

PSM – stavební zpravodaj

Civil engineering bulletin. Circulation 10 000. Distributed only to abonents. Informations about new materials and techniques.

Published article: Bechník, Bronislav. Solar Energy for Heating of Pools.

Date of publication: July 2008

Title page

PSMCZ

www.psmcz.cz

DIRICKX SOFOMA
PŘÍSTĚŘICKO

3-2008

stavební zpravodaj

ISSN 1802-6907

Nová generace plynových závěsných kondenzačních kotlů CERAPUR



Budoucnost kondenzační techniky s inteligentním začleněním solárního softwaru.

Teplo pro život.

 **JUNKERS**

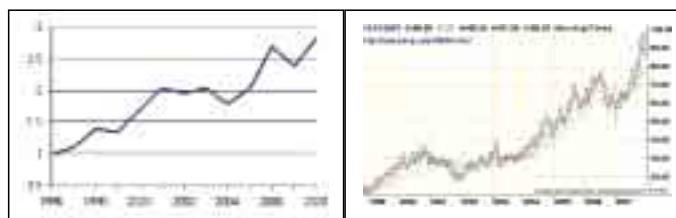
Solární energie pro ohřev bazénů

1. Proč využívat solární energii

Vzato do důsledků, veškerá energie, kterou na Zemi používáme pochází ze Slunce, od přímého využití, přes biomasu až po ropu. Dokonce i uran využívaný v jaderných elektrárnách má původ v explozích supernov, hvězd větších než naše Slunce.

Česká republika patří v rámci EU k zemím s energeticky nejnáročnějším hospodářstvím a s tím spojená produkce CO₂ na osobu patří rovněž k nejvyšším v EU.

Jedno z ekonomicky nejlepších opatření ke snížení emisí CO₂, ale i nákladů na ohřev vody, je využití solární energie. Investiční náklady do solárních systémů jsou sice obvykle vyšší ve srovnání s konvenčními systémy, Slunce však nikdy nevystaví fakturu za dodanou energii.



Růst ceny zemního plynu

Růst ceny ropy

2. Proč se zaměřit na plavecké bazény

Na jedné straně jsou plavecké bazény významnými spotřebiteli energie. Vlastníci bazénů, většinou obce, utráčí za ohřev vody miliony korun ročně. Ve většině případů je energie získávána spalováním fosilních paliv. Ceny fosilních paliv, a tím i náklady na ohřev vody však v poslední době prudce stoupají.

Na druhou stranu požadavky na teplotu vody jsou u plaveckých bazénů nízké, optimální teplota vody pro rekreační plavání je v rozmezí 24 až 28 °C. Tomu odpovídá i teplota vody na výstupu ze solárního systému. Obvykle postačí teploty do 40 °C. Pro ohřev vody například ve sprchách je však nutná teplota kolem 50 °C.

Vzhledem k nízkým požadavkům na teplotu vody je možno použít nejjednodušší a nejlevnější dostupné kolektory. Technická řešení lze obvykle snadno integrovat do stávajících systémů. Solární ohřev venkovních bazénů proto může být v řadě případů efektivnější než konvenční systémy ohřevu vody.

2.1. Projekt SOLPOOL



SOLPOOL (Solar Energy Use in Outdoor Swimming Pools) je mezinárodní projekt, jehož cílem je zvýšit užití solárních systémů k ohřevu vody ve venkovních plaveckých bazénech. Na projektu spolupracují neziskové organizace ze sedmi zemí EU. V České republice se projektu účastní Czech RE Agency, o.p.s.

Cílem projektu je předat zájemcům kvalifikované nezávislé informace o možnostech využití slunečního záření k ohřevu vody ve venkovních plaveckých bazénech. K tomuto účelu jsou organizovány odborné semináře pro dvě hlavní cílové skupiny – jednak pro vlastníky a provozovatele venkovních plaveckých bazénů a jednak pro firmy zabývající se instalací solárních systémů. Veškeré informace ze seminářů jsou dostupné na webových stránkách projektu www.solpool.info a na informačním CD.

Očekává se, že více než 10 % venkovních plaveckých bazénů bude nově vybaveno fototermickými systémy. Výsledkem bude významná redukce emisí CO₂ a vyšší využití obnovitelných zdrojů energie. K podpoře rozhodování o investicích do solárního ohřevu byl vyvinut jednoduchý ekonomický výpočetní nástroj Impact Advisor.

