

Rozwiązania układy wentylacyjnych w ramach budynków pasywnych można uszeregować według następujących kryteriów:

- domy jednorodzinne -
  - układy zintegrowane (urządzenia kompaktowe CO, CWU, wentylacja),
  - centralki wentylacyjne (produkcja CO i CWU odrębnie),
- domy wielorodzinne/biura -
  - centralne układy wentylacyjne,
  - zdecentralizowane układy wentylacyjne,

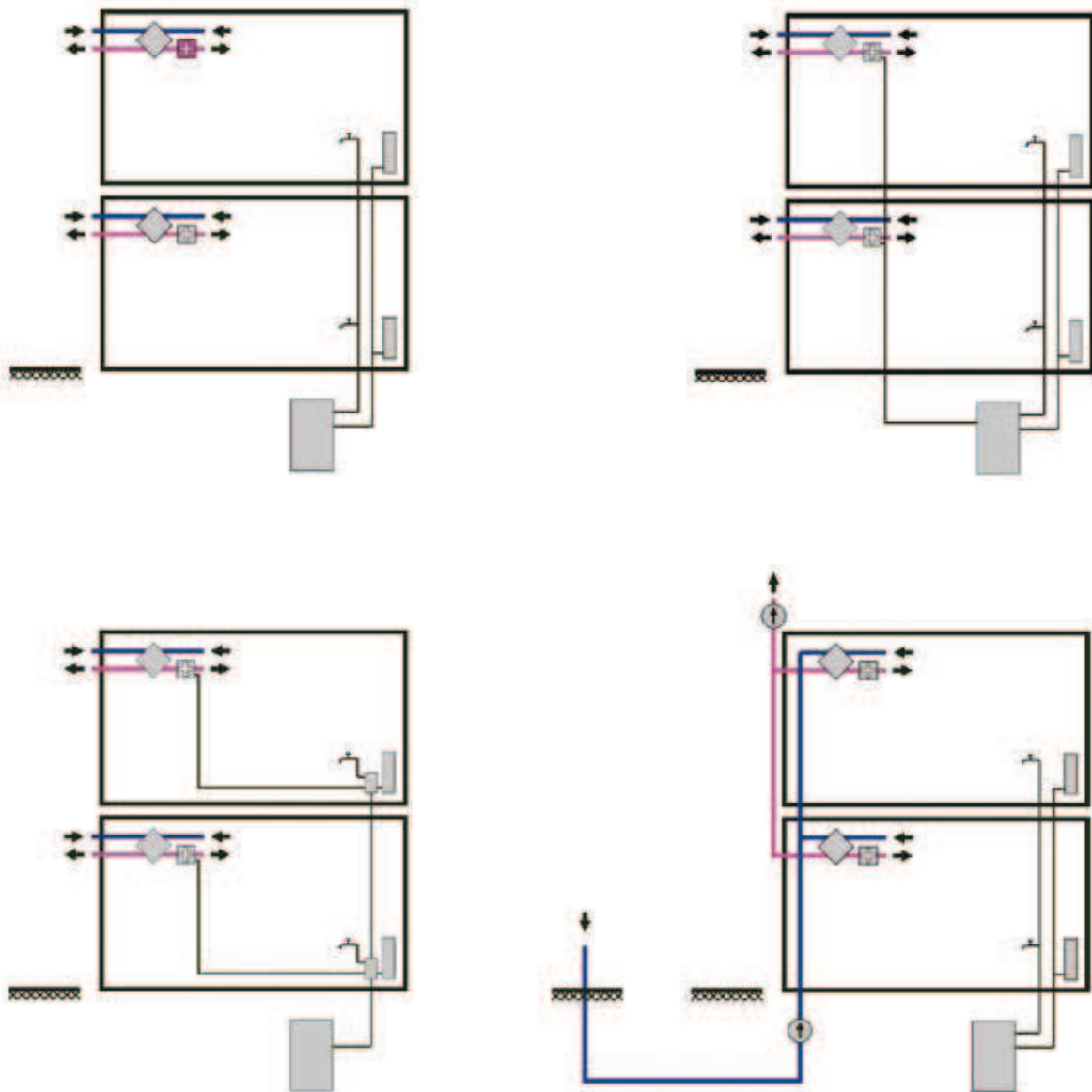
Kryteriami decydującymi o wyborze konkretnego systemu są między innymi:

- możliwości techniczne (budynek nowy/modernizowany);
- dostępność źródeł ciepła;
- układ funkcjonalny budynku.

