



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÝ AUDIT

ENERGY AUDIT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

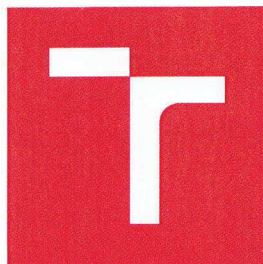
Bc. David Hrazdira

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. David Hrazdira
Název	Energetický audit
Vedoucí práce	Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



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

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

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

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
Analýza spotřeby energie posuzovaného energetického hospodářství pro výchozí stav a nový stav.
Výkres schéma zapojení kotelny v jedné variantě.
 - C. Energetický audit v souladu s vyhláškou 480/2012 Sb. v platném znění.
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy – výkresy

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



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

ABSTRAKT

Tématem diplomové práce je zpracování energetického auditu podle platné legislativy v České republice pětipodlažního bytového domu. Diplomová práce se skládá ze tří hlavních částí. Teoretické, výpočtové a energetického auditu. Teoretická část je zaměřena na téma solárních termických kolektorů. Ve výpočtové části je provedena analýza spotřeby energie posuzovaného objektu ve výchozím i novém stavu. Energetický audit je vypracovaný podle vyhlášky č. 480/2012 Sb. v aktuálním znění.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energetický audit, bytový dům, solární termický systém, solární fotovoltaický systém, úspory energie, rekuperační výměník, okna, zateplení

ABSTRACT

The theme of this master's thesis is the elaborating of an energy audit according to the valid legislation in the Czech Republic a five-storey apartment building. The master's thesis consists of three main parts. Theoretical, Computational and Energy Audit. The theoretical part focuses on the theme of solar thermal collectors. In the calculation part, the energy consumption of the assessed object is analyzed in both the initial and the new state. The energy audit is drawn up in accordance the Decree number 480/2012 Sb. in the current version.

KEYWORDS

Energy audit, apartment building, solar thermal system, solar photovoltaic system, energy saving, heat recovery heat exchanger, windows, thermal insulation

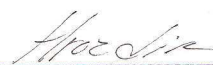
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. David Hrazdira *Energetický audit*. Brno, 2018. 132 s., 6 s. příl. Diplomová práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov.
Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 12. 1. 2018



Bc. David Hrazdírka
autor práce

O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 12. 1. 2018



Bc. David Hrazdírka
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu doc. ing. Petru Horákovi Ph.D., za odborné vedení diplomové práce a cenné rady při jejím zpracovávání. Dále bych chtěl poděkovat rodině za podmínky, které jsem měl v průběhu studia a jejich podporu. Přítelkyni děkuji za její trpělivost.

OBSAH

ÚVOD	4
A. TEORETICKÁ ČÁST	5
SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM	6
A.1.1 HISTORIE	6
A.1.2 ZEMĚ S NEJVĚTŠÍM PODÍLEM SOLÁRNÍHO TERMICKÉHO OHŘEVU VE SVĚTĚ	9
A.1.3 PRINCIP FUNKCE	11
A.1.4 PARAMETRY KOLEKTORU.....	12
A.1.5 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY V ČR	15
A.1.6 TYPY SOLÁRNÍCH PANELŮ	16
VAKUOVÉ TRUBICOVÉ KOLEKTORY	16
PLOCHÉ KOLEKTORY	17
PLOCHÉ VAKUOVÉ KOLEKTORY	18
TERMODYNAMICKÉ PANELE	18
VZDUCHOVÉ KOLEKTORY	19
NEKRYTÉ KOLEKTORY	19
A.1.7 METODY NÁVRHU SOLÁRNÍCH SOUSTAV	20
F-CHART METODA.....	20
ZJEDNODUŠENÁ BILANČNÍ METODA PODLE TNI 73 0302	20
SIMULAČNÍ PROGRAMY	20
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	21
B.1 ZPŮSOB VÝPOČTU	22
B.2 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU	23
B.3- ZÓNOVÁNÍ BUDOVY	24
B.4 ANALÝZA SPOTŘEBY ENERGIE POSUZOVANÉHO ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ PRO VÝCHOZÍ STAV.....	27
B.4.1- SOUČINITELÉ PROSTUPU TEPLA JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ	27
B.4.2- TEPELNÉ ZTRÁTY	28
B.4.3- FAKTUROVANÉ SPOTŘEBY ENERGIÍ PRO VÝCHOZÍ STAV	30
B.4.4- VYPOČTENÉ SPOTŘEBY ENERGIÍ	32
B.5 ANALÝZA SPOTŘEBY ENERGIE POSUZOVANÉHO ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ PRO NOVÝ STAV.....	33
B.6 TERMORIZNÍ SNÍMKOVÁNÍ BUDOVY	34
B.7 ORIENTAČNÍ VÝPOČET OBJEMU AKUMULAČNÍCH ZÁSOBNÍKŮ	38

B.8 SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM	40
B.9 SOLÁRNÍ FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM.....	44
B.10 KOUPELNOVÝ REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍK ODPADNÍ VODY	49
C. ENERGETICKÝ AUDIT V SOULADU S VYHLÁŠKOU 480/2012 Sb. V PLATNÉM ZNĚNÍ	52
C.1 TITULNÍ LIST	53
C.2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	54
C.2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O VLASTNÍKOVI.....	54
C.2.2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O BUDOVĚ.....	54
C.3 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	55
C 3.1-PŘEDMĚT AUDITU	55
C 3.2- CHARAKTERISTIKA OBJEKTU	55
C 3.3- ZÁKLADNÍ VÝMĚRY OBJEKTU	56
C 3.4- SITUACE	57
C 3.5- ENERGETICKÉ VSTUPY	58
C 3.5.1- FAKTUROVANÉ SPOTŘEBY ENERGIÍ PRO VÝCHOZÍ STAV.....	58
C 3.6- VLASTNÍ ZDROJE ENERGIE	60
C 3.7- ROZVODY ENERGIE	60
C 3.8- TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI BUDOVY	64
C 3.9- SYSTÉM MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ S ENERGIÍ PODLE ČSN EN ISO 50001	70
C.4 VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	70
C 4.1- VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE	71
C 4.2- VYHODNOCENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ KONSTRUKCÍ.....	71
C 4.3- VYHODNOCENÍ ÚROVNĚ SYSTÉMU MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ S ENERGIÍ	72
C 4.4- CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE PODLE 480/2012 Sb. přílohy 4	73
C.5 NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI	74
OPATŘENÍ Č.1- SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM.....	75
OPATŘENÍ Č.2- SOLÁRNÍ FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM	77
OPATŘENÍ Č.3- KOUPELNOVÝ REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍK ODPADNÍ VODY	79
OPATŘENÍ Č.4- ZATEPLENÍ STĚN U LODŽÍÍ	81
OPATŘENÍ Č.5- VÝMĚNA VÝPLNÍ OTVORŮ	83
OPATŘENÍ Č.6- VÝMĚNA WOLFRAMOVÝCH ŽÁROVEK ZA LED.....	84
OPATŘENÍ Č.7- POHYBOVÉ ČIDLO.....	85
C.7 NÁVRHY VARIANT	86
C.7.1- VARIANTA I	86
C.7.2- VARIANTA II	87

C.7.2- VARIANTA III	88
C.7.3- VARIANTA IV	89
C.8 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ VARIANT	91
C.9 EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ VARIANT	91
C.10 UPRAVENÁ ROČNÍ ENERGETICKÁ BILANCE	93
C.11 VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	94
C.12 EVIDENČNÍ LIST	95
ZÁVĚR	97
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	98
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	99
SEZNAM PŘÍLOH	100

ÚVOD

Diplomová práce pojednává o energetickém hodnocení formou auditu podle vyhlášky č.480/2012 Sb. v platném znění. Předmětem práce je pětipodlažní bytový panelový dům se čtyřmi nadzemními a jedním podzemním podlažím. Stavba se nachází v Brně městské části Žabovřesky.

Práce se skládá ze tří hlavních částí. První částí je část teoretická, která se zaměřuje na popis solárního termického systému. Zahrnuje témata jako historii vzniku a vývoje termických panelů ve světě i v České republice, klimatické podmínky na našem území pro provoz solárních systémů, návrhové metodiky pro projekční či auditorskou činnost a další.

Ve druhé části práce, která nese název "výpočtová část" uvádím schématické rozdělení domu do příslušných zón, energetické vyhodnocení výchozího stavu bytového domu spolu s fakturovanými údaji o spotřebě energií a tepelně technickými vlastnostmi konstrukcí. Dále zahrnuje stanovení odběrových křivek teplé vody pro přesnější určení velikosti akumulčních zásobníků, z které se následně odvíjí velikost tepelných ztrát vzhledem k jejich ploše a objemu. Uvádí dále podrobnější výpočet energetických přínosů tří opatření sloužících k ohřevu teplé vody počítaných jinými softwary než moduly Energetika a tepelná technika 1D od společnosti DEK. Ke každému ze tří opatření je uveden rozpočet investičních nákladů, jejich využitelné energetické přínosy stanovené softwarově případně početně na základě empirických podkladů, schéma zapojení soustavy, grafické znázornění využití střešní plochy pro instalaci fotovoltaického nebo solárního termického systému ohřevu teplé vody a v poslední řadě stanovení možnosti čerpání dotací z programu Nová zelená úsporám na základě dotačních podmínek. Do výpočtové části je také začleněna část s termosnímkováním budovy a jeho následné vyhodnocení.

Třetí část zahrnuje energetický audit podle vyhlášky č.480/2012 Sb. v platném znění. Obsahuje údaje o předmětu diplomové práce, popisu stávajícího stavu rozvodů energií, tepelných zdrojích, fakturovaných spotřebách energií a dalších informací týkajících se energetických a technických vyhodnocení. Dále detailně popisuje všech sedm opatření, z kterých jsou vytvořeny čtyři varianty zaručující energetickou úsporu, finanční návratnost a menší emisní stopu. Z variant je následně vybrána jedna na základě všech hodnocených kritérií.

A. TEORETICKÁ ČÁST

SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM

A.1.1 HISTORIE

VE SVĚTĚ

Sluneční energie se využívá už od 7. století před naším letopočtem jako zdroj tepla, pro přípravu jídel, jako zdroj světla a pro zakládání ohňů. Starověcí Řekové a Římané byli již kdysi schopní navrhnout architekturu tak, aby byla schopna využít kapacitu slunce na osvětlení a vytápění vnitřních prostor.

7. století př.n.l

Starověcí lidé používali lupy za jejíž pomoci koncertovali sluneční paprsky k tomu, aby zapálili oheň.

3. století př.n.l

Řekové a Římané používali zrcadla ke svícení.

2. století př.n.l

Řecký vědec Archimédes experimentuje s použitím odrazivosti bronzových štítů, aby koncentrovanými slunečními paprsky zapálil dřevěné lodě nepřátel.

20 n.l.

Číňané používají zrcadla ke svícení.

1. až 4. století n.l.

Římské lázně jsou navrženy tak, aby využívali sluneční energii k ohřevu vody.

13. století

V Severní Americe staví obydlí na útesech směrem na Jih, aby využili tepla v zimě.

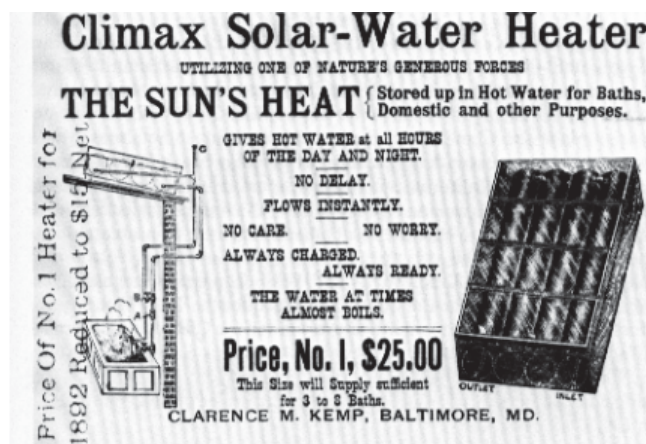
1767

Švýcarský vědec Horace de Saussure postavil teoreticky první solární kolektor. Kolektor byl proveden jako obdélníková krabice z borovice, ve které byl izolovaný vnitřek s dvěma malými boxy. Celá krabice byla překryta sklem. Při vystavení slunci se spodek boxu ohřál na teplotu 109°C. Saussure si tehdy nebyl jistý tím, jak slunce zahřálo krabice. Dnes již můžeme lépe vysvětlit, co se stalo. Sluneční světlo proniklo skleněnými kryty, černá vnitřní podšívka absorbovala sluneční záření a přeměnila ho na teplo. Tzv. HOT BOX se stal prototypem dnešních slunečních kolektorů.

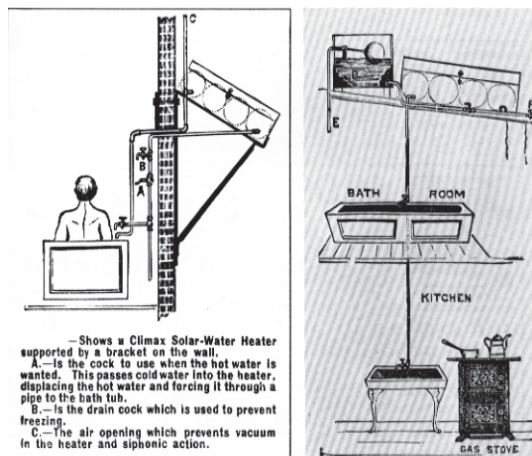
1891

Američan Clarence Kemp z Baltimoru v Marylandu prodal nejnovější vybavení pro ohřev vody. V roce 1891 si Kempt patentoval způsob, jak spojit starou technologii, která spočívala v natření kovových nádrží na černo a tak ohřívat vodu uvnitř nádrže. Spojil tedy technologii tzv. HOT BOXU s kovovými nádržemi, čímž zvýšil schopnost nádrží shromažďovat a uchovávat teplo. Nazval svůj nový solární ohřívač vody "Climax". **Byl to první solární ohřívač vody na světě.** Kempt původně prodával svůj vynález východním gentlemanům, jejichž manželky odcházely se svými služebnými do letních sídel, aby se o sebe samy postaraly. Investice do zařízení byla 25 dolarů a ušetřila 9 dolarů za rok na uhlí.

Climax mohl být používán od dubna do října a byl schopný dodávat vodu o teplotě **38 °C** ve slunečných dnech. V oblastech Kalifornie by byl Climax díky místnímu klimatu velmi více atraktivní než v Marylandu, toho využili podnikatelé E.F. Brooks a W.H. Congers. V roce 1898 koupili od



Obrázek 2- Inzerční list na Climax v roce 1892, převzato z [1]

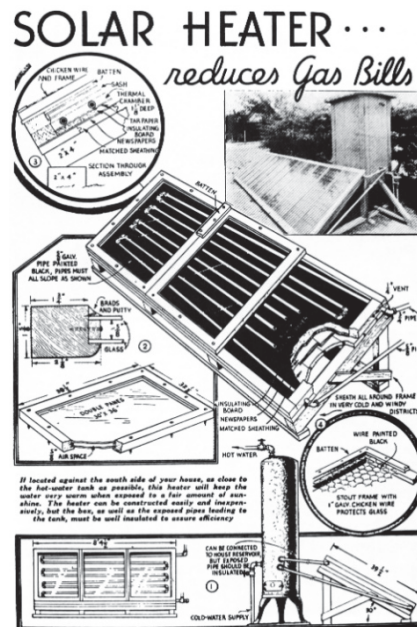


Obrázek 1- Způsob ohřevu vody zařízením Climax, převzato z [1]

Kemptonu licenci a začali produkt prodávat v Kalifornii. Prodeje ohromně vzlétly. V roce 1898 Sarah Robins zaplatila za licenci pro jižní Kalifornii Brooksovi a Congersovi devětkrát tolik, než co oni zaplatili Kemptonovi. Toho stejného roku koupil Richard Stuart licenci pro severní Kalifornii za 10 000 dolarů.

1909

Climax od roku 1891 prošel řadou inovací. Nicméně nedokázal dostatečně akumulovat ohřátou vodu v barelu, který byl umístěn uvnitř krabice se skleněným víkem na střeše na druhý den ráno. To změnil v roce 1909 muž se jménem William J. Bailey, který začal prodávat revoluční systém pod název **Day and Night**. Název znamenající v překladu den a noc vznikl z faktu, že akumulované teplo vydrželo až do rána druhého dne. Systém se již velmi podobá těm dnešním. Barel zásobující vodu byl umístěn uvnitř objektu, aby nebyl ochlazován vnějšími klimatickými vlivy. Na černo obarvený plech se připevnilly úzké trubice a to celé bylo vloženo opět do krabice se skleněným víkem. Díky menšímu objemu ohřívání vody v krabici se voda rychleji ohřívala. Climax byl překonán a na trhu pomalu končí. Od roku 1909 do 1918 bylo prodáno 4000 kusů Day and Night systému. Vlivem objevu velkého naleziště zemního plynu v Kalifornii se stal plyn levnějším, dostupnějším a zájem o solární systém rychle opadal. Výroba byla završena v roce 1941.



Obrázek 3- Vyrobt si sami, plánec na výrobu solárního kolektoru, převzato z [1]

1931

Na Floridě roku 1931 byla založena společnost, která inovovala systém. Krabice již nebyla dřevěná, ale byla provedena z železa, kolektor měl jiné uspořádání potrubí s názvem Duplex, které bylo účinnější o 20%. Byl vytvořen sofistikovanější zásobník teplé vody izolovaný **korkovou drtí**.

1939- 1978

V roce 1939 byl první dům v Americe **vytápěn** sluneční energií. Byl postaven jako experimentální laboratoř Massachusetským technologickým institutem. Do roku 1978 institut zřídil dalších 5 experimentálních domů vytápěných sluneční energií pod názvy SOLAR 1 až 6.

1948-1955

Díky druhé světové válce vzrostla cena mědi v Americe více jak třikrát. Solární systém v té době vyšel na 300 dolarů zatímco elektrický ohřívač vody stál 40 dolarů, což mělo za následek úpadek poptávky po solárních ohřívačích vody.

1942-1990 (Japonsko)

Japonci postrádali po druhé světové válce levnou energii na ohřev teplé vody. Kvůli ohřevu pálili rýžovou slámu, kterou jinak mohli použít pro krmení dobytka. Japonská firma začala dodávat na trh jednoduchý solární ohřívač vody, který připomínal staré válcové kovové nádoby na vodu umístěné ve dřevěné krabici, tak jak je kdysi vytvořil Kempt. Do roku 1969 bylo instalováno asi 4 000 000 těchto solárních ohřívačů. V šedesátých letech Japonci získali přístup k novým ropným polím a tím získali zdroj levné energie. Stejně jak v roce 1918 v Kalifornii se průmysl solárních ohřívačů zhroutil. Ropné embargo v roce **1973** dramaticky zvýšilo cenu ropy a prodej solárních systémů se opět zvýšil. Roční prodej zhruba 100 000 jednotek ročně. Druhý ropný šok nastal v roce 1979, kdy Japonci upřednostňovali systém ohřevu vody blízký se podobající systému J. Baileya z roku 1909. **Více než 10 000 000** japonských domácností ohřívá vodu sluncem.

1973 (Izrael)

Rok 1973 se díky ropné krizi dotkl i Izraele. Izraelci zareagovali masovým nákupem solárních ohřívačů vody . V roce **1983** asi 60% obyvatel ohřívá vodu za pomoci sluneční energie, Když cena ropy klesla v polovině osmdesátých let, izraelská vláda nechtěla, aby se lidé od solárního ohřevu odvrátili, jako tomu bylo ve zbytku světa. Vyžadovali proto, aby vodu ohřívá sluncem. Dnes má více než 90% izraelských domácností vlastní solární ohřívače vody.

1973 (Austrálie)

Ropná krize se dotkla i světadílu Austrálie a v těchto letech velmi vzrostla poptávka po solárních ohřívačích vody. Nicméně několik tisíc domácností používalo solární ohřívače i před ropnou krizí. Tehdy byly dováženy z Kalifornie již zmiňovanou firmou Day and Night. V Austrálii se využíval solárních systém lokálně. Například na severu využívalo solární energii 50% obyvatel, tak na východě to bylo pouze 5%. To bylo způsobeno zejména tím, že na severu se vyráběla elektřina z dovážené ropy, kdežto na východě byla produkována v místě spotřeby těžbou levného uhlí. Koncem 80. let poptávka po solárních ohřívačích začala stagnovat vlivem objevu naleziště zemního plynu a distribuce za pomoci potrubní sítě. Vývoz nyní představuje více než 50% prodeje společnosti Solahart, předního výrobce ohřívačů v Austrálii.

U NÁS

Po 1973

V roce 1973 dopadla ropná krize na celý svět a proto se do role opět dostávaly solární systémy. U nás to bylo nejspíš jedno z prvních období jejich instalace.

Mezi první pokusy o implementaci solárního zařízení do našich končin bylo například používání polyethylenové folie místo zasklívání. Tato úprava se ovšem neuchytila protože vlivem ohřívání absorberu docházelo ke smršťování nebo vytahování fólie. Pokrokovou úpravou bylo natavení folie z obou stran na šestihranné pletivo, které mělo výztužnou funkci.

Postupem času se od po domácku vyráběných kolektorů odstupovalo díky jejich nízké účinnosti a něli nefunkčnosti. Jako další problém, který omezoval realizaci kvalitní solární soustavy byla absence nemrznoucí solární kapaliny, která nebyla k dostání. Kapalina, tedy voda se musela na zimu vypouštět, aby nedošlo k jejímu zamrznutí v rozvodech a tím ke zničení celé soustavy. V dalších letech se na trh dostaly nemrznoucí kapaliny, které byly toxické. Mohli bychom si myslet, že v tom případě nebyly používány. To je ovšem omyl a přišlo se na to, jak je využít bez újmy na zdraví určitým způsobem zapojení v rozvodech.

Vznikly první velké podniky zabývající se výrobou a vývojem solárních kolektorů v Kroměříži, Žárom nad Hronem a v Nových Zámcích. Každý výrobní závod vyráběl jiný typ kolektorů.

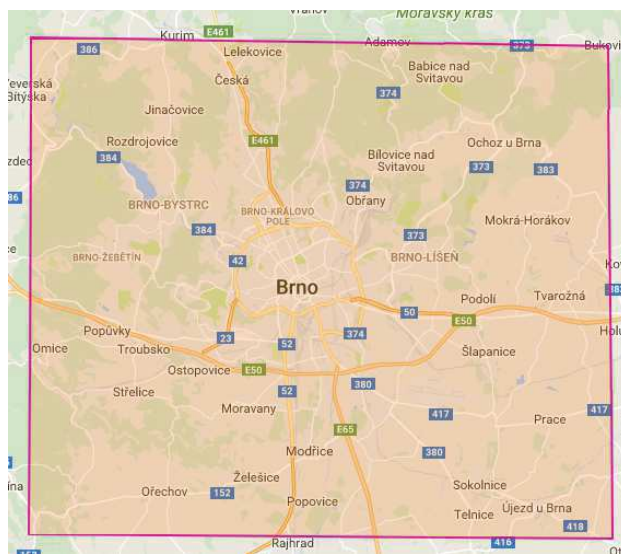
Jako jedna z prvních velkých aplikací solárních kolektorů vyrobených v Kroměříži je solární systém pro přípravu teplé vody v Kojetíně z roku 1976, který disponuje 140 ks, 120m² a dvěma zásobníky o objemu 4000l. **Systém je dodnes v provozu s původními kolektory.**

V průběhu let se také pořádaly solární semináře a konference. Mezi nejznámější patří mezinárodní konference Aplikované optiky ve sluneční energii, Slunce + Stavba,...

A.1.2 ZEMĚ S NEJVĚTŠÍM PODÍLEM SOLÁRNÍHO TERMICKÉHO OHŘEVU VE SVĚTĚ

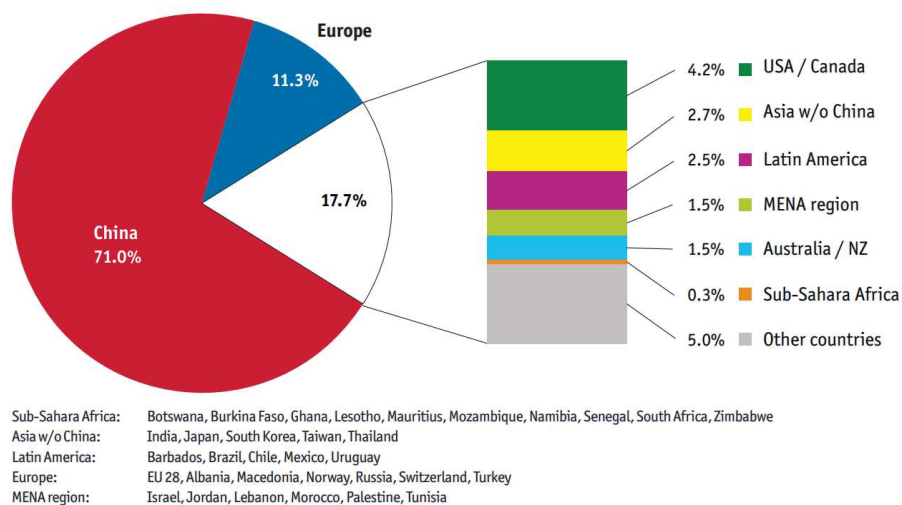
Do konce roku 2015 byla v 66 zemích světa analyzována instalovaná kapacita solárního ohřevu 435,9 GWth, což odpovídá celkovému počtu 622,7 milionů metrů čtverečních kolektorové plochy (622,7 km²). To odpovídá zhruba ploše ohraničené v rámečku na obrázku č. 4.

Převážná většina celkové provozní kapacity byla instalována v Číně (309,5 GWth) a Evropě (49,2 GWth), které společně představovaly 82,3 % z celkové instalované kapacity. Zbývající instalovaná kapacita byla rozdělena mezi Kanadu (18,4 GWth), Asie kromě Číny (11,6 GWth), Latinská Amerika (11,0 GWth), Izrael, Jordánsko, Libanon, Maroko, Palestina a Tunisko (6,7GWth), Austrálie a Nový Zéland (6,4 GWth) a Bostwana, Burika Faso, Ghana, Lesotho,



Obrázek 4- Plocha odpovídající celkové ploše instalovaných kolektorů, převzato z [2]

Mauritius , Mozambik, Namibie, Senegal, Jižní Afrika a Zimbabwe (1,4 GWth). Podíl ostatních zemí se odhaduje na 5 % z celkového pokrytí tj. (21,8 GWth).



Obrázek 5- Globální podíl využití termických systémů, převzato z [3]

Největší převládající konstrukce kolektorů 71,5 % jsou ploché kolektory. Následují vakuové trubicové kolektory 22 %. Potom nekryté kolektory s podílem 6,2 % a kryté plus nekryté vzduchové kolektory s podílem 0,3 %.

Zajímavým srovnáním je statistika srovnávající instalovaný výkon krytých a nekrytých solárních kolektorů na tisíc obyvatel devíti zemí světa, která byla vyhodnocena v roce 2015 s následujícími údaji:

1. Barbados (486 kWth/ 1000 obyvatel)
 2. Rakousko (421 kWth/ 1000 obyvatel)
 3. Kypr (400 kWth/ 1000 obyvatel)
 4. Izrael (397 kWth/1000 obyvatel)
 5. Řecko (287 kWth/1000 obyvatel)
 6. Palestina (276 kWth/ 1000 obyvatel)
 7. Austrálie (265 kWth/ 1000 obyvatel)
 8. Čína (226 kWth/ 1000 obyvatel)
 9. Turecko (172 kWth/ 1000 obyvatel)
 10. Německo (164 kWth/ 1000 obyvatel)
- X. Česká Republika (77 kWth/ 1000 obyvatel)**

V České Republice je podle statistiky (SHC – solar heating and cooling programme) instalován výkon 397,6 MWth nekrytých kolektorů, 292 MWth plochých kolektorů (FPC- flat plate solar collector) a 84,2 MWth vakuových trubicových kolektorů (ETC- evacuated tube solar collector). Celkem 774 MWth.

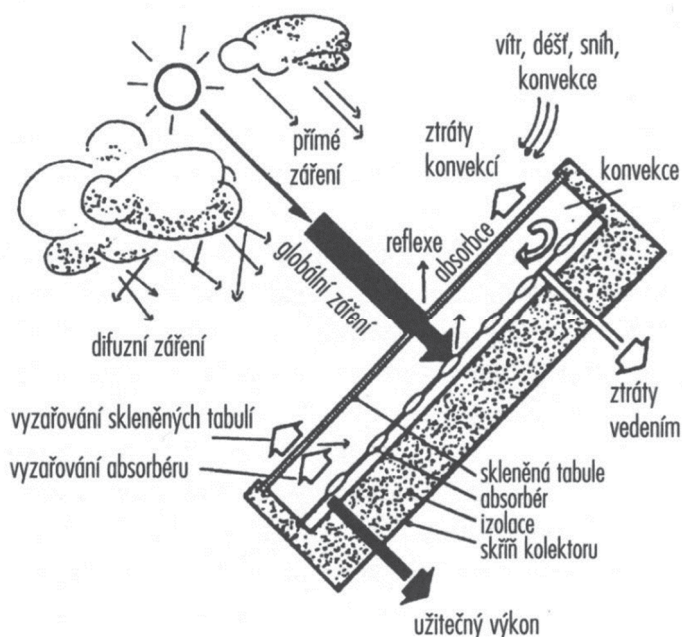
Celková kapacita nekrytých a krytých solárních kolektorů vzrostla z 62 GWth (89 miliónů metrů čtverečních) v roce 2000 na 456 GWth (652 miliónů metrů čtverečních) v roce 2016. To je více než sedminásobný nárůst.

Celková produkce solární tepelné energie v roce 2016 odpovídá úsporám **40,3 milionu tun** ropy a 130 milionům tun CO₂. To poukazuje na významný ekologický přínos této technologie vzhledem ke globálnímu klimatu.

A.1.3 PRINCIP FUNKCE

Sluneční záření je přeměněno v kolektoru na teplo. Čím vyšších teplot se má dosáhnout, tím vyšší jsou i technické nároky. Přeměně energie slunečního záření v tepelnou energii se říká fototermální přeměna. Fototermální přeměnou se rozumí absorpce slunečního záření na povrchu tuhých těles nebo kapalin, kdy se energie dopadajících fotonů slunečního záření mění na teplo.

Pojem kolektor pochází z latinského slova *collegere*, což znamená sbírat. Hlavní součástí je absorbér, který pohlcuje sluneční záření a přeměňuje ho na teplo. Absorbér předá teplo teplotonosné kapalině, která proudí například v měděném potrubí. Nicméně teplotonosnou kapalinou nemusí být pouze voda nebo nemrznoucí směs, ale také vzduch a olej. Veškerá energie v podobě slunečního záření není bohužel využita. U zasklených kolektorů se část slunečního záření odrazí zpět do atmosféry a nemůže tak být pohlcena absorbérem, ale většinu záření sklo propustí. Část tepelné energie unikne ještě před tím, než se stihne předat teplotonosnému médium. Vzduch mezi zasklením a absorbérem vytváří tepelný odpor. Absorbér je na stranách, které nejsou exponované slunečnímu záření obložen tepelnou izolací pro zamezení tepelným ztrátám. Energetická bilance kolektoru je znázorněna na obrázku 6. Je vědou vyrobit kolektor, který bude mít minimální tepelné ztráty a při tom bude levný. Pro různé aplikační oblasti a podle různých požadovaných teplot se používají různé kolektory.



Obrázek 6- Energetická bilance solárního kolektoru, převzati z [4]

A.1.4 PARAMETRY KOLEKTORU

ÚČINNOST

Ke každému kolektoru by v jeho technickém listě měla být uvedena křivka účinnosti, která charakterizuje výkonnost kolektoru. Pro názorný příklad řekněme, že intenzita slunečního záření na daném místě dosahuje hodnoty 1000 W/m^2 . Náš kolektor má plochu 1 m^2 , pokud by měl teoreticky účinnost 100%, byla by veškerá energie ze slunce využita na ohřev teplé vody, kolektor by měl tedy výkon 1000 W . V reálných podmínkách vlivem ztrát vedením, konvekcí, ..taková situace nenastane a kolektor přemění pouze část z dopadající sluneční energie na teplo. Bude-li tedy záření 1000 W/m^2 a kolektor přemění pouze polovinu energie na teplo, bude mít účinnost 50% .

Pro určení charakteristik účinnosti a výkonu je zavedena evropská zkušební norma ČSN EN 12975-2: 2006, která udává zkušební metody a výpočtové postupy pro určení ustáleného tepelného výkonu ve venkovním prostředí při přirozeném slunečním záření a přirozeném nebo simulovaném větru a ve vnitřním prostředí při simulovaném záření a větru. Dále potom norma poskytuje zkušební metody a výpočtové postupy pro určení výkonových parametrů solárních kolektorů za proměnlivých podmínek počasí.

