

Modernizacja źródeł ciepła (poprawa efektywności istniejących źródeł ciepła oraz zastosowanie źródeł wykorzystujących energię odnawialną)

Grzegorz Mizera

W celu łagodzenia niekorzystnych zmian klimatu w Unii Europejskiej podejmowane są działania dotyczące zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w tempie przedstawionym w tabeli 1. W wyniku tych działań Unia Europejska chce osiągnąć neutralność klimatyczną w roku 2050, rozumianą jako równowagę (zerowy bilans) między emitowanymi gazami cieplarnianymi, a ich składowaniem lub pochłanianiem przez zbiorniki wodne, lasy czy gleby.

Tabela 1 Cele UE dotyczące redukcji emisji gazów

Cele UE	2020	2030 *	2030 **	2050
Redukcja emisji gazów cieplarnianych (w porównaniu z 1990 r.)	-20%	-40%	-55%	-100%

*/ - Przed weryfikacją celu w 2021 r.

**/ - Nowy cel przyjęty w Europejskim Prawie Klimatycznym w 2021

Aby ten cel osiągnąć oraz uniezależnić się od paliw z agresywnej Rosji, Unia Europejska inwestuje, i planuje zainwestować, duże środki finansowe w działania zmierzające do **poprawy efektywności wykorzystania energii** i pozyskiwania energii z tzw. **odnawialnych źródeł energii (OZE)**. Efekty jakie należy uzyskać w najbliższe lata przedstawia tabela 2.

Tabela 2 Cele UE dotyczące efektywności energetycznej oraz wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych

Cele UE	2020	2030 *	2030 **
Efektywność energetyczna	20%	32,5%	40%
Energia ze źródeł odnawialnych	20%	32%	36%

*/ - Przed weryfikacją celu w 2021 r.

**/ - FIT FOR 55 (na etapie wniosków ustawodawczych (projekty zmian dyrektyw i rozporządzeń)

Sektor budownictwa w Unii Europejskiej (w tym w Polsce) jest konsumentem ok. 40% energii końcowej. Strukturę zużycia tej energii w budownictwie przedstawia tabela 3. Z jej analizy wynika, że około 84 % w Unii Europejskiej, a 86,6% w Polsce energii jest zamieniane na energię cieplną służącą do ogrzewania budynków, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Dlatego też **poprawa efektywności źródeł ciepła** jak i zasilanie ich z **odnawialnych źródeł energii (OZE)** jest jednym z naczelných celów działań całej Unii Europejskiej na najbliższe lata.

Poniżej przedstawiono przykłady działań mających za cel poprawę efektywności i wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii. Strategie i działania mające na celu zmniejszenie zużycia energii cieplnej różnią się w sposób zasadniczy dla obszarów gęsto i słabiej zaludnionych. Dla obszarów gęsto zaludnionych obszarów miejskich rozwiązania dotyczą, tzw. ciepło systemowe a dla obszarów wiejskich (o niskiej gęstości zaludnienia) rozwiązania mają charakter indywidualny: małe pompy ciepła, kolektory słoneczne i fotowoltaika oraz kotły na biomasę. Czasem są to rozwiązania hybrydowe - połączenie rozwiązań systemowych z indywidualnymi. Przykłady dobrych praktyk odnośnie w/w rozwiązań przedstawiono w kolejnych rozdziałach.

Tabela 3 Struktura zużycia energii w budynkach w UE i Polsce [6]

Lp.	Cele użytkowania energii	Udział w zużyciu energii w budynku [%]	
		UE	Polska
1	Ogrzewanie i wentylacja	70	71,5
2	Przygotowanie ciepłej wody użytkowej	14	15,1
3	Gotowanie	4	6,6
4	Oświetlenie	12	2,3
5	Urządzenia elektryczne		4,5

Poniżej przedstawiono przykłady działań mających za cel poprawę efektywności i wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii. Strategie i działania mające na celu zmniejszenie zużycia energii cieplnej różnią się w sposób zasadniczy dla obszarów gęsto i słabiej zaludnionych. Dla obszarów gęsto zaludnionych obszarów miejskich rozwiązania dotyczą, tzw. ciepło systemowe a dla obszarów wiejskich (o niskiej gęstości zaludnienia) rozwiązania mają charakter indywidualny: małe pompy ciepła, kolektory słoneczne i fotowoltaika oraz kotły na biomasę. Czasem są to rozwiązania hybrydowe - połączenie rozwiązań systemowych z indywidualnymi. Przykłady dobrych praktyk odnośnie w/w rozwiązań przedstawiono w kolejnych rozdziałach.

