

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ÚSPORY VE VYTÁPĚNÍ BUDOV

THE SAVINGS IN HEATING BUILDINGS

**Zpracovatel /Author/ : Bc.Rokůsek Petr**

**Vedoucí Práce /Supervisor/ : Ing. Marcela Počinková Ph.D**

**Diplomová práce 2012 /Diploma thesis 2012/**

**Datum /Date/ : 24.11. 2011**



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608T001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Diplomant</b>	Bc. Petr Rokůsek
<b>Název</b>	Úspory ve vytápění budov
<b>Vedoucí diplomové práce</b>	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
<b>Datum zadání diplomové práce</b>	31. 3. 2011
<b>Datum odevzdání diplomové práce</b>	13. 1. 2012
V Brně dne 31. 3. 2011	

.....  
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 a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

Obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

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

### **A. Analýza tématu, cíle a metody řešení**

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku.

### **B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení**

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

### **C1. Experimentální řešení a zpracování výsledků**

Experiment realizovaný v laboratoři nebo reálné budově postihující dílčí část zadané problematiky

k) závěr,

l) seznam použitých zdrojů,

m) seznam použitých zkratk a symbolů,

n) seznam příloh,

o) přílohy – výkresy

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

**Předepsané přílohy**

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....  
Ing. Marcela Počinková, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

# LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

## 1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Bc. Petr Rokůsek  
Bytem: Husova 62/23, Nová Role 36225  
Narozen/a (datum a místo): 17.2.1987  
(dále jen „autor“)

a

## 2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta stavební  
se sídlem Veverčí 331/95, Brno 602 00  
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:  
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
(dále jen „nabyvatel“)

### Článek 1 Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):
- disertační práce
  - diplomová práce
  - bakalářská práce
  - jiná práce, jejíž druh je specifikován jako  
(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: ÚSPORY VE VYTÁPĚNÍ BUDOV  
Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.  
Ústav: Ústav technických zařízení budov  
Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v\*:

- tištěné formě – počet exemplářů ..... 1 .....
- elektronické formě – počet exemplářů ..... 2 .....

---

\* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

## **Článek 2**

### **Udělení licenčního oprávnění**

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
  - x ihned po uzavření této smlouvy
  - 1 rok po uzavření této smlouvy
  - 3 roky po uzavření této smlouvy
  - 5 let po uzavření této smlouvy
  - 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

## **Článek 3**

### **Závěrečná ustanovení**

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 2.2.2012.

.....  
Nabyvatel

.....  
Autor

### **Abstrakt**

Diplomová práce se teoreticky v části A zabývá řešením úspor na vytápění a ohřevu teplé vody. Zkoumá vliv jednotlivých úsporných opatření na celkovou potřebu a spotřebu tepla, jejich energeticko-ekonomický dopad a porovnává mezi sebou za účelem dosažení maximální hospodárnosti. V části B je jejich následná aplikace na zadaném objektu - bytovém domě, návrh různých variant úspor a výsledné energetické zhodnocení. Experimentální část C se věnuje nepřímému měření součinitele tepelné vodivosti stavebních materiálů.

### **Klíčová slova**

Úspory tepla, vytápění, ohřev teplé vody, bytový dům, kotelna, zdroj tepla, zateplení objektu, tepelná bilance, izolace potrubí, kaskádová plynová kotelna, plynový kotel, úsporná čerpadla, změna vnitřní teploty, zefektivnění přípravy teplé vody, otopná tělesa, termostatické ventily, termostatické hlavice, zhodnocení úspor.

### **Abstract**

This thesis theoretically in Part A deals with the solution in savings heating building and heating hot water. It examines the impact of austerity measures on the overall need for and consumption of heat energy and its economic impact and compared with each other in order to achieve maximum efficiency. Part B is their subsequent application to a given object - a residential building, various design alternatives and the resulting energy savings improvements. Experimental Part C deals with indirect measurement of the thermal conductivity of building materials.

### **Keywords**

Savings of heat, heating, water heating, residential building, boiler, heat, warming the building, heat balance, insulation of pipes, cascade gas boiler, gas boiler, saving pumps, change in internal temperature, more efficient hot water radiators, radiator valves , thermostats, evaluation of savings.

...

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 7.1.2012

.....  
podpis autora



# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

## **Prohlášení:**

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

V Brně dne 7.1.2012

.....  
podpis autora  
Bc. Petr Rokůsek

### **Bibliografická citace VŠKP**

ROKŮSEK, Petr. *Úspory ve vytápění budov*. Brno, 2011. 165 s., 122 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D..

Rád bych poděkoval vedoucí práce Ing. Marcele Počinkové Ph.D. především za její trpělivost a důslednost při vedení diplomové práce a také za její rady a inspirace, které si s sebou z této školy odnesu.

Velké poděkování patří rovněž mojí rodině, která mi byla na studiích velkou morální i finanční oporou.

## Obsah:

A - Teoretická část – analýza tématu, cíle a metody řešení.....	1 – 46
B - B1 – Koneční řešení .....	47 – 50
B2 – Aplikace na zadané budově .....	51 – 90
B3 – Obecné výpočty TZB .....	91 – 105
B4 – Projektová dokumentace – viz seznam příloh ( zadní kapsa knihy )	
B5 – Technická zpráva .....	106 – 114
C – Experimentální část .....	115 - 153
1. Příloha Denostupňová metoda	
2. Součinitele prostupu tepla - původní stav	
3. Technický list kotel	
4. A) Oběhové čerpadlo 1. Větev	
B) Oběhové čerpadlo 2. Větev	
5. Energetické štítky jednotlivých stavů úprav na budově	
6. Výpočet zabezpečení	

## Úvod

Ve své diplomové práci jsem se rozhodl zabývat tématem, jehož hlavní myšlenka není přínosnou jen pro zlepšení tepelného komfortu v objektu, či zefektivnění distribuce tepla ale velkou roli hraje pro ekonomii a ekologii vytápění a přípravy teplé vody pro daný objekt.

V dnešní době, kdy ceny energií rostou rok od roku raketově vzhůru a finanční recese způsobuje stagnaci ekonomiky, což způsobuje že lidé „mají hluboko do kapsy,“ si každý pokládá otázku: „jak a kde více ušetřit“? Ve stavebnictví, je cest hned několik. Buď v samotné ceně stavby, či na poplatcích v jejímž užívání. Vytápění představuje u starých domů až 75% nákladů na bydlení a za 60 let se mnohdy vyrovnají ceně objektu. V diplomové práci jsou popsány a zalkulovány jednotlivé v současné době používané postupy a systémy jak snížit energetickou potřebu domu na zlomek původního objemu.

Buďme ekologičtí! Kromě snížení finančního zatížení domácností dosáhneme energetickými úsporami a díky tomu úspoře paliva snížení množství škodlivých látek ( např. pro zemní plyn NO<sub>x</sub> ) vypouštěných spolu se spalinami do ovzduší.

Diplomová práce se zabývá úsporami ve vytápění, tj. jak různými standardními a moderními postupy tyto náklady snížit na minimum. Existuje jich celá řada, od instalaci termostatických hlavice až po výměnu zdroje tepla, ale jak uživatel pozná, kolik nákladů danou investicí ušetřil, zda vůbec nějaké. V části A je teoretický výčet a jejich detailní popis již známých a osvědčených, nových, které přišli na Český trh v posledních letech ale i lidových způsobů a metod. V části B je pomocí fyzikálních a matematických rovnic řešen rozsah úspor tepla v rámci potřeby či spotřeby jednotlivých úspor, z nichž je nadále patrné, zda dané řešení je relevantní či nikoliv.

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## **A) Analýza tématu, cíle a metody řešení**

**Téma : Úspory ve vytápění /*The savings in heating buildings***

**Zpracovatel /Author/ : Bc.Rokůsek Petr**

**Vedoucí Práce /Supervisor/ : Ing. Marcela Počinková Ph.D**

**Diplomová práce 2012 /Diploma thesis 2012/**

**Datum /Date/ : 24.11. 2011**



## **A - Analýza tématu, cíle a metody řešení**

### **Analýza tématu:**

V dnešní době, kdy ceny energií rostou rok od roku raketově vzhůru a finanční recese způsobuje stagnaci ekonomiky, což způsobuje že lidé mají hluboko do kapsy si každý pokládá otázku: „jak a kde více ušetřit“? Ve stavebnictví, je těchto cest hned několik. Buď v samotné ceně stavby, či na poplatcích v jejímž užívání. Vytápění představuje u starých domů až 75% nákladů na bydlení a za 60 let se mnohdy vyrovnají ceně objektu viz.tab.1. Diplomová práce se zabývá úsporami ve vytápění, tj. jak různými standardními a moderními postupy tyto náklady snížit na minimum. Dále zkoumá ekonomickou výhodnost úprav, jejich různé varianty s popisem jejich podstaty. Porovnává jejich procentuální úsporu k předchozímu stavu popřípadě s ostatními variantami. V druhé části je jejich aplikace na zadané budově.

### **Cíl práce:**

Na základě moderních, ekonomicky návratných postupů, metod a technologií snížit potřebu tepla a elektrické energie potřebné pro vytápění a ohřev teplé vody na zadaném objektu v souladu s legislativními a normovými požadavky.



## Obsah

A.1. Úspory ve vytápění - Aktuální technická řešení v praxi a teoretická řešení .....	4 -
A.1.1 Smysl úspor .....	5 -
A.2. Dělení jednotlivých typů úspor .....	6 -
A.2.1. Stavebně technické řešení objektu: .....	6 -
A.2.1.1. Staré budovy - Zateplení podlahy na zemině .....	7 -
A.2.1.2. Zateplení fasády .....	8 -
A.2.1.3. Zateplení nejvyššího stropu nebo střechy .....	8 -
A.2.1.4. Výměna oken .....	8 -
A.2.1.5. Stavebně technické řešení objektu u novostaveb .....	9 -
A.2.2. Vliv tepelných zisků .....	10 -
A.2.3. Výběr paliva – typ kotelny .....	11 -
A.2.4. Výběr kotle .....	14 -
A.2.5. Regulace Zdroje .....	16 -
A.2.5.2. Ekvitermní regulace .....	17 -
A.2.5.3. Zónová regulace .....	18 -
A.2.6. Výměna Otopných těles .....	19 -
A.2.7. Regulace otopných těles .....	21 -
A.2.7.1. Ruční regulace .....	21 -
A.2.7.3 Elektronická regulace otopných těles dvoustavová s termopohony .....	23 -
A.2.7.4. Elektronická regulace otopných těles plynulá se servopohony .....	24 -
A.2.8. Teplotní ztráty z potrubních rozvodů .....	26 -
A.2.8.1. Nejpožívanější materiály .....	27 -
A.2.8.2. Součinitel prostupu tepla .....	28 -
A.2.8.3. Ekonomika izolace .....	29 -
A.2.9. Příprava teplé vody .....	30 -
A.2.9.1. Regulace .....	31 -
A.2.9.2. Ztráty .....	32 -
A.2.10. Výměna otopných čerpadel .....	32 -
A.2.10.1 Typy čerpadel .....	32 -
A.2.10.2 Otáčková regulace čerpadel .....	33 -
A.2.10.3 Používání nových účinnějších motorů .....	33 -





A.2.10.4. Používání nových způsobů regulace čerpadel.....	- 34 -
A.2.10.5. Snižování spotřeby elektrické energie - energetické štítkování čerpadel .-	35 -
A.2.11. Snížení vnitřní teploty v objektu .....	- 36 -
A.2.12. Další úspory .....	- 36 -
A.3. Teoretické řešení výkonu otopných těles.....	- 37 -
A.4. Experimentální řešení výkonu otopných těles.....	- 39 -
A.5. legislativní podklady .....	- 41 -
A.6. Normové podklady.....	- 41 -
A.7. Bibliografické citace a seznam zdrojů .....	- 43 -
A.8. Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů .....	- 44 -

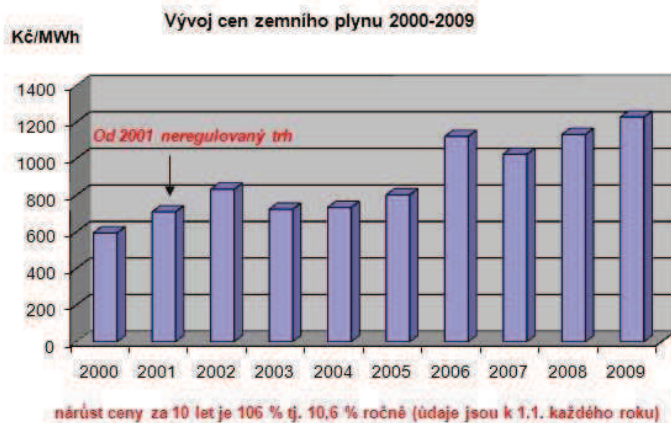
## A.1. Úspory ve vytápění - Aktuální technická řešení v praxi a teoretická řešení

### A.1.1 Smysl úspor

*Investice do úspor na vytápění se opravdu vyplatí a zde platí pravidlo: čím dříve, tím lépe. Na níže uvedených grafem můžete vidět, jaký je vývoj energií v České republice za posledním 10 let.*

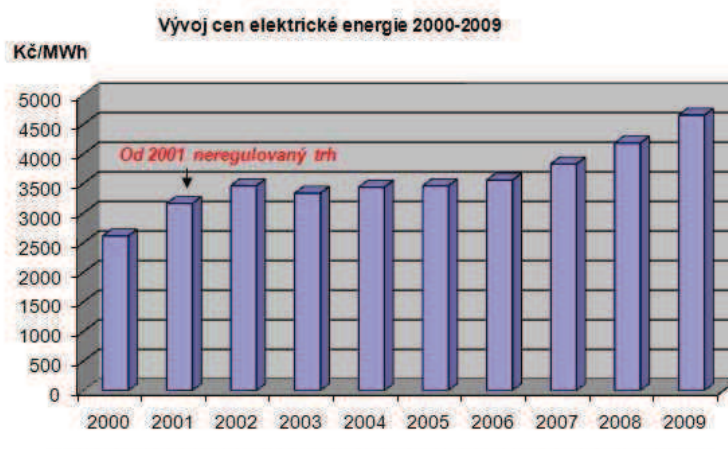
*U elektrické energie je to od roku 2000 průměrné zvýšení cen o cca 8 % a u zemního plynu „šplhá „ průměrné zdražování k 11 % ročně.*

*Tyto zdražení jsou nejvíce markantní za poslední 4 roky, kdy u el. energie je to celých 31% a u plynu dokonce 53%. Do budoucna je očekáván podobný vývoj.* [1]



en zemního plynu

[1]





Patametr	Hodnota	jednotka
Vytápění	57	%
Ohřev teplé užitkové vody	22	%
Příprava stravy	7	%
Chlazení a mrazení potravin	5	%
Praní a žehlení prádla	4	%
Osvětlení	2	%
Ostatní spotřebiče	3	%

A.1.1.Tab. 1 poměr spotřeby energie v domácnosti ve starém objektu [1]

## A.2. Dělení jednotlivých typů úspor

1. Stavebně technické řešení objektu – výměna oken a dveří, zateplení fasády, podlah a střechy.
2. Zhodnocení tepelné bilance – vliv vnitřních a vnějších zisků
3. Typ kotelny - výběr paliva vzhledem k jeho ceně, výhřevnosti ( spalnému teplu ) a dispozici objektu.
4. Výběr kotle, účinnost spalování, bezpečnost, řízení.
5. Regulace zdroje – termostaty v referenčních místnostech, ekvitermní řízení teploty OV, zónová regulace
6. Výměna otopných těles
7. Místní regulace Otopných těles, TSH, TSV, termopohony, servopohony
8. Ztráty na rozvodném potrubí
9. Příprava TV –typy, zefektivnění, ztráty na rozvodech, na zásobníku
10. Výměna čerpadel – typy, otáčková regulace, typy motorů, způsoby regulace
11. Snížení vnitřní výpočtové teploty v objektu
12. Ostatní úspory

### A.2.1.Stavebně technické řešení objektu:

Při návrhu objektu a jeho technického zařízení, je vždy nutné volit optimální poměr pořizovacích nákladů na jednotlivá racionalizační opatření. Hledisko výše investice se nesmí brát pouze z pozice daného okamžiku, kdy objekt realizují, ale brát v úvahu i náklady na energie a údržbu za dobu životnosti objektu. Proto by investice do tepelně



technických vlastností obvodového pláště by měla být prioritní. Při návrhu skladby konstrukcí je nutné dbát na to, aby zvolené materiály měly požadovanou životnost a aby navržená skladba konstrukce tuto životnost dosáhla. Tím mám na mysli, že konstrukce musí být řešena nejen z hlediska minimalizace tepelných ztrát, ale též z hlediska difúze a kondenzace vodní páry a vlivu vlhkosti na životnost konstrukce. Parametry jsou určeny normou ČSN 73 0540:02 2011 ve znění změn Z1 a Z2 která udává tzv. cílové aneb. Doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla.

Konstrukce	Cílová hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2:2011 [W/m <sup>2</sup> K]
Stěna	0,18-0,12 (doporučené hodnoty pro těžkou stěnu 0,25 a lehkou stěnu 0,20)
Střecha strmá, strop pod půdou	0,18-0,12
Střecha šikmá a plochá, strop nad exteriérem	0,15-0,10
Podlaha a stěna k zemině	0,22-0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,30-0,20
Strop a stěna z vytápěného k temperovanému prostoru	0,38-0,25
Strop a stěna z temperovaného k nevytápěnému prostoru	0,38-0,25
Okno	0,8-0,6
Střešní okno	0,9
Dveře z vytápěného prostoru do exteriéru a okna s doplňkovými prvky	0,9
Svislá výplň otvoru k temperovanému prostoru	1,7
Střešní okno a jiná šikmá výplň k temperovanému prostoru	1,4
Kovový rám výplně otvoru	1,4
Nekovový rám výplně otvoru	0,9-0,7

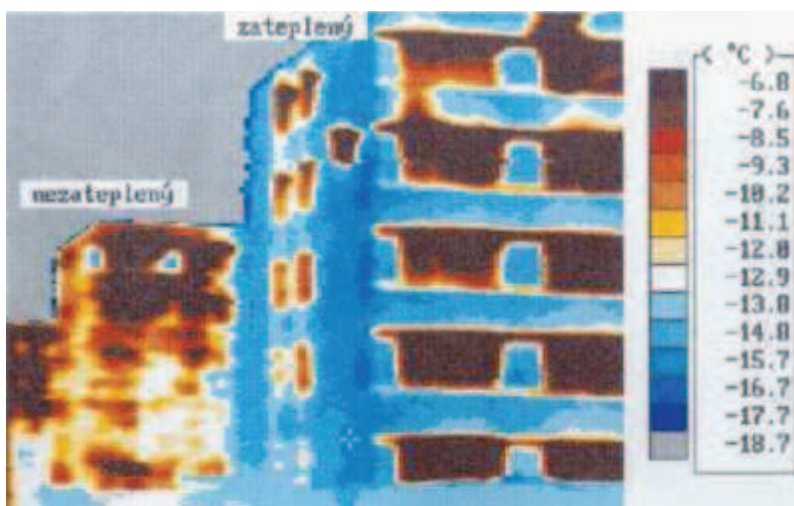
A.2.1. Tab.2 Normový tepelný prostup přes konstrukci a výplně otvorů [2]

### A.2.1.1. Staré budovy - Zateplení podlahy na zemině

<http://www.moje-uspora.cz/partneri/isover.aspx> Zateplením podlahy, která je ve styku se zeminou, je možné dosáhnout účinnosti mezi 9 – 12% vzhledem k původnímu stavu ochlazování konstrukce a přestupu ochlazování konstrukcí svislých stěn. Dobré odizolování podlah objektu zamezí ochlazování vnitřních prostor objektu včetně ochrany proti kondenzování par v přiléhajících stěnách, do nichž chlad z podlahy bez izolantu prostupuje.

### **A.2.1.2. Zateplení fasády**

<http://www.moje-uspora.cz/partneri/weber.aspx> Zateplení fasády snižuje o 15 – 20% celkové energetické náklady na vytápění. Velmi záleží na tom, z jakého materiálu je postavena obvodová zeď objektu, na kterou se zateplení aplikuje. Čím horší je stěna objektu, tím vyšší bude následná úspora po zateplení. Zateplením fasády se zvýší teplota stěn, nebudou tolik promrzat a ustálí se teplota v interiéru. Na obr. 2 je vidět rozdíl povrchových teplot nezateplených panelových domů a zatepleného panelového domu. Snímek názorně ukazuje, jak velkým tepelným ztrátám je možno zabránit dodatečnou tepelnou izolací domu (vychází ze známé závislosti tepelných ztrát na povrchových teplotách).



A.2.1.2.Obr. 1 Zateplený a nezateplený panelový dům [1]

### **A.2.1.3. Zateplení nejvyššího stropu nebo střechy**

Střecha či strop svojí plochou představuje velkou část domu <http://www.moje-uspora.cz/partneri/isover.aspx> Bude-li zateplen nejvyšší strop pod půdou nebo pod střechou či půdní vestavbou, bude zajištěna úspora energie na vytápění mezi 10 – 15%. V souvislosti s úsporami má na tato opatření vliv způsob zateplení a kvalita jeho provedení.

### **A.2.1.4. Výměna oken**

<http://www.moje-uspora.cz/partneri/stavona.aspx> Velký význam při zateplení hraje rovněž správný výběr oken, kterých je mnoho druhů. Samotná výměna může přinést



*objektu energetickou úsporu od 12% u plastových oken s dvojskly až po 16% s trojskly a kvalitním rámem. V této oblasti je nutné velmi pečlivě vybírat okna, která budou použita pro zateplení severní a západní strany objektu. Bude-li např. vhodným způsobem vybráno okno se selektivními vrstvami na sklech, zajistí se tím větší tepelný odpor proti ochlazování. Naopak u oken, která mají být umístěna na jižní a východní straně, se doporučují okna se super čirým sklem, u nichž vlivem průsvitu slunečního UV záření dochází k ohřevu vnitřních prostor, na které záření dopadá, a tím se dále ušetří náklady na vytápění.*

*Pozor by si jsme si měli dát jaký součinitel prostupu tepla ( $U$ ) výrobce udává, jelikož „ $U$ “ rámu se výrazně liší od „ $U$ “ Okenního skla. Normové hodnoty jsou „ $U$ “ celého okna.*

*Výměnou oken nejen dosáhneme nižší ztráty vlivem prostupem, ale i infiltrací. U starých oken jsme se setkávali s vysokými úniky tepla vlivem infiltrací ve spárách mezi stěnami a okenním rámem či okenními křídly a rámem.*

### **Těsnění spár oken a dveří**

*Pokud je v místnosti vzduch v pohybu vinou netěsností oken, pak je na místě zvážit jejich utěsnění. Netěsné spáry totiž mohou snižovat vnitřní teplotu v místnosti až o 2°C. V běžném bytě je padesát metrů spár. Dodržováním všech zásad šetrného chování v oblasti vytápění tepla je možné ušetřit asi 15 až 30 procent energie, respektive až 10 procent celkové energie spotřebované v domácnosti. [2]*

### **Vliv zateplení na otopnou soustavu**

Při úpravách soustav se však po zateplení objektů výkon mění. Požadavek na zachování původně projektovaných průtoků v původních průměrech potrubí je přitom důležitý, protože s poklesem proudění klesá přenosová schopnost vnitřních i vnějších sítí, narůstají tepelné ztráty potrubí v poměru k přenášenému tepelnému výkonu a klesají koncové teploty vody na vstupu do otopných těles. Vyráběné teplo se pak plně nevyužívá k vytápění a roste cena tepla, skutečně využitého. Proto by se spolu se zateplením mělo mj. zajistit zaizolování sítí a změna teploty přívodní a vratné vody.



### **A.2.1.5. Stavebně technické řešení objektu u novostaveb**

*Novostavby se musí řešit již od architektonického návrhu objektu, jeho dispozice a konstrukčního řešení. Zde je nutné využít následujících zásad:*

- *minimalizovat počet vstupů do objektu,*
- *u vstupů do vytápěných prostor vytvářet zádveří,*
- *vytápěné části objektu situovat do skupin oddělených dveřmi od prostor nevytápěných, - vytápěné části objektu situovat na osluněné světové strany,*
- *u obytných a občanských staveb řadit místnosti se stejnou*
- *vnitřní teplotou vedle sebe horizontálně i vertikálně (nestřídat pokud možno místnosti s rozdílnou teplotou vnitřního vzduchu a s různou dobou vytápění),*
- *tvár budovy by měl mít optimální tvar z hlediska poměru plochy obvodového pláště k objemu (ne pavilonové typy staveb, dlouhé přízemní budovy a pod.)*
- *omezení infiltrace u otvorů (vnějších oken a dveří), max. možné utěsnění spár oken a dveří, využívat pevných oken s ventilačními křídly, osazování prahů u dveří,*
- *omezení tepelných ztrát prostupem tepla u okenních otvorů navrhováním oken s vícenásobným zasklením, oken se speciálním zasklením a pod., využívat doplňkové prvky oken, jako žaluzií, závěsů, okenic,*
- *u obytných místností nenavrhovat zbytečně vysoké místnosti při respektování hygienických požadavků,*
- *místnosti příslušenství nevytápět na teplotu obytných místností, tyto místnosti řešit tak, aby technologická zařízení vyžadující nadnulové teploty byla umístěna ve středu dispozice a aby tak byly maxim. omezeny tepelné ztráty těchto prostor*
- *velikost okenních otvorů řešit s ohledem na minimalizaci tepelných ztrát a s ohledem na*
- *možnost pasivního využití solární energie,*
- *pro co nejvýhodnější využití sluneční energie na osluněné straně objektu umísťovat prosklené lodžie, zimní zahrady a pod.*

[3]

### **A.2.2. Vliv tepelných zisků**

*Tepelné zisky rozdělujeme na různé skupiny a kategorie. Především mluvíme o vnitřních a vnějších tepelných ziscích. Vnější tepelné zisky jsou hlavně z oslunění, kdy energie sluneční radiace působí na povrchy budov a proniká do místností transparentními výplněmi budovy. Vnitřní zisky jsou různé a mohou být jednak od*



*různých elektrických spotřebičů (osvětlení, televizní přijímače, počítače a jiná elektrotechnika, žehličky, pračky, atd.), jednak z teplé vody při koupání, sprchování a z vaření. V průmyslu potom od technologických zařízení. Do této kategorie vnitřních zisků započítáváme i tepelné zisky od osob, které produkují metabolické teplo podle druhu činnosti. Zvláštními tepelnými zisky lze nazvat tepelné ztráty potrubí otopných soustav, zejména stoupaček v místnostech.*

### **Tepelné zisky**

*Z hlediska vytápění lze považovat tepelné zisky za doplňkový zdroj tepla, který nám umožňuje snížit výkon otopné soustavy a šetřit teplem se všemi kladnými efekty na životní prostředí. Zde bychom si měli uvědomit, že pokud tepelné zisky překročí požadovaný výkon otopné soustavy, tudíž jsou větší než tepelné ztráty, potom opět hovoříme o tepelné zátěži. Toto je třeba respektovat, neboť vytápíme proto, abychom vytvářeli tepelnou pohodu a nikoli tepelnou zátěž. Z praxe jsou známé případy, kdy byla tepelná zátěž z přetápění, nikoliv z oslunění a z dalších zisků, odváděna chladicí jednotkou mimo budovu. Takovýto způsob symbiózy vytápěcího a klimatizačního zařízení je nežádoucí. Proto existují způsoby zaregulování soustavy, které nám pomůžou využít podíl tepelné energie ze zisků, aniž by docházelo k přetápění objektu.*

[4]

- 1) Místními regulacemi na otopných tělesech
- 2) Rozzónování objektu dle jednotlivých světových stran, pomocí termostatů s tepelnými snímači a řídicí jednotky kvalitativně regulovat otopnou vodu

### **A.2.3. Výběr paliva – typ kotelny**

Pro dosažení vysokých úspor tepla musíme začít od jádru systému vytápění – kotelně.

Smysl úspor je v ceně za kWh, kde můžeme na jednu stranu snižovat potřebu tepla pro vytápění objektu, ale neméně důležité je vybrat co nejlevnější zdroj tepla. Zdrojem může být např. energie vzniklá spálením pevných, kapalných či plyných paliv, elektrická energie, solární energie, vyrobené místně či teplo dodané z CZT. Výběr mezi nimi ovlivňuje především cena za 1kW (GJ) energie, co mohu z daného zdroje vyrobit a místní dostupnost paliva.





### *Základní vlastnost paliv*

**Spalné teplo  $Q_s$**  (kJ/kg, kJ/Nm<sup>3</sup>) - množství tepla uvolněné při úplném spálení jednotkového množství paliva (1 kg, 1 Nm<sup>3</sup>) za konstantního tlaku a teploty  $t_l$ , přičemž všechny plynné produkty spalování ochlazené na výchozí teplotu  $t_l$  jsou v plynném stavu, kromě vodní páry utvořené v průběhu

reakce, která při teplotě  $t_l$  zkondenzuje.

**Výhřevnost  $Q_i$**  (kJ/kg, kJ/Nm<sup>3</sup>) - množství tepla uvolněné při úplném spálení jednotkového množství paliva (1 kg, 1 Nm<sup>3</sup>) za konstantního tlaku a teploty  $t_l$ , přičemž všechny plynné produkty spalování ochlazené na výchozí teplotu  $t_l$  jsou v plynném stavu. Hodnota výhřevnosti odpovídá hodnotě spalného tepla zmenšené o výparné teplo vody při teplotě  $t_l$ .

Vztažná spalovací teplota je pro plyn definována  $t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

[4]

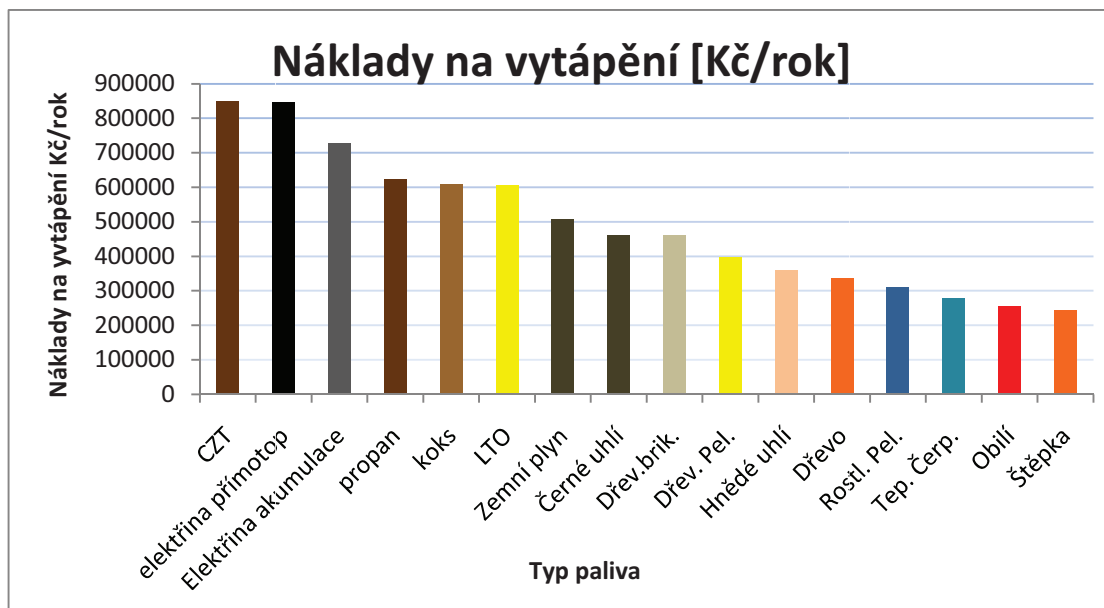
V následující tabulce je porovnání paliv běžně používaných v ČR, výhřevnost (spalné teplo), jejich cena za 1kg (kWh) a náklady na vytápění za rok. V následující tabulce je potřeba tepla uvažována pro bytový dům  $Q_p = 340 \text{ MWh/rok}$ .

Náklady na vytápění Výpočtová spotřeba tepla = 1224 GJ					
Druh paliva (Výhřevnost) (Volba tarifu)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %) <input type="checkbox"/> zadat vlastní účinnost	Cena tepla <input type="radio"/> Kč/GJ <input checked="" type="radio"/> Kč/kWh	Spotřeba paliva / rok	Náklady na vytápění Kč / rok
<b>Hnědé uhlí</b> (18 MJ/kg) <small>zav. a dodavatelé</small>	2,90 /kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,05	123636 kg	358545,-
<b>Černé uhlí</b> (23,1 MJ/kg) <small>zav. a dodavatelé</small>	4,80 /kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,36	96340 kg	462432,-
<b>Koks</b> (27,5 MJ/kg)	8,50 /kg	Klasický kotel na koks (62%)	1,79	71789 kg	610205,-
<b>Dřevo</b> (14,6 MJ/kg)	3,00 /kg	Kotel na zplynování dřeva (75%)	0,99	111781 kg	335342,-
<b>Dřevěné brikety</b> (17,0 MJ/kg)	4,80 /kg	Kotel na zplynování dřeva (75%)	1,36	96000 kg	460800,-
<b>Dřevěné pelety</b> (17,0 MJ/kg) <small>zav.</small>	4,70 /kg	Kotel na dřevěné pelety (85%)	1,17	84706 kg	398118,-
<b>Štěpka</b> (12,5 MJ/kg)	2,00 /kg	Kotel na štěpku (80%)	0,72	122400 kg	244800,-
<b>Rostlinné pelety</b> (16 MJ/kg)	3,65 /kg	Kotel na rostlinné pelety (90%)	0,91	85000 kg	310250,-
<b>Obilí</b> (18 MJ/kg)	3,20 /kg	Automatický kotel (85%)	0,75	80000 kg	256000,-
<b>Zemní plyn</b> (spalné teplo 37,82 MJ/m <sup>3</sup> ) Dodavatel: E.ON Spotřeba plynu: 55000 - 63000 kWh /rok	1,1723 /kWh <small>vztahena ke spalnému teplu ???</small> 12,32 Kč/m <sup>3</sup> + 791,45 Kč/měsíc	Kotel běžný (89%) účinnost je vztahena k výhřevnosti ZP ???	1,49	424136 kWh 40390 m <sup>3</sup>	506928,-
<b>Propan</b> (46,4 MJ/kg) <small>zav. a dodavatelé</small>	21 /kg	Kotel běžný (89%)	1,83	29640 kg	622433,-
<b>Lehký topný olej ELTO</b> (42 MJ/kg) <small>zav.</small>	18,5 /kg	Kotel na lehký topný olej (89%)	1,78	32745 kg	605778,-
<b>Elektřina akumulace</b> <small>zav. a tarif ???</small> D26d jistič nad 3x25 A do 3x32 A	416 Kč/měsíc + NT: 1,9813 /kWh	S akumulční nádrží (93%)	2,15	365591 kWh	729338,-
<b>Elektřina přímotop</b> <small>zav. a tarif ???</small> D45d jistič nad 3x20 A do 3x25 A	374 Kč/měsíc + NT: 2,4313 /kWh	Přímotopné panely (98%)	2,49	346939 kWh	848000,-
<b>Tepelné čerpadlo</b> <small>zav. a tarif ???</small> D56d jistič nad 3x16 A do 3x20 A	310 Kč/měsíc + NT: 2,4313 /kWh	Průměrný roční topný faktor: 3	0,82	113333 kWh	279267,-
<b>Centrální zásobování teplem</b> <small>zav.</small>	680 /GJ ???	účinnost (98%)	2,5	1249 GJ	849306,-

A 2.3. Tab. 3. Náklady na vytápění při použití různých druhů paliv.

[3]

Při chronologickém seřazení jednotlivých druhů paliv je jasně patrné, že obnovitelná paliva se ekonomicky vyplatí až 3x více než-li vytápění elektrickou energií či CZT, které je v Brně poměrně drahé. Na druhou stranu vytápění obnovitelnými zdroji vyžaduje poměrně větší kotelnu, zásobník či zásobárnu paliva a v ruční obsluhu. Kompromis ve volbě paliva je Zemní plyn, který se nachází ve středu stupnice nákladů, a nevyžaduje téměř žádnou obsluhu. Řada dodavatelů zemního plynu navíc při velkých odběrech poskytují slevy v podobě výhodných tarifů. Zemní plyn je ekologické palivo prokazující se nízkou emisivitou.



A.2.3. Graf 3 Porovnání nákladu na vytápění při použití různých druhů paliv.

[3]

#### A.2.4. Výběr kotle

V kapitole A.2.2. byl pro uvažovaný objekt zemní plyn zmíněn jako hospodárné palivo pro vytápění objektu.

Pro spalování ZP a jeho přeměnu na tepelnou energii rozeznáváme několik typů kotlů.

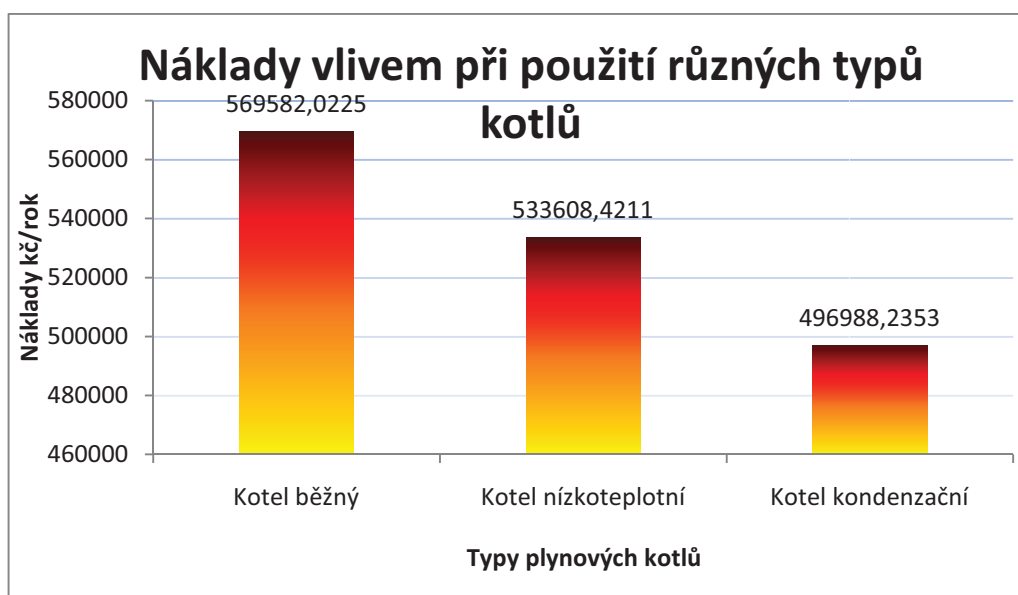
Klasický kotel vyzařuje část tepla do okolí a zbytek pohltí provozní ztráty. Tyto kotle pracují pouze s výhřevností paliva. Efektivnost kotlů se značí pomocí koeficientu účinnosti  $\eta$ , udávající poměr množství tepla předaného teplotnosné látce ku množství tepla přivedeného do kotle palivem a vzduchem ve stejném časovém úseku. Určuje jí vyhláška 276/2007 sb.

*Kondenzační kotel dokáže odebrat teplo i z vodní páry, která je obsažena ve spalinách. V klasickém kotli tato vodní pára odchází ve spalinách, které mají teplotu kolem 120 °C do komína. Při této teplotě spalin s sebou bere o 11% energie více, nežli je tomu u kondenzačního kotle. Prostřednictvím dalšího výměníku se teplota spalin ještě dále snižuje a to až na rosný bod zemního plynu (u zemního plynu je to 50-55 °C). Jestliže se teplota pohybuje v této oblasti, vodní pára obsažená ve spalinách kondenzuje, a tím je dodatečně předána další tepelná energie do systému. Účinnost kondenzačního kotle je tedy až 102% a úspory paliva oproti klasickému kotli jsou až 30%. Proto je kondenzační kotel v současné době zařízení na nejvyšším stupni vývoje.*

Zprvu nesmyslné 102% účinnosti má svoje odůvodnění. Účinnost je brána na výhřevnost paliva. Kondenzační kotle pracují se spalným teplem, které je vyšší nežli výhřevnost a rozdíl mezi účinnostmi klasických kotlů a kondenzačních kotlů je právě využití latentního (zbytkového) tepla obsaženém ve spalinách. Tato vlastnost nám oproti klasickým kotlům udává průměrnou dobu návratnosti 2-3roky. [5]

Kotel běžný	$\eta=89\%$	569582 kč/rok
Kotel nízkoteplotní	$\eta=95\%$	475511 kč/rok
Kotel kondenzační	$\eta=102\%$	443530 kč/rok

A.2.4 Tab.4 Náklady dle typu kotle u vzorového bytového domu. [4]



A.2.4.Graf.4. Příklad nákladů při použití různých typů kotlů na plyná paliva [4]

#### A.2.4.1. Kaskádová kotelna

V praxi je prokázáno, že v topné sezóně je v 80% času kapacita kotle využívána jen na 50%. V průběhu celé sezóny je tedy kotel využit v průměru jen na 30%. To znamená jen malé využití a neefektivní provoz. Kaskádový systém poskytuje, jak je zřejmé, okamžitou potřebnou kapacitu postupným přiřazováním více "malých" kotlů, které pracují s rozsahem výkonu 40-100%, proti jednomu velkému kotli s neefektivním

*provozem při malých výkonech. Pomocí kaskádové regulace s programovým řízením se odstraní nepříjemné problémy se stanovením optimálního poměru kapacity systému a spotřeby tepla. Široký regulační rozsah kaskády umožní dlouhodobý provoz na nižších teplotách topné vody. Zvýší se okamžitě využitelnost a kromě toho se zpříjemní teplotní podmínky v prostředí, čili zvýší se uživatelský komfort. Např. 2 ze 3 kotlů jsou určeny na vytápění a poslední na ohřev TV. Při špičce, tj. minimálních venkovních teplotách může 3. kotel pomoci v ohřevu topné vody, aniž by nebyla zajištěna dodávka TV.*

[6]



A.2.4.1 .Obr. 2 Kaskádová kotelna

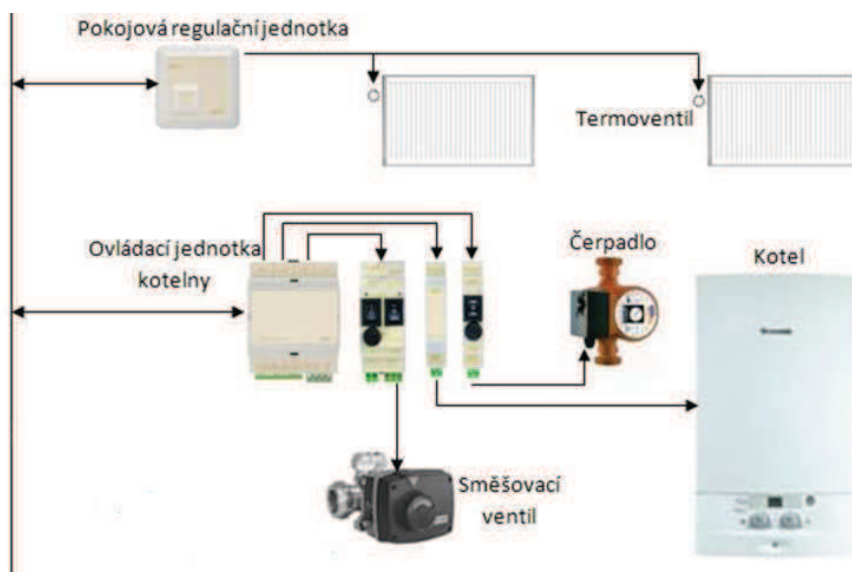
[2]

## **A.2.5. Regulace Zdroje**

Týká se samozřejmě pouze otopných soustav teplovodního vytápění. Regulovat můžeme kvantitativně či kvalitativně. Proces probíhá na samotném výkonu kotle, jehož ovládací jednotka komunikuje s řídicí jednotkou MAR, či na směšovacím ventilu, který přimíchává do teplejší přívodní vody chladnější vodu vratnou. Rozeznáváme několik systémů, jak dosáhnout relevantních úspor.

### **A.2.5.1. Regulace pokojovým termostatem v referenční místnosti**

Ve vytápěném objektu je vybrána místnost, jejíž teplotní režim je určen jako vztažný a rozhoduje o míře vytápění celého objektu. V bytovém domě to může být více místností, např. na východní a západní straně objektu. Jakmile je v této místnosti dosaženo požadované teploty, je pokojovým termostatem vyslán povel zdroji s požadavkem jeho vypnutí či potřebného omezení okamžitého výkonu. Dojde-li naopak ke snížení teploty v referenční místnosti pod požadovanou míru obdrží zdroj povel k zapnutí či zvýšení okamžitého výkonu. Nevýhodou je, že referenční místnost musí být neustále vytápěna, jelikož ovlivňuje ty ostatní, i když není využívána.



A.2.5.1. Obr. 3 Regulace RD prostorovým termostatem

[3]

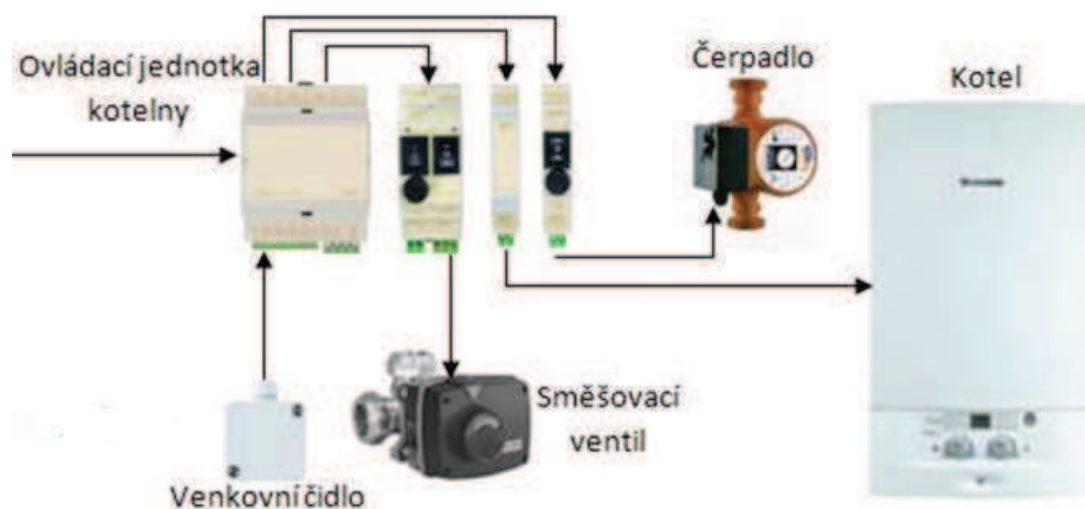
Na obr. 5 je ovládací jednotka pro rodinný dům napojená na pokojový termostát, který dále ovládá TS Hlavice na OT. Ty regulují těleso dle vnitřní teploty či uživatelského nastavení.

