

ROZWÓJ RYNKU POMP CIEPŁA W POLSCE

Stefan Żuchowski

Instytut Techniki Ciepłej, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Politechnika
Warszawska, Warszawa

ABSTRACT

The papers presents changes in the Polish market of heat pumps between 2010 and 2016 and possible changes in the next two years between 2017-2018. It presents and analyzes also reasons of rapid grow of heat pumps popularity and changes of popularity of different energy sources for heat pumps. There is also an analysis of other reasons of rapid changes in the heat pumps market, specially many changes of European and Polish law (central and done by local governments) are presented.

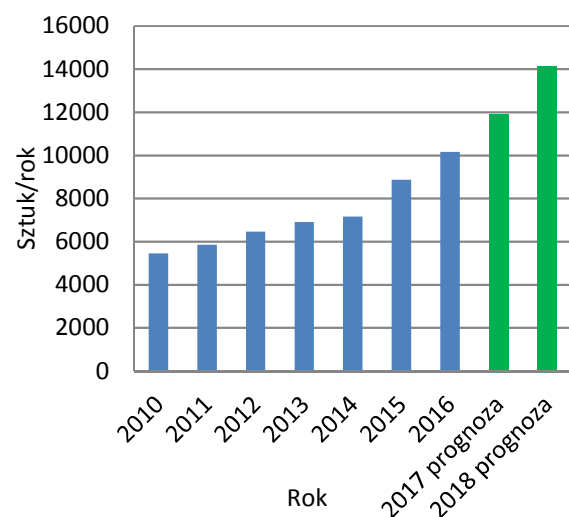
STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono zmiany na rynku pomp ciepła w Polsce w latach 2010 – 2016 oraz perspektywy dalszego rozwoju w okresie 2017-2018. Przedstawiono i przeanalizowano przyczyny znaczącego wzrostu popularności tej technologii oraz preferencji inwestorów w zakresie wyboru rodzaju dolnego źródła dla pompy ciepła. Przeanalizowano również czynniki mające wpływ na dalsze znaczące zmiany sytuacji rynkowej, w tym zmiany prawodawstwie europejskim, a także krajowym (zarówno na poziomie centralnym jak i samorządów lokalnych).

WPROWADZENIE

Mimo, że technologia pomp ciepła jest znana od ponad stu lat to w Polsce cały czas urządzenia te są mało popularne głównie z uwagi na względnie wysokie koszty inwestycji w odniesieniu do możliwości polskich rodzin. W ostatnich latach nastąpił jednak pewien przełom w tej dziedzinie. Rosnąca konkurencja sprawiła, że spadły zarówno ceny urządzeń jak i kosztów montażu. Z tego powodu coraz więcej inwestorów wybiera pompę ciepła, szczególnie

w przypadku, gdy poszukują urządzenia bezobsługowego, a nie posiadają dostępu do sieci gazowej. Analiza rozwoju polskiego i europejskiego rynku pomp ciepła pokazuje kierunek i tempo zmian. Na podstawie wyników badań rynkowych (EHPA, SPIUG, PORT PC) opracowano wykres (Rys.1) prezentujący liczbę montowanych w poszczególnych latach pomp ciepła przeznaczonych do ogrzewania budynków.



Rys. 1. Liczba pomp ciepła montowanych w poszczególnych latach (na potrzeby ogrzewania budynków). Opracowano na podstawie raportów EHPA, SPIUG i PORT PC.

Szczególnie dane za lata 2015- 2016 oraz oszacowanie wyniku dla roku 2017 i 2018 pokazują jak szybko wzrasta liczba montowanych pomp ciepła. Przy czym w okresie od 2010 do 2014, a w szczególności 2012-2013 sytuacja na rynku była stabilna. Wiele firm instalacyjnych dopiero rozwijało swoją działalność, a technologia pomp ciepła stawała się coraz bardziej popularna szczególnie wśród inwestorów przystępujących do budowy nowych domów. Od roku 2015 nastąpił znaczący wzrost liczby montowanych

pomp ciepła. Praktycznie co roku notowany jest wzrost na poziomie 30%. W roku 2016 liczba zamontowanych pomp ciepła osiągnęła poziom około 10000 sztuk. Jednocześnie udział pomp ciepła wśród systemów grzewczych stosowanych w nowych budynkach wzrósł z 3% w roku 2010 do 10% w roku 2016 (PORT PC, 2017).

