



Kuter Port – naturalny potencjał

Kuter Port – natural potential



Dr inż. Grzegorz Ojczyk

ORCID ID: [0009-0005-3198-9282](https://orcid.org/0009-0005-3198-9282)

Wydział Inżynierii Środowiska

i Energetyki

Politechnika Krakowska

grzegorz.ojczyk@pk.edu.pl

Słowa kluczowe: zeroemisyjność, odnawialne źródła energii, pompy ciepła, kąpielisko

Streszczenie

Założenia Europejskiego Zielonego Ładu oraz znowelizowanej dyrektywy EPBD wymagają, aby wszystkie nowe budynki były zeroemisyjne, a już istniejące zostały zmodernizowane do 2050 roku. Zeroemisyjność wymusza odejście od tradycyjnych źródeł energii na rzecz technologii opartych na odnawialnych zasobach i ich optymalnym wykorzystaniu. W efekcie systemy energetyczne powinny bazować na rozwiązaniach hybrydowych i możliwie bezinwazyjnym czerpaniu energii z naturalnego środowiska. W artykule przedstawiono naturalne zasoby jakimi dysponuje obszar posiadający zbiorniki z wodą stojącą. Szczegółowej analizie poddano zmiany temperatury wody w ciągu roku, na różnych głębokościach w otwartym akwenu. Opierając się na zebranych danych pomiarowych zaproponowano rozwiązania techniczne pozwalające na optymalne wykorzystanie posiadanych zasobów. Przedstawiona koncepcja projektowa pozwala na zapewnienie energii na cele ogrzewania, chłodzenia i ziębienia kompleksu wypoczynkowo – rekreacyjnego przez cały rok. Analogiczne rozwiązanie z hybrydowymi źródłami energii będą możliwe do zastosowania w obszarach o podobnych zasobach.

Keywords: zero emissions, renewable energy sources, heat pumps, swimming pool

Abstract

The objectives of the European Green Deal and the revised EPBD directive require all new buildings to be zero-emission and existing buildings to be modernised by 2050. Zero-emission requires a shift away from traditional energy sources towards technologies based on renewable resources and their optimal use. As a result, energy systems should be based on hybrid solutions and the least invasive extraction of energy from the natural environment. The article presents the natural resources available in an area with standing water reservoirs. A detailed analysis was conducted of changes in water temperature throughout the year at various depths in an open-water body. Based on the collected measurement data, technical solutions were proposed to optimise the use of available resources. The presented design concept enables the provision of energy for heating, cooling, and refrigeration throughout the year at the leisure and recreation complex. A similar solution with hybrid energy sources will be applicable in areas with comparable resources.

© Polish Association of Sanitary Engineers and Technicians

Ambitne cele Europejskiego Zielonego Ładu [1], odnoszące się do ograniczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania, wyznaczają dziś bardzo wysokie wymagania dla obiektów nowo wznoszonych. Już dyrektywa 2010/31/UE dotycząca charakterystyki energetycznej budynków [2] wprowadziła rygorystyczne normy zużycia energii oraz obowiązek pokrywania znaczącej części zapotrzebowania przez odnawialne źródła energii. Kolejne regulacje – w tym dyrektywa 2024/1275 [3] – idą jeszcze dalej: wszystkie nowe budynki mają być zeroemisyjne, a do roku 2050 cała istniejąca zabudowa w krajach UE powinna zostać poddana modernizacji, aby spełnić ten standard. Ich krajowe implementacje w zakresie wymagań znajdują odzwierciedlenie w prawie budowlanym [4] i rozporządzeniach uszczegółowiających w tym w Warunkach Technicznych [5]. Komisja

