

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ v Praze
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



Rekonstrukce systému vytápění v tzv. dvouletce

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala: Bc. Viktorija Punčochářová

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

2019/2020

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 04.1.2019

podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce panu Ing. Miroslavu Urbanovi, Ph.D. za cenné připomínky, objektivní kritiku a konzultace během tvorby. Dále chci poděkovat mé rodině za podporu v průběhu dosavadního studia.

Obsah

1.	ÚVOD	7
1.1.	Výstavba „dvouletek“	7
1.2.	Popis používaných konstrukcí	7
1.2.1.	Obvodové stěny	7
1.2.2.	Střechy	7
1.2.3.	Podlahy	8
1.2.4.	Vyplň otvorů	8
1.3.	Tepelně technické požadavky	8
1.4.	System TZB	8
1.4.1.	Vytápění	8
1.4.2.	ZTI	8
1.5.	Shrnutí	9
1.6.	Cíl diplomové práce	9
2.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE VZOROVÉHO OBJEKTU	9
2.1.	Popis vzorového objektu	9
3.	POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU VZOROVÉHO OBJEKTU	9
3.1.	Popis konstrukčního systému a obvodových konstrukcí	9
3.2.	Situační plán	10
3.3.	Údaje o energetických vstupech za předcházející 9 let	11
3.4.	Soupis základních údajů o energetických vstupech	12
3.5.	Údaje o rozvodech energie	13
3.5.1.	Rozvody tepla	13
3.5.2.	Rozvody elektřiny	13
3.6.	Údaje o významných spotřebičích energie	13
3.6.1.	System měření a regulace	13
3.6.2.	Vzduchotechnika	13
3.6.3.	Osvětlovací soustava	13
3.6.4.	Technologie	13
3.6.5.	Další významné spotřebiče energie	13
3.7.	Údaje o tepelně technických vlastnostech budovy	13
4.	VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU VZOROVÉHO OBJEKTU	15
4.1.	Vyhodnocení účinnosti užití energie	15
4.1.1.	Ve zdrojích energie	15
4.1.2.	V rozvodech tepla a chladu	15
4.1.3.	Ve významných spotřebičích energie	15
4.1.4.	Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov	15
4.2.	Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření energií	15

4.3.	Celková energetická bilance	15
4.4.	Úsporná opatření	17
4.5.	Zateplení obvodových konstrukcí	17
4.6.	Návrh systému větrání	17
4.6.1.	Decentrální nucené větrání	18
4.6.2.	Rekuperační jednotky	19
4.6.3.	Lokální rovnotlaký systém	20
4.7.	Energie slunce	21
4.8.	Vytápění	22
4.8.1.	Tepelné čerpadlo	22
4.8.2.	Výměnná radiátoru	23
4.9.	Teplá voda	23
5.	NÁVRH VARIANT	23
5.1.	Definování variant	23
5.1.1.	Varianta 1	24
5.1.2.	Varianta 2	26
5.2.	Ekonomické vyhodnocení navržených variant	27
5.3.	Ekologické vyhodnocení	29
6.	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	29
6.1.	Výběr na základě výsledků ekonomického a ekologického zhodnocení	29
6.1.1.	Doporučená varianta 1	29
7.	DOPORUČENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY	30
7.1.	Popis optimální varianty	30
7.1.1.	Úsporná opatření	30
7.2.	Roční úspory energie v MWh/rok po realizaci varianty 1	30
7.3.	Náklady v tisících Kč/rok na realizaci varianty 1	30
7.4.	Průměrné roční provozní náklady v tisících Kč/rok v případě realizace varianty 1	31
7.5.	Upravená energetická bilance pro variantu 1	31
7.6.	Ekonomické a ekologické vyjádření pro optimální variantu	32
7.7.	Návrh vhodné koncepce systému managementu hospodaření s energií	32
7.8.	Popis okrajových podmínek pro optimální variantu	32
8.	ZÁVĚR	33
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ	34
10.	ZDROJE	34
11.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	35
12.	INTERNETOVÉ ZDROJE	35

Anotace

Cílem této diplomové práce bude navrhnout moderní a úsporný systém vytápění pro budovy typu „dvouletka“ na příkladu konkrétní budovy. Vzhledem k tomu, že tyto budovy mají z větší části stejný stavební systém a uspořádání, návrh by byl vhodný i pro jiné budovy tohoto typu.

Klíčová slova:

Zděné bytové domy 50. let, zlepšení energetické náročnosti, návrh zdrojů tepla, rekonstrukce systému vytápění.

Annotation

The aim of this diploma thesis is to design a modern and economical heating system in the residential building (so. „dvouletka“) on the example of particular building. Given the fact that, these buildings have for the most part the same building system and layout, the design would be suitable for other buildings of this type.

Key words:

Residential brick buildings from 1950s, improvement of energetical consumption, design of heat sources, renovation of the heating system.

1. Úvod

1.1. Výstavba „dvouletek“

V poválečném období v Československu, jak i v jiných východních státech zasažených válkou, vznikla potřeba opravit a nahradit bytový fond poškozený nebo zničený válečným konfliktem.

V roce 1947 vznikly funkční a směrné plány „Stavba bytu ve dvouletce“.¹ Tyto plány vymezovaly základní rozvržení a použití úsporných konstrukcí.

Do roku 1949 vypracoval Studijní a typizační ústav návrhy základních typů obytných staveb. Většinu z nich schválila vyhláška Ministerstva stavebního průmyslu v září 1951 jako známou řadu T.¹ Jedná se o obytné domy typu T12, T13, T14 a T15, dvoupodlažní T52 se čtyřmi byty.

Hlavní snahou tohoto plánu bylo zprůmyslnění stavebnictví, což vedlo k zavádění nejprve prvkové a později objemové typizace obytných domů. Začaly se vyzdívát bytové domy typu T-01. Pro zrychlení výstavby omezením zdění byly vyráběny celé části zdiva z plných cihel nebo cihel příčně děrovaných, později bloky z lehkých betonu (škvárobeton, struskobeton).

Výběr materiálu pro výstavbu bytových domů v tomto období se odvíjel od technologických možností a záviselo na dostupnosti konkrétních surovin. Zároveň výběr materiálu byl ovlivňován ekonomickými a politickými zájmy.

1.2. Popis používaných konstrukcí

1.2.1. Obvodové stěny

Pro obvodové zdivo většinou byly používány plné pálené cihly nejčastěji tl. 450 mm. Pokud se jednalo o bytové domy s vyšší podlažností (5 až 6 podlaží) byla z důvodu únosnosti v prvním a druhém podlaží tloušťka stěny navýšena na 600 mm. Štítové stěny mohly být tloušťky 300 mm.

Jestli při výstavbě domů byly používány dutinové cihly nebo škvárobetonové tvárnice, obvodové stěny byly tloušťky 375 mm. Zase zde platí, že tloušťka štítových stěn byla menší – 250 nebo 300 mm.

Zeslabení obvodové konstrukce se také objevovalo u parapetu pod okny. Důvodem bylo buď zapuštění otopných těles nebo nutnost rychlého vyzdění. Cihelné parapety byly tl. 300 nebo 350 mm, parapety z škvárobetonových tvárnic byly tloušťky 250 mm.

O tloušťce vnějších obvodových konstrukcí v tomto období rozhodovala jejich únosnost, nikoliv tepelně-technické vlastnosti.

Během využití staveb typu „dvouletka“ se zjistila nedostačující tloušťka obvodových stěn, hlavně u stěn štítových. Proto je dost běžné, že tyto budovy se dodatečně zateplovaly. Pro zateplení se používaly buď desky heraklitu, lignoporu s omítkou, nebo zateplovacím systémem s lamelami. Tloušťka zateplení je odlišná nejen u různých materiálů, ale je závislá i na období, kdy zateplení bylo provedeno. Tloušťka zateplení Heraklitem se pohybovala v rozmezí 35 až 50 mm, lignoporem v rozmezí 25 až 35 mm.

