

Potencjał wykorzystania wód opadowych w zależności od ich jakości

Wody opadowe są ważnym zasobem wody użytkowej. Ich pozyskiwanie powinno być jednak poprzedzone analizą uwzględniającą zarówno potrzeby, jak i dostępność oraz jakość wody, sposób jej magazynowania, oczyszczania, poboru i ewentualnego końcowego odprowadzenia. Klasyfikacja wód opadowych pod kątem możliwości ich wykorzystania opiera się przede wszystkim na określeniu ryzyka kontaktu człowieka z pozyskaną wodą.

Możliwości wykorzystania wody w mieście są szerokie: poczynając od zmywania ulic i podlewania zieleni, poprzez zasilanie oczek wodnych i stawów, po zastosowania gospodarcze i przemysłowe. Stosowanie w tym celu wody pitnej z sieci wodociągowej lub lokalnych ujęć jest oczywiście wygodne i bezpieczne, ale obciążone wysokimi kosztami ujęcia, uzdatniania i przesyłu, zwłaszcza tam, gdzie potrzeba dużych ilości wody. W dobie rosnących kosztów energii i malejących zasobów naturalnych wykorzystanie wód opadowych na cele komunalne jest atrakcyjną perspektywą. Jest to wszak woda „darmowa” i występująca w całym mieście, można ją zatem pozyskiwać blisko miejsca późniejszego wykorzystania. Jednak nawet te bezsporne zalety nie spowodowały jak dotychczas powszechnego wykorzystywania wody opadowej w miastach.

Jakość strumieni wód deszczowych pod kątem ich pochodzenia

Do podstawowych zalet wód opadowych należy niewątpliwie ich dostępność niemal w każdej lokalizacji w mieście. Jest to jednak jednocześnie wada, gdyż wody opadowe do dalszego wykorzystania muszą być zbierane z opadu rozproszonego na dużej powierzchni, co może powodować ich wtórne zanieczyszczenie z powodu wymywania kumulujących się w okresie bezdeszczowym zawiesin i zanieczyszczeń rozpuszczalnych.

Wody opadowe są również wysoce niejednorodne, jeśli chodzi o ich jakość – jest to podstawowa przeszkoda w ich wykorzystywaniu. Wynika ze zmienności przestrzennej i układu terenów zanieczyszczonych i niezanieczyszczonych oraz ze zmienności czasowej, na którą składają się takie aspekty, jak sezonowe zmiany wysokości opadu, kumulacja zanieczyszczeń przy pogodzie bezdeszczowej czy zwiększenie zasolenia w zimie.

Lokalizacja i zagospodarowanie terenu, na który spada deszcz, w największym stopniu determinuje stopień zanieczyszczenia odpływających wód opadowych. Dlatego jest to praktyczne kryterium podziału wód opadowych na grupy jakościowe (rys. 1).

Terenami niezanieczyszczonymi można zasadniczo nazwać tereny zielone oraz niezanieczyszczone dachy i tereny utwardzone. W przypadku dróg lokalnych nie jest to już tak oczywiste. Jest to najczęściej nawierzchnia utwardzona i istnieje ryzyko jej zanieczyszczenia np. w wyniku awarii pojazdów. Z kolei

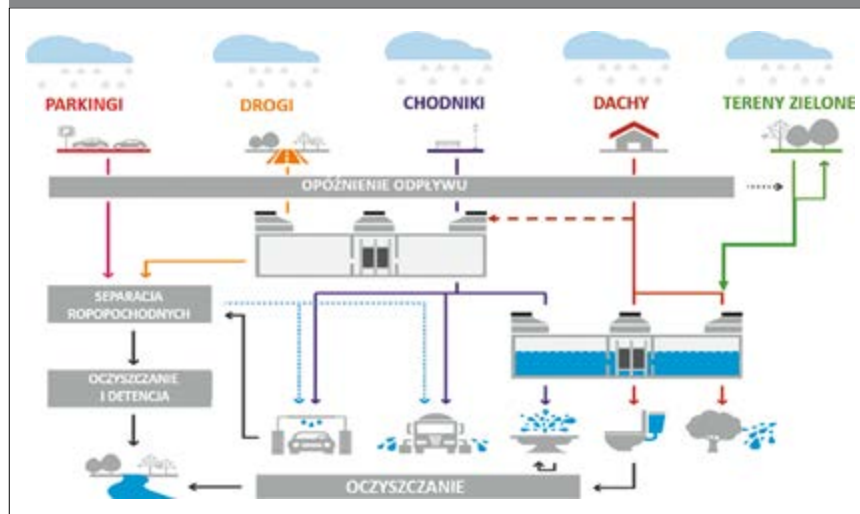
niewielki ruch na określonych odcinkach dróg osiedlowych generuje znikome ilości zanieczyszczeń. W takich przypadkach przed ich zakwalifikowaniem do terenów zanieczyszczonych warto przeprowadzić bilans ładunków potencjalnych zanieczyszczeń.

