

ARTUR JACHIMOWSKI

Katedra Technologii i Ekologii Wyrobów, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, e-mail: jachimoa@uek.krakow.pl

**ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ W KONTEKŚCIE NOWYCH
ZMIAN W CIEPŁOWNICTWIE SYSTEMOWYM**

W artykule przedstawiono znaczenie modernizacji systemów ciepłowniczych w kontekście zrównoważonego rozwoju, wskazując na ich kluczową rolę w redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz poprawie jakości powietrza. Zrównoważony rozwój wymaga poszukiwania rozwiązań problemów wytwórczych i organizacyjnych z rozważaniem skutków ich zastosowania w gospodarce, społeczeństwie i w środowisku przyrodniczym. Jest to szczególnie istotne w energetyce. Ciepłownictwo systemowe, które dostarcza ciepło do obszarów zurbanizowanych, jest wskazane jako rozwiązanie efektywne i ekologiczne. W pracy wskazano na nowe zmiany technologiczne i regulacje prawne w polskim ciepłownictwie, podkreślając potrzebę zwiększenia efektywności energetycznej oraz wykorzystania odnawialnych źródeł energii i kogeneracji. Celem artykułu jest przedstawienie nowych rozwiązań w ciepłownictwie systemowym, które wspierają retardację niekorzystnych zmian w szeroko pojętym środowisku co przyczynia się do jego ochrony oraz poprawy jakości życia mieszkańców.

Słowa kluczowe: zrównoważony rozwój, ciepłownictwo systemowe, efektywny system

I. WSTĘP

Zrównoważony rozwój stanowi koncepcję, która zakłada harmonijny rozwój społeczny i gospodarczy w zgodzie z funkcjonowaniem środowiska przyrodniczego, zapewniając spełnianie potrzeb obecnych pokoleń bez uszczerbku dla możliwości przyszłych pokoleń [Tomislav 2018, Hariram i in. 2023]. Oznacza to konieczność racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody, minimalizowanie negatywnego wpływu na środowisko oraz wspieranie efektywności energetycznej [Nassani i in. 2021]. W kontekście transformacji energetycznej, jednym z kluczowych elementów zrównoważonego rozwoju jest modernizacja systemów ciepłowniczych, które odgrywają istotną rolę w redukcji emisji gazów cieplarnianych i poprawie jakości powietrza [Skwierz i in. 2021, Zathey i in. 2022].

Należy podkreślić, że ciepłownictwo systemowe, dostarczające ciepło do miast i obszarów zurbanizowanych, od lat jest uznawane za efektywny i ekologiczny sposób ogrzewania [Ricci i in. 2022, Talarek i in. 2023]. Poprzez centralizację wytwarzania ciepła i wykorzystanie nowoczesnych technologii, systemy te pozwalają na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń, w tym szkodliwych substancji, takich jak pyły zawieszone i benzoalfapiren, które w dużej mierze odpowiadają za smog [Ciepiela i Sobczyk 2018, Mbiydzennyuy i in. 2021, Raport Czyste Ciepło 2023]. Dodatkowo, ciepłownictwo systemowe sprzyja poprawie efektywności energetycznej, zwłaszcza gdy wdrażane są innowacyjne rozwiązania, takie jak kogeneracja.

Z danych GUS wynika, że ciepło systemowe jest wciąż najczęściej wykorzystywanym źródłem ogrzewania w polskich domach. W 2021 roku korzystało z niego ponad 52% gospodarstw domowych, głównie w dużych miastach, gdzie stanowiło dominujący sposób ogrzewania. Ponadto, 41,1% wszystkich gospodarstw domowych, korzystało z ciepłej wody dostarczanej z sieci [Kapica i in. 2023]. Aby rozszerzyć ten zasięg, konieczne jest ułatwienie rozbudowy sieci ciepłowniczych, co jest wyzwaniem nie tylko z powodu produkcji ciepła, ale także dostosowania infrastruktury odbiorczej. W Polsce, ze względu na skomplikowane przepisy dotyczące przeprowadzania sieci przez prywatne nieruchomości, proces uzyskiwania zezwoleń może trwać nawet kilkanaście miesięcy. W efekcie wielu inwestorów wybiera lokalne źródła ogrzewania, które są bardziej szkodliwe dla środowiska.

