o nedělích a svátcích $\epsilon = 0,80$ stavby střední s krátkými otopnými přestávkami (noční útlum) nebo pro stavby těžké, bez otopných přestávek $\epsilon = 0,75$ stavby těžké, s kratšími otopnými přestávkami (neděle a svátky) $\epsilon = 0,65$ těžké kamenné stavby, občasné vytápění $\epsilon = 0,60$ <i>Lze užít i následující hodnoty, pouze ta je nutné uvažovat účinnost obsluhy $\eta_o = 1$, protože je v nich již zahrnuta.</i> vícepodlažní objekty centrální regulace $\epsilon = 0,80$ centrální regulace zónová $\epsilon = 0,75$ centrální regulace a ventily s termostatickými hlaviciemi $\epsilon = 0,70$ rodinné domy, případně samostatně provozované byty v nájemních domech regulace prostorovým termostatem $\epsilon = 0,71$ ekvitermní (kvalitativní) regulace teploty otopné vody $\epsilon = 0,67$ regulace ventily s termostatickými hlaviciemi $\epsilon = 0,63$
η_o	účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy Volí se v rozmezí 0,9 pro kotelnu na pevná paliva bez rozdělení kotelny na sekce až po 1,0 pro plynovou kotelnu s otopnou soustavou rozdělenou do sekcí např. podle světových stran s automatickou regulací.
η_r	účinnost rozvodu vytápění Volí se v rozmezí 0,95 až 0,98 podle provedení.

10. Zabezpečovací zařízení

10.1. Expanzní nádoba

Vstupní údaje: výška otopné soustavy: $h = 2 \text{ m}$
výška manometrické roviny: $h_{MR} = 1 \text{ m}$
objem vody TČ: $V_{TČ} = 1,2 \text{ m}^3$
objem vody v potrubí: $V_P = 3 \cdot 34,2 = 102,6 \text{ l} = 0,1 \text{ m}^3$ 3 l/kW
objem vody v soustavě: $V_{OS} = V_{TČ} + V_P = 1,3 \text{ m}^3$
pojistný výkon $Q_p = 25 \text{ kW}$

Expanzní objem: součinitel zvětšení objemu: $n = 0,0166$
expanzní objem: $V_e = 1,3 \cdot V_{OS} \cdot n = 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,0166 = 0,028 \text{ m}^3$

Provozní přetlak: nejnižší: $p_{ddov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 2 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 21,6 \text{ kPa}$ volím $p_d = 50 \text{ kPa}$
nejvyšší: $p_{ddov} < p_{TČ} - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 400 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 390 \text{ kPa}$ volím $p_h = 380 \text{ kPa}$

Předběžný objem expanzní nádoby:

$$V_{ep} = V_e \cdot \frac{p_h + 100}{p_h - p_d} = 0,028 \cdot \frac{380 + 100}{380 - 50} = 0,041 \text{ m}^3$$

Návrh expanzní nádoby: Expanzní nádoba Reflex N 50/6

Objem nádoby 50 l

Technické údaje: Příloha č. 7.

Průměr expanzního potrubí: $d = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 25^{0,5} = 13,1 \text{ mm}$
volím $d = 18 \text{ mm}$

10.2. Pojistný ventil

10.2.1. PV TČ-AN

Průměr pojistného zařízení: $d = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 25^{0,5} = 22,1 \text{ mm}$
volím $d = 25 \text{ mm}$

Návrh pojistného ventilu: IVAR.PV KD25

Technické údaje: Příloha č. 8.

10.2.2. PV AN-RS

Průměr pojistného zařízení: $d = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 36,26^{0,5} = 23,4 \text{ mm}$
volím $d = 32 \text{ mm}$

Návrh pojistného ventilu: IVAR.PV KD32

Technické údaje: Příloha č. 8.

11. Ostatní zařízení

11.1. Regulace TČ

Typ: Regulační přístroj Logamatic HMC 10 s externími teplotními čidly:

FR1 – čidlo prostorové teploty

FA – čidlo venkovní teploty

Technické údaje: Příloha č. 6.

11.2. Kombinovaný rozdělovač a sběrač

Průtok: $V_{OT} + V_{\text{podlahové topení}} = 1,6 + 4,67 = 6,27 \text{ m}^3/\text{h}$

Výkon: 40,2 kW

Typ: ELT RS UNI 4 MODUL 100

Technické údaje: Příloha č. 9.

11.3. Trojcestný směšovací ventil

KOMEXTHERM MIX AP DN 32, DN 40

Technické údaje: Příloha č. 3.7.

11.4. Oběhové čerpadlo

GRUNDFOS ALPHA2 32-60

Technické údaje: Příloha č. 3.8.

12. Energetické hodnocení budov

12.1. Energetický štítek obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budovoucí provozovatel	RD Struhařov u Mnichovic
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Telefon / E-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	2553 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	3208 m ²
Geometrická charakteristika budovy A/V	1,26
Převažující vnitřní teplota v otopném období q _{im} Vnější návrhová teplota v zimním období q _e	+ 20 °C - 15 °C

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla	Činitel teplotní redukce	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla
	A _i m ²	U _i W/(m ² *K)	U _N W/(m ² *K)	b _i -	H _{ti} = A _i *U _i *b _i W/K
Stěny	425,6	0,18	0,30	1,00	77,888
Okna	120,5	1,00	1,50	1,00	120,458
Dveře	11,5	1,50	1,70	1,00	17,250
Vrata	23	1,20	1,70	1,00	27,600
Strop	413,7	0,13	0,60	1,00	29,550
Střecha	148,4	0,12	0,24	1,00	17,952
Podlaha obytné místnosti	484,4	0,244	0,45	0,46	54,37
Podlaha garáže	93,29	0,53	0,85	0,24	12,09
součet (ploch)	1720,3				357,150

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2

Stanovení energetické náročnosti budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	$W \cdot K^{-1}$	357,150
Průměrný součinitel prostupu tepla $E_{em} = H_T/A$	$W/(m^2 \cdot K)$	0,111
Doporučený součinitel prostupu tepla $E_{em,rc}$	$W/(m^2 \cdot K)$	0,351
Požadovaný součinitel prostupu tepla $E_{em,rq}$	$W/(m^2 \cdot K)$	0,468
Průměrný součinitel prostupu tepla $E_{em,s}$	$W/(m^2 \cdot K)$	0,226

Požadavek na prostup tepla obálkou je splněn.

Klasifikace: A – velmi úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 24/2/2012

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

Zpracovala: Letochová Jana

Podpis

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

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Rodinný dům Struhařov				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 818 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
CI Velmi úsporná A B C D E F G 0,5 0,75 1,0 1,5 2,0 2,5 Mimořádně ne hospodárná				0,23	0,20	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $U_{em} = H_T/A$				0,111		
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				0,468		
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,5	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,234	0,351	0,468	0,702	0,936	1,170
Platnost štítku do 24. 2. 2022			Datum 24. 2. 2012			
			Jméno a příjmení Jana Letochová			

12.2. Energetický průkaz budovy

Příloha č. 4 k vyhlášce č. 148/2007 Sb.