CZYNNIKI SPRZYJAJĄCE ROZWOJOWI RYNKU POMP CIEPŁA W POLSCE

Spadek cen urządzeń i wykonania odwiertów

Z pewnością jedną z ważnych, ekonomicznych przyczyn rozwoju rynku pomp ciepła jest systematyczny spadek cen samych urządzeń jak i kosztów wykonania odwiertów dla instalacji z pompą ciepła typu glikol-woda.

W roku 2010 koszt wykonania 1 m odwiertu wynosił około 120 zł. Obecnie jest to 75 do 100 zł, a w przypadku większej liczby odwiertów nawet mniej. Dzięki temu łączny koszt inwestycji dla pompy ciepła glikol-woda o mocy około 10 kW spadł z około 70 000 zł do około 50 000 zł. Zaś w przypadku pompy ciepła powietrze-woda o zbliżonej mocy spadł z około 40000 zł to 20000- 25000 zł (Dane PORT PC i oferty firm wykonawczych)

Wzrost zaufania do technologii pomp ciepła

Na rynku rośnie liczba firm wykonawczych z wieloletnim doświadczeniem. Co roku realizują one nawet kilkadziesiąt inwestycji z pompami ciepła rozwijając w ten sposób bazę obiektów referencyjnych i pozyskując kolejnych inwestorów. W tym kontekście skutecznym i przydatnym działaniem jest niekomercyjna mapa inwestycji z odnawialnymi źródłami energii, w tym z pompami ciepła (Repowermap, 2017), na której możemy odnaleźć przykładowe realizacje w poszczególnych regionach. Jest to narzędzie, które pozwala firmom wykonawczym montującym urządzenia wykorzystujące energię odnawialną, zaprezentować wyniki swojej pracy podając lokalizację i podstawowe dotyczące montowanego systemu. Dzięki temu inwestorzy mogą zapoznać z dotychczasowymi dokonaniem firmy.

Poprawa jakości instalacji

Bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na poprawność pracy pompy ciepła jak i zaufanie do technologii jest jakość wykonania instalacji. Ma to szczególne znaczenie w przypadku urządzeń typu powietrze-woda. W tym kontekście wprowadzenie

zaostrzonych wymogów w zakresie montażu i serwisu systemów zawierających popularne czynniki chłodnicze (Ustawa z dnia 15 maja 2015) spowodowało wzrost świadomości i dążenie do podniesienia kwalifikacji wśród instalatorów i serwisantów. Dzięki temu do listopada 2017 r. 11600 osób odbyło szkolenia i uzyskało certyfikat pozwalający na dokonywanie instalacji, a także konserwacji urządzeń zawierających fluorowane gazy cieplarniane w ilości 3 kg lub 6 kg w przypadku urządzeń hermetycznych, w których nie dokonuje się ingerencji w obieg chłodniczy na etapie montażu urządzenia (UDT, 2017)

Równolegle wiele firm wykonawczych i projektowych dąży do poszerzenia swojej wiedzy uczestnicząc, np. w szkoleniach organizowanych wg Europejskiego Systemu Szkoleń i Certyfikacji Instalatorów Pomp Ciepła. Do listopada 2017 kilkuset wykonawców, serwisantów i projektantów odbyło tego typu szkolenie, a około 100 firm posiada certyfikat Eucert poświadczający wysoki poziom wiedzy i umiejętności personelu (PORT PC EUCERT, 2017).

