

Návrh kompletní izolační a tepelné rekonstrukce rodinného domu na Vysočině

(techniká zpráva)

V této technické zprávě bych se chtěl zaměřit na kompletní změnu způsobu vytápění a ohřevu TUV, dále na celkovou úsporu při vytápění a celkové snížení nákladu. Nikde nebudu uvádět ani pořizovací ceny a ni návratnost, protože se jedná pouze o návrh a možný způsob, jak tento mnou zvolený problém, u rodinného domu vyřešit.

Specifikace záměru tohoto projektu

A. Úspora energie

- výměna starých dřevěných oken za nová plastová okna
- tepelná izolace fasády a střechy domu
- zateplení a zaizolování střešních prostorů

B. Způsob vytápění a ohřev TUV

- výměna starého kotel na černé uhlí za nový moderní na zemní plyn
- nové plynové vytápění doplnit o vakuové solární kolektory umístění na střeše domu
- ohřev vody elektrickou energii v zásobníku vyměnit za kombinovaný ohřev pomocí solárních kolektorů a plynového kotle

A. Úspora energie

1. Výměna starých dřevěných oken za nová plastová okna

Plastová okna

Plastová okna z kvalitních německých profilů VEKA Softline 70 (pětikomorový profil se stavební hloubkou 70 mm) s výztužemi z pozinkované oceli 3 mm. Těsnění oken použijeme dvoustupňové dorazové z vysoce kvalitního materiálu EPDM.

Použité zasklení bude mít zásadní vliv na užité vlastnosti okna. Okna jsou standardně vybaveny **teplým okrajem skla** (plastový distanční rámeček), který výrazně potlačuje možnost vzniku kondenzátu. **Sklo** může mít různé tepelné a zvukově izolační vlastnosti. S použitým typem zasklení především souvisí dva základní technické parametry oken:

- součinitel prostupu tepla U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] – čím menší je hodnota, tím lepší jsou tepelné izolační vlastnosti okna. Všechny okna jsou vybavena výkonnostním zasklením s hodnotou $U_g = 1,1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, čímž je možné dosáhnout až poloviční tepelné ztráty okna!
- index vzduchové neprůzvučnosti R_w [dB] - charakterizuje zvukově izolační vlastnosti okna. Volba skla by měla být podřízena hladině hluku v okolí

Tepelně izolační dvojskla ($U_g = 1,1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$)

V těchto dvojsklech je vnitřní tabule skla nahrazena sklem s nízkou hodnotou emisivity - na povrchu skla je nanášena speciální vrstva oxidu kovu, odrážející energii zpět do místnosti a zabráňující tak jejímu úniku. Tím je dosaženo výrazného snížení hodnoty součinitele prostupu tepla " U_g " ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$). Dalšího zlepšení této hodnoty lze docílit výměnou vzduchu v dutině dvojskla za plyn s nízkou tepelnou vodivostí (Argon). Průhlednost skla přitom zůstává plně zachována. Hodnota výkonnostního zasklení je $U_g=1,1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Celková tepelná izolace

V období neustálého zdražování energií je tepelná izolace pro spotřebitele velmi důležitá. Tepelné ztráty oken představují 30-40% celkových ztrát. Plastové profily VEKA patří z pohledu tepelné ochrany do 1. třídy, tedy mezi materiály s nejlepšími parametry.

Všeobecně používaný součinitel prostupu tepla " U " [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] vyjadřuje množství tepla ve watech, které projde 1 m^2 okna při rozdílu venkovní a vnitřní teploty 1 K. Zjišťuje se výpočtem nebo měřením ve zkušebně. Samostatný PVC profil izoluje podstatně lépe ($U_f=1,4$) než standardní izolační dvojsklo ($U_g=2,9$). S použitím výkonnostního zasklení ($U_g=1,1$) se docílí snížení součinitele prostupu tepla celého okna na cca **$U_w=1,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$** .

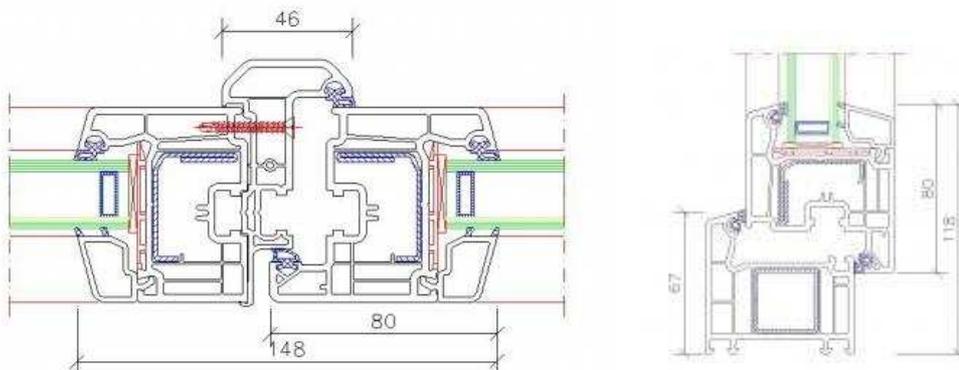
Zvuková izolace

Standardní okno Softline 70 AD zasklení 4-16-4 $R_w=32 \text{ dB}$ (TZI 2)

Výměna vzduchu v budovách (n)

Intenzita výměny vzduchu v užívané místnosti se doporučuje:
min. $n = (0,3 \text{ h}^{-1} \text{ až } 0,6 \text{ h}^{-1})$ obvykle $0,5 \text{ h}^{-1}$ max. $1,5 \text{ h}^{-1}$

Obrázky profilů a řezů oken



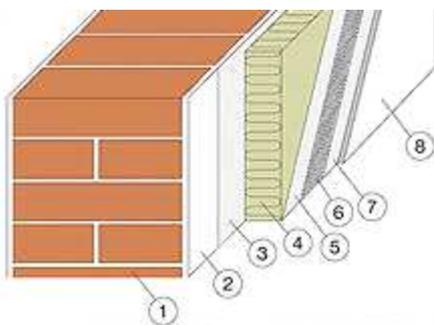
Použitá okna - tip

- Dvoudílné okno se stulpem
- Paneláková sestava krátká s balkónovými dveřmi
- Trojdílné okno s klapačkou a sloupkem
- počet kusu - dle dispozic budovy

2. Tepelná izolace fasády domu (obvodové zdivo)

Obvodové konstrukce představuje místo, kde dochází k největším tepelným ztrátám. Představují cca 25 – 35 % ze spotřeby tepla na vytápění objektu. Zvláště vysoké jsou u výstavby z klasických pálených cihel při tloušťce do 450 mm (naš případ).

Kvalitním a odborným zateplením lze omezit tepelné ztráty až o 50%. V tomto případě zvolíme kontaktní systém, u kterého zle izolant v přímém styku s obvodovou konstrukcí a je uzavřen vrstvou lepidla a vrchní omítky (sytém **TERANOVA**). Nejběžněji se používá stabilizovaný pěnový polystyrén – desek. Nízká tepelná vodivost a minimální difúzní odpor umožňuje snížit tepelné ztráty a zároveň nebrání průchodu vodních par z interiéru ven. Díky těmto vlastnostem nedochází na povrchu a uvnitř stěn ke kondenzaci vlhkosti a výskytu plísní. Další výhodou tohoto materiálů je jeho nehořlavost, má nízkou tepelnou vodivost, je lehký a snadno opracovatelný.