Na rysunku 22 przedstawiono przykładowe rozwiązania układów wentylacyjnych w budynkach pasywnych mieszkalnych wielorodzinnych. W budynkach wykorzystywane są zdecentralizowane centralki wentylacyjne pracujące na powietrzu zewnętrznym lub korzystające ze wstępnie obrobionego powietrza. Istnieją także rozwiązania małych ściennych modułów wentylacyjnych z odzyskiem ciepła. Układy centralne umożliwiają wykorzystanie gruntowego wymiennika ciepła zarówno powietrznego jak i wodnego.

Indywidualne ścienne lub podsufitowe moduły wentylacyjne charakteryzują się następującymi parametrami:

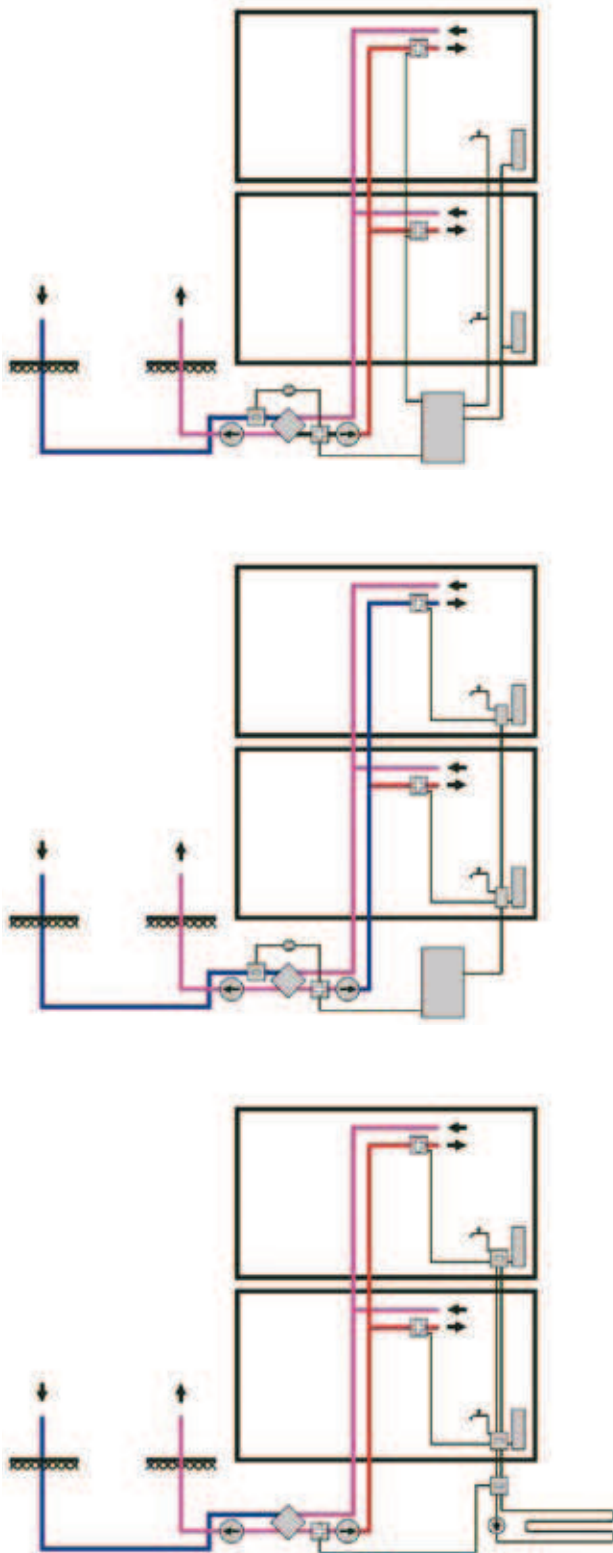
- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| • wymiennik przeciwprądowy | 75%                       |
| • czerpnia/wyrzutnia       | 2x $\varnothing 120$ mm   |
| • wymiary                  | 40x40x20 cm               |
| • strumień powietrza       | 15 ÷ 60 m <sup>3</sup> /h |



**Rys.22.** Przykładowe rozwiązania układów wentylacyjnych w budynkach pasywnych mieszkalnych wielorodzinnych



Każde mieszkanie wyposażone jest w 3 ÷ 4 moduły. Nawiew powietrza następuje bezpośrednio z kratki zlokalizowanej na module, bądź też poprzez krótki odcinek kanałowy. Koszt modułu to kwota rzędu 550 ÷ 770 €. Moduły umożliwiają indywidualne sterowanie strumieniem powietrza.



