

PRZEWODNIK

NIEKONWENCJONALNE PALIWA

Mirostaw Bobek



GMINA WILCZYN



PRZEWODNIK

NIEKONWENCJONALNE PALIWA

Autor

mgr Mirosław Bobek

Opracowanie elektroniczno – graficzne

inż. Jolanta Szczepaniak

Beneficjent projektu

Gmina Wilczyn

2014 r



SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI	2
WSTĘP	4
1. PALIWA I ICH RODZAJE	5
1.1. Podział paliw	5
1.2. Paliwa konwencjonalne	7
1.2.1. Paliwa stałe	7
1.2.2. Paliwa gazowe	8
1.2.3. Paliwa ciekłe	9
1.3. Paliwa niekonwencjonalne	9
1.3.1. Słońce	10
1.3.2. Wiatr	11
1.3.3. Woda	12
1.3.4. Energia geotermalna	12
1.3.5. Biomasa	13
1.3.6. Biogaz	14
1.3.7. Biopaliwa	15
1.3.8. Ogniwa paliwowe	15
1.3.9. Gaz łupkowy	16
2. ELEKTROWNIE I ICH RODZAJE	17
2.1. Elektrownie wykorzystujące nieodnawialne źródła energii	17
2.2. Elektrownie wykorzystujące odnawialne źródła energii	19
2.2.1. Elektrownie słoneczne	19
2.2.2. Elektrownie wiatrowe	22
2.2.3. Elektrownie wodne	24
2.2.4. Elektrownia geotermalna	28



3. ROZWÓJ ENERGETYKI	31
3.1. Współczesne tendencje rozwojowe energetyki	31
3.2. Energetyka przyszłości	32
4. PALIWA ENERGETYCZNE A ŚRODOWISKO	35
Bibliografia	38



WSTĘP

We współczesnym świecie ludzie potrzebują do rozwoju gospodarczego i technicznego oraz do życia ogromne ilości energii w różnej postaci. W latach wcześniejszych człowiek otrzymywał taką energię z naturalnych zasobów nieprzetworzonych, jak opał i paliwo np. z drewna, węgla, ropy naftowej czy gazu lub uzyskiwał potrzebną energię w wiatrakach czy młynach wodnych.

Postęp w zakresie techniki przyczynił się wynalezienia i skonstruowania odpowiednich urządzeń niezbędnych przy wytwarzaniu energii, w tym energii elektrycznej i wykorzystaniu ich w różnych elektrowniach, a następnie dostarczaniu tej energii do poszczególnych odbiorców. Elektrownie pobierają energię potrzebną do wytworzenia prądu z różnych źródeł zwanych nośnikami energii. Obecnie najczęściej uzyskujemy energię ze spalania ww. paliw, które jednak zanieczyszczają biosferę, są brudne i wyczerpywalne i nazywa się je źródłami nieodnawialnymi w odróżnieniu od niewyczerpywalnych źródła paliw, które nazywa się źródłami odnawialnymi.

W tym przewodniku skupiamy się na źródłach energii niekonwencjonalnej zarówno odnawialnej, jak i nieodnawialnej, pochodzącej z paliw niekonwencjonalnych, na różnych sposobach przetwarzania energii pochodzącej z różnych paliw niekonwencjonalnych na energię elektryczną w elektrowniach, szczególnie na terenie Polski. Wskazujemy na wpływ metod pozyskiwania energii na środowisko naturalne i potrzebę zapobiegania negatywnym skutkom tego wpływu, jak globalne ocieplenie, kwaśne deszcze i zanieczyszczenie atmosfery.



1. PALIWA I ICH RODZAJE

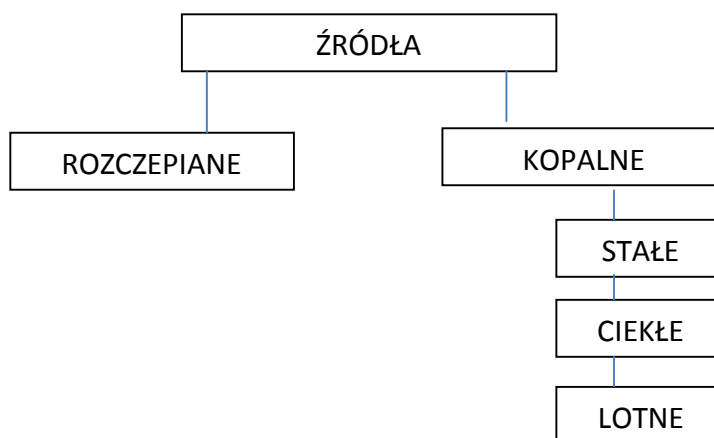
Paliwa, jako źródło energii wykorzystywanej do ogrzewania, do wytwarzania energii elektrycznej, napędzania pojazdów, służą człowiekowi do zaspokajania jego różnych potrzeb energetycznych. Mówimy o nich, że są to materiały lub substancje chemiczne czy ich mieszaniny, które podczas spalania lub innej przemiany, wydzielają możliwe do zagospodarowania ciepło.

W przyrodzie występują paliwa zwane naturalnymi, do których zaliczmy: węgiel, ropę naftową, gaz ziemny, uran. W wyniku przeróbki fizycznej lub chemicznej paliw naturalnych (lub jako produkty uboczne w procesach technologicznych) otrzymuje się paliwa sztuczne: koks, benzynę, olej napędowy, alkohol, gaz generatorowy, gaz wielkopieczowy.

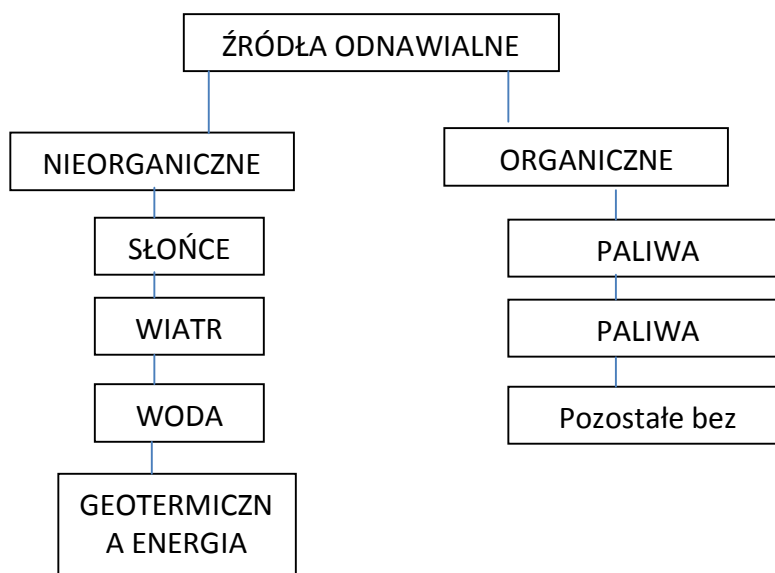
Do paliw przyszłościowych zalicza się biomasę, której udział w bilansie energetycznym świata stale rośnie. Na biomasę składają się: różne odpady (odpady komunalne, odpadowe drewno, słoma), zamierzone uprawy (drewno szybkorosnących roślin - topola, eukaliptus, trzcina cukrowa), wodorosty morskie.

1.1. Podział paliw

Podział paliw prowadzony jest według różnych kryteriów. Przy podziale wg stanu skupienia paliwa dzieli na paliwa w stanie stałym, ciekłym lub lotnym, a wg. ich wartości opałowej na paliwa wysokokaloryczne i niskokaloryczne, wg ich pochodzenia na paliwa naturalne i sztuczne, a wg ich możliwości odnawiania w krótkim czasie dzielimy je na odnawialne i nieodnawialne.



Rys. 1. Źródła, których uzupełnianie jest wolniejsze niż wykorzystanie.



Rys. 2. Źródła, których wykorzystanie nie powoduje wyczerpania się.

Dokonując ogólnego podziału w odniesieniu do istoty, pochodzenia i funkcji oraz potrzeby kwalifikacji, mówimy, że paliwa występują, jako: jednorodne (tj. o jednakowych właściwościach w ich całej rozciągłości), mieszane, naturalne, formowane, odnawialne, niekonwencjonalne, alternatywne (np. odpady palne posiadające wartość opałową), bazowe, uzupełniające, rezerwowe, zamienne, interwencyjne, udokumentowane, przetworzone, niebezpieczne, biorozkładalne, biopochodne.

Paliwo formowane, to paliwo wytworzone w wyniku zmieszania różnych rodzajów paliw i substancji palnych o określonych parametrach fizykochemicznych w taki sposób, aby uzyskać paliwo



o wymaganym składzie, wartości energetycznej i postaci. Przykładem może być: mieszanina miazgi węglowej i biomasy, biomasy i tworzyw sztucznych, węgla i biokarbonsu, etanolu i benzyny, estrów i olejów z rafinacji ropy, gazu ziemnego i gazu z pirolizy itp. Paliwa ww. wykorzystywane są, jako źródła energii do produkcji energii elektrycznej w różnych elektrowniach.

Wyróżniamy także inne kryterium podziału paliw: na konwencjonalne i niekonwencjonalne. Jest to podział dokonany ze względu na źródło energii pierwotnej. Konwencjonalne dotyczą źródeł energii tradycyjnych, czyli nieodnawialnych najczęściej stosowanych obecnie w elektrowniach. Zaliczamy do nich paliwa naturalne; jak węgiel, ropa naftowa, gaz ziemny, uran. Niekonwencjonalne dotyczą źródeł innych niż tradycyjne źródła energii powszechnie stosowane. Mogą należeć do nich paliwa odnawialne, jak i nieodnawialne.