Kontaktní zateplovací systém

1. vnější stěna
2. vyrovnávací nebo stávající omítky
3. lepicí tmel
4. izolant
5. tmel
6. výztužná mřížka
7. vyrovnávací tmel s penetračním nátěrem
8. vrchní omítky

Orientační roční úspora tepla na 1 m² plochy obvodové konstrukce:

$$\Delta E_r = (U_1 - U_2) / 3,25$$

U₁ je součinitel prostupu tepla původní konstrukce (W/ m².K)

U₂ je součinitel prostupu tepla zateplené konstrukce (W/m².K)

Výsledná úspora je v GJ/rok, pro přepočty platí: 1 MWh = 1 000 kWh = 3,6 GJ

Vztah mezi tepelným odporem a součinitelem prostupu tepla:

$$U = 1/RT = 1/(R + R_i + R_e)$$

RT je odpor při prostupu tepla:

(R_i + R_e) jsou tepelné odpory při přestupu tepla na vnější a vnitřní straně konstrukce.

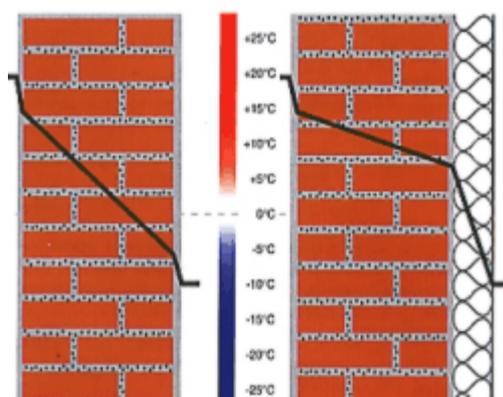
Pro zjednodušený výpočet lze použít: **U = 1/(R+0,168)**

Konstrukce obvodového zdiva	Tloušťka zdiva v cm	Tepelný odpor R	Výsledný tepelný odpor po zateplení fasádním polystyrenem EPS 70 F 8 cm
POLYSTYREN			2
Cihly plné	40	0,58	2,58

Zde uvádíme vývoj hodnoty tepelného odporu obvodových konstrukcí, ze kterého je patrný požadavek na snižování energetické náročnosti budov a tím i rostoucí význam dodatečných tepelných izolací

typ konstrukce	od roku	2005	2002	1994	1977	1964
stěna venkovní	R	2,63	2,63	2	0,95	0,7
	U	0,38	0,38	0,5	1,05	1,43

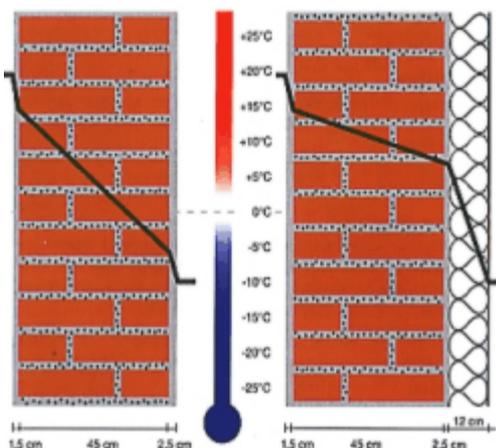
Průběh teplot - porovnání je přesvědčivé



Jednovrstvé vnější stěny

Vlivem spár a zazdíváním kovových konstrukcí vznikají dodatečné tepelné ztráty

V zimě se stěny na mnoha místech ochlazují pod hranici mrazu. Dochází k tepelným napětím, tepelná jímavost se zmenšuje a dochází k vysokým tepelným ztrátám.



Kontaktní zateplovací systémy

Udržují i při pod mínkách mrazu celou stavební konstrukci v kladné oblasti teplot. Celá stěna se stává akumulátorem tepla a bezspárá tepelná izolace slouží jako regulátor teploty pro příjemné obytné klima.

Tepelný odpor zdiva je přímo úměrný tloušťce jednotlivých vrstev a nepřímo hodnotě tepelné vodivosti daného materiálu:

$$R_n = S_n / \lambda_n$$

R_n ... tepelný odpor n-té vrstvy materiálu ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)

S_n ... tloušťka n-té vrstvy materiálu (m)

λ_n ... tepelná vodivost n-té vrstvy materiálu ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)

Vedle úspory energií přináší zateplení z vnější strany obvodového pláště i další výhody a to zejména:

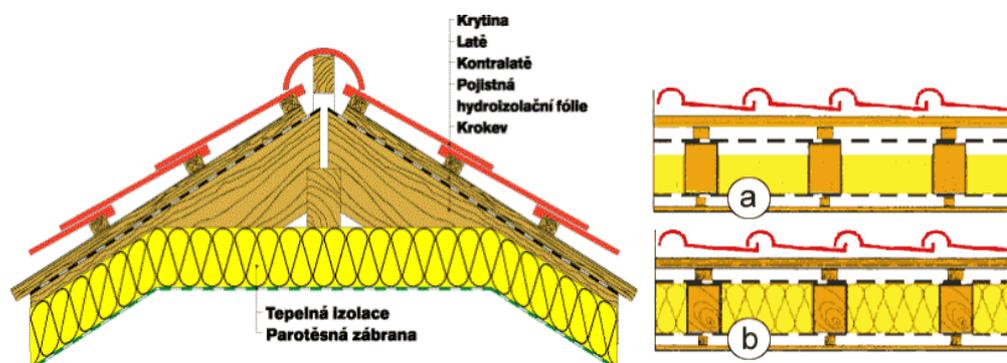
- nedochází ke zmenšení obytného prostoru
- vynechání vnější omítky-možno aplikovat přímo na obvodový plášť
- zvýšení akumulace tepla ve zdivu - zkrácení topného cyklu
- zvýšená tepelná pohoda i v letním období
- úplné vyloučení vzniku trhlin vnějšího pláště
- snížení potřeby paliv - snížení znečištění ovzduší
- úplné vyloučení tepelných mostů v místech nosníků, stropů apod.
- odstranění příčiny vzniku plísní na vnitřních stěnách
- možnost nového architektonického řešení fasády

3. Zateplení a zaizolování střešních prostorů

Zateplení střech patří mezi profesně obtížné úkoly:

- střecha je namáhána působením povětrnosti, navíc odlišně v jednotlivých svých částech,
- souvislou tepelně izolační vrstvu zajistí jen návaznost střechy na obvodové zdi,
- tepelná izolace střechy musí být doplněna kvalitní hydroizolací; případná kondenzace vodních par by znamenala snížení tepelně izolačních vlastností,
- různost konstrukce střech a jejich údržby neumožňuje jednotné jednoduché řešení.

Doporučené skladby zateplení šikmých střech krokovými pasy jsou patrné z obrázku, který je doplněn i doporučeným tepelným odporem a tloušťkou izolace pro sklon střechy do 45°. Pro docílení doporučeného tepelně izolačního odporu je nutno zvýšit tloušťku izolace ROTAFLEX Super® na 160 mm.



