

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

REKONSTRUKCE SOUBORU BUDOV

DIPLOMOVÁ PRÁCE

PETR STANOŠEK

5. – IB – 2020

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Stanošek** Jméno: **Petr** Osobní číslo: **321450**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav techniky prostředí**
Studijní program: **Inteligentní budovy**
Studijní obor: **bez oboru**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Rekonstrukce souboru budov

Název diplomové práce anglicky:

Retrofit of Building Cluster

Pokyny pro vypracování:

Proveďte analýzu rekonstrukce souboru bytových domů na sídlišti Barrandov. Uvažujte: a) soubor budov napojené na centralizované zásobování teplem a b) budovy s decentralními zdroji tepla (plynové kotle, tepelná čerpadla). Analyzujte vliv zateplení na ekonomické parametry rekonstrukce.

Seznam doporučené literatury:

- 1) TNI 73 0302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav - Zjednodušený výpočtový postup, ÚNMZ 2014.
- 2) TNI 73 0351 Energetické hodnocení soustav s tepelnými čerpadly - Zjednodušený výpočtový postup, ÚNMZ 2014
- 3) Podklady ke studiu předmětu Základy alternativních zdrojů energie, Alternativní zdroje energie, Základy zásobování teplem

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Tomáš Matuška, Ph.D., ústav techniky prostředí FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **30.04.2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **31.07.2020**

Platnost zadání diplomové práce:

doc. Ing. Tomáš Matuška, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

30.4.2020

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Souhrn

V této diplomové práci posuzuji vhodnost rozsahu tepelně technických opatření na souboru budov a porovnávám s možností využití CZT. Zohledňuji také finanční náročnost jednotlivých opatření pro úsporu energií.

Summary

In this diploma thesis I assess the suitability of the range of thermal technical measures on a set of buildings and compare with the possibility of using DH. I also take into account the financial demands of individual energy saving measures.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem: „Rekonstrukce souboru budov“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Tomáše Matušky, Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci mé diplomové práce v seznamu použité literatury.

V Praze 28. 07. 2020

Petr Stanošek

Obsah

1. ÚVOD.....	2
1.1. Nastínění postupu řešení a očekávané výsledky	2
1.2. Popis stávajícího stavu	2
1.3. Centrální zdroje tepla (CZT)	3
1.1.1. Způsoby výroby tepla	3
1.1.2. Způsoby distribuce tepla	3
1.1.3. Měření odebraného tepla	4
1.2. Legislativa	4
2. TEORETICKO-METODICKÁ ČÁST	5
2.1. Zhodnocení stávajícího stavu	5
2.1.1. Návrhový tepelný výkon.....	5
2.1.1.3. Návrhový tepelný výkon větráním	9
2.1.1.3.1. Stanovení měrné ztráty větráním	10
2.1.2. Bilance potřeb	11
2.1.2.1. Tepelné zisky	12
2.1.2.2. Vnitřní zisky	12
2.1.2.3. Solární zisky	12
2.1.3. Potřeba tepla na vytápění (VYT)	14
2.1.3.1. Tepelná ztráta	14
2.1.3.2. Potřeba tepla na vytápění.....	15
2.1.4. Potřeba tepla na přípravu teplé vody (TV).....	17
2.1.5. Spotřeba elektrické energie (EE).....	17
2.1.6. CZT – Tepelné ztráty distribucí.....	17
2.1.6.1. Návrh vodní distribuční sítě:	18
2.1.6.2. Tepelná ztráta distribuční sítě.....	19
2.2. Navrhované stavy.....	21
2.2.1. Varianta požadované hodnoty	22
2.2.2. Varianta doporučené hodnoty	23
2.2.3. Varianta passiv hodnoty.....	24
3. ANALYTICKÁ ČÁST	27
4. ZÁVĚR	27

1. ÚVOD

V posledních dvou dekáдах je stálým a stále aktuálním tématem vhodnost decentralizace bytových domů z hlediska vytápění a případné přípravy teplé vody. Hlavními důvody pro odpojení se od centrálního zdroje tepla (CZT) je především úspora nákladů. Tato úspora je však u starších bytových domů podmíněna provedením dalších tepelně technických opatření, nutno započít také náklady na odpojení, zřízení a vybavení technické místnosti a v neposlední řadě je nutné dbát platné legislativy. Vhodnost možnosti odpojení od centrálního zdroje tepla je žádoucí podložit energetickým posudkem a ekonomickou bilancí navržených opatření.

1.1. **Nastínění postupu řešení a očekávané výsledky**

1.2. **Popis stávajícího stavu**

Odpověď na vyvstávající otázky se pokusím na projektu souboru bytových objektů, které se nachází na Pražském sídlišti Barrandov. Jedná se o typovou panelovou zástavbu šesti objektů v konstrukčním systému OP 1.11 (Bodová sekce 3453B) z roku 1984.



Obrázek 1 - Typický půdorys KS OP 1.11

Čtyři z těchto objektů jsou osmipodlažní, jeden šestipodlažní a jeden objekt je čtyřpodlažní. Objekty jsou založeny na skalnatém podkladu bez spodní vody. Všechny objekty jsou shodně orientovány vůči světovým stranám se vstupem z ulice Lohnického z jihu. K dispozici je kopie výkresové dokumentace s typickými podlažími a technickou zprávou. V tuto chvíli jsou všechny objekty nezateplené a připojené k nedalekému centrálnímu zdroji tepla. Parametry tohoto zdroje nejsou známy a budou odvozeny na základě současného stavu objektů. Tento zdroj tepla poskytuje pomocí rozvodné sítě teplo určené pouze pro vytápění. Příprava teplé vody je realizována samostatně v každé bytové jednotce pomocí elektricky vyhřívaných bojlerů. Větrání je zajištěno infiltrací a podtlakově odvodem znečištěného vzduchu ventilátory v koupelně a toaletě na

střechu skrz instalační šachty. Do objektů je zaveden plyn a také pitná voda. V suterénu se nachází technická místnost, kde jsou vyvedeny přípojky a měřící zařízení.

1.3. Centrální zdroje tepla (CZT)

1.1.1. Způsoby výroby tepla

Centrální zdroje tepla lze rozdělit dle mnoha parametrů. Základním dělením z pohledu způsobu výroby tepla je na výtopny, teplárny, paroplynové teplárny a kogenerační zdroje.

Výtopny, kde se energie získává spalováním paliv a následným ohřevem vody, která je určena pro distribuci ať už průmyslovou či občanskou, se vyznačují vysokou účinností přeměny tepla až 90 %. Nevýhodou ovšem je, že se výroba omezuje pouze na ohřev teplé vody.

V teplárnách se energie získaná spalováním použije pro ohřev vody na vysokotlakou páru, která následně roztáčí parní turbínu, která generuje primárně elektrickou energii. Pára, která prošla turbínou dále prochází výměníkem a ohřívá vodu pro distribuci.

V paroplynových teplárnách se vyrábí primárně elektřina. Hořením ve spalovací komoře plynové turbíny plyn zvětší svůj objem a mechanicky roztáčí turbínu, která generuje elektřinu. Horké spaliny dále ohřívají vodu na páru a prochází parní turbínou, která opět generuje elektřinu. Zbývající pára projde výměníkem a ohřeje vodu pro distribuci.

Kogenerační zdroj funguje na principu spalování plynu v pístovém motoru, který je chlazen olejem. Teplé spaliny a olej předávají teplo v kombinovaném výměníku jež ohřívá distribuovanou vodu.

Dalšími provozovanými způsoby výroby tepla mohou být například tepelná čerpadla teplo získané solárními soustavami. Či spalováním tuhého komunálního odpadu (TKO).

