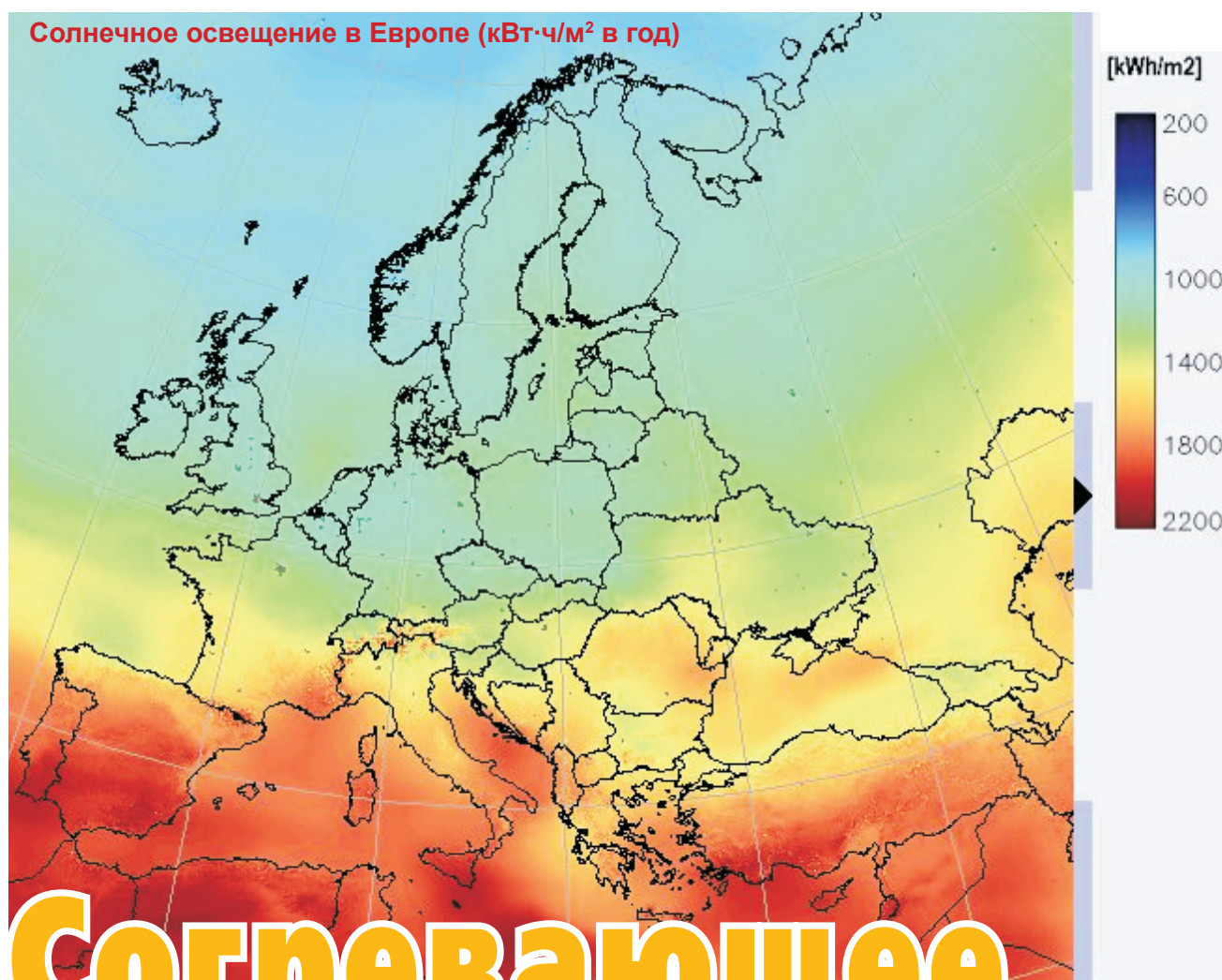




Согревающее СОЛНЦЕ

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ

□ Зденек Пистора

Постановка задачи

Использование солнечной энергии в течении последних лет набирает высокие темпы, особенно в странах Евросоюза. Благодаря щедрым субсидиям, особенно развивались внедрение солнечных установок для генерирования электрической энергии. Их установленная мощность сегодня уже настолько велика, что даже могут возникать технические проблемы эксплуатации распределительных сетей. На представленном графике (рис. 1) показано увеличение установленной мощности солнечных электростанций в Чешской республике – количество установок (шт) и установленная мощность (МВт.пик)

Хотя солнечная электроэнергия

является самой развивающейся областью использования солнца в энергетике, в этой статье хочу познакомить читателей с другой областью, которая, по моему мнению, является не менее интересной.