Zájemci o informace z projektu SOLPOOL se mohou zaregistrovat na <http://www.solpool.info/2009.0.html>. Registrace a veškerý informační servis (semináře, občasník, konzultace) je zdarma.

2.2. Czech RE Agency, o.p.s.

Obecně prospěšná společnost Czech RE Agency je nezisková organizace, která orientuje svoji činnost na podporu obnovitelných zdrojů energie (OZE) a udržitelného rozvoje. Od svého založení úzce spolupracuje s řadou vědeckých pracovišť, vysokých škol a dalších organizací zabývajících se OZE. Spolupráce je zaměřena především na projekty vědy a výzkumu a projekty environmentální osvěty. V současnosti se Czech RE Agency zabývá zejména propagací a rozvojem fotovoltaiky.

Kontaktní adresa

Czech RE Agency, o.p.s.

Televizní 2618,

756 61 Rožnov p. Radhoštěm

www.czrea.org

Kontaktní osoba

Ing. Bronislav Bechník, Ph.D.

tel. +420 602 771 371

fax +420 575 750 098

bronislav@czrea.org

3. Solární systémy pro plavecké bazény

3.1. Kolektory

Vzhledem k nízkým požadavkům na teplotu vyhoví pro solární vytápění bazénů jakékoli kolektory. Z ekonomického hlediska jsou však použitelné dva typy – nezasklené absorbery a ploché kolektory. Mimoto je možno využít jiná řešení – teplo z plechové střechy, odpadní teplo z kogenerační výroby elektrické energie, kterého je v létě nadbytek nebo teplo z technologických procesů.

Nezasklené absorbery

Nezasklené absorbery jsou vyráběny z plastu (propylen – PP, polyetylen – PE a další) nebo ze syntetického kaučuku (EDPM). Všechny tyto materiály jsou do jisté míry odolné bazénové chemii, celý solární systém proto může být velmi jednoduchý, a proto i relativně levný.

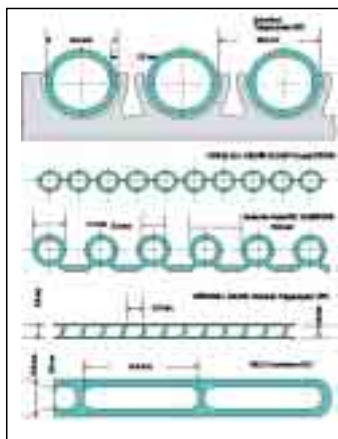
Z hlediska konstrukce lze rozdělit absorbery do dvou typů – trubkové a ploché. Trubkové absorbery lze snadno přizpůsobit v podstatě libovolně tvarovanému povrchu. Výhodou plochých absorberů je absence mezer, ve kterých se zachycují nečistoty jako listí a podobně. Nečistoty snižují účinnost absorberu a mohou zahřívát, proto je třeba je průběžně odstraňovat, což samozřejmě zvyšuje náklady na údržbu. Oba typy absorberů se montují obvykle na plochou střechu nebo jiný horizontální povrch. Je možno je montovat i na mírně skloněný povrch. Pro montáž na šikmou střechu je nutná speciální konstrukce.

Plastové absorbery mají významně kratší životnost než ploché zasklené kolektory. Rovněž jejich recyklace na konci životnosti je problematická. Systémy s absorbery nejsou vhodné pro celoroční provoz, proto jsou vyřazeny z dotačních programů.

Zasklené kolektory

Ve srovnání s nezasklenými absorbery mají zasklené kolektory výrazně vyšší účinnost i při nižší úrovni slunečního záření a při nižších teplotách vzduchu, energetické zisky téměř nezávisí na rychlosti větru. V celoroční bilanci může být rozdíl energetického zisku až dvojnásobný, v letním období – v provozní sezóně venkovních bazénů – je rozdíl méně výrazný.

Výhodou zasklených kolektorů je, že je vodu možno ohřívát na



Příčné řezy plastových absorberů

vyšší teploty, například pro sprchování, a teprve přebytek tepla využít k ohřevu bazénové vody.

Protože měděné trubky v plochých kolektorech by korodovaly ve styku s bazénovou vodou, je nutné doplnit systém výměníkem tepla z odolného materiálu a čerpadlem solárního okruhu. Solární systémy s plochými kolektory jsou proto při stejné ploše zhruba dvakrát dražší než systémy s absorberem.