1.1.2. Způsoby distribuce tepla

Na velikost výroby tepla má krom způsobu výroby tepla také vliv množství zásobovaných objektů a velikost distribuční sítě. Teplonosným médiem mezi zásobovanými objekty a zdrojem může být pára, teplá nebo horká voda. Toto médium je rozváděno izolovaným potrubím k samotným objektům či předávacím stanicím. Izolované trubky mohou být vedeny nad úroveň terénu, kde vlivem exteriérových podmínek mají větší tepelné ztráty. Nebo mohou být vedeny v zemi kde sice nejsou vystaveny vnějším podmínkám, ale uložení do země je nákladné a je nutné zajistit vůli z důvodu roztažnosti ocelových trubek. Tepelná síť je vždy dvoutrubková, kde je jedna trubka přívodní a druhá vratná (tzv. zpátečka). Z předávacích stanic můžou být vedeny dva samostatné okruhy. Jeden určený pro vytápění objektu, druhý pak pro teplou vodu. Takovýto rozvod se pak nazývá čtyřtrubkový. Dodávka teplé vody je nepřetržitá kdežto okruh pro vytápění se

mimo topnou sezonu odstaví. Zajištění teplé vody může probíhat také společně v domovní výměňkové stanici kde tepelná síť přivedená do objektu předává teplo jak pro vytápění, tak pro teplou vodu (moderní způsob).

1.1.3. Měření odebraného tepla

K měření odebraného tepla se používá kalorimetr, který je instalován v patě objektu na přívodním potrubí. Celková spotřeba tepla pro daný objekt je pak poměrově rozúčtována mezi bytové jednotky.

1.2. Legislativa

Při přechodu z centrálního zásobování teplem na plynovou domovní kotelnu je nutné respektovat požadavky Zákona 201/2012 Sb. Zákon o ochraně ovzduší v platném znění V § 16 odstavci (7) je uvedeno: *Právníká a fyzická osoba je povinná, je-li to technicky možné, u nových staveb nebo při změnách stávajících staveb využít pro vytápění teplo ze soustavy zásobování tepelnou energií nebo zdroje, který není stacionárním zdrojem. Tato povinnost se nevztahuje na rodinné domy a stavby pro rodinnou rekreaci a na případy, kdy energetický posudek (EP) prokáže, že využití tepla ze soustavy zásobování tepelnou energií nebo zdroje energie, který není stacionárním zdrojem, není pro povinnou osobu ekonomicky přijatelné.*

Na základě Vyhlášky č. 480/2012 Sb. Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku jsem schopen prokázat, že využití tepla z CZT není pro povinnou osobu ekonomicky přijatelné především nižšími ročními náklady na teplo dodané z jiného zdroje než dodané z CZT. Tato potřeba je vypočtena z průměru klimatických podmínek za 30 let. Dále musí být doložena technická, ekonomická a ekologická proveditelnost.

V této práci se zaměřuji, zdali je tento trend opodstatněný a bilancuji jeho finanční dopad s ohledem na míru dalších dodatečných tepelně úsporných opatření.

zdůvodnění aktuálnosti tématu a nastínění problému, který student bude řešit, současný stav problematiky, stanovení cíle a pracovních hypotéz diplomové práce.

Jak se teplo v CZT vyrábí a jak se tvoří cena

<http://www.naseteplo.cz/?id=1015&1594925288#>

2. TEORETICKO-METODICKÁ ČÁST

2.1. Zhodnocení stávajícího stavu

2.1.1. Návrhový tepelný výkon

Popis metody

Pro energetickou bilanci je nutné stanovit potřeby tepla pro vytápění a přípravu teplé vody.

Při výpočtu tepelného výkonu byla použita základní metoda dle ČSN EN 12831-1:2018, která popisuje výpočet tepelného výkonu za ustáleného stavu vytápěných prostor, na které se vztahují vnitřní a vnější podmínky. Základní metoda je všestranným přístupem k dimenzování otopných soustav v nových budovách, tak v budovách s rozsáhlou rekonstrukcí.

Výpočet se provede jako jedno zónový (celý objekt se uvažuje jako jedna vytápěná zóna). Celý výpočetní postup je demonstrován na objektu č.2 (6 pater).

SLOUŽÍ PRO NÁVRH TEPELNÝCH ZDROJŮ

Vstupní údaje

Všechny objekty jsou typově stejné a jsou také stejně orientovány vůči světovým stranám. Rozdílné jsou pouze počty podlaží, kdy první objekt č.1 je 4 podlažní, objekt č.2 je 6 podlažní a zbývající 4 objekty jsou 8 podlažní. Z tohoto důvodu je vhodné vypočítat měrný tepelný tok jednoho typického podlaží a následně vynásobit dle počtu pater v jednotlivých objektech. Ostatní konstrukce jako střecha, 1. nadzemní podlaží a 1. podzemní podlaží jsou pro všechny objekty shodné. Hodnoty součinitelů odporu při prostupu tepla jednotlivých konstrukcí byly uvedeny v Technické zprávě a jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 1).

Popis konstrukce	Tepelný odpor prostupem R [m ² .K/W]
Střešní konstrukce	3,01
Stěna vnější	1,50
Strop nad suterénem	0,10

Tabulka 1 – Hodnoty součinitelů tepelných odporů

Klimatické údaje

Dle národní přílohy NA.1 – Klimatické údaje je venkovní výpočtová teplota pro Prahu -12 °C.

Vnitřní výpočtová teplota v bytových objektech je 20 °C

2.1.1.1. Výpočet návrhového tepelného výkonu

Návrhový tepelný výkon je součtem návrhového tepelného výkonu prostupem a návrhového tepelného výkonu větráním budovy.

$$\phi_{HL,b} = \phi_{T,b} + \phi_{V,b} \quad (?)$$

kde

$\phi_{HL,b}$	návrhový tepelný výkon	[W]
$\phi_{T,b}$	návrhový tepelný výkon prostupem	[W]
$\phi_{V,b}$	návrhový tepelný výkon větráním	[W]

2.1.1.2. Návrhový tepelný výkon prostupem

Návrhový tepelný výkon prostupem budovy z vytápěného prostoru do venkovního je vypočten na základě vnějších a vnitřních výpočtových teplot. Jedná se o součet všech měrných tepelných toků prostupem vynásobeným rozdílem výpočtových teplot.

$$\phi_{T,b} = (H_{T,ie} + H_{T,iae}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = H_{T,b} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad (?)$$

kde

$\phi_{T,b}$	návrhový tepelný výkon prostupem budovy	[W]
$H_{T,ie}$	měrný tepelný tok prostupem do vnějšího prostředí (e)	[W/K]
$H_{T,iae}$	měrný tepelný tok prostupem přes nevytápěný prostor (a) vnějšího prostředí	[W/K]
θ_{int}	vnitřní výpočtová teplota	[°C]
θ_e	venkovní výpočtová teplota	[°C]

2.1.1.2.1. Výpočet měrných tepelných toků prostupem

Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného (i) do venkovního (e) prostředí se vypočítá podle vzorce:

$$H_{T,ie} = \sum_k \langle A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB}) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k} \rangle \quad (?)$$

Kde je

$H_{T,ie}$	měrný tepelný tok prostupem z vytápěného (i) do venkovního (e) prostředí	[W/K]
A_k	plocha konstrukce	[m ²]
U_k	součinitel prostupu tepla konstrukcí	[W/m ² .K]
ΔU_{TB}	přirážka na vliv tepelných vazeb	[W/m ² .K]
$f_{U,k}$	opravný součinitel zohledňující povětrnostní vlivy a stavební části, které nebyly uvažovány při výpočtu U_k , pro ČR=1	[-]
$f_{ie,k}$	teplotní opravný součinitel	[-]