Průkaz energetické náročnosti budovy

(1) Protokol

a) Identifikační údaje budovy

Adresa budovy (místo, ulice, číslo, PSČ):	Struhařov u Mnichovic
Účel budovy:	RD
Kód obce:	-
Kód katastrálního území:	-
Parcelní číslo:	652/3
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník:	-
Adresa:	-
IČ:	-
Tel./e-mail:	-
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel:	-
Adresa:	-
IČ:	-
Tel./e-mail:	-
☒ Nová budova	☐ Změna stávající budovy
☐ Umístění na veřejném místě podle § 6a, odst. 6 zákona 406/2000 Sb	

b) Typ budovy

☒ Rodinný dům	☐ Bytový dům	☐ Hotel a restaurace
☐ Administrativní budova	☐ Nemocnice	☐ Budova pro vzdělávání
☐ Sportovní zařízení	☐ Budova pro velkoobchod a maloobchod	
☐ Jiný druh budovy - připojte jaký:		

c) Užití energie v budově

1. Stručný popis energetického a technického zařízení budovy

V objektu je navrženo podlahové vytápění a dvoutrubková otopná soustava se spodním rozvodem. Vždy s nuceným oběhem vody. Podlahového topení je po objektu rozvedeno pomocí rozdělovačů. Rozdělovače jsou umístěny na chodbě a v SPA v přízemí domu a dále na chodbě v prvním podlaží. Otopná tělesa jsou desková a v některých místnostech doplňují podlahové vytápění pro zajištění tepelné pohody. Prostory jsou vytápěny několika větvemi otopných těles. Hlavní větev vede do první patra. V přízemí jedna větev vede do pracovny, další směřuje do garáže a třetí doplňuje podlahové vytápění v bazénové hale. Hlavním zdrojem tepla je tepelné čerpadlo doplněné bivalentně o elektrickou topnou vložku v akumulární nádrži umístěné v místnosti TZB. Objekt je větrán přirozeně kromě kuchyně a hygienických zařízení, kde je umístěno nucené podtlakové větrání (malý radiální ventilátor) a nucené větrání v bazénové hale.

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

2. Druhy energie užívané v budově

☒ Elektrická energie	☒ Tepelná energie	☐ Zemní plyn
☐ Hnědé uhlí	☐ Černé uhlí	☐ Koks
☐ TTO	☐ LTO	☐ Nafta
☐ Jiné plyny	☐ Druhotná energie	☐ Biomasa
☒ Ostatní obnovitelné zdroje - připojte jaké:		Tepelné čerpadlo
☐ Jiná paliva - připojte jaká:		-

3. Hodnocená dílčí energetická náročnost budovy EP

☒ Vytápění (EP_H)	☒ Příprava teplé vody (EP_{DHW})
☐ Chlazení (EP_C)	☒ Osvětlení (EP_{Light})
☒ Mechanické větrání (vč. zvlhčování) ($EP_{Aux;Fans}$)	

d) Technické údaje budovy

1. Stručný popis budovy

Objekt má dvě nadzemní podlaží. Půdorysně vytváří písmeno L. V prvním podlaží se nachází garáž, kuchyně, jídelna, obývací pokoj, pánský klub, pokoj pro hosty, pracovna, mimo jiné také zahrnuje i bazén, saunu a vřítku. Ve druhém podlaží jsou pak tři pokoje s šatnami, dvě koupelny, galerie, herna a druhá polovina domu je věnovaná majitelům - ložnice, pracovna, šatna a koupelna se saunou. Nosnou konstrukci objektu tvoří cihly POROTHERM. Po celé délce jsou obvodové zdi zatepleny tepelnou izolací. Střešní krytina je tvořena keramickými taškami TONDACH. Okna a dveře jsou dřevěné.
--

2. Geometrická charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné budovy [m^3]	2553
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazených konstrukcí ohraničujících objem budovy [m^2]	3208
Celková podlahová plocha budovy A_c [m^2]	818
Objemový faktor budovy A/V	1,26

3. Klimatické údaje a vnitřní výpočtová teplota

Klimatická oblast (dtto teplotní oblast podle ČSN 730540 - 3)	klimatická oblast II
Průměrná vnitřní výpočtová teplota v otopném období (provozní režim) θ_i ($^{\circ}C$)	20,4
Průměrná vnitřní výpočtová teplota v období chlazení (provozní režim) θ_i ($^{\circ}C$)	24,2

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

4. Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy

Ochlazovaná konstrukce		Plocha všech konstrukcí A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² ·K)]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _T [W/K]
1	Zóna 2	130,53	0,18	23,89
2	Zóna 2	32,39	1,04	-13,42
3	Zóna 2	27,90	1,60	-17,89
4	Zóna 2	106,47	0,53	13,54
5	Zóna 2	1,88	1,00	1,88
6	Zóna 2	2,30	1,50	3,45
7	Zóna 2	10,25	1,50	-6,15
8	Zóna 2	46,00	1,20	55,20
9	Zóna 2	212,94	0,12	14,57
10	Zóna 1	244,33	0,18	44,71
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Zóna 1	52,92	1,04	15,90
13	Zóna 1	0,00	0,00	0,00
14	Zóna 1	513,70	0,24	62,67
15	Zóna 1	17,40	1,00	17,40
16	Zóna 1	31,97	1,50	47,96
17	Zóna 1	0,00	0,00	0,00
18	Zóna 1	14,35	1,50	6,24
19	Zóna 3	167,79	0,18	30,70
20	Zóna 3	0,00	0,00	0,00
21	Zóna 3	292,63	0,24	32,84
22	Zóna 3	50,25	1,00	50,25
23	Zóna 3	41,40	1,50	62,10
24	Zóna 3	372,60	0,12	44,71
25	Zóna 3	0,00	0,00	0,00
26	Zóna 4	312,20	0,18	57,13
27	Zóna 4	616,00	0,24	0,00
28	Zóna 4	35,75	1,00	35,75
29	Zóna 4	453,00	0,13	58,89
30	Zóna 4	114,61	0,12	13,75
Tepelné vazby				pozn. nejsou li součástí U
Celkem		3901,54		

