



Středoškolská technika 2018

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

VYTÁPĚNÍ NAŠEHO DOMU

Martina Chárová

Střední odborná škola a Střední zdravotnická škola Benešov, příspěvková organizace
Černoleská 1997, Benešov

Anotace:

Autorka jasně a srozumitelně formuluje princip využití obnovitelných zdrojů v rodinném domě a uvádí příklad jejich rodinného domu. Zmiňuje zajímavé postřehy a nápady nejen týkající se vytápění, ale i kombinace s využitím dešťové vody. Uvádí ekonomickou stránku a hodnotí systém i z ekologického hlediska. Práce je doplněna modelem.

Poděkování:

Velké poděkování patří mému tatínkovi, který mi podrobně vysvětlil problematiku vytápění celého našeho rodinného domu. Poděkování mu patří rovněž za poskytnutou fotodokumentaci.

Obsah

Poděkování:	1
Úvod	3
1) Tepelné čerpadlo.....	5
Obecně:	5
Princip funkce:.....	5
Technický princip tepelného čerpadla:	6
Konkrétní instalace: <i>(Pořizovací cena TČ cca 300.000 Kč)</i>	7
a) Podlahové vytápění.....	8
Obecně:	8
Princip fungování:	8
Konkrétní instalace:.....	8
b) Vytápění pomocí otopných těles	10
Obecně:	10
Princip fungování:	10
2) FVE – fotovoltaická elektrárna	11
Obecně:	11
Princip:	11
Konkrétní instalace: <i>(Pořizovací cena FVE cca 750.000 Kč)</i>	12
3) Elektrické podlahové vytápění	13
Princip:	13
Konkrétní instalace.....	13
4) Krb s krbovou vložkou	13
Obecně:	13
Princip fungování:	14
Konkrétní instalace:.....	14
Závěr:	15
Ekonomické a ekologické hledisko:.....	15
Zdroje:.....	17

Úvod

Náš rodinný dům je více než 250 let starý. První zmínky o něm jsou z 18. století. Jedná se o původní obytnou část vesnického statku, ke kterému patřily hospodářské budovy, které v současnosti již neexistují. Jedná se o stavbu ze silných bezmála metrových zdí z kamene, případně ze směsi kamene a cihel. V době, kdy jsme dům pořídili, byl po rekonstrukci provedené předchozím majitelem. Dle informací od sousedů a potomků původních majitelů, bylo vytápění domu v minulosti řešeno spalováním tuhých paliv, zejména dřeva, v peci umístěné v hlavní obytné místnosti domu. V rámci rekonstrukce provedené předchozím majitelem byl v zadní části domu, která původně sloužila k ustájení dobytka, osazen kotel na tuhá paliva (palivové dřevo, uhlí, koks), který byl zdrojem pro výrobu topné vody rozváděné potrubím do radiátorů, které byly v rámci původní rekonstrukce umístěny v jednotlivých obytných místnostech, včetně podkroví, kde úpravou prostoru původně sloužícího k uskladnění sena a slámy pro hospodářská zvířata, vznikly celkem čtyři pokoje a dále podkrovní koupelna a WC.

Již první zimu po získání tohoto objektu se ukázalo, že značná část tepla, produkovaného kotlem na pevná paliva, uniká nedostatečně izolovanou střechou. Prvním krokem k efektivnějšímu vytápění domu tak bylo provedení nové izolace střechy.

Protože byl dům původně používán pouze k rekreaci a nebyl tudíž temperován kontinuálně, bylo nezbytné zajistit alespoň minimální tepelnou pohodu na dobu, než se dům podařilo po příjezdu na víkend vytopit kotlem na tuhá paliva. Jako řešení bylo zvoleno podlahové vytápění elektrickými topnými rohožemi fungujícími na principu odporového drátu v ložnicích v podkroví a vybudování krbu s krbovou vložkou v hlavní obytné místnosti v přízemí domu. Tyto dva alternativní zdroje tepla tak byly schopny poměrně rychle vytopit lokálně místnosti, do kterých bylo teplo zajišťované kotlem dodáno až po určité době, neboť uvedení celého tehdejšího topného systému vyžádalo určitý čas. Zatímco topení v krbové vložce nešlo zajistit dopředu, v případě elektrického podlahového vytápění přicházelo v úvahu spouštět tento zdroj tepla na dálku a v případě potřeby tak zajistit to, že místnosti, ve kterých byl tento zdroj tepla instalován, byly průběžně temperovány.

Původní systém vytápění zajišťovaný především kotlem na tuhá paliva, který jsme doplnili o shora zmíněné alternativní zdroje tepla, byl ještě tvořen solárními kolektory, osazenými v zahradě před domem na kovových konstrukcích se sklonem v úhlu 45 stupňů. Solární kolektory sloužily k ohřevu teplé užitkové vody. Teplá užitková voda tak byla zajišťována kromě kotle na tuhá paliva zmíněným alternativním zdrojem, který využíval energie slunečního záření.