Aby poprawić efektywność energetyczną, konieczne jest wprowadzenie krajowych regulacji, które ułatwią budowę i modernizację sieci ciepłowniczych. Obecnie funkcjonowanie systemów ciepłowniczych regulowane jest m.in. przez rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 15 stycznia 2007 roku. Ważnym kierunkiem rozwoju powinno być także zwiększenie udziału kogeneracji, czyli jednoczesnej produkcji energii elektrycznej i ciepła, co znacząco podnosi efektywność energetyczną całego systemu.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie nowych zmian w ciepłownictwie systemowym, które mają kluczowe znaczenie dla zrównoważonego rozwoju. Przedstawione zostaną innowacje technologiczne oraz regulacje prawne, które wspierają modernizację tego sektora. Artykuł podkreśla również, w jaki sposób rozwój ciepłownictwa systemowego przyczynia się do ochrony środowiska, ograniczenia degradacji ekosystemów i poprawy jakości życia mieszkańców miast.

II. METODA PRACY

Dokonano pogłębionego przeglądu literatury, aby zbadać nowe zmiany w ciepłownictwie systemowym w kontekście zrównoważonego rozwoju. Analizowano teorie, badania empiryczne oraz regulacje dotyczące transformacji energetycznej w Polsce. Skupiono się na źródłach związanych z efektywnością energetyczną oraz nowoczesnymi technologiami, a także na wpływie ciepłownictwa na życie mieszkańców. W badaniach uwzględniono również kluczowe dokumenty strategiczne, jak Polityka energetyczna Polski do 2040 roku, aby zrozumieć kierunki rozwoju i wpływ regulacji na modernizację systemów ciepłowniczych oraz ochronę środowiska.