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

5. Tepelně technické vlastnosti budovy

Požadavek podle § 6a Zákona	Hodnocení	Jednotka
1. Stavební konstrukce a jejich styky mají ve všech místech nejméně takový tepelný odpor, že jejich vnitřní povrchová teplota nezpůsobí kondenzaci vodní páry.	prokazuje projekt	$R_{si,N}$ [K/W] $\theta_{si,N}$ [°C]
2. Stavební konstrukce a jejich styky mají nejvýše požadovaný součinitel prostupu tepla a lineární a bodový činitel prostupu tepla.	prokazuje projekt	U_N [W/m ² K]
3. U stavebních konstrukcí nedochází k vnitřní kondenzaci vodní páry nebo jen v množství, které neohrožuje jejich funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti.	prokazuje projekt	$M_{c,N}$ [kg/m ²]
4. Funkční spáry vnějších výplní otvorů mají nejvýše požadovanou nízkou průvzdušnost, ostatní konstrukce a spáry obvodového pláště budovy jsou téměř vzduchotěsné, s požadovanou nízkou celkovou průvzdušností obvodového pláště.	prokazuje projekt	$i_{LV,N}$ [m ³ /(s.m.Pa ^{0,67})]
5. Podlahové konstrukce mají požadovaný pokles dotykové teploty zajišťovaný jejich tepelnou jímavostí a teplotou na vnitřním povrchu.	prokazuje projekt	$\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
6. Místnosti (budova) mají požadovanou tepelnou stabilitu v zimním i letním období, snižující riziko jejich přílišného chladnutí a přehřívání.	prokazuje projekt	$\Delta\theta_{V,N}(t)$ [°C]
7. Budova má požadovaný nízký průměrný součinitel prostupu tepla obvodového pláště U_{em} .	prokazuje projekt	$U_{em,N}$ [W/m ² K]

Pozn. Hodnoty uvedené podle 1. - 7. uvedeny v projektové dokumentaci podle vyhlášky 499/2006 Sb., o projektové dokumentaci staveb

6. Vytápění

Systém vytápění			
Charakteristika systému vytápění	teplovodní otopná soustava a podlahové vytápění		
Jmenovitý tepelný výkon zdrojů tepla (systému vytápění)	do 0,4 MW		
Převažující regulace systému vytápění	pokojevý termostat		
Rozdělení otopných větví podle orientace budovy	☒ Ano	☐ Ne	
Údržba zdroje energie (otopné soustavy)	☐ Není	☒ Pravidelná smluvní	☐ Pravidelná
Stanovení průměrné účinnosti zdroje tepla (systému vytápění)	☐ Výpočet	☐ Měření	☒ Odhad
Stav tepelné izolace rozvodů otopné soustavy	v souladu s vyhláškou		
Zdroj tepla č. 1			
tepelné čerpadlo			
Typ zdroje tepla	tepelné čerpadlo		
Jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla [kW]	26		
Průměrná roční účinnost zdroje energie [%]	250,0%		
Zdroj tepla č. 2			
elektrická energie			
Typ zdroje tepla	elektrická energie		
Jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla [kW]	12		
Průměrná roční účinnost zdroje energie [%]	98,0%		

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

7. Dílčí hodnocení energetické náročnosti vytápění

	Bilanční
Dodaná energie na vytápění $Q_{\text{fuel,H}}$ [GJ/rok]	18,9
Spotřeba pomocné energie na vytápění $Q_{\text{Aux,H}}$ [GJ/rok]	0,6
Energetická náročnost vytápění $EP_H = Q_{\text{fuel,H}} + Q_{\text{Aux,H}}$ [GJ/rok]	19,5
Požadovaná energetická náročnost vytápění $R_{\text{rq,H}}$ (GJ/rok)	
Energetická náročnost stávající úrovně vytápění $R_{\text{s,H}}$ (GJ/rok)	
Měrná spotřeba energie na vytápění $E_{\text{PH,A}}$ [kWh/(m ² .rok)]	6,4
Třída energetické náročnosti vytápění	G

Mechanické větrání a úprava vzduchu			
Stav tepelné izolace VZT jednotky a rozvodů			-
Údržba VZT systému	☐		Pravidelná smluvní
	☒ Není	☐	Pravidelná
Charakteristika regulace systému úpravy vzduchu			-
Údržba systému vřícení	☐		Pravidelná smluvní
	☒ Není	☐	Pravidelná

Systém VZT zařízení č. 1			
	nucené podtlakové (odvodní ventilátor)		
Typ větracího systému	nucené podtlakové (odvodní ventilátor)		
Tepelný výkon [kW]	-		
Jmenovitý elektrický příkon systému větrání [kW]	0,1		
Převažující regulace větrání	Všechny ostatní případy		
Zvlhčování vzduchu	Ne		
Typ zvlhčovací jednotky	-		
Jmenovitý příkon zvlhčování [kW]	-		
Použité médium pro zvlhčování	☐ Pára	Voda	

Systém VZT zařízení č. 2			
	Větrání - bazén		
Typ větracího systému	Větrání - bazén		
Tepelný výkon [kW]	-		
Jmenovitý elektrický příkon systému větrání [kW]	0,1		
Jmenovité průtokové množství vzduchu [m ³ /h]	2000,00		
Převažující regulace větrání	Všechny ostatní případy		
Zvlhčování vzduchu	Ano		
Typ zvlhčovací jednotky	-		
Jmenovitý příkon zvlhčování [kW]	-		
Použité médium pro zvlhčování	☐ Pára	☒ Voda	

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

Systém chlazení			
Charakteristika systému chlazení	-		
Charakteristika převažující regulace systému chlazení	-		
Charakteristika převažující regulace chlazeného prostoru	-		
Údržba systému chlazení	☐	Pravidelná smluvní	
	☒ Není	☐	Pravidelná
Stanovení průměrné účinnosti systému chlazení	☐ Výpočet	☐ Měření	☐ Odhad
Stav tepelné izolace rozvodů chladu	-		

Zdroj chladu č. 1	není zdroj chladu č. 1
Typ zdroje chladu	-
Jmenovitý el. příkon pohonu zdroje chladu [kW]	-
Jmenovitý chladicí výkon [kW]	-
Účinnost výroby energie zdrojem chladu (účinnost kompresoru)	-
EER zdroje chladu [W/W]	-

9. Dílčí hodnocení energetické náročnosti mechanického větrání (vč. zvlhčování)

	Bilanční
Spotřeba pomocné energie na mech. větrání $Q_{AUX;Fans}$ [GJ/rok]	4,4
Dodaná energie na zvlhčování $Q_{fuel,Hum}$ [GJ/rok]	0,5
Energetická náročnost mechanického větrání (vč. zvlhčování)	
$EP_{AUX;Fans} = Q_{AUX;Fans} + Q_{fuel,Hum}$ [GJ/rok]	4,8

10. Dílčí hodnocení energetické náročnosti chlazení

	Bilanční
Dodaná energie na chlazení $Q_{fuel,C}$ [GJ/rok]	0,0
Spotřeba pomocné energie na chlazení $Q_{AUX,C}$ [GJ/rok]	0,0
Energetická náročnost chlazení $EPC = Q_{fuel,C} + Q_{AUX,C}$ [GJ/rok]	0,0