Tereny śródmiejskie oraz drogi i strefy przemysłowe to grupy obszarów zanieczyszczonych, na których woda opadowa niesie znaczne ilości zanieczyszczeń powstających w wyniku działalności człowieka. Wskaźniki zanieczyszczeń wód opadowych z tych terenów, zwłaszcza w pierwszej fazie deszczu, mogą



Rys. 1. Podział wód opadowych na cztery główne grupy jakościowe

Źródło: RetencjaPL



Rys. 2. Przykład miejskiego układu zagospodarowania deszczówki w podziale na strumienie jakościowe

Źródło: RetencjaPL

być zbliżone do parametrów nieoczyszczonych ścieków w kanalizacji ogólnospławnej.

Wykorzystanie deszczówki z terenów miejskich – różne strumienie wód deszczowych

W typowym miejskim układzie gospodarowania wodą na cele komunalne wiele potrzeb może zostać zaspokojonych dzięki wodzie deszczowej. Są to zastosowania wymagające znacznych ilości wody, która nie musi być zdatna do spożycia, m.in.:

- zmywanie i splukiwanie ulic,
- podlewanie zieleni miejskiej,
- zasilanie oczek wodnych i stawów w parkach,
- zasilanie fontann,
- zasilanie myjni samochodowych,
- wykorzystanie w budynkach na cele gospodarcze, splukiwanie toalet.

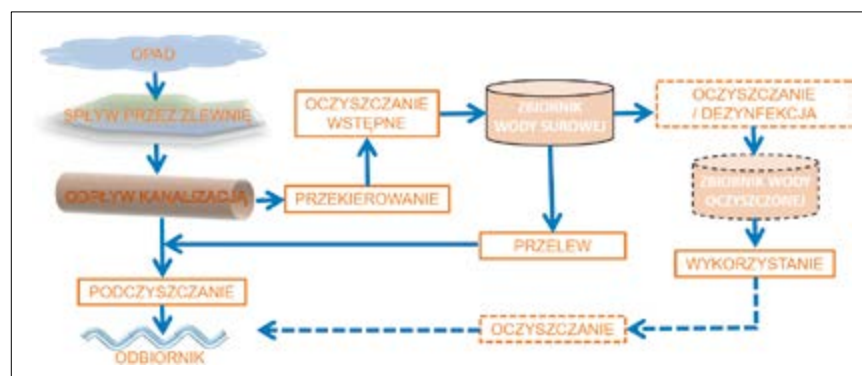
Planując wykorzystanie deszczówki, warto podzielić teren zlewni na różne strumienie wód deszczowych i przyjrzeć się zależnościom między nimi. Określenie pochodzenia wód opadowych umożliwia dobór strategii ich ujmowania, ewentualnego oczyszczania i możliwego wykorzystania zarówno w skali jednej inwestycji, jak i większej zlewni.

Na **rys. 2** pokazano przykład miejskiego układu zagospodarowania deszczówki

w podziale na strumienie jakościowe oraz ich interakcje zmierzające do wykorzystania wody. Taki ogólny schemat można rozszerzać, implementując go w konkretnej przestrzeni i dostosowując do jej specyfiki, możliwości i ograniczeń, np. wykorzystując deszczówkę do zasilania myjni samochodowej czy wysychających stawów.

Gromadzenie i wykorzystanie deszczówki w zlewni miejskiej

Przyglądając się powiązaniom w układzie odwodnienia miasta, można zauważyć, że wraz ze zwiększaniem się analizowanej powierzchni zlewni, poszczególne strumienie wód opadowych są agregowane w systemie kanalizacyjnym. Powoduje to zazwyczaj spadek jakości wód deszczowych ze względu na mieszanie się strumieni wód czystych ze strumieniami pochodzącymi z powierzchni zanieczyszczonych. Wykorzystanie takiego konglomeratu wód jest trudniejsze ze względu na ich złą jakość. Jest ich jednak najwięcej i są one najpowszechniej dostępne, co ma znaczenie, zwłaszcza jeśli możliwe lokalizacje obiektów retencyjnych i wykorzystania wód opadowych są ograniczone przestrzennie. Na **rys. 3** przedstawiono przykładowy schemat układu gromadzenia i wykorzystania deszczówki w takiej sytuacji.