Europejska 30 czerwca 2025 roku opublikowała zestaw wytycznych dotyczących implementacji znowelizowanej dyrektywy EPBD, zawierający wersję dokumentu uszczegółowiającego zasady stosowania przepisów dotyczących budynków zeroemisyjnych (tzw. ZEB) [6]. Zeroemisyjność w praktyce oznacza oparcie się na naturalnych zasobach i na odnawialnych źródłach energii. Rodzi to potrzebę szerszego spojrzenia na otoczenie i próbę optymalnego wykorzystania zasobów znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie, którymi możemy dysponować. Sposób ich wykorzystania powinien być możliwie bezinwazyjny dla środowiska lub przy nieznacznym wpływie na środowisko. Oznacza to porzucenie prostych i tradycyjnych rozwiązań w zakresie źródeł energii, takich jak: kotły węglowe, gazowe lub olejowe oraz zwykłe agregaty wody lodowej



KUTER PORT

przystań wielu możliwości
latem i zimą



DOLNY POKŁAD
KUTER PORT



PLAŻA
KUTER PORT



RESTAURACJA
KUTER PORT



DOMKI
KUTER PORT



KEMPING
KUTER PORT



ŁOWISKO
KUTER PORT



REKREACJA
KUTER PORT





Rys. 1. Wizualizacja zagospodarowania ośrodka Kuter Port przed rozbudową
Fig. 1. Visualisation of the development of the Kuter Port centre prior to expansion

chłodzone powietrzem zewnętrznym. Na ich miejsce należy poszukiwać rozwiązań opartych na synergii systemu energetycznego z otoczeniem wraz z zastosowaniem hybrydowych źródeł energii odnawialnej.

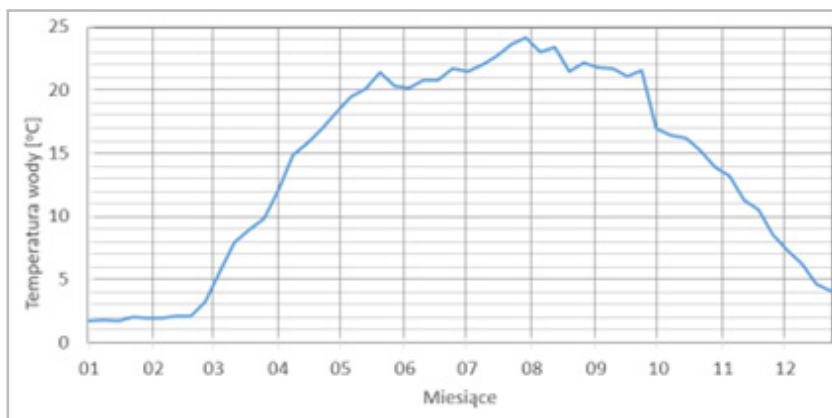
Przykładem miejsca z dużym potencjałem pod względem wykorzystania naturalnych zasobów oraz możliwością zastosowania odnawialnych źródeł energii jest kompleks rekreacyjno-wypoczynkowy Kuter Port położony koło Gdowa (rys.1).

Powstał on w miejscu wyrobisk gdzie przez wiele lat wydobywano piasek i żwir na cele budowlane. Powstałe zagłębienia w gruncie poddano rekultywacji i zagospodarowaniu, które następnie w sposób naturalny napełniły się wodą. Sprzyjał temu relatywnie wysoki poziom wód gruntowych, przepuszczalny grunt i płynąca w pobliżu górską rzeką Raba. Szeroka i płaska dolina spowodowała spowolnienie górskiej rzeki, która przez wieki w sposób naturalny pozostawiała urobek skalny niesiony z jej górnego biegu. Powstałe w ten sposób sztuczne zbiorniki wodne poddano adaptacji do celów rekreacyjnych. Wykonano wokół piaszczyste plaże, łowiska dla wędkarzy oraz wybudowano infrastrukturę gastronomiczną. W kolejnych etapach powstały budynki usługowe, rekreacyjne oraz osiedle domków do wynajęcia. Pierwotnie kompleks miał charakter sezonowy, obecnie jest użytkowany przez cały rok. Obecnie posiada on korty tenisowe, lodowisko, spa, obiekty biurowe i konferencyjne. Planowana jest dalsza rozbudowa o budynki mieszkalne w zabudowie szeregowej i wielorodzinnej. Do spełnienia powyższych zamierzeń konieczne jest wykorzystanie istniejących zasobów do celów energetycznych.