### A.2.5.2. Ekvitermní regulace

Zabezpečuje přizpůsobení okamžitého výkonu otopné soustavy aktuální venkovní teplotě prostřednictvím regulace teploty otopného média. Bude-li pro minimální venkovní teplotu (např.  $-15^{\circ}\text{C}$ ) potřebná teplota náběhové vody  $75^{\circ}\text{C}$ , stanoví projekt, jaké teploty náběhové vody budou potřebné pro jiné (vyšší) venkovní teploty. Tato závislost se ve formě vhodně zvolené ekvitermní křivky zadá ekvitermnímu regulátoru. Možná je i kombinace s pokojovým termostatem.

*Technicky se potřebné teploty náběhové vody dosahuje zpravidla směřováním teplé vody z kotle s vratnou vodou ve směšovací armatuře řízené elektrickým pohonem z ekvitermního regulátoru.*

*Konstrukce a možnosti ekvitermních regulátorů jsou rozmanité, mohou být i s časovým programem vhodných útlumů a podobně. Problémem je umístění venkovního čidla s ohledem na jeho případné oslunění či další (povětrnostní) vlivy.* [7]



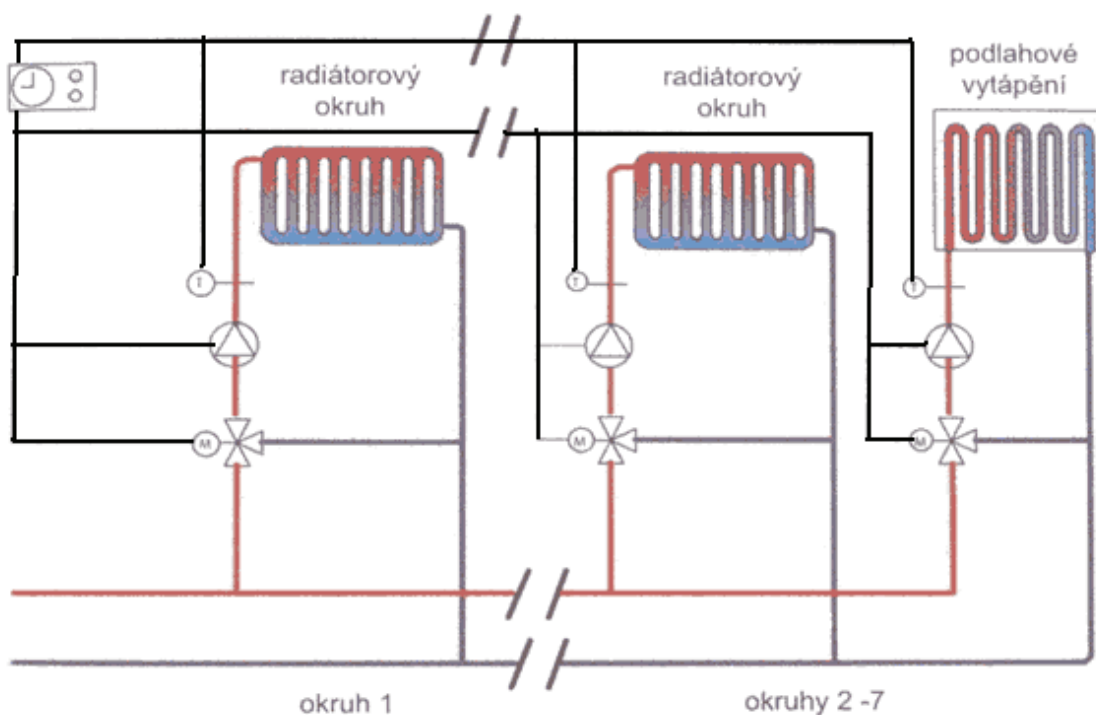
A.2.5.2. Obr.4. Ekvitermní regulace RD

[4]

Spojení výše dvou uvedených regulací se nazývá ekvitermní regulace s korekcí, která přináší jak omezení přetápění ze strany snižování venkovní teploty, tak i druhostrannou regulaci při snižování teploty vnitřní.

### A.2.5.3 Zónová regulace

Na podobném principu jako regulace dle referenčních místností funguje i zónová regulace. Jde v podstatě o to, že jednotlivé otopné větve, či celky jsou rozděleny do určitých zón, kde má každá svoji regulaci, a je nastavená na potřeby daných zón. Např. při rozdělení vytápění objektu dle orientace na jednotlivé světové strany, u polyfunkčních domů a ostatních objektů, kde mají jednotlivé části objektu různou potřebu množství tepla nebo odlišný časový průběh vytápění. Na obrázku jsou znázorněny samostatně regulované topné okruhy, které představují zónovou regulaci.



A.2.9.3 obr.5 Zónová regulace

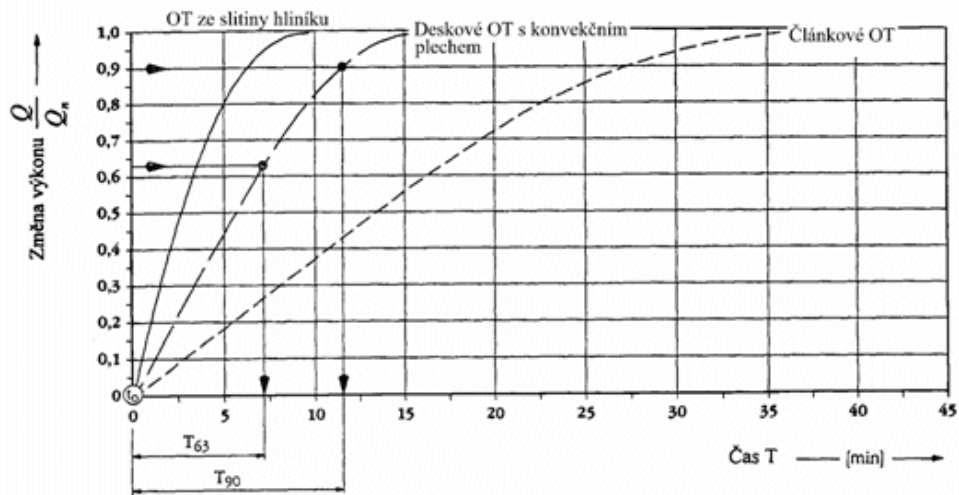
[5]

## A.2.6. Výměna Otopných těles

Výměnou otopných těles ve smyslu staré za novější, úspornější čímž je nečastěji realita článková za desková nám klesne potřeba tepla, díky lepšímu konvečnímu přenosu tepla mezi tělesem a vzduchem v místnosti. Desková tělesa bývají vybavena konvenčním plechem mezi deskami, který významně zvyšuje předávání tepla do místnosti a vyšším podílem sálání. Snížením teploty otopné vody docílíme menších ztrát na potrubí a armaturách.

Tělesa dále hospodaří s rozdílným množstvím vody. Článková mají vyšší vodní objem, a potřeba tepla tím je vyšší než u deskových těles. Ve srovnání s klasickými litinovými radiátory mají malý objem topné vody (až o trojnásobek), což zaručuje jejich rychlejší ohřev, ale také rychlejší vychladnutí. A právě to jsou vlastnosti, které v návaznosti na regulační systém (termostatické hlavice, prostorové termostaty, ekvitermní regulace) umožňují pružné usměřování chodu otopné soustavy a rovnoměrnou tepelnou pohodu. Tím je také dosažena rychlejší setrvačnost náběhu a rychlejší předávání tepla viz graf 7.





A.2.6. graf 5 Setrvačnost náběhu pro různá tělesa [5]

setrvačnost náběhu  $T$  [min] - vyjadřuje dobu potřebnou k dosažení

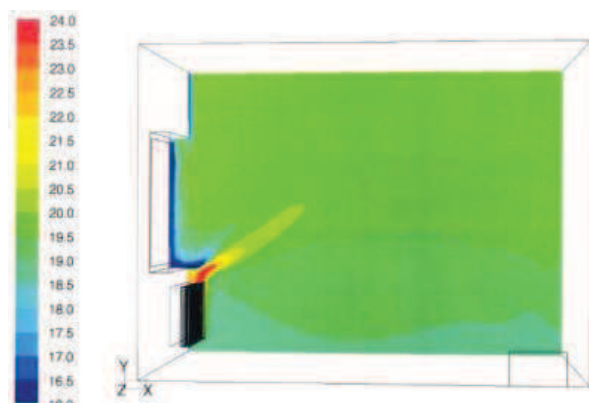
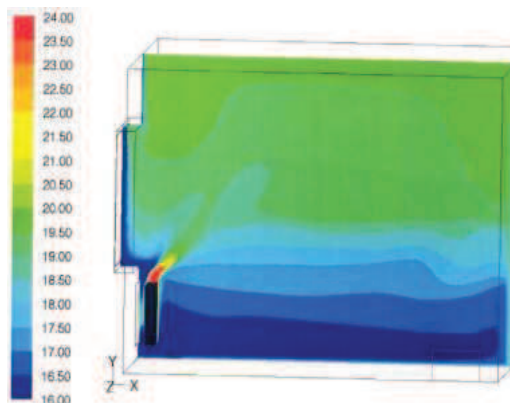
- jmenovitého tepelného výkonu při přivádění vody o
- jmenovité vstupní teplotě a o jmenovitém průtoku při
- jmenovité teplotě okolí

O tepelné setrvačnosti otopného tělesa vzhledem k vytápěnému prostoru rozhoduje zejména:

- tepelná kapacita hmoty tělesa (ocel, litina, hliník, ...)
- hmotnostní průtok teplonosné látky
- intenzita prostupu tepla z vnitřku tělesa do vytápěného prostoru
- teplotní poměry soustavy a prostoru

Jako porovnávací kritérium pak slouží setrvačnost náběhu  $T_{90}$  při dosažení 90 % výkonu a  $T_{63}$  při dosažení 63 % výkonu tělesa. U čláčkového tělesa je setrvačnost pomalá a díky tomu mnohdy musíme zbytečně větrat a tím neúmyslně zvyšujeme únik tepla.

Deskové radiátory svojí konstrukcí daleko lépe rozloží průběh teploty od podlahy směrem ke stropu jak je vidět na následujících obrázcích.



A.2.6. obr.6 Člámkový radiátor

[6]

A.2.6. obr.7 Deskový radiátor [7]

*Toto rozložení teplot umožňuje snížení hodnoty, na kterou místnost vytápíme. Získáme tak vyšší tepelnou pohodu při nižší spotřebě tepelné energie. Rovnoměrné rozložení navíc snižuje možnost vzniku kondenzace na obvodových stěnách místnosti, a tím minimalizuje potenciální vznik plísní.*

*Prováděcí vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 151/2001 Sb. k Zákonu o hospodaření s energií č. 406/2000 Sb. požaduje, aby teplota vody v teplovodních soustavách s nuceným oběhem vody byla nejvýše 75 °C*

*Při nižších teplotách přírodní a vratné vody vzniknou menší ztráty na soustavě. [8]*

## **A.2.7. Regulace otopných těles**

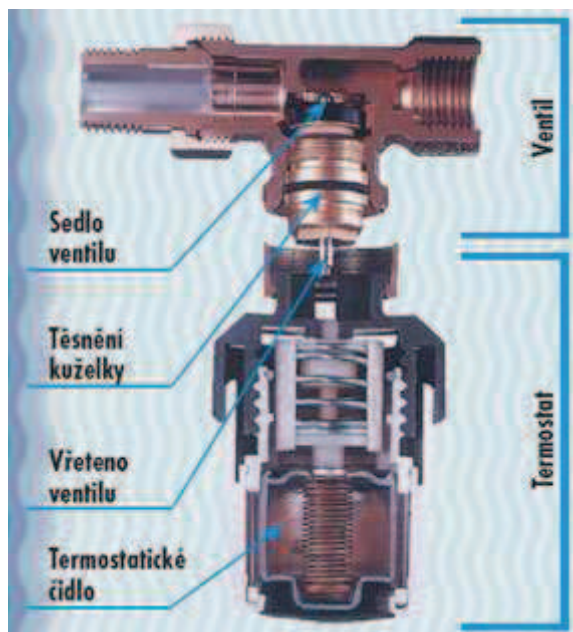
Metody regulace zdroje tepla jsou na hranici svých možností a s výjimkou nepatrného zvyšování účinnosti jednotlivých prvků otopné soustavy je již nelze dále rozvíjet. Zásadním krokem vpřed je metoda nesoučasného vytápění jednotlivých místností; jejím cílem je vytápnout jednotlivé místnosti na takové teploty, které jsou v daném čase požadované a potřebné. Znamená to ovšem jednoznačně přechod od regulace zdroje k regulaci výkonu otopných těles:

### **A.2.7.1. Ruční regulace**

Ruční otevírání a uzavírání radiátoru jeho kohoutem je nejprostší metodou regulace. Lidská obsluha je však pracná, drahá a nespolehlivá. Ve stávajících objektech jsou kohouty často již nepohyblivé vlivem usazeného vodního kamene či jiných nečistot a tak i samotná možnost ruční regulace nepřipadá prakticky v úvahu.

### A.2.7.2. Regulace Termostatickými ventily

Termostatické ventily by měly, tam kde je to technicky možné, tvořit nedílnou součást každé otopné soustavy. Jejich použití představuje nejlepší poměr (zvláště u rodinných domů) úspor k pořizovací ceně (úspory 7 - 15 % energie).



ostatický ventil +

[8]

Termostatické ventily jsou proporcionální regulátory s poměrně malým, nicméně nezanedbatelným pásmem proporcionality - zpravidla 2 K. To znamená, že, nastavíme-li ventil, aby byl při 20°C otevřen, pak se při 22°C uzavře. Pokud se ovšem začnou uzavírat všechny termostatické ventily, pak značně stoupne tlak za oběhovým čerpadlem topného systému, což přesnost regulace zhoršuje. Mají-li termostatické ventily plnit svou funkci,

nesmí při jejich uzavření příliš stoupnout tlak v topném okruhu. Tomu zabráníme

regulátorem tlakové difference, nebo čerpadlem s elektricky proměnnými otáčkami, které udržuje konstantní tlak na soustavě

Běžně používané radiátorové uzavírací armatury (ventily, kohouty) bývají v provedení jako tzv. dvojité regulační.

Takovéto provedení má dvojí funkci: nastavuje průtok (to obstarává vnitřní funkce, která není uživateli bytu běžně přístupná a nastavuje ji topenář při montáži dle projektu)

uzavírá průtok (to zajišťuje vnější funkce ovládaná přímo uživatelem bytu)

Pomocí běžných radiátorových armatur tedy uživatel bytu ovládá úroveň vytápění jen jejich otevíráním a zavíráním, a to jen v době své přítomnosti v bytě. Tímto způsobem nelze zajistit ani rovnoměrné ani hospodárné vytápění.

Naproti tomu termostatické ventily udržují teplotu vzduchu v místnosti na zvolené hodnotě, nastavené na hlavici uživatelem bytu bez ohledu na jeho přítomnost v bytě.

Termostatické ventily fungují na principu tepelné dilatace kapaliny, plynu nebo pevné látky. Ta se roztahuje vlivem zvyšující se teploty prostředí okolo termostatické hlavice. Dochází k uzavírání či otevírání průtoku, tím je zabezpečována individuální regulace.

Termostatické ventily udržují teplotu vzduchu v místnosti na zvolené hodnotě, která je nastavena na hlavici ventilů (stupnice). Toto nastavení může být prováděno uživatelem bytu automaticky bez ohledu na jeho přítomnost v bytě.



A.2.7.2. Obr.9 a 10. Příklad nastavení TSH a stupnice

[9+10]

Termostatický ventil reaguje nejen na změnu venkovních podmínek (např. sluneční svit), ale i na případné tepelné zisky ve vytápěné místnosti (např. teplo produkované dalšími spotřebiči atd.). Podle potřeby přivírá nebo otevírá přívod tepla do radiátoru. Příslušné řídicí čidlo je zabudované v termostatické hlavici, proto nesmí být tato hlavice osluněna a musí být umožněno volné proudění vzduchu. Přesněji pracují TSV, které mají čidlo mimo hlavici, které je umístěno na optimálním místě vytápěné místnosti. [9]

### A.2.7.3 Elektronická regulace otopných těles dvoustavová s termopohony

Termopohon je zařízení, které vychází z principu termostatické hlavice. Řídicí veličinou však není teplota okolí, nýbrž teplo vestavěného topného článku vyhřívaného přivedeným elektrickým proudem. Přivedením proudu dojde k ohřátí vlnovce a uzavření ventilu, po odpojení proudu se ventil opět otevře; existují však i termopohony s funkcí opačnou. Základní nevýhodou běžných termopohonů je dlouhá reakční doba, dvoustavová regulace "ON/OFF" a nutnost trvalého napájení.

*Elektronické regulace s termopohony jsou řešeny zpravidla s centrální řídicí jednotkou osazenou mikropočítačem. Prostřednictvím teplotních čidel jsou snímány teploty v jednotlivých místnostech, porovnávány s požadovanou (programovanou) teplotou a na základě výsledku jsou spínány či odepínány příslušné termopohony. Úspora vzhledem k investicím není tak výrazná, jelikož termopohon pracuje jen na principu ON/OFF, mnohem lepší variantou je elektronická regulace se servopohony.*

#### **A.2.7.4. Elektronická regulace otopných těles plynulá se servopohony**

*Servopohon je akční člen, jehož vlastnosti jsou pro konstrukci programově řízeného vytápění velmi vhodné. První takovou vlastností je plynulé ovládání průtoku otopného média škrcením radiátorového ventilu. Servopohon obsahuje malý elektromotorek a převodovku s ozubenými koly ze speciálních plastových materiálů a výstupním šnekovým šroubem. Elektronické hlavice se servopohony viz. obr. 11 tak lze řídit v určitých (pravidelných) intervalech nepatrnou energií i při jejich nasazení ve větším množství. Elektronické regulační soupravy pro individuální řízení teplot jednotlivých místností vyžadují komunikaci akčních členů s řídicí jednotkou. Nevýhodou bývá hluk, který může být patrný pouze v tichém prostředí.* [10]

Elektronická regulace:

- umožňuje řídit vytápění v jednotlivých místnostech (jednotlivých radiátorů), měřit a evidovat spotřebu tepla a dálkově ovládat systém regulace přes internet, či mobil.



7.4. Obr.11 TSH se servopohony [11]

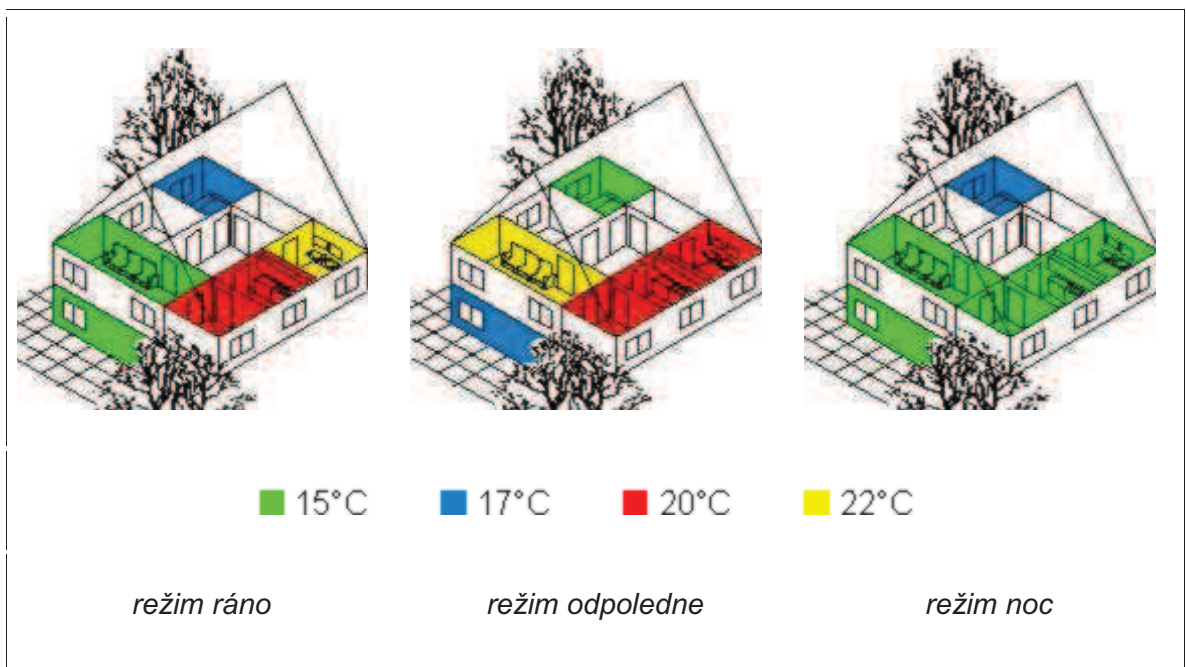
*Elektronická regulace nám dovoluje nastavit v jednotlivých místnostech tzv. teplotní útlum. V nadstandardně izolovaných domech s velkou využitelnou tepelně - akumulací schopností jsou nároky na regulaci zpravidla nižší než v lehkých stavbách. Tudíž teplota se výrazně nemění, a není třeba výraznější regulace. Naopak v domech s malou tepelnou kapacitou (např. dřevostavby) se vyplatí použít regulátor s časovým programem, který umožní v místnostech topit jen v době, kdy tam pobýváme. Rozdílné požadavky na jedinou otopnou soustavu řeší systémy známé pod označením IRC - INDIVIDUAL ROOM CONTROL, které zabezpečují programově řízené vytápění jednotlivých místností podle individuálních požadavků.*

*Popis fungování systému:*

*Režim ráno : kde je ráno třeba přitopit v ložnici na vstávání, v kuchyni a jídelně na snídani, a pak je možný celkový teplotní útlum, protože všichni obyvatelé odcházejí do zaměstnání.*

*Režim odpoledne : Kdy se vytápí na příjemnou teplotu obývací pokoj, k večeru se přidá kuchyně a jídelna.*

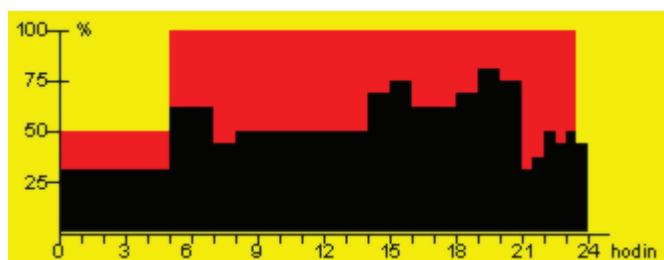
*Režim noc : kdy před spaním se zvýší teplota v koupelně pro večerní hygienu, a podle potřeby a zvyku také v ložnici. Ostatní nevyužívané místnosti mají zařazen vhodný a zpravidla různý teplotní útlum.*



A.2.7.4. Obr.12 Různé denní režimy vytápění jednotlivých pokojů. [12]

*Regulace zohledňuje i cizí tepelné vlivy jakými jsou oslunění, teplo uvolňované v kuchyni při vaření a teplo uvolňované přítomností osob nebo provozem různých zařízení.*

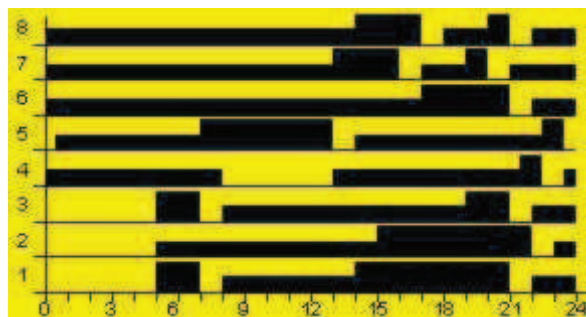
*Tato regulace také částečně kompenzuje nevhodně navržené tepelné rozvody, výkony otopných těles či různě účinné tepelné izolace budov.*



A.2.7.4. graf 6 Spotřeba tepla v případě regulované a neregulované místnosti [6]

Černé pole znázorňuje spotřebu tepla v případě regulace jednotlivých místností.

Červené pole znázorňuje úsporu oproti neregulovanému vytápění.



A.2.7.4. graf 7 Spotřeba tepla pro jednotlivé místnosti [7]

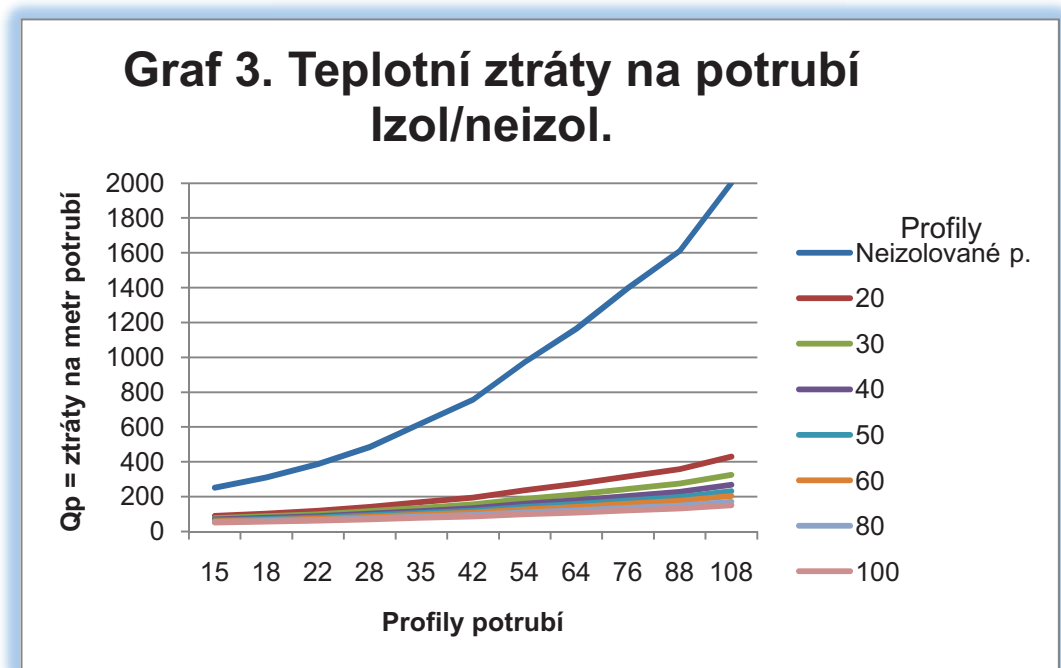
Spotřeba tepla u regulovaného vytápění podle spotřeby jednotlivých místností. [11]

## A.2.8. Teplotní ztráty z potrubních rozvodů

Snižování energetické náročnosti stavebních objektů jako celku nespočívá pouze v omezování tepelných ztrát obvodovými konstrukcemi budov, ale také ve snižování tepelných ztrát technických zařízení budov. Teplo se vždy přenáší z teplejší látky do látky chladnější, jakmile jsou dvě látky s různými teplotami odděleny vrstvou materiálu (stěnou). Pokud je dělicí stěna velmi málo izolovaná dochází k relativně rychlému přenosu tepla. Užití materiálů s dobrými izolačními vlastnostmi a zvyšování tloušťky izolace značně snižuje tepelnou ztrátu.

Izolovat potrubí je rozhodně dobré při jeho vedení nevytápěnými prostory, společnými prostory, tam kde nechceme zdroj tepla a prostory, kde by mohlo při nedostatečné regulaci docházet k přetápění. Izolační vlastnosti samotného potrubí jsou minimální, viz

graf 3, kde jsou znázorněny ztráty tepla pro různé profily měř.potrubic bez izolace a s minerální izolací Isover Orstech. Pro představu při střední teplotě otopné vody 67,5°C při vnitřní teplotě nevytápěného prostoru 5°C unikne z 1m potrubí DN22 cca 40 W/m, což je za rok při ceně plynu 1,4kč téměř 400 Kč.



A.2.8.1. Graf 8 Teplotní ztráty na potrubí

[8]

#### A.2.8.1. Nejpoužívanější materiály

*Minerální či skelné vlákno – nejpoužívanější, bývá potaženo výztužnou hliníkovou fólií do 230°C.*

*Syntetický kaučuk - používá se zejména u solárních rozvodů, má vysokou teplotní odolnost.*

*Lehčený pěnový polyetylen - tento materiál výrazně tlumí zvuky, navíc spolehlivě zabraňuje kondenzaci vody a samozřejmě výrazně snižuje tepelné ztráty.*

*Tloušťka izolace je limitována určitými kritérii. Jedním z nich je jeho minimální tloušťka, která je určena vyhláškou 193/2007 Sb. Ta nám udává max. součinitel přestupu tepla na jednotku délky ( 1m ).*

[12]





DN	10 až 15	20 až 32	40 až 65	80 až 125	150 až 200
U [W/mK]	0,15	0,18	0,27	0,34	0,40

A.2.8.1. Tab.5 Určující hodnoty součinitelů prostupu tepla vztažených na jednotku délky u vnitřních rozvodů. [5]

#### A.2.8.2. Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla U (pro plochy ve [W/(m<sup>2</sup>·K)], pro potrubí ve [W/(m·K)]) je převrácená hodnota tepelného odporu a zohledňuje vliv všech tří přenosových mechanismů, tj. vedení, proudění i sálání. Pro stěnu platí:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [1]$$

Pro potrubí potom:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + R_l + R_{se}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i \cdot \pi \cdot D_i} + \frac{1}{2 \cdot \pi} \sum_{j=1}^n \left( \frac{1}{\lambda_j} \cdot \ln \frac{D_{ej}}{D_{ij}} \right) + \frac{1}{\alpha_e \cdot \pi \cdot D_e}} \quad [2]$$

Kde

d = tloušťka izolace [m]

$\lambda$  = součinitel tepelné vodivosti [W/(m·K)]

$\alpha_i$  = součinitel přestupu tepla na vnitřní straně, na straně teplonosné látky [W/(m<sup>2</sup>·K)]

$\alpha_e$  = součinitel přestupu tepla na vnější straně, na straně okolního vzduchu [W/(m<sup>2</sup>·K)],

R = plošný tepelný odpor složené stěny [m<sup>2</sup>·K/W],

$R_l$  = lineární tepelný odpor složené stěny [m·K/W],

$R_{si}$  = tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [m<sup>2</sup>·K/W] pro plochy, [m·K/W] pro potrubí,

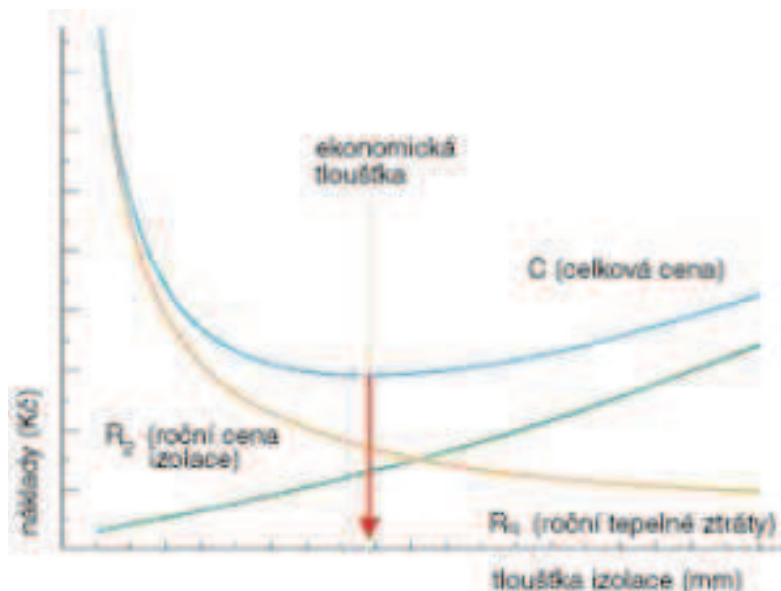
$R_{se}$  = tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně [ $m^2 \cdot K/W$ ] pro plochy, [ $m \cdot K/W$ ] pro potrubí. [13]

### A.2.8.3 Ekonomika izolace

Jak je patrné z grafu 3. Pravidlo „čím větší, tím lepší“ bohužel u izolací neplatí. Se zvyšující se tloušťkou izolace sice rostou její tepelně-izolační vlastnosti, ale u vyšších dimenzí tak nepatrně, že už se izolace stává neekonomickou. Graf 3. ukazuje tloušťku izolace v závislosti na jejích vlastnostech.

*Pro rozvody teplovodních médií je nejdůležitějším faktorem návrh nejhospodárnější tloušťky izolace. Nejhospodárnější tloušťka izolace je taková, u níž je součet nákladů na tepelné ztráty a ceny izolačního systému (včetně jeho povrchové úpravy) za dané časové období nejnižší. Větší tloušťka izolace snižuje tepelné ztráty, a tím i s nimi spojené náklady, zároveň ale zvyšuje cenu izolačního systému. Cena izolace není lineární funkcí tloušťky izolace, při silnější izolaci se cena izolačního systému zvyšuje rychleji než snižování nákladů na tepelné ztráty. Proto je třeba vždy hledat kompromis s nejnižšími náklady.*

Určení ekonomické tloušťky izolace – grafická metoda výpočtu hospodárné izolace.



A.2.8.2 Graf 9. Výpočet nejhospodárnější izolace [9]



### **Roční náklady na tepelné ztráty**

$$R_q = 3,6 \times 10^{-6} \times Q \times C_e \times h \text{ [Kč.m-1.rok-1]} \quad [3]$$

$$Q_p = \text{Tepelné ztráty potrubí [W.m-1]}$$

$$C_e = \text{Cena za energii [Kč/kWh]}$$

$$h = \text{Roční provozní doba [hod/rok]}$$

### **Cena izolace za rok:**

$$R_2 = C_i/r \text{ [K/m.rok]} \quad [4]$$

$$C_i = \text{Celková cena instalované izolace [Kč.m-2]}$$

$$r = \text{Doba životnosti izolace [rok]}$$

$$\text{Celková cena } C_c = R_q + R_2 \quad [5] \quad [14]$$

Nejekonomičtější tloušťka izolace se nachází v místě **minima** křivky  $C$  = celkové ceny.

Jak bylo výše zmíněno, dominantní vliv na návrh izolace u vytápění má součinitel tepelného prostupu, udávaný vyhláškou 193/2007 Sb, ekonomika, jako druhé kritérium jen vybírá z množiny přípustných izolací, které nejsou v rozporu s vyhláškou.

## **A.2.9 Příprava teplé vody**

Příprava teplé vody, dříve teplé užitkové vody je po vytápění druhá největší položka po vytápění v objektu. Základním podkladem pro navrhování zařízení pro ohřev vody je norma ČSN 06 0320 "Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování". Norma platí pro projektování zařízení k ohřívání vody pro mytí osob, koupání, praní, umývání předmětů a úklid.

Základní rozdělení přípravy TV:

- 1) Průtokový ohřev
- 2) Zásobníkový ohřev
- 3) Smíšený ohřev

Většina soustav připravuje TV neustále, tj. i v době, kdy je odběr téměř nulový. Tento problém by měl řešit zásobníkový ohřev, kde je teplo v naakumulováno do zásobníku



teplé vody. Tento způsob ohřevu nepotřebuje vysoký výkon kotle, jelikož jeho nízký výkon ohřívá vodu po celý den. Při Průtokovém ohřevu bývá zase kotel předimenzován, jelikož je navržen na vyšší průtok, a musí mít tím pádem vyšší výkon a k tomu se vážou vyšší výdaje tepla. Smíšený ohřev teplé vody je kombinace ohřevu teplé vody a vytápění, který je zajišťován jen jedním zdrojem tepla. Způsobů zapojení je několik.

Paralelním připojením zásobníku TV, nebo připojením na topné potrubí pomocí trojcestného ventilu. Kotel je přepínán podle potřeb akumulace teplé vody do nádrže či ohřev topné vody. Vzhledem k vyššímu výkonu kotle není potřeba velkých objemů zásobníku, jako u zásobníkového ohřevu.

Při ohřevu teplé vody se můžeme držet normových požadavků a zajistit 82 l/osobu.den.

Tento přístup je sice jistý, že zásoby vody bude vždycky dost, ale z hlediska ohřevu je naprosto nadhodnocen. U TV je téměř nemožné odhadnout subjektivní chování uživatelů a řídit se tabulkovými odběry v periodě odběru 24h.

Řešení je hned několik. Např. před rekonstrukcí otopného systému provést měření průtoku na vstupu cirkulace do zásobníku TV v jednotlivých hodinách v průběhu celého týdne a extrémní hodnoty použít pro konstrukci odběrové křivky. Získáme tím skutečné odběry, které se mohou lišit od těch tabulkových a upravit si tak potřebu teplé vody v průběhu celého dne. Tím se mi změní velikost zásobníku a potřebný výkon kotle. Samozřejmě nesmíme zapomenout na určitou rezervu, pro případ mimořádných okolností. Při průtočném ohřevu teplé vody je tato rezerva pokryta výkonem kotle, který má proměnlivý výkon od 40-100% a je navržen s mírnou rezervou.

#### **A.2.9.1. Regulace**

Zásobník a cirkulační obvod je vybaven teplotními čidly, která hlídají dostatek teplé vody, a případně upozorní pomocí MAR pro přepnutí zpět do ohřevu teplé vody.

Při ohřevu TV elektrickým proudem je výhodné využít tzv. nočního proudu který je stanoven dodavatelem a vztahuje se na něj určitá sleva oproti standardním tarifům. Nočním proudem si můžeme naakumulovat TV na celý den. Problém může opět být s úniky tepla, proto by AN měla být buď dobře izolované, nebo v místnosti, kde není ztráta markantní.



### **A.2.9.2.Ztráty**

Při ohřevu a distribuci TV se počítá se ztrátami tepla. Ty při nezateplené soustavě a velkém zásobníku mohou činit až  $z = 1$  (100%) tepla potřebného pro ohřev teplé vody. Tyto ztráty jsou technologicky nevyhnutelné a nelze je zcela eliminovat, pouze je co nejvíce snížit. Vznikají především na Rozvodech TV, Cirkulaci, na zásobníku a při ohřevu TV. U rozvodů ve starších objektech dosahují až 200-400%. V nových objektech se pohybují od 50-100%. Dobře izolovaným zásobníkem a izolací cirkulace TV můžeme dostat toto číslo až ke 30%.

Z hlediska zvýšení hospodárnosti při ohřevu a rozvodu TV se dále doporučuje místo ohřevu volit co nejbližší ke konečnému spotřebiteli a dávat přednost ohřívání místnímu před ohříváním ústředním. Veškerá zařízení na ohřev vody i jejich části musí splňovat příslušná ustanovení ČSN 06 0310 a ČSN EN 806-2.

## **A.2.10. Výměna otopných čerpadel**

K úsporám energie nepatří jen tepelná úspora, ale i elektrická. Největší položkou na spotřebě elektrické energie při vytápění jsou čerpadla. Celosvětově se počítá že 20% vyrobené elektrické energie připadne právě čerpadlům. Na otopných soustavách se jich může nalézat hnedka několik

### **A.2.10.1 Typy čerpadel**

Rozdělení dle umístění

- 1) Oběhová čerpadla
- 2) Čerpadla primárního okruhu
- 3) Čerpadla na cirkulaci teplé vody
- 4) Čerpadla u podlahového vytápění
- 5) Čerpadla u okruhu bivalentních zdrojů tj. u tepelného čerpadla, solární okruh...apod.

*V oblasti vytápění se používají dva typy oběhových čerpadel. Otáčkově regulovaná oběhová čerpadla přispívají významnou měrou k optimalizaci těch otopných systémů, které se vyznačují změnou průtoku teplotního média. Tato čerpadla zajišťují průtok média podle okamžité potřeby dané soustavy. Tímto způsobem pak umožňují dosahování nemalých energetických úspor a díky tomu také velice rychlou návratnost*



vložených investičních prostředků. V soustavách, v nichž je průtok teplotnosného média přibližně konstantní, budou potom často tím nejehospodárnějším řešením oběhová čerpadla s pevnými otáčkami.

Snížení spotřeby elektrické energie během provozu čerpadel lze dosáhnout několika způsoby:

### **A.2.10.2 Otáčková regulace čerpadel**

U soustav s proměnným průtokem se s výhodou používají otáčkově regulovaná čerpadla, která kromě poskytovaného komfortu a rozsáhlých možností komunikace s sebou přinášejí výrazné úspory ve spotřebě elektrické energie, které jsou založeny na využití rovnice afinity

$$P_1/P_2 = (n_1/n_2)^3, \text{ kde } P \dots \text{ el. příkon, } n \dots \text{ otáčky}$$

Vzhledem k tomu, že jen po malou část provozních hodin (cca 5-7 % celkových provozních hodin) je nutno provozovat čerpadla na maximální otáčky, je možné v průměru dosáhnout 50%-ní úspory spotřeby el. energie při použití otáčkově regulovaných čerpadel ve srovnání s neregulovanými čerpadly.

### **A.2.10.3 Používání nových účinnějších motorů**

Motory s rotorem z permanentních magnetů (tzv. PM motory). V posledních letech se při výrobě motorů čerpadel používá technologie trvalých magnetů. Motory využívající tuto technologii se vyznačují vyšší účinností ve srovnání se standardními motory díky menším ztrátám v důsledku toho, že v rotoru není nutno vyrábět magnetickou indukci magnetického pole.

#### **Motory nejvyšší třídy účinnosti EFF1.**

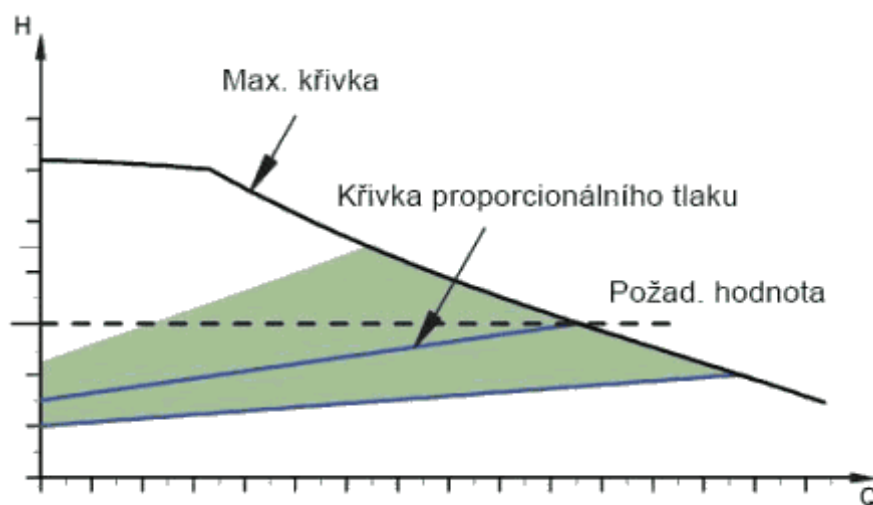
U ucpávkových čerpadel pro oblast vytápění se stále více používají motory v nejvyšší účinnostní třídě EFF1. Spotřeba elektrické energie představuje ve většině případů cca 85-90 % všech nákladů spojených s vlastnictvím čerpadla (vlastní nákupní cena tvoří většinou pouze 5-7% těchto celkových nákladů). Z tohoto důvodu se u čerpadel stávají standardem motory s účinností EFF1.

Kromě velkých finančních úspor při provozu čerpadel přinášejí motory EFF1 i další výhody pro uživatele - nižší hlučnost (možnost používání menších ventilátorů motorů v

důsledku menší potřeby chlazení těchto motorů), možnost použití při vyšších teplotách okolí (nad +40 °C) apod.

#### A.2.10.4. Používání nových způsobů regulace čerpadel

U standardních otáčkově regulovaných čerpadel jsou používány dva základní způsoby regulace podle diferenčního tlaku, a to regulace podle konstantního resp. podle proporcionálního diferenčního tlaku. U čerpadel Grundfos MAGNA a ALPHA2 je kromě těchto dvou způsobů regulace možno použít zcela novou a zatím zcela ojedinělou automatickou regulační funkci AUTOAdapt, která vychází z principů regulace podle proporcionálního tlaku, ale od tohoto způsobu se odlišuje automatickým přizpůsobováním charakteristické křivky skutečným provozním podmínkám, takže čerpadlo pracuje vždy v optimálním pracovním bodě, s maximální účinností. Automaticky se (na čerpadle není nutno nastavovat žádnou hodnotu) nastavuje optimální charakteristická křivka proporcionální regulace uvnitř na obr. 3 zeleně vyznačené oblasti.

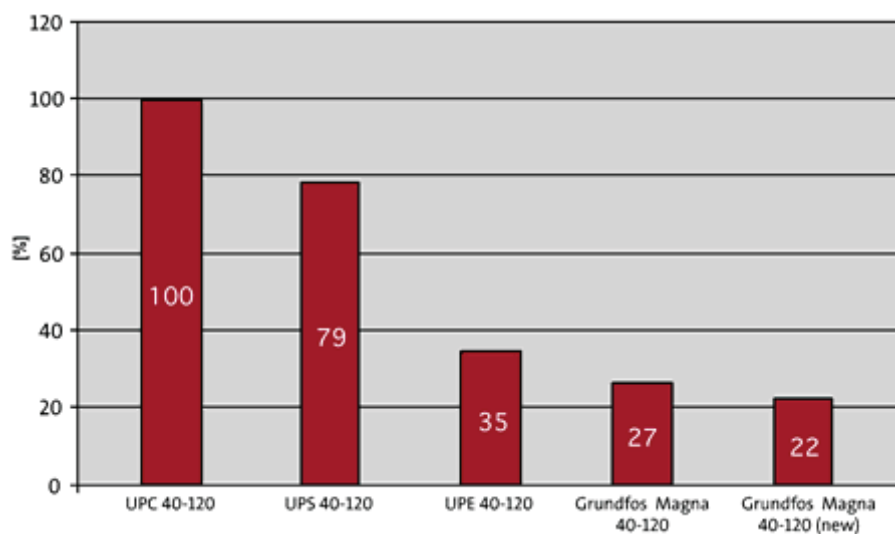


A.2.10.4. Obr. 13 Provozní oblast (vyznačeno zeleně) regulační funkce AUTOAdapt u čerpadla ALPHA2 [13]

Aniž je nutné na čerpadle něco nastavovat, čerpadlo si samo zvolí (na základě trvalého sledování poměrů v dané otopné soustavě) takový provozní režim, který je vždy nejlepší pro danou otopnou soustavu a který současně vede k nejvyšším možným úsporám ve spotřebě elektrické energie. Čerpadlo tedy pracuje skutečně jenom na nezbytně nutný výkon, který je volen objektivně, nezávisí na vůli člověka. Zejména díky funkci AUTOADAPT ušetří až 80% elektrické energie ve srovnání s průměrným

oběhovým čerpadlem energetické třídy "D" (průměrná třída u oběhových čerpadel instalovaných v evropských domácnostech). To umožňuje počítat s návratností vyšší investice na pořízení čerpadla do 2,5 roku

K dalším energetickým úsporám dochází vlivem používání funkce Noční redukováný provoz. Čerpadlo se automaticky přepíná (s určitou časovou prodlevou) na energeticky nejúspornější minimální otáčky, jestliže integrovaný snímač teploty zaregistruje pokles teploty čerpané kapaliny rychlostí min. 0,1°C/min. Pokud se naopak teplota kapaliny zvýší (o 10°C), čerpadlo se okamžitě přepíná zpátky na původní provozní režim.