III. WYNIKI

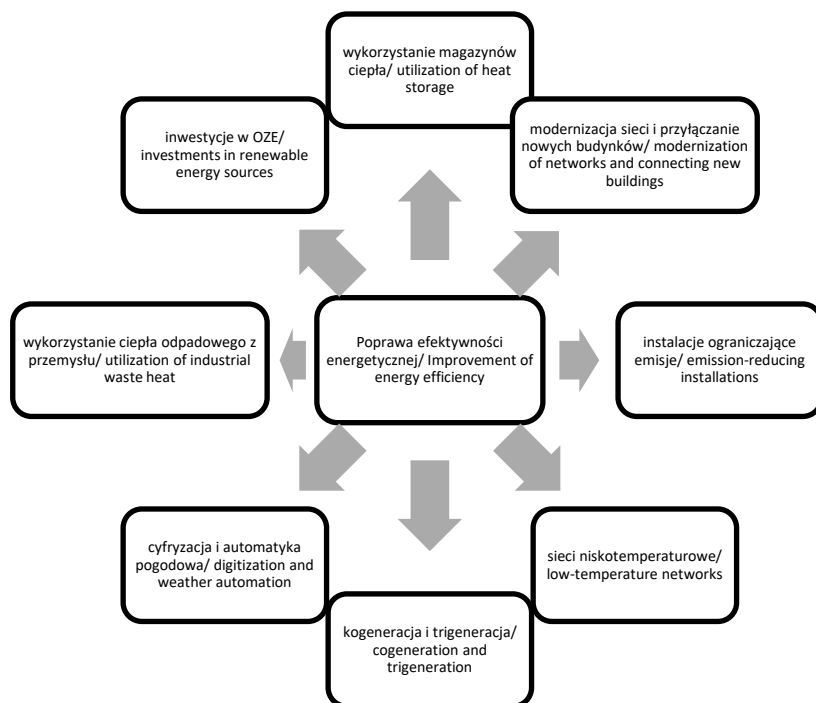
Zmiany w ciepłownictwie systemowym

Polski sektor ciepłowniczy dzieli się na dwie części: ciepłownictwo systemowe, nadzorowane przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, oraz ciepłownictwo niesystemowe, obejmujące m.in. domowe źródła ogrzewania [Tomaszewski 2020]. Obie te części przyczyniają się do dużej emisji zanieczyszczeń, ponieważ opierają się głównie na paliwach węglowych, które stanowią 66,2% zużywanych surowców [Raport URE 2023]. Dlatego nowe zmiany w ciepłownictwie systemowym mają na celu modernizację tego sektora w kierunku bardziej zrównoważonych i ekologicznych rozwiązań. W obliczu rosnących wymogów związanych z redukcją emisji CO₂ i odejściem od węgla, wprowadzane są regulacje wspierające rozwój niskoemisyjnych źródeł energii, takich jak kogeneracja i odnawialne źródła energii [Wojdyga i Chorzelski 2017, Rubczyński 2022, Talarek i in. 2023].

Wzrost cen za emisję CO₂ podniósł koszty dla firm ciepłowniczych, co negatywnie wpłynęło na ich finanse, ponieważ taryfy nie odzwierciedlają w pełni tych podwyżek [Dolatowski i Wasiak 2020]. Ceny w ciepłownictwie systemowym są ustalane głównie na podstawie decyzji

Ministerstwa Klimatu i Środowiska oraz Urzędu Regulacji Energetyki [Kryczka i in. 2024]. Dodatkowym problemem jest trudność w uznaniu systemu ciepłowniczego za "efektywny", co ogranicza jego rozwój. Efektywny system ciepłowniczy, zgodnie z definicją zawartą w Dyrektywie EED [Dyrektywa w sprawie efektywności ...] i przeniesioną do polskiego Prawa energetycznego [Ustawa Prawo Energetyczne 1997], to taki system, który do produkcji ciepła lub chłodu wykorzystuje przynajmniej 50% energii z odnawialnych źródeł lub 50% ciepła odpadowego. Alternatywnie, może bazować w 75% na ciepłownictwie opartym na kogeneracji, czyli jednoczesnej produkcji energii elektrycznej i ciepła. Efektywny system może także wykorzystywać kombinację tych źródeł, pod warunkiem że stanowią one łącznie co najmniej 50% zużywanej energii [Wiśniewski i in. 2019]. Dlatego potrzebna jest kompleksowa transformacja sektora w stronę bardziej zrównoważonych, niskoemisyjnych rozwiązań.

Poprawa efektywności energetycznej systemów ciepłowniczych opiera się na kilku kluczowych działaniach (rys. 1). Należą do nich: wykorzystanie magazynów ciepła, modernizacja sieci i przyłączanie nowych budynków, inwestycje w OZE, instalacje ograniczające emisje oraz sieci niskotemperaturowe. Kogeneracja i trigeneracja zwiększają efektywność, a cyfryzacja i automatyka pogodowa optymalizują działanie systemów. Ważne jest również wykorzystanie ciepła odpadowego z przemysłu oraz inwestowanie w OZE, takie jak biomasa i energia słoneczna. Działania te wspierają transformację w kierunku niskoemisyjnych systemów ciepłowniczych [Raport Czyste Ciepło 2023].



Rys. 1. Działania wpływające na poprawę efektywności energetycznej systemów ciepłowniczych. Źródło: opracowanie własne na podstawie [Raport Czyste Ciepło 2023]

Fig. 1. Actions Influencing the Improvement of Energy Efficiency in District Heating Systems. Source: own elaboration based on [Raport Czyste Ciepło 2023]

Polskie władze planują kierować transformacją branży ciepłowniczej za pomocą trzech kluczowych dokumentów: Strategii dla ciepłownictwa do 2030 roku (z perspektywą do 2040 roku) [Projekt Uchwały Rady Ministrów 2023], Polityki energetycznej Polski do 2040 roku [PEP2040 2021] oraz Krajowego Planu na Rzecz Energii i Klimatu na lata 2021-2030 [KPEiK 2019]. Dodatkowo, środki z Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności mają wspierać modernizację sektora ciepłowniczego [KPO 2024]. W lipcu 2024 roku Komisja Europejska zatwierdziła zmiany w KPO [Zakończenie rewizji KPO 2024].