1.2. Paliwa konwencjonalne

Paliwa konwencjonalne to podstawowe źródła energii nieodnawialnej, czyli paliwa, które nie odnawiają się w krótkim okresie. Do konwencjonalnych zasobów tej energii zaliczamy naturalne zasoby energetyczne w postaci paliw pierwotnych, tzn. paliw organicznych i jądrowych, a także uszlachetnione i przerobione naturalne nośniki energii. Dzielimy je na: paliwa stałe, ciekłe i lotne. Do stałych zaliczamy np. węgiel kamienny i brunatny, drewno i torf. Do ciekłych, np. ropę naftową. Do gazowych np. gaz ziemny. Węgiel kamienny i brunatny oraz ropa naftowa i gaz ziemny noszą nazwę paliw kopalnych. Nieodnawialne źródła energii pod postacią paliw kopalnych są nadal podstawowym źródłem energii dla przemysłu, energetyki, transportu i gospodarstw domowych, także dla Polski.

1.2.1. Paliwa stałe

Węgiel zaliczany jest do najważniejszych pierwiastków w przyrodzie, ale także jest podstawowym składnikiem paliwa. Tworzenie się złóż węglowych było procesem zależnym od wielu czynników, wśród których do najważniejszych należą: materiał roślinny, temperatura, wilgotność.

Do celów energetycznych stosuje się nisko uwęglone węgle kamienne, które są najważniejszym paliwem kotłowym. Jest to węgiel czarny, kruchy. Rozróżnia się 4 składniki węgla kamiennego: węgiel

błyszczący (witryn), półbłyszczący (klaryn), matowy (duryn) i włóknisty (fuzyn). Po przeróbce chemicznej (odgazowaniu, wylewaniu, uwodornianiu, zgazowaniu), otrzymujemy z niego inne paliwa m.in. koks, gazy opałowe oraz półprodukty dla przemysłu chemicznego, jak smoła węglowa i wylewna, gaz syntezowy, benzol. Pokładom węgla kamiennego towarzyszą nieraz łupki bitumiczne przywęglowe zawierające olej łupkowy, będący surowcem dla paliw silnikowych.

Węgiel brunatny, to węgiel kopalny zawierający 65–78% pierwiastka węgla; brunatny lub czarny, stanowi paliwo wykorzystywane głównie w energetyce. Węgiel brunatny, dzieli się na węgiel zwany lignitem: miękki, ksylicowy, ziemisty i łupkowy, o barwie żółtobrunatnej lub brunatnej oraz na węgiel subbitumiczny: twardy (matowy i błyszczący), o barwie brunatnej do brązowej i wyraźnym połysku.

Koks - powstaje w wyniku wygrzewania węgla w piecu bez dostępu powietrza i jest bardzo wydajny. Jest to paliwo stosowane w energetyce do opalania kotłów grzewczych, o wyższej kaloryczności niż węgiel. Koks jest produkowany w procesie suchej destylacji, inaczej koksowania, węgla. Polega on m.in. na prażeniu węgla bez dostępu tlenu celem usunięcia zawartego w nim gazu i smoły. Powstający w tym procesie gaz koksowniczy jest cennym, wysokokalorycznym paliwem. Cennym surowcem jest także smoła.

1.2.2. Paliwa gazowe

Ze względu na pochodzenie, wartość energetyczną lub skład, paliwa gazowe można podzielić na: naturalne, jak gaz ziemny, gaz kopalniany, gazy płynne i na sztuczne, jak gaz miejski, gaz koksowniczy, produkt zgazowania węgla, wodór. Gaz ziemny jest kopalnym paliwem, którego podstawowym składnikiem jest metan. Występuje w zewnętrznej części skorupy Ziemi, zwanej litosferą, a jego skład silnie zależy od złoża. Gaz kopalniany zawiera średnio 96% metanu, 3% azotu i innych składników. Gazy płynne to mieszaniny węglowodorów, składający się głównie z propanu, butanu i izobutanu. Gaz miejski otrzymuje się w warunkach nisko- i średniotemperaturowego wylewania węgla, a koksowniczy metodą wysokotemperaturowego odgazowania węgla. Wodór jest uważany za paliwo przyszłości, otrzymuje się na skalę przemysłową z metanu (ściślej z gazu ziemnego) w procesie reformingu, który polega na oddziaływaniu na gaz ziemny parą wodną w obecności katalizatora niklowego.



1.2.3. Paliwa ciekłe

Ropa naftowa to naturalna ciekła kopalina o właściwościach palnych, złożona z mieszaniny naturalnych węglowodorów gazowych, ciekłych i stałych, z niewielkimi domieszkami azotu, tlenu, siarki i zanieczyszczeń. Jest lżejsza od wody, ma dość charakterystyczny zapach, jej gęstość wynosi zaledwie ok. 0,79 – 0,96 g/cm³, nie rozpuszcza się w wodzie. Kolor ropy naftowej zależy od gatunku oraz miejsca jej wydobycia, najczęściej posiada barwę ciemnobrunatną, żółtawą, słabo opalizującą lub nawet czarną. Nie rozpuszcza się w wodzie. Złoża ropy najczęściej spotyka się pod dnem mórz, niedaleko od brzegu, a także na obszarach lądowych. Na znacznych głębokościach, nawet kilka kilometrów pod poziomem łądu lub dna oceanu. Do wydobycia ropy spod ziemi potrzebny jest specjalistyczny sprzęt zdolny do przebiccia się przez twarde skały.

W wyniku przeróbki ropy naftowej powstają takie produkty, jak: benzyna, nafta, oleje opałowe, oleje smarowe, parafina, oleje parafinowe, asfalt geologiczny, koks naftowy. Benzyna, to mieszanina ciekłych węglowodorów, otrzymywana przez destylację ropy naftowej. Oleje opałowe to wysoko wrzące frakcje ropy naftowej lub smoły węglowej, oleje smarowe, oleje mineralne, także syntetyczne. Oleje parafinowe stanowią ciecz bezbarwną, bez smaku i zapachu, jako mieszaninę ciekłych węglowodorów nasyconych. Parafina, to biała krystaliczna substancja, bez zapachu, będąca mieszaniną stałych węglowodorów nasyconych. Asfalt geologiczny stanowi skałę osadową, jest produktem wietrzenia ropy naftowej, a koks naftowy, to produkt odgazowania gudronu.

1.3. Paliwa niekonwencjonalne

Paliwa niekonwencjonalne to źródła energii nieodnawialnej, których zasoby odtwarzają się bardzo powoli bądź wcale, jak i energii odnawialnej, której używanie nie powoduje długotrwałego ich deficytu i które odnawiają się w krótkim czasie.

Do niekonwencjonalnych paliw odnawialnych należą: promieniowanie Słońca, wiatry, woda, fale i pływy morskie, biomasa, biogaz, energia cieplna oceanów. Do niekonwencjonalnych paliw nieodnawialnych zaliczamy np. wodór, ogniwa paliwowe. Energię pochodzącą z wnętrza Ziemi, zwaną geotermiczną, zaliczamy do obu rodzajów paliw. Energia gorących skał jest źródłem odnawialnym,



a gejzery nieodnawialnym. Źródła energii niekonwencjonalnej tylko nieznacznie zanieczyszczają środowisko, więc przynoszą bardziej wymierne korzyści ekologiczne i ekonomiczne.

1.3.1. Słońce

Słońce, to centralne ciało układu słonecznego, najbliższa gwiazda Ziemi. Energia promieniowania słonecznego jest podstawowym źródłem energii w przyrodzie na Ziemi. Energia o mocy ok. $81 \cdot 10^9$ MW ogrzewa kulę ziemską¹. Energia Słońca to odnawialne źródło energii. Promieniowanie słoneczne wykorzystywane jest bezpośrednio do produkcji energii elektrycznej oraz do produkcji energii cieplnej.

Energię słoneczną można pozyskać i przetworzyć na inne formy energii w specjalnych urządzeniach lub instalacjach, zwanych aktywnymi systemami wykorzystania energii słonecznej. Systemy te, w zależności od temperatur oraz od roli, jaką odgrywają w transferze energii, dzielą się na:

- niskotemperaturowe, do których zaliczamy kolektory i stawy słoneczne;
- wysokotemperaturowe, jak farmy i elektrownie słoneczne;
- wspomagające, czyli magazyny energii, pompy ciepła, diody ciepłe.

Bardzo popularnym urządzeniem do przetwarzania energii słonecznej na energię elektryczną jest kolektor słoneczny. Kolektory ze względu na budowę mogą być skupiające i płaskie, a ze względu na rodzaj czynnika roboczego wodne, powietrzne lub wodnopowietrzne.



Zdjęcie nr 1. Kolektory skupiające²

1 J.Kucowski, D. Laudyn, M. Przekwas; Energetyka a ochrona środowiska. Wydawnictwo Naukowo Techniczne. Warszawa 1997

2 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d7/Solar_Array.jpg



Najprostszy kolektor składa się z adsorbera, osłony, izolacji i konstrukcji np. obudowy, instalacji, zaworów itp. Obecnie używa się je do np. ogrzewania w domach, basenach, do wspomagania centralnego ogrzewania.

Kolejnym urządzeniem służącym do przetwarzania energii słonecznej na energię elektryczną jest ogniwo słoneczne. Jest to element półprzewodnikowy, a najczęściej używanym pierwiastkiem do jego budowy jest krzem. Mogą być ogniwa cienkowarstwowe, wielokryształiczne i monokryształiczne. Cienkie i elastyczne ogniwo słoneczne można umieszczać na powierzchniach, np. na obudowie telefonu komórkowego, żeby je doładować. Można je zastosować np. w kalkulatorach, zegarkach, przenośnych zabawkach. Są one znacznie tańsze od tradycyjnych ogniw. Uważa się, że jest to także poważny krok w kierunku stworzenia elastycznych i naklejanych chipów komputerowych, wyświetlaczy LCD3. Energia słoneczna jest niewyczerpanym źródłem energii, tak długo, jak będzie świeciło Słońce, stąd tak duże zainteresowanie możliwościami jej wykorzystania.

1.3.2. Wiatr

Wiatr określamy, jako ruch powietrza atmosferycznego, względem powierzchni Ziemi. Powstaje w wyniku nierównomiernego rozkładu ciśnienia na powierzchni Ziemi.⁴

Można powiedzieć, że wiejący wiatr to masy powietrza atmosferycznego poruszające się nad powierzchnią Ziemi z pewną prędkością. Prędkość przy powierzchni Ziemi mierzy się np. wiatromierzem. Ruch powietrza wywołany jest przez różnice w nagrzewaniu lądów i mórz, biegunów i równika oraz przez siłę Coriolisa, związaną z obrotowym ruchem Ziemi.

