

За допомогою поверхонь, що складаються з структурованих та математично поданих сіток кривих [1, с. 59] деформовані або пошкоджені елементи будівель, а також складні геометричні форми можуть бути відображені більш реалістично і з меншим обсягом даних порівняно з вихідною хмарою точок, створених за допомогою тривимірних лазерних сканерів. Таким чином, завдання розробки плагінів та алгоритмів геометричних спеціальних мереж у середовищі BIM для моделювання складних геометричних форм на базі вихідних хмар точок в результаті роботи лазерного сканера є дуже актуальною.

Завдання підвищення геометричної якості «інтелектуальних» САД-моделей в першу чергу потребують реалізації в галузі архітектури, але також можуть бути потрібні і в інших галузях, наприклад, у машинобудуванні або суднобудуванні.

Література:

1. Иванова Л.С. Специальные линии и сети на поверхностях в задачах формообразования. *Прикл. геометрия и инж. графика*. Будівельник. 1993. Вып. 55. С. 59–63.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-230-2-15>

ANALYSIS OF THE EXPERIENCE OF THE IMPLEMENTATION OF GEOTHERMAL ENERGY IN POLAND FOR THE CONDITIONS OF UKRAINE

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ПОЛЬЩІ ДЛЯ УМОВ УКРАЇНИ

Lysak O. V. Лисак О. В.

Candidate of Engineering Sciences, Researcher at the Department of Geothermal Energy Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine *кандидат технічних наук, науковий співробітник відділу геотермальної енергетики Інституту відновлюваної енергетики Національної академії наук України м. Київ, Україна*

24 лютого 2022 року відбулось повномасштабне вторгнення росії, за підтримки білорусі, в Україну – що є частиною російського вторгнення, яке розпочалось ще 2014 року.

Це, зокрема, призвело й до необхідності більш ощадливого споживання газу, оскільки його видобування зменшилось внаслідок російської збройної агресії, а можливість закупівлі за кордоном ускладнилась внаслідок дефіциту газу на зовнішньому ринку, що одночасно призвело до його високої вартості [1]. Такий стан справ потребує від України переформування підходу до забезпечення потреб у теплопостачанні, оскільки для генерації теплоти повсюдно використовується газ.

Як альтернативу такому використанню газу запропоновано застосовувати системи геотермального теплопостачання. Існує два варіанти впровадження таких систем: або зі створенням нової свердловини, або з використанням вже існуючої свердловини [2]. Створення нової свердловини вимагає тривалого часу та значних інвестицій, які наразі за умов повномасштабного російського вторгнення в Україну важко отримати. Інший варіант, який передбачає використання вже існуючих свердловин, дозволяє значно знизити як вартість будівництва, так пришвидшити впровадження геотермальних систем теплопостачання.

Значний досвід у цьому напрямку було отримано в Польщі [3], зокрема важливий внесок зробив Інститут мінеральних ресурсів та енергетики Польської академії наук (*пол.* Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk), що має бути враховано в подальшому для умов України. Зокрема, в [3] йде мова про те, що станом на 2020 рік тільки одна з шести станцій геотермального централізованого теплопостачання в Польщі використовувала спеціально створену свердловину [4; 5], а п'ять інших – були побудовані з використанням вже наявних свердловин.

Згідно проведеного аналізу в дослідженні [3] щодо перетворення в геотермальні свердловин інших призначень було отримано таку їх класифікацію:

1. За складністю їх перетворення в геотермальні свердловини. Згідно [3] цей фактор залежав від наявних технологій на час створення свердловини. Свердловини, побудовані в Польщі до 1990-их років, використовували такі технологічні рішення, що їх перетворення на геотермальні переважно вимагає суттєвих доопрацювань, які й взагалі можуть виявитись неможливими. Ті свердловини, які були побудовані після 1990-их років, є початково більш придатними для переробки в геотермальні завдяки використанню при їх побудові менш застарілих технологічних рішень. Варто відзначити, що в іншій статті [6] з використанням свердловин з видобування нафти та газу в якості геотермальних, але вже в штаті Каліфорнія, США, обмежувались лише вказівкою на можливість необхідності поглиблення свердловини, але в переважній більшості випадків вважалося, що кількість доопрацювань

буде незначною без уточнення впливу особливостей зміни технологічних процесів залежно від року будівництва свердловини. В аналогічному дослідженні у Франції [7] не розглядалися свердловини, побудовані до 1970-их років, але не з причин зміни технологічних рішень, а внаслідок занадто великого старіння та корозії самої свердловини, тобто вони вже не були технічно придатними для реконструкції в геотермальні.