Szczególnym dokumentem jest PEP 2040, który opiera się na trzech kluczowych filarach transformacji energetycznej. Pierwszy filar zakłada, że proces ten musi jednocześnie eliminować ubóstwo energetyczne i zastępować miejsca pracy związane z wydobywaniem paliw kopalnych nowymi w sektorze odnawialnych źródeł energii (OZE) oraz energetyce jądrowej, w tym w ciepłownictwie. Drugi filar promuje tworzenie zeroemisyjnego systemu energetycznego, w którym ważną rolę odgrywa energetyka lokalna i gminna, co może pobudzić prosumencką produkcję ciepła, podobnie jak w przypadku energii elektrycznej. Trzeci filar kładzie nacisk na jakość powietrza, co wymaga modernizacji systemów ogrzewania, zwłaszcza tych opartych na domowych piecach [Ballak 2022, Talarek i in. 2023]. Finalnie PEP 2040 przewiduje gruntowną modernizację polskiego ciepłownictwa poprzez większe wykorzystanie OZE, gazu i wysokosprawnej kogeneracji. Do 2030 roku planuje się wyeliminować węgiel w miastach, a do 2040 na terenach wiejskich. Celem jest, by w 2040 roku wszystkie gospodarstwa domowe korzystały z ciepła systemowego lub niskoemisyjnych źródeł. Dotyczy to też innych sektorów gospodarki, które będą musiały ograniczać emisje nie tylko ze względów wizerunkowych, ale też ekonomicznych; koszty wykorzystywania wysokoemisyjnych źródeł będą rosły [Gawin 2022].

Priorytetem dla Polski jest dostosowanie się do regulacji unijnych, które nakazują stopniowe odejście od węgla i promują zrównoważone źródła energii, co ma przyspieszyć transformację energetyczną. Nie można zapomnieć o pakiecie Fit for 55, który wprowadza szereg regulacji mających na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych w UE o co najmniej 55% do 2030 roku [Raport Dekarbonizacja ... 2022]. Natomiast w sektorze ciepłownictwa miejskiego kluczowe są trzy dyrektywy: dotycząca efektywności energetycznej (EED) [Dyrektywa w sprawie efektywności...], odnawialnych źródeł energii (RED III) [Dyrektywa w sprawie odnawialnych ...] oraz charakterystyki energetycznej budynków (EPBD) [Dyrektywa 2024/1275 ...].

Systemy ciepłownicze, ze względu na elastyczność umożliwiają stosowanie różnych technologii konwersji energii do produkcji ciepła. Przegląd nowych technologii i ich łączenia w celu poprawy rentowności oraz rozwój OZE omówiono w następującej publikacji [Salman i in. 2021], natomiast optymalne planowanie przyszłych systemów w [Jiang i in. 2022]. Kluczowe zalecenia dla systemów czwartej generacji (4GDH) oraz przeszkody związane z obniżaniem temperatur w systemach trzeciej generacji (3GDH) przedstawiono w pracy [Averfalk i Werner 2017]. Z kolei perspektywy dla funkcjonowania systemów czwartej generacji oraz piątej generacji (5GDH) przedstawiono w publikacji [Lund i in. 2021]. Analizę czterdziestu europejskich sieci ciepłowniczych opisano w pracy [Buffa i in. 2019].