Этой областью может стать подогрев воды. По сравнению с электроэнергией в этом плане есть одно большое преимущество – в данном случае энергию можно сохранять до того времени, когда она более нужна. Подогрев воды можно установить в пределах одного дома, одного жилого блока или в системе центрального теплоснабжения. И именно этому посвящена данная статья. Целью тоже является доказать, что даже и при низких ценах на энергию, полученную

из газа в Украине, такой проект может быть экономически целесообразным.

Солнечные условия в Украине

С точки зрения солнечной энергии, условия в Украине лучше чем в Чехии (источник – Еврокомиссия [1]).

Тот же источник показывает примерно от 1200 до 1650 – количество годовой солнечной энергии приходящейся на квадратный метр горизонтальной поверхности на территории Украины (кВт·ч/м² в год)

Для практического примера я выбрал город Запорожье, который с точки зрения солнечного освещения имеет средние для Украины условия.

Солнечные условия в Запорожье приведены в таблице 1. Все цифры

Преимущества использования солнца для подогрева

- Энергию можно сохранять.
- Нет отрицательного влияния на оперативность управления энергосистемой любого напряжения.
- По сравнению с фотовольтаикой можно достичь более высокого КПД.
- Солнечные панели для подогрева широко распространены на крышах жилых домов.

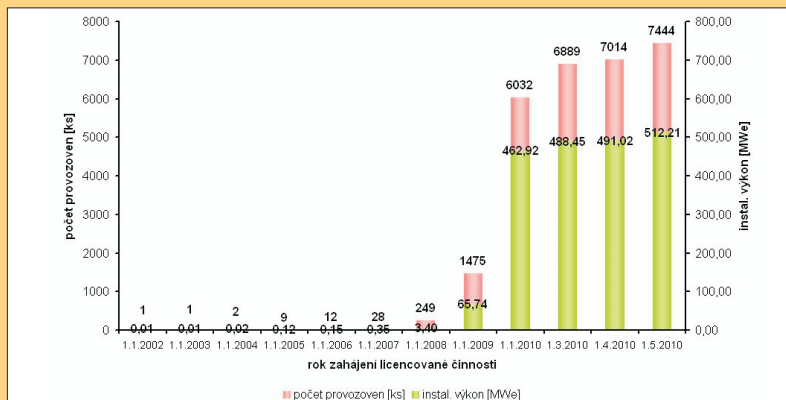


Рис. 1. Увеличение установленной мощности солнечных электростанций в Чешской республике

в представленной таблице приведены к 1 кв. метру солнечных панелей. Для сравнения вариантов будем учитывать альтернативный подогрев воды газом с ценой 0.27 грн/кВт·час. Чтобы расчет сделать более консервативным, понизим еще КПД до 70% – учитывая плохую погоду и т. д. Полученные экономические результаты станут вероятнее.

Варианты установки системы подогрева

- Индивидуально на крыше частного дома или жилого блока.
- В системе центрального теплоснабжения.

Избранный вариант оказывает сильное влияние на экономическую эффективность проекта в целом.

I. Индивидуальная установка

Первой возможностью является индивидуальная установка. Для такой установки действуют два основных правила.

Во-первых, панелям позволено генерировать только такое тепло, которое система сможет безопасно использовать. В случае, если солнечная энергия аккумулированная в системе сильно превышает потребление, некоторые части, особенно панели, могут потерпеть ущерб. Другими словами – количество панелей дименсируется

так, чтобы летом покрыть требования системы. С другой стороны это значит, что зимой, когда солнечной энергии меньше, панели не смогут покрывать все требования и надо использовать дополнительный источник энергии – в нашем случае газ.

Во-вторых, чтобы сохранить энергию для ночного времени суток и пасмурной погоды, в систему включается бак с теплообменником – дименсированные на суточное потребление теплой воды. Схема такой системы приведена на рис. 2.

II. Установка в рамках системы центрального теплоснабжения

Схема такой установки приведена на рис. 3 и 4.

В сравнении с предыдущей возможностью заметно большее преимущество – отсутствие ограничения на генерируемую энергию, другими словами количество установленных панелей не ограничено! Это означает, что система сможет использовать все тепло генерируемое панелями – если не в данном месте, то в других. Панели в таком случае можно дименсировать на месяц с самым низким освещением, а избыток энергии в летние месяцы использовать в другом месте системы.

Целью проведенного исследования является сравнение обоих вариантов с экономической точки зрения.