Rozeznáváme účinnost celkovou η a účinnost optickou η_o , kterou výrobci někdy zaměňují s celkovou pro lepší marketingový efekt. Účinnost optická je účinnost při nulových tepelných ztrátách. Což znamená, že střední hodnota teploty kapaliny se rovná teplotě okolí a nedochází tak k tepelným ztrátám kolektoru. Takových podmínek se v provozu moc nedosahuje, a proto je hodnota nevypovídající skutečnému provozu.

Účinnost kolektoru se stanoví dle vztahu:

$$\eta = \eta_o - \frac{k_1 \cdot \Delta t + k_2 \cdot \Delta t^2}{G}$$

kde:

η_o - optická účinnost

k_1 - lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]

k_2 - kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^2)$]

G - intenzita slunečního záření [W/m^2]

Δt - teplotní spád kapaliny (rozdíl mezi střední teplotou kapaliny a teplotou venkovního vzduchu)

Veškeré výše uvedené charakteristiky kolektoru by měl výrobce udávat v technickém listu kolektoru.

VZTAŽNÁ PLOCHA

Vztažná plocha je taková plocha, ke které je vztažena celková účinnost kolektoru. Je možné říct, že je to zároveň i taková plocha, ke které je vztažen celkový výkon kolektoru protože účinnost a výkon spolu velmi blízce souvisejí. Při návrhu solární soustavy je tedy nutné počítat výkon z plochy, ke které je vztažena účinnost. Například celková plocha panelu je $2,2 \text{ m}^2$, tato plocha ovšem zahrnuje rám a další neúčinné plochy při přeměně slunečního záření na teplo. Pokud bychom tedy vztáhli celkový výkon vypočítaný na metr čtvereční k celkové ploše panelu, dopustili bychom se chyby, protože účinná plocha může být vztažena pouze k absorberu, který má plochu 2 m^2 . Systém by byl tedy poddimenzovaný.

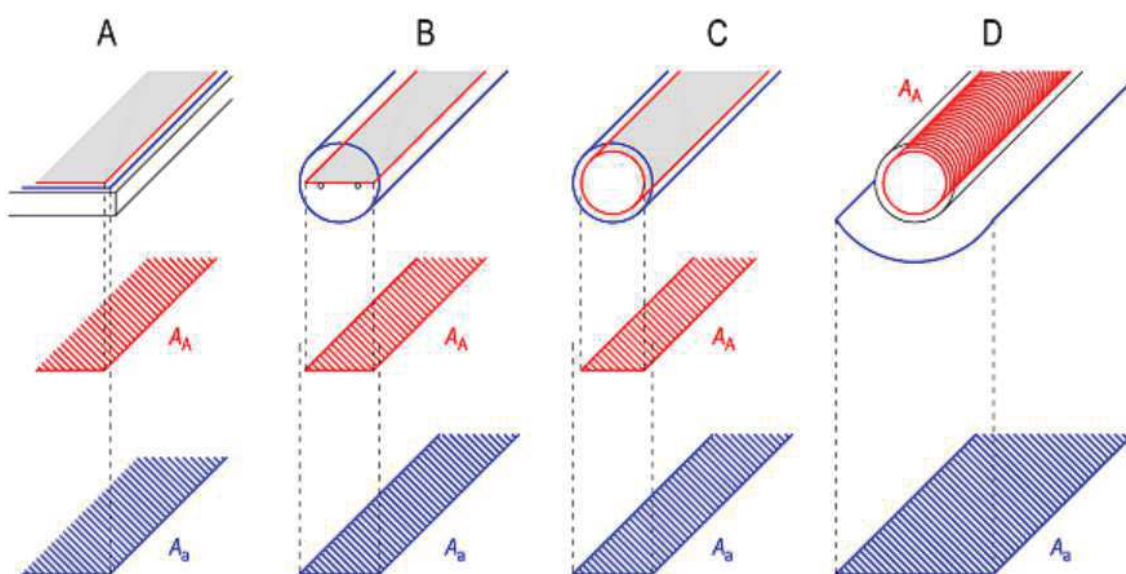
Účinnost se vztahuje k ploše absorberu případně k ploše apertury nebo k celkové obrysové ploše kolektoru. Někteří výrobci udávají všechny tři plochy a k nim odpovídající účinnosti.

Plocha absorberu A_A je plocha, která slouží k přeměně slunečního záření na teplo

Plocha apertury A_a je plocha, kterou prochází nesoustředěné sluneční záření a bývá to zpravidla průmět zasklení na vodorovnou rovinu.

Obrysová plocha A_G je plocha průmětu celého solárního kolektoru

Plochy absorberů a plochy apertury pro různé druhy kolektorů jsou na obrázku 7.



Obrázek 7- Plochy apertury a absorberů, převzato z [5]

A- Ploché kolektor

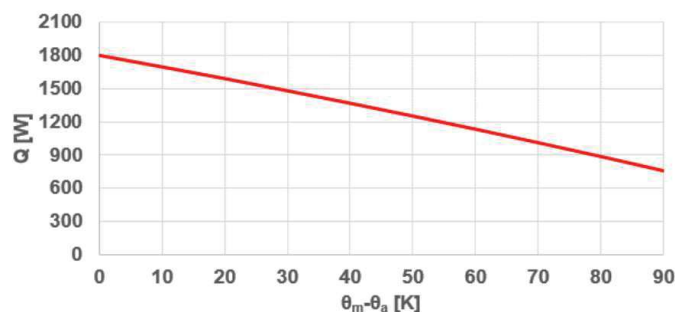
B-trubkový kolektor s plochým absorbérem

C-trubkový kolektor s válcovým absorbérem

D-trubkový kolektor s válcovým absorbérem a reflektorem

VÝKON

Technické listy výrobců udávají křivku výkonu kolektoru v závislosti rozdílu střední teploty kapaliny a teploty okolního prostředí při intenzitě slunečního záření $G = 1000 \text{ W/m}^2$. Na obrázku 8 je výkonová křivka solárního kolektoru Regulus.



Obrázek 8- Křivka výkonu kolektoru, převzato z [6]

Lze z ní vyčíst, že při nulovém rozdílu střední teploty kapaliny a okolního prostředí ($t_m - t_e$) [K], bude teoretický výkon celého solárního kolektoru (výkon je vztažen k celkové ploše kolektoru) 1800 W. Tato hodnota lze dopočítat ze vztahu, který udává norma ČSN EN 12975-2 pro stanovení maximálního špičkového výkonu solárního kolektoru.

$$Q_{\text{peak}} = A_k \cdot G \cdot \eta_o$$

Kde

A_k - referenční plocha kolektoru [m^2]

G - intenzita slunečního záření [W/m^2]

η_o - optická účinnost kolektoru

Špičkový výkon je ovšem nevypovídající hodnota ve skutečném provozu. Je to obdobná hodnota jako u fotovoltaických panelů, kde se udává výkon v jednotkách Wp a tedy jeho maximální výkon, který je produkován panelem pouze při ideálních klimatických podmínkách a okrajových parametrech, které nastanou jen z řídka.

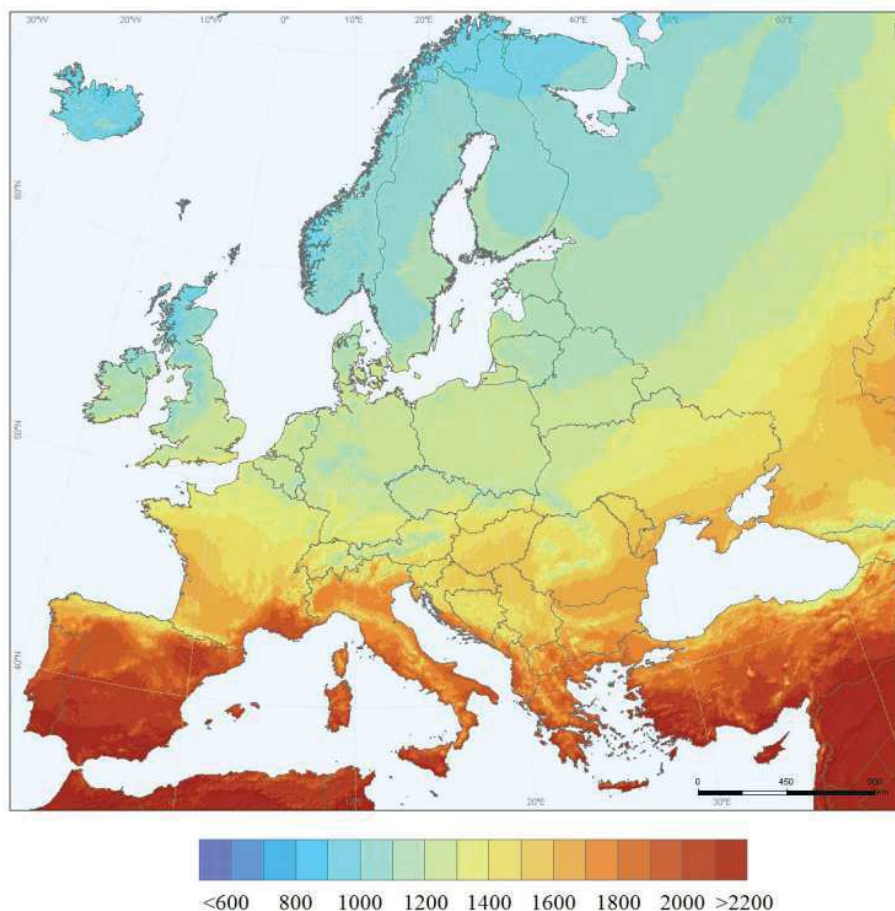
Výkonová křivka je sestavena podle vztahu, který je uveden v normě ČSN EN 12975. Kolektory jsou testované podle dokumentu ESTIF při jednotných okrajových podmínkách, z kterých tato křivka vzejde. Například pro zasklené kolektory jsou stanoveny tyto zkušební hodnoty: Intenzita slunečního záření $G = 1000 \text{ W/m}^2$, okolní teplota $t_e = 20 \text{ °C}$, střední teplota kapaliny $t_m = 50 \text{ °C}$. Při testování se zanedbává vliv orientace kolektoru na různé světové strany a jeho sklon. Předpoklad je dopad paprsků kolmo na aperturu. Z toho plyne, že výkonová křivka je pouze orientační a navrhnout podle ní výkon solárního kolektorového pole bez správně definovaných okrajových podmínek, bude jen vzdáleně odpovídat skutečným provozním výkonům.

A.1.5 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY V ČR

Sluneční záření se skládá ze dvou složek. Přímého slunečního záření a difuzního slunečního záření. Difuznímu záření říkáme také záření rozptýlené. Přímé záření, jak už název napovídá je tvořeno svazky přímých rovnoběžných paprsků. Naopak difuzní záření je tvořeno rozptýlenými slunečními paprsky o molekulární složky plynů, kapalin a aerosolu obsažených v atmosféře. Rozptýlené světlo vnímáme jako světlo oblohy. Pokud by neexistovalo, byla by obloha během dne černá s jasným slunečním kotoučem.

Přímé sluneční záření popisujeme hodnotou intenzity I . Intenzita je definována jako množství zářivé energie dopadající za jednotku času na jednotkovou plochu orientovanou kolmo ke slunečním paprskům. Konstanta udává intenzitu slunečního záření na hranici zemské atmosféry. Její hodnota je $I = 1367 \text{ W.m}^2$. Takovou hodnotu energie by bylo možné získat na zemském povrchu při zcela jasné obloze bez rozptýlených molekul látek v atmosféře, které by nerozptylovaly sluneční paprsek. Na zemský povrch však dopadne maximální energie 1100 W.m^2 . Záření dopadající na zemský povrch nazýváme **globální sluneční záření**, které se skládá z intenzity přímého a difuzního slunečního záření na povrchu země.

Průměrná energie dopadající na zemský povrch (vodorovnou rovinu) činí v České Republice okolo 1100 až 1200 kWh/(m².rok) a průměrný počet slunečního svitu bez oblačnosti se v České Republice pohybuje okolo 1130 až 1790h/rok. Pro porovnání úhrnu globální záření v ČR a zbytkem Evropy slouží obrázek č



Obrázek 9- Úhrn globální záření v Evropě, převzato z [7]

Česko má v porovnání se sousedními zeměmi jako je Německo velmi podobné úhrny slunečního ozáření. Nicméně v Rakousku roční sluneční úhrny dosahují až 2000 kWh/(m².rok). Mají tedy lepší podmínky pro provoz solárních zařízení než my. V celosvětové statistice uvedené v kapitole HISTORIE této práce si lze také povšimnout, že Rakousko je hned na druhém místě v celosvětovém hodnocení instalovaného výkonu solárního systému na počet tisíc obyvatel. Nutno také říct, že Rakousko tvoří z velké části Alpské pohorí. Ve větších nadmořských výškách stoupá intenzita slunečního záření.

Celkově nejmenší počet hodin slunečního svitu má severozápad Česka. Směrem na jihovýchod, což je území jižní Moravy počet hodin slunečního svitu narůstá. Lokality se od sebe mohou lišit v průměru od 10 %. Někdy však i o víc.

Hrubé odhady říkají, že průměrný výroba solární energie v podmínkách České Republiky dosahují kolem 400 kWh.m²/rok kolektorové plochy. V oblastech s nadmořskou výškou nad 700 m. n. m se musí počítat s nárůstem globálního záření asi o 5%

A.1.6 TYPY SOLÁRNÍCH PANELŮ

VAKUOVÉ TRUBICOVÉ KOLEKTORY

Vakuované trubicové kolektory mají největší účinnost v komerční sféře. Vakuum pochází z latinského slova “vacus”, které znamená v překladu volný nebo prázdný. My vakuum známe jako prostor, ve kterém není obsažen vzduch. Nicméně není možné dosáhnout stoprocentního vzduchoprázdna. Výhodou vakua je, že v něm nedochází k vedení tepla a tím se stává skvělým tepelným izolantem.

U klasických plochých kolektorů je objem mezi absorberem a zasklením vyplněn vzduchem. Tím dochází ke ztrátám jak radiací, tak i vedením, i když je vzduch dobrým tepelným izolantem. Pokud je ovšem mezi absorberem a zasklením vakuum, dojde k minimalizování tepelných ztrát vedením

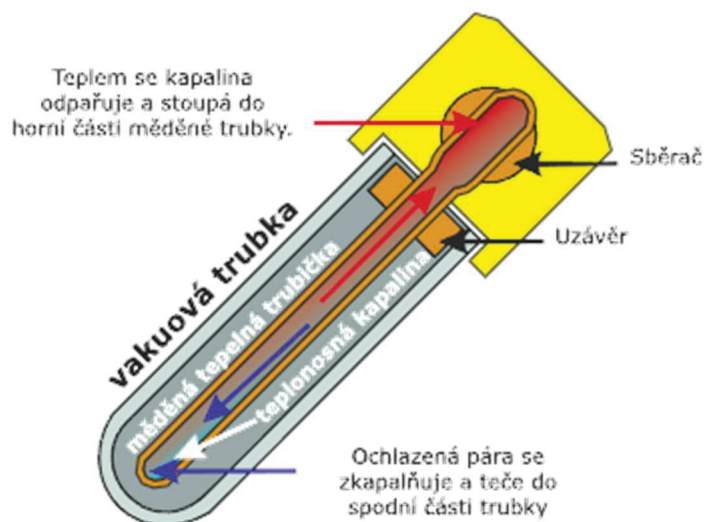
Vakuový trubicový kolektor je založen právě na tomto principu, kdy vakuum zabraňuje nebo spíše eliminuje tepelné ztráty absorberu, který tak nepředá veškeré teplo kapalině. Vakuum je ovšem těžké dlouhodobě udržovat. Je těžké zamezit vzniku vzduchu do trubice po celou dobu funkce kolektoru. Z toho důvodu se vakuové kolektory čas od času musí vakuovat. Tedy odebrat z nich nechtěný vzduch. To se provádí speciální vakuovou pumpou.

Princip funkce trubicových kolektorů je takový, že každá trubice má sobě zabudovaný absorber, kterého je součástí trubice s obsaženou teplotonosnou kapalinou. Teplotonosné medium nemusí být pouze voda, ale také kapalina, která obsahuje methanol. Díky tomu se dobře odpařuje.

Prvním typem vakuové kolektoru je takový, který využívá kapalinu, která zkondenzuje v kondenzátoru, který je součástí panelu. Tam předá teplo proudící vodě za pomoci výměníku. Až kapalina zkondenzuje, proteče zpět tepelnou trubicí. Z toho důvodu se vakuové solární kolektory musí instalovat pod určitým sklonem.

Druhým typem je typem je kolektor, který ke své funkci nepotřebuje ani kondenzátor a ani tepelný výměník. Pracuje na principu, kdy kapalina (v tomto případě voda nebo nemrznoucí směs) protéká trubicemi, tím se ohřívá a teplo předá až ve výměníku instalovaném s největší pravděpodobností v akumulčním zásobníku.

Nevýhodou systému jsou vysoké pořizovací náklady. Naopak jeho výhoda tkví ve vyšší energetické účinnosti a tím menší instalované plochy panelů. Princip funkce vakuové trubice, která je naplněna kapalinou předávající výparné teplo ve výměníku je znázorněn na obrázku 10.



Obrázek 10- Vakuová trubice, převzato z [8]

PLOCHÉ KOLEKTORY

Ploché solární kolektory se používají již od padesátých let minulého století. Hlavní součástí plochého kolektoru je tmavě zbarvená plochá deska, kterou nazýváme absorberem. Kov nemá od přírody černý povrch, proto se z počátků natíral plech černou barvou, aby dobře absorboval solární záření. Nátěry sice svoji funkci splňovali, ale v dnešní době existuje mnoho různých technologií, které dodají povrchu černou barvu s lepšími vlastnostmi. Absorpční desky jsou vyrobeny buď z mědi nebo hliníku. Další součástí plochého kolektoru je zasklení. To může být provedeno jako jednoduché nebo dvojité. Dvojitě zasklení se používá především v aplikacích, kde se vyskytují vyšší teplotní úrovně. Zasklením se podstatně sníží tepelné ztráty, ale jejich nevýhodou je, že část slunečního záření je sklem odražena. Pro zamezení teplotních ztrát vedením je ze strany kolektoru, která není vystavena slunečnímu záření vyplněn tepelnou izolací. Skříň kolektorů se skládá z profilů je zpravidla netěsná a musí být opatřena větracími otvory pro odvod vlhkosti a zamezení rosení na zasklení. Některé panely jsou vyráběny se zaplavovacím absorpčním zařízením, které zahrnuje dva plechy, mezi kterými proudí tekutina. Použití zaplavovaného absorberu zvyšuje plochu povrchu a dodává marginální zvýšení účinnosti.



Obrázek 11- Ploché solární kolektor, převzato z [9]

PLOCHÉ VAKUOVÉ KOLEKTORY

Ploché vakuové kolektory neobsahují izolaci na žádné straně absorberu. Objem mezi absorberem a zasklením tvoří vakuum, které zajišťuje nízké proudění vzduchu v kolektoru a tím snížení tepelných ztrát. Skříň kolektoru je velmi kvalitně utěsněna. Sklo je vyztuženo z důvodu zatížení atmosférického tlaku. Tento tlak je natolik vysoký, že by sklo mohlo prasknout.

Vzhledem k tomu, že vakuum v kolektoru není trvalé, musí být kolektor opatřen ventilem, který slouží jeho opětovnému odvakování. Součástí kolektoru je manometr pro indikaci ztráty vakua a nárůst tlaku v kolektoru. Zbytkový vzduch může být nahrazen argonem. Ten má nižší tepelnou vodivost.

TERMODYNAMICKÉ PANELY

Představují nový vývoj v oblasti solárně tepelné techniky, jsou úzce spjaty s tepelnými čerpadly vzduch-vzduch, ale jsou rozmístěny na střeše nebo na stěnách jako běžné solární kolektory a nemusejí být orientovány na jih.

Termodynamický panel slouží jako výparník v cyklu komprese s vnitřní jednotkou se zabudovaným kompresorem. Panelem proudí ekologická chladicí kapalina, která má velmi nízkou teplotu. Kapalina prochází panelem, ten absorbuje okolní teplotu, sluneční záření, energii deště a větru. Absorpcí této energie se z chladicí kapaliny stává plyn, který proudí zpět do kompresoru, kde dojde ke stlačení a vzniku tepelné reakce. Po této reakci s kondenzátor dostává do nepřímého kontaktu s užitnou nebo otopnou vodou.

Termodynamický systém, který využívá termodynamické panely, bude teoreticky schopen vytvářet energii po celý rok, protože nebude záviset na optimálních klimatických podmínkách, aby dosáhl svého maximálního výstupního potenciálu. Může fungovat při teplotách nižších než $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Obrázek 12- Termodynamický panel, převzato z [10]

VZDUCHOVÉ KOLEKTORY

Vzduchové kolektory fungují téměř na stejném principu jako klasické kolektory s vodním okruhem, ale slouží pro vytápění místnosti vzduchem nikoli za pomoci vody. Proto nelze tento kolektor využít pro ohřev teplé vody. U konvekčního typu vytápění, kdy je konvektor zabudovaný v podlaze domu předává teplo vzduchu kapalina prouděním. V případě využití konvektoru se vzduchovým kolektorem, může být ohřátý vzduch v kolektoru přiváděn přímo do místnosti. Nicméně vzduch přijímá teplo o něco hůře než voda a z toho důvodu je nutné zvětšit absorpční plochu

Vzduchové kolektory bývají osazovány malým fotovoltaickým článkem, který dodává elektrickou energii integrovanému ventilátoru v kolektoru. Vzhledem k účinnosti a složité instalaci, kdy se musí tvořit například prostupy konstrukcemi o větších průměrech, nejsou tyto kolektory velmi využívány. Příklad instalace kolektoru je na obrázku 13.



Obrázek 13- Instalace vzduchového solárního kolektoru, převzato z [11]

NEKRYTÉ KOLEKTORY

Nekryté solární kolektory nebo také nezasklené solární kolektory. Jak už sám název napovídá, jedná se o kolektory s absencí skla, což má velkou výhodu v přijímání slunečního záření, jelikož sklo určitou část odrazí, a tedy se ztrácí část sluneční energie využitelná na ohřev kapaliny v kolektoru. Nicméně pokud by byla výhoda tohoto systému natolik zásadní, nemusely by se vyrábět jiné druhy panelů, ale není. Zasklení zabraňuje tepelným ztrátám vedením a radiací z absorpéru do okolí. Dále chrání absorpér před klimatickými vlivy. Nekrytý kolektor například ztrácí velkou část své účinnosti při zvyšující se rychlosti větru. Proto je vhodný především k ohřevu bazénové vody nebo předehřevu teplé užitkové vody.

Kolektory se vyrábí především z plastu EPDM a mají tak o něco kratší životnost než nezasklené kovové kolektory s absorpéry z nerezů s vysoce pohltivými povlaky.

Jejich výhodou je především v ceně, která je víc než 3x menší oproti klasickému plochému kolektoru.

A.1.7 METODY NÁVRHU SOLÁRNÍCH SOUSTAV

Je několik metod, jak stanovit tepelné zisky solární soustavy. V návrhu je stěžejní stanovit si s jakou přesností potřebujeme znát energetické přínosy a kolik času nad projektem chceme strávit nebo jak detailní máme vstupní technické údaje kolektoru, klimatické údaje a údaje o spotřebě teplé vody v domě případně údaje o hydraulickém zapojení systému a použitých materiálech. Můžeme tedy buď sáhnout po zjednodušených výpočtových metodách, kterými je například metoda dána normou TNI 73 0202 nebo metodě f – chart zavedené v normě EN 15316-4-3. Další možností, jak získat přesnější informace o přínosech solární termické soustavy je možnost použití počítačových simulačních programů, které po správném zadání všech parametrů shodných s parametry solární soustavy ve skutečném provozu dávají nejpřesnější informace o energetických přínosech.

F-CHART METODA

Tato metoda je stanovena normou EN 15316-4-3. Metoda udává některé parametry jako paušální a tím podhodnocuje celkový přínos soustavy. Pro běžného uživatele, auditora nebo projektanta může být metoda relativně těžko uživatelsky přijatelná s ohledem na pochopení významu určovaných a zadávaných parametrů. Problém může být i zadávaných parametrech, které nejsou k solárnímu kolektoru dodané v technických listech.

Metodou je možné dále vyhodnotit tepelné ztráty zásobníku, využitelné a nevyužitelné tepelné ztráty solární soustavy a pomocnou potřebu elektrické energie.

ZJEDNODUŠENÁ BILANČNÍ METODA PODLE TNI 73 0302

Metoda je nejzřetelnější vzhledem k zadávaným parametrům. Tato metoda se využívá i pro stanovení přínosů instalovaného systému pro dotační programy jako je například program Nová zelená úsporám. Pracuje na principu porovnání teoreticky využitelných tepelných zisků ze solárních kolektorů a potřeby tepla, která má být kryta v jednotlivých měsících.

Metoda má také řadu nevýhod jako například, že výpočet je uvažován pro jednotné klimatické údaje, nezohledňuje velikost akumulčního zásobníku, neuvažuje se skutečná izolace zásobníku a rozvodů, střední teplota v kolektorech se uvažuje konstantní.

Na základě bilanční metody byl vytvořen volně dostupný program vytvoření v prostředí MS Excel nesoucí název Balance SS od autorů T. Matuška, B. Šourek, který v jeho poslední verzi dává velmi blízké hodnoty počítačovým simulacím.

SIMULAČNÍ PROGRAMY

POLYSUN – program má zastoupení v české republice a je celý přeložen do češtiny. Má velmi velkou databázi solárních kolektorů a klimatické údaje z více než tisíců oblastí po celém světě

T*SOL – program byl vyvinut v Německu. Je vhodný pro širokou veřejnost. Pracuje s klimatickými databázemi Meteonorm nebo lze zadat vlastní klimatické údaje.

TRNSYS – je modulární program určený pro dynamickou analýzu energetických systémů staveb.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 ZPŮSOB VÝPOČTU

Pro výpočet energetické bilance budovy byl využit software společnosti DEK- stavební fyzika, modul ENERGETIKA a TEPELNÁ TECHNIKA 1D. **Kvazistacionární měsíční metoda.**

Software ENERGETIKA je založený na následujících normách:

- × ČSN EN ISO 13790 - Energetická náročnost budov - výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení
- × ČSN EN ISO 13789 - Tepelné chování budov - Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním - Výpočtová metoda
- × ČSN EN ISO 13370 - Tepelné chování budov - Přenos tepla zeminou – Výpočtové metody
- × ČSN EN 15316-3-1 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody)
- × TNI 73 0302 - Energetické hodnocení solárních tepelných soustav - Zjednodušený výpočtový postup Atd.

Software TEPELNÁ TECHNIKA 1D je založený na normách:

- × ČSN 73 0540-1:2005 - Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie
- × ČSN 73 0540-2:2011 - Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- × ČSN 73 0540-3:2005 - Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- × ČSN 73 0540-4:2005 - Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody
- × ČSN EN ISO 6946:2008 - Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda
- × ČSN EN ISO 10077-1:2007 - Tepelné chování oken, dveří a okenic - Výpočet součinitele prostupu tepla - Část 1: Všeobecně
- × ČSN EN ISO 13788:2013 - Tepelně-vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků - Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody
- × ČSN EN ISO 13786:2008 - Tepelné chování stavebních dílců - Dynamické tepelné charakteristiky - Výpočtové metody

B.2 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Budova Je samostatně stojící v panelové zástavbě, která je situována v městské části Brno-Žabovřesky

Jedná se o pětipodlažní bytový panelový dům se čtvercovým půdorysem. Má čtyři nadzemní a jedno suterénní podlaží. V prvním až čtvrtém nadzemním podlaží se nacházejí bytové jednotky, které jsou dvou typů: 3+KK, 2+KK. Byty sousedí s nevytápěným prostorem schodiště. V suterénním podlaží se nacházejí nevytápěné sklepní jednotky, kotelna s horkovodní předávací stanicí, která je v majetku Tepláren Brno. Na zmíněném podlaží se nachází dále vytápěná sušárna s již nevyužívanou vytápěnou prádelnou a jednou menší vytápěnou společenskou místností.

Budova byla realizována v roce 1970. Od té doby prošla řadou konstrukčních změn. A to výměnou původních otopných těles za tělesa litinová, tato změna byla provedena zhruba před 20 lety. Další změnou bylo zateplení štítových stěn budovy systémem ETICS s tepelnou izolací EPS tl. 120 mm. Nebyly zatepleny štítové stěny u lodžii. Poté došlo k zateplení střechy tepelnou izolací EPS tl. 150 mm. V posledních 5 letech budova prošla rekonstrukcí rozvodů vody a zateplením stropu suterénu tepelnou izolací z minerální vlny tl. 100 mm vloženou do sádkartonového podhledu. V souběhu byly zateplené obvodové stěny suterénu tepelnou izolací XPS tl. 80 mm. Výplně otvorů jsou obměněny z ½ za výplně s izolačním dvojsklem.



Obrázek 14- Západní pohled na bytový dům, (foto autor)

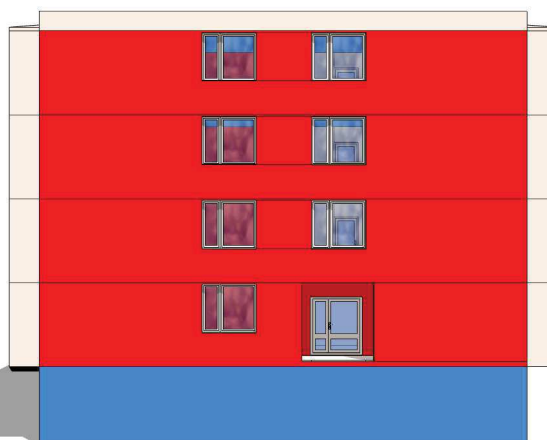


Obrázek 15- Východní pohled na bytový dům, (foto autor)

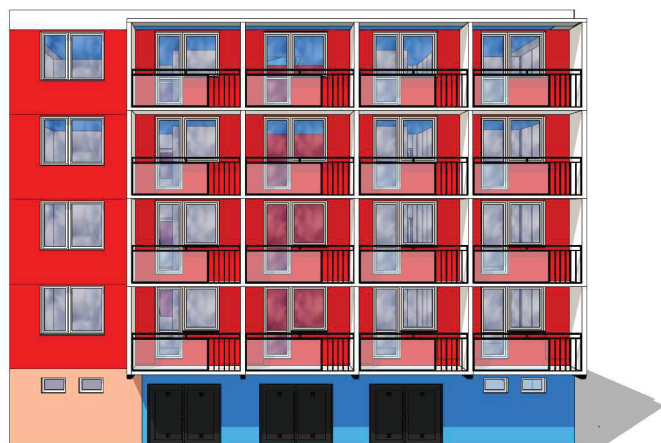
B.3- ZÓNOVÁNÍ BUDOVY



Obrázek 16- Pohled západní (grafika autor)



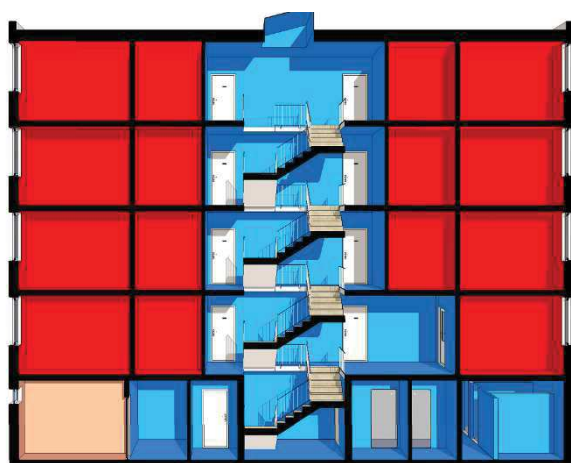
Obrázek 17- Pohled severní (grafika autor)



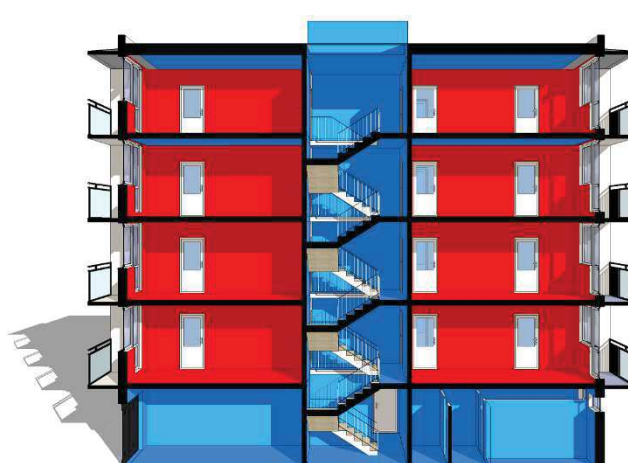
Obrázek 18- Pohled východní (grafika autor)



Obrázek 19- Pohled jižní (grafika autor)

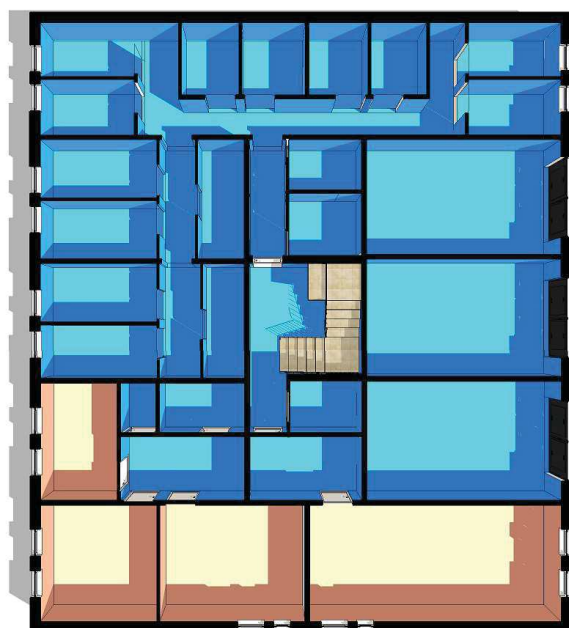


Obrázek 20- ŘEZ A (grafika autor)

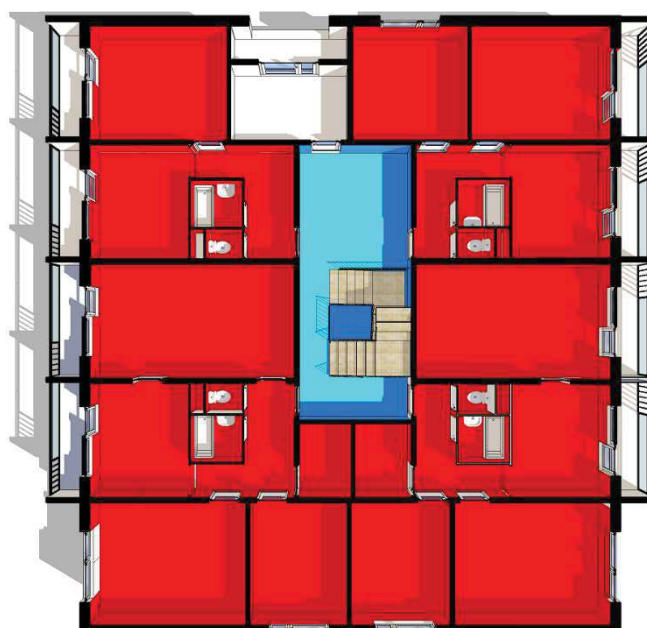


Obrázek 21- ŘEZ B (grafika autor)

Legenda: 1. ZÓNA (VYTÁPĚNÁ) 2. ZÓNA (VYTÁPĚNÁ) 3. ZÓNA (NEVYTÁPĚNÁ)



Obrázek 23-Půdorys 1.S (grafika autor)



Obrázek 22- Půdorys 1.NP (grafika autor)

Legenda: ● 1. ZÓNA (VYTÁPĚNÁ) ● 2. ZÓNA (VYTÁPĚNÁ) ● 3. ZÓNA (NEVYTÁPĚNÁ)

Budova byla rozdělena do tří navzájem se ovlivňujících geometrických úseků -3 ZÓNY. Viz obrázky 1-8. Jednotlivé úseky byly stanoveny dle metodiky ČSN EN ISO 13790.

