

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# TEPELNÉ ČERPADLO VZDUCH-VODA V OTOPNÉ SOUSTAVĚ

HEAT PUMP AIR-WATER IN HEATING SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Zdeněk Vejmelka

Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2013



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Zdeněk Vejmelka
<b>Název</b>	Tepelné čerpadlo vzduch-voda v otopné soustavě
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	Ing. Petr Horák, Ph.D.
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2012
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	24. 5. 2013
V Brně dne 30. 11. 2012	

.....  
doc. Ing. Jiří Hirš, 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:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) 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, volba zdroje tepla,
    - ♣ výpočet tepelného výkonu,
    - ♣ energetický štítek obálky budovy,
    - ♣ návrh otopných ploch,
    - ♣ návrh zdroje tepla,
    - ♣ návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
    - ♣ dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
    - ♣ návrh zabezpečovacího zařízení,
    - ♣ návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
    - ♣ roční potřeba tepla a paliva
  - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy – výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, prohlášení o shodě, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

## **Předepsané přílohy**

.....

Ing. Petr Horák, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Bibliografická citace VŠKP**

VEJMELKA, Zdeněk. *Tepelné čerpadlo vzduch-voda v otopné soustavě*. Brno, 2013. XX s., YY s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Horák, Ph.D..

### **Abstrakt**

Cílem práce je navrhnout systém vytápění v rodinném domě za použití tepelného čerpadla vzduch/voda. Objekt je třípatrový, dvě patra jsou nadzemní a jedno podzemní. Vytápění je řešeno deskovými otopnými tělesy. Řešený je i ohřev TV.

### **Klíčová slova**

Tepelné čerpadlo vzduch/voda, otopná tělesa, roční potřeba tepla, ohřev TV

### **Abstract**

The goal is to design a heating system in a family house using a heat pump air / water. The building has three floors, two floors are above ground and one is underground. Heating is solved plate radiators. The work deals also with the heating hot water.

### **Keywords**

Heat pump air / water, heaters, annual heat, hot water heating

# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

## **Prohlášení:**

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

V Brně dne 7.5.2013

.....  
podpis autora  
Zdeněk Vejmelka

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 7.5.2013

.....  
podpis autora  
Zdeněk Vejmelka

Poděkování:

Tímto způsobem bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Petru Horákovi Ph.D. za odborné vedení a rady při konzultacích po celou dobu mé práce.

V Brně dne: .....

.....  
Zdeněk Vejmelka

## Obsah

ÚVOD:.....	- 12 -
1. Obnovitelné zdroje energie (OZE).....	- 14 -
1.1. Definice OZE .....	- 14 -
1.2. Historie OZE .....	- 14 -
1.3. Potenciál OZE .....	- 14 -
1.4. Druhy OZE.....	- 16 -
1.4.1. Vodní elektrárny, geotermální energie:.....	- 16 -
1.4.2. Energie z biomasy:.....	- 17 -
1.4.3. Větrná energie:.....	- 17 -
1.4.4. Sluneční energie:.....	- 18 -
1.4.5. Energie přílivu a příboje oceánů: .....	- 19 -
2. Tepelná čerpadla (TČ).....	- 20 -
2.1. Princip TČ .....	- 20 -
2.2. Technický princip TČ .....	- 21 -
2.3. Rozdělení TČ .....	- 21 -
2.3.1. Zdroje tepla .....	- 21 -
2.4. Tepelný výkon čerpadla, COP .....	- 24 -
2.4.1. Charakteristika tepelného výkonu a COP: .....	- 24 -
2.4.2. Faktory ovlivňující COP: .....	- 25 -
2.4.3. Správný výkon TČ: .....	- 25 -
2.4.4. Bod bivalence:.....	- 25 -
2.4.5. Provozní způsoby TČ:.....	- 25 -
2.5. TČ na českém trhu .....	- 26 -
2.6. Ekonomika TČ .....	- 29 -
2.7. Příklad využití TČ na bytový dům.....	- 29 -
Použité zdroje:.....	- 31 -
3. Analýza objektu .....	- 33 -
4. Výpočet součinitele prostupu tepla .....	- 34 -



5.	Tepelné ztráty prostupem.....	- 36 -
5.1.	Tepelné ztráty souhr.....	- 36 -
5.2.	Tepelné ztráty podrobně.....	- 37 -
6.	Energetický štítek obálky budovy .....	- 63 -
7.	Návrh otopných těles.....	- 67 -
7.1.	Návrh otopných těles v programu KORADO .....	- 67 -
7.2.	Návrh podlahového konvektoru .....	- 69 -
8.	Výpočet potřeby TV.....	- 70 -
9.	Návrh zdroje tepla.....	- 71 -
9.1.	Návrh zdroje tepla:.....	- 71 -
9.2.	Bod bivalence.....	- 72 -
10.	Dimenzování otopné soustavy .....	- 73 -
11.	Návrh čerpadel .....	- 75 -
12.	Návrh izolace potrubí.....	- 77 -
13.	Návrh pojistných zařízení a zařízení kotelny .....	- 80 -
13.1.	Návrh pojistného ventilu .....	- 81 -
13.2.	Návrh expanzní nádoby.....	- 81 -
13.3.	Regulace dle venkovní teploty .....	- 81 -
13.4.	Odvod kondenzátu .....	- 81 -
13.5.	Dopouštění vody .....	- 81 -
13.6.	Akumulační nádoba .....	- 82 -
14.	Potřeba tepla.....	- 83 -
14.1.	Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody .....	- 83 -
14.2.	Potřeba energií .....	- 83 -
15.	Úvod.....	- 87 -
15.1.	Umístění a popis objektu.....	- 87 -
15.2.	Popis provozu.....	- 87 -
16.	Podklady.....	- 87 -
16.1.	Seznam použitých předpisů, norem, vyhlášek, internetových zdrojů: .....	- 87 -

17.	Tepelná bilance .....	- 88 -
17.1.	Klimatické poměry .....	- 88 -
17.2.	Vnitřní teploty a potřeba tepla.....	- 88 -
17.3.	Teplonosná látka .....	- 88 -
18.	Zdroj tepla a zařízení kotelny .....	- 88 -
18.1.	Specifikace zdroje tepla .....	- 88 -
18.2.	Zařízení kotelny .....	- 88 -
19.	Otopná soustava .....	- 89 -
19.1.	Popis otopné soustavy .....	- 89 -
19.2.	Zařízení na straně otopné soustavy .....	- 89 -
19.3.	Plnění a vypouštění otopné soustavy .....	- 89 -
19.4.	Otopná tělesa.....	- 89 -
19.5.	Potrubí, izolace.....	- 89 -
19.6.	Regulace.....	- 89 -
19.7.	Ohřev teplé vody .....	- 89 -
20.	Ostatní profese .....	- 90 -
20.1.	Stavební práce .....	- 90 -
20.2.	Zdravotechnika.....	- 90 -
20.3.	Elektroinstalace .....	- 90 -
21.	Montáž a uvedení do provozu .....	- 90 -
21.1.	Zdroj.....	- 90 -
21.2.	Otopná soustava .....	- 90 -
21.3.	Topná a tlaková zkouška .....	- 90 -
21.4.	Obsluha a ovládání.....	- 91 -
22.	Ochrana zdraví a životního prostředí .....	- 91 -
22.1.	Vliv na životní prostředí.....	- 91 -
22.2.	Hospodaření s odpady .....	- 91 -
23.	Bezpečnost a požární ochrana .....	- 91 -
23.1.	Požární ochrana.....	- 91 -

23.2. Bezpečnost při a provozu realizaci díla.....	- 91 -
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ: .....	- 93 -
SEZNAM NOREM:.....	- 93 -
INTERNETOVÉ ZDROJE: .....	- 93 -
LITERATURA: .....	- 93 -
SOFTWARE: .....	- 93 -
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	- 94 -
SEZNAM VÝKRESŮ .....	- 95 -
SEZNAM PŘÍLOH .....	- 95 -

## ÚVOD:

Tato bakalářská práce se zabývá vytápěním rodinného domu pomocí tepelného čerpadla vzduch/voda. Tepelná čerpadla patří do alternativních zdrojů energie. Jejich provoz není zcela alternativní, do tepelného čerpadla musíme přivádět určitou část elektrické energie pro pohon některých komponentů. I tak je šetrnější pro životní prostředí než spalování fosilních paliv.

Tepelná čerpadla nejsou žádnou technickou novinkou na trhu. Základní princip byl objeven již v roce 1852 Williamem Thomsonem. První realizace se objevila v průmyslu až po roce 1927, kdy T. Haldane řešil tímto způsobem vytápění úřední budovy v Los Angeles. V Evropě přišla hlavní vlna v době ekonomické krize kolem roku 1981, kdy zde fungovalo 100 000 kusů tepelných čerpadel, v Japonsku tomu bylo až 500 000 kusů a v USA neuvěřitelné 3 milióny.

Tepelné čerpadlo odebírá teplo z okolního prostředí. Můžeme odebírat energii z okolního vzduchu, zemského povrchu nebo spodní vody. Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Výparník odebírá teplo venkovnímu prostředí (zemina, vzduch, voda) a předává pracovní látce (kapalné chladiva), nastává to i za nízkých teplot. Ohřátím chladiva dochází k jeho odpaření a následně kompresor páry stlačuje na vysoký tlak. Dále je přiváděno do kondenzátoru kde předává teplo do topné vody a kondenzuje (za vyšších teplot než vylo odebráno). Expanzní ventil seškrtí látku a dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu.

V bakalářské práci je řešen pouze typ vzduch/voda který má nižší účinnost než ostatní typy, ale není potřeba větších stavebních zákroků.

## A. TEORETICKÁ ČÁST

# **1. Obnovitelné zdroje energie (OZE)**

## **1.1. Definice OZE**

Obnovitelný zdroj je zdroj energie, který může lidstvo využívat po další tisíce až miliardy let a nehrozí jeho vyčerpání. Definice podle českého zákona o životním prostředí je: „Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka.“ Definice podle zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů): „Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.“

## **1.2. Historie OZE**

Teprve v posledních několika staletích se postupně prosazovaly zdroje, které dnes považujeme za konvenční: uhlí, ropa, a naposledy uran. Vezmeme-li v úvahu, že písemná historie lidstva sahá 6000 let do minulosti, je toto poslední období zanedbatelné a je příliš brzy soudit, jestli je ziskem nebo ztrátou. Z tohoto pohledu je celkem lhostejné, jestli konvenční zdroje dojdou za 20, 50, 100 nebo třeba 1000 let. Může samozřejmě mnohem dříve nastat konec světa z vnějších příčin nebo se lidstvo může zlikvidovat v globální válce, pokud však má civilizace pokračovat, nastane s vysokou pravděpodobností situace, že obnovitelné zdroje budou opět dominovat. Z hlediska bezpečnosti dodávek energie je významné, že OZE jsou vesměs dostupné v místě použití. Pokud bude pokračovat současný trend růstu cen konvenčních energií a poklesu cen OZE, pak ani nemusíme řešit otázku životnosti zásob konvenčních energií, obnovitelné zdroje se prosadí ekonomickou cestou. Záměrem podpory výkupu elektřiny z OZE je urychlit pokles výrobních cen tak, aby se OZE prosadily rychleji. [1]

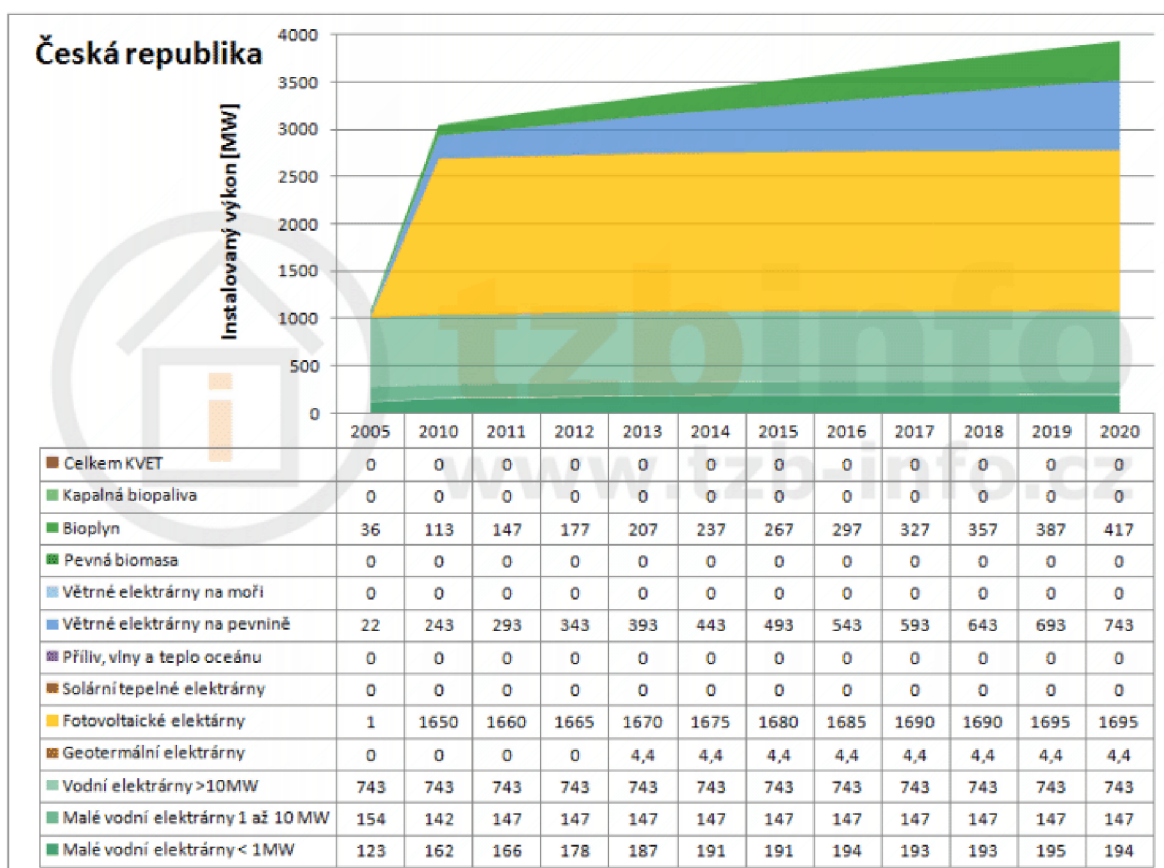
## **1.3. Potenciál OZE**

Potenciál obnovitelných zdrojů je samozřejmě omezen. Například pokud bychom veškerou ornou půdu, lesy a další zemědělskou půdu využili pro energetické účely, mohli bychom získat až 700 PJ, což je více než polovina celkové energetické spotřeby. Ve skutečnosti samozřejmě potřebujeme půdu pro pěstování potravin a krmiv (což je také energie, která se ale v energetických statistikách neobjevuje). Podobně nelze spálit všechno dřevo, které lesy poskytují; stavební, nábytkářský a papírenský průmysl by neměl z čeho vyrábět. V krajině existují i další zájmy vyjádřené například ochranou území formou národních parků a CHKO a nepominutelná je také

ochrana biodiverzity. Reálný potenciál biomasy je tedy odhadován na 276 PJ, tedy asi 40 % teoretického potenciálu.

Podobně je omezen potenciál využití větrné, vodní nebo geotermální energie. Zde je třeba najít lokalitu, kde jsou vhodné přírodní podmínky (například dostatečná rychlost větru), a kde současně stavbě nebrání jiné zájmy, třeba nesouhlas místních obyvatel. Všude pak hraje důležitou roli i ekonomika: kdo postaví větrnou elektrárnu tam, kde nefouká vítr, brzy zkrachuje.

Pouze sluneční energie má téměř neomezený potenciál. Jejím většímu využití brání zatím jen konkurence levné energie z konvenčních zdrojů. I když slunce svítí zadarmo a dokonce nezdaněně, získaná energie zadarmo není. Solární systém nebo elektrárna mají omezenou životnost a náklady na jejich pořízení se promítají do energie, kterou za svůj život dodají. Zatím platí, že ceny konvenčních paliv a energií rostou, zatímco cena solárních zařízení klesá. Například v roce 2000 zaplatil spotřebitel za elektřinu ze zásuvky necelé 2 Kč/kWh, zatímco v roce 2009 to je už okolo 4,50 Kč/kWh. Naproti tomu elektřina z fotovoltaického systému vyšla v roce 2000 zhruba na 17 Kč/kWh, v současnosti je to i méně než 10 Kč/kWh. Pokud budou tyto trendy pokračovat, lze čekat další výrazný rozvoj obnovitelných zdrojů. V oblasti vytápění jsou dřevní štěpky i pelety už dávno levnější než zemní plyn, a úplně nejlevnějším palivem je polenové dřevo. [1]



obr. 1 Využití a předpověď využití OZE pro ČR [Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.]

## 1.4. Druhy OZE

### 1.4.1. Vodní elektrárny, geotermální energie:

- Energie vodního kola byla využívána už odedávna a má obrovské uplatnění i v dnešní době. Dříve se využívalo hlavně mechanické energie. Dnes je to hlavně přeměna na elektrickou energii jako doplňkové zdroje hlavních zdrojů.
- Druhy elektráren: - vodní mlýny (dříve hojně využívané), (obr. 2)
  - malé vodní elektrárny, (obr. 4)
  - velké vodní elektrárny, (obr. 2)
  - přečerpávací vodní elektrárny, (obr. 4)
- Geotermální energie využívá tepelnou energii z nitra Země. Staví se zejména ve vulkanicky aktivních oblastech. Podíl těchto elektráren je, v rámci Evropy je minimální.



obr. 2 Vodní mlýn



obr. 3 Velká vodní elektrárna



obr. 4 Malá vodní elektrárna

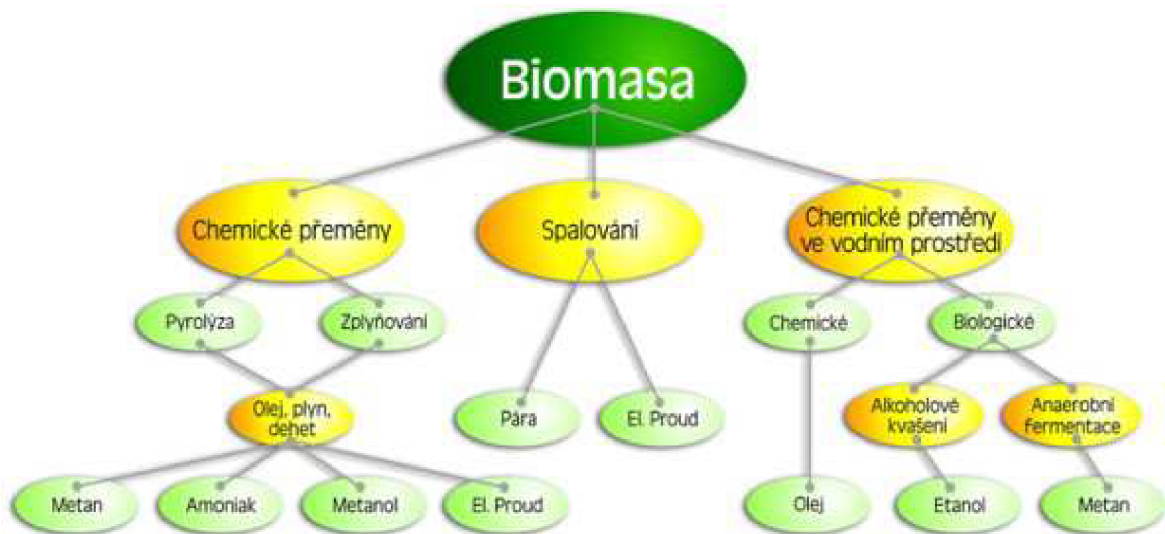


obr. 5 Přečerpávací elektrárna



### 1.4.2. Energie z biomasy:

- Biomasa je definována jako hmota organického původu. Nejčastěji jde o dřevo, dřevní odpad, sláma, zemědělské zbytky včetně exkrementů zemědělských zvířat. Rozlišujeme "suchou" (např. dřevo) a "mokrou" (např. tzv. kejda). Základní technologie zpracování se dělí na suché procesy (termochemická přeměna) jako je spalování, zplyňování a pyrolýza a procesy mokré (biochemická přeměna), které zahrnují anaerobní vyhnívání (metanové kvašení), lihové kvašení a výrobu biovodíku. Zvláštní podskupinu potom tvoří lisování olejů a jejich následná úprava, což je v podstatě mechanicko-chemická přeměna (např. výroba bionafty a přírodních maziv).[3]
- Nejčastěji se biomasa spaluje v klasických elektrárnách ve fluidních kotlích s cirkulací spalín. Často pro průmyslové aplikace a centrální zásobování teplem. Kotle pro rodinné domy pracují obvykle tak že se palivo nejdříve zplyňuje a teprve potom plyn spaluje. Tenhle systém umožňuje velmi dobrou regulaci.



obr. 6 Biomasa

### 1.4.3. Větrná energie:

- Působením aerodynamických sil na listy rotoru převádí větrná turbína energii větru na rotační energii mechanickou. Ta je dále prostřednictvím generátoru zdrojem elektrické energie.
- Druhy větrných elektráren: - dle velikosti:
  - mikroelektárny – do výkonu 1kW
  - malé elektrárny – výkon do 15kW
  - středně velké elektrárny – výkon do 100kW

- velké elektrárny – stovky kW až jednotky MW
- dle konstrukce:
  - vztlkové s vodorovnou osou otáčení, (obr. 7)
  - se svislou osou otáčení, (obr. 7)
  - typ Roswell, (obr. 9)



*obr. 7 Vztlkové s vodorovnou osou otáčení*



*obr. 8 Se svislou osou otáčení*



*obr. 9 Typ Roswell*

#### **1.4.4. Sluneční energie:**

- Rozdělení na teplo (fototermální přeměna) a na elektrickou energii (fotoelektrická přeměna)
- Fototermické solární systémy:
  - pasivní systémy – např.: solární stěna, skleník, okno
  - aktivní systémy – k přenosu tepla využíváme zařízení typu čerpadlo, ventilátor,...
  - rozdělení dle teplotního média, účelu, velikosti kolektorových ploch, provozních podmínek, typu oběhu, období provozu
- Elektrickou energii lze získat ze sluneční energie různými způsoby, přímo i nepřímo.