*Zateplování šikmých střech krokovými pasy

*Detail osazování krokovými pasy
a) odvětrávaná střecha
b) neodvětrávaná střecha

Další info na: <http://www.rotaflex.cz/jak-sikme-strechy.htm>

B. Způsob vytápění a ohřev TUV

1. Solární energie

Sluneční energie (sluneční záření, solární radiace) představuje v nějaké formě drtivou většinu energie, která se na Zemi nachází a využívá. Vzniká jadernými přeměnami v nitru Slunce. Vzhledem k tomu, že vyčerpání zásob vodíku na Slunci je očekáváno až v řádu miliard let, je tento zdroj energie označován jako obnovitelný. Energii ze slunce lze využívat aktivně i pasivně. Aktivními prvky jsou solární kolektory. Při navrhování solární techniky používáme hlavně 3 veličiny. **Solární výkon, solární energie a účinnost.**

Solárním výkonem rozumíme množství slunečního záření ve W na jednotku plochy (m²). Globální (celkové) sluneční záření (přímé + difuzní) je maximální 1000 W/m². Záření kolísá podle lokality, roční doby, denní doby a podle počasí. Letní obloha s jednotlivými mraky, které slunce prozáří má záření v úrovni 800 W/m², oblačnost se slunečním prosvětlením 300 W/m², chladný zimní den 100 W/m². Z těchto hodnot solární kolektor má účinnost 80 - 50 % V praxi se nejčastěji používá solární výkon uvažovaný na delší období (den a rok) v jednotkách kWh/m² den, kWh/m² rok.

Solární energie je energie, která dopadne za určitý čas na jednotku plochy. Nejčastěji se používají jednotky kWh/m². V zimě je na 1 m² za den 1 kWh, v létě je výkon 5 x větší. Roční výkon se pohybuje od 900 do 1300 kWh/m². V průměru můžeme počítat s výkonem 1100 kWh/m² ± 10 %.

Světelné záření ze slunce se přemění na absorberu v energii tepelnou (infračervené záření). Tepelná energie je předána kapalině v trubkách absorberu a kapalinou dále vedena k jednotlivým spotřebičům. Za kapalinu se většinou používá mrazuvzdorná směs (vodní roztok glykolu). Při přeměně záření a předávání tepla spotřebičům vznikají ztráty. Solární systémy charakterizuje tepelný zisk případně provozní účinnost solárního systému za určité období.

Účinnost je poměr mezi energií získanou (tepelný zisk) a energií dodanou (dopadající sluneční záření).

Z výše uvedených informací vyplývá, že nejdůležitější částí solárního systému je kolektor.

Teoreticky možný zisk ze slunečního záření je dále snížen řadou faktorů:

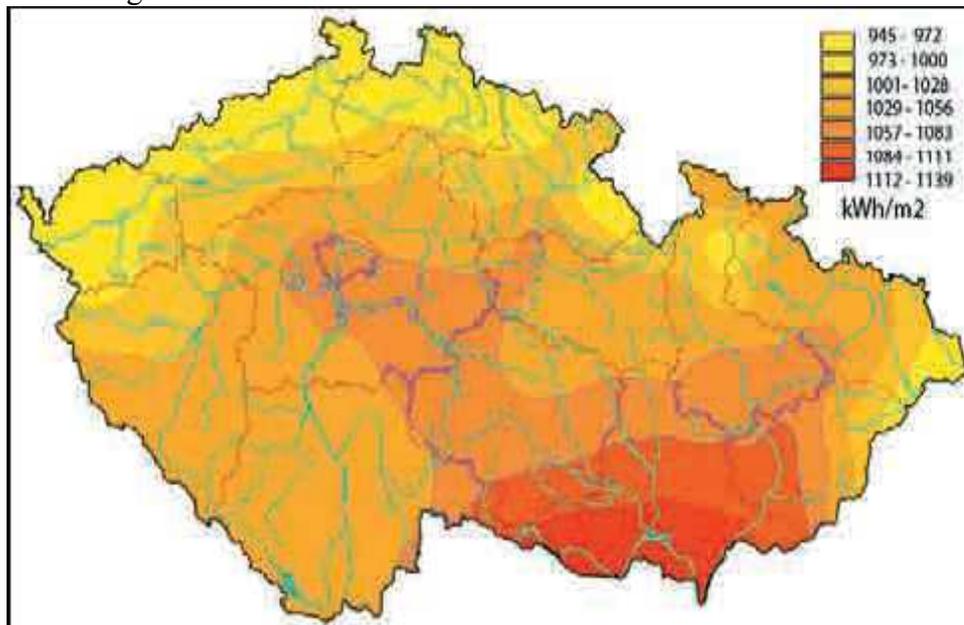
- 1) Typem kolektorů, jejich vlastnostmi a jejich účinností.
- 2) Vztah mezi okolní teplotou a požadovanou teplotou spotřebiče.
- 3) Ztráty tepla.
- 4) Orientací kolektorů (odchylka od jihu - nejlépe jih, lze i jihovýchod a jihozápad, nikdy ne sever).
- 5) Sklonem kolektorů (celoročně doporučujeme 45 °, v zimě strmější, v létě plošší sklon).
- 6) Stupněm znečištění atmosféry a kolektorů.
- 7) Lokalizací (vliv nadmořské výšky, klimatu, zeměpisné šířky a délky).

Kolektory se vyrábí v mnoha provedení. Já sem si pro svůj projekt vybral:

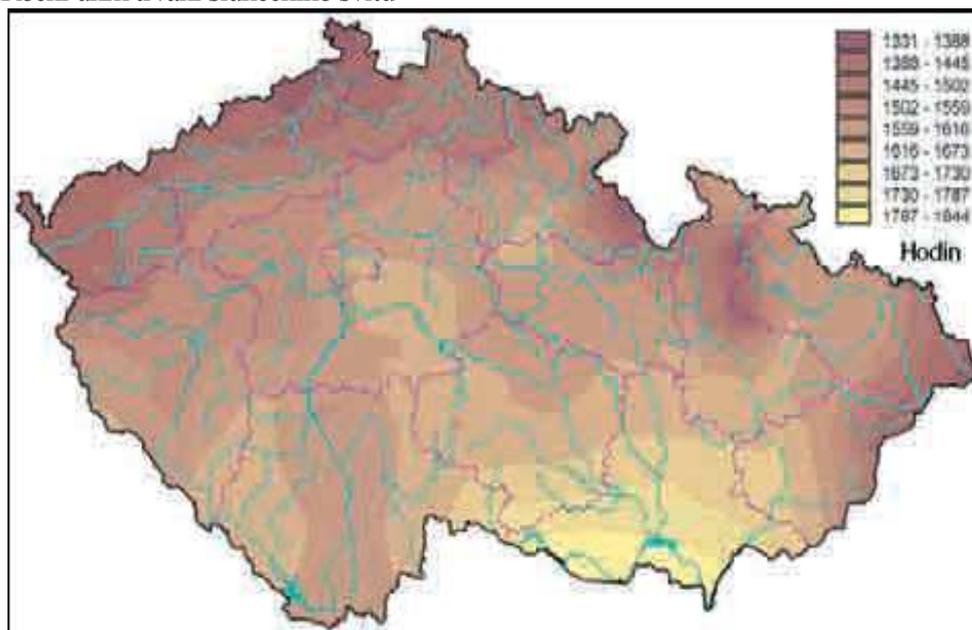
Kolektor OPC15 s vakuovými absorpčními trubicemi.

Popisné mapy

Roční úhm globálního záření



Roční úhm trvání slunečního svitu



VOLENÝ SYSTÉM

Solární systém s plynovým kotlem a zásobníkem TV

2. Specifikace zvoleného systému

Kolektor OPC15

Je kolektor s vakuovými absorpčními trubicemi, které jsou tvořeny jedním tělesem z borosilikátového skla. 360° absorpční trubice je zcela oddělena od solárního oběhu. Zachycená energie se přenáší na těsně přiléhající aluminiový potah a měděné vedení naplněné teplotněstabilním médiem. Velké kontaktní plochy zajišťují efektivní přenos energie. Kolektor má účinnou plochu 2,5m², jeho hmotnost je 45 kg.