1. ZÓNA

V zóně jsou zahrnuty veškeré vytápěné bytové prostory s převažující vnitřní návrhovou teplotou 20 °C. Zóna je vytápěna litinovými otopnými tělesy s teplotním spádem 90/70 °C.

- × Podlahová plocha z vnějších rozměrů: 1124 m²
- × Čistá podlahová plocha zóny: 989,12 m²
- × Objem vzduchu v zóně: 2763 m³
- × Tepelná kapacita zóny: těžká- 260 kJ/m²K

2. ZÓNA

V zóně jsou zahrnuty temperované prostory suterénu (nevyužívaná prádelna, sušárna, nevyužívaná společenská místnost). Vnitřní návrhová teplota je stanovena na 17 °C.

- × Podlahová plocha z vnějších rozměrů: 70,63 m²
- × Čistá podlahová plocha zóny: 61,6 m²
- × Objem vzduchu v zóně: 164,65 m³
- × Tepelná kapacita zóny: těžká- 260 kJ/m²K

3. ZÓNA

V zóně jsou zahrnuty nevytápěné prostory (chodby, sklepní prostory, garáže)

- × Podlahová plocha z vnějších rozměrů: 279,86 m²
- × Čistá podlahová plocha zóny: 246,28 m²
- × Objem vzduchu v zóně: 546,49 m³
- × Tepelná kapacita zóny: těžká- 260 kJ/m²K

B.4 ANALÝZA SPOTŘEBY ENERGIE POSUZOVANÉHO ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ PRO VÝCHOZÍ STAV

B.4.1- SOUČINITELÉ PROSTUPU TEPLA JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ

Ozn.	Název	U_N	U_{rec}	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
VYP-1	S – Okna byty	1,50	1,20	1,80	!
VYP-2	S – Vstupní dveře	1,70	1,20	1,20	x
VYP-3	J – Okna byty	1,50	1,20	1,80	!
VYP-4	J – Střešní světlík	1,50	1,20	5,65	!
VYP-5	V – Okna byty (mimo lodžie)	1,50	1,20	1,80	!
VYP-6	V – Okna + dveře na lodžii	1,50	1,20	1,80	!
VYP-7	Z – Okna suterénu (prádelna +sušárna)	1,50	1,20	1,20	x
VYP-8	J – Okna suterénu (prádelna +sušárna)	1,50	1,20	1,20	x
VYP-9	V – Okna suterénu (prádelna +sušárna)	1,50	1,20	1,20	x
VYP-10	V – Okna suterénu	3,50	2,30	1,20	x
VYP-11	V – Garážová vrata			5,00	
VYP-12	Z – Okna byty (mimo lodžie)	1,50	1,20	1,80	!
VYP-13	Z – Okna + dveře na lodžii	1,50	1,20	1,80	!
VYP-14	Z – Okna suterénu	3,50	2,30	1,20	
VYP-15	Dveře bytové			2,00	
VYP-16	Dveře prádelny, sušárny a společenských prostor			2,00	
STN-17	Stěna obvodová zateplená (byty)	0,30	0,25	0,28	+
STN-18	Stěna obvodová nezateplená (byty-kolem lodžii)	0,30	0,25	0,95	!
STN-19	Stěna obvodová (prádelna, sušárna, společenské prostory)	0,30	0,25	0,39	!
STN(z)-20	Stěna obvodová ve styku se zeminou (prádelna, sušárna, společenské prostory)	0,45	0,30	0,39	+
STN-21	Stěna obvodová (suterén)	0,75	0,50	0,39	x
STN-22	Stěna mezi prádelnou, sušárnou a nevytápěnými prostory suterénu	0,60	0,40	2,80	!
STN(z)-23	Stěna obvodová se stykem se zeminou (suterén)	0,45	0,30	0,39	+
PDL(z)-24	Podlaha nevytápěných prostor	0,85	0,60	3,70	!
PDL(z)-25	Podlaha vytápěných prostor (prádelna, sušárna, společenské prostory)	0,45	0,30	3,70	!
PDL-26	Strop mezi nevytápěným suterénem a byty	0,60	0,40	0,23	x
STR-27	Střecha (nad vytápěným prostorem)	0,24	0,16	0,306	!
STR-28	Střecha (nad nevytápěným prostorem)	0,24	0,16	0,306	!
STN-29	Stěna mezi byty a chodbou			2,99	
PDL-30	Strop mezi byty a temperovaným prostorem	0,75	0,50	0,23	x

Tabulka 1-součinitelé prostupu tepla (výchozí stav)

Legenda:

! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

+ ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla

UN ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

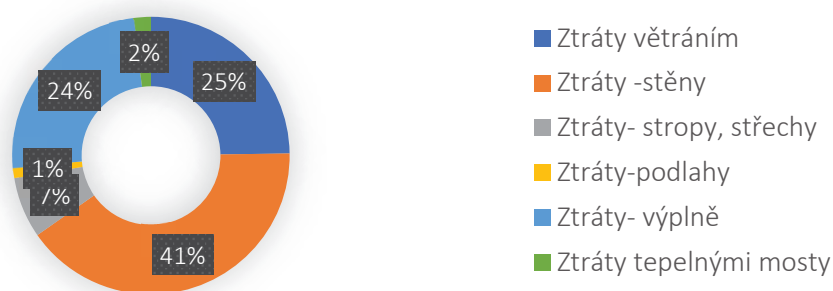
Urec ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

Obálka budovy má ve výchozím stavu průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = 0,57 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Součinitel je možné snížit a tím zlepšit tepelné ztráty vedením u konstrukcí tvořících obálku budovy, které nesplňují požadovaný součinitel prostupu tepla případně zlepšit vyhovující hodnoty součinitele změnou stávajících konstrukcí.

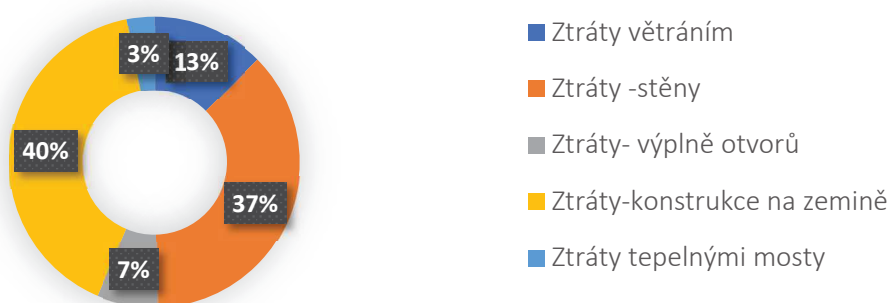
B.4.2- TEPELNÉ ZTRÁTY

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM A PROSTUPEM ZÓNY 1



Graf 1-Tepelné ztráty Z1

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM A PROSTUPEM ZÓNY 2



Graf 2-Graf 1-Tepelné ztráty Z2

V ZÓNĚ 1

tvorí největší podíl na tepelných ztrátách stěny, které se ve výpočtu skládají z různých konstrukcí o různých měrných tepelných ztrátách prostupem a to:

Označení	Název	Měrná tepelná ztráta prostupem HT [W/K]
STN-17	Stěna obvodová zateplená (byty)	135,70
STN-18	Stěna obvodová nezateplená (byty-kolem lodžii)	161,93

Tabulka 2-Měrné tepelné ztráty konstrukcí zóny 1

Dále potom převládají tepelné ztráty výplněmi otvorů:

Označení	Název	Měrná tepelná ztráta prostupem HT [W/K]
VYP-1	S – Okna byty	26,21
VYP-3	J – Okna byty	29,95
VYP-5	V – Okna byty (mimo lodžie)	17,47
VYP-6	V – Okna + dveře na lodžii	82,37
VYP-12	Z – Okna byty (mimo lodžie)	17,47
VYP-13	Z – Okna + dveře na lodžii	82,37
VYP-15	Dveře bytové	12,64

Jako nejvýhodnější se jeví zateplit obvodovou stěnu u lodžii. Musí se ovšem brát v potaz zmenšení užité pŕodorysné plochy lodžie, díky zateplení. Nutno projednat optimální tloušťku s vlastníky bytů. Další úpravou by mohlo být nahrazení stávajících oken a dveří na lodžie novými s izolačním dvojsklem nebo trojsklem.

V ZÓNĚ 2

je tvořen největší podíl na tepelných ztrátách přilehlými konstrukcemi k zemině a to:

Označení	Název	Měrná tepelná ztráta prostupem HT [W/K]
STN(z)-20	Stěna obvodová ve styku se zeminou (prádelna, sušárna, společenské prostory)	36,87
PDL(z)-25	Podlaha vytápěných prostor (prádelna, sušárna, společenské prostory)	36,87

Dále potom převažují tepelné ztráty prostupem stěn:

Označení	Název	Měrná tepelná ztráta prostupem HT [W/K]
STN-19	Stěna obvodová (prádelna, sušárna, společenské prostory)	18,39
STN-22	Stěna mezi prádelnou, sušárnou a nevytápěnými prostory suterénu	15,34

Obvodová stěna ve styku se zeminou je zateplena XPS. Možný potenciál v úspoře energie je v zateplení podlahy.

B.4.3- FAKTUROVANÉ SPOTŘEBY ENERGIÍ PRO VÝCHOZÍ STAV

Tepelná energie pro vytápění i pro ohřev teplé vody je realizována za pomoci plynové kotelny a distribuce tepla do horkovodní výměňkové stanice umístěné v domě, která je ve vlastnictví distributora Tepláren Brno. Studená voda je dodávána brněnskými vodárnami a kanalizacemi a.s. Elektrickou energii společně se zemním plynem dodává společnost EON.

Správcem budovy byla dodána fakturace spotřeby energií za poslední 3 roky a to 2016, 2015, 2014, které jsou detailněji rozepsány v následujících tabulkách.

Roční spotřeba tepla na vytápění a na ohřev TV					Spotřeba studené vody pro ohřev TV
	TV		Vytápění		
	[GJ/rok]	[kWh/rok]	[GJ/rok]	[kWh/rok]	
					[m3/rok]
2014	126,50	35 138,89	236,36	65 655,56	432
2015	121,12	33 644,44	253,30	70 361,11	549
2016	123,00	34 166,67	276,00	76 666,67	511
Průměr	123,54	34 316,67	255,22	70 894,44	497

Tabulka 3- Roční spotřeba tepla na vytápění a ohřev TV

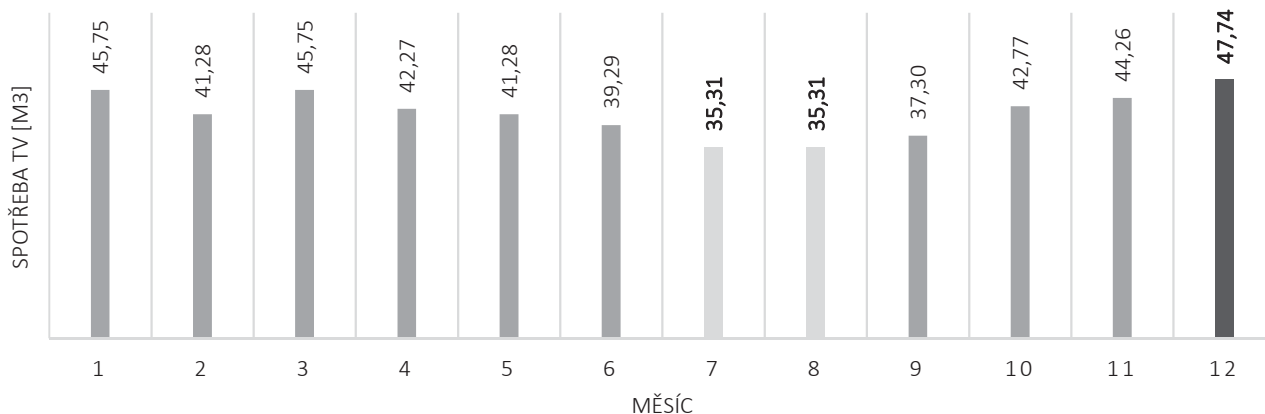
Náklady na ohřev TV a vytápění					Cena studené vody pro ohřev TV
	TV		Vytápění		
	[Kč/GJ]	[Kč/rok]	[Kč/GJ]	[Kč/rok]	
2014	667,85	84 491,89	667,85	157 869,00	32 712,00
2015		80 898,48		169 184,00	40 528,00
2016		82 154,00		184 345,00	40 279,00
Průměr	667,85	82 514,79	667,85	170 466,00	37 839,67

Tabulka 4- Roční náklady na vytápění a ohřev TV

Spotřeba elektrické energie společných prostor domu		
rok	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč/rok]
2014	2400	9096
2015	2351	8910
2016	2640	10005
Průměr	2460	9323

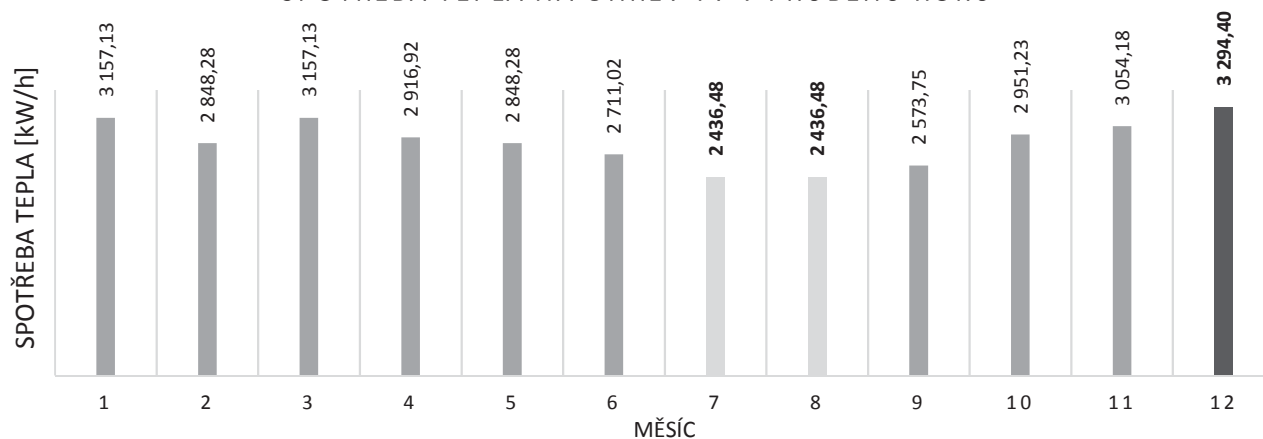
Tabulka 5- Spotřeba elektrické energie společných prostor domu

PRŮMĚRNÁ SPOTŘEBA TEPLÉ VODY V PRŮBĚHU ROKU



Graf 3- Profil spotřeby TV

SPOTŘEBA TEPLA NA OHŘEV TV V PRŮBĚHU ROKU



Graf 4- Profil spotřeby tepla na ohřev TV

Pozn.: Graf 1 a 2 vychází z průměrného procentuálního rozložení měrné spotřeby vody v panelových domech v průběhu roku, ve kterém se odráží letní pokles teplé vody a potřeby tepla cca o 20 %. Pokles je způsoben především vlivem školních prázdnin, dovolenými. Dále potom vyššími teplotami přiváděné studené vody do objektu a jiným chováním osob v letních, zimních měsících. V létě převažuje osvěžující sprchování, ale naopak v zimě lidé preferují teplou koupel. Procentuální rozložení nebylo naměřeno na objektu, který je předmětem této práce.

B.4.4- VYPOČTENÉ SPOTŘEBY ENERGIÍ

Roční spotřeba tepla na vytápění a na ohřev TV					Spotřeba studené vody pro ohřev TV
	TV		Vytápění		
	[GJ/rok]	[kWh/rok]	[GJ/rok]	[kWh/rok]	
Průměr	123,95	34 431	262,8	73 000	497

Tabulka 6- Vypočtená roční spotřeba tepla na vytápění a ohřev TV

Spotřeba vody byla do výpočtu zadána z fakturovaných hodnot. Pokud se výpočet provede s vnitřními daty softwaru, a tedy podle ČSN EN 15316-3 je výpočet spotřeby velmi nadhodnocen, což vychází z tabulkových údajů pro spotřebu vody l/os den, které jsou zhruba dvakrát větší než reálná spotřeba cca 0,4 l/os den.

Roční spotřeba tepla elektrické energie	
Elektrická energie	
[kWh/rok]	
7695	

Tabulka 7- Vypočtená roční spotřeba tepla elektrické energie

B.5 ANALÝZA SPOTŘEBY ENERGIE POSUZOVANÉHO ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ PRO NOVÝ STAV

Nový stav vychází z navrhované VARIANTY III

ZMĚNY VE SPOTŘEBÁCH ENERGIÍ OPROTI VÝCHOZÍMU STAVU:

Celkový součinitel prostupu tepla obálkou budovy $U_{em} = 0,46 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

- × Snížil se součinitel prostupu tepla stavební konstrukce s označením STN-18 (stěna u lodžií) z hodnoty $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ na hodnotu $0,275 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Úpravou bylo dosaženo snížení spotřeby tepla na vytápění o $13,8 \text{ MWh/rok}$. Z původních 73 MWh/rok na $59,21 \text{ MWh/rok}$
- × Spotřeba tepla na přípravu teplé vody zůstává stejná, ale 57 % dodávky energie zajistí solární fotovoltaický systém. Klesnou tedy náklady na přípravu teplé vody z $82\,600 \text{ Kč}$ na $38\,640 \text{ Kč}$ za rok.
- × Byly instalovány úsporné led žárovky s příkonem 9 W do společných prostor domu, úpravou se snížila spotřeba elektrické energie o $2,3 \text{ MWh/rok}$ z původních $7,1 \text{ MWh/rok}$ na $4,8 \text{ MWh/rok}$.
- × Instalací pohybových čidel na chodbách pro automatické spínání a vypínání světel byla snížena spotřeba elektrické energie o $0,5 \text{ MWh/rok}$. Z původních $7,1 \text{ MWh/rok}$ na $6,6 \text{ MWh/rok}$.

CELKOVÉ ZMĚNY SPOTŘEB JSOU UVEDENY V NÁSLEDUJÍCÍ TABULCE

VARIANTA III				
Ukazatel	Před realizací		Po realizaci	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis. Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73	175,2	59,2	142,01
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	35,9	
podíl fotovoltaický systém	0	0	19,8	0
podíl CZT	34,4	82,6	16,1	38,64
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	4,3	16,3
Spotřeba elektrické energie-ostatní	0,5	1,9	1	3,79
Celkem	115,125	286	100,4	200,74

Tabulka 8- Spotřeby po aplikaci VARIANTY III v porovnání s původním stavem

B.6 TERMOVIZNÍ SNÍMKOVÁNÍ BUDOVY

Termovizní snímky byly pořízené termokamerou FLIR E6



Měření °C

Sp1	5,2
Sp2	1,7
Sp3	0,7
Sp4	0,1

Parametry

Emisivita	0.86
Odr. tepl.	2 °C

Měření bylo provedeno dne:
20.12.2017 v 11 hodin

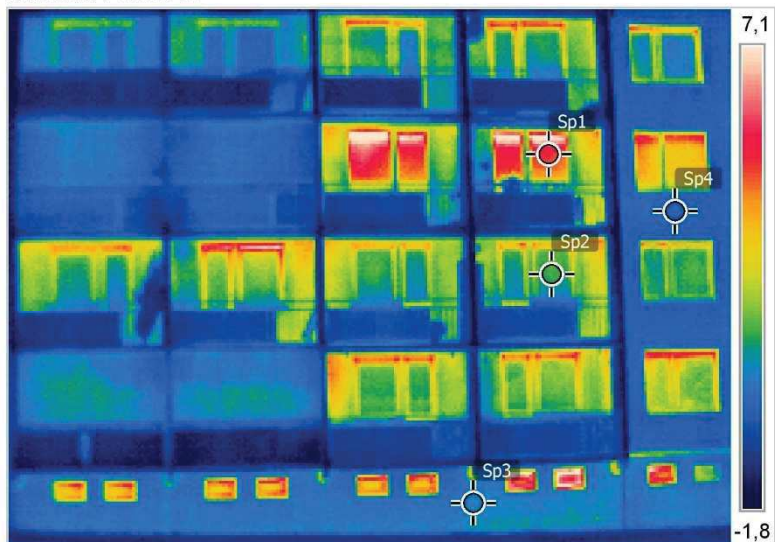
Venkovní teplota: 2°C

Oblačnost: zataženo

Srážky: žádné

Relativní vlhkost: 74 %

20.12.2017 11:10:14



IR_6744.jpg

20.12.2017 11:10:14



DC_6745.jpg

Západní strana objektu. Na termovizním snímku je vidět rozdíl mezi zasklenými lodžii, které vykazují menší tepelné ztráty oproti lodžii nezaskleným. Dále je možné vidět rozdíl mezi původními okny, které propouštějí více tepla viz bod Sp1 a okna s izolačním dvojsklem viz bod Sp2.

Ke značným tepelným ztrátám dochází nezateplenou obvodovou stěnou u lodžií.



Měření	°C
Sp1	7,2
Sp2	1,1
Parametry	
Emisivita	0.86
Odr. tepl.	2 °C

Měření bylo provedeno dne:

20.12.2017 v 11 hodin

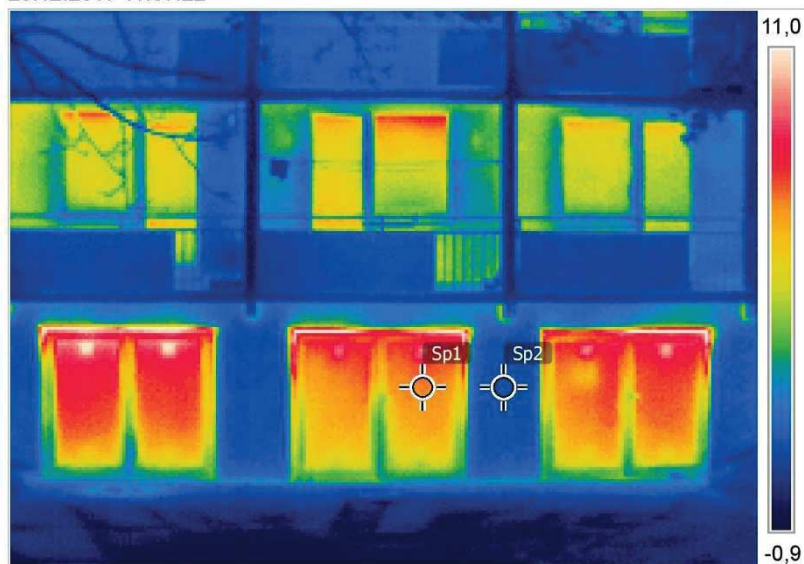
Venkovní teplota: 2°C

Oblačnost: zataženo

Srážky: žádné

Relativní vlhkost: 74 %

20.12.2017 11:07:22



IR_6740.jpg

20.12.2017 11:07:22



DC_6741.jpg

Významné úniky tepla na **východní straně** objektu jsou zřetelné u plechových garážových vrat.

Ke značným tepelným ztrátám dochází nezateplenou obvodovou stěnou u lodžií.

Je možné povšimnout si tepelného mostu u lodžiového nosníku (vedení tepla žebrem).

Zateplení obvodových stěn je provedeno kvalitně bez výrazných tepelných mostů.



Měření °C

Sp1	0,9
Sp2	3,9

Parametry

Emisivita	0.86
Odr. tepl.	2 °C

Měření bylo provedeno dne:
20.12.2017 v 11 hodin

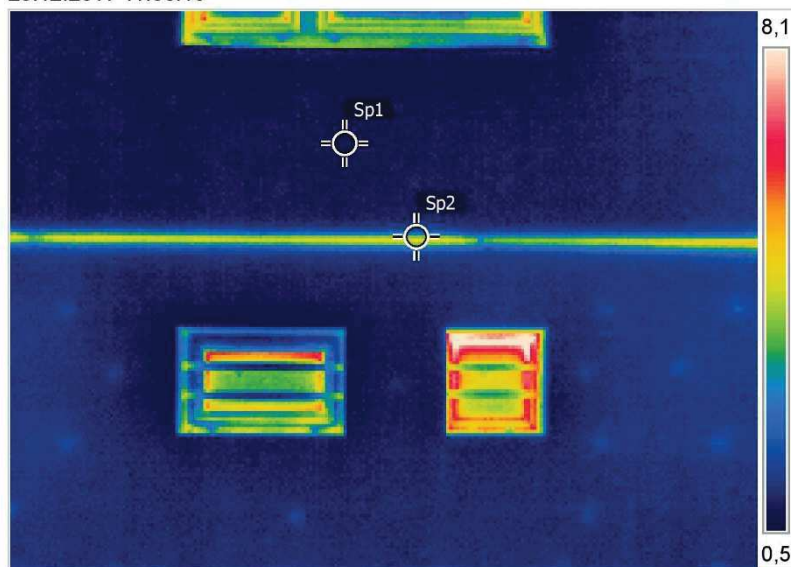
Venkovní teplota: 2°C

Oblačnost: zataženo

Srážky: žádné

Relativní vlhkost: 74 %

20.12.2017 11:08:19



IR_6742.jpg

20.12.2017 11:08:19



DC_6743.jpg

Na **jižní straně** objektu u zateplení suterénu, které bylo provedeno zhruba před rokem jsou patrné bodové tepelné mosty způsobené kotvením tepelné izolace.

Liniový tepelný most je způsobem kovovou ukončovací lištou tepelné izolace.



Měření °C

Sp1	9,4
Sp2	5,4
Sp3	1,9

Parametry

Emisivita	0.86
Odr. tepl.	2 °C

Měření bylo provedeno dne:
20.12.2017 v 11 hodin

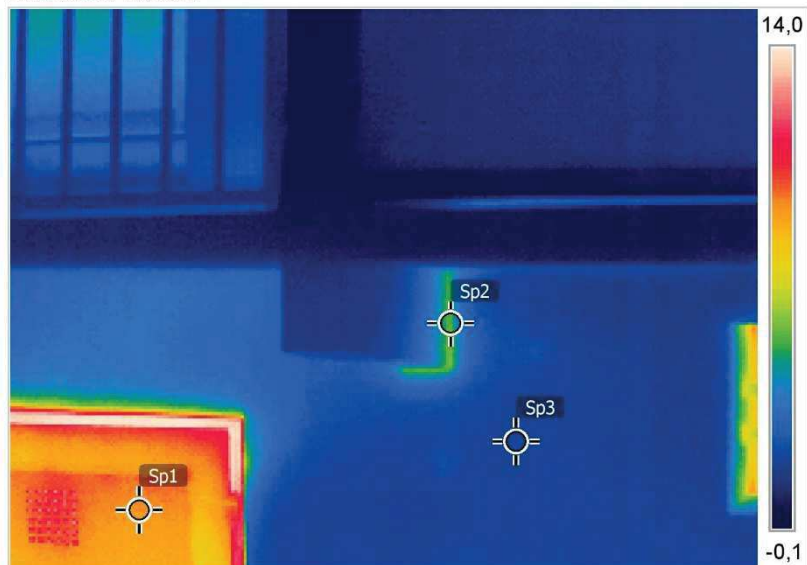
Venkovní teplota: 2°C

Oblačnost: zataženo

Srážky: žádné

Relativní vlhkost: 74 %

20.12.2017 11:05:17



IR_6737.jpg

20.12.2017 11:05:17



DC_6738.jpg

Východní strana objektu. Detailnější snímek tepelného mostu u nosníku a rohu plechových garážových vrat.

B.7 ORIENTAČNÍ VÝPOČET OBJEMU AKUMULAČNÍCH ZÁSOBNÍKŮ

Dimenze zásobníku je provedena pro měsíc s největším odběrem TV.