- Přímá přeměna využívá fotovoltaického jevu, při kterém se v určité látce působením světla (fotonů) uvolňují elektrony. Tento jev může nastat v některých polovodičích (např. v křemíku, germaniu, selenu, kadmia aj.). Fotovoltaický článek je tvořen nejčastěji tenkou destičkou z monokrystalu křemíku, použít lze i polykrystalický materiál. Destička je z jedné strany obohacena atomy trojmocného prvku (např. bóru), z druhé strany atomy pětimocného prvku (např. arzenu). Když na destičku dopadnou fotony, záporné elektrony se uvolňují a zbývají kladně nabitě "díry". Přiložíme-li na obě strany destičky elektrody a spojíme je vodičem, začne protékat elektrický proud. Jeden  $\text{cm}^2$  dává proud okolo 12 mW (miliwattů). Jeden metr čtvereční slunečních článků může dát v letní poledne až 150 W stejnosměrného proudu. Sluneční články se zapojují buď za sebou, abychom dosáhli potřebného napětí (na jednom článku je 0,5V), nebo vedle sebe tak, abychom získali větší proud. Spojením mnoha článků vedle sebe a za sebou vzniká sluneční panel.
- Nepřímá přeměna je založena na získání tepla pomocí slunečních sběračů. V ohnisku sběračů umístíme termočlánky, které mění teplo v elektřinu. Termoelektrická přeměna spočívá na tzv. Seebeckově jevu (v obvodu ze dvou různých drátů vzniká elektrický proud, pokud jejich spoje mají různou teplotu). Jednoduché zařízení ze dvou různých drátů spojených na koncích se nazývá termoelektrický článek. Jeho účinnost závisí na vlastnostech obou kovů, z nichž jsou dráty vyrobeny, a na rozdílu teplot mezi teplým a studeným spojem. Větší množství termoelektrických článků vhodně spojených se nazývá termoelektrický generátor.[3]



*obr. 10 Fototermický článek*



*obr. 11 Fotoelektrický článek*

#### **1.4.5. Energie přílivu a příboje oceánů:**

- Celá hmota světových moří a oceánů je v neustálém pohybu, a to nejen na povrchu, ale i ve značných hloubkách. Nejdůležitějším pohybem vodních částic na povrchu oceánů a moří je vlnění způsobené větrem, slapovým působením Měsíce a Slunce, vtokem velkých řek, posunem zemských desek v důsledku podmořských zemětřesení apod.

Odhaduje se, že energie, kterou vyvinou, vlny ve všech světových oceánech dosahuje, hodnoty 342 miliard MJ. V této souvislosti, bylo vypočteno, že každá vlna vzdušného moře při pobřeží Velké Británie má nepřetržitě po celý rok na jeden metr své délky výkon 50 až 80 kWh. [3]

- Druhy elektráren: - elektrárny pro využití mořského příboje, (obr. 12)  
- přílivové elektrárny, (obr. 12)



obr. 12 Přílivová elektrárna



obr. 13 Příbojová elektrárna

## 2. Tepelná čerpadla (TČ)

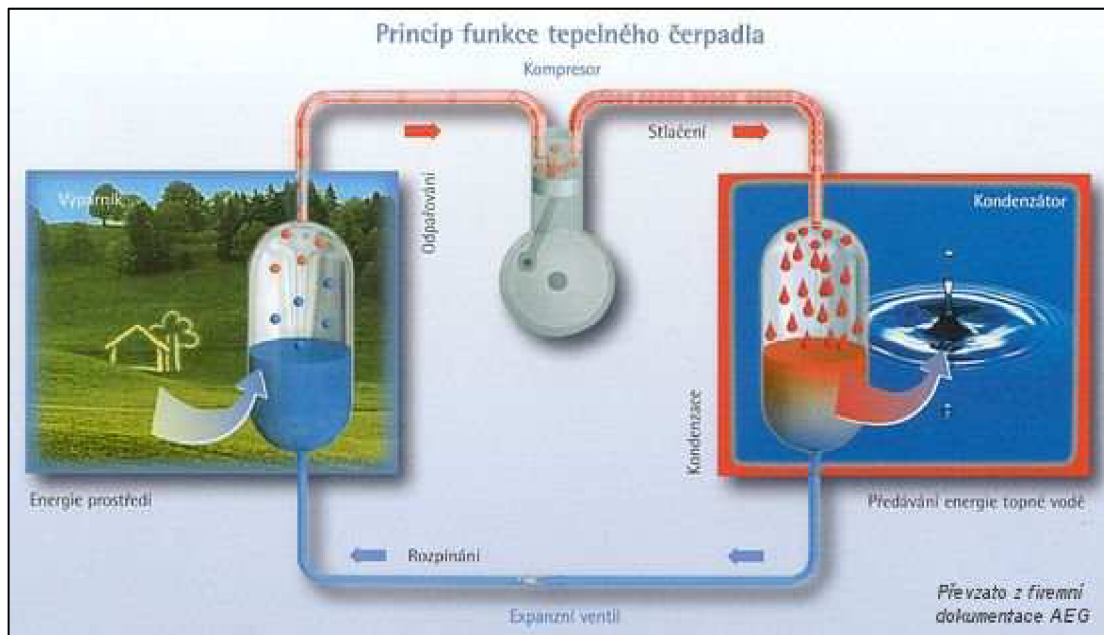
### 2.1. Princip TČ

Tepelná čerpadla se řadí mezi alternativní zdroje energie, protože umožňují odnímat teplo z okolního prostředí (vody, vzduchu nebo země), převádět ho na vyšší teplotní hladinu a následně účelně využít pro vytápění nebo přípravu teplé vody. Prakticky dochází k tomu, že látku (zemi, vodu nebo vzduch) ochladíme o několik málo stupňů, čímž odebereme teplo, a tuto energii využijeme při ohřevu jiné látky jako je voda v bazénu, teplá voda, či voda v topné soustavě, kterou ohřejeme také o několik málo °C, ale na úrovni pro nás přijatelné. Ochladíme tedy např. půdu na naší zahradě z 10°C na 5°C a tepelné čerpadlo zajistí ohřátí topné vody z 40°C na 45°C. Slunce společně s energií akumulovanou v okolní půdě potom zajistí dohřátí půdy na naší zahradě zpět na 10°C.

Pro přečerpání tepla na vyšší teplotní hladinu, tedy i pro provoz tepelného čerpadla, je třeba dodat určité množství energie. Prakticky to znamená, že tepelné čerpadlo spotřebovává pro pohon kompresoru elektrickou energii. Protože její množství není zanedbatelné, lze tepelné čerpadlo považovat za alternativní zdroj tepla pouze částečně. Zjednodušeně lze říci, že tepelné čerpadlo spotřebovává přibližně jednu třetinu svého výkonu ve formě elektrické energie. Zbývající dvě třetiny tvoří teplo, které je odnímáno z ochlazované látky (vzduchu, země, vody). [4]

## 2.2. Technický princip TČ (obr. 14)

Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Výparník odebírá teplo venkovnímu prostředí (zemina, vzduch, voda) a předává pracovní látce (kapalně chladiva), nastává to i za nízkých teplot. Ohřátím chladiva dochází k jeho odpaření a následně kompresor páry stlačuje na vysoký tlak. Dále je přiváděno do kondenzátoru kde předává teplo do topné vody a kondenzuje (za vyšších teplot než bylo odebráno). Expanzní ventil seškrtí látku a dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu.



obr. 14 Princip funkce TČ [5]

## 2.3. Rozdělení TČ

Tepelná čerpadla se rozdělují dle toho, odkud teplo odebírají a která látce teplo předávají. Jak už bylo výše zmíněno, teplo může být odebíráno z okolního vzduchu, zeminy, vody ať už podzemní nebo povrchové. Předávat teplo můžeme přímo otopné vodě, vnitřnímu vzduchu, nebo jiné teponosné látce. Například typ vzduch/voda odebírá teplo z venkovního vzduchu a předává teplo topné vodě.

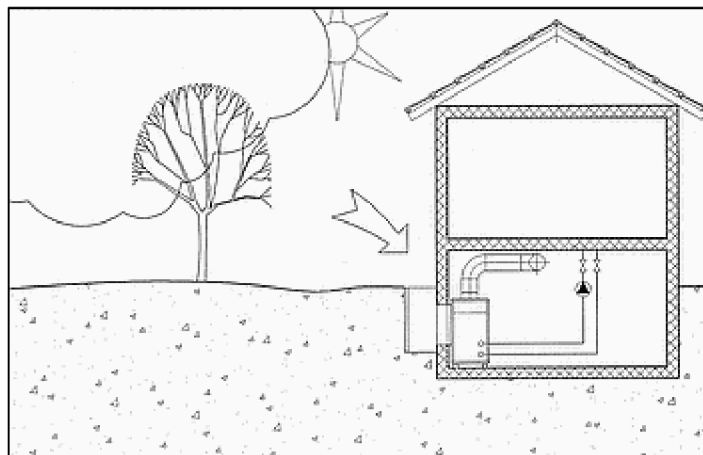
### 2.3.1. Zdroje tepla [6]:

1. **Venkovní vzduch:** Tepelná čerpadla, která využívají tepla obsaženého ve venkovním vzduchu, se vyrábějí ve třech odlišných variantách:

- Samostatná venkovní a vnitřní jednotka: Venkovní jednotka s ventilátorem je propojena s vnitřní částí izolovaným potrubím, ve kterém proudí chladivo. Venkovní jednotka je relativně malá a lze ji postavit na zem nebo na střechu, případně umístit na venkovní stěnu. Vzdálenost venkovní a vnitřní části je

omezena většinou na přibližně 10 m. Vnitřní jednotka je připojena na topnou soustavu stejně jako kotel.

- **Kompaktní provedení venkovní:** Celé tepelné čerpadlo je umístěno ve venkovním prostoru. Propojení s vnitřní topnou soustavou se provede izolovaným potrubím, ve kterém proudí topná voda. Výhodou je, že zařízení nezabírá žádný vnitřní prostor a nezatěžuje ho hlukem.
- **Kompaktní provedení vnitřní:** Celé tepelné čerpadlo je umístěno ve vnitřním prostoru. K čerpadlu musí být z venkovního prostoru přiveden vzduch a ochlazený vzduch zpět do venkovního prostoru odváděn různými druhy vzduchotechnických potrubí, ale nejčastěji izolovány flexi hadicemi. Aby mezi nasávaným a vyfukovaným vzduchem nedocházelo k promíchání a tím snížení účinnosti, musí být sací a výfukový otvor v dostatečné vzdálenosti od sebe. Vnitřní provedení je levnější než venkovní, ale zabírá podstatně více vnitřního prostoru.
- **Výhody:** Tepelné čerpadlo lze použít prakticky ve všech případech bez omezení místními podmínkami (velikostí pozemku, nemožností zhotovení vrtů, atd.). Instalace nevyžaduje žádné zásahy do okolního prostředí (vrty, výkopové práce, atd.).
- **Nevýhody:** Hluk venkovní jednotky s ventilátorem může v některých případech způsobovat problémy. Výkon tepelného čerpadla klesá s venkovní teplotou. A to mnohem výrazněji než u ostatních provedení. Tím narůstá spotřeba elektrické energie a mírně se zvyšují náklady na provoz.

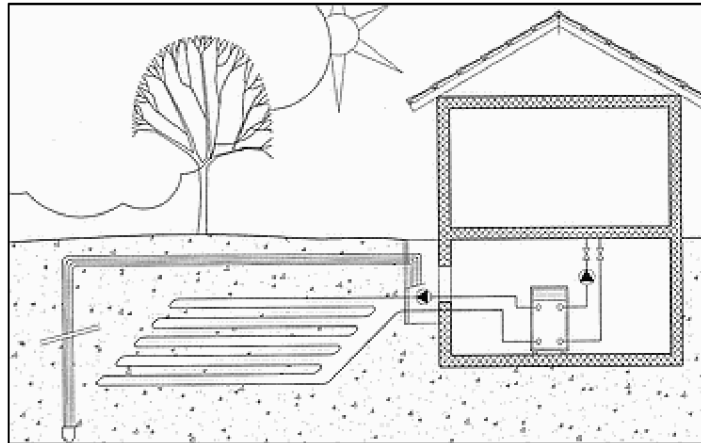


obr. 15 Příklad využití TČ kompaktní vnitřní provedení

2. **Zemní plošný kolektor:** Tepelné čerpadlo využívá odběru tepla z půdy, např. ze zahrady. V hloubce přibližně 1 m a s roztečí také 1 m je položena plastová trubka (zemní kolektor), kterou proudí nemrznoucí kapalina. Instalace zemního kolektoru tedy vyžaduje plošnou skrývku poměrně velké plochy nebo bagrování dlouhých

výkopů. Pro tepelné čerpadlo o výkonu 10kW je třeba přibližně 250-350 m<sup>2</sup> plochy pozemku. Výhodnější jsou půdy obsahující větší množství vody.

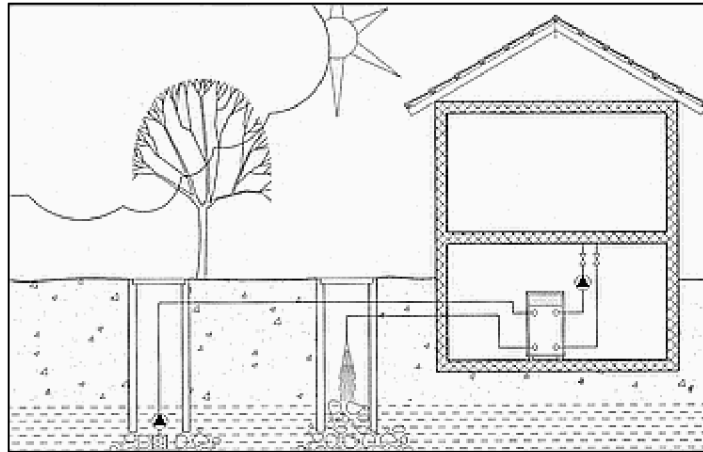
- Výhody: Nižší pořizovací náklady ve srovnání s vrty.
- Nevýhody: Potřeba dostatečně velkého pozemku. Na ploše kde je uložen zemní kolektor nelze stavět. Neustálým ochlazováním zemního kolektoru dochází v zimních měsících k jeho promrzání a tím snižování výkonu.



obr. 16 Příklad využití zemního plošného kolektoru

- 3. Hlubkové vrty:** Tepelné čerpadlo využívá odběru tepla z hlubkových vrtů. Do vrtů se uloží plastová trubka, ve které proudí nemrznoucí kapalina. Pro tepelné čerpadlo o výkonu 10kW je třeba přibližně 120-180m vrtů. Jednotlivé vrty mohou být hluboké až 150m. Vrty musí být umístěny nejméně 10m od sebe.
  - Výhody: Stabilní teplota zdroje tepla z vrtu (ve vrtu se teplota po celý rok prakticky nemění) a tím provoz s nízkými náklady. Spotřeba elektrické energie není téměř vůbec ovlivněna venkovní teplotou.
  - Nevýhody: Poměrně vysoké pořizovací náklady na zhotovení vrtů. Neustálým ochlazováním vrtu dochází k jeho postupnému promrzání a tím se dlouhodobě snižuje výkon tepelného čerpadla.
- 4. Voda ze studny:** Využití studniční vody vyžaduje zejména celoročně dostatečně vydatný zdroj, který je nutno ověřit dlouhodobou čerpací zkouškou. Dále je důležité vhodné složení vody, které nebude způsobovat zanášení výměníku. Voda se čerpá ze studny většinou klasickým ponorným čerpadlem, v tepelném čerpadle je ochlazena a vrací se zpět do vsakovací studny. Kromě čerpací studny je tedy třeba zhotovit v dostatečné vzdálenosti ještě vsakovací studnu, ze které ochlazená voda nesmí prosakovat zpět do sací studny. Teplota vody ve studni musí být dostatečně vysoká, aby ji bylo možno ochlazovat bez nebezpečí zamrznutí (cca 6-7°C).
  - Výhody: Nižší pořizovací náklady ve srovnání s vrty.

- Nevýhody: Požadavky na kvalitu, dostatečné množství vody a teplotu vody. Venkovní část dále vyžaduje pravidelnou údržbu (čištění filtrů) a je náchylnější na poruchy např. sacího čerpadla).



obr. 17 Příklad využití studen

5. **Povrchová voda (rybník, řeka):** Při využití vody z rybníka nebo řeky se většinou na dno pokládá kolektor vytvořený z plastových trubek, kterým proudí nemrznoucí teplotonosná látka. V některých případech lze vodu přivádět přímo k tepelnému čerpadlu a ochlazenou ji vypouštět zpět do řeky (obdobně jako při využití studniční vody). Problémem je ale znečištění vody a nutnost platit za odběr vody.
  - Výhody: Nižší pořizovací náklady ve srovnání s vrty.
  - Nevýhody: Omezení na lokality s dostatkem povrchové vody.

## 2.4. Tepelný výkon čerpadla, COP

### 2.4.1. Charakteristika tepelného výkonu a COP:

- Tepelný výkon čerpadla nepříznivě ovlivňuje venkovní teplota. Čím nižší teplota tím horší účinnost tepelného čerpadla. Nejvíce je rozdíl venkovních teplot znát u čerpadel vzduch/voda.
- K porovnání efektivity sloučí tzv. topný faktor, zkráceně COP z anglického Coefficient Of Performance. Jedná se o bezrozměrné číslo a většinou se pohybuje v rozmezí 2,5 – 4, čím je, větší tím je provoz efektivnější a úspornější. Matematicky udává poměr získané tepelné energie a spotřebované elektrické energie. Hodnota 3 znamená, že dodáním 1 kWh elektrické energie, získáme 3 kWh tepelné energie. Hodnota COP se mění provozních podmínek, proto se používá průměrný topný faktor za celou sezónu.



#### **2.4.2. Faktory ovlivňující COP:**

- Co nejvyšší teplota, zdroje ze kterého teplo odebíráme. Nejvýhodnějším zdrojem je podzemní voda. Nejméně výhodným je venkovní vzduch.
- Co nejnižší teplota teplotonosné látky v otopné soustavě. Nejvhodnější je použít podlahové vytápění nebo nízkoteplotní velkoplošná tělesa.
- Vhodné chladivo, tenhle faktor mi ovlivnit nemůže, chladivo si volí výrobce tepelných čerpadel.
- Kvalitní konstrukční provedení, závisí pouze na výrobci. Proto musíme dobře volit typ a výrobce.

#### **2.4.3. Správný výkon TČ:**

- Aby tepelné čerpadlo fungovalo s maximální účinností, a minimálními náklady musí být také správně navrženo. Tepelná čerpadla vzduch/voda se dimenzují na 60-75% ztrát objektu. Při předdimenzování je v průběhu topné sezóny využíváno pouze část výkonu a dochází k častému spínání kompresoru a tím zkracování doby životnosti. U tepelných čerpadel země/voda bývá největší chybou špatně navržená hloubka vrtů, nebo délka kolektorů popřípadě malá vzdálenost mezi sebou.
- Ve většině případů se tepelné čerpadlo opatřuje dodatečným zdrojem, nejčastěji elektrickým dotopem, který se spíná pouze při nejnižších teplotách, ty se vyskytují jenom krátce během otopného období. Teplota, která je mezní pro sepnutí dodatečného zdroje se nazývá tzv. bod bivalence.

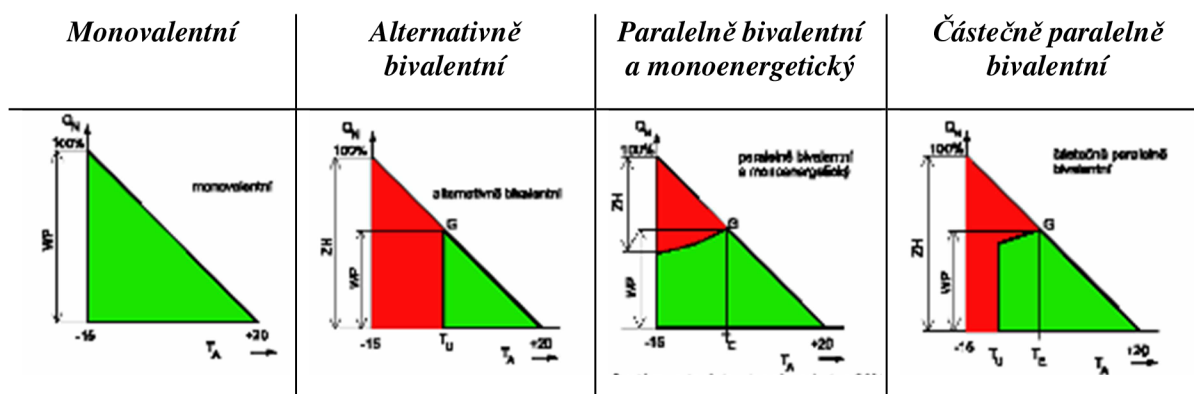
#### **2.4.4. Bod bivalence:**

- Správně zvolený bod bivalence je velice důležitý pro chod tepelného čerpadla. Při špatném zvolení bodu bivalence může být provoz nevhodný nebo nemusí přesně topit a budeme buď přetápět nebo nedotápět.
- Vždy by měl být pod 0° C. Nejčastěji bývá navrhován v rozmezí -5° až 0°C.

#### **2.4.5. Provozní způsoby TČ:**

- Monovalentní zapojení využívá pouze výkonu tepelného čerpadla. Tepelné čerpadlo musí být navrženo na celou ztrátu objektu. Velkou nevýhodou je opotřebovávání tepelného čerpadla častým spínáním a tím snížení životnosti.

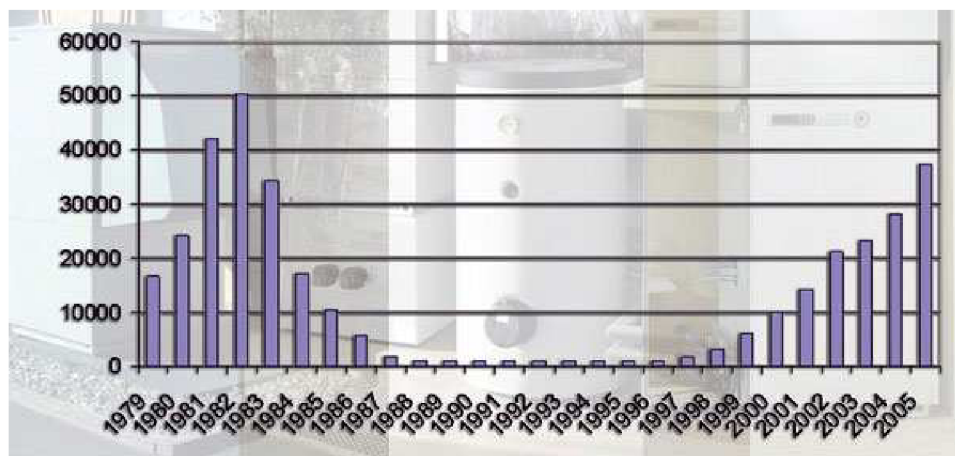
- Alternativně bivalentní zapojení využívá výkonu tepelného čerpadla až do bodu bivalence. Potom se sepne dodatečný zdroj energie, který přebírá veškerou teplotní ztrátu. V tomto případě je výhodný jako dodatečný zdroj používat například plynový kotel, který pokryje větší tepelnou ztrátu při nižších teplotách.
- Paralelně bivalentní a monoenergetické zapojení je nejčastěji využívané. Tepelné čerpadlo pokrývá celou tepelnou ztrátu až do bodu bivalence, kde se přidává dodatečný zdroj. Dále oba zdroje pracují zároveň. Jako dodatečný zdroj nejčastěji elektrické topné těleso.
- Částečně paralelně bivalentní zapojení využívá tepelné čerpadlo do bodu bivalence kde se zapíná dodatečný zdroj a do určité teploty pracují zároveň. Po dosažení nastavené teploty tepelné čerpadlo vypíná a celkovou ztrátu přebírá dodatečný zdroj. Výhodné při použití vzduch/voda které má při nízkých teplotách malý výkon a v objektu je osazen i plynový kotel s dostatečným výkonem na pokrytí celé tepelné ztráty.