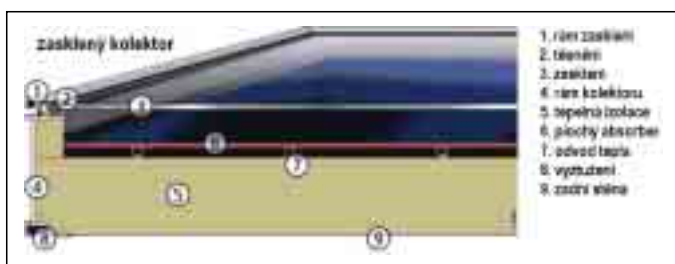


Schéma zaskleného kolektoru

3.2. Systémy

Solární systém je možno instalovat samostatně nebo v kombinaci s doplňkovým zdrojem energie. Z hlediska investičních nákladů je výhodnější systém bez dodatečného ohřevu. Systém s dodatečným ohřevem zajistí požadovanou teplotu vody i v období s nedostatkem slunečního záření.

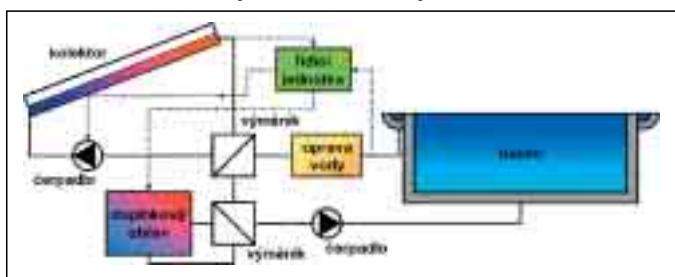
Nezasklené absorber – bazénová voda může být po úpravě (filtraci) vedena přímo do solárního systému. Obvykle je pouze třeba zaměnit původní čerpadlo za výkonnější typ. Dávkování chloru musí být vyřešeno tak, aby koncentrace chloru v absorberu nepřekročila 0,6 mg/l. Při větších koncentracích by mohlo dojít až k poškození absorberu. Vhodné je umístění chlorovacího zařízení za solární systém.

Ploché kolektory – protože měděné trubky kolektorů neodolávají bazénové chemii ani v malých koncentracích, je třeba vložit mezi solární a bazénový okruh výměník tepla z korozně odolného materiálu. Pro cirkulaci teplotnosné kapaliny v solárního systému je nutno doplnit solární čerpadlo. Výhodou je možnost použít v kolektorovém okruhu nemrznoucí směs, solární okruh pak není nutno na zimu vypouštět a systém se stává téměř bezúdržbovým.

Systém včetně dodatečného ohřevu

Požaduje-li provozovatel bazénu zajištění stabilní teploty vody i za zhoršených klimatických podmínek, je nutno solární systém doplnit o doplňkový zdroj tepla a k němu příslušící výměník. Pro dodatečný ohřev je možno použít jak obnovitelné zdroje – kotel na biomasu, alternativní – tepelné čerpadlo, nebo fosilní – zemní plyn.

Schéma systému s dodatečným ohřevem



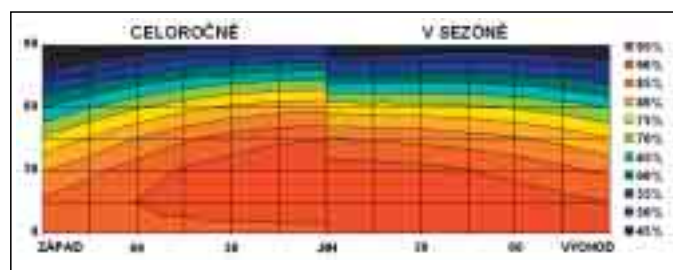
Zvláště výhodná je instalace tepelného čerpadla, a to hned ze dvou důvodů. Jednak je možno využít výhodnou sazbu na odebranou elektrickou energii a jednak je možno právě na kombinaci solárních kolektorů a tepelného čerpadla získat dotace z OPPI. Tepelná čerpadla vzduch-voda mají v letním období vynikající topný faktor.

Řídicí jednotka solárního systému porovnává teplotu na výstupu z bazénu s teplotou kolektorů. Je-li teplota kolektoru vyšší, zapne se čerpadlo solárního systému. Není-li výkon kolektorů dostatečný, zapojí se doplňkový zdroj energie. Schéma je zjednodušené, jsou ponechány pouze základní komponenty z hlediska funkce systému. Uzavírací armatury, teplotní čidla, regulační systém a další pomocné komponenty jsou vynechány.