Možnosti použití:

- standardní ohřev vody
- podpora topení s vysokým stupněm pokrytí
- řízené vytápění a ohřev
- pro rodinné domy, činžovní domy a atd

Vakuový solární modul OPC 15

2.13 m² - celková plocha

1.72 m² - jímací plocha

2.51 m² - účinná absorpční plocha

15 trubic - 1505 mm

Trubice pro každé počasí a pro každé roční období

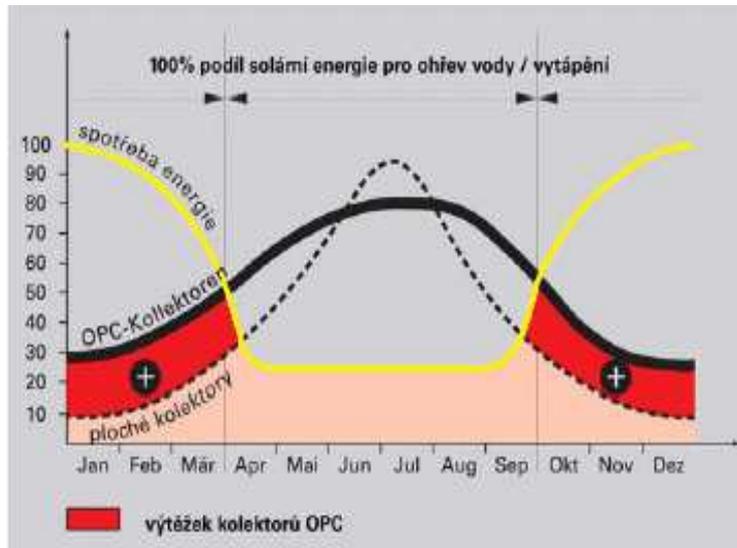
Naše 360° absorpční trubice využívají po celý rok nejefektivnějším způsobem sluneční energii a dodávají teplo do domu, i když je zataženo. Ve srovnání s jinými kolektory přijímá absorpční trubice díky technologii 360° přímé a difúzní záření v mnohem větší míře. Dohromady s vakuovou izolací je s našimi 360° absorpčními trubicemi dosaženo dosud nedosažitelných výkonových hodnot. Dokonce i při minusových teplotách zabraňuje tato konstrukce tepelným ztrátám. Vakuum v mezeře mezi do sebe zatavenými skleněnými trubicemi nelze poškodit. Izolační účinek zůstává beze změn. Díky tomu poskytuje 360° absorpční trubice po celou dobu své životnosti konstantní vysoký výkon.

Dvojnásobné plus, větší zisk ze solární energie po celý rok

Vakuová izolace a velká 360° absorpční plocha zaručují i v přechodných obdobích 100% pokrytí solární energií, neefektivní topný provoz odpadá. Tato kombinace přináší vysoce využitelnou energii ze slunce i při zimních minusových teplotách, oblačnosti nebo dešti.

Nejvyšší výkon díky optimalizaci									
Kolektory	OPC 10				OPC 15				
max. výkon na kolektor*	1000 W				1500 W				
max. výkon na m ² jímací plochy	870 W				882 W				
hodnoty stupně účinnosti (G=800W/m ² /jímací plocha)									
Eta	(x=0.00)	0.78	(x=0.05)	0.69	(x=0.10)	0.57			
faktory korekce sklonu									
	0	10	20	30	40	50	60	70	90
K(0)/trans	1.0	1.0	1.0	0.9	0.84	0.93	1.08	1.03	0.0
* při solárním záření 1000 W/m ²									
Železné pravidlo pro zařízení na ohřev vody									

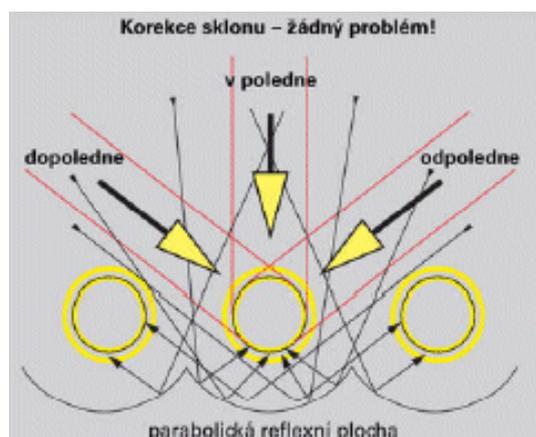
1 osoba = 10 trubice = 100 l zásobník

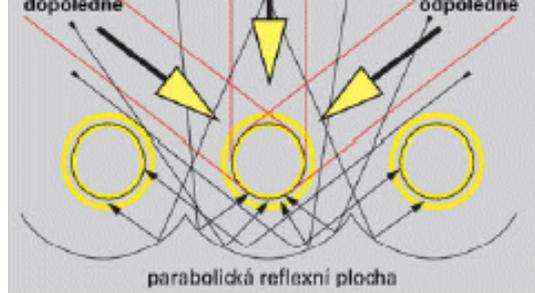


- Absorpční trubice je jednolitým skleněným tělesem. Neobsahuje žádné napojení skla na kov.
- Po celou dobu životnosti zůstane vakuum zachováno jako špičková izolace.
- Kulatý absorbér vytváří záchytnou plochu maximální velikosti a zhodnocuje až 80% difúzního záření.
- Stupeň účinnosti zůstává stejně vysoký po celou dobu životnosti, protože izolace a absorpční vrstva se postupem času neztenčují.
- Trubice může být poškozena pouze mechanicky. Dokonce i trubice, v níž došlo ke ztrátě vakua a nenese žádné známky prasknutí skla, je okamžitě rozeznatelná podle mléčného zbarvení vodní páry. Plíživá ztráta výkonu solárního systému je vyloučena.
- Vnitřní skleněná trubice je potažena devíti vrstvami z nitridu mědi.

Žádný problém s osvitem - denně dlouhé využívání energie

Správné nastavení geometrie kolektoru - seřízení vzdálenosti mezi trubicemi a reflektorem - zajišťuje využívání solární energie po maximální dobu. Od časného rána až do pozdního odpoledne je absorbér optimálně ozařován. Optimalizovaný, parabolický reflektor zajišťuje osvit zadní strany absorpční trubice přímým i nepřímým solárním zářením.





- Maximální výnosy při malých rozměrech
- Certifikace podle výkonu a kvality
- Vysoká hustota trubíc a vynikající technika reflektoru
- Žádné optické zkrácení šikmým zářením ráno a odpoledne
- Vysoký stupeň využití v průběhu roku
- Vysoký stupeň využití v průběhu dne
- Vysoký stupeň využití po celou dobu životnosti
- Vysoká kvalita materiálu a zpracování: hliník, borokřemičité sklo 3.3 potažené nitridem mědi, měď, ocel, EPDM/silikon, zesílená umělá hmota, skleněná vata
- Využití pro ohřev vody, podporu topení, řízené vytápění a ohřev, chlazení
- Připojení kolektoru běžným nářadím, bez pájení, bez svařování
- Flexibilní velikost zařízení, od malých až po největší s garantovaným nejvyšším výkonem
- Všechny materiály recyklovatelné
- Vhodné pro novostavby, sanace nebo nahrazení již existujících zařízení
- Solární řídicí program Polysun, T-SOL

Kotel Therm 28 KDZ 10

kotel pro vytápění a ohřev TUV

Nová varianta kondenzačního kotle s vestavěným zásobníkem, Therm KDZ 10 vycházejí z naší prověřené a úspěšné řady kondenzačních kotlů KD. Ekonomické a ekologické výhody kondenzační techniky, komfortní nepřímo ohřívání zásobník TUV, moderní provedení s důrazem na prostor a design v kvalitním zpracování, jsou přednosti, které s myšlenkou do budoucnosti vybízí k dokonalému řešení Vašeho vytápění a ohřevu TUV.