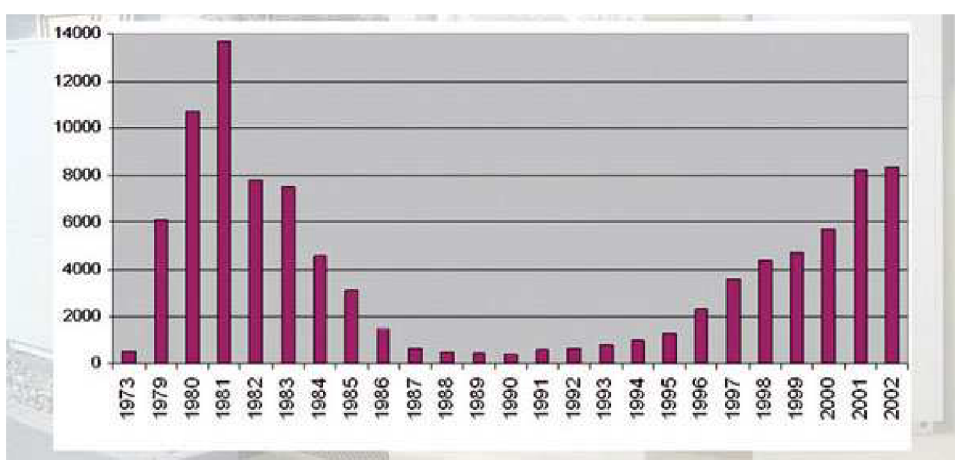
tab. 1 Provozní způsoby TČ

## 2.5. TČ na českém trhu

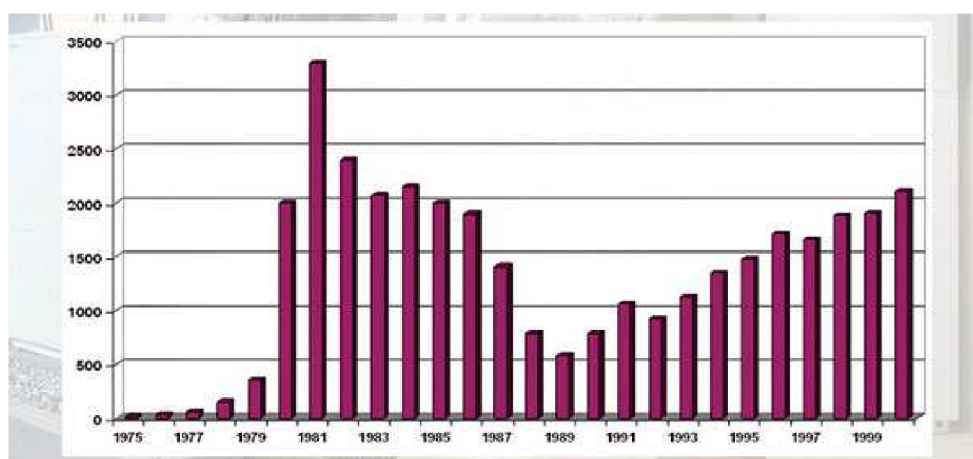
Na českém trhu je tepelné čerpadlo relativně novým trendem. Základní princip byl objeven již v roce 1852, kdy ho popsal William Thomson. Který byl za své zásluhy o fyziku povýšen do šlechtického stavu na Lorda Kelvina. K praktickému využití v našem blízkém prostředí dochází už kolem roku 1980. Převážně je tomu ve Francii, Německu, Rakousku.



obr. 18 Počet TČ ve Francii[7]

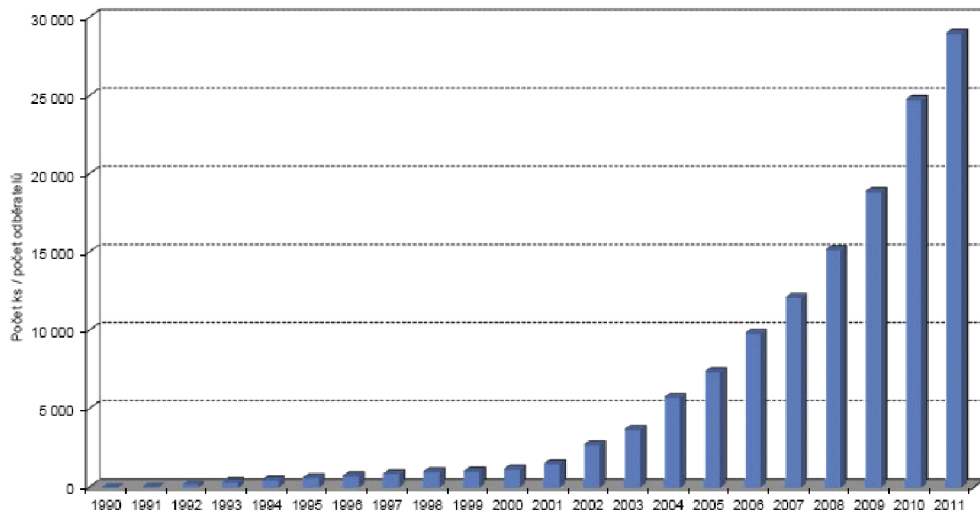


obr. 19 Počet TČ v Německu[7]



obr. 20 Počet TČ v Rakousku[7]

Hrubý vývoj počtu tepelných čerpadel  
(od roku 2002 počet odběratelů v sazbách pro TČ; data MPO)



obr. 21 Počet TČ v České republice[8]

Ministerstvo průmyslu a obchodu provedlo na počátku roku 2012 statistické šetření, ze kterého lze upřesnit odhad o dodávce a instalaci tepelných čerpadel v roce 2011. Bylo, osloveno 83 firem ale zúčastnilo se pouze 29. Tyto firmy dodaly v roce 2011 na český trh 5423 tepelných čerpadel. Výsledky jsou shrnuty v následujících tabulkách:

	Počet	Podíl [%]	Tepelný výkon [kW]	Podíl [%]	Průměrný výkon [kW]
Vzduch – vzduch	105	1,94	719	1,08	6,8
Vzduch – voda	3 479	64,15	44 403	66,90	12,8
Země – voda	1 765	32,55	20 029	30,18	11,3
Voda – voda	50	0,92	1 179	1,78	23,6
Jiné	24	0,44	41	0,06	1,7
<b>Celkem</b>	<b>5 423</b>	<b>100,00</b>	<b>66 370</b>	<b>100,00</b>	<b>12,2</b>

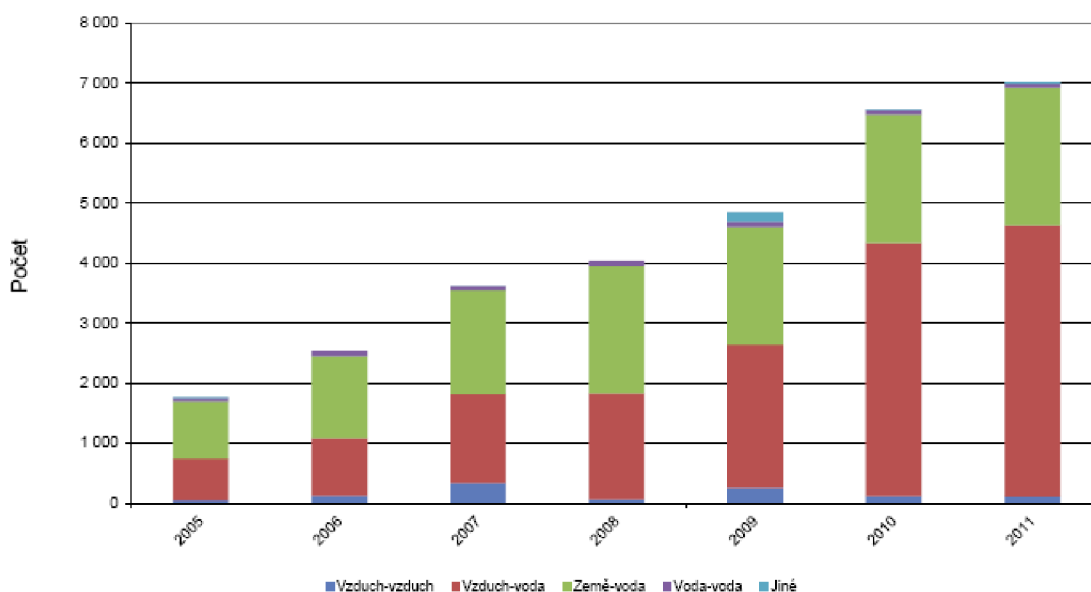
tab. 2 Dodávka TČ na trh podle typu (vybrané firmy)[8]

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Vzduch – vzduch	47	122	338	60	254	118	105
Vzduch – voda	693	964	1 482	1 769	2 386	4 212	4 525
Země – voda	958	1 362	1 730	2 125	1 959	2 150	2 296
Voda – voda	55	84	62	78	87	74	65
Jiné	19	0	3	0	159	10	24
<b>Celkem</b>	<b>1 771</b>	<b>2 532</b>	<b>3 615</b>	<b>4 032</b>	<b>4 845</b>	<b>6 564</b>	<b>7 015</b>

tab. 3 Odhad roční dodávky TČ na český trh (počty)[8]

### Dodávka tepelných čerpadel na tuzemský trh podle typu

Zdroj dat: MPO



obr. 22 Dodávka TČ dle typu grafické znázornění [8]

## 2.6. Ekonomika TČ

Každý z nás než si pořídí nějakou věc, která spotřebovává energii se jako první dotazuje na ekonomičnost a spotřebu. Počáteční náklady na tepelné čerpadlo jsou oproti plynovým nebo dřevospalujícím kotlům několikrát vyšší. Dále také investice do pomocných systémů, buď plošný zemní kolektor, nebo zhotovení vrtů. Každý ze systému má jiné provozní náklady, ať už množství elektrické energie kterou musíme přivést čerpadlům nebo jiným komponentům které zaručují funkčnost systému. (tab. 4)

Při součtu veškerých pořizovacích a provozních nákladů, můžeme určit ekonomickou návratnost tepelného čerpadla. Za ideálních podmínek lze návratnost předpokládat v rozmezí 12 až 15 let. Po uplynutí této doby budeme platit pouze za provoz čerpadla a tím i šetřit a přitom nebudeme zatěžovat životní prostředí emisemi prachu, skleníkovými plyny a vyčerpávání fosilních paliv.

	Kompresor + regulace	Ventilátor / čerpadlo	Elektrokotel
Země/voda	92 %	6 %	2 %
Vzduch/voda	89 %	7 %	4 %

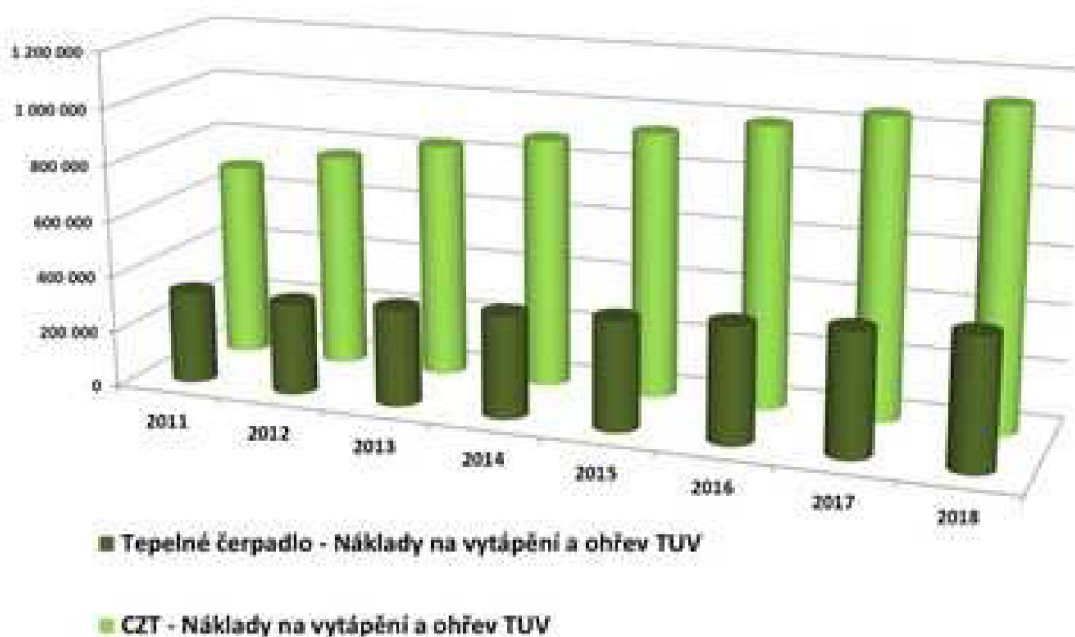
tab. 4 Rozložení spotřeby elektřiny[9]

## 2.7. Příklad využití TČ na bytový dům [10]

- Byla použita aplikace tepelných čerpadel na bytový dům, který byl vytápěn centrální zásobováním tepla.
- Tepelná ztráta po zateplení 50 kW a denní spotřeba TUV necelých 2000 litrů. Roční spotřeba energie cca 400 GJ na vytápění a 160 GJ na ohřev TUV. Podle

výúčtování z posledního roku před instalací technologie tepelných čerpadel, kdy již bylo provedeno zateplení pláště a výměna oken, vycházela spotřeba tepla na vytápění 430 GJ a 190 GJ pro ohřev TUV. Celková cena za dodané teplo činila 316 000 Kč.

- Po instalaci tepelných čerpadel je spotřeba tepla v jednom kalendářním roce na vytápění 350 GJ a na ohřev TUV 168 GJ. Celková spotřeba elektřiny celé technologie (tepelná čerpadla, oběhová čerpadla, elektrický ohřev zásobníků TUV pro desinfekční sanitaci, záložní elektrokotle) činila 65 MWh. Kompletní náklady na provoz takovéto kotelny byly 160 000 Kč s DPH 20 %. To jsou veškeré náklady na teplo pro panelový bytový dům těchto parametrů.
- Návratnost investice: Stálá eskalace cen energií se instalováním tepelného čerpadla projeví u bytového domu jen částečně. Návratnost takovýchto systémů bývá obvykle 4 roky až 7 let (záleží na stávající ceně tepla). V případě, že se započítá ještě zvyšování sazby DPH, návratnost je ještě rychlejší. Cena za otop tepelným čerpadlem již zahrnuje náklady na elektřinu, která je distribuována s vyšší sazbou DPH. Výše následných úspor mezi CZT a tepelným čerpadlem se po zvýšení sazby DPH ještě zvýší.



obr. 23 Porovnání nákladů na vytápění a ohřev TUV, CZT vs. tepelné čerpadlo[10]

## Použité zdroje:

1. BECHNÍK, Bronislav. Historie a perspektivy OZE - úvod. [online]. [cit. 2013-05-12]. DOI: ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/energeticka-politika/5348-historie-a-perspektivy-oze-uvod>
2. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, [http://www.mzp.cz/cz/potencial\\_oze](http://www.mzp.cz/cz/potencial_oze)
3. ALTERNATIVNÍ ZDROJE, <http://www.alternativni-zdroje.cz/>
4. BECHNÍK, Bronislav. *Národní akční plány zemí EU - instalovaný výkon OZE elektráren* [online]. [cit. 2013-05-12]. DOI: ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/7266-narodni-akcni-plany-zemi-eu-instalovany-vykon-oze-elektraren>
5. *Tepelná čerpadla* [online]. [cit. 2013-05-12]. DOI: ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
6. HOŘEJŠÍ, Miroslav. Tepelná čerpadla pro každého (I). [online]. [cit. 2013-05-12]. DOI: ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/953-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-i>
7. HOŘEJŠÍ, Miroslav. Tepelná čerpadla pro každého (II). [online]. [cit. 2013-05-12]. DOI: ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/957-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-ii>
8. SLOVÁČEK, Josef. Historie a vývoj tepelných čerpadel v ČR a EU. [online]. [cit. 2013-05-12]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/tzb/vytapani/historie-a-vyvoj-tepelnych-cerpadel-v-cr-a-eu-1651.html>
9. BUFKA, Aleš. Tepelná čerpadla v roce 2011. [online]. [cit. 2013-05-12]. DOI: ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/9553-tepelna-cerpadla-v-roce-2011>
10. BLÁHA, Marek. Velký test tepelných čerpadel - závěrečná zpráva. [online]. [cit. 2013-05-12]. DOI: ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/7620-velky-test-tepelnych-cerpadel-zaverecna-zprava>
11. FIALA, Michal. Zkušenosti s ekonomikou provozu vytápění panelového domu tepelnými čerpadly vs. CZT. [online]. [cit. 2013-05-12]. DOI: ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/8682-zkusenosti-s-ekonomikou-provozu-vytapani-paneloveho-domu-tepelnymi-cerpadly-vs-czt>

## B. VÝPOČTOVÁ ČÁST



### 3. Analýza objektu

Cílem této bakalářské práce je navrhnout vytápění rodinného domu za využití tepelného čerpadla vzduch/voda.

Jedná se o stávající třípodlažní objekt, stojící v obci Martínkov. Dům obývá pětičlenná rodina. Půdorys je ve tvaru písmene L. Dvě podlaží jsou nadzemní a jedno nadzemní. Obě nadzemní podlaží jsou obytná, podzemní je užitkové. Je v něm situována garáž, sklep, dílna a kotelna, ve které bude umístěno tepelné čerpadlo a veškeré potřebné zařízení.

Nosný systém je tvořen cihelným zdívem YTONG Lambda. Objekt není zateplený. Střecha je sedlová se střešními taškami BRAMAC. Okna i dveře jsou dřevěná.

Jako hlavní zdroj bude umístěno v objektu tepelné čerpadlo s bivalentním zdrojem, doplněné akumulací nádrží, která bude sloužit zároveň jako vyrovnávací a taktovací. Navrženo bude na pokrytí tepelné ztráty v rozmezí 60 – 75 % tepelných ztrát. Zbýlý výkon bude zajišťovat bivalentní zdroj obsažený v tepelném čerpadle.

V objektu bude navrženo vytápění deskovými otopnými tělesy, rozvod bude dvoutrubkový uzavřený s vedením v podlaze u prvního a druhého nadzemního podlaží v podzemní podlaží bude rozvod vedený pod stropem.

Objekt je větrán přirozeně.

Veškerý návrh je popsán v projektové dokumentaci, technické zprávě a ke všemu jsou doloženy výpočty a výkresy.

## 4. Výpočet součinitele prostupu tepla

Vnější stěna

č. vrstvy	název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	odpor R [m <sup>2</sup> *K/W]
1.	Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,6	0,025
2.	Ytong P2-400	0,375	0,101	3,713
3.	Vnější omítka Baumit	0,025	0,83	0,030
4.				
5.			$\Sigma R=$	3,768

$$R_{si} = 0,13 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$U = 0,2539 \text{ [W/m}^2\text{*K]}$$

$$U_{Norm} = 0,3 \text{ [W/m}^2\text{*K]}$$

**VYHOVUJE**

Vnitřní stěna 300mm

č. vrstvy	název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	odpor R [m <sup>2</sup> *K/W]
1.	Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,6	0,025
2.	Ytong P2-400	0,3	0,101	2,970
3.	Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,6	0,025
4.				
5.			$\Sigma R=$	3,020

$$R_{si} = 0,13 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$R_{se} = 0,13 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$U = 0,3049 \text{ [W/m}^2\text{*K]}$$

Vnitřní stěna 150mm

č. vrstvy	název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	odpor R [m <sup>2</sup> *K/W]
1.	Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,6	0,025
2.	Ytong P2-500	0,15	0,137	1,095
3.	Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,6	0,025
4.				
5.			$\Sigma R=$	1,145

$$R_{si} = 0,13 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$R_{se} = 0,13 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$U = 0,7118 \text{ [W/m}^2\text{*K]}$$

Vnitřní stěna 100mm

č. vrstvy	název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	odpor R [m <sup>2</sup> *K/W]
1.	Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,6	0,025
2.	Ytong P2-500	0,1	0,137	0,730
3.	Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,6	0,025
4.				
5.			$\Sigma R=$	0,780

$$R_{si} = 0,13 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$R_{se} = 0,13 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$U = 0,9616 \text{ [W/m}^2\text{*K]}$$

Stropní konstrukce

č. vrstvy	název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	odpor R [m <sup>2</sup> *K/W]
1.	Beton	0,05	1,23	0,041
2.	Polystyren Styrotrade	0,05	0,038	1,316
3.	Stropní desky Ytong	0,2	0,16	1,250
4.	Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,6	0,025
5.			$\Sigma R=$	2,631

$$R_{si} = 0,17 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$R_{se} = 0,17 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$U = 0,3365 \text{ [W/m}^2\text{*K]}$$

Podlahová konstrukce

č. vrstvy	název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	odpor R [m <sup>2</sup> *K/W]
1.	Beton	0,05	1,23	0,041
2.	Polystyren Styrotrade	0,05	0,038	1,316
3.	Železobeton	0,08	1,43	0,056
4.				
5.			$\Sigma R=$	1,412

$$R_{si} = 0,17 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$R_{se} = 0 \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

$$U = 0,6320 \text{ [W/m}^2\text{*K]}$$

$$U_{Norm} = 0,45 \text{ [W/m}^2\text{*K]}$$

**NEVYHOVUJE**

Sřešní konstrukce

č. vrstvy	název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	odpor R [m <sup>2</sup> *K/W]
1.	Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
2.	Rockwool Rockmin	0,1	0,039	2,564
3.	Dřevěné bednění	0,015	0,22	0,068
4.	Rockwool Rockmin	0,14	0,039	3,590
5.				
6.				
7.				
$\Sigma R=$				6,279

Rsi=	0,17 [m <sup>2</sup> *K/W]
Rse=	0,04 [m <sup>2</sup> *K/W]

U=	0,1541 [W/m <sup>2</sup> *K]
U <sub>Norm</sub> =	0,24 [W/m <sup>2</sup> *K]
<b>VYHOVUJE</b>	

Sřešní konstrukce

č. vrstvy	název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	odpor R [m <sup>2</sup> *K/W]
1.	Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
2.	Rockwool Rockmin	0,1	0,039	2,564
3.	Dřevěné bednění	0,015	0,22	0,068
4.	Dřevěné krokve	0,14	0,22	0,636
5.				
6.				
7.				
$\Sigma R=$				3,325

Rsi=	0,17 [m <sup>2</sup> *K/W]
Rse=	0,04 [m <sup>2</sup> *K/W]

U=	0,2828 [W/m <sup>2</sup> *K]
U <sub>Norm</sub> =	0,24 [W/m <sup>2</sup> *K]
<b>NEVYHOVUJE</b>	

Vnější stěna, zemina

č. vrstvy	název vrstvy	tloušťka vrstvy [m]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> *K]	odpor R [m <sup>2</sup> *K/W]
1.	Vnitřní omítka Baumit	0,015	0,6	0,025
2.	Ytong P2-400	0,375	0,101	3,713
3.				
4.				
5.				
$\Sigma R=$				3,738

Rsi=	0,13 [m <sup>2</sup> *K/W]
Rse=	0 [m <sup>2</sup> *K/W]

U=	0,2585 [W/m <sup>2</sup> *K]
U <sub>Norm</sub> =	0,3 [W/m <sup>2</sup> *K]
<b>VYHOVUJE</b>	

## 5. Tepelné ztráty prostupem

### 5.1. Tepelné ztráty souhr

	Patra	Ztráta [W]
Celkem patro	1.S	1270,254
Celkem patro	1.NP	4915,088
Celkem patro	2.NP	3987,922
Celkem patro	Sch. prostor	660,925
Celkem objekt		10834,189