Součinitel prostupu tepla U_k je převrácenou hodnotou součtu tepelných odporů. Pro stanovení součinitele prostupu tepla je nutné dbát na správný směr tepelného toku. Směr toku je zohledněn pomocí přestupových odporů R_{se} a R_{si} .

$$U_k = \frac{1}{R_{si} + \sum_n R_k + R_{se}} = \frac{1}{R_{si} + \sum_n \frac{S_n}{\lambda_n} + R_{se}} \quad (?)$$

kde je

R_{si}	odpor při přestupu tepla na straně interiéru	$[m^2.K/W]$
R_{se}	odpor při přestupu tepla na straně exteriéru	$[m^2.K/W]$
R_k	odpor konstrukce	$[m^2.K/W]$
S_n	tloušťka vrstvy	$[m]$
λ_n	Součinitel tepelné vodivosti vrstvy	$[W/m.K]$

$[m^2.K/W]$	Směr tepelného toku		
	Nahoru	Vodorovně	dolů
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Tabulka 2 – Smluvní odpory při přestupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

Výpočet součinitele prostupu tepla pro obvodovou stěnu typického podlaží:

dle (?)

$$U_w = \frac{1}{R_{si} + R_k + R_{se}} = \frac{1}{0,13 + 1,5 + 0,04} = 0,6 [W/m^2.K]$$

Popis konstrukce	Vypočtený součinitel prostupu tepla U_k $[W/m^2.K]$
Střešní konstrukce	$U_R = 0,317$
Stěna vnější	$U_W = 0,6$
Strop nad suterénem	$U_S = 0,9$
Okna a dveře	$U_O = 2,9$

Tabulka 3 – Vypočtené součinitele prostupu tepla

Strop nad suterénem není zatížen vnějším prouděním vzduchu. Ve výpočtu byla volena hodnota $R_{se} = 0,08 [m^2.K/W]$ dle ČSN EN ISO 6946, Příloha A.1.

Hodnota přírážky na vliv tepelných vazeb ΔU_{TB} zohledňuje vliv tepelných mostů. Hodnota je volena z přílohy B, tabulky B.1 ČSN EN ISO 12831-1 podle stáří objektu. Mnou volená hodnota odpovídá konstrukcím s běžnými tepelnými mosty u starších budov. Pro stávající stav $\Delta U_{TB} = 0,1 [W/m^2.K]$.

Detailní zohlednění tepelných mostů lze vypočíst dle **Přílohy C**, nicméně pro mé účely je metoda přírážky na teplé vazby plně dostačující.

V našem případě uvažujeme suterén, který je částečně pod terénem jako nevytápěný prostor, přes který proudí tepelný tok do vnějšího prostředí z vytápěné nadzemní části. Velikost tohoto měrného toku lze vypočíst součtem měrného tepelného toku nadzemních konstrukcí suterénu do vnějšího prostředí dle (?) a měrného tepelného toku do země $H_{T,ig}$ (?).

$$H_{T,ig} = f_{\theta ann} \sum_k \langle A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{ig,k} \cdot f_{GW,k} \rangle \quad (?)$$

kde je

$H_{T,ig}$	měrný tepelný tok prostupem z vytápěného (i) do zeminy (g)	[W/K]
A_k	plocha konstrukce ve styku se zeminou	[m ²]
$U_{equiv,k}$	Ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukcí (k) ve styku se zeminou	[W/m ² .K]
$f_{ig,k}$	opravný teplotní součinitel	[-]
$f_{GW,k}$	opravný čítnel zohledňující vliv spodní vody	[-]
$f_{\theta ann}$	opravný čítnel zohledňující vliv změny teploty v průběhu roku	[-]

Ekvivalentní součinitel prostupu tepla $U_{equiv,k}$ je potřeba vypočítat dle Přílohy E, kde do výpočtu vstupuje geometrický parametr podlahové plochy B'.

Druhým možným přístupem je použití vzorce (?) pro měrný tepelný tok do nebo přes sousední nevytápěný prostor $H_{T,iae}$

$$H_{T,iae} = \sum_k \langle A_k \cdot U_k \cdot f_{iae,k} \rangle \quad (?)$$

kde je

$H_{T,iae}$	měrný tepelný tok prostupem z vytápěného (i) přes nevytápěný prostor (a) do vnějšího prostředí (e)	[W/K]
A_k	plocha konstrukce přes kterou tepelný tok proudí	[m ²]
$f_{iae,k}$	teplotní opravný součinitel zahrnující rozdíl teplot mezi nevytápěným prostorem a vnější výpočtovou teplotou	[-]

Teplotní opravný součinitel je potřeba vypočítat z rovnice (?) kde teplota nevytápěného prostoru je volena dle Tabulky NA.4 – Teplota vnitřního vzduchu sousedních nevytápěných prostor, **uvést normu**.

Prověřeny byly oba přístupy výpočtu a nalezené hodnoty se příliš nelišily, proto je tento zjednodušený postup pro další výpočet plně dostačující. Výpočtová teplota pro sklepy a suterény +3 [°C] dle **uvést normu**. Jelikož se v suterénu nachází technická místnost s výměňkovou domovní stanicí. A se započtením tepelných zisků od ležatých rozvodů vytápění je ve výpočtu uvažovaná teplota +5 [°C].

$$f_{iae,k} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{iae,k}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (?)$$

kde

$\theta_{int,i}$	vnitřní výpočtová teplota vytápěné části	[°C]
------------------	--	------

$\Theta_{iae,k}$	vnitřní výpočtová teplota nevytápěné části	[°C]
Θ_e	venkovní výpočtová teplota	[°C]

Výpočet měrného tepelného toku prostupem:

dle (?)

$$f_{iae,s} = \frac{20 - 5}{20 - (-12)} = 0,468 [-]$$

dle (?)

$$H_{T,iae,s} = A_s \cdot (U_s + \Delta U_{TB}) \cdot f_{iae,s} = 365,4 \cdot (0,9 + 0,1) \cdot 0,468 = 164,78 [W/K]$$

$$H_{T,b} = H_{T,R} + (P \cdot H_{T,W}) + H_{T,O} + H_{T,S} \quad (?)$$

kde

P počet podlaží posuzovaného objektu [-]

Popis konstrukce	Označení	Měrný tepelný tok [W/K]
Střešní konstrukce	$H_{T,R}$	145,53
Vnější stěna (typické podlaží)	$H_{T,W}$	141,33
Okna a dveře	$H_{T,O}$	192,96
Strop nad suterénem	$H_{T,S}$	164,78
Měrný tepelný tok 6. NP objektu	$H_{T,b}$	2 316,0

Tabulka 4 – Měrné tepelné toky prostupem

Výpočet tepelného výkonu prostupem:

dle (?)

$$\phi_{T,b} = H_{T,b} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = 2\,316 \cdot (20 - (-12)) = 74,1 [kW]$$

2.1.1.3. Návrhový tepelný výkon větráním

Nějaký text

$$\phi_{V,b} = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad (?)$$

kde

$\phi_{V,b}$	návrhový tepelný výkon větráním budovy	[W]
Θ_{int}	vnitřní výpočtová teplota	[°C]
Θ_e	venkovní výpočtová teplota	[°C]

2.1.1.3.1. Stanovení měrné ztráty větráním

Reálná měrná ztráta větráním je odvozena od minimálního požadovaného objemového průtoku v místnostech a stanoví se na základě vzorce:

$$H_V = \dot{V} \cdot \rho \cdot c \quad (?)$$

kde

V	průtok vzduchu v objektu	[m ³ /h]
ρ.c	tepelná kapacita vzduchu = 0,34	[Wh/m ³ .K]

Průtok vzduchu v objektu je součtem průtoku způsobeném netěsnostmi okenních rámců (infiltrací) a průtokem nuceným (mechanickým). V objektech není navržena vzduchotechnická jednotka se zpětným získáváním tepla (ZZT). Nucené větrání je realizováno ventilátory v sociálním zázemí.

$$\dot{V} = \dot{V}_f \cdot (1 - \eta_{ZZT}) + \dot{V}_x \quad (?)$$

kde

V _f	průtok vzduchu nuceným větráním	[m ³ /h]
η _{ZZT}	účinnost výměníku zpětného získávání tepla	[-]
V _x	průtok vzduchu infiltrací	[m ³ /h]

Průtok vzduchu nuceným větráním se v průběhu otopného období uvažuje 25 [m³/h] čerstvého vzduchu na osobu, což je odvozeno od množství koncentrace CO₂ ve venkovním vzduchu.