TECHNICKÉ ÚDAJE	jednotky	28 KDZ 10
Verze		stacionární
Provedení		turbo
Palivo		ZP,P
Max. výkon při $\Delta t = 80/60$ °C	kW	26
Max. výkon při $\Delta t = 50/30$ °C	kW	28
Min. výkon při $\Delta t = 50/30$ °C	kW	6,6
Účinnost	%	98-106
Třída NO _x		5
Vestavěný zásobník TUV	l	100
Zásobník		smaltovaný
Doba ohřevu zásob. z 5 na 60°C	min.	12
Hmotnostní tok spalin	g.s-1	3,1-14,7
El. napájení	V/Hz	230/50
El. příkon	W	150
Stupeň krytí el. části		IP 41
Rozměry: výška / šířka / hloubka	mm	1415/520/597



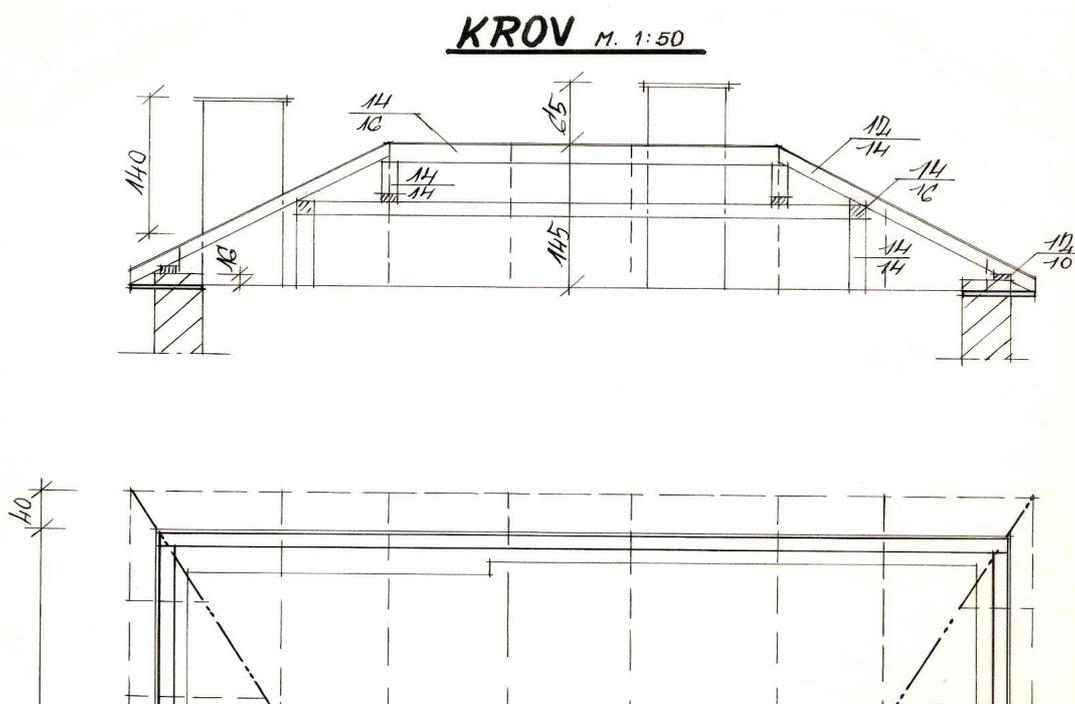
Tabulka komponentů

Pro rodinné domy s maximálně 4 členy domácnosti	
název	množ.
Vakuový solární modul OPC 15	
Kotel Therm 28 KDZ 10	1
Opentherm regulátor PT 55	1
Základní montážní sada B10 pro montáž nastřechu s plechovou krytinou „na lem“	4
Odvzdušňovací ventil 3/8" - pro solární s.	1
Kulový kohout solární 3/8" M/F, do 200° C	1
Separátor vzduchu EL 43 bez odvzd. v. - 3/4"	1
Čerpadlová sk. FlowCon S+DeltaSolBS/3 - trubková	1
Teploměr d=63 příložený s připevňovací pružinou, 0-12	1
Expanzní nádoba 12 l- R8, 6 bar solar	1
Snímač záření PSF2	1
Čerpadlová soustava OSS I typ 1-60(jedna větev potrubí)	1
Základní sada Tichelmannovy hydrauliky T 10/15	5
Zásobník 200 l, 2 x had, vč. izolace	1
Termostatický ventil směšovací TV MT52 vne 1", 30 - 70°	1
Tyfocor LS - Solární kapalina (hotová směs)	60l
AEROLINE PRO– dvojitě potrubí s izolací zabalené v ochranné textilii, s kabelem čidla	15m

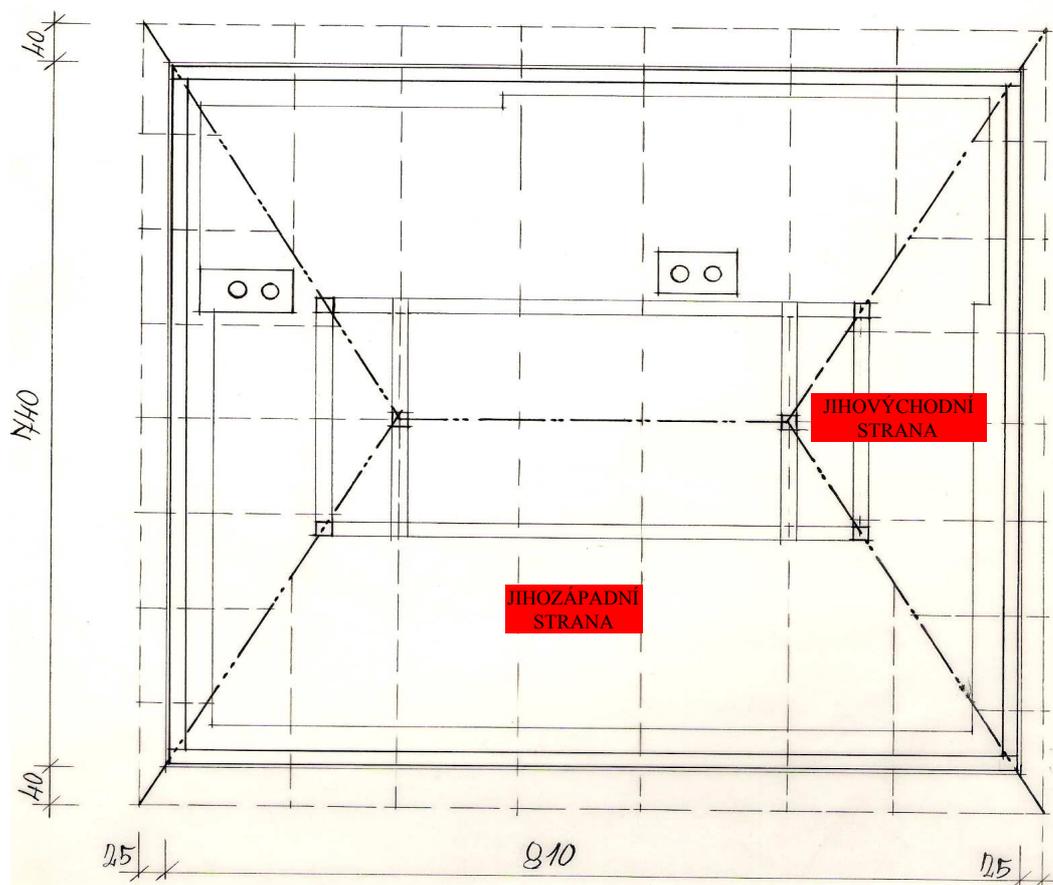
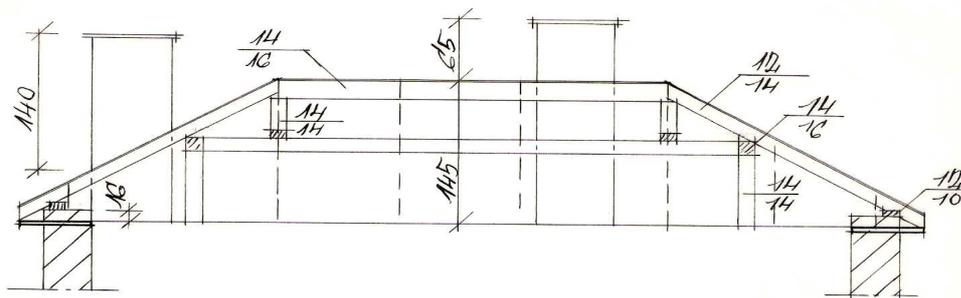
4. Návrh a výpočet solárních kolektorů