1.2.2. Střechy

Střechy budov tohoto typu byly převážně šikmé s dřevěnými krovky, později se používaly i některé prvky ze železobetonových prefabrikátu. Podkroví neboli půdy „dvouletek“ nebyly využívány, a tedy nebyly nijak vytápěné.

Stropy byly ze začátku dřevěné trámové. Později se začaly používat stropy montované.² Tyto stropy byly rozdělené podle jejich hmotnosti. Montované prvky do váhy 300 kg se používaly především u „dvouletek“ typu T 12, T 13, T 14, T 15 a T 20. Tam, kde nebyla potřeba rovného podhledu (většinou

suterény), se používaly železobetonové desky. Nejtěžší prvky o váze do 1500 kg se používaly u budov typu T 16 a u typů T 12, T 13 a T 15.

1.2.3. Podlahy

Podlaha půdy byla řešena jako pochůzná, ale i nepochůzná. U starších domů typu „dvouletka“ se jednalo o násyp škváry, vrstvě betonu nebo škvárobetonu a nášlapnou vrstvou z půdovek. Později se od půdovek odstoupilo. Na násypu škváry byla aplikována jen vrstva betonu nebo škvárobetonu. Celková tloušťka podlahy půdy se pohybovala v rozmezí 100 až 150 mm.² Pokud podlaha půdy byla nepochůzná, ve vrstvě škváry byla provedená betonová cesta ke komínům.

V obytných místnostech bytového domu byly podlahy obvykle dřevěné, v ostatních místnostech z dlažby. Z počátku celková tloušťka podlah byla 150 mm, ale postupem času došlo k jejímu snižování na 100 až 50 mm. Jako tepelná izolace se používaly deskové materiály jako Empa, Isoplat.

1.2.4. Vyplň otvorů

U budov postavených v období 1946 až 1948 se převážně používaly okna dřevěná dojitá (tzv. špaletová). V budovách stavěných později se už začaly používat okna dřevěná zdvojená. Na schodištích se však používaly okna dřevěná jednoduchá. U starších domů byla okna osazována nejčastěji do zalomeného ostění, u novějších domů (cca od počátku padesátých let) se přecházelo na ostění rovné.

1.3. Tepelně technické požadavky

V období výstavby „dvouletek“ návrh obvodové konstrukce vycházel z požadavku Stavebního řádu na minimální tloušťku stěny 450 mm. V roce 1949 byla vydána norma ČSN 1450-1949 „Výpočet tepelných ztrát budovy při navrhování ústředního vytápění“, kde byly poprvé shrnuty základní požadavky. Stálé ale návrh vycházel z minimální tloušťky stěny 450 mm.

1.4. Systém TZB

1.4.1. Vytápění

Při plánování a výstavbě budov ve dvouletém plánu byl důraz kladen nejen na konstrukce, také ale na systémy TZB. Hlavní snahou bylo odejít od využití lokálních zdrojů tepla a začít používat centrální systém vytápění. Jako koncové prvky se navrhovaly litinová otopná tělesa. Přívodné potrubí bylo vedeno ve zdi. Kvůli tomu se v budovách vyskytují tepelné mosty po celé výšce budovy. Zdrojem tepla se navrhovaly a měly sloužit teplárny nebo zdroje tepla na tuhá paliva pro skupiny budov.

Tato myšlenka měla jak plusy, tak i mínusy. Těžší ekonomická situace a nedostatek financí a materiálu vedla k tomu, že se nepodařilo v každé budově mít CZT. Pořád se stavěly budovy s lokálními zdroji. Problémy se skladováním uhlí nebo dřeva byl vyřešen u „dvouletek“ mající dálkové zásobování teplem. Odpadla také pracnost s vytápěním a CZT mělo větší účinnost spalování. Avšak dlouhé vedení potrubí má velké tepelné ztráty a postupem času izolace, která tepelným ztrátám bránila, degradovala. Proto je dnes za potřebí tento problém řešit.

1.4.2. ZTI

U budov typu „dvouletka“ se používalo bytové jádro typu B 2 – D. Jedná se o nejstarší bytové jádro. Bytovým jádrem procházelo kanalizační potrubí, vodovodní potrubí a plynovodní potrubí. Vedení ZTI se navrhovalo krátké a jednoduché. Stoupacích potrubí mělo být co nejmíň.

1.5. Shrnutí

Výstavba typizovaných budov ve dvouletém planu bylo dobrým řešením bytové krize v poválečném období. Bohužel tyto budovy už víc jak 50 let nebyly nijak rekonstruované. Nedostačující tepelně-technické vlastnosti obvodových konstrukcí, špatný stav systému vytápění a zdravotnický je potřeba řešit.

1.6. Cíl diplomové práce

Cílem této diplomové práce bude navrhnout moderní a úsporný systém vytápění pro budovy typu „dvouletka“. Vzhledem k tomu, že při návrhu nové otopné soustavy je nezbytně nutné vyřešit i špatné tepelně-technické vlastnosti obvodových konstrukcí a řadu dalších problémů, řešenou budovu je potřeba uvažovat jako celek.

Proto v diplomové práci nejdříve souborem vhodných opatření na části stavební a technického zařízení budovy dosáhnou maximálního zlepšení fyzického stavu budovy a minimalizují energetickou náročnost budovy. Posléze pro nejlepší variantu se souborem opatření bude zpracována výkresová dokumentace rekonstrukce systému vytápění.

Pro návrh energetických opatření bude využito metody energetického auditu.

2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE VZOROVÉHO OBJEKTU

Pro návrh vhodných opatření za účelem snížení energetické náročnosti budovy byl mnou zvolen jako vzor staveb 50.let minulého století bytový dům v Praze-Bubenči, v ulici Ve Struhách č. p. 1001–1003.

2.1. Popis vzorového objektu

Jedná se o řadu bytových domů skládajících se z 9 právních celků. Celková budova je složena ze třinácti typových sekcí postavených v jedné řadě. Každá sekce má tři nadzemní obytné vytápěné podlaží, nevytápěný suterén a půdu. Na každém podlaží se nachází dvě bytové jednotky. Přesný počet stálých obyvatel nelze zjistit. Proto se pro účel diplomové práce počítá s obsazeností dvou lidí v jedné bytové jednotce. Právní celek č.p. 1001-1003 se skládá z dvou typových sekcí, 6 bytových jednotek a 12 obyvatel.

3. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU VZOROVÉHO OBJEKTU

3.1. Popis konstrukčního systému a obvodových konstrukcí

Konstrukční systém budovy

Konstrukční systém objektu je stěnový, montovaný, založený na základových pasech.

Obvodový plášť

Obvodové stěny jsou ve složení od interiéru: omítka vápenná tl. 15 mm, obvodové nosné zdivo z plných pálených cihel tl. 450 mm, exteriérová omítka. Štítová obvodová stěna je dodatečně zateplená deskami z pěnového polystyrénu tl. 50 mm.

Střešní konstrukce

Objekt je zastřešen sedlovou střechou, jejíž nosnou část tvoří dřevěný krov. Zateplení střešní konstrukce je řešeno v rovině stropu k půdě násypem ze škváry.

Stropní konstrukce

Stropní konstrukce jsou řešené pomocí stropních desek Hurdis. V obytných místnostech na stropních deskách je vrstva betonové mazaniny a dále nášlapná vrstva.