Wiatr jest źródłem energii wiatru, a jej zasoby są niewyczerpalne, dlatego należy do źródeł odnawialnych. Dzięki nowoczesnym technologiom możemy efektywnie i ekonomicznie wykorzystać jego siłę i potencjał. Początkowo siłę wiatru wykorzystywano do napędzania urządzeń do mielenia, później do pomp i systemów irygacyjnych, do uprawiania żeglugi. Obecnie wiatr, to także niewyczerpywalne źródło czystej ekologicznie energii coraz częściej stosowany do wytwarzania energii elektrycznej. Pierwsze

3 Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 2/2013, str.12-13. Dom Wydawniczy " Lidaan" Sp. z o.o. Wwa.

4 Encyklopedia fizyki, t. 3, PWN Warszawa 1974



próby wykorzystania wiatru do produkcji energii elektrycznej podjęto w XIX w. Energia wiatru, czyli energia kinetyczna przemieszczających się mas powietrza, przekształcana jest w energię elektryczną za pomocą turbin wiatrowych. W latach osiemdziesiątych XX w. nastąpił znaczny rozwój energetyki wiatrowej. Jednak obecna technologia wiatrowa nadal nie jest w stanie zastąpić konwencjonalnych elektrowni.

1.3.3. Woda

Woda H_2O , to trwały związek chemiczny wodoru z chlorem, zwany chlorkiem wodoru. Jest to bezbarwna ciecz, najbardziej rozpowszechniona w przyrodzie, jest jednym z podstawowych składników potrzebnych do życia organizmom żywym, występuje na całym świecie, w której drzemie ogromny potencjał.

Woda jest źródłem energii wodnej, obejmującej siłę wód morskich jak i energię wód śródlądowych zmagazynowaną w stojących akwenach wodnych czy ciekach płynących. Przy wykorzystaniu potencjału wód morskich bazujemy na energii fal morskich, energii pływów oraz energii głębin oceanów. W przypadku uzyskania energii z wód śródlądowych, wykorzystujemy spadek grawitacyjny dużej ilości wody, przy którym energia potencjalna napędza turbiny wodne, które zamieniają pracę mechaniczną na energię elektryczną.

W odpowiednich warunkach topograficznych można wykorzystać do uzyskania energii pływy morza (przyptywy i odpływy). Przy ujściu rzeki wpływającej do morza buduje się zapory, dzięki którym wody morza wpływają w dolinę rzeki podczas przyptywu, natomiast wypuszczane są przez turbiny wodne podczas odpływu. Przy przemianie energii cieplnej oceanu wykorzystuje się różnice temperatur wody na powierzchni i w głębi morza lub oceanu. Obecnie energia wodna wykorzystywana jest coraz częściej do wytworzenia energii elektrycznej i do napędzenia maszyn, a jej zasoby są niewyczerpywalne.

1.3.4. Energia geotermalna

Energia geotermalna to energia wnętrza Ziemi, czyli energia termiczna skał znajdujących się we wnętrzu Ziemi. Objawia się w postaci gejzerów i tzw. gorących skał.



Gejzery są erupcją pary wodnej lub gorącej wody z wnętrza Ziemi. Występują najczęściej na obszarze czynnego lub niedawno wygasłego wulkanu, w strefach sejsmicznych. Spotyka się je w Islandii, w Stanach Zjednoczonych, na Nowej Zelandii, na Kamczatce, w Japonii, w Indonezji, na Jawie, w Tybecie i w Chile.

Energię z gorących skał pobieramy za pomocą odwiertów, do których wtłaczana jest chłodna woda i odbierana gorąca po wymianie ciepła z gorącymi skałami. Energia geotermiczna o wyższym potencjale temperaturowym jest wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej, a o niższym potencjale służy, jako źródło ciepła do ogrzewania pomieszczeń. Gejzery wykorzystuje się do napędu turbin parowych. W Nowej Zelandii i w Islandii wulkaniczna para napędza turbiny elektrowni geotermalnej i zaspokaja znaczną część tamtejszego zapotrzebowania na prąd⁵.

1.3.5. Biomasa

Biomasa jest substancją organiczną pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. Może też powstać w wyniku tzw. metabolizmu społecznego⁶. Wstępuje w formie odpadów z gospodarstwa domowego, jak i jako pozostałości po przycinaniu zieleni miejskiej. Różne rodzaje biomasy mają różne właściwości i występują w różnych stanach skupienia. Na cele energetyczne wykorzystuje się drewno i odpady z przerobu drewna, rośliny pochodzące z upraw energetycznych, produkty rolnicze oraz odpady organiczne z rolnictwa, niektóre odpady komunalne i przemysłowe. Z roślin o dużej zawartości cukru produkowane są alkohole, a z roślin oleistych np. ester kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego produkowany jest biodiesel. W wyniku fermentacji, hydrolizy lub pirolizy na przykład kukurydzy czy też trzciny cukrowej otrzymuje się etanol i metanol – biopaliwa. Przy oczyszczalniach ścieków i na składowiskach odpadów, tam gdzie rozkładają się odpady organiczne występuje biogaz będący mieszaniną głównie metanu i dwutlenku węgla.

Biomasę można także podzielić na energetyczne surowce pierwotne, czyli np. drewno, słomę i przetworzone, takie jak np. biogaz, metanol lub na trzy podstawowe kategorie: *biomasę roślin*, *biomasę*

5 B. Edmaer (fotografie), A.Jung –Huutl (tekst); Wulkany. Wydawnictwo Debit Bielsko Biała. 1997

6 R. Tytko. Odnawialne źródła energii. OWG. Warszawa. 2009r



zwierzęcą, *biomasę mikroorganizmów*. Biomasa roślinną stanowią rośliny energetyczne, do których zaliczamy tzw. rośliny uprawne roczne, jak: zboża, np. kukurydza, słonecznik, rzepak oraz takie, jak: konopie, rośliny drzewiaste, np. topola, osika. Kolejną grupę roślin energetycznych stanowią rośliny niedrzewiaste szybko rosnące i wolno rosnące.

Biomasa to jedno z najpopularniejszych odnawialnych źródeł energii, a jej spalanie uważane jest za dużo bardziej korzystne dla środowiska naturalnego niżli spalanie paliw kopalnianych.

1.3.6. Biogaz

Biogaz jest źródłem energii odnawialnej, najczęściej pochodzenia organicznego, powstający w wyniku rozpadu drobnoustrojów. Najczęściej są to ścieki cukrowe, odpady komunalne, gnojowica, odchody zwierzęce, odpady przemysłowe rolniczo – spożywcze.

Zgodne z dyrektywą 2001/77/WE, zawartą w rozporządzeniu ministra gospodarki z dnia 19 grudnia 2005r mówi się, że biogaz to gaz pozyskany z biomasy, w szczególności z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych, oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów. W art. 3 pkt 20a prawa energetycznego z dnia 11 marca 2010 roku, czytamy, że biogaz rolniczy, definiuje się, jako: paliwo gazowe otrzymywane z surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego lub biomasy leśnej w procesie fermentacji metanowej. Często mówi się, biogaz to gaz wysypiskowy.

Nowoczesne wysypiska zwane biogazowniami są odpowiednio przygotowane do magazynowania i odgazowania poprzez odpowiednie systemy odgazowujące, komory gazowe i bioreaktory zamieniające gazy na energię elektryczną.

Biogaz wykorzystuje się, jako ekologiczne paliwo zasilające generatory prądotwórcze. Najczęściej w takich krajach, jak Indie, Chiny, Szwajcaria, Francja, Niemcy, czy USA, wykorzystuje się go, jako paliwo dla generatorów prądu elektrycznego lub źródło energii do ogrzewania wody, czy paliwo do napędu silników (po oczyszczeniu i sprężeniu). Odpady przy produkcji biogazu są doskonałym nawozem.



1.3.7. Biopaliwa

Biopaliwa to źródło energii odnawialnej. Powstaje z przetwórstwa biomasy, w wyniku przetwarzania organizmów żywych pochodzenia roślinnego, zwierzęcego czy mikroorganizmów. Biopaliwa dzieli się na trzy grupy:

- stałe, które stanowią odpady roślinne, takie jak słoma, trociny, siano, czy też drewno w postaci brykietów, bel, kostek
- ciekłe, do których zaliczamy paliwa powstające na skutek fermentacji alkoholowej węglowodanów do etanolu, fermentacji butylowej biomasy do butanolu, to także biodiesel
w postaci oleju rzepakowego czy etanol z kukurydzy
- gazowe, powstające w wyniku fermentacji beztlenowej odpadów rolniczych, jak obornik, gnojowica i w procesie zagazowania biomasy, tzw. gaz drzewny.

Mamy biopaliwa konwencjonalne, jako biopaliwa pierwszej generacji produkowane z cukru, skrobi, oleju roślinnego, czy biopaliwa drugiej generacji produkowane z trwałego surowca np. etanol celulozowy, biowodór, olej napędowy z drewna i biopaliwa trzeciej generacji, czyli biopaliwa produkowane z glonów i innych mikroelementów. Biopaliwa są bardzo popularne w Stanach Zjednoczonych. W Polsce produkcję biopaliw mogą prowadzić zarejestrowani rolnicy zgodnie z ustawą 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych.