	Ztráta [W]
Větrání	3952,857
Prostupem	6881,332
Celkem	10834,189

Místnosti	Teplota [°C]	Ztráta [W]
0.01	20	253,573
0.02	3	-136,089
0.03	15	310,945
0.04	15	195,894
0.05	5	645,931
1.01	15	104,131
1.02	20	477,529
1.03	20	-37,713
1.04	20	883,691
1.05	24	831,092
1.06	20	103,351
1.07	20	878,805
1.08	20	683,152
1.09	20	1009,741
1.10	20	-18,690
2.01	20	11,521
2.02	20	777,426
2.03	24	749,690
2.04	20	57,127
2.05	20	635,924
2.06	20	704,545
2.07	20	1051,688
Sch. Prostor	20	660,925
Celkem		10834,189

## 5.2. Tepelné ztráty podrobně

Tepelné ztráty prostupem		1.NP	1.01	a=	2,1			
Tepelné ztráty do venkovního prostředí				b=	1,4			
Stavební kce.				H=	2,93			
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>	
SO1	Venkovní stěna	4,053	0,254	0,100	0,354	1,000	1,435	
DO1	Dveře vchodové	2,100	1,200	0,100	1,300	1,000	2,730	
							H <sub>T,ie</sub> =	4,165 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05  
e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor								
Stavební kce.								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>	
							H <sub>T,iue</sub> =	[W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 150	4,102	0,712	-0,143	-0,417		
SN2	Vnitřní stěna 150	4,153	0,712	-0,143	-0,422		
DV	Dveře posuvné	2,000	3,000	-0,143	-0,857		
SN3	Vnitřní stěna 300	4,102	0,305	-0,143	-0,179		
STR	Strop	2,940	0,337	-0,143	-0,141		
PDL	Podlaha	2,940	0,337	-0,143	-0,141		
						H <sub>T,ij</sub> =	-2,158 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>j</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou											
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv.k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>			
									H <sub>T,ig</sub> =(A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub> )*f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	H <sub>T,ig</sub> =	0,000 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

$$\text{interpolace } U_{equiv.k} = 0,33 + (U - 0,5) * ((0,55 - 0,33) / (1,0 - 0,5))$$

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

$$B' = A_g / (0,5 * P) \quad B' = 1,48521$$

U<sub>equiv.k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
15	-15	30	2,007	60,198 [W]

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
8,614	-15,000	15,000	0,500	4,307
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,00	1	0,000

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
4,307	1,464	30,000	43,932 [W]

**Součet tepelných ztrát: 104,131 [W]**

## Tepelné ztráty prostupem

1.NP

1.02

a=	3,7
b=	2,45
H=	2,93

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	7,061	0,254	0,100	0,354	1,000	2,499
DO1	Dveře balkonové	3,780	1,200	0,100	1,300	1,000	4,914

**H<sub>T,ie</sub> = 7,413 [W/K]**

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>

**H<sub>T,iue</sub> = [W/K]**

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 300	4,659	0,305	0,000	0,000		
DV	Dveře posuvné	2,520	3,000	0,000	0,000		
SN2	Vnitřní stěna 150	4,153	0,712	0,143	0,422		
DV	Dveře posuvné	2,000	3,000	0,143	0,857		
SN3	Vnitřní stěna 150	3,088	0,712	0,000	0,000		
DV	Dveře vnitřní	1,600	2,300	0,000	0,000		
SN2	Vnitřní stěna 150	5,129	0,712	0,000	0,000		
STR	Strop	9,065	0,337	0,000	0,000		
PDL	Podlaha	9,065	0,337	0,143	0,436		

**H<sub>T,ij</sub> = 1,715 [W/K]**

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>

**H<sub>T,ig</sub> = (A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv,k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub>      H<sub>T,ig</sub> = 0,000 [W/K]**

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'- charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B' = A<sub>g</sub> / (0,5 \* P)      B' = 4,5793879

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	9,128	319,494

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

### Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
26,560	-15,000	20,000	0,500	13,280
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,02	1	4,781

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
13,280	4,515	35,000	158,035

**Součet tepelných ztrát:      477,529 [W]**

# Tepelné ztráty prostupem

1.NP

1.03

a=	3,15
b=	1,00
H=	2,93

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	ε <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *ε <sub>k</sub>

H<sub>T,ie</sub>= [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05  
ε<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>

H<sub>T,iue</sub>= [W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 300	7,430	0,712	-0,114	-0,604		
DV1	Dveře vnitřní	1,800	2,300	-0,114	-0,473		
SN2	Vnitřní stěna 300	1,130	0,305	0,000	0,000		
DV2	Dveře vnitřní	1,800	3,000	0,000	0,000		
SN3	Vnitřní stěna 100	12,746	0,962	0,000	0,000		
DV3	Dveře vnitřní	1,600	2,300	0,000	0,000		
DV4	Dveře vnitřní	1,600	2,300	0,000	0,000		
SN4	Vnitřní stěna 300	0,880	0,305	0,000	0,000		
STR	Strop	3,780	0,337	0,000	0,000		
PDL	Podlaha	3,780	0,337	0,000	0,000		

H<sub>T,ij</sub>= -1,078 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv.k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>

H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv.k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub>      H<sub>T,ig</sub>= 0,000 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel      f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv.k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)      B'= 1,59129

U<sub>equiv.k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

H<sub>T,i</sub>=H<sub>T,ie</sub>+H<sub>T,iue</sub>+H<sub>T,ij</sub>+H<sub>T,ig</sub>

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	-1,078	-37,713

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
10,768	-15,000	20,000	0,000	0,000
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	4,5	0,00	1	0,000

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
0,000	0,000	35,000	0,000

**Součet tepelných ztrát: -37,713 [W]**

# Tepelné ztráty prostupem

1.NP

1.04

a=	3,6
b=	4,4
H=	2,93

Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební kce.								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>	
SO1	Venkovní stěna	10,548	0,254	0,100	0,354	1,000	3,733	
SO2	Venkovní stěna	12,892	0,254	0,100	0,354	1,000	4,563	
SO3	Venkovní stěna	8,748	0,254	0,100	0,354	1,000	3,096	
OZ1	Okno zdvojené	1,800	1,200	0,100	1,300	1,000	2,340	
							H <sub>T,ie</sub> =	13,733 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor								
Stavební kce.								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>	
							H <sub>T,iue</sub> =	[W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>

$$b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_o)$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební kce.								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>			
SN1	Vnitřní stěna 300		5,435	0,305	0,000	0,000		
DV1	Dveře vnitřní		1,890	2,300	0,000	0,000		
SN2	Vnitřní stěna 300		5,567	0,305	-0,114	-0,194		
STR	Strop		15,840	0,337	0,000	0,000		
							H <sub>T,ij</sub> =	-0,194 [W/K]

f<sub>ij</sub> součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_j) / (Q_{int} - Q_o)$$

Tepelné ztráty zeminou									
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	
PDL	Podlaha	15,840	0,388	6,147	1,45	0,429	1,000	0,621	
							H <sub>T,ig</sub> =	3,820 [W/K]	

f<sub>g1</sub> - opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub> - opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_o)$$

G<sub>w</sub> - opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv,k</sub> = 0,33 + (U - 0,5) \* ((0,55 - 0,33) / (1,0 - 0,5))

B' - charakteristické číslo pro podlahu na zemině

$$B' = A_g / (0,5 * P) \quad B' = 8,001931$$

U<sub>equiv,k</sub> - tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,j} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> - Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	17,358	607,544

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n (h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
46,411	-15,000	20,000	0,500	23,206
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,02	1	8,354

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> - Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
23,206	7,890	35,000	276,147

**Součet tepelných ztrát:**

**883,691** [W]



# Tepelné ztráty prostupem

1.NP

1.05

a=	3,15
b=	2,4
H=	2,93

Tepelné ztráty do venkovního prostředí		Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	2,930	0,254	0,100	0,354	1,000	1,037
SO2	Venkovní stěna	7,430	0,254	0,100	0,354	1,000	2,630
OZ1	Okno zdvojené	1,800	1,200	0,100	1,300	1,000	2,340
SO3	Venkovní stěna	1,758	0,254	0,100	0,354	1,000	0,622

H<sub>T,ie</sub>= 6,629 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor		Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
PDL	Podlaha	7,560	0,337	0,100	0,437	0,600	1,980

H<sub>T,iue</sub>= 1,980 [W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty		Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 300	5,274	0,305	0,114	0,184		
SN2	Vnitřní stěna 150	7,430	0,712	0,114	0,604		
DV1	Dveře vnitřní	1,800	2,300	0,114	0,473		
SN3	Vnitřní stěna 300	4,102	0,305	0,114	0,143		
STR	Strop	7,560	0,337	0,000	0,000		

H<sub>T,ij</sub>= 1,404 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty

f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>

H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv,k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub>      H<sub>T,ig</sub>= 0,000 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'- charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)      B'= 3,8191034

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

H<sub>T,i</sub>=H<sub>T,ie</sub>+H<sub>T,iue</sub>+H<sub>T,ij</sub>+H<sub>T,ig</sub>

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
24	-15	39	10,013	390,512

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
22,151	-15,000	24,000	1,500	33,226
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,02	1	3,987

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
33,226	11,297	39,000	440,579

**Součet tepelných ztrát: 831,092 [W]**

# Tepelné ztráty prostupem

1.NP

1.06

a=	1,45
b=	1,4
H=	2,93

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	1,130	0,254	0,100	0,354	1,000	0,400
OZ1	Okno zdvojené	0,900	1,200	0,100	1,300	1,000	1,170
							H <sub>T,ie</sub> = 1,570 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05  
e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
							H <sub>T,iue</sub> = [W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>  $b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_e)$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
Stavební kce.						
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>	
SN1	Vnitřní stěna 300	4,102	0,305	-0,114	-0,143	
SN2	Vnitřní stěna 150	2,649	0,712	0,000	0,000	
DV1	Dveře vnitřní	1,600	2,300	0,000	0,000	
SN3	Vnitřní stěna 150	4,102	0,712	0,143	0,417	
PDL	Podlaha	2,030	0,337	0,143	0,098	
STR	Strop	2,030	0,337	0,000	0,000	
						H <sub>T,ij</sub> = 0,372 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty  $f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_i) / (Q_{int} - Q_e)$

Tepelné ztráty zeminou							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>
							H <sub>T,ig</sub> = 0,000 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel  $f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B' = A<sub>g</sub> / (0,5\*P) B' = 1,0255

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	1,942	67,961

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
5,948	-15,000	20,000	0,500	2,974
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,02	1	1,071

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
2,974	1,011	35,000	35,390

**Součet tepelných ztrát: 103,351 [W]**

# Tepelné ztráty prostupem

1.NP

1.07

a=	4,15
b=	4,4
H=	2,93

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	Θ <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *Θ <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	12,160	0,254	0,100	0,354	1,000	4,304
SO2	Venkovní stěna	7,576	0,254	0,100	0,354	1,000	2,681
OZ1	Okno zdvojené	1,800	1,200	0,100	1,300	1,000	2,340

H<sub>T,ie</sub>= 9,325 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
SN1	Vnitřní stěna 100	4,753	0,962	0,100	1,062	0,486	2,451
DV1	Dveře vnitřní	1,400	2,300	0,100	2,400	0,486	1,632
PDL1	Podlaha	12,346	0,337	0,100	0,437	0,286	1,540
PDL2	Podlaha	4,876	0,337	0,100	0,437	0,429	0,912

H<sub>T,iue</sub>= 6,535 [W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>

$$b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_e)$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
Stavební kce.						
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>	
SN1	Vnitřní stěna 300	3,721	0,305	0,135	0,153	
SN2	Vnitřní stěna 300	8,360	0,305	0,000	0,000	
DV	Dveře posuvné	5,567	3,000	0,000	0,000	
STR	Strop	18,260	0,337	0,000	0,000	

H<sub>T,ij</sub>= 0,153 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_i) / (Q_{int} - Q_e)$$

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>

H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv,k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub> H<sub>T,ig</sub>= 0,000 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B' = A<sub>g</sub> / (0,5 \* P) B' = 9,22445

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	16,013	560,469

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
53,502	-15,000	20,000	0,500	26,751
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Čísel zaclonění e	Výškový korekční čísel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>int,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,02	1	9,630

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>int,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
26,751	9,095	35,000	318,336

Součet tepelných ztrát: 878,805 [W]

# Tepelné ztráty prostupem

1.NP

1.08

a=	5,00
b=	3,00
H=	2,93

Tepelné ztráty do venkovního prostředí		Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	8,748	0,254	0,100	0,354	1,000	3,096
OZ1	Okno zdvojené	1,800	1,200	0,100	1,300	1,000	2,340
SO3	Venkovní stěna	5,836	0,254	0,100	0,354	1,000	2,065
OZ1	Okno zdvojené	1,050	1,200	0,100	1,300	1,000	1,365

H<sub>T,ie</sub>= 8,867 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor		Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
PDL	Podlaha	15,000	0,337	0,100	0,437	0,486	3,180

H<sub>T,iue</sub>= 3,180 [W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>

$$b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_e)$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty		Stavební kce.			
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>
SN1	Vnitřní stěna 300	2,491	0,305	0,000	0,000
SN2	Vnitřní stěna 300	7,386	0,337	0,000	0,000
STR	Strop	15,000	0,337	0,000	0,000

H<sub>T,ij</sub>= 0,000 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_i) / (Q_{int} - Q_e)$$

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>

H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv,k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub> H<sub>T,ig</sub>= 0,000 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'- charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B' = A<sub>g</sub> / (0,5 \* P) B' = 7,5775862

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	12,047	421,649

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
43,950	-15,000	20,000	0,500	21,975
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
2	4,5	0,02	1	7,911

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
21,975	7,472	35,000	261,503

**Součet tepelných ztrát: 683,152 [W]**

# Tepelné ztráty prostupem

1.NP

1.09

a=	4,2
b=	3,8
H=	2,93

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	7,354	0,254	0,100	0,354	1,000	2,603
DO1	Dveře balkonové	3,780	1,200	0,100	1,300	1,000	4,914
SO2	Venkovní stěna	10,506	0,254	0,100	0,354	1,000	3,718
OZ1	Okno zdvojené	1,800	1,200	0,100	1,300	1,000	2,340
SO3	Venkovní stěna	11,134	0,254	0,100	0,354	1,000	3,941

H<sub>T,ie</sub>= 17,516 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
PDL	Podlaha	15,960	0,337	0,100	0,437	0,486	3,384

H<sub>T,iue</sub>= 3,384 [W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>

$$b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_e)$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty						
Stavební kce.						
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>	
SN1	Vnitřní stěna 300	12,306	0,305	0,000	0,000	
STR	Strop	15,960	0,337	0,000	0,000	

H<sub>T,ij</sub>= 0,000 [W/K]

f<sub>ij</sub> součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_j) / (Q_{int} - Q_e)$$

Tepelné ztráty zeminou							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>

$$H_{T,ig} = (A_k * U_{equiv,k}) * f_{g1} * f_{g2} * G_w$$

H<sub>T,ig</sub>= 0,000 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

$$B' = A_g / (0,5 * P)$$

B' = 8,062552

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	20,900	731,503

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
46,763	-15,000	20,000	0,500	23,381
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,02	1	8,417

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
23,381	7,950	35,000	278,239

Součet tepelných ztrát:

1009,741 [W]

# Tepelné ztráty prostupem

1.NP

1.10

a=	1,1
b=	1,1
H=	2,93

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	Θ <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *Θ <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	3,223	0,254	0,100	0,354	1,000	1,141
SO2	Venkovní stěna	3,223	0,254	0,100	0,354	1,000	1,141

H<sub>T,ie</sub>= 2,281 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

Θ<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
PDL1	Podlaha	0,995	0,337	0,100	0,437	0,057	0,025

H<sub>T,iue</sub>= 0,025 [W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>

$$b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_e)$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN2	Vnitřní stěna 300	4,167	0,962	-0,429	-1,717		
DV	Dveře vnitřní	1,400	2,300	-0,429	-1,380		
STR	Strop	0,995	0,337	-0,429	-0,144		

H<sub>T,ij</sub>= -3,241 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_j) / (Q_{int} - Q_e)$$

Tepelné ztráty zeminou									
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	

H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv,k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub> H<sub>T,ig</sub>= 0,000 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

$$\text{interpolace } U_{equiv,k} = 0,33 + (U - 0,5) * ((0,55 - 0,33) / (1,0 - 0,5))$$

B'- charakteristické číslo pro podlahu na zemině

$$B' = A_g / (0,5 * P) \quad B' = 0,61126$$

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
5	-15	20	-0,935	-18,690

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
3,420	-15,000	5,000	0,000	0,000
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	4,5	0	1	0,000

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
0,000	0,000	20,000	0,000

**Součet tepelných ztrát: -18,690 [W]**

## Tepelné ztráty prostupem

2.NP

2.01

a=	1,45
b=	1,4
H=	2,89

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
STR	Sřešní konstrukce	5,353	0,154	0,100	0,254	1,000	1,360

$$H_{T,ie} = 1,360 \text{ [W/K]}$$

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>

$$H_{T,iue} = \text{ [W/K]}$$

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>

$$b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_e)$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 300	4,164	0,305	0,000	0,000		
SN2	Vnitřní stěna 150	7,504	0,712	-0,114	-0,610		
DV1	Dveře vnitřní	1,600	2,300	-0,114	-0,421		
SN3	Vnitřní stěna 300	1,579	0,305	0,000	0,000		
DV1	Dveře vnitřní	1,600	2,300	0,000	0,000		
PDL	Podlaha	3,833	0,337	0,000	0,000		

$$H_{T,ij} = -1,031 \text{ [W/K]}$$

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_j) / (Q_{int} - Q_e)$$

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv.k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>

$$H_{T,ig} = (A_k * U_{equiv,k}) * f_{g1} * f_{g2} * G_w$$

$$H_{T,ig} = 0,000 \text{ [W/K]}$$

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv.k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'- charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B' = A<sub>g</sub> / (0,5 \* P)      B' = 1,0115

U<sub>equiv.k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	0,329	11,521

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
12,441	-15,000	20,000	0,000	0,000
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	4,5	0	1	0,000

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
0,000	0,000	35,000	0,000

**Součet tepelných ztrát: 11,521 [W]**

## Tepelné ztráty prostupem

2.NP

2.02

a=	4,4
b=	3,6
H=	2,89

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	7,516	0,254	0,100	0,354	1,000	2,660
OZ1	Okno zdvojené	3,000	1,200	0,100	1,300	1,000	3,900
STR	Střešní konstrukce	18,306	0,154	0,100	0,254	1,000	4,652
SO2	Venkovní stěna	12,132	0,254	0,100	0,354	1,000	4,294
							<b>H<sub>T,ie</sub> = 15,506</b>

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05  
 e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
							<b>H<sub>T,iue</sub> = 0,000</b>

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>                      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>
SN1	Vnitřní stěna 300	10,516	0,305	0,000	0,000
DV	Dveře vnitřní	1,800	2,300	0,000	0,000
STR	Strop	15,840	0,337	0,000	0,000
					<b>H<sub>T,ij</sub> = 0,000</b>

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty                      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>j</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv.k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>
<b>H<sub>T,ig</sub> = 0,000</b>								

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel                      f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv.k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)                      B' = 7,89269

U<sub>equiv.k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	15,506	542,703

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
39,449	-15,000	20,000	0,500	19,725
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,02	1	7,101

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
19,725	6,706	35,000	234,723

**Součet tepelných ztrát: 777,426** [W]



# Tepelné ztráty prostupem

2.NP

2.03

a=	3,15
b=	2,4
H=	2,89

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	3,339	0,254	0,100	0,354	1,000	1,182
SO2	Venkovní stěna šikmá	1,605	0,254	0,100	0,354	1,000	0,568
SO3	Venkovní stěna šikmá	0,863	0,254	0,100	0,354	1,000	0,305
STR	Střešní konstrukce	9,623	0,154	0,100	0,254	1,000	2,445
OZ1	Okno střešní zdvojené	1,727	1,2	0,100	1,300	1,000	2,245

H<sub>T,ie</sub>= 6,746 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klím. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>

H<sub>T,iue</sub>= 0,000 [W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 300	4,206	0,305	0,114	0,147		
SN2	Vnitřní stěna 150	7,304	0,712	0,114	0,594		
DV1	Dveře vnitřní	1,800	2,300	0,114	0,473		
SN3	Vnitřní stěna 300	3,465	0,305	0,114	0,121		
PDL	Podlaha	7,560	0,337	0,000	0,000		

H<sub>T,ij</sub>= 1,335 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>

H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv,k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub>      H<sub>T,ig</sub>= 0,000 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel      f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1      interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině      B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)      B'= 3,76697

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem      H<sub>T,i</sub>=H<sub>T,ie</sub>+H<sub>T,iue</sub>+H<sub>T,ij</sub>+H<sub>T,ig</sub>

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
24	-15	39	8,080	315,125

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
21,848	-15,000	24,000	1,500	32,773
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>int,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,02	1	3,933

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>int,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
32,773	11,143	39,000	434,565

**Součet tepelných ztrát: 749,690 [W]**

# Tepelné ztráty prostupem

2.NP

2.04

a=	1,6
b=	1,4
H=	2,89

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	3,040	0,254	0,100	0,354	1,000	1,076
STR	Střešní konstrukce	2,664	0,154	0,100	0,254	1,000	0,677
							<b>H<sub>T,ie</sub>=</b>

1,753 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
							<b>H<sub>T,iue</sub>=</b>

[W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>

$$b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_e)$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 300	3,465	0,305	-0,114	-0,121		
SN2	Vnitřní stěna 150	3,024	0,712	0,000	0,000		
DV1	Dveře vnitřní	1,600	2,300	0,000	0,000		
SN3	Vnitřní stěna 150	3,465	0,712	0,000	0,000		
PDL	Podlaha	2,240	0,337	0,000	0,000		
							<b>H<sub>T,ij</sub>=</b>

-0,121 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_i) / (Q_{int} - Q_e)$$

Tepelné ztráty zeminou							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>
							<b>H<sub>T,ig</sub>=</b>

[W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'- charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B' = A<sub>g</sub> / (0,5 \* P)      B' = 1,1161379

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	1,632	57,127

[W]

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

### Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
6,474	-15,000	20,000	0,000	0,000
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	4,5	0	1	0,000

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
0,000	0,000	35,000	0,000

[W]

**Součet tepelných ztrát:**

57,127

[W]

# Tepelné ztráty prostupem

2.NP

2.05

a=	
b=	
H=	2,89

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	3,990	0,254	0,100	0,354	1,000	1,412
STR1	Střešní konstrukce	3,990	0,154	0,100	0,254	1,000	1,014
SO2	Venkovní stěna	6,730	0,254	0,100	0,354	1,000	2,382
STR2	Střešní konstrukce	9,102	0,154	0,100	0,254	1,000	2,313
OZ1	Okno střešní zdvojené	3,454	1,2	0,100	1,300	1,000	4,490
STR3	Střecha	2,850	0,000	0,100	0,100	1,000	0,285
							H <sub>T,ie</sub> = 11,896

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
							H <sub>T,iue</sub> = 0,000

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 300		0,000	0,000	0,114	0,000	
SN2	Vnitřní stěna 150		0,000	0,000	0,114	0,000	
DV1	Dveře vnitřní		0,000	2,300	0,114	0,000	
SN3	Vnitřní stěna 300		0,000	0,000	0,114	0,000	
PDL	Podlaha		0,000	0,000	0,000	0,000	
							H <sub>T,ij</sub> = 0,000