Podlaha suterénu

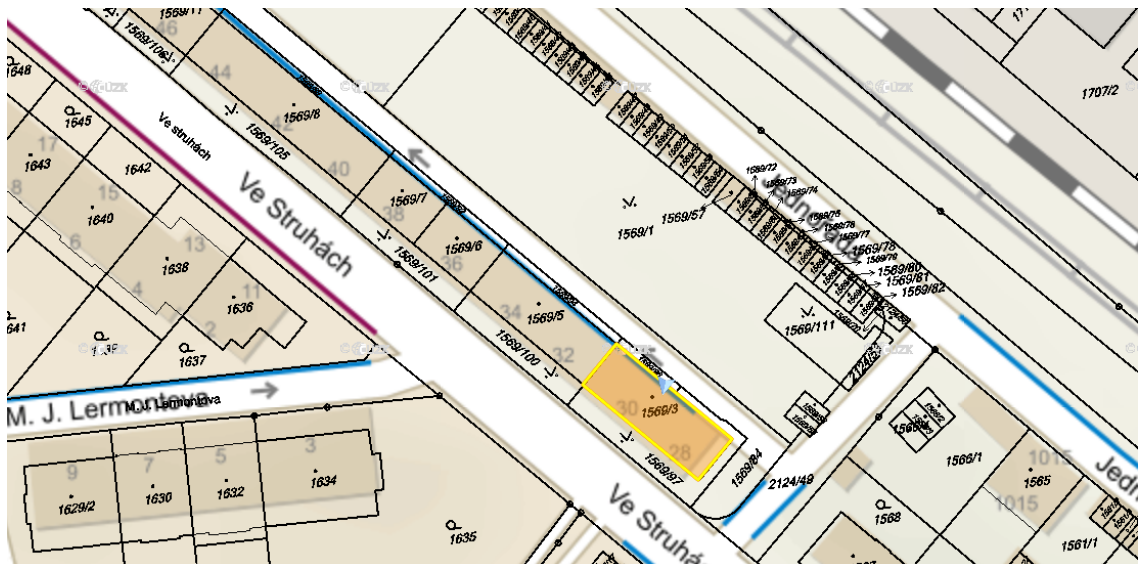
Skladba podlahy v suterénu nebyla zjištěna. V diplomové práci se počítá s původní skladbou podlahy: betonová mazanina, hydroizolace, základová deska.

Výplně otvorů

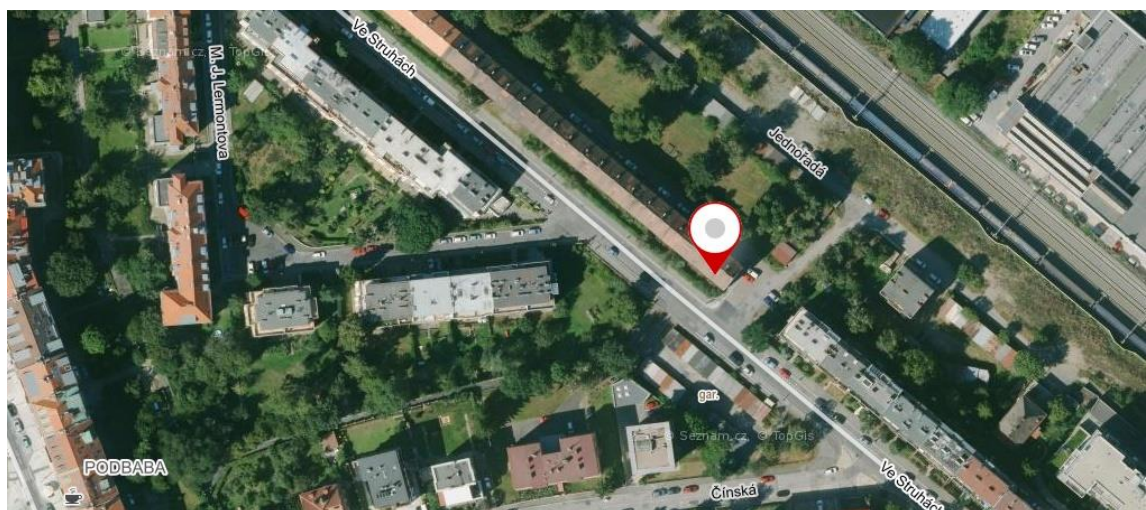
Původní dřevěná okna byla vyměněná za plastová okna s teploizolačním dvojsklem. Součinitel prostupu tepla u oken je uvažován $U = 1,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Také byly vyměněné původní dřevěné dveře. Součinitel prostupu tepla u dveří je uvažován $U = 1,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

3.2. Situační plán

Bytový dům se nachází v Hlavním městě Praze, konkrétně v městské části Praha 6–Bubeneč. Jedná se o katastrální území Bubeneč č. 730106.



Obr č. 1



Obr č.2

3.3. Údaje o energetických vstupech za předcházejících 9 let

Energie sledované fakturačně za rok 2009 až 2018:

Model vzorového objektu byl zpracován pomocí programu NKN. Aby model budovy byl podobný svým chováním reálné budově, výsledné hodnoty energetické potřeby budovy měly odpovídat fakturám. Byly využité faktury za teplo, elektřinu a studenou vodu, a to za posledních devět let.

Energetické vstupy:

Následující spotřeby energií jsou uvedené pro dálkové teplo a osvětlení budovy.

Tab. č. 1 – Spotřeba tepla na vytápění

Období	CZT (GJ)	Náklady	Kč/GJ	Kč/kWh
2009	310,7	175 986,06 Kč	566,28 Kč	2,04 Kč
2010	314,4	164 758,76 Kč	524,09 Kč	1,89 Kč
2011	264,2	147 889,19 Kč	559,77 Kč	2,02 Kč
2012	304,3	177 120,06 Kč	663,65 Kč	2,39 Kč
2013	324,7	192 647,54 Kč	682,42 Kč	2,46 Kč
2014	259,9	170 667,12 Kč	755,28 Kč	2,72 Kč
2016	298,4	161 248,64 Kč	621,50 Kč	2,24 Kč
2017	292,3	159 768,73 Kč	628,65 Kč	2,26 Kč
2018	260,7	149 272,01 Kč	658,60 Kč	2,37 Kč

Výše uvedené tabulky představují přehled energetických vstupů energií.

Tab. č. 2 – Spotřeba elektrické energie na osvětlení společného prostoru

Období	Elektřina	Náklady	Kč/kWh
2009	63	2 729,72 Kč	43,33 Kč
2010	135	3 291,83 Kč	23,85 Kč
2011	133	3 473,76 Kč	26,12 Kč
2012	118	5 689,54 Kč	48,22 Kč
2013	165	5 351,74 Kč	32,44 Kč
2014	197	3 371,56 Kč	17,12 Kč
2016	130	3 099,01 Kč	23,84 Kč
2018	365	4 499,46 Kč	12,33 Kč

Spotřeba elektrické energie bytových jednotek není známá, proto se bude počítat s průměrnou spotřebou elektrické energie pro domácnost.

Příprava teplé vody probíhá lokálním způsobem, pomocí vlastního zdroje tzv. „karem“, proto nejsou přesné údaje pro potřebu tepla na přípravu teplé vody.

3.4. Soupis základních údajů o energetických vstupech

V níže uvedené tabulce se nachází průměrný přehled hodnot energetických vstupů za poslední 9 let. Do tabulky není zahrnuta spotřeba energie na ohřev TV.

Tab. č. 3 – Vstupy energií

Pro rok: před realizací projektu					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Roční náklady v tis. Kč
Elektřina	MWh	0,163	3,6	0,59	3 938,327
Teplo	GJ	292,2	-	292,2	166 595,3
Zemní plyn	MWh				
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Druhotné zdroje	GJ				
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				292,79	170 533,6
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				292,8	170533,6

3.5. Údaje o rozvodech energie

3.5.1. Rozvody tepla

Zdrojem tepla pro vytápění objektu je dálkové teplo. Jako koncový prvek otopné soustavy slouží ocelová článková otopná tělesa nebo desková otopná tělesa umístěné ve vytápěných místnostech, a to pod okny anebo v blízkosti jich. Rozvody tepla jsou vedené od výměňkové stanice umístěné v suterénu objektu, pod stropem do stoupacího vedení a dále v drážkách v obvodové zdi.