1.3.8. Ogniwa paliwowe

Ogniwa paliwowe są urządzeniami elektrochemicznymi. Paliwem stosowany w nich jest bezpośrednio wodór lub związki zawierające duże ilości tego pierwiastka. Ich zaletą jest zdolność pozyskiwania elektryczności z atomów wodoru, który stanowi idealne paliwo, gdyż spala się bez zanieczyszczania środowiska, dając w efekcie wodę, ponadto ma małą energię inicjacji zapłonu, jest łatwiejszy i tańszy w magazynowaniu. Można go łatwo magazynować z postaci gazowej, ciekłej lub stałej



i przesyłać rurociągami, a jego straty związane z przesyłem są znacznie mniejsze niż przy przesyłaniu energii elektrycznej⁷. Jego zapasy są niewyczerpalne, gdyż stanowi on składnik wody i wraz z nią krąży w obiegu zamkniętym w przyrodzie. Obecne ogniwa paliwowe zwane ogniwami wodorowymi najczęściej wykorzystują do produkcji energii elektrycznej wodór na anodzie oraz tlen na katodzie. W takim ogniwie paliwowym występuje bezpośrednie przetwarzanie energii chemicznej paliwa w energię elektryczną i jest to przemiana energii czysta ekologicznie.

1.3.9. Gaz łupkowy

Gaz łupkowy to gaz ze złóż niekonwencjonalnych uzyskany z łupków osadowych, które znajdują się głęboko pod ziemią. Technika jego wydobycia polega na wykonaniu odwiertu w skałe łupkowej, następnie wypełnieniu powstałej podczas odwiertu szczeliny mieszkanką wody, piasku kwarcowego oraz dodatków chemicznych. Powstałe pęknięcia w skałach pozwalają na wydostanie się z nich gazu. Gaz naturalny w łupkach powstał z pozostałości roślin, zwierząt i mikroorganizmów żyjących miliony lat temu, w rezultacie pogrzebienia materii, jej sprasowania i podgrzewania przez długi okres czasu w skorupie ziemskiej.

W rozwoju i produkcji gazu z łupków przoduje Ameryka północna. W Stanach Zjednoczonych stał się poważnym źródłem energii. Polska posiada bogate zasoby gazu ziemnego w skałach łupkowych na Pomorzu, Mazowszu i Lubelszczyźnie.

⁷ W.M.Lewandowski; Proekologiczne źródła energii odnawialnej. Wydawnictwo Naukowo – techniczne. Warszawa. 2002r



2. ELEKTROWNIE I ICH RODZAJE

Elektrownia to zakład przemysłowy, który wytwarza energię elektryczną z innych rodzajów energii przez ich odpowiednie przetwarzanie, w zależności od surowców i opłacalności metody.

Kopaliny, takie jak: węgiel, ropa naftowa i gaz są najczęściej używanymi źródłami elektryczności zaliczanymi do nieodnawialnych źródeł energii w obecnie rozpowszechnionych elektrowniach na całym świecie. Energię elektryczną uzyskuje się z przemiany energii chemicznej na cieplną. Podczas procesu tej przemiany powstają produkty spalania niekorzystne dla środowiska i dla człowieka. Są to: pyły, tlenki siarki, azotu i węgla, a ich niekorzystne działanie to zatrucie wody, powietrza i gleby oraz wzrost efektu cieplarnianego, tworzenie smogu, powstanie kwaśnych deszczów, emisje pierwiastków, związków toksycznych itp.

Wśród nieodnawialnych źródeł energii znajduje się także naturalny uran. W tym przypadku energia jądrowa paliwa zamienia się na energię cieplną i dalej na energię elektryczną. W elektrowni jądrowej ciepło otrzymuje się podczas kontrolowanej reakcji rozczepienia.

Niekorzystne oddziaływanie paliw nieodnawialnych na środowisko oraz ich ograniczona ilość i wyczerpywalność są przyczyną, że obecnie poszukuje się innych rozwiązań technologicznych prowadzących do wytwarzania energii elektrycznej w sposób bardziej korzystny dla środowiska i dla człowieka. Zastosowanie odnawialnych źródeł energii do pozyskiwania energii elektrycznej przynosi znaczące i wymierne efekty ekologiczno – energetyczne.

Ze względu na rodzaj źródła energii dzielimy elektrownie na konwencjonalne i niekonwencjonalne, czy na odnawialne i nieodnawialne itd.

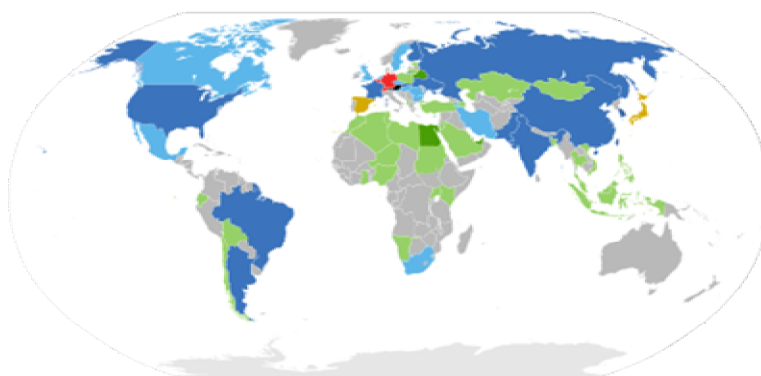
2.1. Elektrownie wykorzystujące nieodnawialne źródła energii









Energia elektryczna to produkt końcowy otrzymany z szeregu procesów związanych z przetwarzaniem energii z różnych źródeł odnawialnych i nieodnawialnych. Jej przetwarzanie odbywa

się w zakładach przemysłowych zwanych elektrowniami. W zależności od źródła, z którego pozyskiwana jest energia elektryczna, elektrownie noszą różne nazwy. Elektrownie bazujące na wykorzystaniu *nieodnawialnych źródeł energii* nazywane często konwencjonalnymi. Należą do nich elektrownie: węglowa, jeśli głównym paliwem jest węgiel *jądrowa*, gdy elektryczność powstaje podczas kontrolowanego rozszczepiania jąder atomów. W elektrowniach konwencjonalnych poza energią elektryczną wytwarzana jest także energia cieplna, którą wykorzystuje się do podgrzewania wody sieciowej, krążącej w obiegu zamkniętym i ogrzewającej budynki.

Elektrownia jądrowa to zakład wytwarzający energię elektryczną z energii powstałej podczas rozszczepienia jąder atomu np. uranu naturalnego lub izotopu ^{235}U , w której ciepło konieczne do uzyskania pary wodnej otrzymuje się z reaktora jądrowego.

W reaktorze jądrowym w wyniku reakcji rozszczepienia jąder atomowych wydziela się duża ilość ciepła, które przepływa do urządzenia wytwarzającego parę. To tam uzyskane ciepło zostaje oddane do wrzącej wody o niższym ciśnieniu, a następnie powraca do reaktora. Para wodna osuszona przez systemy osuszające dochodzi do turbiny parowej i ją napędza. Turbina parowa połączona jest z generatorem.



- | | | | |
|---|--|---|---------------------------------------|
|  | Działające reaktory, budowa nowych reaktorów |  | Energetyka jądrowa jest nielegalna |
|  | Działające reaktory, plany budowy nowych reaktorów |  | Brak reaktorów |
|  | Brak reaktorów, budowa nowych reaktorów |  | Działające reaktory, plany likwidacji |
|  | Brak reaktorów, plany budowy nowych reaktorów |  | Działające reaktory |

Rys nr 3. Status elektrowni jądrowych na świecie.⁸

8 Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Elektrownia_j%C4%85drowa z dnia 10.02.2014r



W latach siedemdziesiątych powstało wiele elektrowni jądrowych na świecie (rys 3), natomiast w Polsce nie ma nadal elektrowni jądrowych. W latach osiemdziesiątych rozpoczęto budowę pierwszej elektrowni jądrowej w Żarnowcu w woj. pomorskim, jednak prace przerwano na początku lat dziewięćdziesiątych pod naporem jej przeciwników.

Elektrownie jądrowe mogą stanowić dobre rozwiązanie problemu energetycznego, nie emitują szkodliwych dla środowiska gazów oraz pyłów, ale mogą także być zagrożeniem dla różnych organizmów żywych, jeśli produkty rozszczepienia gromadzące się w reaktorze jądrowym wydostaną się poza elektrownię. Produkty te są groźne dla środowiska przyrodniczego, ponieważ przyczyniają się ich skażenia radioaktywnego. Dla elektrowni jądrowych często problemem jest wydobycie uranu, przeróbka paliwa jądrowego oraz składowanie odpadów jądrowych.

2.2. Elektrownie wykorzystujące odnawialne źródła energii

W dzisiejszych czasach energetyka nadal opiera się głównie na paliwach kopalnych, których za kilka lat może nie wystarczyć i które są bardzo szkodliwe dla człowieka i środowiska, szczególnie, gdy podczas spalania paliw kopalnych powstają ogromne zanieczyszczenia. Coraz częściej wiele państw próbuje sięgać po inne źródła energii, których proces przetwarzania na energię elektryczną jest mniej szkodliwy dla środowiska, a więc i bezpieczniejszy dla człowieka.

2.2.1. Elektrownie słoneczne.

Elektrownie słoneczne zajmują się wykorzystaniem energii słonecznej do zamiany na energię elektryczną, czyli przetwarzają energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną metodą heliologiczną lub helioelektryczną.

Metoda heliologiczna dotyczy przemiany energii słonecznej w energię cieplną, która następnie doprowadzana jest do turbiny napędzającej generator, który produkuje energię elektryczną.



Zdjęcie nr 2. Heliostat w Daggett, Kalifornia⁹

W elektrowniach słonecznych pracujących metodą helitermiczną stosuje się tzw. heliostaty, czyli specjalne zwierciadła, ogrzewane energią słoneczną. Ich zadaniem jest kierować odbite promienie na absorber, który umieszczony jest centralnie na wysokiej wieży i składa się z rurek ogniskujących na sobie odbite od heliostatów promieniowanie słoneczne. Wewnątrz rurek absorbera krąży czynnik roboczy np. sód, lit i azotan potasu, którego pary napędzają turbinę. Charakteryzuje się on wysoką sprawnością termiczną i odpowiednimi warunkami do wymiany i magazynowania ciepła. Zwierciadła zastosowane w takich elektrowniach wyposaża się w urządzenia sterujące, które naprowadzają je w kierunku Słońca za pośrednictwem centralnego mikroprocesora i silników sterujących. Na tej technologii pracuje elektrownia w Kalifornii wyposażona w 1926 luster i wytwarzająca energię elektryczną o mocy 10 MW oraz w Hiszpańskiej Seville, wyposażona w 624 lustra i wytwarzająca energię elektryczną o mocy 11 MW. (daje to zapotrzebowanie dla 6000 gospodarstw domowych).