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>
							H <sub>T,ig</sub> =(A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub> )*f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	H <sub>T,ig</sub> =

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel      f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace (U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)      B'= 0

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	11,896	416,360

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
36,902	-15,000	20,000	0,500	18,451
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
2	4,5	0,02	1	6,642

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,j</sub> ; V <sub>inf,j</sub>	H <sub>v,j</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
18,451	6,273	35,000	219,564

**Součet tepelných ztrát: 635,924 [W]**

# Tepelné ztráty prostupem

2.NP

2.03

a=	3,15
b=	2,4
H=	2,89

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	3,339	0,254	0,100	0,354	1,000	1,182
SO2	Venkovní stěna šikmá	1,605	0,254	0,100	0,354	1,000	0,568
SO3	Venkovní stěna šikmá	0,863	0,254	0,100	0,354	1,000	0,305
STR	Střešní konstrukce	9,623	0,154	0,100	0,254	1,000	2,445
OZ1	Okno střešní zdvojené	1,727	1,2	0,100	1,300	1,000	2,245

H<sub>T,ie</sub>= 6,746 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klím. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>

H<sub>T,iue</sub>= 0,000 [W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 300	4,206	0,305	0,114	0,147		
SN2	Vnitřní stěna 150	7,304	0,712	0,114	0,594		
DV1	Dveře vnitřní	1,800	2,300	0,114	0,473		
SN3	Vnitřní stěna 300	3,465	0,305	0,114	0,121		
PDL	Podlaha	7,560	0,337	0,000	0,000		

H<sub>T,ij</sub>= 1,335 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>

H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv,k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub>      H<sub>T,ig</sub>= 0,000 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel      f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1      interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině      B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)      B'= 3,76697

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem      H<sub>T,i</sub>=H<sub>T,ie</sub>+H<sub>T,iue</sub>+H<sub>T,ij</sub>+H<sub>T,ig</sub>

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
24	-15	39	8,080	315,125

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
21,848	-15,000	24,000	1,500	32,773
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>int,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,02	1	3,933

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>int,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
32,773	11,143	39,000	434,565

**Součet tepelných ztrát: 749,690 [W]**

## Tepelné ztráty prostupem

2.NP

2.04

a=	1,6
b=	1,4
H=	2,89

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	3,040	0,254	0,100	0,354	1,000	1,076
STR	Střešní konstrukce	2,664	0,154	0,100	0,254	1,000	0,677
							<b>H<sub>T,ie</sub>=</b>

1,753 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
							<b>H<sub>T,iue</sub>=</b>

[W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>

$$b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_e)$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 300	3,465	0,305	-0,114	-0,121		
SN2	Vnitřní stěna 150	3,024	0,712	0,000	0,000		
DV1	Dveře vnitřní	1,600	2,300	0,000	0,000		
SN3	Vnitřní stěna 150	3,465	0,712	0,000	0,000		
PDL	Podlaha	2,240	0,337	0,000	0,000		
							<b>H<sub>T,ij</sub>=</b>

-0,121 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_i) / (Q_{int} - Q_e)$$

Tepelné ztráty zeminou							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>
							<b>H<sub>T,ig</sub>=</b>

$$H_{T,ig} = (A_k * U_{equiv,k}) * f_{g1} * f_{g2} * G_w$$

[W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'- charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B' = A<sub>g</sub> / (0,5 \* P)      B' = 1,1161379

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	1,632	57,127

[W]

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

### Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
6,474	-15,000	20,000	0,000	0,000
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	4,5	0	1	0,000

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
0,000	0,000	35,000	0,000

[W]

**Součet tepelných ztrát:**

57,127

[W]

# Tepelné ztráty prostupem

2.NP

2.05

a=	
b=	
H=	2,89

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	3,990	0,254	0,100	0,354	1,000	1,412
STR1	Střešní konstrukce	3,990	0,154	0,100	0,254	1,000	1,014
SO2	Venkovní stěna	6,730	0,254	0,100	0,354	1,000	2,382
STR2	Střešní konstrukce	9,102	0,154	0,100	0,254	1,000	2,313
OZ1	Okno střešní zdvojené	3,454	1,2	0,100	1,300	1,000	4,490
STR3	Střecha	2,850	0,000	0,100	0,100	1,000	0,285
							H <sub>T,ie</sub> = 11,896

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
							H <sub>T,iue</sub> = 0,000

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 300		0,000	0,000	0,114	0,000	
SN2	Vnitřní stěna 150		0,000	0,000	0,114	0,000	
DV1	Dveře vnitřní		0,000	2,300	0,114	0,000	
SN3	Vnitřní stěna 300		0,000	0,000	0,114	0,000	
PDL	Podlaha		0,000	0,000	0,000	0,000	
							H <sub>T,ij</sub> = 0,000

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>
							H <sub>T,ig</sub> =(A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub> )*f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	H <sub>T,ig</sub> =

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel      f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace (U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)      B'= 0

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	11,896	416,360

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
36,902	-15,000	20,000	0,500	18,451
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
2	4,5	0,02	1	6,642

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,j</sub> ; V <sub>inf,j</sub>	H <sub>v,j</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
18,451	6,273	35,000	219,564

**Součet tepelných ztrát: 635,924 [W]**

# Tepelné ztráty prostupem

2.NP

2.06

a=	4,4
b=	4
H=	2,89

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	6,580	0,254	0,100	0,354	1,000	2,329
STR	Střešní konstrukce	18,291	0,154	0,100	0,254	1,000	4,648
SO2	Venkovní stěna	7,527	0,154	0,100	0,254	1,000	1,913
OZ	Okno zdvojené	3,000	1,200	0,100	1,300	1,000	3,900
SO3	Venkovní stěna	1,645	0,254	0,100	0,354	1,000	0,582
							H <sub>T,ie</sub> = 13,372

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
							H <sub>T,iue</sub> = 0,000

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>

$$b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_e)$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
Stavební kce.						
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>	
SN1	Vnitřní stěna 300	0,000	0,000	0,000	0,000	
DV	Dveře vnitřní	0,000	0,000	0,000	0,000	
STR	Strop	0,000	0,000	0,000	0,000	
						H <sub>T,ij</sub> = 0,000

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_j) / (Q_{int} - Q_e)$$

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv.k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>
								H <sub>T,ig</sub> = 0,000

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

$$\text{interpolace } U_{equiv.k} = 0,33 + (U - 0,5) * ((0,55 - 0,33) / (1,0 - 0,5))$$

B'- charakteristické číslo pro podlahu na zemině

$$B' = A_g / (0,5 * P) \quad B' = 8,76966$$

U<sub>equiv.k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	13,372	468,015

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
39,753	-15,000	20,000	0,500	19,877
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>int,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
1	4,5	0,02	1	7,156

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>int,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
19,877	6,758	35,000	236,530

**Součet tepelných ztrát: 704,545 [W]**

# Tepelné ztráty prostupem

2.NP

2.07

a=	4,4
b=	4
H=	2,89

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	7,917	0,254	0,100	0,354	1,000	2,802
STR	Střešní konstrukce	14,464	0,154	0,100	0,254	1,000	3,675
SO2	Venkovní stěna	3,902	0,254	0,100	0,354	1,000	1,381
OZ	Okno zdvojené, balk. dveře	6,625	1,200	0,100	1,300	1,000	8,613
SO3	Venkovní stěna	9,497	0,254	0,100	0,354	1,000	3,361
STR	Střešní konstrukce	4,045	0,154	0,100	0,254	1,000	1,028
							H <sub>T,ie</sub> = 19,833

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
							H <sub>T,ue</sub> = 0,000

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>

$$b_u = (\Theta_{int} - \Theta_u) / (\Theta_{int} - \Theta_e)$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>
SN1	Vnitřní stěna 300	0,000	0,000	0,000	0,000
DV	Dveře vnitřní	0,000	0,000	0,000	0,000
STR	Strop	0,000	0,000	0,000	0,000
					H <sub>T,ij</sub> = 0,000

f<sub>ij</sub> součinitel redukce teploty

$$f_{ij} = (\Theta_{int} - Q_j) / (Q_{int} - Q_e)$$

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv.k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>
							H <sub>T,ig</sub> = (A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub> )*f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>	H <sub>T,ig</sub> = 0,000

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv.k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B' = A<sub>g</sub> / (0,5 \* P)      B' = 8,7696552

U<sub>equiv.k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	19,833	694,146

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
60,091	-15,000	20,000	0,500	30,046
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
3	4,5	0,02	1	10,816

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
30,046	10,215	35,000	357,542

**Součet tepelných ztrát: 1051,688** [W]



# Tepelné ztráty prostupem

1.S

0.01

a=	1,35
b=	3,15
H=	2,6

Tepelné ztráty do venkovního prostředí		Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>

H<sub>T,ie</sub>= 0,000

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05  
e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

[W/K]

Tepelné ztráty nevytápěných prostor		Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
SN2	Vnitřní stěna 150	6,390	0,712	0,100	0,812	0,486	2,520
DV	Dveře vnitřní	1,800	2,300	0,100	2,400	0,486	2,098

H<sub>T,iue</sub>= 4,618 [W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty		Stavební kce.				
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>	
SN1	Vnitřní stěna 300	1,510	0,305	0,143	0,066	
DV	Dveře vnitřní	2,000	2,300	0,143	0,657	

H<sub>T,ij</sub>= 0,723 [W/K]

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>j</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv.k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>
SO1	Venkovní stěna	3,510	0,181	0,635	1,450	0,571	1,000	0,526
PDL	Podlaha	4,725	0,213	1,007	1,450	0,429	1,000	0,626

H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv.k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub>

H<sub>T,ig</sub>= 1,152 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv.k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

$$B' = A_g / (0,5 * P) \quad B' = 7$$

U<sub>equiv.k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	6,493	227,259

[W]

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
12,285	-15,000	20,000	0,000	0,000
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	4,5	0,02	1	2,211

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
2,211	0,752	35,000	26,314

[W]

Součet tepelných ztrát:

253,573

[W]

# Tepelné ztráty prostupem

1.S

0.02

a=	2,2
b=	3,15
H=	2,6

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	ε <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *ε <sub>k</sub>
H <sub>T,ie</sub> =							0,000

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05  
 ε<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1 [W/K]

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
H <sub>T,iue</sub> =							0,000

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
Stavební kce.						
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>	
SN1	Vnitřní stěna 300	3,120	0,305	-0,667	-0,634	
SN2	Vnitřní stěna 150	6,390	0,712	-0,667	-3,032	
DV	Dveře vnitřní	1,800	2,300	-0,667	-2,760	
STR	Stropní konstrukce	6,930	0,337	-1,167	-2,721	
H <sub>T,ij</sub> =						-9,147

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>j</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv.k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>
SO1	Venkovní stěna	2,600	0,181	0,471	1,450	0,167	1,000	0,114
SO2	Venkovní stěna	8,190	0,181	1,482	1,450	0,167	1,000	0,358
SO3	Venkovní stěna	5,720	0,181	1,035	1,450	0,167	1,000	0,250
PDL	Podlaha	6,930	0,213	1,477	1,450	-0,111	1,000	-0,238
H <sub>T,ig</sub> =(A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub> )*f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>								0,484

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel      f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1      interpolace U<sub>equiv.k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině      B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)      B'= 7

U<sub>equiv.k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem      H<sub>T,i</sub>=H<sub>T,ie</sub>+H<sub>T,iue</sub>+H<sub>T,ij</sub>+H<sub>T,ig</sub>

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
3	-15	18	-8,663	-155,938

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
18,018	-15,000	3,000	0,000	0,000
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	4,5	0,02	1	3,243

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
3,243	1,103	18,000	19,849

**Součet tepelných ztrát: -136,089 [W]**

# Tepelné ztráty prostupem

1.S

0.03

a=	3,85
b=	4
H=	2,6

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>
SO2	Venkovní stěna	2,503	0,254	0,100	0,354	1,000	0,886
<b>H<sub>T,ie</sub>=</b>							<b>0,886</b>

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05  
e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1 [W/K]

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
SN1	Vnitřní stěna 150	3,465	0,712	0,100	0,812	0,333	0,938
DV	Dveře vnitřní	1,800	2,300	0,100	2,400	0,333	1,440
SN2	Vnitřní stěna 300	3,315	0,305	0,100	0,405	0,400	0,537
<b>H<sub>T,iue</sub>=</b>							<b>2,914</b>

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>) [W/K]

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>k</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN3	Vnitřní stěna 300	1,710	0,305	-0,167	-0,087		
DV	Dveře vnitřní	1,800	2,300	-0,167	-0,690		
SN4	Vnitřní stěna 150	3,335	0,712	0,167	0,396		
DV	Dveře vnitřní	1,800	2,300	0,167	0,690		
STR	Stropní konstrukce	15,400	0,337	-0,167	-0,864		
<b>f<sub>ij</sub> součinitel redukce teploty</b>					<b>f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)</b>	<b>H<sub>T,ij</sub>=</b>	<b>-0,555</b>

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv.k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv.k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>
SO1	Venkovní stěna	10,010	0,181	1,812	1,450	0,500	1,000	1,313
SO2	Venkovní stěna	6,353	0,202	1,281	1,450	0,600	1,000	1,115
PDL	Podlaha	15,400	0,301	4,637	1,450	0,333	1,000	2,241
<b>H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>*U<sub>equiv.k</sub>)*f<sub>g1</sub>*f<sub>g2</sub>*G<sub>w</sub></b>							<b>H<sub>T,ig</sub>=</b>	<b>4,669</b>

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel      f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv.k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'- charakteristické číslo pro podlahu na zemině

B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)      B'= 4

U<sub>equiv.k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
15	-15	30	7,914	237,431

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

### Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
40,040	-15,000	15,000	0,000	0,000
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Čísel zasloužení e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	4,5	0,02	1	7,207

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
7,207	2,450	30,000	73,513

**Součet tepelných ztrát: 310,945** [W]

# Tepelné ztráty prostupem

1.S

0.04

a=	2,9
b=	4,4
H=	2,6

Tepelné ztráty do venkovního prostředí		Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>

H<sub>T,ie</sub>= 0,000

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05

e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

[W/K]

Tepelné ztráty nevytápěných prostor		Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>
SN2	Vnitřní stěna 150	9,640	0,712	0,100	0,812	0,200	1,565
DV	Dveře vnitřní	1,800	2,300	0,100	2,400	0,200	0,864

H<sub>T,iue</sub>= 2,429

[W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdíl teplot		Stavební kce.					
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 150		3,140	0,712	-0,200	-0,447	
DV	Dveře vnitřní		1,800	2,300	-0,200	-0,828	
STR	Stropní konstrukce		12,760	0,337	-0,400	-1,718	

H<sub>T,ij</sub>= -2,993

[W/K]

f<sub>ij</sub> součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>
SO1	Venkovní stěna	7,540	0,181	1,365	1,450	0,600	1,000	1,187
SO2	Venkovní stěna	11,44	0,181	2,070	1,450	0,600	1,000	1,801
SO3	Venkovní stěna	2,600	0,181	0,471	1,450	0,600	1,000	0,409
PDL	Podlaha	12,760	0,150	1,914	1,450	0,600	1,000	1,665

H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv,k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub>

H<sub>T,ig</sub>= 5,063

[W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel

$$f_{g2} = (\Theta_{int} - Q_{m,e}) / (Q_{int} - Q_e)$$

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'-charakteristické číslo pro podlahu na zemině

$$B' = A_g / (0,5 * P)$$

B' = 7,994217

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolace

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
15	-15	30	4,499	134,983

[W]

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
33,176	-15,000	15,000	0,000	0,000
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
0	4,5	0,02	1	5,972

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
5,972	2,030	30,000	60,911

[W]

Součet tepelných ztrát:

195,894

[W]

# Tepelné ztráty prostupem

1.S

0.05

a=	4,2
b=	8,15
H=	2,6

Tepelné ztráty do venkovního prostředí							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	ε <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *ε <sub>k</sub>
SO1	Venkovní stěna	3,488	0,254	0,100	0,354	1,000	1,235
SO2	Venkovní stěna	2,631	0,254	0,100	0,354	1,000	0,931
OZ	Okno zdvojené	1,170	1,200	0,100	1,300	1,000	1,521
SO4	Venkovní stěna	1,800	0,254	0,100	0,354	1,000	0,637
GD	Garážová vrata	6,000	4,000	0,100	4,100	1,000	24,600
SO3	Venkovní stěna	2,889	0,254	0,100	0,354	1,000	1,022

H<sub>T,ie</sub>= 29,946 [W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05  
ε<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>

H<sub>T,iue</sub>= 0,000

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební kce.							
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>		
SN1	Vnitřní stěna 150	3,140	0,712	-0,500	-1,118		
DV	Dveře vnitřní	1,800	2,300	-0,500	-2,070		
SN1	Vnitřní stěna 150	9,120	0,712	-0,250	-1,623		
DV	Dveře vnitřní	1,800	2,300	-0,250	-1,035		
STR	Stropní konstrukce	36,850	0,3365	-0,750	-9,301		

f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty      f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)      H<sub>T,ij</sub>= -15,146 [W/K]

Tepelné ztráty zeminou								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>
SO1	Venkovní stěna	11,232	0,202	2,265	1,450	0,400	1,000	1,314
SO2	Venkovní stěna	5,859	0,202	1,182	1,450	0,400	1,000	0,685
SO3	Venkovní stěna	9,302	0,202	1,876	1,450	0,400	1,000	1,088
PDL	Podlaha	36,850	0,292	10,748	1,450	0,000	1,000	0,000

H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>\*U<sub>equiv,k</sub>)\*f<sub>g1</sub>\*f<sub>g2</sub>\*G<sub>w</sub>      H<sub>T,ig</sub>= 3,087 [W/K]

f<sub>g1</sub>- opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub>- opravný teplotní součinitel      f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub>- opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1      interpolační U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'- charakteristické číslo pro podlahu na zemině      B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)      B'= 3,69424

U<sub>equiv,k</sub>- tabulková interpolační

Celková měrná tepelná ztráta prostupem      H<sub>T,i</sub>=H<sub>T,ie</sub>+H<sub>T,iue</sub>+H<sub>T,ij</sub>+H<sub>T,ig</sub>

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
5	-15	20	17,887	357,733

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
84,764	-15,000	5,000	0,500	42,382
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrace V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
2	4,5	0,02	1	15,258

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
42,382	14,410	20,000	288,198

**Součet tepelných ztrát: 645,931 [W]**

## Tepelné ztráty prostupem

## Schodišťový prostor

a=	4,2
b=	8,15
H=	2,3

Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební kce.								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *e <sub>k</sub>	
SO1	Venkovní stěna	15,126		0,254	0,100	0,354	1,000	5,354
OZ	Okno zdvojené	3,600		1,200	0,100	1,300	1,000	4,680
STR	Střešní konstrukce	5,563		0,154	0,100	0,254	1,000	1,414
<b>H<sub>T,ie</sub>=</b>							<b>11,447</b>	[W/K]

ΔU- korekční součinitel tepelných mostů, běžný tep. most 0,1, mírné tepelné mosty 0,05  
 e<sub>k</sub> korekční součinitel zahrnující exponování, klim. podmínky .....1

Tepelné ztráty nevytápěných prostor								
Stavební kce.								
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *b <sub>u</sub>	
<b>H<sub>T,iue</sub>=</b>							<b>0,000</b>	[W/K]

b<sub>u</sub> součinitel redukce teploty Θ<sub>u</sub>      b<sub>u</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>u</sub>)/(Θ<sub>int</sub>-Θ<sub>e</sub>)

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty									
Stavební kce.									
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>kc</sub> *f <sub>ij</sub>				
SN1	Vnitřní stěna 300	3,450		0,305	0,143	0,150			
<b>f<sub>ij</sub>- součinitel redukce teploty</b>						<b>f<sub>ij</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>i</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)</b>	<b>H<sub>T,ij</sub>=</b>	<b>0,150</b>	[W/K]

Tepelné ztráty zeminou										
č. kce.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>equiv,k</sub>	A <sub>k</sub> *U <sub>equiv,k</sub>	f <sub>g1</sub>	f <sub>g2</sub>	G <sub>w</sub>	f <sub>g1</sub> *f <sub>g2</sub> *G <sub>w</sub>		
SO1	Venkovní stěna	3,450	0,202	0,696		1,450	0,571	1,000	0,576	
SO2	Venkovní stěna	5,198	0,202	1,048		1,450	0,400	1,000	0,608	
PDL	Podlaha	4,150	0,292	1,210		1,450	0,400	1,000	0,702	
<b>H<sub>T,ig</sub>=(A<sub>k</sub>*U<sub>equiv,k</sub>)*f<sub>g1</sub>*f<sub>g2</sub>*G<sub>w</sub></b>								<b>H<sub>T,ig</sub>=</b>	<b>1,886</b>	[W/K]

f<sub>g1</sub> - opravný součinitel zahrnující vliv roční změny průběhu venkovních teplot, národní součinitel 1,45

f<sub>g2</sub> - opravný teplotní součinitel      f<sub>g2</sub>=(Θ<sub>int</sub>-Q<sub>m,e</sub>)/(Q<sub>int</sub>-Q<sub>e</sub>)

G<sub>w</sub> - opravný souč. na vliv spodní vody, roven 1

B' - charakteristické číslo pro podlahu na zemině

U<sub>equiv,k</sub> - tabulková interpolace

interpolace U<sub>equiv,k</sub>=0,33+(U-0,5)\*((0,55-0,33)/(1,0-0,5))

B'=A<sub>g</sub>/(0,5\*P)      B'= 3,6942356

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

Θ <sub>int,i</sub>	Θ <sub>e</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem
20	-15	35	13,484	471,939

Tepelná ztráta větráním- přirozené větrání

Hygienické požadavky

Objem místnosti V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	Výpočtová venkovní teplota Θ <sub>e</sub>	Výpočtová vnitřní teplota Θ <sub>i</sub>	n(h <sup>-1</sup> )	V <sub>min,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
31,762	-15,000	20,000	0,500	15,881
Počet nechráněných otvorů	n <sub>50</sub>	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací V <sub>inf,i</sub> (m <sup>3</sup> /h)
3	4,5	0,02	1	5,717

Výpočet tepelné ztráty větráním

max. z V <sub>min,i</sub> ; V <sub>inf,i</sub>	H <sub>v,i</sub>	Θ <sub>int,i</sub> -Θ <sub>e</sub>	Návrhová tepelná ztráta větráním
15,881	5,400	35,000	188,986

**Součet tepelných ztrát:      660,925** [W]

## 6. Energetický štítek obálky budovy

### PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

#### Identifkační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Rodinný dům Martínkov
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	899,717 m <sup>3</sup>
Celková plocha $A$ - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	760,713 m <sup>2</sup>
Geometrická charakteristika budovy $A / V$	0,846 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\Theta_{im}$	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období $\Theta_e$	-15,0 °C

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	b	H <sub>T</sub>	A	U	b	H <sub>T</sub>
		(požadovaná hodnota podle 5.2)				(požadovaná hodnota podle 5.2)		
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[-]		[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[-]	
SO1	287,347	0,30	1,00	86,204	287,347	0,254	1	72,968
SO2 zemina	93,107	0,45	0,57	23,882	93,107	0,259	0,57	13,721
SN1	3,808	0,60	0,486	1,110	3,808	0,305	0,486	0,564
SN2	8,449	0,60	0,486	2,464	8,449	0,712	0,486	2,923
celkem obvodové stěny po odečtení výplně otvorů	392,711				392,711		0	
OZ střešní	34,105	1,50	1,00	51,158	34,105	1,200	1	40,926
OZ	71,87	1,50	1,00	107,805	71,87	1,200	1	86,244
DV	2,1	1,70	1,00	3,570	2,1	1,200	1	2,520
Garážová vrata	6	3,50	1,00	21,000	6	4,000	1	24,000
Zbývající část plochy výplně otvorů započtena jako obvodová stěna	0	0,3	1		0	-	1	
STR 01- střecha	135,1965	0,24	1,00	32,447	135,1965	0,154	1	20,835
PDL 01 zemina	115,1	0,45	0,57	29,523	115,1	0,632	0,57	41,461
PDL 02- nevyt. pr	9,63	0,24	0,486	1,123	9,63	0,337	0,486	1,575
Celkem	760,713			360,286	1911,80			307,737
Tepelné vazby	760,719*0,02			15,214	760,719*0,1			76,0713
Celková měrná ztráta prostupem tepla				398,322				383,808
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5	max. Uem pro A/V 0,846		požadovaná hodnota:	383,808/760,713			0,505	
	360,286/760,173+0,05		0,524					
	75% z požadované hodnoty 0,524*0,75=		doporučená hodnota: 0,393		Vyhovuje			
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,505/0,524=	0,964	<b>Třída C - Úsporná</b>		



Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	<b>383,808</b>
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,505</b>
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, Nrc}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,393</b>
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, Nrq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,524</b>

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel $CI$ pro hranice klasifikačních tříd	$U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	<b>0,50</b>	0,5. $U_{em,N}$	<b>0,262</b>
B	<b>0,75</b>	0,75. $U_{em,N}$	<b>0,393</b>
C	<b>1,0</b>	1. $U_{em,N}$	<b>0,524</b>
D	<b>1,5</b>	1,5. $U_{em,N}$	<b>0,786</b>
E	<b>2,0</b>	2. $U_{em,N}$	<b>1,048</b>
F	<b>2,5</b>	2,5. $U_{em,N}$	<b>1,31</b>
G	<b>&gt; 2,5</b>	> 2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikace: C

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 18.2.2013

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

IČO:

Zpracoval:

Zdenněk Vejmelka

Podpis:

.....