1. Ciepło systemowe

Sieci ciepłownicze (SC) uległy znaczącej zmianie od czasów SC 1 Generacji (z końca XIX w.) (opartych na medium parowym i węgla jako paliwo) do coraz szerzej wprowadzanych sieci niskotemperaturowych (NSC) 4 generacji (zasilanych ciepłem o temperaturze od 20 –70°C), ograniczających straty przesyłu, emisję gazów cieplarnianych i koszt ciepła.

Przykładem NSC 4 Gen., jest sieć w duńskiej miejscowości Albertslund (28 000 mieszkańców, zajmująca obszar 23 km²) zlokalizowanej na peryferiach Metropolii Kopenhaga. W latach 80. ubiegłego wieku charakteryzowała się dużym poziomem bezrobocia oraz wieloma niezaspokojonymi potrzebami i problemami społecznymi. Niemal połowa budownictwa to mieszkania komunalne zbudowane w latach 60. i 70. poprzedniego wieku. Wiele z nich wymagało gruntownej modernizacji (patrz Rys. 1). W latach

80. lokalni politycy postanowili opracować plan rewitalizacji regionu, uwzględniając zmiany klimatyczne, aspekty socjalne i środowiskowe. Gmina ogrzewana jest ciepłem systemowym dostarczonym z ciepłowni i układów kogeneracyjnych, wykorzystujących m.in. odpady komunalne. Nowy SEAP przewiduje, że w 2025 r. miasto będzie miastem zero-emisyjnym w zakresie ciepła i energii elektrycznej po wprowadzeniu 4 generacji NSC oraz lepszym wykorzystaniu lokalnych źródeł energii (elektrowni wiatrowych oraz pomp ciepła).

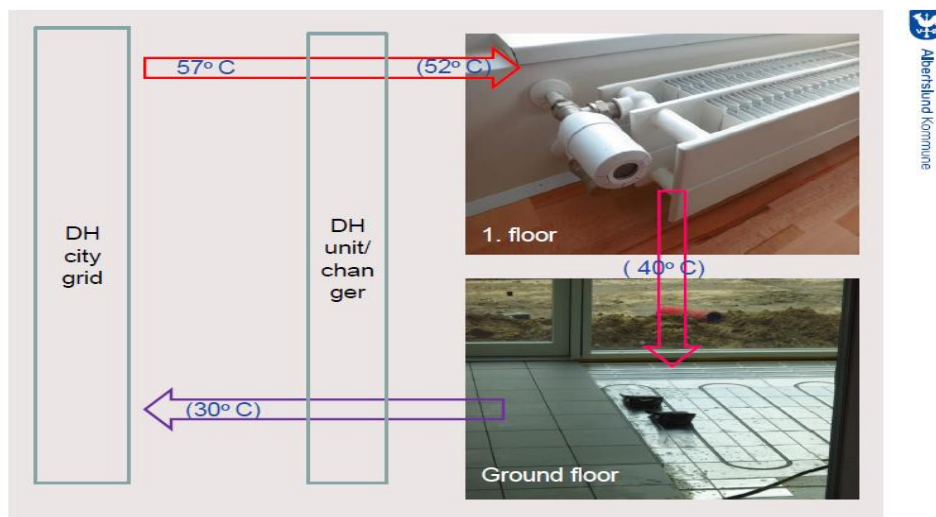


Rys. 1. Fasada budynku przed i po modernizacji.[2]

Na początku przeprowadzono gruntowne prace związane z modernizacją mieszkań komunalnych. Projekt pilotażowy (największy w Danii i zakończony w roku 2015) objął 560 starych i zrujnowanych domów mieszkalnych (typu szeregowce). Renowacja domów objęła termomodernizację dachów, izolację ścian zewnętrznych i podpiwniczenia z zastosowaniem materiałów o wysokiej izolacyjności cieplnej ($\lambda = 0.020$).