Počet osob byl odhadnut pomocí statistického údaje vztaženému k bytové jednotce viz [?] **Fotovoltaika pro budovy**. Vypočtený počet osob dle bytových jednotek pomocí koeficientu 2,7 osoby na bytovou jednotku je pak zaokrouhlen nahoru na celé osoby.

$$\dot{V}_f = 0,7 \cdot k \cdot 25 = 0,7 \cdot c \cdot b_j \cdot 25 \quad (?)$$

kde

k	počet osob	[ks]
0,7	koeficient přítomnosti osob	[-]
c	koeficient počtu osob na bytovou jednotku	[-]
b _j	počet bytových jednotek v objektu	[ks]

$$\dot{V}_f = 0,7 \cdot k \cdot 25 = 0,7 \cdot 2,7 \cdot 25 \cdot 25 = \mathbf{1190} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Průtok vzduchu infiltrací stanoven vnějšího objemu budovy

$$\dot{V}_x = 0,8 \cdot V_e \cdot n_{50} \cdot e \quad (?)$$

kde

0,8	procento pro vnitřní objem budovy	[-]
V_e	vnější objem budovy	[m ³]
n_{50}	intenzita výměny vzduchu – pro starší budovy = 4,5	[h ⁻¹]
e	součinitel větrné expozice – pro bytové domy = 0,07	[-]

$$\dot{V}_x = 0,8 \cdot 6\,832,6 \cdot 4,5 \cdot 0,07 = \mathbf{1\,721,8} \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Budova je velmi netěsná a průtok infiltrací pokrývá větší množství než nutné množství vzduchu na osobu. Dle (?) je tedy měrná ztráta větráním

$$H_{V,b} = \dot{V}_x \cdot \rho \cdot c = 1\,721,8 \cdot 0,34 = \mathbf{585,4} \text{ [W/K]}$$

Výpočet návrhového tepelného výkonu větráním:

dle (?)

$$\phi_{V,b} = H_{V,b} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = 585,4 \cdot (20 - (-12)) = \mathbf{18,7} \text{ [kW]}$$

Výpočet návrhového tepelného výkonu budovy:

dle (?)

$$\phi_{HL,b} = \phi_{T,b} + \phi_{V,b} = 74,1 + 18,7 = \mathbf{92,8} \text{ [kW]}$$

V tabulce (?) jsou vypočteny návrhové tepelné výkony ostatních objektů a celkový návrhový výkon souboru posuzovaných budov.

Označení	Návrhové tepelné výkony [kW]
$\phi_{HL,4}$	66,1
$\phi_{HL,6}$	92,8
$\phi_{HL,8}$	119,6
$\phi_{HL,4} + \phi_{HL,6} + (4 \cdot \phi_{HL,4})$	637,3

Tabulka 5 – Návrhové tepelné výkony objektů

2.1.2. Bilance potřeb

Popis metody

ČSN EN ISO 52016-1

Měsíční výpočtové postupy 5.2.2 – popis pak (str 96) Hodnoty tepelných zisků a potřeb jsou rovnou počítány v měsíčním kroku

Klimatické údaje

Vnitřní výpočtová teplota v bytových objektech je 20 °C

2.1.2.1. Tepelné zisky

Tepelné zisky mohou být způsobeny pohybem osob (metabolické teplo), domácími spotřebiči, osvětlením či rozvody teplé vody. Tyto se nazývají vnitřními tepelnými zisky. Tepelné zisky způsobené slunečním zářením procházejícím přes prosklené prvky se nazývají solární zisky. Celkové tepelné zisky jsou pak součtem těchto zisků. Tyto zisky mohou pozitivně či negativně ovlivňovat potřeby energií na vytápění či chlazení.

$$Q_G = Q_i + Q_s \quad (?)$$

kde

Q_G	celkové tepelné zisky	[Wh]
Q_i	vnitřní zisky	[Wh]
Q_s	solární zisky	[Wh]

2.1.2.2. Vnitřní zisky

Stanovují se dle počtu osob a jejich přítomnost v zóně je upravena koeficientem. Počet osob byl statisticky odhadnut dle počtu bytových jednotek viz ????

$$Q_i = (0,7 \cdot k \cdot 100 + 100) \cdot t \quad (?)$$

kde

Q_i	vnitřní zisky	[Wh]
0,7	koeficient přítomnosti osob	[-]
k	počet osob	[ks]
t	časový úsek, pro který je výpočet veden	[h]

Výpočet vnitřních zisků:

Názorný výpočet je pro měsíc leden (31 dní).

dle (?)

$$Q_i = (0,7 \cdot 68 \cdot 100 + 100) \cdot 24 \cdot 31 = 3\,615,8 \text{ [kWh]}$$

2.1.2.3. Solární zisky

Solární zisky se stanoví z úhrnů slunečního záření viz tabulka Příloha ? procházející zasklenými plochami. Je zde nutné zohlednit propustnost výplní, jejich zastínění, a především orientaci ke světovým stranám.

$$Q_s = \sum_j I_{s,j} \cdot \sum_n A_{s,j} \quad (?)$$

kde

$I_{s,j}$	úhrn slunečního záření z dané orientace (j)	[kW/m ²]
$A_{s,n}$	účinná plocha zasklení	[m ²]

Účinná plocha zasklení

$$A_s = A \cdot F_S \cdot F_C \cdot (1 - F_F) \cdot g \quad (?)$$

kde

A_s	účinná plocha zasklení	[m ²]
A	plocha otvoru (dle dokumentace)	[m ²]
F_S	korekční činitel trvalého stínění	[-]
F_C	korekční činitel clonění	[-]
F_F	korekční činitel rámu	[-]
g	celková propustnost slunečního záření	[-]

V technické zprávě k projektu bytového domu byla uvedena tloušťka okenních ráků a rámu okna 120 mm. Výpočtem poměru okno/rám byl nalezen průměrný korekční činitel 30 % tedy 0,3 [-].

Celková propustnost slunečního záření je uvažována pro zdvojené zasklení hodnotou 0,75 [-].