Celkový odběr tepla v prosinci: 3294 kWh/měsíc

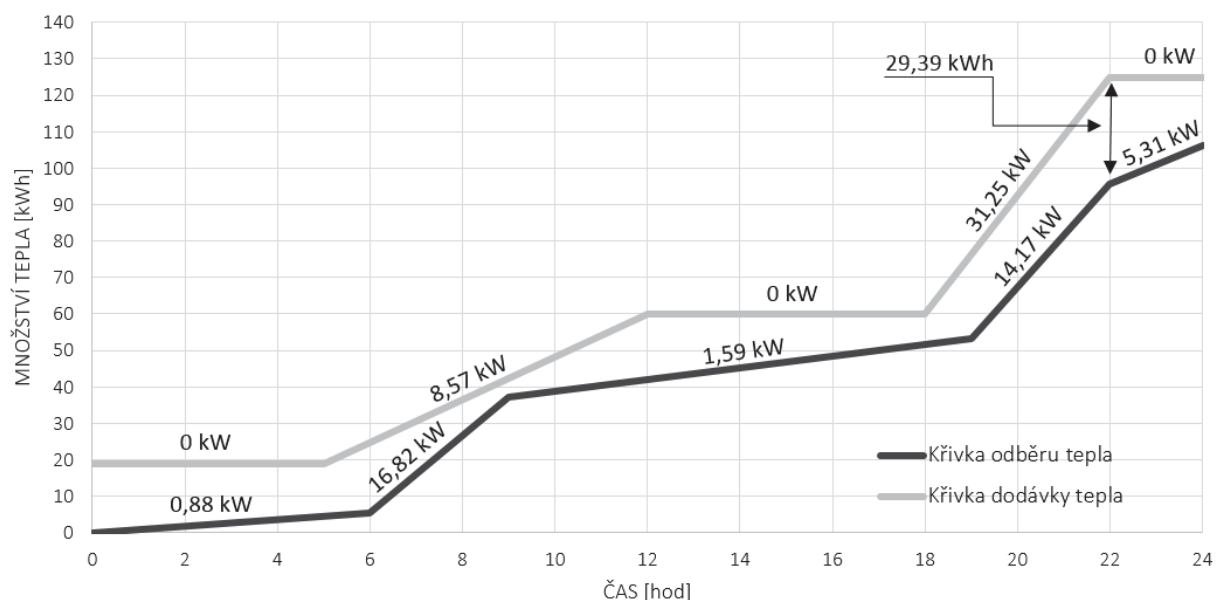
Celkový odběr tepla přepočítaný na 1 den v měsíci: 106,26 kWh (zahrnutý ztráty rozvody)

Spotřeba TV v m³/den: 1,59

Tabulka 9- Doporučený průběh odběru TV dle normy

Časový úsek	V době od/do [h]	Celkem hodin	Procentuální rozložení [%]	Odebíraný výkon [kW]	Odběr tepla [kWh]
1	0-6	6	5	0,88	5,30
2	6-9	2	30	16,82	31,87
3	9-19	10	15	1,594	15,94
4	19-22	3	40	14,17	42,50
5	22-24	2	10	5,315	10,63
Celkem	0-24	24	100	-	106,26

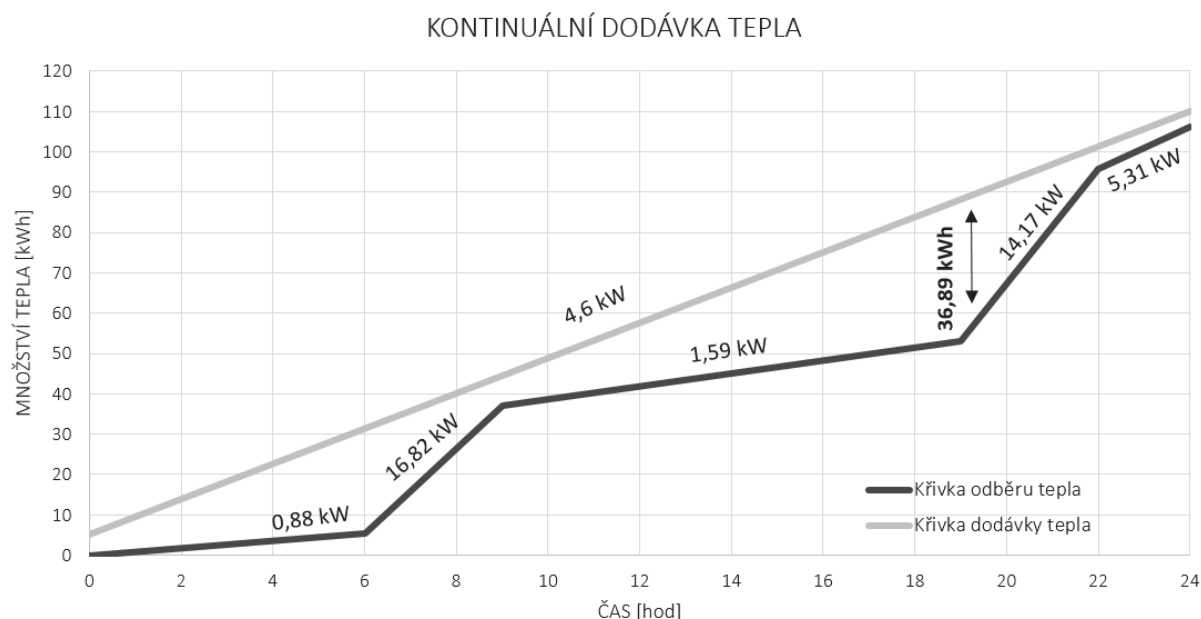
PŘERUŠOVANÁ DODÁVKA TEPLA



Graf 5- Přerušovaná dodávka tepla

Výkon ohřívače TV: 31,3 kW

$$\text{Objem zásobníku TV: } V = \frac{E_t}{c_v (t_t - t_s)} = \frac{29\,390}{1,163 (55 - 10)} = 561 \text{ l}$$



Graf 6-Kontinuální dodávka tepla

Výkon ohřívače TV: 4,6 kW

$$\text{Objem zásobníku TV: } V = \frac{E_t}{c_v (t_t - t_s)} = \frac{36\,890}{1,163 (55 - 10)} = 704,88 \text{ l}$$

Při přerušované dodávce tepla je křivka odběru TV rozdělena do 5 časových pásem viz tabulka č.1. Každé z pásem spotřebuje určité množství kWh, které je přepočítané na kW na základě podílu doby trvání pásma a množství dodaného tepla. Pro pokrytí zmíněných odběrů je navržena křivka dodávky tepla, která je kryta zdrojem a jeho maximální výkon musí dosahovat hodnoty 32 kW. Teplo akumulované v zásobníku je 29 kWh z čehož plyne objem zásobníku 561 l. Nevýhodou řešení přerušované dodávky tepla je vysoký výkon zdroje tepla, kterým jsou z větší části solární kolektory vzhledem k podílu produkce tepla na přípravu TV v domě. Solární kolektor dosahuje malých výkonů v zimních měsících a nebyl by využit jeho plný potenciál. Naopak nevýhodou kontinuální dodávky tepla je pomalý náběh zdroje při výpadku, vyšší tepelné ztráty zásobníku a větší nároky na prostor.

B.8 SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM

NÁVRH PLOCHY A VÝKONU SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ PRO OHŘEV TV

Zjednodušená měsíční bilance solární tepelné soustavy verze 2015/03

Akce: Bytový dům Vypracoval: Bc. David Hrazdila
Adresa: Datum:
Kontakt:

Příprava teplé vody

Vypočítat ze zadaných údajů

Měsíc	$Q_{p,TV}$ [kWh/měs]
Led	3157
Úno	2848
Bře	3157
Dub	2916
Kvě	2848
Čer	2711
Čvc	2436
Srp	2436
Zář	2573
Říj	2951
Lis	3054
Pro	3294

Počet osob: 37 os
Potřeba teplé vody: 37 l/os.d
Teplota SV: 10 °C
Teplota TV: 55 °C
Letní snížení potřeby: 0 %
Přirážka na ztráty: 100 %
Centrální zásobníkový ohřev s ne

Vytápění

Měsíční údaje jsou známy

Měsíc	$Q_{p,VYT}$ [kWh/měs]
Led	
Úno	
Bře	
Dub	
Kvě	
Čer	
Čvc	
Srp	
Zář	
Říj	
Lis	
Pro	

Tepelná ztráta: 10 kW
Návrhová vnitřní teplota: 20 °C
Návrhová venk. teplota: -12 °C
Teplota přívodní vody: 35 °C
Přirážka na ztráty: 5 %
Korekční součinitel: 0,75
Běžný standard

Bazén

Vypočítat ze zadaných údajů

Měsíc	$Q_{p,BAZ}$ [kWh/měs]
Led	
Úno	
Bře	
Dub	
Kvě	
Čer	
Čvc	
Srp	
Zář	
Říj	
Lis	
Pro	

Vnitřní zakryvaný:
Plocha bazénu: 12,5 m²
Provozní doba: 12 h/den
Teplota vody (den): 28 °C
Teplota vzduchu (den): 28 °C
Teplota vody (noc): 24 °C
Teplota vzduchu (noc): 20 °C
Počet návštěvníků: 120 os/m

Specifikace solárního kolektoru a solární soustavy

Druh: plochý Typ: REGULUS KPG1H

Optická účinnost η_0	0,79	Příprava teplé vody	
Koeficient ztráty a_1	3,48 W/m ² K	Střední denní teplota v solárních kolektorech	43 °C
Koeficient ztráty a_2	0,0161 W/m ² K ²	Srážka z tepelných zisků vlivem tepelných ztrát	17 %
Vztažná plocha kolektoru	2,39 m ²	Plocha apertury kolektoru	2,31 m ²
Počet kolektorů	16 ks	Sklon kolektorů	45°
Plocha kolektorového pole	38,2 m ²	Azimut kolektorů	0°

Výsledky výpočtu

Měsíc	t_{es} °C	G_m W/m ²	H_T kWh/m ²	η_k	Q_p MW/h	Q_{ku} MW/h	Q_{ssu} MW/h
Led	1,8	418	96	0,38	3,16	0,39	0,39
Úno	2,7	489	57	0,45	2,85	0,74	0,74
Bře	6,3	535	93	0,51	3,16	1,37	1,37
Dub	10,7	527	127	0,55	2,92	2,00	2,00
Kvě	16,0	521	147	0,59	2,85	2,48	2,48
Čer	18,6	517	136	0,61	2,71	2,37	2,37
Čvc	20,5	512	137	0,62	2,44	2,44	2,44
Srp	21,1	515	148	0,63	2,44	2,67	2,44
Zář	17,1	516	105	0,60	2,57	1,79	1,79
Říj	11,7	488	86	0,54	2,95	1,32	1,32
Lis	6,4	427	46	0,44	3,05	0,59	0,59
Pro	3,6	387	29	0,37	3,29	0,31	0,31
Celkem			1147		34,38	22,92	18,23

Souhrnné výsledky

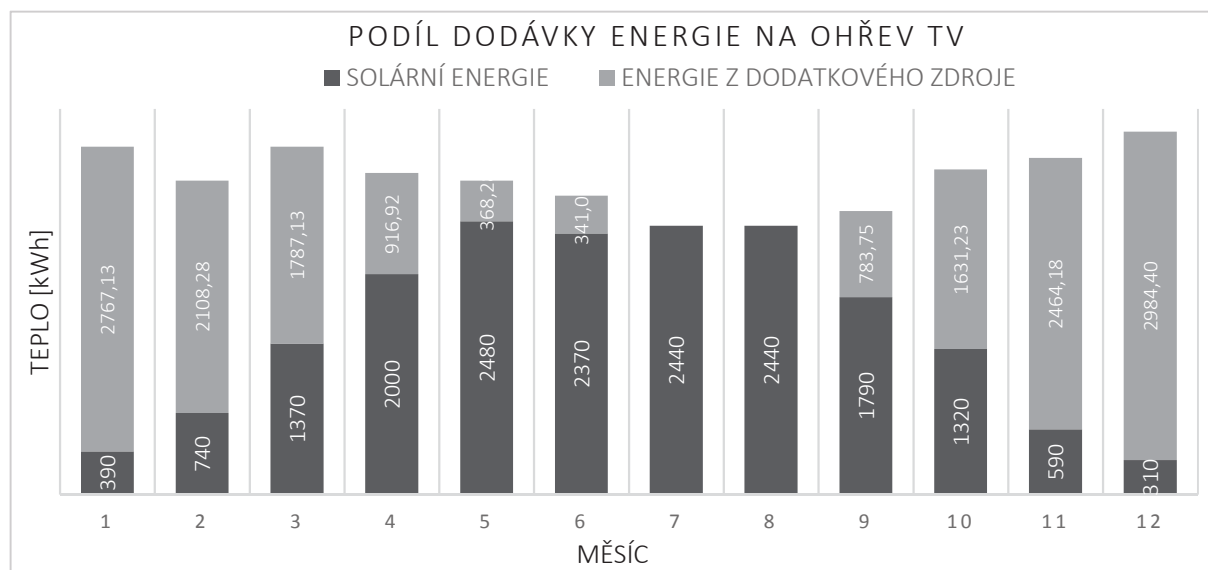
Energetický zisk soustavy: 18,23 MWh/rok
Měrný solární zisk: 493 kWh/m²·rok
Solární pokrytí: 53,0 %

Výpočetní nástroj v souladu s TNI 73 0302:2014 Autoři: T. Matuška, B. Sourek, 2015

Tabulka 10- Výpočet energetických přínosů soustavy

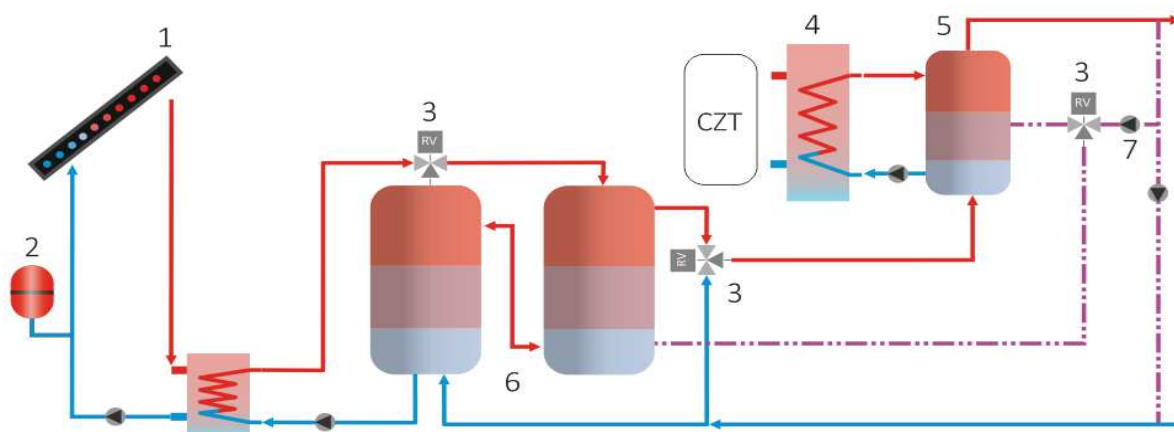
Legenda:

- × Teoretický využitelný tepelný zisk pro pokrytí tepla $Q_{k,u}$ [MWh]
- × Potřeba tepla Q_p , která má být kryta solární tepelnou soustavou [MWh]
- × Skutečný využitelný energetický zisk soustavy $Q_{ss,u} = \min(Q_{k,u}; Q_p)$ [MWh]
- × Účinnost solárního kolektoru v dané aplikaci η_k [-]
- × Skutečná denní dávka slunečního ozáření plochy kolektoru H_r (jednotné klimatické údaje dle TNI 730302) [kWh/m²]
- × Průměrná venkovní teplota v době slunečního svitu $t_{e,s}$ [°C]
- × Průměrné denní sluneční ozáření G_m [W/m²]



Tabulka 11- Podíl dodávky energie na ohřev TV

PRŮMĚRNÁ ROČNÍ VÝROBA ELEKTŘINY FV. ELEKTRÁRNY: 18 230 kWh

SCHÉMA ZAPOJENÍ SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Obrázek 24- Schéma termické solární soustavy

1- solární panel, 2- expanzní tlaková nádoba, 3- trojcestný regulační ventil, 4-deskový výměník, 5- pohotovostní odběrový zásobník TV, 6- akumulční nádrže, 7- čerpadla

Princip zapojení:

Vzhledem ke změně systému v již funkční budově není vhodné volit jeden velkoobjemový zásobník z důvodu složité manipulace v prostoru. Jako vhodnější řešení se jeví použití dvou sériově zapojených tlakových zásobníků, které jsou nabíjeny přes deskový výměník. Ten je doporučen použít u velkoplošných systémů – bytových domů, kde zajistí větší účinnost při přenosu tepla. Zásobník s výstupem teplé vody je nabíjen přednostně, pokud teplota vystoupá nad požadovanou teplotu, trojcestný regulační ventil přepne a začne přepouštět teplou vodu do prvního zásobníku. Pomocí více trojcestných regulačních ventilů je možné zajistit přívod do různých teplotních úrovní zásobníků. Trojcestný ventil na cirkulačním potrubí zajišťuje možnost krýt ztráty cirkulací solárními zisky, tak že přepustí cirkulaci do solárního zásobníku. Pohotovostní zásobník slouží k pokrytí špičkové spotřeby a teplo je dodáváno z centrální horkovodní předávací stanice za pomoci deskového výměníku. V zapojení je možné provést desinfekci celého okruhu pomocí zvláštního okruhu. Podrobně viz [12]

ORIENTAČNÍ INVESTIČNÍ NÁKLADY NA POŘÍZENÍ SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Název dílu	Počet [ks]	Cena za kus [Kč]	Cena celkem s DPH [Kč]
Sluneční kolektor REGULUS KPG1K	16	15000	240000
Nosná konstrukce	16	4000	64000
Expanzní nádoba	1	8000	8000
Deskový výměník	2	7000	14000
Akumulační nádrž 300l	2	10000	20000
Izolace nádrže	2	8000	16000
Měděné potrubí DN20- solární okruh, 1m	32	150	4800
Izolace potrubí EPDM tl.19mm, 1m	32	60	1920
Armatury, fitinky	1	15000	15000
Návrh a montáž solárního systému	1	50000	50000
Teplonosná kapalina 5l	12	500	6000
Čerpadla	4	2500	10000
Teplotní čidla	6	500	3000
Měřicí a regulační systém	1	16000	16000
Celkem			468 700
Celkem bez DPH			398 395

Tabulka 12- Orientační náklady na pořízení solární soustavy

SNÍŽENÍ INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ ZA POMOCI DOTAČNÍHO PROGRAMU – NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM

Program ministerstva životního prostředí, administrovaný Státním fondem životního prostředí ČR, poskytuje finanční podporu pro bytové domy na výměnu zdrojů využívajících obnovitelných zdrojů energie. Hlavním cílem programu je snížení produkce emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů. Dále potom snížení spotřeby, zvýšení kvality bydlení.

Poskytnutí finančních prostředků se dělí do tří oblastí podpory z toho oblast podpory **C- EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ ZDROJŮ ENERGIE** je oblastí zahrnující dotaci na **instalaci solárních a fotovoltaických systémů**.

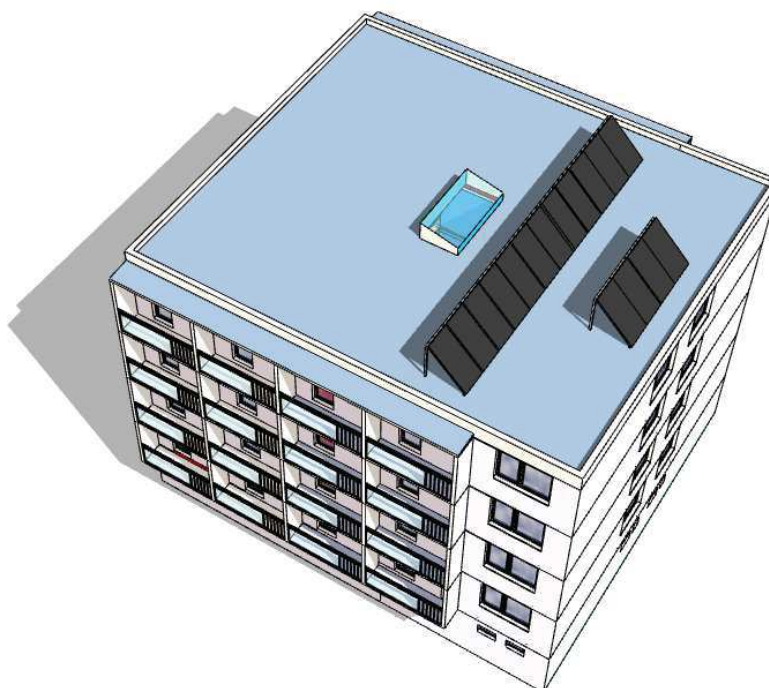
Požadavky:

- | | | |
|---|--|----------------|
| × | Budova nesmí být památkově chráněna | SPLŇUJE |
| × | Zdroje tepla musí splňovat podmínky na ekodesign | SPLŇUJE |
| × | Objektu nebyla poskytnuta dotace na ohřev vody, solární systém v minulých letech | SPLŇUJE |

Požadované parametry:

- | | | |
|---|---|------------------|
| × | Měrný využitelný zisk solárního systému na připojenou bytovou jednotku
$Q_{ss} [kWh/rok*b.j] \geq 600 < 18\ 230/16 = 1139 kWh/rok*b.j$ | SPLŇUJE |
| × | Instalace akumulčního zásobníku tepla o měrném objemu vztaženém k celkové ploše
aperetury $[l/m^2] \geq 45 > 700/2,39*16 = 18,3$ | NESPLŇUJE |

NENÍ MOŽNÉ PODAT DOTAČNÍ ŽÁDOST



Obrázek 25- Rozložení solárních termických kolektorů na střeše bytového domu (grafika autor)

B.9 SOLÁRNÍ FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM

Navržená fotovoltaická soustava na bytovém domě disponuje polykrystalickými fotovoltaickými panely o výkonu 275 Wp, které budou umístěny na střeše objektu s natočením na jižní stranu. Nosná konstrukce bude tvořena ocelovým statickým rámem bez mechanismu sledujícího dráhu slunce. Systém bude sloužit k přehřevu studené vody v akumulačních nádržích za pomoci elektrických patron a dále potom k pohonu čerpadel. Jako hlavní zdroj tepla bude použita horkovodní předávací stanice v domě. Soustava by měla fungovat jako grid- on/off. Pokud by nastala situace, kdy panely produkují více elektrické energie přeměněné na teplo, než kolik je v daný okamžik potřeba, bude elektrická energie distribuována do sítě a vykoupěna příslušným dodavatelem. Tato částka bude pravděpodobně velmi nízká, pokud nedojde v nastávajících letech k vypsání zelených bonusů energetickým regulačním úřadem. Smluvní výkupní ceny sjednané s dodavatelem se pohybují kolem 0,4h za 1kWh.

Počet navržených panelů	67
Výkon panelu	275 Wp
Celkový výkon	18,5 kWp

VÝPOČET ROČNÍ BILANCE ENERGIE

Vypočet byl proveden za pomoci softwaru SOLARGIS-pvPlanner

1. Lokalita

Název: Brno, Česko

Nadmořská výška: 241m

Sklon svahu: 4°

Azimut svahu: 241° jihozápad

Roční globální záření na rovinu panelu: 1333kWh

Průměrná roční teplota vzduchu ve 2m: 8,7 °C

2. FV systém

Nominální výkon: 18,5 kWp

Typ panelů: krystalický křemík (c-Si)

Způsob montáže: fixní systém, střešní

Azimut/sklon: 180° (jih)/ 36°

Účinnost měniče: 97,5%

Ztráty DC/AC: 5,5% /1,5%

3. Výroba FV elektřiny na počátku provozu

Měsíc	E _{sm}	E _{sd}	E _{tm}	E _{share}	PR
led	41,3	1,33	0,8	3,9	85,7
úno	63	2,25	1,2	5,9	85,5
bře	98,4	3,17	1,8	9,2	83,5
dub	121,5	4,05	2,2	11,4	80,8
kvě	128	4,13	2,4	12,0	78,5
čen	125,2	4,17	2,3	11,7	77,3
čec	128,4	4,14	2,4	12,0	76,4
srp	124,3	4,01	2,3	11,6	76,5
zář	96,2	3,21	1,8	9,0	79,0
říj	70,5	2,27	1,3	6,6	81,5
lis	39,8	1,33	0,7	3,7	83,2
pro	33,3	1,07	0,6	3,1	84,9
rok	1069,9	2,93	19,8	100,0	79,8

Tabulka 13- Výroba elektřiny v měsících

Dlouhodobé měsíční průměry:

E_{sm} Měsíční součty specif. Výroby elektřiny [kWh/kWp]E_{sd} Denní součty specif. výroby elektřiny [kWh/kWp]E_{tm} Měsíční součty celkové výroby elektřiny [MWh]E_{share} Měsíční percent. podíly výroby elektřiny [%]

PR Účinnost systému [%]

4. Průměrná roční suma globálního záření pro různé typy uložení panelů

	[kWh/m ²]	relat. k optimál. sklonu panelu [%]
Uložený vodorovně	1146	85,9
Optimální úhel sklonu panelu (36°)	1334	100
2-osový sledovací systém	1694	127
Váš FV systém	1334	100

Tabulka 14- Množství globálního záření při určitém natočení kolektorů

5. Výroba FV elektřiny na počátku provozu

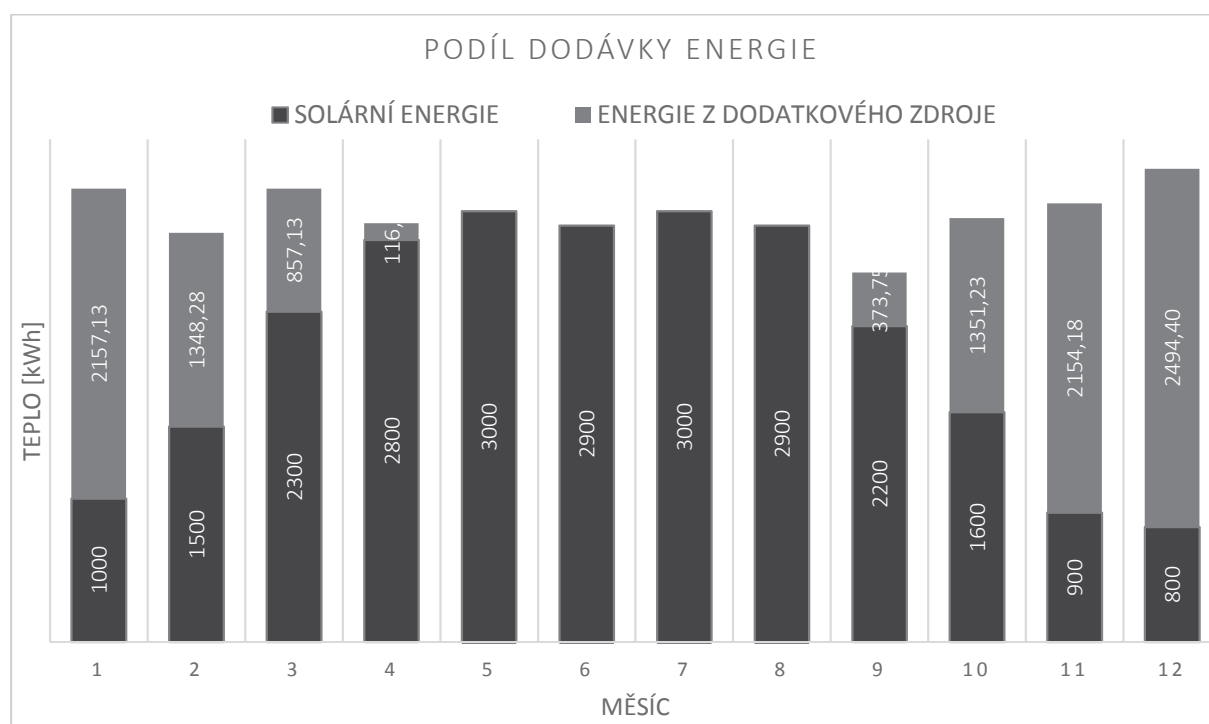
Etapu proměny energie	Energ. výkon	Energet. ztráta	Energet. ztráta	Účinnost systému	
	[kWh/kWp]	[kWh/kWp]	[%]	[relat. %]	[kumul. %]
1. Globální záření na plochu panelu (příkon)	1341	-	-	100,0	100,0
2. Globální záření snížené zastíněním reliéfem	1334	-8,0	-0,6	99,4	99,4
3. Globál. záření snížené úhlovou odrazivostí	1293	-41,0	-3,1	96,9	96,4
4. Proměna na jednosměrný proud	1191	-102,0	-7,9	92,1	88,8
5. Jiné ztráty v jednosměrném okruhu	1125	-66,0	-5,5	94,5	83,9
6. Měníče (převod na střídavý proud)	1097	-28,0	-2,5	97,5	81,8
7. Transformátor a ztráty v kabeláži	1081	-17,0	-1,5	98,5	80,6
8. Snížená disponibilita	1070	-11,0	-1,0	99,0	79,8
Celkový výkon systému	1070	-271,0	-20,2	-	79,8

Tabulka 15- Množství vyrobené elektřiny na počátku provozu

Etapy proměny energie a ztráty:

1. Vstupní hodnota výroby odhadována v standardních testovacích podmínkách (STC).
2. Snížení globálního záření na plochu panelu důsledkem zastínění horizontem reliéfu a FV panely.
3. Část globálního záření odražená od povrchu FV panelů (typicky sklo).
4. Ztráty na FV panelech důsledkem proměny slunečního záření na jednosměrný el. proud.; odchylka účinnosti panelů od STC.
5. Ztráty v jednosměrném okruhu. Integrují neshodu mezi FV panely, tepelné ztráty v propojeních a v kabeláži, ztráty ze znečištění, sněhu, námrazy a zastínění panely.
6. Průměrné ztráty v měničích, vychází se z hodnoty Euro účinnosti.
7. Ztráty v okruhu střídavého proudu a na transformátoru (jsou-li uvažovány) závisí od konstrukce FV systému.
8. Disponibilita zohledňuje ztráty z přerušení provozu důsledkem údržby nebo poruchy.

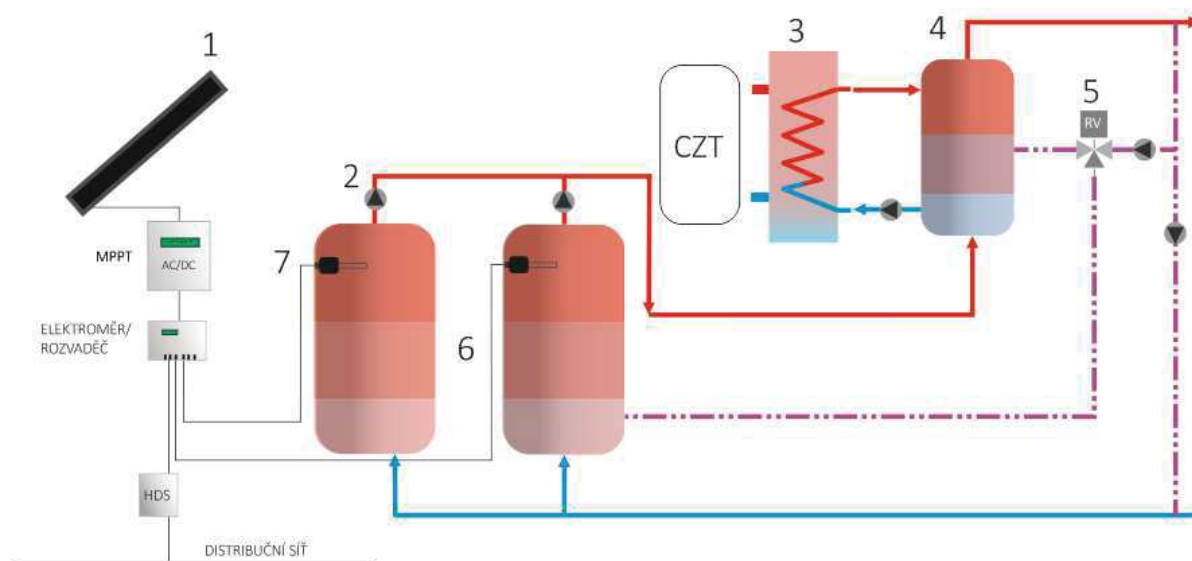
Ztráty v etapě 2 až 4 jsou numericky modelovány v aplikaci pvPlanner. Ztráty v etapě 5 až 8 jsou odhadnuty uživatelem.