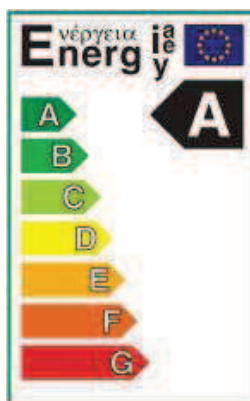


A.2.10.4. Graf 10 Snižování energetické náročnosti oběhových čerpadel Grundfos [10]

#### **A.2.10.5. Snižování spotřeby elektrické energie - energetické štítkování čerpadel**

Proces zavádění systému označování čerpadel energetickými nálepkami podobným způsobem, jako je tomu např. u ledniček a dalších domácích spotřebičů. Od r. 2005 jsou uživatelé bezucpávkových oběhových čerpadel jednoduchým a názorným způsobem informováni o tom, do jaké energetické třídy dané oběhové čerpadlo patří. Používají se třídy A až G, přičemž třída A je energeticky nejvýhodnější - čerpadla patřící do této kategorie uspoří min. 60% el. energie ve srovnání s průměrnými čerpadly energetické třídy D.





A.2.10.5. obr.14 Energetický štítek označování oběhových čerpadel [14]

Využívání kombinace výše uvedených principů úspory elektrické energie (používání otáčkové regulace, energeticky úsporných motorů využívajících technologií permanentních magnetů, funkce AUTOAdapt a funkce nočního redukováného provozu) např. znamenají u čerpadel Grundfos ALPHA2 a MAGNA to, že tato čerpadla určená pro použití v domácnostech patří do energetické třídy A. Konkrétně to znamená, že nejpoužívanější velikost ALPHA2 25-40 má min. el. příkon pouhých 5 W a max. el. příkon 22 W (tyto hodnoty el. příkonu se zobrazují na displeji čerpadla) a roční spotřebu el. energie cca 90 kWh. [15]

## A.2.11. Snížení vnitřní teploty v objektu

ČSN 060210 udává hodnoty vnitřních výpočtových teplot v interiéru objektu. Obecně platí pravidlo že snížení vnitřní teploty o 1°C přinese úsporu energie cca 6%. Vnitřní teplota udávaná normou splňuje podmínky pro tepelnou pohodu člověka a její snížení by mohlo způsobit nekomfort v prostředí a mohlo by vést k problémům se zdravím. Naopak zvýšení teploty může vést k přecitlivělosti organismu a snížení jeho imunity. Snížení je možné uvažovat v místnostech se sálavým způsobem vytápění, kde je teplota povrchů vyšší než teplota vzduchu.

## A.2.12. Další úspory

V předchozích kapitolách byly uvedeny různé typy systémů, které povedou ke snížení potřeby a spotřeby tepla v objektu. Nicméně všechny vyjmenované systémy mají jednu věc společnou: aby dlouhodobě pracovali tak jak mají, potřebují **neustálou údržbu**.



Údržba zajistí případné optimální doladění funkce celé soustavy, výměnu vadných prvků a kontrolu správné funkčnosti všech prvků.

Další úsporou bohužel s poměrně vysokou počáteční investicí mohou být obnovitelné zdroje ( solární panely či tepelná čerpadla ), které sami, nebo v bivalentním zapojení vyrábějí tepelnou energii, buď ze sluneční energie ( sol. kolektor ) či z nízkopotencionálního tepla ukrytém v zemi, vodě či vzduchu ( tep. čerpadlo ).

Při instalovaném nuceném větrání využít **ZZT** – zpětné získávání tepla pomocí rekuperátoru vzduchu. Funguje na principu ohřevu odpadním vzduchem přívodní.

Větrat nárazově, aby nedocházelo k ochlazování stěn. Doporučeno je 3x denně po 10-ti minutách.

Používání závěsů či rolet, ale tak, aby nezakrývali otopné těleso či termostatickou hlavici.

Neumisťovat nábytek do blízkosti radiátorů, oděvy, ručníky, dochází ke snížení sdílení tepla do místnosti.

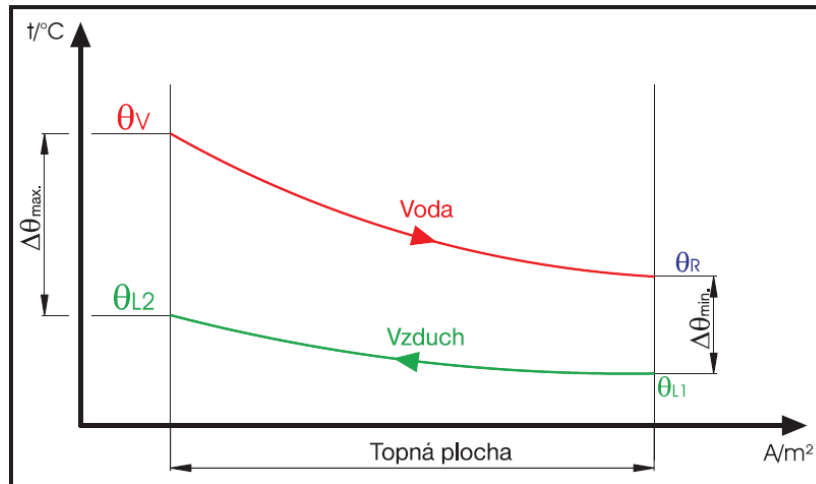
V zimních měsících v domácnosti nechodit spoře oděný. Seběmenší vrstva oblečení funguje jako izolant a není potom potřeba vytápět na vyšší teplotu v místnosti kvůli docílení tepelné pohody.

Při použití podlahového vytápění, nepoužívat koberce.

### **A.3. Teoretické řešení výkonu otopných těles**

Pokojové topné těleso může být považováno za protiproudý výměník tepla.

Vztaženo ke konstantní teplotě vzduchu  $T_L$ , platí logaritmicky teplotní spád vůči pokojové teplotě  $T_i$ .



A.3. Obr.15 Průběh teploty na otopném tělese

[15]

$$\Delta T_{\ln} = \frac{\quad}{\quad} \quad [2]$$

$A [m^2]$  = Povrch topného tělesa

$U [W/K.m^2]$  = Součinitel prostupu tepla, který je v podstatě závislý na přestupu tepla ze strany vzduchu

$\Delta T_{\ln} [K]$  = Logaritmičeský teplotní spád

$T_v [°C]$  = Teplota vody vstupní

$T_r [°C]$  = Teplota vody výstupní

$T_i [°C]$  = Vnitřní teplota místnosti

$Q [W]$  = Tepelný výkon předaný otopným tělesem

[16]

## A.4. Experimentální řešení výkonu otopných těles

Tělesa se měří v laboratorních podmínkách kalometrickou metodou. Přístrojová technika je průtokoměr, např. ultrazvukový, centrála s teplotními čidly na přívodu a vratné vodě, posuvné měřidlo, pokud bude za potřebí změřit průměr potrubí. Kulový teploměr pro zjištění globální teploty místnosti a PC pro vyhodnocení výsledků.

Obecně se vychází ze vztahu:

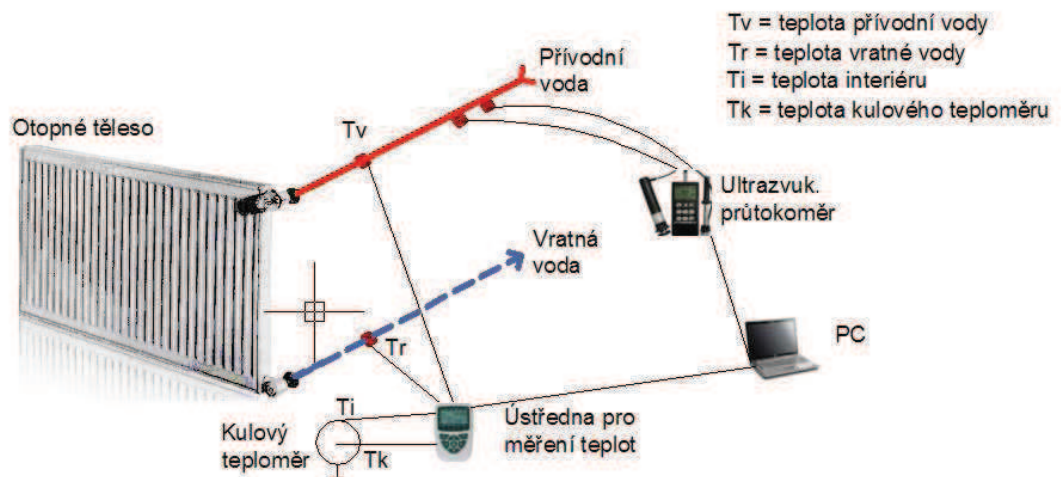
[3]

$m$  [kg/s] = hmotnostní průtok

$c$  [J/kg.K] = Měrná tepelná kapacita

Měření je nedestruktivní a teplotně ustálené a mělo by probíhat za stálého tlaku a vlhkosti. Schéma zapojení na následujícím obrázku.

A.4. Obr.16 Schéma zapojení měření výkonu OT



Na základě naměřených hodnot průtoků a teplot najdu odpovídající měrnou tepelnou kapacitu, jejíž hodnota je závislá na teplotě kapaliny a pomocí vzorce [3] spočítáme tepelný výkon Q.





## **A.5. legislativní podklady:**

*Vyhláška č. 276/2007 Sb. - O kontrole účinnosti kotlů*

*Zákon č. 177/2006 Sb. - O hospodaření energií a související předpisy*

*Vyhláška č. 337/2011 Sb. - O energetickém štítkování a ekodesignu výrobků spojených se spotřebou energie*

*Vyhláška č. 349/2010 Sb. - O stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie*

*Vyhláška č. 194/2007 Sb. kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům*

*Vyhláška č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu*

## **A.6. Normové podklady:**

ČSN 73 0540-1 *Tepelná ochrana budov. Část 1: Termíny, definice a veličiny pro navrhování a ověřování.* Český normalizační institut. Praha 2007. 68s

ČSN 73 0540-2 2011 *Tepelná ochrana budov - Požadavky* Český normalizační institut. Praha 2011

ČSN 73 0540-3 *Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování.* Český normalizační institut. Praha 2007. 96s.

ČSN 07 0021 *Horkovodní kotle. Typy a základní parametry* Český normalizační institut. Praha 1984. 8s



ČSN EN 303-3

*Kotle pro ústřední vytápění - Část 3: Kotle pro ústřední vytápění na plynná paliva - Sestava kotlového tělesa a hořáku s ventilátorem.* Český normalizační institut. Praha 1999 40s

ČSN EN 677 *Kotle na plynná paliva pro ústřední vytápění - Zvláštní požadavky na kondenzační kotle s jmenovitým tepelným příkonem nejvýše 70 kW.* Český normalizační institut. Praha 1999 20s

ČSN EN 12723 *Kapalinová čerpadla - Všeobecné termíny pro čerpadla a čerpací zařízení - Definice, veličiny, značky a jednotky.* Český normalizační institut. Praha 2001. 44s

ČSN 13 4309-2 *Průmyslové armatury. Pojistné ventily. Část 2: Technické požadavky.* Český normalizační institut. Praha 1994. 16s

ČSN 06 0830 *"Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání vody".* Český normalizační institut. Praha 2006. 20s

ČSN EN 12831 *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu* Český normalizační institut. Praha 2005. 76s

ČSN 06 0310 *Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž.* Český normalizační institut. Praha 1998. 44s

ČSN 06 0320 *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování.* Český normalizační institut. Praha 2006. 20s

ČSN EN 806-2 *pro navrhování vnitřních vodovodů.* Český normalizační institut. Praha 2005. 56s

ČSN EN 215 *Ventily pro otopná tělesa s regulátorem teploty - Požadavky a zkušební metody* Praha 2005. 36s

ČSN EN 12098-1 *Regulace otopných soustav - Část 1: Regulace teplovodních otopných soustav v závislosti na venkovní teplotě* Praha 1998. 28s



## A.7. Bibliografické citace a seznam zdrojů

[1] [http://www.sto.cz/57798\\_CZ-Investo%C5%99i-V%C3%BDvoj\\_cen\\_energi%C3%AD.htm](http://www.sto.cz/57798_CZ-Investo%C5%99i-V%C3%BDvoj_cen_energi%C3%AD.htm)

[2] <http://www.moje-uspora.cz/uspory.aspx>

[3] <http://www.eis.cz/problematika.php?klic=5/3/2/>

[4] Jauschowitz Rudolf, P. D.-I. (2004). *Srdce teplovodního topení, hydraulika*. Vídeň: Herz Armaturen Ges.m.b.H.

kolektiv, a. (2007). *Topenářská příručka*. Praha: Agentura ČSTZ, s.r.o.

[5] [http://www.plynoservis.org/kondenzacni\\_kotle.htm](http://www.plynoservis.org/kondenzacni_kotle.htm)

[6] <http://www.tzb-info.cz/5176-kaskadove-kotelny-thermona-idealni-reseni-pro-vytapeni-panelovych-domu>

[7] <http://www.etatherm.cz/cesky/obecne.htm>

[8] <http://www.tzb-info.cz/3060-otopne-plochy-i-charakteristiky-otopnych-teles>

[9] <http://www.kea-olomouc.cz/index.php?ca=spotreba&ar=05>

[10] <http://www.eis.cz/problematika.php?klic=5/10/>

[11] <http://www.handy-helper.cz/elektronicka-regulace-topeni-etatherm/princip-elektronicke-regulace-topeni.html>

[12] <http://www.zateplovani domu.info/tepelna-izolace/tepelna-izolace-potrubi.html>

[13] <http://www.tzb-info.cz/5583-isocal-vypocetni-program-pro-navrh-technicky-izolaci>

[14] <http://pruvodce.rockwool.cz/konstrukce/technicke-izolace/navrh-tloustky-izolace-.aspx?page=2383>

[15] <http://www.tzb-info.cz/6785-obehove-cerpadlo-grundfos-alpha2-se-nenastavuje-a-presto-dosahuje-nejvetsich-uspor-elektricke-energie>





[16] Prof. Jauschowitz Rudolf, P. D.-I. (2004). *Srdce teplovodního topení, hydraulika*.  
Viedeň: Herz Armaturen Ges.m.b.H.

## A.8. Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů

### Obrázky

[1] <http://www.tzb-info.cz/4402-zateplovani-budov-v-praxi-moznosti-navrhovani-provadeni-kontroly-a-posuzovani>

[2] <http://www.jaktodelaji.cz/image-resize/Thermona-kotelna/325>

[3] <http://www.zptvigantice.cz/index.php?action=product&mainProduct=ekonomik&chapter=charakteristika>

[4] <http://www.zptvigantice.cz/index.php?action=product&mainProduct=ekonomik&chapter=charakteristika>

[5] <http://www.kea-olomouc.cz/index.php?ca=spotreba&ar=05>

[6] [http://www.korado.cz/cs/korado\\_servis/oborove\\_clanky/2.shtml](http://www.korado.cz/cs/korado_servis/oborove_clanky/2.shtml)

[7] [http://www.korado.cz/cs/korado\\_servis/oborove\\_clanky/2.shtml](http://www.korado.cz/cs/korado_servis/oborove_clanky/2.shtml)

[8] <http://www.kea-olomouc.cz/index.php?ca=spotreba&ar=05>

[9] <http://www.kea-olomouc.cz/index.php?ca=spotreba&ar=05>

[10] <http://www.kea-olomouc.cz/index.php?ca=spotreba&ar=05>

[11] <http://www.eis.cz/problematika.php?klic=5/10/>

[12] <http://www.handy-helper.cz/elektronicka-regulace-topeni-etatherm/princip-elektronicke-regulace-topeni.html>

[13] <http://www.tzb-info.cz/6785-obehove-cerpadlo-grundfos-alpha2-se-nenastavuje-a-presto-dosahuje-nejvetsich-uspor-elektricke-energie>

[14] <http://www.tzb-info.cz/6785-obehove-cerpadlo-grundfos-alpha2-se-nenastavuje-a-presto-dosahuje-nejvetsich-uspor-elektricke-energie>



[15] Prof. Jauschowitz Rudolf, P. D.-I. (2004). *Srdce teplovodního topení, hydraulika*. Vídeň: Herz Armaturen Ges.m.b.H.

[16] Vlastní tvorba - databáze autora

### **Tabulky**

[1] <http://www.infoenergie.cz/web/root/energy.php?nav01=38&nav02=117&nav03=116>

[2] <http://stavba.tzb-info.cz/stavebni-tepelna-technika/7142-cilove-hodnoty-u-z-pripravovane-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov>

[3] <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>

[4] [http://www.plynoservis.org/kondenzacni\\_kotle.htm](http://www.plynoservis.org/kondenzacni_kotle.htm)

[5] <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-193-2007-sb-kterou-se-stanovi-podrobnosti-ucinnosti-uziti-energie-pri-rozvodu-tepelne-energie-a-vnitrim-rozvodu-tepelne-energie-a-chladu>

### **Grafy**

[1] [http://www.sto.cz/57798\\_CZ-Investo%C5%99i-V%C3%BDvoj\\_cen\\_energi%C3%AD.htm](http://www.sto.cz/57798_CZ-Investo%C5%99i-V%C3%BDvoj_cen_energi%C3%AD.htm)

[2] [http://www.sto.cz/57798\\_CZ-Investo%C5%99i-V%C3%BDvoj\\_cen\\_energi%C3%AD.htm](http://www.sto.cz/57798_CZ-Investo%C5%99i-V%C3%BDvoj_cen_energi%C3%AD.htm)

[3] Vlastní tvorba - databáze autora

[4] Vlastní tvorba - databáze autora

[5] <http://www.tzb-info.cz/3060-otopne-plochy-i-charakteristiky-otopnych-teles>

[6] <http://www.handy-helper.cz/elektronicka-regulace-topeni-etatherm/princip-elektronicke-regulace-topeni.html>

[7] <http://www.handy-helper.cz/elektronicka-regulace-topeni-etatherm/princip-elektronicke-regulace-topeni.html>



[8] Vlastní tvorba - databáze autora

[9] <http://pruvodce.rockwool.cz/konstrukce/technicke-izolace/navrh-tloustky-izolace-.aspx?page=2383>

[10] <http://www.tzb-info.cz/6785-obehove-cerpadlo-grundfos-alpha2-se-nenastavuje-a-presto-dosahuje-nejvetsich-uspor-elektricke-energie>



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## **B) Aplikace tématu na zadané budově**

**Téma : Úspory ve vytápění /*The savings in heating buildings***

**Zpracovatel /Author/ : Bc.Rokůsek Petr**

**Vedoucí Práce /Supervisor/ : Ing. Marcela Počinková Ph.D**

**Diplomová práce 2012 /Diploma thesis 2012/**

**Datum /Date/ : 24.11. 2011**



## B.1. Konceptní řešení

Obytný dům z přelomu 30.let 20.století. Objekt čítá 6 pater plus nevytápěný suterén. 7bytlů se nachází v horních patrech , 3 kancelářské prostory v 2NP a 1NP, kde se nachází rovněž školka. Půdorysná plocha činí 367m<sup>2</sup>, objekt je v řadové zástavbě bytových domů v ulici Staňkova v Brně – Královo Poli. Nadmořská výška 1NP objektu je 225,14 m.n.m. V objektu byla vyměněna otopná soustava v 70.letech, plus běžné údržbářské práce.

Objekt je vytápěn Plynovým kotlem o výkonu 160 kW a distribuováno do jednotlivých místností pomocí článkových těles IRSAP. Příprava TV je zajištěna paralelním připojením zásobníku TV ke kotli o objemu 2 m<sup>3</sup>.

V objektu budou provedeny stavebně technické úpravy a úpravy na systému vytápění a přípravy TV s důrazem na úsporu tepelné a elektrické energie v následujícím rozsahu:

- Stavebně technické řešení objektu – výměna oken a dveří, zateplení fasády, podlah a střechy.
- Zhodnocení tepelné bilance – vliv vnitřních a vnějších zisků
- Typ kotelny - výběr paliva vzhledem k jeho ceně, výhřevnosti ( spalnému teplu ) a dispozici objektu.
- Výběr kotle, účinnost spalování, bezpečnost, řízení.
- Regulace Zdroje – termostaty v refer. místnostech. Ekvitermní řízení teploty OV, zónová regulace
- Výměna otopných těles
- Místní regulace Otopných těles, TSH, TSV, termopohony, servopohony
- Ztráty na rozvodném potrubí
- Příprava TV –typy, zefektivnění, ztráty na rozvodech, na zásobníku
- Výměna čerpadel – typy, otáčková regulace, typy motorů, způsoby regulace
- Snížení vnitřní výpočtové teploty v objektu
- Ostatní úspory

Obecný rozbor jednotlivých úspor byl detailně rozebrán již v části A.1. Úspory ve vytápění - Aktuální technická řešení v praxi a teoretická řešení



B.1. obr.1 počítaný objekt – západní historická stěna objektu



B.1. obr.2 počítaný objekt – západní historická stěna objektu Termosnímek



## B.2. Jednotlivé úpravy – aplikace na zadané budově, výpočty jednotlivých úsporných opatření.

### B.2.1. Výměna oken a dveří

Na zadané budově proběhne výměna oken a dveří na západní i východní straně objektu. Na severní a jižní straně objekt sousedí s bytovými domy, které jsou vytápěny. Pro výpočet prostupu tepla do sousedních místností bylo uvažováno 20°C.

Původní stav:

V objektu jsou dvojitá okna, která měla součinitel prostupu tepla ( dále jen „U“ ) = 2.05 W/m<sup>2</sup>K s výpočtovou infiltrací  $n_{50}=10$ . Rok výroby < 1970

Střešní okna jsou z dřevěného rámu s jedním sklem. U = 2.12 W/m<sup>2</sup>K s výpočtovou infiltrací  $n_{50}=10$  . Rok výroby < 1970

Vchodové dveře bukové prosklené U = 1,6 W/m<sup>2</sup>K s výpočtovou infiltrací  $n_{50}=10$ . Rok výroby < 1970

$n_{50}$  = je výměna vzduchu při tlaku 50 Pa mezi vnitřním prostorem a vnějším prostředím

Typ budovy	$n_{50}$		
	stupeň těsnosti obálky budovy		
	vysoký (vysoce kvalitní okna a dveře)	střední (dvojsklo, normální těsnost)	nízký (jednosklo, malá těsnost)
Rodinné domy	<4	4-10	>10
Ostatní budovy	<2	2-5	>5

B.2.Tab.1. tabulka těsnosti budovy

Úprava na nový stav (2.stav)

Výměna oken a dveří

DHD Břeclav Prestige Passiv – 3sklo, Prostup přes samotné sklo U = 0,8 W/m<sup>2</sup>K  $n_{50} = 2$

VELUX GPU s lemováním EDJ 2000 trojitě zasklení 65 U = 0,82 W/m<sup>2</sup>K  $n_{50} = 2$

DHD Břeclav Vchodové dveře IV-68 U = 1,00 W/m<sup>2</sup>K  $n_{50} = 2$





### **B.2.2 Zateplení fasády na požadované hodnoty**

Fasáda na východní straně objektu bude zateplena na požadované hodnoty danou normou ČSN 73 0540-3 - Tepelná ochrana budov.

Západní strana bude ponechána v původním stavu, z důvodu její historické hodnoty.

Hodnoty součinitelů prostupu jednotlivých konstrukcí původního stavu viz příloha 2.

V podkrovním prostoru vznikla vestavba v podobě 3 bytů, proto bude izolována střecha, nikoli strop.

Pod 1NP se nachází nevytápěný suterén, proto jeho strop ( podlaha 1NP ) bude izolován též.

Původní stav:

Objekt je vystaven z cihelného zdiva o tl. 650mm v 1NP a 2NP a 490 v 3, 4 a 5NP.

Výpočet součinitelů prostupu tepla viz. Příloha 1.

$U_{\text{stěna}} = 1,22 \text{ W/m}^2\text{K}$  - střední hodnota

$U_{\text{podlaha}} = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{\text{střecha}} = 1,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

Úprava na nový stav ( 3 ):

Zateplení minerální vatou ISOVER ORSIL UNI

ISOVER ORSIL UNI

**Stěny:**

Původní  $U = 1,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

Po zateplení minerálními deskami ISOVER ORSIL UNI tl=80mm  $R = 2,22 \text{ m}^2\text{K/W}$

Dosaženo  $U = 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$

Požadavek:  $U, N = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**Střecha:**



Původní  $U=1,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

Po zateplení minerálními deskami ISOVER ORSIL UNI  $tl=140\text{mm}$   $R=3,89 \text{ m}^2\text{K/W}$

Dosaženo  $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Požadavek:  $U, N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U \leq U, N \dots$  POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**Podlaha:**

Původní  $U=0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

Po zateplení minerálními deskami ISOVER ORSIL UNI  $tl=40\text{mm}$   $R=1,11 \text{ m}^2\text{K/W}$

Dosaženo  $U=0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$

Požadavek:  $U, N = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U \leq U, N \dots$  POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

### **B.2.3 Zateplení fasády na požadované hodnoty (4.stav)**

Zateplení minerální vatou ISOVER ORSIL UNI

ISOVER ORSIL UNI

**Stěny:**

Původní  $U=1,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

Po zateplení minerálními deskami ISOVER ORSIL UNI  $tl=140\text{mm}$   $R=3,89 \text{ m}^2\text{K/W}$

Dosaženo  $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Požadavek:  $U, N = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N \dots$  POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**Střecha:**

Původní  $U=1,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

Po zateplení minerálními deskami ISOVER ORSIL UNI  $tl=180\text{mm} +40\text{mm}$   $R=6,11 \text{ m}^2\text{K/W}$

Dosaženo  $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

Požadavek:  $U, N = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

**U ≤ U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**Podlaha:**

Původní  $U=0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

Po zateplení minerálními deskami ISOVER ORSIL UNI tl=60mm  $R=1,67 \text{ m}^2\text{K/W}$   
Dosaženo  $U= 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$

Požadavek:  $U,N = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

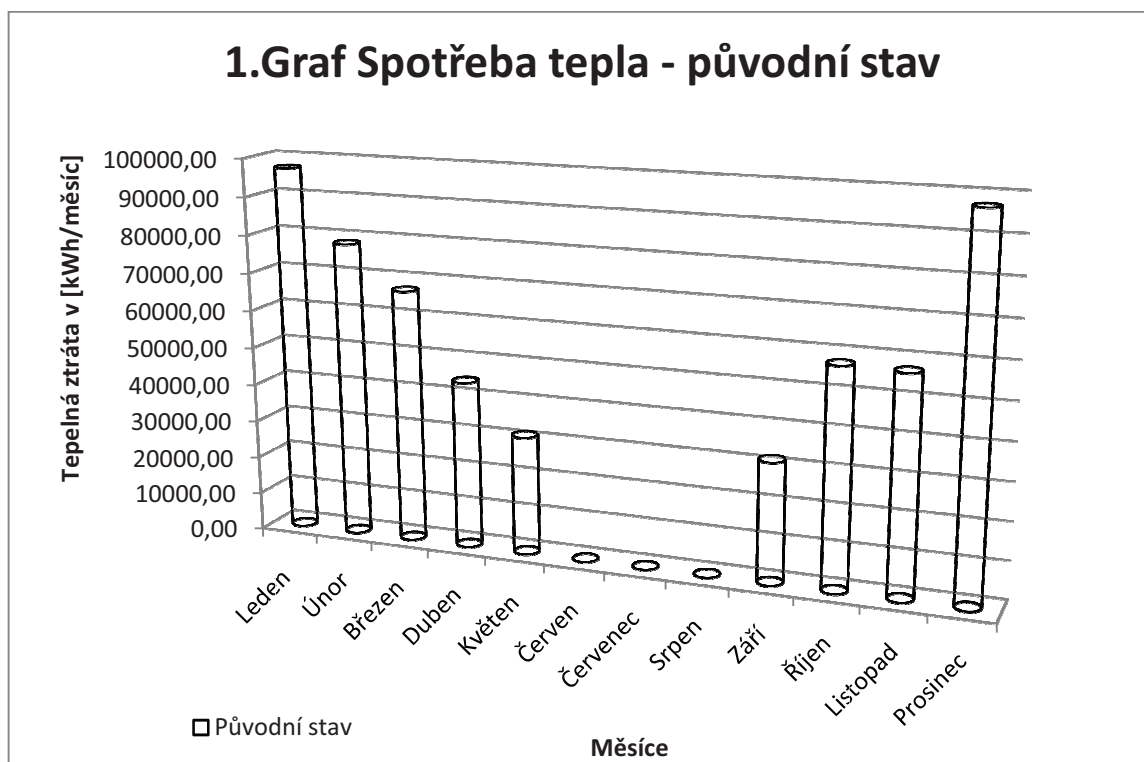
**U ≤ U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Výpočet tepelných ztrát jednotlivých stavů viz příloha 2 . k potřebě tepla připočteny ztráty na potrubí. Spočítány v části B3. Štítek ENB viz příloha 5.

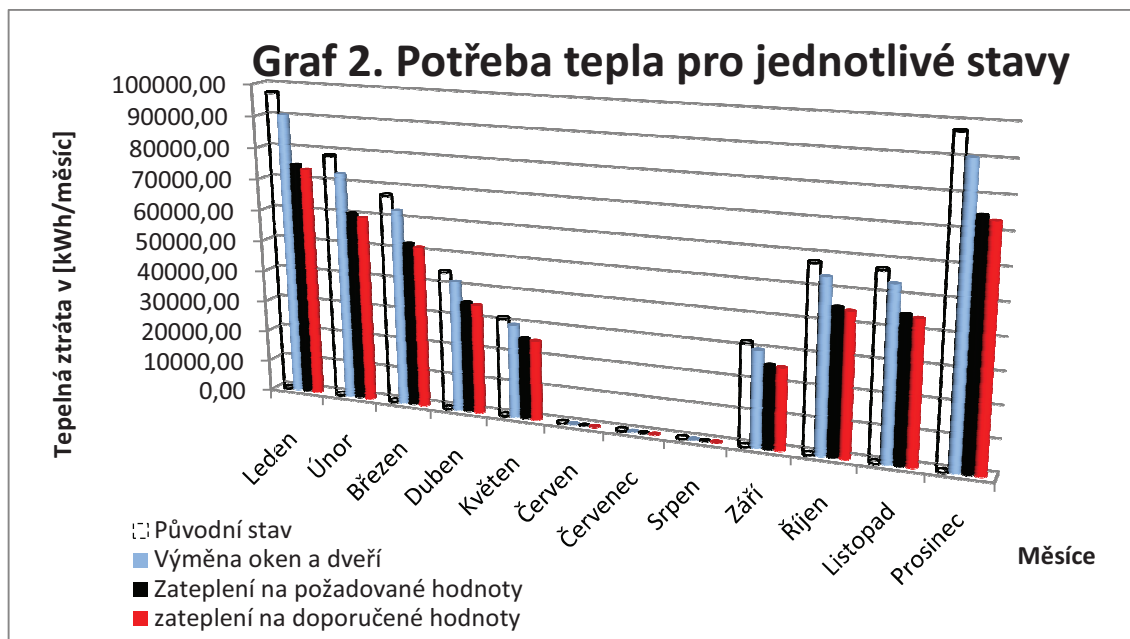
**Měsíční bilanční metoda:**

Potřeba tepla pro otopné období průměrných teplot roku 2010 pro původní stav Graf. 1

Připočteny ztráty na původním potrubí.



Srovnání potřeb tepla pro otopné období průměrných teplot roku 2010 po jednotlivých úpravách Graf. 2



## B.2.4 Úspora vlivem tepelných zisků

Počítáno se třemi typy tep. zisků, které ovlivňují tepelnou bilanci v daném objektu.

### B.2.4.1. Vliv solárních zisků

Slunce svítí na západní a východní stranu objektu – okny a prosklenými lodžii do objektu vnikají radiační zisky přímé a difúzní radiace, stěny jsou sluncem přímo ohřívány.

Solární zisky spočítáme pomocí rovnice

$$Q_{sol} = \sum FP \cdot H_{t_{den}} \cdot A_i \cdot g_i \quad [kWh/měsíc] \quad [1]$$

FP = Podíl skla z okna = 80%

$H_{t_{den}}$  = energie celkového globálního záření viz topenářská příručka

$A_i$  = Plochy oken a prosklených lodžii:

Západ = 91,6 m<sup>2</sup> Východ = 96 m<sup>2</sup>

$g_i$  = vliv stínění = 75%

Výpočet viz tab.2

Vliv solárních zisků :			$Q_{sol} = \sum F_{p,i} \cdot A_i \cdot g_i$ [kWh/měsíc]			
Měsíc	počet dní	Otopné období	$H_{t,den}$ -		$Q_{sol}$ - solární zisky:	
			západ	východ	Západ	východ
Leden	31	Ano	2,35	2,35	4003,836	8007,672
Únor	28	Ano	3,45	3,45	5309,136	10618,272
Březen	31	Ano	3,9	3,9	6644,664	13289,328
Duben	30	Ano	3,76	3,76	6199,488	12398,976
Květen	31	Ano	3,68	3,68	6269,837	12539,6736
Červen	30	Ne	0	0	0	0
Červenec	31	Ne	0	0	0	0
Srpen	31	Ne	0	0	0	0
Září	30	Ano	3,76	3,76	6199,488	12398,976
Říjen	31	Ano	3,51	3,51	5980,198	11960,3952
Listopad	30	Ano	2,88	2,88	4748,544	9497,088
Prosinec	31	Ano	2,46	2,46	4191,25	8382,4992
					<b>Σ</b>	<b>99092,88</b>

B.2.4.1.Tab.2. Vliv Solárních zisků

### B.2.4.2. Vliv pasivních zisků z osob

$Q_{int} =$  Vliv počtu osob :

$Q_{int} = q_{app} * h_r * d / 1000$

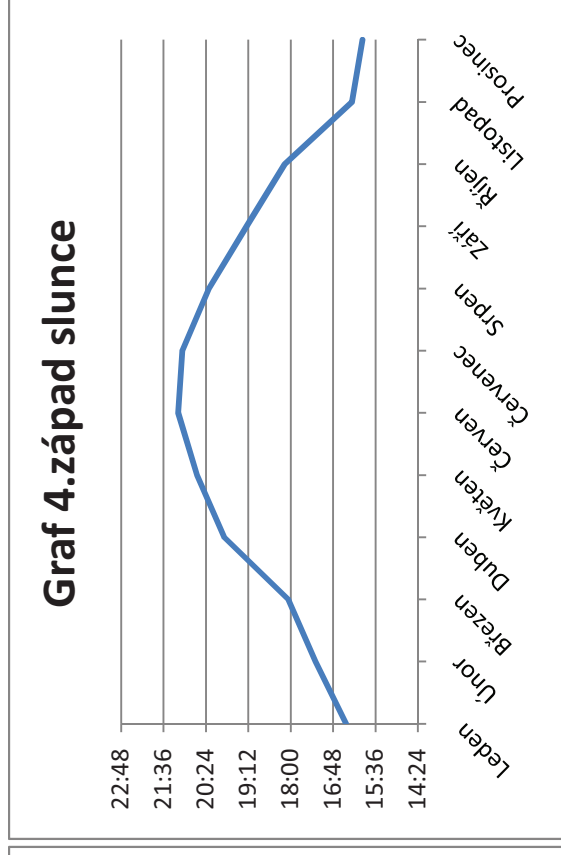
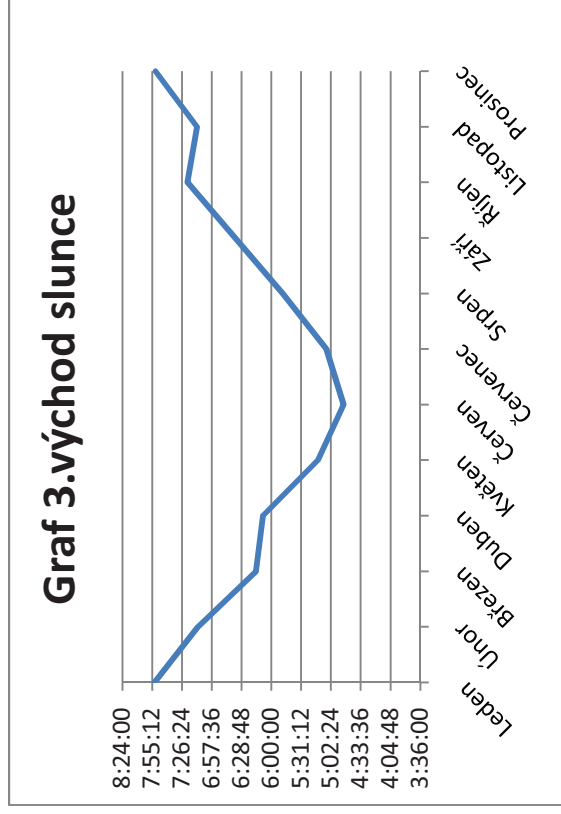
zisk z relax.člověka:	82	W
přítomnost: 70%	0,7	
Počet bytů: 11 = 5osob/byt =55osob	55	
$q_{app} =$	3157	Wh

Měsíc	počet dní	Otopné období	Q[kWh/měsíc]
Leden	31	Ano	2348,808
Únor	28	Ano	2121,504
Březen	31	Ano	2348,808
Duben	30	Ano	2273,04
Květen	31	Ano	2348,808
Červen	30	Ne	0
Červenec	31	Ne	0
Srpen	31	Ne	0
Září	30	Ano	2273,04
Říjen	31	Ano	2348,808
Listopad	30	Ano	2273,04
Prosinec	31	Ano	2348,808
		$\Sigma$	20684,664

B.2.4.2. Tab.3 Vliv pasivních zisků z osob

### B.2.4.3. Vliv osvětlení

V daném objektu je počítáno s návrhovou hodnotou viivu osvětlení 350 W/byt. Z dat Českého hydrometeorologického ústavu byla stanovena doba východu a západu slunce a z ní délka osvětlení v objektu. Od té byla odečtena doba spánku cca 7 hodin. V grafech 3 a 4 jsou časy východů a západu slunce v jednotlivých měsících.



B.2.4.3. grafy 3 a 4 východu a západu slunce

$Q_{tech}$  = Vliv osvětlení:

Počítáno s hodnotou 350 W/byt	350	W/byt
počet dní: otopné období: /dny/	273	dnů
počet bytů:	11	bytů

Měsíc	počet dní	východ slunce	západ slunce	spánek	Celková doba osvětlení	$Q_{tech} = Q_{byt} * \text{dny} * \text{hodiny} * n / 1000 =$ [kWh/měsíc]
Leden	31	0,328472222	0,684722222	0,29166667	23,35208	1014,475
Únor	28	0,299305556	0,720833333	0,29166667	23,28681	733,04
Březen	31	0,260416667	0,752777778	0,29166667	23,21597	620,62
Duben	30	0,255555556	0,828472222	0,29166667	23,13542	375,375
Květen	31	0,21875	0,860416667	0,29166667	23,06667	179,025
Červen	30	0,201388889	0,882638889	0,29166667	23,02708	0
Červenec	31	0,213194444	0,877777778	0,29166667	23,04375	0
Srpen	31	0,242361111	0,846527778	0,29166667	23,10417	0
Září	30	0,274305556	0,802083333	0,29166667	23,18056	500,115
Říjen	31	0,30625	0,756944444	0,29166667	23,25764	739,97
Listopad	30	0,3	0,677777778	0,29166667	23,33056	924
Prosinec	31	0,327777778	0,665277778	0,29166667	23,37083	1074,15
					$\Sigma$	6659,345

B.2.4.3. Tab.4 Vliv osvětlení

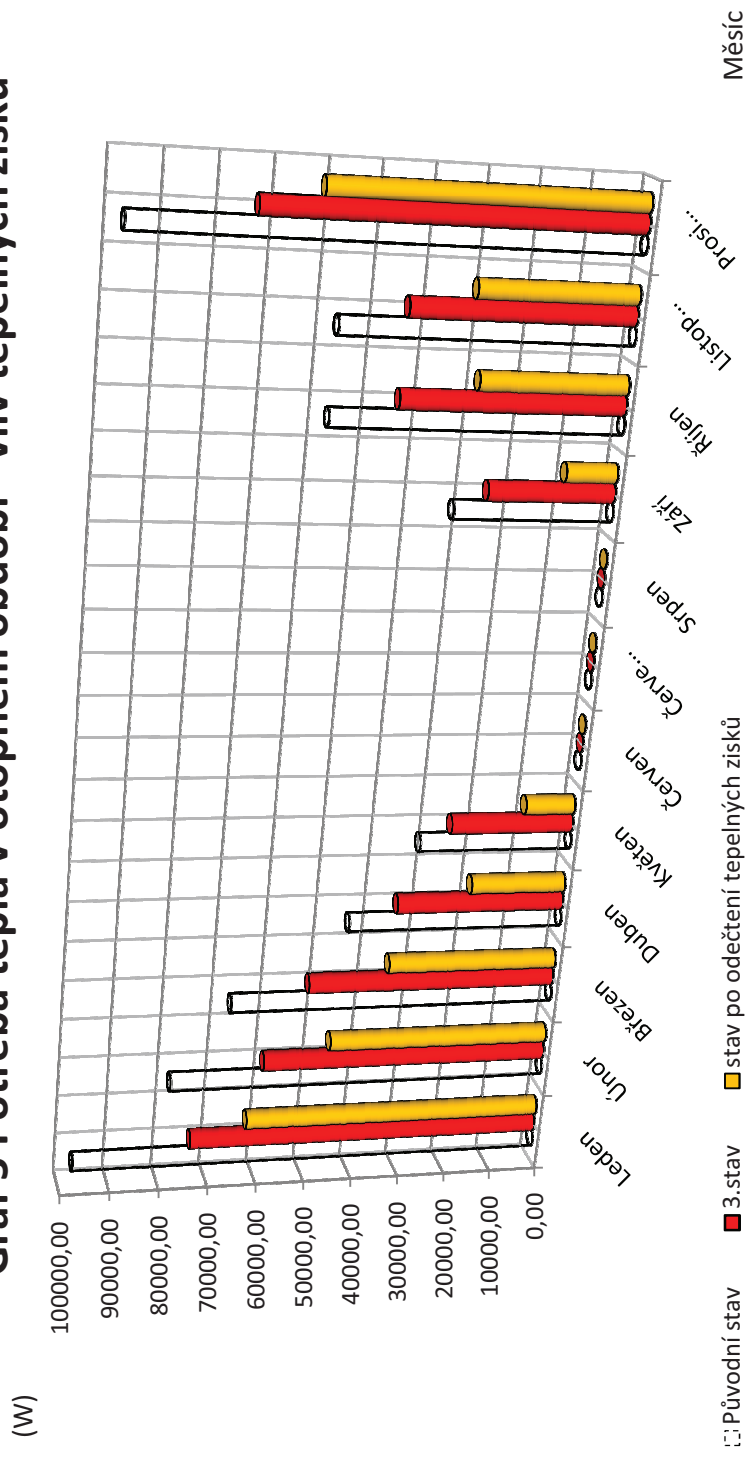


**B.2.4.3.** Celkový vliv tepelných zisků na jednotlivé stavy

Hodnoty v kWh	Potřeba tepla				ZISKY				
	$Q_{tr}$ - tepelné ztráty prostup + větrání + potrubí				Qsol - solární zisky:	Qint=Vliv počtu osob	Qtech = Vliv osvětlení	Celkem	
	Pův.stav	2.stav	3.stav	4.stav					
Leden	31,00	97229,06	90326,47	74863,81	73442,57	8007,67	2348,81	1014,48	11370,96
Únor	28,00	78366,70	72883,48	60600,41	59471,42	10618,27	2121,50	733,04	13472,82
Březen	31,00	67186,22	62633,19	52433,85	51496,38	13289,33	2348,81	620,62	16258,76
Duben	30,00	44465,57	41643,55	35321,88	34740,83	12398,98	2273,04	375,38	15047,39
Květen	31,00	31510,01	29703,12	25655,44	25283,40	12539,67	2348,81	179,03	15067,51
Červen	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Červenec	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Srpen	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Září	30,00	31924,35	30037,23	25809,86	25421,30	12398,98	2273,04	500,12	15172,13
Ríjen	31,00	57662,59	53828,15	45238,52	44449,01	11960,40	2348,81	739,97	15049,17
Listopad	30,00	57322,85	53528,42	45028,43	44247,16	9497,09	2273,04	924,00	12694,13
Prosinec	31,00	97266,57	90361,00	74891,66	73469,81	8382,50	2348,81	1074,15	11805,46
				439843,87	432021,89			Σ	125938,31

B.2.4.3. Tab.5. Celkový vliv tepelných zisků na jednotlivé stavy

**Graf 5 Potřeba tepla v otopném období - vliv tepelných zisků**



B.2.4.3.Graf 5 - Vliv tepelných zisků na potřebu tepla



### B.2.5 Izolace potrubí v suterénu bytového domu

Potrubí v objektu můžeme rozdělit do 3 kategorií. Potrubí v suterénu, stoupací potrubí a přípojné potrubí.

V každém jsou 2 trubky – přívodní a vratné, s vodou o spádu 75/60°C.

Potrubí je nutno zaizolovat, jelikož bude jinak docházet k velkým únikům tepla na rozvodné síti.

Izolováno bude jen potrubí v suterénu a stoupací, popř. rozvodné. Samotné přípojovací potrubí izolováno nebude.

Ztráty co jsou na stoupací potrubí jsou zisky pro vnitřní vytápění, proto je do výpočtu započítávat nebudeme.

Roli hrají pouze ztráty v suterénním potrubí.

Původní stav.

Potrubí neizolované, ocelové, o dimenzích DN 22, 28, 32, 38, 45, 57, 76 v jedné otopné větvi.

V suterénu byla naměřena nejnižší teplota 3°C.

