

ANALIZA
MOŻLIWOŚCI RACJONALNEGO WYKORZYSTANIA
POD WZGLĘDEM TECHNICZNYM, EKONOMICZNYM
I ŚRODOWISKOWYM
ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Analiza opracowana dla potrzeb termomodernizacji budynków
Zespołu Szkół Technicznych w Suwałkach

Ustalenia Dyrektywy Europejskiej 2002/91/WE z dnia 16 grudnia 2002r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków weszły w życie 4 stycznia 2006r . Artykuł nr 5 Dyrektywy nakłada na kraje członkowskie obowiązek podjęcia wysiłków niezbędnych do zapewnienia minimum jakości energetycznej dla budynków nowo wznoszonych .

Dla budynków nowo wznoszonych o powierzchni powyżej 1000 m² , kraje członkowskie powinny zadbać o to , żeby systemy technicznego wyposażenia budynku jak też alternatywne systemy zaopatrzenia w energię, takie jak :

- zdecentralizowany system zaopatrzenia w energię produkowaną ze źródeł odnawialnych,
- skojarzona produkcja energii – ciepła (CHP),
- bezpośrednie lub blokowe ogrzewanie ,
- pompy ciepła w uzasadnionych przypadkach

były realne z punktu widzenia środowiska i ekonomii oraz żeby ich zastosowanie było analizowane przed rozpoczęciem budowy.

Konsekwencją tej Dyrektywy jest zmiana w polskim prawodawstwie poprzez zmianę Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U.2013poz.762 i Dz. U.2012 poz.462).

Zgodnie z Dyrektywą 2002/91/WE dla obliczenia energii pierwotnej należy przyjąć następujące wskaźniki korekcyjne w zależności od źródeł zasilania;

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| - węgiel kamienny | - 1,1, |
| - gaz ziemny | - 1,1, |
| - olej opałowy | - 1,1, |
| - gaz propan-butan | - 1,1, |
| - kotłownia z dala czynna węglowa | - 1,3, |
| - energia elektryczna frakcyjna | - 3,0, |

- energia elektryczna PV ogniwa fotowoltaiczne - 0,7,
- energia słoneczna - 0,0,
- biomasa - 0,2,
- kogeneracja (rekuperator) - 0,15.

ANALIZA ŹRÓDEŁ ENERGII ODNAWIALNEJ.

1. Energia wiatru.

W Polsce potencjał techniczny energii wiatrowej szacuje się na ok. 36 PJ. Ocenia się, że moc siłowni wiatrowych w kraju wynosi obecnie około 600 MW. Najlepsze warunki wiatrowe, czyli średnia roczna prędkość wiatru na wysokości 30 m równa 5 - 6 m/sek., występują jedynie w niewielkiej części kraju - na Wybrzeżu Bałtyku i Suwalszczyźnie.

W pobliżu lokalizacji projektowanego budynku brak jest farm wiatrowych gdyż na tym obszarze Polski występują niekorzystne warunki wietrzne (średnia prędkość wiatru waha się w granicach $2,8 \div 3,5$ m/s co jest mniejsze od średniej minimalnej prędkości na wysokości 25 m wynoszącej 4,0 m/s) . Pozyskanie takiej energii nie będzie możliwe w najbliższej perspektywie czasu .

2. Energia biogazu

Potencjał techniczny biogazu pochodzącego z beztlenowej fermentacji odchodów zwierzęcych szacuje się na 37,5 PJ. Ponadto potencjał biogazu z osadów ściekowych wynosi ok. 100 PJ. Podobną wartość posiada również potencjał gazu wysypiskowego.

W Polsce istnieje zaledwie kilka gospodarstw rolnych wykorzystujących energię biogazu z odchodów zwierzęcych do produkcji ciepła. Występuje także szereg instalacji wykorzystujących biogaz w oczyszczalniach ścieków

(produkują one rocznie około 6,7 GWh energii cieplnej i elektrycznej). Energia ta jest zazwyczaj wykorzystywana dla własnych potrzeb. W Polsce funkcjonuje także kilkanaście instalacji na gaz wysypiskowy. Sprzedają one prąd elektryczny do sieci, a ciepło wykorzystują dla potrzeb własnych.

W mieście na działce inwestora niemożliwa jest fermentacja beztlenowa produktów organicznych (odchodów z domieszka słomy) ze względów technicznych.. W perspektywie rozwoju strategicznego miasta nie jest przewidywany taki sposób produkcji energii.

3. Energia biomasy.

Do podstawowych, mających największe znaczenie w Polsce, surowców energetycznych zaliczanych do biomasy należą: drewno, słoma oraz biogazy.

Drewno:

Lasy stanowią 28,8% powierzchni Polski, czyli około 8,9 mln hektarów. Są to w przeważającej części lasy państwowe (7,4 mln ha).

