goEco
energy concepts for business parks

# goEco

## Efektywność energetyczna w parkach przemysłowych

www.bape.com.pl

Wydawca:
Bałtycka Agencja Poszanowania Energii Sp. z o.o.
ul. Budowlanych 31
80-298 Gdańsk

Tel/Fax: +48 58 347 55 35
e-mail: bape@bape.com.pl
Internet: www.bape.com.pl

Projekt współfinansowany z programu Unii Europejskiej „Inteligentna Energia dla Europy"

# Spis treści

goEco – Zintegrowane koncepcje energetyczne w parkach przemysłowych 4

Koncepcja gospodarki energetycznej – Park Przemysłowy Kokoszki 6

Doświadczenia pozostałych partnerów projektu goEco 8

Zastosowanie kogeneracji i trójgeneracji 10

Oświetlenie wewnętrzne 12

Fotowoltaika 14

Odzysk ciepła 16

Charakterystyki energetyczne 18

Profile cieplne budynku 19

Zarządzanie energią 22

Zdjęcie: Berliner Großmarkt GmbH

# goEco – Zintegrowane koncepcje energetyczne w parkach przemysłowych

## O projekcie

Parki przemysłowo-handlowe stwarzają wiele możliwości racjonalnego wykorzystywania energii oraz rozwoju efektywnych technologii wytwarzania energii. To głównie małe i średnie przedsiębiorstwa zlokalizowane w takich parkach często spotykają się z wyzwaniem jak w sposób racjonalny wytwarzać i zużywać energię.

Współpraca pomiędzy poszczególnymi przedsiębiorstwami jest kluczem do wykorzystania istniejącego potencjału innowacji w tych technologiach. Zadaniem projektu goEco było zastosowanie podejścia opartego na współpracy przedsiębiorstw w celu obniżenia zużycia energii oraz ograniczenia emisji $CO_2$ w istniejących parkach przemysłowych.

## Cele

Głównym celem projektu goEco było opracowanie koncepcji zintegrowanej gospodarki energetycznej w oparciu o ujednolicone działania podejmowane przez członków konsorcjum obejmujące:

- analizę struktury wytwarzania i zapotrzebowania na energię parku przemysłowego,
- identyfikację potencjału oszczędności energii oraz głównych technologii,
- studia wykonalności dotyczące konkretnych technologii, które powinny zostać wdrożone przez poszczególne przedsiębiorstwa lub przy współpracy kilku MŚP w parku,
- stworzenie koncepcji zintegrowanej gospodarki energetycznej dla każdego z parków w formie wytycznych ułatwiających wdrażanie wspólnych działań,
- wdrożenie opracowanych strategii w każdym z parków przy asyście doradców ds. finansowych, operacyjnych czy zamówień,
- przygotowanie projektu, przetargu oraz monitorowanie zastosowanych rozwiązań za pomocą systemu zarządzania energią.

Zdjęcie: ARENE Île-de-France, C. Bertolin

Zdjęcie: Berliner Energieagentur

## Wnioski i doświadczenia

Dzięki doświadczeniom poszczególnych partnerów projektu można sformułować ogólne wnioski, a także nowe, wspólne rozwiązania mogące przyczynić się do redukcji emisji gazów cieplarnianych w parkach przemysłowo-handlowych. W zależności od struktury parku oraz uwarunkowań krajowych uzyskano zróżnicowane rezultaty, jednak główne obserwacje i wnioski są podobne:

- scentralizowane zarządzanie parkiem sprzyja wdrażaniu działań mających na celu poprawę efektywności energetycznej,
- polityka samorządu na rzecz przeciwdziałania zmianom klimatycznym jest bardzo pomocnym elementem,
- parki są zainteresowane wdrażaniem projektów pilotażowych ze względu na podnoszenie świadomości użytkowników i społeczeństwa, a także możliwość pozyskania dotacji,
- działania i narzędzia nieopłacalne ekonomicznie nie będą wdrażane,
- zainteresowanie indywidualnych najemców i firm wdrażaniem energooszczędnych rozwiązań ogranicza się do tych skutkujących szybkimi efektami w postaci redukcji kosztów,
- główny nacisk położony jest na działania nie wymagające nakładów inwestycyjnych lub te niskonakładowe,
- wyrażono zainteresowanie nowymi technologiami (analizowanymi np. w ramach studiów wykonalności) jednak napotkano wiele przeszkód na etapie wdrażania,
- proces inwestycyjny (wstępne analizy, planowanie, wdrażanie) jest czasochłonny – zwykle powyżej 3 lat.

### Parki przemysłowo-handlowe uczestniczące w projekcie goEco

- Francja | Vaux-le-Pénil Melun Val de Seine
- Polska | Park Przemysłowy Kokoszki, Gdańsk
- Niemcy | Berliner Großmarkt GmbH
- Słowacja | Park Przemysłowy POL'ANA
- Łotwa | Port Magnat, Ryga
- Słowenia | BTC Lublana
- Czechy | Sklady Hodonín
- Szwecja | IPOS – Industry Park of Sweden, Helsingborg

Gdańsk

# Koncepcja gospodarki energetycznej – Park Przemysłowy Kokoszki

Park Przemysłowy Kokoszki | Zdjęcie: BAPE

Park Przemysłowy Kokoszki nie ma charakteru zamkniętego, ani jednego właściciela czy administratora. Tylko część podmiotów zlokalizowanych na tym terenie jest właścicielami budynków. Przed okresem transformacji mieściło się na terenie Parku wiele przedsiębiorstw budowlano-montażowych, które przestały istnieć, ale właściciele budynków, czy gruntów wynajmują je zainteresowanym przedsiębiorcom. Obecnie mają tu siedzibę przedsiębiorstwa produkcyjne przemysłu budowlanego i usług budowlano-instalacyjnych, zakłady mechaniczne, produkcji farb, logistyki, biura handlowe oraz lokalny wytwórca i dostawca ciepła oraz pary.
Głównym elementem infrastrukturalnym łączącym użytkowników parku jest lokalna sieć ciepłownicza zasilana z ciepłowni na węgiel kamienny, z kotłami wysokotemperaturowymi. Dostawcą ciepła dla Kokoszek jest GPEC Matarnia, które ponadto prowadzi działalność w zakresie wydobywania, uzdatniania i dystrybucji wody pitnej, zbiorowego odprowadzania ścieków oraz usług telekomunikacyjnych.

Od 2013 r. w celu dotrzymania zaostrzonych wymogów emisyjnych zmodernizowano kotłownię. Ponadto, wymieniono sieć ciepłowniczą charakteryzującą się zniszczoną izolacją i wysokimi stratami ciepła na rurociągi preizolowane. Modernizacji podlegały również węzły cieplne. Przeanalizowano możliwości modernizacji źródła ciepła polegające na zmianie węgla na inne nośniki energii oraz wprowadzeniu kogeneracji. Jednak tego rodzaju zmiany wymagają stabilnej polityki energetycznej i środowiskowej oraz możliwości pozyskania wsparcia finansowego dla inwestycji.
Działania w Parku Przemysłowym Kokoszki głównie koncentrowały się na poprawie efektywności energetycznej prowadzącej do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło i energię elektryczną wykorzystywaną na cele oświetleniowe i technologiczne.
Analizowano zasadność instalacji ogniw fotowoltaicznych, co do których podjęcie decyzji o instalacji będzie możliwe dopiero po ustanowieniu regulacji prawnych związanych z ustawą o odnawialnych źródłach energii.