Zmiany prawne, zaostrzenie wymagań w zakresie sprawności urządzeń i zużycia energii w budynkach

Wzrostowi popularności pomp ciepła sprzyja również sytuacja prawna, a w szczególności systematyczna redukcja dopuszczalnego poziomu zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej EP na potrzeby ogrzewania budynków, przygotowania ciepłej wody i chłodzenia (Rozporządzenie, 5 lipca 2013). Na tle coraz bardziej restrykcyjnych wymagań jednym z najkorzystniejszych rozwiązań pozwalających znacząco zredukować zużycie energii pierwotnej są właśnie pompy ciepła, w szczególności pozyskujące energię z wymiennika gruntowego osiągając dzięki temu najwyższą efektywność sezonową.

Korzystnym czynnikiem było również wprowadzenie systemu etykiet energetycznych dla urządzeń grzewczych i podwyższenie wymagań w zakresie sprawności i dopuszczalnej emisji zanieczyszczeń (Rozporządzenia Komisji UE 2013). Dzięki temu w czytelny sposób wyróżniono pompy ciepła jako urządzenia, które mogą zapewnić najwyższą skuteczność wykorzystania nieodnawialnej energii pierwotnej przypisując tej technologii najwyższe klasy energetyczne A+ i A++. Jednocześnie z rynku wycofano najtańsze i cechujące się najniższą sprawnością oraz najniższym poziomem bezpieczeństwa kotły gazowe z otwartą komorą spalania. W połączeniu ze spadkiem cen pomp ciepła spowodowało to redukcję różnicy między kosztami

zakupu i montażu pompy ciepła, a kosztami inwestycyjnymi kotłowni gazowej.

Programy dofinansowania

Z pewnością największy wzrost popularności technologii wykorzystujących energię odnawialną następuje w przypadku możliwości skorzystania ze znaczącego dofinansowania do zakupu i montażu urządzeń. Do tej pory dla pomp ciepła nie pojawił się powszechnie dostępny program, który pozwoliłby uzyskać dofinansowania na znaczną część inwestycji. Dostępne są lokalnie oferowane okresowo przez Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska (np. WFOŚiGW Katowice, Opole, 2017) lub poszczególne gminy.

Planowane jest również uruchomienie mechanizmów wsparcia wymiany źródeł niskiej emisji zanieczyszczeń w ramach wdrażanych przez kolejne Samorządy Wojewódzkie programów ochrony powietrza (np. Uchwała Nr XXXII/451).

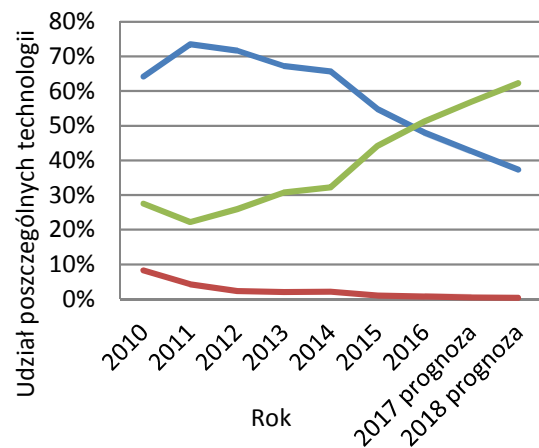
Prekursorem działań w tym zakresie było Województwo Małopolskie, które w przyjętych przepisach wymusza wymianę kotłów węglowych o niskiej sprawności i planuje wdrożenie programu dofinansowania do zakupu i montażu źródeł ciepła bardziej przyjaznych środowisku (Uchwała XXXII/452). Tego typu działania, szczególnie na terenach, na których brak jest dostępu do sieci gazowej zachęcają mieszkańców do zastosowania również odnawialnych źródeł energii w tym pomp ciepła. Przy czym pogromy dofinansowania do modernizacji źródeł ciepła z pewnością skutkują znaczącą redukcją zanieczyszczeń i wzrostem komfortu obsługi. Jednak w całym systemie działań brakuje często impulsów do kompleksowej termomodernizacji budynków.