W południowej Kalifornii, na pustyni Mojave znajduje się elektrownia słoneczna (1992r), w której zamiast ogniw fotowoltaicznych wykorzystuje się 400 tys. luster sferycznych (heliostatów), odbijających promienie słoneczne w kierunku rur z olejem. Każde lustro ogrzewa olej do temperatury 400 °C, który oddaje swoje ciepło wodzie, z której wytwarza się para wodna napędzająca turbiny¹⁰.

Metoda helioelektryczna polega na bezpośredniej przemianie energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną za pomocą ogniw fotowoltaicznych.

⁹ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/16/Solar_Two_Heliostat.jpg/250px-Solar_Two_Heliostat.jpg

¹⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_Energy_Generating_Systems



Zdjęcie nr 3. Ogniwo fotowoltaiczne¹¹

Najczęściej wykorzystywane do tego celu są ogniwa fotowoltaiczne zbudowane na bazie krzemu monokrystalicznego. Spotyka się także ogniwa oparte na krzemie polikrystalicznym czy amorficznym, polimerach tellurku kadmu i wielu innych. W ogniwach fotowoltaicznych zamiana energii słonecznej na elektryczną odbywa się w wyniku zjawiska fotowoltaicznego poprzez wykorzystanie półprzewodnikowego złącza n-p. Pod wpływem fotonów elektrony przemieszczają się do obszaru n, a dziury do obszaru p. W wyniku tego przemieszczenia pojawia się różnica potencjałów, czyli napięcie elektryczne, które jest stałe, a ogniwo działa jak ogniwo elektryczne.

Jedno takie ogniwo ma napięcie około 0,5 V, więc nie jest w stanie wyprodukować ładunku elektrycznego o dużej mocy. Korzystamy wtedy z szeregu takich ogniw fotowoltaicznych połączonych szeregowo. Tworzy się tzw. bateria ogniw zwana baterią słoneczną, która ma różną liczbę ogniw uzależnioną, od jakości i przeznaczenia. Baterii słonecznych używa w np. małych kalkulatorkach i zegarkach.

Fotoogniwa są stosowane, jako trwałe, o dużej niezawodności, źródła energii elektrycznej w elektrowniach słonecznych, w sztucznych satelitach, w automatyce, jako czujniki fotoelektryczne, w fotometrii, jako fotodetektory. Spotyka się je w lampach ogrodowych, przy oświetlaniu znaków drogowych, sygnalizacji świetlnej itp.

Przy budowie elektrowni słonecznych wykorzystuje się moduły fotowoltaiczne nazywane też bateriami słonecznymi. Prąd generowany z takich baterii jest przekazywany do sieci energetycznej poprzez urządzenie zwane inwerterem.

¹¹ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/90/Solar_cell.png/200px-Solar_cell.png



Obecnie buduje się małe elektrownie fotowoltaiczne na dachach domów. Kraje takie jak Niemcy i Francja rozpoczynają budowę takich systemów zasilających budynki jednorodzinne. Zastosowane tam baterie słoneczne nie tylko służą do produkcji energii elektrycznej, ale także stanowią element konstrukcyjny budynku, np. szyby okienne i szyby tarasowe wykonane z półprzezroczystych ogniw fotowoltaicznych, baterie słoneczne w formie dachówek lub papy termozgrzewalnej.

Postęp technologiczny, jaki dokonuje się w ostatnich latach pozwala na wykorzystanie energii słonecznej, jako źródła energii do wytwarzania energii elektrycznej w wielu krajach. Elektrownie wykorzystujące ogniwa fotowoltaiczne to, np. kalifornijska elektrownia Carissa Plainas, o mocy 6,5 MW, elektrownia o mocy 23 MW znajdująca się w Jumilii na terenie Hiszpanii.

Ogniwa fotowoltaiczne połączone szeregowo stanowią baterie słoneczne, często w formie farm. Taka duża farma baterii słonecznych znajduje się w elektrowni fotowoltaicznej o mocy 10 MW w Pocking w niemieckiej Bawarii. Elektrownia fotowoltaiczna o mocy 120 tys. MWh znajduje się w miejscowości Sarnia w Kanadzie.

2.2.2. Elektrownie wiatrowe

W elektrowni wiatrowej energia elektryczna wytwarzana jest przez turbiny wiatrowe napędzane energią wiatru. Wiejący wiatr napędza łopaty wiatraka i wprawia w ruch wirnik, który obracając się pozwala generatorowi wytworzyć energię elektryczną, która dalej przekazywana jest do transformatora. W transformatorze energia o niskim napięciu zamienia się w energię elektryczną o potrzebnym napięciu i prąd przekazywany jest do sieci elektrycznej zasilającej np. gospodarstwa domowe. Prędkość wiatru rośnie wraz z wysokością, więc silniki wiatrowe umieszczone są na wysokości dostosowanej do jego prędkości. Podstawą działania wirnika jest wytworzenie różnicy ciśnień pomiędzy górną i dolną powierzchnią łopaty. Różnica ciśnień wytwarza siłę ciągu kierowaną w stronę niższego ciśnienia. Powietrze nad górnym płatem szybciej przepływa niż nad dolnym, wytwarzając siłę popychającą łopatę do ruchu obrotowego. Zamiana energii kinetycznej wiatru na mechaniczną następuje za pomocą silników wiatrowych, które napędzają prądnicę i ster kierunkowy. Praca siłowni wiatrowej może odbywać się ze stałą prędkością obrotową lub ze zmienną.



Elektrownie wiatrowe mogą być przydomowe, tzw. małe elektrownie do 100 W i przemysłowe, czyli duże elektrownie do 50 KW. Jeśli elektrownia składa się z wielu turbin wiatrowych, to nazywamy ją farmą wiatrową. Może ona znajdować się na lądzie i poza nim np. na morzu.

Obecnie coraz częściej mówi się o farmach wiatrowych na morzu, gdzie zarówno siła wiatru, jak i jego prędkość i częstotliwość dają korzystne warunki do ich budowy.



Zdjęcie nr 4 Farma wiatrowa Lillgrund w Szwecji¹²

Morze daje więcej przestrzeni do lokalizacji takich farm, a wiatr na morzu jest bardziej stabilny dając wtedy bardziej efektywne wykorzystanie turbin. Siła wiatru na małych wysokościach jest większa można używać niższych wież, co jest korzystne także ekonomicznie.

Energia wiatru do połowy dwudziestego wieku była przetwarzana głównie na energię mechaniczną i wykorzystywana w wiatrakach ze szydłami zwanymi żaglowymi lub drewnianymi do mielenia zboża. Pod koniec dwudziestego wieku obserwujemy gwałtowny rozwój energetyki wiatrowej. Zaczęto obecnie stosować w wirnikach, łopat z włókien szklanych i generator indukcyjny. Zaczęły powstawać farmy i parki wiatrowe¹³.

Pierwsza farma wiatrowa o mocy 4,95 MW została wybudowana w 1991 r w Dani.

12 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0a/Sund_mpazdziora.JPG/250px-Sund_mpazdziora.JPG

13 Wiadomości elektrotechniczne, czasopismo stowarzyszenia elektryków polskich. Nr 05/2009, str.63. Wydawnictwo SIGMA-NOT. Warszawa.



Natomiast w latach 2003-2004 wybudowano na morzu dwa parki wiatrowe, które w tym czasie były największymi parkami wiatrowymi na świecie. Park oddany w 2003 roku zaspakajał potrzeby energetyczne 150000 gospodarstw domowych.¹⁴

Obecnie wiemy, że dużo elektrowni wiatrowych znajduje się w Niemczech, w Hiszpanii, w Wielkiej Brytanii, Irlandii, Włoszech, Portugalii, Szwecji, Kanadzie, Stanach Zjednoczonych, Indiach, Chinach.

Jedną z największych farm wiatrowych w świecie została wybudowana na duńskim szelfie kontynentalnym, na Morzu Północnym na głębokości 19-24 metrów. Nazwano ją Księżna Amalia. Składa się ona z 60 turbin o mocy 2 MW każda. Osie turbin są umieszczone na wysokości 59 m i mają średnice 80 m. Między turbinami jest zachowana odległość 550m. Energia elektryczna otrzymywana rocznie wynosi 435 GWh, czyli może zasilić 135000 gospodarstw domowych¹⁵.

W Polsce elektrownie wiatrowe wykorzystuje się do zasilania gospodarstw, szklarni, suszarni, pomieszczeń gospodarczych. Stosuje się najczęściej małe elektrownie wiatrowe, które są znacznie tańsze.

2.2.3. Elektrownie wodne

Elektrownia wodna to zakład przemysłowy zamieniający energię potencjalną na elektryczną¹⁶. Odpowiednią wartość energii potencjalnej wody uzyskuje się np. podczas jej spadania z dużych wysokości. Wykorzystuje się w tym celu naturalne ukształtowanie terenu, gdzie różnica spadu jest duża lub wytwarza się sztucznie spady wody poprzez np. spiętrzenie górnego poziomu wody, obniżenie dolnego poziomu, budowę elektrowni podziemnej, odpowiednie zapory i tamy.

Jeśli spada spiętrzona woda z bardzo dużej wysokości (np. przez wysokie tamy, czy z dużych zbiorników retencyjnych), to jej energia potencjalna obraca łopaty turbin wodnych, wprawiając je w ruch obrotowy, czyli zamienia się w energię kinetyczną. Turbiny wodne podłączone są do prądnic

14 Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 5-6/2007, str. 85-86. Dom Wydawniczy "Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.

15 Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 3/2010, str. 59. Dom Wydawniczy "Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.

