

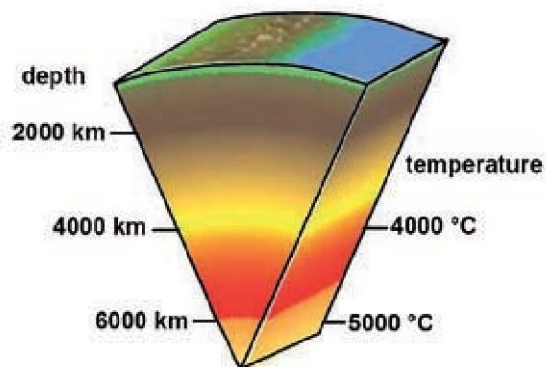


ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН УКРАЇНИ

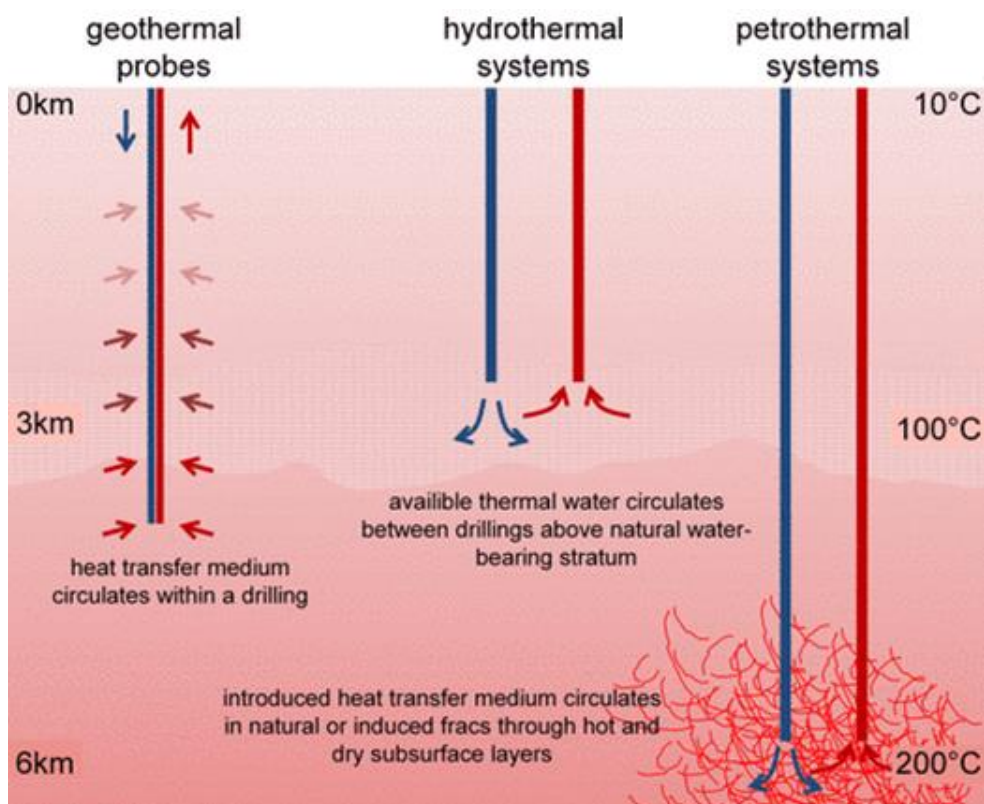
ПЕРСПЕКТИВИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ.

Академік НАН України Долінський А.А.
Почесний директор ІТТФ НАН України

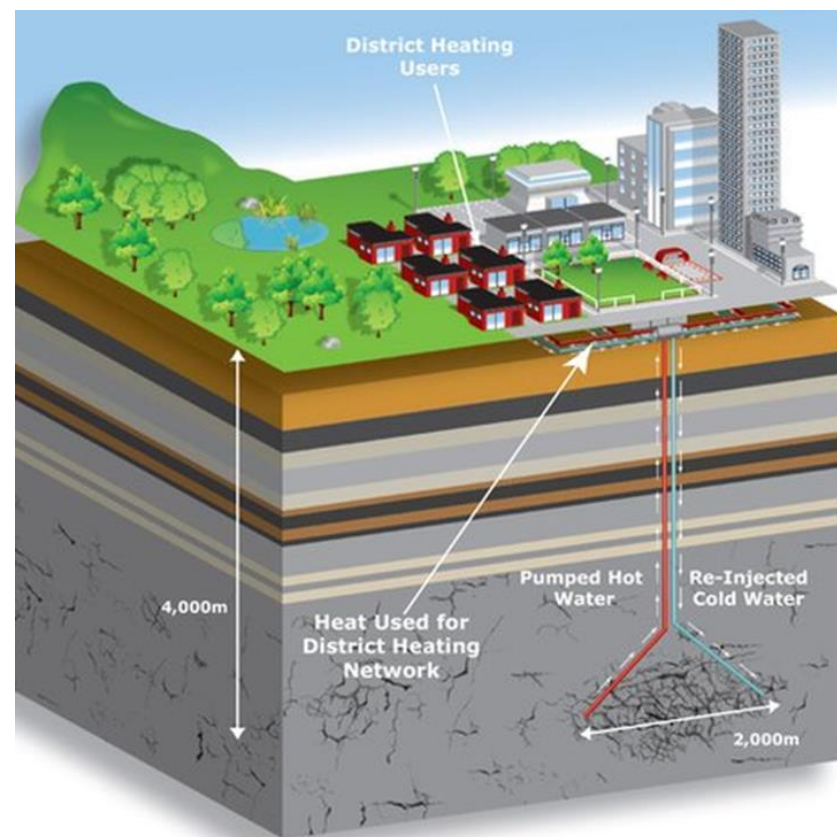




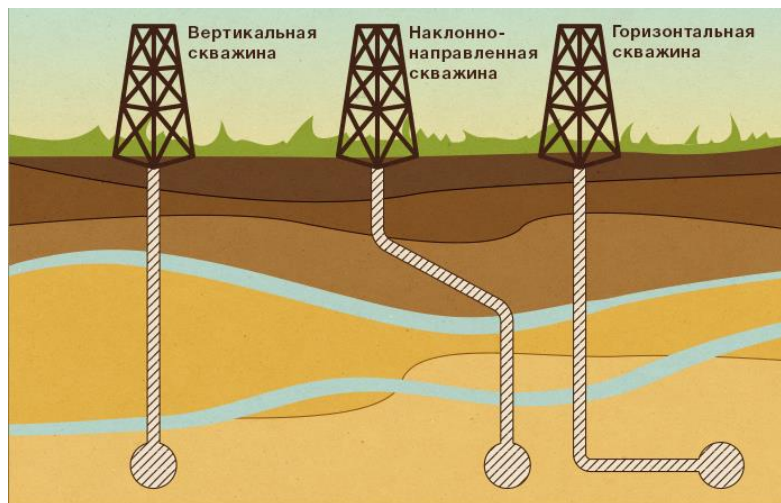
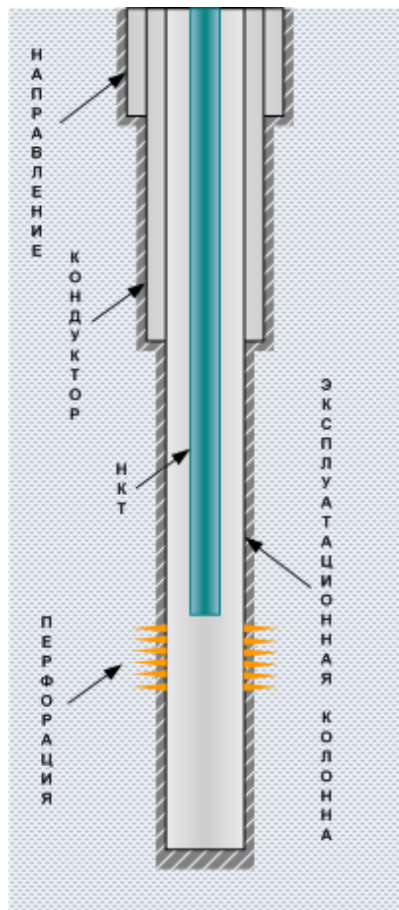
Temperatures within the Earth