11. Příprava teplé vody (TV)

Příprava teplé vody			
Systém přípravy TV v budově	☒ Centrální	☐ Lokální	☐ Kombinovaný
Roční spotřeba teplé vody v budově	73 m ³ /rok		
Charakteristika přípravy teplé vody	zásobníkový ohřev nepřímotopný		
Celkový jmenovitý příkon pro ohřev teplé vody [kW]	0,65		
Objem zásobníku teplé vody (nebo počet a objem) [l]	260		
Údržba systému přípravy teplé vody	☐	Pravidelná smluvní	
	☐ Není	☐	Pravidelná
Stanovení roční účinnosti systému přípravy teplé vody	☐ Výpočet	☐ Měření	☒ Odhad
Systém přípravy TV v budově č.1	zásobníkový nepřímý ohřev		
Systém přípravy TV v budově č.2	-		

12. Dílčí hodnocení energetické náročnosti přípravy teplé vody

	Bilanční
Dodaná energie na přípravu TV $Q_{fuel,DHW}$ [GJ/rok]	18,2
Spotřeba pomocné energie na přípravu TV $Q_{AUX,DHW}$ [GJ/rok]	0,7
Energetická náročnost přípravy	
$TV EP_{DHW} = Q_{fuel,DHW} + Q_{AUX,DHW}$ [GJ/rok]	18,8

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

13. Osvětlení

Typ osvětlovací soustavy	zářivkové
--------------------------	-----------

14. Dílčí hodnocení energetické náročnosti osvětlení

	Bilanční
Dodaná elektrická energie na osvětlení a spotřebiče $Q_{fuel,L,E}$ [GJ/rok]	21,7
Dodaná energie osvětlení $Q_{fuel,ap,E}$ [GJ/rok]	21,7
Dodaná energie pro elektrické spotřebiče v bilanci $Q_{fuel,ap,E}$ [GJ/rok]	0,0

15. Ukazatel celkové energetické náročnosti budovy

	Bilanční
Energetická náročnost budovy EP [GJ/rok]	64,8
Maximální energetická náročnost referenční budovy R_{rq} [kWh/(m ² .rok)]	142
Minimální energetická náročnost referenční budovy R_{rq} [kWh/(m ² .rok)]	98
Třída energetické náročnosti hodnocené budovy	A
Slovní vyjádření třídy energetické náročnosti hodnocené budovy	Mimořádně úsporná
Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu [kWh/(m ² .rok)]	22,0

e) Energetická bilance budovy pro standardní užívání

1. dodaná energie z vnější strany systémové hranice budovy stanovená bilančním hodnocením

Energonositel	Vypočtené množství dodané energie [GJ/rok]	Energie skutečně dodaná do budovy [GJ/rok]	Jednotková cena [Kč/GJ]
elektrická energie	64,84	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
Celkem	64,84	-	-

2. energie vyrobená v budově

Druh zdroje energie	Vypočtené množství vyrobené energie [GJ/rok]
tepelné čerpadlo	52,4
-	-
-	-
-	-
-	-
Celkem	52,4

f) Ekologická a ekonomická proveditelnost alternativních systémů a kogenerace

u nových budov s podlahovou plochou nad 1 000 m²

☐ Místní obnovitelný zdroj energie	☐ Kogenerace
☐ Dálkové vytápění nebo chlazení	☐ Blokové vytápění nebo chlazení
☐ Tepelné čerpadlo	☒ Jiné

1. Postup a výsledky posouzení ekologické a ekonomické proveditelnosti technicky dostupných a vhodných alternativních systémů dodávek energie

viz. Příloha k energetickému průkazu

Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

g) Doporučená opatření pro technicky a ekonomicky efektivní snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Úspora energie [GJ/rok]	Investiční náklady [tis. Kč]	Prostá doba návratnosti
Solární kolektory	3,70	146,00	7,80
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
synergických vlivů	3,70	146,00	-

h) Další údaje

1. Doplňující údaje k hodnocené budově

Průkaz byl zpracován pro účely stavebního řízení

2. Seznam podkladů použitých k hodnocení budovy

Projektová dokumentace, zákon 406/2000 o hospodaření energií, vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov, ČSN EN ISO 13 790 Energetická náročnost budov, vyhláška č. 425/2004 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu, ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

(2) Doba platnosti průkazu a identifikace zpracovatele

Platnost průkazu do

16. duben 2022

Průkaz vypracoval

Letochová Jana

Osvědčení č

Není uvedeno

Dne:

16. duben 2012

Tabulka slovního vyjádření energetické náročnosti

Hranice třídy EN [kWh/(m ² .rok)]			Třída energetické náročnosti budovy		Slovní vyjádření energetické náročnosti budovy	
od		do				
A	0	50		A		Velmi úsporná
B	51	97		B		Úsporná
C	98	142		C		Vyhovující
D	143	191		D		Nevyhovující
E	192	240		E		Nehospodárná
F	241	286		F		Velmi nehospodárná
G	286	-		G		Mimořádně nehospodárná

Příloha k energetickému průkazu

Teplá voda bude připravována solární soustavou. Kolektory budou umístěny na šikmé střeše se sklonem 15°. Pokrytí dosáhne cca 58 % stávající roční potřeby. Instalovaná soustava bude pracovat v režimu low-flow s průtokem 20 l/hod na 1 m² kolektoru. Instalaci tvoří 3 deskové kolektory s celkovou účinnou plochou 6,78 m². Teplo se bude akumulovat do zásobníku o objemu 300 l (typ: RGC 300 SOL2 SRS3, solární regulátor: SRS3).

Orientační cena za solární soustavu:

kolektory: $3 * 9000 = 27\,000,-$

akumulace: $1 * 35\,998 = 35\,998,-$

ostatní materiál (na 1 m² kolektorové plochy 1000,-; min 10 000,-):

$6,78 * 1\,000 = 6\,780 \rightarrow 10\,000,-$

práce: cena práce = cena zařízení = $27\,000 + 35\,995 + 10\,000 = 72\,995,-$

cena celkem (IN) : $27\,000 + 35\,995 + 10\,000 + 72\,995 = 145\,990,-$

Úspora energie je 3 725 kWh/rok, při ceně elektrické energie 5 Kč/kWh vychází na hodnotu:
 $RÚ = 5 * 3\,725 = 18\,625 \text{ kWh/rok.}$

Ekonomické vyhodnocení, prostá návratnost $PN = IN/RÚ = 7,8 \text{ let.}$

Na základě technicky ekonomické analýzy doporučuji instalaci solární soustavy.