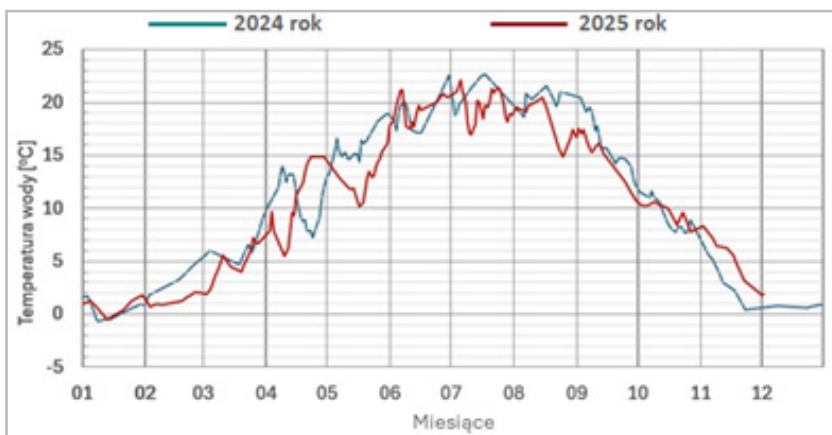
Cennym zasobem kompleksu jest woda w otwartych zbiornikach, która jest dostępna w dużych ilościach. Ich łączna objętość wielokrotnie przekracza potrzeby energetyczne

wybudowanych i planowanych budynków. W ciągu roku temperatura wody waha się w zależności od pory roku, temperatury zewnętrznej, nasłonecznienia i głębokości. Najmniejsze zmiany temperatury wody stwierdzono przy dnie na głębokości 4 m i niżej. Jej temperatura (t_w) jest stabilna i wynosi ok. 8 °C, jedynie w okresie zimy nieznacznie się obniża. Wynika to z dużej pojemności cieplnej wody w akwenu oraz znacznej bezwładności w przekazywaniu ciepła od wody do powietrza zewnętrznego. Należy to wiązać z występującymi od kilkunastu lat łagodnymi zimami, gdzie temperatura na zewnątrz nie osiąga wartości obliczeniowych dla III strefy klimatycznej $t_e = -20\text{ °C}$ [7], a jeżeli osiąga, to na krótko i ma to charakter lokalny. Na temperaturę wody przy dnie wpływa średnia temperatura powietrza

zewnętrznego, szczególnie w sezonie grzewczym, gdy jej wartość jest niższa od temperatury wody ($t_e < t_w$). Występuje wówczas naturalna cyrkulacja, podczas której zimna woda z warstw tuż przy powierzchni naturalnie opada na dno, obniżając temperaturę wody przy dnie. Opadająca zimna woda z górnych warstw miesza się z cieplejszą wodą z głębszych warstw, w wyniku czego zmiana temperatury przy dnie jest nieduża. Dodatkowo energia z wnętrza ziemi kompensuje ubytek części ciepła, redukując



Rys. 2. Zmiany temperatury w kąpielisku poniżej lustra wody w roku 2020 [8]
Fig. 2. Temperature changes in the bathing water below the water surface in 2020 [8]



Rys. 3. Zmiany temperatury w kąpielisku przy powierzchni lustra wody [8]
Fig. 3. Temperature changes in the bathing area at the water surface [8]

wpływ zimnego powietrza nad powierzchnią wody na temperaturę wody przy dnie. W opisany powyżej sposób, na drodze konwekcji naturalnej woda w zbiorniku powoli oddaje ciepło do otoczenia, obniżając swoją temperaturę. Odzwierciedla to wykres zmian temperatury wody na głębokości 1–1,5 m (rys. 2).

Jeżeli temperatura powietrza zewnętrznego jest wyższa niż temperatura wody ($t_e > t_w$) oraz woda ma temperaturę wyższą niż 4 °C, wówczas można zaobserwować naturalną stratyfikację temperatury wody w akwenu. Na powierzchni lustra, temperatura wody jest nieznacznie niższa niż temperatura powietrza zewnętrznego, zaś temperatura wody przy dnie jest zbliżona do 8 °C.