2. За призначенням свердловини. Зокрема, розглядалися як свердловини, створені для видобування нафти та газу, так і свердловини, створені з метою проведення геологічних досліджень. При цьому більш придатними для перетворення в геотермальні свердловини виявились саме свердловини для геологічних досліджень, оскільки вони мали більшу глибину, діаметр та були протестовані на більшу кількість характеристик, ніж свердловини, що використовувались для видобування нафти та газу [3]. Аналогічні рекомендації були зазначені в [6].

3. За станом свердловини. Їх поділено на чотири групи [3]: свердловини, виведені з експлуатації; занедбані свердловини, які не були виведені з експлуатації; пошкоджені свердловини; свердловини, продуктивність яких не досягла проєктного значення. Дещо схожа класифікація є в [6], де зазначено, що переважно свердловини були законсервованими (виведеними з експлуатації за різних обставин).

Таким чином, в умовах України варто звернути увагу не лише на застосування свердловин, що використовувались для видобування нафти та газу, але й свердловин, які були створені для інших потреб. Розроблена в Польщі методика може бути використаною в Україні для створення якісної системи класифікації свердловин, що має значно полегшити аналіз економічної доцільності їх застосування.

Іншим цікавим для умов України досвідом з впровадження таких проєктів у Польщі є пошук додаткових закордонних джерел фінансування проєктів з будівництва систем геотермального централізованого теплопостачання. В [8] мова йшла про такі закордонні джерела фінансування будівництва в польському регіоні Підгалля: Світовий банк (*англ.* The World Bank); Глобальний екологічний фонд (ГЕФ, *англ.* Global Environment Facility, GEF); Агентство США з міжнародного розвитку (*англ.* United States Agency for International Development, USAID); Данське агентство з охорони навколишнього середовища (*англ.* Danish Environmental Protection Agency, DEPA, що є його загальноприйнятою англомовною абрєвіатурою) та Phare (*англ.* Poland and Hungary: Aid for Restructuring of the Economies, *укр.* Польща та Угорщина: допомога в реконструкції економік).

Розглянемо більш детально останнє джерело фінансування.

Phare було фінансовим інструментом ЄС на допомогу країнам-кандидатам з Центральної та Східної Європи у підготовці до вступу в ЄС. Спочатку це стосувалася лише Польщі й Угорщини (звідки й назва), потім поширилось й на інші країни [9]. На разі, ця програма замінена IPA (*англ.* Instrument for Pre-Accession Assistance, *укр.* Інструмент допомоги перед вступом). І саме цією програмою має право скористатись Україна завдяки набуттю статусу країни-кандидата в члені ЄС.

При цьому потрібно займатись й створенням спеціалізованих національних програм для підтримки геотермальної енергетики в Україні. Зокрема, серед національних джерел фінансування системи централізованого геотермального тепlopостачання в польському регіоні Підгалля [8] було використано: акціонерний капітал; Національний фонд охорони навколишнього природного середовища та водного господарства (пол. *Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej*); Екофонд (*пол.* EkoFundusz) та банк Польщі PKO Bank Polski SA.

Що стосується Екофонду, то це був фонд, створений у 1992 році Міністерством фінансів Республіки Польща для ефективного управління коштами, отриманими від перетворення частини зовнішнього боргу Польщі у фонд, призначений для підтримки проектів охорони довкілля [10]. На разі, останній внесок в цей фонд вже сплачено, і тому фонд припинив своє існування, оскільки працював до вичерпання всіх внесків.

Основним же фондом для впровадження систем централізованого геотермального тепlopостачання в Польщі є Національний фонд охорони навко-лишнього природного середовища та водного господарства [11], який в 2018 році виділив кошти 10 проектам на загальну суму в 180 мільйонів польських злотих, що станом на 01.07.2022 складало майже півтора мільярди гривень.

Висновки:

1. Проведений аналіз польського досвіду показав, що окрім використання свердловин для видобування нафти та газу варто розглянути й свердловини, які були створені для виконання інших задач, зокрема дослідницьких.

2. Польський досвід впровадження систем геотермального централізованого тепlopостачання показав, що переважного застосування набули саме системи з використанням вже наявних свердловин.

