

# Možnosti využití sluneční energie v soustavách CZT

Ing.Zdeněk Pistora, CSc. – [www.zdenekpistora.cz](http://www.zdenekpistora.cz)

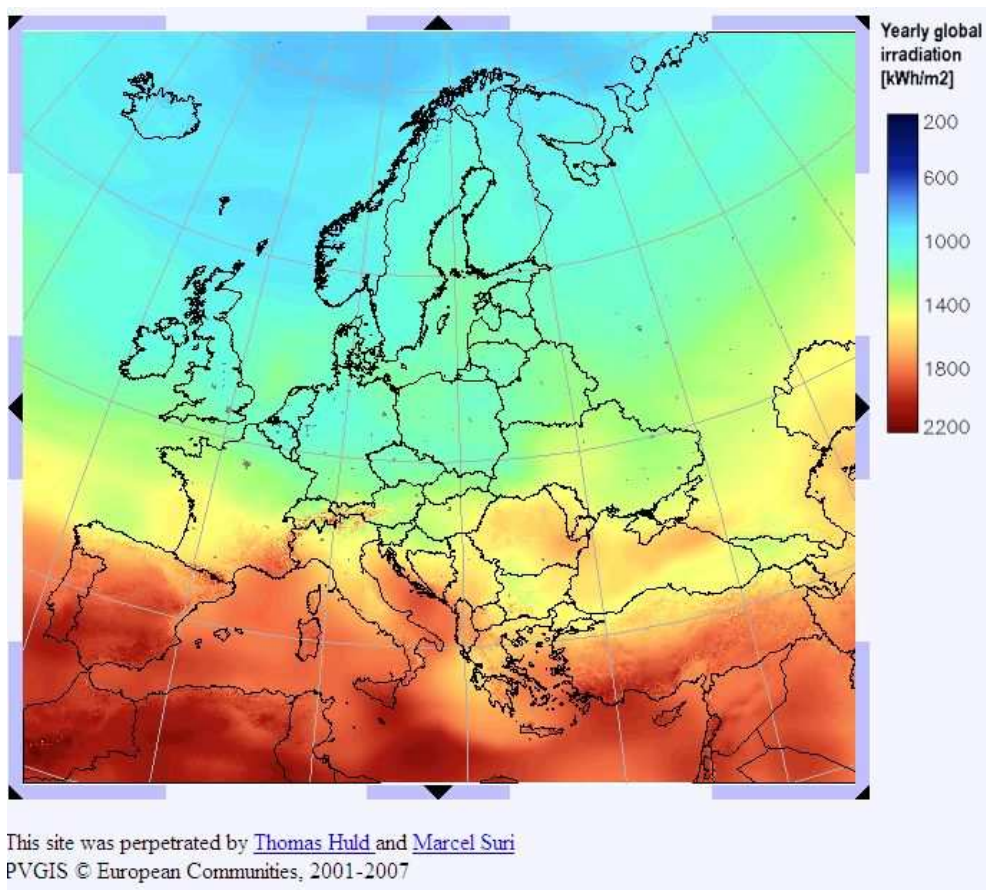
## 1 Úvod

Po období uměle vyvolaného boomu fotovoltaických elektráren se pomalu vracíme ke stavu, kdy možnosti využívání sluneční energie budou vnímány více realisticky a sluneční energie zaujme místo v portfoliu zdrojů, které jí právem náleží.

Tento článek má za cíl seznámit odbornou i ostatní veřejnost s možnostmi, které se naskýtají při využívání sluneční energie v soustavách centralizovaného zásobování teplem.