# Wdrażanie działań w poprawę efektywności energetycznej w Parku Przemysłowym Kokoszki

| | |
|---|---|
| Studia wykonalności | oświetlenie wewnętrzne budynku biurowego, oświetlenie wewnętrzne i zewnętrzne zakładu produkcyjnego, likwidacja kotłowni na LPG i przyłączenie obiektu do sieci; termomodernizacja ścian zewnętrznych i okien budynku biurowego oraz budynku zakładu produkcyjnego, modernizacja systemu sprężonego powietrza w zakładzie produkcyjnym, odzysk ciepła na potrzeby przygotowywania ciepłej wody w budynku biurowym, modernizacja przedsiębiorstwa energetycznego (przejście z węgla na inne bardziej ekologiczne źródła energii m.in. biomasa|), instalacja ogniw fotowoltaicznych, produkcja energii elektrycznej przez małe turbiny wiatrowe |
| Działania wdrożone i planowane do realizacji | Wdrożone: wymiana rurociągów przesyłowych sieci ciepłowniczej, modernizacja węzłów ciepła wraz z wdrożeniem systemów pomiaru i monitoringu ciepła w Porcie Lotniczym Gdańsk, modernizacja węzła ciepła w budynku biurowym, termomodernizacja budynku produkcyjnego, modernizacja węzłów ciepła sieci ciepłowniczej wraz z przejściem na niskie parametry. Planowane: instalacja OZE takich jak ogniwa fotowoltaiczne i małe turbiny wiatrowe (jeśli będzie taka możliwość), modernizacja źródła ciepła/instalacja jednostki kogeneracyjnej, modernizacja oświetlenia wewnętrznego w budynku biurowym i administracyjnym zakładu produkcyjnego |
| Obniżenie emisji $CO_2$ | 543 t/rok |
| Okres wdrożenia | 2013 - 2015 i kolejne lata |
| Wnioski | Istnieje duży potencjał poprawy efektywności energetycznej w przedsiębiorstwach produkcyjnych i usługowych zarówno w zakresie technologii produkcji, jak i wykorzystania ciepła i energii elektrycznej na potrzeby ogrzewania, ciepłej wody oraz oświetlenia.<br><br>Większość projektów będzie wykonalna dopiero przy dofinansowaniu inwestycji w formie dotacji lub preferencyjnych pożyczek. Ponadto, należy podkreślić, że obecny system wsparcia OZE nie zapewnia efektywności wytwarzania energii z mikro źródeł.<br>Wdrażanie działań jest indywidualną decyzją każdego przedsiębiorstwa i silnie zależy od cen energii oraz możliwości pozyskania wsparcia finansowego dla inwestycji. |

Termomodernizacja zakładu produkcyjnego | Zdjęcie: BAPE

# Doświadczenia pozostałych partnerów projektu goEco

## ARENE
Paryż | Francja

Na terenie położonego 50 km od Paryża Parku Vaux-le-Pénil o powierzchni 120 ha znajduje się 250 przedsiębiorstw przemysłowych, handlowych i usługowych zatrudniających ok. 7000 pracowników. Za zarządzanie parkiem odpowiada gmina Melun-Val-de-Seine.

Wdrożone działania:
- instalacja paneli fotowoltaicznych
- wymiana systemów oświetlenia

Roczne obniżenie emisji $CO_2$: 250 ton

Więcej informacji na: www.areneidf.org

## Berliner Energieagentur
Berlin | Niemcy

Berliner Großmarkt jest ważnym centrum handlowym produktami spożywczymi i kwiatami. W parku o powierzchni 330 000 m² zlokalizowano 300 przedsiębiorstw zatrudniających 2500 osób.

Wdrożone działania:
- modernizacja systemów oświetlenia na parkingach – instalacja LED
- system zarządzania energią

Roczne obniżenie emisji $CO_2$: 639 ton

Więcej informacji na: www.berliner-e-agentur.de

## Energy Centre Bratislava
Bratysława | Słowacja

Park Przemysłowy POL'ANA jest położony w pobliżu miasta Lučenec na dawnych terenach poprzemysłowych. Działają tu przede wszystkim producenci wyrobów włókienniczych.

Wdrożone działania:
- modernizacja oświetlenia wewnętrznego i wprowadzenie systemu zarządzania energią
- izolacja rurociągów pary i kondensatu oraz kompleksowa termomodernizacja jednego z budynków

Roczne obniżenie emisji $CO_2$: 105 ton

Więcej informacji na: www.ecb2.sk

## Ekodoma
Ryga | Łotwa

Powierzchnia Parku Przemysłowego Port Magnat w Rydze zajmuje około 9 ha. Korzystna logistycznie lokalizacja powoduje, że firmy wykorzystują ją do magazynowania i transportu głównie materiałów przemysłu drzewnego i żwiru. Park jest obecnie w trakcie rozbudowy i przyłączania nowych odbiorców energii.

Wdrożone działania:
- kompleksowa modernizacja jednego z budynków biurowych
- system zarządzania energią

Roczne obniżenie emisji $CO_2$: 250 ton

Więcej informacji na: www.ekodoma.lv

## Jozef Stefan Institute Energy Efficiency Centre
Lublana | Słowenia

Park BTC City jest jednym z największych w Europie centrum handlowym, rozrywkowym i biznesowym na ponad 450 000 m2 powierzchni. Roczne zużycie energii elektrycznej na terenie BTC wynosi ok. 28 000 MWh, a cieplnej – 7 400 MWh.

Wdrożone działania:
- modernizacja systemów oświetleniowych w Centrum Merkur
- nowy system ogrzewnictwa, wentylacji i klimatyzacji w hali A

Roczne obniżenie emisji $CO_2$: 571 ton

Więcej informacji na: www.ijs.si

## SEVEn
Praga | Czechy

Park przemysłowy Sklady Hodonín składa się z ok. 30 budynków położonych na obszarze 6 ha przeznaczonych na cele produkcyjno-magazynowe. Na terenie parku funkcjonuje ponad 20 przedsiębiorstw.

Wdrożone działania:
- jednostka kogeneracyjna zasilana gazem ziemnym oraz kotły gazowe pracujące w szczycie
- nowy system dystrybucji ciepłej wody

Roczne obniżenie emisji $CO_2$: 800-1400 ton

Więcej informacji na: www.svn.cz

## Skåne Energy Agency
Lund | Szwecja

Industry Park of Sweden (IPOS) to park przemysłowy położony w Helsingborg na południu Szwecji, w skład którego wchodzi ok. 20 przedsiębiorstw z branży chemicznej i usługowej. Z uwagi na wysoką energochłonność tego przemysłu roczne zużycie energii w parku wynosi ok. 1 000 GWh, z czego ok. 600 GWh jest odzyskiwane.

Wdrożone działania:
- wymiana systemów oświetlenia
- zmniejszenie nieszczelności w systemie sprężonego powietrza
- wymiana silników elektrycznych

Roczne obniżenie zużycia energii: ok. 500 MWh

Więcej informacji na:
www.kfsk.se/energikontoretskane

# Zastosowanie kogeneracji i trójgeneracji

Nowoczesne źródło energii w obiekcie produkcyjnym, handlowym lub użyteczności publicznej to nieodzowny składnik nowego lub zmodernizowanego systemu grzewczego. Koncepcja zasilania obiektu powinna obejmować nie tylko system zasilania budynku w ciepło, ale również zasilanie, przynajmniej częściowe, w energię elektryczną. Dodatkowo w obiektach o dużym zapotrzebowaniu na chłodzenie, źródło powinno zasilać obiekt w chłód.

Długofalowym aspektem pracy źródła są koszty eksploatacyjne. Dla osiągnięcia niskiego poziomu kosztów eksploatacyjnych konieczne jest przede wszystkim obniżenie zapotrzebowania końcowego na nośniki energii oraz maksymalizacja sprawności przemian energetycznych. Optymalizacja energetyczna całego systemu prowadzić będzie do instalacji optymalnego źródła oraz minimalizacji kosztów eksploatacyjnych.

Dla obiektów o odbiorze ciepła możliwe i opłacalne jest zastosowanie bloku kogeneracyjnego pracującego cały rok, w podstawie zasilania obiektu. Optymalna wielkość bloku wynika z zapotrzebowania na ciepło oraz z pokrycia potrzeb własnych energii elektrycznej (zostają uniknięte koszty zakupu części energii elektrycznej). Sprawność całkowita bloku kogeneracyjnego w normalnych warunkach sięga 85%.