Z leśnictwa pozyskano ok. 21,6 mln m³ drewna, w tym 2,5 mln m³ drewna opałowego z Lasów Państwowych. Według szacunków Generalnej Dyrekcji Lasów Państwowych dalsze 2 - 2,5 mln m³ odpadów drzewnych pozostaje w lasach, ponieważ popyt na nie jest ograniczony.

Do produkcji energii może być jednak wykorzystane nie tylko drewno pozyskiwane z lasów, ale również drewno odpadowe z zieleni miejskiej i sadów (jest to ok. 20 mln m³/rok) oraz odpady przemysłu drzewnego (ok. 2 - 3 mln m³/rok). Dużą ilość drewna do celów energetycznych można też uzyskać z recyklingu (byłoby to ok. 3 mln m³).

Potencjał techniczny obecnych zasobów drewna opałowego i odpadów drzewnych (z leśnictwa, sadownictwa, parków, zieleńców oraz przemysłu drzewnego), szacuje się na ok. 270 PJ rocznie. Może on wzrosnąć, jeśli obszary

o gruntach ubogich i skażonych zostałyby wykorzystane pod uprawy szybko rosnących lasów.

Wykorzystanie drewna jako materiału opałowego ma w Polsce bardzo długą tradycję. Jednak dopiero od niedawna technologie spalania zapewniają efektywne wykorzystanie zawartej w nim energii oraz ograniczają emisje gazów i pyłów. Liczbę nowoczesnych instalacji opałowych szacuje się na nieco ponad 40 (są to głównie kotłownie przemysłowe i osiedlowe o łącznej mocy do 7 MW). Funkcjonuje również wiele małych kotłów na drewno (o mocy 20 - 80 kW). Odpady drzewne są wykorzystywane również w miejscu ich powstawania przez przemysł drzewny. Służą wówczas głównie do produkcji ciepła lub pary użytkowanej w procesach technologicznych. Ilość tych odpadów znacznie przekracza jednak wewnętrzne zapotrzebowanie przemysłu drzewnego. Stąd można je wykorzystywać np. do ogrzewania osiedli mieszkaniowych czy budynków użyteczności publicznej. Pewną ilość odpadów drzewnych spala się ponadto w domach w piecach węglowych.

Słoma:

Rolnictwo rocznie produkuje ok. 25 mln ton słomy (głównie rzepakowej i zbożowej). Jest ona zazwyczaj wykorzystywana jako ściółka i pokarm w hodowlach zwierząt, a także do nawożenia pól. W ostatnim czasie takie wykorzystanie słomy jednak spadło, a to za sprawą obniżenia się pogłowia zwierząt hodowlanych, wobec czego (od roku 1990) nastąpił wzrost nadwyżek słomy. Większość tych nadwyżek rolnicy spalają na polach, powodując poważne szkody ekologiczne, a także zagrożenie dla zdrowia. Owe nadwyżki, o wartości opałowej wynoszącej 167 PJ, mogłyby być wykorzystywane dla celów energetycznych, czym przynosiłyby dodatkowe dochody rolnikom.

W Polsce działa obecnie kilka kotłowni opalanych słomą o łącznej mocy 13 MW (500 kW - 5,5 MW) oraz ok. 100 małych kotłów na słomę zainstalowanych w gospodarstwach rolnych o łącznej mocy 20 MW.

Produkcja energii w kotłowni lokalnej z biomasy wymagałaby dodatkowych nakładów inwestycyjnych. Niezbędny byłby zakup działki na magazynowanie biomasy i budowa nowej, wolnostojącej kotłowni. Przy niskich kosztach budowy węzła cieplnego w piwnicach opracowywanego budynku, relatywny czas zwrotu zainwestowanych środków przekroczyłby 20 lat co jest nieuzasadnione ekonomicznie.

4. Energia promieniowania słonecznego.

Teoretyczny potencjał promieniowania słonecznego ocenia się w Polsce na 3,3 - 4 GJ/m² rocznie. Energię słoneczną na prąd i ciepło przetwarzają instalacje zamontowane na dachach budynków i w miejscach zabudowanych. Warunki do wykorzystania tej energii występują niestety jedynie na około 0,5% powierzchni Polski. Łączny potencjał techniczny energii słonecznej wynosi ok. 1,340 PJ.

Energię tę można wykorzystać wyłącznie jako skorelowaną z innymi rodzajami energii. Zastosowanie kolektorów słonecznych ma uzasadnienie w sytuacji znacznego zapotrzebowania (zwiększonego) na energię w okresie maj-wrzesień. Ma to miejsce w hotelach, domach wypoczynkowych, schroniskach.