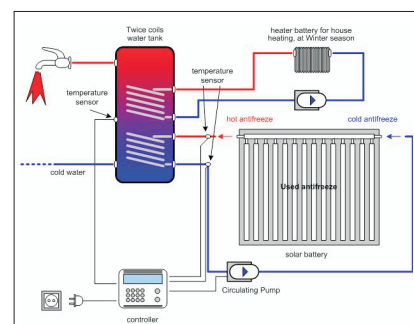


Рис. 2. Схема системы подогрева солнечной энергией в частном доме

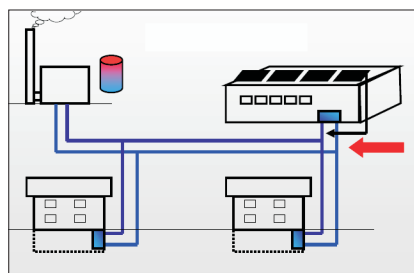


Рис.3. Подключение солнечных панелей в систему центрального теплоснабжения

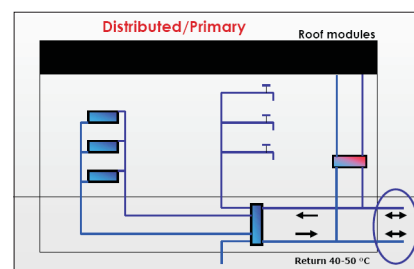


Рис. 4. Установка на объекте

Калькуляция солнечной энергии для Запорожья (при КПД - 70%, при цене газа - 0,27 грн/кВт·ч)

Таблица 1

Данные на 1 кв. м	Год	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноябр.	Дек.
Солнце Вт·ч/кв.м/день	43663	1372	2420	3445	4231	5288	5505	5570	5417	4546	3094	1644	1131
кВт·ч за месяц	1354	43	75	107	131	164	171	173	168	141	96	51	35
кВт·ч за месяц вкл. КПД	947	30	53	75	92	115	119	121	118	99	67	36	25
Экономия на газе	256	8	14	20	25	31	32	33	32	27	18	10	7

Расчет варианта для блока жилых домов

Для примера рассмотрим случай жилого блока на 880 жителями с потреблением горячей воды 60 литров / человек.день.

Таблица 2

Исходные данные для расчета жилого блока на 880 жителями, потр. горячей воды 60 л/чел в день.

	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноябр.	Дек.
Потребление теплой воды, л/человек в день	60	60	60	60	54	54	48	48	60	60	60	66
Температура входящей воды	10	10	12	15	15	15	15	15	15	15	12	10
Температура выходящей воды	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Потребление энергии, кВт•ч/чел/день	3,5	3,5	3,3	3,1	2,8	2,8	2,5	2,5	3,1	3,1	3,3	3,8
Потребление энергии, кВт•ч/чел в месяц	108,5	98	102,3	93	86,8	84	77,5	77,5	93	96,1	99	117,8
Потребление энергии, кВт.ч / месяц за весь дом	95480	86240	90024	81840	76384	73920	68200	68200	81840	84568	87120	103664

Необходимая площадь панелей для покрытия потребности в тепловой энергии представлена в таблице 3.

Далее все зависит от того, кто будет использовать солнечную энергию. В случае жителей дома придется дименсировать панели на месяц с самым высоким освещением – июль. Если тепло можно использовать во всей системе, то можно панели дименсировать на декабрь или еще выше. Для этой примера используем декабрьские данные.

Таблица 3

Калькуляция необходимой поверхности солнечных панелей

	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноябр.	Дек.
Необходимая площадь, кв.м, помесечно	3207	1642	1204	891	666	619	564	580	830	1260	2442	4224

1. Индивидуальная установка

Система будет дименсироваться по следующему образцу:

Для срока службы оборудования 15 лет, при условии роста цены газа 5% ежегодно и дисконте 10% получаются в течение срока деятельности следующие результаты:

	Дом	Экономия	Год
Необходимая поверхность панелей, кв. м	564		
Необходимый объем бака для запаса воды, литров	42240		
Количество панелей	158	Использованная солнечная энергия кВт•ч	534382,8
Количество баков	56	Экономия на газе (грн.)	144283

Экономия за время эксплуатации

Год	Инвестиция	Эксплуатация	Доход	Итого за год	NPV
1	2 381 527	7000	144283	-2244244	-2 040 222 UAH
2	0	7000	151497	144497	-1 920 803 UAH
3		7000	159072	152072	-1 806 549 UAH
4		7000	167026	160026	-1 697 249 UAH
5		7000	175377	168377	-1 592 700 UAH
6		7000	184146	177146	-1 492 706 UAH
7		7000	193353	186353	-1 397 077 UAH
8		7000	203021	196021	-1 305 632 UAH
9		7000	213172	206172	-1 218 195 UAH
10		7000	223831	216831	-1 134 597 UAH
11		7000	235023	228023	-1 054 676 UAH
12		7000	246774	239774	-978 277 UAH
13		7000	259113	252113	-905 249 UAH
14		7000	272069	265069	-835 448 UAH
15		7000	285672	278672	-768 736 UAH

Из таблицы видно, что при существующих ценах на газ в Украине индивидуальное использование солнца не является целесообразным.