Názorný výpočet je proveden pro všechna okna orientovaná na jih v 6 podlažním objektu za měsíc leden.

dle (?)

$$A_{s,jih} = 6.7,2 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot (1 - 0,3) \cdot 0,9 \cdot 0,75 = \mathbf{18,73} \text{ [m}^2\text{]}$$

Výpočet solárních zisků:

dle (?)

$$Q_{s,jih} = I_{s,jih,leden} \cdot A_{s,jih} = 159,9 \cdot 18,73 = \mathbf{2\,937,5} \text{ [kWh]}$$

Orientace	Označení	Solární zisk za leden [kWh]
Sever	$Q_{s,sever}$	303,1
Jih	$Q_{s,jih}$	2 937,5
Východ	$Q_{s,východ}$	3 753,9
Západ	$Q_{s,západ}$	3 654,4
Celkem	Q_s	10 648,9

Tabulka 6 – Solární zisky leden

Výpočet tepelných zisků za leden:

dle (?)

$$Q_{G,leden} = Q_i + Q_s = 3\,615,8 + 10\,648,9 = \mathbf{14\,264,8 [kWh]}$$

Měsíc	Tepelný zisk [kWh]
Leden	14 264,8
Únor	14 038,6
Březen	19 650,2
Duben	19 815,0
Květen	21 770,8
Červen	-
Červenec	-
Srpen	-
Září	19 378,7
Říjen	18 022,7
Listopad	13 966,6
Prosinec	13 564,1
Celkem	154,5 [MWh]

Tabulka 7 – Tepelné zisky v otopném období

2.1.3. Potřeba tepla na vytápění (VYT)

2.1.3.1. Tepelná ztráta

$$Q_{L,m} = (H_{T,b} + H_{V,b}) \cdot (\theta_{int} - \theta_{e,m}) \cdot t \quad (?)$$

kde

$Q_{L,m}$	ztráta tepla v daném měsíci	[Wh]
$H_{T,b}$	měrný tepelný tok prostupem	[W/K]
$H_{V,b}$	měrný tepelný tok větráním	[W/K]
θ_{int}	vnitřní požadovaná teplota	[°C]
$\theta_{e,m}$	průměrná měsíční venkovní teplota	[°C]
t	délka časového úseku (měsíc)	[h]

dle (?)

$$Q_{L,leden} = (2\,316,0 + 585,4) \cdot (20 - (-1,7)) \cdot 24 \cdot 31 = \mathbf{46\,843,2 [kWh]}$$

Měsíc	Ztráta tepla [kWh]
Leden	46 843,2
Únor	40 165,2
Březen	35 402,2
Duben	22 352,7

Květen	12 952,0
Červen	-
Červenec	-
Srpen	-
Září	6 684,9
Říjen	22 666,0
Listopad	34 469,1
Prosinec	44 684,5
Celkem	266,2 [MWh]

Tabulka 8 – Ztráta tepla za otopné období

2.1.3.2. Potřeba tepla na vytápění

Jelikož je použitý interval měsíční, lze použít zjednodušenou výpočtovou metodu výpočtu potřeb tepla na vytápění.

Roční potřeba energie na vytápění se pak vypočítá součtem všech potřeb na vytápění z jednotlivých měsíců otopného období.

$$Q_H = \sum_{m=1}^{12} Q_{H,m} \quad (?)$$

kde

Q_H roční potřeba energie na vytápění [W/h]

$Q_{H,m}$ potřeba energie na vytápění v daném měsíci [W/h]

Potřeba energie na vytápění v daném měsíci

$$Q_{H,m} = Q_{L,m} - \eta \cdot Q_{G,m} \quad (?)$$

kde

$Q_{H,m}$ potřeba energie na vytápění v daném měsíci [W/h]

$Q_{L,m}$ ztráta tepla v daném měsíci [Wh]

$Q_{G,m}$ tepelný zisk v daném měsíci [W/h]

η Stupeň využití solárních zisků [W]

Stupeň využití solárních zisků η (?) vypovídá o dynamickém chování budovy a vypočítá se na základě **časové konstanty τ (?)** a **poměru tepelných ztrát a zisků γ (?)**

$$\gamma_m = \frac{Q_{G,m}}{Q_{L,m}} = \frac{10\,648,9}{46\,843,2} = 0,305 \quad [-] \quad (?)$$

$$\tau = \frac{C}{H} \cdot \frac{1}{3600} = \frac{165\,000 \cdot A_t}{H \cdot 3600} = \frac{165\,000 \cdot 6 \cdot 348,6}{2\,901,4 \cdot 3600} = \mathbf{33,04} \text{ [h]} \quad (?)$$

kde

C	vnitřní tepelná kapacita budovy (zvolil jsem středně těžkou)	[J/K]
H	celkový měrný tepelný tok budovou	[W/K]
A _t	vnitřní podlahová plocha všech podlaží	[m ²]

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0} = 1 + \frac{33,04}{16} = \mathbf{3,065} \text{ [-]} \quad (?)$$

kde

a	numerický parametr závislý na časové konstantě	[-]
a ₀	numerický parametr (pro měsíční interval =1)	[-]
τ	časová konstanta	[h]
τ ₀	referenční časová konstanta	[h]

Stupeň využití solárních zisků pro γ ≠ 1

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} = \frac{1 - 0,305^{3,065}}{1 - 0,305^{3,065+1}} = \mathbf{0,982} \text{ [-]} \quad (?)$$

Tepelný zisk v měsíci lednu se tedy započte z 98,2 % v potřebě tepla na vytápění.

Je-li průměrná venkovní teplota větší než vnitřní požadovaná, je ztráta tepla rovna 0 a stupeň využití solárních zisků rovněž 0. Toto nastane pouze v měsíci červenci a srpnu.

Výpočet potřeby tepla na vytápění (leden):

dle (?)

$$Q_{H,leden} = 46\,843,2 - 0,982 \cdot 14\,264,8 = \mathbf{32\,839,8} \text{ [kWh]}$$

Tepelný zisk pokryje až 30 % ztráty tepla v měsíci lednu. Je tedy zřejmé, že tepelné zisky mají významný podíl při bilancování potřeb.

Měsíc	Potřeba tepla na vytápění [kWh]
Leden	32 839,8
Únor	26 496,0
Březen	17 335,6
Duben	6 552,4

Květen	1 215,2
Červen	-
Červenec	-
Srpen	-
Září	170,0
Říjen	7 660,1
Listopad	21 037,2
Prosinec	31 366,8
Celkem	144,7 [MWh]

Tabulka 9 – Potřeba tepla na vytápění za otopné období

2.1.4. Potřeba tepla na přípravu teplé vody (TV)

doplnit Potřeby na přípravu TV – Potřeba tepla pro přípravu teplé vody je zajištěna lokálně elektrickými bojlerů v každé bytové jednotce. Při rekonstrukci je velmi vhodné zajistit pokrytí potřeby pro TV taktéž novým zdrojem.

Potřeba elektrické energie asi mám špatně -podle mne to budu muset udělat na boilerů

Potřebu energie pro přípravu teplé vody lze zjednodušeně určit na základě plochy posuzované zóny nebo na základě její obsazenosti. Měrná denní spotřeba teplé vody je závislá na typu daného provozu. (TNI str. 30) Tedy pro bytové domy je hodnota 30–45 l/den.

2.1.5. Spotřeba elektrické energie (EE)

doplnit

2.1.6. CZT – Tepelné ztráty distribucí

Na základě vypočtených návrhových tepelných výkonů jednotlivých objektů ve stávajícím stavu je nyní možné navrhnout dimenzi potrubní sítě a jejich tepelných ztrát do okolí. Ze součtu tepelných ztrát distribucí a všech objektů lze následovně navrhnout kotle pro výtopnu.

Pro následné finanční porovnání vzdáleného vytápění souboru budov sídliště Barrandov bylo nutné vypočítat návrhové tepelné výkony stávajících stavů jednotlivých objektů, navrhnout příslušné průměry rozvodného potrubí

a tepelných ztrát přívodního a zpětného potrubí. Při návrhu rozvodné potrubní sítě bylo vycházeno z projekčních a produktových podkladů firmy FINTHERM [?].

Na základě projektové dokumentace 6 podlažního objektu č. 2 byl zjištěn původní požadovaný teplotní spád 92,5/67,5 [°C] na přívodním a vratném potrubí v patě objektu. Předpokladem je že **Bloková kotelna/výtopna** je plynová, rozvodná síť dvoutrubková s nuceným oběhem, teplotou látkou je voda. Výpočet distribuční sítě je pouze orientační, není zahrnut výpočet hydraulických ztrát.