Nowe rozwiązania technologiczne

W obszarach, gdzie możliwe jest dostarczanie ciepła z efektywnych systemów ciepłowniczych, priorytetem powinno być wykorzystanie ciepła systemowego. Taki model zwiększa efektywność surowców, poprawia komfort życia i ogranicza niską emisję. Celem na 2030 rok jest modernizacja systemów ciepłowniczych, aby 85% z nich o mocy powyżej 5 MW spełniało kryteria efektywności energetycznej, opierając się na OZE, kogeneracji lub ciepłu odpadowym. Wyzwania technologiczne i finansowe obejmują rozwój źródeł takich jak biomasa,

biogaz, energia słoneczna i geotermalna, z planowanym udziałem OZE na poziomie 28,4% w 2030 roku. W okresie przejściowym ważną rolę odegra gaz ziemny, a także rozwój magazynów ciepła, co usprawni zarządzanie systemami [Gawin 2022]. Szczególnie odnawialne źródła energii budzą duże zainteresowanie w sektorze ciepłownictwa, zwłaszcza w odniesieniu do niskotemperaturowych sieci [Neirotti i in. 2019, Østergaard i in. 2022]. Szansą na zwiększenie efektywności i rozwój ciepłownictwa jest technologia power to heat - wykorzystanie energii elektrycznej z farm wiatrowych do produkcji ciepła [Talarek i in. 2023].

Innym rozwiązaniem jest stosowanie kogeneracji w ciepłownictwie systemowym, która polega na jednoczesnym wytwarzaniu ciepła i energii elektrycznej w jednym procesie technologicznym [Bujalski 2020, Rezaei i in. 2021]. Jest to rozwiązanie zwiększające efektywność energetyczną, ponieważ pozwala na maksymalne wykorzystanie paliwa, redukując jednocześnie emisję szkodliwych substancji [Ziarkowski 2020, Rubczyński 2022]. Kogeneracja odgrywa kluczową rolę w modernizacji systemów ciepłowniczych, przyczyniając się do ich transformacji w kierunku zrównoważonego rozwoju i niższej emisyjności [Montazerinejad i Eicker 2022]. Natomiast, w Polityce energetycznej Polski do 2040 roku podkreślono konieczność rozwoju kogeneracji [PEP2040 2021]. Zwrócono uwagę na potrzebę stałego zaspokajania zapotrzebowania na energię, przy jednoczesnym maksymalnym wykorzystaniu krajowych zasobów i technologii przyjaznych dla środowiska [Ziarkowski 2020].

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania, termin retardacja przekształcania ekosystemów, czyli opóźnienie procesów degradacji środowiska [Poskrobko i Kostecka 2016, Kostecka 2017], nabiera znaczenia w kontekście nowych zmian w ciepłownictwie systemowym. Zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii, kogeneracji, czy odzysku ciepła odpadowego, zmniejsza presję na zasoby naturalne i ogranicza emisję zanieczyszczeń. Modernizacja systemów ciepłowniczych, m.in. przez inwestycje w technologie niskoemisyjne i efektywne zarządzanie energią, pozwala spowolnić negatywne zmiany w ekosystemach, wspierając zrównoważony rozwój i ochronę środowiska.

IV. PODSUMOWANIE

Zrównoważony rozwój odgrywa kluczową rolę w modernizacji ciepłownictwa, szczególnie w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych i poprawy jakości powietrza. Ciepłownictwo systemowe, które jest efektywne i ekologiczne, ma duży potencjał, zwłaszcza w miastach, jednak jego rozwój wymaga zmian regulacyjnych oraz zwiększonych inwestycji.

Zwiększenie roli kogeneracji i odnawialnych źródeł energii (OZE), takich jak biomasa czy energia geotermalna, jest kluczowe dla spełnienia norm emisyjnych i realizacji celów energetycznych Polski. Kogeneracja pozwala na jednoczesną produkcję ciepła i energii elektrycznej, co poprawia efektywność, stabilizuje ceny energii oraz zwiększa bezpieczeństwo energetyczne. Równie ważne jest inwestowanie w technologie magazynowania energii i modernizację sieci, co umożliwi lepsze zarządzanie niestabilnymi źródłami, jak OZE.

Obecnie obowiązujące regulacje spowalniają rozwój ciepłownictwa. Wprowadzenie bardziej elastycznych przepisów, zgodnych z unijnymi dyrektywami, oraz programów wsparcia finansowego mogłoby znacząco przyspieszyć modernizację systemów ciepłowniczych.