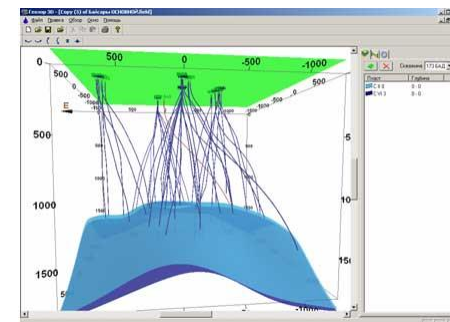
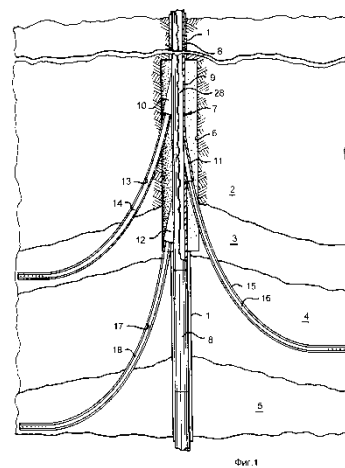
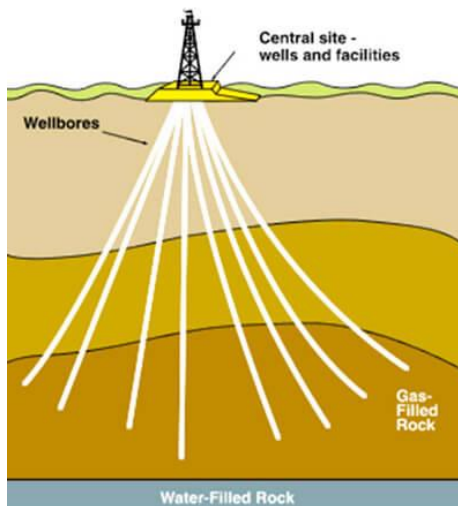
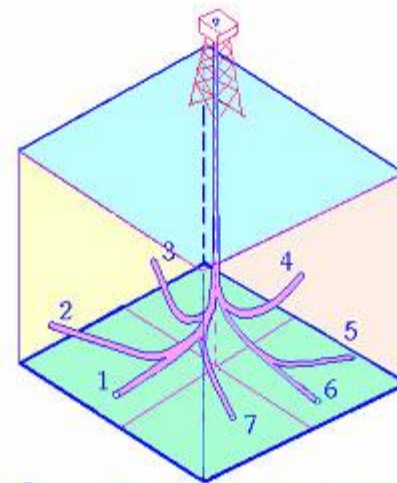
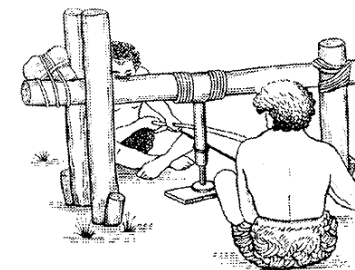
ГЕОТЕРМАЛНА ЕНЕРГИЯ



ТЕХНОЛОГІЇ БУРІННЯ. КОНСТРУКЦІЯ СВЕРДЛОВИНИ



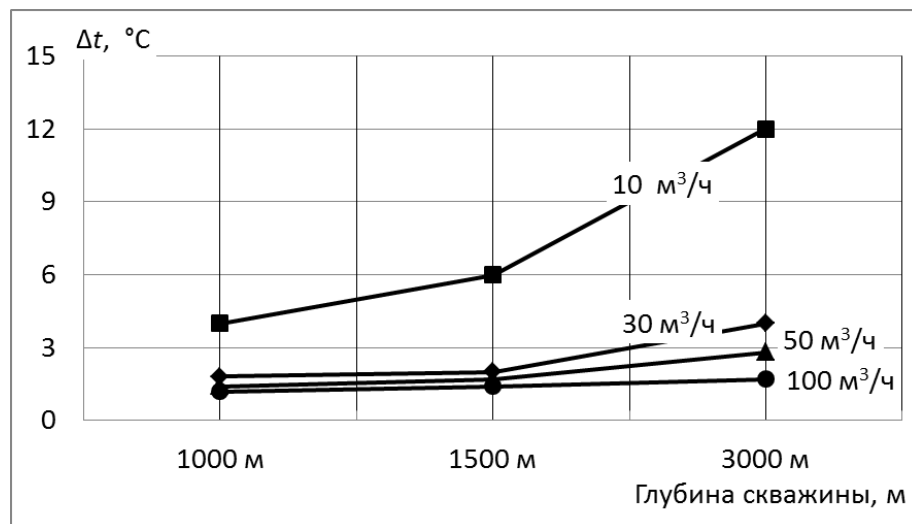
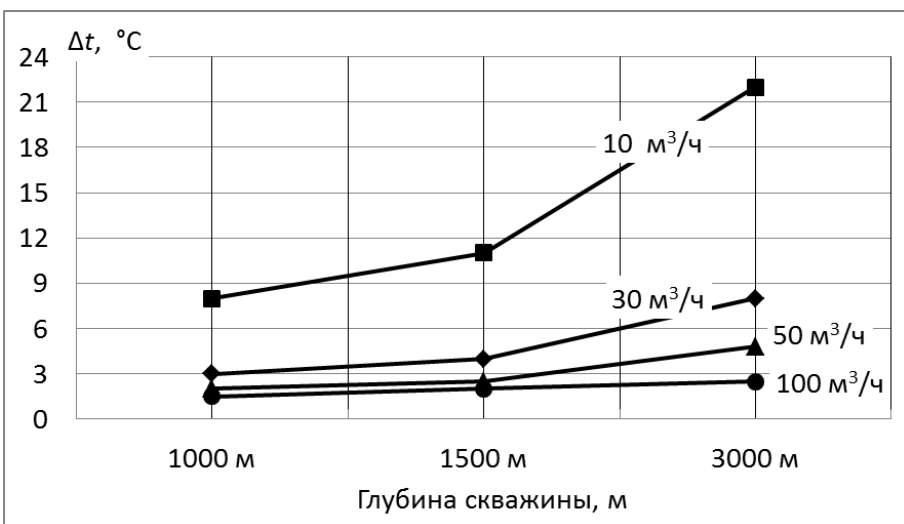
Directional Drilling