4. Návrh a dimenzování

4.1. Orientace a sklon střechy

V ročním úhrnu dopadá největší množství slunečního záření na plochu se sklonem přibližně 30° orientovanou k jihu. Při jiné orientaci kolektorové plochy jsou energetické zisky nižší. Orientace a sklon kolektorové plochy však nejsou nijak kritické, jak je vidět z obrázku dole. Pro provoz pouze v letní sezóně je optimální sklon kolektoru nižší, dobře vyhoví i vodorovná plocha. Větší vliv na energetické zisky může mít zastínění kolektoru okolními budovami nebo vzrostlými stromy.



Solární zisky v závislosti na orientaci a sklonu kolektoru

4.2. Potřeba energie

Pro zajištění požadované teploty vody v bazénu je třeba dodávat energii, jejíž množství je rozdílem mezi energetickými ztrátami a energetickými zisky bazénu.

Ztráty energie

Energetické ztráty bazénu závisí na jedné straně na požadované teplotě vody, kterou můžeme ovlivnit. Zvýšení teploty vody o 1 °C může zvýšit spotřebu energie až o 20 %. Na druhé straně závisí spotřeba energie na klimatických podmínkách (teplotě, vlhkosti a rychlosti větru), které ovlivnit nemůžeme. Při rychlosti větru 10 km/h mohou ztráty vzrůst až o 300 %.

Nejvýznamnější položkou energetické ztráty je výpar vody – přes 50 %, ostatní položky – konvekce do vzduchu a podlaží a radiace do noční oblohy jsou méně významné. Údaje o podílu jednotlivých složek energetické ztráty bazénu se liší v závislosti na zdroji informací, příklady jsou uvedeny v následující tabulce.

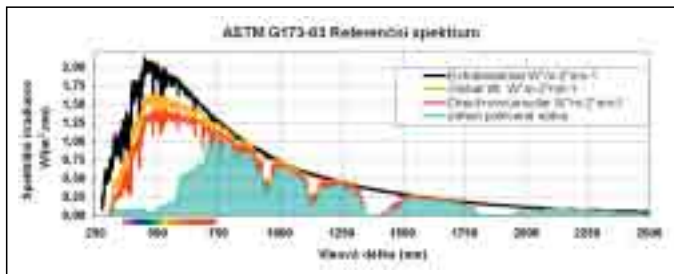
Podíl jednotlivých složek energetické ztráty

Složka energetické ztráty	studie RSPEC (DoE USA)	dodavatelé hladinových fólií
výpar	56 %	70 %
radiace	26 %	20 %
konvekce	18 %	10 %

V tabulce není uvažováno vedení do podlaží, jehož podíl je odhadován na méně než 10 % z celkové spotřeby energie.

Zisky energie

V případě venkovních bazénů přichází v úvahu jediný zdroj energetických zisků – dopadající sluneční záření. Z energie vyzářené Sluncem a dopadající na Zemi se část pohltí v atmosféře a část se odrazí od hladiny vody. Z níže uvedeného obrázku je zřejmé, že voda pohlcuje zejména záření větších vlnových délek. Světlo kratších vlnových délek, zejména modré proniká do velké hloubky a vodu neohřívá. Celkově se ve vodě pohltí asi 70 až 80 % dopadajícího slunečního záření. Tmavé stěny bazénu by mohly zachytit část zbývající energie, kterou voda neabsorbuje. Otázkou zůstává, jak by působilo psychologicky na plavce, kdyby stěny a dno bazénu byly například červenohnědé nebo černé.



Spektrum slunečního záření a absorpce záření vodou v bazénu

4.3. Impact Advisor

Impact Advisor je především určen pro vlastníky a provozovatele bazénů. Stejně dobře však může posloužit projektantům a realizačním firmám. Jedná se o velmi jednoduchý nástroj pro předběžné posouzení investice do solárního ohřevu bazénu. Nenahrazuje odborný výpočet energetické bilance bazénu.