Poprzez zastosowanie kolektorów słonecznych można obniżyć koszty produkcji energii na c.w.u. Montaż kolektorów z niezbędną automatyką obniża zapotrzebowanie ciepła na c.w.u. do 50-65%. Koszt zestawu składającego się z kolektora, zbiornika buforowego oprzyrządowania i automatyki to 2500-3000 zł. na 1m² kolektora. Zastosowanie kolektora słonecznego do celów grzewczych w sezonie zimowym jest nieuzasadnione ekonomicznie.

W obiekcie analizowanym mamy sytuację przeciwną. Ze względu na okres wakacyjny w okresie letnim mamy zmniejszone zapotrzebowanie na energię stąd zastosowanie kolektorów słonecznych, w tym przypadku, jest nieuzasadnione. Czas zwrotu inwestycji – ok. 23 lat.

5. Energia geotermalna.

Spośród wszystkich źródeł energii odnawialnej w naszym kraju największy potencjał do pozyskiwania w ciągu roku mają zasoby wód geotermalnych. Na znacznym obszarze kraju występują wody geotermalne nisko- (20-500C) i średniotemperaturowe (50 – 1000C). Korzystne warunki do budowy instalacji wykorzystujących ciepło ziemi istnieją na ok. 25% powierzchni Polski, gdzie do głębokości 2,5 km zalegają w zbiornikach z wodami geotermalnymi o temperaturze powyżej 600C i wydajności 100 – 200 m³/h. Najwięcej zbiorników z wodami geotermalnymi znajduje się na Nizinie Polskiej. W pobliżu lokalizacji inwestycji nie zlokalizowano źródeł geotermalnych (hydrotermalnych) na rozsądnej głębokości (do 2000 m).

6. Energia wód źródłowych

Zasoby energii wodnej są w Polsce stosunkowo niewielkie, a to ze względu na nizinny charakter powierzchni kraju. Potencjał techniczny rzek szacuje się na 43 PJ rocznie, co daje możliwość około 1 000 małych elektrowni wodnych o łącznej mocy ponad 200 MW. Obecnie w Polsce działa ok. 130 dużych elektrowni wodnych, które stanowią własność przedsiębiorstw energetycznych oraz kilkaset małych hydroelektrowni prywatnych. Duże elektrownie (o mocy powyżej 5 MW) produkują ponad 90% energii elektrycznej uzyskiwanej z siły spadku wód w naszym kraju.

W pobliżu lokalizacji obiektu nie przepływa żaden ciek wodny o szybkości przepływu i objętości dającym możliwości spiętrzenia oraz budowy elektrowni wodnej w celu wytworzenia energii niezbędnej do zaspokojenia potrzeb projektowanego budynku.

7. Pompa ciepła z wymiennikiem gruntowym.

Zastosowanie energii z pompy ciepłej poprzez wymianę ciepła w gruncie mogłoby być zastosowane w przypadku budowy nowego obiektu.

W rozpatrywanym przypadku rozbudowy obiektu nakłady inwestycyjne byłyby relatywnie wyższe od uzyskanych oszczędności w okresie 15 lat co należy uznać za graniczny okres amortyzacji urządzeń. Ponadto zastosowanie pompy ciepła dla naszych budynków w systemie woda – grunt jest niemożliwe ze względu na małą powierzchnię działki. Zastosowanie pompy ciepła w systemie woda – powietrze w tym regionie kraju może występować jako ekwiwalentnie z innym źródłem ciepła.

Wskaźnik efektywności COP;

$$\text{COP} = Q / E$$

Q – moc grzewcza pompy ciepła [kW]

E – elektryczny pobór mocy [kW]

Do oceny rzeczywistych kosztów ogrzewania uwzględnia się wskaźniki efektywności całej instalacji i wtedy mamy;

$$\text{COP}_{\text{IN}} = Q_G / E_{\text{PC}} + E_{\text{VE}}$$

E_{PC} - energia elektryczna pobrana przez pompę ciepła [kWh / rok]

E_{VE} - energia elektryczna pobrana przez wszystkie urządzenia pracujące w instalacji; pompy obiegowe, pompa solanki, grzałka elektryczna [kWh / rok].

Im większy COP tym koszty ogrzewania maleją.

Wielkość wskaźnika COP zależy w głównej mierze od temperatury dolnego źródła ciepła i od temperatury wody grzewczej na wyjściu z pompy ciepła (zasilanie instalacji). Dla IV i V strefy klimatycznej należy przyjmować $\text{COP} = 3$ a powszechnie stosowane pompy ciepła mają sprawność 45 – 50 %

8. Energia skojarzona CHP (energia cieplna + energia elektryczna).

Przy produkcji energii cieplnej powstaje w konwersji energia elektryczna. Dla tego typu obiektów zamieszkania zbiorowego należałoby wykorzystać do własnych celów energię cieplną a powstałą w konwersji energię elektryczną sprzedać do państwowego systemu energetycznego. Zapotrzebowanie mocy cieplnej na obiekty projektowane jest zbyt małe aby powstałą energię elektryczną wytworzoną w procesie konwersji wliczając koszty instalacji opłacało się sprzedać do państwowego systemu energetycznego.