3.5.2. Rozvody elektřiny

Ke zpracování této kapitoly se vycházelo z obhlídky stávajícího stavu. Projektová dokumentace nebyla k dispozici. Rozvody energie jsou ve stavu odpovídajícímu staří objektu.

3.6. Údaje o významných spotřebičích energie

3.6.1. Systém měření a regulace

V budově je instalován: teploměr za výměňkovou stanicí, vodoměr pro tři subjekty, jeden z kterých je vzorový objekt, a dva elektroměry.

3.6.2. Vzduchotechnika

V objektu není významné vzduchotechnické zařízení, pouze některé domácnosti vlastní digestoř.

3.6.3. Osvětlovací soustava

Budova je vybavena žárovkovými a zářivkovými svítidly, a to převážně staršími. V bytech jsou použity jak žárovky, tak zářivky. Optický systém svítidel není vyhovující, poskytuje poměrně nízkou účinnost stávajících svítidel.

3.6.4. Technologie

V objektu není žádná významná technologie.

3.6.5. Další významné spotřebiče energie

Byty jsou vybaveny bílou technikou, jako je pračka, myčka, lednička a dalšími klasickými domácími spotřebiči.

3.7. Údaje o tepelně technických vlastnostech budovy

Obvodový plášť

Obvodové stěny 440 mm jsou ve složení od interiéru: interiérová omítka, obvodové nosné zdivo z plných pálených cihel tl. 440 mm, vnější omítka.

Štítová obvodová stěna 490 mm je ve složení od interiéru: interiérová omítka, obvodové nosné zdivo z plných pálených cihel tl. 440 mm, kontaktní zateplovací systém z desek pěnového polystyrénu tl. 50 mm vnější omítka.

Obvodová stěna 440 mm..... U = 1,36 W/m²K

Obvodová stěna 490 mm..... U = 0,4 W/m²K

Stropní konstrukce

Strop k půdě je ve složení od interiéru: omítka interiérová, nosná konstrukce, násyp ze škváry tl. 50 mm, vrstva betonu nebo škvárobetonu.

Stropní konstrukce mezi suterénem a obytnou částí jsou tvořeny železobetonovou deskou tl. 200 mm, na které je proveden cementový potěr v tl. 80 mm. Neobsahuje tepelnou či akustickou izolaci.

Strop k půdě U = 1,4 W/m²K

Strop mezi podlažími..... U = 2,0 W/m²K

Výplně otvorů

V plášti budovy jsou osazena okna z roku 2007, jsou plastová zasklená dvojsklem. Vstupní dveře do budovy jsou plastové, prosklené dvojsklem.

Okna bytů U = 1,4 W/m²K

Vstupní dveře..... U = 2,0 W/m²K

Vypočítaný součinitel prostupu tepla konstrukcí byl porovnán s požadovanou hodnotou dle normy ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	3 062,5 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1470 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,48 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období	-13 °C

4. VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU VZOROVÉHO OBJEKTU

4.1. Vyhodnocení účinnosti užití energie

4.1.1. Ve zdrojích energie

Účinnosti zdrojů tepla jsou na vyhovující úrovni, zdroje jsou funkční a bez závažných problémů. Nadměrná potřeba energie vychází ze špatného zateplení obalových konstrukcí.

4.1.2. V rozvodech tepla a chladu

Rozvody tepla jsou vedené v suterénu pod stropem, jsou částečně opatřené tepelnou izolací. Stoupačí potrubí je vedeno ve zdech. Rozvody vytápění a TV nebyly měněné od doby výstavby a nejsou v dobrém stavu.

4.1.3. Ve významných spotřebičích energie

V budově nejsou významné spotřebiče energie.

4.1.4. Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov

Obvodová stěna 440 mm.....	U = 1,36 W/m ² K
	U _N = 0,3 W/m ² K U > U _N NEVYHOVUJE
Obvodová stěna 490 mm.....	U = 0,4 W/m ² K
	U _N = 0,3 W/m ² K U > U _N NEVYHOVUJE
Strop k půdě	U = 1,4 W/m ² K
	U _N = 0,3 W/m ² K U > U _N NEVYHOVUJE
Strop mezi podlaží.....	U = 2,0 W/m ² K
	U _N = 0,75 W/m ² K U > U _N NEVYHOVUJE
Okna bytů	U = 1,4 W/m ² K
	U _N = 1,5 W/m ² K U < U _N VYHOVUJE
Vstupní dveře.....	U = 2,0 W/m ² K
	U _N = 1,7 W/m ² K U > U _N NEVYHOVUJE

Obvodové konstrukce nevyhověly dle ČSN 730540-2:2011 + Z1:2012. Vyhověly pouze okna v obvodových zdech.

4.2. Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření energií

V budově není žádný záznam o vedení managementu hospodaření s energií.

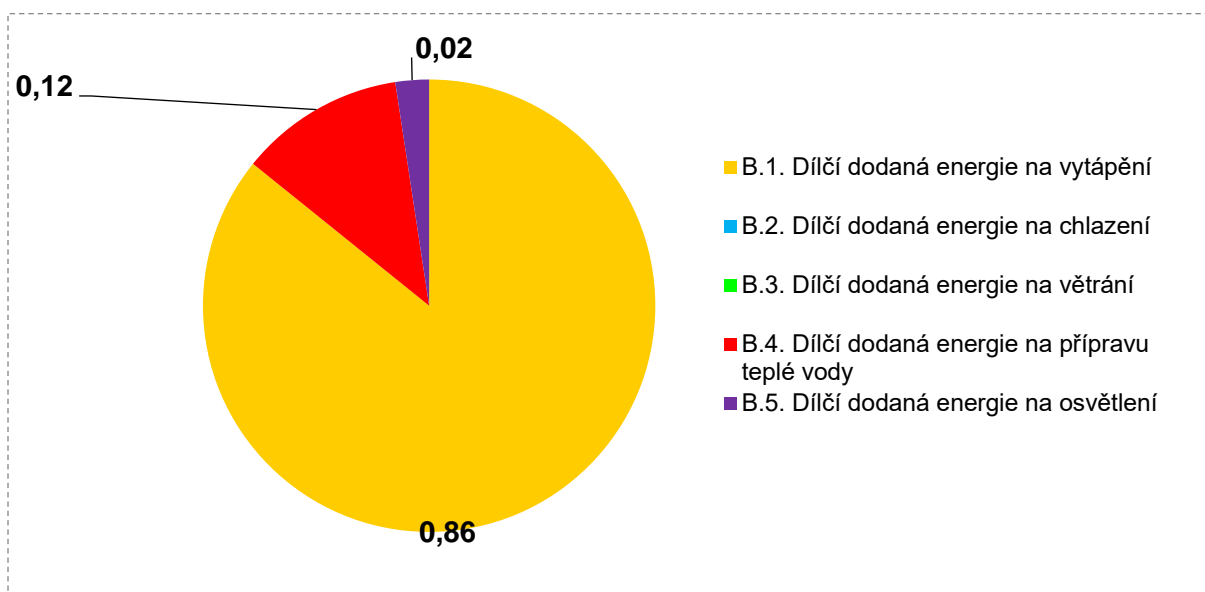
4.3. Celková energetická bilance

Tab č. 4 - Výchozí roční energetická bilance

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		GJ	MWh	tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4

2	Změna zásob paliv	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4
4	Prodej energie cizím	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	0	0
7	Spotřeba energie na vytápění	367,4	102,05	202 804,8
8	Spotřeba energie na chlazení	0	0	0
9	Spotřeba energie na přípravu TV	50,5	4,027	27 876
10	Spotřeba energie na větrání	0	0	0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení	10,27	2.85	5 669,04
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	0	0	0

Obr č.3



NÁVRH JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE

4.4. Úsporná opatření

V této kapitole jsou specifikována energeticky úsporná opatření z hlediska stavebního i technického zařízení budov.