Z kolei, inwestorzy powinni koncentrować się na innowacyjnych technologiach, które poprawiają efektywność energetyczną i redukują emisje. Hybrydowe systemy ciepłownicze, łączące tradycyjne i odnawialne źródła energii, oferują przyszłościowe rozwiązania, które dywersyfikują ryzyko i zwiększają elastyczność operacyjną. Dlatego modernizacja ciepłownictwa w Polsce wymaga zintegrowanego podejścia, obejmującego innowacyjne technologie, dostosowane regulacje oraz odpowiednie wsparcie finansowe.

BIBLIOGRAFIA

1. Averfalk H., Werner S. 2017. Essential improvements in future district heating systems. *Energy Procedia*. 116. 217-225. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.069>.
2. Ballak M. 2022. Wyzwania polityki energetycznej Polski do 2040 roku. Wybrane przyrodnicze i prawno-administracyjne aspekty energetyki odnawialnej w Polsce. 61-82. [w:] Świątek M. Wybrane przyrodnicze i prawno-administracyjne aspekty energetyki odnawialnej w Polsce. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Szczecin.
3. Buffa S., Cozzini M., D'antoni M., Baratieri M., Fedrizzi R. 2019. 5th generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 104. 504-522. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.059>.
4. Bujalski W. 2020. Szanse i zagrożenia dla rozwoju kogeneracji. *Nowa Energia*. 1(71). 29-35.
5. Ciepła M., Sobczyk W. 2018. Przykłady rozwiązań technologicznych i urbanistycznych ograniczających powstawanie smogu kwaśnego. *Edukacja-Technika-Informatyka*. 9(1). 60-65.
6. Dolatowski M., Wasiak R. 2020. Czemu rosną ceny energii w Polsce? Zasady działania europejskiego systemu handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS) i jego wpływ na rynek energii w Polsce. [w:] Co do zasady. studia i analizy prawne. WIW Services. Warszawa. 75-88.
7. Dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej 2012/27/UE. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX:32012L0027>. Dostęp: 19.09.2024 r.
8. Dyrektywa w sprawie odnawialnych źródeł energii 2018/2001/UE. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC. Dostęp: 19.09.2024 r.
9. Dyrektywa 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401275. Dostęp: 19.09.2024 r.
10. Gawin R. (red.). 2022. W drodze do bezpiecznej i czystej energii, czyli jak napisać rynek na nowo. Urząd Regulacji Energetyki. Departament Komunikacji Społecznej. Warszawa.
11. Hariram N.P., Mekha K.B., Suganthan V., Sudhakar K. 2023. Sustainalism: An integrated socio-economic-environmental model to address sustainable development and sustainability. *Sustainability*. 15(13). 10682. <https://doi.org/10.3390/su151310682>.
12. Jiang M., Rindt C., Smeulders D. M. 2022. Optimal planning of future district heating systems-a review. *Energies*. 15(19). 7160. <https://doi.org/10.3390/en15197160>.
13. Kapica K., Kozieł A., Matysiak J., Twaróg D., Plutecki P., Machowska K., Dudzińska-Dracz D., Mikołajuk H., Nowotarska J., Stosio M., Juchno A., Kacprowska J., Galewski K., Moskal I., Dzwolak J., Dembicz E. 2023. Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2021 roku. GUS. Warszawa. Rzeszów.
14. Kostecka J. 2017. Odniesienia koncepcji retardacja przekształcania zasobów przyrody do wybranych aktów prawnych w kontekście budowania zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym. *Inżynieria Ekologiczna*. 18(6). 1-15. DOI: 10.12912/23920629/79430.
15. KPO 2024. <https://www.kpo.gov.pl/>. Dostęp: 20.09.2024 r.
16. KPEiK 2019. Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030. Wersja 2019. <https://www.gov.pl/web/klimat/krajowy-plan-na-rzecz-energii-i-klimatu>. Dostęp: 20.09.2024.
17. Kryczka D., Staniszewska Z., Wałach A. 2024. Dekarbonizacja ciepłownictwa systemowego w Polsce – szanse i wyzwania. https://www.ey.com/pl_pl/law/dekarbonizacja-cieplownictwa-systemowego-w-polsce-esg-fy25. Dostęp: 22.09.2024.
18. Lund H., Østergaard P.A., Nielsen T.B., Werner S., Thorsen J.E., Gudmundsson O., Arabkoohsar A., Mathiesen, B.V. 2021. Perspectives on fourth and fifth generation district heating. *Energy*. 227. 120520. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120520>.