ЗМІНА ТЕМПЕРАТУРИ ТЕПЛОНОСІЯ НА ГИРЛІ СВЕРДЛОВИНИ ПРИ РІЗНИХ ПЛАСТОВИХ ТЕМПЕРАТУРАХ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ГЛИБИНИ СВЕРДЛОВИНИ ТА ПРИ РІЗНИХ ДЕБІТАХ

Пластова температура 95 °C

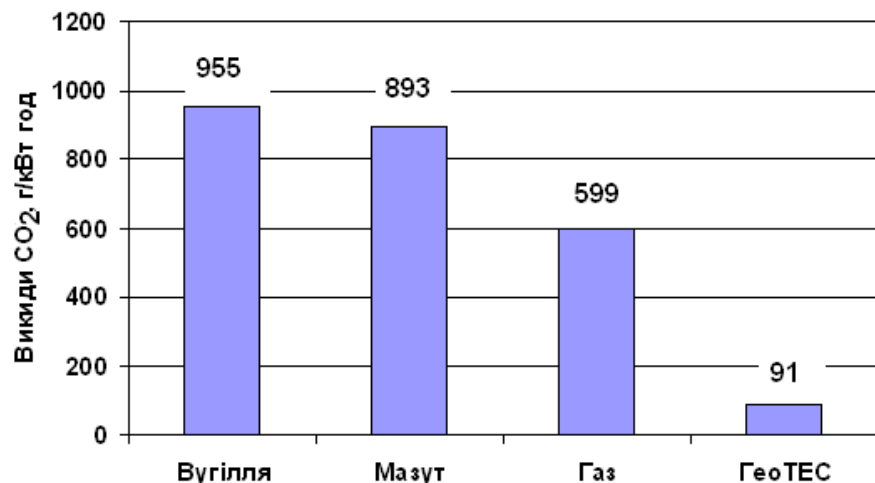
Пластова температура 55 °C



- Падіння температури теплоносія відбувається в перший рік експлуатації свердловини.
- Стабілізація температурного режиму починається після перших двох років експлуатації.
- Ці дані відповідають реальним термінами на працюючих свердловинах в умовах експлуатації.



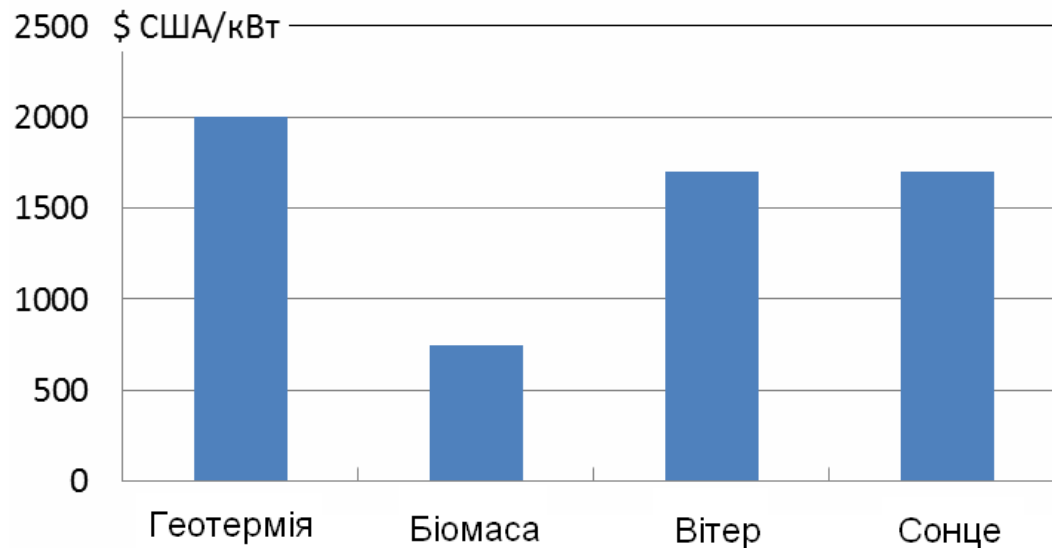
Порівняльні показники емісії CO₂ при спалюванні різних видів палива



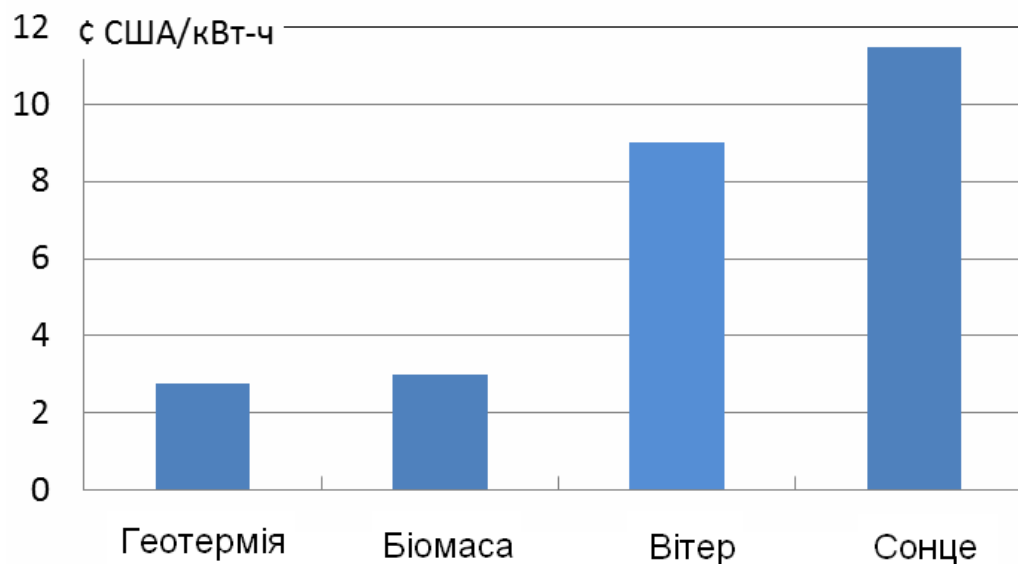
Теплові геотермальні станції скорочують викиди вуглекислого газу на 148 млн. т. CO₂ на рік.

- Значною перевагою геотермальної енергетики є:
 - **незалежність від зовнішнього ринку** енергоресурсів і скорочення споживання природних енергоносіїв;
 - невичерпність ресурсів;
 - практично постійне електричне навантаження ГеоЕС протягом усього робочого циклу, яке досягає 92% (атомна енергетика у світі - 90%, вугільна - 85%, наземна вітрова - 38%, сонячна - 20%).
- Екологічною перевагою геотермальної енергетики є відносно низький викид вуглекислого газу і канцерогенних продуктів в атмосферу – 48-91 г CO₂ на 1 кВт-год, тоді як при спалюванні вугілля на ТЕС ця величина складає 955 г CO₂ на 1 кВт-год.
- Геотермальна станція не вимагає великих площ, в середньому електростанція займає 0,4 м² в розрахунку на 1 МВт-год. виробленої електроенергії, у той час як для вугільної ТЕС - ця величина в 9 ... 10 разів більше.