Možnost využívat energii slunečního záření a zejména pak ideální postavení střechy našeho rodinného domu (na jih a jihozápad) nás posléze přivedly k myšlence nahradit dosavadní zdroje

tepla jinými zdroji, které nebudou tak ekonomicky náročné, nebudou vyžadovat tolik času na svoji obsluhu, jako zdroje stávající, a budou současně šetrné k životnímu prostředí.

Jako ideální se ukázala kombinace vybudování fotovoltaické elektrárny na střeše našeho rodinného domu v kombinaci s osazením tepelného čerpadla fungujícího na principu vzduch/voda, za současné změny způsobu vytápění spočívajícího v nahrazení lokálních výměníků (radiátorů) teplovodním podlahovým vytápěním. Rozhodnutí realizovat výše uvedené změny způsobu vytápění našeho rodinného domu s sebou přineslo rovněž nutnost vybudovat velkokapacitní jímku, která primárně slouží k případnému odtoku topné a teplé užitkové vody v případě havárie, například náhlého prasknutí nádrží, ve kterých jsou výše uvedené vody soustřeďovány, z prostor, kde jsou tyto nádrže instalovány. Předmětná jímka však současně slouží jako rezervoár dešťové vody, neboť jsou do ní svedeny okapy z jedné části střechy, přičemž takto zadržaná voda je v současnosti používána jako zdroj závlahy pro rostliny na zahradě.

Elektrická energie vyráběná systémem fotovoltaických panelů, které jsou upevněny na střeše našeho domu, slouží jednak jako zdroj pohonu tepelného čerpadla, současně napájí elektrickou sondu v zásobníku topné i teplé užitkové vody a v neposlední řadě zásobuje elektrickou energií celý dům.

Vytápění našeho rodinného domu je v současnosti vícezdrojové a je tvořeno následujícími systémy, resp. zařízeními, a to:

- 1. Teplovodním podlahovým topením;**
- 2. Elektrickým podlahovým topením;**
- 3. Vytápěním pomocí otopných těles;**
- 4. Krbem s krbovou vložkou.**

- Zdrojem pro systémy uvedené pod body 1 a 3 je tepelné čerpadlo vzduch/voda v kombinaci s elektrickým proudem produkovaným mimo jiné vlastní fotovoltaickou elektrárnou.
- Zdrojem pro elektrické podlahové vytápění je elektrický proud produkovaný mimo jiné vlastní fotovoltaickou elektrárnou.
- Zdrojem pro výrobu tepla v krbové vložce je palivové dřevo.

1) Tepelné čerpadlo

Obecně:

- Tepelná čerpadla se řadí mezi alternativní zdroje energie. Odnímají teplo z okolního prostředí (vody, vzduchu nebo země), převádějí ho na vyšší teplotní hladinu a následně umožňují teplo účelně využít pro vytápění nebo ohřev teplé vody.
- Tepelné čerpadlo se většinou skládá ze dvou částí - **venkovní a vnitřní**. Vnitřní jednotku na první pohled nerozeznáte od běžného plynového kotle nebo ohříváče vody. Nemá žádné zvláštní nároky na umístění ani velikost prostoru a zajišťuje předávání tepla do topného systému. Venkovní část zajišťuje odebírání tepla ze zvoleného "zdroje" (země, vzduchu, vody). Velikost a podoba venkovní části závisí na tom, z jakého zdroje se teplo získává.

Princip funkce:

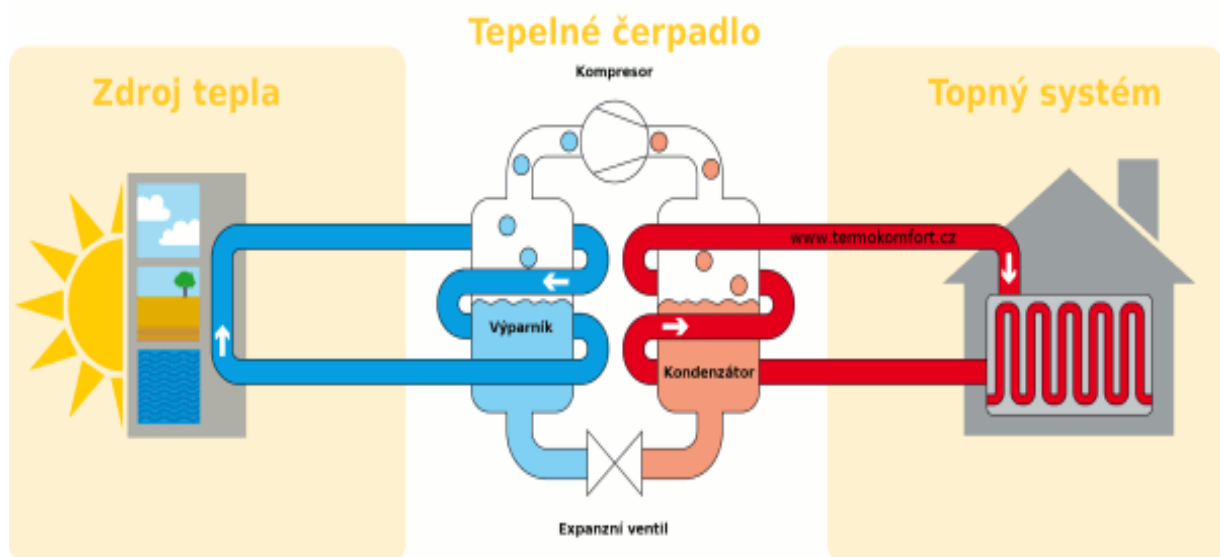
- Princip tepelného čerpadla byl popsán již v 19. století anglickým fyzikem - lordem Kelvinem. Přestože se ve své podstatě jedná o chladicí zařízení (stejně jako známá lednička), využíváme jej jako zdroj tepla. V zemi, ve vodě i ve vzduchu je obsaženo nesmírné množství tepla, avšak jeho nízká teplotní hladina neumožňuje přímé využití pro vytápění nebo ohřev vody. Pokud chceme využít teplo látek o nízké teplotě (nízkopotenciální teplo), musíme je převést na teplotu vyšší. Podobně jako vodní čerpadlo přečerpává vodu z nižší hladiny na vyšší, tepelné čerpadlo dělá totéž s teplem.
- Prakticky dochází k tomu, že látku (zemi, vodu nebo vzduch) ochladíme o několik málo stupňů, čímž odebereme teplo, a tuto energii využijeme při ohřevu jiné látky jako je voda v bazénu, teplá užitková voda, či voda v topné soustavě, kterou ohřejeme také o několik málo °C, ale na úrovni pro nás přijatelné. Ochladíme tedy např. půdu na naší zahradě z 10 °C na 5 °C a tepelné čerpadlo zajistí ohřátí topné vody z 40 °C na 45 °C. Slunce společně s energií akumulovanou v okolní půdě potom zajistí dohřátí půdy na naší zahradě zpět na 10 °C.
- Tepelné čerpadlo pracuje na principu uzavřeného chladicího okruhu obdobně jako chladnička. Teplo se na jedné straně odebírá a na druhé předává. Chladnička odebírá teplo z vnitřního prostoru potravin a předává je kondenzátorem na své zadní straně do místnosti. Požadovaným efektem je snížení teploty ve vnitřním prostoru chladničky a ohřívání vzduchu v místnosti je nezbytným důsledkem. Tepelné čerpadlo místo potravin ochlazuje například venkovní vzduch, zemskou kůru nebo podzemní vodu. Teplo odebrané těmito zdroji předává do topných systémů. Požadovaným efektem je právě zvýšení teploty.
- Pro přečerpání tepla na vyšší teplotní hladinu, tedy i pro provoz tepelného čerpadla, je třeba dodat určité množství energie. Prakticky to znamená, že tepelné čerpadlo spotřebovává pro

pohon kompresoru **elektrickou energií**. Protože její množství není zanedbatelné, lze tepelné čerpadlo považovat za alternativní zdroj tepla pouze částečně. Samozřejmě záleží na tom z čeho je elektrická energie vyráběna, ale v našich podmínkách se jedná většinou o spalování uhlí nebo energii z jaderných elektráren.

- Zjednodušeně lze říci, že tepelné čerpadlo spotřebovává přibližně jednu třetinu svého výkonu ve formě elektrické energie. Zbývající dvě třetiny tvoří teplo, které je odnímáno z ochlazované látky (vzduchu, země, vody)

Technický princip tepelného čerpadla:

- Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části chladicího okruhu: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Teplo odebrané venkovnímu prostředí se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu) při relativně nízké teplotě. Zahřátím chladiva dojde k jeho odpaření a páry jsou následně stlačeny v kompresoru na vysoký tlak. Převod tepla na vyšší teplotní hladinu je možný díky stlačení par chladiva v kompresoru, při kterém dojde k jeho zahřátí. Je to stejný princip, jako když pumpičkou foukáte kolo. Vzduch i pumpička se při stlačování vzduchu výrazně zahřejí. Stlačené chladivo je přiváděno do kondenzátoru, kde při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo teplo ve výparníku odebráno. V expanzním ventilu se cyklus uzavírá a dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku.