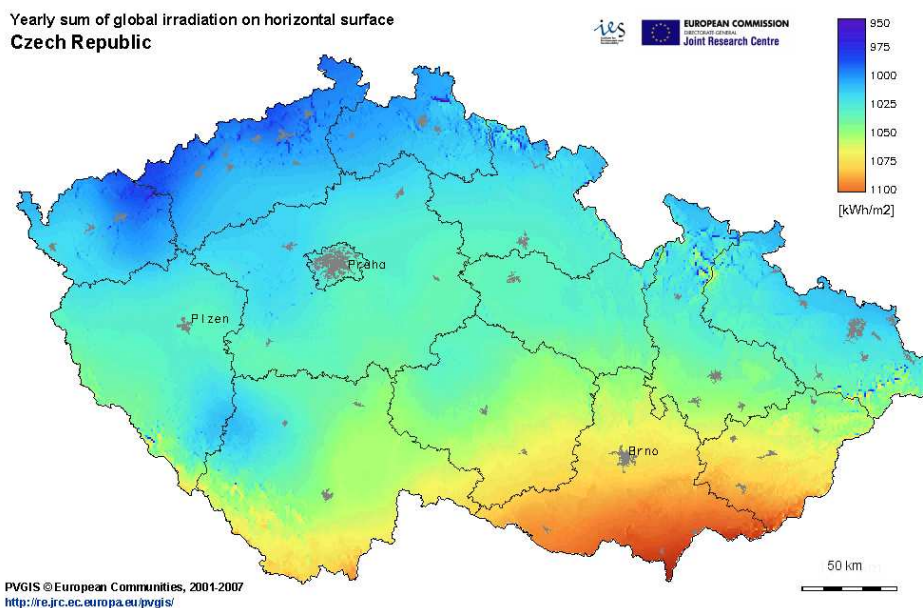
## 2. Sluneční podmínky v ČR a možnosti jejich využití

Česká republika leží z pohledu slunečního záření ve středním pásu, kde se roční hodnoty osvitů pohybují okolo 1200 kWh/m<sup>2</sup>.rok – viz následující obrázky převzaté ze stránek EU - PVGIS



Obrázek 1 – sluneční osvit v Evropě (kWh/m<sup>2</sup>.rok)

Druhý obrázek převzatý z téhož zdroje zobrazuje roční hodnoty záření dopadajícího na m<sup>2</sup> horizontálního povrchu za rok (kWh/m<sup>2</sup>.rok):



Obrázek 2 – sluneční energie dopadající na vodorovný povrch (kWh/m<sup>2</sup>.rok)

Možnosti využití sluneční energie jsou v zásadě dvě – pro přímou výrobu elektrické energie a pro ohřev vody. Téma fotovoltaiky je dnes všeobecně známé a široce diskutované, zejména v souvislosti s dopadem podpory FV elektráren do ceny elektřiny pro koncové odběratele. V odborné veřejnosti se též diskutuje o vlivu fotovoltaiky na řízení přenosové a distribučních soustav.

Fotovoltaika však není tématem tohoto článku. Tím jsou možnosti využití sluneční energie v teplárenství.

Pro praktickou prezentaci jsem zvolil možnost využití slunečního tepla pro soustavu ve městě Kutná Hora ve Středočeském kraji.

Sluneční podmínky v Kutné Hoře jsou v tabulce 1. Hodnoty jsou vztaženy na 1 m<sup>2</sup> instalovaných slunečních kolektorů. Pro porovnání používám cenu energie z plynu ve výši 1,80 Kč/kWh. Aby byl výpočet konzervativní, snižuji ještě účinnost soustavy oproti údajům z literatury o 30%. Ekonomické hodnoty tak jsou důvěryhodnější.

Kalkulace slunečního příkonu													
Místo	Kutná Hora												
Účinnost systému	70,00% ... Včetně zatažené oblohy												
cena plynu Kč/kWh	1,80												
Údaje pro 1 m <sup>2</sup>	Ročně	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Osvit Wh/m <sup>2</sup> /den	38001	1143	1974	3048	4178	4999	4810	5104	4660	3436	2729	1120	800
kWh měsíčně (ročně)	1178	35	61	94	130	155	149	158	144	107	85	35	25
kWh měsíčně (ročně) s účinností	825	25	43	66	91	108	104	111	101	75	59	24	17
Ušetřeno za plyn	1484	45	77	119	163	195	188	199	182	134	107	44	31

### 3. Užítí slunce pro výrobu tepla

Tento způsob využití sluneční energie má oproti fotovoltaice několik výhod, zejména

- energii je možné uchovávat, a to i ve střednědobém horizontu
- Využití slunce pro výrobu tepla nemá záporný vliv na řízení distribuční ani přenosové soustavy
- Ve srovnání s fotovoltaikou lze dosáhnout podstatně vyšší účinnosti