Utrudnieniem jest konieczność konserwacji urządzeń i prac eksploatacyjnych w mieszkaniach najemców.

Zdecentralizowane systemy wentylacyjne spotykane są także w szkołach o standardzie pasywnym. Powietrze nawiewane jest bezpośrednio z kratki zlokalizowanej na urządzeniu. Czerpnia i wyrzutnia są zintegrowane z prefabrykowanym elementem fasady budynku.

### Zakończenie

Instalacje wentylacyjne w budynkach pasywnych charakteryzują się wysokimi sprawnościami i jakością wykonania. Jest to niezbędne ze względu na bardzo wysokie wymagania energetyczne stawiane rozwiązaniom. Dodatkowo kryterium ograniczające całkowite zużycie energii pierwotnej przez budynek zmusza do wykorzystania rozwiązań o niskim zużyciu energii.

W aspekcie budownictwa wielorodzinnego proponowane są rozwiązania klasyczne charakteryzujące się niskimi stratami energii, a także systemy z modułami wentylacyjnymi. To ostatnie rozwiązanie może w przyszłości znaleźć zastosowanie także w termomodernizowanych budynkach tradycyjnych, gdyż w sposób nie zakłócający struktury funkcjonalnej budynku umożliwia rozwiązanie problemów związanych z eksploatacją wentylacji naturalnej.

Spełnienie jednego z podstawowych kryteriów – obciążenia grzewczego na poziomie 10 W/m<sup>2</sup>, umożliwia zastosowanie systemu powietrznego jako wspólnego układu wentylacji i ogrzewania zarazem. Dodatkowo w budynkach pasywnych można do w/w instalacji dołączyć również instalację przygotowania CWU. „Sercem” tak zintegrowanego układu instalacyjnego staje się kompaktowy agregat grzewczo-wentylacyjny. Rozwiązanie to ma wiele zalet:

- precyzyjne fabryczne wykonanie układu wentylacja-CO-CWU,
- niewielkie straty energii ze względu na zwartość i dobrą izolację obudowy,
- łatwość projektowania / doboru (krótki czas, niższe koszty),
- niższe koszty wykonawstwa ze względu na łatwość montażu/instalacji,
- kontrola zużycia mediów – opomiarowania zintegrowane,
- redukcja kosztów inwestycyjnych – tylko przyłącze elektryczne,
- możliwość chłodzenia budynku w okresie letnim.

Należy się spodziewać, iż obecnie wysoka cena urządzeń będzie maleć wraz ze wzrostem zainteresowania budownictwem pasywnym i produkcją sprzętu na większą skalę.

### Bibliografia

- [1] Dorer V., Breer D.: Residential mechanical ventilation systems: performance criteria and evaluations, Energy and Buildings, 27/1998
- [2] Pakiet do projektowania budynków pasywnych PHPP 2007 EN
- [3] Strona internetowa firmy drexel und weiss [www.drexel-weiss.de](http://www.drexel-weiss.de)
- [4] Strona internetowa Ingenieurbüro Prof. Dr. Harald Krause [www.btec-rosenheim.de](http://www.btec-rosenheim.de)
- [5] Strona internetowa Passivhaus Instytut [www.passiv.de](http://www.passiv.de)
- [6] Strona internetowa projektu CEPHEUS [www.cephus.de](http://www.cephus.de)
- [7] Strona internetowa firmy Viessmann, [www.viessmann.pl](http://www.viessmann.pl)

**Rys.22. cd.** Przykładowe rozwiązania układów wentylacyjnych w budynkach pasywnych mieszkalnych wielorodzinnych

*Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski*

# Dane klimatyczne do obliczeń energetycznych budynków

Piotr NAROWSKI \*)

W Polsce od kilku lat prowadzone są prace, których celem jest opracowanie metodyki obliczeń dla potrzeb systemu świadectw energetycznych budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej. Określenie metod obliczeniowych pozwalających określić charakterystyki energetycznej budynków jest jednym z podstawowych warunków wprowadzenia w życie w Polsce Dyrektywy 2002/91/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 16 grudnia 2002 r. Dokument ten zobowiązuje państwa członkowskie Unii Europejskiej do wprowadzenia prawa wnoszącego obowiązek wykonywania świadectw energetycznych dla budynków i mieszkań oddawanych do eksploatacji, poddawanych renowacji oraz podlegających obrotowi na rynku nieruchomości.