ZMIANY PREFERENCJI INWESTORÓW W ZAKRESIE WYBORU RODZAJU DOLNEGO ŹRÓDŁA

Analizując udział poszczególnych rodzajów instalacji w ogólnej liczbie pomp ciepła montowanych w ostatnich latach widać wyraźnie, że początkowo dominującą rolę odgrywały pompy ciepła typu glikol-woda pozyskujące energię zakumulowaną w gruncie. Od roku 2012 rośnie udział pomp ciepła powietrze-woda. Na przełomie roku 2015 i 2016 wzrósł on powyżej udziału pomp ciepła glikol-woda. Zmiany te potwierdzają wzrastające zaufanie do technologii pomp ciepła i wzrost jej popularności. Początkowo inwestorzy wybierali prawie wyłącznie pompy współpracujące z gruntowym magazynem energii

ponieważ większość z nich nie miała zaufania do pomp ciepła powietrze-woda. Liczba montowanych pomp ciepła wzrastała bardzo powoli z powodu wysokich kosztów inwestycji. Obecnie pompy ciepła powietrze-woda nie budzą już tak dużych obaw inwestorów i coraz częściej są przez nich wybierane. Głównym powodem takiej decyzji jest chęć ograniczenia kosztów inwestycji poprzez uniknięcie potrzeby wykonania odwiertów czy kolektora poziome. Pompy ciepła typu glikol-woda wybierają inwestorzy chcący uzyskać jak najniższe koszty eksploatacji, dzięki wyższej sezonowej efektywności systemu wykorzystującego gruntowy magazyn energii.

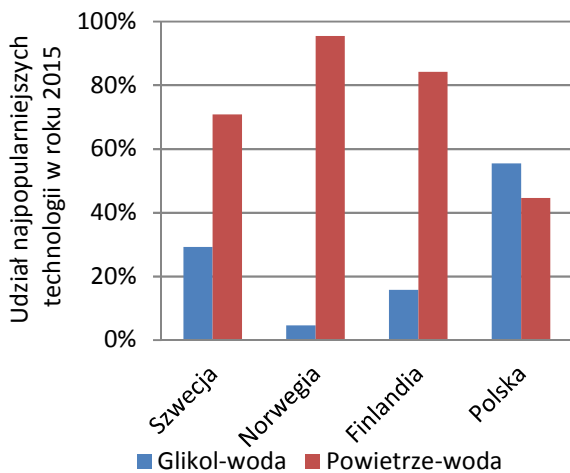
Na rysunku 2 przedstawiono zmiany procentowego udziału poszczególnych rodzajów systemów z pompami ciepła pod względem liczby urządzeń montowanych w poszczególnych latach.



Rys. 2. Udział poszczególnych technologii pod względem sztuk w całkowitej liczbie pomp ciepła montowanych w Polsce w latach 2010-2016. Opracowano na podstawie (PORT PC, 2017).

Widoczna rosnąca popularność pomp ciepła powietrze-woda jest w pewnym sensie zjawiskiem zaskakującym. Szczególnie w kontekście osiągniętej przez nie niższej, sezonowej efektywności w porównaniu do urządzeń pobierających energię z gruntu. Okazuje się, że zmiany widoczne na rynku polskim nie są odosobnionym przypadkiem. Z raportu EHPA wynika, iż podobna sytuacja ma miejsce na większości rynków europejskich. Co ciekawe dotyczy to również krajów skandynawskich, w których klimat jest ostrzejszy niż w Polsce. Rysunek 3 przedstawia porównanie udziały najpopularniejszych technologii pomp ciepła w krajach skandynawskich i w Polsce w roku 2015. Udział pomp ciepła powietrze-woda wykorzystywanych do ogrzewania budynków w Szwecji, Finlandii i Norwegii

w całkowitej liczbie urządzeń zamontowanych w roku 2015 wyniósł od 71 do 94 %.