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

# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

<b>Rodinný dům</b> Martínkov	<b>Hodnocení obálky budovy</b>					
<b>Celková podlahová plocha <math>A_c = 374,19 \text{ m}^2</math></b>	<b>stávající</b>	<b>doporučení</b>				
<b>CI Velmi úsporná</b>  <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <span style="margin-right: 10px;">0,5</span> <div style="width: 100px; height: 15px; background-color: #4F7942; border: 1px solid black; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">A</span> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <span style="margin-right: 10px;">0,75</span> <div style="width: 100px; height: 15px; background-color: #00B050; border: 1px solid black; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">B</span> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <span style="margin-right: 10px;">1,0</span> <div style="width: 100px; height: 15px; background-color: #66C2B8; border: 1px solid black; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">C</span> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <span style="margin-right: 10px;">1,5</span> <div style="width: 100px; height: 15px; background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">D</span> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <span style="margin-right: 10px;">2,0</span> <div style="width: 100px; height: 15px; background-color: #FFC300; border: 1px solid black; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">E</span> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <span style="margin-right: 10px;">2,5</span> <div style="width: 100px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">G</span> </div> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><b>Mimořádně neekonomická</b></p>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; width: 100px; height: 100px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: black; border: 1px solid black; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;"> <span style="color: white; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">0,96</span> </div> </div>					
klasifikace	<b>C</b>					
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $W/(m^2.K)$ <span style="float: right;"><math>U_{em} = H_T/A</math></span>	<b>0,505</b>	-				
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$	<b>0,524</b>	-				
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
$U_{em}$	<b>0,262</b>	<b>0,393</b>	<b>0,524</b>	<b>0,786</b>	<b>1,048</b>	<b>1,31</b>
Platnost štítku do	Datum 7.10.2022					
Štítek vypracoval	Zdeněk Vejmelka					

## 7. Návrh otopných těles

### 7.1. Návrh otopných těles v programu KORADO

Návrh otopných těles firmy K O R A D O a.s. Česká Třebová

Akce : Bakalářská práce  
Datum : 16. 2.2013

Teplota topné vody - přívodní : 40.0 °C  
vratné : 30.0 °C  
Procento výkonu pro návrh těles : 100.0

Místnost číslo	teplota °C	tepelná ztráta W	šířka okna mm	Tělesa	délka tělesa mm	tepelný výkon W
1. podzemní podlaží						
*****						
0.01 chodba	20	1264	mimo	33-060160-60-VK	1600	728
			mimo	33-060120-60-VK	1200	546
0.02 sklep	20	nevytápěná				
0.03 dílna	15	297	mimo	21-060090-60-VK	900	334
0.04 kotelna	10	122	mimo	KS 0900.0500	500	126
0.05 garáž	5	605	mimo	11-060120-60-VK	1200	611

Výpis těles - pro 1.podzemní podlaží	výška mm	délka mm	cena Kč/ks	počet kusů	cena celkem Kč	celkový vod.objem dm3
11-060120-60-VK	600	1200	3334	1	3334	3.7
21-060090-60-VK	600	900	3664	1	3664	5.2
33-060120-60-VK	600	1200	6613	1	6613	10.4
33-060160-60-VK	600	1600	7840	1	7840	13.9
KS 0900.0500	900	500	1098	1	1098	2.7

Tepelná ztráta místností - 1.podzemní podlaží : 2288 W  
 Instalovaný tepelný výkon otopných těles : 2345 W 102.5 %  
 Cena otopných těles : 22549 Kč  
 Vodní objem otopných těles : 36.0 dm3

Místnost číslo	teplota °C	tepelná ztráta W	šířka okna mm	Tělesa	délka tělesa mm	tepelný výkon W
1. nadzemní podlaží						
*****						
1.01 zádveří	15	107	mimo	10-060060-60-VK	600	108
1.02 chodba	20	nevytápěná				
1.03 schod. prostor	20	nevytápěná				
1.04 ložnice	20	855	mimo	33-060140-60-VK	1400	637
			mimo	33-060060-60-VK	600	273
1.05 koupelna	24	793	mimo	33-060160-60-VK	1600	457
			mimo	33-060120-60-VK	1200	343
1.06 záchod	20	104	mimo	10-060090-60-VK	900	109
1.08 jídelna+kuchyň	20	1506	mimo	33-060260-60-VK	2600	1183
			mimo	33-060080-60-VK	800	364
1.09 obývací pokoj	20	487	mimo	33-060110-60-VK	1100	501
1.10 spíž	5	nevytápěná				

Výpis těles - pro 1.nadzemní podlaží	výška mm	délka mm	cena Kč/ks	počet kusů -	cena celkem Kč	celkový vod.objem dm3
10-060060-60-VK	600	600	2194	1	2194	1.9
10-060090-60-VK	600	900	2461	1	2461	2.8
33-060060-60-VK	600	600	4775	1	4775	5.2
33-060080-60-VK	600	800	5387	1	5387	7.0
33-060110-60-VK	600	1100	6307	1	6307	9.6
33-060120-60-VK	600	1200	6613	1	6613	10.4
33-060140-60-VK	600	1400	7226	1	7226	12.2
33-060160-60-VK	600	1600	7840	1	7840	13.9
33-060260-60-VK	600	2600	10900	1	10900	22.6

Tepelná ztráta místností - 1.nadzemní podlaží : 3852 W  
 Instalovaný tepelný výkon otopných těles : 3975 W 103.2 %  
 Cena otopných těles : 53703 Kč  
 Vodní objem otopných těles : 85.6 dm3

Místnost číslo	tepelná ztráta °C	šířka okna mm	Tělesa	délka tělesa mm	tepelný výkon W
2. nadzemní podlaží					
*****					
2.01 chodba	20		nevytápěná		
2.02 pokoj	20	823	mimo 33-060200-60-VK	2000	910
2.03 koupelna	24	743	mimo 33-060180-60-VK	1800	514
			mimo 33-060090-60-VK	900	257
2.04 záchod	20	61	mimo 10-060060-60-VK	600	73
2.05 galerie	20	673	mimo 22-060110-60-VK	1100	353
			mimo 22-060110-60-VK	1100	353
2.06 pokoj	20	746	mimo 33-060200-60-VK	2000	910
2.07 pokoj	20	1113	mimo 33-030140-60-VK	1400	386
			mimo 33-030140-60-VK	1400	386
			mimo 33-060080-60-VK	800	364

Výpis těles - pro 2.nadzemní podlaží	výška mm	délka mm	cena Kč/ks	počet kusů -	cena celkem Kč	celkový vod.objem dm3
33-030140-60-VK	300	1400	5285	2	10570	14.8
10-060060-60-VK	600	600	2194	1	2194	1.9
22-060110-60-VK	600	1100	4493	2	8986	12.8
33-060080-60-VK	600	800	5387	1	5387	7.0
33-060090-60-VK	600	900	5693	1	5693	7.8
33-060180-60-VK	600	1800	8451	1	8451	15.7
33-060200-60-VK	600	2000	9062	2	18124	34.8

Tepelná ztráta místností - 2.nadzemní podlaží : 4159 W  
 Instalovaný tepelný výkon otopných těles : 4506 W 108.3 %  
 Cena otopných těles : 59405 Kč  
 Vodní objem otopných těles : 94.7 dm3

Výpis těles - pro objekt	výška mm	délka mm	cena Kč/ks	počet kusů -	cena celkem Kč	celkový vod.objem dm3
33-030140-60-VK	300	1400	5285	2	10570	14.8
10-060060-60-VK	600	600	2194	2	4388	3.7
10-060090-60-VK	600	900	2461	1	2461	2.8
11-060120-60-VK	600	1200	3334	1	3334	3.7
21-060090-60-VK	600	900	3664	1	3664	5.2

Výpis těles - pokračování	výška mm	délka mm	cena Kč/ks	počet kusů -	cena celkem Kč	celkový vod.objem dm3
22-060110-60-VK	600	1100	4493	2	8986	12.8
33-060060-60-VK	600	600	4775	1	4775	5.2
33-060080-60-VK	600	800	5387	2	10774	13.9
33-060090-60-VK	600	900	5693	1	5693	7.8
33-060110-60-VK	600	1100	6307	1	6307	9.6
33-060120-60-VK	600	1200	6613	2	13226	20.9
33-060140-60-VK	600	1400	7226	1	7226	12.2
33-060160-60-VK	600	1600	7840	2	15680	27.8
33-060180-60-VK	600	1800	8451	1	8451	15.7
33-060200-60-VK	600	2000	9062	2	18124	34.8
33-060260-60-VK	600	2600	10900	1	10900	22.6
KS 0900.0500	900	500	1098	1	1098	2.7
-----						
Tepelná ztráta místností - celý objekt				:	10299 W	
Instalovaný tepelný výkon otopných těles				:	10826 W	105.1 %
Cena otopných těles				:	135657 Kč	
Vodní objem otopných těles				:	216.3 dm3	
=====						

Technické listy v příloze č. 1.

## 7.2. Návrh podlahového konvektoru

$$Q = \mu * Q_N \left( \frac{t_{w,A} - t_A}{50} \right)^m$$

$m$  - teplotní exponent  
 $t_{w,A}$  - střední teplota otopné vody, teplota vzduchu v interiéru [°C]

$$Q = 1 * 1864 \left( \frac{35-20}{50} \right)^{1,09663}$$

$Q_N$  - jmenovitý tepelný výkon pro teploty  $t_w/t_A$  70/20 °C [W]  
 $\mu$  -  $\mu=1$  (pro jiné hodnoty průtoku z grafu)

$$Q = 498 \text{ W}$$

$Q$  - tepelný výkon pro jiné teploty [W]

Navrhuji podlahový konvektor MINIB T60 o délce 2000 mm.

Technické listy v příloze č. 2.

## 8. Výpočet potřeby TV

počet osob: 5  $\Theta_1 = 10\text{ }^\circ\text{C}$   
 potřeba teplé vody:  $0,082\text{ m}^3$   $\Theta_2 = 50\text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{2p} = n \cdot V$$

$$V_{2p} = 0,41\text{ m}^3$$

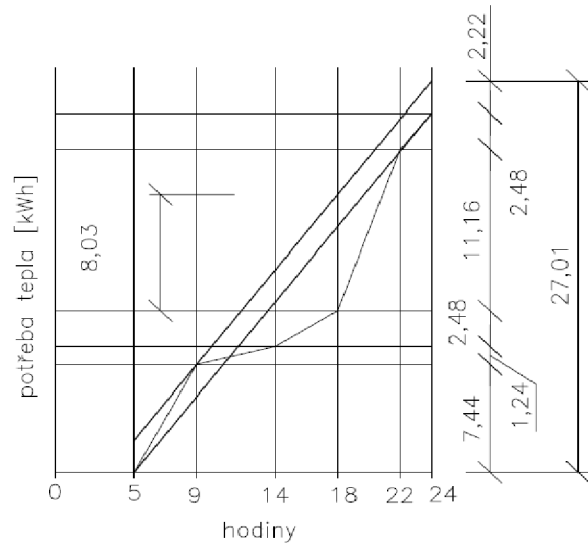
$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\Theta_2 - \Theta_1)$$

$$Q_{2t} = 19,073\text{ kWh}$$

$$Q_{2t} = 24,795\text{ kWh}$$

30% ztráta

5-9 hod	30%	7,439
9-14 hod	5%	1,240
14-18 hod	10%	2,480
18-22 hod	45%	11,158
22-24 hod	10%	2,480
Celkem	100%	24,795



Z grafu :  $\Delta Q_{\max} = 8,025\text{ kWh}$   
 $V_z = 0,1725\text{ m}^3$   
 $Q_{1n} = 1,1256\text{ kW}$

$Q_1 = 27,015\text{ W}$

Navržen zásobník teplé vody STIEBEL ELTRON SBB 301 WP o objemu 300l.

Technické listy v příloze č. 3.

## 9. Návrh zdroje tepla

### 9.1. Návrh zdroje tepla:

#### Potřeba tepla:

Potřeba tepla pro vytápění:	10,8342 kW
Potřeba tepla pro TV:	1,1256 kW
Celková potřeba.	11,9598 kW

#### Výkon zdroje tepla:

Teplotní spád 40/30 °C	
Min. výkon zdroje:	12 kW

Navrhuji tepelné čerpadlo Stiebel-Eltron WPL 13 E

Výkon při 2 °C je 8,09 kW

Výkon elektrického dotopu 8,8 kW.

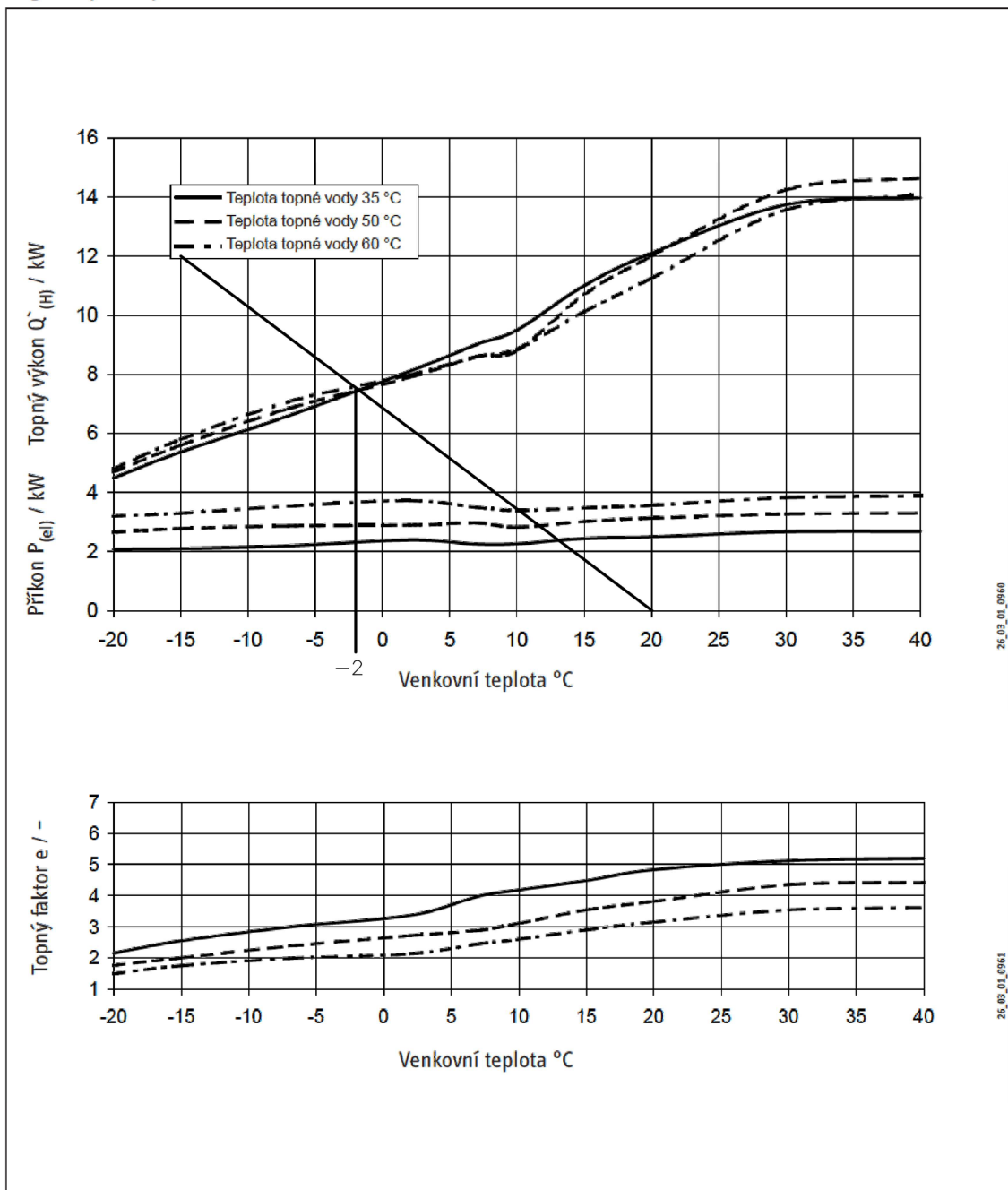
Technické listy v příloze č. 4.

## 9.2. Bod bivalence

### INSTALACE TECHNICKÉ ÚDAJE

#### 18.3 Výkonové diagramy

Diagram topného výkonu WPL 13 E | WPL 13 cool





## 10. Dimenzování otopné soustavy

č. úseku	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN	R (Pa/m)	w (m/s)	R <sup>l</sup> (Pa)	Σζ	Z (Pa)	Δp <sub>RV</sub> (Pa)	R <sup>l</sup> +Z+Δp <sub>RV</sub> (Pa)	Δp <sub>DIS</sub> (Pa)
<b>Dimenzování základního okruhu A</b>												
1	819	70,42	11,494	18x1	14	0,0983	160,92	5,02	24,254	1000	1185,170	1185,170
2	1590	136,72	5,7	22x1	15	0,122	85,5	2,8	20,838		106,338	1291,507
3	1943	167,07	2,106	22x1	22	0,152	46,332	0,9	10,397		56,729	1348,236
4	2016	173,34	4,358	22x1	22	0,153	95,876	1,12	13,109		108,985	1457,221
5	4279	367,93	9,936	28x1,5	30	0,215	298,08	3,4	78,583		376,663	1833,884
6	9426	810,49	3,29	28x1,5	120	0,476	394,8	2,1	237,905		632,705	2466,589
7	10720	921,75	1,032	28x1,5	145	0,529	149,64	2,2	307,825		457,465	2924,054
8	10926	939,47	5,8	28x1,5	150	0,541	870	0,9	131,706		1001,706	3925,760
9	11600	<b>997,42</b>	6,2	28x1,5	165	0,57	1023	22,1	3590,145	3450	8063,145	<b>11988,905</b>
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 2.05											R <sup>l</sup> +Z	
1	353	<b>20,24</b>	3,46	15x1	6	0,0487	20,76	6,02	7,139	<b>1263,609</b>	27,899	1291,507
Kruželka č. 3												
<b>Dimenzování okruhu C</b>												
1	514	<b>29,46</b>	3,74	15x1	8	0,0649	29,92	3,6	7,582	<b>1101,814</b>	1139,316	1139,316
2	771	44,20	1,84	15x1	17	0,0937	31,28	3,32	14,574		45,854	1185,170
Kruželka č. 4											R <sup>l</sup> +Z=	83,356
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 2.03											R <sup>l</sup> +Z	
1	257	<b>14,73</b>	2,7	15x1	4	0,0325	10,8	6,4	3,380	<b>1125,136</b>	14,180	1139,316
Kruželka č. 3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 2.04											R <sup>l</sup> +Z	
1	73	<b>4,18</b>	3,26	15x1	1,5	0,0122	4,89	6,62	0,493	<b>1342,854</b>	5,383	1348,236
Kruželka č. 1												
<b>Dimenzování okruhu B</b>												
1	386	<b>33,19</b>	6,234	15x1	9	0,073	56,106	4,42	11,777	<b>951,950</b>	1019,833	1019,833
2	772	66,38	9,44	18x1	7,5	0,0922	70,8	4,5	19,127		89,927	1109,760
3	1091	93,81	1,5	18x1	24	0,128	36	2,82	23,101		59,101	1168,861
4	1910	164,23	3,77	22x1	20	0,144	75,4	4,5	46,656		122,056	1290,917
5	2263	194,58	2,866	22x1	28	0,175	80,248	5,62	86,056		166,304	1457,221
Kruželka č. 4											R <sup>l</sup> +Z=	505,272
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 2.07											R <sup>l</sup> +Z	
1	386	<b>22,13</b>	2,874	15x1	6	0,0487	17,244	4,42	5,241	<b>997,347</b>	22,485	1019,833
Kruželka č. 3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 2.07											R <sup>l</sup> +Z	
1	319	<b>18,29</b>	3,888	15x1	5	0,0406	19,44	4,42	3,643	<b>1086,677</b>	23,083	1109,760
Kruželka č. 3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 2.06											R <sup>l</sup> +Z	
1	819	<b>46,95</b>	12,35	15x1	12	0,0974	148,2	5,02	23,812	<b>996,849</b>	172,012	1168,861
Kruželka č. 5												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 2.05											R <sup>l</sup> +Z	
1	353	<b>20,24</b>	3,2	15x1	5,5	0,0446	17,6	4,42	4,396	<b>1268,921</b>	21,996	1290,917
Kruželka č. 3												
<b>Dimenzování základního okruhu D</b>												
1	546	<b>46,95</b>	1,612	15x1	12	0,0974	19,344	3,82	18,120	<b>649,107</b>	686,570	686,570
2	1044	89,77	6,94	18x1	22	0,128	152,68	1,12	9,175		161,855	848,426
3	2227	191,49	2,4	22x1	26	0,168	62,4	1,12	15,805		78,205	926,631
4	2637	226,74	9,94	22x1	36	0,203	357,84	2,8	57,693		415,533	1342,164
5	3135	269,56	0,9	22x1	50	0,245	45	2,42	72,630		117,630	1459,794
6	5039	433,28	1,8	28x1,5	40	0,254	72	2,2	70,968		142,968	1602,761
7	5147	442,56	3,52	28x1,5	40	0,254	140,8	2,8	90,322		231,122	1833,884
Kruželka č. 5											R <sup>l</sup> +Z=	1184,777
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 1.09											R <sup>l</sup> +Z	
1	498	<b>28,55</b>	2,5	15x1	7,5	0,0608	18,75	3,82	7,061	<b>660,760</b>	25,811	686,570
Kruželka č. 4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 1.08											R <sup>l</sup> +Z	
1	1183	<b>67,81</b>	6,4	18x1	13	0,094	83,2	3,82	16,877	<b>748,349</b>	100,077	848,426
Kruželka č. 6												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 1.08											R <sup>l</sup> +Z	
1	410	<b>23,50</b>	2,6	15x1	6	0,0487	15,6	3,82	4,530	<b>906,501</b>	20,130	926,631
Kruželka č. 3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 1.02											R <sup>l</sup> +Z	
1	498	<b>28,55</b>	2,7	15x1	7,5	0,0608	20,25	3,82	7,061	<b>1314,853</b>	27,311	1342,164
Kruželka č. 4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 1.01											R <sup>l</sup> +Z	
1	108	<b>6,19</b>	1,726	15x1	2	0,0162	3,452	3,82	0,501	<b>1598,808</b>	3,953	1602,761
Kruželka č. 2												