Питомі капіталовкладення,
Дол. США / кВт



Собівартість виробленої
теплоти, цент США / кВт-год

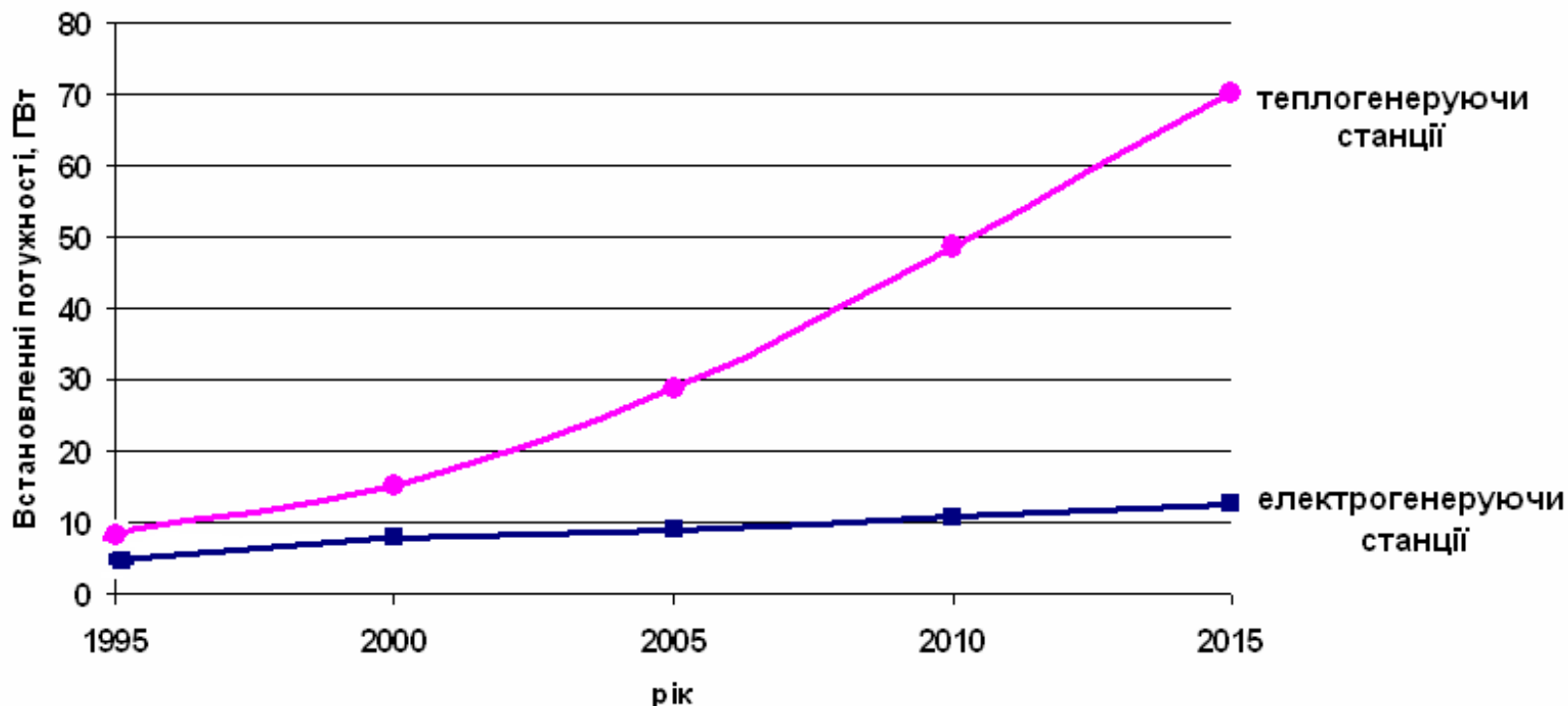


Собівартість виробленої теплоти є найнижчою порівняно з іншими відновлюваними джерелами енергії (до 2,5 - 3,0 центів США за 1 кВт-год).

ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА СЬОГОДНІ

- ❖ На даний час, понад 80 країн генерують електроенергію і теплоту шляхом використання геотермальної енергії.
- ❖ Сумарна потужність геотермальних теплових та електричних станцій - майже 83 ГВт.
- ❖ Економія органічного палива в газовому еквіваленті – 25,57 млрд. м³ газу.

ЗБІЛЬШЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ СТАНЦІЙ (1995 – 2015 pp.)

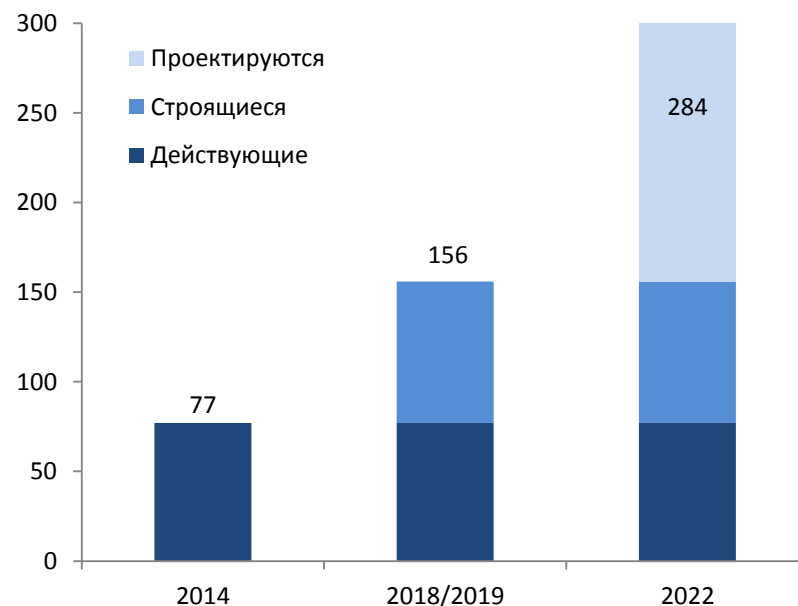
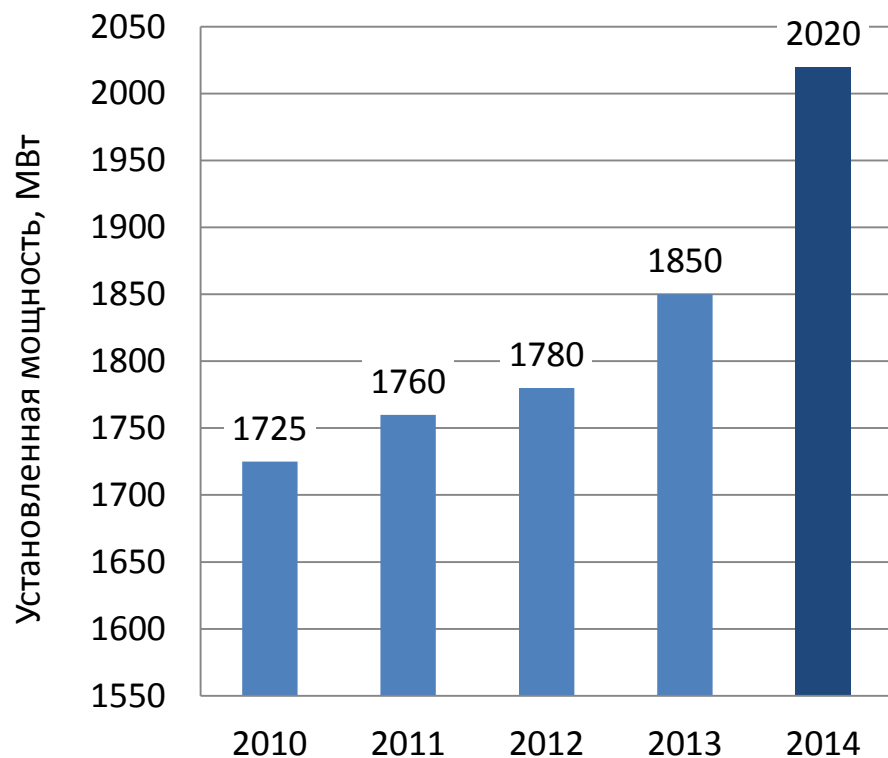