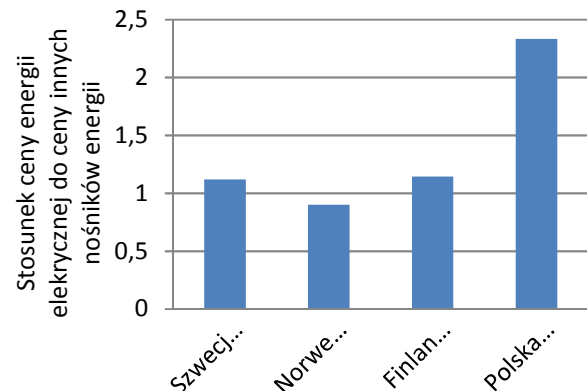


Rys. 3. Udziały pomp ciepła glikol-woda i powietrze-woda pod względem sztuk zamontowanych pomp ciepła w Polsce na tle krajów o ostrzejszym klimacie w roku 2015. Opracowano na podstawie (EHPA, 2016).

Oczywiście jednym z powodów popularności pomp ciepła powietrze-woda w krajach skandynawskich jest stosunkowo niska cena energii elektrycznej, a w szczególności niski stosunek ceny energii elektrycznej do ceny energii wyprodukowanej z wykorzystaniem innego, popularnego w tych krajach nośnika energii jakim jest olej opałowy. Rysunek 4 przedstawia stosunek ceny energii elektrycznej do ceny energii wyprodukowanej z kolejnego popularnego w danym kraju. W krajach skandynawskich wynosi on od 0,9 do 1,14 (EHPA, 2017). Oznacza to, że nawet stosując kocioł elektryczny do ogrzewania budynku użytkownik będzie ponosił koszty zbliżone do kosztów eksploatacji kotła olejowego. Stosując zaś pompę ciepła powietrze-woda, której sezonowa efektywność w warunkach skandynawskich wyniesie około 2,5 roczne koszty ogrzewania budynku i przygotowania ciepłej wody będą o połowę niższe od kosztów eksploatacji kotła olejowego.

Inaczej kształtują się ceny energii na rynku polskim. Stosunek ceny energii elektrycznej do kolejnego popularnego nośnika jakim jest znacznie wyższy i wynosi około 2,4 (EHPA, 2017). Z tego powodu ogrzewanie budynków z wykorzystaniem kotła elektrycznego w Polsce znacznie jest znacznie bardziej kosztowne w porównaniu do eksploatacji kotła gazowego. Dopiero bowiem zastosowanie pompy ciepła o wysokiej sezonowej efektywności SCOP pozwala uzyskać znaczące oszczędności w porównaniu

do instalacji gazowej. Z tego powodu początkowo do ogrzewania budynków stosowano przede wszystkim pompy ciepła glikol-woda osiągające współczynnik SCOP znacząco powyżej 4.



Rys. 4. Stosunek ceny energii elektrycznej do ceny energii wyprodukowanej z wykorzystaniem konkurencyjnego nośnika energii, popularnego w danym kraju. (EHPA, 2016)

Zaś pompy ciepła powietrze-woda były stosowane początkowo przede wszystkim na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej. Jednak od kilku lat, szczególnie na terenach, na których nie ma dostępu do sieci gazowej coraz częściej pompy ciepła powietrze-woda stosowane są również do ogrzewania budynków.