Dostosowanie wielkości bloku kogeneracyjnego do potrzeb własnych ciepła i energii powoduje, że opłacalna jest instalacja bloku kogeneracyjnego pracującego w oparciu o silnik na gaz ziemny. Sprawność elektryczna gazowego bloku kogeneracyjnego przekracza obecnie 40% i dla większych jednostek sięga 45%. Jest to istotne, gdyż cena energii elektrycznej dla użytkownika jest 2-3 razy wyższa niż cena ciepła uzyskanego ze spalania gazu.

Nakłady jednostkowe na kompletny blok kogeneracyjny wynoszą typowo od 2 500 EUR/$MW_e$ dla bloku o mocy 100 $kW_e$ do 1 200 EUR/$MW_e$ dla bloku o mocy 2 000 $kW_e$.

Podstawowym kosztem zmiennym dla bloku kogeneracyjnego zasilanego gazem ziemnym jest gaz. W zależności od grupy taryfowej, stawki za zakup gazu wynoszą od 12 do 14 gr/kWh (ok. 33-39 zł/GJ).

Koszty utrzymania i serwisu wynoszą od 20 EUR/$MWh_e$ dla bloku o mocy 100 $kW_e$ do 10 EUR/$MWh_e$ dla bloku o mocy 2 000 $kW_e$.

Porównanie wskaźników ekonomicznych dla bloku kogeneracyjnego o mocy 1 000 $kW_e$ pracującego w 100% na potrzeby własne zakładu i bloku ze sprzedażą 50% energii do sieci dystrybutora przedstawiono poniżej, dla okresu pracy w roku 8 000 h i obecnych cen nośników energii na rynku. Pokazano wpływ pozyskania praw majątkowych za gazową wysokosprawną kogenerację (tzw. „żółte certyfikaty").

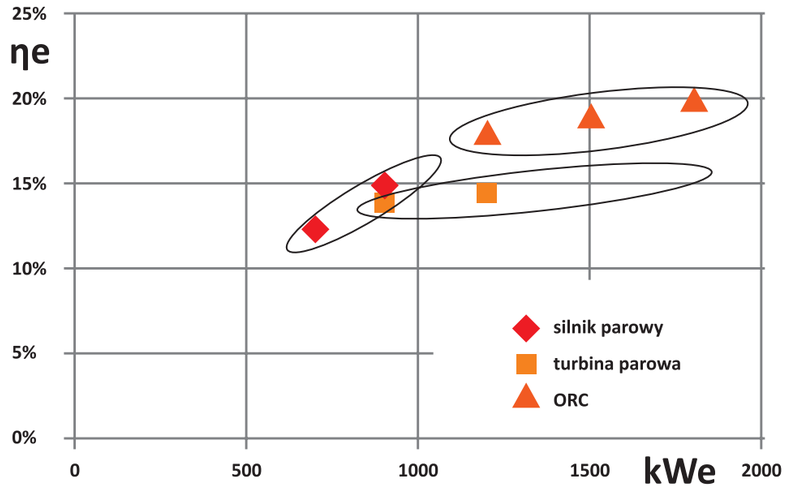
| | Wytwarzanie energii elektrycznej: | | Jednostka |
|---|---|---|---|
| **Bez certyfikatów** | Potrzeby własne | Sprzedaż 50% energii | |
| SPBT= | 9,6 | - | lat |
| **Z żółtymi certyfikatami** | | | |
| SPBT= | 4,9 | 10,5 | lat |
| NPV (10 lat, 5 %) = | 4 298 370 | ujemne | zł |
| IRR (10 lat) = | 15,5 | ujemne | % |

Dane w tabeli obok wskazują, że instalacja bloku kogeneracyjnego jest opłacalna przy wykorzystaniu generowanego ciepła i energii elektrycznej na potrzeby własne. Uzyskanie praw majątkowych za energię wytwarzaną w wysokosprawnej kogeneracji znacznie poprawia wskaźniki efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia.

Blok kogeneracyjny musi być dobierany do wielkości pokrycia potrzeb własnych obiektu. Nawet 50% nadwyżka wytwarzania energii ponad potrzeby własne i sprzedaż nadwyżek energii do sieci powoduje, że przedsięwzięcie jest nieopłacalne.

W przypadku zastosowania kogeneracji opartej na biomasie stałej, sprawność elektryczna jest niższa. Rekompensowane jest to przez specjalne ceny na energię elektryczną; cena referencyjna na rok 2016 wynosi 435 zł/MWh.

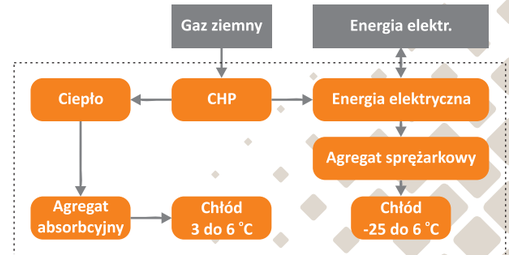
Poniżej przedstawiono porównanie sprawności elektrycznej ηe dla małych źródeł opalanych biomasą.




Z wykresu wynika, że najlepszą technologią dla kogeneracji z biomasy jest instalacja oparta na obiegu Clausiusa-Rankine'a ORC. Pozwala ona na uzyskanie najwyższej sprawności wytwarzania energii elektrycznej.

W przypadku nadmiaru ciepła w lokalnej kogeneracji w okresie letnim i zapotrzebowania w tym okresie na chłód celowym jest rozważenie instalacji trójgeneracji – energii elektrycznej, ciepła i chłodu. Dla trójgeneracji typowo blok kogeneracyjny uzupełniony jest o chłodziarkę absorpcyjną.

Instalacja dobrze dobranego agregatu trójgeneracyjnego prowadzi do obniżenia kosztów oddzielnego wytwarzania ciepła i chłodu oraz zakupu energii elektrycznej.




Wysokosprawna kogeneracja jest wspierana przez prawo unijne i krajowe. Nie jest jednak znana przyszłość obecnego wsparcia wysokosprawnej kogeneracji w postaci certyfikatów po roku 2018.

# Oświetlenie wewnętrzne

Udział oświetlenia wewnętrznego w całkowitym zużyciu energii elektrycznej może być znaczący, zwłaszcza w przypadkach, gdy pomieszczenia takie jak np. magazyny, hurtownie, hale produkcyjne są oświetlane przez większą część doby, a wymagany poziom oświetlenia jest wysoki. Szacuje się, że koszty oświetlenia przeciętnie sięgają 26% wydatków na energię elektryczną w budynkach niemieszkalnych, takich jak biura, obiekty komercyjne, a w niektórych budynkach użyteczności publicznej nawet 50%. Technologie LED stworzyły możliwości rozwoju nowoczesnego, wysoko efektywnego oświetlenia, dostosowanego do indywidualnych potrzeb. Dodatkowe oszczędności przynosi instalowanie systemów inteligentnego zarządzania oświetleniem. Wymiana przestarzałych systemów przyczynia się nie tylko do znaczącej redukcji kosztów, ale również do poprawy funkcjonowania obiektów i warunków pracy.

Wysokoefektywne oświetlenie jest jednym z priorytetów Komisji Europejskiej, która już parę lat temu Rozporządzeniem K WE Nr 245/2009, zmienionym następnie przez Rozporządzenie K WE Nr 347/2010 wyznaczyła horyzonty czasowe dla sukcesywnego wycofywania nieefektywnych źródeł światła.