Джерело: Ruggero Bertani «Geothermal Power Generation in the World 2010-2014 Update Report»; John W. Lund and Tonya L. Boyd «Direct Utilization of Geothermal Energy 2015 Worldwide Review»



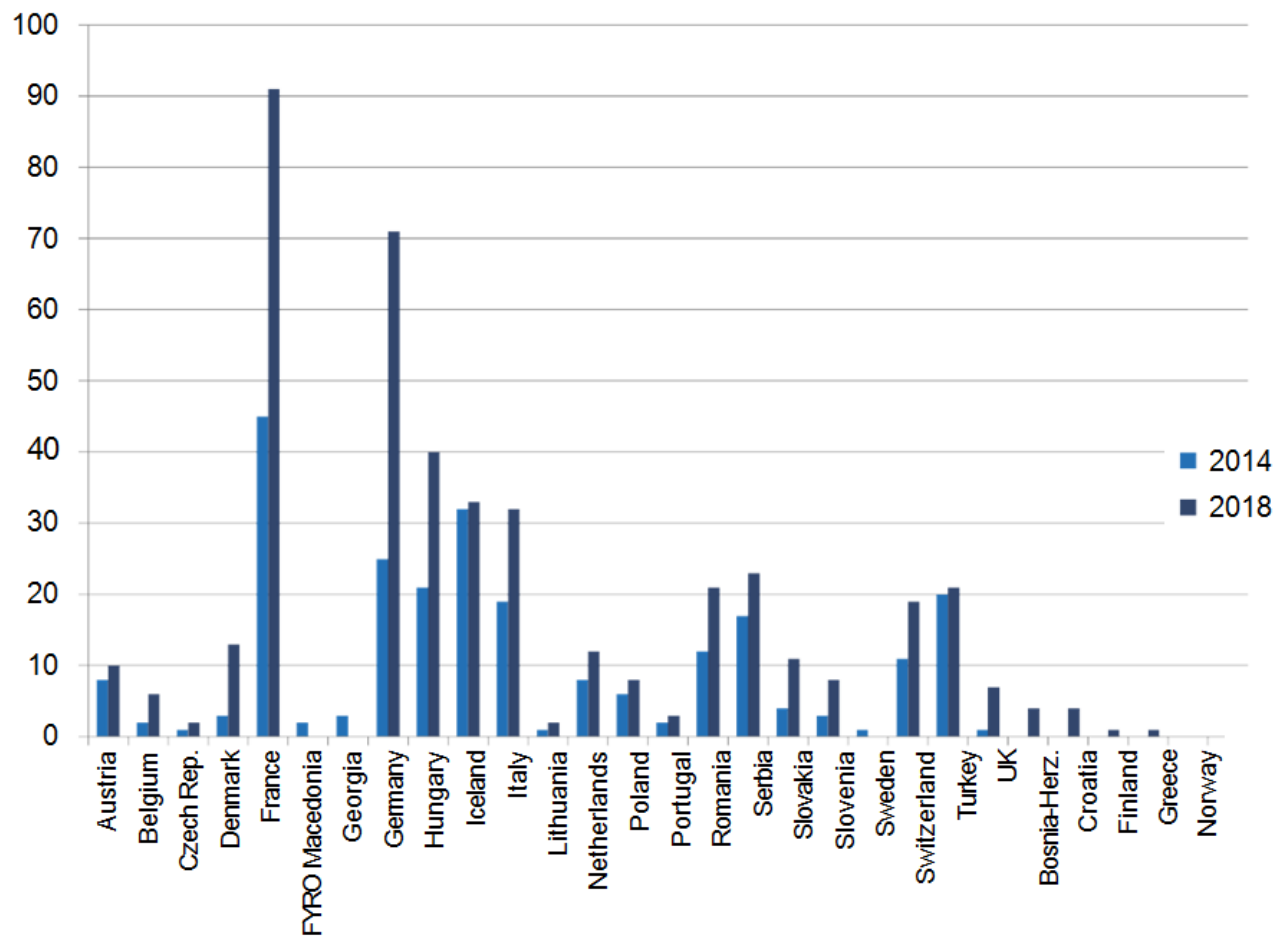
РОЗВИТОК ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ЄВРОПІ

ЗБІЛЬШЕННЯ ВСТАНОВЛЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК В ЄВРОПІ 2010-2014 рр



- У 2014 році 77 працюючих геотермальних станцій, встановленою потужністю понад 2 ГВт, виробляли понад 12 тис. ГВт-год електроенергії.
- У газовому еквіваленті становить 1,3 млрд. М3 природного газу.

КІЛЬКІСТЬ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ТЕПЛОВИХ СИСТЕМ В КРАЇНАХ ЄВРОПИ 2014 і 2018 рр.