Rys. 3. Schemat układu oczyszczania i wykorzystania deszczówki stanowiącej konglomerat wód czystych i zanieczyszczonych
Źródło: RetencjaPL



Rys. 4. Schemat układu wykorzystania deszczówki z terenów niezanieczyszczonych z pominięciem systemu kanalizacyjnego
Źródło: RetencjaPL

Taki układ technologiczny jest stosunkowo złożony i wymaga zarówno znacznych nakładów inwestycyjnych, jak i późniejszego wielostopniowego procesu oczyszczania. Aby obniżyć koszt doprowadzenia deszczówki do wymaganej jakości, trzeba w analizie zlewniowej możliwie zbliżyć się do źródła niezanieczyszczonych strumieni wód deszczowych. W przypadku pojedynczych inwestycji, zwłaszcza dużych, warto rozważyć wykorzystanie deszczówki z dachów. W nowych inwestycjach można również zaplanować budowę dwóch oddzielnych układów odwodnienia – deszczówki „czystej” z dachów i terenów niezanieczyszczonych oraz „brudnej” z dróg i placów. Natomiast w skali dzielnic warto skupić się na dużych terenach zielonych.

Tereny zielone i powierzchnie dachów stanowią sumarycznie dużą część powierzchni zlewni poza ścisłym centrum miast. Jeśli to możliwe, warto dążyć do przekierowania wód opadowych z tych terenów bezpośrednio do urządzeń retencyjnych i ich wykorzystania z pominięciem systemu kanalizacyjnego, który zbiera również wody z powierzchni zanieczyszczonych. Odpowiednio zaprojektowana zielono-niebieska infrastruktura jest w stanie poprawić jakość wód deszczowych i je zmagazynować. Działania techniczne przy wykorzystaniu wody z takiego źródła ograniczają się często do filtracji, ewentualnej dezynfekcji oraz instalacji układu pompowego z przyłączem bądź rozproszaniem wody.

Jakość wody deszczowej nieprzeznaczonej do spożycia

Jak ocenić przydatność zgromadzonej wody deszczowej i określić wymagane dla niej parametry jakościowe? W polskim prawodawstwie **brakuje jednoznacznych przepisów i wytycznych** dotyczących wykorzystania wód opadowych na cele niepitne. Jedynymi zbliżonymi przepisami są wymogi mikrobiologiczne dla kąpielisk (rozporządzenie w sprawie nadzoru nad jakością wody w kąpielisku i miejscu okazjonalnie wykorzystywanym do kąpeli [1]), zawierające m.in. dopuszczalne wartości dwóch parametrów:

- enterokoki ≤ 400 jednostek tworzących kolonię w 100 ml,
- *Escherichia coli* ≤ 1000 jednostek tworzących kolonię w 100 ml.

W dokumencie tym nie zostały określone wymagania dla innych parametrów. Nie ma też jednoznacznych przepisów regulujących wykorzystanie zgromadzonych wód opadowych do podlewania zieleni, bo nie uzyskuje się pozwoleń na odprowadzanie wód opado-

Nazwa substancji	Jednostka	Najwyższe dopuszczalne wartości substancji zanieczyszczających
Biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT ₅)	mg O ₂	15–25
Chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZTCr)	mg O ₂	125
Zawiesiny ogólne	mg/l	35
Azot ogólny	mg N/l	10–15
Fosfor ogólny	mg P/l	1–2
pH		6,5–9
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg C/l	30
Chlorki	mg Cl/l	1000

Tabela 1. Wybrane wymagania jakościowe dla ścieków oczyszczonych [2]

wych do gruntu i atmosfery poprzez zraszanie powierzchni pokrytej roślinnością, gdyż nie są to urządzenia wodne. Byłoby to również niepraktyczne, bo podlewanie roślin może być realizowane w różnych punktach miasta i w różnym czasie. Działanie takie nie jest więc weryfikowalne równie łatwo jak sprawdzenie funkcjonowania wylotu wód deszczowych do odbiornika. Jednocześnie ilość wód trafiająca do gruntu podlega znacznym wahaniom w czasie ze względu na pobór przez rośliny i parowanie.