Nový stav

Potrubí izolované systémem ISOVER ORSTECH – minerální vata v hliníkovém ochranném obalu. Tloušťka izolace navrhnutá v souladu s vyhláškou

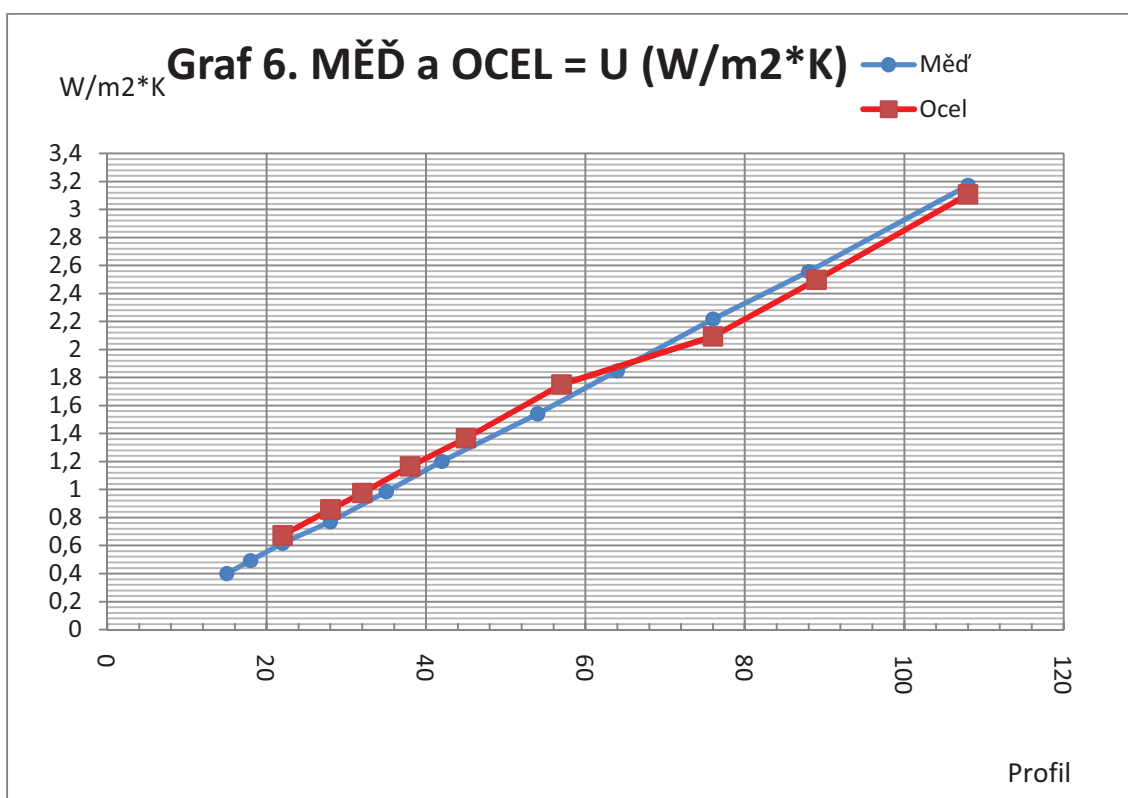
Č. 193/2007 a její hospodárností.

Materiál potrubí	Profil potrubí	Up (W/m <sup>2</sup> *K)	Q= [W/m]
Ocel	0,022	0,673101819	23,55856365
	0,028	0,858051464	30,03180122
	0,0318	0,975128221	34,12948775
	0,038	1,166098562	40,81344967
	0,0445	1,366270986	47,8194845
	0,057	1,750605861	61,27120514
	0,076	2,093057395	73,25700884
	0,089	2,497621248	87,41674368
	0,108	3,107769007	108,7719152

B.2.5 Tab. 6 hodnoty tepelného prostupu oceli

Materiál potrubí	Profil potrubí	Up (W/m <sup>2</sup> *K)	Q= [W/m]
<b>Měď</b>	0,015	0,400377965	14,01322876
	0,018	0,492772731	17,24704557
	0,022	0,615965747	21,55880113
	0,028	0,769948281	26,94818983
	0,035	0,985533377	34,49366819
	0,042	1,201118464	42,03914625
	0,054	1,53987707	53,89569746
	0,064	1,847851925	64,67481738
	0,076	2,217421742	77,60976098
	0,088	2,556163827	89,46573395
	0,108	3,17210584	111,0237044

B.2.5 Tab. 7 hodnoty tepelného prostupu mědi



B.2.5 Graf 6 – srovnání součinitelů prostupu tepla Mědi a Oceli

B.2.5.1 Hospodárnost ( Ekonomika ) a porovnání s vyhláškou č. 193/2007 izolace pro potrubí DN 18, 22, 28 – tab. 7, 8 a Grafy 7, 8, 9

ISOVER  
ORSTECH

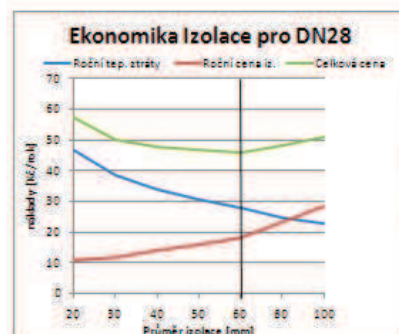
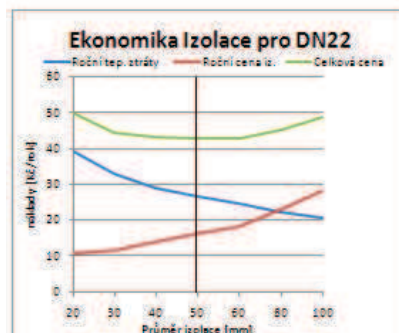
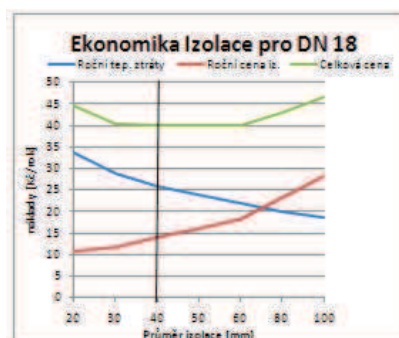
životnost ( 20 let ), ceny/m udávané výrobcem

ISOVER ORSTECH  
životnost ( 20 let ) a ceny vzaty od výrobce

DN 18			
	Roční tep. ztráty	Roční cena iz.	Celková cena
tl. izolace (mm)	Rq	C	CC=rq+ri
20	33,92412179	10,73 Kč	44,65 Kč
30	28,78308255	11,63 Kč	40,41 Kč
40	25,77377831	14,10 Kč	39,87 Kč
50	23,75320007	16,13 Kč	39,88 Kč
60	21,77597036	18,23 Kč	40,00 Kč
80	19,81501629	23,18 Kč	42,99 Kč
100	18,50206129	28,20 Kč	46,70 Kč

DN 22			
	Roční tep. ztráty	Roční cena iz.	Celková cena
tl. izolace (mm)	Rq	C	CC=rq+ri
20	39,19385561	10,73 Kč	49,92 Kč
30	32,80534392	11,63 Kč	44,43 Kč
40	29,10231626	14,10 Kč	43,20 Kč
50	26,63578539	16,13 Kč	42,76 Kč
60	24,4366719	18,23 Kč	42,66 Kč
80	22,05241141	23,18 Kč	45,23 Kč
100	20,46526057	28,20 Kč	48,67 Kč

DN 28			
	Roční tep. ztráty	Roční cena iz.	Celková cena
tl. izolace (mm)	Rq	C	CC=rq+ri
20	46,83606663	10,73 Kč	57,56 Kč
30	38,5608022	11,63 Kč	50,19 Kč
40	33,81512094	14,10 Kč	47,92 Kč
50	30,68244623	16,13 Kč	46,81 Kč
60	27,92209667	18,23 Kč	46,15 Kč
80	24,95103744	23,18 Kč	48,13 Kč
100	22,99190102	28,20 Kč	51,19 Kč

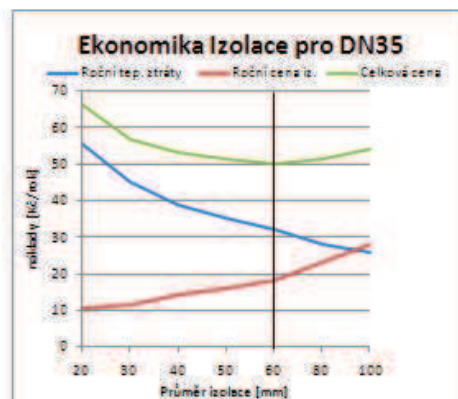


	tloušťka (mm)	20	30	40	50	60	80	100
	Cena/m	214,50 Kč	232,50 Kč	282,00 Kč	322,50 Kč	364,50 Kč	463,50 Kč	564,00 Kč
DN18	Ekonomika viz graf.			Nejlepší				
	VYHOVUJE?? požadavkům vyhlášky č. 193/2007 Ux = 0.148 ≤ 0.15 W / m K	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano
				výběr				
DN22	Ekonomika viz graf.			Nejlepší				
	VYHOVUJE?? požadavkům vyhlášky č. 193/2007 Ux = 0.148 ≤ 0.18 W / m K	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano
				výběr				
DN28	Ekonomika viz graf.					Nejlepší		
	VYHOVUJE?? požadavkům vyhlášky č. 193/2007 Ux = 0.148 ≤ 0.18 W / m K	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ano
						výběr		

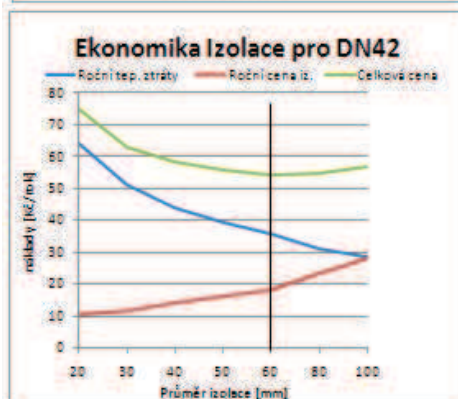


Hospodárnost ( Ekonomika ) a porovnání s vyhláškou č. 193/2007 izolace pro potrubí DN 18, 22, 28 – tab. 9, 10 a Grafy 10, 11, 12

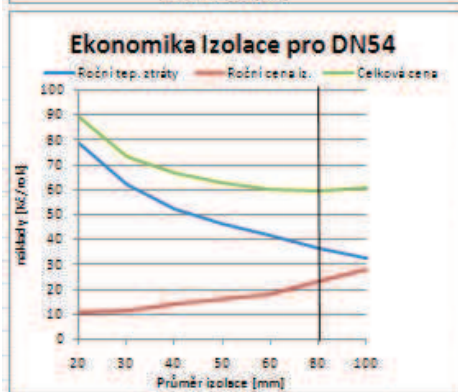
DN 35			
	Roční tep. ztráty	Roční cena iz.	Celková cena
tl. Izolace (mm)	Rq	C	CC=rq+ri
20	55,53103342	10,73 Kč	66,26 Kč
30	45,02694144	11,63 Kč	56,65 Kč
40	39,05600238	14,10 Kč	53,16 Kč
50	35,14471012	16,13 Kč	51,27 Kč
60	31,93856504	18,23 Kč	50,16 Kč
80	28,25004449	23,18 Kč	51,43 Kč
100	25,83585831	28,20 Kč	54,04 Kč



DN 42			
	Roční tep. ztráty	Roční cena iz.	Celková cena
tl. Izolace (mm)	Rq	C	CC=rq+ri
20	64,06794866	10,73 Kč	74,79 Kč
30	51,31595614	11,63 Kč	62,94 Kč
40	44,11297517	14,10 Kč	58,21 Kč
50	39,42147583	16,13 Kč	55,55 Kč
60	35,73606319	18,23 Kč	53,96 Kč
80	31,33795129	23,18 Kč	54,51 Kč
100	28,47756241	28,20 Kč	56,68 Kč



DN 54			
	Roční tep. ztráty	Roční cena iz.	Celková cena
tl. Izolace (mm)	Rq	C	CC=rq+ri
20	78,47137201	10,73 Kč	89,20 Kč
30	61,83648126	11,63 Kč	73,46 Kč
40	52,50918127	14,10 Kč	66,61 Kč
50	46,47589951	16,13 Kč	62,60 Kč
60	41,82636252	18,23 Kč	60,05 Kč
80	36,24477853	23,18 Kč	59,42 Kč
100	32,64672767	28,20 Kč	60,85 Kč



DN35	Ekonomika	viz graf.					Nejllepší		
	VYHOVUJE?? požadavkům vyhlášky č. 193/2007 Ux = 0.148 ≤		ne	ne	ne	ne	ne	ano	ano
								výběr	
DN42	Ekonomika	viz graf.					Nejllepší		
	VYHOVUJE?? požadavkům vyhlášky č. 193/2007 Ux = 0.148 ≤		ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano
								výběr	
DN54	Ekonomika	viz graf.					Nejllepší		
	VYHOVUJE?? požadavkům vyhlášky č. 193/2007 Ux = 0.148 ≤		ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano
								výběr	

Výsledné tabulka vybraných izolací

Profil potrubí	Izolace
DN18	40
DN22	40
DN28	60
DN35	80
DN42	100
DN54	100

B.2.5.1 Tab.11 Navržené izolace

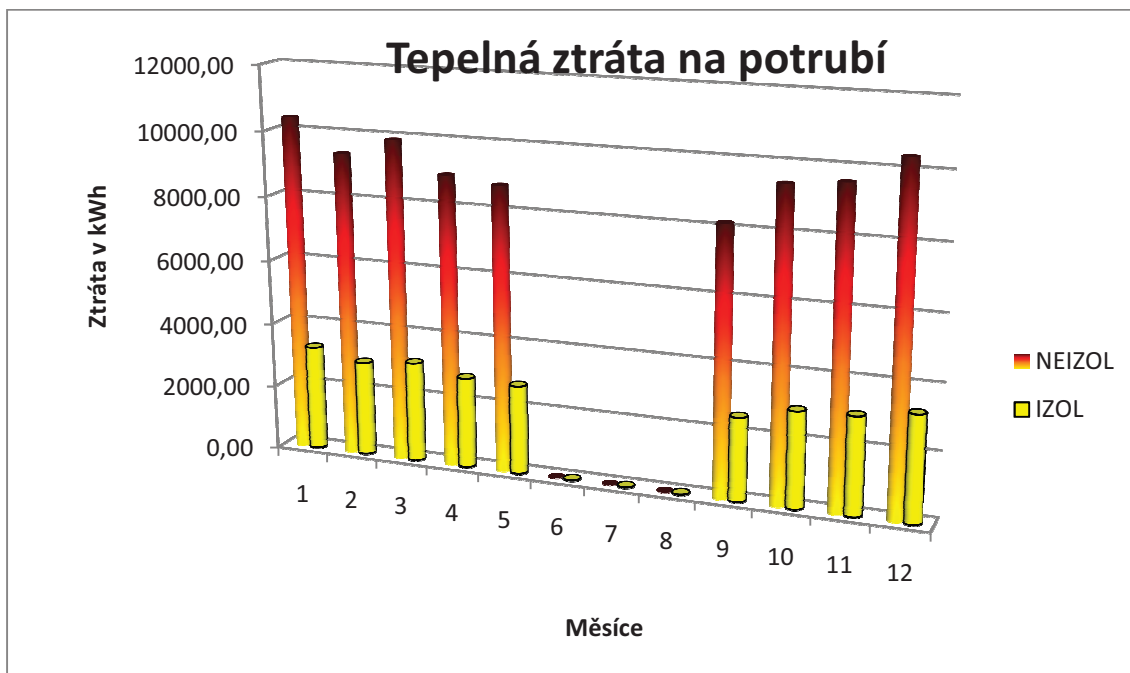
Přepočítáno do otopného období:

Měsíc	počet dní	IZOL		NEIZOL		Teplota v suterénu
		Ztráta (kWh)	Ztráta (kWh)	Ztráta (kWh)	Ztráta (kWh)	
Leden	31	3242,93	10368,14			3
Únor	28	2829,10	9382,84			3
Březen	31	3092,70	9904,97			6
Duben	30	2797,73	8962,01			10
Květen	31	2740,15	8777,58			13
Červen	30	0,00	0,00			
Červenec	31	0,00	0,00			
Srpen	31	0,00	0,00			
Září	30	2554,45	8182,71			15
Ríjen	31	2941,26	9421,80			9
Listopad	30	2992,35	9585,45			6
Prosinec	31	3242,93	10368,14			3

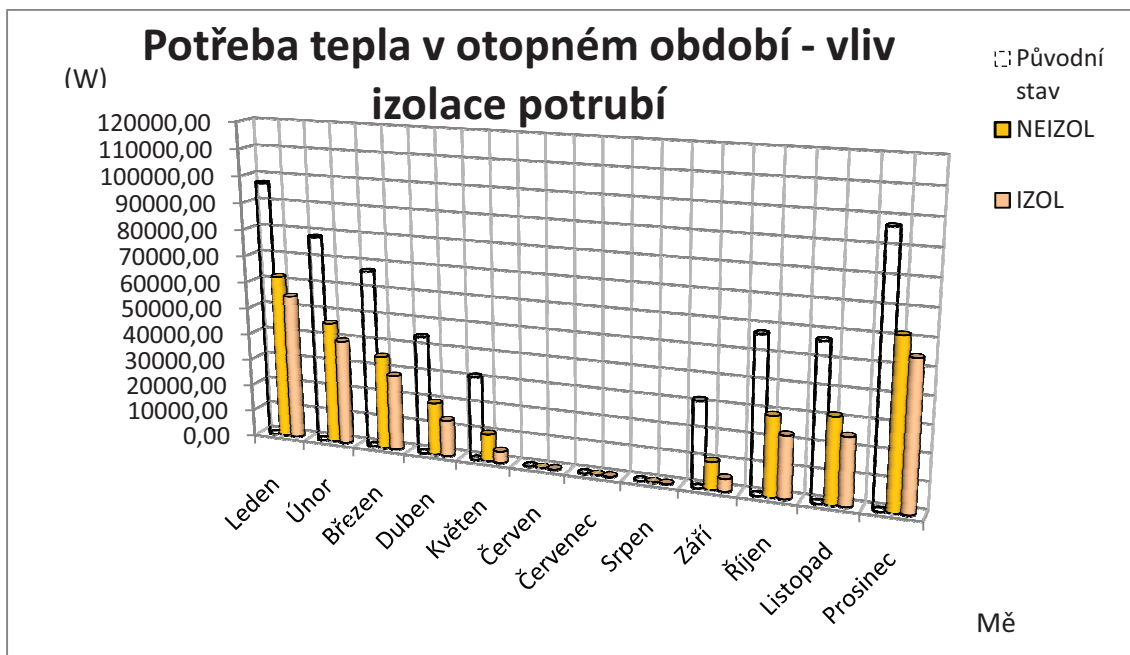
B.2.5.1 Tab 13. Přepočet na otopné období

Teploty prosinec:		Cena za 1kWh plynu:		Otopné období (dny) =	
				1,40 Kč	
				273	
Teplota interier: 3 °C					
Přivodní voda 75 °C					
Vratná voda 60 °C					
Délka trubek suterén - přivod + vratka		nový stav		Izol. Oristech	
mm \ m	mm \ m	mm \ m	mm \ m	Ztráty izol. Potrubí CU	Celkové ztráty
dimenze měř	dimenze ocel	dimenze ocel	dimenze ocel	kWh/m	kWh
8	22,00	50,07	0,00	568,9110419	28485,37587
10	28,00	27	0,00	725,2319614	19581,26296
12	32,00	17,3	0,00	824,1861737	14258,42081
15	38,00	5,64	0,00	985,5958333	5558,7605
18	45,00	1,3	11,60	1154,783167	1501,218117
22	57,00	8,00	10,00	1479,626079	11837,00863
28	76,00	5,80	45,00	1789,068855	10260,59936
35	0	0,00	122,44	0	0
42	0	0,00	29,96	0	0
54	0	0,00	26,92	0	0
		245,92		Celkem:	91482,64624 kWh
				Cena:	128075,7047 Kč
				Celkem:	28558,73126
				Cena:	39982,22377

B.2.5.1 Tab 12. Výpočet tepelných ztrát na potrubí v suterénu



B.2.5.1 Graf 13 Tepelné ztráty na neizolovaném a izolovaném potrubí



B.2.5.1 Graf 14 Vliv izolace na potrubí na potřebu tepla objektu



### B.2.6. Úspory vlivem změny vnitřní teploty

Při snížení vnitřní teploty o 1K z návrhové teploty v našem případě 20°C dosáhneme určité úspory viz tab. 13. Graf 15.

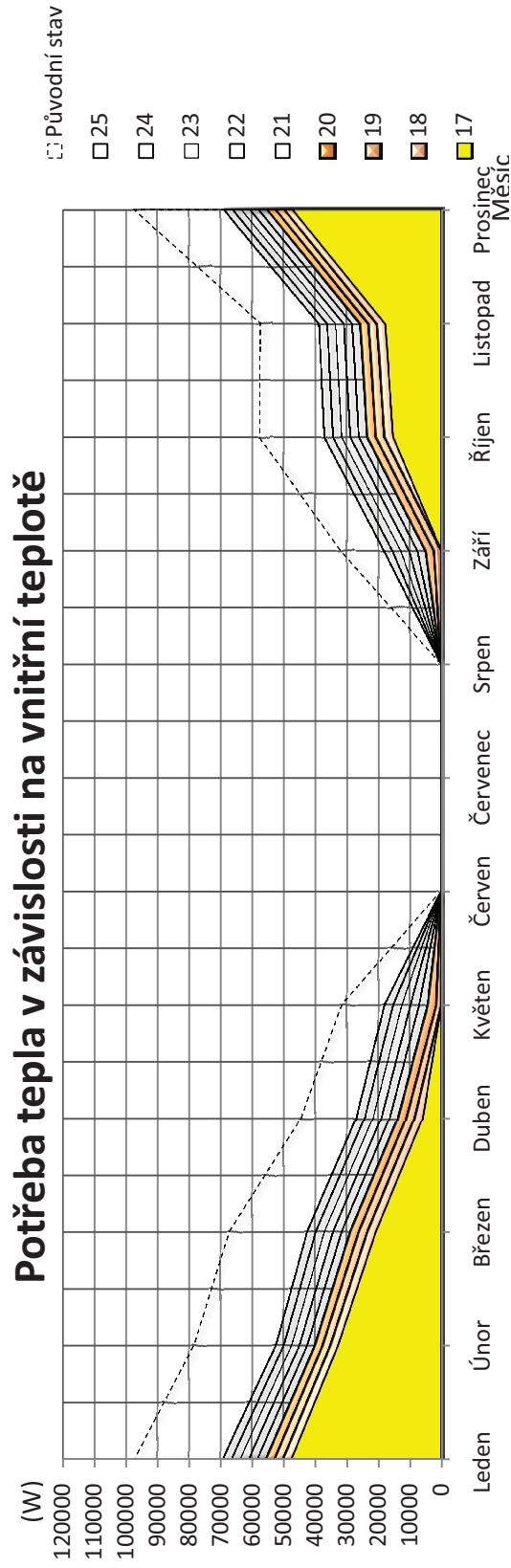
Úspora vlivem snížení teploty o 1K se pohybuje od 6-7%, ztráty na soustavě se totiž změnou teploty interiéru téměř nemění.

Při snížení teploty na 17°C už v květnu a září není nutno vytápět.

Graf 15. Potřeba tepla v závislosti na vnitřní teplotě

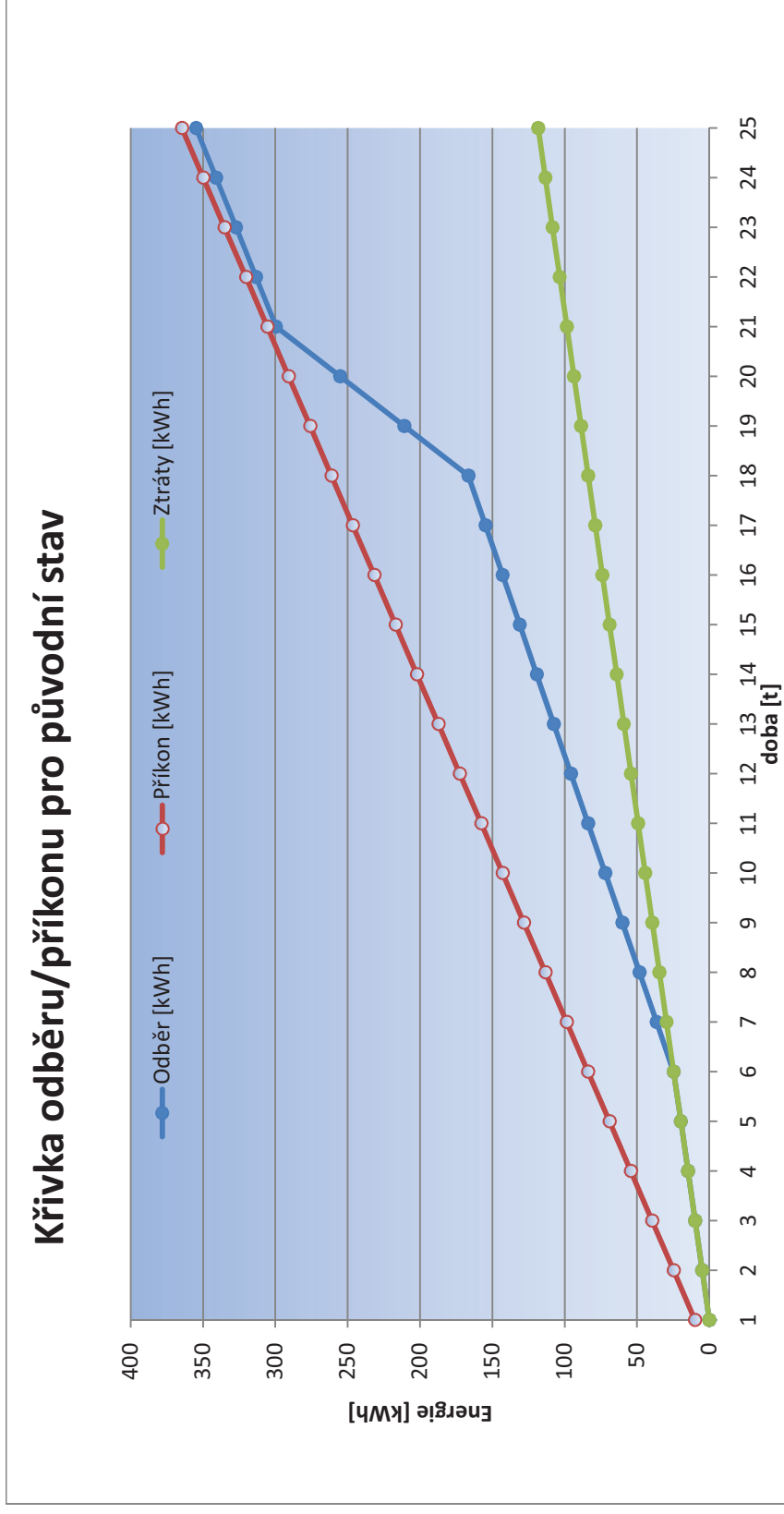
	Vnitřní teplota: Bráno ze ztrát daných doporučenými hodnotami [°C]												
	25	24	23	22	21	20	19	18	17				
Leden	31	69270	66546	63822	61099	58375	55651	52927	50204	47480			
Únor	28	52369	49909	47449	44989	42529	40068	37608	35148	32688			
Březen	31	42487	39763	37039	34316	31592	28868	26144	23421	20697			
Duben	30	26977	24341	21705	19069	16433	13797	11161	8526	5890			
Květen	31	17925	15201	12478	9754	7030	4306	1583	0	0			
Červen	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Červenec	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Srpen	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Září	30	18157	15522	12886	10250	7614	4978	2342	0	0			
Říjen	31	37067	34343	31619	28895	26172	23448	20724	18000	15277			
Listopad	30	38799	36163	33528	30892	28256	25620	22984	20348	17712			
Prosinec	31	68905	66181	63458	60734	58010	55286	52563	49839	47115			
Celkem:		371956	347969	323983	299996	276010	252024	228037	205485	186859			
		135	128	121	114	107	100	93	87	81			

snížení/zvýšení potřeby tepla oproti 20°C:





$$Q_{1n} = E_1/T_1 = 354,75/24 = 15,2 \text{ kWh}$$



B.2.7.Graf 16. Odběr / příkon pro původní stav

**Nový stav:** Hodnoty odběrů v jednotlivých časech naměřeny na průtokoměru za ohřivačem tepla že kotel je v nočních hodinách přeprnut na vytápění. Reálná odběrová křivka nám udává skutečnou potřebu teplé vody, počítáno s extrémními měřeními.

Teplu dodané ohřivačem během periody

$$E_{2t} = 112,894 \text{ kWh}$$

$$E_{2z} = E_{2t} * 0,5 = 66,9 \text{ kWh}$$

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z} = 182,7 \text{ kWh}$$

Zásobníkový ohřev – Návrh zásobníku

$$V_z = \Delta E_{\max} / c * (t_1 - t_2)$$

$$\Delta E_{\max} = 27,17 \text{ kWh}$$

$$c = 4186/3600 = 1,163 \text{ J/ Kg.K}$$

$$t_1 = 55^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 10^\circ\text{C}$$

$$V_z = 0,52\text{m}^3 = 520\text{l} = \text{návrh zásobníku}$$

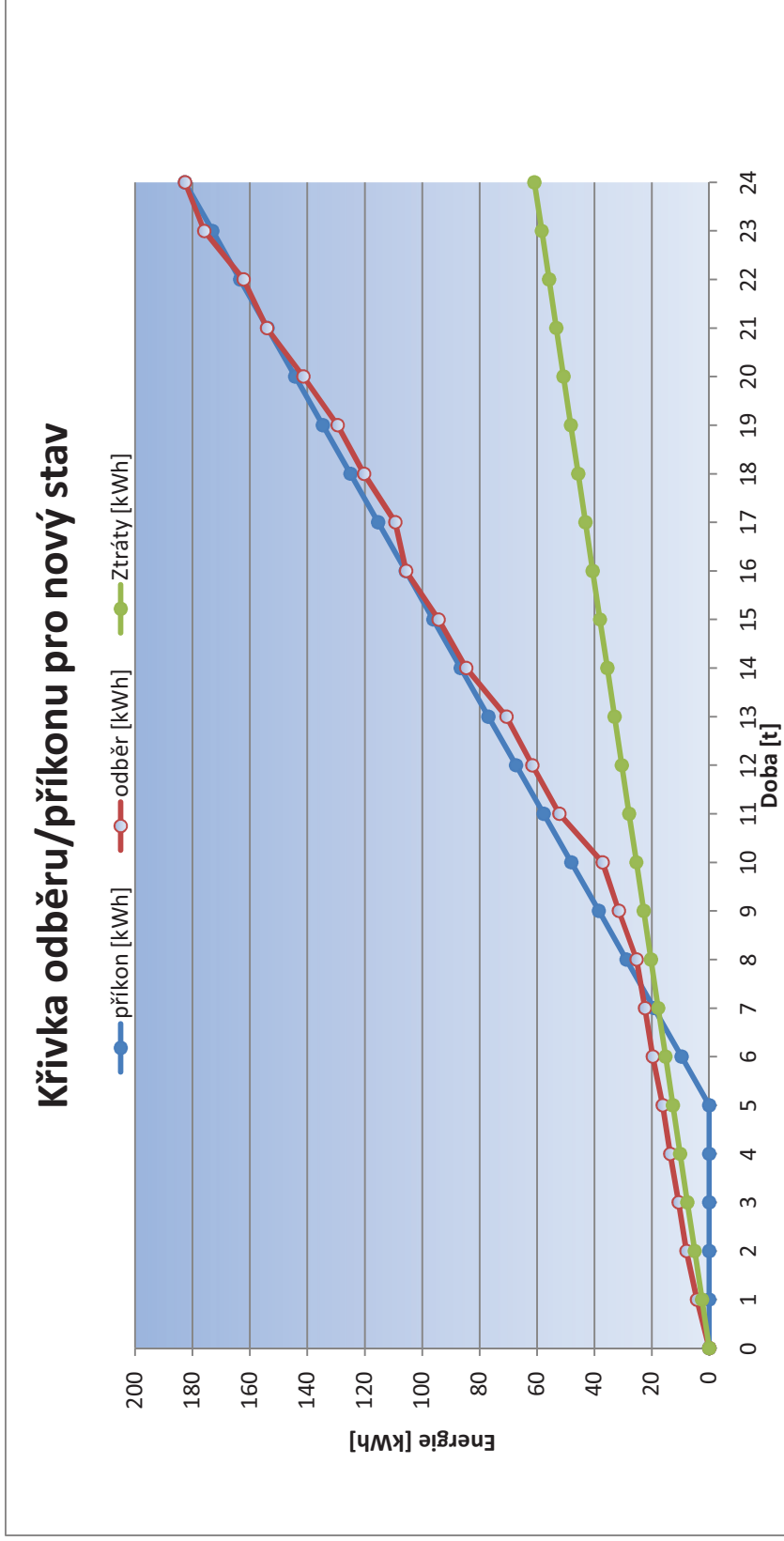
**Zásobník REGULUS RBC 750**

Výkon zdroje tepla

$$Q_{1n} = E_1/T_1 = 182,7 / 24 = 9,6\text{kWh}$$

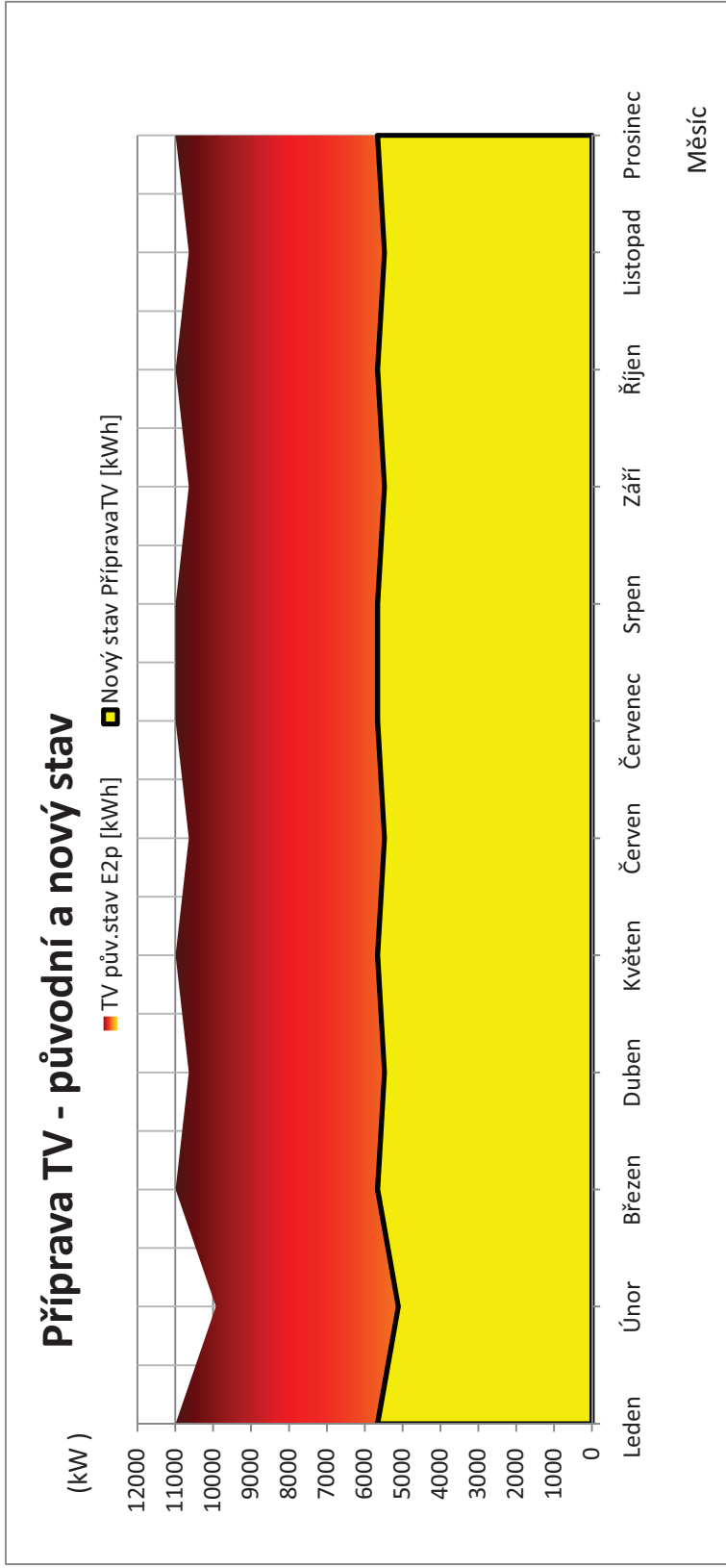
B.2.7. Tab. 15 výpočet odběru a příkonu pro jednotlivé hodiny

t [h]	odběr		příkon		rozdíl	Ztráty na soustavě	Měření [Uh]	spotřeba	nasčítáno	energie
	Q <sub>m</sub> [kWh]	Q <sub>p</sub> [kWh]	Q <sub>p</sub> [kWh]	Q <sub>p</sub> [kWh]						
0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0	0
1	4,29	0	4,2903797	0	4,2903797	2,5371572	33,5	1,753	1,753	7,611472
2	7,927	0	7,9265719	0	7,9265719	5,0743144	21	1,099	2,852	15,22294
3	10,7	0	10,699237	0	10,699237	7,6114716	4,5	0,236	3,088	22,83441
4	13,58	0	13,576571	0	13,576571	10,148629	6,5	0,340	3,428	30,44589
5	16,27	0	16,270733	0	16,270733	12,685786	3	0,157	3,585	38,05736
6	19,65	9,61449	10,03076	10,03076	10,03076	15,222943	16	0,837	4,422	45,66883
7	22,37	19,22898	3,1365995	3,1365995	3,1365995	17,7601	3,5	0,183	4,605	53,2803
8	25,35	28,84347	-3,4958862	-3,4958862	-3,4958862	20,297258	8,5	0,445	5,050	60,89177
9	31,47	38,45796	-6,9882719	-6,9882719	-6,9882719	22,834415	68,5	3,585	8,635	68,50324
10	37,17	48,07245	-10,899338	-10,899338	-10,899338	25,371572	60,5	3,166	11,802	76,11472
11	52,24	57,68694	-5,4424383	-5,4424383	-5,4424383	27,908729	239,5	12,534	24,336	83,72619
12	61,66	67,30143	-5,637719	-5,637719	-5,637719	30,445886	131,5	6,882	31,218	91,33766
13	70,69	76,91592	-6,2255122	-6,2255122	-6,2255122	32,983043	124	6,490	37,707	98,94913
14	84,66	86,53041	-1,8676479	-1,8676479	-1,8676479	35,520201	218,5	11,435	49,143	106,5606
15	94,29	96,1449	-1,8535886	-1,8535886	-1,8535886	38,057358	135,5	7,091	56,234	114,1721
16	105,6	105,7594	-0,1124743	-0,1124743	-0,1124743	40,594515	168,5	8,818	65,052	121,7835
17	109,4	115,3739	-5,9861025	-5,9861025	-5,9861025	43,131672	23	1,204	66,256	129,395
18	120,3	124,9884	-4,7160033	-4,7160033	-4,7160033	45,668829	159,5	8,347	74,604	137,0065
19	129,5	134,6029	-5,1467915	-5,1467915	-5,1467915	48,205987	127	6,647	81,250	144,618
20	141,4	144,2174	-2,8299922	-2,8299922	-2,8299922	50,743144	179,5	9,394	90,644	152,2294
21	154	153,8318	0,1933296	0,1933296	0,1933296	53,280301	193	10,101	100,745	159,8409
22	162,3	163,4463	-1,1794886	-1,1794886	-1,1794886	55,817458	109	5,705	106,449	167,4524
23	176	173,0608	2,8905332	2,8905332	2,8905332	58,354615	213	11,147	117,597	175,0638
24	182,7	182,6753	0	0	0	60,891773	80	4,187	121,784	182,6753
						Suma přebytek + nedostatek=			27,17007	kWh



B.2.7. Graf 17. Odběr / příkon pro nový stav

Do 5h ohřev teplé vody vynechán, a kotel je přepnut na vytápěcí režim, pomocí 3cestného ventilu. V Případě potřeby může pomocí teplotního čidla TV být přepnut zase zpátky na ohřev TV. V 5h při začínajících odběrech nastaven stálý ohřev Tv až do 24h. vzhledem k individuálnosti . Úspora je patrná na první pohled – nižší výkon zdroje tepla a menší zásobník ( menší úniky tepla ).



B.2.7.Graf 18. Porovnání přípravy TV původní stav a nový stav



## B 2.8. Úspora vlivem výměny zásobníku TV

### Tepelné ztráty Zásobníků:

starý zásobník

		Stěna	IZOLACE	U <sub>iz</sub> (W/m <sup>2</sup> *K)
Materiál Nádrže		U <sub>p</sub> (W/m <sup>2</sup> *K)		50
Plášť	ocel	0,82	25,44793	0,784842221
Podstava			9,881423	0,908100254

Teplota cirkulace na vstupu do zásobníku

t1	počáteční teplota kapalin	55 °C	odhad
t2	koncová teplota kapaliny	50 °C	
t <sub>a</sub>	teplota okolí	3 °C	
M	Průtok (kg/h)	4788 kg/h	
V	Objem vody	2000 l	

Ztráty původního zásobníku TUV

A=plocha podstavy  
A= 1,1 m<sup>2</sup>

Výška zásobníku  
H= 1,98 m

Ztráty za rok:

$Q = (U_p \cdot H + 1 \cdot U_{pod} \cdot A_{pod}) \cdot \Delta t$       184,694 W      Denní 4,4327 kWh      Roční 1,6179 MWh

Potřeba energie na ohřev TV

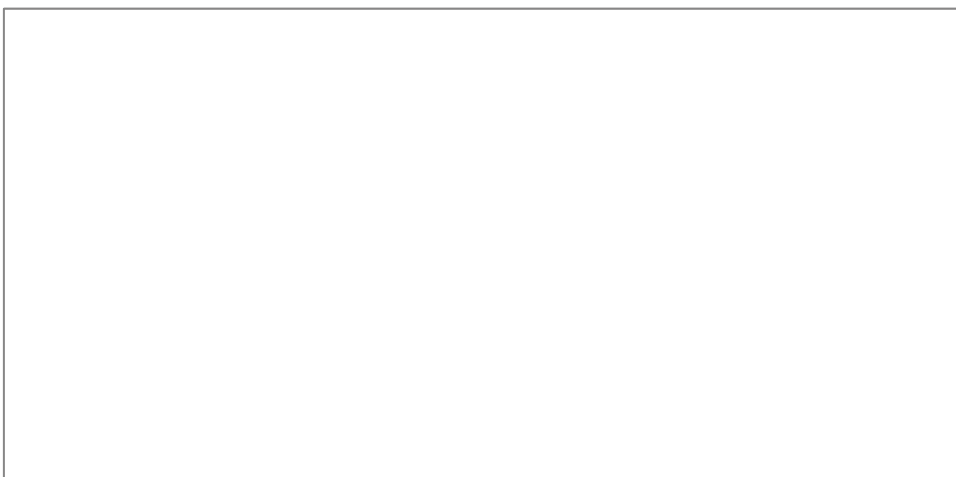
$V = M \cdot c \cdot \Delta t / 3600$       104650 Wh      =      Denní 104,65 kWh      Roční 38,197 MWh

Nový Zásobník REGULUS RBC 750

Ztráty za den vzaté od výrobce

Denní 3,6 kWh      Roční 1,314 kWh

teplosměnná plocha – spodní spirála	m <sup>2</sup>	1,55	1,80	1,90	1,93	2,45
ztráty za 24 h	kWh	1,68	2,00	2,30	3,60	3,90



## B 2.9. Zhodnocení vhodného typu kotelny - kalkulace paliva

V objektu se nachází plynová kotelna o výkonu 160 kW, která vzhledem k velkému stupni opotřebenosti, nedimenzovanosti pro novou soustavu a nevhodnosti pro nový otopný systém bude vyměněna za novou. Nová kotelna bude vycházet z ceny paliva a vhodnosti její instalace do objektu.