Návrh solárních kolektorů pro přípravu teplé vody

Program pro bilancování solárních soustav pro potřeby programu Zelená úsporám

Typ budovy	Typ spotřeby	$V_{tr, den, os}$ [l/os.den]
Obytné budovy	Nizký standard	10 - 20
	Střední standard	20 - 40
	Vysoký standard	40 - 80

Akce	
Rodinný dům	☒
Bytový dům	☐
Počet osob na byt nebo rodinný dům	5 jednotek
Spotřeba na jednotku:	40 l/os.den
Je snižena spotřeba tepla v letních měsících	NE

Příprava teplé vody a vytápění	
Denní spotřeba teplé vody V	260 l/den
Studená voda t_{wt}	15 °C
Teplá voda t_{wt2}	60 °C
Strážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p	0,1
Přirážka na tep. ztráty při přípravě teplé vody z	0,3
Příprava teplé vody, od 10 do 50 m ²	
Centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací	

Vytápění objektu	
Tepelná ztráta domu Q_z	0 kW
Vnitřní výpočtová teplota t_{iv}	20 °C
Venkovní výpočtová teplota t_{ev}	-15 °C
Energetická náročnost budovy (vytápění)	běžný standard, vyhláškou požadované tepelné vlastnosti konstrukcí
Střední vnitřní teplota v daném měsíci t_p	20 °C
Přirážka na tepelné ztráty otopné soustavy v	5 %

Parametry solárních kolektorů	
Optická účinnost η_0	0,778 -
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	4,207 W/m ² .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,024 W/m ² .K ²
Počet kolektorů	3
Plocha absorberu solárního kolektoru A_{kr}	2,26 m ²
Celková plocha absorberu kolektorů	6,78
Průměrná teplota v solárních kolektorech t_m	35 °C
Sklon kolektoru	30 °
Azimut kolektoru (jih = 0°)	15 °
Příprava teplé vody, pokrytí do 70 %	

Vyhodnocení	
Měrný energetický zisk ze solární soustavy - 100% využití	568 kWh/m ² .rok
Celkový energetický zisk ze solární soustavy - 100% využití	3851 kWh/rok
Měrný energetický zisk ze solární soustavy - reálné využití	549 kWh/m ² .rok
Celkový energetický zisk ze solární soustavy - reálné využití	3725 kWh/rok
Solární pokrytí (podíl solární soustavy)	58 %
Úspora tepla pro přípravu teplé vody	3725 kWh/rok
Úspora tepla na vytápění	0 kWh/rok

Hodnota pro splnění podmínek programu C.3, řádek 47 krycího listu pro oblast C3	
Hodnota pro splnění podmínek programu C.3	
Řádek 59 krycího listu pro oblast C.3	
Řádek 60 krycího listu pro oblast C.3	
Řádek 61 krycího listu pro oblast C.3.2	

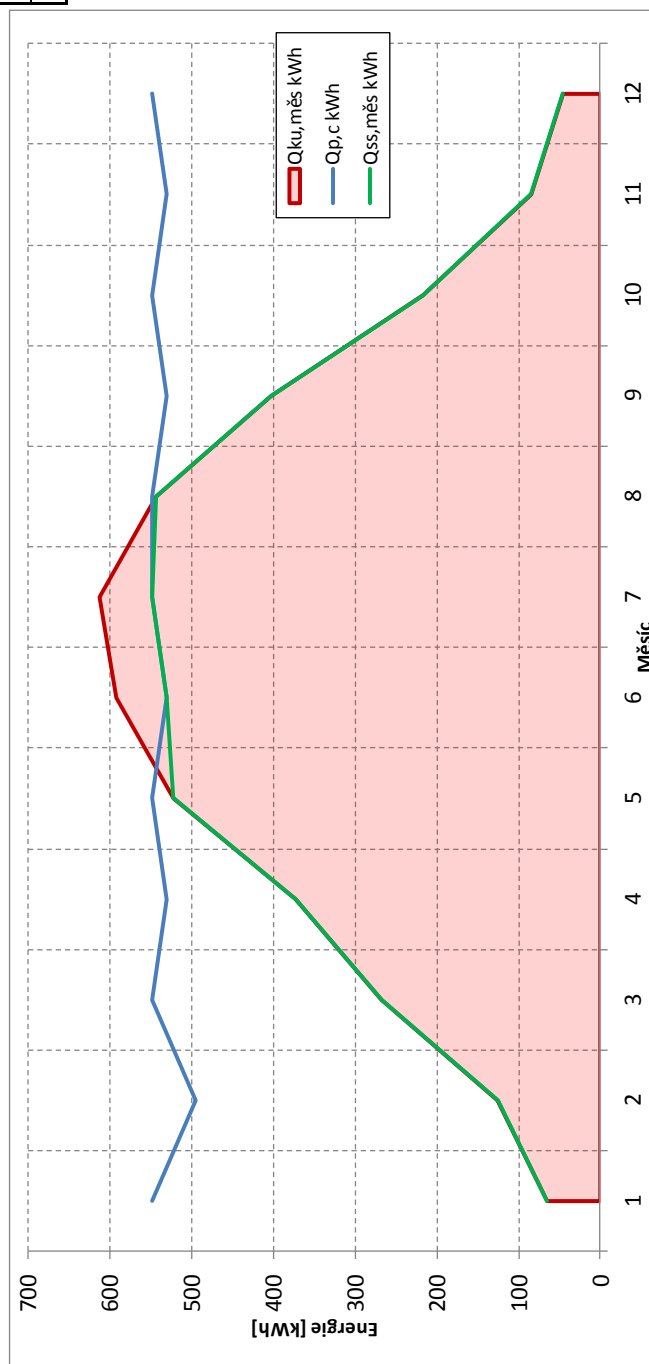
Využití obnovitelných zdrojů energie v systémech TZB rodinného domu

měsíc	n	t _{ep} °C	t _{es} °C	G _{T,m} W/m2	η _k	H _{T,den} kWh/m ² .den	H _{T,měs} kWh/m ² .měs	Q _{ku,měs} kWh	Q _{p,TV} kWh	Q _{p,VYT} kWh	Q _{p,c} kWh	Q _{ss,měs} kWh	Q _{ss,přebytky} kWh
1	31	-1,5	2,2	418	0,39	0,99	30,6	65	548	0	548	65	0
2	28	0	3,4	489	0,46	1,79	50,1	126	495	0	495	126	0
3	31	3,2	6,5	535	0,52	3,04	94,2	268	548	0	548	268	0
4	30	8,8	12,1	527	0,57	3,96	118,8	373	531	0	531	373	0
5	31	13,6	16,6	521	0,61	5,00	154,9	522	548	0	548	522	0
6	30	17,3	20,6	517	0,65	5,52	165,6	592	531	0	531	531	61
7	31	19,2	22,5	512	0,67	5,39	167,0	613	548	0	548	548	64
8	31	18,6	22,6	515	0,67	4,77	147,7	543	548	0	548	543	0
9	30	14,9	19,4	516	0,64	3,82	114,6	402	531	0	531	402	0
10	31	9,4	13,8	488	0,57	2,22	68,9	217	548	0	548	217	0
11	30	3,2	7,3	427	0,46	1,11	33,3	85	531	0	531	85	0
12	31	-0,2	3,5	387	0,37	0,72	22,2	46	548	0	548	46	0
							1168	3851	6457	0	6457	3725	126