Rozważając jednak wykorzystanie wód opadowych z **odprowadzaniem do środowiska**, można określić teoretycznie minimalne warunki jakościowe, jakie powinny one spełniać, bazując na rozporządzeniu w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych [2]. Według tego rozporządzenia wody opadowe lub roztopowe mogą być wprowadzane do wód lub do urządzeń wodnych, o ile nie zawierają substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających:

- 100 mg/l zawiesiny ogólnej,
- 15 mg/l węglowodorów ropopochodnych.

Rozporządzenie wskazuje również parametry dla ścieków oczyszczonych wprowadzanych do wód lub do ziemi – przykładowe

wartości przytoczono w **tabeli 1**. Należy zauważyć, że wody opadowe nie są kategorizowane jako ścieki, są to więc wymagania nieobligatoryjne, choć warto przestrzegać. Przytoczone w tabeli 1 wartości parametrów zanieczyszczeń są najczęściej zbyt wysokie, biorąc pod uwagę ochronę ludzi w przypadku kontaktu z wodą czy urządzeń do wykorzystania wód deszczowych.

Na drugim końcu skali znajdują się przepisy dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia. Osiągnięcie wymaganych parametrów jakościowych w procesie oczyszczania wód opadowych może być kosztowne, a zatem nieopłacalne. Przepisy są jednak skonstruowane pod kątem bezpieczeństwa korzystania z wody przez człowieka, z jej spożyciem włącznie. Tymczasem wykorzystanie wód deszczowych w mieście w celach komunalnych będzie

się wiązało ze znacznie mniejszą ekspozycją mieszkańców na kontakt z nimi.

Głównym sposobem wykorzystania wód deszczowych jest zraszanie powierzchni – przy myciu ulic czy podlewaniu roślin. W takich sytuacjach ludzie narażeni są na ryzyko kontaktu z aerozolami. Czynności te wykonywane są jednak w nocy lub w godzinach wczesnorannych, kiedy kontakt osób postronnych z wodą jest ograniczony. Natomiast pracownicy służb miejskich mogą się przed tym kontaktem odpowiednio zabezpieczyć poprzez pozostawanie w kabinie pojazdu czy noszenie odzieży ochronnej.

Drugim ryzykownym elementem jest kontakt ludzi z powierzchniami, które były zroszone z wykorzystaniem wód opadowych. Występuje on jednak tylko w specyficznych okolicznościach, np. podczas siadania na trawie czy zabawy w parku bądź wdychania cząstek stałych unoszących się z powierzchni chodnika lub drogi po ich wyschnięciu.

Kategorie jakości wody deszczowej a ryzyko kontaktu z nimi

Ze względu na brak jasnych przepisów oraz aspekty praktyczne ochrony ludzi i urządzeń proponuje się podejście bazujące na analizie ryzyka kontaktu człowieka z wodą niezdatną do spożycia. Pozwala ono określić, jakie parametry jakościowe muszą spełniać wody opadowe dla różnych potrzeb. Opiera się na wytycznych

Wykorzystanie	Ograniczenie dostępu społeczeństwa	Poziom jakości wód deszczowych
Przydomowe (woda niezdatna do picia)	brak	WK
Fontanny (niekąpielowe)	brak	WK
Nawadnianie terenów otwartych, ozdobne zbiorniki wodne (niekąpielowe)	brak	SK
	kontrolowany dostęp (lub nawadnianie podpowierzchniowe)	NK
Przemysłowe	brak	SK
	kontrolowany dostęp	NK

Tabela 3. Wykorzystanie wody deszczowej w zależności od kategorii jej jakości (na podst. [3, 4, 5])

Poziom jakości oczyszczania wód deszczowych	Proponowane wskaźniki jakości				
	<i>E. coli</i> [jtk/100ml]	Mętność [NTU]	pH	Poziom Cl ₂ [mg/l] pozostałego po 30 min lub analogiczny poziom redukcji patogenów	Węglowodory ropopochodne [mg/l]
WK – woda niezdatna do spożycia, wysokie prawdopodobieństwo kontaktu człowieka z wodą	< 1	≤ 2	6,5–8,5	> 1	< 0,2 ^{*)}
SK – woda niezdatna do spożycia, średnie prawdopodobieństwo kontaktu człowieka z wodą	< 10	≤ 5	6,5–8,5	> 1	< 0,5 ^{*)}
NK – woda niezdatna do spożycia, niskie prawdopodobieństwo kontaktu człowieka z wodą	< 1000	150 ^{*)} (50 mg/l)	6,5–8,5	–	< 1 ^{*)}