PERSPEKTYWY DALSZEGO ROZWOJU RYNKU POMP CIEPŁA W POLSCE

Prognozy przedstawione w badaniach rynku pomp ciepła w Polsce (EHPA, 2016, PORT PC, 2017) wskazują na bardzo prawdopodobny dynamiczny wzrost popularności pomp ciepła w Polsce. Czynnikiem sprzyjającym są: wzrost zaufania do technologii i spadające ceny urządzeń czy instalacji dolnego źródła. Coraz bardziej popularne są również instalacje, w których pompa ciepła współpracuje z instalacją fotowoltaiczną typu on-grid, w której inwestor korzysta z możliwości rozliczania energii produkowanej przez ogniwa w stosunku do ilości energii pobieranej z sieci. W tego typu instalacji w okresie letnim generowane są nadwyżki energii elektrycznej, które kierowane są do sieci energetycznej. Natomiast w sezonie grzewczym ilość energii elektrycznej dostarczanej przez ogniwa fotowoltaiczne jest znikoma w porównaniu do ilości jaką zużywa w tym okresie pompa ciepła. W czasie dokonywania

okresowego rozliczenia dostawca energii pomniejsza wykazane zużycie energii elektrycznej o 80 % ilości energii przekazanej do sieci energetycznej w trakcie pracy ogniw fotowoltaicznych mikroinstalacji o mocy do 10 kW i 0,7 dla instalacji o mocy do 40 kW (Ustawa z dnia 20 lutego 2015) . Patrząc na ten mechanizm w skali roku sieć energetyczna stanowi magazyn energii elektrycznej, do którego użytkownik instalacji fotowoltaicznej przekazuje nadwyżki w okresie letnim i wykorzystuje je do zasilania pompy ciepła w sezonie grzewczym. Kosztem wykorzystania sieci energetycznej jako magazynu energii jest potrącenie w rozliczeniu 20 % przekazanej energii.

W przypadku instalacji, w której pompa ciepła w okresie letnim jest wykorzystywana również do chłodzenia budynku możliwe jest zredukowanie ilości nadwyżek energii elektrycznej przekazywanej do sieci energetycznej. W tego typu systemie okres występowania najwyższej wydajności ogniw fotowoltaicznych z reguły pokrywa się z czasem występowania najwyższego obciążenia chłodniczego w budynku. Dzięki temu duża część energii elektrycznej dostarczanej przez ogniwa fotowoltaiczne jest na bieżąco wykorzystywana przez pompę ciepła pracującą w trybie chłodzenia budynku.

SPECJALNE TARYFY ENERGETYCZNE DLA URZĄDZEŃ GRZEWZYCH ZASILANYCH ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ

Kolejnym impulsem do rozwoju rynku pomp ciepła mogą być specjalne taryfy energetyczne jakie Ministerstwo Energii planuje wdrożyć dla urządzeń grzewczych zasilanych energią elektryczną. Celem wprowadzenia tego typu taryf ma być wykorzystanie rosnącej liczby urządzeń grzewczych zasilanych energią elektryczną do skutecznego bilansowania krajowego systemu energetycznego, a przede wszystkim wykorzystania nadwyżek energii występujących w godzinach nocnych. Szacuje się, że już dziś na rynku polskim zamontowanych jest około 136 400 pomp ciepła o łącznej mocy grzewczej na poziomie 1133 MW (PORT PC 2017). Są to więc odbiorniki energii elektrycznej o łącznym poborze mocy na poziomie około 350 -400 MW, a wszystkie analizy wskazują na gwałtowny przyrost liczby pomp ciepła montowanych w najbliższych latach.

Wprowadzenie specjalnej taryfy dla urządzeń grzewczych pozwoliłoby dodatkowo zredukować koszt eksploatacji pomp ciepła i byłoby kolejnym impulsem dla wzrostu popularności tej technologii. Rozwiązanie

to będzie jednak skuteczne pod warunkiem uwzględnienia w ich ostatecznym kształcie nie tylko potrzeb wytwórców energii elektrycznej, ale i przebiegu zapotrzebowania na ciepło w budynkach. Korzystnym przykładem jest system czeski, w którym przez 20 godzin doby dostępna jest tania energia elektryczna, a tylko w ciągu czterech godzin szczytu poboru energii elektrycznej jej cena jest wysoka. Takie rozwiązanie w prosty i skuteczny sposób wpływa na zachowania użytkowników i nie utrudnia uzyskania komfortu cieplnego w budynku czy przygotowania ciepłej wody użytkowej (PORT PC, 2017). Niekorzystnym rozwiązaniem byłoby zawężenie okresu obowiązywania niższej ceny energii elektrycznej wyłącznie do godzin nocnych, w których występują nadwyżki mocy w zakładach wytwórców energii elektrycznej. Utrudniałoby to chociażby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed wieczornym szczytem poboru wody.