SPRAWNOŚĆ SYSTEMÓW OGRZEWANIA I PODGRZEWANIA C.W.U.

Rozpatrując wykorzystanie różnych rodzajów energii odnawialnej należy uwzględnić sprawność systemu instalacji (η_s) która w głównej mierze zależy od wybranego typu paliwa. Ma ona wpływ na zapotrzebowanie energii końcowej E_K która wyznacza się za pomocą wzoru

$$Q_{K,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot} \quad [\text{kWh} / \text{rok}]$$

gdzie;

$Q_{H,nd}$ - zapotrzebowanie ogólne energii użytkowej przez budynek

$\eta_{H,tot}$ - średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku

$$\eta_{H,tot} = \eta_{H,q} * \eta_{H,S} * \eta_{H,d} * \eta_{H,e}$$

gdzie;

$\eta_{H,q}$ - średnia sezonowa sprawność wytwarzanego nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku

$\eta_{H,s}$ - średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku

$\eta_{H,d}$ - średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku

$\eta_{H,e}$ - średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w budynku

Ogólna sprawność η możemy podzielić na następujące grupy ujęte w skorelowane współczynniki.

η_w - sprawność wykorzystania ciepła przyjmowana na podstawie dokumentacji technicznej urządzenia produkującego ciepło lub przyjmowana na podstawie rozporządzenia w sprawie warunków technicznych,

η_p - sprawność przesyłania ciepła,

η_e - sprawność wykorzystania ciepła

η_r - sprawność regulacji

Ogólna sprawność systemu grzewczego η możemy obliczyć ze wzory;

$$\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_e * \eta_r$$

Dla nowoczesnych systemów grzewczych zintegrowana sprawność przedstawia się następująco(wartości przybliżone wg źródeł własnych);

- nośnik energii - węgiel, koks	- 62 %
- nośnik energii - słoma	- 55 %
- nośnik energii – drewno, pelet	- 60 %
- nośnik energii – gaz z komorą kondensacyjną	- 95 %
- nośnik energii – olej opałowy	- 85 %
- nośnik energii – energia elektryczna	- 96 %
- nośnik energii – farma wiatrowa	- 8 %

Wartość kaloryczna poszczególnych źródeł energii przedstawia się następująco;

- węgiel kamienny - 20 000 – 30 000 kJ/kg,
- gaz ziemny - 30 000kJ/m³,
- olej opałowy - 49 400kJ/l,
- gaz propan-butan - 120 000kJ/m³,
- drewno wysuszone(2-lata sezonowane) - 16 700kJ/kg = 8350 kg/m³

PODSUMOWANIE

Rozpatrując możliwość zastosowania alternatywnych źródeł energii cieplnej dla **budynków Zespołu Szkół Technicznych w Suwałkach** należy mieć na uwadze koszt jej produkcji oraz wartość kaloryczna poszczególnych źródeł energii które kształtuje się w sposób następujący :

Wartość kaloryczna poszczególnych źródeł energii;

- węgiel kamienny - 20 000 – 30 000 kJ/kg,
- gaz ziemny - 30 000kJ/m³,
- olej opałowy - 49 400kJ/l,
- gaz propan-butan - 120 000kJ/m³,
- drewno wysuszone(2-lata sezonowane) - 16 700kJ/kg = 8350 kg/m³

Koszt produkcji energii cieplnej:

- węgiel, koks - 0,12 zł za 1 kWh,
- gaz ziemny - 0,18 zł za 1 kWh,
- olej opałowy - 0,25 zł za 1 kWh,
- gaz propan-butan - 0,36 zł za 1 kWh,
- energia elektryczna - 0,67 zł za 1 kWh,
- pompa ciepła - 0,17 zł za 1 kWh,

Z analizy poszczególnych zastosowań wartości opałowych, kosztów inwestycji, sprawności i kosztów produkcji energii w rozpatrywanym przypadku, wynika, że najtańszym paliwem do produkcji energii na cele grzewcze, ciepłej wody użytkowej i wentylacji pomieszczeń jest węgiel kamienny. Dodatkowo należy uwzględnić fakt, że 20% energii cieplnej, w suwalskiej ciepłowni PEC, jest pozyskiwane z paliwa odnawialnego. W przebudowywanym budynku zastosowano wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła w rekuperatorze dla pomieszczenia wielkogabarytowego (sali sportowej). Ma to uzasadnienie w opłacalności inwestycji wg kryteriów zalecanych przez Bank Światowy - SPBT – prosty okres zwrotu nakładów czyli okres czasu po jakim zwrócą się koszty inwestycji i przedsięwzięcie zacznie przynosić korzyści wykazanego w opracowanym audycie energetycznym.