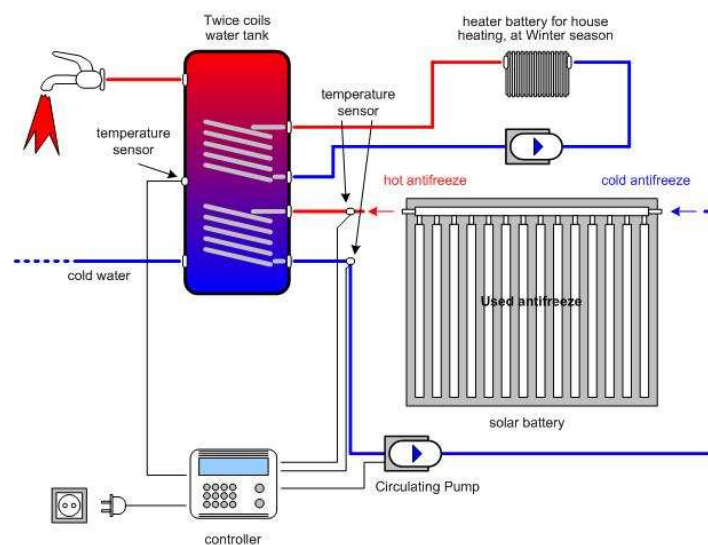
Panely pro ohřev vody lze vcelku běžně zahlédnout na střechách rodinných domů i velkých obytných bloků.

Soustavu slunečních panelů pro vytápění a/nebo ohřev TUV (včetně možnosti ohřevu vody v bazénech) lze instalovat 2 způsoby, které mají podstatný vliv na dimenzování celého zařízení a tím i na jeho ekonomickou efektivnost.

**První možností** je individuální instalace na rodinném domě nebo na obytném bloku. Pro takovou instalaci platí, kromě jiných, 2 zásadní pravidla:

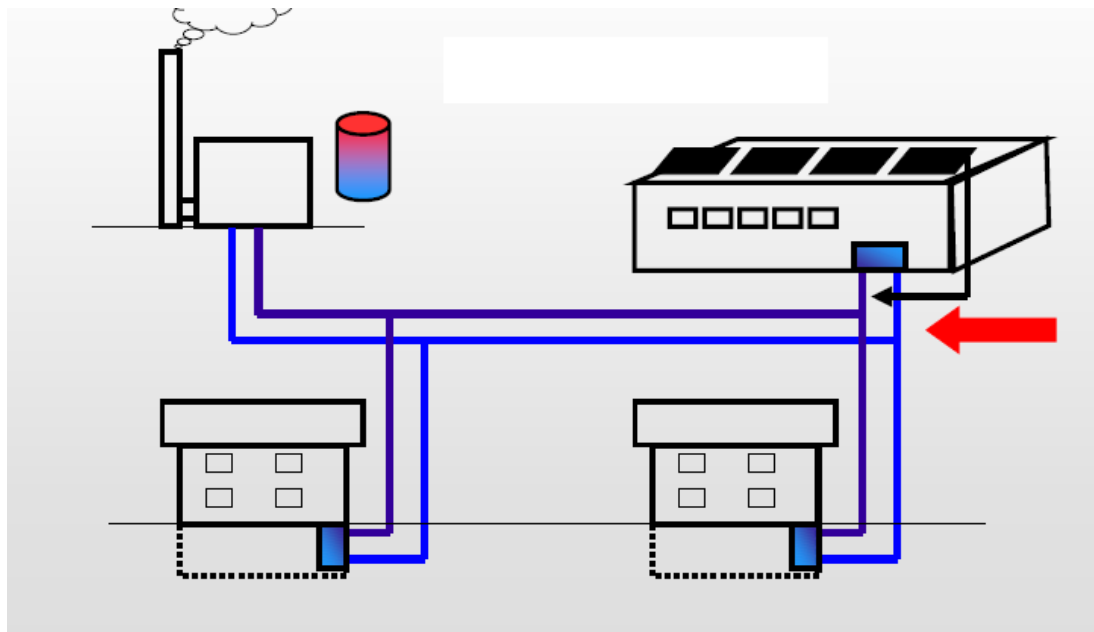
- Soustava slunečních panelů smí dodávat pouze tolik tepelné energie, kolik jí je systém schopen pojmout. Pokud by výroba významně převyšovala spotřebu (typické pro letní měsíce), hrozí poškození slunečních panelů. Z druhé strany – pokud slunce není schopno pokrýt celou spotřebu (například v zimních měsících), je možné využít i jiný zdroj ohřevu. V tomto pojednání počítáme s plynovým ohřevem. Panely se tudíž dimezuje na červencový osvit, což v praxi znamená, že v zimě je jejich výkonnost nedostatečná a soustava z velké části pracuje s jiným zdrojem energie pro ohřev.
- Z důvodu uchování tepelné energie i pro období bez slunečního svitu se do soustavy zařazuje zásobník s výměníkem. Zásobník se zpravidla dimezuje na jednodenní spotřebu teplé vody.