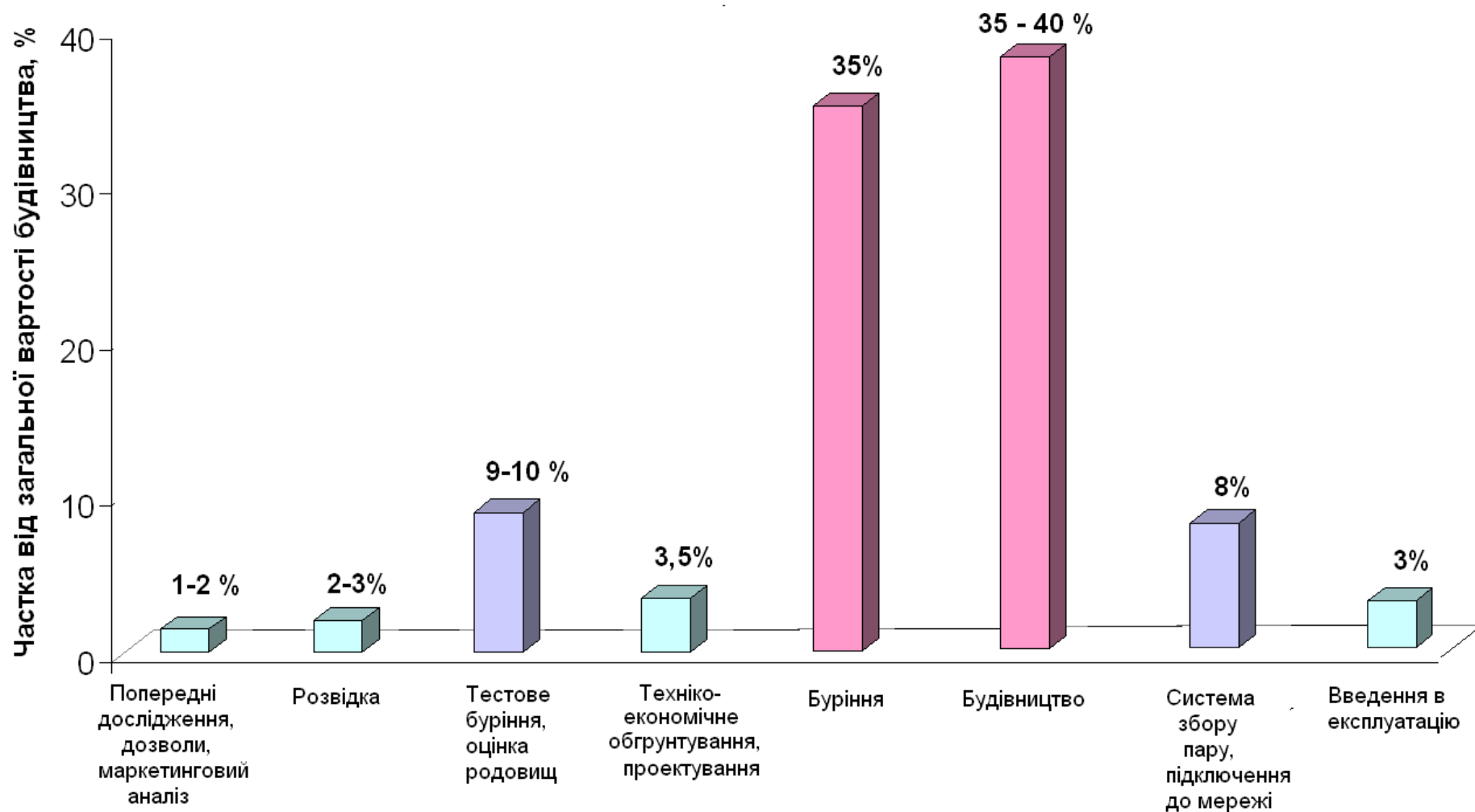


КРАЇНА	Кількість станцій
Франція	45
Ісландія	32
Німеччина	25
Угорщина	21
Ін. країни	124
ВСЕГО	247

• 247 теплових геотермальних станцій, встановленою потужністю 4,5 ГВт, виробляють понад 13 тис. ГВт-год на рік теплоти для опалення, в газовому еквіваленті - 1,4 млрд. М3 природного газу.

• Розглядаються 204 нових проекти, зі збільшенням теплової потужності до 6,5 ГВт.

ЧАСТКА РІЗНИХ ЕТАПІВ ВІД ЗАГАЛЬНОЇ ВАРТОСТІ БУДІВНИЦТВА ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ПОТУЖНІСТЮ 50 МВт



Джерело: http://www.esmap.org/esmap/Geothermal_Handbook



ВИРОБНИЦТВО ТЕПЛОТИ ГЕОТЕРМАЛЬНИМИ СТАНЦІЯМИ В КРАЇНАХ ЄВРОПИ

10

- ✓ Встановлені потужності теплових геотермальних станцій в Європі складають майже 23 ГВт.
- ✓ Встановлена потужність 247 систем централізованого геотермального опалення являє собою еквівалентну економію 1,4 млрд. м³ природного газу.
- ✓ Розглядаються 204 нових проекти, зі збільшенням теплової потужності до 6,5 ГВт.
- ✓ В Росії – встановлена потужність геотермальних станцій складає 81,6 МВт, в т.ч.. 4 ГеоТЕС на Камчатці. Розвитком геотермальної енергетики займаються понад 50 наукових організацій.
- ✓ В Білорусі – встановлена потужність геотермальних станцій складає 6,5 МВт (близько 100 геотермальних установок).
- ✓ В Литві у м. Клайпеда геотермальна тепла станція потужністю в газовому еквіваленті 20,5 млн. м³ газу на рік. Температура термальної води 38 °С з глибини 1200 м, має 4 теплові насоси потужністю 4,5 МВт кожний та 3 пікові котли.
- ✓ Рада директорів Світового банку ухвалила надання Вірменії гранту в розмірі 8,55 млн. дол. США на реалізацію програми «Геотермального розвідувального буріння».

Джерело: «EGEC MARKET REPORT 2013/2014 UPDATE»; <http://www.geothermal-energy.org>;

В. Свалова Геотермальная энергетика в ЖКХ (Россия); news.am/rus/news ; <http://energobelarus.by>.

Feliksas Zinevicius, Inauguration of first geothermal plant in Lithuania from IGA News #59, January - March 2005.



ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ У ФРАНЦІЇ

- ✓ У 2013 році встановлена потужність геотермальних станцій у Франції являє собою еквівалентну економію 643,3 млн. м³ природного газу та скорочує викиди в атмосферу майже на 1,8 млн. тон CO₂.
- ✓ У системах теплопостачання використовується геотермальний теплоносіє з температурами 55 – 85 °C.
- ✓ В околицях Парижу 33 геотермальних установки опалюють 170 тис. будинків, отримуючи еквівалентну економію 144,4 млн. м³ природного газу.
- ✓ У 2015 році планується запустити в експлуатацію геотермальну централізовану систему потужністю 48 МВт, протяжністю 13 км, забезпечивши опаленням і гарячим водопостачанням 10 тис. будинків, скоротив при цьому викиди CO₂ на 14,6 тис. т. на рік.
- ✓ Очікується, що геотермальні теплові станції забезпечать 60% потреб в теплоенергії м. Парижу та його околиць.