Solární kolektory budeme využívat celoročně v kombinovaném provedení na vytápění a ohřev TUV, takže velikost účinné plochy volíme maximální dle plochy střechy na kterou budeme kolektory umísťovat.

Výpočet polohy střechy na umístění solárních kolektorů **umístění**



KROV M. 1:50

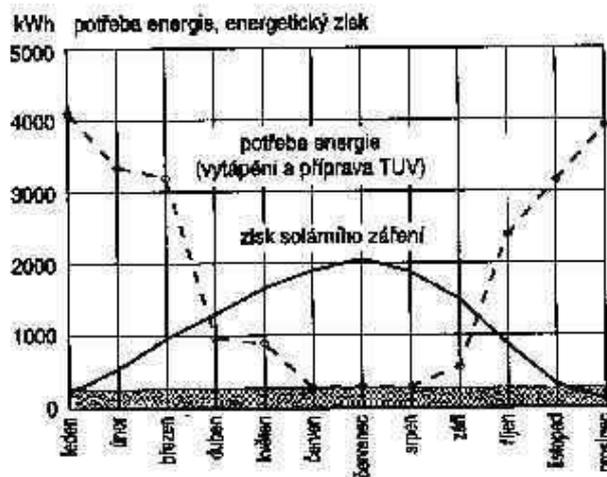


Poloh kolektorů $S_1 := 2.13$

Plocha třechy $S_2 := 9$

Počet kolektorů $P := \frac{S_2}{S_1}$ $P = 4.225$ volíme 4 kolektory

Výpočet systému



Obr1: Potřeba energie a možné zisky solárního záření

Energie sluneční radiace dopadající na osluněnou plochu:

$$Q_{s,den} := t_p \cdot Q_{s,den,teor} + (1 - t_p) \cdot Q_{D,den} \quad \text{Wh.m}^{-2}$$

Kde :

$Q_{s,den,teor}$ - teoretické množství dopadajícího slunečního záření na m^2 plochy za den při jasné obloze [Wh.m^{-2}] - viz tab.1 = průměrná měs. hodnota podle úhlu naklonění plochy a

$a = 0^\circ$ - vodorovná plocha

$a = 90^\circ$ - svislá plocha

$Q_{D,den}$ množství difúzního slunečního záření dopadající na m^2 za den [Wh.m^{-2}] - viz tab.2 = průměrná měs. hodnota ~ na a a

t_p poměrná doba slunečního svitu - viz tab.2

$$Q_{s,měs} := n \cdot Q_{s,den} \quad \text{Wh.m}^{-2}$$

Kde :

n - . počet dnů v měsíci

I - XII : měsíce v roce

Tabulka č.1	a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q_{s,den,teor}$ [kWh.m^{-2}]	45°	3,40	4,96	6,70	8,06	9,42	9,64	9,42	8,06	6,70	4,96	3,40	2,70

Tabulka č.2	a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q_{D,den}$ [kWh.m ⁻²]	45°	0,48	0,69	0,97	1,22	1,40	1,45	1,40	1,22	0,97	0,69	0,48	0,40
t_p [-]		0,21	0,32	0,42	0,45	0,51	0,54	0,55	0,55	0,53	0,37	0,21	0,14

Energie zachycená kolektorem:

$$Q_k := \eta_k \cdot Q_{s,den}$$

Kde:

Q_k - energie zachycená kolektorem [kWh . m⁻²]

η_k - účinnost kolektoru závislá na konstrukci kolektoru ,teplotě venkovního vzduchu a provozní teplotě zařízení

$$\eta_k := (1 - r) - \frac{(k_1 + k_2) \cdot (t_a - t_v)}{I_s}$$

Kde:

r - poměrná reflexní schopnost skel kolektoru

= 0,1 až 0,15 - ..dokonale čistá skla

= 0,15 až 0,20 - mírně znečištěná skla

I_s - střední měrný tepelný tok dopadajícího záření [W. m⁻²] -tab.3 = průměrná měsíční hodnota podle úhlu naklonění plochy a .souč. znečištění atmosféry $Z=3$

k_1 - souč. prostupu tepla vrstvou na přední straně (skla) [W. m⁻².K⁻¹]-tab.4

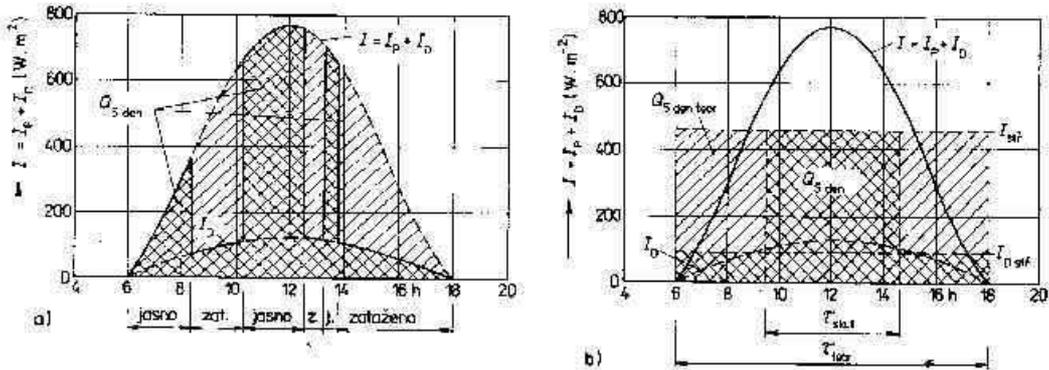
k_2 - souč. prostupu tepla vrstvou na zadní straně kol. [W. m⁻².K⁻¹]-tab.4

t_a - střední teplota absorpční plochy (tekutiny proudící absorb.) [°C] -tab.4

t_v - střední teplota vzduchu v době slunečního svitu [°C] -tab.3

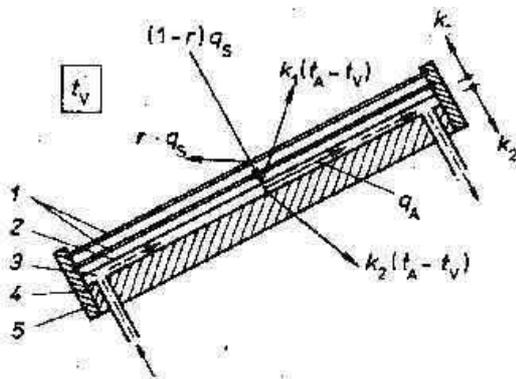
Tabulka č.3	a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I_s [W.m ⁻²]	45°	412	490	558	580	600	590	600	580	558	490	412	344
t_v [°C]		2,2	3,4	6,5	12,1	16,6	20,6	22,5	22,6	19,4	13,8	7,3	3,5