Zapojení takové soustavy je schematicky znázorněno na Obrázku 3

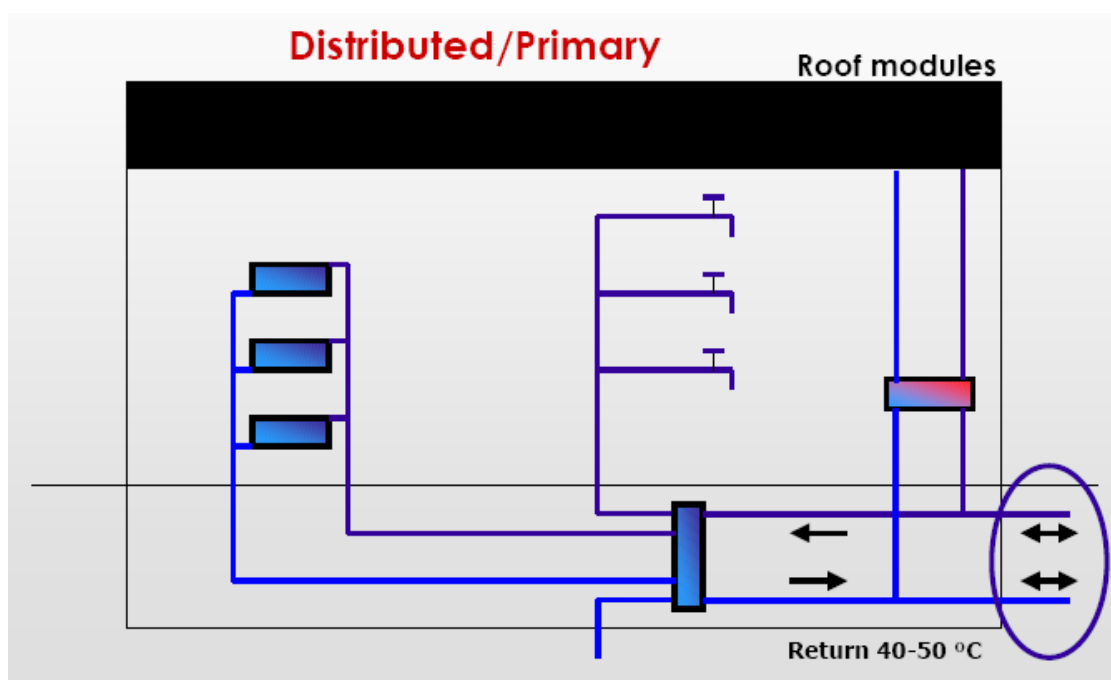


Obrázek 3 – schema zapojení soustavy pro ohřev TUV v rodinném domě

**Druhou možností** je zapojit solární panely do systému centralizovaného zásobování teplem (CZT). Schemata jsou na Obr.4. a 5



Obrázek 4 – zapojení slunečních panelů do soustavy CZT



Obrázek 5 – sluneční panely pro CZT, zapojení na konkrétním objektu

V porovnání s předchozím případem je zde zřejmý jeden zásadní rozdíl, a to neexistence omezení odebrané energie. Je důvodný předpoklad, že soustava CZT je schopna odvést veškerou takto získanou tepelnou energii, která není spotřebována v místě instalace. Panely lze tudíž dimenzovat na měsíc s nejnižším slunečním osvětlením, což je v našich podmínkách prosinec, nebo podle využitelné plochy (střechy aj).

Toto pojednání má za cíl porovnat obě tyto možnosti instalace, zejména z pohledu ekonomické návratnosti.

## 4. Případová studie Kutná Hora

Pro potřebu výpočtu uvažujme obytný dům s 90 obyvateli s normovanou spotřebou TUV 60 litrů/osoba.den – se sezonními výkyvy.