W rejonie Kuter Portu średnia temperatura powietrza zewnętrznego wynosi $t_e^r = 7,6$ °C [9] i spada w sezonie grzewczym do wartości ok. $t_e^{sg} = 3,4$ °C [10]. W okresie zaś niskich temperatur ($t_e < 8$ °C) średnia temperatura powietrza zewnętrznego wynosi $t_e^n = 1$ °C [10]. Ma to bezpośredni wpływ na temperaturę wody w płytkiej części akwenu. Na temperaturę wody mają wpływ także inne czynniki, takie jak: natężenie promieniowania słonecznego, wiatr oraz opady atmosferyczne. Największe wahania temperatury wody występują przy jej powierzchni (rys. 3).

Zauważono natomiast, że w płytkiej części kąpieliska, gdzie głębokość wody jest mała i nie przekracza 4 m, przy niskiej temperaturze powietrza zewnętrznego temperatura wody przy dnie obniża się do ok. 4 °C. Związane jest to z konwersją zależności między temperaturą a gęstością wody. Przy 4 °C występuje punkt przegięcia gęstości wody w funkcji temperatury i woda ma największą gęstość w stanie ciekłym przy ciśnieniu atmosferycznym, która wynosi $\rho_w = 999,97$ kg/m³. Woda o tej temperaturze opada na dno, zaś chłodniejsza woda jako lżejsza unosi się ku górze zmniejszając wychłodzenie akwenu. Dalsze chłodzenie wody przez powietrze zewnętrzne powoduje powstanie warstwy lodu na powierzchni, co potwierdzają pomiary (rys. 3). Przez krótki okres w styczniu 2024 i 2025 roku powierzchnia wody w kąpielisku pokryła się lodem.

Wykonane pomiary temperatury wody na różnych głębokościach realizowane przez kilka lat wskazują na duży potencjał kąpieliska w zakresie wykorzystania go jako dolnego źródła ciepła dla pomp ciepła typu woda-woda lub glikol-woda. Niekorzystne obniżenie temperatury wody dla pomp ciepła typu woda-woda ($t_w < 8$ °C) następuje jedynie w płytkich zbiornikach o głębokości do 4 m. Obejmują one kluczowe miesiące w sezonie grzewczym, począwszy od listopada do kwietnia (rys. 2, 3). W tym okresie w płytkiej części kąpieliska możliwe jest wykorzystanie tylko pomp ciepła typu glikol-woda z rurowymi wymiennikami ciepła. Ułożenie rur wymiennika na dnie pozwoli oziębć wodę poniżej 4 °C, która jako lżejsza wypłynie ku górze. Spowoduje to wyrównanie temperatury na całej wysokości wody w całej przestrzeni płytkiego zbiornika. Zastosowanie pomp ciepła typu glikol-woda, pozwala także na obniżenie temperatury po stronie wody do poziomu 0 °C i poniżej. Wówczas należy się liczyć z obrastaniem wymiennika ciepła warstwą lodu od strony zewnętrznej. Spowoduje to pozyskanie dodatkowego ciepła przemiany fazowej związanego z zamarzaniem wody. Duża ilość ciepła utajonego uzyskanego z zamrożenia 1 kg wody wynoszącego $Q_u = 334$ kJ w stosunku do ciepła jawnego uzyskanego z oziębienia 1 kg wody od 10 °C do 0 °C wynoszące ok. 42 kJ może wydać się atrakcyjna. Należy jednak brać pod uwagę, że tylko nieznaczna część wody zawartej w zbiorniku może zostać za-