3. Певний поштовх в створенні геотермальної енергетики в Польщі було отримано за рахунок грантів, які надавались від ЄС для країн-кандидатів у ЄС. На разі, схожий шлях може використати й

Україна для впровадження систем геотермального централізованого теплопостачання.

4. З набуттям досвіду й впровадження систем централізованого геотермального теплопостачання мають відбуватись зміни щодо впровадження геотермальної енергетики, як то створення спеціалізованих національних джерел фінансування таких програм, що й було з успіхом зроблено в Польщі.

References:

1. Лисак О.В. Удосконалення викладання відновлюваної енергетики для спеціалістів в сфері теплогазопостачання та вентиляції. Scientific and pedagogical internship “*Modern European trends in the development of engineering education*”: Internship proceedings. May 16 – June 26, 2022. Włocławek, the Republic of Poland, 2022. P. 42–50.

2. Sliwa T. et al. Geothermal Boreholes in Poland—Overview of the Current State of Knowledge. *Energies*. 2021. Vol. 14, № 11. P. 3251. Doi: <https://doi.org/10.3390/en14113251>

3. Bujakowski W. et al. *Reconstruction of geothermal boreholes in Poland*. *Geotherm. Energy*. 2020. Vol. 8, № 1. P. 10. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40517-020-00164-x>

4. Kępińska B. et al. *Geothermal utilization potential in Poland – the town of Poddębice. Part 1: selected reservoir and exploitation aspects of current and further geothermal district heating and other uses’ development in Poddębice*. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój*. 2017. Vol. 56, № 1 (1). P. 3–21.

5. Kępińska B. et al. *Geothermal utilization potential in Poland – the town of Poddębice. Part 2 : selected energetic aspects of current and future geothermal district heating in Poddębice*. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój*. 2017. Vol. 56, № 1 (1). P. 23–38.

6. Caulk R.A., Tomac I. *Reuse of abandoned oil and gas wells for geothermal energy production*. *Renew. Energy*. 2017. Vol. 112. P. 388–397. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.042>

7. Maurel C. et al. *Inventory and First Assessment of Oil and Gas Wells Conversion for Geothermal Heat Recovery in France*. *Proceedings World Geothermal Congress 2020 Reykjavik, Iceland, April 26 – May 2, 2020*. 2020.

8. Długosz P. *Podhale (South Poland) geothermal district heating system*. *Geothermics*. 2003. Vol. 32, № 4–6. P. 527–533. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0375-6505\(03\)00064-6](https://doi.org/10.1016/S0375-6505(03)00064-6)

9. *The PHARE Programme and the enlargement of the European Union* [Electronic resource]. URL: https://www.europarl.europa.eu/enlargement/briefings/33a2_en.htm (дата звернення: 01.07.2022)

10. *Information Resources in Toxicology*. Elsevier, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373593-5.X0001-8>

11. Sowizdzał A., Tomaszewska B., Chmielowska A. *Development of the Polish geothermal sector in the light of current possibilities of financial support for a geothermal investment* // E3S Web Conf. 2019. Vol. 86. P. 00034. Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20198600034>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-230-2-16>

FEATURES OF WINTER MAINTENANCE OF ROADS IN DIFFERENT COUNTRIES OF THE WORLD

ОСОБЛИВОСТІ ЗИМОВОГО УТРИМАННЯ ДОРІГ В РІЗНИХ КРАЇНАХ СВІТУ

Smirnov A. M. Смірнов А. М.

Graduate Student at the Department of Transport Construction and Property Management *аспірант кафедри транспортного будівництва та управління майном*
National Transport University *Національний транспортний університет*
Kyiv, Ukraine *м. Київ, Україна*

Одним із ключових елементів в утриманні доріг в зимовий період є снігоочисна техніка, до якої відносяться піскорозкидачі, навантажувальна техніка, трактори, автогрейдери, роторні снігоочисувачі, солерозподілювачі, бульдозери, а також навісне обладнання. В різних країнах світу в залежності від кліматичних зон техніка може відрізнятися за своїми конструктивними якостями.

Наприклад, у Фінляндії зими дуже сніжні, тому до прибирання снігу тут ставляться доволі серйозно і використовують снігоприбиральну техніку із двома відвалами (рис. 1). Така техніка дає можливість за один прохід розчистити відразу дві полоси. Хоча є і очевидний мінус – необхідність перекривати дорогу на час прибирання [1]. Цікаво відзначити, що снігоприбиральна техніка у Фінляндії рухається з доволі високою швидкістю (близько 90 км/год).