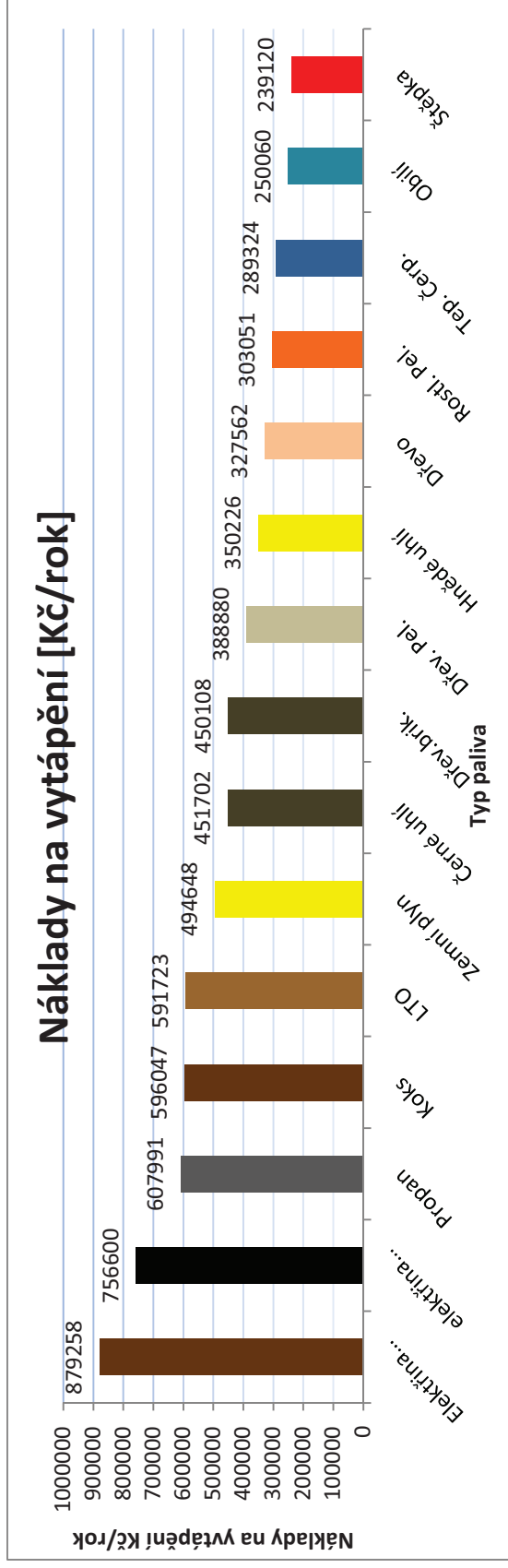
Kalkulace paliva: Potřeba tepla za otopné období: Tepelné ztráty – tepelné zisky + ztráty zaizol. soustavy + TUV = 354,85 – 125938 + 26533 + 66676 = 332,121 MWh

Náklady na vytápění Výpočtová spotřeba tepla = 1195,6 GJ					
Druh paliva (Výhřevnost) (Volba tarifu)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %) <input type="checkbox"/> zaolat vlastní účinnost	Cena tepla <input type="radio"/> Kč/GJ <input checked="" type="radio"/> Kč/kWh	Spotřeba paliva / rok	Náklady na vytápění Kč / rok
<b>Hnědé uhlí</b> (18 MJ/kg) <small>spu a dodavatelé</small>	2,90 /kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,05	120768 kg	350226,-
<b>Černé uhlí</b> (23,1 MJ/kg) <small>spu a dodavatelé</small>	4,80 /kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,36	94105 kg	451702,-
<b>Koks</b> (27,5 MJ/kg)	8,50 /kg	Klasický kotel na koks (62%)	1,79	70123 kg	596047,-
<b>Dřevo</b> (14,6 MJ/kg)	3,00 /kg	Kotel na zplynování dřeva (75%)	0,99	109187 kg	327562,-
<b>Dřevěné brikety</b> (17,0 MJ/kg)	4,80 /kg	Kotel na zplynování dřeva (75%)	1,36	93773 kg	450108,-
<b>Dřevěné pelety</b> (17,0 MJ/kg) <small>spu</small>	4,70 /kg	Kotel na dřevěné pelety (85%)	1,17	82740 kg	388880,-
<b>Štěpka</b> (12,5 MJ/kg)	2,00 /kg	Kotel na štěpku (80%)	0,72	119560 kg	239120,-
<b>Rostlinné pelety</b> (16 MJ/kg)	3,65 /kg	Kotel na rostlinné pelety (90%)	0,91	83028 kg	303051,-
<b>Obilí</b> (18 MJ/kg)	3,20 /kg	Automatický kotel (85%)	0,75	78144 kg	250060,-
<b>Zemní plyn</b> (spalné teplo 37,82 MJ/m <sup>3</sup> ) Dodavatel: E.ON Spotřeba plynu: 55000 - 63000 kWh /rok	1,17274 /kWh <small>vztažena ke spalnému teple ??? 12,32 Kč/m<sup>3</sup> + 714,78 Kč/měsíc</small>	Kotel běžný (89%) <small>účinnost je vztažena k výhřevnosti ZP ???</small>	1,49	414295 kWh 39453 m <sup>3</sup>	494648,-
<b>Propan</b> (46,4 MJ/kg) <small>spu a dodavatelé</small>	21 /kg	Kotel běžný (89%)	1,83	28952 kg	607991,-
<b>Lehký topný olej ELTO</b> (42 MJ/kg) <small>spu</small>	18,5 /kg	Kotel na lehký topný olej (89%)	1,78	31985 kg	591723,-
<b>Elektrina akumulace</b> <small>spu a ledny ???</small> D26d jistič nad 3x25 A do 3x32 A	381 Kč/měsíc + NT: 2,10588 /kWh	S akumulární nádrží (93%)	2,28	357109 kWh	756600,-
<b>Elektrina přímotop</b> <small>spu a ledny ???</small> D45d jistič nad 3x20 A do 3x25 A	346 Kč/měsíc + NT: 2,58228 /kWh	Přímotopné panely (98%)	2,65	338889 kWh	879258,-
<b>Tepelné čerpadlo</b> <small>spu a ledny ???</small> D56d jistič nad 3x16 A do 3x20 A	288 Kč/měsíc + NT: 2,58228 /kWh	Průměrný roční topný faktor: 3	0,87	110704 kWh	289324,-
<b>Centrální zásobování teplem</b> <small>spu</small>	680 /GJ ???	účinnost (98%)	2,5	1220 GJ	829600,-

B.2.9. Tab. 16 Náklady na vytápění

[1]



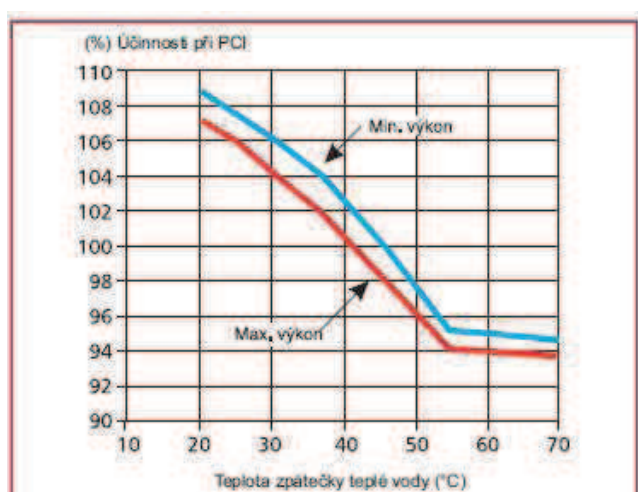


B 2.9. Graf 20 Náklady na vytápění

Z grafu je patrné že při použití klasického kotle na zemní plyn budou náklady nižší než v případě použití elektrického kotle, či kotle na propan butan. Kotle na tuhá paliva vyžadují obsluhu a tou by se náklady zvýšil. Možnost je instalace tepelného čerpadla, ovšem to je určeno k bližší diskuzi, zda je teplené čerpadlo pro tento typ objektu realizovatelné a zda je vzhledem k počáteční investici finančně návratné. V objektu je instalován rozvod zemního plynu, kotelna tedy bude na zemní plyn, tomu napomáhá i fakt, že náklady můžeme dále snížit při výběru lepšího kotle než klasického, viz další kapitola

## B.2.10 Výběr kotle

Účinnost starého kotle se pohybovala kolem 85%. Nové nízkoteplotní kotle garantují účinnost 95% a kondenzační. Využívající spalné teplo až 105%. Výrobci však chytře garantují účinnost, ta je ovšem nejvyšší u nízkých teplot otopné vody. U vyšších teplot účinnost procentuálně klesá. Kotle Geminox mají při teplotě zpátečky 95% účinnost viz graf. 21



B.2.10 Graf 21 účinnost kotle Geminox [2]

Srovnání nákladů na vytápění při použití různých typů plynových kotlů

## Náklady dle typu kotle

**Kotel běžný**

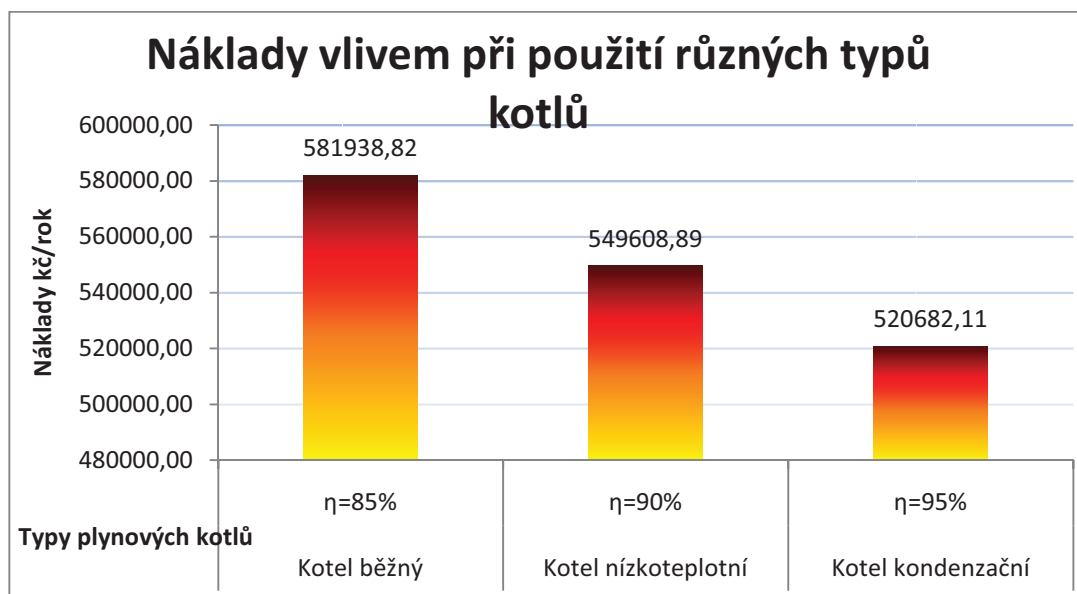
$\eta=85\%$

**Kotel nízkoteplotní**

$\eta=90\%$

**Kotel kondenzační**

$\eta=95\%$



#### B.2.10. Graf 22 Náklady při použití různých typů plyn. kotlů

Do objektu byly vybrány kondenzační kotle Geminox THRI 50 C zapojené do kaskády. Viz výkres kotelny.

#### B.2.11 Výměna otopných těles

Stará článková tělesa IRSAP TESI jsou navržena na tepelné ztráty nezatepleného objektu a vzhledem k jejich velkému vodnímu objemu a pomalé setrvačnosti, nevhodnému umístění a vysokému stupni opotřebení budou vyměněna za desková KORADO RADIK PLAN VK(L). V místnostech s proskleným vstupem na lodžie budou v kombinaci s podlahovými konvektory MINIB COIL- KT.

V koupelnách jsou trubková otopná tělesa, která budou nahrazena žebříky KORADO KORALUX RONDO KR.

Výkon článkových otopných těles je udán v následující tabulce :

Tepelné výkony:	počet		Celkový výkon
	Qi [W]	ks	[kW]
	1536	68	104448
	2560	17	43520
	860	11	9460
	969	25	24225
	2048	3	6144
	2288	12	27456
	Celkem		215253



B 2.11. Tab. 16 výkon článk. OT      B 2.11. Obr. 3 Článekové otopné těleso [3]

Výkon nové otopné soustavy tj. deskových OT, žebříků a podlahových konvektorů viz násled. Tab.

Typ	Rozměry	Ks	Q = výkon	Celkový
	l.h [mm]		[W]	[W]
11	1000.300	1	533	533
	1000.400	7	678	4746
	1000.500	2	818	1636
	400.500	8	327	2616
	600.500	2	491	982
	800.300	5	426	2130
	500.300	4	267	1068
21	1000.500	4	1060	4240
	1000.600	6	1222	7332
	600.600	12	733	8796
	1600.500	1	1585	1585
	1000.400	4	896	3584
22	1000.600	15	1631	24465
	1000.500	9	1414	12726
	1000.400	2	1187	2374
33	1000.600	4	2341	9364
	1100.600	4	2575	10300
	1000.300	3	1337	4011
	1000.500	6	2022	12132
	600.600	1	1405	1405
	Celkem			116025



B.2.11. Tab. 17 výkon desk. OT

B 2.11. Obr. 4 Deskové otopné těleso [4]

Korado Koralux Rondo KR

Rozměry	Ks	Q = výkon [W]	Celkový [W]
I.h [mm]			
KR 780.450	9	370	3330
KR 1200.600	2	717	1434
		Celkem	4764

<u>MINIB Coil-KT</u>			
délka	Ks	Q = výkon [W]	Celkový [W]
I.h [mm]			
L=1500mm	3	2167	6501
L=900mm	4	1084	4336
		Celkem	10837

<u>Celkový výkon všech otopných těles</u>			
Q <sub>celk</sub> =	Q <sub>celk</sub> =	131626	W

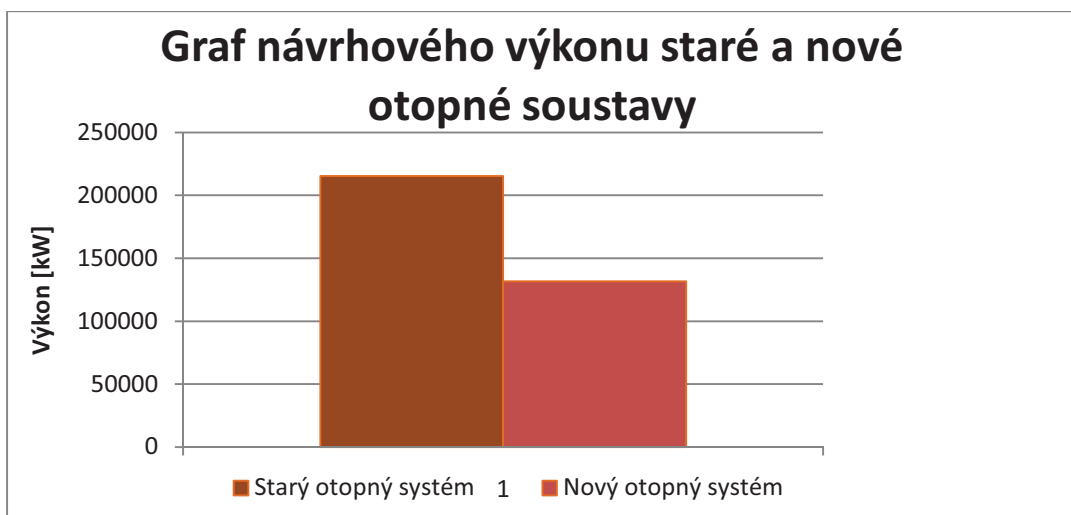


B 2.11. Obr. 5 Koralux Rondo [5]

B 2.11. Tab. 18 výkon Koraluxu a konvektorů.



B 2.11. Obr. 6 MINIB COIL KT [6]



B.2.11. Graf 23 Návrhový výkon staré a nové soustavy

## B.2.12 Osazení Termostatický hlavic na otopná tělesa

Tělesa RADIK obsahují TSV v setu Ventil Kompakt. Na TSV doporučuje řadu TS hlavic, jedna z nich je :

Termostatická hlavice Honeywell Thera 4 s M 30 x 1,5 , která disponuje velkým rozsahem nastavení a vestavěným teplotním čidlem. Vliv autoregulace TSH na výkon otopné soustavy

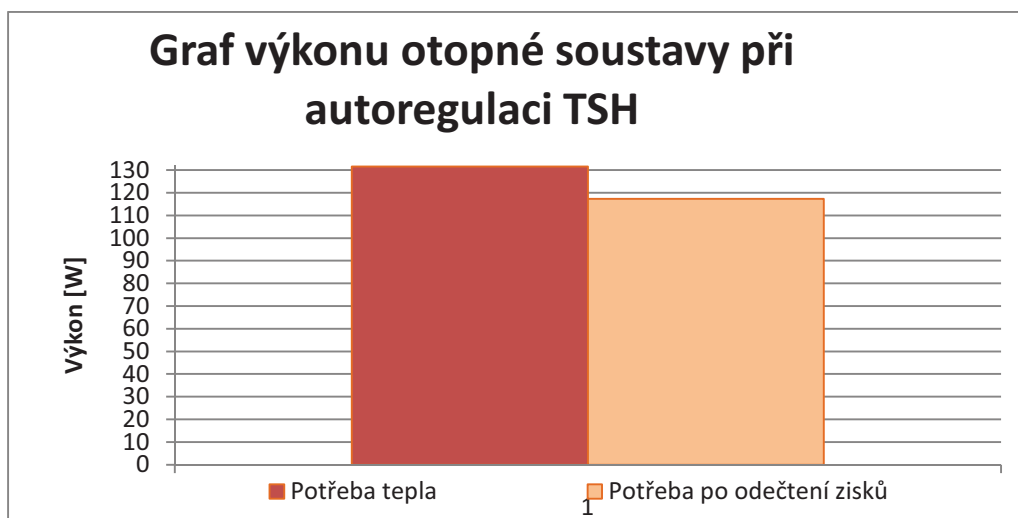
### B.2.12.1 Autoregulace

Termostatická hlavice dokáže díky autoregulaci  $\pm 2K$  regulovat potřebu tepla na vytápění v závislosti na teplotě interiéru. K té výraznou měrou přispívají slunce, osoby a osvětlení. Při slunečním svitu, v noci zapnutých světlech a přítomnosti osob vzniká teplo, které je níže spočítáno a ohřívá vzduch v místnosti. Z tepelné bilance byly vzaty převzaty měsíční hodnoty vnitřních zisků a převedeny na hodinové.

Potřeba tepla	Zisky z osob	Zisky z osvětlení	Solární zisky	Potřeba po odečtení zisků
[kW]	[kW]/hod	[kW]	[kW]	[kW]
131,626	3,157	0,389583333	10,763	117,3164

B.2.12.1 Tab.19 Vliv osob, slunce a umělého osvětlení

Jak již bylo zmíněno, TSH dokáže sama regulovat jen v rozsahu 2K, sluneční radiace dokáže ovšem vzduch vyhřát o vyšší teplotu. Pro další regulaci nám budou sloužit pokojové termostaty, které budou řešeny v další kapitole.



B.2.12.2 Graf.24 Vliv autoregulace TSH

### B.2.12.2 Ruční regulace

TS hlavice nemá ovšem jen vliv autoregulační, ale disponuje i stupnicí, která při ruční regulaci určuje teplotu v místnosti při zavírání a otevírání TSV. Honeywell Thera 4 s disponuje s teplotním rozsahem viz tabulka:

#### Rozsah nastavení

Thera 4 s nulovou polohou (0)

	0	*	1	2	3	4	5
°C	1	6	14	18	21	24	28
°F	34	43	57	64	70	75	82

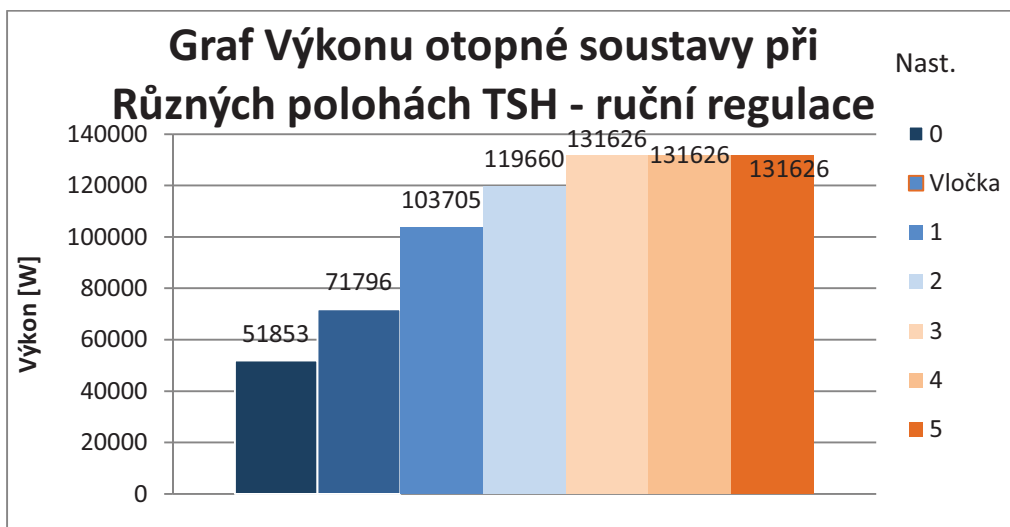
Všechny uvedené teploty jsou pouze přibližné. Otopná soustava může zamrznout, pokud jsou hlavice s nulovou polohou nastaveny na 0. Hlavice s nulovou teplotou jsou termostaticky řízeny: Pokud teplota klesne, TRV se může otevřít

B.2.12.2. Tab. 20 Rozsah nastavení hlavice [7]

Přepočítáno na potřebu tepla pro počítaný objekt

Poloha TSH	0	Vločka	1	2	3	4	5
Teplota[ °C ]	1	6	14	18	21	24	28
Výkon [W]	51853	71796	103705	119660	131626	131626	131626

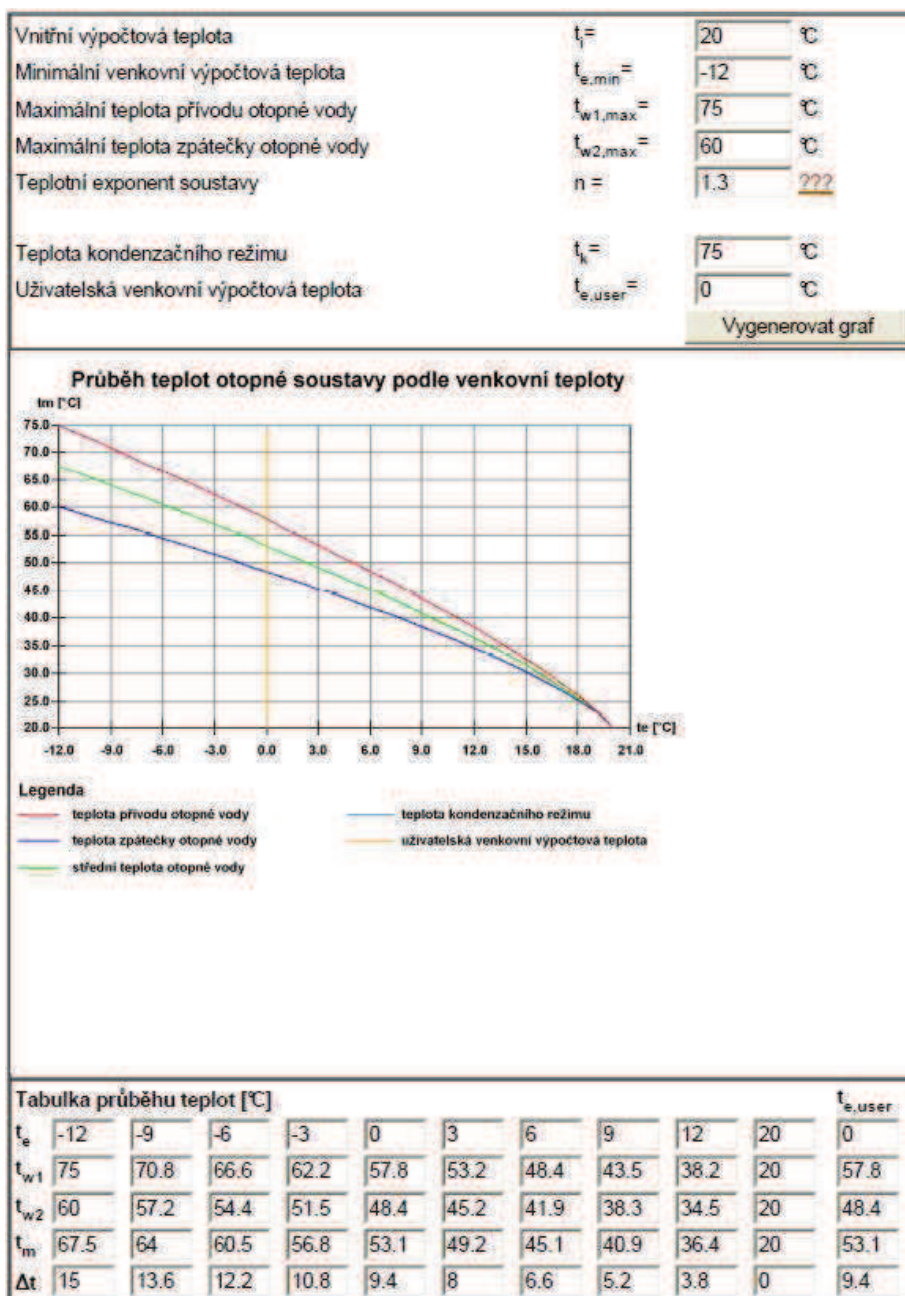
B.2.12.2. Tab. 21 Rozsah nastavení hlavice, potřeba tepla při změně teploty



B.2.12.2. Graf. 25 potřeba tepla při různých polohách TSH

### B.2.12 Ekvitermní regulace, regulace pomocí pokojových Termostatů

Ekvitermní regulátor RVS43.143 reguluje otopnou vodou směšovací ventilem HEIMEIER VARIO B. Teplota otopné vody je regulována teploty vody danou ekvitermní křivkou. Výchozí teplota OV je 75 / 60. Vnitřní teplota 20°C. Venkovní min. -12°C



B.2.12.Tab.22 Ekvitermní křivka

[8]

Regulace pomocí pokojových termostatů





Termostaty budou umístěny v referenčních místnostech.

Na východní straně jí reprezentuje 3.10 a západní strana čili otopná větev číslo 2 připadá na referenční místnost 3.20. Rozmístění na odlišných světových stranách má monitorovat vliv slunečního záření na jednotlivé strany objektu.

Termostaty regulují pomocí teplotního čidla teploty v daných místnostech, a pomocí řídicí jednotky je dle toho upravena teplota přírodní vody do daných zón.

Termostaty nebudou možné být ovládnány manuálně, jelikož upravují dodávku tepla pro celou zónu objektu, v nichž se nachází více bytových jednotek.

### B.2.13 Úspora vlivem výměny čerpadel

Vytápění objektu nezabezpečuje pouze tepelná energie, ale i energie elektrická, která uvádí vchod oběhová čerpadla, které zajišťují nucený oběh vody v soustavě.

Původní oběhové čerpadlo NVA pracovalo o stálém výkonu  $Q = 600 \text{ W}$ . V topné sezóně čítající 273 dní čerpadlo otopnou vodu v 1 větvi do až do 6NP objektu.

Nahrazeno bude dvěma oběhovými čerpadly s konstantním diferenčním tlakem a proměnnými otáčkami, čerpadla počítají s nočním redukováním provozem a jsou vybaveny funkcí Autoadapt.

Původní stav:

Čerpadlo NVA  $Q = 600 \text{ W}$  doba provozu – topná sezóna 273 dní.

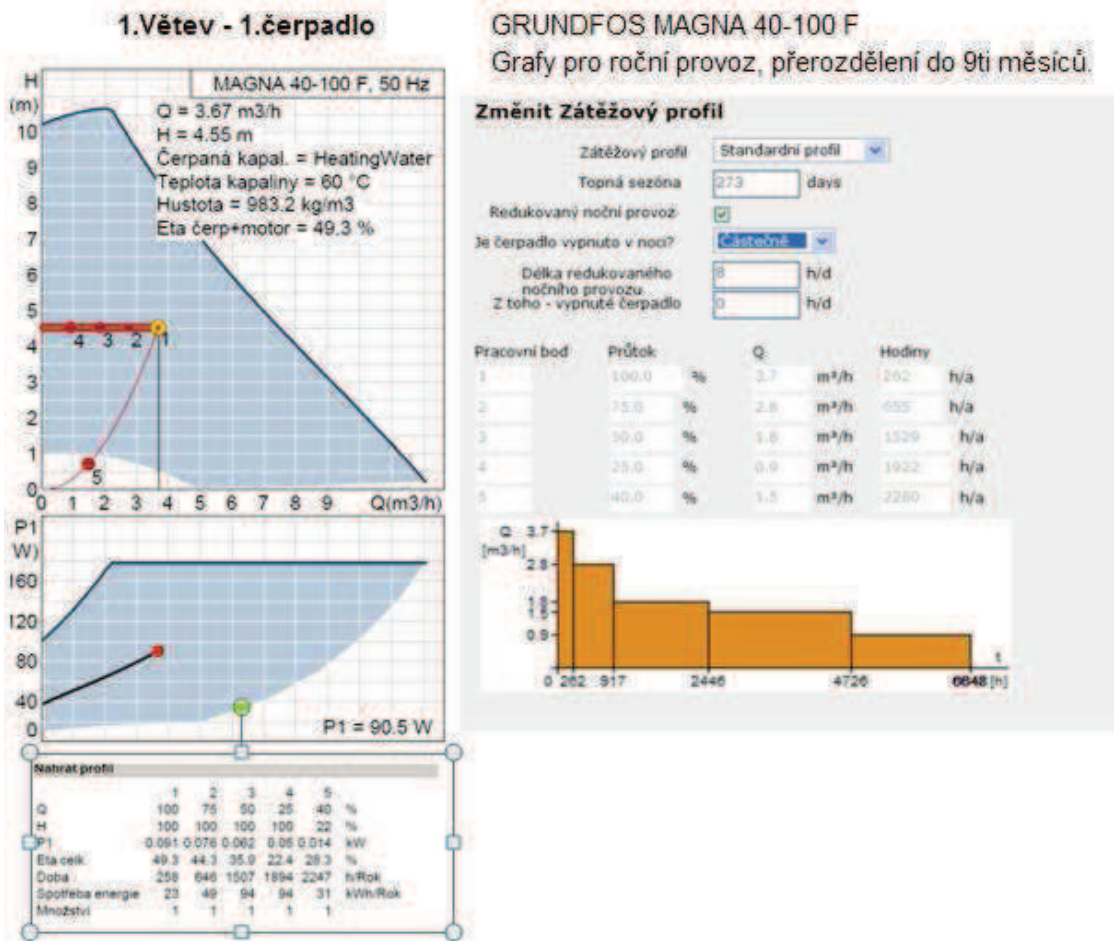
Nový stav:

Čerpadla GRUNDFOS MAGNA 40-100 F Příkon  $Q = 10 - 180 \text{ W}$  – top.sez. 273 dní.

5 stupňů otáček, rozdělení viz zátěžová křivka. Výpočet viz příloha 3, parametry příloha 4 a 5

	Staré čerpadlo NVA	nová čerpadla GRUNDFOS MAGNA 40-100					Celkem	
	Spotřeba	1	2	3	4	5		
počet dní	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
273	3931,2	23	49	94	94	31	291	1. větev
		40	82	151	146	35	454	2. větev
							745	Dohromady

B.2.13 Tab. 23 Spotřeba jednotlivých čerpadel



B.2.13 Obr. 7 výpočet 1. Čerpadlo

[9]

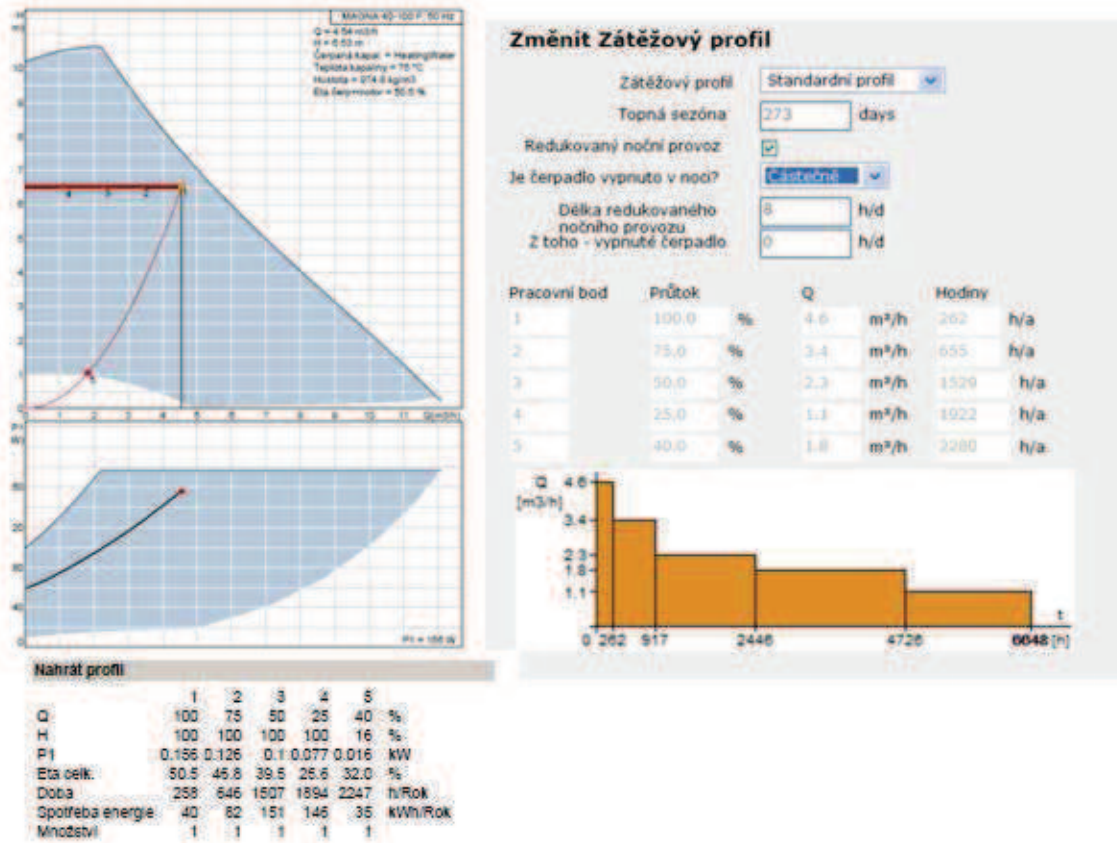
Ekonomika:

		spotřeba(kWh)	Cena Kč/rok
Staré čerpadlo NVA		3931,2	17690,4
1.větev	GRUNDFOS MAGNA 40-100	291	1309,5
2.větev	GRUNDFOS MAGNA 40-100	454	2043,0

B.2.13 Tab. 24 Ekonomika čerpadel

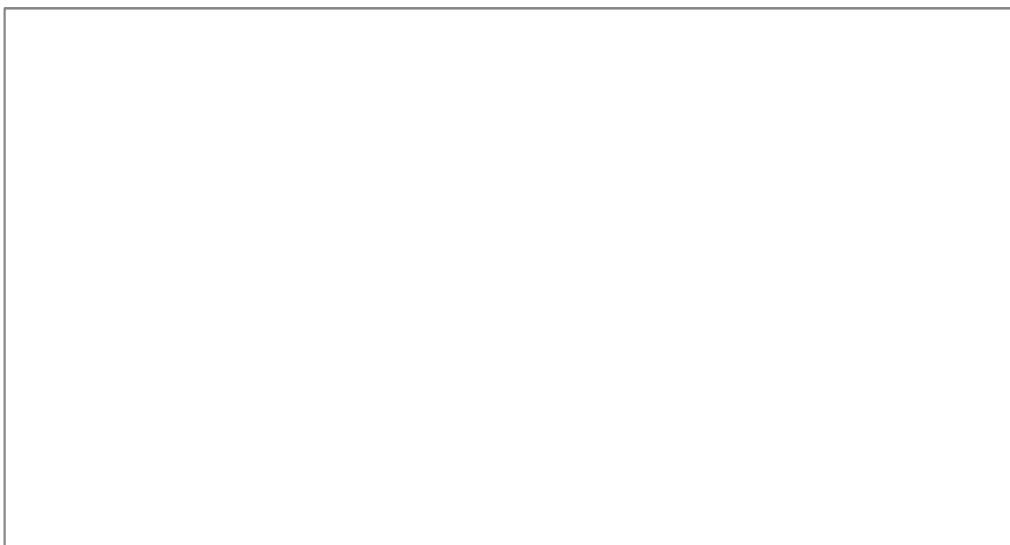
**2.Větev - 2.čerpadlo**

**GRUNDFOS MAGNA 40-100 F**



B.2.13 Obr. 8 výpočet 2. Čerpadlo

[10]



B.2.13 Graf 26 porovnání starého a nových čerpadel



## B.2.14 Zhodnocení aplikovaných variant z ekonomického hlediska

Doporučené technické změny obecně ( podrobně vypsány v technické zprávě ) :

Výměna oken a dveří = úspora 6,75%

Zateplení objektu:

Náklady jsou spočítány ze stavu č.4 - zateplení na doporučené hodnoty, nicméně, vzhledem k minimálnímu rozdílu úspor (1,78%) mezi doporučenými a požadovanými hodnotami součinitele tepelného prostupu by bylo hospodárnější zateplit na požadované hodnoty.

Zateplení na požadované hodnoty tepelného prostupu = 16,21%.

Izolace potrubí = úspora 19%

Celková úspora tepelné energie oproti původnímu stavu činí na vytápění

$$Q_{\text{pův}} = 562,93 \text{ mWh}$$

$$Q_{\text{nový}} = 247,6 \text{ /244,7/ mWh}$$

$$Q_{\text{rozd}} = 315,33 \text{ mWh} \quad = \text{úspora } 56\% \text{ energie}$$

Na ohřev TV

$$Q_{\text{pův}} = 129,4 \text{ mWh}$$

$$Q_{\text{nový}} = 66,67 \text{ /62,9/ mWh}$$

$$Q_{\text{rozd}} = 62,83 \text{ mWh} \quad = \text{úspora } 51\% \text{ energie}$$

Elektrická energie pro oběh.čerpadla

$$Q_{\text{pův}} = 3,93 \text{ mWh}$$

$$Q_{\text{nový}} = 0,745 \text{ mWh}$$

$$Q_{\text{rozd}} = 3,185 \text{ mWh} \quad = \text{úspora } 81\% \text{ energie}$$



V rovných závorkách jsou hodnoty z výpočtu potřeby tepla pomocí denostupňové metody pro 4.stav viz příloha 1 .

Úspora vytápění + ohřev TV = 310,7 + 62,83 MWh = 373,53 MWh = 520 737 Kč/rok

(výpočet dle <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva> )

Všechny uvedené úspory jsou relativní, vše závisí na chování uživatelů, kvalitě zrealizování stavebních prací odbornou firmou a pravidelné údržbě. Dále má velký vliv různorodost počasí, které se každý rok mění a další faktory.

### **B.2.15. Zhodnocení z hlediska dopadu na životní prostředí**

Hlavní ekologické výhody zemního plynu se ale projevují až při jeho spalování, při kterém vzniká ve srovnání s uhlím nebo s kapalnými palivy daleko méně škodlivin – prach a oxid siřičitý jsou ve spalinách obsaženy v zanedbatelném množství a také emise oxidu uhelnatého a uhlovodíků jsou ve srovnání s ostatními palivy výrazně nižší

Jediným problémem spalování zemního plynu je vznik oxidů dusíku ( $\text{NO}_x$ ). Směs oxidu dusnatého a oxidu dusičitého vzniká spalováním dusíkatých látek obsažených v palivu a ze vzdušného dusíku při vysokých teplotách.

Spálením 1 MJ plynu vznikne 47,2mg  $\text{No}_x$

Dosažené úspora tep. energie je přímo úměrná snížení potřebě energie získanou spalováním zemního plynu, díky ní je do ovzduší vypouštěno méně oxidů dusíku.

Snížení vypouštění oxidů dusíku do ovzduší

Úspora vytápění + ohřev TV = 315,33 + 62,83 MWh = 378,16 MWh \* 3,6 = 1361,3 GJ  
= 1361300 MJ

$m_{\text{No}_x} = 1361300 * 42,7\text{mg} = 58,130 \text{ kg/rok}$

Úspory přinesly odlehčení v případě 58,13 kg škodlivin pro životní prostředí.



### **B.2.16 Zhodnocení z hlediska vnitřního prostředí**

Oproti původnímu stavu se díky navrženým opatřením zvýšila tepelná pohoda v objektu. Termostaty s teplotními čidly v referenčních místnostech brání navíc přetápění v podobě tepelných zisků. Pocit chladu lze eliminovat zvýšením teploty díky TSH, dávající možnost individuálního řízení teploty v jednotlivých místnostech.

### **B.2.17 Zhodnocení z hlediska uživatelského komfortu**

.Otopná soustava je díky MAR a plně automatická, s možností vstupu uživatele a manuálního vstupu do nastavení změny tepelného komfortu v jednotlivých místnostech.



### **Bibliografická citace:**

Níže nezmiňované obrázky, grafy či tabulky jsou vlastní prací autora.

[1] <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/269-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>

[2] <http://www.geminox.cz/?download=/download/geminox-pp2011.pdf>

[3] <http://media.novinky.cz/733/97332-original-bhshq.jpg>

[4] <http://www.ceniky.net/obrazky/kor/korado-radik-clean-ty-p-30-radik-clean-deskove-radiatory-1112214.jpg>

[5] [http://katalog.satec.sk/DOKUMENTACIA/koralux\\_rondo\\_comfort\\_10005298.jpg](http://katalog.satec.sk/DOKUMENTACIA/koralux_rondo_comfort_10005298.jpg)

[6] <http://www.minib.hu/convector/image/51/large/KT110.jpg>

[7] [http://products.ecc.emea.honeywell.com/cz/ecatdata/pg\\_t3000.html](http://products.ecc.emea.honeywell.com/cz/ecatdata/pg_t3000.html)

[8] <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/50-ekvitemni-krivky>

[9] <http://net.grundfos.com/ApplyWebCAPS/custom?userid=GCZ>

[10] <http://net.grundfos.com/ApplyWebCAPS/custom?userid=GCZ>



## B.3 Obecné výpočty TZB

### B.3.1. Návrh Zdroje Tepla :

$$Q_{příp} = 0,7 \cdot (Q_{VYT} + Q_{VĚT}) + Q_{TUV}$$

- Není aplikováno - není relevantní pro kaskádovou kotelnu.

Tepeľná ztráta 119,970 kW (3.stav ) + potřeba TUV 9,6 kW = 129,6 KW

Návrh Geminox THRI 10-50 C, rozsah výkonu Q= 9,7 - 48,7 kW při teplotním spádu 75/60 °C

Dva kotle určeny pro vytápění, třetí pro smíšený ohřev TV.

### B.3.2. Dimenzace komínu a přívodu spalin :

Přívod vzduchu ke kotlům bude řešen pomocí ohebného potrubí SEMIFLEX o DN 80, 120, 150 – směrem k poslednímu kotli. Připojeno bude dle technického listu výrobce.

Odvod spalin bude pomocí systému HOVAL do stávajícího komína, který bude vyložkován daným systémem. Průměr odvodního potrubí se mění z DN 80,120 na 150 a končí sopouchem do komína, o vnitřním rozměru 150x150mm.

### B.3.3. Odvod spalin

Přívod i odvod	
Průměr:	80,0 mm
Celková plocha A=	5026,4 mm <sup>2</sup>
3 kotle dohromady:	3*80mm
Plocha	15079,2 mm <sup>2</sup>
stávající komín	
150*150	22500,0 mm <sup>2</sup>
	15079,2 < 22500,0
	<b>Vyhovuje</b>

### B.3.3. Větrání kotelny

Objem vzduchu:

$$V_i = l \cdot O / 3600 = 0,5 \cdot 43,31 / 3600 = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$$

Minim. plocha otvorů

$$S_p = V_i / \mu_p \cdot w_p = 0,006 / 0,65 \cdot 0,8 = 0,011 \text{ m}^2 = 100 \cdot 100 \text{ mm}$$





### **B.3.4 Výpočet tepelných ztrát**

Výpočet tepelných ztrát zadaného objektu. Ukázka jedné místnosti a její změny ve výpočtových parametrech. Pro jednotlivé stavy. Výpočet prostupů pomocí programu Teplo 2009 viz příloha 2.

1.stav = původní stav

2.stav = výměna fasádních a střešních oken a dveří

3.stav = Zateplení na požadované hodnoty stanovené normou ČSN 730540 (platnost do konce roku 2012).

4.stav = Zateplení na doporučené parametry dané normou ČSN 730540

Společné parametry neuváděné v tabulce

Sv. výška místností = 3,82 m

Sv. výška podkroví = 2,5 m

Výpočet tepelných ztrát budov podle ČSN EN 12831 a ČSN 06 0210

Místnost je volena na východní straně objektu, jelikož západní není zateplována vzhledem k její historické hodnotě a nebyla by zde patrna změna tepelné ztráty mezi stavy 2, 3 a 4.