**Dimenzování základního okruhu E**

1	910	<b>78,25</b>	12,774	18x1	17	0,11	217,16	4,8	29,040	<b>541,243</b>	787,441	787,441
2	1795	154,34	6,74	18x1	55	0,22	370,7	2,2	53,240		423,940	1211,381
3	1904	163,71	3,74	18x1	60	0,231	224,4	0,9	24,012		248,412	1459,794

Kuželka č. 6

R<sup>1</sup>+Z= 918,550

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 1.06

R<sup>1</sup>+Z

1	109	<b>6,25</b>	2,92	15x1	2	0,0162	5,84	4,42	0,580	<b>1204,961</b>	6,420	1211,381
---	-----	-------------	------	------	---	--------	------	------	-------	-----------------	-------	----------

Kuželka č. 2

**Dimenzování okruhu F**

1	571	<b>32,73</b>	3,5	15x1	9	0,073	31,5	3,6	9,592	<b>695,678</b>	736,770	736,770
2	885	50,73	2,49	15x1	13	0,105	32,37	3,32	18,302		50,672	787,441

Kuželka č. 4

R<sup>1</sup>+Z= 91,764

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 1.05

R<sup>1</sup>+Z

1	314	<b>18,00</b>	2,4	15x1	5	0,0406	12	6,4	5,275	<b>719,495</b>	17,275	736,770
---	-----	--------------	-----	------	---	--------	----	-----	-------	----------------	--------	---------

Kuželka č. 3

**Dimenzování okruhu G**

1	501	<b>43,08</b>	0,4	15x1	12	0,0974	4,8	3,22	15,274	<b>1991,027</b>	2011,101	2011,101
2	956	82,20	12,22	18x1	19	0,118	232,18	5,7	39,683		271,863	2282,964
3	1294	111,26	5,52	18x1	30	0,154	165,6	1,52	18,024		183,624	2466,589

Kuželka č. 4

R<sup>1</sup>+Z= 475,561

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 0.01

R<sup>1</sup>+Z

1	455	<b>26,08</b>	0,2	15x1	7	0,0568	1,4	3,22	5,194	<b>2004,507</b>	6,594	2011,101
---	-----	--------------	-----	------	---	--------	-----	------	-------	-----------------	-------	----------

Kuželka č. 3

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 0.03

R<sup>1</sup>+Z

1	338	<b>19,38</b>	8,56	15x1	5	0,0406	42,8	4,42	3,643	<b>2236,522</b>	46,443	2282,964
---	-----	--------------	------	------	---	--------	------	------	-------	-----------------	--------	----------

Kuželka č. 3

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 0.04

R<sup>1</sup>+Z

1	206	<b>11,81</b>	6,84	15x1	3	0,0243	20,52	4,42	1,305	<b>2902,229</b>	21,825	2924,054
---	-----	--------------	------	------	---	--------	-------	------	-------	-----------------	--------	----------

Kuželka č. 2

Dimenzování úseku k otopnému tělesu 0.05

R<sup>1</sup>+Z

1	674	<b>38,64</b>	7	15x1	10	0,0811	70	3,82	12,562	<b>3843,198</b>	82,562	3925,760
---	-----	--------------	---	------	----	--------	----	------	--------	-----------------	--------	----------

Kuželka č. 3

Dimenzování od TČ k AN

1	12727	<b>1094,33</b>	7,9	28x1,5	200	0,637	1580	4,6	933,269	15950,000	18463,269	<b>18463,269</b>
---	-------	----------------	-----	--------	-----	-------	------	-----	---------	-----------	-----------	------------------

Tlaková ztráta TČ: 9,9 kPa  
 Tlaková ztráta AN: 2,85 kPa  
 Tlaková ztráta zásobník: 4,1 kPa  
 Sada WPKI 5: 3,2 kPa  
 Filterball: 0,6 kPa

Dimenzování od TČ k zásobníku

1	12727	<b>1094,33</b>	10,7	28x1,5	200	0,637	2140	4,6	933,269	14000,000	17073,269	<b>17073,269</b>
---	-------	----------------	------	--------	-----	-------	------	-----	---------	-----------	-----------	------------------

## 11. Návrh čerpadel

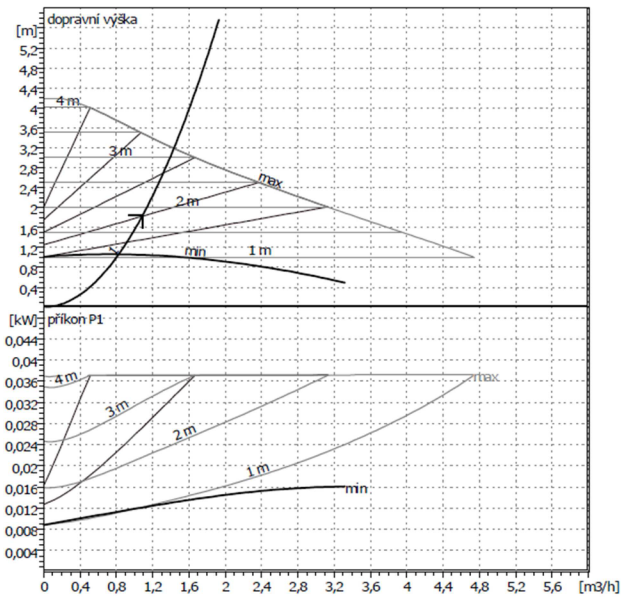
Návrh čerpadla od tepelného čerpadla k akumulční nádobě.

Průtok: 1,094 m<sup>3</sup>/h

Dopravní výška: 1,85 m

Teplota kapaliny: 40 °C

Navrženo čerpadlo Wilo Stratos 25/1-4



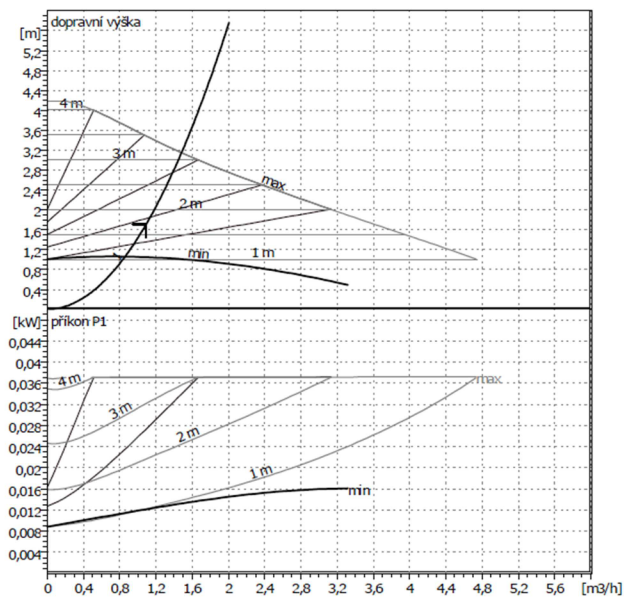
Návrh čerpadla od tepelného čerpadla k zásobníku teplé vody.

Průtok: 1,094 m<sup>3</sup>/h

Dopravní výška: 1,71 m

Teplota kapaliny: 40 °C

Navrženo čerpadlo Wilo Stratos 25/1-4



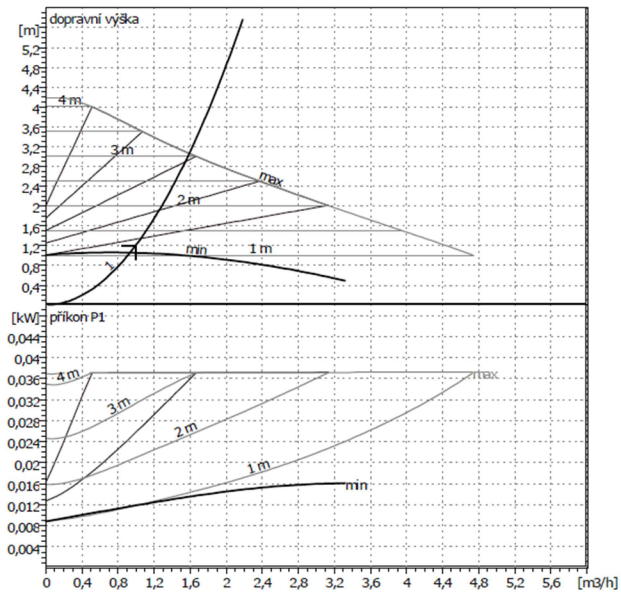
Návrh čerpadla topného okruhu.

Průtok: 0,997 m<sup>3</sup>/h

Dopravní výška: 1,2 m

Teplota kapaliny: 40 °C

Navrženo čerpadlo Wilo Stratos 25/1-4


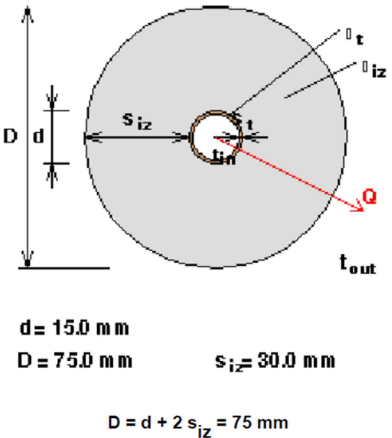


Technické listy a podrobnosti v příloze č. 5.


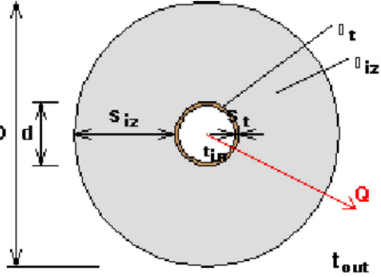
## 12. Návrh izolace potrubí

Návrh tepelné izolace byl proveden výpočtovým softwarem na TZB-INFO.


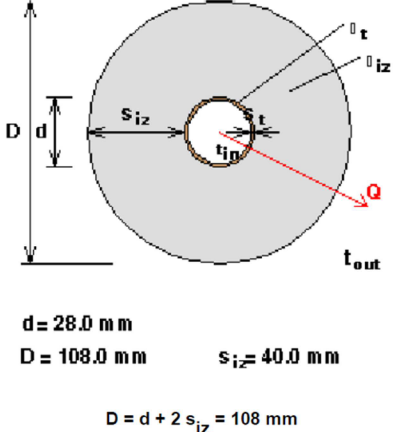
### Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p><b>Izolace - <a href="#">podrobné technické informace</a></b></p> <p>PUR</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka <math>s_{iz} = 30</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_{iz} = 0.039</math> W / m K</p>	 <p>Rozsah provozních teplot: od -45 °C do 130 °C</p>
<p><b>Trubka</b></p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 15x1</p> <p>Průměr <math>d = 15</math> mm</p> <p>Tloušťka stěny <math>s_t = 1</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_t = 372</math> W / m K</p>	
 <p><math>d = 15.0</math> mm  <math>D = 75.0</math> mm  <math>s_{iz} = 30.0</math> mm</p> <p><math>D = d + 2 s_{iz} = 75</math> mm</p>	<p><b>Potrubí</b></p> <p>Teplota média <math>t_{in} = 40</math> °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí <math>t_{out} = 20</math> °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu <math>rh = 55</math> % ???</p> <p>Teplota rosného bodu <math>t_w = 11.1</math> °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu <math>\alpha_e = 10</math> W / m<sup>2</sup> K</p> <p>Délka potrubí <math>l = 1</math> m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 10 - DN 15 <math>\Rightarrow U_{o,193/2007} = 0.15</math> W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p><math>U_o = 0.144 \leq 0.15</math> W / m K <math>\Rightarrow</math> VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p><math>t_{p,iz} = 21.2</math> °C <math>&gt; t_w \Rightarrow</math> na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p><math>q_p = 9.4</math> W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p><math>q_{iz} = 2.9</math> W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>69 %</p>
<p><b>Střední spotřeba izolace</b></p>	<p>0.1414 m<sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci</p>

## Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - <a href="#">podrobné technické informace</a></p> <p>PUR</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka <math>s_{iz} = 30</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_{iz} = 0.039</math> W / m K</p>	 <p>Rozsah provozních teplot: od -45 °C do 130 °C</p>
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 18x1</p> <p>Průměr <math>d = 18</math> mm</p> <p>Tloušťka stěny <math>s_t = 1</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_t = 372</math> W / m K</p>	
 <p><math>d = 18.0</math> mm  <math>D = 78.0</math> mm  <math>s_{iz} = 30.0</math> mm</p> <p><math>D = d + 2 s_{iz} = 78</math> mm</p>	<p><b>Potrubí</b></p> <p>Teplota média <math>t_{in} = 40</math> °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí <math>t_{out} = 20</math> °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu <math>rh = 55</math> % ???</p> <p>Teplota rosného bodu <math>t_w = 11.1</math> °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu <math>\alpha_e = 10</math> W / m<sup>2</sup> K</p> <p>Délka potrubí <math>l = 1</math> m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 <math>\Rightarrow U_{o,193/2007} = 0.18</math> W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p><math>U_o = 0.157 \leq 0.18</math> W / m K <math>\Rightarrow</math> VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p><math>t_{p,iz} = 21.3</math> °C <math>&gt; t_w \Rightarrow</math> na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p><math>q_p = 11.3</math> W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p><math>q_{iz} = 3.1</math> W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>72 %</p>
<p>Střední spotřeba izolace</p>	<p>0.1508 m<sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci</p>

## Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p><b>Izolace</b> - <a href="#">podrobné technické informace</a></p> <p>PUR</p> <p>Rozměry izolace - tl. 40</p> <p>Tloušťka <math>s_{iz} = 40</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_{iz} = 0,039</math> W / m K</p>	 <p>Rozsah provozních teplot: od -45 °C do 130 °C</p>
<p><b>Trubka</b></p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 28x1.5</p> <p>Průměr <math>d = 28</math> mm</p> <p>Tloušťka stěny <math>s_t = 1,5</math> mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti <math>\lambda_t = 372</math> W / m K</p>	
 <p><math>d = 28,0</math> mm  <math>D = 108,0</math> mm  <math>s_{iz} = 40,0</math> mm</p> <p><math>D = d + 2 s_{iz} = 108</math> mm</p>	<p><b>Potrubí</b></p> <p>Teplota média <math>t_{in} = 40</math> °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí <math>t_{out} = 20</math> °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu <math>rh = 55</math> % ???</p> <p>Teplota rosného bodu <math>t_w = 11,1</math> °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu <math>\alpha_e = 10</math> W / m<sup>2</sup> K</p> <p>Délka potrubí <math>l = 1</math> m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 <math>\Rightarrow U_{o,193/2007} = 0,18</math> W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p><math>U_o = 0,173 \leq 0,18</math> W / m K <math>\Rightarrow</math> <b>VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</b></p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p><math>t_{p,iz} = 21</math> °C <math>&gt; t_w \Rightarrow</math> na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p><math>q_p = 17,6</math> W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p><math>q_{iz} = 3,5</math> W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>80 %</p>
<p>Střední spotřeba izolace</p>	<p>0,2136 m<sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci</p>

## 13. Návrh pojistných zařízení a zařízení kotelny

### 13.1. Výpočet pojišťovacího ventilu

$$Q_p = Q_n \quad Q_n = 14,2 \text{ kW}$$
$$Q_p = 14,2 \text{ kW}$$

$$m_p = Q_p \quad S_o = (2Q_p) / (\alpha_v \cdot \sqrt{p_{ot}})$$
$$m_p = 14,2 \text{ kg.h}^{-1} \quad S_o = 4,1 \text{ mm}^2$$

$$d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p} \quad \alpha_v = 0,44$$
$$d_v = 12,26 \text{ mm} \quad p_{ot} = 250 \text{ kPa}$$

chlazení kotle

$$m_{chl} = 1,5 \cdot Q_n$$
$$m_{chl} = 21,3 \text{ kg.h}^{-1}$$
$$V_{chl} = 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot Q_n$$
$$V_{chl} = 0,021 \text{ m}^3$$

Pojistný ventil IVAR.PV 311

Otvírací tlak 2,5baru, plocha 1,327cm<sup>2</sup>, rozměr přívodu 13mm

### 13.2. Výpočet expanzního zařízení topení

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n \quad V_o = 0,992 \text{ m}^3$$
$$V_e = 0,01 \text{ m}^3 \quad n = 0,007$$
$$p_{ddov} = (h_s + \Delta h) \cdot \rho_v \cdot g \quad h_s = 5,285 \text{ m}$$
$$p_{ddov} = 71,47 \text{ kPa} \quad \Delta h = 2 \text{ m}$$
$$V_{cp} = V_e \cdot (p_{hp} + 100) / (p_{hp} - p_d) \quad \rho_v = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$
$$V_{cp} = 0,019 \text{ m}^3 \quad g = 9,81 \text{ m.s}^{-1}$$
$$18,94 \text{ l} \quad p_{hp} = 250 \text{ kPa}$$
$$p_d = 71,47 \text{ kPa}$$

Expanzní nádoba IVAR.AQUAHOT ACR, objem 24l, h=420mm, průměr 365mm, max. tlak 6barů

Návrh filtreball

$$m = 997,4 \text{ kg/h}$$
$$p = 0,6 \text{ kPa}$$

Výpočet expanzního zařízení teplá voda

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n \quad V_o = 0,32 \text{ m}^3$$
$$V_e = 0,003 \text{ m}^3 \quad n = 0,007$$
$$p_{ddov} = (h_s + \Delta h) \cdot \rho_v \cdot g \quad h_s = 5,285 \text{ m}$$
$$p_{ddov} = 71,47 \text{ kPa} \quad \Delta h = 2 \text{ m}$$
$$V_{cp} = V_e \cdot (p_{hp} + 100) / (p_{hp} - p_d) \quad \rho_v = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$
$$V_{cp} = 0,006 \text{ m}^3 \quad g = 9,81 \text{ m.s}^{-1}$$
$$6,108 \text{ l} \quad p_{hp} = 250 \text{ kPa}$$
$$p_d = 71,47 \text{ kPa}$$

Expanzní nádoba IVAR.AQUAHOT ACR, objem 8l, h=325mm, průměr 195mm, max. tlak 6barů

Technické listy v příloze č. 6. A č. 7.

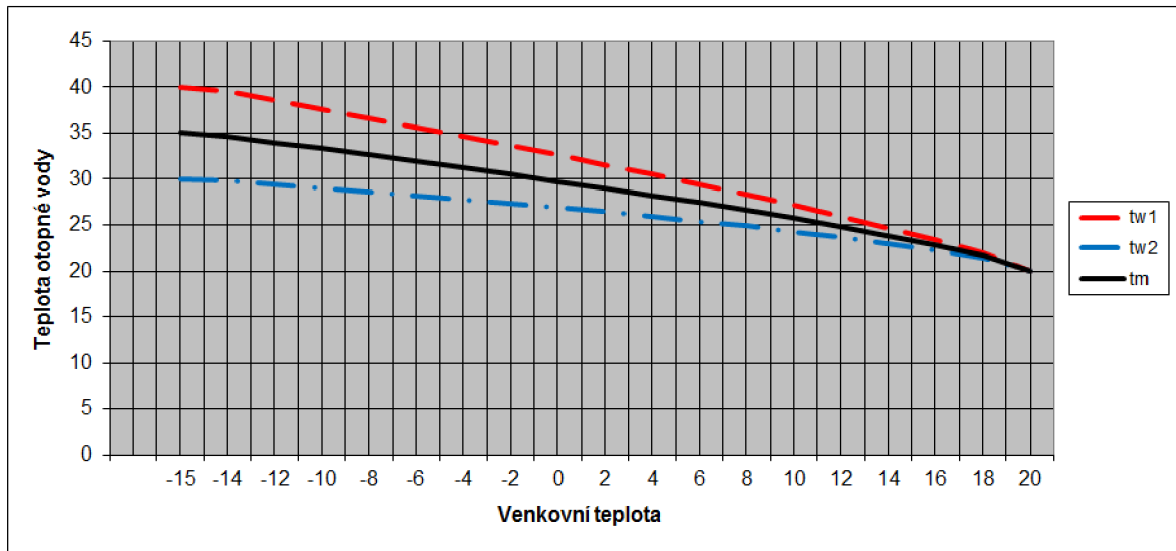


### 13.3. Regulace dle venkovní teploty

Regulaci výkonu tepelného čerpadla zajišťuje regulátor WPMW II

Technické listy v příloze č. 8.

#### Ekvitermní křivka:



### 13.4. Odvod kondenzátu

Odvod kondenzátu bude zajišťovat čerpadlo kondenzátu PK 10.

Technické listy v příloze č. 9.

### 13.5. Dopouštění vody

Pro dopouštění vody do otopné soustavy bude soužit automatická doplňovací sestava od HONEYWELL typ NK295S

Technické listy v příloze č. 10.

### 13.6. Akumulační nádoba

Jako taktovací a vyrovnávající nádrž bude sloužit akumulční nádrž od STIEBEL ELTRON typ SPB 700 E s montážními sadami

#### Stanovení doby nabíjení a vybíjení akumulční nádrže (AN)

Q zdroje	14,2 kW
Q otopné soustavy	10,834 kW
denní potřeba tepla na vytáp	260,016 kWh

objem akumulční nádrže	700 l
	<i>počáteční</i> <i>konečná</i>
teplota AN	30      40 °C
Qd tepelný obsah AN	8,1 kWh

doba nabíjení	2,4 h
doba vybíjení	0,8 h
celkem	3,2 h
	0,1 dnů

#### Rychlost proudění otopné vody potrubím od kotle do AN

teplotní spád ohřivané vody	10 °C
připojovací potrubí DN	28 mm
	<i>l/h</i> <i>l/s</i>
průtok potrubí	1221      0,34
rychlost proudění	0,23 m/s

Technické listy v příloze č. 11.