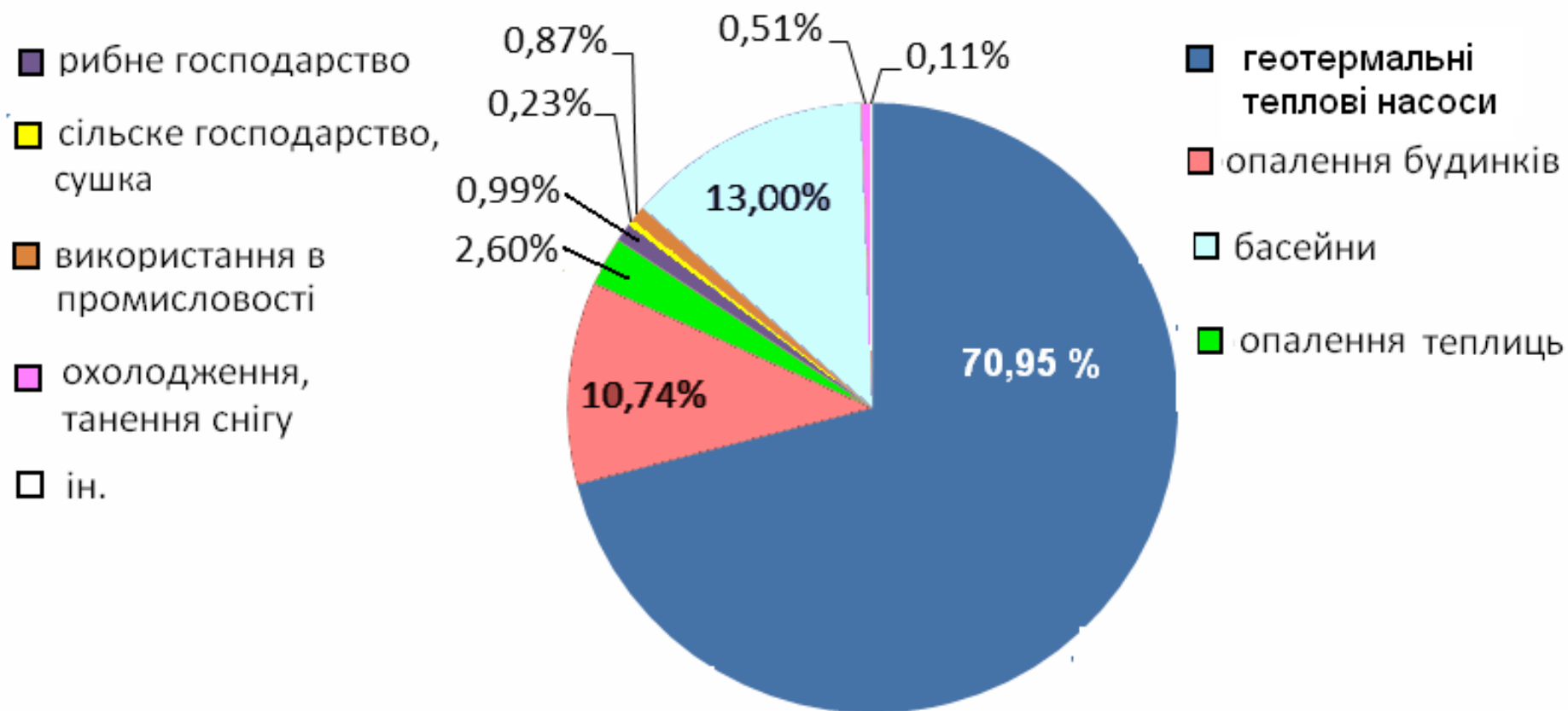
Джерело: French know-how in the field of GEOTHERMAL ENERGY District heating and electricity generation systems www.ademe.fr; Drilling of the geothermal doublet at Gentilly: marking the rebirth of geothermal in France www.engie.com/geothermal/.../; l'expert de la géothermie au service des villes durables <http://www.cofelyreseaux-gdfsuez.com>



ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В ПОЛЬЩІ

- ✓ У 2013 році встановлена потужність геотермальних станцій в Польщі являє собою еквівалентну економію 19,7 млн. м³ природного газу (теплопостачання – 16,8 млн. м³ природного газу, 85%) та скорочує викиди в атмосферу майже на 1,8 млн. тонн CO₂.
- ✓ 6 систем централізованого геотермального теплопостачання.
- ✓ У системах теплопостачання використовується геотермальний теплоносій з температурами 25 – 90 °С.
- ✓ Глибини свердловин 1,5 – 3,5 км.; Мінералізація термальної води 0.4 – 150 г/л.; Дебіт свердловин 30 – 150 л/с.
- ✓ Три найбільші геотермальні станції:
 - Rodhale, встановлена потужність - 40,7 МВт; виробництво теплоти в газовому еквіваленті – 7,9 млн. м³;
 - Puzysze, встановлена потужність 12 МВт; виробництво теплоти в газовому еквіваленті – 1,44 млн. м³;
 - Uniejow, встановлена потужність 3,2 МВт; виробництво теплоти в газовому еквіваленті – 0,5 млн. м³.

ВСТАНОВЛЕНІ ПОТУЖНОСТІ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ТЕПЛОВИХ УСТАНОВОК В %, (2015 Р.)



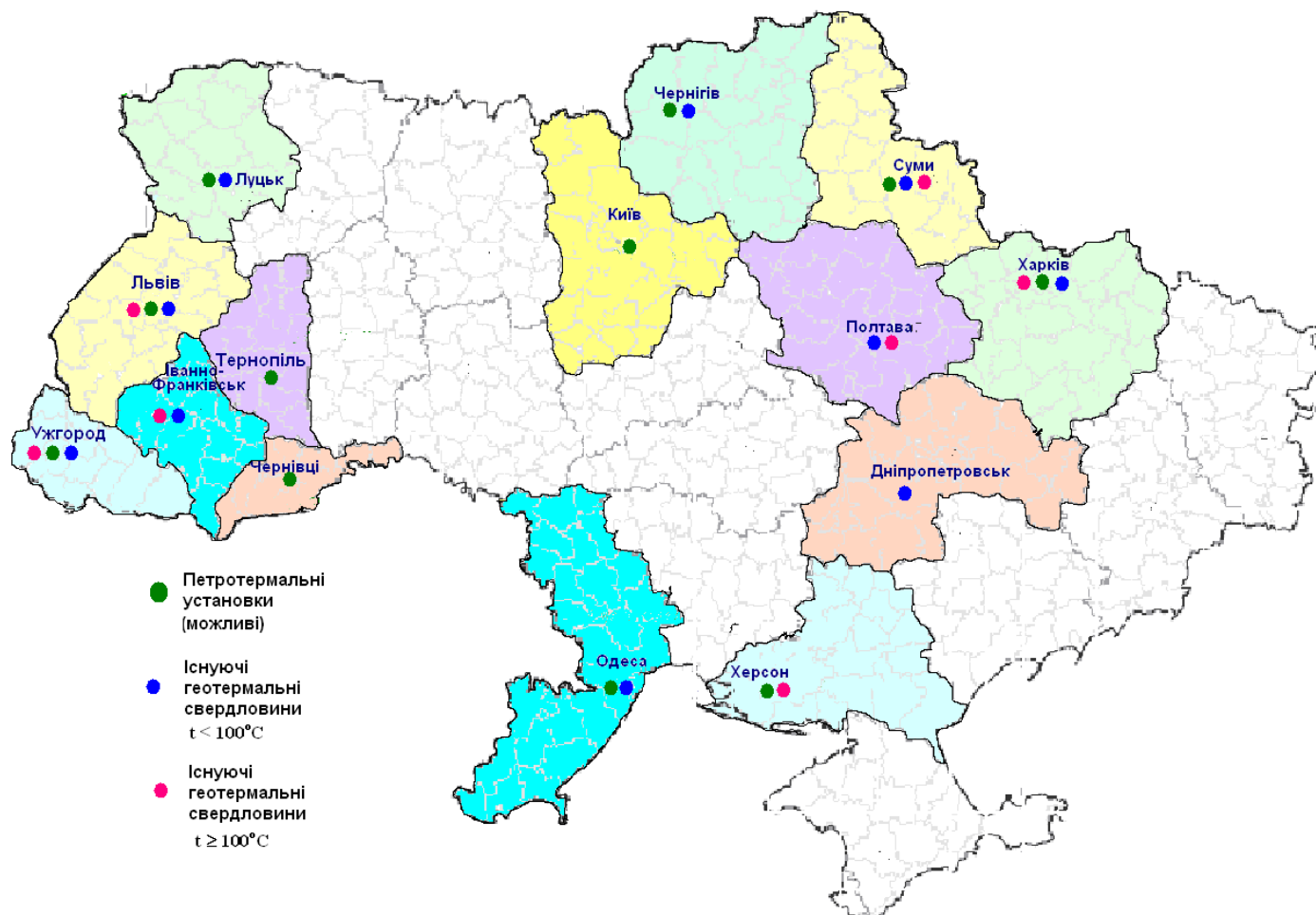
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