Zastosowano kombinowany system ogrzewania podłogowego z dodatkowymi grzejnikami (2 lub 3 rzędowymi z wymuszonym przepływem powietrza). Miasto dostarcza do wymiennika domowego wodę sieciową o temperaturze zasilania 57°C (rys. 2). Grzejniki są zasilane temperaturą $t_z = 52^{\circ}\text{C}$, a system podłogowy $t_z = 40^{\circ}\text{C}$. Temperatura na powrocie wynosi $t_p = 30^{\circ}\text{C}$ – spadek temperatury w układzie domowym 27°C .

Ilość wykorzystanego ciepła oraz jego koszty spadły o 50%, co umożliwia mieszkańcom spłacanie kredytu zaciągniętego na renowację z oszczędności eksploatacyjnych - mniejsze rachunki za ciepło.



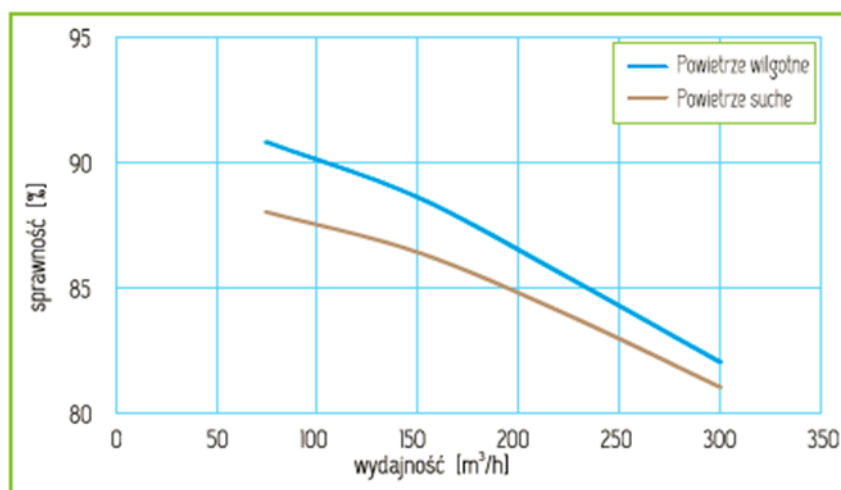
Rys. 2. Schemat ogrzewania zmodernizowanych domów w Albertslund. [2]

2. Rozwiązania indywidualne

W przypadku domów w zabudowie rozproszonej (wiejskiej i podmiejskiej) optymalny układ winien bazować na pompie ciepła (wraz z dobranym zasobnikiem ciepła) oraz modułach PV. Ważne by nie przewymiarować pompy ciepła, bo częste załączanie i wyłączenie systemu na ogół obniża sprawność oraz trwałość pompy. Inną opcją jest dobrany kominek z płaszczem wodnym bądź piec zasilany biomasą. Jednak w pierwszym przypadku rodzina poza ciepłem będzie mogła korzystać z energii. Ponadto w przypadku wyposażenia w kominek należy zastanowić się nad sposobem zaopatrzenia w cwu.