Tabulka 16- Podíl dodané energie fotovoltaickým systémem a CZT

PRŮMĚRNÁ ROČNÍ VÝROBA ELEKTRINY FV. ELEKTRÁRNY: 19 800 kWh

SCHÉMA ZAPOJENÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY



Obrázek 26- Schéma zapojení fotovoltaického ohřevu TV

1- fotovoltaické panely, 2-čerpadlo, 3-deskový výměník, 4- odběrový pohotovostní zásobník, 5-třícestný regulační ventil, 6- akumulční zásobník s topnou vložkou, 7- topná vložka

ORIENTAČNÍ INVESTIČNÍ NÁKLADY NA POŘÍZENÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

Název dílu	Počet [ks]	Cena za kus [Kč]	Cena celkem bez DPH [Kč]
Fotovoltaický panel polykrystalický, 275 Wp	67	4500	265500
Akumulační nádrž NAD v1 + LXDC set 1-6kW	2	31000	62000
-topná spirála, LXDC box, kabely			
Střešní konstrukce, kabeláž, ochranné prvky	1	32000	32000
Izolace pro AKU nádrž	2	11000	22000
AC/DC měnič	1	20000	20000
Práce, projekt, dokumentace	1	50000	50000
Celkem náklady bez DPH			431 000

Tabulka 17- Náklady na pořízení fotovoltaického systému

SNÍŽENÍ INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ ZA POMOCI DOTAČNÍHO PROGRAMU – NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM

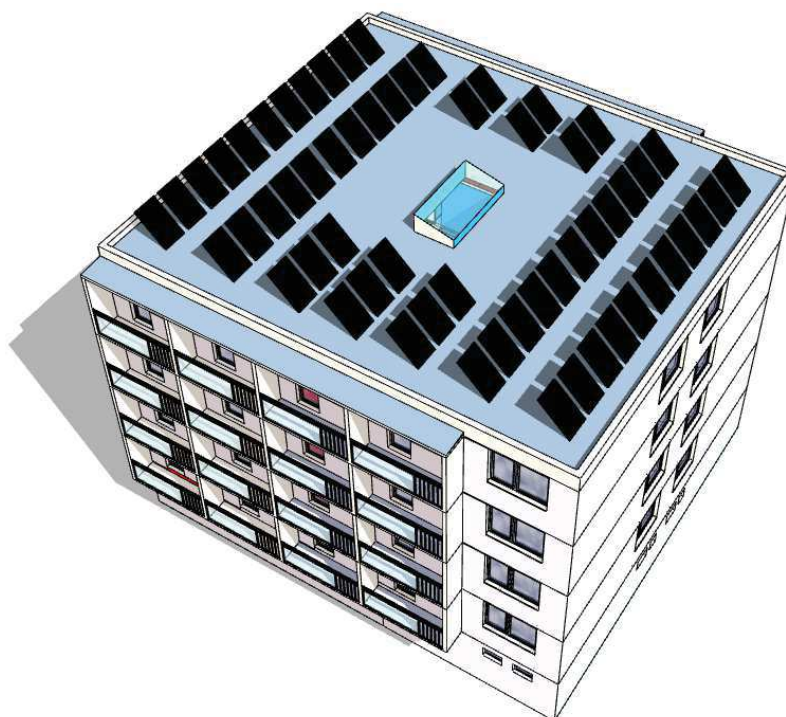
Dotační podoblast- C 3.2 solární fotovoltaické systémy

Podmínky:

×	maximální povolený výkon 30 kWp na číslo popisné	SPLNĚNO
×	napojení na distribuční síť	SPLNĚNO
×	minimální účinnost panelů 10% pro poly-krystalické	SPLNĚNO
×	míra využití vyrobené elektřiny pro krytí spotřeby v místě výroby musí být alespoň 70%	NESPLNĚNO

NENÍ MOŽNÉ PODAT DOTAČNÍ ŽÁDOST

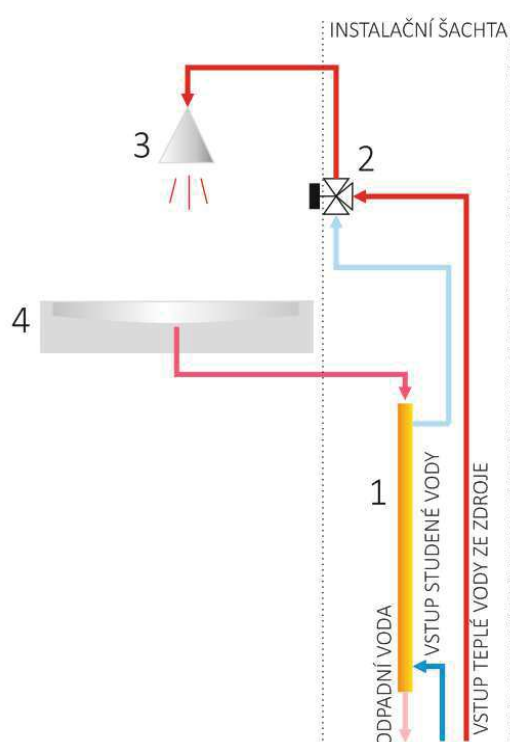
Vzhledem k bodu o pokrytí energie na potřebu TV, nelze uplatnit dotace na fotovoltaickou elektrárnu. Ke splnění bodu by se plocha FV panelů musela zvětšit více jak o 1/3, tím by vznikly vysoké nevyužitelné přebytky energie v letních měsících, které by byly distributorem vykoupěny za symbolickou částku. Cena systému by se navýšila o další položky jako například o výrobu zakázového kotle, který by byl upraven pro instalaci více elektrických patron. Celková investice předimenzovaného systému po odečtení dotace, by se zhruba rovnala investici na nedotovaný optimalizovaný systém.



Obrázek 27- Rozložení fotovoltaických panelů na střeše bytového domu (grafika autor)

B.10 KOUPELNOVÝ REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍK ODPADNÍ VODY

Koupelnový rekuperační výměník odpadní vody slouží k odebrání tepla, které nebylo spotřebováno při sprchování a předání tohoto tepla studené vodě. V praxi systém funguje tak, že teplo, které vystupuje z akumulární nádrže (kotle, boileru) v podobě ohřáté kapaliny například na 55 °C je následně smíšeno ve směšovací baterii se studenou kapalinou o teplotě 13 °C na námi požadovanou teplotu kapaliny vystupující ze sprchové hlavice např. 35 °C. Část tepla je následně odevzdáno sprchující se osobě, vaně, rozvodům a putuje do odpadního potrubí jako nevyužité. Díky rekuperačnímu výměníku je možné energetický potenciál uchovaný v odpadní kapalině z části předat studené kapalině, tím ji ohřát na vyšší teplotu, přičemž ve směšovací baterii budeme moci přimíchávat menší množství teplé kapaliny k předeřáté (studené) a tím šetřit energii na ohřev TV například v kotli.



Obrázek 28-Schéma zapojení rekuperačního výměníku

1- Rekuperační výměník, 2- směšovací baterie,
3- sprchová hlavice, 4- sprchový kout (vana)



Obrázek 29- Rekuperační výměník Showersave

Účinnosti rekuperačních výměníků se pohybují v rozmezí 25–65 %. Reálná úspora energie se ovšem pohybuje u výměníku s deklarovanou účinností 35 % někde kolem 13%. To je způsobeno odevzdáním tepla vaně, výměníku, potrubí a časovým zpožděním ohřevu odpadní vody. Z čehož vyplývá, že úspora energie nebude 35%, ale pouze 13% při okrajových podmínkách: teplota okolního vzduchu 18-25 °C, průtok 8l/min, teplota odpadní vody 39 °C. Pokud se budou okrajové podmínky skutečného provozu lišit, může být účinnost téměř nulová. Podrobněji viz [2]

K poměrně vysoké ceně zařízení vzhledem k jeho účinnosti je návratnost investice v řádech desítek let. Nicméně je v dnešní době možnost využít na rekuperační výměník dotaci ve výši 5000 Kč/ b.j. za splnění

daných podmínek. Tím lze snížit návratnost investice o několik let. Dotace je podmíněna bodem, který říká *“O podporu v této podoblasti je možné žádat pouze současně s opatřením z oblasti podpory A nebo jiným opatřením z oblasti C”* To znamená, že na domě musí být zároveň snížena jeho energetická náročnost nebo je potřeba efektivně využít OZE (zřídit fotovoltaiku, případně solární termický systém). Pokud se zažádá společně s podoblastí C, bude potřeba energie na ohřev TV na bytovém domě, který je předmětem práce z části kryta fotovoltaickým nebo solárním systémem. Z toho plyne delší doba návratnosti investice.

VÝPOČET ÚSPORY ENERGIE

Okrajové podmínky		
Showersave QB1-16 účinnost	60%	
Předpokládaná skutečná úspora	23%	
Předpokládaný průtok vody při sprchování	8 l/min	
Průtok teplé vody	5,5 l/min	(0,0055 m³/min)
Průtok studené vody	2,5 l/min	
Teplota teplé vody	55 °C	
Teplota studené vody	11 °C	
Teplota po smísení	41,5 °C	
Počet osob v domě (os)	37	
Průměrná doba sprchování	5 min	

Tabulka 18- Okrajové podmínky ke stanovení úspory tepla rekuperačním výměníkem

POTŘEBA ENERGIE NA OHŘEV TV PRO SPRCHOVÁNÍ /rok

Spotřeba teplé vody na jednu sprchu

$$V_{\text{sprcha}} = Q_v \cdot t = 0,0055 \cdot 5 = 0,0275 \text{ m}^3$$

Za rok

$$V_{\text{rok}} = V_{\text{sprcha}} \cdot \text{os} \cdot 365 = 0,0275 \cdot 37 \cdot 365 = 371,39 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{rok}} = \frac{\rho \cdot V \cdot c \cdot (t_t - t_s)}{3600} = \frac{998 \cdot 371,4182 \cdot (55 - 11)}{3600} = 18\,945 \text{ kWh/rok}$$

Spotřeba tepla (+5%)

$$Q_{\text{rok,z}} = 19\,892 \text{ kWh/rok}$$

Úspora rekuperačním výměníkem z potřeby tepla- 23%

$$Q_{\text{uspořené}} = 4357 \text{ kWh/rok}$$

ÚSPORA ENERGIE, TVOŘÍCÍ NÁVRATNOST INVESTICE PŘI OHŘEVU TEPLÉ VODY – SOLÁRNÍ SYSTÉM/CZT

SOLÁR.-Podíl energie na ohřev TV/rok- 53% z toho krytí uspořené energie 2309 kWh/rok

CZT -Podíl energie na ohřev TV/rok- 47% z toho krytí uspořené energie 2048 kWh/rok

ÚSPORA ENERGIE, TVOŘÍCÍ NÁVRATNOST INVESTICE PŘI OHŘEVU TEPLÉ VODY –FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM/CZT

FOTOVOLTAIKA- Podíl energie na ohřev TV/rok- 51,3% z toho krytí uspořené energie 2235kWh/rok

CZT- Podíl energie na ohřev TV/rok- 48,7% z toho krytí uspořené energie 2122kWh/rok

ORIENTAČNÍ INVESTIČNÍ NÁKLADY NA POŘÍZENÍ REKUPERAČNÍHO VÝMĚNÍKU

Název dílu	Počet [ks]	Cena za kus [Kč]	Cena celkem bez DPH [Kč]
VÝMĚNÍK Showersave QB1-16	16	10 000	16 0000
INSTALAČNÍ MATERIÁL na b.j. (potrubí, armatury)	16	1000	16 000
NÁKLADY NA INSTALACI JEDNOTKY	16	800	12 800
Celkem náklady bez DPH			188 000

Tabulka 19-Investiční náklady na pořízení rekuperačního výměníku

SNÍŽENÍ INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ ZA POMOCI DOTAČNÍHO PROGRAMU – NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM

Dotační podoblast – Podpora na využití tepla z odpadní vody

Podmínky:

- × Žádost společně s oblastí A nebo C
- × Čerpání tepla z centrálních, decentrálních systémů
- × Deklarovaná účinnost výrobcem min. 30%

NESPLNĚNO
SPLNĚNO
SPLNĚNO

NENÍ MOŽNÉ PODAT DOTAČNÍ ŽÁDOST

**C. ENERGETICKÝ AUDIT V SOULADU S VYHLÁŠKOU 480/2012 Sb.
V PLATNÉM ZNĚNÍ**

C.1 TITULNÍ LIST

ENERGETICKÝ AUDIT PANELOVÉHO BYTOVÉHO DOMU V BRNĚ-ŽABOVŘESKY

LIPSKÁ 2442/6, BRNO 616 00



Obrázek 30- Předmět energetického auditu (foto autor)

Energetický audit byl vypracován dle vyhlášky 480/2012 Sb.- O energetickém auditu a energetickém posudku v návaznosti na zákon č. 406/2000 Sb.- O hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů.

Vypracoval: Bc. David Hrazdira

Datum odevzdání: 12.1. 2018

C.2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

C.2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O VLASTNÍKOVI

Název fyzické nebo právnické osoby: Sdružení vlastníků

ADRESA

Ulice: Lipská 6

Čp. Č.or.: 6/2442

PSČ: 616 00

Obec: Brno

KONTAKT

Správce: Karel Svoboda

Tel.: +420 515 548 514

Email: info@prukopnik.cz

C.2.2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O BUDOVĚ

Název budovy: Panelový bytový dům Brno – Žabovřesky

Převažující typ budovy: Bytový dům

ADRESA

Ulice: Lipská 6

Čp. Č.or.: 6/2442

PSČ: 616 00

Obec: Brno

Kód obce: 582786

Název katastrálního území: Žabovřesky (okres Brno-město)

Kód katastrálního území: 610470

Parcelní číslo: 2375/26

C.3 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

C 3.1-PŘEDMĚT AUDITU

Předmětem energetického auditu je pětipodlažní bytový dům s 16 byty. Energetický audit byl vypracován dle vyhlášky 480/2012 Sb.- O energetickém auditu a energetickém posudku v návaznosti na zákon č. 406/2000 Sb.- O hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů.

Náplní auditu je popis stávajícího stavu energetických rozvodů, rozbor a popis stavebního řešení jednotlivých konstrukcí včetně tepelně technického vyhodnocení. Dále zahrnuje údaje o energetických vstupech za poslední tři roky provozu budovy. Na základě zjištěných dat v závislosti na zvolených energeticky úsporných opatření je vyhodnocena nejvýhodnější varianta po stránce velikosti úspory a návratnosti investičních nákladů, zaručující snížení energetické náročnosti budovy, snížení podílu produkce emisí při výrobě tepla, snížení nákladů na energie a případné zvýšení podílu na výrobě energie z obnovitelných zdrojů.

C 3.2- CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Budova Je samostatně stojící v panelové zástavbě, která je situována v městské části Brno-Žabovřesky

Jedná se o pětipodlažní bytový panelový dům se čtvercovým půdorysem. Má čtyři nadzemní a jedno suterénní podlaží. V prvním až čtvrtém nadzemním podlaží se nacházejí bytové jednotky, které jsou dvou typů: 3+KK, 2+KK. Byty sousedí s nevytápěným prostorem schodiště. V suterénním podlaží se nacházejí nevytápěné sklepní jednotky, kotelna s horkovodní předávací stanicí, která je v majetku Tepláren Brno. Na zmíněném podlaží se nachází dále vytápěná sušárna s již nevyužívanou vytápěnou prádelnou a jednou menší vytápěnou společenskou místností.

Budova byla realizována v roce 1970. Od té doby prošla řadou konstrukčních změn. A to výměnou původních otopných těles za tělesa litinová, tato změna byla provedena zhruba před 20 lety. Další změnou bylo zateplení štítových stěn budovy systémem ETICS s tepelnou izolací EPS tl. 120 mm. Nebyly zatepleny štítové stěny u lodžii. Poté došlo k zateplení střechy tepelnou izolací EPS tl. 150 mm. V posledních 5 letech budova prošla rekonstrukcí rozvodů vody a zateplením stropu suterénu tepelnou izolací z minerální vlny tl.100 mm vloženou do sádkartonového podhledu. V souběhu byly zatepleny obvodové stěny suterénu tepelnou izolací XPS tl. 80mm. Výplně otvorů jsou obměněny z 1/2 za výplně s izolačním dvojsklem.

Souhrn:

Obvodové stěny jsou tvořeny železobetonovými panelovými bloky celkové tloušťky 260 mm s vnitřní tepelnou izolací z polystyrenu tloušťky 60 mm a vnějším zateplovacím systémem ETICS s tepelnou izolací z EPS tl. 120 mm. Východní i západní obvodová stěna je tvořena železobetonovými bloky o celkové tloušťce 260 mm s vnitřní tepelnou izolací z polystyrenu tl. 60 mm bez vnějšího zateplení ETICS. Obvodové stěny suterénu jsou zatepleny tepelnou izolací XPS tl. 80mm. Vnitřní nosné stěny jsou

železobetonové tloušťky 140 mm. Příčky jsou železobetonové o tloušťce 80 mm. Strop nad 1.S je tvořen železobetonovými deskami tloušťky 120 mm s tepelnou izolací z polystyrenu tloušťky 20 mm a zateplením z minerální vlny pod sádrokartonový rošt o tloušťce MW 100 mm. Střešní konstrukce je provedena z železobetonových desek o tloušťce 120 mm s dodatečným zateplením tepelnou izolací EPS tl. 150mm

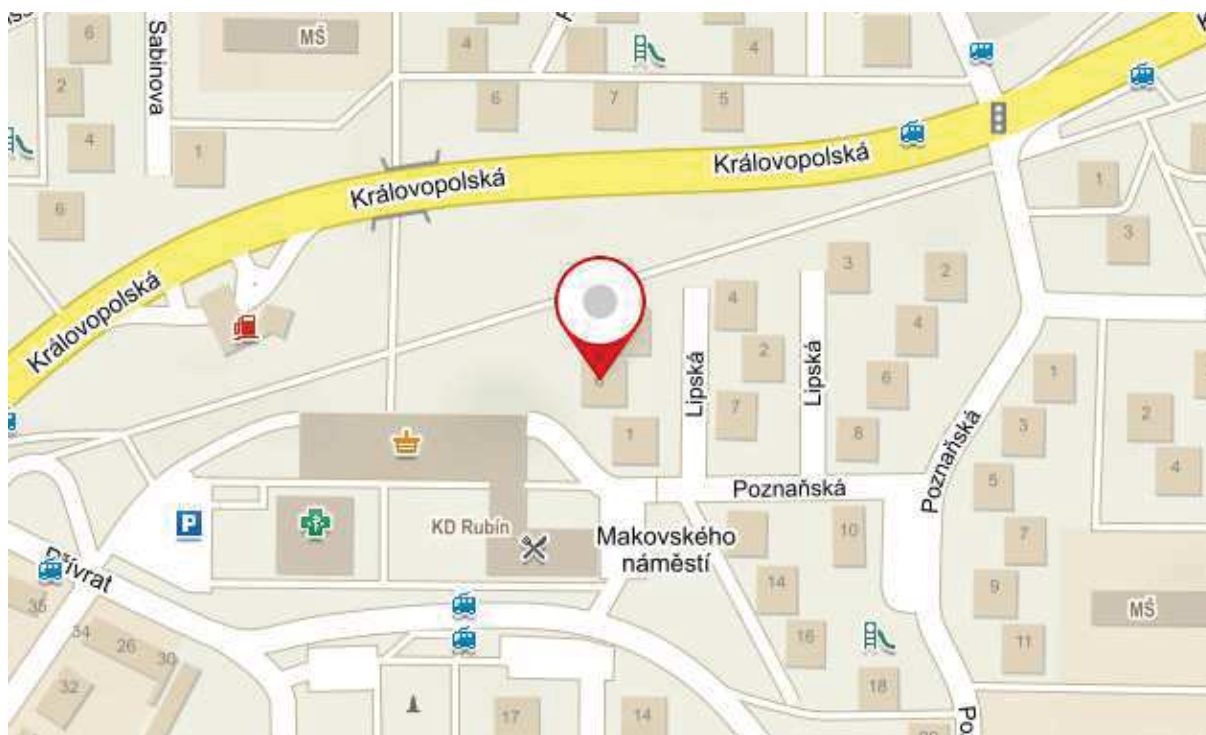
C 3.3- ZÁKLADNÍ VÝMĚRY OBJEKTU

Plocha obálky budovy	1618 m ²
Celková energeticky vztažná plocha	1194 m ²
Půdorysná plocha	290 m ²
Objem budovy	3325 m ³
Objemový faktor budovy A/V	0,40 m ² /m ³

C 3.4- SITUACE



Obrázek 31- Letecký pohled, situační mapa, převzato z [2]



Obrázek 32- situační mapa , převzato z [2]

C 3.5- ENERGETICKÉ VSTUPY

C 3.5.1- FAKTUROVANÉ SPOTŘEBY ENERGIÍ PRO VÝCHOZÍ STAV

Tepelná energie pro vytápění i pro ohřev teplé vody je realizována za pomoci plynové kotelny a distribuce tepla do horkovodní výměňkové stanice umístěné v domě, která je ve vlastnictví distributora Tepláren Brno. Studená voda je dodávána brněnskými vodárnami a kanalizacemi a.s. Elektrickou energii společně se zemním plynem dodává společnost EON.

Správcem budovy byla dodána fakturace spotřeby energií za poslední 3 roky a to 2016, 2015, 2014, které jsou detailněji rozepsány v následujících tabulkách.

Roční spotřeba tepla na vytápění a na ohřev TV					Spotřeba studené vody pro ohřev TV
	TV		Vytápění		
	[GJ/rok]	[kWh/rok]	[GJ/rok]	[kWh/rok]	
2014	126,50	35 138,89	236,36	65 655,56	432
2015	121,12	33 644,44	253,30	70 361,11	549
2016	123,00	34 166,67	276,00	76 666,67	511
Průměr	123,54	34 316,67	255,22	70 894,44	497

Tabulka 20- Roční fakturované spotřeby energií

Náklady na ohřev TV a vytápění					Cena studené vody pro ohřev TV
rok	TV		Vytápění		
	[Kč/GJ]	[Kč/rok]	[Kč/GJ]	[Kč/rok]	
2014	667	84 491	667	157 869	32 712
2015		80 898		169 184	40 528
2016		82 154		184 345	40 279
Průměr	667	82 514	667	170 466	37 839

Tabulka 21- Roční fakturované náklady na spotřeby

Spotřeba elektrické energie společných prostor domu		
rok	Spotřeba [kWh]	Cena [Kč/rok]
2014	2600	9854
2015	2750	7673
2016	2640	10005
Průměr	2663	9177

Tabulka 22- Fakturovaná spotřeba elektrické energie

Energetické vstupy dle vyhlášky 480/2012 Sb.

Pro rok: před realizací projektu					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotka	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektřina	MWh	7,7	3,6	7,7	34,85
Teplo	GJ	378	1,0	105,2	252,98
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				114,14	287,83
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				114,4	287,83

Tabulka 23- energetické vstupy

C 3.6- VLASTNÍ ZDROJE ENERGIE

V objektu se nenacházejí ve výchozím stavu žádné vlastní zdroje energií na vytápění, přípravu teplé vody ani k výrobě elektrické energie.

C 3.7- ROZVODY ENERGIE

Zdrojem tepla na vytápění společně s ohřevem TV je horkovodní výměníková stanice, která je umístěna v podzemním podlaží.

Primární topná voda 130 °C je přiváděna přes regulační ventil s havarijní funkcí do deskového výměníku tepla pro ohřev topné vody pro ÚT a TUV, kde předává teplo sekundárnímu okruhu se jmenovitou teplotou 90/70 °C v zimě a v létě 70/50 °C.

Na sekundární straně je výstup topné vody z výměníku rozdělen na dva okruhy, okruh ohřevu TV a okruh regulace ÚT.

Regulace ÚT – výstupní teplota topné vody ÚT je regulována ekvitermně a podle zvoleného režimu, osazena oběhovým čerpadlem s elektronickou regulací otáček a třicestným směšovacím ventilem. Sekundární strana je jištěna pojišťovacím ventilem na výměníku. Doplnění je zajištěno automaticky z primáru kulovým kohoutem s pohonem. Zabezpečení systému ÚT je pomocí expanzní membránové nádoby.

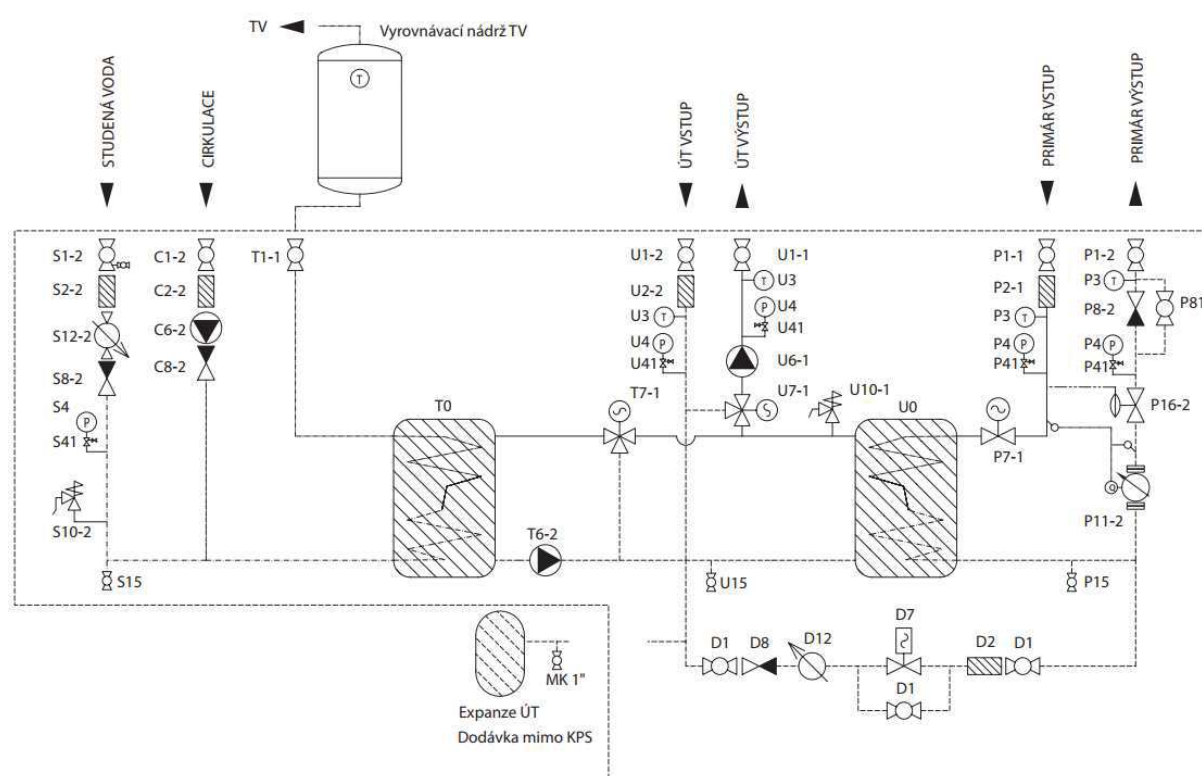
Příprava TV – příprava TV je realizována průtokovým ohřevem. Deskový výměník pro přípravu TV je napojen na topnou kapalinu, regulace TV je zajištěna třicestným regulačním ventilem a oběh topné vody zajišťuje oběhové čerpadlo s třístupňovou regulací otáček. Uvedený okruh zabezpečí maximální teplotu TV na konstantní teplotu 55 °C. Do vratného potrubí je nainstalován ultrazvukový měřič tepla. Aby byla zajištěna maximální kvalita a teplotní stabilita dodávané teplé užitkové vody, je stanice doplněna akumulací nádrží TUV o objemu 100l. Cirkulaci TV zajišťuje cirkulační čerpadlo. Potrubí studené vody je opatřeno vodoměrem pro měření studené vody. Rozvody TV, cirkulace a studené vody jsou napojeny na stávající rozvody ZTI.



Obrázek 33- Předávací stanice v kotelně bytového domu (foto autor)



Obrázek 34- Předávací stanice v kotelně bytového domu (foto autor)



Obrázek 35- Schéma předávací stanice, převzato z [13]

P-Primár, U-ústřední topení, T-teplá voda, S-studená voda, C-cirkulace, D-dopouštění, N-nabíjení TV
 -1-Topné médium, -2-Chladné médium

0- deskový výměník, 1-uzavírací armatura, 2-filtr, 3-teploměr, 4-tlakoměr, 5-termomanometr, 6-čerpadlo, 7-regulační ventil, 8-zpětný ventil, 9-zpětná klapka, 10-pojistný ventil, 11-měřič tepla, 12-vodoměr, 13-regulátor průtoku, 14-odvzdušňovací ventil, 15-vypouštěcí ventil, 16-regulátor dif.tlaku

ROZVODY TV a SV

Rozvody teplé vody byly rekonstruovány v roce 2016. Svislé i vodorovné potrubí je provedeno z materiálu FV Plast FASER v tlakové řadě PN 20. Spoje jsou provedeny polyfuzním svařováním. Tepelná izolace potrubí je realizována návleky z pěnového polyethylenu TUBULIT v tloušťce stěny pro potrubí SV 13mm a pro potrubí TV 20mm. Nejsou zaizolované armatury.

Odběrná místa jsou osazena převážně pákovými bateriemi.

Na odbočkách SV, TV a cirkulace pro jednotlivé byty jsou osazeny nové mosazné kulové kohouty v tlakové řadě PN20. V instalační šachtě jsou umístěny uzávěry SV, TV ve výšce 1,5 m nad podlahou. Ukotvení vodorovného potrubí je provedeno kotevním systémem HILTI do ocelových objímek s gumovou vložkou. Ukotvení potrubí v instalačních šachtách je provedeno kotevním systémem HILTI do stávajících ocelových úhelníků.

Potrubí jsou označeny identifikačními plastovými štítky s popiskami.

Délka rozvodů je 82m. Celkově výborný technický stav.



Obrázek 37- Instalační šachta v bytě



Obrázek 36- - Izolace a ukotvení rozvodů systémem HILTI v instalační šachtě

ROZVODY ÚT

Rozvody vytápění jsou provedeny z ocelového svařovaného potrubí s nuceným oběhem vody. Soustava je protiproudá dvoutrubková s litinovými otopnými tělesy opatřenými termoregulačními hlavicemi. Teplotní spád je v zimním období 90/70 °C. Otopná tělesa umístěna v bývalé prádelně a stávající sušárně nejsou opatřeny termoregulačními ventily a jsou plechová. Otopná tělesa byla měněna zhruba před 20lety za tělesa litinová, rozvody jsou stávající. Stav odpovídá stáří.



Obrázek 38--původní otopná tělesa v suterénu (prádelna)

ROZVODY PLYNU

Hlavní domovní uzávěr K800 Ø2" je v chodbě suterénu. Rozvod plynu je veden společně s ostatními rozvody pod stropem suterénu z trubek ocelových svařovaných, opatřených žlutým nátěrem. Na stupačkách jsou navrženy sekční uzávěry. V instalačních šachtách bytů jsou umístěny plynoměry. Plyn v domě slouží pro spotřebiče bytů, a to zejména pro plynové sporáky. Délka rozvodů 98m. Stav odpovídá stáří.

ROZVODY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Rozvody elektrické energie jsou v bytech, které neprošly rekonstrukcí provedeny z hliníkových vodičů Ø 2.5 mm² na 16 A jističe. Rozvody ve společných prostorech domu jsou měděné o průřezu 2.5 mm². Na každém patře se nachází skříň s elektroměry pro každý byt. Kabely jsou uloženy pod omítkou. Rozvody prošly revizí – dobrý technický stav.

VÝZNAMNÉ ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE

Za významný elektrický spotřebič vzhledem k celkové spotřebě elektrické energie je možné považovat osvětlení společných prostor domu. Tedy komunikačních prostor, sklepů a společenských prostor. Osvětlení zajišťují klasické žárovky s wolframovým vláknem o výkonu 60 W. Ruční regulace systémem zapnout/vypnout.

C 3.8- TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI BUDOVY

OBVODOVÉ STĚNY

Budova prošla zhruba před 14 lety zateplením obvodových stěn tepelnou izolací EPS tl. 120 mm. Byly zatepleny veškeré plochy na hranici se vzduchem kromě ploch kolem okenních výplň otvorů u lodžii. Tato nezateplená plocha na východní i západní straně budovy činí $2 \times 64 \text{ m}^2 = 128 \text{ m}^2$.

SKLADBA KONSTRUKCE:		STN-17 STĚNA OBVODOVÁ ZATEPLENÁ (BYTY)		
Název vrstvy	tl. Vrstvy	souč. tep. Vodiivosti	měrná tep.kapacita	objemová hmotnost
	d[m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	790	2000
Železobeton	0,07	1,58	1020	2400
Desky EPD v ŽB. Panelech	0,06	0,06	1270	50
Železobeton	0,13	1,58	1020	2400
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	790	2000
ETICS- lepicí malta	0,01	0,3	920	520
POLYSTYREN EPS 70	0,12	0,04	1270	18
ETICS-výztužná vrstva	0,004	0,8	900	1800
ETICS-omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800
Korekce součinitele prostupu tepla		ΔU	0,1	[W/(m ² .K)]
Odpor při přestupu tepla		RT	2,789	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla		U	0,359	[W/(m².K)]
Požadovaná hod. souč. prostupu tepla		U _N	0,3	[W/(m ² .K)]
Doporučená hod. souč. prostupu tepla		U _{rec}	0,25	[W/(m ² .K)]
SPLNĚNÍ POŽADAVKU NA POŽADOVANÝ SOUČ. PROSTUPU TEPLA				NE

Tabulka 24- Skladba stěny STN-17

SKLADBA KONSTRUKCE:		STN-18 STĚNA OBVODOVÁ NEZATEPLENÁ (BYTY-kolem lodžii)		
Název vrstvy	tl. Vrstvy	souč. tep. Vodivosti	měrná tep.kapacita	objemová hmotnost
	d[m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	790	2000
Železobeton	0,07	1,58	1020	2400
Desky EPD v ŽB. Panelech	0,06	0,06	1270	50
Železobeton	0,13	1,58	1020	2400
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	790	2000
Korekce součinitele prostupu tepla		ΔU	0,2	[W/(m ² .K)]
Odpor při přestupu tepla		RT	1,049	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla		U	0,954	[W/(m².K)]
Požadovaná hod. souč. prostupu tepla		U_N	0,3	[W/(m ² .K)]
Doporučená hod. souč. prostupu tepla		U_{rec}	0,25	[W/(m ² .K)]
SPLNĚNÍ POŽADAVKU NA POŽADOVANÝ SOUČ. PROSTUPU TEPLA				NE

Tabulka 25- Skladba stěny STN-18

V roce 2016 proběhlo zateplení suterénních stěn tepelnou izolací XPS tl. 80 mm.