Vstupní veličiny pro výpočet jsou v Tabulce 2

Potřeba tepla													
Počet osob v domě	90												
Normalizovaná spotřeba TUV l/os.den	60												
		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Spotřeba TUV l/os.den		60	60	60	60	54	54	48	48	60	60	60	66
Teplota vstupní vody		10	10	12	15	15	15	15	15	15	15	12	10
Požadovaná teplota TUV		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Spotřeba kWh/os.den		3,5	3,5	3,3	3,1	2,8	2,8	2,5	2,5	3,1	3,1	3,3	3,8
Spotřeba kWh/os.měsíc		108,5	98	102,3	93	86,8	84	77,5	77,5	93	96,1	99	117,8
Celková spotřeba kWh_měs za celý dům		9765	8820	9207	8370	7812	7560	6975	6975	8370	8649	8910	10602

Tabulka 2 – vstupní veličiny pro případovou studii

Pro pokrytí spotřeby vychází plocha potřebných panelů podle tabulky 3

Kalkulace potřebné plochy solárních panelů													
		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Měsíční údaj - potřebné m2		394	206	139	92	72	72	63	69	112	146	367	611

Tabulka 3 – potřebná plocha solárních panelů

Nyní závisí, kdo bude sluneční energii využívat. Pokud uživatelem budou pouze obyvatelé daného domu, budou se panely dimenzovat na měsíc s nejvyšším osvitem, což je červenec. Pokud bude uživatelem místní teplárenská společnost, může využít plnou kapacitu střechy nebo dimenzovat panely na prosinec – podle toho, která hodnota je větší. Pro účely této studie počítejme s prosincovými hodnotami.

### 4.1 Individuální instalace

Soustava bude v tomto případě dimenzována takto s takovým ročním ekonomickým efektem:

Technický souhrn		Ekonomický přínos	
Pořebná plocha solárních panelů [m2]	63		
Velikost zásobníku TUV [l]	4320		
Potřebný počet panelů	16		
Potřebný počet nádrží	6		
			<b>Ročně</b>
		Vygenerované sluneční kWh	51951,3
		Cena ušetřeného plynu	93511

Připusťme životnost zařízení 15 let, růst ceny plynu 5% ročně, diskontní sazbu 5% a ostatní parametry podle tabulky. V posledním sloupci tabulky je diskontovaný součet ročních výsledků od 1. do příslušného roku.

<b>Ekonomický přínos</b>		za dobu životnosti				
Roční růst ceny plynu %		5%				
Diskontní sazba		5%				
Rok	Náklady investiční	Náklady provozní	Výnos	Roční výsledek	NPV	
1	650 031	10000	93511	-566519,9	-539 543 Kč	
2	0	10000	98187	88187	-459 555 Kč	
3		10000	103096	93096	-379 135 Kč	
4		10000	108251	98251	-298 303 Kč	
5		10000	113664	103664	-217 080 Kč	
6		10000	119347	109347	-135 484 Kč	
7		10000	125314	115314	-53 532 Kč	
8		10000	131580	121580	28 758 Kč	
9		10000	138159	128159	111 371 Kč	
10		10000	145067	135067	194 290 Kč	
11		10000	152320	142320	277 501 Kč	
12		10000	159936	149936	360 991 Kč	
13		10000	167933	157933	444 747 Kč	
14		10000	176330	166330	528 755 Kč	
15		10000	185147	175147	613 003 Kč	

Vidíme tedy, že návratnost individuálně instalovaného projektu bez jakýchkoliv dotací je 8 let.

## 4.2 Instalace v rámci CZT

Soustava bude dimenzována „naplno“

<b>Technický souhrn</b>		<b>Ekonomický přínos</b>	
Pořebná plocha solárních panelů [m2]	611		
Velikost zásobníku TUV [l]	5940		
Potřebný počet panelů	159		
Potřebný počet nádrží	8		
			<b>Ročně</b>
		Vygenerované sluneční kWh	503843,7
		Cena ušetřeného plynu	906918

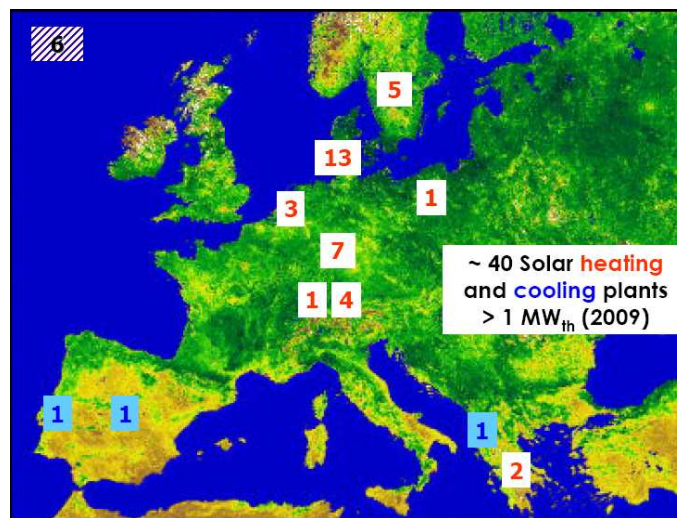
Při stejných ekonomických předpokladech vycházejí tyto hodnoty za dobu životnosti