## Etapy wycofywania nieefektywnych źródeł światła

| rok | Zakres zmian |
|---|---|
| 2012 | Wycofywanie lamp fluorescencyjnych (halofosforanowe) T10, T12 |
| | Informacja o sprawności statecznika |
| | Minimalne wymagania dla współczynnika zachowania strumienia świetlnego (LLMF) i współczynnika trwałości lampy (LSF) |
| 2015 | Wycofywanie wysokoprężnych lamp rtęciowych |
| | Wycofywanie wysokoprężnych lamp sodowych wtykowych |
| 2017 | Wymagania sprawności dla lamp wyładowczych halogenowych i metal-halogenkowych |
| | Wycofywanie tradycyjnych stateczników, dopuszczalne tylko elektroniczne stateczniki |
| | Wycofywanie niskowydajnych lamp MH, świetlówek o trzonkach dwukołkowych i zintegrowanym zapłonniku |

Ostatni etap 3 ma obowiązywać od dnia 1 września 2016 r. i jak widać z powyższej tabeli, będzie wymagać spełnienia warunku minimalnej efektywności energetycznej, wyrażonej wskaźnikiem efektywności energetycznej (EEI), wynoszącym 0,95 dla lamp żarowych, 0,36 dla lamp wyładowczych dużej intensywności oraz 0,2 dla wszystkich pozostałych lamp. Kierunkowe lampy halogenowe na napięcie sieciowe, które są obecnie dostępne na rynku, nie spełniają wymogu dla lamp żarowych, w związku z czym na etapie 3 ich wprowadzanie na rynek zostanie zatem zakazane. Minimalne wymogi dotyczące efektywności energetycznej lamp kierunkowych, lamp z diodami elektroluminescencyjnymi i powiązanego wyposażenia zawiera Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1194/2012[1]. Rozporządzenie obejmuje konwencjonalne lampy reflektorowe, lampy i moduły LED również będące zamiennikami dla CLF bez wbudowanego statecznika oraz osprzęt sterujący żarówką halogenową, lampą LED, urządzenia sterujące oraz oprawy oświetleniowe. Nie obejmuje natomiast opraw CLF i HID, które są ujęte w Rozporządzeniu KWE Nr 245/2009.

Ceny LED-owych źródeł światła szybko ulegają obniżeniu z uwagi na coraz bardziej powszechne wdrażanie tej technologii na rynku. Przewiduje się dalszą redukcję cen:

2014/15 - 23 €/1000 lm
2016 - 15 €/1000 lm
2020 - 7,5 €/1000 lm

Nie mniej jednak decyzje o inwestycji w modernizację oświetlenia powinny być podejmowane w oparciu o analizę kosztów i korzyści w całym cyklu eksploatacji instalacji źródła światła a nie wyłącznie w oparciu o cenę zakupu, z uwagi na znacznie dłuższą trwałość technologii LED i związane z tym niższe koszty eksploatacji.

[1] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1194/2012 z dnia 12 grudnia 2012 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2009/125/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla lamp kierunkowych, lamp z diodami elektroluminescencyjnymi i powiązanego wyposażenia (Dz.U. L 342, s)

## Porównanie kosztów źródeł światła w cyklu życia produktu

| Parametr | Jedn. | Żarówka | Kompaktowa lampa fluorescencyjna | Lampa LED |
|---|---|---|---|---|
| Moc nominalna | W | 100 | 20 | 11 |
| Średnia trwałość | godz. | 1 000 | 10 000 | 50 000 |
| Stosunek ciepła/światła | % | 95% / 5% | 75% / 25% | 65-80% / 35-20% |
| Wymiana lamp w ciągu 8 lat (3 godz./dzień * 365 dni = 1095 godz./rok) | szt. | 8 | 1 | 0,2 |
| Zużycie energii w ciągu 8 lat – lampa włączona 3 godz./dzień | kWh | 876 | 175,2 | 96,4 |
| Koszt energii (0,60 zł/kWh) | zł | 526 | 105 | 58 |
| Koszt lampy | zł | 2 | 30 | 25 |
| Koszt utrzymania w ciągu 8 lat | zł | 541,60 | 135,10 | 82,80 |
| Oszczędność | zł | - | 406,50 | 458,80 |
| - wzgl. lampy fluorescencyjnej | zł | - | - | 52,30 |

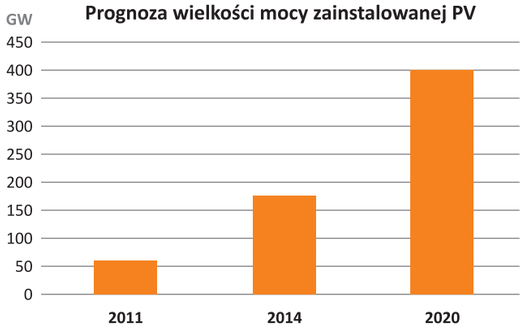
Przy zakupie źródeł światła warto zwrócić uwagę na parametry charakteryzujące lampę, takie jak:

- nominalny użyteczny strumień świetlny w lumenach (lm)
- nominalna moc lampy Wat (W)
- nominalny okres trwałości (godz.)
- temperatura barwowa (K) – UWAGA: im wyższa temperatura, tym chłodniejsze światło
- liczba cykli włącz/wyłącz poprzedzająca przedwcześną awarię
- czas nagrzewania się lampy: do 60% pełnego strumienia świetlnego, jeżeli dłuższy niż 1 sek.
- ostrzeżenie jeżeli lampa nie jest przeznaczona do ściemniania
- warunki pracy, jeżeli niestandardowe (temp. otoczenia, zarządzanie termiczne)
- wymiary w mm (długość i max średnica)
- nominalny kąt promieniowania w stopniach
- moc znamionowa/czas zapłonu
- znamionowy strumień świetlny/znamionowy kąt promieniowania/znamionowa trwałość lampy
- współczynnik zachowania strumienia świetlnego pod koniec nominalnego okresu trwałości
- oddawanie barw/jednolitość barwy (tylko dla diod LED)/znamionowa światłość szczytowa w kandelach
- czy produkt jest przeznaczony do zastosowań na zewnątrz lub zastosowań przemysłowych
- zalecenia dotyczące usuwania lamp po zakończeniu ich użytkowania/instrukcje dotyczące postępowania ze szczątkami lampy w razie jej przypadkowego uszkodzenia ( w przypadku występowania rtęci)

**UWAGA**: narzędzia ułatwiające analizę opłacalności wymiany źródła światła znajdują się na stronie projektu goEco: http://go-eco.info/downloads/calculation-tools/

# Fotowoltaika

Energia słoneczna dopływa do Ziemi w ilościach wielokrotnie przekraczających zapotrzebowanie. Samo wykorzystanie dla ogniw fotowoltaicznych dostępnych dachów i fasad umożliwiłoby wytworzenie 40% potrzebnej energii elektrycznej. Gęstość promieniowania słonecznego docierającego do Ziemi wynosi od 800 do 2300 kWh/m² rocznie. Średnia wartość dla Europy wynosi 1200 kWh/m2rok, a dla Polski - 1000 kWh/m2rok.
Światowa moc zainstalowanych systemów PV w końcu 2014 r. wynosiła 178 GW (wzrost w ciągu roku o 40 GW). Moc zainstalowana w Europie w 2014 r. wynosiła 89 GW. Możliwe jest osiągnięcie 400 GW mocy do 2020 roku, w tym 160 GW w Europie.
Moce zainstalowane w Europie w 2014r. pozwalają na pokrycie 3,5% zapotrzebowania na energię elektryczną. We Włoszech, Niemczech i Grecji jest to ok. 7%.

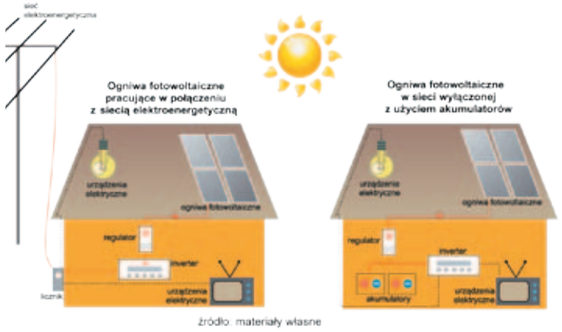



źródło: IEA

Coraz większa produkcja sprzyja ciągłemu obniżaniu cen i rozwojowi nowych technologii. W ostatnich 10 latach ceny systemów PV spadły o ponad 75%. Oczekuje się dalszej redukcji cen, co spowoduje, że w ciągu następnych kilku lat ceny energii słonecznej dla gospodarstw domowych staną się konkurencyjne w wielu krajach europejskich.