16 http://pl.wikipedia.org/wiki/Elektrownia_wodna



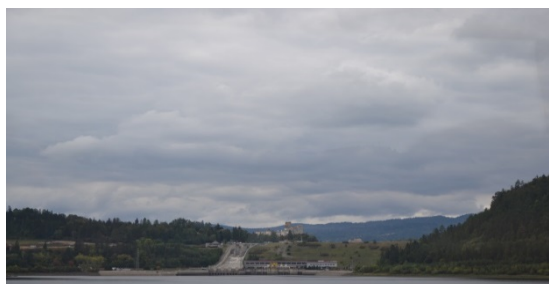
elektrycznych, które napędzają i generują prąd elektryczny. Urządzenie złożone z turbiny wodnej napędzającej prądnicę, która przetwarza energię spadku wody na energię elektryczną nazywamy hydrogeneratorem. Prąd uzyskany, dalej transformowany jest na różne napięcia, a następnie liniami przesyłowymi wysyłany do odbiorców indywidualnych czy do firm, zakładów przemysłowych. Moc elektrowni wodnej uzależniona jest od objętości przepływającej wody oraz wysokości, z jakiej ona spada.

Ze względu na sposób doprowadzenia wody do turbin różni się elektrownie: przepływowe bez zbiornika, regulacyjne z dużym i małym zbiornikiem, pompowo -szczytowe, kaskadowe. W przypadku pozyskiwania wody z mórz i oceanów elektrownie pływowe, maremotoryczne, maretermiczne.

Elektrownie przepływowe, bez zbiornika, budowane są na rzekach o małym spadku wody. Są to elektrownie, które nie mogą magazynować wody i regulować jej mocy. Wielkość produkcji uzależniona jest od pory roku i pogody, a ilość wyprodukowanej energii zależy od ilości wody płynącej w rzece w danym momencie.

Elektrownie regulacyjne posiadają małe lub duże zbiorniki wodne pozwalające gromadzić i magazynować energię wody i przetwarzać ją na energię elektryczną. Zastosowanie takiego zbiornika wpływa na wyrównywanie różnic sezonowych w ilości płynącej wody i zabezpiecza przed powodzią.

Elektrownie pompowo szczytowe służą do przetwarzania zarówno w porze nocnej kłopotliwej do magazynowania energii elektrycznej na potencjalną wody i zwracania jej do sieci w godzinach szczytowego zapotrzebowania na energię elektryczną w ciągu dnia. Elektrownia ta posiada dwa zbiorniki wodne: górny i dolny. W okresie, gdy zapotrzebowanie na energię elektryczną jest małe elektrownia przepompowuje wodę ze zbiornika dolnego do górnego, gromadząc w ten sposób potencjalną energię. Jest to praca pompowa (silnikowa) hydroelektrowni. Funkcje zbiorników górnych pełnią zarówno zbiorniki sztuczne, jak i naturalne, na przykład jeziora. Funkcje zbiorników dolnych, pełnią spiętrzone doliny rzek, stare sztolnie kopalniane i specjalnie zbudowane zbiorniki sztuczne.



Zdjęcie nr 5. Elektrownia w Nidzicy. Pieniny. Zdjęcie własne

Elektrownie kaskadowe to elektrownia z wieloma zbiornikami oraz z możliwością indywidualnej i globalnej regulacji ich napełniania i opróżniania. Zbiorniki te stanowią też dobre zabezpieczenie przeciwpowodziowe. Takie elektrownie pozwalają na optymalne wykorzystanie i regulację mocy, a także na magazynowanie nadwyżek energii.

Elektrownia pływowa to elektrownia pływów, czyli elektrownia wodna wykorzystująca regularnie powtarzające się podnoszenie i opadanie poziomu wody w oceanie. Są to najrzadziej spotykane elektrownie na świecie. Pracują dzięki przyptywom i odpływowi morza lub oceanu, powodowanymi siłami grawitacyjnymi Słońca i Księżycy oraz przez siłę odśrodkową wywołaną obrotem Ziemi wokół środka ciężkości. Elektrownia pływowa w ciągu doby pracuje w czasie przyptywu, gdy woda napływa do zbiornika i odpływu, gdy woda wypływa z zbiornika. Siła pływów pomiędzy morzem a sztucznymi basenami obraca turbinę, połączoną z generatorem przekształcającym pracę mechaniczną na energię elektryczną

Dogodnym miejscem budowy takiej elektrowni może być ujście rzeki wpływającej do morza. Wysokie brzegi umożliwiają budowę zapory, pozwalającej na wpłynięcie wód morskich w dolinę rzeki podczas przyptywu i wypuszczenie ich poprzez turbiny wodne do morza podczas odpływu. Elektrownie te najczęściej budowane są nad brzegami morza i łączą otwarte akweny wodne ze sztucznie stworzonymi basenami i rozlewiskami wodnymi. Tego typu elektrowni nie da się wybudować, gdy występują różnice poziomów podczas przyptywów i odpływów, bowiem różnica poziomów wody podczas przyptywu i odpływu powinna wynosić, co najmniej 5 m.



Zdjęcie nr 6. Generator pływowy z wirnikiem wysuniętym nad powierzchnię wody.¹⁷

Pierwsza elektrownia tego typu uruchomiona została w roku 1966 we francuskiej miejscowości Saint Malo nad kanałem La Manche.

Elektrownia maretermiczna to inaczej elektrownia oceanotermiczna. Energię elektryczną otrzymuje się z energii cieplnej, której źródłem są różnice temperatur wody między ciepłymi warstwami powierzchniowymi a zimnymi warstwami głębinowymi morza.

„Paliwem” w takich elektrowniach jest amoniak, freon bądź propan, który jest ogrzewany wodami powierzchniowymi i zmuszony do parowania. Amoniak, freon bądź propan, parują w temperaturze około 30 °C wody powierzchniowej oceanu i następnie są skraplane przy pomocy wody o temperaturze około 7 °C z niższych warstw oceanu. Najczęściej odbywa się tak, że para napędza siłą mechaniczną turbiny i trafia do specjalnych kotłów, gdzie zostaje skroplona chłodem zimnych wód oceanicznych.

Po takim skropleniu amoniak, freon lub propan ponownie jest ogrzewany i cały cykl się powtarza. Sama elektrownia oraz wszystkie generatory zmieniające pracę turbin na energię elektryczną przypomina platformę wiertniczą. Energia elektryczna na ląd dostarczana jest za pomocą położonych na dnie morza specjalistycznych przewodów elektrycznych.

¹⁷ <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e1/Seagenraised.jpg/220px-Seagenraised.jpg>



Elektrownia maremotoryczna to elektrownia fal morskich lub elektrownia falowo-wodna. Maksymalne wykorzystanie fal morskich do produkcji energii elektrycznej jest bardzo trudne i jak dotąd nie znaleziono idealnego rozwiązania. Pierwszym zastosowanym rozwiązaniem było wykorzystanie specjalnego pływaka, który wyglądem przypomina poziomo ułożone urządzenie sterujące i w miarę falowania wody porusza się z nią w górę i w dół. Ten ruch sprawia, że woda znajdująca się pod ciśnieniem wpada na turbinę zasilającą generator, który zamienia pracę mechaniczną w energię elektryczną i przekazuje ją do transformatora. Inne zastosowane rozwiązanie dotyczy uszczelnionego pomieszczenia wypełnionego do pewnej wysokości wodą, ponad powierzchnią wody znajduje się powietrze i gdy tylko przechodzi przez nie fala, to poziom wody się podnosi zmuszając powietrze do ruchu napędzającego turbinę wodną, połączoną z generatorem zamieniającym pracę wirnika na energię elektryczną.

Elektrownie maremotoryczne mogą być nadbrzeżne, przybrzeżne (najczęściej w zatokach mórz) i morskie, usytuowane na dnie morza.

Elektrownie wodne, jako najintensywniej wykorzystywane źródło energii odnawialnych, można spotkać w bardzo wielu krajach. Kraje o największej produkcji energii z energii wodnej, to Chiny, Brazylia, Kanada, Stany Zjednoczone, Rosja, Norwegia, Indie, Szwecja. Największa z nich to Zapora Trzech Przełomów w Chinach o mocy 20300 MW. Ma za zadanie produkować energię elektryczną, chronić przed powodzią i zwiększyć żeglowność rzeki. Druga, co do wielkości to elektrownia Itaipu w Ameryce Południowej o mocy 14000MW. Jest to wspólne przedsięwzięcie Brazyli i Paragwaju.

W Polsce hydroelektrownie można spotkać w takich rejonach, jak: Pilchowice, Bielkowo, Bobrowice, Żur, Otmuchów, Rożnów, Dychów, Porąbka, Czchów, Brzeg Dolny, Koronowo, Myczkowce, Dębe, Tresna, Solina, Włocławek, Żydowo, Porąbka – Żar, Żarnowiec, Czorsztyn - Niedzica. Największa z nich to elektrownia pompowa – szczytowa Żarnowiec o mocy 716 MW, a druga co do wielkości elektrownia także pompowa – szczytowa to elektrownia Porąbka Żar o mocy 500 MW.

2.2.4. Elektrownia geotermalna

Elektrownie geotermalne to elektrownie, które wytwarzają energię elektryczną zgodnie z kanonami ekologicznymi. Wykorzystywane w nich jest naturalne ciepło pochodzące z wnętrza Ziemi.



Można je budować w każdym miejscu Ziemi, w którym pod jej powierzchnią występują na dużych głębokościach skały wodoprzepuszczalne. Działanie elektrowni geotermalnych opiera się na wykorzystywaniu systemu hydrotermicznego wysokotemperaturowego. W głąb Ziemi wpuszcza się zimną wodę, która zostaje podgrzana ciepłem wewnętrznym ziemi zamienia się w parę wodną. W takiej postaci powraca do elektrowni, gdzie wprawia w ruch turbinę gazową. Proces ten jest podobny do pracy konwencjonalnych elektrowni parowych. Para wodna, która dochodzi do elektrowni z wnętrza ziemi jest jednak skażona siarkowodorem i dużymi ilościami dwutlenku węgla i zanieczyszczona sodem, potasem i różnego rodzaju chlorkami. W elektrowniach geotermalnych należy, więc przed dojściem pary do turbiny parowej ją oczyścić przez oddzielacz wody i separator związków chemicznych.. Para oczyszczona wypychana jest na turbinę parową, która napędzając wirnik wytwarza siłę mechaniczną, ta z kolei jest przekształcana na energię elektryczną. Spotyka się elektrownie geotermalne, które oprócz energii elektrycznej wykorzystują także samo ciepło, które przekazywane jest do sieci miejskiego ogrzewania.