Tabulka č.4		
$k_1 + k_2$	Druh kolektoru	Doporučená t_a
2,5 [W. m ⁻² .K ⁻¹]	Vakuovaný kolektor	> 100 °C



⇒ Určení energie $Q_{S \text{ den}}$ (W.h.m²) dopadající za den se střídavou oblačností na 1 m² osluněné plochy

- podle časového střídání fáze „jasno“ a „zataženo“;
- podle poměrné doby slunečního svitu $\tau_p = \tau_{\text{sln}} / \tau_{\text{teor}}$



⇒ Schéma plochého slunečního kolektoru
 1 – krycí skla; 2 – absorpční plocha; 3 – dutina s teplosnosnou kapalinou; 4 – tepelná izolace; 5 – rám kolektoru

Výpočet energie zachycené kolektory

Výpočet se provádí pro průměrný den každého měsíce, kdy předpokládáme využití kolektoru a vztahuje se na 1 m² plochy kolektoru

měsíc	t_v	$t_a - t_v$	I_s	h_k	$Q_{s,den,teo}$	$Q_{D,den}$	t_p	$Q_{s,den}$	$Q_{k,den}$
	[°C]	[°C]	[W · m ⁻²]		[kWh.m ⁻¹]	[kWh.m ⁻¹]		[kWh.m ⁻¹]	[kWh.m ⁻¹]
Leden									
Únor									
atd.									

Dle uvedených vzořeků a tabulek lze pohodlně tabulku doplnit a tak lehce zjistit celkové získané teplo ze solárních kolektorů v jednotlivých dnech i měsících v roce

Přibližná Výroba energie solárním systémem

Měsíc (kWh/m ²)	Vyrobená energie (kWh)
I.	7
II.	22,8
III.	45,9
IV.	65,4
V.	80,5
VI.	84,9
VII.	96,4
VIII.	92,9
IX.	76,1
X.	43,6
XI.	11,7
XII.	2,3
Celkem	629,5

orientace na jih až jihozápad
a sklon kolektoru přibližně 45°

5. Vypočet potřebné energie a úspory

Roční potřeba tepla je množství energie, dodané do objektu za rok

$$Q_r := Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} \quad \text{Wh / rok}$$

Q_r roční potřeba tepla

$Q_{VYT,r}$ roční potřeba tepla pro vytápění

$Q_{TUV,r}$ roční potřeba tepla pro ohřev TUV

Roční potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{VYT,r} := \frac{24 \cdot Q_c \cdot \epsilon \cdot D}{t_{is} - t_e} \quad \text{Wh / rok}$$

$Q_{VYT,r}$ roční potřeba tepla [Wh/rok]

Q_c tepelná ztráta objektu dle ČSN 060210 [W]

ϵ opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučastnost tepelné ztráty infiltrací [-]

D počet denostupňů [d.K]
průměrná výpočtová vnitřní teplota [°C],

t_{is}

- Pohybuje se v rozmezí 14-21,5 °C
- Lze ji stanovit odborným odhadem
- Pro obytné budovy uvažujeme 18,2-19,1 °C

výpočtová venkovní teplota [°C]

t_e

- Stanovuje se dle tepelné oblasti

Opravný součinitel ϵ

$$\epsilon := \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_x}$$

e_i nesoučastnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem. Protože tepelná ztráta infiltrací v běžných případech tvoří 10-20 % celkové tepelné ztráty, volí se součinitel $e_i=0,8-0,9$

e_t snížení teploty v místnosti během dne resp. noci. V některých objektech je vlivem vhodné regulace možno snížit teplotu po určitou část dne. Součinitel e_t se volí v rozmezí 0,8 např. pro školy s polodenním vyučováním až po 1,0 pro nemocnice, kde vyžadujeme 100 % výkon otopné soustavy po celých 24 hodin.

e_d zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu e_d . Podle využití budov v průběhu týdne se volí součinitel e_d v rozmezí od 1,0 pro budovy se sedmidenním provozem, přes 0,9 pro budovy se šestidenním a 0,8 pro budovy s pětidenním provozem.

η_o účinnost rozvodu - volí se v rozmezí 0,95-0,98 podle provedení.

η_x účinnost obsluhy resp. možnosti regeulace soustavy - volí se v rozmezí 0,9 pro kotelnu na pevná paliva bez rozdělení kotelny na sekce až po 1,0 pro plynovou kotelnu s otopnou soustavou rozdělenou do sekcí např. podle světových stran s automatickou regulací

Počet denostupňů

$$D := (t_{is} - t_{es}) \cdot d \quad \text{K.den}$$

t_{is} průměrná výpočtová vnitřní teplota v budově [°C]

t_{es} průměrná venkovní teplota v otopném období [°C]

d počet dnu otopného období v roce

Roční potřeba tepla pro ohřev TUV

$$Q_{TUV,r} := Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{55 - t_{sv1}}{55 - t_{sv2}} \cdot (350 - d) \quad \text{W.h.rok}^{-1}$$

$Q_{TUV,d}$ denní potřeba vody pro ohřev TUV [Wh.rok⁻¹]

d počet dnů otopného období v roce

0,8 součinitel zohledňující snížení spotřeby TUV v létě

t_{sv1} teplota studené vody v létě (zpravidla +15 °C)

t_{sv2} teplota studené vody v zimě (zpravidla +5 až +10 °C)

350 počet pracovních dní soustavy v roce, kdy se připravuje TUV.
Individuálně je možno tuto hodnotu zvýšit až na 365.