2.1.6.1. Návrh vodní distribuční sítě

Na základě návrhových tepelných výkonů v patách jednotlivých objektů a požadovaného teplotního spádu je vypočten návrhový hmotnostní průtok.

Demonstrativní výpočet je proveden pro připojovací potrubí k 8 podlažnímu objektu.

$$M_W = \frac{k_z \cdot Q_p}{c \cdot (t_{w1} - t_{w2})} \quad (?)$$

kde

M_W	návrhový hmotnostní průtok	[kg/s]
k_z	součinitel ztrát v síti (1,02)	[-]
Q_p	přípojný výkon	[Wh]
c	měrná tepelná kapacita vody	[J/kg.K]
t_{w1}	teplota vody na vstupu	[°C]
t_{w2}	teplota vody na vratném potrubí	[°C]

dle (?)

$$M_{W,8p} = \frac{1,02 \cdot 119\,593}{4 \cdot 187 \cdot (92,5 - 67,5)} = 1,17 \text{ [kg/s]}$$

Zjednodušený návrh vychází z rovnice kontinuity, kde je volena ekonomická rychlost proudění.

Minimální vnitřní průměr potrubí

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot M_W}{\pi \cdot w \cdot \rho}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,17}{\pi \cdot 1,0 \cdot 965,3}} = 39,216 \text{ [mm]} \quad (?)$$

kde

d	průměr potrubí	[m]
M_W	návrhový hmotnostní průtok	[kg/s]
w	ekonomická rychlost vody je 0,5 až 2,0	[m/s]
ρ	hustota vody při dané teplotě	[kg/m ³]

V produktovém katalogu firmy FINTHERM [?] jsem vybral trubku s kontaktní tloušťkou izolace Fintherm Standard DN40 (Izolační třída 2). Potrubí jsou ocelové bezešvé trubky izolované PUR pěnou se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_{PUR} = 0,026$ [W/m.K]

2.1.6.2. Tepelná ztráta distribuční sítě

Postup a značení koresponduje s projektantským manuálem firmy. Ztráta se určuje pro přívodní i vratné potrubí současně.

$$\Delta P = G \cdot (t_p + t_v - 2t_z) \quad (?)$$

kde

ΔP	tepelná ztráta přívodního a vratného potrubí	[W/m]
G	tepelná vodivost potrubí v zemině	[W/m.K]
t_p	teplota přívodního potrubí	[°C]
t_v	teplota vratného potrubí	[°C]
t_z	průměrná teplota zeminy	[°C]

Tepelná vodivost potrubí v zemině

$$G = \frac{1}{R_p + R_z + R_t} \quad (?)$$

kde

G	tepelná vodivost potrubí v zemině	[W/m.K]
R_p	tepelný odpor izolovaného potrubí	[m.K/W]
R_z	tepelný odpor zeminy	[m.K/W]
R_t	odpor teplotní výměny mezi přívodním a vratným potrubím	[m.K/W]

Tepelné odpory

Tepelný odpor R_p je již vypočten katalogu výrobce pro jednotlivé průměry trubek.

$$R_z = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_z} \cdot \ln \frac{4(H + 0,0685 \cdot \lambda_z)}{D} = 0,299 \text{ [m. K/W]} \quad (?)$$

$$R_t = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \lambda_z} \cdot \ln \left[1 + \left(\frac{2(H + 0,0685 \cdot \lambda_z)}{A} \right)^2 \right] = 0,000995833 \text{ [m. K/W]} \quad (?)$$

kde

λ_z	součinitel tepelné vodivosti zeminy	[W/m.K]
H	hloubka uložení k horní hraně potrubí	[m]
A	osová vzdálenost přívodního a vratného potrubí	[m]
0,0685	Konstanta zohledňující přechodový odpor zemského povrchu	[m ² .K/W]

Výpočet tepelné ztráty potrubí

dle (?)

$$G = \frac{1}{5,538 + 0,299 + 0,000995833} = 0,1713 \text{ [W/m.K]}$$

dle (?)

$$\Delta P = 0,1713 \cdot (92,5 + 67,5 - 2 \cdot 1,0) = 27,064 \text{ [W/m]}$$

Délka větve od objektu č.6 k uzlu č.5 je $L = 46 \text{ m}$

$$P = \Delta P \cdot L = 27,064 \cdot 46 = 1\,244,9 \text{ [W]} \quad (?)$$

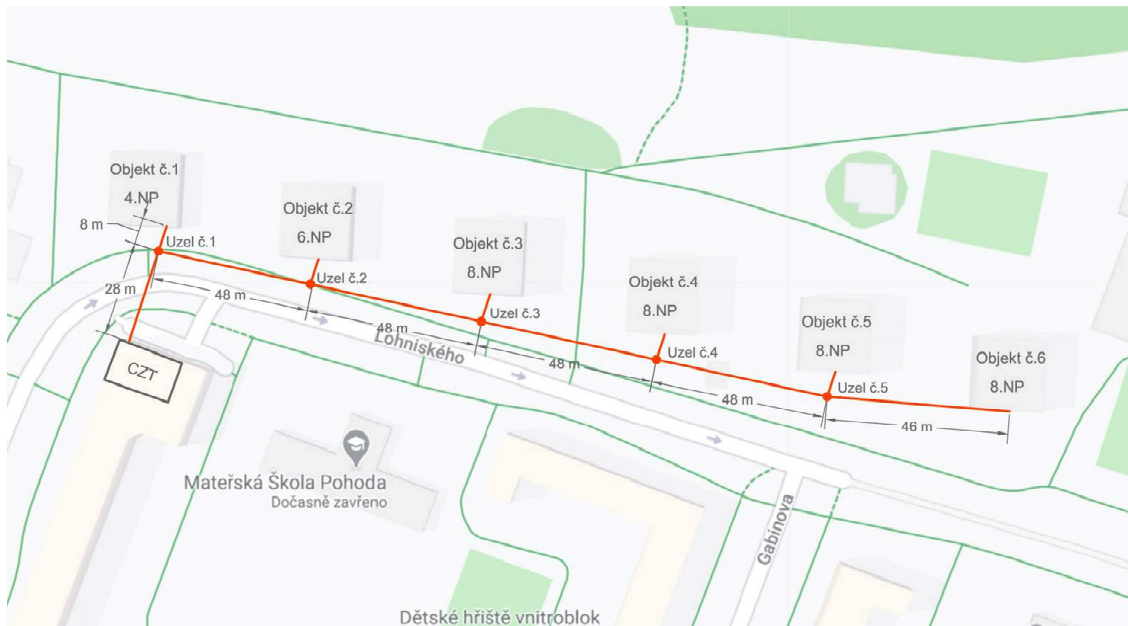
kde

P tepelná ztráta větve [W]

Označení	DN	L [m]	P [W]
Objekt 6 - Uzel 5	40	46	1 244,9
Objekt 5 - Uzel 5	40	8	216,5
Uzel 4 - Uzel 5	65	48	1 645,3
Objekt 4 - Uzel 4	40	8	216,5
Uzel 3 - Uzel 4	65	48	1 645,3
Objekt 3 - Uzel 3	40	8	216,5
Uzel 2 - Uzel 3	80	48	1 725,6
Objekt 2 (6.p) - Uzel 2	32	8	190,5
Uzel 1 - Uzel 2	80	48	1 725,6
Objekt 1 (4.p) - Uzel 1	32	8	190,5
CZT - Uzel 1	80	28	1 006,6
Celková ztráta tepla distribucí			10,024 [kW]

Tabulka 10 – Tepelná ztráta distribuční sítě

Navržená distribuční síť odpovídá běžným požadavkům teplovodních sítí. Celková délka rozvodů je 306 m.