mrożona. Z każdym milimetrem warstwy lodu na powierzchni zewnętrznej wymiennika ciepła, będzie rósł opór wymiany ciepła pomiędzy wodnym roztworem glikolu w wymienniku ciepła a wodą w kąpielisku. Aby rozważyć istotny przyrost masy lodu powstałego w trakcie pracy wymiennika zanurzonego w wodzie należy znacząco zwiększyć powierzchnię wymiany ciepła. Zwiększenie powierzchni ziębiącej wymiennika ciepła można uzyskać przez zastosowanie ożebrowania zewnętrznego lub przez wydłużenie rur, z których jest wykonany wymiennik. Nie należy jednak rezygnować z możliwości częściowego zamrażania wody. W najzimniejszych miesiącach sezonu grzewczego, takich jak styczeń i luty temperatura wody na głębokości 1 m–1,5 m może spaść do poziomu ok. 2 °C (rys. 2). Zmrażanie wody w tym okresie może stanowić zabezpieczenie i asekurację dla zapewnienia ciągłości dostaw energii z dolnego źródła pompy ciepła.

Aby zapewnić poprawną pracę pompy ciepła przez cały sezon grzewczy dla urządzeń typu woda-woda lub glikol-woda z separacyjnym wymiennikiem ciepła należy pobierać wodę na poziomie dna przy głębokości 4 i więcej metrów. Temperatura wody będzie na poziomie 8 °C prawie przez cały sezon grzewczy, co zapewni bezpieczne użytkowanie pomp ciepła bez niebezpieczeństwa zbliżenia się do temperatury zamarzania wody. Jednocześnie będzie zachowane wyższe COP pompy ciepła w sezonie grzewczym w stosunku do pompy korzystającej z płytkiego zbiornika wody o temperaturze wody na poziomie 4 °C. Dla pompy ciepła pracującej przez cały rok, która przygotowuje czynnik grzewczy na potrzeby c.w.u. lub na inne potrzeby warto rozważyć dwie wysokości poboru wody.

W środku sezonu grzewczego na poziomie dna kąpieliska, poza tym okresem 1 m–1,5 m poniżej poziomu lustra wody. Pobór wody z wyższego poziomu będzie uzasadniony w okresach, gdy temperatura wody będzie wyższa niż 8 °C w górnej części zbiornika. Dla roku 2020 byłby to okres od końca marca do połowy listopada (rys. 2). Przełączanie miejsca poboru powinno być zautomatyzowane w funkcji temperatury czerpanej wody.

Domki mogą być użytkowane przez cały rok (rys. 4). Zaprojektowano w nich instalację centralnego ogrzewania z grzejnikami podłogowymi, ściennymi oraz sufitowymi. Ich przeszklona elewacja przy niskich temperaturach zewnętrznych w ciągu dnia zapewnia zyski ciepła wspomagające instalację centralnego ogrzewania. W okresie wiosny, lata i początku jesieni domki wymagają okreso-



Rys. 4. Przykładowy domek kompleksu wypoczynkowego
Fig. 4. Example of a holiday cottage in a holiday resort

wo chłodzenia. Duża powierzchnia grzejników zapewnia pasywne pochłanianie zysków ciepła od padającego promieniowania słonecznego. Zaabsorbowane ciepło należy odprowadzić z wykorzystaniem instalacji wodnej centralnego ogrzewania. Wówczas instalację należy zasilić czynnikiem chłodzącym zapewniającym temperaturę powietrzni grzejnika powyżej punktu rosy.

Aby nie następowało wykroplenie się pary wodnej na powierzchni grzejników płaszczyznowych, czynnik chłodzący nie powinien mieć niższej temperatury niż 16°C – 18°C [11], przy przeciętnej wilgotności powietrza zewnętrznego latem. Czynnikiem chłodzącym w instalacji centralnego ogrzewania z grzejnikami płaszczyznowymi może być woda z kąpieliska. Woda pobierana przy powierzchni lustra tylko w krótkim okresie będzie przydatna do odbierania zysków ciepła od domków. W 2024 roku mógłby to być okres od marca do czerwca oraz od połowy września (rys. 3). W 2025 roku byłby to krótszy okres, za sprawą wyższej temperatury wody w kąpielisku. Przy wykorzystaniu wody z głębokich pokładów na poziomie 4 m i więcej, gdzie temperatura wody jest na poziomie 8°C ten okres mógłby się wydłużyć. Przy utrzymaniu się temperatury czepanej wody poniżej 15°C byłoby możliwe chłodzenie domków chłodem z kąpieliska przez cały rok.