Energię geotermalną zastosowano w 1904 r, kiedy uruchomiono pierwszy generator w Larderello w Toskanii. W Stanach Zjednoczonych w Kalifornii otrzymano energię elektryczną za pomocą generatora o mocy 250KW napędzanego energią geotermalną po raz pierwszy w 1923 r, natomiast w Japonii dwa lata później przy pomocy generatora o mocy 1 kW na wyspie Kiusiu. W 1944 r także Włochy produkowały energię elektryczną o mocy 127 MW z energii geotermalnej¹⁸. W latach pięćdziesiątej i później zainteresowanie produkcją energii elektrycznej z energii geotermalnej znacznie wzrosło, ponadto wtedy zaczęto wdrażać nowe rozwiązania techniczne.

W roku 1988 z zasobów geotermalnych Ziemi uzyskuje się 5600 MW energii elektrycznej⁹. W 1990 r moc zainstalowana w elektrowniach geotermalnych na świecie wynosiła 8000 MW.¹⁹.Elektrownie takie pracują także w Nowej Zelandii, w Nowym Meksyku, na Filipinach, w Japonii, Islandii, Indonezji, w Chinach itd.

18 W.M. Lewandowski. Proekologiczne źródła energii odnawialnej. Wydawnictwo naukowo – Techniczne. Warszawa. 2002r. str. 177.

19 J.Kucowski, D. Laudyn, M. Przekwas; Energetyka a ochrona środowiska str. 418.Wydawnictwo naukowo - techniczne 1997r



W Polsce wody geotermalne mają temperatury około 100⁰C. Zasoby ciepłe oszacowano na około 4 mld. ton paliwa umownego²⁰. Obecnie prowadzi się także intensywne prace w kierunku zagospodarowania wód geotermalnych.

20 R.Tytko. Odnawialne źródła energii, str 126. OWG. Warszawa 2009r.



3. ROZWÓJ ENERGETYKI

3.1. Współczesne tendencje rozwojowe energetyki

Wraz z rozwojem nauki, przemysłu, gospodarki i rosnącymi potrzebami człowieka rośnie popyt na energię różnego rodzaju, w tym na energię elektryczną. Obecne zasoby naturalnych surowców energetycznych zaczynają maleć na całym świecie. Ludzie coraz częściej poszukują nowych, ekologicznych i korzystnych ekonomicznie rozwiązań, które umożliwiłyby pozyskiwanie energii elektrycznej ze źródeł bezpiecznych dla zdrowia i środowiska.

Dzięki rozwojowi technologicznemu i skonstruowaniu innowacyjnych urządzeń elektrycznych, wprowadzono wiele innowacyjnych rozwiązań w zakresie zabezpieczenia potrzeb energetycznych, z wykorzystaniem energii zawartej w różnych źródłach energii z różnych paliw.

W elektrowniach powstających obecnie bierze się pod uwagę wiele czynników wpływających na osiągnięcie jak najlepszych rezultatów w produkcji energii elektrycznej. Należą do nich: wyczerpalność niektórych źródeł energii, zalecenia ekologów w zakresie ochrony środowiska naturalnego, wpływ różnego rodzaju zanieczyszczeń na zdrowie człowieka, efektywność jej działania, warunki i możliwości budowy elektrowni, zarówno geologiczne, jak i ekonomiczne.

W krajach wysoko rozwiniętych przemysłowo i gospodarczo coraz częściej do produkcji energii elektrycznej używa się źródeł odnawialnych lub korzysta z energetyki jądrowej.

W krajach słabiej rozwiniętych widoczny rozwój energetyki bazuje na węglu kamiennym i brunatnym, a do źródeł niekonwencjonalnych sięga się tylko a na obszarach o dogodnych warunkach środowiska. Dominuje tu hydroenergetyka. Nie sposób opisać wszystkich rozwiązań technologicznych zastosowanych w nowo powstających elektrowniach. Prognozy są takie, że do 2030 r. zwiększy się udział



energii ze źródeł odnawialnych, szczególnie wiatrowych, słonecznych, geotermalnej i biopaliw z pięciu do osiemnastu procent²¹

W Polsce duża ilość elektrowni nadal do produkcji energii elektrycznej wykorzystuje energię paliw stałych, w tym szczególnie dotyczy to węgla kamiennego, którego, jak podają różne źródła ma starczyć na około pięćdziesiąt lat. Mamy także kurczące się zasoby ropy naftowej i gazu. Obecnie istnieje niewiele elektrowni wykorzystujących niekonwencjonalne źródła energii. Najczęściej jednak dotyczy to elektrowni wodnych.

Rozpoczęto przygotowania do rozwoju elektrowni z innymi źródłami energii, tj. do budowy elektrowni jądrowej oraz elektrowni korzystających ze źródeł odnawialnych..

3.2. Energetyka przyszłości

Wyczerpujące się zasoby paliw kopalnych, problemy klimatyczne czy stale rosnące ceny energii to najczęstsze przyczyny poszukiwania nowych, ekologicznych, powszechnie dostępnych i wydajnych metod wytwarzania energii. W wielu krajach trwają prace naukowców, badaczy i odkrywców zmierzające do rozwiązania problemu uzyskania wystarczającej ilości energii elektrycznej na potrzeby naszego życia codziennego, dla rozwoju techniki i rozwoju gospodarczego w sposób bezpieczny, efektywny, oszczędny i zapewniający zdrowe środowisko. Takiego rozwiązania oczekuje przyszłe społeczeństwo i rozwój gospodarki.

Istnieje wiele ciekawych rozwiązań lub propozycji w tym zakresie. Niżej wymienię kilka z nich uwzględniając najnowsze rozwiązania w zakresie wykorzystania różnych źródeł energii, w tym szczególnie z energii niekonwencjonalnych.

Amerykanie zaproponowali zastosowanie nowego typu wysokoodpornościowych ogniw słonecznych na dużych obszarach np. autostrad, a ich zadanie to magazynowanie energii elektrycznej i ostrzeganie przed wypadkami, czy też wyświetlanie znaków drogowych i informacje o drożności jezdni.

²¹ Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 3/2011 str. 11. Dom Wydawniczy "Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.



Nowe drogi pokryte specjalnymi panelami słonecznymi, mają służyć do ich oświetlania oraz jako stacja do zasilania aut elektrycznych, które będą tankowane podczas jazdy. Jeden panel ma wyprodukować dziennie 76 kWh energii elektrycznej. Pierwsze panele przeznaczone do budowy dróg nowego typu mają pojawić się w roku 2014. W Idaho ma zostać ukończona nawierzchnia specjalnego parkingu wyłożonego specjalnymi panelami słonecznymi. Składa się ona z warstwy wykonanej z ogniw słonecznych, lamp LED-owych, oraz elementów grzejnych, warstwy elektroniki do sterowania oświetleniem i komunikacją oraz warstwy oddzielającej drogową instalację od sieci miejskiej²².

W stanie Nevada powstaje elektrownia solarna, w której wykorzystuje się sól. Na szczycie centralnej wieży o wysokości 164,5 metrów zainstalowane są panele z umieszczonymi wewnątrz rurami, które gromadzą rozpuszczoną sól. Pod wpływem ciepła słonecznego sól rozgrzewa się od 260- 538 stopni Celsjusza, dzięki czemu może służyć do magazynowania energii. Gdy będzie potrzebna wystarczy ją użyć do zagotowania wody, która wprawi w ruch turbiny parowe. Można wtedy produkować energię także w nocy.

W Norwegii powstaje nowa technologia wykorzystania wysokiego ciśnienia wody na dnie morza do magazynowania energii. Na powierzchni wody panuje ciśnienie atmosferyczne około 1 atmosfery, natomiast na głębokości 400 m wynosi ono już 40 atmosfer. Na tej głębokości woda wdiera się do zbiorników z ogromną siłą. Technologia ta jest oparta na systemie podmorskich betonowych silosów, w których energia mechaniczna przekształca się w elektryczną z użyciem turbin. Betonowe zbiorniki ulokowane na głębokości 400-800 m pod wodą podłączone do turbin, wprawianych przez ruch wody wpływającej do otwartych silosów. Turbiny napędzają generator do produkcji prądu. Z napełnionych zbiorników woda jest usuwana poprzez wprawienie turbin w odwrotny bieg. Działa to jak pompa. Wydajność z takiego magazynowania wynosi około osiemdziesiąt procent, przy czym ważna jest tutaj duża głębokość morza. Takie elektrownie mogą powstać w tych rejonach świata, gdzie niedaleko brzegu morze ma dużą głębokość, np. Włochy, Portugalia, Hiszpania, obie Ameryki. Elektrownia tego typu

22 Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 4/2013, str. 6. Dom Wydawniczy "Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.



o przeciętnej wielkości, może dostarczać energię około 300 MW w czasie 7-8 godzin, czyli może zaopatrzyć w energię 200000 gospodarstw domowych²³.

Naukowcy z Politechniki Łódzkiej konstruuja urządzenie pozyskujące prąd z ruchów fal morskich, nazwane wahadłowym generatorem prądu. Stanowić je będzie zestaw wahadeł wprawianych w ruch przez fale morskie i napędzających w ten sposób prądnice, przekształcającą energię mechaniczną w elektryczną. Dzięki mechanizmowi synchronizacji wahadeł, które samodzielnie dostrajają wzajemnie swój ruch i rytm, urządzenie to może pobierać energię mechaniczną także z innych drgań, np. powstałych podczas jazdy pociągu. Urządzenie to nie gromadzi energii potrzebnej do zasilenia np. miasta, ale można je wykorzystać przy zasilaniu miejsc trudno dostępnych. Obecnie trwają prace testujące, ale naukowcy rozpoczynają prace związane z utworzeniem prototypu urządzenia²⁴.