*) propozycja autora

Tabela 2. Podział na kategorie jakości wody i charakterystyczne parametry (oprac. własne na podst. [3, 4, 5])

GEBERIT MAPRESS

WSZYSTKO DZIAŁA BEZ ZARZUTU



Rurowe systemy zaciskowe Geberit Mapress obejmują różne wykonania materiałowe, takie jak Mapress Edelstahl ze stali nierdzewnej (1.4401) i Mapress C-Stahl ze stali węglowej (1.0034) oraz złączki Mapress Kupfer.

Podstawową ideą systemów zaciskowych Geberit Mapress jest zapewnienie bezpiecznego, pewnego i trwałego połączenia przy zmniejszonym do minimum nakładzie pracy na montaż rurociągów. Świetne efekty osiągnięto dzięki dopracowaniu wszystkich składowych systemów zaciskowych Geberit Mapress od rur i złączek po narzędzia zaciskowe wraz ze specjalnie skonstruowanymi szczękami i obejmami zaciskowymi.

Pod względem technicznym jest to technologia prostsza niż tradycyjne metody łączenia rur stalowych, polegająca na wykonaniu połączeń poprzez zaprasowanie. Mimo to sprawdza się doskonale we wszystkich zastosowaniach. Prościej, ale skuteczniej!

**KNOW
HOW**
INSTALLED

► krajów, w których powtórne wykorzystywanie wody – zarówno wody deszczowej, jak i oczyszczonych ścieków – jest powszechne, np. Australii.

W tabeli 2 zaproponowano prosty podział na kategorie jakości wody deszczowej możliwej do wykorzystania w zależności od ryzyka kontaktu człowieka z nią. W odniesieniu do poszczególnych kategorii przedstawiono podstawowe parametry będące wyznacznikami jakości wody – przy założeniu, że pozostałe parametry nie są gorsze, niż wymaga rozporządzenie [2] w zakresie przedstawionym powyżej.

Wyróżniono trzy zasadnicze kategorie jakościowe – dla wysokiego, średniego i niskiego ryzyka kontaktu człowieka z wykorzystywaną wodą. Proponowane poziomy podstawowych parametrów charakterystycznych wybrano na podstawie literatury pod kątem praktycznym, aby ograniczyć liczbę badanych parametrów do najbardziej istotnych.

Dla określonych w ten sposób kategorii jakościowych wody w tabeli 3 zestawiono możliwości wykorzystania wód deszczowych. Przykładowo do podlewania przydomowych ogródków, ogródków jordanowskich czy zasilania fontann, czyli tam, gdzie łatwo o kontakt człowieka z wodą, jej jakość powinna odpowiadać najwyższej kategorii – WK.

W przypadku podlewania zieleni miejskiej lub uzupełniania niedoborów w zbiornikach

wodnych w mieście możliwe jest zastosowanie wody o niższej jakości – SK. Można ją wykorzystać także na takie cele komunalne, jak utrzymanie czystości na ulicach, nawadnianie zieleni miejskiej poza miejscami wypoczynku na trawie lub uzupełnianie niedoborów wody w zbiornikach wodnych nieprzeznaczonych do kąpiel.

Deszczówkę o najniższej kategorii jakościowej – NK – proponuje się wykorzystywać wówczas, gdy kontakt z wodą jest kontrolowany i ograniczony jedynie do odpowiednio wyposażonych i przeszkolonych pracowników służb miejskich. Może to być np. dokorzenienie i podpowierzchniowe nawadnianie roślin czy wykorzystanie jej w procesach przemysłowych o kontrolowanym dostępie.