- ✓ Геологічними дослідженнями встановлено, що розвіданий на сьогодні потенціал термальних вод України складає – 27 млн. м³/добу з середньою температурою 70°C. Загалом їх енергетичний річний ресурс становить 12 млн. т.у.п. або 10,5 млрд. м³ газу.
- ✓ Необхідні температури теплоносія для геотермальних електростанцій знаходяться в Карпатах. Температура порід у пробурених свердловинах на глибині 4 км становить 210°C .
- ✓ В Закарпатті на глибинах 3,5 – 4,5 км було визначено температуру 170-200°C. Запаси геотермальної енергії на глибинах 3-10 км еквівалентні 800 млрд. т.у.п., або $704 \cdot 10^{12}$ м³ газу.
- ✓ В свердловині Мукачівська на глибині 4,2 км температура становить 202°C.
- ✓ Надра площини Залуж на глибині 3-5 км містять теплову енергію еквівалентну
- ✓ 1,9 млрд. т.у.т. або 1672 млрд. м³ газу.
- ✓ Сумарна економія палива по Україні, що виникає при використанні технічно-досяжного енергетичного потенціалу геотермальних джерел енергії складає 7,8 млн.т.у.п. або 6,9 млрд. м³ газу.

Джерело:

1. Енергоефективність та відновлювальні джерела енергії. Під загальною редакцією А.К. Шидловського. Автори: Бондаренко Б.І., Долінський А.А., Кириленко О.В. Кудря С.О., Кулик М.М., Рєзцов В.Ф. Стогній Б.С., Карп І.М. та ін. Видавництво “Українські енциклопедичні знання”. Київ – 2007, т IV., С.403-405.
2. Энергетик: история, настоящее и будущее. Т. 4., Киев-2010.- С.213.





- За прогнозною оцінкою ІТТФ НАН України технічно доступний потенціал енергії геотермальних вод у 8-ми найбільш перспективних для впровадження областях України, становить майже 15,8 тис. ГВт·год. на рік.
- Це дасть можливість виробляти близько 13,5 тис. ГВт·год. на рік теплової та 2,3 тис. ГВт·год. на рік електроенергії, що еквівалентно зменшенню споживання природного газу на 2,2 млрд. м³ на рік.

ПРОГНОЗНИЙ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ РОДОВИЩ ТЕРМАЛЬНИХ В ПЕРСПЕКТИВНИХ ОБЛАСТЯХ

Область	Очікувана температура теплоносія на виході, °C	Технічно доступна еквівалента економія природного газу, млрд. м³
1. Закарпатська	85-90	0,4
2. Івано-Франківська	65-90	0,3
3. Львівська	90-130	0,4
4. Полтавська	120-130	0,3
5. Сумська	80-100	0,2
6. Харківська	85	0,3
7. Чернівецька	77	0,1
8. Чернігівська	70-100	0,2
ВСЬОГО	-	2,2 (4 % від згального геотермального потенціалу України)

ТЕПЛОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ ІСНУЮЧИХ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИН УКРАЇНИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ В СИСТЕМАХ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА ГВП

17

Температура термальної води – 60...70 °С

№	Область	Кількість свердловин	Потенціал виробництва теплоти	
			МВт·год/рік	млн. м³ газу/рік
1	Дніпропетровська	2	14710	1,6
2	Закарпатська	4	25000	2,7
3	Івано-Франківська	4	29500	3,2
4	Львівська	10	73550	7,9
5	Полтавська	4	29500	3,2
7	Харківська	5	34500	3,7
8	Херсонська	5	34500	3,7
	ВСЬОГО	34	240760	26,0



- Даною проблемою інститут займається з 60-х років ХХ століття.
- Академіками А.Н. Щербаньом та О.А. Кремньовим було запропоновано ідею замкнутого контуру – вилучати із земних глибин гарячу воду, відбирати тепло і повертати охолоджену воду до того ж водоносного горизонту (ГЦС). Вперше цей метод застосований у Франції. Він так і називається «Український спосіб отримання геотермальної енергії». Зараз ця технологія застосовується в усьому світі.
- Виконувалась Державна цільова програма «Екологічно чиста геотермальна енергетика», затверджена КМ України **№100 від 17.01.1996** р. В рамках даної програми побудовано станцію в с. Медведевка (АР Крим), модернізовано станцію в с. Янтарное (АР Крим), побудовано геотермальні установки в с. Берегово та Косино (Закарпатська обл.).
- Розроблено 6 проектів та бізнес-планів геотермальних станцій для Закарпаття, Полтавської, Чернігівської областей та АР Крим, які не були реалізовані за відсутністю фінансування.
- Інститутом було спроектовано та побудовано 12 геотермальних станцій на території Кримського півострова.
- Було створено систему моделювання процесів, що протікають під землею, для проектування станцій.
- А.В. Шурчков та співробітники інституту відпрацювали технологію відбору теплоти з теплоносія, що має високу мінералізацію. Підсумком цієї роботи стало будівництво Паужетської, Паратунської та Мутновської геотермальних електростанцій на Камчатці.

ДІЮЧІ ГЕОТЕРМАЛЬНІ ОБ'ЄКТИ УКРАЇНИ

Назва об'єкту		Місце знаходження	Рік введення в експлуатацію	Теплова (електрична) потужність, МВт	Річна економія палива, т у.п.
1.	Система теплопостачання Берегівського спорткомплексу	Закарпатська обл. Берегівський район	1978	2,1	1520
2.	Система теплопостачання санаторію Косіно	Закарпатська обл. Берегівський район	1999	1,2	860
3.	Система теплопостачання оздоровчого комплексу Латорица	Закарпатська обл. Мукачевський район	1985	0,5	310
4.	Система енергопостачання селища Чонгар	Херсонська обл.	1991	3,6	2700
5.	Система теплопостачання селища Янтарне	АР Крим	1998	1,0 (0,1)	900
6.	Система енергопостачання селища Медведівка	АР Крим	2000 (теплопостачання) 2002 (електропостачання)	0,8 (0,07)	650
7.	Система теплопостачання об'єктів соцкультпобут об'єктів селища Зернове	АР Крим	1997	0,4	335
8.	Система теплопостачання об'єктів комунального господарства селища П'ятихатки	АР Крим	1996	0,3	300
9.	Система теплопостачання об'єктів комунального господарства селища Низинне	АР Крим	1998	0,03	300
Всього по Україні				11,2 (0,17)	7 375

ПОСТАНОВА
ПРЕЗИДІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
№ 157 від 07.07.2016 р.

Президія НАН України відзначає важливість та актуальність досліджень в галузі геотермальної енергетики України, розвиток яких у подальшому може стати основою для розроблення відповідних регіональних програм і дозволять вирішити ряд нагальних проблем енергетичної галузі.



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