Obrázek 2 – Distribuční síť CZT

Návrhový výkon výtopny je pak součtem ztráty distribucí a návrhových tepelných výkonů všech objektů.

$$\phi_{CZT} = \phi_{HL,CELK} + P_{CELK} = 637,3 + 10,024 = \mathbf{647,3 [kW]} \quad (?)$$

Ztráty distribuční sítě tvoří 2 % z celkového návrhového výkonu.

2.2. Navrhované stavy

Míru zateplení obálek budov jsem volil dle požadavku na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2. Varianty míry zateplení jsou na hodnotách součinitelů prostupem požadovaných hodnot $U_{N,20}$, doporučených hodnot $U_{rec,20}$ a doporučených hodnotách pro pasivní standard $U_{pas,20}$.

Neposuzuji, zda objekt splní daný standard, pouze zohledňuji míru zateplení a ekonomiku.

Jelikož centrální zdroj tepla kryl pouze potřebu tepla na vytápění a potřeba tepla na přípravu teplé vody byla zajišťována samostatně elektrickými bojly. Jsou všechny nové stavy vyhodnoceny s domovním zdrojem zajišťující jak přípravu teplé vody, tak přípravu vody otopné.

Realizovat zateplení obálky budovy s využitím nízko potencionálního zdroje vytápění a přípravu teplé vody zajišťovat elektrickými bojly by nebylo příliš rozumné.

Výpočty měrných tepelných toků, návrhových výkonů, tepelných zisků a potřeb respektují stejný postup a vzorce jako při posouzení stávajícího stavu. V hodnocení jednotlivých variant již podrobně nepopisuji výpočetní postup, ale odkazuji na použité vzorce a komentuji rozdílné vstupy.

2.2.1. Varianta $U_{N,20}$ - Požadované hodnoty

V této variantě byly součinitele prostupu tepla nahrazeny požadovanými hodnotami $U_{N,20}$. Ty odpovídají tloušťkám tepelné izolace v tabulce (?).

Popis konstrukce	Hodnoty součinitelů prostupu tepla $U_{N,20,R}$ [W/m ² .K]	Hodnoty součinitele tepelné vodivosti λ_D [W/m.K]	Tloušťka izolantu [mm]
Střešní konstrukce	$U_{N,20,R} = 0,24$	0,037	40
Stěna vnější	$U_{N,20,W} = 0,3$	0,035	60
Strop nad suterénem	$U_{N,20,S} = 0,6$	-	-
Okna a dveře	$U_{N,20,O} = 1,5$	0,038	20

Tabulka 11 – Hodnoty součinitelů prostupu tepla $U_{N,20}$

Při výpočtu měrných tepelných toků prostupem již byla volena hodnota přírážky na vliv tepelných vazeb podle ČSN EN 12831-1, Příloha B, Tabulka B.1 jako pro budovy s optimalizovanými tepelnými mosty $\Delta U_{TB} = 0,05$ [W/m².K].

Jelikož se zateplením objektu utěsnila obálka budovy, změnila se také intenzita výměny vzduchu $n_{50} = 1,5$ (rekonstruované budovy). Z tohoto důvodu již infiltrace nepokrývá veškerou potřebu čerstvého vzduchu.

Větrání na požadovaný průtok čerstvého vzduchu je realizován přirozeným větráním okny.

Objekt	Hodnoty měrných tepelných toků prostupem [W/K]	Hodnoty měrných tepelných toků větráním [W/K]	Celkový měrný tepelný tok [W/K]
4.NP Objekt	894,35	273,70	1168,05
6.NP Objekt	1235,31	404,60	1639,91
8.NP Objekt	1576,27	383,28	1959,55
Všechny objekty	8434,74	2211,42	10646,16

Tabulka 12 – Měrné tepelné toky pro $U_{N,20}$

Objekt	Hodnoty měrných tepelných toků prostupem [W/K]	Hodnoty měrných tepelných toků větráním [W/K]	Celkový měrný tepelný tok [W/K]
4.NP Objekt	894,35	273,70	1168,05
6.NP Objekt	1235,31	404,60	1639,91
8.NP Objekt	1576,27	383,28	1959,55
Všechny objekty	8434,74	2211,42	10646,16

(všechny 3 požadované)

Návrh TČ pro všechny

Ekonomika – ASI DO ANALYTICKÉ ČÁSTI

2.2.2. Varianta $U_{rec,20}$ - Doporučené hodnoty

V této variantě byly součinitele prostupu tepla nahrazeny požadovanými hodnotami $U_{rec,20}$. Ty odpovídají tloušťkám tepelné izolace v tabulce (?).

Popis konstrukce	Hodnoty součinitelů prostupu tepla $U_{rec,20,R}$ [W/m ² .K]	Hodnoty součinitele tepelné vodivosti λ_D [W/m.K]	Tloušťka izolantu [mm]
Střešní konstrukce	$U_{rec,20,R} = 0,16$	0,037	120
Stěna vnější	$U_{rec,20,W} = 0,25$	0,035	80
Strop nad suterénem	$U_{rec,20,S} = 0,4$	-	-
Okna a dveře	$U_{rec,20,O} = 1,2$	0,038	50

Tabulka 13 – Hodnoty součinitelů prostupu tepla $U_{rec,20}$

Při výpočtu měrných tepelných toků prostupem již byla volena hodnota přírážky na vliv tepelných vazeb podle ČSN EN 12831-1 – Příloha B; Tabulka B.1 jako pro budovy s optimalizovanými tepelnými mosty $\Delta U_{TB} = 0,05$ [W/m².K]

Měrné tepelné toky v různých podlažních budovách pak byly:

(všechny 3 požadované)

Návrh TČ pro všechny

Ekonomika – ASI DO ANALYTICKÉ ČÁSTI

2.2.3. Varianta $U_{pas,20}$ - Pasivní hodnoty

V této variantě byly součinitele prostupu tepla nahrazeny požadovanými hodnotami $U_{pas,20}$. Ty odpovídají tloušťkám tepelné izolace v tabulce (?).

Popis konstrukce	Hodnoty součinitelů prostupu tepla $U_{pas,20,R}$ [W/m ² .K]	Hodnoty součinitele tepelné vodivosti λ_D [W/m.K]	Tloušťka izolantu [mm]
Střešní konstrukce	$U_{pas,20,R} = 0,12$	0,037	200
Stěna vnější	$U_{pas,20,W} = 0,16$	0,035	160
Strop nad suterénem	$U_{pas,20,S} = 0,4$	-	-
Okna a dveře	$U_{pas,20,O} = 0,8$	0,028	90

Tabulka 14 – Hodnoty součinitelů prostupu tepla $U_{pas,20}$

(všechny 3 požadované)

Návrh TČ pro všechny

Ekonomika – ASI DO ANALYTICKÉ ČÁSTI

POZN. Pro pasiv TČ asi vhodné, návrh a bilance plynové kotelny.