Změny u jednotlivých stavů

Součinitele tepelného prostupu U [W/m <sup>2</sup> K]				
Prvky budovy:	1.stav	2.stav	3.stav	4.stav
Stěna - Historická f.	1,22	1,22	1,22	1,22
Stěna - Us	1,22	1,22	→ 0,38	→ 0,24
Okno - Uo	2,05	→ 0,80	0,80	0,80
Střešní okno - Uso	2,12	→ 0,82	0,82	0,82
Podlaha 1NP Up1	0,91	0,91	→ 0,48	→ 0,38
Střecha Ust	1,21	1,21	→ 0,24	→ 0,16
Příčka Upř1	2,56	2,56	2,56	2,56
Podlaha 2Np+ Up2	0,87	0,87	0,87	0,87
Dveře Ud	1,60	→ 1,00	1,00	1,00
Příčka Upř2	1,30	1,30	1,30	1,30
Souč. tep. mostů Δutb	0,10	→ 0,05	→ 0,02	0,02
souč.infiltrace n <sub>50</sub>	10,00	→ 2,00	2,00	2,00
ENB budovy:	E	→ D	→ C	→ B



1. Původní stav

Místnost 1.13								
Ztráty do Venkovního prostředí (HT,ie)								
				Vstup:	$\theta_{int}$	20	°C	
Typ:	pokoj				$\theta_e$	-12	°C	
	A	$U_k$	$\Delta U_{k,e}$	k	$H_{t,k}$			
	m <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>		W/K			
Stěna	13,13	1,22	0,1	1	17,3316			
Okno	3	2,05	0,1	1	6,45			
Dveře	0	1,5	0,1	1	0			
střecha	0	1,21	0,1	1	0			
stř. okno	0	2,12	0,1	1	0			
					Celkem	23,7816	W/K	
Ztráty do vedlejších místností: (HT,ij)								
Vedlejší místnosti: Koupelna, Wc				Vstup:		$\theta_j$	20	°C
					$\theta_{int,ie}$	20	°C	
					$\theta_e$	-12	°C	
					$f_{ij}$	0		
	A	$U_k$	$f_{ij}$	$H_{t,ij}$				
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>		W/K				
Stěna	0	2,56	0	0				
Strop/pod.	0	0,87	0	0				
				Celkem	0	W/K		
Ztráty do vedlejších místností (HT,iue) Přes nevytáp. míst.								
	A	$U_k$	$\Delta U_{k,e}$	$bu$	$H_{t,k}$	$\theta_{ji}$	3,2	°C
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>		W/K	$\theta_{int,ie}$	20	°C
Podlaha	26	0,91	0,1	0,525	13,25625	$\theta_e$	-12	°C
					Celkem =	13,25625	W/K	$bu =$ 0,525
Ztráty Prostupem (FT,i) :								
$\dot{F}_{T,i} = (H_{t,k} + H_{t,sk} + H_{t,sg} + H_{t,ij}) \cdot (\rho_{k,i} - \rho_k)$				$\Phi_{T,i} =$ 1185,2112 W				
Ztráty větráním (FV,i):								
$\Phi_{V,i} = \max z(H_{v,i}, V_{v,i}) =$				680 W				
počet osob:	5		Minim. Výměna na osobu:		25 m <sup>3</sup> /h			
$F_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\rho_{k,i} - \rho_k)$				$V_{v,i} =$	42,5	m <sup>3</sup>	$\Phi_{V,i}$	680 W
$H_{v,i} = 0,34 \cdot V_{v,i} \cdot \rho_{k,i}$				$n_{min} =$	0,5		$V_{inf} =$	611,2 W
Infiltrace:		$e =$	0	bez oken	$z \leq 10m:$	1	$V_{i,inf}$	95,5
$n_{50} =$	10		0,01	1okno	10-30	1,2		m <sup>3</sup>
			0,02	≥2okna	<30m	1,5		
Celkové ztráty					$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		1865,211 W	



2. stav – výměna oken a dveří

Místnost 1.13										
Ztráty do Venkovního prostředí (HT,ie)										
		Vstup:		$\Theta_{int}$		20 °C				
Typ:	pokoj			$\Theta_e$		-12 °C				
	A	$U_k$	$\Delta U_{ib}$	k	$H_{T,ie}$					
	m <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>		W/K					
Stěna	13,13	1,22	0,05	1	16,6751					
Okno	3	0,8	0,05	1	2,55					
Dveře	0	1	0,05	1	0					
střecha	0	1,21	0,05	1	0					
stř. okno	0	0,82	0,05	1	0					
					Celkem	19,2251	W/K			
Ztráty do vedlejších místností: (HT,ij)										
Vedlejší místnosti: Koupelna, Wc:				Vstup:		$\Theta_{j,i}$		20 °C		
				$\Theta_{int,i}$		20 °C				
				$\Theta_e$		-12 °C				
				$f_{ij}$		0				
	A	$U_k$	$f_{ij}$	$H_{T,ij}$						
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>		W/K						
Stěna	0	2,56	0	0						
Strop/pod.	0	0,87	0	0						
				Celkem	0	W/K				
Ztráty do vedlejších místností (HT,iue) Přes nevytápěné místnosti										
	A	$U_k$	$\Delta U_{ib}$	$b_u$	$H_{T,iue}$	$\Theta_{j,i}$	3,2 °C			
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>		W/K	$\Theta_{int,i}$	20 °C			
Podlaha	26	0,91	0,1	0,525	13,25625	$\Theta_e$	-12 °C			
					Celkem =	13,25625	W/K	$b_u$	0,525	
Ztráty Prostupem (FT,i)										
$F_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ij}) \cdot (\Theta_{int,i} - \Theta_e)$					$\Phi_{T,i} = 1039,4032 \text{ W}$					
Ztráty větráním (FV,i)										
$\Phi_{V,i} = \max z(H_{V,i}, V_{i,n}) = 680 \text{ W}$										
počet osob:	5		Minim. Výměna na osobu:		25		m <sup>3</sup> /h			
$F_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\Theta_{int,i} - \Theta_e)$		$V_{i,n} = 42,5$		m <sup>3</sup>		$\Phi_{V,i}$		680 W		
$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \cdot n_{min}$		$n_{min} = 0,5$				$V_{i,nf}$		611,2 W		
Infiltrace:		$e = 0$		bez oken		$\epsilon < 10m$		1		
$n_{50} = 10$			0,01		1okno	10--30		1,2		
				0,02		>2okna	<30m		1,5	
Celkové ztráty					$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		1719,4032 W			



3.stav - zateplení na požadované hodnoty

Místnost 1.13								
Ztráty do Venkovního prostředí (HT,ie)								
		Vstup:		θ <sub>int</sub>		20 °C		
Typ:	pokoj			θ <sub>e</sub>		-12 °C		
	A	U <sub>k</sub>	ΔU <sub>is</sub>	k	H <sub>tr,s</sub>			
	m <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>		W/K			
Stěna	13,13	0,38	0,02	1	5,252			
Okno	3	0,8	0,02	1	2,46			
Dveře	0	1	0,02	1	0			
střecha	0	0,24	0,02	1	0			
stř. okno	0	0,82	0,02	1	0			
					Celkem			7,712 W/K
Ztráty do vedlejších místností: (HT,ij)								
Vedlejší místnosti: Koupelna, Wc				Vstup:		θ <sub>ij</sub> =		20 °C
				θ <sub>int,ie</sub>		20 °C		
				θ <sub>e</sub>		-12 °C		
				f <sub>ij</sub>		0		
	A	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	H <sub>tr,ij</sub>				
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>		W/K				
Stěna	0	2,56	0	0				
Strop/pod.	0	2,2	0	0				
				Celkem				0 W/K
Ztráty do vedlejších místností (HT,iue)								
						Přes nevytápěné místnosti		
	A	U <sub>k</sub>	ΔU <sub>is</sub>	b <sub>u</sub>	H <sub>tr,u</sub>	θ <sub>ij</sub> =	5,2 °C	
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>		W/K	θ <sub>int,ie</sub>	20 °C	
Podlaha	15	0,6	0,1	0,525	9,1875	θ <sub>e</sub>	-12 °C	
					Celkem =		9,1875 W/K	
					b <sub>ue</sub>		0,525	
Ztráty Prostupem (FT,i):								
$F_{T,i} = (H_{T,ic} + H_{T,iuc} + H_{T,ig} + H_{T,iu}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$				Φ <sub>T,ie</sub>				340,784 W
Ztráty větráním (FV,i):								
				Φ <sub>V,i</sub> = max z (H <sub>v</sub> /V <sub>h</sub> ) =				680 W
počet osob:	5		Minim. Výměna na osobu:		25 m <sup>3</sup> /h			
$F_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$		V <sub>i</sub>	42,5	m <sup>3</sup>	Φ <sub>V,i</sub>			680 W
$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \cdot \rho_{air}$		n <sub>min</sub>	0,5	V <sub>inf</sub>				611,2 W
Infiltrace:		s=	0	bez oken	z < 10m	1	V <sub>i,inf</sub>	95,5
n <sub>exp</sub>	10		0,01	1 okno	10-30	1,2	m <sup>3</sup>	
			0,02	> 2 okna	< 30m	1,5		
Celkové ztráty						Φ <sub>T,i</sub> + Φ <sub>V,i</sub>		1220,784 W



4.stav – zateplení na doporučené hodnoty

Místnost 1.13							
Ztráty do Venkovního prostředí (HT,ie)							
				Vstup:	$\theta_{int}$	20 °C	
Typ:	pokoj				$\theta_e$	-12 °C	
	A	$U_k$	$\Delta U_{kz}$	k	$H_{T,k}$		
	m <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>		W/K		
Stěna	13,15	0,25	0,02	1	3,5451		
Okno	3	0,8	0,02	1	2,46		
Dveře	0	1	0,02	1	0		
střecha	0	0,16	0,02	1	0		
stř. okno	0	0,62	0,02	1	0		
					Celkem	6,0051	W/K
Ztráty do vedlejších místností: (HT,ij)							
Vedlejší místnosti: Koupelna, Wc:				Vstup:			
				$\theta_{j,e}$	20 °C		
				$\theta_{int,i}$	20 °C		
				$\theta_e$	-12 °C		
				$f_{ij}$	0		
	A	$U_k$	$f_{ij}$	$H_{T,ij}$			
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>		W/K			
Stěna	0	2,56	0	0			
Strop/pod.	0	1,45	0	0			
				Celkem	0	W/K	
Ztráty do vedlejších místností (HT,iue) Přes nevytápěné místnosti							
	A	$U_k$	$\Delta U_{kz}$	$b_u$	$H_{T,iue}$	$\theta_{j,e}$	3,2 °C
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/Km <sup>2</sup>		W/K	$\theta_{int,i}$	20 °C
Podlaha	25	0,4	0,1	0,525	6,5625	$\theta_e$	-12 °C
					Celkem =	6,5625	W/K
					$b_u =$	0,525	
Ztráty Prostupem (FT,i) :							
$F_{T,i} = (H_{T,12} + H_{T,13} + H_{T,14} + H_{T,15}) \cdot (\rho_{int,i} - \rho_e)$				$\Phi_{T,i} =$ 402,1632 W			
Ztráty větráním (FV,i): $\Phi_{V,i} = \max z(H_{V,i}/V_{V,i}) =$ 680 W							
počet osob:		5	Minim. Výměna na osobu:			25	m <sup>3</sup> /h
$F_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\rho_{int,i} - \rho_e)$		$V_{V,i} =$	42,5	m <sup>3</sup>	$\Phi_{V,i}$	680	W
$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_{V,i} \cdot n_{min}$		$n_{min} =$	0,5		$V_{inf} =$	611,2	W
Infiltrace:		$\alpha =$	0 bez oken	$\alpha < 10m$	1	$V_{l,inf}$	95,5
$n_{oc} =$	10		0,01 1okno	10-30	1,2		m <sup>3</sup>
			0,02 x2okna	x30m	1,5		
Celkové ztráty					$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$	1082,1632 W	





Tepelné ztráty objektu - 2. slav

1NP		2NP		3NP		4NP		5NP		6NP	
Místnost 1.01	279,426 W	Místnost 2.01	293,183 W	Místnost 3.01	1705,812 W	Místnost 4.01	3023,6 W	Místnost 5.01	149,4 W	Místnost 6.01	1693 W
Místnost 1.02	-429,17 W	Místnost 2.02	68 W	Místnost 3.02	974,4588 W	Místnost 4.02	-8,5 W	Místnost 5.02	0 W	Místnost 6.02	1566,3 W
Místnost 1.03	4008,01 W	Místnost 2.03	-20,004 W	Místnost 3.03	-8,5 W	Místnost 4.03	70,537 W	Místnost		Místnost 6.03	2108,9 W
Místnost 1.04	2447,44 W	Místnost 2.04	408,551 W	Místnost 3.04	-291,4164 W	Místnost 4.04	2893,2 W	Místnost 5.04+5.05+5.06+5.07		Místnost 6.04	2513,7 W
Místnost 1.05	4608,41 W	Místnost 2.05	408,551 W	Místnost 3.05	410,21404 W	Místnost 4.05	2269 W	5.06+5.07			
Místnost 1.06	215,388 W	Místnost 2.06	144,708 W	Místnost 3.06	-155,048 W	Místnost 4.06	1041,3 W	Místnost 5.08			
Místnost 1.07	930,958 W	Místnost 2.07	2237,6 W	Místnost 3.07	760,73031 W	Místnost 4.07	399,46 W	Místnost 5.09			
Místnost 1.08	460,712 W	Místnost 2.08	2657,63 W	Místnost 3.08	2893,2384 W	Místnost 4.08	1979,1 W	Místnost 5.10			
Místnost 1.09	713,368 W	Místnost 2.09	1890,4 W	Místnost 3.09	2268,96 W	Místnost 4.09	291,87 W	Místnost 5.11			
Místnost 1.10	1349,36 W	Místnost 2.10	7048,94 W	Místnost 3.10	1641,28 W	Místnost 4.10	867,68 W	Místnost 5.12			
Místnost 1.11	1454,36 W	Místnost 2.11	1777,15 W	Místnost 3.11	760,73031 W	Místnost 4.11	240,75 W	Místnost 5.13			
Místnost 1.12	4374,91 W	Místnost 2.12	0 W	Místnost 3.12	1979,0976 W	Místnost 4.12	0 W	Místnost 5.14			
Místnost 1.13	1719,4 W	Místnost 2.13	2800,15 W	Místnost 3.13	0 W	Místnost 4.13	2307,1 W	Místnost 5.15+5.16			
Místnost 1.14	3006,26 W	Místnost 2.14	0 W	Místnost 3.14	291,67315 W	Místnost 4.14	426 W	Místnost 5.16			
Místnost 1.15	1828,71 W	Místnost 2.15	127,6 W	Místnost 3.15	867,67644 W	Místnost 4.15	0 W	Místnost 5.18			
Místnost 1.16	1415,86 W	Místnost 2.16	2612,74 W	Místnost 3.16	240,75349 W	Místnost 4.16	2878,2 W	Místnost 5.20			
Místnost 1.17	307,56 W	Místnost 2.17	1215,84 W	Místnost 3.17	0 W	Místnost 4.17	805,92 W	Místnost			
Místnost 1.18	1896,09 W	Místnost 2.18	1632,9 W	Místnost 3.18	2307,1162 W	Místnost 4.18	2849,5 W	Místnost 5.21+5.22+5.23			
Místnost 1.19	1934,51 W	Místnost 2.19	283,541 W	Místnost 3.19	0 W	Místnost 4.19	291,87 W	Místnost 5.24			
		Místnost 2.20	1439,81 W	Místnost 3.20	2907,6624 W	Místnost 4.20	867,68 W	Místnost 5.25			
		Místnost 2.21	2938,67 W	Místnost 3.21	812,98304 W	Místnost 4.21	240,75 W	Místnost 5.26			
<b>Celkem</b>	<b>32842,2 W</b>	<b>Místnost 3.22</b>	<b>2849,4754 W</b>	<b>Místnost 4.22</b>	<b>0 W</b>	<b>Místnost 5.27</b>	<b>1664,1 W</b>	<b>Místnost 5.28</b>	<b>923 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
		<b>Místnost 3.23</b>	<b>27350 W</b>	<b>Místnost 4.23</b>	<b>1641,6 W</b>	<b>Místnost 5.28</b>	<b>1641,6 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
		<b>Místnost 3.24</b>	<b>867,67644 W</b>	<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
		<b>Místnost 3.25</b>	<b>281,67315 W</b>	<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
		<b>Místnost 3.26</b>	<b>240,75349 W</b>	<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
		<b>Místnost 3.27</b>	<b>1641,6 W</b>	<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
		<b>Místnost 3.28</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
		<b>Celkem</b>	<b>28002,5 W</b>	<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>
				<b>Místnost 4.24</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>1744 W</b>	<b>Místnost 5.29</b>	<b>2663 W</b>





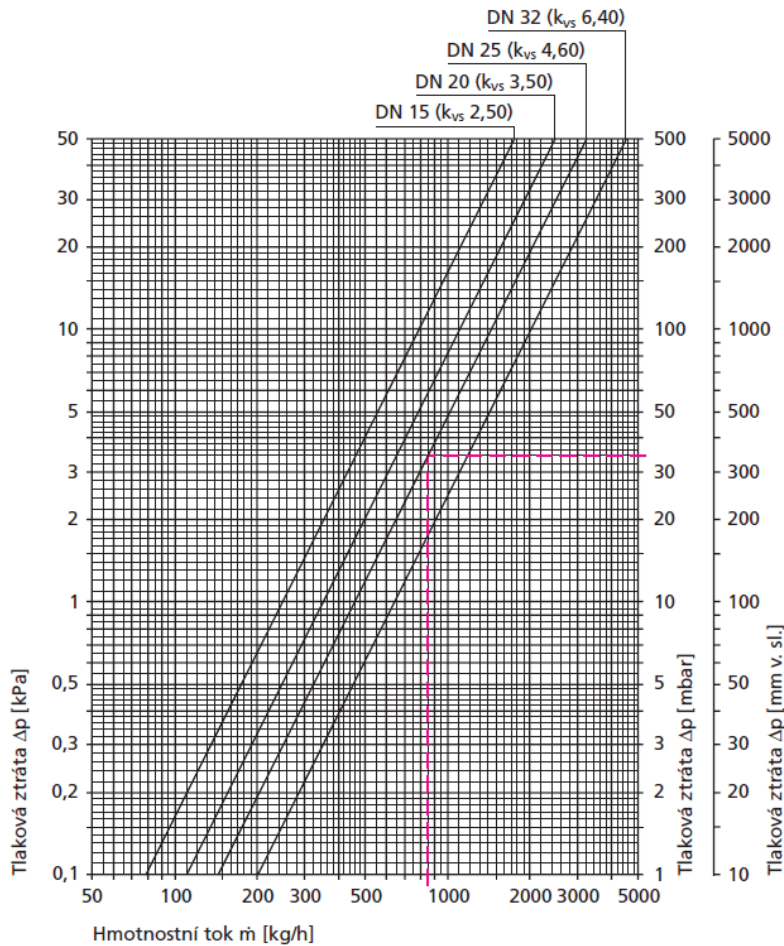


### B.3.5. Dimenzace směšovacího ventilu

Směšovací ventily  $t_1 = 75,0 \text{ } ^\circ\text{C}$   
**Heimeier Vario B DN32**  $t_2 = 60,0 \text{ } ^\circ\text{C}$   
 $c = 1,2 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$   
**Základní rovnice:**  $m = Q/\Delta t \cdot c$

1. Větev  $m = 3,7 \text{ (m}^3\text{/h)}$   
 2. Větev  $m = 4,5 \text{ (m}^3\text{/h)}$

**TLAKOVÁ ZTRÁTA:**  
**ODEČET Z GRAFU PRO DN32** 31,0 kPa  
 50,0 kPa



### B.3.6. Výkon otopných těles

$$Q_{Tskut} = Q_T \cdot \varphi \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3$$

$\varphi = 1$  – koeficient zohledňující připojení tělesa →

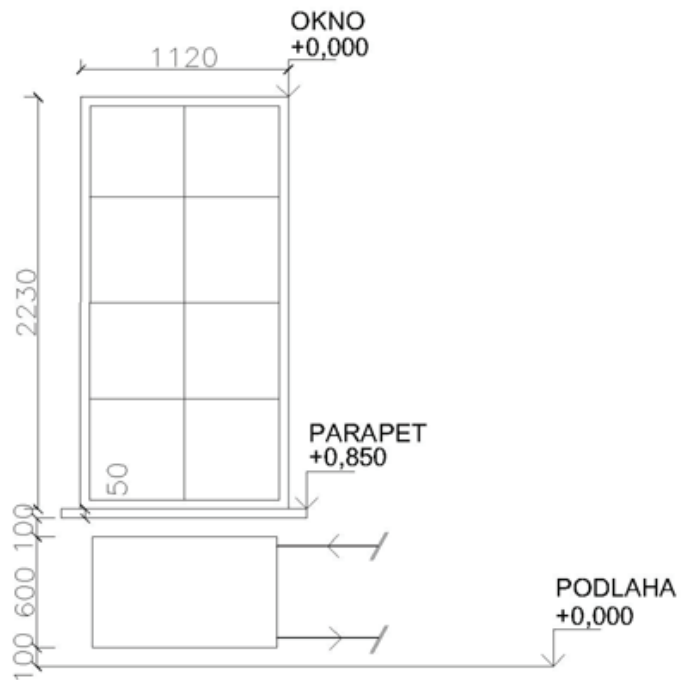
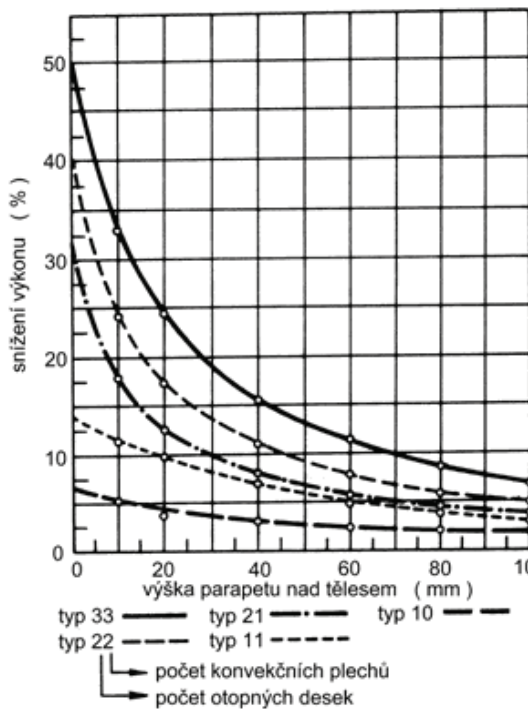
$z_1$  = součinitel na úpravu okolí (zákryt, umístění pod parapetem, nízko u podlahy, do niky....)

$z_2$  = součinitel na počet článků ( u deskových těles není relevantní) = 1

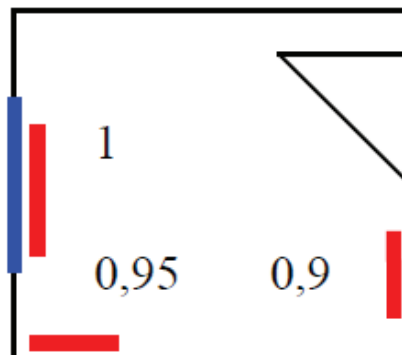
$z_3$  = součinitel na umístění tělesa v místnosti.

$z_1$  – graf

PŘIPOJENÍ	opr. souč.
	$f_x$
1	1,00
2	1,00
3	0,90
4	0,78
5	0,85



$z_3$  = umístění v místnosti





Ukázka návrhu otopných těles pro 2. Stupačku. Radik je v místnosti 515 je doplněn podlahovým konvektorem.

2.Stupačka							
Umístění otop. Těles	$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$ [W]	Návrh Q [W]	z1	z3	$Q_{t\ skut}$ [W]	Vyhovuje	Otopné těleso - Typ Korado Radik Plan..
603	600	678	1	1	678	Ano	1000.400 11
515a	975	1060	1	0,95	1007	Ano	1000.500 21
515b	Konvektor viz výp.2						
404	1450	1631	0,95	1	1549,45	Ano	1000.600 22
401	1540	1631	0,95	1	1549,45	Ano	1000.600 22
308	1450	1631	0,95	1	1549,45	Ano	1000.600 22
302	1000	1060	0,95	1	1007	Ano	1000.500 21
216	1325	1631	0,92	1	1500,52	Ano	1000.600 22
201	1550	1631	0,92	1	1560,541	Ano	1000.600 22
105	2130	2341	0,92	1	2175,257	Ano	1000.600 33
105	2130	2341	0,92	1	2175,257	Ano	1000.600 33

0,92 - nika

výp.2	
<b>Návrh Konvektorů</b>	
místnost 515	
Návrh: Coil-KT L=1500mm	
$\mu$	1
$Q_n$	2167 W
m	1,012688
$t_w$	67,5 °C
$t_a$	20 °C
$Q_{konv} =$	2057,311 W
$Q_{míst.} =$	1950 W
Konvektor pokryje 1/2 ztrát dané místosti, zbytek OT	

### **B.3.7. Návrh otopného potrubí a škrčení TSV ventilů**

R = Ztráty třením – volba dimenze potrubí, ztráta by neměla překročit 100 pa/m

$\zeta$  = ztráty místními odpory

w = rychlosti [m/s]

přípojky k tělesům w = 0,2 m/s

stupačky a horizontální rozvody 0,3 – 0,7 m/s, zdroj 0,5m/s – 1m/s

Tlakové rozdíly zaregulovány TSV, pomocí Kv hodnoty, větší tlakové výkyvy regulují  
vyvažovací ventily na patě každé stupačky. Tabulka pro 2. stupačku

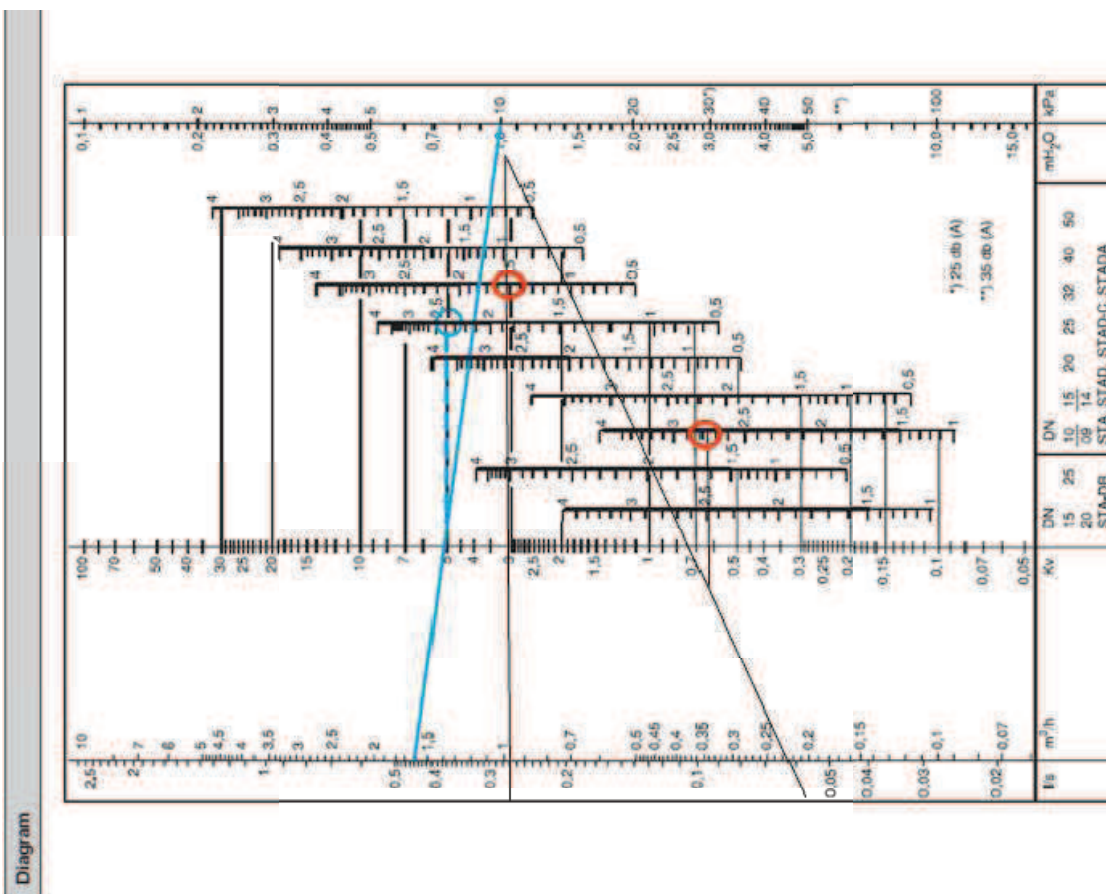
ž.úseku	Q <sub>t</sub> (W)	Ml (m <sup>2</sup> /h)	l (m)	DN(mm)	tl <sub>l</sub> (mm)	R (pa/m)	w(m/s)	R.l	Σξ	Z	Δp <sub>prv</sub>	R.l + z + Δp <sub>prv</sub>	Celkové ztráty Δp <sub>prv</sub>	Δp <sub>potis</sub> (Pa)	KV	škrcení
6-5	578	0,039	10,2	12	1	36,720	0,137	374,539	7	64,679	439,218	54624,346	0,000	max	6	
515a	578	0,039	5	10	1	87,000	0,215	495,000	24	541,400	976,400	54185,127				
515b	2167	0,061	6,3	15	1	22,772	0,127	143,465	15,5	122,568	266,033	53474,760				
5-4	3905	0,124	0,6	15	1	80,345	0,260	48,207	12,7	419,716	467,923	53676,650				
4-3	1531	0,093	1,8	15	1	48,503	0,196	87,305	12,7	237,764	325,069	52648,746				
3-2	1531	0,093	1,8	15	1	48,503	0,196	87,305	12,7	237,764	325,069	52648,746				
2-1	13120	0,752	8,2	28	1,5	68,300	0,426	560,060	2,6	230,297	790,357	51277,831				
1-0	17802	1,020	15,42	42	1,5	58,859	0,469	968,479	3,1	334,110	1300,580	50216,475				
Ztráta od Vyvažovacího ventilu - viz Karta S <sub>2</sub> ξ <sub>2</sub> ventilu + ΔV																

### B.3.8. Návrh vyvažovacích ventilů

Osazeny na patách všech stupaček, Měří průtok, regulují tlakové ztráty, Vyvažování, přednastavení, měření tlaku a průtoku, uzavírání, vypouštění (není vyžadováno, přítomnost VV), Dimenze vždy o řád nižší než dimenze potrubí, Tlaková ztráta ventilu bude přibližně stejná na všech stupačkách, takže ji nebudu započítávat.

Typ TA-STAD

Stupačka	Vypoušt.ventil	Dime	Průtok	Přednastavení	Tlaková ztráta(pa)
1,0	TA-STAD	DN32	1,0	Kvmax	
2,0	TA-STAD	DN40	1,0	0,8	10000,0
3,0	TA-STAD	DN32	0,7	Kvmax	
4,0	TA-STAD	DN32	0,9	Kvmax	
5,0	TA-STAD	DN32	0,9	Kvmax	
6,0	TA-STAD	DN20	0,3	Kvmax	
7,0	TA-STAD	DN15	0,2	Kvmax	
8,0	TA-STAD	DN15	0,3	Kvmax	
9,0	TA-STAD	DN15	0,3	Kvmax	
10,0	TA-STAD	DN32	0,9	Kvmax	
11,0	TA-STAD	DN15	0,2	2,2	10000,0
12,0	TA-STAD	DN32	0,6	Kvmax	
13,0	TA-STAD	DN15	0,2	Kvmax	
14,0	TA-STAD	DN20	0,4	Kvmax	
16,0	TA-STAD	DN25	0,5	Kvmax	





### **B.3.9. Návrh oběhových čerpadel**

Vstupy pro čerpadlo:

Tlaková ztráta 1.větvě – nejvzdálenější těleso :

$$\Delta p_v = 44,304 \text{ kPa}$$

Tlaková ztráta 2.větvě – nejvzdálenější těleso:

$$\Delta p_v = 63,606 \text{ kPa}$$

Přepočet z potřebného tlaku na dopravní výšku:

$$P_{\max 1} = 44,304 \text{ kPa}$$

$$P_{\max 2} = 63,606 \text{ kPa}$$

$$m_1 = 3,673 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$m_2 = 4,545 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = P_{\max} / (\rho \cdot g)$$

$$H_1 = 44304 / (9,81 \cdot 992) = 4,55 \text{ m} \text{ Výpočet viz příloha 2a}$$

$$H_2 = 63606 / (9,81 \cdot 992) = 6,54 \text{ m} \text{ Výpočet viz příloha 2b}$$

Oběhová čerpadla – primární větev

3x Čerpadlo dodávané v setu s kotlem - GRUNDFOS UP-S 15-70

Všechny výše zobrazené výpočty jsou pouze ukázkou z celého řetězce, který můžete najít na CD pod jménem výpočty ve formátu excel.



## **B5 - TECHNICKÁ ZPRÁVA**





## TECHNICKÁ ZPRÁVA

### Úvod

Obytný dům z přelomu 30.let 20.století. Objekt čítá 6 pater plus nevytápěný suterén. 7bytů se nachází v horních patrech , 3 kancelářské prostory v 2NP a 1NP, kde se nachází rovněž školka. Půdorysná plocha činí 367m<sup>2</sup>, objekt je v řadové zástavbě bytových domů v ulici Staňkova v Brně – Královo Poli. Nadmořská výška 1NP objektu je 225,14 m.n.m. V objektu byla vyměněna otopná soustava v 70.letech, plus běžné údržbářské práce.

Objekt je vytápěn Plynovým kotlem o výkonu 160 kW a distribuováno do jednotlivých místností pomocí článkových těles IRSAP. Příprava TV je zajištěna paralelním připojením zásobníku TV ke kotli o objemu 2 m<sup>3</sup>.

V objektu bude provedena modernizace systému vytápění s důrazem na úsporu tepelné a elektrické energie. Výměna otopné soustavy bude provedena co možná s nejnižším zásahem do interiéru. Vlivem jednotlivých úprav na otopné soustavě, či stavebnímu řešení objektu budou postupně vyhodnocovány jednotlivé kroky úspor a srovnávány s předchozím stavem. Cílem bude energeticky úsporný typ odpovídající energetickému zhodnocení B.

### 1.Základní údaje

Objekt se nachází v Brně, pro kterou dle ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění, 5/1994 odpovídá  $t_e = -12^\circ\text{C}$ .

Vnitřní teploty byly určeny z dle ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění, 5/1994.

Obytné místnosti, toalety a vnitřní chodby  $t_i = 20^\circ\text{C}$

Komunikační prostory  $t_i = 15^\circ\text{C}$

Koupelny  $t_i = 24^\circ\text{C}$

Teplota v suterénu, který je nevytápěn byla naměřena  $3^\circ\text{C}$  p ři venkovní teplotě  $-12^\circ\text{C}$ .



Na požadavky objednatele vedení potrubí co nejméně zasahovalo do interiérových změn objektu. V místnostech, kde je minimální tepelná ztráta osazení radiátoru pro teplotu. V 5NP požadovány konvektory před vstupy na lodžie.

## 2. Tepelné ztráty a potřeba tepla

V objektu proběhla celková výměna výplní otvorů, popsána v následující tabulce:

Druh konstrukce	Stávající součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> K]	součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> K] po úpravě
Obvodová nosná stěna do dvora	1,22	0,25
Obvodová nosná stěna do ulice – historická fasáda	1,22	1,22
Střeška	1,21	0,16
Podlaha	0,91	0,4
Okna	2,05	0,8
Dveře	1,6	1
Střešní okna	2,12	0,82

Obvodovou stěnu na západní straně není z hlediska její historické hodnoty možno izolovat.

Nové vchodové dveře - DHD Břeclav Vchodové dveře IV-68 U = 1 W/m<sup>2</sup>K

Nová fasádní okna - DHD Břeclav Prestige Passiv s trojskly U = 0,8 W/m<sup>2</sup>K

Nová střešní okna - VELUX GPU s lemováním EDJ 2000 trojitě zasklení 65 U = 0,82 W/m<sup>2</sup>K

Detailní řešení výměny výplní otvorů viz technická zpráva stavebních úprav.

Tep. ztráty objektu větráním a prostupem po úsporných opatřeních činí Q = 118,752 kW.

Výkonová potřeba tepla pro vytápění činí: Q<sub>p</sub> = 271,7 MWh/rok

Výkonová potřeba tepla pro ohřev TV činí: Q<sub>p</sub> = 66,7 MWh/rok



## 1. Požadavky na energie, jejich spotřeba a úspora

Výkon zdroje tepla vychází z rovnice:

$$= 118,752 \text{ kW}$$

Vzhledem k stávající plynové přípojce a výhodnému tarifu dodavatele E.ON pro roční odběry na 65 MWh zvolen jako primární energie Zemní plyn.

Výkon zdroje tepla pro ohřev TV vychází z rovnice:

— ———

Spotřeba paliva ( zemní plyn ) za rok = 370,08 MWh = 35242 m<sup>3</sup>

Elektrické energie spotřebovaná na provoz otopné soustavy

### 4. Popis technického řešení

#### 4.1 Zdroj tepla – vytápění a příprava TV

Pro vytápění objektu a ohřev TV byla navržena kaskáda 3 kotlů Geminox THRI 10-50 C, rozsah výkonu  $Q = 9,7 - 48,7 \text{ kW}$ . První dva kotle viz. Schéma – část B. projekt jsou určeny pouze na vytápění a převážné většině otopného období budou postačovat na pokrytí potřeby tepla. Poslední kotel je určen na zásobníkový ohřev TV, na který postačuje 9,7 kW z výkonu kotle. Zásobník REGULUS RBC750 o objemu 750l. Napojena bude protiproudově. Při extrémních teplotách kotel pomocí 3cestného ventilu přepne na vytápění a pokryje potřebu tepla, kterou nepokryli první dva kotle. MAR zajistí, aby kotle včas přepnul zpátky na ohřev TV při riziku jejího nedostatku.

#### 4.2. Otopná soustava

HDTV THERMONA DUO THERMSET BACK LINE L 3 / 150 vyrovnává tlakové rozdíly mezi primárním a sekundárním okruhem.

R+S rozděluje sekundární okruh na 2 větve.



1. Větev má za úkol vytápět místnosti na západní straně objektu, je regulována ekvitermním regulátorem a pokojovým termostatem v referenční místnosti 3.20. Teplota otopné vody je regulována směšovací ventil. Oběhové čerpadlo je úsporné, Grundfos Magna 40-100 označ. energet. štítku A.

2. větev má za úkol vytápět místnosti na východní straně objektu, je regulována ekvitermním regulátorem a pokojovým termostatem v referenční místnosti 3.10. Teplota otopné vody je regulována směšovací ventil. Oběhové čerpadlo je úsporné, Grundfos Magna 40-100 označ. energet. štítku A.

Teplotní spád 75/60 °C. Dvoutrubková protiproudá otopná soustava.

Rozvod je tvořen měděným potrubím o dimenzích DN 15 – 54. Ležatý i svislý rozvod je izolován minerální vatou ISOVER ORSTECH v následujících dimenzích

Profil potrubí	Izolace [mm]
DN18	40
DN22	40
DN28	60
DN35	80
DN42	100
DN54	100

Na stoupacím potrubí budou umístěny kompenzátory MEIBES délkové roztažnosti+ pevné a pružné uložení viz výkresy řez otopnou soustavou.

### Kompenzátory

stupačka	č.	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
$l_q =$	[m]	16,4	16,4	13,5	17,5	17,5	16,8	13,5
prodloužení $\Delta l = \text{mm}$	přívod	15,1	15,1	12,3	16,1	16,1	15,4	12,3
	vratka	10,9	10,9	8,9	11,6	11,6	11,1	8,9
Potrubí dim.	DN	15,0	18,0	18,0	15,0	22,0	15,0	12,0
Kompenzátor Witzemann		ALN10.0015.032.1	ALN10.0020.016.1	ALN10.0020.016.1	ALN10.0015.032.1	AFN 10.0025.024.1	ALN10.0015.032.1	ALN10.0015.032.1
prodloužení $\Delta l = \text{mm}$		32,0	16,0	16,0	32,0	24,0	32,0	32,0
	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
	16,8	13,5	16,8	17,5	16,6	13,5	16,6	9,7
	15,4	12,3	15,4	16,1	15,2	12,3	15,2	8,9
	11,1	8,9	11,1	11,6	11,0	8,9	11,0	6,4
	12,0	12,0	12,0	10,0	12,0	8,0	18,0	12,0
	ALN10.0015.032	ALN10.0015.032	ALN10.0015.032.1	ALN10.0015.032.1	ALN10.0015.032.1	ALN10.0020.016.1	ALN10.0015.032.1	ALN10.0015.032.1
	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	16,0	32,0



### **4.3. otopná tělesa**

Otopná tělesa jsou navržena desková zn. Korado Radik Plan VKL či VK osazená TSV. Budou navíc osazeny TS-Hlavice Honeywell Thera 4 s M 30 x 1,5.

Vytápění místností, v kterých se nacházejí větší prosklené plochy :

517,513,510,527,523,522,512,511 budou s podporou konvektorů MINIB-COIL KT, směr proudění vzduchu bude orientován směrem na skleněnou plochu. Budou osazeny TSV s TS-Hlavicemi Honeywell Thera 4 s M 30 x 1,5.

Koupelny budou vytápěny pomocí otopných těles Korado Koralux Comfort Rondo KR.

### **4.4. Zabezpečení**

Primární okruh - zajišťuje membránová expanzní nádoba REFLEX NG R 18/3 o objemu 8l. Pojišťovací ventily, které budou osazeny u každého kotle GIACOMINI R120 3/4" Pot nastaveným na otevírací přetlak 300 kPa.

Sekundární okruh - zajišťuje membránová expanzní nádoba Reflex N200 o objemu 200l napojená expanzním potrubím DN35 na Sběrač. Ta bude chráněna pojišťovacím ventilem, GIACOMINI R120 3/4" Pot nastaveným na otevírací přetlak 400 kPa.

### **5. Ochrana zdraví a ochrana proti hluku a vibracím.**

Soustava je v 1PP objektu v místnosti, která se nachází pod komunikačním prostorem. Stupačky jsou opatřené kompenzátory proti délkové roztažnosti, které fungují i jako tlumiče hluku. Soustava je nehlukná, díky navrženým průtokům do 0,5 m/s.

### **6. Požární bezpečnost**

Hlavní součástí bezpečnostního systému je detekční systém s automatickým uzávěrem plynu, který samočinně uzavře přívod plynu do kotelny při překročení indikovaných limitních parametrů. Do bezpečnostního systému je začleněna i indikace překročení teploty vnitřního vzduchu.

Instalace bezpečnostního systému je zvláště důležitá v souvislosti se změnou ČSN 07 0703, která umožnila snížit průtok větracího vzduchu z výměny trojnásobné na



půlnásobnou. Detekční systém má dvoustupňovou funkci: 1. stupeň - optická a zvuková signalizace do místa obsluhy, nebo dozoru, 2. stupeň - blokovácí funkce (funkce automatického uzávěru). Provoz kotelny může být obnoven až po osobním zásahu obsluhy nebo dozoru.

*Limitní indikované parametry* 1. stupeň:

- koncentrace výbušných plynů (propan-butan, zemní plyn)
- limitní hodnota: 10 % dolní meze výbušnosti  $L_d$
- teplota vnitřního vzduchu  $t_i$  - limitní hodnota:  $t_i = 45 \text{ }^\circ\text{C}$

2. stupeň:

- koncentrace výbušných plynů (propan-butan, zemní plyn)
- limitní hodnota: 20 % dolní meze výbušnosti  $L_d$

## **7. Bezpečnost při realizaci a užívání**

V oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a provozu se vychází z platných norem a bezpečnostních předpisů, které budou dodržovány.

## **8. Požadavky na související profese**

Stavba: Instalace prvků kotelny se provede zkrze poklop v podlaze v místnosti 1.18, která se nachází nad stropem kotelny. Při montáži zajistit vrty a průrazy stěnami pro průchody potrubí u nově vyzdívaných příček

-Zajištění prostupů s chráničkami.

-Protipožární zajištění všech prostupů ÚT dle specifikace profese vytápění

-Zajištění transportní cesty pro zařízení ÚT, potrubí, zajištění transportní cesty

- Podlahu kotelny vyspádovat do kanalizační vpusti.

- koordinace postupu prací v rámci návazných profesích

- zajištění přesunu zařízení

- zajištění důsledné obalení všech regulačních elementů a návazných zařízení, které nebudou demontovány vzhledem k prašnosti



Zemní plyn: Potrubí vč. armatur ke kotli budou vyměněny, kvůli jejich špatnému technickému stavu. Dimenze zůstávají stejné. Na potrubí bude provedena zkouška těsnosti.

Slaboproud – bude potřeba přivést slaboproud do kotelny, jelikož staré čerpadlo bylo silnoproudé. V kotelně bude připojeno 6 čerpadel, které budou pracovat na napětí 230V. Dále pak připojit do sítě MAR a čidla v referenčních místnostech.

Zdravotní instalace:

V kotelně bude ke každému kotli připojeno PE potrubí DN15 pro odvod kondenzátu, které bude ústít do kanalizace. Potrubí pro rozvod TV bude izolováno izolací o stejných dimenzích jako je to u potrubí k vytápění viz část 4.2.

Vzduchotechnika:

Přívod vzduchu ke kotlům bude řešen pomocí ohebného potrubí SEMIFLEX o DN 80, 120, 150 – směrem k poslednímu kotli. Připojeno bude dle technického listu výrobce.

Odvod spalin bude pomocí systému HOVAL do stávajícího komína, který bude vyvložkovaný daným systémem. Průměr odvodního potrubí je DN 80,120,150 a končí sopouchem do komína, o vnitřním rozměru 150x150mm.

Pro další snížení teplených ztrát objektu by bylo vhodné v 1 a 2NP, kde se nachází kanceláře a školka osadit nucené větrání s rekuperací vzduchu. Vzhledem k výšce místností ( 3,3m ) by neměl být rozvod a umístění jednotky problém.

## **9. Zkoušky zařízení:**

Před veškerými zkouškami a uvedením do provozu musí být každé zařízení

propláchnuto. Propláchnutí se provádí při 24hodinovém provozu oběhových čerpadel.

Před uvedením do provozu se musí provést nastavení seřizovacích armatur a armatur na otopných tělesech a naplnit zařízení vodou podle ČSN 07 7401 nebo ČSN 38 3350.



Vyčištění a propláchnutí soustavy je součástí montáže.

O provedení zkoušek bude proveden zápis.

### **9.1. Zkouška těsnosti:**

Zkouška těsnosti bude provedena před pokládkou podlahy, zazděním drážek a příček a provedením izolací. Otopná soustava se naplní vodou, odvzdušní a celé zařízení se zkontroluje.

Nesmějí se projevovat viditelné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěna nejméně 6 hodin, po kterých se provede nová prohlídka.

Výsledek zkoušky se považuje za úspěšný, neobjeví-li se při této prohlídce netěsnosti a nebo neprojeví-li se znatelný pokles hladiny v expanzní nádobě.

### **9.2. Zkouška provozní:**

Dilatační zkouška se provádí před zazděním drážek a příček a provedením izolací.

Při této zkoušce se teplotně odolná látka ohřeje na nejvyšší pracovní teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Poté se tento postup ještě jednou opakuje. Zjistí-li se pak po podrobné prohlídce netěsnosti zařízení, popř. jiné závady, je nutno zkoušku po provedení opravy opakovat.

Tuto zkoušku je možno provést v každé roční době.

Topná zkouška se provádí za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení.

Kontroluje se správná funkce armatur, rovnoměrné ohřívání otopných těles, dosažení





projektovaných teplot a tlaků, správnou funkci regulačních, měřících a zabezpečovacích zařízení, nejvyšší výkon zdrojů tepla a výkon zdroje tepla při max.odběru TV. Topná zkouška by měla trvat nejméně 24 hodin.



V Brně dne 8.1.2011

Zpracoval: Bc.Rokůšek Petr

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## C) Experiment

**Nepřímé měření součinitele teplotní vodivosti  $\lambda$**

**Téma : Úspory ve vytápění /*The savings in heating buildings***

**Zpracovatel /Author/ : Bc.Rokůsek Petr**

**Vedoucí Práce /Supervisor/ : Ing. Marcela Počinková Ph.D**

**Diplomová práce 2012 /Diploma thesis 2012/**

**Datum /Date/ : 24.11. 2011**



## ČÁST C - EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

### C.1.1 Obsah

V experimentální části diplomové práce se budu zabývat problematikou vedením tepla stěnou, která bude tvořena různými typy materiálů. Měření proběhla v laboratorních podmínkách, kde bylo nasimulováno venkovní prostředí o běžných venkovních teplotách a povětrnostních podmínkách panujících v České Republice. Byl zkoumán konvektivní prostup tepla zkrz tři různé konstrukce, které se od sebe lišily kombinací a složením jednotlivých materiálů, které budou v následujících kapitolách blíže popsány. Cílem práce je určení hodnoty součinitele tepelné propustnosti  $\lambda$  jednotlivých materiálů a porovnání jeho hodnoty s hodnotami zadanými výrobcem. Dále potom celkový prostup danou konstrukcí, výhody a nevýhody dané konstrukce a vliv pohybu vzduchu na venkovního součinitele přestupu tepla  $\alpha$ . Při výpočtu je uvažován stacionární děj.