3. Wentylacja

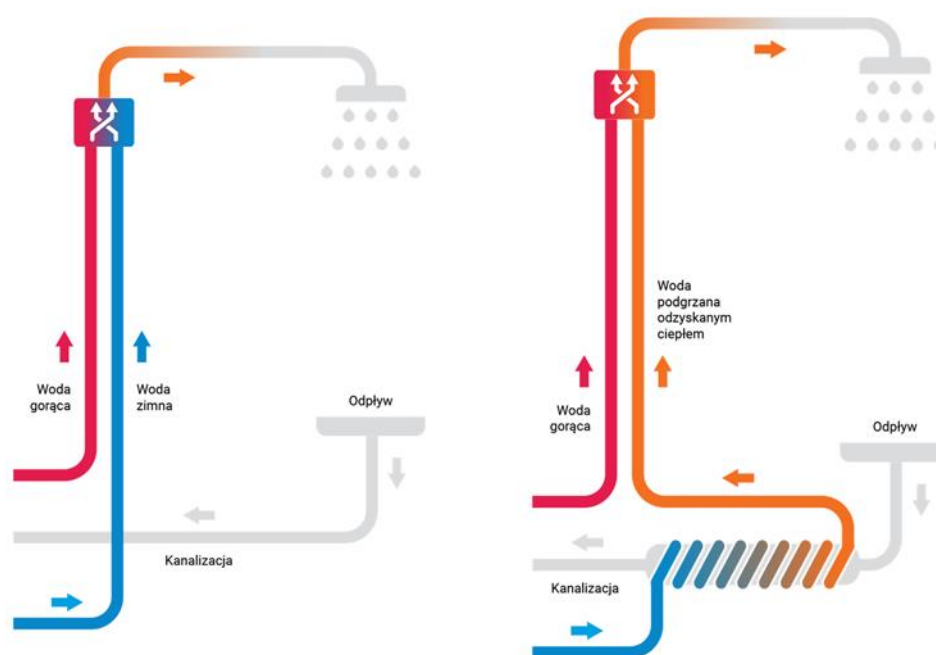
Drugą bardzo istotną pozycją obciążenia źródła ciepła jest wentylacja. Powietrze zewnętrzne zawiera/zawierało w lipcu tego roku stężenie CO₂ w powietrzu zewnętrznym 422 ppm (w/g NOAA [1]). Zgodnie z polską normą PN-83/B-03430 należy nie dopuszczać do nadmiernego wzrostu koncentracji CO₂ poprzez wymianę 20 m³/h powietrza „zużytego” na „świeże”. Jeżeli powietrze zewnętrzne „świeże” posiada temperaturę 0.C a w pomieszczeniu utrzymywana jest temperatura +20.C to trzeba powietrze to ogrzać. Na jedną osobę jest to wartość ponad 500 kJ/h przy temperaturze powietrza zewnętrznego 0.C, a przy temperaturze zewnętrznej -20.C będzie ponad 1000 kJ/h. Stosując rekuperator można przy pomocy powietrza „zużytego” ogrzać powietrze „świeże”. Sprawność niektórych rekuperatorów osiąga wartości do 90 % - rys 3.



Rys.3. Rekuperator firmy Pro – Vent [3]

Instalując więc rekuperator jesteśmy w stanie zaoszczędzić od 80 do 90% ciepła które byśmy musieli zużyć ogrzewając wentylowane pomieszczenie bez rekuperatora, np. otwierając okna

4. Ogrzewanie ciepłej wody użytkowej



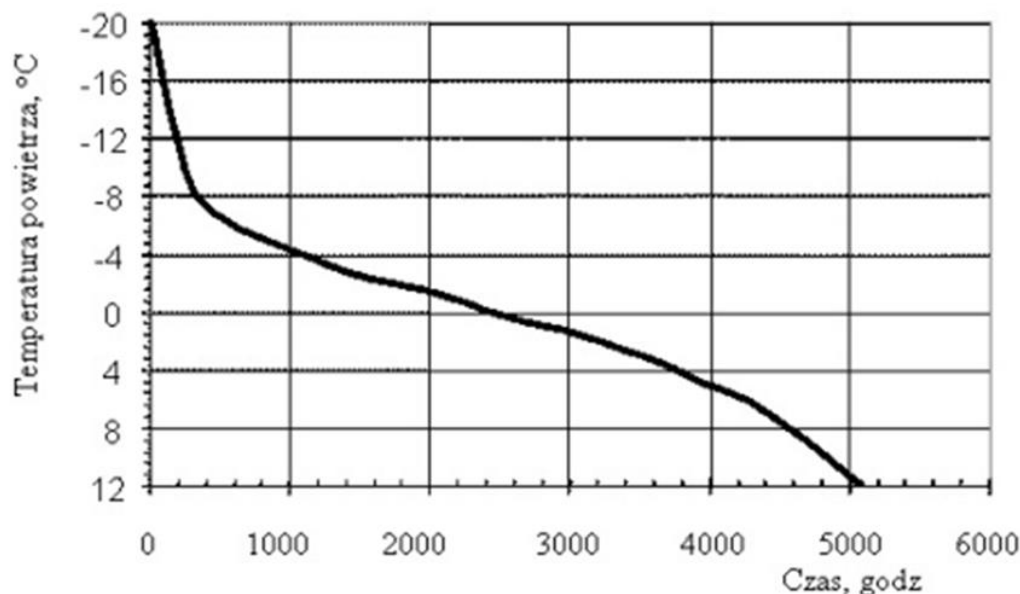
Rys.4. Zasada działania rekuperatora wody szarej . Po lewej rozwiązanie bez rekuperatora po prawej z rekuperatorem. [4]