Q _{ss,TV} kWh	Q _{ss,TV} kWh
65	0
126	0
268	0
373	0
522	0
531	0
548	0
543	0
402	0
217	0
85	0
46	0
3725	0

Vypočtený roční solární zisk - nejde o využitelnou energii !!!	3851 kWh/rok
Vypočtený měrný roční solární zisk - nejde o využitelnou energii !!!	568 kWh/m ² .rok

Hodnoty vypočtené z využitelné energie	549 kWh/m ² .rok
q _{ss,u}	58 %
f	
Q _{ss,u}	3725 kWh/rok



PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY						
RD			Hodnocení budovy			
Struhařov u Mnichovic			stávající stav	po realizaci doporučení		
Celková podlahová plocha: 818 m ²						
VELMI ÚSPORNÁ 0 A 50 51 B 97 98 C 142 143 D 191 192 E 240 241 F 286 >286 G MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ <td>kWh/m²</td> <td>třída EN</td> <td>kWh/m²</td> <td>třída EN</td>			kWh/m ²	třída EN	kWh/m ²	třída EN
			22,0	A	20,8	A
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			22,0	20,77		
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			64,8	61,14		
Podíl dodané energie připadající na:						
Vytápění	Chlazení	Mechanické větrání	Teplá voda	Osvětlení a el. spotřebiče	Celkem	
30,0%	0,0%	7,4%	29,0%	33,5%	100%	
Doba platnosti průkazu		16. duben 2022				
Průkaz vypracoval		Letochová Jana				
		Osvědčení č.:				
Průkaz energetické náročnosti budovy je zpracován pomocí výpočetního nástroje NKN verze 2.066						
Průkaz ENB splňuje požadavky §6a zákona č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky č. 148/2007 Sb.						

C) PROJEKT

13. Technická zpráva

1. Obecné informace

Projektová dokumentace řeší systém vytápění novostavby dvoupatrového zděného rodinného domu včetně návrhu zdroje tepla. Objekt se nachází v obci Struhařov u Mnichovic, v krajině bez intenzivních větrů. Budova je nechráněná, stojící osaměle. Projekt je vytvořen tak, aby v jednotlivých místnostech bylo snadno a rychle dosaženo teplot vytvářející tepelnou pohodu.

Výpočet tepelných ztrát byl proveden dle ČSN EN 12831 – Tepelné soustavy v budovách. Pro výpočtovou venkovní teplotu $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a na základě součinitele prostupu tepla u jednotlivých konstrukcí byla celková tepelná ztráta stanovena na 35,5 kW.

Při výpočtu energetického štítku obálky budovy byl objekt zařazen do třídy „A“ klasifikované jako velmi úsporná. Po výpočtu energetického průkazu a se zahrnutím veškerých energetických potřeb se objekt nachází také ve třídě A klasifikované jako velmi úsporná.

2. Zdroj tepla

Hlavním zdrojem tepla pro vytápění bude tepelné čerpadlo Buderus Logatherm WPS 22 o topném výkonu 25 kW doplněné o paralelně bivalentní zdroj umístěným v akumulární nádrži. Bivalentním zdrojem bude elektrická energie o výkonu 2x6 kW.

Akumulační nádrže Regulus řady DUO-E 1500/300 jsou určeny pro akumulaci a následnou distribuci tepelné energie otopné vody s vnořeným zásobníkem teplé vody a ocelovým topným hadem z tepelných čerpadel. Akumulační nádrž je připojena do uzavřeného topného okruhu.

Regulace tepelného čerpadla bude zajišťovat regulační přístroj Logamatic HMC 10 s externími teplotními čidly: FR1 – čidlo prostorové teploty a FA – čidlo venkovní teploty.

Regulaci topných okruhů bude řídit externí ekvitermní regulace Viessmann Vitotronic 200. Regulace na základě ekvitermní křivky bude zajišťovat topnou vodu pro topné okruhy podlahového topení a okruhu topných těles. K ekvitermnímu regulátoru je nutné přivést hodnoty od ekvitermního čidla na severovýchodní straně fasády min 2,5 m nad terénem a min 1,0 m od okolních otvorů. V závislosti na venkovní teplotě bude ekvitermní regulace zajišťovat regulaci otopného systému.

Přívod studené vody z řádu bude napojen na vstup studené vody do ohřívače. Na vstupu SV bude instalován kulový uzávěr, zpětná klapka a pojistný ventil. Na výstupu bude osazen opět kulový uzávěr.

Topný systém bude doplněn o expanzní nádobu Reflex N 50/6 umístěnou v místnosti TZB. Expanzní potrubí bude napojeno na vratné potrubí do pojistného úseku mezi vývod vratné vody a uzávěr. Na expanzní potrubí bude nainstalován pojistný ventil IVAR.PV KD25.

Ze zdroje tepla bude potrubí otopné vody vedeno do kombinovaného rozdělovače a sběrače ELT RS UNI 4 MODUL 100. Zde se bude potrubí rozdělovat do jednotlivých větví. Z kombinovaného rozdělovače a sběrače povedou celkem čtyři větve (viz. projektová dokumentace). Na každé z větví bude kulový kohout, vypouštěcí ventil, směšovací ventil KOMEXTHERM MIX AP DN 32 nebo DN 40 (dle projektu) pro nastavení teploty a teploměr a tlakoměr. Směšovací ventil zajistí míchání studené a teplé vody na požadovanou teplotu a zároveň chrání rozvod před tepelnou zátěží.

3. Systém vytápění objektu

Systém vytápění budovy je rozdělen do čtyř větví. Tři větve tvoří podlahové vytápění, vedené postupně do čtyř kombinovaných rozdělovačů a sběračů o teplotním spádu 40/30 jako směřovaný topný okruh. Čtvrtá větev zahrnuje otopná tělesa o teplotním spádu 50/40 jako nesměřovaný topný okruh.

Oběh topné vody v každé z větví bude poháněn oběhovým čerpadlem GRUNDFOS ALPHA2 32-60. Na dvou větvích podlahového vytápění bude umístěn pro plynulou regulaci trojcestný směšovací ventil KOMEXTHERM MIX AP DN 32 a na jedné větvi, směřující do druhého patra, bude směšovací ventil KOMEXTHERM MIX AP DN 40. Ventil bude umístěn vždy za rozdělovačem. Dále zde bude umístěn manometr, teploměr, vypouštěcí a uzavírací armatura.

Hlavním druhem vytápění bude podlahové případně doplněné o desková otopná tělesa. Podlahové vytápění bude vedeno pomocí otopných hadů ze zesíťovaného polyethylenu PE-Xa v podlaze.