Opisane zasoby naturalne Kuter Portu wskazują, że pozyskanie energii w okresie całorocznym będzie wymagać zastosowanie pompy ciepła. Może to być pompa woda-woda lub glikol-woda. Ze względu na swoją specyfikę kompleks przez cały rok ma zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową oraz ciepło do zasilania instalacji centralnego ogrzewania w domkach. Pomieszczenia klimatyzowane wymagają chłodzenia. Jako czynnik chłodzący należy przyjąć wodę lodową o temperaturze zasilania nie wyższej jak 12°C . Rozwiązaniem kompromisowym może być wentylacja schładzająca o temperaturze zasilania nie wyższej niż 15°C , wspomagana przez chłodzenie płaszczyznowe. Instalacje chłodzenia płaszczyznowego w domkach wymagają czynnika chłodzącego o maksymalnej temperaturze 18°C . Do ochłodzenia powietrza zewnętrznego domki wyposażone zostały w klimakonwektory wentylatorowe. Przy ich wymiarowaniu, przyjęto temperaturę wody lodowej 15°C .

Można zauważyć, że w zakresie zapotrzebowania na czynnik chłodzący występuje koherencja w okresie wiosny, lata i początku jesieni. W tym okresie występuje jednocześnie zapotrzebowanie na grzanie oraz chłodzenie. Jedynie w se-

zonie grzewczym występują okresy, podczas których występuje wyłącznie zapotrzebowanie na grzanie. Jednoczesne zapotrzebowanie na grzanie i chłodzenie w sposób szczególny wskazuje na pompę ciepła jako źródło energii dla instalacji w kompleksie wypoczynkowo-rekreacyjnym. Należy zauważyć, że w tym okresie możemy liczyć na duże nasłonecznienie, a więc pompa ciepła może być zasilana przez instalację fotowoltaiczną połączoną z siecią elektroenergetyczną.

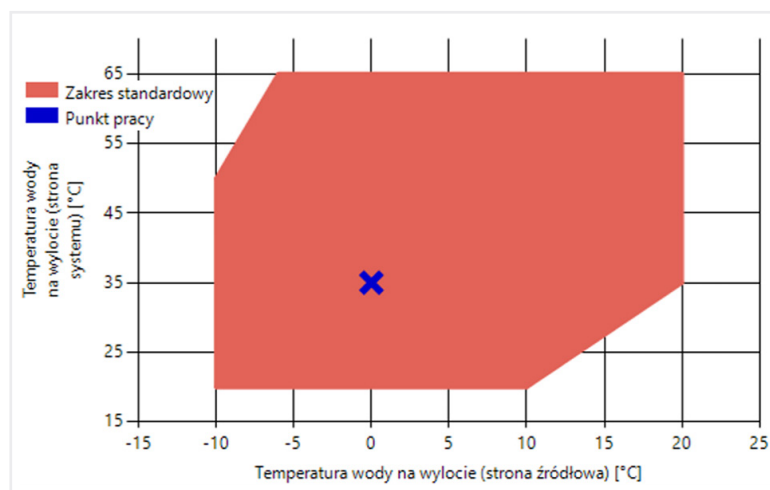
Zważywszy, że część inwestycji już została zrealizowana warto przeanalizować wskaźniki jakościowe jednej z zainstalowanych pomp ciepła WRK0550 HL firmy Aermec. Jest to pompa ciepła typu glikol-woda z dwoma sprężarkami typu Scroll, z możliwością rewersji obiegu chłodzącego o szerokiej kopercie pracy (rys. 5). O parametrach w warunkach $B0W35$, przy widełkach temperaturowych górnego źródła $\Delta t_g = 5^{\circ}\text{C}$ i dolnego źródła $\Delta t_d = 3^{\circ}\text{C}$, moc grzewcza: $112,7\text{ kW}$, moc chłodnicza: $89,3\text{ kW}$, moc elektryczna: $23,4\text{ kW}$.