Podsumowanie

Wody opadowe są istotnym źródłem wody użytkowej na cele komunalne, mimo że ich skuteczne wykorzystanie nie jest łatwe. Ze względu na jej zmienną w czasie i przestrzeni jakość, pozyskanie wody opadowej do stosowania powinno zostać poprzedzone rzetelną analizą, uwzględniającą zarówno rzeczywiste potrzeby, jak i dostępność oraz jakość wody, sposób jej magazynowania, oczyszczania i poboru oraz ewentualnego końcowego odprowadzenia wód zużytych. W działaniach tych nie warto iść na skróty, a analiza możliwości

wykorzystania wód deszczowych powinna się rozpocząć już na szczeblu planistycznym, obejmować studia przedprojektowe, przechodząc do etapu projektowania dopiero po dokładnym rozpoznaniu możliwości i ograniczeń zasobów wód deszczowych w danej lokalizacji.

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 stycznia 2019 r. w sprawie nadzoru nad jakością wody w kąpielisku i miejscu okazjonalnie wykorzystywanym do kąpiel (DzU 2019, poz. 255)
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (DzU 2019, poz. 1311)
3. *Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality*, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) & Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ARMCANZ), 2000, <https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/resources/previous-guidelines/anzecc-armcanz-2000> (dostęp: 22.04.2024)
4. *Queensland Water Quality Guidelines 2009*, Environmental Policy and Planning, Department of Environment and Heritage Protection, State of Queensland, 2013, https://environment.des.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0020/95150/water-quality-guidelines.pdf (dostęp: 22.04.2024)
5. *Managing urban stormwater: harvesting and reuse*, Department of Environment and Conservation New South Wales, 2006, <https://www.environment.nsw.gov.au/-/media/OEH/Corporate-Site/Documents/Water/Water-quality/managing-urban-stormwater-harvesting-reuse-060137.pdf> (dostęp: 22.04.2024)



PORT PC

Pompy ciepła w erze taryf dynamicznych

To hasło przewodnie XII Kongresu PORT PC, który odbędzie się 13 czerwca 2024 r. w Airport Hotel Okęcie w Warszawie. Eksperti nakreślą podczas tego wydarzenia prognozy zmian na rynku energii, m.in. po wprowadzeniu taryf dynamicznych oraz odmrożeniu cen paliw.

Ceny energii elektrycznej to najważniejszy czynnik kształtujący zainteresowanie inwestorów montażem pomp ciepła. Mają istotny wpływ na koszty eksploatacji tych urządzeń, choć oczywiście nie wyłączny. Mogliśmy się o tym przekonać w ostatnich kilkunastu miesiącach, gdy mocno rozpułdzony polski rynek pomp ciepła wyraźnie wyhamował. Czy zatem spodziewane zmiany na rynku energii, w tym wprowadzenie taryf dynamicznych oraz odmrożenie cen paliw, przyniosą poprawę sytuacji? Co może zrobić branża, by rynek pomp ciepła powrócił na ścieżkę intensywnego rozwoju? Na jakie wsparcie może liczyć i jakie wyzwania ją czekają? Na te i wiele innych pytań wyczerpująco postarają się odpowiedzieć eksperci w trakcie XII Kongresu PORT PC.

To także okazja, by jak co roku zapoznać się z najnowszymi trendami i uwarunkowaniami rozwoju polskiego rynku pomp ciepła, zwłaszcza w kontekście realizacji ambitnych celów, które wyznacza niedawno znowelizowana dyrektywa EPDB, oraz globalnych trendów i spodziewanych zmian na rynku energii. Planowane są podsumowania i ciekawe prezentacje oraz panele dyskusyjne z udziałem specjalistów z Polski i zagranicy oraz przedstawicieli instytucji publicznych. Omówione zostaną m.in. dobre i złe praktyki wykonawcze i biznesowe, audyty energetyczne czy rola instalatorów.

Wokół taryf dynamicznych oraz odmrożenia cen energii i gazu powstał szum medialny, który dezorientuje użytkowników pomp ciepła i potencjalnych inwestorów. Dlatego przedstawiona zostanie rzetelna analiza wykorzystania taryf dynamicznych w domach z pompami ciepła, która wskazuje, że w wielu przypadkach są one rozwiązaniem bardzo korzystnym. Odbędzie się też sesja poświęcona w całości gruntownym pompom ciepła oraz potencjałowi geotermii niskotemperaturowej i przykładom dużych inwestycji z gruntowymi pompami ciepła. Zaprezentowane zostaną również ciekawe projekty badawcze służące wdrażaniu i rozwojowi technologii pomp ciepła w ogrzewnictwie i ciepłownictwie oraz przykłady wykorzystania pakietu rozwiązań technologicznych przy renowacji budynków.

Więcej na: www.portpc.pl/kongres