Obrázek 1: Schéma funkce tepelného čerpadla [2]

Konkrétní instalace: (Pořizovací cena TČ cca 300.000 Kč)

- Tepelné čerpadlo vzduch/voda řady WPL od firmy Stiebel Eltron o výkonu 14,8 kW ve formě venkovního provedení (viz obrázek 2 a 3) je instalováno na východní straně našeho domu v těsném sousedství s technickou místností, ve které jsou osazeny dvě akumulční nádoby, jedna o objemu 750 litrů sloužící k soustřeďování topné vody určené k teplovodnímu podlahovému vytápění a k vytápění prostřednictvím radiátorů, a dále nádoby o objemu 500 litrů, určené pro akumulaci teplé užitkové vody. Primární okruh propojující tepelné čerpadlo s akumulčními nádobami je tvořen měděnými trubkami (viz obrázek 3).



Obrázek 2: Výstavba TČ [12]



Obrázek 3: Finální podoba TČ [12]

Tento okruh je napojen na trubkový výměník umístěný na povrchu obou výše zmíněných akumulčních nádrží, přičemž voda, která primárním okruhem cirkuluje, je na začátku tohoto okruhu ohřívána teplem získávaným kondenzací stlačených par chladicí kapaliny v tepelném čerpadle a takto získané teplo následně odevzdává v trubkovém výměníku, jehož prostřednictvím je zahřívána topná voda, případně teplá užitková voda shromažďovaná v obou výše zmíněných akumulčních nádobách. Topná voda zahřátá výše popsaným způsobem je poté pomocí oběhových čerpadel dále distribuována do systému teplovodního podlahového topení v přízemí a



v podkroví našeho rodinného domu. Obdobně to platí o teplé užitkové vodě, která je rovněž za pomoci oběhových čerpadel tlačena vodovodním potrubím k jednotlivým výpustem ze systému, tj. k vodovodním kohoutkům v místech jejich osazení (koupelna, kuchyně, garáž, technická místnost).

Obrázek 4: Detailní snímek šroubení měděné trubky tvořící primární okruh TČ [12]

a) Podlahové vytápění

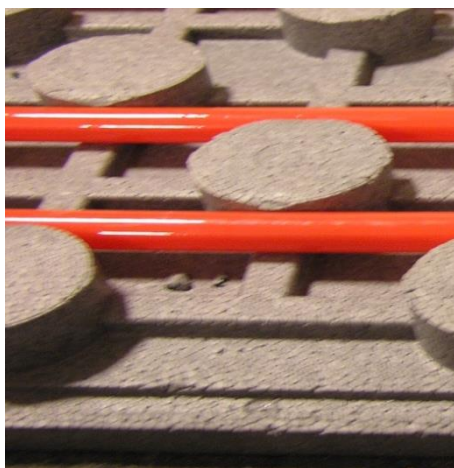
Obecně:

- Podlahové vytápění se řadí spolu se stěnovým a stropním vytápěním do skupiny velkoplošného vytápění. Velkoplošné vytápění umožňuje sdílet teplo do vytápěného prostoru převážně sáláním. Podíl tepelného toku sáláním u podlahového topení je 55 %, přičemž konstrukční provedení otopné plochy může být různé – teplovodní nebo elektrické, akumulární nebo přímotopné.

Princip fungování:

- Princip vytápění podlahovým topením zahrnuje instalaci topného potrubí do podlahy, kde potrubím cirkuluje topná voda. Pod topným potrubím jsou položeny vrstvy tepelné izolace, nejčastěji polystyren. Izolace je upevněna k nosnému povrchu (beton základ, nosné stropní desky). Izolační vrstva je dle norem chráněna separační nebo reflexní folií (někdy také izolační folií a zvukovou izolací), aby se zabránilo prosáknutí potěrové vody nebo anhydritové lité podlahy.
- Ohřát místo jednotlivých otopných těles celou plochu podlahy, popřípadě stěnu či strop, nepřináší jen tu výhodu, že je nám teplo od nohou. Zásadní rozdíl je v tom, že od radiátorů nebo elektrických přímotopů se šíří ohřátý vzduch prouděním, takzvanou konvekcí. Vzduch ohřátý uvnitř tělesa stoupá vzhůru, u stropu se ochlazuje a klesá dolů, rozdíl mezi teplotami dole a nahoře v místnosti může být i 8 °C. U velkoplošných systémů převažuje teplo sálavé, které se šíří radiací, obdobně jako infračervené sluneční paprsky, zahřívá přímo předměty nebo osoby.
- Část tepla se šíří také mikrokonvekcí, která probíhá na celé ploše. Dosahuje se proto podstatně rovnoměrnějšího rozložení teplot v prostoru a snižuje se nepříjemně pociťovaná cirkulace vzduchu v místnosti. Vzhledem k tomu, že se ohřívá velká plocha, stačí ji ohřát na nižší teplotu než jednotlivá menší tělesa.