19. Mbiydzennyuy G., Nowaczyk S., Knutsson H., Vanhoudt, D., Brage, J., Calikus E. 2021. Opportunities for machine learning in district heating. *Applied Sciences*. 11(13). 6112. <https://doi.org/10.3390/app11136112>.
20. Montazerinejad H., Eicker U. 2022. Recent development of heat and power generation using renewable fuels: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 165. 112578. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112578>.
21. Nassani A.A., Aldakhil A.M., Zaman K. 2021. Ecological footprints jeopardy for mineral resource extraction: efficient use of energy, financial development and insurance services to conserve natural resources. *Resources Policy*. 74. 102271. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102271>.
22. Neirotti F., Noussan M., Rivero S., Manganini G. 2019. Analysis of different strategies for lowering the operation temperature in existing district heating networks. *Energies*. 12(2). 321. <https://doi.org/10.3390/en12020321>.
23. Østergaard D.S., Smith K.M., Tunzi M., Svendsen S. 2022. Low-temperature operation of heating systems to enable 4th generation district heating: A review. *Energy*. 248. 123529. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123529>.
24. PEP2040 2021. *Polityka Energetyczna Polski do 2024 r.* Ministerstwo Klimatu i Środowiska. Załącznik do uchwały nr 22/2021 Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021 r. Warszawa. <https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski>. Dostęp: 20.09.2024.
25. Poskrobko B., Kostecka J. 2016. Retardacja w świadomości społecznej. *Polish Journal for Sustainable Development*. 20. 145-160.
26. *Projekt uchwały Rady Ministrów w sprawie przyjęcia Strategii dla ciepłownictwa do 2030 r. z perspektywą do 2040 r.* 2023. <https://www.gov.pl/web/premier/projek-uchwaly-rady-ministrow-w-sprawie-przyjecia-strategii-dla-cieplownictwa-do-2030-r-z-perspektywa-do-2040-r2>. Dostęp: 20.09.2024 r.
27. *Raport Czyste Ciepło. Kompendium dobrych praktyk w branży ciepłowniczej.* 2023. Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie. Warszawa. <https://cieplosystemowe.pl/ogranicz-emisje/>. Dostęp: 20.09.2024.
28. *Raport Dekarbonizacja ciepłownictwa systemowego w Polsce w świetle pakietu "Fit for 55".* 2022. Polskie Towarzystwo Elektrowni Zawodowych, Kraków, Polska.
29. *Raport URE „Energetyka cieplna w liczbach-2022”.* Warszawa. 2023. <https://www.ure.gov.pl/pl/cieplo/energetyka-cieplna-w-l/11407,2022.htm>. Dostęp: 22.09.2024.
30. Rezaei M., Sameti M., Nasiri F. 2021. Biomass-fuelled combined heat and power: Integration in district heating and thermal-energy storage. *Clean Energy*. 5(1). 44-56.
31. Ricci M., Sdringola P., Tamburrino S., Puglisi G., Donato E. D., Ancona M. A., Melino F. 2022. Efficient district heating in a decarbonisation perspective: a case study in Italy. *Energies*. 15(3). 948. <https://doi.org/10.3390/en15030948>.
32. *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 15 stycznia 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemów ciepłowniczych.* Poz. 92. Dz.U. Nr 16. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20070160092>. Dostęp: 19.09.2024.
33. Rubczyński A. 2022. Ciepłownictwo-zapomniany sektor energii. Ciągłe z szansą na sukces pomimo spóźnionego startu. *Nowa Energia*. 1(82). 52-60.
34. Salman C.A., Li H., Li P., Yan J. 2021. Improve the flexibility provided by combined heat and power plants (CHPs)- a review of potential technologies. *e-Prime-Advances in Electrical Engineering. Electronics and Energy*. 1. 100023. <https://doi.org/10.1016/j.prime.2021.100023>.
35. Skwierz S., Lewarski M., Krupin V., Gorzałczyński A., Jeszke R., Pyrka M., Rosłaniec M., Rabciga W., Boratyński J., Tatarewicz I., Witajewski-Baltvilks J., Wąs A., Kobus P.,