## Ile to kosztuje?

Ogniwa fotowoltaiczne mogą pracować w połączeniu z siecią elektroenergetyczną lub w sieciach wydzielonych z wykorzystaniem akumulatorów. W jednym i drugim przypadku odpowiednie napięcie i częstotliwość prądu wymaganego przez odbiorniki zapewniają przetworniki prądu stałego na zmienny (inwertery).




źródło: materiały własne

Dla przykładu obliczeń przyjmuje się, iż roczne zużycie energii elektrycznej przez gospodarstwo domowe wynosi 2000 kWh, co odpowiada średniemu zużyciu na dobę w wysokości 5,5 kWh. Uwzględniając to, że latem zapotrzebowanie na energię elektryczną jest mniejsze, a zimą większe, a promieniowanie słoneczne odwrotnie, system w warunkach polskich winien być wyposażony co najmniej w ogniwa fotowoltaiczne o mocy 2,5 $kW_p$ (p oznacza moc szczytową). Koszt takiej instalacji wynosi w 2015 r. 20 000 zł, w tym 12 000 zł panele fotowoltaiczne, 4 000 zł inwerter, a 4 000 zł montaż.

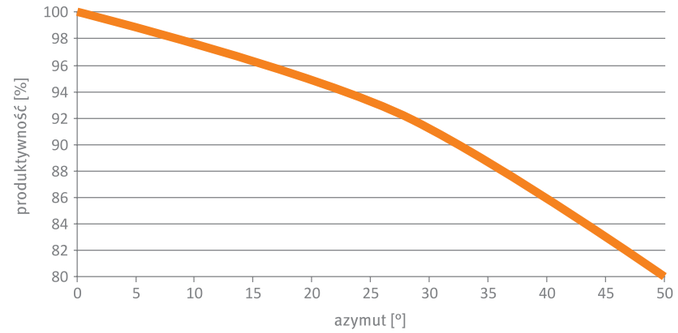
Licząc, że wykorzystanie instalacji osiągnie 25 lat, to w tym czasie system wytworzy 50 000 kWh energii elektrycznej, a jej koszt będzie wynosił 20 000 zł / 50 000 kWh = 0,4 zł/kWh.

| Koszt instalacji PV-2,5 kWp zł | Produktywność 25-letnia kWh | Cena jednostki energii zł/kWh |
|---|---|---|
| 20 000 | 50 000 | 0,4 |

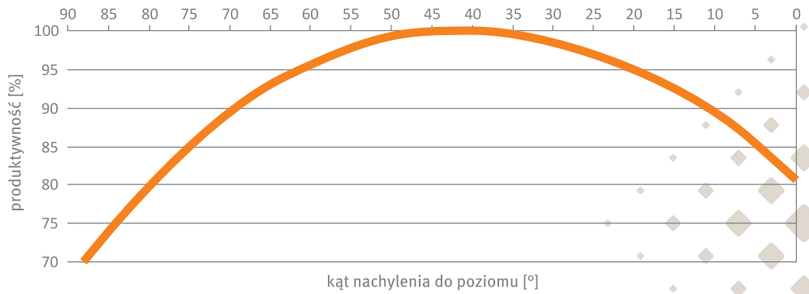
## Dobór wielkości instalacji

Doboru wielkości instalacji PV należy dokonywać uważnie, biorąc pod uwagę istotne warunki wpływające na efektywność inwestycji, takie jak:
- położenie ogniw PV względem kierunku południowego
- kąt nachylenia ogniw PV do podłoża
- przeszkody w otoczeniu instalacji PV, takie jak sąsiednie budynki, drzewa, kominy etc.
- zapotrzebowanie obiektu na energię elektryczną w godzinach i dniach największego nasłonecznienia
- wielkość dachu do montażu instalacji PV uwzględniająca prawidłowe odległości między panelami

Wpływ odchylenia panelu od kierunku południowego na wydajność instalacji słonecznej




Wpływ kąta nachylenia panelu na wydajność instalacji słonecznej



# Odzysk ciepła

Wymiana powietrza wewnętrznego budynku z otoczeniem powoduje, że do wnętrza napływa powietrze zewnętrzne, które w okresie sezonu grzewczego wymaga podgrzania, a wypływ ciepłego powietrza z budynku na zewnątrz jest stratą energii.
Przede wszystkim należy dążyć do odpowiedniego zbilansowania ilości powietrza, nie stosowania nadmiernej wydajności wentylacji i projektowania wydajności powietrza wentylacyjnego dla utrzymania warunków komfortu cieplnego w pomieszczeniu i usunięcia nadmiernych zysków ciepła, wilgoci lub zanieczyszczeń.
Odzysk ciepła może nastąpić od każdego strumienia ciepła usuwanego na zewnątrz budynku, typowo powietrza wentylacyjnego, ale też od wody i ścieków. Ciepło może być wykorzystane do podgrzania powietrza wentylacyjnego lub wody sanitarnej.
Skuteczność odzysku ciepła podawana jest jako sprawność temperaturowa, czyli oznacza stosunek wzrostu temperatury powietrza nawiewanego do różnicy temperatur wewnętrznej i zewnętrznej, przy zrównoważonym przepływie obu strumieni powietrza.
Podstawowe metody odzysku ciepła to zastosowanie przeponowych wymienników ciepła (rekuperatorów) lub wymienników z masą pośredniczącą (regeneratorów). W nowych instalacjach układy odzysku ciepła wbudowuje się w zintegrowane centrale nawiewno-wywiewne.

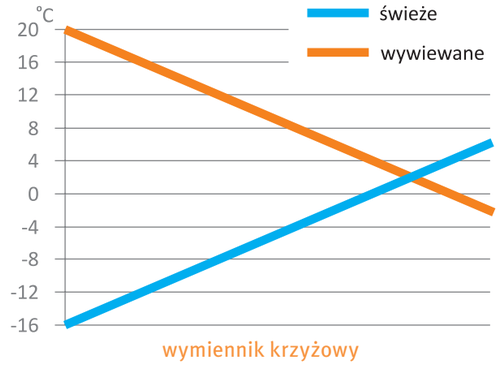
## 1. Rekuperatory

„Przeponowy wymiennik ciepła" oznacza wymiennik ciepła przeznaczony do przenoszenia energii cieplnej z jednego strumienia powietrza do drugiego poprzez przegrodę stałą, bez możliwości kontaktu i mieszania się strumieni powietrza.
Rodzaje rekuperatorów są następujące:

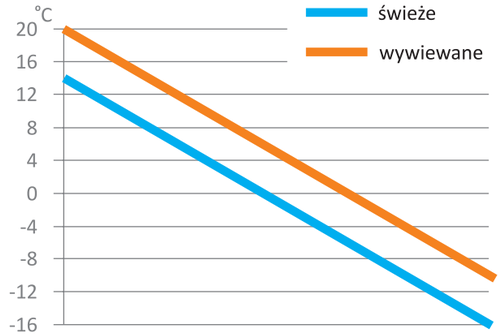
- wymienniki powietrze-powietrze
  - płytowe – krzyżowe
  - przeciwprądowe

  W wymiennikach odzysku ciepła strumienie powietrza przepływają naprzemiennie przez pakiety wąskich kanałów i przekazują ciepło pomiędzy strumieniami powietrza wentylacyjnego nawiewanego i wywiewanego. Skuteczność odzysku ciepła dla wymienników krzyżowych wynosi typowo do 65%, dla wymienników przeciwprądowych do 85%.

Zmiana powietrza świeżego i wywiewanego w wymiennikach krzyżowym i przeciwprądowym.




wymiennik krzyżowy




wymiennik przeciwprądowy

- z czynnikiem pośredniczącym
  - dwa sprzężone wymienniki z obiegiem wymuszonym

  Ciecz pośrednicząca odbiera ciepło z jednego wymiennika (zainstalowanego w strumieniu powietrza usuwanego), a następnie przekazuje do drugiego wymiennika (zainstalowanego w strumieniu powietrza nawiewanego). Obieg czynnika wymuszany jest pompą obiegową. Skuteczność typowo do 50%. Możliwość zainstalowania w istniejących instalacjach, przy centralach nawiewnej i wyciągowej położonych w różnych miejscach.
  - rurka ciepła - z obiegiem samoczynnym

  Odzysk ciepła realizuje się dzięki cyrkulacji łatwo parującej cieczy wewnątrz zamkniętych rurek, umieszczonych w kanałach wywiewnym i nawiewnym. Możliwość przekazania dużego strumienia ciepła przy skuteczności do 60%.