Konkrétní instalace:



Pro významnou část obytných místností v našem rodinném domě jsme zvolili instalaci teplovodního podlahového vytápění, které nahradilo dosavadní vytápění pomocí otopných těles (radiátorů) instalovaných pod okny jednotlivých místností. V první fázi byl systém teplovodního podlahového vytápění instalován v chodbách v podkroví, v koupelně a na WC.

Obrázek 5: Polystyrénové nopové systémové desky s instalovaným plastovým potrubím [12]

V ložnicích, kde bylo v předchozích fázích rekonstrukce instalováno elektrické podlahové vytápění, byl tento systém ponechán, neboť jeho demontáž spojená s kompletním odstraněním nově položených podlahových krytin se jevila jako neekonomická. Po odstranění původní dlažby byly na betonový podklad instalovány polystyrénové nopové systémové desky, do kterých bylo umístěno plastové potrubí, kterým je pod podlahu přiváděna teplá topná voda (viz obrázek 5 - 8). Po propojení plastového potrubí a pospojování jednotlivých oddělených sekcí s rozvaděčem byl vytvořen uzavřený okruh, do kterého je systémem potrubí vedoucího od akumulární nádoby umístěné v technické místnosti vháněna ohřátá topná voda. Tou je ohřívána podlahová krytina (dlažba), jejímž prostřednictvím je teplo předáváno do místnosti, ve které je výše popsany systém osazen.



Obrázek 6 a 7: Detail spojení dvou systémových desek/Speciální systémová deska do koupelny[12]



Obrázek 8: Polystyrénové nopové systémové desky s instalovaným plastovým potrubím u krbu[12]

b) Vytápění pomocí otopných těles

Obecně:

- Charakteristiky otopných těles lze rozdělit na:

➤ Geometrické

Geometrické charakteristiky určují konstrukční řešení otopného tělesa. Určují tak veškeré jeho rozměry a hodnotící parametry stran jeho geometrického uspořádání.

➤ Teplotechnické

Teplotechnické charakteristiky postihují ve svých veličinách především sdílení tepla u otopných těles, eventuálně hodnotící parametry vztahující se k tepelnému výkonu tělesa.

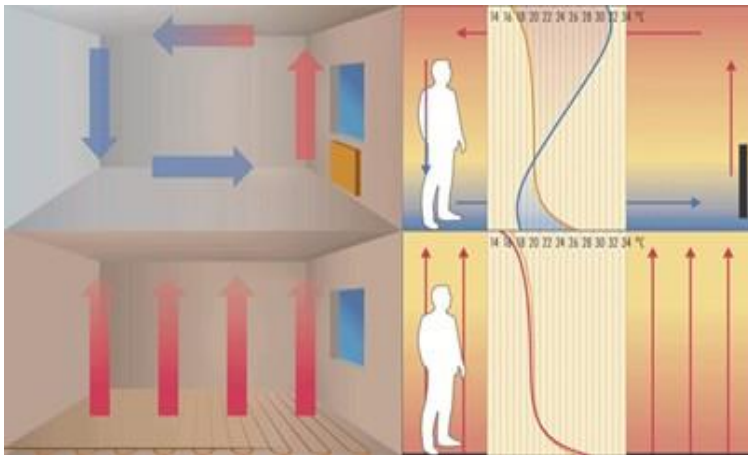
➤ Provozní

Provozní charakteristiky se zabývají veličinami a kritérii, které vyjadřují hydraulické a provozní vlastnosti otopných těles.

- Otopnými tělesy se v praxi většinou myslí radiátory

Princip fungování:

- Teplo se do radiátorů přenáší teplou vodou. Voda se ohřívá v centrálním kotli, tepelném čerpadle, vede se trubkami k radiátorům, kde odevzdává teplo a vrací se zpět.
- Většina systémů používá jednu trubku na rozvod teplé vody k radiátorům a druhou na odvod vody z radiátorů. Některé systémy používají čerpadlo, které tlačí vodu do oběhu (nucený oběh), jiné systémy využívají skutečnosti, že teplá voda stoupá vzhůru a způsobuje přirozený samotízný oběh.



Obrázek 9: Sálání tepla podlahou vs. radiátory[3] Obrázek 10: Instalace potrubí k radiátorům[12]

2) FVE – fotovoltaická elektrárna

Obecně:

- Fyzikální podstatou fotovoltaického článku je fotoelektrický jev, který objevil Alexandr Edmond Becquerel v roce 1839.