Następną pozycją na którą zużywana jest energia cieplna jest ogrzewanie ciepłej wody użytkowej. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 określa zakres temperatur ciepłej wody, od 55°C do 60°C. Co do ilości zużywanej wody szacuje się, że statystyczny Polak zużywa od 110 do 130 litrów ciepłej wody dziennie. Aby ogrzać taką ilość wody od temperatury początkowej np. +5.C należy dostarczyć ponad 27 000 kJ. (7,5 kWh). Dlatego też generalną zasadą powinno być oszczędne zużywanie ciepłej wody i usuwanie nawet najmniejszych jej przecieków (kapiących kranów).

W celu oszczędzania energii cieplnej potrzebnej w celu ogrzewania wody stosuje się tzw. rekuperatory wody szarej. Zasadę wykorzystania ciepła z wody szarej (zużytej) przedstawiono na rys. 4.

5. Modernizacja źródeł ciepła - Pompy ciepła

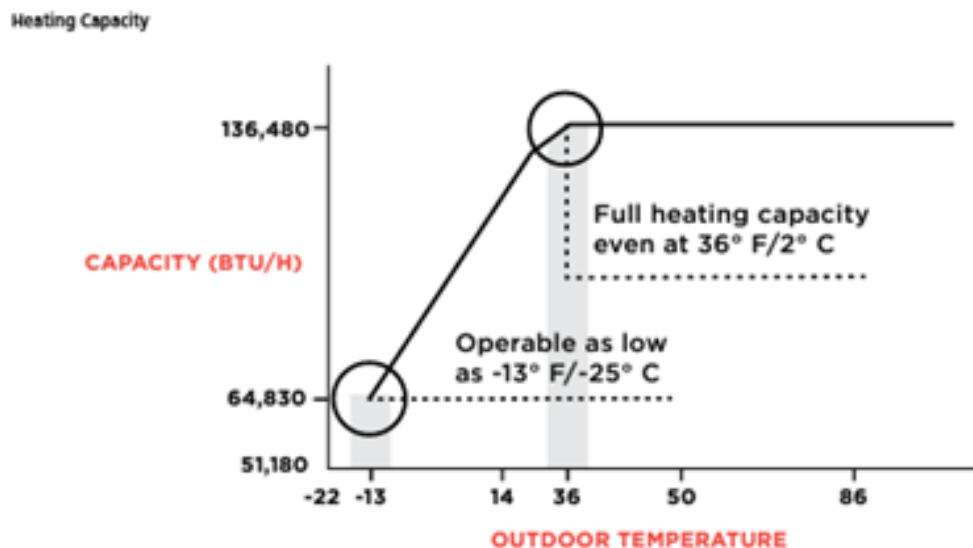
Moc cieplna do ogrzewania domów jest wprost proporcjonalna do temperatury zewnętrznej rys. 5.



Rys. 5. Uszeregowany wykres temperatur zewnętrznych w trakcie sezonu grzewczego.[5]

Pompy ciepła to rozwiązanie techniczne, które ma zapewnić rezygnację ze spalania paliw kopalnianych w celu uzyskania energii cieplnej by ogrzewać budynki. Do ich napędów niezbędna jest energia elektryczna która docelowo ma być pozyskiwanych z odnawialnych źródeł. Zasada pracy pompy ciepła jest podobna do pracy każdej pompy wodnej. Transport/przetłaczanie medium z niższego poziomu na wyższy. Tak jak pompy wodne tłoczą wodę z niższego poziomu na wyższy tak pompy ciepła „tłoczą ciepło” pozyskiwane w tzw. „dolnym źródle” (o niskiej temperaturze) do „górnego źródła” (o wyższej temperaturze). W zależności od rodzaju „dolnego źródła” rozróżniamy pompy gruntowe, wodne i powietrzne.

Wydajność pomp ciepła, wykorzystujących jako dolne źródło ciepła powietrze zewnętrzne spada wraz ze spadkiem temperatury zewnętrznej tracąc wydajność - rys.6.