Zastosowana pompa ciepła jest w stanie dostarczyć czynnik grzewczy w na potrzeby ogrzewania niskotemperaturowego oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. Parametry pracy parowacza pozwalają dostarczyć wodę lodową w szerokim zakresie temperatury. Dla różnych trybów pracy zebrano parametry techniczne pracy pompy ciepła na podstawie kart doborowych producenta (tab. 1).

Szeroki zakres temperatury źródła ciepła i chłodu jaki jest wymagany, aby zasilić różne instalacje przez cały rok wymusza pracę pompy ciepła w różnych trybach. Podstawowymi trybami pracy pompy ciepła w zakresie grzania są tryby B-10/W35, B0/W35, B5/W35, B10/W35 i B15/W35. W każdym z nich przyjęto stałą temperaturę górnego źródła na poziomie 35°C . Przy tej temperaturze pracuje ogrzewanie płaszczyznowe oraz instalacja wstępnego podgrzania wody użytkowej. Wybór trybu z wymienionych zależy od temperatury wody w kąpielisku. Dla każdego z nich poza B-10/W35 przewidziany jest tryb krótkotrwały przy temperaturze górnego źródła W65. Jego zadaniem jest podniesienie temperatury wody wstępnie podgrzanej w zasobnikach ciepłej wody użytkowej do temperatury 60°C .

Na potrzeby ziębienia w warunkach pracy instalacji grzewczej lub wstępnego przygotowania ciepłej wody użytkowej są przeznaczone tryby B10/W35, B15/W35, B20/W35. Wybór jednego z nich zależy od wymaganej temperatury wody lodowej oraz wielkości zysków ciepła instalacji klimatyzacji oraz instalacji chłodzenia płaszczyznowego. Jeżeli nie występuje potrzeba dostarczania ciepła przez pompę ciepła, a występuje zapotrzebowanie na ziębienie, wówczas ma zastosowanie tryb B10/W20. Wyjście dolnego źródła pompy ciepła zasilą instalację wody lodowej, zaś zrzut ciepła ze skraplacza pompy ciepła realizowany jest do kąpieliska.

W projekcie instalacji z pompami ciepła przewidziano specjalny tryb pracy B-10/W20. Jego zadaniem jest zasilanie instalacji ziębienia lodowiska, przy braku zapotrzebowania na ciepło. Zrzut ciepła z parowacza pompy ciepła realizowany jest do kąpieliska. W sezonie grzewczym w praktyce jest to rzadki przypadek, dlatego należy go traktować jako opcję. Najczęściej przy zasilaniu lodowiska ma zastosowanie tryb B-10/W35. Jeżeli pompa ciepła pracuje przy temperaturze dolnego źródła



Rys. 5. Zmiany pracy pompy ciepła [12]
Fig. 5. Heat pump operating range [12]

Tabela 1. Parametry techniczne pracy pompy ciepła dla różnych trybów
Table 1. Technical parameters of heat pump operation for different modes

Tryb pracy	B-10/W20	B-10/W35	B0/W35	B5/W35	B10/W35	B15/W35	B20/W35	B10/W20
t_d	-10	-10	0	5	10	15	20	10
t_g	20	35	35	35	35	35	35	35
Q_g	84,9	88,0	112,7	126,7	141,8	158,2	175,6	175,6
P_e	16,6	23,0	23,4	23,4	23,3	23,2	22,9	22,9
Q_d	68,3	65,0	89,3	103,3	118,5	135,0	152,7	152,7
COP	5,11	3,83	4,82	5,41	6,08	6,82	7,68	7,68
Δt_d	3	3	3	3	3	3	3	3
Δt_g	5	5	5	5	5	5	5	5

Gdzie: t_d – temperatura pracy dolnego źródła ciepła, °C, t_g – temperatura pracy górnego źródła ciepła, °C, Q_g – moc cieplna górnego źródła ciepła, kW, P_e – moc elektryczna do napędu, kW, Q_d – moc cieplna dolnego źródła ciepła, kW, COP – współczynnik efektywności energetycznej, Δt_g – różnica temperatury pracy górnego źródła ciepła, °C, Δt_d – różnica temperatur pracy dolnego źródła ciepła, °C.