Princip:

- Fotovoltaický jev je z fyzikálního hlediska charakterizovaný přímým vyražením elektronu z jeho oběžné dráhy fotonem slunečního záření. To umožňuje přeměnu slunečního záření na elektrickou energii. Vzájemným působením slunečního záření a polovodiče – křemíku – dochází k pohlcování fotonů a uvolňování elektronů.
- Základním zařízením pro přeměnu slunečního záření a elektrickou energii je solární (křemíkový) článek. Tento článek vyrobí napětí cca 0,5 V. Rozměry jednoho křemíkového článku jsou obvykle 10×10 cm. Pro výrobu elektrické energie jsou články spojovány do většího množství, tzv. modulu. Vrchní strana článků je pokryta sklem (tloušťka 3–5 mm) a spodní strana je tvořena umělohmotnou fólií s hliníkovou mezivrstvou. Po tomto zapouzdření solárních článků vzniká solární panel. Panel musí zajistit hermetické zapouzdření solárních článků, musí zajišťovat dostatečnou mechanickou a povětrnostní odolnost.
- Pro získání většího výkonu (napětí a proudu) je nutné sérioparalelně propojit více článků – tak vznikne solární panel. Solární panely se vyrábí v několika výkonových řadách od 10 do 300 W. Jsou zdrojem stejnosměrného elektrického proudu, jenž má obvykle pracovní napětí asi 16 V (pro menší výkony asi do 55 W), nebo vyšší pro výkony nad 55 W. Výkon dodávaný panelem je velmi proměnlivý (podle slunečního svitu, oblačnosti a podobně), a proto součástí těchto systémů je vždy akumulátor. Energie zachycená panelem se akumuluje tak, aby dodávka elektrické energie byla rovnoměrná a byla k dispozici i v noci.
- Všechny solární elektrárny na střeších budov – rodinných domů nebo firem, fungují v režimu vlastní spotřeby. Fotovoltaické panely jsou ukotveny na střeše a pospojovány kabely, které jsou svedeny dovnitř budovy. Kabely jsou dále zapojeny do zařízení, které se nazývá střídač nebo také měnič. Střídač je zároveň připojen na vnitřní rozvod budovy, zpravidla do nějakého rozvaděče na samostatný jistič.
- Úkolem střídače je přeměňovat stejnosměrný proud ze solárních panelů na střídavý proud nízkého napětí (230V), na kterém pracuje vnitřní rozvod každé budovy, a známe ho z klasických zásuvek. Prostřednictvím solárního měniče je možné dodávat vyrobenou elektřinu z panelů do rozvodů v domě, odkud dále putuje ke spotřebičům. Co se nespotřebuje, odteče přes domovní elektroměr mimo budovu do distribuční sítě.

Konkrétní instalace: (Pořizovací cena FVE cca 750.000 Kč)

Fotovoltaická elektrárna je tvořena celkem 48 kusy fotovoltaických panelů, které jsou osazeny na jižních střeších našeho rodinného domu. Jsou propojeny kabely a ty jsou přivedeny k měniči (střídači), který je zavěšen na stěně u vchodu do technické místnosti (viz obrázek). Vedle střídače je osazen fakturační elektroměr, který měří množství elektrické energie vyrobené fotovoltaickou elektrárnou. Střídač je napojen na elektrické rozvody osazené v jednotlivých místnostech našeho domu a současně na distribuční síť, aby elektrický proud, který není v daném okamžiku spotřebován v naší domácnosti, mohl přetékat o distribuční síť a mohl být využit jinými spotřebiteli. Každý z FV panelů má maximální výkon 240 W při napětí 29,5 VDC (intenzita slunečního záření 1000W/m²). Celkový výkon FVE je tedy 11,52 Wp (watt peak – jednotka, ve které je udáván nominální výkon fotovoltaických panelů)



Obrázek 11: Instalace fotovoltaických panelů na střechu domu [12]



Obrázek 12: Střídač napětí v naší strojovně [12]

3) Elektrické podlahové vytápění

Princip:

- Elektrické podlahové topení funguje na principu zahřívání topných kabelů, rohoží nebo velmi tenkých fólií, které jsou uloženy v podlaze. Volit můžeme mezi přímotopným, smíšeným nebo akumulacním způsobem vytápění. Tyto systémy se liší v míře akumulace tepla do podlahy, tedy v tom, zda je použita betonová vrstva a jak silná, částečně záleží i na druhu podlahové krytiny.
- Standardní akumulacní systém, kdy jsou kabely nebo rohože uloženy ve vrstvě betonu 10 až 14 cm silné, se obvykle při provozu setkává s problémy v oblasti regulace a tím udržení optimální tepelné pohody. Hospodárnost přeměny energie v užitečné teplo je zde nižší, proto tam, kde je vyžadována akumulacní schopnost podlahy, dostávají většinou přednost teplovodní systémy. Elektrické vytápění se proto nejčastěji řeší jako přímotopné či smíšené.