4.5. Zateplení obvodových konstrukcí

Z důvodu nesplnění normového požadavku veškerých obvodových konstrukcí s výjimkou oken, bylo navrženo dodatečné zateplení obvodové stěny pomocí desek polystyrénu minimální tloušťky 160 mm, zateplení stropu k půdě pomocí desek z pěnového polystyrénu minimální tloušťky 240 mm a zateplení podlahy nad suterénem pomocí desek z pěnového polystyrénu minimální tloušťky 80 mm. Hodnoty součinitele prostupu tepla se sníží:

- Obvodová stěna 1,4 W/m²K → 0,23 W/m²K
- Strop k půdě 1,4 W/m²K → 0,18 W/m²K
- Podlaha nad suterénem 2,0 W/m²K → 0,42 W/m²K

Hodnoty splňují požadavky ČSN 730540-2:2011 + Z1:2012.

Cílem opatření je snížení tepelné ztráty prostupem a tím snížení energie na vytápění.

Tab. č. 5 – Investice a návratnost zateplení obvodových konstrukcí

Úsporné opatření	m ²	Investice (Kč/m ²)		Investice	
Zateplení					
Zateplení půdy	271,4	1100 Kč		298 540Kč	
Zateplení obv. stěn	575,1	1000 Kč		575 100 Kč	
Zateplení podlahy nad suterénem	274,1	1100 Kč		298 540Kč	
Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory		Prostá návratnost	
		Úspora energie	Úspora celkem	PB	
	Kč	GJ/rok	%	Kč/rok	rok
Zateplené obvodových konstrukcí	1 172 180 Kč	286,87	33 %	158 352,24	7,4

4.6. Návrh systému větrání

Po zateplení obvodových konstrukcí se objeví problém změny vnitřního prostředí v bytových jednotkách. Kvalitní, utěsněná obálka budovy brání tepelným ztrátám, ale zároveň zamezuje přirozenému větrání.

Nárazové větrání bytových prostorů nebude dostačující pro udržení hygienických podmínek v bytech. Po zateplení a utěsnění obálky budovy dojde ke zvyšování vlhkosti v bytových prostorech, což může způsobit výskyt plísní a následně narušování stavebních konstrukcí.

Řešením tohoto problému by mohlo být použití nuceného větrání. Toto větrání oproti přirozenému může zajistit kvalitní vnitřní prostředí, kontrolovaný přístup čerstvého vzduchu do bytových prostorů a zároveň minimalizovat tepelné ztráty objektu.

U návrhu nesmíme zapomenout, že se jedná o rekonstrukci stávající budovy a musíme dbát na proveditelnost řešení.

4.6.1. Decentrální nucené větrání

Vzhledem k tomu, že se jedná o starší budovu, která nemá velké konstrukční výšky a instalační prostor, jednou z malá možností je použití decentrálního nuceného větrání.

Větrání by bylo zajištěno pomocí ventilátorů, které by se osadily do koupelnových prostorů a byly připojeny do stoupacího sběrného potrubí viz. obrázek č. 5.

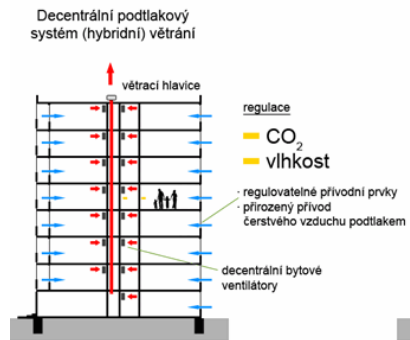
Přívod vzduchu by byl zajištěn přívodními prvky v obvodové stěně za otopnými tělesy.

Pro regulaci přívodu vzduchu dle komfortu uživatelů bych navrhovala použití termostatů, čidel CO₂, které by byly doplněny dobřehovými spínači a spínači trvalého sníženého větrání.

Toto opatření by vyřešilo problém s vnitřním komfortem a hygienickými požadavky v bytových jednotkách. Pomocí termostatů, čidel CO₂ a časových spínačů by se snížila energetická náročnost budovy. Další výhodou řešení je možnost obyvatelů regulovat větrání dle vlastních požadavků.

U tohoto řešení je ale potřeba dát pozor na napojení digestoře, což v dnešní době obsahuje skoro každá kuchyň. Pro zjednodušení ve své práci uvažuji, že každá bytová jednotka má digestoř s odvodem do stoupacího potrubí.

Toto řešení ve své diplomové práci nebudu hodnotit z hlediska investice a prosté doby návratnosti. Po dosažení větrání do modelu budovy energetická náročnost budovy se snížila o malou hodnotu. Systém v dané budově by nebyl tak efektivní jako systémy větrání probírané dále.



Obrázek č. 4

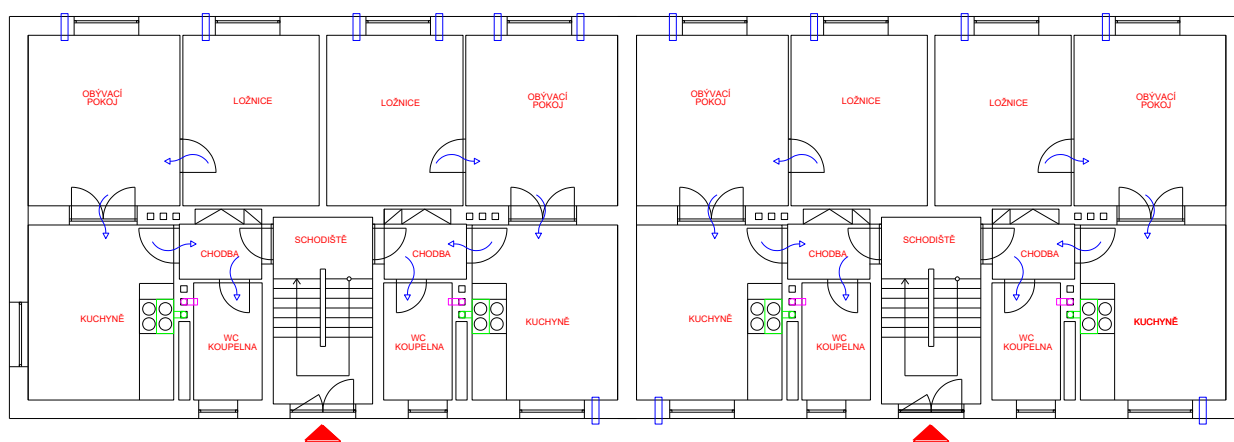
4.6.2. Rekuperační jednotky

Jedná se o malou větrací jednotku se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu, určená k ekonomicky úspornému větrání jednotlivých místností.

Systém s využitím malé rekuperační jednotky je podtlakový. Rekuperační jednotky by byly osazené v každé místnosti a zajišťovali potřebný přívod čerstvého vzduchu. Regenerační výměník z keramiky a střídavý provoz se podělí na podstatném omezení tepelných ztrát způsobených chladným čerstvým vzduchem.