<b>Ekonomický přínos</b>		za dobu životnosti				
Roční růst ceny plynu %		5%				
Diskontní sazba		5%				
Rok	Náklady investiční	Náklady provozní	Výnos	Roční výsledek	NPV	
1	4 002 258	10000	906918	-3105340	-2 957 466 Kč	
2	0	10000	952264	942264	-2 102 805 Kč	
3		10000	999877	989877	-1 247 712 Kč	
4		10000	1049871	1039871	-392 208 Kč	
5		10000	1102365	1092365	463 689 Kč	
6		10000	1157483	1147483	1 319 958 Kč	
7		10000	1215357	1205357	2 176 583 Kč	
8		10000	1276125	1266125	3 033 546 Kč	
9		10000	1339931	1329931	3 890 832 Kč	
10		10000	1406928	1396928	4 748 424 Kč	
11		10000	1477274	1467274	5 606 309 Kč	
12		10000	1551138	1541138	6 464 472 Kč	
13		10000	1628695	1618695	7 322 901 Kč	
14		10000	1710130	1700130	8 181 582 Kč	
15		10000	1795637	1785637	9 040 504 Kč	

Návratnost projektu v rámci CZT je tudíž 5 let. V této souvislosti je potřeba poznamenat, že v investičních nákladech je zahrnuto cca 50% na projektovou dokumentaci + montáž, což si většinou teplárenské společnosti mohou zabezpečit vlastními silami a návratnost celého projektu se tak velmi podstatně zkrátí.

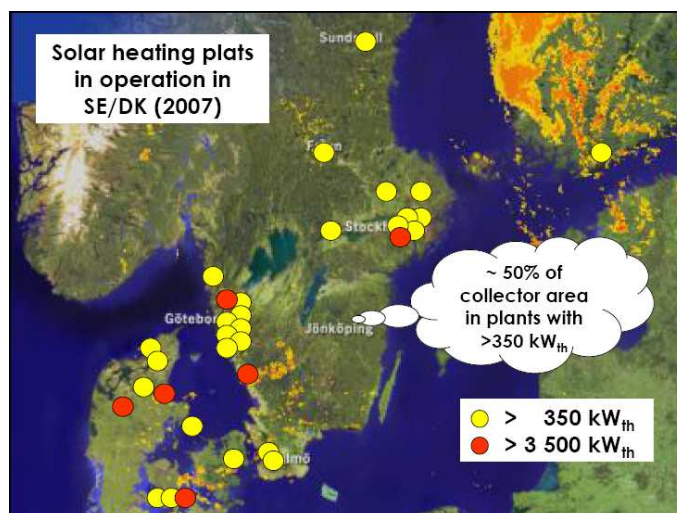
## 5. Existující projekty

Téma využití slunce v CZT v rámci Evropy není ničím novým. Výzkum, realizace a propagace takových projektů jsou podporovány Evropskou komisí. Na jaře 2010 byla pod záštitou EU a Teplárenského sdružení ČR v Praze organizována přednáška zástupců teplárenských společností z Německa, Dánska, Rakouska a dalších zemí, na níž jsme měli příležitost se seznámit s projekty, které v těchto zemích již delší dobu úspěšně fungují. Jejich úplný výčet a podrobný popis přesahují rozsah tohoto článku, avšak alespoň základní přehled.



Obrázek 6 – Přehled evropských projektů s instalovaným výkonem přes 1 MW v roce 2009

Využití slunce v CZT je v rámci Evropy populární zejména ve Skandinávii – viz tato mapka.



Obrázek 7 – významné projekty v Dánsku a Švédsku v roce 2007

## 6. Literatura

- [1] Stránky Evropské komise PVGIS - <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/pvest.php>
- [2] Jan-Olof Dalenbäck, CHALMERS, SE: Solar heating plants, přednáška Praha, 2010