Konkrétní instalace



Obrázek 13: Obnažená část odporového drátu a jeho zapuštění do betonové mazaniny [12]

4) Krb s krbovou vložkou

Obecně:

- Krb s krbovou vložkou typu KV025L s průměrnou vytápěcí schopností 150-230 m³ je alternativou k patrně nejstaršímu topeništi, které bylo využíváno k vytápění lidských obydlí od nepaměti, tj. k otevřenému krbu. Moderní krbové vložky určené k osazení do krbů jsou uzavřené

konstrukce s pevným vývodem spalin kouřovodem a osazené prosklenými dvířky s křemičitým sklem. Jejich účinnost se pohybuje od 65 do 85 %. Mají tedy obdobné ekonomické a technické parametry jako moderní kamna na pevná paliva. Palivem bývá dřevo, dřevní zbytky, dřevěné nebo slámové brikety, rašelina, odsířené hnědouhelné brikety, v některých případech také uhlí. Dvířka vložky jsou utěsněná, aby nemohl do vložky vnikat falešný vzduch a ven unikat spaliny. Vložka má v sobě zabudovanou komínovou klapku, kterou lze regulovat tah, případně je uvnitř vložky v horní části vytvořen zpětný horizontální tah. Vložky mají zařízení pro přívod primárního vzduchu do prostoru ohniště a sekundárního vzduchu do ohniště, nad žárový prostor s přesnou regulací. Toto zařízení pomáhá spalovat většinu plyných spalin, které by jinak neshořené unikly do komína a znečišťovaly by okolí. Zároveň pokud spaliny neshoří, snižuje se účinnost topidla o 50 % i více. Příchod a proudění sekundárního vzduchu v topidle je řešen tak, aby chladnější vzduch "omýval" přední sklo dvířek a tím zmenšoval možnost jejich zanesení spalinami.

Princip fungování:

- Princip fungování krbu vybaveného topeništěm (krbovou vložkou) je jednoduchý. Pracuje na principu konvekce. Vzduch ohřátý topeništěm snižuje svoji hustotu a rozpíná se, čímž se mu dostává potřebné kinetické energie, stoupá vnitřním prostorem krbu a vystupuje mřížkami horkého vzduchu. Spalováním dřeva v topeništi dochází k uvolnění energie, která ohřívá plášť topeniště. Proud vzduchu proudí mezi pláštěm topeniště a obezdívkou, případně druhým pláštěm, čímž zároveň ochlazuje plášť topeniště. Ohřátý vzduch proudí zpět do místnosti, případně je prostřednictvím rozvodů vzduchu rozváděn do dalších místností. Společně s ohřevem proudu vzduchu je produkováno určité množství tepelné energie, která prostupuje skrz sklo dvířek topeniště a ohřívá vzduch v místnosti.

Konkrétní instalace:

- Krbová vložka je umístěna v obývacím pokoji v přízemí našeho domu a slouží k příležitostnému topení v době, kdy není spuštěn systém podlahového vytápění. Vložka je obestavěna tepelně izolačním stavebním materiálem (viz obrázek) a je kouřovodem napojena do komína, který byl zbudován spolu s krbem.
- Komín EFFE DUE DOMUS



Obrázek 14: Počáteční fáze obestavby krbové vložky [12]



Obrázek 15: Druhá fáze obestavby krbové vložky po dokončení krytu komínové roury [12]



Obrázek 16: Konečná podoba krbu [12]

Závěr:

Ekonomické a ekologické hledisko:

Jak bylo shora uvedeno, vytápění našeho rodinného domu a ohřev teplé užitkové vody byly původně zajišťovány zejména kotlem na tuhá paliva a v menším rozsahu pomocí elektrického proudu, kterým se ohřívala teplá užitková voda v bojleru v přízemí našeho rodinného domu. Topení v kotli s sebou neslo řadu nevýhod. Především bylo nutno do kotle zajistit odpovídající palivo, tedy zejména palivové dřevo a uhlí. To bylo spojeno s nutností vhodné dřevo objednat, nechat jej dovézt a následně jej připravit tak, aby jej bylo možné v kotli pálit, tedy především pořezat na vhodnou délku a rozštípat, aby se jednotlivá polena vešla do otvoru v kamnech. Obdobně to platilo o uhlí, které bylo nutno dovézt, vhodně jej uskladnit a poté pravidelně donášet ke kotli. Všechny tyto starosti zcela odpadly po instalaci tepelného čerpadla, neboť jeho „palivem“ je okolní vzduch, který není potřebné pro „topení“ jakkoliv připravovat. V případě tepelného čerpadla odpadla rovněž nutnost každodenní přípravy na topení, kterou si vyžadovalo topení v kotli. Tepelné čerpadlo není nutno každý den vyčistit od sazí, které se usazovaly na litinových žebrech dříve používaného kotle. Není rovněž nutné pravidelně vynášet popel jako vedlejší produkt hoření v kotli. Tepelné čerpadlo rovněž nevyžaduje soustavnou obsluhu, která je nezbytná v případě topení v kotli, neboť bez ní hrozí, že v kotli vyhasne nebo dojde k přetopení a