Vstupní parametry:

- umístění (referenční lokalita)
- spotřeba energie za sezónu
- finanční náklady na energii
- požadovaná teplota vody

Výstupní parametry:

- potřebná plocha kolektorů
- očekávané investiční náklady
- úspory energií a CO₂
- doba návratnosti

Výpočty v programu Impact Advisor jsou založeny na software T*SOL verze expert 2.2 za následujících předpokladů:

- uvažovány pouze měsíce, kdy denní teploty jsou nad 20 °C
- kvazilineární závislost teploty vody na ploše kolektorů
- monovalentní systém bez dohřevu jiným zdrojem
- plocha bazénu 100 m², hloubka 2 m, 50 návštěvníků denně
- 1 400 litrů čerstvé vody denně

5. Náklady a zisky

Cenově vychází nezasklené absorbery od asi 1 000 do 2 500 Kč/m², zejména v závislosti na materiálu absorberu. Ploché kolektory lze pořídit v cenovém rozpětí od asi 2 500 Kč/m² výše, selektivní kolektory se pohybují v cenách od 3 500 Kč/m² výše. Koupit velmi levné kolektory si může dovolit jen odborník, který je schopen posoudit jejich kvalitu. Cena však není vždy úměrná kvalitě, ploché kolektory v cenách kolem 10 tis. Kč/m² a výše jsou technicky srovnatelné s kolektory v běžné cenové úrovni kolem 5 000 Kč/m².

5.1. Měrné investiční náklady systému

Měrné náklady kolektorového systému stejně jako energetické zisky ze slunečního záření jsou vztahovány na jeden metr čtvereční kolektoru. Je třeba upozornit, že často je uváděn energetický zisk k čisté ploše absorberu, zatímco cena k celkové ploše kolektoru. Cena systému s plochými kolektory se na českém trhu pohybuje v rozmezí od 5 000 do 9 000 korun za metr čtvereční kolektorové plochy včetně potrubních rozvodů, řídicího systému, montáže a ostatního materiálu. V současnosti jsou na trhu téměř výhradně kolektory se selektivním absorberem. Na trhu jsou i kolektory s výrazně vyšší cenou,

SOLPOOL - IMPACT ADVISOR	
Select language	Czech
Vlastník/provozovatel bazénu	
Příjmení	Nová
Jméno	Lukáš
Ulice	Zlatočenská
PSČ, město	122 48 Praha 2
Základní data	
Vytápěcí systém	Denní plav
Spotřeba energie	200 000,00 kWh/a
Náklady na energii	20 000,00 Kč/a
Cena energie	0,10 Kč/kWh
Odvěsné záření vztahováno k městu	Prata - 1200 kWh/m ² /a
Délka bazénu	50,00 m
Šířka bazénu	18,00 m
Plocha hladiny bazénu	900,00 m ²
Požadovaná teplota bazénu	22,00 °C
Výsledky	
Type of collector	Ploché kolektory
Poměr plochy absorberu k ploše hladiny bazénu	1,11
Plocha absorberu	835,54 m ²
Měrné solární zisk	400,00 kWh/m ² /a
Energetický zisk	334 222,22 kWh/a
Finanční úspora	33 422,22 Kč/a
Měrné náklady na systém	300,00 Kč/m ²
Investiční náklady	268 666,67 Kč
Doba návratnosti	7,58 a
Měrné emise	308,00 g/kWh
Složení emisí CO ₂	118 983,31 Kč/a
Legenda	
+	Vytápěcí buňka
-	Výstupní buňka

Impact Advisor, vstupní a výstupní hodnoty

jejich kvalita a technické parametry jsou však srovnatelné s kolektory ve výše uvedeném cenovém rozpětí. Systémy s nezasklenými absorbery se za stejných podmínek pohybují v cenách od 2 000 do 4 000 Kč/m². Vakuové kolektory jsou pro dané použití nepřiměřeně nákladné. Procentuální podíl nákladů na jednotlivé komponenty se v závislosti na dodavateli v určitém rozmezí liší. Celkově však lze odhadovat, že u systémů s plochými kolektory představují náklady na samotné kolektory asi 50 až 65 % konečné ceny celého systému (včetně montáže). Potrubí včetně izolace se podílí 5 až 15 %, zejména v závislosti na vzdálenosti kolektorového pole od bazénu. Cena výměníku tepla je poměrně zanedbatelná – 2 až 4 %. Podíl ostatních položek (řídící jednotka, expanzní nádoba, nemrznoucí teplotonosná kapalina) je v souhrnu 5 až 10 %. Náklady na konstrukci pro zajištění vhodného sklonu kolektorů představují asi 15 % výsledné ceny. Pro letní provoz je otázkou, zda je tato položka nutná, viz obrázek 10. Zvýšení energetického zisku na skloněné rovině oproti vodorovnému umístění je zanedbatelné. Významnou položkou konečné ceny solárního systému jsou náklady na montáž, představují kolem 10 až 15 %. Na této položce však není vhodné šetřit. Montáž je vhodné svěřit odborné firmě, která má prokazatelné zkušenosti s montáží solárních systémů.