Obr. Č. 5



Obr č.6

Tab. č. 6 – Investice a návratnost systému větrání

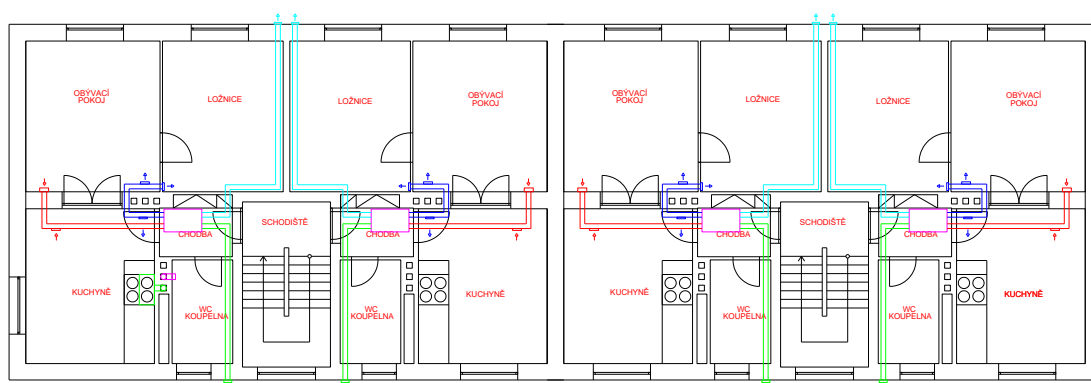
Úsporné opatření	ks	Investice (Kč/ks)		Investice	
Rekuperační jednotky					
Rekuperační jednotky	42	7 833 Kč		329 000 Kč	
Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory		Prostá návratnost	
		Úspora energie	Úspora celkem	PB	
	Kč	GJ/rok	%	Kč/rok	rok
Rekuperační jednotky	329 000 Kč	24,4	15 %	13 468,8	25,9

Pro tento systém větrání lze požádat o dotaci a získat tak kolem 20 000 Kč pro jednu bytovou jednotku. Celkově by se jednalo o přibližnou částku 240 000 Kč.

4.6.3. Lokální rovnotlaký systém

Při uvažování rovnotlakého systému větrání jedinou proveditelnou možností je lokální rovnotlaký systém. Pro větrání by sloužila menší větrací jednotka umístěna na chodbě každého bytu s odvodem a přívodem vzduchu na exteriéru budovy. Větrací jednotka by byla vybavena filtrem vzduchu, ventilátorem a výměníkem ZTZ, pro snížení energetické náročnosti.

Problémem tohoto systému je náročnost na prostor pro umístění jednotky v podhledu a umístění rozvodu. Jako jedna z nejlepších proveditelných možností je umístění jednotky na chodbě bytové jednotky, s krátkými rozvody z trubek o menším průměru nebo menší výšky, vzhledem k tomu, že světla výška místnosti malá. Avšak tuto možnost nepovažuji za nejvhodnější, a to vzhledem k prostorovým nárokům.



Obr. č. 7

Tab. č. 7 – Investice a návratnost lokálního rovnotlakého systému větrání

Úsporné opatření	ks	Investice (Kč/ks)		Investice	
Lokální rovnotlaký systém					
Lokální rovnotlaký systém	12	26 400 Kč		316 800 Kč	
Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory		Prostá návratnost	
		Úspora energie	Úspora celkem	PB	
	Kč	GJ/rok	%	Kč/rok	rok
Lokální rovnotlaký systém	316 800 Kč	19,6	4,6 %	10 819,2	29,3

Pro tento systém větrání, stejně jako pro předchozí, lze požádat o dotaci a získat tak kolem 20 000 Kč pro jednu bytovou jednotku. Celkově by se jednalo o přibližnou částku 240 000 Kč.

4.7. Energie slunce

Zateplením obálky budovy dojde k tomu, že potřeba tepla na vytápění se zmenší, což nelze říci o přípravě teplé vody.

Pro snížení nákladů na přípravu teplé vody lze využít tzv. energie slunce. Sluneční záření lze využít dvěma základními způsoby. Buď získávat teplo v solárních termických kolektorech, nebo elektřinu ve fotovoltaických panelech.⁸

U systému využívající energii slunce má velký vliv umístění panelu. Nejčastěji panely se umísťují na střechu bytových domů. U bytových domů typu „dvouletka“ však existuje možnost, že umístění panelu na střeše nepovolí stavební úřad. Tento druh budov se totiž často nachází v památkově chráněném území. V takovém případě lze použít například fotovoltaické hydroizolační pásy, fotovoltaické fasády, fotovoltaické markýzy nebo panely umístěné na zábradlí balkónů či lodžii.

Pro účely ohřevu teplé vody v bytovém domě, který je předmětem diplomové práce, je možné použít jak solární termální kolektory, tak fotovoltaickou elektrárnu. Každý z těchto systémů má své plusy, ale i mínusy.

Výhodou fotovoltaických panelů je vyšší produkce energie v zimním období v porovnání se solárními kolektory. Avšak roční výnos energie z jednotky plochy díky vyšší účinnosti je vyšší u solárních kolektorů, a to dvojnásobně v porovnání s nejkvalitnějšími fotovoltaickými panely s články z monokrystalického křemíku.

Fotovoltaické panely navzájem od solárních panelů lze použít nejen pro výrobu tepla na ohřev teplé vody. Fotovoltaický systém také neobsahuje teplonosnou kapalinu a má jednodušší přenos energie do místa užití.

V případě rekonstrukce bytových domů typu „dvouletka“ bych z výše zmíněného volila fotovoltaické panely. Tyto panely nemají tak velké požadavky na prostor v instalační šachtě, jsou efektivnější v zimě a v případě památkově chráněného území jsou větší možnosti umístění panelů na budově.

Tab. č. 8 – Investice a návratnost fotovoltaického systému

Úsporné opatření	ks	Investice (Kč/ks)		Investice	
Fotovoltaický systém					
Fotovoltaický systém	11	9 972 Kč		109 700 Kč	
Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory		Prostá návratnost	
		Úspora energie	Úspora celkem	PB	
	Kč	GJ/rok	%	Kč/rok	rok
Fotovoltaický systém	109 700 Kč	5,7	1,4 %	2980,8	36,8

Prostá doba návratnosti prokazuje, že instalace fotovoltaického systému jako samostatného opatření pro snížení energetické náročnosti budovy je nerentabilní. Toto opatření ale bude dále navržené jako součást řady opatření. Potom je možné požádat o dotace na instalaci fotovoltaické elektrárny, a tak snížit náklady o minimálně 40 000 Kč.

4.8. Vytápění

Předmět diplomové práce je vytápěn jako většina bytových domu pomocí centrálního zásobování teplem z centrálního zdroje.

Při distribuci tepla z tepláren do bytových domů vzhledem ke staří potrubí dochází k velkým tepelným ztrátám. Tyto ztráty se promítají do celkové ceny tepla. Následkem je, že cena tepla z tepláren může být vyšší než cena tepla vyráběného lokálním zdrojem.

Při návrhu odpojení od CZT a připojení k lokálnímu zdroji tepla nesmíme však zapomenout na to, že úplné odpojení od centrálního zdroje tepla je možné pouze za splnění podmínky zákona č. 458/2000 Sb. (§ 77, odst. 6): "Změna způsobu dodávky nebo změna způsobu vytápění může být provedena pouze na základě stavebního řízení se souhlasem orgánů ochrany životního prostředí (musí být splněno ustanovení § 3 odst. 8 zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší) a vše musí být v souladu s územní energetickou koncepcí."⁹

4.8.1. Tepelné čerpadlo

Pro snížení energetické náročnosti budovy, minimalizací negativních dopadů na životní prostředí a v neposlední řadě šetření na provozních nákladech by mohlo vyřešit výměna zdrojů tepla za tepelné čerpadlo vzduch/voda. Podle měření společnosti NIBE Energy Systems CZ, instalace tepelného čerpadla do starších bytových domu může ročně ušetřit až 80 % nákladů.

Tepelné čerpadlo vzduch/voda odebírá energie z venkovního vzduchu. Venkovní jednotku lze umístit jak na střeše objektu, tak do exteriéru poblíž obvodové stěny. Je to velká výhoda oproti čerpadlům typu země/vzduch, kde je potřeba provádět zemní vrty. Vzhledem k tomu, že se jedná o rekonstrukce bytových domu v těsně zastavěném prostoru, vrtání by mohlo nést komplikace, proto tento druh čerpadel ve své práci neuvažují.