Rozvody pro otopná tělesa budou provedeny dvoutrubným systémem z měděného potrubí spojované pájkou nebo lisovanými spoji. Tyto rozvody povedou k jednotlivým otopným tělesům v podlaze nebo ve stěně. Na nejvyšších místech rozvodu budou instalovány odvzdušňovací ventily. Na nejnižších místech budou umístěny kulové vypouštěcí kohouty DN 15. Rozvody v čerpadlovém okruhu budou z měděných trubek.

V místnostech 1.10, 1.12, 1.19, 1.21, 1.23, 1.24, 2.06, 2.09, 2.12, 2.14, 2.15 není navrženo žádné vytápění, z důvodu malých nebo žádných tepelných ztrát.

3.1. Podlahové vytápění

Podlahové vytápění je navrženo v prvním i ve druhém nadzemním podlaží a rozvedeno pomocí rozdělovačů-sběračů o teplotním spádu 40/30. Na R+S 1, umístěný v místnosti 1.11 Chodba 01, je napojeno celkem 9 okruhů. Na R+S 2, umístěný v místnosti 1.15 SPA, je napojeno 8 okruhů. Ve druhém podlaží jsou umístěny dva rozdělovače-sběrače. Rozdělovače-sběrače jsou mezi sebou hydraulicky vyváženy přípojovací sadou s regulačními ventily. Na R+S 3, umístěný v chodbě galerie 2.01, je napojeno 8 okruhů. Na R+S 4, umístěný v místnosti 2.02 Pracovna 02, je napojeno 6 okruhů.

Jednotlivé topné smyčky podlahového vytápění budou vedeny v systémové desce typu Rehau Varionova. Smyčky budou vedeny z potrubí REHAU Rautherm S (PE-Xa) Ø17x2 mm. Potrubí má teplotní odolnost do 90 °C.

3.2. Otopná tělesa

Otopnou plochu budou tvořit otopná tělesa Korado Radik ventil kompakt (s vestavenou přípojovací ventilovou garniturou) o teplotním spádu 50/40. Součástí otopných těles jsou odvzdušňovací ventily. Tělesa budou připojena přes garnituru ze spod, z pravé či levé strany. Potrubí k otopným tělesům nejdříve vstoupí do zdi, pak do tělesa. Celkový počet těles je v prvním nadzemním podlaží 16 ks a ve druhém nadzemním podlaží 7 ks.

Pro zajištění hydraulického vyvážení systému musí být předregulace na ventilových armaturách provedena přesně podle projektové dokumentace

3.3. Izolace potrubí

Veškeré potrubí vedené ve stěně a v podlaze musí být izolováno (mimo expanzního potrubí). Použito je potrubní pouzdro řezané z minerální vlny pro tepelnou a zvukovou izolaci Rockwool Flexorock nebo Rockwool Pipo ALS o tloušťce určené dle dimenze potrubí (viz. projektová dokumentace). Typ Pipo ALS je kaširovaný hliníkovou fólií se skleněnou mřížkou.

Průměr potrubí Dxt (mm)	Tloušťka izolace (mm)
ROCKWOOL - FLEXOROCK	
12x1	25
15x1	30
18x1	25
22x1	30
28x1,5	50
35x1,5	50
54x2	40
ROCKWOOL - PIPO/PIPO ALS	
35x1,5	80
42x1,5	80

3.4. Zabezpečovací zařízení

Zabezpečovací zařízení musí otopnou soustavu chránit proti překročení nejvyšší pracovní teploty, dále proti překročení nejvyššího pracovního přetlaku nebo podtlaku. Všechny pojistné ventily budou mít otevírací přetlak 300 kPa.

Otopná soustava je dále vybavena expanzní nádobou Reflex N 50/6 o objemu 50 l. Expanzní nádoba vyrovnává změny objemu otopné vody při jejím ohřátí a automaticky doplňuje vodu do otopné soustavy, při drobných netěsnostech soustavy. Expanzní potrubí DN 18 bude vedeno na vratném potrubí a bude vybaveno manometrem a uzavírací armaturou.

4. Požadavky na ostatní profese

4.1. Zdravotechnika

- Přívod studené vody do akumulární nádrže a pro doplnění do systému
- Návrh cirkulace pitné vody
- Odvod odkapu z pojistného ventilu do kanalizace

4.2. Vzduchotechnika

- Návrh vzduchotechnické jednotky a zajištění výměny vzduchu v bazénové hale s možností rekuperace a odvlhčení vzduchu
- Návrh podtlakového odvodního ventilátoru v kuchyni a hygienických zařízeních

4.3. MaR

- Osazení a zapojení řídicí jednotky
- Osazení a zapojení prostorových termostatů a venkovního čidla
- Zapojení čidel teploty a tlaku
- Zapojení směšovacích ventilů

5. Zkoušky a uvedení do provozu

Dle normy ČSN 06 0310 musí být každé smontované zařízení před uvedením do provozu propláchnuto a následně vyzkoušeno. Propláchnutí se především provádí u zařízení, u kterých by shromážděné nečistoty mohly vést k jejich poškození. Dále se provádí při 24hodinovém provozu oběhových čerpadel. Před uvedením do provozu se musí provést nastavení seřizovacích armatur a armatur na otopných tělesech a naplnit zařízení vodou. O provedení zkoušek se provádí zápis.

Zdroj tepla, akumulární nádrž zkouší výrobce a podmínky zkoušky uvádí v průvodní dokumentaci výrobku. Jako zkouška ústředního vytápění se provádí zkouška těsnosti (tlaková) a zkouška provozní (dilatační a topná).

Zkoušky těsnosti se provádějí před zazděním drážek, provedením nátěrů a izolací. Soustava se naplní vodou, odvzdušní a po následujících šesti hodinách se kontroluje, zda nedošlo k úniku topné látky, nebo zda nedošlo k poklesu hladiny v expanzní nádobě. Pokud by se objevily netěsnosti, musí se odstranit a poté se zkouška opakuje. Dále se po skončení montáže ústředního vytápění v celém objektu provádí tlaková zkouška těsnosti, při které se odzkoušejí všechny v předcházejících zkouškách neodzkoušené části zařízení. Zkušební přetlak se volí pro ocelové potrubí 0,9 MPa. Voda ke zkoušce těsnosti nesmí být teplejší než 50 °C.

Při dilatační zkoušce se teplotonosná látka ohřeje na nejvyšší pracovní teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Poté se tento postup opakuje. Zjistí-li se po podrobné prohlídce závady, je nutno zkoušku po provedení opravy opakovat. Tuto zkoušku je možno provést v každém ročním období.

Mezi provedením mazaniny a topnou zkouškou podlahového vytápění musí uplynout minimální časový interval 21 dnů (nebo podle údajů výrobce). Topné zkoušky se provádějí za účelem zjištění správné funkce, nastavení a seřízení zařízení. U soustav do 100 kW se smí topná zkouška provádět i mimo otopnou sezónu. Má trvat nejméně 24 hodin.