Denní potřeba tepla pro ohřev TUV

$$Q_{TUV,d} := \rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot \frac{(t_2 - t_1)}{3600} \quad \text{kWh}$$

ρ měrná hmotnost vody [~1000 kg/m³]

c měrná tepelná kapacita vody [4,182 kJ/kgK]

V_{2p} celková potřeba TUV v periodě [m³/per]

t_2 teplota ohřáté vody [~55 °C]

t_1 teplota studené vody [~10 °C]

Zjistíme - li Q_r a Q_k , tak je hned patrné kolik tepla ušetříme použitím solárních kolektorů a kolik tepla musíme dodat pomocí kondenzačního plynového kotle

6. Praktický výpočet

Závislost teploty ohřevu na rychlosti průtoku potrubí

Počáteční teplota $t_1 := 298,15 \cdot \text{K}$ $t_0 := 288,15 \cdot \text{K}$

Rychlost průtoku potrubím $v := 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Průměr potrubí $d := 0.02 \cdot \text{m}$

Měrná tepelná kapacita teplotnosné látky: $c := 2600 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

Hustota teplotnosné látky $\rho := 780 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Výkon získaný z 1m^2 kolektoru $Q_T := 1500 \cdot \text{W}$

Výpočet pro určení závislosti teploty na rychlosti proudění

$$\Delta t := \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot \rho \cdot v \cdot c \cdot d^2} \quad \Delta t = 3.924 \text{ K}$$

Změna teploty $t_2 := t_1 + \Delta t$ $t_{c2} := t_2 - t_0$

Konečná teplota $t_2 = 302.074 \text{ K}$ $t_{c2} = 13.924 \text{ K}$

Spotřeba tepla pro ohřev užitkové vody

Teplota vody- voda se ohřívá z teploty t_3 na teplotu t_4 $t_3 := 10 \text{ K}$ $t_4 := 40 \text{ K}$

Objem zásobníku $O := 1 \cdot \text{m}^3$

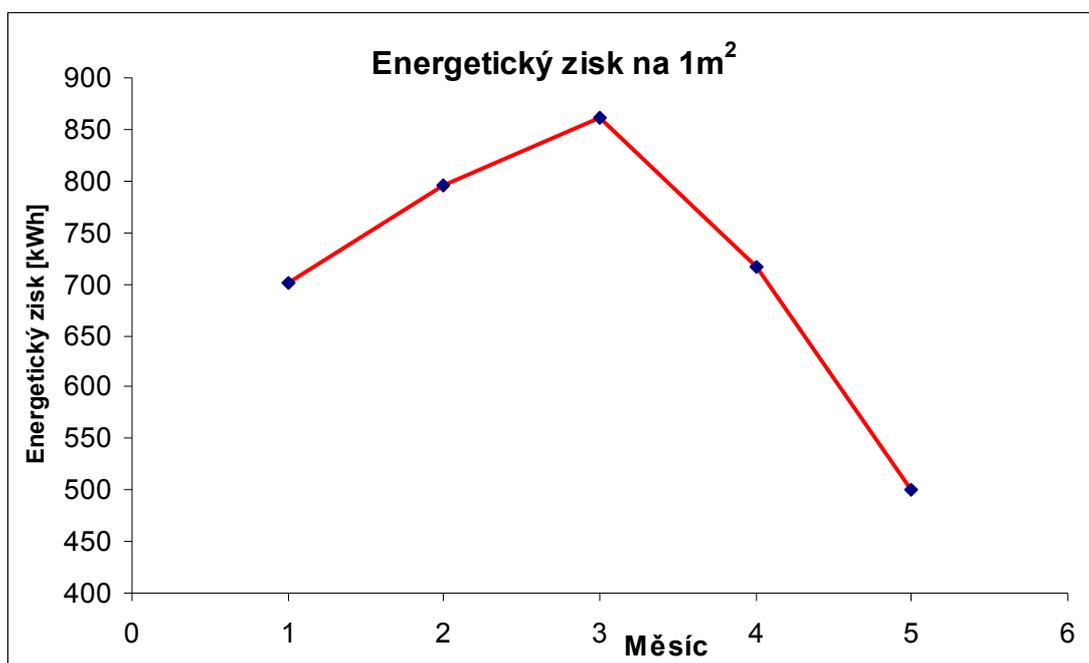
Hustota vody při střední teplotě $\rho_W := 995.6 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Měrná tepelná kapacita vody $c_W := 4200 \cdot \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$$Q_{\text{spotř}} := c_W \cdot \rho_W \cdot O \cdot (t_4 - t_3) \quad \text{MJ} := 10^6 \cdot \text{J}$$

$$Q_{\text{spotř}} = 125.446 \cdot \text{MJ}$$

měsíc	Pro průměrný den v měsíci		Pro celý měsíc	
	zachycená energie	rozdíl mezi zachycenou energií a spotřebou tepla	zachycená energie	rozdíl mezi zachycenou energií a spotřebou tepla
	(kW . h)	(kW . h)	(kW . h)	(kW . h)
V	22,6	-0,4	701	-12
VI	26,5	3,5	795	105
VII	27,8	4,8	862	149
VIII	23,1	0,1	716	3
IX	16,7	-6,3	501	-189



7. Zdroje informací a doplňující informace

<http://www.thermona.cz>

<http://www.rotaflex.cz>

<http://www.topin.cz/ztraty.asp>

<http://www.stavebniny-svp.cz>

<http://tzb.fsv.cvut.cz>

<http://www.vekra.cz>

www.louisa.cz

<http://www.baushop.cz>

www.solarnisystemy.com

<http://www.solartop.cz/>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Sol%C3%A1rn%C3%AD>

<http://www.azsolar.cz/vytapeni.html>

8. Závěr

Solární energie je jednou z mnoha obnovitelných zdrojů energie, kterou lze k účelům vytápění a ohřevu TUV využít. Můj projekt je pouze model a návrh, jak by šlo daný problém u rodinného domu z 60. let vyřešit. Finanční náročnost a ani případnou návratností se nezabývám, ale je hodně patrné, že by se takovýto projekt hodně prodražil a jen málo kdo by měl na to naráz takto rozsáhlou investici provést.

Specifikace rodinného domu

1. Plány rodinného domu



Pohled JIHOZÁPADNÍ.jpg



Pohled JIHOVÝCHODNÍ.jpg



Sklepy.jpg

2. Fotky rodinného domu



Fotka.jpg



fotka (1).JPG



fotka (2).jpg



fotka (3).jpg

3. Obecné informace

Rodinný dům z přelomu roků 1969 – 1970

Poloha: kraj Vysočina,
okres Havlíčkův brod,
město LEDEČ NAD SÁZAVOU (6 229 obyvatel)

Obvodové zdivo: cihla pálená – 40cm

Vnitřní příčky: cihla pálená – 15cm

Dveře: dřevná s prahy

Okna: plástová, pěti komorová,
*původní: dřevná dvouokna se vzduchovou mezerou, neutěsněna

Fasáda: polystyren 8cm, jednovrstva perlínky a lepidla, stěrková venkovní malby

*původní: nezateplený břízolit

Vytápění:

plechové radiátory, rozvod řešen měděnými trubkami systémem dvou stoupaček do obou pater ze sklepa, dostatečný kw příkon na všechny místnosti kromě: vstupní haly, ze které je přístup na obě schodiště, jak do sklepa, tak do prvního patra, která nejsou obě taktéž vytápěna. Dále celý sklep a garážový prostor není vytápěn.

Nové: plynový kotel s kombinací s slunečním vytápěním
Staré: kotel na pevná paliva (černé uhlí)

Ohřev TUV: Nové: plynový kotel s kombinací s slunečním vytápěním
Staré: elektrická energie

D. Obsah

A. Úspora energie

1. výměna starých dřevěných oken za nová plastová okna
2. tepelná izolace fasády domu
3. zateplení a zaizolování střešních prosto

B. Způsob vytápění a ohřev TUV

1. solární energie
2. specifikace zvoleného systému
3. technický popis zvoleného systému
4. návrh a výpočet solárních kolektorů
5. vypočet potřebné energie a úspory
6. praktický vypočet
7. zdroje informací a doplňující informace
8. závěr

C. Specifikace rodinného domu

1. Plány rodinného domu
2. Fotky rodinného domu
3. Obecné informace

E. Obsah