## 2. Regeneratory

„Regeneracyjny wymiennik ciepła" oznacza obrotowy wymiennik ciepła składający się z wirnika służącego przenoszeniu energii cieplnej z jednego strumienia powietrza do drugiego. Materiał wirnika może oprócz akumulacji energii mieć własności higroskopijne, co pozwala na odzysk wilgoci ze strumienia powietrza zużytego.
Regeneratory obrotowe posiadają mechanizm napędowy oraz uszczelnienia redukujące obejście odzysku ciepła i przecieki między strumieniami powietrza. Jednak nie jest możliwe zapewnienie pełnego oddzielenia strumieni powietrza, co uniemożliwia stosowanie regeneratorów tam, gdzie kontakt pomiędzy obu strumieniami powietrza nie jest dozwolony.
Regeneratory obrotowe cechuje wysoka skuteczność odzysku ciepła dochodząca do 90%.
Rodzajem regeneratora może być gruntowy wymiennik ciepła, gdzie przepływ powietrza przez złoże może powodować magazynowanie energii latem i odzyskanie jej zimą. Wykorzystywana jest pojemność cieplna i stabilna temperatura gruntu.

## 3. Pompa ciepła

Osobną grupę urządzeń stanowią pompy ciepła, gdzie wymiana ciepła jest zintensyfikowana dzięki energii pomocniczej dostarczonej do sprężarki pompy ciepła. Uzyskiwane są wyższe temperatury po stronie przekazywania ciepła do zimnego strumienia powietrza. Dodatkowo, rewersyjna pompa ciepła umożliwia chłodzenie powietrza latem i przyczynia się do wyższego komfortu cieplnego w pomieszczeniach.
Zdecentralizowane rewersyjne pompy ciepła w centralach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych cechują lepsze wskaźniki efektywności niż systemy centralne przygotowania wody lodowej do zasilania central w okresie letnim.

## 4. Wymagania

W każdej nowej i modernizowanej instalacji nawiewno-wywiewnej o wydajności powietrza od 500 m³/h należy stosować odzysk ciepła od powietrza wywiewanego (Warunki Techniczne 2013 r. – WT 2013).
Ważne wymogi wobec efektywności energetycznej systemów wentylacyjnych określone w Rozporządzeniu nr 1253/2014 wchodzą w życie od 1 stycznia 2016 r. Przykładowo minimalna sprawność cieplna dla wszystkich układów odzysku ciepła poza układami z medium pośredniczącym, musi wynosić 67%. W WT2013 wymagany poziom sprawności wynosi 50%.

# Charakterystyki energetyczne

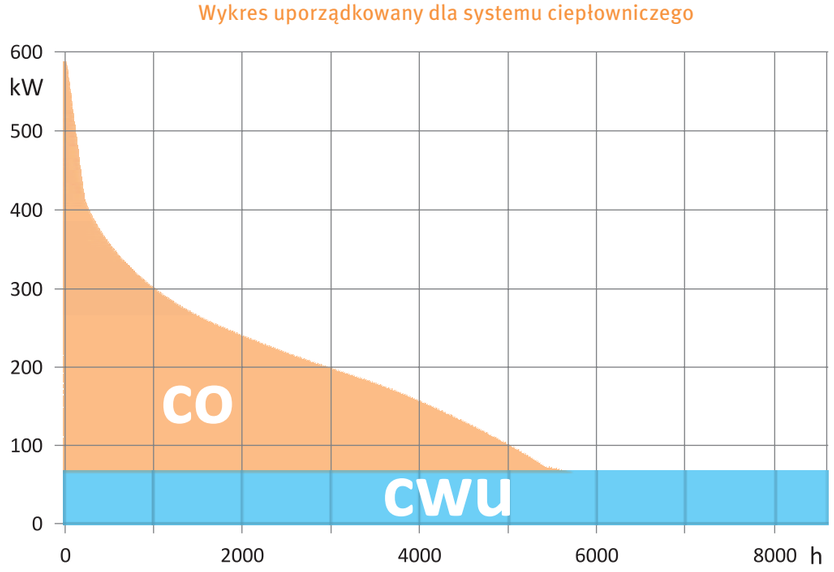
## Wykresy uporządkowane

Metodą oceny obciążenia energetycznego lub zapotrzebowania na moc dla procesów energetycznych zmiennych w czasie jest wykonanie wykresu uporządkowanego. Wykresy uporządkowane stosowane są typowo dla dłuższych okresów czasu, np. roku, przy znanej wielkości obciążenia w cyklu dobowym lub godzinowym.
Wykres uporządkowany powstaje poprzez sortowanie w arkuszu kalkulacyjnym wartości chwilowych dla uzyskania zmienności obciążenia w formie krzywej malejącej od obciążeń największych do najmniejszych. Pole pod krzywą wykresu reprezentuje roczne zapotrzebowanie energii.
Wykres uporządkowany pozwala na określenie czasu trwania poszczególnych zakresów rozpatrywanej wielkości, np. obciążenie ponad 50% wartości szczytowej wystąpi przez ok. 1000 godz. w roku, czyli w tym przypadku przez 19% czasu sezonu grzewczego.

Inne zastosowania wykresu uporządkowanego:
- dobór wielkości jednostek podstawowych, podszczytowych i szczytowych dla zasilania systemu energetycznego lub grzewczego
- wybór paliwa dla poszczególnych zakresów, szczególnie przy nośnikach sieciowych i możliwości optymalizacji mocy zamówionych
- ocena podziału zużycia energii pomiędzy poszczególne odbiory energii i ciepła.

Poniżej przedstawiono wykres uporządkowany dla obiektu, gdzie ciepło wykorzystywane jest na potrzeby grzewcze i przygotowanie ciepłej wody użytkowej.

Wykres uporządkowany dla systemu ciepłowniczego

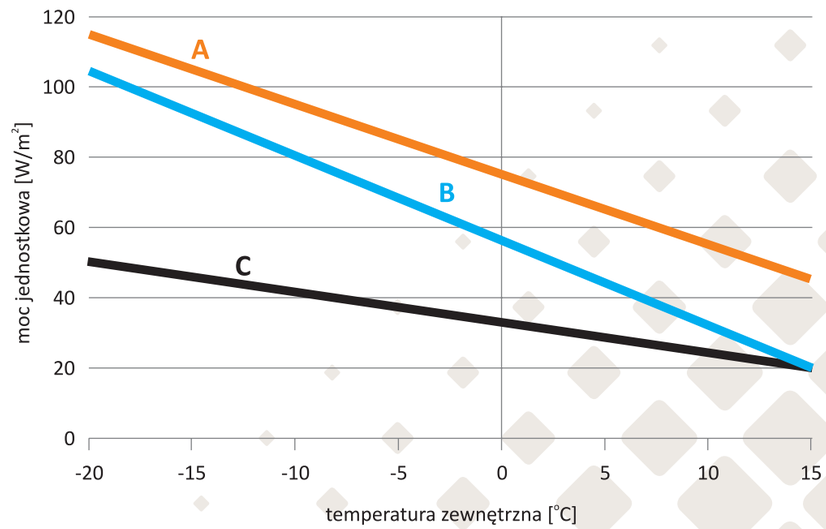



W poradnikach ogrzewania można znaleźć wzory na przybliżone przedstawienie krzywych wykresu uporządkowanego, szczególnie dla systemów grzewczych. Pozwalają one na wprowadzenie równań wykresów do arkuszy kalkulacyjnych i obliczenia danych dla wykresów uporządkowanych dla systemów ciepłowniczych. Prowadzi to do lepszego projektowania systemów grzewczych, doboru kotłów i optymalizacji wykorzystania paliw w kotłowni wielopaliwowej (gaz/olej, biomasa/olej).