23 Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 5/2013, str. 16. Dom Wydawniczy "Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.

24 Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 1/2013, str. 22. Dom Wydawniczy "Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.



4. PALIWA ENERGETYCZNE A ŚRODOWISKO

Rozwijająca się gospodarka i przemysł korzysta z różnego rodzaju energii, a człowiek potrzebuje jej do życia, dlatego wykorzystuje się różne jej źródła, aby ją pozyskać. Podczas procesu jej uzyskania w różnych elektrowniach, elektrociepłowniach czy innych zakładach problemem stały się produkty uboczne, jak emisja różnych zanieczyszczeń bardziej lub mniej szkodliwych. Zanieczyszczenie środowiska jest niekorzystne dla całego świata przyrody, w którym żyje wiele organizmów żywych i rośnie wiele gatunków roślin, drzew itp.

Do niebezpiecznych zagrożeń dla środowiska naturalnego należy globalne jego skażenie produktami spalania paliw konwencjonalnych. Pojawia się wtedy wiele efektów i zjawisk niekorzystnych dla środowiska człowieka.

Jednym z nich jest *wzrost efektu cieplarnianego.*, Może on spowodować globalne ocieplenie. Takie ocieplenie przyczyni się do topnienia lodowców, a więc i powstania powodzi, utraty dorobku człowieka, a także do zaburzenia równowagi w ekosystemach, pojawienia się klęsk klimatycznych, itd. Kolejne zagrożenie ww. zanieczyszczeniami atmosfery przyczynia się do powstania tzw. *kwaśnych deszczy*, przyczyniających się do zamierania lasów, rzek i jezior. Woda zawarta w chmurach, jeśli znajdzie się nad elektrownią wyrzucającą w górę różne substancje chemiczne, to nasyca się nimi i tworzą się różne związki chemiczne, jak np. kwasy (np. siarkowy, azotowy), które wędrują z wiatrem w postaci zawiesiny, a gdy opadną wraz z cząsteczkami wody podczas deszczu na ziemię uszkadzają wiele ekosystemów. Ważnym zagrożeniem powstałym z zanieczyszczenia atmosfery jest powstanie smogu, spowodowanego dużą koncentracją węglowodorów i tlenków azotu. Smog jest szkodliwy dla układu oddechowego, przyczynia się do powstania astmy, alergii, zapalenia oskrzeli, nowotworów, zmniejsza masę urodzeniową płodu, itd.

Zagrożenia powstałe z ww. zanieczyszczeń szkodliwych dla środowiska to także powstanie luki w warstwie ozonowej, która chroni naszą planetę przed szkodliwym promieniowaniem oraz



zanieczyszczenia wód podskórnych ciężkimi metalami powstałymi przy nieprawidłowo składowanych np. popiołach, czy emisje węglowodorów aromatycznych, chlorowcopochodnych dioksyny, itp. uszkadzających system immunologiczny i mających działanie rakotwórcze, a także groźba lokalnego skażenia w przypadku awarii, szczególnie takich paliw, jak, Uran oraz kłopot z utylizacją produktów odpadowych, szczególnie radioaktywnych. Zanieczyszczenie atmosfery to tylko jeden z przejawów dewastowania naturalnego środowiska. Należy także zwrócić uwagę na masowe wylesianie, zagładę całych gatunków zwierząt oraz zatrucie rzek, jezior, mórz i oceanów.

Mówiąc o wpływie paliw energetycznych na środowisko należy rozpatrywać ten wpływ od momentu ich pozyskiwania. Bowiem już wtedy następuje niszczenie powierzchni Ziemi, tworzenie hałd kopalnianych oraz powstawanie dużych ilości zasolonych wód odprowadzanych do rzek. Podczas spalania paliwa w komorze paleniskowej kotła energetycznego powstają spaliny zawierające dwutlenek węgla, CO₂, azot N₂, toksyczny dwutlenek siarki SO₂, i trójtlenek siarki SO₃ oraz popiół zawierający kadmu, ołów, arsen. Tlenki azotu działają drażniąco na układ oddechowy, są szkodliwe dla organizmów żywych, niszczą urządzenia i materiały, a także pogarszają widoczność i ograniczają nasłonecznienie powierzchni Ziemi.

W celu ochrony środowiska wprowadza się wiele rozwiązań, zmniejszających zagrożenia, jak, np. wyeliminowanie energochłonnych i szkodliwych dla środowiska technologii stosowanych w przemyśle energetycznym, propagowanie i wdrażanie nowych niekonwencjonalnych źródeł energii, szczególnie odnawialnych, propagowanie filozofii ekologicznej, eliminowanie strat energii, prowadzenie polityki proekologicznej, itd.

W przypadku niekonwencjonalnych paliw wykorzystanych do produkcji energii zauważa się skutki znacznie mniej uciążliwe dla środowiska, jednak nadal istnieją, np. emisja CO₂, przeznaczanie terenów rolniczych i leśnych pod produkcję roślin energetycznych, hałas i zmiany w krajobrazie.

Często za proekologiczne formy pozyskiwania energii uważa się baterie zasilane promieniami słonecznymi i źródła geotermalne, bo tylko proces produkcji sprzętu potrzebnego do jej pozyskiwania może obciążać atmosferę. Natomiast budowa i eksploatacja elektrowni korzystających z wody i wiatru zaburza dotychczasowy ekosystem.



W wypadku elektrowni wiatrowych występują niekorzystne zmiany w krajobrazie, a instalacja wiatraków zajmuje rozległe obszary stracone dla rolnictwa. Ponadto istnieją zagrożenia dla ptactwa wędrownego np. wzrasta śmiertelność ptaków, zmniejsza się liczebność populacji ptaków, a nawet może wystąpić utrata siedlisk. Z zagrożeń dla ludzi należałoby tu wymienić hałas i wibracje od turbin, śmigieł wiatraków, zakłócenia w odbiorze fal radiowych i telewizyjnych.

Elektrownie wodne powodują konieczność zalania dużych obszarów i przesiedlenia ludzi, co niszczy naturalne siedliska lądowe dla roślin i zwierząt, zmniejsza się populacja organizmów wodnych. Ponadto występują lokalne zmiany klimatyczne, gwałtowne zmiany wielkości przepływu i poziomu wody poniżej piętrzeń.

Z produkcją i energetycznym wykorzystaniem biomasy, wiążą się takie uciążliwości dla otoczenia, jak: emisja: CO₂, podtlenku azotu, a także uciążliwości transportowe, zagrożenia dla bioróżnorodności. W ogniwach fotowoltaicznych używa się pierwiastków toksycznych, jak: kadm, arsen, selen, tellur. Instalacja ogniw zajmuje także rozległe obszary stracone dla rolnictwa i ludzi. W elektrowniach geotermicznych natomiast uwalnia się radon i siarkowodór.

Stosowanie różnych paliw energetycznych do wytwarzania energii elektrycznej związane jest, więc z emisją zanieczyszczeń i ekspozycją na promieniowanie jonizujące, co zagraża zdrowiu narażonego na nie człowieka. Wszystkie wymienione wpływy niekorzystne na środowisko przy wykorzystaniu paliw konwencjonalnych i niekonwencjonalnych w energetyce, to problem współczesnego świata. Aby im przeciwdziałać lub je zmniejszać wprowadza się różne formy ochrony i różne rozwiązania technologiczne zmniejszające zagrożenia zarówno dla ludzi, jak i całego środowiska, w który żyją..



Bibliografia

Literatura

1. J.Kucowski, D. Laudyn, M. Przekwas; Energetyka a ochrona środowiska.
Wydawnictwo Naukowo Techniczne. Warszawa 1997
2. Encyklopedia fizyki, t. 3,
PWN Warszawa 1974
3. B. Edmaer (fotografie), A.Jung –Huutl (tekst); Wulkany.
Wydawnictwo Debit Bielsko Biała. 1997
4. R. Tytko. Odnawialne źródła energii.
OWG. Warszawa. 2009r
5. W. M. Lewandowski; Proekologiczne źródła energii odnawialnej.
Wydawnictwo Naukowo – techniczne. Warszawa. 2002r
6. Łabno G., Ekologia – Słownik encyklopedyczny,
Wyd. Europa, Wrocław 2006.

Czasopisma

1. Wiadomości elektrotechniczne, czasopismo stowarzyszenia elektryków polskich. Nr 05/2009,
str.63.
Wydawnictwo SIGMA-NOT. Warszawa
2. Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 1/2013, str. 22.
Dom Wydawniczy " Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.
3. Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 2/2013, str.12-13.
Dom Wydawniczy " Lidaan" Sp. z o.o. Wwa.
4. Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 3/2010, str. 59.
Dom Wydawniczy " Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.



5. Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 4/2013, str. 6.
Dom Wydawniczy " Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.
6. Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 5-6/2007, str. 85-86.
Dom Wydawniczy " Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.
7. .Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 5/2013, str. 16.
Dom Wydawniczy " Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.
8. Czasopismo branżowe. Urządzenia dla energetyki Nr 3/2011 str. 11.
Dom Wydawniczy " Lidaan" Sp. z o.o. Warszawa.

Strony internetowe

1. Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Elektrownia_j%C4%85drowa z dnia 10.02.2014r
2. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0a/Sund_mpazdziora.JPG/250px-Sund_mpazdziora.JPG
3. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e1/Seagenraised.jpg/220px-Seagenraised.jpg>
4. http://pl.wikipedia.org/wiki/Elektrownia_wodna
5. http://pl.wikipedia.org/wiki/Odnawialne_%C5%BAr%C3%B3d%C5%82a_energii
6. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/90/Solar_cell.png/200px-Solar_cell.png
7. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/16/Solar_Two_Heliostat.jpg/250px-Solar_Two_Heliostat.jpg
8. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d7/Solar_Array.jpg



Projekt “Twórcza szkoła dla twórczego ucznia”

współfinansowany jest przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach programu Operacyjnego Kapitał Ludzki

www.tworczaszkola.pl



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



publikacja bezpłatna