Obsah práce:

C.1.1 Obsah .....	- 116 -
C 1. Princip vedení tepla .....	- 120 -
<i>Ustálené vedení tepla</i> .....	- 120 -
C.2. Experiment – nepřímé měření součinitele tepelné vodivosti $\lambda$ . .....	- 123 -
C.2.1 Informace o experimentu .....	- 123 -
C.2.1.1. Popis experimentu: .....	- 123 -
C.2.1.2. Místo experimentu .....	- 124 -
C.2.1.3. Prvky měřící soustavy .....	- 124 -
C.2.2. Popis + zapojení I. skladby .....	- 126 -
C.2.2.1. Schéma zapojení I. skladba .....	- 128 -
C.2.2.2. Výsledky Experimentu .....	- 129 -
C.2.2.3. Komentář k experimentu .....	131
C.2.2.3.1. Měřené hodnoty .....	131
C.2.2.3.2. Použité vzorce .....	131
C.2.2.3.3. Vyhodnocení .....	132
C.2.2.3.4. Závěr .....	134
C.2.3. Popis + zapojení II. Skladby .....	134
C.2.3.1. Schéma zapojení II. skladba .....	135
C.2.3.2. Výsledky Experimentu .....	136
C.2.3.2.1.; C.2.3.2.2. Měřené hodnoty a použité vzorce .....	138
C.2.3.2.3. Vyhodnocení .....	138
C.2.3.2.4. Závěr .....	139
C.2.4. Popis + zapojení III. Skladby .....	140
C.2.4.1. Schéma zapojení III. skladba .....	141
C.2.4.2. Výsledky Experimentu Tab. 6 Naměřené + vypočítané hodnoty .....	142
C.2.4.2.1.; C.2.4.2.2. Měřené hodnoty a použité vzorce .....	144
C.2.4.2.3. Vyhodnocení .....	144
C.2.4.2.4. Závěr .....	145
C.3 Další sledované veličiny .....	146
C.3.1. Součinitel přestupu tepla $\alpha$ .....	146
C.3.1.1 Hodnoty pozorované v měření .....	146



C.3.1.2 Vyhodnocení .....	147
C.3.2. hustota tepelného toku $q$ .....	151
C.3.2.1 Vyhodnocení .....	151
Bibliografické citace: .....	153



Seznam použitých značek a symbolů:

<i>Značka</i>	<i>veličina</i>	<i>Jednotka</i>
A	plocha	m <sup>2</sup>
d	tloušťka	m
D	celková tloušťka	m
t <sub>i</sub>	teplota interiéru	°C
t <sub>e</sub>	teplota exteriéru	°C
t <sub>p, n</sub>	teplota povrchu určité vrstvy	°C
q	hustota tepelného toku	W/m <sup>2</sup>
Q	Výkon	W
U	Součinitel prostupu tepla	W/m <sup>2</sup> K
R	Součinitel tepelného odporu	m <sup>2</sup> K/W
α	Součinitel přestupu tepla	W/m <sup>2</sup> K
λ	Součinitel tepelné vodivosti	W/m.K
τ	čas	s
φ	Relativní vlhkost vzduchu	%



## C 1. Princip vedení tepla

*Vedení kondukce tepla je jeden ze způsobů šíření tepla v tělesech, při kterém částice látky v oblasti s vyšší střední kinetickou energií předávají část své pohybové energie prostřednictvím vzájemných srážek částicím v oblasti s nižší střední kinetickou energií. Částice se přitom nepřemísťují, ale kmitají kolem svých rovnovážných poloh.*

*Vedení tepla je nejčastější způsob šíření tepla v pevných tělesech, jejichž různé části mají různé teploty. Teplo se vedením šíří také v kapalinách a plynech, kde se však uplatňuje spíše přenos tepla prouděním.*

*Rychlost vedení tepla určuje tzv. tepelnou vodivost. Porovnat látky podle jejich tepelné vodivosti umožňuje veličina součinitel tepelné vodivosti. Podle tohoto součinitele se látky dělí na*

- *tepelné vodiče - látky s vysokou rychlostí vedení tepla a velkým součinitelem tepelné vodivosti*
- *tepelné izolanty - látky s nízkou rychlostí vedení tepla a malým součinitelem tepelné vodivosti*

*Vedení tepla lze z hlediska dynamiky procesu rozdělit na*

- *ustálené (stacionární) vedení tepla - teplotní rozdíl mezi jednotlivými částmi tělesa se v čase nemění.*
- *neustálené (nestacionární) vedení tepla - teplotní rozdíly mezi jednotlivými částmi tělesa mezi kterými se teplo přenáší se postupně vyrovnávají*

### *Ustálené vedení tepla*

*Ustálené vedení tepla na stěně o tloušťce  $d$ , jejíž jedna strana je udržována na teplotě  $t_1$  a druhý konec je udržována na teplotě  $t_2$ . Teplotní rozdíl  $t_2 - t_1$  je tedy stálý teplota klesá rovnoměrně od teplejší straně k chladnější.*





Podíl se nazývá teplotní spád (gradient) (K/m, °C/m).

$$\text{—————} \quad (1)$$

Množství tepla  $Q$ , které za těchto podmínek projde libovolnou tloušťkou  $d$  stěny za dobu  $\tau$ , je roven

$$\text{—————} \quad (2)$$

Konstanta úměrnosti  $\lambda$  je součinitel tepelné vodivosti (tepelná vodivost).

Teplo procházející plochou určuje tzv. tepelný tok. Množství tepla  $Q$ , které projde plochou  $S$  za čas  $\tau$  se označuje jako hustota tepelného toku

$$q = \frac{Q}{\tau S} \quad (3)$$

Podle předchozích vztahů tedy při ustáleném stavu platí

$$q = \lambda \frac{t_2 - t_1}{d} \quad (4)$$

Pokud tloušťku vrstvy  $d$  zmenšujeme na  $dx$ , změní se na této tenké vrstvě teplota o  $-dt$ . Vztah pro hustotu tepelného toku můžeme tedy přepsat

$$q = -\lambda \frac{dt}{dx} \quad (5)$$

Teplotní gradient se však může měnit nejen ve směru osy  $x$ , ale také v ostatních směrech. Jedná se tedy o vektorovou veličinu, což lze s pomocí operátoru gradientu vyjádřit jako

$$\mathbf{q} = -\lambda \cdot \text{grad } t \quad (6)$$

Z tohoto vztahu je vidět, že průběh teploty v rovinné desce je při ustáleném proudění tepla lineární. Předchozí vztahy lze využít při řešení problému průchodu tepla rozhraním. Tento vztah bývá také označován jako Fourierův zákon.



Pokud se těleso (např. deska), kterým teplo prostupuje skládá z  $n$  vrstev o různé tepelné vodivosti  $\lambda_q$  a tloušťce  $d_q$  pro  $q$ -tou vrstvu, pak za ustáleného stavu musí být hustota tepelného proudu ve všech vrstvách stejná, tzn.

$$q = \frac{\lambda_1}{d_1}(t_1 - t_2) = \frac{\lambda_2}{d_2}(t_2 - t_3) = \dots = \frac{\lambda_n}{d_n}(t_n - t_{n+1}) \quad (7)$$

Pro celkový rozdíl teplot pak dostáváme

$$t_1 - t_{n+1} = (t_1 - t_2) + (t_2 - t_3) + \dots + (t_n - t_{n+1}) = q \frac{d_1}{\lambda_1} + q \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + q \frac{d_n}{\lambda_n} = q \sum_{k=1}^n \frac{d_k}{\lambda_k} \quad (8)$$

Hustotu tepelného toku takovou deskou lze tedy vyjádřit jako

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{k=1}^n \frac{d_k}{\lambda_k}} \quad (9)$$

$$\frac{d_k}{\lambda_k}$$

Podíl  $\frac{d_k}{\lambda_k}$  se nazývá měrný tepelný odpor vrstvy.

Výpočet součinitele přestupu tepla na povrchu desky dostáváme upravením vztahu (4) a je podílem hustotou tepelného toku a rozdílu teplot na povrchu desky a okolním prostředím.

$$(10)$$

$$\text{—————} \quad (11)$$

Pokud přestupu na vnější a vnitřní straně zdi spolu s vedením tepla přes jednotlivé vrstvy sečteme dohromady dostáváme. Převrácená hodnota tohoto čísla dává součinitele prostupu tepla.

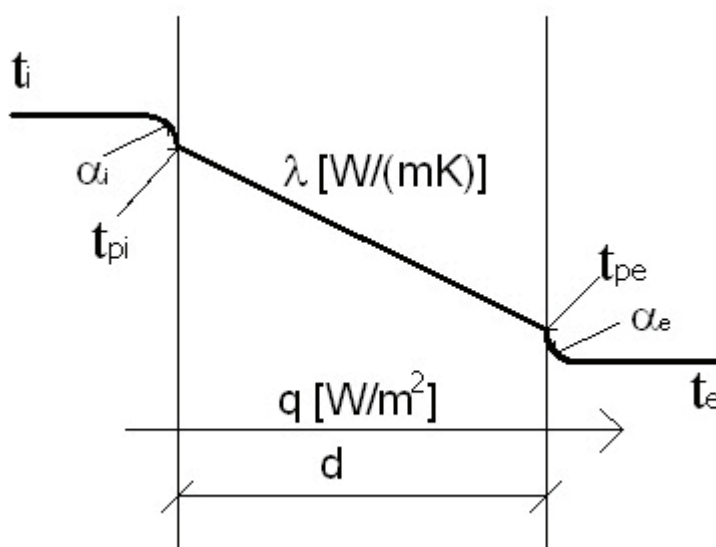
$$\text{—————} \quad (12)$$

## C.2. Experiment – nepřímé měření součinitele tepelné vodivosti $\lambda$ .

### C.2.1 Informace o experimentu

#### C.2.1.1. Popis experimentu:

Experiment je zaměřen na stacionárním vedení (kondukcí) tepla konstrukcí, změření součinitele tepelné vodivosti, popř. součinitele přestupu tepla na ochlazované stěně různých stavebních materiálů a porovnání s tabulkovými hodnotami. Jak je známo, teplo jde z teplejšího místa do studenějšího viz obr 1. Na každé straně stěny musí tedy být docíleny dvě různé teploty. První strana do laboratoře, dále jen „L“ bude simulovat stranu interiéru a druhá strana co je přistavena k mrazničce, dále jen „M“, bude simulovat venkovní prostředí při nízkých teplotách. Mraznička bude pomocí Carnotova cyklu přes výparník produkovat chlad, axiální ventilátor umístěný v mrazničce bude nahrazovat vliv povětrnostních podmínek a vát chladný vzduch na povrch materiálu. Teplo bude prostupovat přes konstrukci ohřátou na teplotu interiéru a bude ji ochlazovat do ustáleného teplotního stavu. Schéma zapojení experimentu je v následujících kapitolách. Výstupem experimentu bude vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla  $\lambda$  a jeho porovnání s hodnotami uváděnými výrobcem. Měření je prováděno nepřímo, tzn. že hodnota  $\lambda$  nebude změřena, ale pomocí fyzikálních rovnic dopočítána.





### **C.2.1.2. Místo experimentu**

Laboratoř ústavu Technických zařízení budov č.dv. E520, areál VUT-FAST, Veveří 331/95 Brno.

Doba trvání experimentu

- 1.Den - příprava měřících zařízení, kalibrace čidel, ústředny, materiálu.
- 2.Den – zkušební měření, přenos dat do Pc, ověření správného nastavení čidel, ústředny a dodatečné úpravy.
- 3.Den – Měření skladby č.I ( stěna s vnitřní izolací ). Po dobu 5ti hodin docílena požadovaná teplota.
- 4.Den – Měření skladby č.II ( Sendvičová konstrukce ) . Měřeno 16hodin, kvůli otázkám chování při extra nízkých teplotách.
- 5.Den – Měření skladby č.II ( Sendvičová konstrukce ) . Měřeno 6hodin s vypnutým ventilátorem.
- 6.Den – Měření skladby č.III ( Příklad Ytong ). 4hodiny.
- 7.Den – Kopírování dat, ukončení experimentální části měření a příprava na zpracovávání.

### **C.2.1.3. Prvky měřící soustavy**

- 1) Mraznička Elektrolux Electrolux ERC 19002 W8 Intuition obr. 2
- 2) Měřená skladba konstrukce – 3varianty
- 3) 9x termodrát s datovou koncovkou pro napojení do ústředny Almemo obr. 3
- 4) Ústředna ALMEMO 5690-2, obr. 6
- 5) 2x Snímač hustoty tepelného toku ALMEMO FQA018C obr. 7
- 6) 2x Kulový teploměr obr. 4
- 7) Axiální ventilátor ARCTIC F9 V=73,1m<sup>3</sup>/h + napojení na 9V baterii obr. 8
- 8) Vlhkostní čidlo ALMEMO FHAD462 pro snímání vlhkosti a teploty obr. 5
- 9) Počítač + datový kabel s příslušným komunikačním softwarem obr. 9



a elektrolux [2]



br. 3  
loměr [3]



át s datovou koncovkou [4]



br. 5 Vlhkostní  
[5]

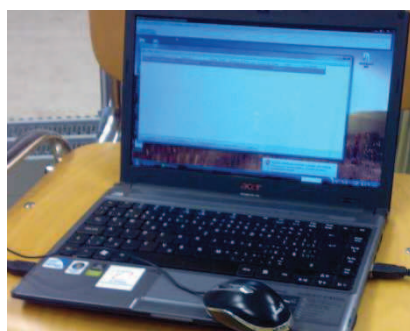


6 Axiální  
[7]

C.2.1.3. Obr.5 Ústředna Almemo [6]



nač [8]



ítač [9]

## C.2.2. Popis + zapojení I. skladby

První skladba stěny která byla, zvolena je tzv. Francouzsky zaizolovaná zeď. Vrstvy tvoří směrem z interiéru polystyren a příčkovka Porotherm viz obr.10. Tento typ skladby se může vyskytovat např. v objektech, kde nemůžeme izolovat fasádu z vnější strany ( historická fasáda, pohledový beton...). Skladba, jak je v příloze 1. Patrné, byla opatřena snímači hustoty tepelného toku na vnitřní a vnější straně, dále teplotními čidly na vnitřní i vnější straně a mezi vrstvami. Dále zde máme čidlo pro snímání vlhkosti vzduchu v mrazničce, laboratorní vlhkost byla naměřena na  $\varphi=40\%$  a dále budeme počítat, že se nemění. V laboratoři a v mrazničce jsou kulové teploměry viz text 1,

s jejichž teplotou budeme dále počítat, jelikož zohledňujeme vliv sálání. Skladba je pevně připevněna k mrazničce, aby nedošlo k zbytečnému úniku chladu. Ventilátor zaručuje ochlazování a lepší přestup tepla ( vyšší součinitel přestupu tepla  $\alpha$  ). Měření potrvá cca 5h, dokud nebude docíleno požadované venkovní teploty, která činí cca 15°C.

Výsledný kulový teploměr (Vernonův teploměr, Missénárdův teploměr): teploměr (nejčastěji skleněný), jehož čidlo je umístěno ve středu kulového pláště o průměru 100 až 150 mm z tenkého měděného plechu, s matným černým nátěrem na vnější stěně. Kulový teploměr udává tzv. výslednou teplotu okolního prostředí, jako míru ochlazovacího účinku tohoto prostředí. [2]



dba I - Porotherm 11,5 + EPS  
[10]

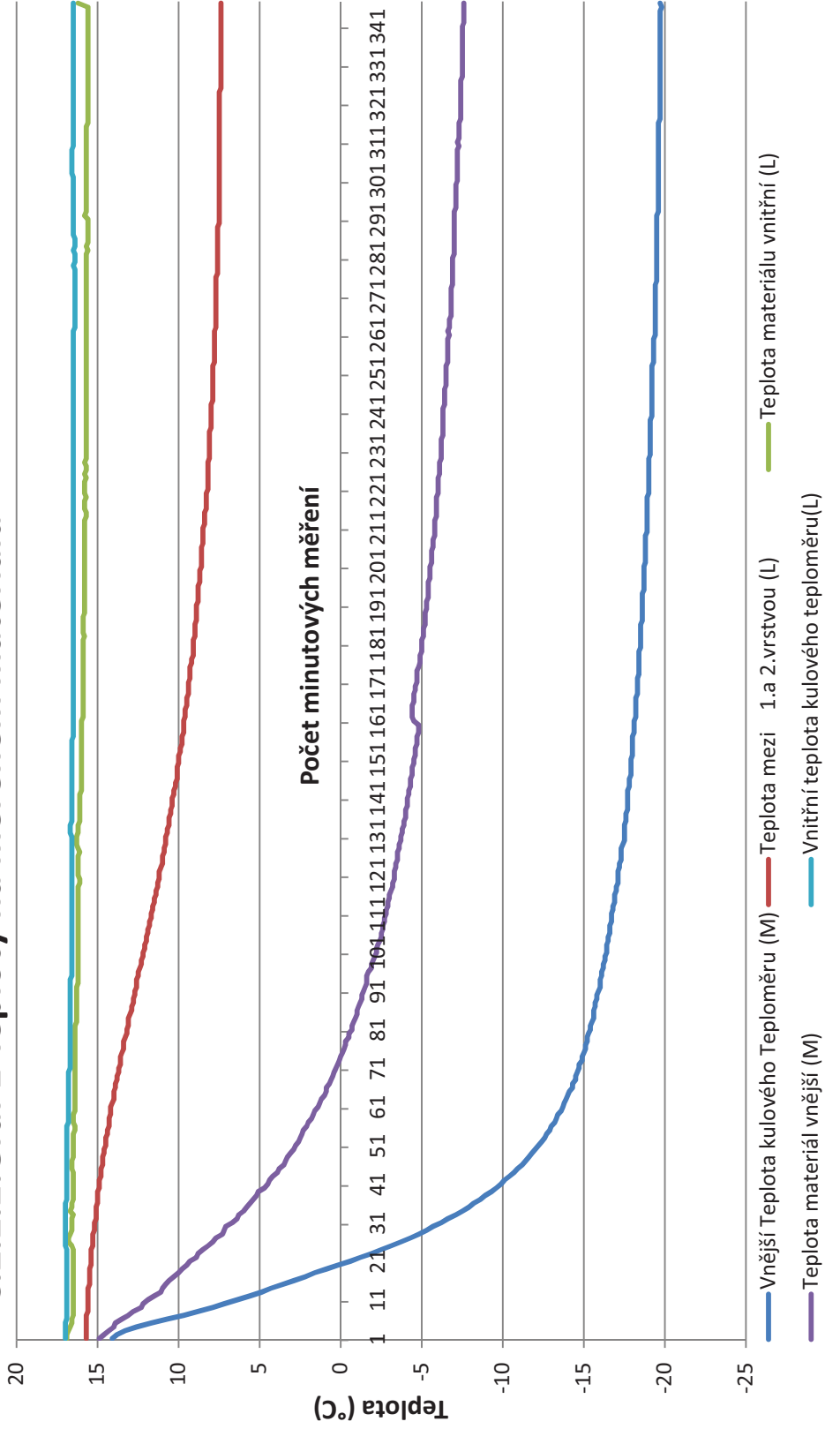


### **C.2.2.1.Schéma zapojení I.skladba**





**C.2.2.2.Graf 1 Teploty na měřeném materiálu**





### C.2.2.3. Komentář k experimentu

#### C.2.2.3.1. Měřené hodnoty

Vnitřní veličiny – Veličiny v mrazničce, ozn. (M) – reprezentuje venkovní prostředí.

Venkovní veličiny – veličiny v laboratoři, ozn. (L). – reprezentuje vnitřní prostředí.

$q$  = Hustota tepelného toku – vnější strana ( Laboratoř = L ) +  
+ vnitřní strana ( Mraznička = M ) [W/m<sup>2</sup>K] – přesnost cca 10 W/m<sup>2</sup>K.

$t_i, t_e$  = Teplota vnitřní a vnější – Pro případné stanovení výkonu sálavých ploch. [°C]

$t_{ki}, t_{ke}$  = Teplota kulového teploměru venkovní a vnitřní – měří globální teplotu  
v místnosti tj. včetně teploty sálavých ploch. ( Vzaty do výpočtu ) [°C]

$t_{p(i)}$  = Teploty mezi jednotlivými vrstvami materiálu – pro výpočet jednotlivých  
tepelných gradientů potažmo  $\lambda$  jednotlivých vrstev.[°C]

$d_{(i)}$  = Tloušťky materiálů [m].

$\varphi_i, \varphi_e$  = Relativní vlhkosti vzduchu vnější a vnitřní [%], Teplota na stěně ledničky,  
datum a čas měření slouží pouze jako informativní veličiny.

#### C.2.2.3.2 Použité vzorce

Výpočet teplotního gradientu z teplot mezi jednotlivými vrstvami materiálu.

$$\text{—————} \quad (1)$$

$t_{p2}$  = teplota na vnitřním povrchu materiálu [°C]

$t_{p1}$  = teplota na vnějším povrchu materiálu [°C]

$d$  = tloušťka materiálu [m]

Vztah pro výpočet hustoty tepelného toku (9) při ustáleném toku. Poupravením dostáváme

(9)

— (13)

$q$  = Hustota tepelného toku pro danou vrstvu materiálu [W/m<sup>2</sup>K]

$\lambda$  = součinitel tepelné vodivosti [W/mK]

$\nabla$  = Teplotní gradient [°C/m]

### C.2.2.3.3. Vyhodnocení

Účelem experimentu byl výpočet součinitelů teplotní vodivosti  $\lambda$  materiálů příčkovky Porotherm a XPS a jejich srovnání s tabulkovou hodnotou. Hodnota  $\lambda$  postupně klesala vzhledem k ustalování teplot povrchových ploch.

0,175	72,72727273	0,31	0,04	3,152	3,375
0,175	72,72727273	0,31	0,04	3,144	3,375

C.2.2.3.3.Obr.11 Výřez z tabulky 1

$\lambda_{\text{Poro}} = 0,31$  [W/m<sup>2</sup>K]  $d = 0,114$  m

$\lambda_{\text{XPS}} = 0,04$  [W/m<sup>2</sup>K]  $d = 0,110$  m

Což je pro srovnání s hodnotami z technického listu od výrobce :



**Formát**  
1000 x 500 mm Na přání zákazníka je možno vyrobit jakýkoli rozměr desek (maximálně 5000 x 1200 x 1000 mm)

**Použití**  
Ploché střechy a podlahy s běžným zatížením

**Barevné označení**  
černá - černá - černá

**Součinitel tepelné vodivosti**  
0,037 W/mK

Síla desek (cm)	Balení (m <sup>2</sup> )	Tepelný odpor (m <sup>2</sup> K/W)
1	25,0	0,27
2	15,0	0,54
3	10,0	0,81
4	7,5	1,08
5	6,0	1,35
6	5,0	1,62
7	4,0	1,89
8	3,5	2,16
9	3,0	2,43
10	3,0	2,70
11	2,5	2,97
12	2,5	3,24
13	2,0	3,51
14	2,0	3,78
15	2,0	4,05

**Klasifikace vlastností podle ČSN EN 13163**

Souč. tep. vodivosti W/mK	0,038
Odchylka tloušťky T mm	T1 ± 2
Odchylka délky L pro šířky <500 mm	L1 ± 3
pro délky > 500 mm	± 0,6%

C.2.2.3.3. Obr. 12 XPS, data od výrobce

[12]

### Tepelně-technické údaje

zdivo na maltu	u %	$\lambda_U$ W/mK	$R_U$ m <sup>2</sup> K/W	$U_{ext}$ W/m <sup>2</sup> K
obyčejnou ( $\lambda_U=0,83$ W/mK)				
bez omítek	0	<b>0,34</b>	0,34	1,65
bez omítek	0,5	0,35	0,33	1,70
s omít. obyč.*	0,5	0,38	0,38	1,55

\* oboustranná vápenocementová omítka tl. 15 mm

### Požární odolnost

Požárně dělicí nenosná stěna s oboustrannou omítkou



C.2.2.3.3 Obr. 13 Porotherm, data od výrobce [13]

Hodnoty udávané výrobcem:

$$\lambda_{\text{Porotherm}} = 0,34 \text{ [ W/m2K ]} \quad \lambda_{\text{XPS}} = 0,038 \text{ [ W/m2K ]}$$

	$\lambda$ měření	$\lambda$ výrobce	
Porotherm	0,31	0,34	(W/mK)
XPS	0,04	0,038	(W/mK)

C.2.2.3.3. Tab.3 Porovnání naměřených a skutečných hodnot

[3]



#### **C.2.2.3.4. Závěr**

Jak lze výše v tabulce vyčíst, čísla se takřka shodují. Chybu měření pravděpodobně vznikla nepřesností čidel, tepelnými vlastnostmi lepenky, kterou byly čidla přichyceny, nepřesnosti měření či nedokonalostí materiálu. Musíme navíc uvážit kvalitu přístrojového vybavení zkušebny materiálů s našimi laboratorními podmínkami.

#### **C.2.3. Popis + zapojení II. Skladby**

Druhá skladba stěny, která byla zvolena je tzv. Sendvičová zeď. Vrstvy tvoří směrem z interiéru XPS, OSB deska a Minerální vata viz schéma 2. Rozmístění čidel je stejné jako u skladby I., jen s tím rozdílem, že bylo osazeno teplotní čidlo mezi 2.a 3.vrstvu konstrukce. Tento typ skladby se může vyskytovat např. u dřevostaveb a nízkoenergetických domů či pasivních domů. Měření bylo prováděno při stejných podmínkách jako I. skladba.



### C.2.3.1. Schéma zapojení II.skladba

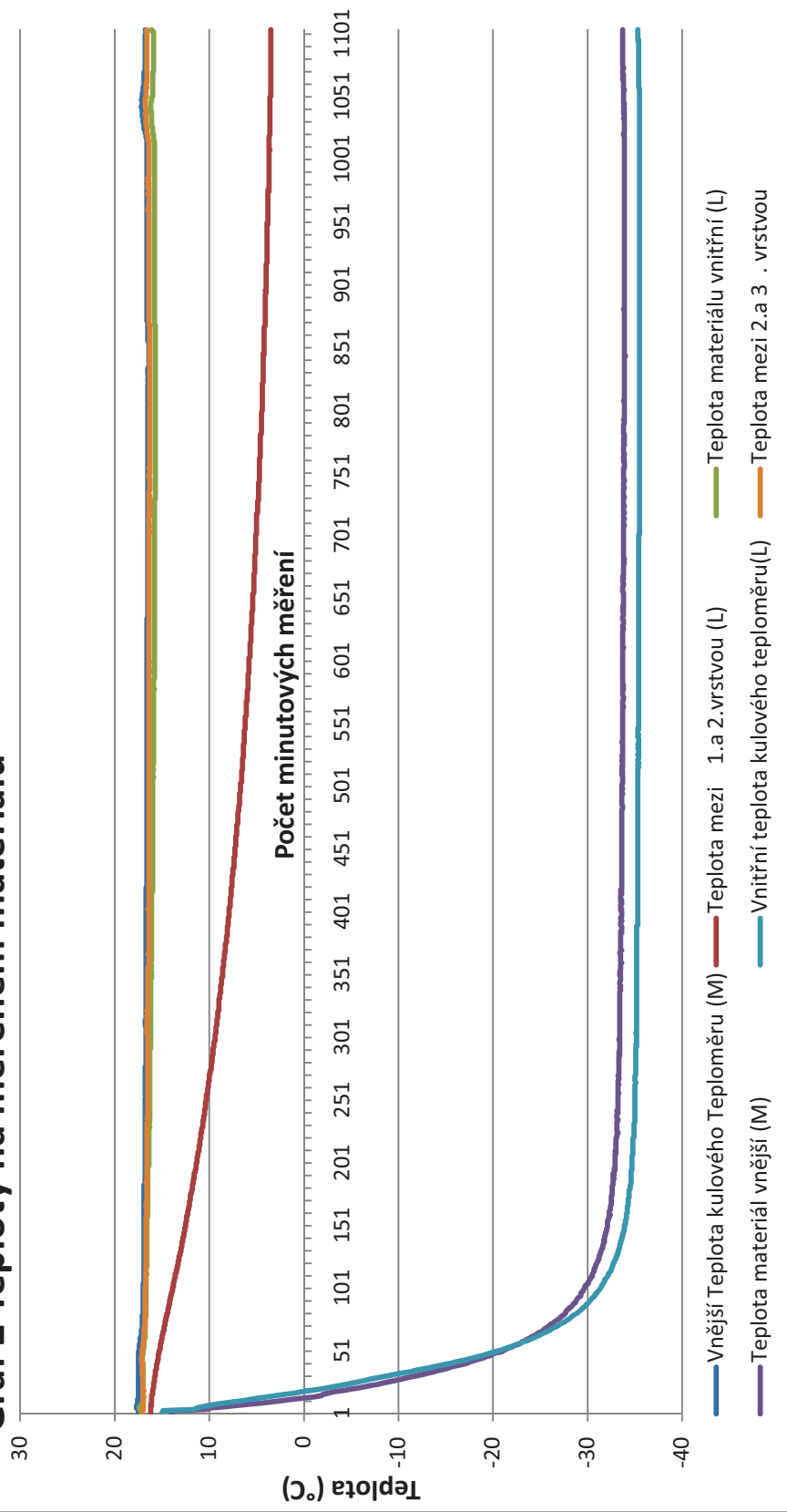
### C.2.3.2. Výsledky Experimentu

Tab.4 Naměřené + vypočítané hodnoty

Tepelný tok (W/m²)	Tepelný tok (W/m²)	M01: °C	M03: °C	M04: °C	M06: °C	M07: °C	M05: °C	M11: °C	M12: °C	M02: °C	M09: °C	Teplotní gradient			Souč. tepl. vodivosti			součet přestupu tepla (W/m²K)	součet vnitřního přestupu tepla (W/m²K)	rozdíl teploty (°C)
												ΔT <sub>1</sub>	ΔT <sub>2</sub>	ΔT <sub>3</sub>	λ <sub>1</sub>	λ <sub>2</sub>	λ <sub>3</sub>			
14,6	0,4	-53,06	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,5	-118,55	0,01	0,045	0,13	44,00	8,11	2,00	48,4
14,9	0,4	-53,15	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,4	-119,17	0,01	0,047	0,122	44,00	8,28	2,00	49,4
14,2	0,4	-32,2	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,4	-320,29	0,01	0,044	0,116	44,00	7,89	2,00	49,5
14,2	0,4	-33,15	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,8	-320,29	-0,90	0,044	0,116	44,00	7,89	2,00	49,5
14,1	0,4	-32,2	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,8	-320,29	-0,90	0,044	0,112	44,00	7,83	1,33	48,6
14,2	0,4	-33,25	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,6	-320,29	-0,90	0,044	0,115	44,00	7,89	1,33	49,6
14,2	0,4	-33,39	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,6	-321,01	-0,90	0,044	0,113	44,00	7,89	1,33	49,7
14,2	0,4	-33,46	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,4	-321,74	-0,90	0,044	0,113	44,00	8,35	1,33	49,7
14,1	0,5	-33,55	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,6	-321,74	-0,90	0,044	0,109	44,00	7,83	1,67	48,8
14,1	0,5	-33,59	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,6	-321,74	-0,90	0,044	0,109	44,00	7,83	1,67	48,9
13,9	0,5	-33,63	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,3	-321,74	-0,90	0,043	0,107	44,00	7,83	1,67	49,0
13,6	0,5	-33,67	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,5	-321,74	-0,90	0,042	0,102	44,00	7,56	1,67	50
13,8	0,5	-33,71	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13	-321,74	-0,90	0,043	0,104	44,00	7,32	1,67	50,1
13,8	0,5	-33,74	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13,4	-322,46	-0,90	0,042	0,101	44,00	7,50	1,67	50,1
13,1	0,5	-33,76	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,6	-321,74	-0,90	0,041	0,095	44,00	7,28	1,67	50,1
13,2	0,5	-33,83	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,7	-322,46	-0,90	0,041	0,095	44,00	7,33	1,67	50,2
13,3	0,5	-33,87	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,7	-322,46	-0,90	0,041	0,095	44,00	7,33	1,67	50,2
13,1	0,5	-33,91	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,7	-322,46	-0,90	0,041	0,093	44,00	7,28	1,67	50,3
13,1	0,5	-33,95	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-13	-322,46	-0,90	0,041	0,093	44,00	7,28	1,67	50,3
13,1	0,5	-33,97	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,9	-322,46	-0,90	0,041	0,093	44,00	7,28	1,67	50,3
12,8	0,6	-34,01	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,4	-323,19	-0,90	0,040	0,091	44,00	7,11	2,00	50,4
13,1	0,6	-34,04	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,2	-323,19	-0,90	0,040	0,091	44,00	7,28	2,00	50,4
12,7	0,6	-34,06	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,1	-323,19	-0,90	0,039	0,089	44,00	7,47	2,00	50,4
12,9	0,6	-34,09	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,5	-322,46	-0,90	0,040	0,089	44,00	6,79	2,00	50,5
12,7	0,6	-34,12	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,1	-323,19	-0,90	0,039	0,088	44,00	7,05	2,00	50,5
12,8	0,6	-34,16	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,5	-323,19	-0,90	0,040	0,089	44,00	7,11	2,00	50,5
12,7	0,6	-34,18	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,1	-322,46	-0,90	0,039	0,086	44,00	6,88	2,00	50,6
12,5	0,6	-34,2	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,7	-323,19	-0,90	0,039	0,084	44,00	6,84	2,00	50,6
12,4	0,6	-34,22	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,5	-323,19	-0,90	0,038	0,084	44,00	6,89	2,00	50,6
12,9	0,6	-34,26	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,1	-323,19	-0,90	0,040	0,087	44,00	6,79	2,00	50,7
12,7	0,6	-34,28	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-12,1	-323,19	-0,90	0,039	0,084	44,00	7,05	2,00	50,7
12,4	0,6	-34,31	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,8	-323,19	-0,90	0,038	0,082	44,00	6,53	2,00	50,8
12,7	0,6	-34,33	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,9	-323,19	-0,90	0,039	0,084	44,00	6,68	2,00	50,8
12,9	0,7	-34,33	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,4	-323,19	-0,90	0,039	0,082	44,00	6,84	2,33	50,8
12,1	0,7	-34,37	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,4	-323,19	-0,90	0,037	0,078	44,00	6,72	2,33	50,8
12,1	0,6	-34,38	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,5	-323,19	-0,90	0,037	0,078	44,00	6,72	2,00	50,8
12,2	0,7	-34,42	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,4	-323,19	-0,90	0,038	0,078	44,00	6,42	2,33	50,9
11,9	0,7	-34,43	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11	-323,19	-0,90	0,037	0,077	44,00	6,26	2,33	50,9
12,1	0,7	-34,45	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,5	-322,46	-0,90	0,038	0,076	44,00	6,37	2,33	50,8
12,5	0,7	-34,49	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,8	-323,19	-0,90	0,039	0,078	44,00	6,84	2,33	50,9
12,5	0,7	-34,5	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	-11,5	-323,19	-0,90	0,039	0,078	44,00	6,58	2,33	51



## Graf 2 Teploty na měřeném materiálu



### C.2.3.2.1.; C.2.3.2.2. Měřené hodnoty a použité vzorce

Stejně jako v případě I. skladby.

### C.2.3.2.3. Vyhodnocení

Skladba konstrukce v sestavě Minerální vata, OSB deska a XPS. Vzhledem k tomu že i po 18-ti hodinách měření při venkovní teplotě  $-40^{\circ}\text{C}$  konstrukce stále ještě akumulovala teplo, které díky jejím vysoce tepelně izolačním schopnostem vstupovalo jen velmi pomalu nedošlo k ustálenému teplotnímu toku. Výsledky měření budou tedy nepřesné a nebudou odpovídat hodnotou danou výrobcem, obzvláště v XPS, kde se teplotní rozdíl v mezivrstvě a na povrchu konstrukce téměř neprojevil. Výsledky jsou navíc citlivé na konstantní teplotu v interiéru, která se ale bohužel pohybovala v rozmezí 2K. Výsledky měření  $\lambda$  :

-0,90	0,038	0,076	0,78	6,37
-0,90	0,039	0,078	0,78	6,94
-0,90	0,039	0,078	0,78	6,58

Obr.14 Výřez z tabulky 2

$$\lambda_{\text{Vata}} = 0,039 \text{ [ W/m}^2\text{K ]} \quad d = 0,138 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{OSB}} = 0,078 \text{ [ W/m}^2\text{K ]} \quad d = 0,027 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{XPS}} = 0,780 \text{ [ W/m}^2\text{K ]} \quad d = 0,110 \text{ m}$$

Což je pro srovnání s hodnotami z technického listu od výrobce Obr.12 ; Obr.15 ; Obr.16

#### 8. Mechanicko – fyzikální vlastnosti

Objemová hmotnost:	600 až 650 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Mez pevnosti:	- kolmo na podélnou osu desky: 31 - 33 $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$ - kolmo na příčnou osu desky: 18 - 20 $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$
Modul pružnosti:	- kolmo na podélnou osu desky: 5,3 $\text{kN}\cdot\text{mm}^{-2}$ - kolmo na příčnou osu desky: 2,5 $\text{kN}\cdot\text{mm}^{-2}$
Rozlupčivost:	0,5 $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$
Bobtnání (po 24 hod. - EN 317):	do 8%
Emisní třída:	E1 (do 8 mg HCHO/100g a.s. hmoty)
Lineární roztažnost (při r.v.v. 65 až 85%):	0,10%
Tepelná vodivost:	0,13 $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
Vnitřní vlhkost při výrobě:	5-12 %
Součinitel difúze vodní páry ( $\mu$ ):	200
Třída hořlavosti:	C3 dle ČSN 73 0862
Index šíření plamene:	78 mm/min.

### TECHNICKÉ PARAMETRY

Parametr	Jednotka	Hodnota	Norma	
<b>TEPELNÉ VLASTNOSTI</b>				
Soubor podmínek pro deklarované hodnoty $\lambda(10^\circ\text{C})$ a $(\alpha_{\text{D},\text{D}})$	-	-	ČSN EN ISO 10456	
Deklarovaný součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{\text{D}}$	$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	0,036	ČSN EN 12667	
Měrná tepelná kapacita $c_{\text{D}}$	$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	840	ČSN 73 0540-3	
<b>MECHANICKÉ VLASTNOSTI</b>				
Charakteristická hodnota zatížení	$\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$	0,40	ČSN EN 1991-1-1 ČSN EN 1990	
<b>PROTIPOŽÁRNÍ VLASTNOSTI</b>				
Reakce na oheň	-	A1	ČSN EN 13501-1	
Rozměrová stabilita při teplotě $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ DS (T+)	%	$\leq 1$	ČSN EN 1604	
Maximální teplota použití	$^\circ\text{C}$	200	-	
Bod tání $t_{\text{D}}$	$^\circ\text{C}$	$\geq 1000$	DIN 4102 díl 17	
<b>AKUSTICKÉ VLASTNOSTI</b>				
Součinitel zvukové pohltivosti $\alpha_{\text{D}}$ pro kolmý dopad vln ( $\alpha_{\text{D}}$ ) dle ČSN ISO 10534-1	Frekvence	Hz	125 250 500 1000 2000 4000	
	Tloušťka	40 mm	0,09 0,16 0,37 0,72 0,97 0,99	ČSN ISO 10534-1
		60 mm	0,14 0,32 0,72 0,95 0,97 0,99	
		120 mm	0,43 0,71 0,95 0,92 0,98 0,99	
		160 mm	0,59 0,86 0,91 0,93 0,97 0,99	
Střední cinitel zvukové pohltivosti v pásmu 250 - 4000 Hz $\alpha_{\text{D},\text{st}}$	Tloušťka	40 mm	0,64	ČSN ISO 10534-1
		60 mm	0,81	
		120 mm	0,92	
		160 mm	0,94	
<b>OSTATNÍ VLASTNOSTI</b>				
Propustnost pro vodní páru	Faktor difuzního odporu ( $\mu$ ) MU	-	1	ČSN EN 12086
Měrný odpor proti proudění vzduchu $r$	$\text{kPa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$	-	12,3	ČSN EN 29053

### SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY

■ ES certifikát shody 1390 - CPD - 0212/09/P  
1.1.2010 Uvedené informace jsou platné v době vydání technického listu. Výrobce si vyhrazuje právo tyto údaje měnit.

aint-Gobain Isover CZ s.r.o.  
Masarykova 197, 517 50 Častolovice  
e-mail: info@isover.cz, www.isover.cz



Nejširší nabídka tepelných, zvukových a protipožárních izolací

### C.2.3.2.3. Obr. 16 Min. vata, data od výrobce [16]

Hodnoty udávané výrobcem

$$\lambda_{\text{Vata}} = 0,036 \text{ [ W/m}^2\text{K ]} \quad \lambda_{\text{XPS}} = 0,038 \text{ [ W/m}^2\text{K ]} \quad \lambda_{\text{OSB}} = 0,130 \text{ [ W/m}^2\text{K ]}$$

	$\lambda$ měření	$\lambda$ výrobce	
Minerální vata	0,039	0,036	(W/mK)
OSB	0,078	0,13	(W/mK)
XPS	0,778	0,038	(W/mK)

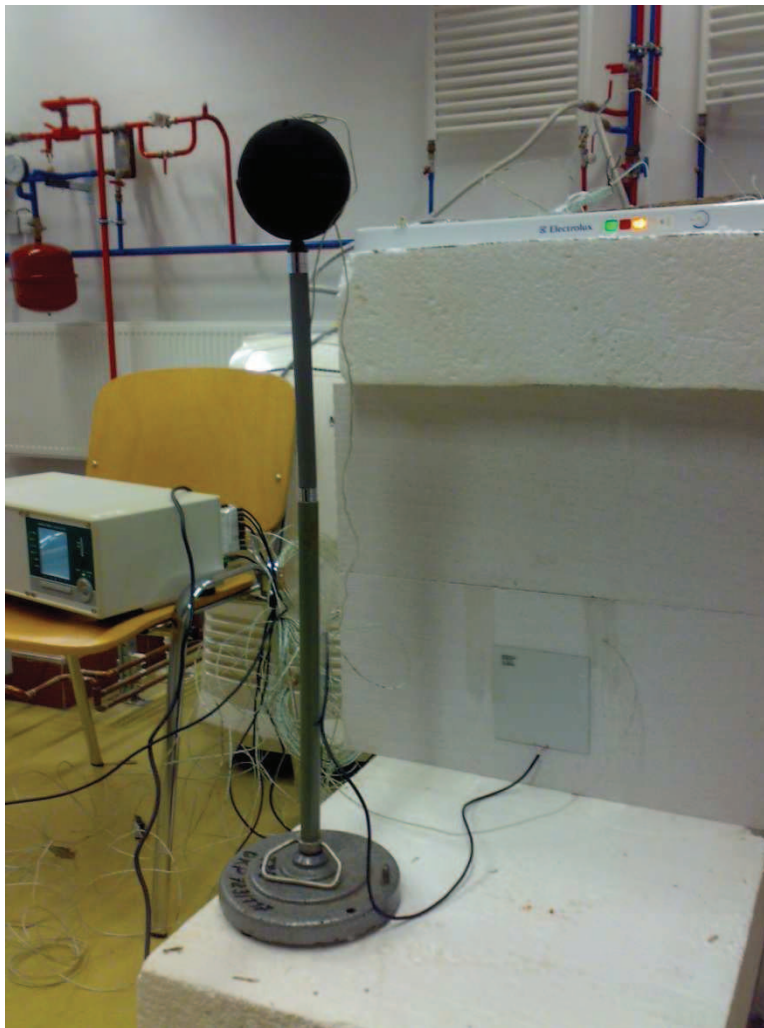
Tab.5 Porovnání naměřených a skutečných hodnot

### C.2.3.2.4. Závěr

Ve skladbě této konstrukce je patrné, že ještě u minerální vaty hodnoty téměř odpovídají tabulkovým, nicméně hodnoty v dalších vrstvách se již významně liší. Vinou za to může mít nestaciárnost teplot v interiéru, K poměrně vysoké tloušťce konstrukce spíše uvažování 3D vedení tepla, než-li 1D a další chyby zmíněné v závěru měření I.skladby.

### C.2.4. Popis + zapojení III. Skladby

Poslední skladba stěny vlastně není žádnou skladbou, tvoří ji jen samostatná příčkovka, ale nyní z plynosilikátu zn. Ytong viz obr.15. V běžném stavebním průmyslu se těžko střetneme s faktem, že příčkovka může být dělicí konstrukcí mezi interiérem a exteriérem, experiment spíše sloužil k ověření správnosti zapojení a stanovení  $\lambda$ .