SKLADBA KONSTRUKCE:	STN-19 STĚNA OBVODOVÁ (prádelna, sušárna, společné pr.)			
	STN-20 STĚNA OBVODOVÁ (prádelna,... -ve styku se zeminou)			
	STN-21 STĚNA OBVODOVÁ suterén			
	STN-23 STĚNA OBVODOVÁ suterén ve styku se zeminou			
Název vrstvy	tl. Vrstvy	souč. tep. Vodivosti	měrná tep.kapacita	objemová hmotnost
	d[m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	790	2000
Železobeton	0,07	1,58	1020	2400
Desky EPD v ŽB. Panelech	0,06	0,06	1270	50
Železobeton	0,13	1,58	1020	2400
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	790	2000
ETICS- lepicí malta	0,01	0,3	920	520
XPS polystyren	0,08	0,038	2060	30
ETICS-výztužná vrstva	0,004	0,8	900	1800
ETICS-omítka silikátová	0,002	0,8	900	1800
Korekce součinitele prostupu tepla		ΔU	0,1	[W/(m ² .K)]
Odpor při přestupu tepla		RT	2,578	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla		U	0,388	[W/(m².K)]
Požadovaná hod. souč. prostupu tepla		U _N	0,3	[W/(m ² .K)]
Doporučená hod. souč. prostupu tepla		U _{rec}	0,25	[W/(m ² .K)]
Požadovaná hod. souč. prostupu tepla (pro přilehlou konstrukci k zemině)		U _N	0,45	[W/(m ² .K)]
Doporučená hod. souč. prostupu tepla (pro přilehlou konstrukci k zemině)		U _{rec}	0,3	[W/(m ² .K)]
SPLNĚNÍ POŽADAVKU NA POŽADOVANÝ SOUČ. PROSTUPU TEPLA STN-19				NE
SPLNĚNÍ POŽADAVKU NA POŽADOVANÝ SOUČ. PROSTUPU TEPLA STN-20				ANO
SPLNĚNÍ POŽADAVKU NA POŽADOVANÝ SOUČ. PROSTUPU TEPLA STN-21				BEZ POŽADAVKU
SPLNĚNÍ POŽADAVKU NA POŽADOVANÝ SOUČ. PROSTUPU TEPLA STN-23				BEZ POŽADAVKU

Tabulka 26- Skladby obvodových stěn suterénu

Jako jedno z možných opatření pro snížení energetické náročnosti budovy se jeví zateplení obvodové stěny STN- 17 v místech lodžii. Pro technické řešení zateplení konstrukce je limitujícím faktorem užitná plocha lodžie.

STROP NAD SUTERÉNEM, STŘECHA

Strop nad suterénem byl zateplen minerální vatou tl. 100mm do sádrokartonového podhledu v roce 2016.

SKLADBA KONSTRUKCE:	PDL- 26 Strop mezi nevytápěným suterénem a byty				
Název vrstvy	tl. Vrstvy	souč. tep. Vodivosti	souč. tep. Vodivosti	měrná tep.kapacita	objemová hmotnost
	d[m]	λ [W/(m.K)]	λ_{ekvi} [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m³]
Koberec	0,005	0,065		1880	160
Beton hutný	0,05	1,3		1020	2200
Papír oboustranně voskovaný	0,001	0,21		2510	1100
Polystyren EPS 100	0,02	0,038		1370	23
Papír oboustranně voskovaný	0,001	0,21		2510	1100
Lepenka A 400	0,001	0,21		1470	900
Penetrační nátěr	0,0008	0,21		1470	1200
Železobeton	0,12	1,58		1020	2400
Výrobky z minerální vlny	0,1	0,041		1015	100
Parozábrana	0,0002	0,35		1470	1470
Nevětraná vzduchová vrstva	0,02	0,313	0,891	940	3941
sádrokarton	0,0125	0,22		1060	750
Pozn.: Do vzduchové mezery byl zahrnut vliv sádrokartonového ocelového roštu					
Korekce součinitele prostupu tepla			ΔU	0	[W/(m².K)]
Odpor při přestupu tepla			RT	3,628	m².K/W
Součinitel prostupu tepla			U	0,276	[W/(m².K)]
Požadovaná hod. souč. prostupu tepla			U _N	0,6	[W/(m².K)]
Doporučená hod. souč. prostupu tepla			U _{rec}	0,4	[W/(m².K)]
SPLNĚNÍ POŽADAVKU NA POŽADOVANÝ SOUČ. PROSTUPU TEPLA					
					ANO

Tabulka 27- Skladba konstrukce podlahy 1.NP

SKLADBA KONSTRUKCE:		STR-27 Střecha (nad vytápěným prostorem)		
Název vrstvy	tl. Vrstvy	souč. tep. Vodivosti	měrná tep.kapacita	objemová hmotnost
	d[m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]
Omítka vápenocementová	0,015	0,99	790	2000
Železobeton	0,12	1,58	1020	2400
Písek	0,09	0,95	960	1750
Plynosilikát	0,2	0,38	1000	500
Asfaltový pás	0,003	0,21	1470	1300
Lepenka A 400	0,0015	0,21	1470	900
Asfaltový pás	0,003	0,21	1470	1300
Separační folie, geotextilie	0,0002	0,35	1470	1470
POLYSTYREN EPS 100	0,15	0,038	1270	23
Separační folie, geotextilie	0,0002	0,35	1470	1470
Hydroizolační střešní folie	0,0018	0,16	960	1400
Korekce součinitele prostupu tepla		ΔU	0,1	[W/(m ² .K)]
Odpor při přestupu tepla		RT	3,532	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla		U	0,48	[W/(m².K)]
Požadovaná hod. souč. prostupu tepla		U _N	0,24	[W/(m ² .K)]
Doporučená hod. souč. prostupu tepla		U _{rec}	0,16	[W/(m ² .K)]
SPLNĚNÍ POŽADAVKU NA POŽADOVANÝ SOUČ. PROSTUPU TEPLA				NE

Tabulka 28- Skladba střechy

VÝPLNĚ OTVORŮ

Výplně otvorů bytových jednotek jsou z menší poloviny vyměněny za nové s izolačním dvojsklem a součinitelem prostupu tepla $U=1,2$ W/(m².K). Ostatní výplně jsou původní dřevěné jednoduché s přídavným sklem, odhadovaný součinitel prostupu tepla je 2,4 W/(m².K). Technický stav odpovídá starší.

Výplně společných částí domu jako jsou vchodové dveře a výplně otvorů suterénu jsou měněny za nové s izolačním dvojsklem $U=1,2$ W/(m².K). Staří 2 roky. Výborný technický stav.

MĚRNÉ TEPELNÉ ZTRÁTY**V ZÓNĚ 1**

tvorí největší podíl na tepelných ztrátách stěny, které se ve výpočtu skládají z různých konstrukcí o různých měrných tepelných ztrátách prostupem a to:

Označení	Název	Měrná tepelná ztráta prostupem HT [W/K]
STN-17	Stěna obvodová zateplená (byty)	135,70
STN-18	Stěna obvodová nezateplená (byty-kolem lodžii)	161,93

Dále potom převládají tepelné ztráty výplněmi otvorů:

Označení	Název	Měrná tepelná ztráta prostupem HT [W/K]
VYP-1	S – Okna byty	26,21
VYP-3	J – Okna byty	29,95
VYP-5	V – Okna byty (mimo lodžie)	17,47
VYP-6	V – Okna + dveře na lodžii	82,37
VYP-12	Z – Okna byty (mimo lodžie)	17,47
VYP-13	Z – Okna + dveře na lodžii	82,37
VYP-15	Dveře bytové	12,64

Jako nejvýhodnější se jeví zateplit obvodovou stěnu u lodžii. Musí se ovšem brát v potaz zmenšení užité pŕodorysné plochy lodžie, díky zateplení. Nutno projednat optimální tloušťku s vlastníky bytů. Další úpravou by mohlo být nahrazení stávajících oken a dveří na lodžie novými s izolačním dvojsklem nebo trojsklem.

V ZÓNĚ 2

je tvořen největší podíl na tepelných ztrátách přilehlými konstrukcemi k zemině a to:

Označení	Název	Měrná tepelná ztráta prostupem HT [W/K]
STN(z)-20	Stěna obvodová ve styku se zeminou (prádelna, sušárna, společenské prostory)	36,87
PDL(z)-25	Podlaha vytápěných prostor (prádelna, sušárna, společenské prostory)	36,87

Dále potom převažují tepelné ztráty prostupem stěn:

Označení	Název	Měrná tepelná ztráta prostupem HT [W/K]
STN-19	Stěna obvodová (prádelna, sušárna, společenské prostory)	18,39
STN-22	Stěna mezi prádelnou, sušárnou a nevytápěnými prostory suterénu	15,34

Obvodová stěna ve styku se zeminou je zateplena XPS. Možný potenciál v úspoře energie je v zateplení podlahy.

SOUHRNNÉ TEPELNĚ TECHNICKÉ INFORMACE

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy0,57 W/(m².K)

Tepelné ztráty ZÓNY 1 při okrajových podmínkách: zimní návrhová teplota= -15 °C, teplota na vytápění=20 °C

	Ztráty [kW]	Podíl [%]
Stěny	14,89	39,4
Větráním	9,57	25,34
Výplně	9,33	24,69
Stropy, střechy	2,75	7,28
Podlahy	0,46	1,22
Tepelné mosty	0,78	2,07
Celkové tepelné ztráty	33,74	100

Tabulka 29- Tepelné ztráty zóny 1

Tepelné ztráty ZÓNY 2 při okrajových podmínkách: zimní návrhová teplota= -15 °C, teplota na vytápění=17 °C

	Ztráty [kW]	Podíl [%]
Podlaha na zemině	1,18	39,98
Stěny	0,64	37,83
Větráním	0,37	12,37
Výplně	0,20	6,78
Tepelné mosty	0,09	3,04
Celkové tepelné ztráty	2,89	100

Tabulka 30- Tepelné ztráty zóny 2

C 3.9- SYSTÉM MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ S ENERGIÍ PODLE ČSN EN ISO 50001

Na objektu, který je předmětem auditu není implementován ani certifikován systém managementu hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001.

C.4 VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

C 4.1- VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE

a) VE ZDROJÍCH ENERGIE

Jako zdroj energie pro vytápění a ohřev TV slouží předávací stanice v domě s účinností předání tepla z primárního sekundárnímu okruhu za pomoci deskových výměníků 96%

b) V ROZVODECH TEPLA

Účinnost distribuce teplé vody 86%

Účinnost distribuce tepla na vytápění 88%, účinnost sdílení tepla litinovými radiátory 89%

c) VE VÝZNAMNÝCH SPOTŘEBIČÍCH ENERGIE

Za významný spotřebič energie je v domě považováno osvětlení společných prostor s klasickými žárovkami s wolframovým vláknem a účinností kolem 2%

C 4.2- VYHODNOCENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ KONSTRUKCÍ

Ozn.	Název	UN	Urec	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
VYP-1	S – Okna byty	1,50	1,20	1,80	!
VYP-2	S – Vstupní dveře	1,70	1,20	1,20	x
VYP-3	J – Okna byty	1,50	1,20	1,80	!
VYP-4	J – Střešní světlík			5,65	
VYP-5	V – Okna byty (mimo lodžie)	1,50	1,20	1,80	!
VYP-6	V – Okna + dveře na lodžii	1,50	1,20	1,80	!
VYP-7	Z – Okna suterénu (prádelna +sušárna)	1,50	1,20	1,20	x
VYP-8	J – Okna suterénu (prádelna +sušárna)	1,50	1,20	1,20	x
VYP-9	V – Okna suterénu (prádelna +sušárna)	1,50	1,20	1,20	x
VYP-10	V – Okna suterénu	3,50	2,30	1,20	x
VYP-11	V – Garážová vrata			5,00	
VYP-12	Z – Okna byty (mimo lodžie)	1,50	1,20	1,80	!
VYP-13	Z – Okna + dveře na lodžii	1,50	1,20	1,80	!
VYP-14	Z – Okna suterénu	3,50	2,30	1,20	x
VYP-15	Dveře bytové			2,00	
VYP-16	Dveře prádelny, sušárny a společenských prostor			2,00	
STN-17	Stěna obvodová zateplená (byty)	0,30	0,25	0,28	+
STN-18	Stěna obvodová nezateplená (byty-kolem lodžii)	0,30	0,25	0,95	!
STN-19	Stěna obvodová (prádelna, sušárna, společenské prostory)	0,30	0,25	0,39	!
STN(z)-20	Stěna obvodová ve styku se zeminou (prádelna, sušárna, společenské prostory)	0,45	0,30	0,39	+
STN-21	Stěna obvodová (suterén)	0,75	0,50	0,39	x
STN-22	Stěna mezi prádelnou, sušárnou a nevytápěnými prostory suterénu	0,60	0,40	2,80	!

STN(z)-23	Stěna obvodová se stykem se zeminou (suterén)	0,45	0,30	0,39	+
PDL(z)-24	Podlaha nevytápěných prostor	0,85	0,60	3,70	!
PDL(z)-25	Podlaha vytápěných prostor (prádelna, sušárna, společenské prostory)	0,45	0,30	3,70	!
PDL-26	Strop mezi nevytápěným suterénem a byty	0,60	0,40	0,23	x
STR-27	Střecha (nad vytápěným prostorem)	0,24	0,16	0,306	!
STR-28	Střecha (nad nevytápěným prostorem)			0,306	
STN-29	Stěna mezi byty a chodbou			2,99	
PDL-30	Strop mezi byty a temperovaným prostorem	0,75	0,50	0,23	x

Legenda:

! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

+ ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla

UN ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

Urec ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

Tabulka 31- Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

C 4.3- VYHODNOCENÍ ÚROVNĚ SYSTÉMU MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ S ENERGIÍ

Předávací stanice je opatřena měřícím systémem s ekvitermní regulací tepla. O předávací stanici se stará technik dodavatele tepla. Na otopných tělesech jsou instalovány elektronické kalorimetry. Porovnání úspor dosažených energeticky úsporným opatřením je možno provést jednou ročně z vyúčtování spotřeb energií. Podněty pro zlepšení úsporných opatření vycházejí od majitelů bytových jednotek, jednají o možných změnách na schůzích. Realizace opatření má na starosti správce domu. Management hospodaření s energií je na dobré úrovni.

C 4.4- CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE PODLE 480/2012 Sb. přílohy 4

ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis.Kč)
1	Vstupy paliv a energie	414	115,126	281
2	Změna zásob paliv			
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	414	115,126	281
4	Prodej energie cizím			
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 + ř.4)	414	115,126	281
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	86,4	24	57
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	262,8	73	175,3
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)			
9	Spotřeba energie na přípravu TV (z ř.5)	123,84	34,4	82
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)			
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)			
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	25,56	7,1	28,4
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)			

Tabulka 32- Energetická bilance dle vyhlášky 480/2012 Sb.

C.5 NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI

NÍZKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

vytápění:

- × Správné zregulování soustavy
- × Údržba regulačních prvků (funkčnost TRV, vnitřních termostatů)
- × Oprava porušené tepelné izolace rozvodů tepla v rámci kontrol a revizí
- × Průběžné sledování spotřeby tepla pro vytápění
- × Zavírání dveří vytápěných nebo ochlazovaných místností
- × Pravidelné čištění otopných těles
- × Zálona by měla usměrňovat proudění tepla směrem do místnosti, nesmí zakrývat zdroj tepla a tím bránit šíření tepla. Nejvhodnější je zálona sahající po parapetní desku.
- × Nepřetápět jednotlivé místnosti. Dochází ke značnému zvýšení spotřeby již od 1 °C

Větrání

- × Při větrání je nutné stáhnout termoregulační ventil na minimální hodnotu, aby nedocházelo k jeho otevírání při ochlazení studeným vzduchem.
- × Větrání mikroventilací je nedostatečné pro hygienickou výměnu vzduchu

TEPLÁ VODA

- × Izolace rozvodů TV, případné opravy
- × Úsporná sprchová hlavice – omezení průtoku
- × Instalace pákových baterií – rychlejší, snadnější nastavení požadované teploty vody
- × Nenechávat kapat kohoutky
- × Nenechávat dlouho téct TV

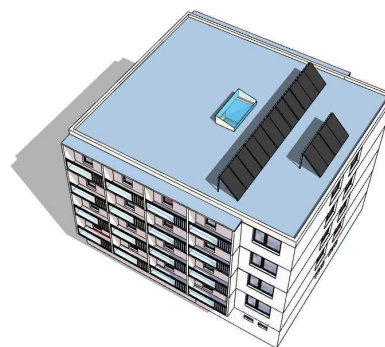
ELEKTRICKÁ ENERGIE

- × Instalace úsporných LED žárovek v bytech
- × Nesvítit v době kvalitních přirozených světelných podmínek
- × Dbát na energetickou náročnost zařizovacích předmětů

OPATŘENÍ Č.1- SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM

Opatření spočívá v aplikaci solárního systému s termickými solárními panely pro ohřev teplé vody. Jako nejvhodnější způsob zapojení systému v bytovém domě, který je předmětem auditu se jeví kombinace solární soustavy s horkovodní výměníkovou stanicí, která je již instalována ve stávajícím stavu budovy, kde zajišťuje teplo na vytápění a přípravu teplé vody. Solární okruh bude napojen na zásobníky teplé vody pře deskový výměník, ve kterém proudící solární nemrznoucí kapalina předá teplo potřebné k nabití zásobníku s krytí potřeby tepla. Pokud předávané teplo nebude dostatečně velké pro krytí potřeby teplé vody (tato situace nastane zejména v zimních měsících), bude potřeba tepla kryta z horkovodní předávací stanice. Je důležité dbát při návrhu soustavy k její optimalizaci tak, aby nedocházelo ke stagnaci a tím k přehřívání solárního okruhu v letních měsících, což by mohlo mít za následek snížení doby životnosti jednotlivých prvků systému.

Předběžný návrh vychází z technické normy TNI 73 0302:2014. Uvažuje s 37 osobami, průměrnou potřebou teplé vody 37 l/os.d a teplotním spádem 10/55°C. Na základě zmíněných informací a dat z technického listu výrobce solárního kolektoru vychází celková plocha kolektorového pole 38,2 m² o celkovém počtu 16 ks panelů natočených na jižní stranu se sklonem 45° a celkovém pokrytí energie na přípravu TV 53 %. Obrázek 3 znázorňuje rozložení a celkovou plochu kolektorového pole na střeše bytového domu. Blíže viz kapitola B – Výpočtová část.



Obrázek 39- rozložení kolektorového pole

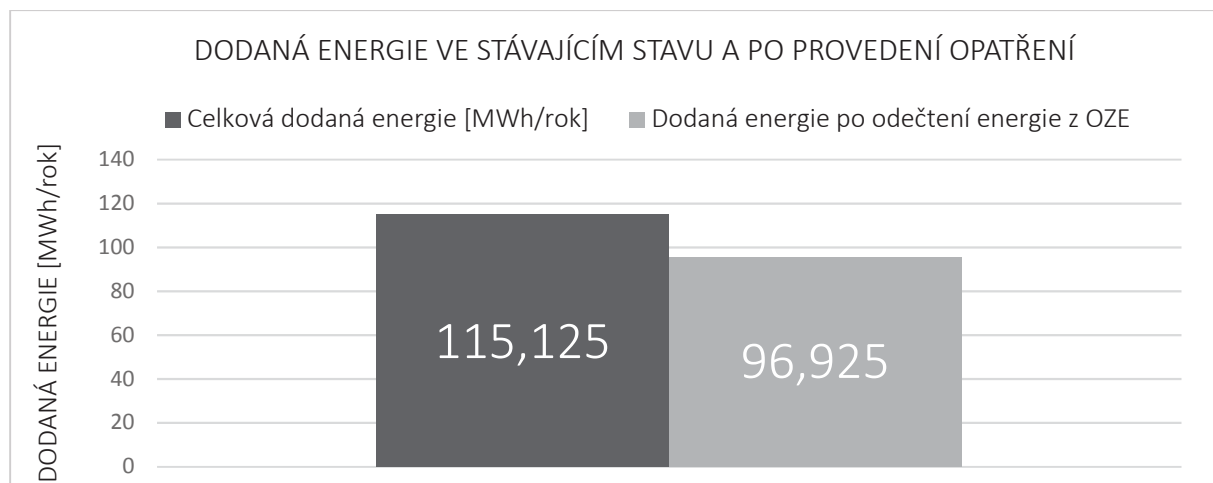
ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE V MWh/rok

OPATŘENÍ Č.1				
Ukazatel	Před opatřením		Po opatření	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis. Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73,0	175,2	73,0	175,2
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	35,9	86,2
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	7,1	26,9
Úspora energie na vytápění	/	/	0	0
Úspora energie na přípravu TV dodané z CZT	/	/	-18,2	-43,8
Úspora elektrické energie na osvětlení	/	/	0	0
Úspora energie celkem	/	/	-18,2	-43,8

Tabulka 33- Energetické úspory opatření č.1

Pozn.:

Zvýšení spotřeby energie na přípravu TV je způsobeno přechodem z průtočného na zásobníkový ohřev (ztráty zásobníků).



Graf 7- dodaná energie: opatření č.1

NÁKLADY NA REALIZACI NAVRHOVANÉHO OPATŘENÍ

Název dílu	Počet [ks]	Cena za kus [Kč]	Cena celkem s DPH [Kč]
Sluneční kolektor REGULUS KPG1K	16	15000	240000
Nosná konstrukce	16	4000	64000
Expanzní nádoba	1	8000	8000
Deskový výměník	2	7000	14000
Akumulační nádrž 300l	2	10000	20000
Izolace nádrže	2	8000	16000
Měděné potrubí DN20- solární okruh, 1m	32	150	4800
Izolace potrubí EPDM tl.19mm, 1m	32	60	1920
Armatury, fitinky	1	15000	15000
Návrh a montáž solárního systému	1	50000	50000
Teplonosná kapalina 5l	12	500	6000
Čerpadla	4	2500	10000
Teplotní čidla	6	500	3000
Měřicí a regulační systém	1	16000	16000
Celkem bez DPH			398 395

Tabulka 34- Náklady na realizaci solárního termického systému

PRŮMĚRNÉ ROČNÍ PROVOZNÍ NÁKLADY

Pomocná spotřeba (čerpadla, regulace, aj.) – u velkoplošných zařízení 1% zisku solární soustavy:

183 kWh/rok => 693 Kč (elektrická energie)

Roční servisní náklady (výměna kapaliny jednou za 5let, aj.)- 0,4 % z investičních nákladů bez dotací:

1600 Kč/rok

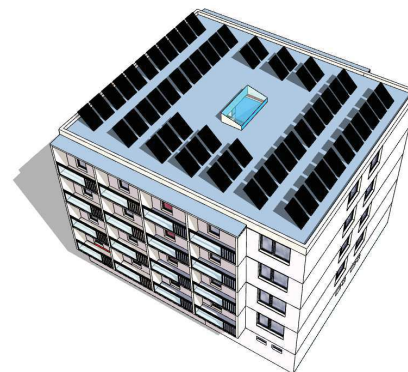
Provozní náklady na přípravu TV pomocí CZT – stávající stav

273 kWh/rok => 1034 Kč (elektrická energie)

OPATŘENÍ Č.2- SOLÁRNÍ FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM

Návrh fotovoltaického systému je alternativou k ohřevu teplé vody solárním termickým systémem. Vzhledem k okolní zástavbě, kterou tvoří především panelové domy stejné typu a tedy i stejné výšky, nedochází k výraznému zastínění ploché střechy, kterou lze v celé její ploše využít k instalaci fotovoltaických panelů. Potom lze získat srovnatelný výkon s termickými panely. Bude ovšem nutné statické posouzení únosnosti střechy. Výhodou oproti solárnímu termickému systému je především vyšší pokrytí energie na přípravu TV v zimních měsících a absence teplonosné kapaliny v okruhu. Nevýhodou instalace fotovoltaického systému je často zmiňovaný problém při požárech, kdy nastává problém s odpojením panelů, které přispívají požáru.

Panely jsou zapojeny přes DC/AC měnič k elektrickým patronám, které jsou instalovány v akumulčních zásobnících TV. Pokud bude výkon pro krytí potřeby tepla nedostatečný (zejména v zimních měsících), zajistí potřebnou energii stávající horkovodní předávací stanice připojená přes deskový výměník. Systém je uvažovaný jako grid on/off a je tedy možné přebytečnou energii prodat do sítě. Na obrázku 4 lze vidět plochu potřebnou pro instalaci panelů a jejich rozložení na střechu bytového domu.



Obrázek 40- Rozložení fotovoltaického kolektorového pole

Předběžný návrh vychází se simulace softwaru SOLARGIS-pvPlanner. Výpočet je založený na instalaci 67 kusů polykrystalických fotovoltaických panelů o výkonu 275 Wp/kus a o celkovém špičkovém výkonu 18,5 kWp. Panely jsou orientovány na jih se sklonem 36°. Uvažovaná účinnost měniče je 97,5 %, ztráty DC/AC: 5,5 % / 1,5 %. Blíže viz kapitola B – Výpočtová část.

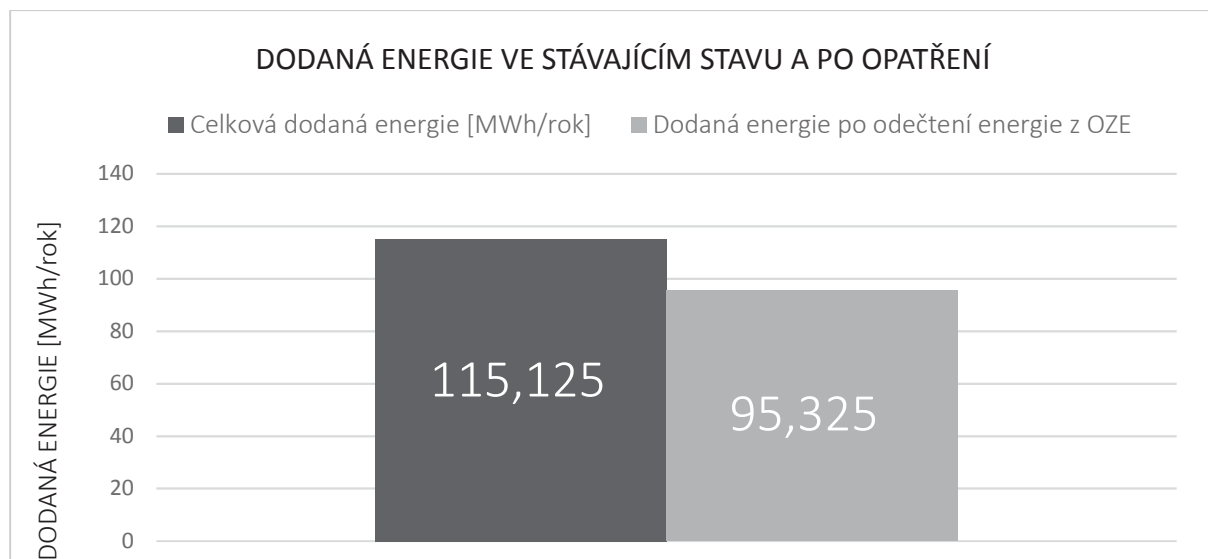
ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE V MWh/rok

OPATŘENÍ Č.2				
Ukazatel	Před opatřením		Po opatření	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis. Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73,0	175,2	73,0	175,2
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	35,9	86,2
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	7,1	26,9
Úspora energie na vytápění	/	/	0	0
Úspora energie na přípravu TV dodané z CZT	/	/	-19,8	-47,5
Úspora elektrické energie na osvětlení	/	/	0	0
Úspora energie celkem	/	/	-19,8	-47,5

Tabulka 35- Tabulka 33- Energetické úspory opatřením č.2

Pozn.: V tabulce není zahrnuta prodaná elektrická energie do sítě. Systém je optimalizovaný na minimální přebytky do sítě. Výkupní ceny energie jsou v dnešní době symbolické.

Zvýšení spotřeby energie na přípravu TV je způsobeno přechodem z průtočného na zásobníkový ohřev (ztráty zásobníků).



Graf 8- dodaná energie: opatření č.2

NÁKLADY NA REALIZACI NAVRHOVANÉHO OPATŘENÍ

Název dílu	Počet [ks]	Cena za kus [Kč]	Cena celkem bez DPH [Kč]
Fotovoltaický panel polykrystalický, 275 Wp	59	4500	265500
Akumulační nádrž NAD v1 + LXDC set 1-6kW	2	31000	62000
-topná spirála, LXDC box, kabely			
Střešní konstrukce, kabeláž, ochranné prvky	1	32000	32000
Izolace pro AKU nádrž	2	11000	22000
AC/DC měnič	1	20000	20000
Práce, projekt, dokumentace	1	50000	50000
Celkem náklady bez DPH			431 000

Tabulka 36- Náklady na realizaci fotovoltaického systému

PRŮMĚRNÉ ROČNÍ PROVOZNÍ NÁKLADY

Revize (1x za 4 roky): **3000 Kč, 750 Kč/rok**

Provozní náklady na přípravu TV pomocí CZT – stávající stav
273 kWh/rok => 1034 Kč (elektrická energie)

OPATŘENÍ Č.3- KOUPELNOVÝ REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍK ODPADNÍ VODY

Zvolený rekuperační výměník Showersave QB1-16 se skládá z vnitřního a vnějšího měděného potrubí. Vnitřním potrubím protéká studená kapalina, která je ohřívána odpadní vodou protékající v mezeře mezi vnitřním a vnějším potrubím. Instalací dodatkového trychtýře je možné vytvořit vír v odpadní kapalině. To způsobí delší kontakt odpadní kapaliny s vnitřním potrubím a lepší účinnost při předání tepla.

Hlavní výhodou výměníku je možnost jeho instalace ve vertikální poloze do instalační šachty, která sousedí s koupelnou. Tím odpadá montáž pod vanu nebo sprchový kout, kdy by muselo dojít k rekonstrukci části koupelny, jak tomu bývá u klasických plochých horizontálních výměníků.



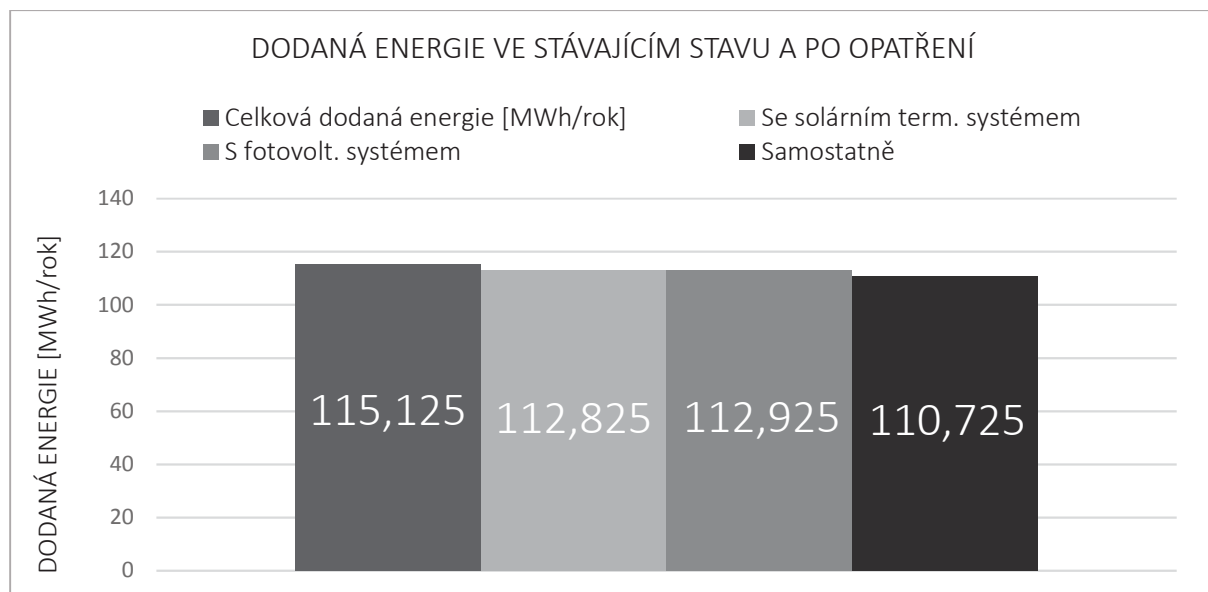
Obrázek 41- Rekuperační výměník showersave

Při instalaci výměníku se solárním termickým systémem nebo fotovoltaickým systémem je úspora přepočtená na finance o polovinu menší než při instalaci bez OZE. To proto, že polovina uspořené energie je kryta z OZE a tedy je bez finančních nákladů. To znamená, že kryté pokryje již kryté. Blíže viz kapitola B – Výpočtová část.

ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE V MWh/rok

OPATŘENÍ Č.3				
Ukazatel	Před opatřením		Po opatření	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis.Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73,0	175,2	73,0	175,2
Spotřeba energie na přípravu TV (v kombinaci s FV)	34,4	82,6	32,4	77,8
Spotřeba energie na přípravu TV (v kombinaci se SS)	34,4	82,6	32,3	80,5
Spotřeba energie na přípravu TV (samostatně)	34,4	82,6	30	72
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	7,1	26,9
Úspora energie na vytápění	/	/	0	0
Úspora energie na přípravu TV (v kombinaci s FV)	/	/	-2,0	-4,8
Úspora energie na přípravu TV (v kombinaci se SS)	/	/	-2,1	-5,1
Úspora energie na přípravu TV (samostatně)	/	/	-4,4	-11
Úspora elektrické energie na osvětlení	/	/	0	0

Tabulka 37- Energetické úspory opatření č.2



Graf 9- Dodaná energie: opatření 3

NÁKLADY NA REALIZACI NAVRHOVANÉHO OPATŘENÍ

Název dílu	Počet [ks]	Cena za kus [Kč]	Cena celkem bez DPH [Kč]
VÝMĚNÍK Showersave QB1-16	16	10 000	16 0000
INSTALAČNÍ MATERIÁL na b.j. (potrubí, armatury)	16	1000	16 000
NÁKLADY NA INSTALACI JEDNOTKY	16	800	12 800
Celkem náklady bez DPH			188 000

Tabulka 38- Náklady na realizaci opatření č.3

OPATŘENÍ Č.4- ZATEPLENÍ STĚN U LODŽIÍ

Stěny u lodžií ohraničující bytové prostory a venkovní prostor, nejsou ve stávajícím stavu budovy zateplené viz obrázek č.6. Vzhledem k celkové ploše 170 m² nezateplené konstrukce dochází ke značným únikům prostupu tepla vedením.

Návrh počítá se zateplením stěn fasádním šedým polystyrenem o minimální tloušťce 120 mm a deklarovanou tepelnou vodivostí $\lambda = 0,032 \text{ W/m.K}$. Výsledný součinitel prostupu tepla $U = 0,295 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ splňuje požadovanou hodnotu na vnější stěnu $U = 0,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ podle ČSN 73 0540-2:2011. Vzhledem k užité ploše lodžie není vhodné použít tepelnou izolaci ve větší tloušťce.



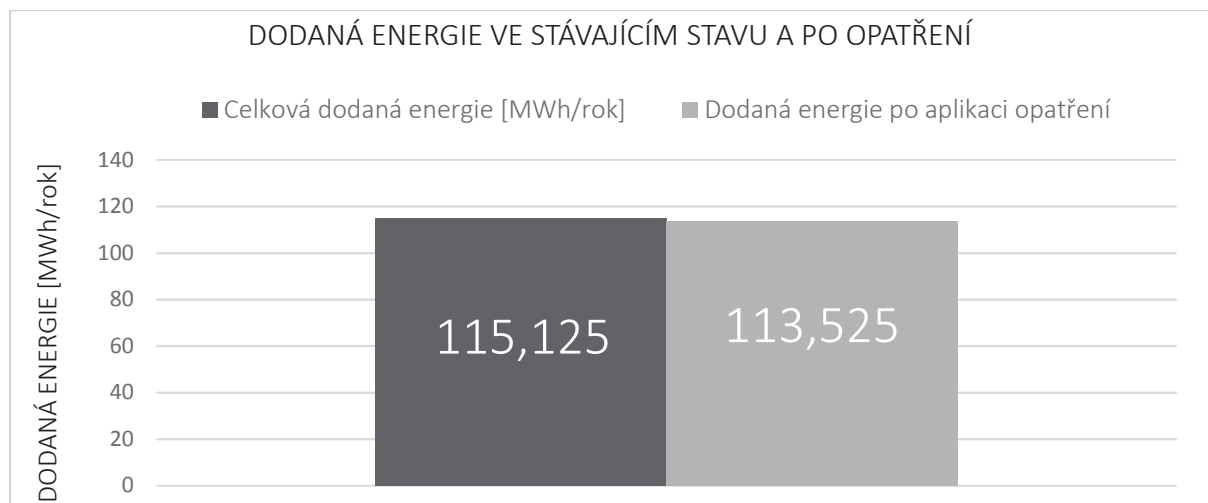
Obrázek 42- Lodžie s nezateplenou stěnou

Podle vyhlášky č. 78/2012 Sb. splňuje úprava požadavky na ENB podle § 6 a), b). A tedy je splněn průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy a neobnovitelná primární energie nebo celková dodaná energie do budovy.

ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE V MWh/rok

OPATŘENÍ Č.4				
Ukazatel	Před opatřením		Po opatření	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis. Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73,0	175,2	59,21	142,1
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	34,4	82,6
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	7,1	26,9
Úspora energie na vytápění	/	/	-13,8	-33,1
Úspora energie na přípravu TV	/	/	0	0
Úspora elektrické energie na osvětlení	/	/	0	0
Úspora energie celkem	/	/	-13,8	-33,1

Tabulka 39-Energetické úspory opatřením č.4



Graf 10-Dodaná energie: opatření 4

NÁKLADY NA REALIZACI NAVRHOVANÉHO OPATŘENÍ

Název dílu	Plocha [m ²]	Cena za m ² [Kč]	Cena celkem bez DPH [Kč]
Fasádní polystyren GREYWALL 120mm	170	200	34 000
Lepící a stěrková hmota	170	85	14 450
Armovací tkanina	170	20	3 400
Talířová hmoždinka plast (6ks/m ²)	170	35	5 950
Polystyrenová zátka	170	15	2 550
Penetrace pod omítku	170	20	3 400
Silikonová omítka 1,5mm zrno	170	130	22 100
Systémové prvky+lišty	170	60	10 200
Montážní práce (lepení, stěrkování, omítka)	170	440	74 800
Úklid +odvoz suti+ zalepení oken foliemi	170	30	5 100
Lešení	515	145	74 650
Celkem s 15% DPH			250 600
Celkem bez DPH			220 510

Tabulka 40- Náklady na realizaci opatření č.4

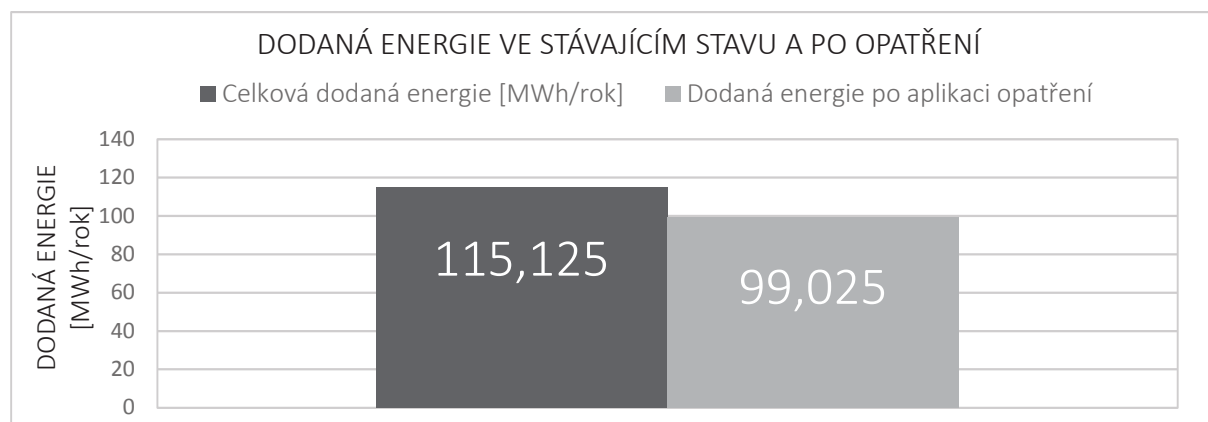
OPATŘENÍ Č.5- VÝMĚNA VÝPLNÍ OTVORŮ

Výplně otvorů obytných místností jsou na bytovém domě vyměněny z 1/2 převážně za plastová okna s izolačním dvojsklem a součinitelem prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Původní dřevěné výplně jsou jednoduché s přídavným sklem a předpokládaným součinitelem prostupu tepla $U = 2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, budou měněné za výplně s izolačním trojsklem a součinitelem prostupu tepla $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Tím budou splněny požadavky normy ČSN 73 0540-2:2011 na doporučený součinitel prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Průměrný součinitel prostupu po výměně všech původních výplní bude $U = 1,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE V MWh/rok

OPATŘENÍ Č.5				
Ukazatel	Před opatřením		Po opatření	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis. Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73,0	175,2	56,9	136,6
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	34,4	82,6
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	7,1	26,9
Úspora energie na vytápění	/	/	-16,1	-38,6
Úspora energie na přípravu TV	/	/	0	0
Úspora elektrické energie na osvětlení	/	/	0	0

Tabulka 41-Energetické úspory opatřením č.5



Graf 11-Dodaná energie: opatření 5

NÁKLADY NA REALIZACI NAVRHOVANÉHO OPATŘENÍ

Název dílu	Počet [m ²]	Cena za kus [m ²]	Cena celkem bez DPH [Kč]
Náklady na 1 m ² výplní s izolačním trojsklem (v ceně zahrnuto: demontáž starých oken, montáž nových oken s osazením parapetů, doprava)	98,4	6000	590 400
Celkem náklady bez DPH			590 400

Tabulka 42- Náklady na realizaci opatření č. 5

OPATŘENÍ Č.6- VÝMĚNA WOLFRAMOVÝCH ŽÁROVEK ZA LED

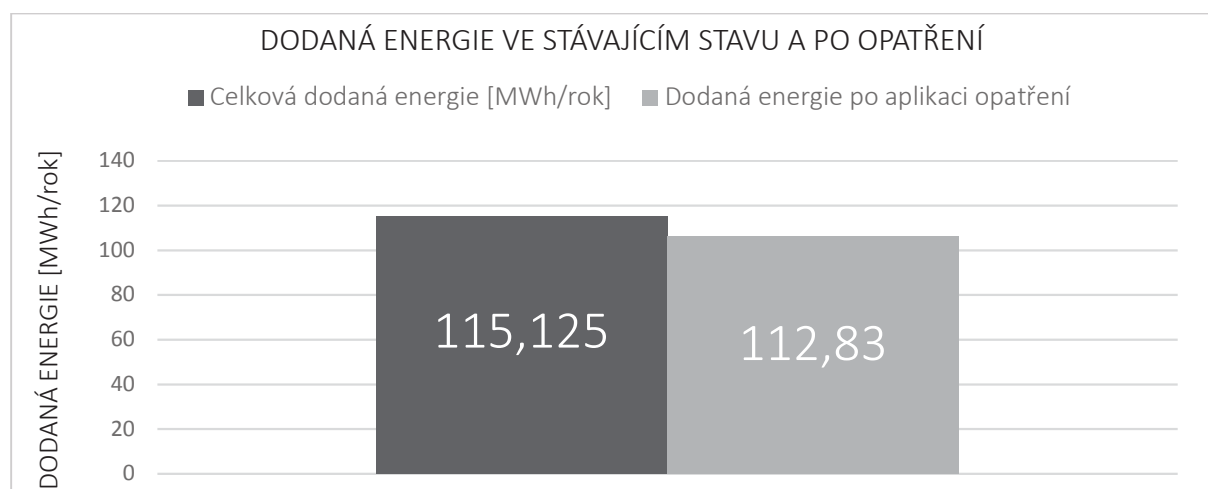
Opatření spočívá ve výměně klasických wolframových žárovek za úsporné LED žárovky ve společných prostorách domu.

Výhody oproti klasickým žárovkám je především v 5x vyšší účinnost a několikanásobně delší životnosti. Instalovaným klasickým žárovkám o výkonu 60 W a světelném toku 800 lm odpovídá LED žárovka o výkonu 9 W.

ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE V MWh/rok

OPATŘENÍ Č.6				
Ukazatel	Před opatřením		Po opatření	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis. Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73,0	175,2	73,0	136,6
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	34,4	82,6
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	4,8	18,2
Úspora energie na vytápění	/	/	0	0
Úspora energie na přípravu TV	/	/	0	0
Úspora elektrické energie na osvětlení	/	/	-2,3	-8,7

Tabulka 43-Energetické úspory opatřením č.6



Graf 12- Dodaná energie: opatření č.6

NÁKLADY NA REALIZACI NAVRHOVANÉHO OPATŘENÍ

Název dílu	Počet [ks]	Cena za kus [Kč]	Cena celkem vč. DPH [Kč]
LED žárovka výkon 9W	23	58	1334
Celkem náklady vč. DPH			1334

Tabulka 44- Náklady na realizaci opatření č.6

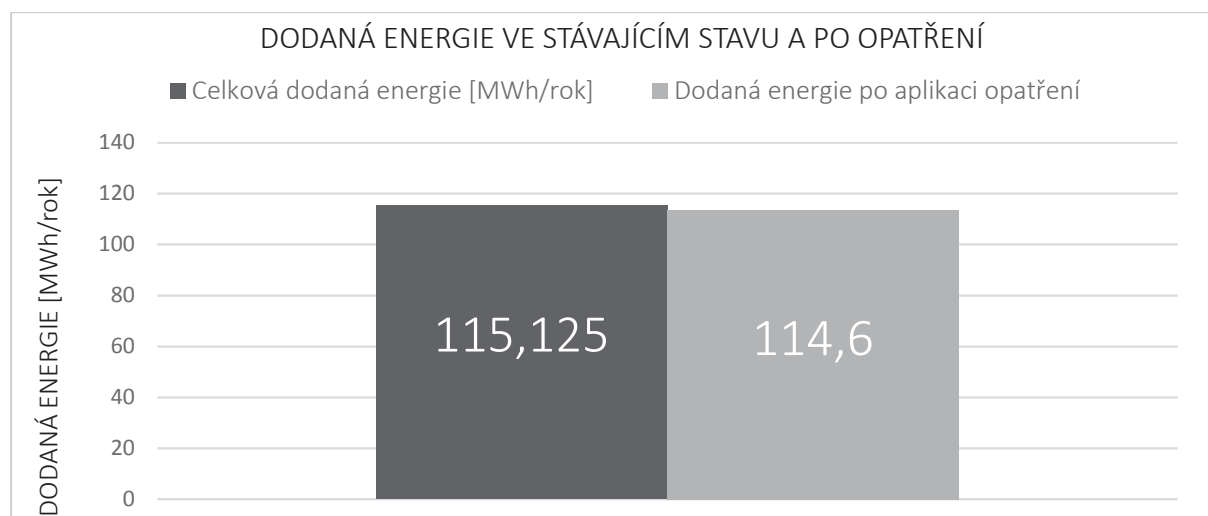
OPATŘENÍ Č.7- POHYBOVÉ ČIDLO

Vzhledem k nahodilému užívání chodby v krátkých intervalech není vhodné osvětlovat všechna patra při sepnutí vypínače na kterémkoli podlaží po dobu 3minut. Pohybové čidlo sepne pouze to světlo, kde se právě nachází osoba na dobu, která se nastaví na zařízení. Lze nastavit dobu sepnutí, dosah, citlivost.

ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE V MWh/rok

OPATŘENÍ Č.7				
Ukazatel	Před opatřením		Po opatření	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis.Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73,0	175,2	73,0	136,6
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	34,4	82,6
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	6,6	25
Úspora energie na vytápění	/	/	0	0
Úspora energie na přípravu TV	/	/	0	0
Úspora elektrické energie na osvětlení	/	/	0,5	1,9

Tabulka 45- Energetické úspory opatření č.7



Graf 13- Dodaná energie: opatření 7

NÁKLADY NA REALIZACI NAVRHOVANÉHO OPATŘENÍ

Název dílu	Počet [ks]	Cena za kus [Kč]	Cena celkem vč. DPH [Kč]
POHYBOVÉ ČIDLO	9	250	2250
Instalace			1500
Celkem náklady vč. DPH			3750

Tabulka 46- Náklady na realizaci opatření č.7

C.7 NÁVRHY VARIANT

C.7.1- VARIANTA I

SLOŽENÍ:

- × OPATŘENÍ Č.4- ZATEPLENÍ STĚN U LODŽÍÍ
- × OPATŘENÍ Č.5- VÝMĚNA VÝPLNÍ OTVORŮ
- × OPATŘENÍ Č.6- VÝMĚNA WOLFRAMOVÝCH ŽÁROVEK ZA LED
- × OPATŘENÍ Č.7- INSTALACE POHYBOVÝCH ČIDEL

VARIANTA I	Úspora energie a nákladů						Investice
	Na vytápění		Na ohřev TV		Na osvětlení		
	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok	tis. Kč
Opatření č.4	13,8	33,1	0	0	0	0	220,5
Opatření č.5	16,1	38,6	0	0	0	0	590,4
Opatření č.6	0	0	0	0	2,3	8,7	1,33
Opatření č.7	0	0	0	0	0,5	1,9	3,75
Celkem [MWh/rok]	32,7						
Celkem [tis.Kč/rok]	82,3						
Celkem investice [tis.Kč]	815,98						

Tabulka 47- Úspory variantou I

VARIANTA I				
Ukazatel	Před realizací		Po realizaci	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis.Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73	175,2	43,1	103,4
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	34,4	
podíl CZT	34,4	82,6	34,4	82,6
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	4,3	16,3
Spotřeba elektrické energie-ostatní	0,5	1,9	0,5	1,9
Celkem	115,125	286	82,3	204,2

Tabulka 48- Porovnání varianty I se stávajícím stavem

Skutečný výnos variantou I je 82,3 tis Kč/rok

C.7.2- VARIANTA II

SLOŽENÍ:

- × OPATŘENÍ Č.1- SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM
- × OPATŘENÍ Č.4- ZATEPLENÍ STĚN U LODŽIÍ
- × OPATŘENÍ Č.6- VÝMĚNA WOLFRAMOVÝCH ŽÁROVEK ZA LED
- × OPATŘENÍ Č.7- INSTALACE POHYBOVÝCH ČIDEL

VARIANTA II	Úspora energie a nákladů						Investice tis. Kč
	Na vytápění		Na ohřev TV		Na osvětlení		
	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok	
Opatření č.1	0	0	18,2	43,8	0	0	398,4
Opatření č.4	13,8	33,1	0	0	0	0	220,5
Opatření č.6	0	0	0	0	2,3	8,7	1,33
Opatření č.7	0	0	0	0	0,5	1,9	3,75
Celkem [MWh/rok]	36,2						
Celkem [tis.Kč/rok]	92,5						
Celkem investice [tis.Kč]	623,98						

Tabulka 49- Úspory variantou II

VARIANTA II				
Ukazatel	Před realizací		Po realizaci	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis.Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73	175,2	59,2	142,01
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	35,9	
podíl solární systém	0	0	18,2	0
podíl CZT	34,4	82,6	17,7	42,48
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	4,3	16,3
Spotřeba elektrické energie-ostatní	0,5	1,9	1	3,79
Celkem	115	286	100,4	203

Tabulka 50- Porovnání varianty II se stávajícím stavem

Skutečný výnos variantou II je 286-203= 83 tis Kč/rok

Roční provozní náklady na variantu II: 2200 Kč

C.7.2- VARIANTA III

SLOŽENÍ:

- × OPATŘENÍ Č.2- FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM
- × OPATŘENÍ Č.4- ZATEPLENÍ STĚN U LODŽIÍ
- × OPATŘENÍ Č.6- VÝMĚNA WOLFRAMOVÝCH ŽÁROVEK ZA LED
- × OPATŘENÍ Č.7- INSTALACE POHYBOVÝCH ČIDEL

VARIANTA III	Úspora energie a nákladů						Investice
	Na vytápění		Na ohřev TV		Na osvětlení		
	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok	tis. Kč
Opatření č.2	0	0	19,8	47,5	0	0	431
Opatření č.4	13,8	33,1	0	0	0	0	220,5
Opatření č.6	0	0	0	0	2,3	8,7	1,33
Opatření č.7	0	0	0	0	0,5	1,9	3,75
Celkem [MWh/rok]	36,4						
Celkem [tis.Kč/rok]	91,2						
Celkem investice [tis.Kč]	657						

Tabulka 51- Úspory variantou III

VARIANTA III				
Ukazatel	Před realizací		Po realizaci	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis.Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73	175,2	59,2	142,01
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	35,9	
podíl fotovoltaický systém	0	0	19,8	0
podíl CZT	34,4	82,6	16,1	38,64
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	4,3	16,3
Spotřeba elektrické energie-ostatní	0,5	1,9	1	3,79
Celkem	115,125	286	100,4	200,74

Tabulka 52- Porovnání varianty III se stávajícím stavem

Skutečný výnos variantou II je $286-200=86$ tis Kč/rok

Roční provozní náklady na variantu III: 750 Kč

C.7.3- VARIANTA IV

SLOŽENÍ:

- × OPATŘENÍ Č.3- KOUPELNOVÝ REKUPERAČNÍ VÝMĚNÍK
- × OPATŘENÍ Č.4- ZATEPLENÍ STĚN U LODŽIÍ
- × OPATŘENÍ Č.6- VÝMĚNA WOLFRAMOVÝCH ŽÁROVEK ZA LED
- × OPATŘENÍ Č.7- INSTALACE POHYBOVÝCH ČIDEL

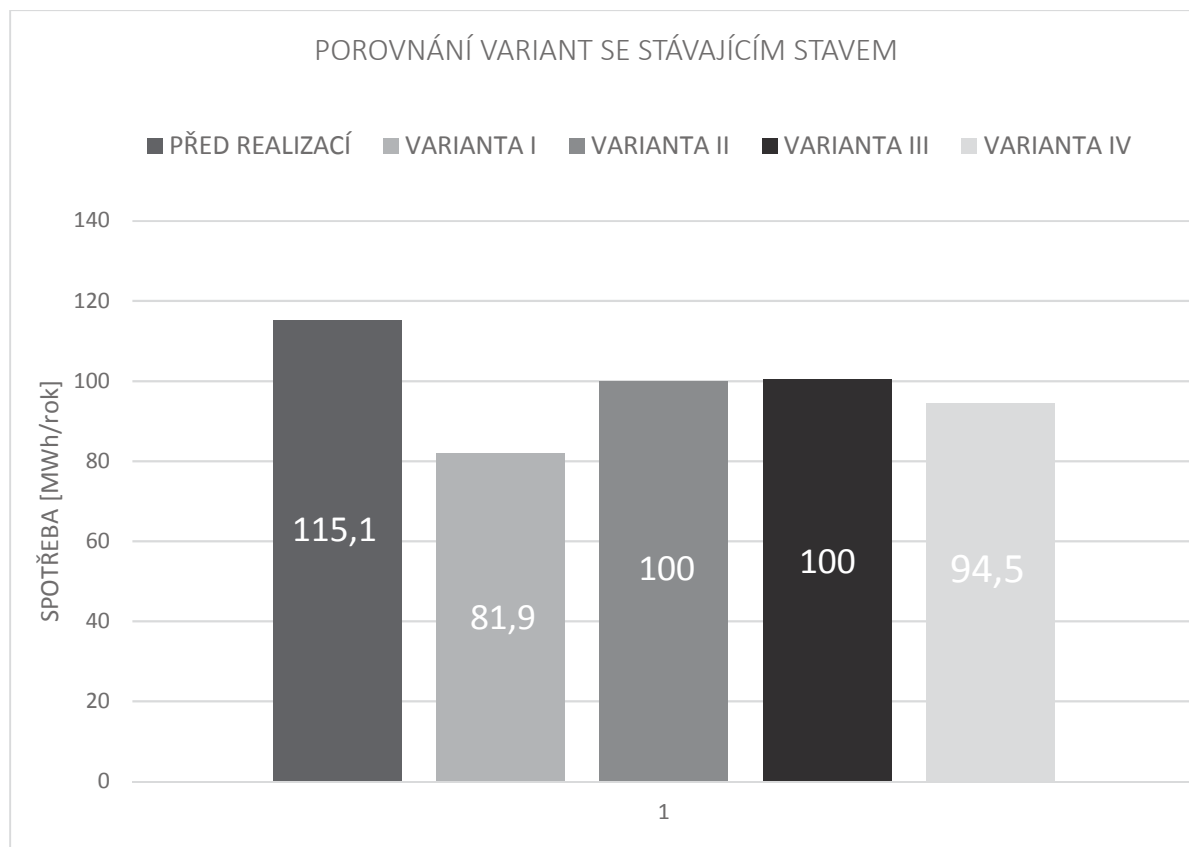
VARIANTA IV	Úspora energie a nákladů						Investice
	Na vytápění		Na ohřev TV		Na osvětlení		
	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok	MWh/rok	tis.Kč/rok	
Opatření č.3	0	0	4,4	10,56	0	0	188
Opatření č.4	13,8	33,1	0	0	0	0	220,5
Opatření č.6	0	0	0	0	2,3	8,7	1,33
Opatření č.7	0	0	0	0	0,5	1,9	3,75
Celkem [MWh/rok]	21						
Celkem [tis.Kč/rok]	54,26						
Celkem investice [tis.Kč]	413,58						

Tabulka 53- Úspory variantou IV

VARIANTA IV				
Ukazatel	Před realizací		Po realizaci	
	[MWh/rok]	tis. Kč/rok	[MWh/rok]	tis.Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění	73	175,2	59,2	142,01
Spotřeba energie na přípravu TV	34,4	82,6	30	
podíl CZT	34,4	82,6	30	72
Spotřeba elektrické energie na osvětlení	7,1	26,9	4,3	16,3
Spotřeba elektrické energie-ostatní	0,5	1,9	0,5	3,79
Celkem	115,125	286	94	234,1

Tabulka 54-Tabulka 52- Porovnání varianty IV se stávajícím stavem

Skutečný výnos variantou II je 54,26 tis Kč/rok



Tabulka 55- Porovnání variant se stávajícím stavem

C.8 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ VARIANT

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III	Varianta IV
Přínosy projektu celkem	Kč/rok	/	82 300	83 000	86 000	54 260
z toho tržby za teplo a elektřinu	Kč	/	/	/	/	/
Investiční výdaje projektu celkem	Kč	/	815 980	623 980	657 000	413 580
z toho:						
náklady na přípravu projektu	Kč	/	20 000	60 000	60 000	10 000
náklady na technologická zařízení na stavbu	Kč	/	74 650	84 650	84 650	74 650
náklady na přípojky	Kč	/	/	/	/	/
provozní náklady celkem	Kč/rok	/	/	2293	750	/
z toho:						
náklady na energii	Kč/rok	1 034	/	693	/	/
náklady na opravu a údržbu	Kč/rok	200	/	1600	750	/
osobní náklady (mzdy, pojistné)	Kč/rok	/	/	/	/	/
ostatní provozní náklady	Kč/rok	/	/	/	/	/
náklady na emise a odpady	Kč/rok	/	/	/	/	/
Doba hodnocení	roky	/	20	20	20	20
Diskont	%	/	2	2	2	2
NPV	tis. Kč	/	957,2	1126,9	1183,7	755,5
Tsd	roky	/	10	8	8	8
IRR	%	/	11	14	14	15

Tabulka 56- Ekonomické vyhodnocení variant

C.9 EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ VARIANT

Objekt je ve stávajícím stavu napojen přes předávací stanici na horkovod tepláren Brno. Primární zdroje, které dodávají teplo do sítě CZT na něž je objekt napojen spalují výhradně zemní plyn. Viz tabulka emisních faktorů č. 13, která byla dodána teplárnami Brno.

	kg CO ₂ /GJ	g TZL/GJ	g SO ₂ /GJ	kg NO _x /GJ	kg CO/GJ
2014	68,451	0,008	0,034	0,043	0,016
2015	68,381	0,072	0,687	0,053	0,022
2016	69,147	0,203	1,231	0,051	0,026

Tabulka 57-Tabulka emisních faktorů pro CZT

Škodliviny jako je poléťavý prach, čpavek a těkavé organické látky nemají teplárny za povinnost sledovat. Proto nejsou uvedeny v tabulce č. 13 a následně ani v porovnání variant s původním stavem. Podle vyhlášky 480/2012 Sb. pokud není pro znečišťující látku uveden emisní faktor, znečištění látkou se napočítá.

Emisní faktory pro elektrickou energii dle vyhlášky 480/2012 Sb. v aktuálním znění.

Znečišťující látka	NH3	VOC	CO	Nox	SO2	TZL	PM2,5
Emisní faktor kg/MWh	0	0,00249	0,0862	0,56764	0,841	0,0368	0,0221

Tabulka 58- Emisní faktory: elektrická energie

Porovnání množství znečišťujících látek jednotlivých variant s výchozím stavem.

	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl	Varianta III	Rozdíl	Varianta IV	Rozdíl
Parametr	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,00029	0,00018	0,00011	0,00020	0,00009	0,00020	0,00009	0,00018	0,00011
PM10	/	/	/	/	/	/	/	/	/
PM2,5	0,00017	0,00011	0,00006	0,00012	0,00005	0,00012	0,00005	0,00011	0,00006
SO2	0,00653	0,00408	0,00245	0,00450	0,00203	0,00450	0,00203	0,00409	0,00245
Nox	0,00583	0,00378	0,00205	0,00406	0,00178	0,00403	0,00180	0,00394	0,00189
NH3	/	/	/	/	/	/	/	/	/
VOC	0,00002	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
CO2	2,04892	1,47809	0,57083	1,46665	0,58227	1,43613	0,61279	1,70123	0,34768

Tabulka 59- Porovnání množství emisí jednotlivých variant s původním stavem

	Výchozí stav	Varianta I	Varianta II	Varianta III	Varianta IV
Spotřeba el. [MWh/rok]	7,695	4,8	5,3	5,3	4,8
Spotřeba tepla- CZT [MWh/rok]	107,43	77,5	76,9	75,3	89,2
Snížení množství znečišťujících látek [kg/rok]		575,511	586,23	616,766	352,201

Tabulka 60- Snížení množství znečišťujících látek v kg/rok

C.10 UPRAVENÁ ROČNÍ ENERGETICKÁ BILANCE

[illegible]

C.11 VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Jako optimální variantu pro realizaci na bytovém domě volím **VARIANTU III**, která se skládá z následujících opatření:

- × OPATŘENÍ Č.1- FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM
- × OPATŘENÍ Č.4- ZATEPLENÍ STĚN U LODŽÍÍ
- × OPATŘENÍ Č.6- VÝMĚNA WOLFRAMOVÝCH ŽÁROVEK ZA LED
- × OPATŘENÍ Č.7- INSTALACE POHYBOVÝCH ČIDEL

Celkové investiční náklady: 657 000 Kč

Z hlediska *ekonomického hodnocení* vychází podobně s VARIANTOU II. Liší se pouze v hodnotě NPV, tedy v čisté současné hodnotě, která je o něco vyšší než u varianty II (o 56,8 tis.Kč), což znamená, že za dobu životnosti opatření vydělá více. U obou variant vychází stejná reálná doba návratnosti 8 let.

Ekologické vyhodnocení při porovnání VARIANTY II a III vychází pro 3. variantu také o něco lépe. Produkce znečišťujících látek je u varianty III o 30 kg/rok nižší. Nicméně plocha fotovoltaických panelů je více než dvojnásobná v porovnání s termickými panely při téměř shodných energetických přínosech. V závěru životnosti bude nutné panely zlikvidovat, tato likvidace bude patrně ekologicky šetrnější u solárně termických panelů.

Výhody varianty spočívají především ve výhodách **fotovoltaického systému** oproti variantě II:

- × Absence teplotnosné kapaliny, která se musí měnit každých 5let
- × Vyšší účinnost v zimních měsících.
- × Pokud se systém předimenzuje, prodají se přebytky do sítě nebo využijí v domě pro elektrické spotřebiče. Předimenzuje-li se termický systém, může dojít ke kolapsu celé soustavy vlivem stagnace teplotnosné kapaliny.
- × Pokud by byly v následujících letech vypsány zelené bonusy, lze prodat energii do sítě za vyšší sumu než je nákup tepla od tepláren. Tím by se mohla zkrátit návratnost zhruba o třetinu.

Fotovoltaický systém má i svoje nevýhody:

- × Vysoká zatížení konstrukce střechy vlivem potřebné velké plochy fotovoltaických panelů. Nutný statický posudek.
- × Špatné vlastnosti při požáru. Může se stát energetickým zdrojem požáru, špatné se hasí.
- × Ekologické dopady při likvidaci díky velké ploše panelů oproti termickým panelům.

Zateplení stěn u lodžii musí být provedeno tepelnou izolací s min $\lambda = 0,032 \text{ W/m.K}$ a min tloušťkou izolace 120mm. Tomu odpovídá šedý polystyren.

Výměna klasických žárovek za LED předpokládá výkon žárovky maximálně 9 W.

C.12 EVIDENČNÍ LIST

Evidenční list energetického auditu
podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Evidenční číslo	IE556
-----------------	-------

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení / název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA			
Sdružení vlastníků bytového domu			
2. Adresa trvalého bydliště / sídlo, případně adresa pro doručování			
a) ulice	b) č.p./č.o.	c) část obce	
Lipská	2442/6	Žabovřesky	
d) obec	e) PSČ	f) e-mail	g) telefon
Brno	61600	sdruzenivlastniku@gmail.com	7771258965
3. Identifikační číslo			
IE556			
4. Údaje o statutárním orgánu			
a) jméno	b) kontakt		
Karel Svoboda	732658471		
5. Předmět energetického auditu			
a) název			
Panelový bytový dům- Žabovřesky			
b) adresa			
Lipská 2442/6			
c) popis předmětu EA			
Náplní auditu je popis stávajícího stavu energetických rozvodů, rozbor a popis stavebního řešení jednotlivých konstrukcí včetně tepelně technického vyhodnocení. Dále zahrnuje údaje o energetických vstupech za poslední tři roky provozu budovy. Na základě zjištěných dat v závislosti na zvolených energeticky úsporných opatření je vyhodnocena nejvýhodnější varianta po stránce velikosti úspory a návratnosti investičních nákladů, zaručující snížení energetické náročnosti budovy, snížení podílu produkce emisí při výrobě tepla, snížení nákladů na energie a případné zvýšení podílu na výrobě energie z obnovitelných zdrojů.			

2. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EA

1. Charakteristika hlavních činností			
Budova byla realizována v roce 1970. Od té doby prošla řadou konstrukčních změn. A to výměnou původních otopných těles za tělesa litinová, tato změna byla provedena zhruba před 20 lety. Další změnou bylo zateplení štítových stěn budovy systémem ETICS s tepelnou izolací EPS tl. 120 mm. Nebyly zateplené štítové stěny u lodžii. Poté došlo k zateplení střešy tepelnou izolací EPS tl. 150 mm. V posledních 5 letech budova prošla rekonstrukcí rozvodů vody a zateplením stropu suterénu tepelnou izolací z minerální vlny tl.100 mm vloženou do sádkartonového podhledu. V souběhu byly zateplené obvodové stěny suterénu tepelnou izolací XPS tl. 80mm. Výplně otvorů jsou obměněny z 1/2 za výplně s izolačním dvojsklem.			
2. Vlastní zdroje energie			
a) <u>zdroje tepla</u>		b) <u>zdroje elektřiny</u>	
počet	ks	počet	ks
instalovaný výkon	MW	instalovaný výkon	MW
roční výroba	MWh	roční výroba	MWh
roční spotřeba paliva	MWh/r	roční spotřeba paliva	MWh/r
c) <u>kombinovaná výroba elektřiny a tepla</u>		d) <u>druhy primárního zdroje energie</u>	
počet	ks	druh OZE	horkovoda
instal. výkon elektrický	MW	druh DEZ	
instal. výkon tepelný	MW	fosilní zdroje	
roční výroba elektřiny	MWh		
roční výroba tepla	MWh		
roční spotřeba paliva	MWh/r		
3. Spotřeba energie			
<u>Druh spotřeby</u>	Příkon	Spotřeba energie	Energonositel
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	MW	MWh/r	
Vytápění	MW	73 MWh/r	zemní plyn
Chlazení	MW	MWh/r	
Příprava TV	MW	34,4 MWh/r	zemní plyn
Větrání	MW	MWh/r	
Úprava vlhkosti	MW	MWh/r	
Osvětlení	MW	7,1 MWh/r	elektřina
Technologie	MW	MWh/r	
Celkem	MW	115,126 MWh/r	zemní plyn, elektřina

3. Část – Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

Doporučená varianta: VARIANTA III. Popis doporučených opatření:

OPATŘENÍ Č.1- FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM (67 kusů panelů, grid on/off, celkový výkon 18,5 kWp, slouží pro ohřev TV)

OPATŘENÍ Č.4- ZATEPLENÍ STĚN U LODŽIÍ (zateplení v ploše 170m², tepelnou izolací z EPS tl.120mm, λ= 0,032 W/m.K)

OPATŘENÍ Č.6- VYMĚNA WOLFRAMOVÝCH ŽÁROVEK ZA LED (výkon led žárovky 9W, budou instalovány na chodbách a v sklepních prostorech)

OPATŘENÍ Č.7- INSTALACE POHYBOVÝCH ČIDEL (budou instalovány na chodbách a v sklepních prostorech)

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav	Navrhovaný	Úspory
Energie	115,126 MWh/r	100,4 MWh/r	14,6 MWh/r
Náklady	286 tis. Kč/r	200,74 tis. Kč/r	86 tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Úspory
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	24 MWh/r	28,3 MWh/r	plus 4,3 MWh/r
Vytápění	73 MWh/r	59,2 MWh/r	13,8 MWh/r
Chlazení	MWh/r	MWh/r	MWh/r
Příprava TV	34,4 MWh/r	34,4 MWh/r	0 MWh/r
Větrání	MWh/r	MWh/r	MWh/r
Úprava vlhkosti	MWh/r	MWh/r	MWh/r
Osvětlení	7,1 MWh/r	4,3 MWh/r	11,4 MWh/r
Technologie	MWh/r	MWh/r	MWh/r

3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Úspory
Elektřina	7,6 MWh	5,3 MWh	2,3 MWh
SZTE	MWh	MWh	MWh
ZP	MWh	MWh	MWh
TO	MWh	MWh	MWh
Uhlí	MWh	MWh	MWh
OZE	107,525 MWh	95,1 MWh	12,43 MWh
DZE	MWh	MWh	MWh
PHM	MWh	MWh	MWh
Ostatní	MWh	MWh	MWh

4. Podíl z celkových investičních nákladů (%)

Náklady při výrobě energie		Náklady při distribuci energie	
OZE	58	Rozvody tepla	
KVET		Ostatní	7,6
Ostatní			
Náklady při spotřebě energie		Technologie	
Budovy - úprava obálky	33,50	Ostatní	
Budovy - technické systémy	0,80		

5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20	roky	diskontní míra	2	%
NPV	1183,7	tis. Kč	investiční náklady	657	tis. Kč
reálná doba návratnosti	8	roky	cash flow	26,334	tis. Kč/r
IRR	15	%			
Rok realizace	2017				

6. Ekologické hodnocení

Parametr	Výchozí stav	Varianta III	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,00029	0,0002	0,00009
PM ₁₀			
PM _{2,5}	0,00017	0,00012	0,00005
SO ₂	0,000653	0,0045	0,00203
NO _x	0,00583	0,00403	0,0018
NH ₃			
VOC	0,00002	0,00001	0,00001
CO ₂	2,04892	1,43613	0,61279

4. Část – Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení	Titul
David Hrazdila	Bc
2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů	
0	
4. Podpis	5. Datum
	6.11.2017

ZÁVĚR

Z hlediska porovnání skutečných fakturovaných spotřeb energií s energiemi vypočtenými za pomoci programu stavební fyziky (modulu energetika), bylo problémové získat vypočtené spotřeby na vytápění a ohřev teplé vody shodné se spotřebami fakturovanými. Následným bližším rozbořem bylo zjištěno, že odchylky spotřeb na vytápění byly způsobeny zadáváním klimatických dat dle TNI 73 0331, které udávají o něco nižší výpočtové exteriérové hodnoty v zimních měsících oproti skutečně naměřeným hodnotám za poslední tři roky v Brně. Katalog klimatických dat v modulu energetika obsahuje kromě hodnot daných TNI 73 0331 také měsíční hodnoty naměřené v příslušném roce a městě. Pro účel auditu je vhodnější volit tyto hodnoty, pokud katalog obsahuje data z oblasti, kde se nachází předmět auditu. Spotřeba energie na přípravu teplé vody je v modulu energetika počítána na základě měrných spotřeb dle normy ČSN EN 15 316-3-1. Hodnoty uvedené v normě jsou značně nadhodnocené z toho důvodu vycházela vypočtená spotřeba více než dvakrát větší než spotřeba fakturovaná. Proto byly hodnoty do výpočtu zadány jako známé s rozdělením do příslušných měsíců podle normové odběrové křivky.

Výpočtová část zahrnuje termografické snímky panelového domu, na kterých je možné pozorovat úniky tepla plechovými garážovými vraty, odvádění tepla nosníkem pod lodžemi, liniový tepelný most na styku zateplení suterénu s prvním nadzemním podlažím a větší tepelné ztráty původními okny. Celkové zateplení dome je kvalitně provedeno bez významných tepelných mostů.

Při výběru optimální varianty byla vybrána varianta III, která se skládá z opatření č.2- fotovoltaický systém, opatření č. 4 zateplení stěn u lodžii, opatření č.6- výměny klasických žárovek za LED, opatření č.7- instalace pohybových čidel. Pro zvolení varianty III jsem se rozhodl z důvodu menších investičních nákladů oproti variantě I, největší úspory emisí v porovnání se všemi ostatními variantami a možnosti dalšího rozšíření systému například pro zásobování energií na osvětlení s použitím akumulátorů, jejichž cena pravděpodobně v následujících letech klesne. Pokud by byly v příštích letech vypsány zelené bonusy, systém by mohl prodávat energii do sítě za lepší cenu kWh oproti CZT.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura

- [1] PERLIN, J., BUTTI, K. A Golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology. 1st ed. New York: Cheshire Books, 1980
- [12] MATUŠKA, Tomáš. *Solární zařízení v příkladech*. Praha: Grada Publishing, a.s, 2013. 256 s. ISBN 978-80-247-3525-2
- [14] QUASCHNING, V. *Obnovitelné zdroje energií*. 1st ed, 2010. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [15] BERANOVSKÝ, J., TRUXA, J. *Alternativní energie pro váš dům*. 2nd ed. Praha: ERA, 2004. ISBN 80-86517-599.

Ostatní zdroje

- [2] <https://www.google.cz/maps?source=tldsi&hl=cs>
- [3] <http://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2017.pdf>
- [4] <http://docplayer.cz/docs-images/58/41972305/images/23-0.png>
- [5] <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/159-plocha-solarniho-kolektoru>
- [6] [http://admin /tl_cz_technicky-list_kps11%20\(1\).pdf](http://admin /tl_cz_technicky-list_kps11%20(1).pdf)
- [7] http://vipies.uniza.sk/vipies/files/NR_PDF/Solarni_podminky.pdf
- [8] http://www.heat-pipe.cz/img/tepelna_trubice.png
- [9] https://i.ceskestavby.cz/clanky/odstavce/19267-537197-1_kolektor-konstrukce.jpg
- [10] <http://www.smartclima.com/wp-content/uploads/2013/03/Thermodynamic-panel4.jpg>
- [11] <http://www.greenbuildingadvisor.com/articles/dept/musings/solar-hot-air-collectors>
- [13] <http://www.tenza.cz/cz/aktivita/energetika/technologie/kompaktni-predavaci-stanice/>
- [16] <http://www.novazelenausporam.cz/>
- [17] <http://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/14105-ucinnost-rekuperacniho-vymeniku-odpadni-vody-neni-rovna-uspore-tepla>
- [18] <http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/15057-uspora-tepla-dosazena-rekuperacnim-vymenikem-v-realnem-provozu>
- [19] <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist>
- [20] <http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/7885-metody-navrhu-zasobniku-teple-vody>

- [21] <http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/1485-priprava-teple-uzitkove-vody-zasady-navrhu>
- [22] <http://www.tzb-info.cz/4149-solarni-soustavy-v-panelovych-domech-priklady-z-ceske-praxe>
- [23] <http://www.tzb-info.cz/1940-solarni-historie-v-cr-a-sr>

Normy a zákony

- [24] Vyhláška č. 480/2012 Sb.- O energetickém auditu a energetickém posudku
- [25] Vyhláška č. 309/2016 Sb.- Kterou se mění vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku
- [26] Zákon č. 406/2000 Sb.- O hospodaření s energií
- [27] Vyhláška č. 78/2013 Sb. O energetické náročnosti budov
- [28] ČSN 73 0540-2:2011 - Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- [29] ČSN 06 0320- Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

- [NPV]- Čistá současná hodnota [Kč]
- [r]- Diskontní míra [%]
- [T_{sd}]- Reálná doba návratnosti [rok]
- [LED]- Light Emitting Diode
- [IRR]- Vnitřní výnosové procento [%]
- [TZL]- Tuhé znečišťující látky [t/rok]
- [CZT]- Centrální zásobování teplem
- [kW_{th}]- kilowatt thermal
- [kW_p]- kilowatt peak
- [R]- Tepelný odpor konstrukce [$(m^2.K)/W$]
- [U_N]- Požadovaný součinitel prostupu tepla [$W/(m^2.K)$]
- [U_{REC}]- Doporučený součinitel prostupu tepla [$W/(m^2.K)$]
- [λ]- Součinitel tepelné vodivosti [$W/(m.K)$]
- [Δt]- Rozdíl teplot [$^{\circ}C$]

[tt]- Teplota teplé vody [°C]

[ts]- Teplota sudené vody [°C]

[cv]- Měrná tepelná kapacita vody [kWh/m³.K]

SEZNAM PŘÍLOH

P1- ENERGETICKÝ PROTOKOL VÝCHOZÍHO STAVU

P2- ENERGETICKÝ PROTOKOL VARIANTY III

P3- VÝKRES PŮDORYSU 1.NP

P4- VÝKRES PŮDORYSU 2.NP-4.NP

P5- ŘEZ A-A

P6- POHLEDY

PŘÍLOHA P1- ENERGETICKÝ PROTOKOL VÝCHOZÍHO STAVU

program **ENERGETIKA**
verze 4.3.1

**PROTOKOL PRŮKAZU**

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

Účel zpracování průkazu

☐ Nová budova	☐ Budova užívaná orgánem veřejné moci
☐ Prodej budovy nebo její části	☐ Pronájem budovy nebo její části
☐ Větší změna dokončené budovy	
☒ Jiný účel zpracování: Jiná změna dokončené budovy	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brno, Lipská 2442/6, 616 00
Katastrální území:	61470
Parcelní číslo:	2347/24
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	1970
Vlastník nebo stavebník:	Společenství vlastníků
Adresa:	Lipská 2442/6 61600 Brno
IČ:	
Tel./e-mail:	Karel Svoboda 515548514 / info@prukopnik.cz

Typ budovy		
☐ Rodinný dům	☒ Bytový dům	☐ Budova pro ubytování a stravování
☐ Administrativní budova	☐ Budova pro zdravotnictví	☐ Budova pro vzdělávání
☐ Budova pro sport	☐ Budova pro obchodní účely	☐ Budova pro kulturu
☐ Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	3 325,0
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	1 618,0
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,49
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _e	[m ²]	1 194,6

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
☐ Hnědé uhlí	☐ Černé uhlí	
☐ Topný olej	☐ Propan-butan/LPG	
☐ Kusové dřevo, dřevní štěpka	☐ Dřevěné peletky	
☐ Zemní plyn	☒ Elektřina	
☒ Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> ☒ do 50% včetně, ☐ nad 50% do 80%, ☐ nad 80%		
☐ Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> ☐ na vytápění, ☐ pro přípravu teplé vody, ☐ na výrobu elektrické energie		
☐ Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
☐ Elektřina	☐ Teplo	☒ Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech**A) stavební prvky a konstrukce****a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j [m ²]	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² .K)]	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$ [W/(m ² .K)]	Splněno (ANO/NE)		
VYP-1 1-EXT S - Okna byty	20,2	1,80	-	-	1,00	36,29
VYP-3 1-EXT J - Okna byty	23,0	1,80	-	-	1,00	41,47
VYP-5 1-EXT V - Okna byty (mimo lodžie)	13,4	1,80	-	-	1,00	24,19
VYP-6 1-EXT V - Okna + dveře na lodžii	63,4	1,80	-	-	1,00	114,05
VYP-12 1-EXT Z - Okna byty (mimo lodžie)	13,4	1,80	-	-	1,00	24,19
VYP-13 1-EXT Z - Okna + dveře na lodžii	63,4	1,80	-	-	1,00	114,05
STN-17 1-EXT Stěna obvodová zateplená (byty)	378,0	0,28	-	-	1,00	105,46
STN-18 1-EXT Stěna obvodová nezateplená (byty- kolem lodžii)	169,7	0,95	-	-	1,00	161,93
STR-27 1-EXT Střecha (nad vytápěným prostorem)	277,8	0,31	-	-	1,00	85,01
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	20,45
VYP-15 1-3 Dveře bytové	24,0	2,00	-	-	0,22	10,67

program **ENERGETIKA**
verze 4.3.1



STN(z)-20 2-ZEM Stěna obvodová ve styku se zemínou (prádelna, sušárna, společenské prostory)	28,2	0,39	-	-	0,14	36,87
PDL(z)-25 2-ZEM Podlaha vytápěných prostor (prádelna, sušárna, společenské prostory)	70,6	3,70	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m²K)]	-	-	-	-		1,64
VYP-16 2-3 Dveře prádelny, sušárny a společenských prostor	6,0	2,00	-	-	0,15	1,79
STN-22 2-3 Stěna mezi prádelnou, sušárnou a nevytápěnými prostory suterénu	39,0	2,80	-	-	0,15	16,28
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m²K)]	-	-	-	-	-	0,13
PDL-30 2-1 Strop mezi byty a temperovaným prostorem	70,6	0,28	-	-	-0,09	-1,67
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m²K)]	-	-	-	-	-	-0,12
Celkem	265,5	-	-	-	-	78,78

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z3)	Plocha A_j [m²]	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m².K)]	Referenční hodnota $U_{n,rq,j}$ [W/(m².K)]	Splněno		
		[W/(m².K)]	[W/(m².K)]	(ANO/NE)		
VYP-2 3-EXT S - Vstupní dveře	4,0	1,20	-	-	1,00	4,75
VYP-4 3-EXT J - Střešní světlík	5,5	5,65	-	-	1,00	31,08
VYP-10 3-EXT V - Okna suterénu	0,8	1,20	-	-	1,00	0,96
VYP-11 3-EXT V - Garážová vrata	15,1	2,00	-	-	1,00	30,24
VYP-14 3-EXT Z - Okna suterénu	2,4	1,20	-	-	1,00	2,88

program **ENERGETIKA**
verze 4.3.1

 **DEKSOFT®**

STN-21 3-EXT Stěna obvodová (suterén)	41,0	0,39	-	-	1,00	15,89
STR-28 3-EXT Střecha (nad nevytápěným prostorem)	14,4	0,31	-	-	1,00	4,41
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	1,66
STN(z)-23 3-ZEM Stěna obvodová se stykem se zeminou (suterén)	55,0	0,39	-	-	0,12	99,94
PDL(z)-24 3-ZEM Podlaha nevytápěných prostor	226,0	3,70	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-		5,10
VYP-15 3-1 Dveře bytové	24,0	2,00	-	-	-0,22	-10,67
PDL-26 3-1 Strop mezi nevytápěným suterénem a byty	186,4	0,28	-	-	-0,22	-11,43
STN-29 3-1 Stěna mezi byty a chodbou	190,4	2,99	-	-	-0,22	-126,66
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	-1,78
VYP-16 3-2 Dveře prádelny, sušárny a společenských prostor	6,0	2,00	-	-	-0,15	-1,79
STN-22 3-2 Stěna mezi prádelnou, sušárnou a nevytápěnými prosotry suterénu	39,0	2,80	-	-	-0,15	-16,28
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	-0,13
Celkem	809,9	-	-	-	-	28,17

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{\text{in},j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{\text{em},R,j}$
	[°C]	[m³]	[W/(m².K)]
zóna 1 - Byty	20,0	3140,00	0,46
zóna 2 - 2x Sušárna + prádelna a společenská místnost (v suterénu)	17,0	185,00	0,23

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{\text{em}} (U_{\text{em}} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{\text{em},R} (U_{\text{em},R} = \Sigma(V_j \cdot U_{\text{em},R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,57	0,45	NE

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

B) technické systémy**b.1.a) vytápění**

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílní potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{\text{H,gen}} / \text{COP}_{\text{H,gen}}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{\text{H,dis}}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{\text{H,em}}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	CZT 1	CZT - OZE<=50%	100	120	- / -	92	88
Z2	CZT 1	CZT - OZE<=50%	100	120	- / -	92	89

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1, Z2	CZT 1 - Předávací stanice Tepláren Brno	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energono- sitel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energono- sitel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP_{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m³/h]	[Ws/m³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonošitel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonošitel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH-,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonošitel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztážená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztážená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(liden)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV1	TV _{sys} 1	CZT - OZE ≤ 50%	100	CZT-1 [120]	-	CZT-1 [--]	-	0.1424

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV1	CZT 1 - Předávací stanice Tepláren Brno	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztažený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m²lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	Byty	100	$P_n = 1,554$	0,05
Zóna 2	Suterén	100	$P_n = 0,300$	0,49
Zóna 3	Chodba	100	$P_n = 1,080$	0,44

Energetická náročnost hodnocené budovy**a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově**

Hodnocená budova/zóna	Vytápění EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	☒	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐
Z2	☒	☐	☐	☐	☐	☒		
Z3	☐	☐	☐	☐	☐	☒		

b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	53 160	56 783	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	25 968	25 968	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	97 721	73 000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39 163	34 431	4 660,2	7 112,3
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	328,94	309,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	177,57	273,75	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	98 050	73 309	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39 340	34 704	4 660,2	7 112,3
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² ·rok)]	82,08	61,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,93	29,05	3,90	5,95

c) výroba energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,SC,sys} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	7 695,19	3,2	3,0	24 624,60	23 085,56
CZT - OZE<=50%	107 430,79	1,1	1,0	118 173,86	107 430,79
Celkem	115 125,97	x	x	142 798,46	130 516,35

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	142 050,51	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		115 125,97		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m²rok)]	118,91		
(9)	Hodnocená budova		96,37		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	161 090,14	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		130 516,35		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	134,85		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		109,25		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	142 798,46
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	12 282,12
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	8,60

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektriny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energii	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	-	-	-	-
Ekonomická proveditelnost	-	-	-	-
Ekologická proveditelnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum zpracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<u>Stavební prvky a konstrukce budovy:</u>			
-	-	-	-
<u>Technické systémy budovy:</u>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<u>Obsluha a provoz systémů budovy:</u>			
-	-	-	-
<u>Ostatní - uveďte jaké:</u>			
-	-	-	-
Celkově	115,13	-	-

Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování doporučených opatření				
Zpracovatel navržených doporučených opatření				
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			-
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	ANO
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	NE
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	C
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	C

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Bc David Hrazdira
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	8.12.2017
---------------------------	-----------

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/
-----------------	---

PŘÍLOHA P1- ENERGETICKÝ PROTOKOL VARIANTY III

program **ENERGETIKA**
verze 4.3.1

**PROTOKOL PRŮKAZU**

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

Účel zpracování průkazu

☒ Nová budova	☐ Budova užívaná orgánem veřejné moci
☐ Prodej budovy nebo její části	☐ Pronájem budovy nebo její části
☐ Větší změna dokončené budovy	
☒ Jiný účel zpracování: jiná změna dokončené budovy	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	, ,
Katastrální území:	
Parcelní číslo:	
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	/

Typ budovy		
☐ Rodinný dům	☒ Bytový dům	☐ Budova pro ubytování a stravování
☐ Administrativní budova	☐ Budova pro zdravotnictví	☐ Budova pro vzdělávání
☐ Budova pro sport	☐ Budova pro obchodní účely	☐ Budova pro kulturu
☐ Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upraveným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	3 325,0
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	1 618,0
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,49
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	1 194,6

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

Účel zpracování průkazu

☐ Nová budova	☐ Budova užívaná orgánem veřejné moci
☐ Prodej budovy nebo její části	☐ Pronájem budovy nebo její části
☐ Větší změna dokončené budovy	
☒ Jiný účel zpracování: Jiná změna dokončené budovy	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brno, Lipská 2442/6, 616 00
Katastrální území:	61470
Parcelní číslo:	2347/24
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	1970
Vlastník nebo stavebník:	Společenství vlastníků
Adresa:	Lipská 2442/6 61600 Brno
IČ:	
Tel./e-mail:	Karel Svoboda 515548514 / info@prukopnik.cz

Typ budovy		
☐ Rodinný dům	☒ Bytový dům	☐ Budova pro ubytování a stravování
☐ Administrativní budova	☐ Budova pro zdravotnictví	☐ Budova pro vzdělávání
☐ Budova pro sport	☐ Budova pro obchodní účely	☐ Budova pro kulturu
☐ Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	3 325,0
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	1 618,0
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,49
Celková energeticky vztázná plocha budovy A _e	[m ²]	1 194,6

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
☐ Hnědé uhlí	☐ Černé uhlí	
☐ Topný olej	☐ Propan-butan/LPG	
☐ Kusové dřevo, dřevní štěpka	☐ Dřevěné peletky	
☐ Zemní plyn	☒ Elektřina	
☒ Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> ☒ do 50% včetně, ☐ nad 50% do 80%, ☐ nad 80%		
☒ Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> ☐ na vytápění, ☒ pro přípravu teplé vody, ☐ na výrobu elektrické energie		
☐ Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
☐ Elektřina	☐ Teplo	☒ Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech**A) stavební prvky a konstrukce****a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
VYP-1 1-EXT S - Okna byty	20,2	1,80	-	-	1,00	36,29
VYP-3 1-EXT J - Okna byty	23,0	1,80	-	-	1,00	41,47
VYP-5 1-EXT V - Okna byty (mimo lodžie)	13,4	1,80	-	-	1,00	24,19
VYP-6 1-EXT V - Okna + dveře na lodžii	63,4	1,80	-	-	1,00	114,05
VYP-12 1-EXT Z - Okna byty (mimo lodžie)	13,4	1,80	-	-	1,00	24,19
VYP-13 1-EXT Z - Okna + dveře na lodžii	63,4	1,80	-	-	1,00	114,05
STN-17 1-EXT Stěna obvodová zateplená (byty)	378,0	0,28	-	-	1,00	105,46
STN-18 1-EXT Stěna obvodová (byty- kolem lodžii)	169,7	0,30	0,25	NE	1,00	50,07
STR-27 1-EXT Střecha (nad vytápěným prostorem)	277,8	0,31	-	-	1,00	85,01
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² .K)]	-	-	-	-	-	20,45
VYP-15 1-3 Dveře bytové	24,0	2,00	-	-	0,47	22,40
PDL-26 1-3 Strop mezi nevytápěným suterénem a byty	186,4	0,28	-	-	0,47	24,00

PDL-26 1-3 Strop mezi nevytápěným suterénem a byty	186,4	0,28	-	-	0,22	11,43
STN-29 1-3 Stěna mezi byty a chodbou	190,4	2,99	-	-	0,22	126,66
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	1,78
PDL-30 1-2 Strop mezi byty a temperovaným prostorem	70,6	0,28	-	-	0,09	1,67
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	0,12
Celkem	1 493,7	-	-	-	-	879,42

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z2)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
VYP-7 2-EXT Z - Okna suterénu (prádelna+sušárna)	1,6	1,20	-	-	1,00	1,92
VYP-8 2-EXT J - Okna suterénu (prádelna+sušárna)	1,3	1,20	-	-	1,00	1,56
VYP-9 2-EXT V - Okna suterénu (prádelna+sušárna)	0,8	1,20	-	-	1,00	0,96
STN-19 2-EXT Stěna obvodová (prádelna, sušárna, společenské prostory)	47,4	0,39	-	-	1,00	18,39
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	1,02

program **ENERGETIKA**
verze 4.3.1



STN(z)-20 2-ZEM Stěna obvodová ve styku se zemínou (prádelna, sušárna, společenské prostory)	28,2	0,39	-	-	0,14	36,87
PDL(z)-25 2-ZEM Podlaha vytápěných prostor (prádelna, sušárna, společenské prostory)	70,6	3,70	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m²K)]	-	-	-	-		1,64
VYP-16 2-3 Dveře prádelny, sušárny a společenských prostor	6,0	2,00	-	-	0,15	1,79
STN-22 2-3 Stěna mezi prádelnou, sušárnou a nevytápěnými prostory suterénu	39,0	2,80	-	-	0,15	16,28
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m²K)]	-	-	-	-	-	0,13
PDL-30 2-1 Strop mezi byty a temperovaným prostorem	70,6	0,28	-	-	-0,09	-1,67
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m²K)]	-	-	-	-	-	-0,12
Celkem	265,5	-	-	-	-	78,78

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z3)	Plocha A_j [m²]	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m².K)]	Referenční hodnota $U_{n,rq,j}$ [W/(m².K)]	Splněno		
		[W/(m².K)]	[W/(m².K)]	(ANO/NE)		
VYP-2 3-EXT S - Vstupní dveře	4,0	1,20	-	-	1,00	4,75
VYP-4 3-EXT J - Střešní světlík	5,5	5,65	-	-	1,00	31,08
VYP-10 3-EXT V - Okna suterénu	0,8	1,20	-	-	1,00	0,96
VYP-11 3-EXT V - Garážová vrata	15,1	2,00	-	-	1,00	30,24
VYP-14 3-EXT Z - Okna suterénu	2,4	1,20	-	-	1,00	2,88

program **ENERGETIKA**
verze 4.3.1



STN-21 3-EXT Stěna obvodová (suterén)	41,0	0,39	-	-	1,00	15,89
STR-28 3-EXT Střecha (nad nevytápěným prostorem)	14,4	0,31	-	-	1,00	4,41
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	1,66
STN(z)-23 3-ZEM Stěna obvodová se stykem se zeminou (suterén)	55,0	0,39	-	-	0,12	99,94
PDL(z)-24 3-ZEM Podlaha nevytápěných prostor	226,0	3,70	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-		5,10
VYP-15 3-1 Dveře bytové	24,0	2,00	-	-	-0,22	-10,67
PDL-26 3-1 Strop mezi nevytápěným suterénem a byty	186,4	0,28	-	-	-0,22	-11,43
STN-29 3-1 Stěna mezi byty a chodbou	190,4	2,99	-	-	-0,22	-126,66
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	-1,78
VYP-16 3-2 Dveře prádelny, sušárny a společenských prostor	6,0	2,00	-	-	-0,15	-1,79
STN-22 3-2 Stěna mezi prádelnou, sušárnou a nevytápěnými prosotry suterénu	39,0	2,80	-	-	-0,15	-16,28
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	-0,13
Celkem	809,9	-	-	-	-	28,17

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{\text{in},j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{\text{em},R,j}$
	[°C]	[m³]	[W/(m².K)]
zóna 1 - Byty	20,0	3140,00	0,46
zóna 2 - 2x Sušárna + prádelna a společenská místnost (v suterénu)	17,0	185,00	0,23

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{\text{em}} (U_{\text{em}} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{\text{em},R} (U_{\text{em},R} = \Sigma(V_j \cdot U_{\text{em},R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,46	0,45	NE

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b).

B) technické systémy**b.1.a) vytápění**

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílní potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{\text{H,gen}} / \text{COP}_{\text{H,gen}}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{\text{H,dis}}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{\text{H,em}}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	CZT 1	CZT - OZE<=50%	100	120	- / -	92	88
Z2	CZT 1	CZT - OZE<=50%	100	120	- / -	92	89

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1, Z2	CZT 1 - Předávací stanice Tepláren Brno	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energono- sitel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energono- sitel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP_{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m³/h]	[Ws/m³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energono- sitel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energono- sitel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH-,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energono- sitel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}$ ²⁾	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztážená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztážená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(lден)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV1	TV _{sys} 1	CZT - OZE ≤ 50%	100 - 1 * STS ₁	CZT-1 [120]	300.00 300.00	CZT-1 [-- -]	0.0064 0.0064	0.1424
		Slunce, energie prostředí	STS ₁	STS ₁ [-]		STS ₁ [-]		

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
		(-)	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV1	CZT 1 - Předávací stanice Tepláren Brno	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztažený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
				[W/(m²lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	Byty	100	$P_n = 1,554$	0,05
Zóna 2	Suterén	100	$P_n = 0,045$	0,07
Zóna 3	Chodba	100	$P_n = 0,162$	0,07

Energetická náročnost hodnocené budovy**a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově**

Hodnocená budova/zóna	Vytápění EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	☒	☐	☐	☐	☒	☒	☒	☐
Z2	☒	☐	☐	☐	☐	☒		
Z3	☐	☐	☐	☐	☐	☒		

b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	53 276	46 082	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	26 700	26 700	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	97 935	59 204	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41 923	35 918	4 367,7	4 373,0
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	328,95	265,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	177,57	273,75	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	98 263	59 469	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42 100	36 192	4 367,7	4 373,0
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² ·rok)]	82,25	49,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,24	30,30	3,66	3,66

c) výroba energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektřina	Budova	19 800	1,0	0,0	19 800	0,00
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Solární termické systémy Q _{H,SC,sys}	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	4 911,80	3,2	3,0	15 717,77	14 735,41
Slunce, energie prostředí	19 800,00	1,0	0,0	19 800,00	0,00
CZT - OZE<=50%	75 322,29	1,1	1,0	82 854,52	75 322,29
Celkem	100 034,10	x	x	118 372,29	90 057,70

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	144 731,28	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		100 034,10		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m²rok)]	121,15		
(9)	Hodnocená budova		83,74		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	163 411,50	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		90 057,70		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	136,79		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		75,39		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	118 372,29
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	28 314,59
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	23,92

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektriny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energii	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	-	-	-	-
Ekonomická proveditelnost	-	-	-	-
Ekologická proveditelnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum zpracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<u>Stavební prvky a konstrukce budovy:</u>			
-	-	-	-
<u>Technické systémy budovy:</u>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<u>Obsluha a provoz systémů budovy:</u>			
-	-	-	-
<u>Ostatní - uveďte jaké:</u>			
-	-	-	-
Celkově	100,03	-	-

Posouzení vhodnosti doporučených opatření				
Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování doporučených opatření				
Zpracovatel navržených doporučených opatření				
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			-
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	ANO
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	NE
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	C
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	C

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Bc David Hrazdira
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	8.12.2017
---------------------------	-----------

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/
-----------------	---