Rys.6. Spadek wydajności grzewczej nowoczesnej powietrznej pompy ciepła w funkcji temperatury powietrza zewnętrznego produkcji Mitsubischi – Japonia.

Upraszczając można powiedzieć, że wydajność powietrznych pomp ciepła wraz ze spadkiem temperatury powietrza zewnętrznej spada, a zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku w tych warunkach rośnie. W praktyce przyjmuje się, że wartość COP powietrznej pompy ciepła w całym okresie sezonu grzewczego osiąga wartość 3 – 3,5. W okresie niskich temperatur zewnętrznych praktykuje się więc wspomaganie pracy gruntowych pomp ciepła z biwalentnego źródła lub czasami całkowite zastąpienie pracy powietrznej pomp ciepła w okresie niskich temperatur poprzez dostarczanie ciepła z innego źródła. Takimi źródłami w warunkach polskich mogą być tradycyjne kotły pracujące na biomasę, kotły gazowe (przez tzw. okres przejściowy) kominki czy tak jak w krajach posiadających nowoczesne sieci energetyczne po prostu prąd elektryczny.

Problem bezpieczeństwa „ogrzewalniczego” w warunkach polskich w przypadku instalowania powietrznych pomp ciepła został omówiony w artykule [4]. Wykorzystywanie pomp ciepła do podgrzewania wody użytkowej jest problemem całorocznym. W okresie wysokich temperatur letnich niektóre pompy ciepła współpracują z solarami, które w sposób bezpośredni ogrzewają c.w.u. W okresie wiosenno - jesiennym ogrzewanie wody przy pomocy powietrznej pompy ciepła jest od trzech do ponad pięciu razy bardziej efektywne niż przy pomocy tradycyjnych grzałek elektrycznych (COP = 3 – 5). Wraz ze spadkiem temperatury powietrza zewnętrznego może pojawić się problem z uzyskiwaniem odpowiednio wysokiej temperatury wody (50 °C). W tych przypadkach i w celu wykonania „wygrzania” zbiornika z ciepłą wodą w celach zwalczania bakterii Legionelli (70.C przez 30 minut) najczęściej używa się dodatkowej grzałki elektrycznej. W przypadku modernizacji starszych budynków, gdy jest konieczność zasilania systemów grzewczych wodą o wysokiej temperaturze (70 – 90 °C) stosuje się nadkrytyczne pompy ciepła z CO₂ jako czynnikiem chłodniczym. Rozwiązania te ze względu na łatwość

uzyskiwania wysokich temperatur, oraz ekologiczność stosowanego czynnika chłodniczego są coraz powszechniej stosowane.

7. Geotermia

Na koniec warto wymienić źródło energii cieplnej pozyskiwanej z głębi ziemi – geotermia, które nie jest zbyt popularne w Polsce ze względu na koszty instalacji. Polega ono na wydobyciu na powierzchnię ziemi wód termalnych w celu uzyskania energii cieplnej o stosunkowo wysokiej temperaturze. Polskie instalacje dostarczające geotermalne ciepło do systemu ciepłowniczego działają w sześciu miejscach, m.in. na obszarze Podhala i odpowiadają za 0,03% produkowanej energii pierwotnej https://pl.wikipedia.org/wiki/Energia_geotermalnace. Kraje które wykorzystują geotermię na większą skalę to Islandia (26,2%) i Filipiny (23,8%).

Literatura:

1. NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. Carbon dioxide. <http://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>
2. Christian Oxenvad, Albertslund Municipality and District Heating Plant
3. <https://strefainstalatora.pl/technika/sprawnosc-rekuperatora-czesc-pierwsza/>
4. Grzegorz Mizera. Ogrzewanie – można i tak. Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, Nr 9-10/2019, s. 338
5. Mizera „Ewolucja, nie rewolucja – nadzieje i zagrożenia związane z instalowaniem w Polsce powietrznych pomp ciepła” Chłodnictwo & Klimatyzacja” Nr 4/2023
6. P. Lis, J.Piesyk. Zużycie energii i efektywność energetyczna budynku – charakterystyka i prognozy. Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, tom VIII, Ne 3 -2016