Obr. 17 Zapojení III.Skladby - příčkovka Ytong

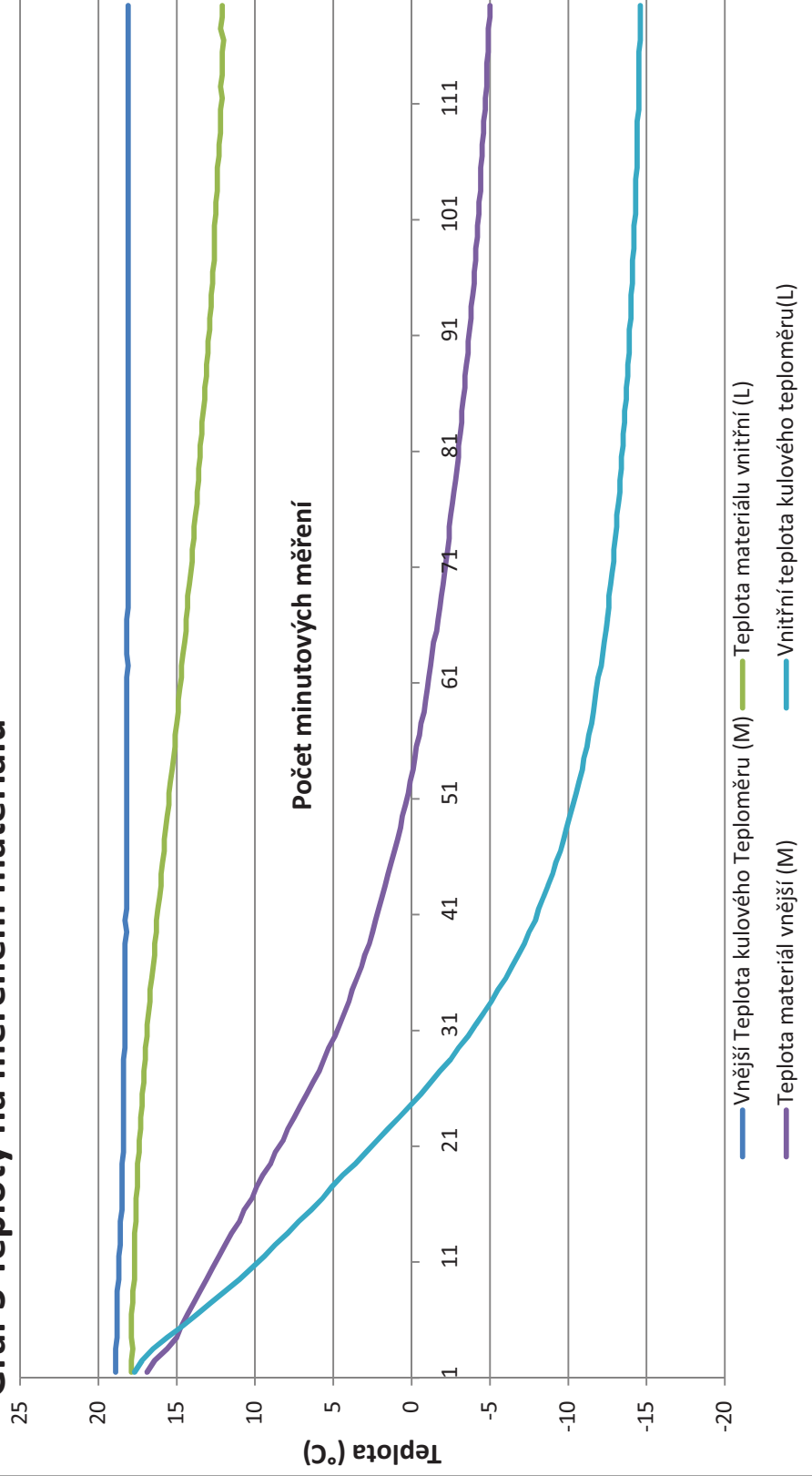


#### **C.2.4.1. Schéma zapojení III.skladba**

C.2.4.2. Výsledky Experimentu Tab. 6 Naměřené + vypočítané hodnoty

M00: °C	M01: °C	M03: °C	M04: °C	M05: °C	M02: °C	M06: °C	M07: °C	M08: °C	Teplotní gradient	$\lambda$ (W/m·K)	$R_e$ (W/m²K)	sočet interiernej tepoty (W)	sočet vnějnej tepoty (W)	rozdiel t-te (°C)
73.3	-20.9	-13.5	-13.3	-2.8	13.6	18.1	18.1	52.4	512	0.1332	6.98	4.64	31.4	31.4
72.1	-20.9	-13.55	-13.4	-2.9	13.6	18.1	18	51.1	513	0.1328	6.97	4.64	31.5	31.5
71.6	-21.6	-13.58	-13.4	-3	13.5	18.1	18.1	50.1	541.6	0.1328	6.94	4.70	31.5	31.5
71.6	-22.9	-13.61	-13.5	-3	13.5	18.1	18.1	49	542.2	0.1326	6.85	4.88	31.6	31.6
71.1	-23.9	-13.65	-13.5	-3.1	13.4	18.1	18.1	48.2	541	0.1333	6.93	5.09	31.6	31.6
71.6	-22.9	-13.68	-13.5	-3.2	13.4	18.1	18	48.9	541.6	0.1326	6.90	4.87	31.7	31.7
71	-23.2	-13.69	-13.6	-3.2	13.3	18.1	18	47.8	539.8	0.1315	6.83	4.83	31.7	31.7
70.4	-24.8	-13.73	-13.7	-3.3	13.2	18.1	18	46.4	538.6	0.1318	6.85	4.85	31.8	31.8
70.4	-25.2	-13.76	-13.7	-3.4	13.2	18.1	18.1	46	539.4	0.1302	6.84	4.73	31.9	31.9
70.4	-25.8	-13.79	-13.5	-3.4	13.1	18.1	18	44.6	537.8	0.1309	6.77	3.10	31.9	31.9
69.4	-24.1	-13.83	-13.3	-3.2	13.1	18.1	18.1	45.3	538.0	0.1328	6.74	4.82	31.9	31.9
69.2	-22.1	-13.82	-13.3	-3.0	13	18.1	18.1	44.1	537	0.1328	6.72	4.82	32	32
69.1	24.4	13.87	13.2	3.6	13	18.1	18.1	44.7	537.4	0.1338	6.71	4.78	32	32
68.6	-25.1	-13.89	-13.3	-3.7	12.9	18.1	18.1	43.3	535.8	0.1330	6.73	4.83	32	32
68.2	-24.8	-13.91	-11	-3.8	12.9	18.1	18	43.1	536.7	0.1370	6.68	4.77	32.1	32.1
68.2	-25.5	-13.93	-11	-3.8	12.8	18.1	18.1	42.7	534.6	0.1376	6.68	4.81	32.1	32.1
67.8	-25.1	-13.95	-11	-3.9	12.8	18.1	18	42.4	535	0.1282	6.68	4.74	32.1	32.1
67.2	-26.6	-13.97	-14.1	-4	12.7	18.1	18.1	40.6	533.4	0.1260	6.55	4.83	32.2	32.2
66.8	-26.2	-13.98	-14.1	-4	12.7	18.1	18.1	40.6	533.6	0.1232	6.51	4.85	32.2	32.2
66.5	-26.1	-14.01	-14.1	-4.1	12.6	18.1	18	40.4	532.2	0.1230	6.55	4.75	32.2	32.2
67.2	-29.2	-14.04	-14.2	-4.1	12.6	18.1	18	38	532.8	0.1261	6.55	5.31	32.3	32.3
66.3	-26.4	-14.04	-14.2	-4.2	12.6	18.1	18	39.9	532.8	0.1244	6.53	4.80	32.3	32.3
65.5	-28.4	-14.06	-14.2	-4.2	12.5	18.1	18	37.1	533.2	0.1218	6.55	5.16	32.3	32.3
65.7	-28	-14.08	-14.3	-4.3	12.5	18.1	18	37.7	531.6	0.1236	6.57	5.00	32.4	32.4
65.2	-28.7	-14.09	-14.3	-4.3	12.5	18.1	18	36.1	531.8	0.1226	6.52	5.13	32.4	32.4
64.8	-28.7	-14.09	-14.3	-4.4	12.4	18.1	17.9	36.1	529.8	0.1215	6.56	5.04	32.4	32.4
64.3	-28.4	-14.11	-14.3	-4.4	12.4	18.1	18	35.9	530.2	0.1213	6.49	4.98	32.4	32.4
64.1	-28.4	-14.12	-14.4	-4.4	12.4	18.1	18	35.7	530.4	0.1209	6.41	4.98	32.5	32.5
64.2	-30.4	-14.14	-14.4	-4.5	12.3	18.1	18	35.9	529.8	0.1216	6.48	5.24	32.5	32.5
63.7	-29.3	-14.15	-14.4	-4.5	12.3	18.1	18.1	34.4	529	0.1204	6.43	5.05	32.5	32.5
63.6	-30.2	-14.17	-14.4	-4.6	12.2	18.1	18.1	35.4	527.4	0.1208	6.49	5.12	32.5	32.5
64.4	-29.4	-14.18	-14.4	-4.6	12.2	18.1	18.1	35	527.0	0.1211	6.57	4.90	32.5	32.5
64	-29.7	-14.21	-14.5	-4.7	12.2	18.1	18.1	34.3	526.2	0.1212	6.54	5.03	32.6	32.6
63.4	-31.1	-14.22	-14.5	-4.7	12.1	18.1	18.1	36.2	526.4	0.1204	6.47	5.18	32.6	32.6
62.6	31.4	14.22	14.5	4.8	12.2	18.1	18	34.4	526.4	0.1188	6.47	5.32	32.6	32.6
62.8	32	14.24	14.5	4.8	12.1	18.1	18	30.8	526.8	0.1102	6.47	5.33	32.6	32.6
63.6	-33.0	-14.25	-14.5	-4.8	12.1	18.1	18.2	29.7	527	0.1207	6.56	5.65	32.6	32.6
63.1	-31.8	-14.27	-14.5	-4.9	12.1	18.1	18.1	30.8	527.4	0.1164	6.57	5.76	32.6	32.6
62.7	-32	-14.29	-14.5	-4.9	12	18.1	18.1	30.7	526.8	0.1187	6.46	5.75	32.7	32.7
63.5	-35	-14.29	-14.5	-4.9	12.2	18.1	18.3	28.3	525.8	0.1199	6.55	5.93	32.7	32.7
64.5	-34.4	-14.3	-14.5	-5	12.1	18.1	18.2	30.1	528	0.1222	6.72	5.73	32.7	32.7
63.4	-36.3	-14.3	-14.5	-5	12.1	18.1	18.2	27.1	528	0.1201	6.50	6.05	32.7	32.7

### Graf 3 Teploty na měřeném materiálu



### C.2.4.2.1.; C.2.4.2.2. Měřené hodnoty a použité vzorce

Stejně jako v případě I. skladby.

### C.2.4.2.3. Vyhodnocení

Díky jednoduchosti skladby a vysoké tepelné vodivosti materiálu Ytong poměrně rychle naakumuloval chlad a vznikl potřebný teplotní rozdíl při téměř ustáleném stavu, který nám poskytl přesné výsledky  $\lambda$ .

30,7	525,8	0,1192	6,46	5,25
28,5	529,8	0,1199	6,55	5,93
30,1	528	0,1222	6,72	5,73
27,1	528	0,1201	6,60	6,05

$\lambda_{ytong} = 0,1201 \text{ [ W/m}^2\text{K ]}$   $d = 0,05 \text{ m}$  Obr.18 Výřez z tabulky 5

Což je pro srovnání s hodnotami z technického listu od výrobce Obr.19

Technické vlastnosti - přesné přičkovky			
třída pórobetonu:	P2-500	P4-500	
Pevnost zdicích prvků v tlaku $f_b$ dle EN 772-1	2,5	4,0	[N/mm <sup>2</sup> ]
Objemová hmotnost v suchém stavu max.	500	500	[kg/m <sup>3</sup> ]
Součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{10 \text{ DRY}}$ (P=50% ČSN EN 1745)	0,120	0,120	[W/mK]
Faktor difuzního odporu $\mu$ (ČSN EN 1745)	5/10	5/10	-
Měrná tepelná kapacita $c$ (ČSN EN 1745)	1,0	1,0	[kJ/kgK]
Vlhkostní přetvoření $\epsilon$	0,2	0,2	[mm/m]
Přidrženost	0,3	0,3	N/mm <sup>2</sup>
...	...	...	g/m <sup>3</sup>
...	...	...	/mm <sup>2</sup>

Všechny tvárnice YTONG splňují požadavky na zdivo dle platných ČSN a EN, zejména skupiny evropských norem ČSN EN 1996, přičemž tvárnice YTONG z pórobetonu tř. P2-350, P2-400, P2-500, P4-500, P4-550 a P6-650 splňují požadavky na pevnosti zdicích prvků i v oblastech s malou seizmicitou ve smyslu ČSN EN 1998-1 Z2.

c.2.4.2.3. Obr. 19 Ytong, data od výrobce

[19]





Hodnoty udávané výrobcem

$$\lambda_{ytong} = 0,120 \text{ [ W/m2K ] } \quad d = 0,05 \text{ m}$$

Tab.7 Porovnání naměřených a skutečných hodnot

	$\lambda$ měření	$\lambda$ výrobce	
Ytong	0,1201	0,12	(W/mK)

#### C.2.4.2.4. Závěr

III. Skladba poskytla díky její jednoduchosti, nízkým nerovnostem povrchu, a jednoduchosti zapojení měřících čidel nejpřesnější data ze všech skladeb.  $\lambda$  naměřená se téměř shoduje s  $\lambda$  udávanou výrobcem.



## C.3 Další sledované veličiny

Při vyhodnocení experimentu nemusí být samozřejmě jediným výstupem  $\lambda$ . U kondukce tepla hrají roli i další veličiny, které se dají z experimentu vypočítat. Jelikož nebyly cílem měření, jejich přesnosti není přikládána taková váha jako v případě  $\lambda$ , tím pádem jejich přesnost je spíše orientační.

### C.3.1. Součinitel přestupu tepla $\alpha$

Vzniká z přirozené konvekce, při níž je pohyb vzduchu způsoben vyšší teplotou stěny oproti okolnímu vzduchu. Velikost  $\alpha$  závisí především na tloušťce mezní vrstvy, teplotě povrchu  $t_p$  a prostředí  $t_i$ . Pro výpočet  $\alpha$  použijeme zjednodušený výpočet odvozený z Newton-Richmanova zákona:

Výpočet součinitele přestupu tepla na povrchu desky je podíl hustoty tepelného toku a rozdílu teplot na povrchu desky a okolním prostředím pomocí Newton-Richmanova zákona:

$$(10)$$

$$\text{—————} \quad (11) \quad [4]$$

$\alpha$  = součinitel přestupu tepla [W/m<sup>2</sup>K]

$t_i$  = teplota prostředí [°C]

#### C.3.1.1 Hodnoty pozorované v měření

Jak již bylo zmíněno hodnota  $\alpha$  závisí krom na  $q$  hlavně na rozdíl teplot povrchu  $t_p$  a prostředí  $t_i$ . V našem experimentu mohou nalézt 2 rozdílné  $\alpha$ .

$\alpha_i$  = náleží přestupu tepla na straně interiéru (L)

$\alpha_e$  = náleží přestupu tepla na straně venkovního prostředí (M).



Jelikož  $\alpha$  vzniká z přirozené konvekce, které, jak je výše zmíněno závisí na proudění vzduchu tak ai v laboratorních podmínkách věrně simuluje vnitřní podmínky interiéru občanské výstavby.

V mrazničce, která má simulovat venkovní prostředí, ovšem žádné proudění vzduchu není, kvůli absenci zdroje pohybu vzduchu přirozené konvekce – povětrnosti. Proto byl instalován do mrazničky ventilátor. Tím nám vznikla nucená konvekce, která by měla aspoň částečně odpovídat přirozené konvekci venkovního prostředí.

Pro II.skladbu konstrukce byla provedena dvě měření.

- 1) S vypnutým ventilátorem
- 2) Se zapnutým ventilátorem  $w=1,1\text{m/s}$

Z rozdílu hodnot  $\alpha_e$  by mohlo být patrné, jak se změní přestup tepla při pohybu vzduchu.

### C.3.1.2 Vyhodnocení

Graf 1 nám udává rozdíly  $\alpha_e$  při ustálených teplotách při měření s ventilátorem a bez něj. Jak je z grafu patrné, součinitel  $\alpha_e$  při nucené konvekci tj. rychlosti větru  $w = 1,1\text{m/s}$  se pohybuje okolo  $23\text{ W/m}^2\text{K}$ , což by odpovídalo hodnotám uvedeným v normě ČSN EN 730540.

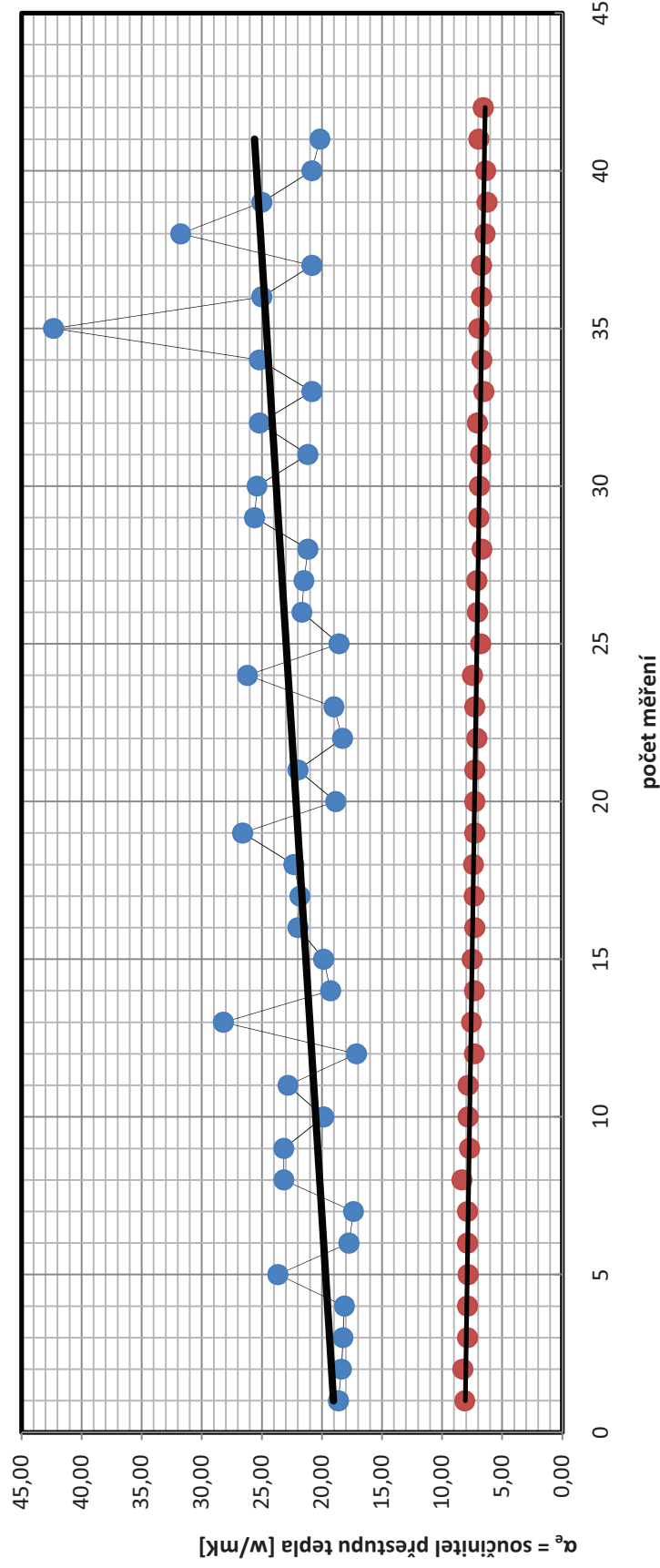
Při absenci pohybu vnějšího vzduchu  $\alpha_e$  odpovídá hodnotě  $\alpha_{e=}$   $7\text{ W/m}^2\text{K}$ , což odpovídá pohybu vzduchu ve vnitřním prostředí, tudíž  $w = 0,5\text{-}1\text{ m/s}$ .

Z rozdílu vyplývá, že pohyb vzduchu má vyznamný vliv na hodnotu součinitele přestupu tepla.

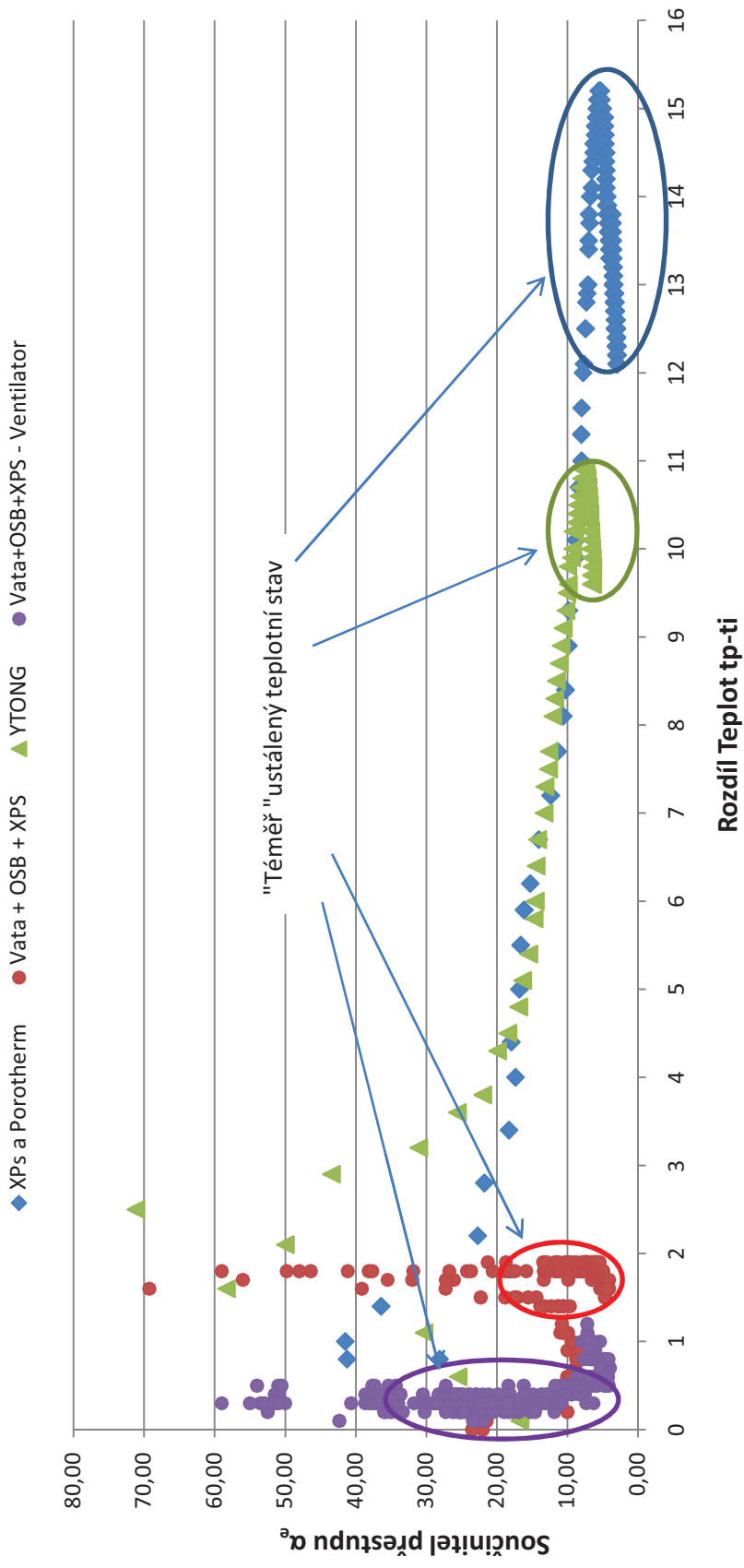
Graf 4 , sledujeme na něm součinitele přestupu v závislosti na rozdílu teplot. Při měření  $\alpha_e$  na přičce, tudíž na materiálu s vyšší tepelnou vodivostí, můžeme sledovat klesání funkce . Myslím si že je to důsledek ustáleností teplot na konstrukci a v mrazáku a neustálenosti hodnot tepelných toků.

### Graf 4 Součinitele přestupu tepla $\alpha_e$

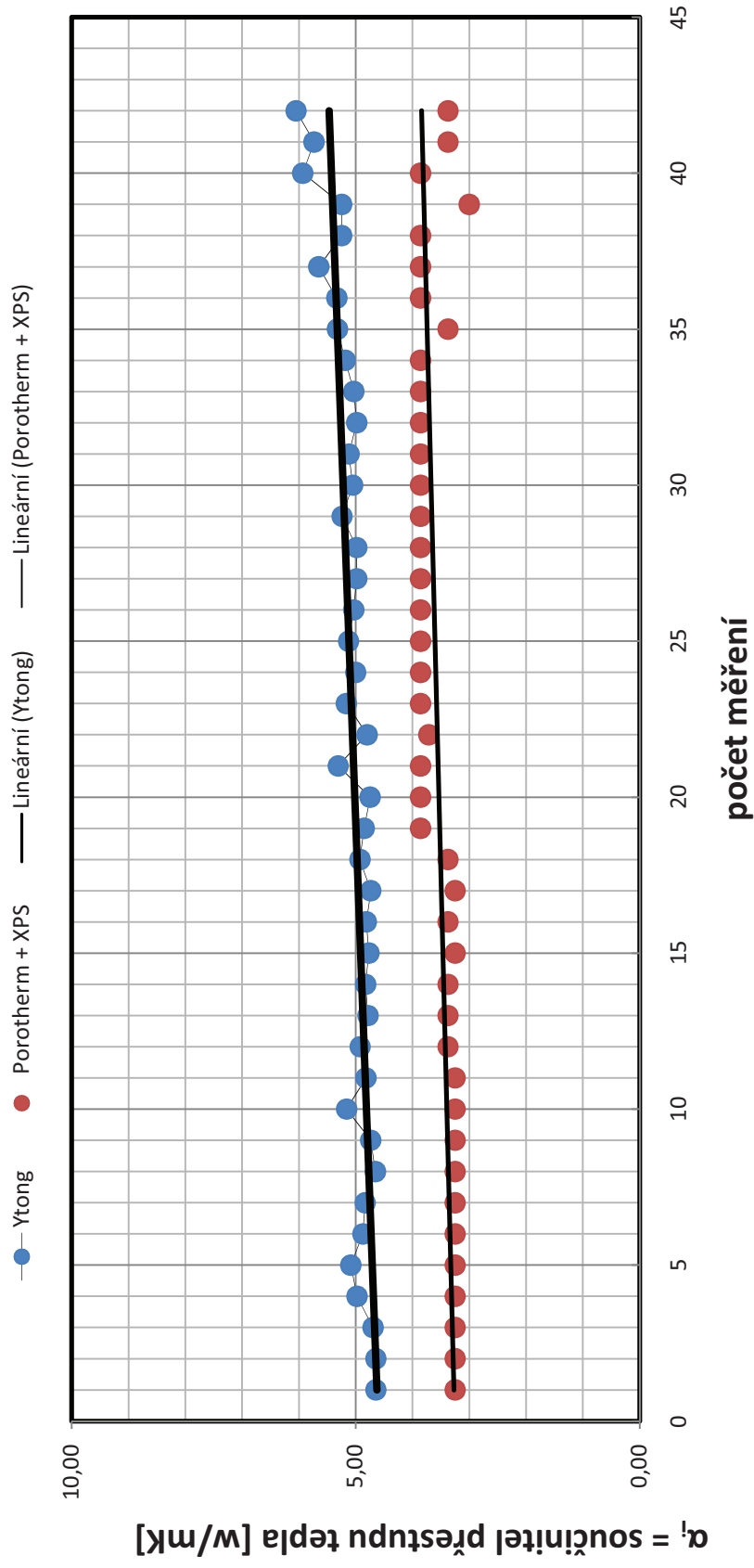
- Přestup tepla s Ventilátorem
- Přestup tepla bez ventilátoru
- Lineární (Přestup tepla s Ventilátorem)
- Lineární (Přestup tepla bez ventilátoru)



**Graf 5 součinitele přestupu tepla  $\alpha_e$  v závislosti na rozdílu teplot  $t_p-t_i$**



### Graf 6 Součinitele přestupu tepla $\alpha_i$





### **C.3.2. hustota tepelného toku $q$**

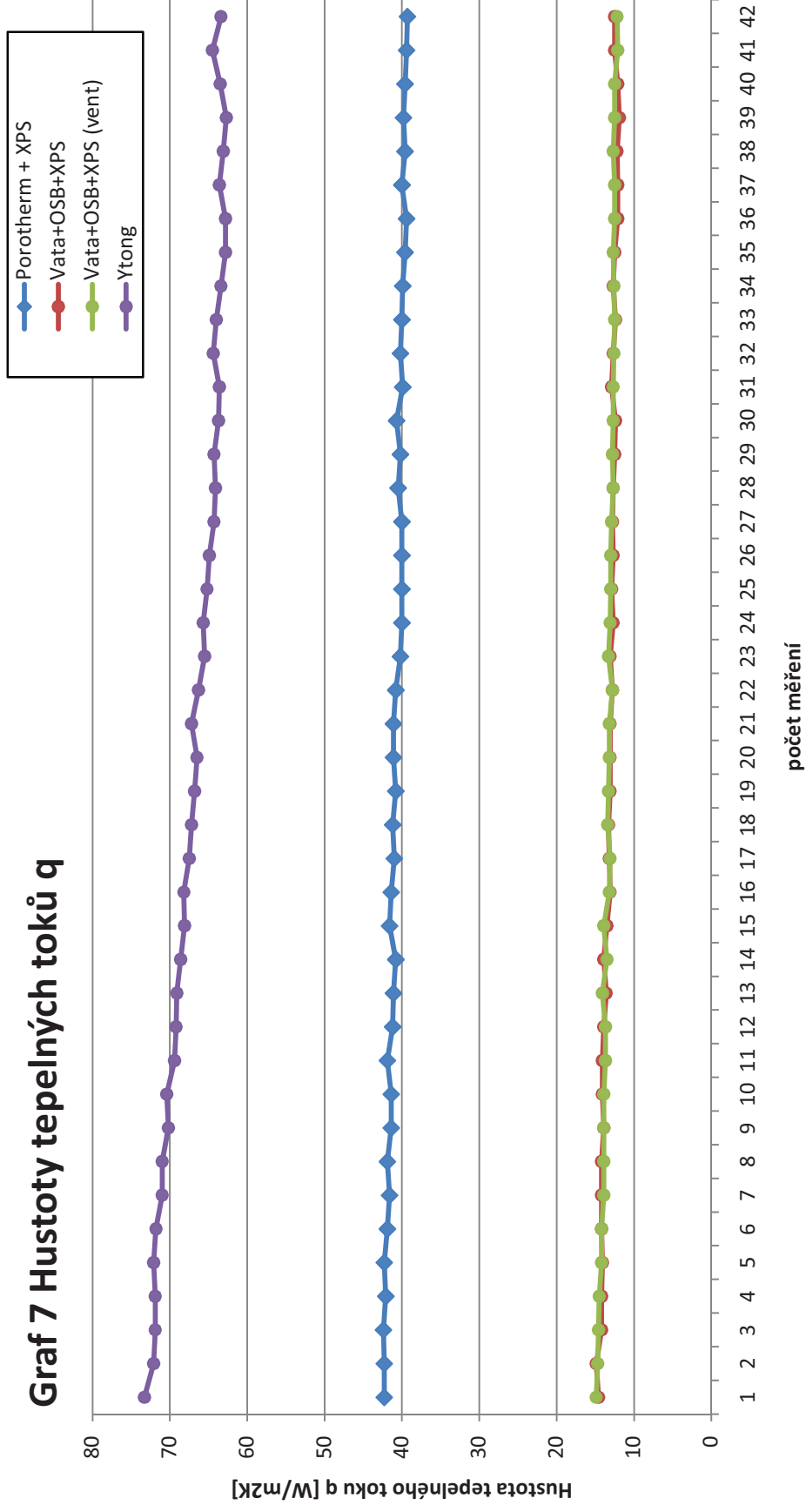
Změření hodnot hustot tepelného toku byly provedeny přímým měřením pomocí snímačů tepelného toku.

V Grafu 3 jsou naměřené hodnoty na různých skladbách, s tím že skladba 2 je uvedena 2x, jelikož byla měřena s nucenou a přirozenou konvekcí.

#### **C.3.2.1 Vyhodnocení**

Z grafů vyplývá že materiály mají rozdílnou hustotu tepelného toku. V případě sendviče je hustota  $q$  nízká a skladba může být nazývána tepelně izolující (Vata+OSB+XPS). Naopak skladba s vysokou hustotou tepelného toku je tepelným vodičem (YTONG). Hustota tepelného toku má závislost na součiniteli přestupu tepla a rozdílu teplot na povrchu materiálu a prostředí.

### Graf 7 Hustoty tepelných toků q







### **Bibliografické citace:**

[1]

Prispěvatelé Wikipedie, *Vedení tepla* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2011, Datum poslední revize 21. 12. 2011, 09:03 UTC, [citováno 6. 01. 2012]  
<[http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Veden%C3%AD\\_tepla&oldid=7761815](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Veden%C3%AD_tepla&oldid=7761815)>

### **Seznam použitých obrázků, grafů a tabulek :**

#### **Obrázky:**

[1]

[http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://www.azizolace.cz/images/fig\\_01.jpg&imgrefurl=http://www.azizolace.cz/page\\_2\\_1.html&usq=wdjzTLIDGr0xdp9eBWZJcLHBbQs=&h=284&w=375&sz=13&hl=cs&start=3&zoom=1&tbnid=RVXsi2AtIAtc-M:&tbnh=92&tbnw=122&ei=3tjVTtLyCMys8QO-q-T7AQ&prev=/search%3Fq%3Dp%25C5%2599estup%2Btepla%26um%3D1%26hl%3Dcs%26sa%3DN%26gbv%3D2%26tbnid%3Disch&um=1&itbs=1](http://www.google.cz/imgres?imgurl=http://www.azizolace.cz/images/fig_01.jpg&imgrefurl=http://www.azizolace.cz/page_2_1.html&usq=wdjzTLIDGr0xdp9eBWZJcLHBbQs=&h=284&w=375&sz=13&hl=cs&start=3&zoom=1&tbnid=RVXsi2AtIAtc-M:&tbnh=92&tbnw=122&ei=3tjVTtLyCMys8QO-q-T7AQ&prev=/search%3Fq%3Dp%25C5%2599estup%2Btepla%26um%3D1%26hl%3Dcs%26sa%3DN%26gbv%3D2%26tbnid%3Disch&um=1&itbs=1)

[3] <http://www.ahlborn.cz/cs/produkt/kulovy-teplomer/>

[5] <http://www.ahlborn.cz/cs/produkt/digitalni-cidlo-teploty-a-rel-vlhkosti-fhad36rs/>

[6] <http://www.ahlborn.cz/cs/produkt/merici-ustredna-almemo-5690-2m/>

[7] <http://www.ascent.co.nz/servers/Media/Products/389038-1.pix>

[12] [http://www.styrotrade.cz/?page\\_id=5&category=84&product\\_id=2317](http://www.styrotrade.cz/?page_id=5&category=84&product_id=2317)

[13]

[http://www.wienerberger.cz/servlet/Satellite?pagename=Wienberger/SR\\_Product/ProductStandard05&c=SR\\_Product&cid=1148300415765&lpi=1119439164442&sl=wb\\_cz\\_home\\_cs](http://www.wienerberger.cz/servlet/Satellite?pagename=Wienberger/SR_Product/ProductStandard05&c=SR_Product&cid=1148300415765&lpi=1119439164442&sl=wb_cz_home_cs)

[16]

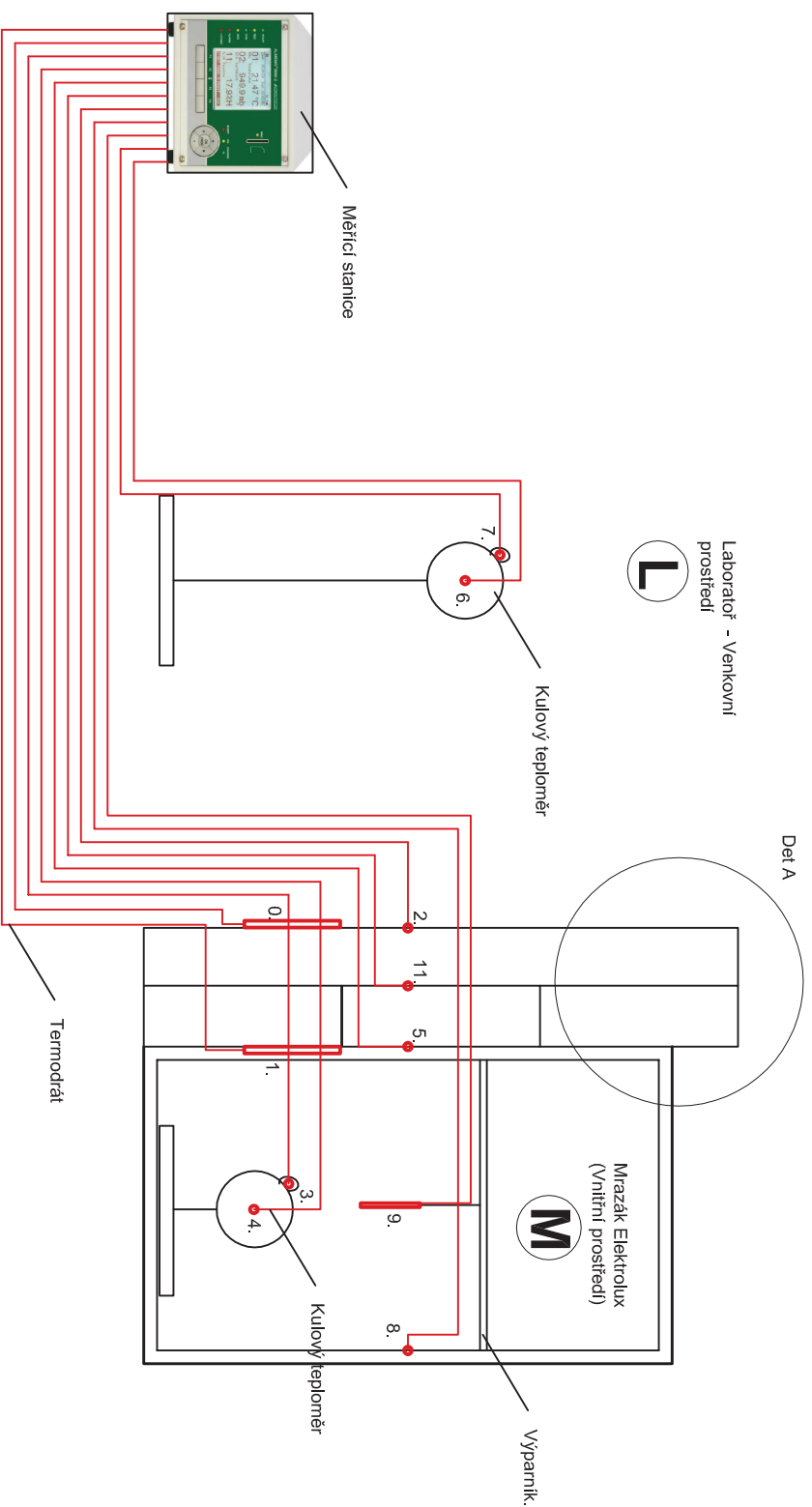
[http://www.wienerberger.cz/servlet/Satellite?pagename=Wienberger/SR\\_Product/ProductStandard05&c=SR\\_Product&cid=1148300415765&lpi=1119439164442&sl=wb\\_cz\\_home\\_cs](http://www.wienerberger.cz/servlet/Satellite?pagename=Wienberger/SR_Product/ProductStandard05&c=SR_Product&cid=1148300415765&lpi=1119439164442&sl=wb_cz_home_cs)



[19] <http://www.ytong.cz/cs/content/presne-prickovky.php>

Ostatní obrázky grafy a tabulky pochází z databáze autora

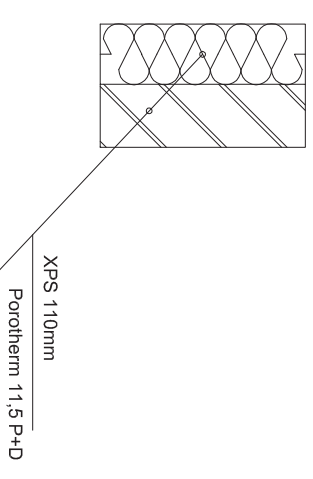
# SCHÉMA ZAPOJENÍ 1.SKLADBY MATERIÁLU



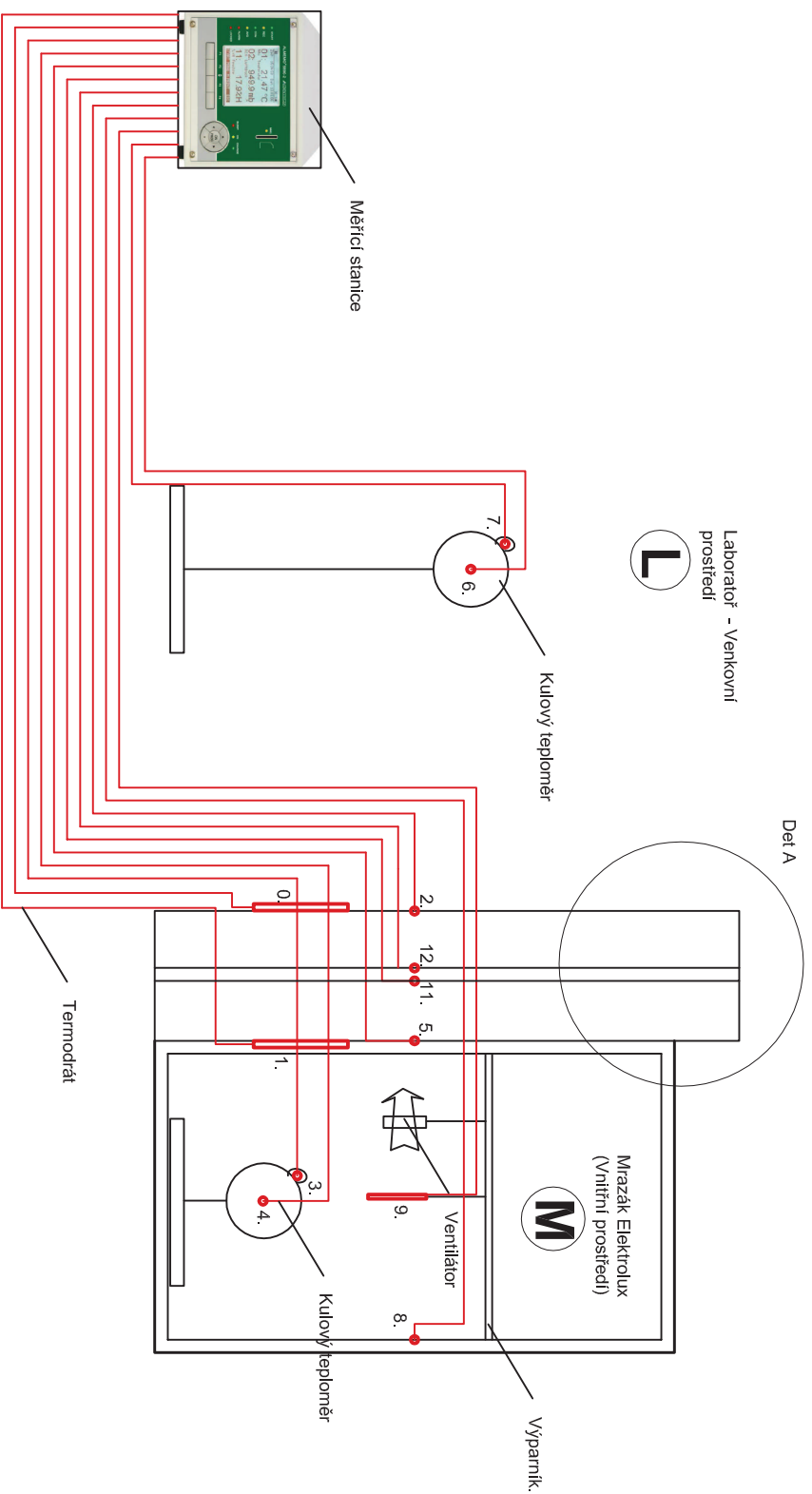
## LEGENDA:

0. Čidlo tepelného toku vnitřní strana (M)
1. Čidlo tepelného toku venkovní strana (L)
2. Čidlo venkovní teploty materiálu (L)
3. Čidlo vnitřní teploty (M)
4. Čidlo vnitřní teploty kulového teploměru(M)
5. Čidlo vnitřní teploty materiálu (M)
6. Čidlo venkovní teploty kulového teploměru(L)
7. Čidlo vnitřní teploty (L)
8. Čidlo vnitřní teploty povrchu (M)
9. Čidlo vlhkosti (M)
11. Čidlo teploty mezi 1. a 2.vrstvou (L)

Det A



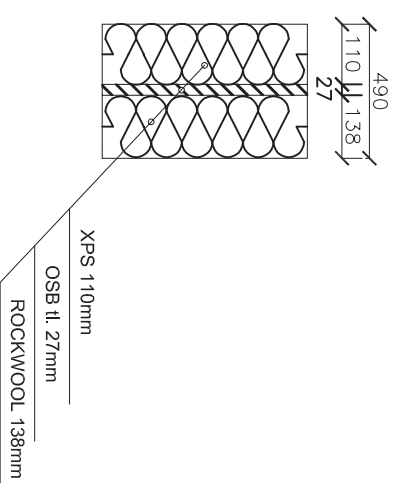
# SCHÉMA ZAPOJENÍ 2.SKLADBY MATERIÁLU



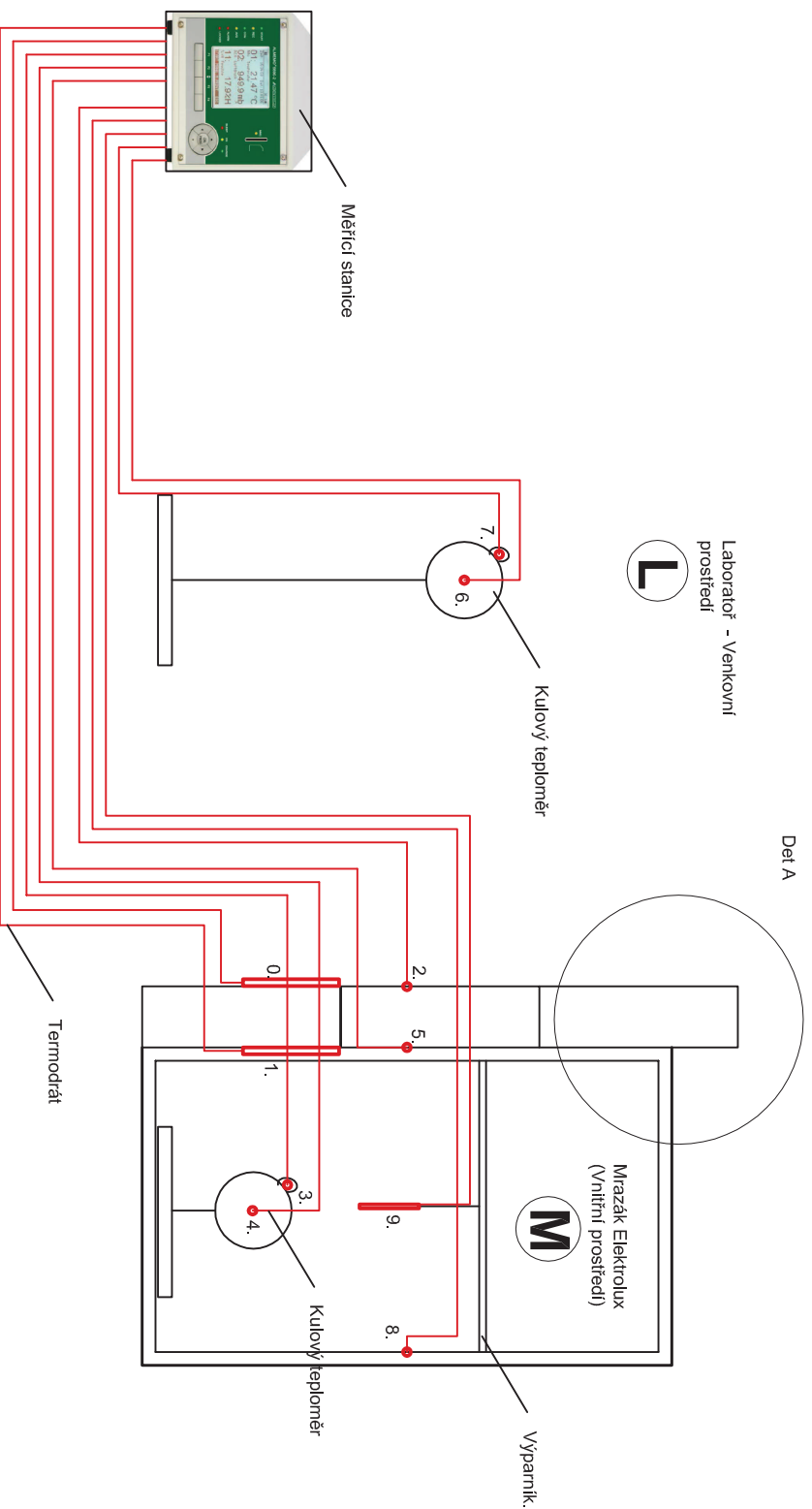
## LEGENDA:

0. Čidlo tepelného toku vnitřní strana (M)
1. Čidlo tepelného toku venkovní strana (L)
2. Čidlo venkovní teploty materiálu (L)
3. Čidlo vnitřní teploty (M)
4. Čidlo vnitřní teploty kulového teploměru(M)
5. Čidlo vnitřní teploty materiálu (M)
6. Čidlo venkovní teploty kulového teploměru(L)
7. Čidlo venkovní teploty (L)
8. Čidlo teploty vnitřního povrchu (M)
9. Čidlo vlhkosti (M)
11. Čidlo teploty mezi 1. a 2.vrstvou (L)
12. Čidlo teploty mezi 2. a 3.vrstvou (L)

Det A



# SCHÉMA ZAPOJENÍ 3.SKLADBY MATERIÁLU



## LEGENDA:

- 0. Čidlo tepelného toku vnitřní strana (M)
- 1. Čidlo tepelného toku venkovní strana (L)
- 2. Čidlo venkovní teploty materiálu (L)
- 3. Čidlo vnitřní teploty (M)
- 4. Čidlo vnitřní teploty kulového teploměru(M)
- 5. Čidlo vnitřní teploty materiálu (M)
- 6. Čidlo venkovní teploty kulového teploměru(L)
- 7. Čidlo venkovní teploty (L)
- 8. Čidlo teploty vnitřního povrchu (M)
- 9. Čidlo vlhkosti (M)