LITERATURA

EHPA, 2016, *European Heat Pump Market and Statistics Report 2016*, European Heat Pump Association

SPIUG, 2016, Materiały z III konferencji SPIUG: *Rynek instalacyjno-grzewczy w Polsce 2015*, Stowarzyszenie Producentów i Importerów Urządzeń Grzewczych

PORT PC, 2017, Materiały z VI kongresu PORT PC: *Pompy ciepła system ciepłowniczy przyszłości*, Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. Dz. U. 2013 Poz. 936 *Zmieniające Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*.

Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 813/2013 z dnia 2 sierpnia 2013 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla ogrzewaczy pomieszczeń i ogrzewaczy wielofunkcyjnych.

Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) Nr 811/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. *uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady*

2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla ogrzewaczy pomieszczeń, ogrzewaczy wielofunkcyjnych, zestawów zawierających ogrzewacz pomieszczeń, regulator temperatury i urządzenie słoneczne oraz zestawów zawierających ogrzewacz wielofunkcyjny, regulator temperatury i urządzenie słoneczne.

Ustawa z dnia 15 maja 2015 r. Dz. U. 2015 Poz. 881 o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych

Oferty firm wiertniczych:
<http://odwierty.net/cennik.html#> (dostęp 23.XI.2017),
<http://www.aquapomp.pl/odwierty> (dostęp 23.XI.2017)
<http://www.matinstal.pl/promocjewynajem/promocja-cenowa-na-odwierty-pionowe-pod-pompy-ciepla/>
 (dostęp 23.XI.2017)

PORT PC EUCERT, 2017, *Rejestr firm z certyfikatami Eucert*, <http://portpc.pl/baza-instalatorow/> (dostęp 23.XI.2017)

Rejestr UDT, 2017, *Rejestr firm z certyfikatem FGAZ*, http://www.udt.gov.pl/wykazy/REJ_FGAZ.html (dostęp 23.XI.2017)

Repowermap.org, 2017, Baza obiektów referencyjnych, w których zastosowano odnawialne źródła energii, w tym pompy ciepła www.repowermap.org (dostęp 23.XI.2017)

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 o odnawialnych źródłach energii.

Uchwała Nr XXXII/452/17 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 23 stycznia 2017 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze województwa małopolskiego ograniczeń i zakazów w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalania paliw.

Uchwała Nr XXXII/451/17 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 23 stycznia 2017 r. w sprawie zmiany uchwały Nr XXXIX/612/09 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 21 grudnia 2009 r. w sprawie „Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego” zmienionej uchwałą Nr VI/70/11 z dnia 28 lutego 2011 r. oraz uchwałą Nr XLII/662/13 z dnia 30 września 2013 r.

Vaillant, Viessmann, Hewalex, Dimplex, Galmet, 2017 *Cenniki pomp ciepła*

WFOŚiGW Katowice, 2017, *Przeciwdziałanie niskiej emisji*, <http://www.wfosigw.opole.pl/portal-beneficjenta/pone-pozyczki-dla-osob-fizycznych-i-przedsiębiorcow-nalezacych-do-sektora-msp/oze> (dostęp 23.XI.2017)

WFOŚiGW Opole, 2017, *Program ograniczenia niskiej emisji w województwie opolskim dla osób fizycznych i przedsiębiorców należących do sektora MŚP przy udziale środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Opolu* <http://www.wfosigw.opole.pl/portal-beneficjenta/pone-pozyczki-dla-osob-fizycznych-i-przedsiębiorcow-nalezacych-do-sektora-msp/oze> (dostęp 23.XI.2017)