- Tobiasz I., Tylka A., Cygler M., Sekuła M. 2021. Polska net-zero 2050. Podręcznik transformacji energetycznej dla samorządów. Instytut Ochrony Środowiska – PIB IOS.
36. Talarek K., Knitter-Piątkowska A., Garbowski T. 2023. Challenges for district heating in Poland. *Discover Energy*. 3(1). 5. <https://doi.org/10.1007/s43937-023-00019-z>.
37. Tomaszewski R. 2020. Ciepło do zmiany. Jak zmodernizować sektor ciepłownictwa systemowego w Polsce? *Polityka Insight*. https://zasoby.politykainsight.pl/pi2/pdf/Polityka_Insight_-_Cieplo_do_zmiany.pdf. Dostęp: 22.09.2024.
38. Tomislav K. 2018. The concept of sustainable development: From its beginning to the contemporary issues. *Zagreb International Review of Economics & Business*, 21(1), 67-94. <https://doi.org/10.2478/zireb-2018-0005>.
39. Ustawa z dnia 10 kwietnia 2007 r. Prawo Energetyczne 1997. t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 266, 834, 859. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU19970540348>. Dostęp: 19.09.2024 r.
40. Wiśniewski G., Więcka A., Gręda D., Zarzeczna J., Tokarczyk P., Kowalak T. 2019. OZE i magazyny ciepła w miejskich systemach ciepłowniczych. Analiza kosztów i możliwości przeciwdziałania wzrostom cen ciepła. *Energetyka Ciepła i Zawodowa*. 5. 102-110.
41. Wojdyga K., Chorzelski M. 2017. Chances for Polish district heating systems. *Energy Procedia*. 116. 106-118. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.059>.
42. Zakończenie rewizji KPO – Rada Unii Europejskiej zaakceptowała rewizję polskiego KPO. 2024. Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej. <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony/zakonczenie-rewizji-kpo--rada-unii-europejskiej-zaakceptowala-rewizje-polskiego-kpo>. Dostęp: 20.09.2024.
43. Zathy M., Lesiw-Głowacka K., Chmiel P., Mańkowska-Bigus K., Pastucha A. 2022. Strategia energetyczna Dolnego Śląska – kierunki wsparcia sektora energetycznego. Załącznik do Uchwały Nr 6053/VI/22 Zarządu Województwa Dolnośląskiego z dnia 25 października 2022 r. Instytut Rozwoju Terytorialnego. Wrocław.
44. Ziarkowski M. 2020. Szanse i kierunki transformacji ciepłownictwa systemowego w Polsce. *Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny (iKAR)*. 9(6). 28-42.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF NEW CHANGES IN DISTRICT HEATING

Summary

The article highlights the importance of modernizing district heating systems in the context of sustainable development, emphasizing their key role in reducing greenhouse gas emissions and improving air quality. Sustainable development requires seeking solutions to production and organizational problems while considering the impact of their implementation on the economy, society, and the natural environment. This is particularly important in the energy sector. District heating, which supplies heat to urban areas, is identified as an efficient and environmentally friendly solution. The paper discusses new technological advancements and legal regulations in the Polish district heating sector, emphasizing the need to improve energy efficiency, and the use of renewable energy sources and cogeneration. The aim of the article is to present new solutions in district heating that support the retardation of adverse environmental changes, contributing to its protection and improving the quality of life for residents.

Keywords: sustainable development, district heating, efficient heating system