Tab. č. 9 – Investice a návratnost tepelné čerpadlo

Úsporné opatření	ks	Investice (Kč/ks)		Investice	
TČ					
TČ	2	283 800 Kč		603 600 Kč	
Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory		Prostá návratnost	
		Úspora energie	Úspora celkem	PB	
	Kč	GJ/rok	%	Kč/rok	rok
TČ	567 600 Kč	68,9	16,1 %	38 032,8	14,9

Pro instalaci tepelných čerpadel lze požádat o dotaci a získat tak kolem 75 000 Kč.

4.8.2. Výměna otopných těles

Koncovým prvkem systému vytápění u předmětu diplomové práce jsou ocelová článková otopná tělesa nebo starší desková otopná tělesa. Jsou vždy osazena pod oknem.

Pro zlepšení tepelného komfortu v bytových místnostech bych navrhovala výměnu koncových prvků za nová desková otopná tělesa s osazenou termostatickou hlavici.

Nesmíme zapomenout, že při zateplení obálky budovy dojde k poklesu potřeby tepla na vytápění, proto při výměně koncových prvků se zmenší potřebná plocha otopných těles.

4.9. Teplá voda

V současnosti teplá voda v bytovém domě se připravuje lokálně pomocí karem, umístěných v koupelnách bytových jednotek. Pro zlepšení energetické náročnosti budovy bych dále navrhovala přípravu teplé vody centrálně pro celou budovu.

Nejlepší variantou bych považovala využití kombinace již zmíněného fotovoltaického systému a tepelného čerpadla, které by byly napojeny na akumulaci nádrží.

5. NÁVRH VARIANT

Z výše navržených úsporných opatření byly sestaveny dvě varianty realizace, které budou ekonomicky i ekologicky vyhodnoceny. Z nich se poté vybere lepší varianta.

5.1. Definování variant

Tab. č. 10 – Investiční náklady

Varianta 1	Investice
Zateplení obvodových kcí	1 172 180 Kč
Instalace TČ pro vytápění a TV	567 600 Kč
Malé lokální VZT s rekuperací	329 000 Kč
Instalace fotovoltaického systému	109 700 Kč
	2 325 480 Kč
Varianta 2	Investice
Zateplení obvodových kcí	1 172 180 Kč
Lokální VZT s rekuperací	316 800 Kč
Instalace TČ pro vytápění a TV	567 600 Kč
	2 092 580 Kč

5.1.1. Varianta 1

Tab. č. 11 – Hodnocení varianty 1

Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory			Prostá návratnost
		Úspora energie		Úspora celkem	PB
		GJ/rok	%	Kč/rok	rok
Zateplení obvodových kcí	1 172 180 Kč	286,87	33	158 352	7,4
Instalace TČ pro vytápění a TV	567 600 Kč	68,9	16,1	38 032	14,9
Malé lokální VZT s rekuperací	329 000 Kč	24,4	15	13 468,8	24,4
Instalace fotovoltaického systému	109 700 Kč	5,7	4,6	2980,8	36,8
Celkem	2 325 480 Kč	385,87	68,7	212 833,6	20,8

Tab. č. 12 – Energetická bilance

		Stávající stav			Varianta 1		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
ř.	Ukazatel	GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4	106,4	29,5	58 732,8
2	Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4	106,4	29,5	58 732,8
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0

5	Konečná spotřeba paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4	106,4	29,5	58 732,8
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	0	0	0	0	0
7	Spotřeba energie na vytápění	367,4	102,05	202 804,8	57,75	16,04	31 878
8	Spotřeba energie na chlazení	0	0	0	0	0	0
9	Spotřeba energie na přípravu TV	50,5	4,027	27 876	37,01	10,28	20 429,52
10	Spotřeba energie na větrání	0	0	0	7,37	2,04	4 068,24
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení	10,27	2,85	5 669,04	10,27	2,85	5 669,04
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	0	0	0	0	0	0

Energetická bilance – ve variantě 1 se ušetří 75,5 % oproti původnímu stavu.

5.1.2. Varianta 2

Tab. 13 – Hodnocení varianty 2

Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory			Prostá návratnost
		Úspora energie		Úspora celkem	PB
		GJ/rok	%	Kč/rok	rok
Zateplení obvodových kcí	1 172 180 Kč	286,87	33	158 352	7,4
Instalace TČ pro vytápění a TV	567 600 Kč	68,9	16,1	38 032	14,9
Lokální VZT s rekuperací	316 800 Kč	19,6	4,6	10 819,2	29,3
Celkem	2 443 360 Kč	330,1	33,2	368 561,2	17,2

Tab. č. 14 – Energetická bilance

		Stávající stav			Varianta 2		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
ř.	Ukazatel	GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4	124,2	34,5	68 558,4
2	Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4	124,2	34,5	68 558,4
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4	124,2	34,5	68 558,4

6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	0	0	0	0	0
7	Spotřeba energie na vytápění	367,4	102,05	202 804,8	68,9	19,13	38 032,8
8	Spotřeba energie na chlazení	0	0	0	0	0	0
9	Spotřeba energie na přípravu TV	50,5	4,027	27 876	42,98	11,9	5 524
10	Spotřeba energie na větrání	0	0	0	2,05	0,6	1 131,6
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení	10,27	2,85	5 669,04	10,27	2,85	5 669,04
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	0	0	0	0	0	0

Energetická bilance – ve variantě 2 se ušetří 70 % oproti původnímu stavu.

5.2. Ekonomické vyhodnocení navržených variant

Při ekonomickém hodnocení je vypočtena prostá doba návratnosti T_s . Dále reálná doba návratnosti T_{sd} , čistá současná hodnota NPV a vnitřní výnosové procento IRR. Je uvažováno s diskontní sazbou 4 % s cenami včetně DPH a s dobou životnosti projektu 20 let.

Tab. č. 15 – Ekonomické hodnocení

Parametr	Jednotka	Varianta 1	Varianta 2
Investiční výdaje projektu	Kč	2 325 480 Kč	2 092 580 Kč
Změna nákladů na energii	Kč	177 633,6	167 808
Změna ostatních provozních nákladů	Kč	0	0
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	0	0
změna ostatních provozních nákladů	Kč	0	0
změna nákladů na emise a odpady	Kč	0	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	Kč	177 633,6	167 808
Doba hodnocení	roky	20	20
Roční růst cen energie	%	2	2
Diskont	%	4	4
Ts – prostá doba návratnosti	roky	13	12,6
Tsd – reálná doba návratnosti	roky	18	19,2
NPV – čistá současná návratnost	Kč	2 549 561,8	2 415 634
IRR – vnitřní výnosové procento	%	8	7

5.3. Ekologické vyhodnocení

V obou dvou variantách se využívá skoro stejná zařízení se stejnou spotřebou elektrické energie. Spotřeba energií v obou variantách se pohybuje kolem 8500 kWh/rok. Proto jsou obě varianty přibližně na stejné úrovni z hlediska ekologického dopadu na prostředí. Z tohoto důvodu se bude při výběru optimální varianty přihlížet k ekonomické stránce opatření.

6. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

6.1. Výběr na základě výsledků ekonomického a ekologického zhodnocení

6.1.1. Doporučená varianta 1

Z navržených opatření byly sestaveny 2 varianty. Při vyhodnocení ekonomické a ekologické stránky námi byla vybrána varianta 1 zabývající se úsporným opatřením z hlediska stavební části, ale i části TZB. Varianta obsahuje zateplení obálky budovy. Z hlediska TZB se jedná o opatření pro snížení potřeby elektrické energie a využití energie okolního prostředí.