2. Установка в рамках системы центрального теплоснабжения

Система будет дименсирована на 100%.

Экономия проекта при таких же входных данных как в случае индивидуальной установки такая:

	ТЭЦ	Экономия	Год
Необходимая поверхность панелей, кв. м	4224	Использованная солнечная энергия кВт·ч	4 002 186
Необходимый объем бака для запаса воды, литров	58080		
Количество панелей	1187		
Количество баков	77		
		Экономия на газе (грн.)	1 080 590

Экономия за время эксплуатации

Год	Инвестиция	Эксплуатация	Доход	Итого за год	NPV
1	9 923 050	10000	1080590	-8852460	-8 047 691 UAH
2	0	10000	1134620	1124620	-7 118 253 UAH
3		10000	1191351	1181351	-6 230 686 UAH
4		10000	1250919	1240919	-5 383 122 UAH
5		10000	1313465	1303465	-4 573 773 UAH
6		10000	1379138	1369138	-3 800 930 UAH
7		10000	1448095	1438095	-3 062 960 UAH
8		10000	1520500	1510500	-2 358 301 UAH
9		10000	1596525	1586525	-1 685 459 UAH
10		10000	1676351	1666351	-1 043 009 UAH
11		10000	1760169	1750169	-429 585 UAH
12		10000	1848177	1838177	156 115 UAH
13		10000	1940586	1930586	715 337 UAH
14		10000	2037615	2027615	1 249 271 UAH
15		10000	2139496	2129496	1 759 055 UAH

Срок возврата инвестиции в этом случае есть 12 лет. Однако стоит подчеркнуть, что в инвестиционные расходы автор вводит 50% для разработки проектной документации и установки, что обычно теплоснабжающие фирмы могут сделать своими силами и срок возврата таким образом можно существенно сократить.

нии, Дании, Швеции, Австрии итд. Организовали презентацию, на которой нас познакомили с существующими проектами в своих странах. Приведу только основной перечень (рис. 7).

Использование солнца сейчас особенно популярно в Скандинавии (рис 8).

Существующие проекты

Тема использования солнца для центрального теплоснабжения в Европе не новой, так как проекты этого типа поддерживаются Еврокомиссией. Весной 2010 в Праге представители теплоснабжающих компаний из Герма-

Источники:

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

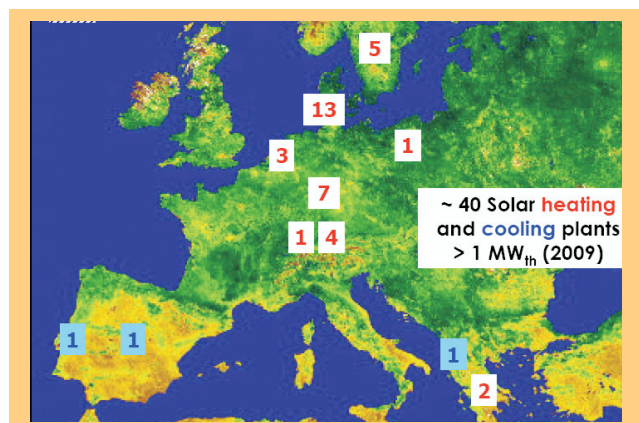


Рис. 7. Перечень европейских проектов с установленной мощностью выше 1МВ – 2009 год

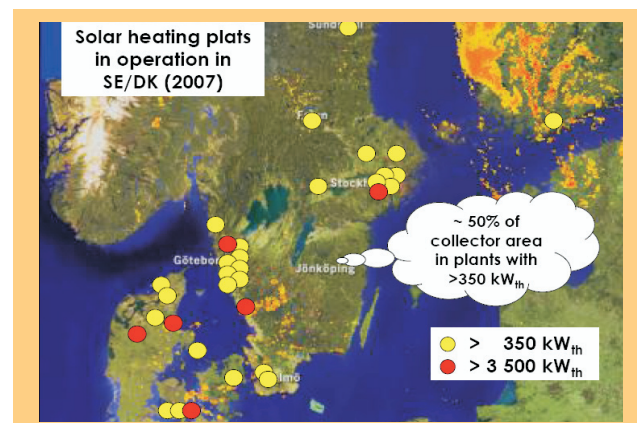


Рис. 8. Крупные проекты в Дании и Швеции – 2007 год