5.2. Úspory energie a environmentální dopady

V závislosti na typu kolektoru a jeho umístění lze za jednu sezónu ušetřit u nezasklených absorberů 200 až 300 kWh, u zasklených kolektorů asi 300 až 450 kWh energie na každý čtvereční metr kolektorové plochy. V souvislosti s uvedenými úsporami energií dochází i k významné redukci emisí CO₂. Emise při výrobě elektřiny závisí na použitém palivu, pro výrobu elektřiny z uhlí jsou měrné emise asi 890 až 1 760 g/kWh, mohou však dosáhnout až 2 490 g/kWh. Měrné emise tepelného čerpadla závisí na emisích při výrobě elektřiny a topném faktoru.

Měrné emise CO₂ při výrobě tepla

Systém ohřevu	Emise CO ₂ v g/kWh
Elektrina, energetický mix ČEZ	610 až 950
Tepelné čerpadlo	120 až 200
Zemní plyn	356
Černé uhlí	600
Hnědé uhlí	650
Dřevo	30

Ploché kolektory většiny výrobců lze na konci životnosti relativně snadno rozebrat a rozseparovat na jednotlivé materiálové skupiny, které lze následně recyklovat. Materiálová recyklace plastových absorberů je problematická, snadné je pouze energetické využití.

5.3. Dotace na solární systémy

Dotace na solární zařízení lze v současnosti získat z celé řady zdrojů. Jednak ze státních prostředků: Národní program hospodářského nakládání s energií a vyžívání obnovitelných zdrojů 2006 – 2009, jednak z fondů EU: Operační program Životní prostředí (OPŽP) a Operační program průmysl a inovace (OPPI). Mimoto existují regionální operační programy (ROP), programy Evropské spolupráce, Norské a Švýcarské fondy. Podporu lze získat i z krajských a komunálních rozpočtů nebo od energetických podniků (PRE a ČEZ). Komunální dotace nabízejí v minulosti například města Plzeň, Praha, Litoměřice a Náchod.

6. Ukázkový příklad

Rehabilitační centrum Podhostýnského mikroregionu

V obci Rusava v Podhostýnském mikroregionu je instalován největší solární systém pro ohřev vody ve venkovním plaveckém bazénu v České republice. Systém byl v nedávné době zrekonstruován, protože původní kolektorový systém z 80. let minulého století byl nižší kvality a již dosloužil. Hlavně díky této instalaci vede malá obec Rusava Solární ligu ve velikosti instalované plochy solárních kolektorů na jednoho obyvatele.



Západní sekce kolektorového pole na koupališti Rusava

Základní technické a ekonomické parametry:

Hlavní bazén: 15 x 43 m, objem 1 000 m³
 Celková plocha dvou kolektorových polí: 540 m²
 Celkové náklady na kolektorový systém: 8 mil. Kč, z toho:
 – dotace SFŽP 50 %
 – půjčka SFŽP 30 %
 Teplota vody: 25 až 28 °C (od června do poloviny září)
 Tepelné čerpadlo jako doplňkový zdroj energie

Podporováno z prostředků



Výhradní zodpovědnost za obsah tohoto článku nese jeho autor. Uvedené informace nemusí bezpodmínečně reprezentovat názory Evropských společenství. Evropská komise nepřebírá žádnou zodpovědnost za jakékoli užití informací tam uvedených.

AUTOMATICKÉ KOTLE NA TUHÁ PALIVA

EKO KOMFORT (ocelový výměník)



- SPLNĚNÍ EMISNÍCH LIMITŮ
- účinnost kotle více než 80%
- automatický provoz
- doplnění paliva cca 1x za 3 dny
- výkony 18, 25, 35, 49, 99, 150, 200, 250 kW
- pelety - hnědé uhlí - černé uhlí
- ekvitermní regulace v základní ceně

EKO PERFEKT (litinový výměník)



- SPLNĚNÍ EMISNÍCH LIMITŮ
- účinnost kotle více než 80%
- automatický provoz
- doplnění paliva cca 1x za 3 dny
- výkony 23, 28, 35, 42 a 49kW
- pelety - hnědé uhlí - černé uhlí
- lze spalovat kusové palivo (dřevo apod.)
- ekvitermní regulace v základní ceně

STARÝ KOTEL
PATŘÍ DO STARÉHO ŽELEZA

GAS KOMPLET s.r.o.
 Slezská 1288, 735 14 Orlová
 tel: 596 515 020, info@gaskomplet.cz
 www.ekokomfort.cz