Tab. č. 16 – Doporučení

	Varianta 1	Varianta 2	Optimální varianta
Úspora energie	321,8 GJ	304 GJ	Varianta 1
Přínosy projektu celkem	177 633,6	167 808	Varianta 2
Investice	2 325 480 Kč	2 092 580 Kč	Varianta 2
Ts – prostá doba návratnosti	13	12,6	Varianta 2
NPV – čistá současná návratnost	2 549 561,8	2 415 634	Varianta 1
IRR – vnitřní výnosové procento	8	7	Varianta 1
Tsd – reálná doba návratnosti	18	19,2	Varianta 1

Variantu 1 jsme vybrali z důvodů většího přínosu projektu. Přestože počáteční investice a prostá doba návratnosti je o něco větší než u druhé varianty, tato varianta má lepší úsporu energie a kratší reálnou dobu návratnosti.

Tab. č. 17 – Rozložení spotřeby energie

	Spotřeba (GJ)	Spotřeba	Podíl (%)
Vytápění	57,75	16,04 MWh	54,27
Chlazení	0	0	0

Nucené větrání	7,37	2,04 MWh	4,9
Příprava TV	37,01	10,28 MWh	34,78
Osvětlení	10,27	2,85 MWh	7,6
Elektřina	0	0	0
Celkem	106,4	29,5	100 %

7. DOPORUČENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY

7.1. Popis optimální varianty

7.1.1. Úsporná opatření

Zateplení obálky budovy

Původní obvodové konstrukce neodpovídají dnešním požadavkům na součinitel prostupu tepla. Proto navrhuji zateplení obvodových stěn deskami polystyrenu minimální tloušťky 160 mm, zateplení stropu k půdě pomocí desek pěnového polystyrenu minimální tloušťky 240 mm a zateplení podlahy nad suterénem pomocí desek pěnového polystyrenu minimální tloušťky 80 mm. Následně součinitel prostupu tepla vypadá takto:

- Obvodová stěna 1,4 W/m²K → 0,23 W/m²K
- Strop k půdě 1,4 W/m²K → 0,18 W/m²K
- Podlaha nad suterénem 2,0 W/m²K → 0,42 W/m²K

Hodnoty splňují požadavky ČSN 730540-2:2011 + Z1:2012.

Návrh tepelného čerpadla pro vytápění a přípravu TV

Dalším opatřením je návrh tepelného čerpadla vzduch-voda s osazeným elektrokotlem jako bivalentním zdrojem a teplovodní otopné soustavy pro vytápění a přípravu teplé vody v budově.

Instalace fotovoltaického systému

Pro snížení nákladu na přípravu teplé vody navrhuji instalaci fotovoltaické soustavy pro podporu přípravy teplé vody.

Malé lokální VZT s rekuperací

Pro dodržení hygienických požadavků na vnitřní prostředí pro zateplení obálky budovy a snížení nákladů na vytápění navrhuji instalaci malých lokálních vzduchotechnických jednotek s rekuperací.

7.2. Roční úspory energie v MWh/rok po realizaci varianty 1

Roční úspora energie je 118,45 MWh/rok.

7.3. Náklady v tisících Kč/rok na realizaci varianty 1

Investice na realizaci jsou 2 325 480 Kč.

7.4. Průměrné roční provozní náklady v tisících Kč/rok v případě realizace varianty 1

Je potřeba na elektřinu 58 732,8 Kč.

7.5. Upravená energetická bilance pro variantu 1

Tab. č. 18 – Energetická bilance

ř.	Ukazatel	Stávající stav			Varianta 1		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4	106,4	29,5	58 732,8
2	Změna zásob paliv	0	0	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4	106,4	29,5	58 732,8
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie	428,2	118,9	236 366,4	106,4	29,5	58 732,8
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	0	0	0	0	0	0
7	Spotřeba energie na vytápění	367,4	102,05	202 804,8	57,75	16,04	31 878
8	Spotřeba energie na chlazení	0	0	0	0	0	0
9	Spotřeba energie na přípravu TV	50,5	4,027	27 876	37,01	10,28	20 429,52

10	Spotřeba energie na větrání	0	0	0	7,37	2,04	4 068,24
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0	0	0	0	0	0
12	Spotřeba energie na osvětlení	10,27	2,85	5 669,04	10,27	2,85	5 669,04
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	0	0	0	0	0	0

7.6. Ekonomické a ekologické vyjádření pro optimální variantu

Variantu 1 má větší přínos, větší úsporu energie a kratší reálnou dobu návratnosti.

7.7. Návrh vhodné koncepce systému managementu hospodaření s energií

Navrhuji koncepci managementu z důvodu přehledu o všech pohybech s energiemi, pro snadnější odhalení problémů, ale i pro běžný přehled z ekonomického hlediska. O management v bytovém domě se bude starat pověřená osoba.

7.8. Popis okrajových podmínek pro optimální variantu

Lokalita	Praha
Výpočtová venkovní teplota	-13°C
Počet dní v otopné sezóně	241 dní
Střední venkovní teplota za otopné období	3,7 °C

Okrajovými podmínkami se rozumí dodržení stanovených postupů při realizaci a při následném užívání. Dále dodržení technologických postupů a práce s materiály, jejichž vlastnosti souhlasí s těmi, které se využily při samotném výpočtu. Musí být zachovány stejné parametry i u zdrojů tepla a dalších energetických zařízení. Výpočty z hlediska ekonomického vycházejí z reálných cen materiálů.

Při zpracování projektové dokumentace musí být kladen důraz na řešení problematických míst, jako jsou například konstrukční detaily. Projektant zohlední současný a budoucí provoz objektu. Pokud vznikne problém ve fázi realizace nebo samotného projektu, bude projektant řešit problémy se zpracovatelem energetického auditu.

8. Závěr

Soubor opatření navržený a spočítaný ve variantě jedna bude zpracován v následující části diplomové práci v rozsahu projektové dokumentace pro provádění stavby. Během zpracování návrhu se zjistí úspěšnost a proveditelnost jednotlivých opatření.

9. Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: LETECKÁ MAPA SEZNAM.CZ.....	9
OBRÁZEK 2: LETECKÁ MAPA SEZNAM.CZ.....	9
OBRÁZEK 3: CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE BUDOVY.....	15
OBRÁZEK 4: https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/7479-centralni-podtlakove-vetrani-hybridni-vetrani-v-panelovem-dome-rekuperace-ci-hybrid	17
OBRÁZEK 5: http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/respiro-150-mala-rekuperacni-jednotka]	18
OBRÁZEK 6: Půdorys typického podlaží.....	18
OBRÁZEK 7: Půdorys typického podlaží.....	19

10. Zdroje

[1] <https://www.estav.cz/cz/5773.konstrukcni-soustavy-panelovych-domu-jejich-vyvoj-a-typy-pudorysy>

[2] http://episcopo.eu/fileadmin/tabula/public/docs/brochure_until2012/CZ_TABULA_TypologyBrochure_STU-K_2011.pdf

11. Seznam použité literatury

1. Disertační práce 2015. Ing.arch.Pavla Čechová: Vztah typologie a konstrukční soustavy Konstrukce v architektuře – příloha
2. ČESKOSLOVENSKO, Předpis č. 192/1946 Sb. - Zákon o dvouletém hospodářském plánu, Sbírka zákonů České republiky, částka 84/1946.
3. LABSKÝ, BLECHA, TRYZNA. Stavba bytů ve dvouletce (Funkční a směrné plány), Praha: ministerstvo informací, 1947.
4. ČSN EN 15459 – Energetická náročnost budov – Postupy pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách

12. Internetové zdroje

1. <https://www.estav.cz/cz/5773.konstrukcni-soustavy-panelovych-domu-jejich-vyvoj-a-typy-pudorysy>
2. http://episcopes.eu/fileadmin/tabula/public/docs/brochure_until2012/CZ_TABULA_TypologyBrochure_STU-K_2011.pdf
3. http://panelaky.info/vyvoj_panelaku/