-10°C, nie jest możliwe uzyskanie temperatury czynnika grzewczego wystarczającej do podgrzania c.w.u. do temperatury wynikającej z warunków technicznych [5] 55°C–60°C. Wymienione ograniczenie wynika z zakresu pracy pompy ciepła (rys. 5).

Szczegółowe informacje związane z zastosowanymi rozwiązaniami technicznymi oraz zapotrzebowaniem na energię na cele grzewcze, chłodnicze oraz energię elektryczną zostaną przedstawione w następnym artykule.

Rozeznanie oraz próba znalezienia naturalnego potencjału w zakresie zasobów naturalnych może przynieść wielorakie korzyści. Przykładem jest kompleks wypoczynkowo-rekreacyjny Kuter Port koło Gdowa. W miejscu zdegradowanym pod względem ekologicznym udało się przywrócić harmonię w ekosystemie przy jednoczesnym spożytkowaniu nieużytków na cele rekreacyjne i wypoczynkowe. Wykorzystano także naturalne zasoby do celów energetycznych przy minimalnej ingerencji w ekosystem. System energetyczny w zakresie potrzeb kąpieliska jest w znacznej części niezależny energetycznie. Zastosowane źródła energii odnawialnej w połączeniu z naturalnymi zasobami uzyskują wysoką efektywność w szerokim zakresie pracy, mierzone współczynnikiem COP (tab. 1). Podobne rozwiązania można stosować na obszarach o podobnych zasobach oraz obiektach o podobnych funkcjach.

Bibliografia

- [1] European Commission. (2019). Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Europejski Zielony Ład (COM(2019) 640 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- [2] European Parliament and Council of the European Union. (2010). Dyrektywa 2010/31/UE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dz. Urz. UE L 153, 18.06.2010, s. 13–35). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32010L0031>
- [3] European Parliament and Council of the European Union. (2024). Dyrektywa (UE) 2024/1275 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L, 2024/1275). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32024L1275>
- [4] Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (1994). Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu19940890414>
- [5] Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (2002). Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20020750690>
- [6] European Commission. (2024). Zero-emission buildings (Articles 7 and 11) – Annex VII. European Commission. https://energy.ec.europa.eu/document/download/24516ed2-177f-474c-b86d-5124cca4ee69_en
- [7] Polski Komitet Normalizacyjny. (1982). PN-B-02403:1982. Ogrzewnictwo – Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
- [8] Dane pomiarowe temperatury wody w kąpielisku dostępne w Kuter Port
- [9] Polski Komitet Normalizacyjny. (2006). PN-EN 12831:2006. Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
- [10] Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. (b.d.). Normy klimatyczne. Pobrano 2 listopada 2025 z <https://klimat.imgw.pl/pl/climate-normals/>
- [11] Herz Armatura i Systemy Grzewcze. (b.d.). Materiały techniczne. Herz Armatura i Systemy Grzewcze Sp. z o.o.
- [12] Aermec. (b.d.). Materiały techniczne. Aermec S.p.A.

Zastrzeżenie: Oświadczenia, opinie i dane przedstawione w publikacjach są wyłączną odpowiedzialnością ich autorów i nie odzwierciedlają stanowiska redakcji *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody dotyczące osób lub mienia wynikające z idei, metod, zaleceń lub produktów omawianych w treści publikacji. Artykuł udostępniony na licencji Creative Commons CC BY 4.0.

Disclaimer: The statements, opinions, and data presented in the publications are the sole responsibility of their authors and do not necessarily reflect the views of the editorial board of *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. The editorial board assumes no responsibility or liability for any injury to persons or damage to property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content of the publications. The article is distributed under the Creative Commons CC BY 4.0 license.