Měrná ztráta větráním je navržena na základě provozních hodnot (25m³ na člověka) , né na základě návrhových (intezita větrání návrhová = 0,5)

Tepelná čerpadla

Návrh tepelného čerpadla se provádí na základě potřeby tepla na vytápění!!!! (přednášky str.15)

Tepelná čerpadla vzduch – voda se bivalentním zapojení projektují zpravidla monoenergeticky (oba zdroje na elektrinu) (návrh str.25)

Kombinace tepelných čerpadel a rozvodných topných a přenosových

systemů s malým objemem vody, např. topných systémů s

topnými tělesy, vede zpravidla k tomu, že zdroj tepla zejména v

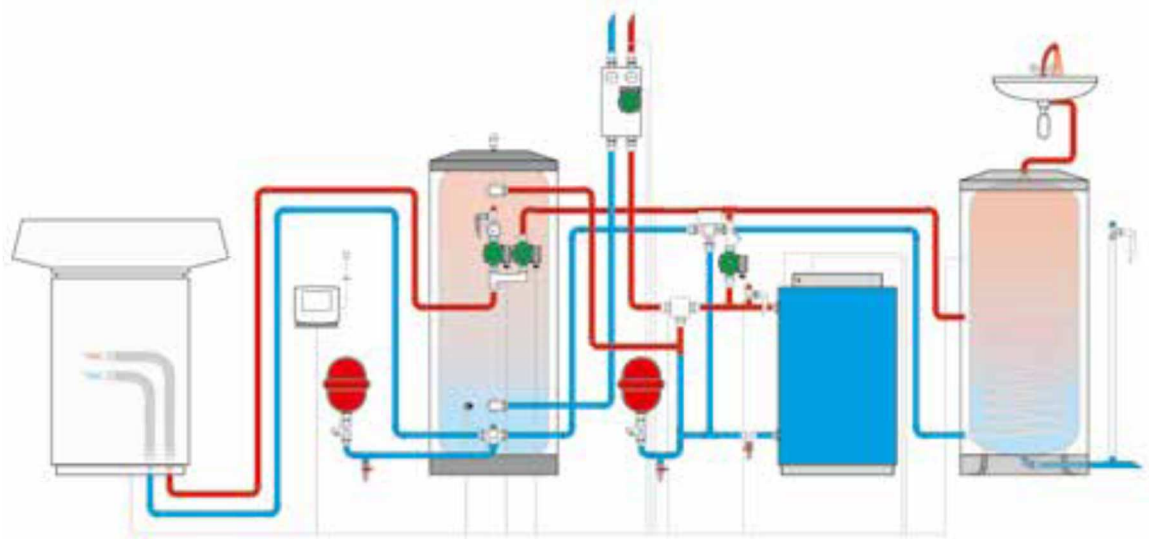
režimu částečného zatížení se často zapíná a vypíná (taktuje). Aby

se tomu zabránilo, je zapotřebí nainstalovat akumulční zásobník čerpadla

V závislosti na akumulčním zásobníku a kompaktní instalaci musí být používáno vhodné čerpadlo k plnění zásobníku.

Druhý tepelný zdroj

U bivalentních systémů musíte tepelné čerpadlo vždy zapojit do vratné strany druhého tepelného zdroje. Druhým zdrojem tepla může být např. stávající olejový nebo plynový kotel.



Bivalentní systém s tepelným čerpadlem vzduch | voda (návrh str.42)

Nebo takhle

AZE-P6-tepelna_cerpadla_navrhovani_bilancovani.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Soubor Úpravy Zobrazení Okna Nápověda

Domovská stránka Nástroje BilanceTC_20... TNI730331.pdf (95595) TNI... AZE-P6-tepe... x (505721) ČS... (506293) ČS... Projektční po... Přihlásit se

44 / 91 75%

Sezónní topný faktor systému

44/91

příprava teplé vody
vytápění

$SPF = \frac{Q_{vyt.tv}}{E_{celk}}$

E_{TC} E_{pom} E_{dod} E_{celk}

TEPELNÉ ČERPADLO ZEMĚ-VODA

ELEKTROKOTEL

Q_{TC} Q_{pom} Q_{dod} $Q_{základ}$ $Q_{vyt.tv}$

Č1 Č2 Č3 OS

Důležité (Přednášky str.46)

V případě tepelných čerpadel se sezónní účinnost zdroje tepla nahrazuje tzv $COP_{H,gen}$ (ročním provozním topným faktorem).

$$COP_{H,rok} = f_{H,COP} \cdot COP_N \quad [kW/kW]$$

6 str. TNI 31 tímto se to nedá dělat

Čerpadlo vzduch voda se značí A2/W35 a minimální COP je 3,1 dle NZU

NZT nízkopotenciální zdroj tepla

Návrh tepelného čerpadla

Navrhuji paralelně bivalentní provoz TČ v kombinaci s elektrokotlem (přednášky str.5)

Jedná se o monoenergetický provoz protože TČ i elektrokotel je na elektriku (přednášky (str.7)

Je potřeba získat bivalentní bod, musím si vytvořit graf se závislostí tepelné ztráty objektu na venkovní teplotě. Proložím charakteristikou výkonu TČ a snažím se aby byl bivalentní bod někde v mezích -3 až -7. Podle toho zvolím dané čerpadlo a vysosám si další charakteristiky jako COP na teplotě a příkon na teplotě.

$$Q_{TČ} = A + B \cdot t_{v1} + C \cdot t_{k2} + D \cdot t_{v1}^2 + E \cdot t_{k2}^2 + F \cdot t_{v1} \cdot t_{k2}$$

3. ANALYTICKÁ ČÁST

Analytická, resp. praktická část diplomové práce

obsahuje vlastní řešení problému, kde by měl student prokázat, že je schopen aplikovat poznatky získané studiem a formulovat vlastní stanovisko.

4. ZÁVĚR

Zrekapitulovat nesporné výhody a nevýhody CZT – vlastní názor s doloženými výsledky

Se stále zvyšujícími se požadavky na prostup tepla obálkou budovy a možností využití dotačních titulů, se podíl potřeby tepla na vytápění a na přípravu teplé vody vyrovnal. Vytápění objektu vlastním zdrojem je tedy s dobrou

Diplomant se v této části vrací k cílům a pracovním hypotézám, které formuloval na počátku práce, a hodnotí, zda se mu je podařilo potvrdit či vyvrátit či zcela splnit. V případě diplomových prací s praktickým zaměřením by student měl dále nastínit doporučení a návrhy, jejichž realizace v praxi by pomohla vyřešit problém zkoumaný v diplomové práci.

Seznam literatury a použitých pramenů

Jednotlivé publikace se uvádějí a číslovají průběžně a zapisují dle standardu stanoveného ústavem. V textu diplomové práce se odkazuje na použitou literaturu a prameny (např. [L25]).

Přílohy – obrázky, grafy, tabulky apod.

Nejsou-li účelně zařazeny přímo v textu, připojují se na konec práce v podobě příloh. Průběžně se očíslovají a v textu se na jejich čísla odkazuje. Pokud nejsou obrázky a grafy výsledkem vlastní práce, uvádí se jejich původ. Před přílohami je zařazen seznam všech příloh. Originály výkresové dokumentace se uložené na CD vkládají do vlastního obalu na třetí straně desek.

ZDROJE:

[1] Fotovoltaika pro budovy; Kamil Staněk; GRADA Publishing, a.s., 2012

[1] Fotovoltaika pro budovy; Kamil Staněk; GRADA Publishing, a.s., 2012

Popis objektu: <http://panelaky.info/op1-11/>

TZB info

[??] ČSN EN ISO 52016-1 Energetická náročnost budov - Potřeba energie na vytápění a chlazení, vnitřní teploty a citelné a latentní tepelné výkony - Část 1: Výpočtové postupy

KONCEPT

Obrázek 1 - Typický půdorys KS OP 1.11.....	2
Obrázek 2 – Distribuční síť CZT.....	21

KONCEPT

ZKRATKY:

EE – Elektrická energie

E_u – Uživatelská elektrická energie [kWh/rok]

E_{aux} – Pomocná elektrická energie (elektřina pro provoz domovních technologií)
[kWh/rok]

OTE – Operátor trhu s elektřinou

TDD – Typový diagram dodávek

PEZ – Primární zdroje energie

KONCEPT