# Profile cieplne budynku

Podstawowym narzędziem oceny stanu budynku i optymalnego zakresu jego termomodernizacji jest audyt energetyczny budynku. Jednak nie we wszystkich przypadkach konieczne jest wykonywanie audytu pełnego.
Ważnym i pomocnym narzędziem, stanowiącym krok poprzedzający audyt budynku, jego uzupełnienie lub rozwinięcie stanowi określenie profilu cieplnego budynku w okresie roku (sezonu grzewczego). Dla wyznaczenia tego profilu niezbędny jest pomiar zużycia energii (lub paliwa) w jednakowym czasie (dzień, tydzień lub miesiąc) oraz pomiary temperatur zewnętrznych występujących w tych okresach. Na tej podstawie wyznacza się średnie moce systemu grzewczego (W/m²). Wskaźniki te odnoszą się do średniej temperatury dla danego okresu pomiarowego (odpowiednio dzień, tydzień i miesiąc). Profil cieplny budynku wymaga więc z jednej strony rejestracji zużycia energii, poprzez systematyczne odczyty lub przez układy rejestrujące, a z drugiej znajomości temperatur zewnętrznych, uśrednionych dobowo i dla dłuższych okresów. Przykładowy profil cieplny budynku przedstawiono na rysunku poniżej.

Przykładowy profil cieplny budynku

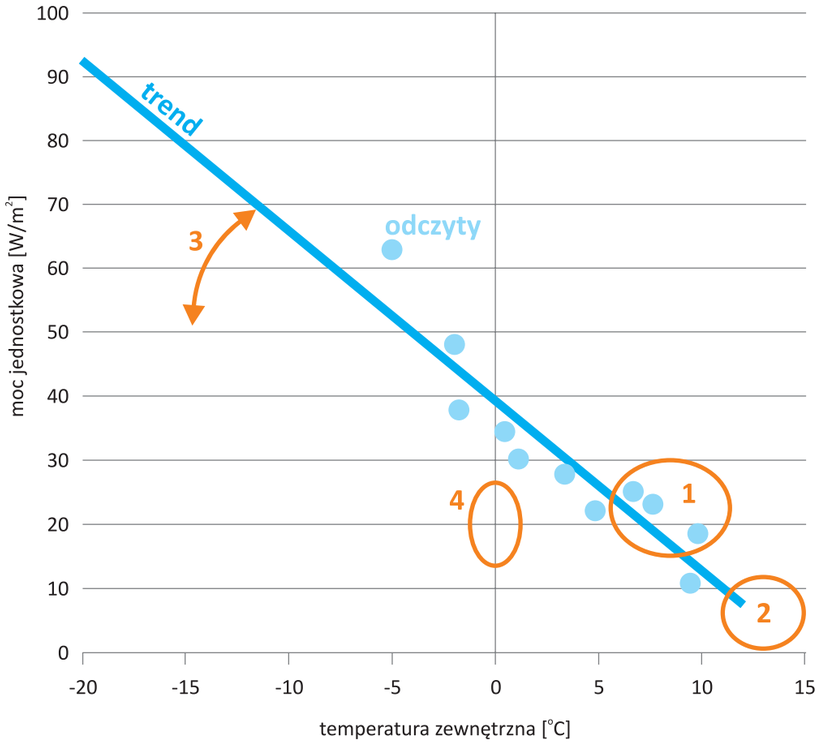



Na rysunku przedstawiono trzy linie z uśrednionymi danymi dla budynku w trzech kolejnych latach.
Linia A - przedstawia typową linię dla budynku bez układu automatycznej regulacji systemu grzewczego. W okresach o wyższych temperaturach następuje przegrzanie budynku i zbyt wysokie zużycie energii i paliwa.
Linia B - obrazuje ten sam budynek po wprowadzeniu automatyki regulującej dostarczanie ciepła do budynku w zależności od temperatury zewnętrznej.
Linia C - przedstawia zużycie energii po przeprowadzeniu termorenowacji budynku. Niższe pochylenie linii wskazuje na obniżenie szczytowego zapotrzebowania na ciepło oraz przy działającym systemie regulacji automatycznej niższe zużycia energii przy wyższych temperaturach zewnętrznych.
Przejście od linii A kolejno do B i C wskazuje na oszczędność energii w okresach badanych, a więc również obniżenie kosztów ogrzewania.
Profil cieplny budynku wskazuje na sposób eksploatacji budynku i przy prowadzonych działaniach termomodernizacyjnych, pozwala na ocenę ich skuteczności. Wykonywanie profilu cieplnego budynku powinno być realizowane w sposób bieżący w kolejnych sezonach grzewczych. Pomiary powinny być prowadzone cotygodniowo, można również wykorzystywać pomiary miesięczne. Umożliwia to bieżące śledzenie sposobu zachowania się budynku i odpowiednio szybkie reagowanie na pojawiające się nieprawidłowości.

Dane klimatyczne dla danego obszaru można uzyskać od miejscowego przedsiębiorstwa ciepłowniczego lub poprzez własny pomiar.
Dla każdego budynku:

- zostają przedstawione przebiegi temperatur w kolejnych latach,
- obliczona zostaje na tej podstawie linia trendu dla budynku,
- porównanie danych za kolejne lata.

Poniżej przedstawiono przykład analizy i interpretacji wyników na podstawie profilu cieplnego budynku.




Cechy profilu cieplnego budynku, korelacja: $q = -2{,}64\ t_e + 39{,}8$

Dla pomiarów prowadzonych dla danego budynku można wskazać następujące wnioski z analizy (punkty wg oznaczenia na wykresie):
1. Wyższe wartości odczytów zapotrzebowania na ciepło w okresie wyższych temperatur zewnętrznych wskazują na źle działającą automatykę źródła ciepła lub duże straty ciepła od rur grzewczych.
2. Wskaźnik zapotrzebowania dla warunków letnich powinien wynosić ok. 5 W/m².
3. Kąt pochylenia linii profilu cieplnego budynku powinien być mniejszy od -2 (jest obecnie -2,64). Takie pochylenie linii wskazuje na zbyt wysokie straty ciepła, np. złą izolację ścian, okna złej jakości i nadmierną wentylację, przegrzanie budynku.
4. Wskaźnik mocy jednostkowej dla 0°C powinien być w granicach od 15 do 25 W/m² (obecnie jest 40 W/m²). Poprawy można dokonać przez izolację termiczną przegród, renowację lub wymianę okien, obniżenie wymiany powietrza lub obniżenie temperatury wewnętrznej.

Wnioski:

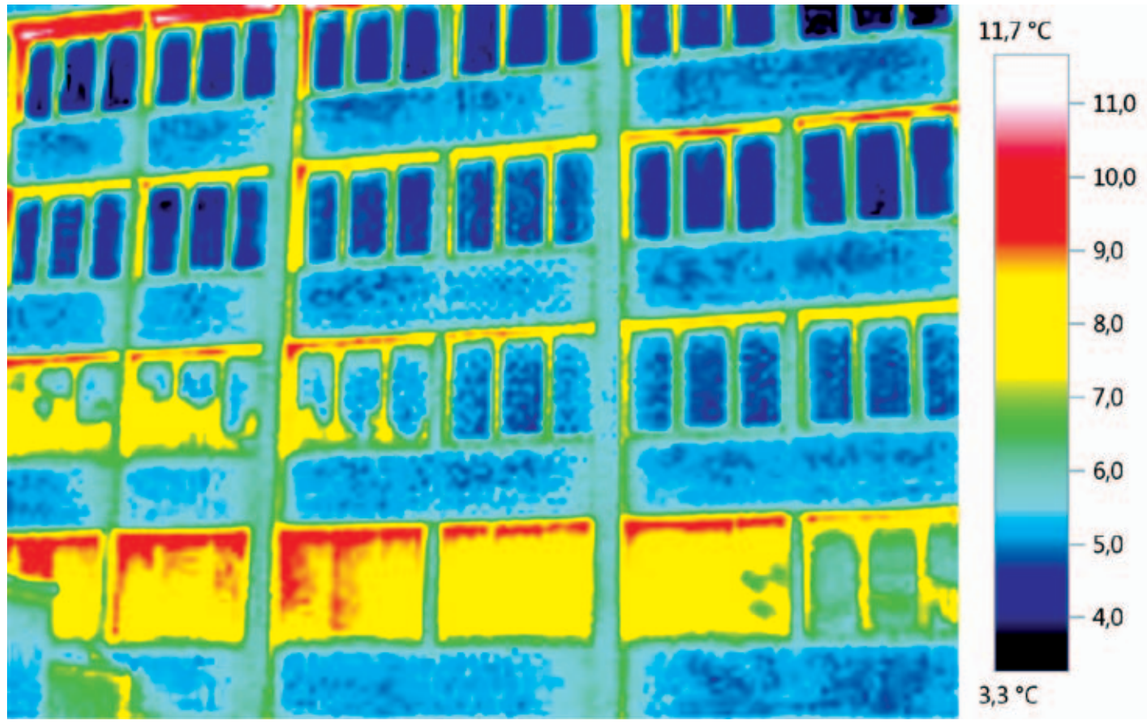
1 Celowy jest ciągły pomiar (monitoring) zużycia energii przez budynki (grupy budynków),

2 Analiza danych zużycia energii przez budynek pozwala na diagnostykę przyczyn zmian zużycia ciepła i wybór metody modernizacji,

3 Metoda profilu cieplnego budynku pozwala na określenie szczytowej mocy energetycznej na potrzeby grzewcze,

4 Systematyczne prowadzenie monitoringu prowadzi do oszczędności ciepła i kosztów,

5 Uzyskane wyniki wskazują na możliwości zastosowania analizy zużycia ciepła w budynkach z wykorzystaniem profilu cieplnego.




Zdjęcie: BAPE

# Zarządzanie energią

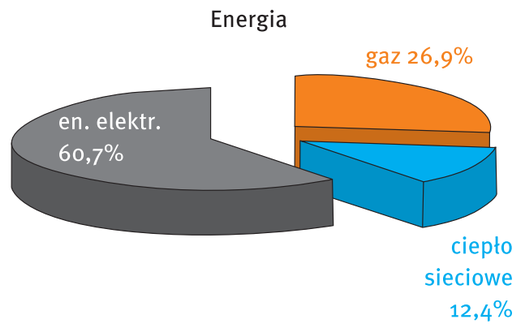
Efektywne gospodarowanie energią w zakładzie wymaga wdrożenia systemu zarządzania energią. System zarzadzania energią z jednej strony zapewni bezpieczeństwo zasilania w nośniki energii procesów technologicznych i  biektów, a z drugiej strony pozwoli na obniżenie zużycia nośników energii związanej z tym emisji oraz obniżenie kosztów energii.
Zwracamy uwagę na dwa składniki zarządzania energią.

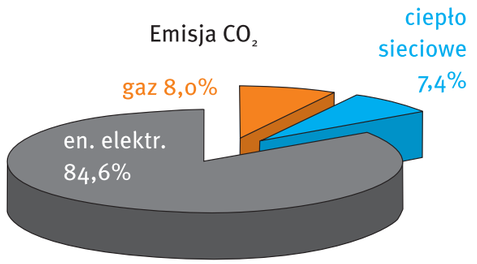
### 1. Monitorowanie zużycia energii i emisji

Monitorowanie zużycia energii i emisji jest niezbędnym elementem efektywnego gospodarowania energią w obiekcie i zakładzie. Przed rozpoczęciem modernizacji pozwala na odpowiednie planowanie przedsięwzięć i dobór nowych urządzeń i systemów. Składnikiem modernizacji powinno być uruchomienie pełnego systemu monitorowania zużycia energii, w tym dla głównych procesów, urządzeń i obiektów.
Cele i założenia dla systematycznego monitoringu obejmują:

- zbieranie, przetwarzanie i archiwizację danych z różnych źródeł, węzłów i punktów rozpływu nośników energii;
- wybór metody wizualizacji odczytów i wyników oraz nadzoru nad procesami i zużyciem energii;
- opracowanie charakterystyk zużycia energii powiązanych z funkcjonowaniem obiektu i procesami technologicznymi;
- opracowanie charakterystyk zużycia energii powiązanych z klimatem i czynnikami zewnętrznymi;
- prowadzenie monitoringu obejmującego:
  - utrzymywanie w sprawności urządzeń, transmisji danych i oprogramowania,
  - serwis czujników i aparatury,
  - zapewnienie legalizacji, cechowania i wzorcowania urządzeń i aparatury.

Poniżej przedstawiono przykładowe wyniki rocznego monitoringu zużycia energii i paliw w zakładzie. Na podstawie zużycia nośników energii określono emisje wynikające ze stosowania tych nośników.




### 2. Listy kontrolne

Zarządzenie energią wymaga systematycznego nadzoru funkcjonowania systemów oraz zachowania obsługi i użytkowników. Celowym jest stosowanie list sprawdzających dla poszczególnych obszarów nadzoru i wyciąganie na tej podstawie wniosków dla kolejnych działań bieżących, bez-kosztowych oraz przedsięwzięć inwestycyjnych.

Przykłady zagadnień do oceny i kierunek działań

| Problem | Powód, przyczyna | Działanie / uwagi |
|---|---|---|
| 1. Zredukowanie poziomu ogrzewania w niektórych obiektach? | Obiekty takie jak magazyny i korytarze oraz obszary gdzie panuje wysoki poziom aktywności fizycznej wymagają niższej temperatury. | Sprawdź nastawy.<br>Typowe ustawienia powinny być następujące:<br>biura 20°C<br>warsztaty 16°C<br>magazyny, itp. 10°C —12°C |
| 2. Czy pracownicy są zachęcani aby obniżać poziom ogrzewania swoich pomieszczeń kiedy jest zbyt gorąco zamiast otwierać okna lub drzwi? | Okna i drzwi są otwarte podczas włączonego ogrzewania.<br>Oszczędności w wysokości ok. 7% kosztów mogą być osiągnięte przy każdej redukcji temperatury o 1°C. | Użyj materiałów promocyjnych, takich jak plakaty, ulotki.<br>Wykorzystaj spotkania załogi aby zwiększyć świadomość dotyczącą kosztów energii. |
| 3. Czy upewniasz się, że powierzchnie grzejne i filtry w systemie wentylacji są czyszczone regularnie? | Zapchane filtry oraz brud na nagrzewnicach wentylatorowych: mniejsza wydajność i dłuższy okres nagrzewania.<br><br>Długie okresy nagrzewania mogą zachęcić załogę do używania dodatkowych przenośnych grzejników elektrycznych | Sprawdź czy wszystkie nagrzewnice wentylatorowe są wyposażone w filtry i czy są one utrzymane w czystości.<br><br>Sprawdź czy czyszczenie powierzchni grzejnych jest włączone do regularnych rutynowych prac porządkowych. |
| 4. Czy regularnie sprawdzasz czy zawory i regulatory ogrzewania i wentylacji pracują poprawnie? | Zablokowane zawory (oraz takie, które nie zostały zamknięte właściwie) spowodują wyższe koszty ogrzewania i dyskomfort załogi. | Sprawdź czy zawory z napędem odbywają pełną drogę od otwarcia do zamknięcia.<br><br>Upewnij się, że czynnik nie przepływa przez zamknięte zawory. |

www.bape.com.pl

Bałtycka Agencja Poszanowania
Energii Sp. z o.o.
ul. Budowlanych 31
80-298 Gdańsk

Tel./fax +48 58 347 55 35
E-Mail bape@bape.com.pl
Internet www.bape.com.pl

Projekt współfinansowany z programu Unii
Europejskiej „Inteligentna Energia dla Europy”