## 14. Potřeba tepla

### 14.1. Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

#### Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Lokalita (Tabulka)		<input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 12\text{ °C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 13\text{ °C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15\text{ °C}$ ???	
Město	Třebíč (Bítovány)	Délka topného období	$d = 247$ [dny]
Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15$ °C		Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 2.5$ °C	

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Vytápění</b> Tepelná ztráta objektu $Q_c = 10,834$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 20$ °C ??? Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 4323$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i = 0.85$ ??? $\eta_o = 0.95$ ??? $e_t = 0.90$ ??? $\eta_r = 0.95$ ??? $e_d = 1.00$ ??? Opravný součinitel $\varepsilon$ ??? <input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$ <input type="radio"/> $\varepsilon = 0.765$ $Q_{WYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{WYT,r} = \left\langle \begin{array}{l} 98 \text{ GJ/rok} \\ 27.2 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\rangle$ Náklady	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Ohřev teplé vody</b> $t_1 = 10$ °C ??? $\rho = 1000$ kg/m <sup>3</sup> ??? $t_2 = 50$ °C ??? $c = 4186$ J/kgK ??? $V_{2p} = 0.328$ m <sup>3</sup> /den ??? Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.5$ ??? Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 22.9$ 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] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \left\langle \begin{array}{l} 26.4 \text{ GJ/rok} \\ 7.3 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\rangle$ Náklady
---	---

<b>Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody</b> $Q_r = Q_{WYT,r} + Q_{TUV,r} = \left\langle \begin{array}{l} 124.4 \text{ GJ/rok} \\ 34.6 \text{ MWh/rok} \end{array} \right\rangle$ Náklady	
---	--

### 14.2. Potřeba energií

Roční potřeba energií byla stanovena ve výpočtovém softwaru NTC.exe, Copyright © 2012, Horák Petr, Koňářík Marcel, Plášek Josef

#### Výpočtové hodnoty:

Podle venkovních teplot:

Počet hodinostupňů za otopné období

$$DH_{\text{rok}} = 95872 \text{ [K} \cdot \text{hod]}$$

Roční potřeba tepla na ohřev TV a VYT

$$Q_{p,\text{rok}} = 34500 \text{ [kWh/rok]}$$

Roční dodávka tepla TČ na ohřev TV a VYT

$$Q_{tč,\text{rok}} = 32962 \text{ [kWh/rok]}$$

Roční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla	$Q_{d,rok} = 1538$ [kWh/rok]
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	$E_{tč,rok} = 10482$ [kWh/rok]
Roční potřeba el.energie pro pohon pomoc.zařízení	$E_{pom,rok} = 28122$ [kWh/rok]

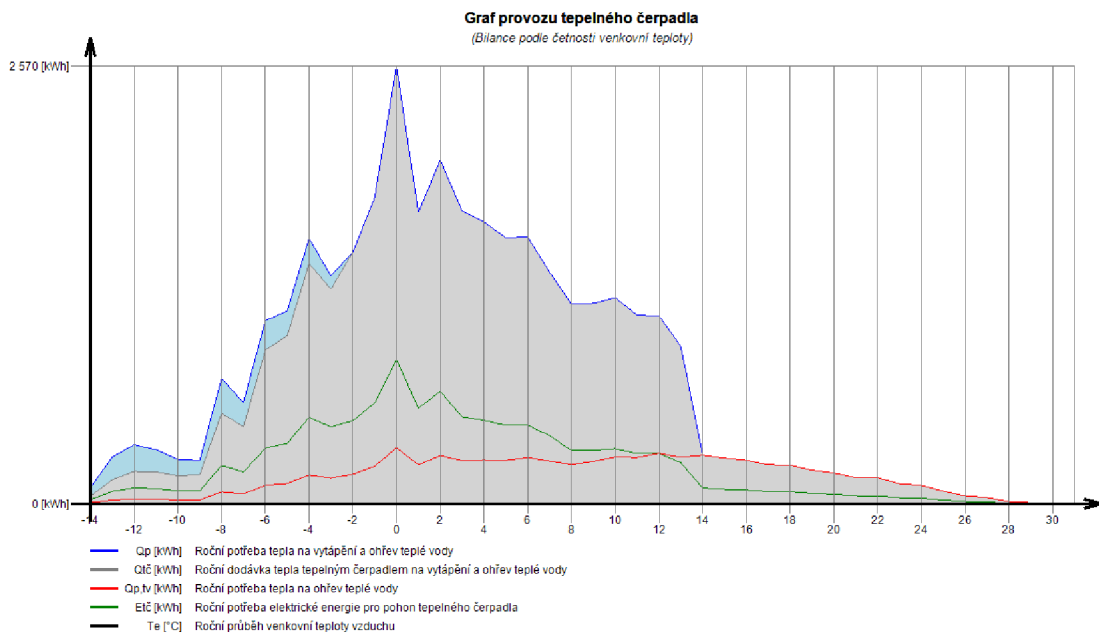
Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TV a VYT:	$f = 95,54$ [%]
Sezónní topný faktor tepelného čerpadla	$SPF_{tč} = 3,14$ [-]
Sezónní topný faktor celé soustavy	$SPF = 0,85$ [-]

Podle dní:

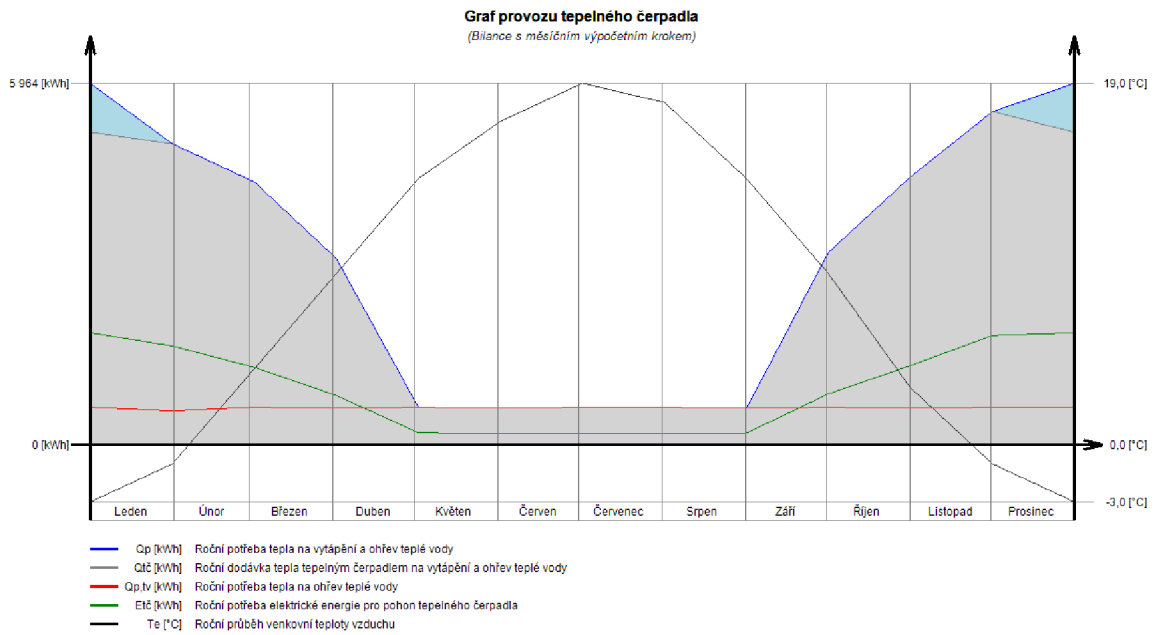
Počet hodinostupňů za otopné období	$DH_{,rok} = 88824$ [K·hod]
Roční potřeba tepla na ohřev TV a VYT	$Q_{p,rok} = 34500$ [kWh/rok]
Roční dodávka tepla TČ na ohřev TV a VYT	$Q_{tč,rok} = 32663$ [kWh/rok]
Roční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla	$Q_{d,rok} = 1837$ [kWh/rok]
Roční potřeba elektrické energie pro pohon TČ	$E_{tč,rok} = 10389$ [kWh/rok]
Roční potřeba el.energie pro pohon pomoc.zařízení	$E_{pom,rok} = 27911$ [kWh/rok]

Roční pokrytí potřeby tepla z TČ na ohřev TV a VYT	$f = 94,67$ [%]
Sezónní topný faktor tepelného čerpadla	$SPF_{tč} = 3,14$ [-]
Sezónní topný faktor celé soustavy	$SPF = 0,85$ [-]

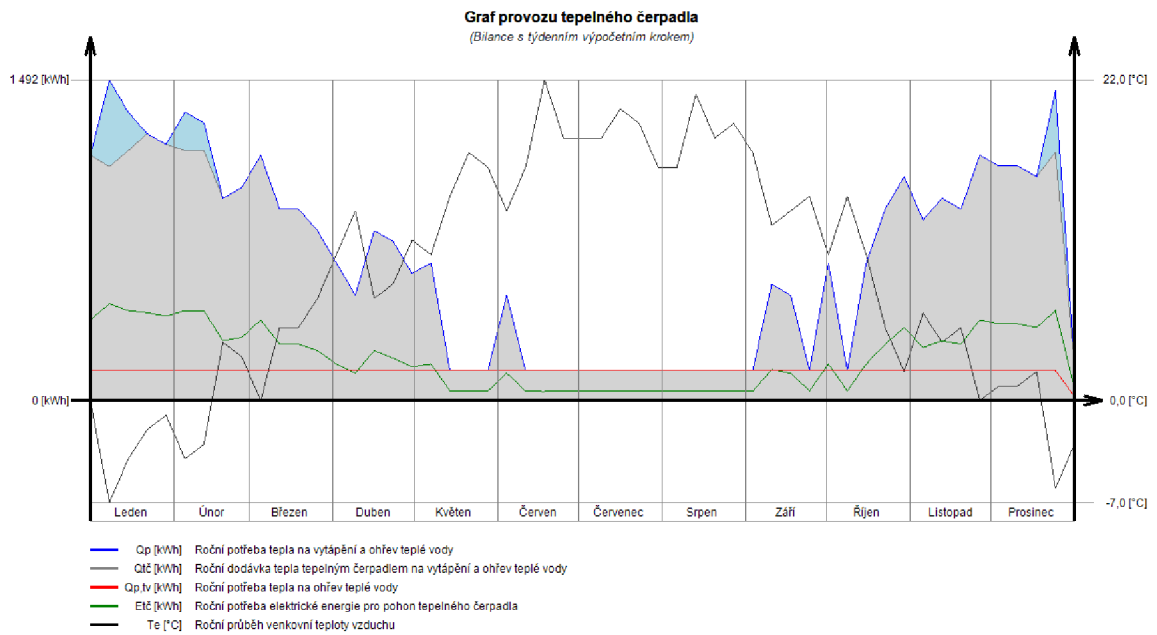
 **NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA**  
software NTC.exe (verze 1.0)



obr. 24 Potřeba tepla dle venkovní teploty



obr. 25 Potřeba tepla po měsících



obr. 26 Potřeba tepla po týdnech

Podklady ke grafům v příloze č. 12.

## C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

## 15. Úvod

### 15.1. Umístění a popis objektu

Navrhovaný objekt je umístěn na katastrálním území města Moravské Budějovice v nadmořské výšce 512 m. n. m. Jedná se o zděný systém z pórobetonových cihel Ytong, stropní systém Ytong Klasik. Budova má 2 nadzemní podlaží a 1 podzemní podlaží.

### 15.2. Popis provozu

Jedná se rodinný dům pro pětičlennou rodinu.

## 16. Podklady

Pro zpracování projektu vytápění byla předložena projektová dokumentace stavby.

Technické normy.

Hygienické normy

### 16.1. Seznam použitých předpisů, norem, vyhlášek, internetových zdrojů:

- ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu
- ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
- ČSN 06 0330 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
- ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- Vyhl. MMRČR č. 499/2006 sb. O dokumentaci staveb
- Vyhl. MMRČR č. 193/2007 sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu teplé energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhl. MMRČR č. 193/2007 sb. kterou se stanoví pravidla pr vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům
- [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [www.stiebel-eltron.cz](http://www.stiebel-eltron.cz)
- [www.wilo.cz](http://www.wilo.cz)
- [www.korado.cz](http://www.korado.cz)

## 17. Tepelná bilance

### 17.1. Klimatické poměry

Nadmořská výška:	512 m. n. m.
Výpočtová venkovní teplota:	-15 °C

### 17.2. Vnitřní teploty a potřeba tepla

Pobytové místnosti, schodiště, chodby	20 °C
Koupelny	24 °C
Zádveří, kotelna, dílna	15 °C
Garáž	5 °C
Sklad potravin	3 °C

Celková tepelná ztráta objektu:	10,834 kW
Potřebný výkon k ohřevu TV:	1,126 kW

Potřeba tepla pro vytápění včetně infiltrace:	27,2 MWh/rok
Potřeba tepla pro ohřev TV:	7,3 MWh/rok
Potřeba tepla pro vytápění a ohřev TV:	4,6 MWh/rok

### 17.3. Teplonosná látka

Tepelný spád otopné soustavy:	40/30 °C
Tepelný spád teplé vody:	50/10 °C

## 18. Zdroj tepla a zařízení kotelny

### 18.1. Specifikace zdroje tepla

Objekt bude vytápěn obnovitelným zdrojem energie a to tepelným čerpadlem vzduch – voda od firmy Stiebel eltron. Jedná se o provedení k vnitřní instalaci, na které je osazeno vzduchovými hadicemi DN560, které jsou vyvedeny přes stěnu do venkovního prostředí. Proto bude nutný zásah do stavební konstrukce. Navržený typ WPL 13 E, výkon při 2 °C 8,09 kW, výkon přídatného topení 8,8 kW.

### 18.2. Zařízení kotelny

V kotelně je umístěna akumulční nádrž SBP 700 E s instalační sadou WPKI 5. Dále zásobník na teplou vodu SBB 301 WP s konstrukční sadou BBI 5 pro WPKI 5. Sada WPKI 5 obsahuje přípojovací kus se zpětnou klapkou, termomanometr, kulový uzavírací ventil, pojistný



ventil, připojení expanzní nádrže, oběhové čerpadlo Wilo, plnicí a vypouštěcí kohout, připojení k tepelnému čerpadlu. Expanzní nádoba IVAR AQUAHOT ACR o objemu 24 l.

## **19. Otopná soustava**

### **19.1. Popis otopné soustavy**

Otopná soustava je teplovodní s nuceným oběhem topné vody. Veškeré potrubí bude měděné. Rozvody potrubí budou u nadzemních podlaží vedeny v podlaze a ve sklepech zavěšeno pod stropem. Stoupační potrubí vedeno ve vnitřní nosné stěně.

### **19.2. Zařízení na straně otopné soustavy**

Z akumulární nádoby k otopné soustavě je umístěno čerpadlo Wilo.

### **19.3. Plnění a vypouštění otopné soustavy**

Plnění bude prováděno pitnou vodou z domovního vodovodu, automatickou dopouštěcí sestavou Honeywell NK295S. Dopouštějící sestava bude umístěna v kotelně. Vypouštění soustavy bude prováděno vypouštěcími kohouty v nejnižších místech soustavy, dle výkresové dokumentace.

### **19.4. Otopná tělesa**

Navržena jsou otopná tělesa KORÁDO RADIK VK, RADIK VKL, KLASIK, KORALUX KLM. Podlahové konvektory MINIB COIL – T60. Otopná tělesa budou umístěna 150 mm nad podlahou. Výška těles 600 mm a 300 mm.

### **19.5. Potrubí, izolace**

Bylo použito měděné potrubí vedeno dle výkresové dokumentace. Na potrubí v podlaze a stěně bude použita izolace PUR tl. 9 mm. Rozvody vedené pod stropem 30 mm, 40 mm dle dimenze potrubí. Uchyceno pomocí ocelových úchytek se zvukovou izolační vložkou. Nutno dodržet maximální rozteče úchytek.

### **19.6. Regulace**

Regulace tepelného čerpadla pomocí regulátoru Stiebel WPMW II, zajišťuje i regulaci teplé vody. Na otopných tělesech budou osazeny termostatické ventily s hlavicemi.

### **19.7. Ohřev teplé vody**

Teplou vodu bude zajišťovat zásobníkový ohřivač na teplou vodu SBB 301 WP, který bude natápěn tepelným čerpadlem a potřebná teplota bude zajišťována elektrickým přídatným ohřivačem BGC/45.

## **20. Ostatní profese**

### **20.1. Stavební práce**

V kotelně musí být zajištěn rovný pevný podklad pod všechna zařízení. Dále se musí ve stěně se opatřit otvor pro průchodku s protidešťovou žaluzií. Vzhledem k umístění kotelny se budou muset na venkovní stranu osadit anglické dvorky, aby byl zajištěn přívod vzduchu a zabráněno nasávání nečistot. Nutné zřízení prostupů v podlaze pro potrubí a drážku v nosné stěně pro stoupací potrubí.

### **20.2. Zdravotechnika**

Nutné přivést studenou vodu do kotelny, aby byl zajištěn správný chod všech systémů. Připojení k zásobníku na teplou vodu a doplňování otopné soustavy. V kotelně nutno zřídit podlahovou vpusť.

### **20.3. Elektroinstalace**

Pro napojení tepelného čerpadla, zásobníku teplé vody, čerpadel je nutné přivést rozvod elektřiny se samostatným jištěním, zajistit dostatečné množství zásuvek v blízkosti odběrných míst. Pro tepelné čerpadlo zásuvku 400 V, pro ostatní zařízení 230 V.

Příkon TČ/přídavného topení: 2,14/8,8 kW

Příkon dotopu v zásobníku: 1 – 5,7 kW

Čerpadlo: 3x46 W

Rozvody od snímače teploty a regulátoru vedeny v lištách po stěnách.

## **21. Montáž a uvedení do provozu**

### **21.1. Zdroj**

Montáž a uvedení do provozu musí provádět osoba s odpovídající kvalifikací, osvědčením a oprávnění k činnosti daného typu. Vše musí být provedeno dle montážního návodu výrobce. Po montáži musí být sepsán protokol o uvedení do provozu.

### **21.2. Otopná soustava**

Montáž a uvedení do provozu se řídí dle ČSN 06 3010. Práce provádí osoba s odpovídající kvalifikací a osvědčením. Po dokončení montáže se musí provést zkouška těsnosti.

### **21.3. Topná a tlaková zkouška**

Uvedení otopné soustavy do provozu spočívá zejména v provedení zkoušky těsnosti a v provedení dilatační a topné zkoušky dle ČSN 06 0310 kapitola 8.

Kontroluje se zejména:

- a) správná funkce armatur;
- b) rovnoměrné ohřívání otopných těles;
- c) dosažení technických předpokladů projektu (teploty, tlaků, rozdílů teplot, rozdílů tlaků atd.);
- d) správná funkce regulačních a měřicích zařízení;
- e) správná funkce zabezpečovacích zařízení, havarijních opatření a poruchových signalizací;
- f) zda instalované zařízení svým výkonem kryje projektované potřeby tepla;
- g) nejvyšší výkon zdrojů tepla;
- h) výkon zdroje tepla při přípravě teplé užitkové vody při maximálním odběru vody podle projektu (odběr vody sledovat alespoň vodoměrem na přívodu studené vody do ohříváčů);
- i) dosažení projektované účinnosti a ověření emisních limitů.

#### **21.4. Obsluha a ovládání**

U zařízení se musí, alespoň jednou za měsíc kontrolovat odtok kondenzátu. Doporučuje se provést každoročně inspekci specializovanou firmou.

## **22. Ochrana zdraví a životního prostředí**

### **22.1. Vliv na životní prostředí**

Provozem a nebude nijak narušováno životní prostředí.

### **22.2. Hospodaření s odpady**

Při instalaci je nutno plnit požadavky na hospodaření s odpady dle zákona č. 185/2001 sb. ve znění pozdějších předpisů.

## **23. Bezpečnost a požární ochrana**

### **23.1. Požární ochrana**

Při provozu a realizaci zařízení nejsou kladeny zvýšené požadavky na požární bezpečnost.

### **23.2. Bezpečnost při a provozu realizaci díla**

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, 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 smí provádět pouze firma nebo organizace, která má veškerá platná oprávnění k provádění těchto činností.

## **SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:**

### **SEZNAM NOREM:**

- ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu
- ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
- ČSN 06 0330 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
- ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- Vyhl. MMRČR č. 499/2006 sb. O dokumentaci staveb
- Vyhl. MMRČR č. 193/2007 sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu teplé energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhl. MMRČR č. 193/2007 sb. kterou se stanoví pravidla pr vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům

### **INTERNETOVÉ ZDROJE:**

- [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [www.stiebel-eltron.cz](http://www.stiebel-eltron.cz)
- [www.wilo.cz](http://www.wilo.cz)
- [www.korado.cz](http://www.korado.cz)
- [www.ivarcs.cz](http://www.ivarcs.cz)

### **LITERATURA:**

- Zpracoval kolektiv autorů pod vedením Vladimíra Valenty, TOPENÁŘSKÁ PŘÍRUČKA 3, Agentura ČSTZ, s.r.o., Praha 2007

### **SOFTWARE:**

- AutoCad 2010
- Microsoft Office Word
- Microsoft Office Exel

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Značka	Jednotka	Význam
d	[m]	tloušťka vrstvy konstrukce
$U_k$	[W/m <sup>2</sup> K]	součinitel prostupu tepla
$\lambda$	[W/mK]	součinitel tepelné vodivosti
$S, A_k$	[m <sup>2</sup> ]	plocha
n	[h <sup>-1</sup> ]	počet výměn vzduchu
n50	[h <sup>-1</sup> ]	intenzita výměny vzduchu při tlak. rozdílu 50 Pa mezi int. a ext.
$b_u$	[-]	teplotní redukční činitel
$\epsilon$	[-]	výškový redukční činitel
V	[m <sup>3</sup> ]	objem
e	[-]	součinitel zaclonění
t, $\theta$	[°C]	teplota
Q	[W]	tepelný výkon
$\Phi_{ti}$	[W]	návrhová tepelná ztráta prostupem tepla
M	[kg/h]	hmotnostní průtok
R	[Pa/m]	tlaková ztráta třením
w	[m/s]	rychlost proudění
$\xi$	[-]	součinitel místních odporů
Z	[Pa]	tlaková ztráta místními odpory
h	[m]	výška
g	[m/s <sup>2</sup> ]	tíhové zrychlení
$H_T$	[W/K]	měrná tepelná ztráta
$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	hustota
l	[m]	délka potrubí
c	[kJ/kg]	měrná tepelná kapacita
$f_1$	[-]	korekční součinitel zohledňující vliv ročních změn teploty
$f_2$	[-]	teplotní součinitel zohledňující rozdíl průměrných teplot
$G_w$	[-]	korekční součinitel zohledňující vliv spodní vody

## SEZNAM VÝKRESŮ

<b>Název:</b>	<b>Měřítko</b>	<b>Č. výkresu</b>
Půdorys otopné soustavy 1.S	1:50	01
Půdorys otopné soustavy 1.NP	1:50	02
Půdorys otopné soustavy 2.NP	1:50	03
Schéma otopné soustavy	1:50	04
Půdorys kotelny	1:50	05
Schéma zapojení kotelny	1:50	06

## SEZNAM PŘÍLOH

<b>Název:</b>	<b>Č. přílohy</b>
Technický list otopných těles	01
Technický list podlahového konvektoru	02
Technický list zásobníku teplé vody	03
Technický list zdroje tepla	04
Projekční listy čerpadel	05
Technický list pojišťovacího ventilu	06
Technický list expanzní nádoby	07
Technický list regulátory	08
Technický list odvodu kondenzátu	09
Technický list dopouštějícího zařízení	10
Technický list akumulční nádoby	11
Podklady k potřebě tepla	12