ke vzniku s tím souvisejících možných škod na otopném systému. Tepelné čerpadlo je plně automatické a v zásadě potřebuje pouze občasnou kontrolu správného chodu předem nastavených procesů, přičemž tato kontrola a obsluha celého systému spočívá pouze v tom, že jsou tlačítkem ovládány jednotlivé funkce na řídicí jednotce. Ve srovnání s obsluhou kotle se tedy jedná o velice nenáročnou činnost. Pokud jde o ekonomické hledisko instalace tepelného čerpadla, je na místě uvést, že pořízení tepelného čerpadla je ve srovnání s pořízením kotle na tuhá paliva mnohem větší investice, která jednorázově významně zasáhla do našeho rodinného rozpočtu. Z dlouhodobého hlediska je však nutno říci, že vyšší pořizovací cena tepelného čerpadla je kompenzována minimálními náklady na provoz tohoto zdroje tepla. Jediným nákladem spojeným s provozem tepelného čerpadla je náklad na elektrickou energii, která je potřebná pro pohon kompresoru a oběhových čerpadel, přičemž tu si v našem rodinném domě vyrábíme samy pomocí fotovoltaické elektrárny. V případě tepelného čerpadla zcela odpadají náklady spojené s pořízením otopu (palivového dřeva, uhlí, koxu apod.), s jeho dopravou a přípravou otopu k topení. Mnohem jednodušší je obsluha tohoto zdroje tepla, která na rozdíl od topení v kotli vyžaduje minimální nároky na čas, což je z ekonomického hlediska rovněž velice významný faktor.

Pokud jde o vliv na životní prostředí, je jednoznačně ekologičtější zdroj tepla instalované tepelné čerpadlo, které neprodukuje žádné exhalace a ke své činnosti potřebuje pouze elektrickou energii, kterou v případě našeho domu získáváme z obnovitelných zdrojů, tedy pomocí světelné energie poskytované Sluncem. Původní kotel na tuhá paliva byl z tohoto hlediska mnohem „škodlivější“, neboť pro svoji činnost potřeboval dodávku fosilních paliv a dřeva, tedy surovin, jejichž těžba významným způsobem ovlivňuje životní prostředí a tvorbu krajiny a při procesu hoření těchto paliv docházelo ke vzniku exhalací, které znečišťovaly ovzduší.

Předpokládaná návratnost se pohybuje okolo 8-10 let v závislosti na klimatických podmínkách.

Zdroje:

- 1) HOŘEJŠÍ, Miroslav. *Tepelná čerpadla pro každého (I)* [online]. 16.4.2002 [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/953-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-i>
- 2) *Princip tepelného čerpadla* [online]. [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <http://www.termokomfort.cz/princip-tepelneho-cerpadla.html>
- 3) *Podlahové vytápění* [online]. [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani>
- 4) *Obecné informace podlahové teplovodní topení* [online]. [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <https://www.1-topeni-levne.cz/technicke-informace/obecne-informace-podlahove-teplovodni-topeni>
- 5) PERGLOVÁ, Miloslava. Elektrické podlahové vytápění patří do energeticky úsporných staveb. *Pěkné bydlení* [online]. 10. ledna 2013 [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: https://bydleni.idnes.cz/podlahove-vytapani-0ou-/uspory-energii.aspx?c=A130108_093823_uspory-energii_rez
- 6) BAŠTA, Jiří a Roman VAVŘIČKA. *Otopné plochy (I) - Charakteristiky otopných těles* [online]. 13.2.2006 [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy/3060-otopne-plochy-i-charakteristiky-otopnych-teles>
- 7) ŠMÍD, Kamil a Miloš DVOŘÁK. *Vytápění domu, bytu: Systém, Princip, Ekonomika provozu* [online]. , 10 [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2286974/>
- 8) *Jak funguje střešní fotovoltaická elektrárna?* [online]. Aktualizováno 25.2. 2015 [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/jak-funguje-stresni-fotovoltaicka-elektrarna/>
- 9) [online]. 11.1.2013 [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/vzdelavani/5.php>
- 10) *Krbové vložky - princip fungování* [online]. [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <http://www.krby.biz/krby-seguin-fungovani.html>
- 11) *Technologie produktů Firebox - vložky na dřevo* [online]. [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <https://www.edilkamin-cz.cz/edilkamin/technologie-produktu-firebox-vlozky-na-drevo/>
- 12) Vlastní fotografie