6. Bezpečnost práce

Při práci je nutné dodržovat veškeré bezpečnostní předpisy a normy. Jde především o nařízení vlády č. 591/2008 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a dále je to nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Práce musí být provedena dle ČSN 06 0310 ÚT – projektování a montáž a všech souvisejících norem a předpisů. Práce smí provádět pouze firma nebo organizace, která má veškerá platná oprávnění k provádění těchto činností.

Závěr

Výsledkem této bakalářské práce je návrh ústředního vytápění rodinného domu s využitím obnovitelného zdroje energie v podobě tepelného čerpadla.

Projekt byl rozdělen do tří částí:

- A) Textová část je zaměřena na druhy obnovitelných zdrojů energií v rodinných domech. Zmíněny jsou jejich výhody i nevýhody a jejich využití.
- B) Výpočtová část se zabývá výpočty potřebných hodnot a následný návrh zařízení, která zajišťují vytápění objektu. Mezi ně patří např. otopná tělesa, podlahové vytápění, rozvody potrubí, zdroj tepla, způsob přípravy teplé vody, zabezpečovací zařízení ad.
- C) Projekt obsahuje technickou zprávu a výkresy, které určují rozmístění zařízení a vedení potrubí. Tyto výkresy zahrnují půdorysy objektu, rozvinutá svislá schémata, půdorys a schéma zapojení zdroje tepla v místnosti TZB a situaci k rozmístění vrtů.

Projekt byl řešen dle platných norem, zákonů a vyhlášek s ohledem na životní prostředí.

Seznam použitých zdrojů

Zákony, vyhlášky, předpisy, normy:

- [1] Zákon č.17/1992 Sb. Zákon o životním prostředí
- [2] ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování
- [3] ČSN EN 1264-3 Podlahové vytápění – Soustavy a komponenty - Projektování
- [4] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov
- [5] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov
- [6] Vyhláška č. 193/2007 Vyhláška, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- [7] ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách
- [8] ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

Literatura

- [9] Počinková Marcela: Podlahové a stěnové vytápění, stropní chlazení: Computer Press, Brno 2009
- [10] Počinková Marcela, Treuová Lea: Vytápění, ERA, Šlapanice 2002
- [11] Kolektiv autorů: Topenářská příručka 3 – návody na projektování tepelných zařízení, Agentura ČSTZ, Praha 2007
- [12] Bašta Jiří: Velkoplošné sálavé vytápění, Grada 2010
- [13] Vrána Jakub a kolektiv: Technická zařízení v praxi, Grada 2007

Www stránky

- [14] <http://www.nazeleno.cz/nazelenoplus/komentare-1/5-iluzi-o-obnovitelných-zdrojích-komentar.aspx>
- [15] <http://nejedly.blog.idnes.cz/c/57078/Pet-iluzi-o-obnovitelných-zdrojích-energie-III.html>
- [16] http://www.zelenalouka.org/dokumenty/Rozbor_a_doporuceni_Strany_Zelených.htm
- [17] <http://www.ekobydleni.eu/domy/solarni-panely-snizuji-teplotu-budovy>
- [18] <http://www.nazeleno.cz/vetrna-energie.dic>
- [19] <http://www.nazeleno.cz/energie/biomasa-v-ceske-republice-kolik-vyrobime-elektriny.aspx>
- [20] <http://www.energetickyporadce.cz/teplo-voda-vzduch/vytapeni/zakladni-informace.html>
- [21] <http://www.energetickyporadce.cz/tepelne-ztraty/tepelne-mosty.html>

Obrázky

- [22] http://cs.wikipedia.org/wiki/Slune%C4%8Dn%C3%AD_energie#Extern.C3.AD_odkazy
- [23] <http://eshop.kesa.cz/solarni-trubicove-kolektory/solarni-vakuovy-trubicovy-kolektor-15-trubic>
- [24] http://www.icmvolyne.cz/eshop/index.php?main_page=product_info&cPath=64&products_id=557
- [25] <http://www.solarenavi.cz/slunecni-kolektory/slunecni-energie/>
- [26] <http://www.ufa.cas.cz/vetrna-energie/>
- [27] <http://www.nazeleno.cz/energie/mala-vetrna-elektrarna-v-praxi-kolik-vydela.aspx>
- [28] <http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/domaci-vetrna-elektrarna-instalace-prehled-modelu.aspx>

- [29] <http://www.nazeleno.cz/vytapeni/drevena-ekopaliva-pelety-a-brikety-misto-uhli-a-plynu.aspx>
- [30] <http://www.ekobrikety.cz/drevene-brikety.html>
- [31] <http://tapety.apofis.cz/priroda/balik-slamy/>
- [32] http://www.kaplan.cz/ukazky_zemni-kolektor-ohrev-TUV-vytapeni-bazenu.php
- [33] http://cs.wikipedia.org/wiki/Tepeln%C3%A9_%C4%8Derpadlo
- [34] <http://www.kea-olomouc.cz/index.php?ca=zdroje&ar=02>
- [35] <http://www.ekobydleni.eu/domy/krbova-kamna-ekologicky-a-levny-zpusob-vytapeni-domu>
- [36] <http://www.kkh.cz/systemy-podlahoveho-a-stenoveho-vytapeni--rozvody-k-radiatorum/>
- [37] <http://www.univenta.cz/produkty/podlahove-vytapeni/>
- [38] <http://www.univenta.cz/produkty/stenove-vytapeni/>
- [39] <http://www.sunnyhouse.cz/>
- [40] <http://www.termo-kamery.cz/>
- [41] <http://www.energetickyporadce.cz/tepelne-ztraty/energeticka-narocnost-budov.html>

Seznam příloh

- Příloha č. 1.: Tepelné ztráty místností RD
- Příloha č. 2.: Součinitel prostupu tepla konstrukcí
- Příloha č. 3.: Podlahové vytápění
- Příloha č. 4.: Otopná tělesa
- Příloha č. 5.: Akumulační nádrž
- Příloha č. 6.: Tepelné čerpadlo
- Příloha č. 7.: Expanzní nádoba
- Příloha č. 8.: Pojistný ventil
- Příloha č. 9.: Kombinovaný rozdělovač a sběrač

Seznam výkresů

- Výkres č. 1.: Půdorys 1.NP, 2.NP
- Výkres č. 2.: Legenda skladeb
- Výkres č. 3.: Rozvod vytápění 1.NP
- Výkres č. 4.: Rozvod vytápění 2.NP
- Výkres č. 5.: Dimenzační schéma
- Výkres č. 6.: Schéma otopných těles
- Výkres č. 7.: Schéma podlahového vytápění
- Výkres č. 8.: Schéma zapojení rozdělovače
- Výkres č. 9.: Detail podlahového vytápění
- Výkres č. 10.: Půdorys -1.12- TZB
- Výkres č. 11.: Schéma zapojení
- Výkres č. 12.: Situace