Opracowana metodyka wyznaczania oceny energetycznej budynków niezależnie od jej końcowej postaci będzie musiała uwzględniać w swych obliczeniach roczne zapotrzebowanie energii cieplnej i ewentualnie chłodniczej niezbędnej do zapewnienia wymaganego komfortu cieplnego w analizowanym budynku. Aktualnie rozpatrywana przez Ministerstwo Infrastruktury propozycja metod obliczeniowych jest oparta o miesięczne bilanse cieplne w przypadku mieszkań i budynków mieszkalnych bez systemu chłodzenia oraz o uproszczoną godzinową metodę symulacji energetycznej dla budynków użyteczności publicznej i budynków mieszkalnych wyposażonych w instalację chłodniczą. Obie metody obliczeniowe oparte o normę PN-EN ISO 13790:2008(U) opisane zostały w przedłożonym 30 czerwca 2008 w Ministerstwie Infrastruktury projekcie rozporządzenia w sprawie metod obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Poprawne wykorzystanie obu metod obliczeniowych wymaga zastosowania typowych lat meteorologicznych i statystycznych danych klimatycznych dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków.

W ostatnich dniach lipca bieżącego roku na stronie internetowej Ministerstwa Infrastruktury ([www.mi.gov.pl](http://www.mi.gov.pl)) w części dotyczącej świadectw energetycznych budynków, zostały zamieszczone pliki zawierające typowe lata meteorologiczne oraz opracowane na ich podstawie dane statystyczne i dane klimatyczne dla obszaru Polski. Zostały one przygotowane dla potrzeb obliczeń energetycznych w budownictwie ze szczególnym uwzględnieniem proponowanej w rozporządzeniu metody obliczeniowej opartej o uproszczone obliczenia godzinowe. Dane te mogą być wykorzystane w obliczeniach charakterystyk energetycznych budynków i lokali mieszkalnych oraz sporządzania świadectw energetycznych, a także w auditingu energetycznym oraz w pracach projektowych i symulacjach energetycznych budynków i lokali mieszkalnych wykonywanych zawodowo lub w pracach naukowo-badawczych.

\*) dr inż. Piotr NAROWSKI – Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska

## Przegląd norm europejskich

Normy europejskie dotyczące metod wyznaczania danych klimatycznych i sposobów ich prezentacji to zestaw 6 norm: EN ISO 15927 1 - 6 o wspólnym tytule „Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe budynków – Obliczanie i prezentacja danych klimatycznych”

Poniżej podano oryginalne tytuły tych norm:

- EN ISO 15927-1 “Monthly means of single meteorological elements”,
- EN ISO 15927-2 “Data for design cooling loads and risk of overheating”,
- EN ISO 15927-3 “Calculation of driving rain index for vertical surfaces from hourly wind and rain data”,
- EN ISO 15927-4 “Data for assessing the annual energy for heating and cooling”,
- EN ISO 15927-5 “Winter external design air temperatures and related wind data”,
- EN ISO 15927-6 “Accumulated temperature differences for assessing energy use in space heating”.

Trzy części tej normy zostały przyjęte w Polsce:

- PN-EN ISO 15927-1:2005 „Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe budynków – Obliczanie i prezentacja danych klimatycznych – Część 1: Średnie miesięczne niezależnych parametrów meteorologicznych”,
- PN-EN ISO 15927-4:2005 (U) „Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe budynków – Obliczanie i prezentacja danych klimatycznych – Część 4: Dane godzinowe do oceny rocznej energii do ogrzewania i chłodzenia”,
- PN-EN ISO 15927-5:2005 (U) „Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe budynków – Obliczanie i prezentacja danych klimatycznych – Część 5: Dane do projektowania ciepła do ogrzewania”.

Część czwarta i piąta normy została przyjęta metodą uznaniową, co oznacza, że przetłumaczono na język polski tylko ich okładki, natomiast treść norm pozostała w oryginale. Wyszczególnione powyżej normy nie zawierają danych klimatycznych służących do obliczeń energetycznych dla budownictwa. Zawierają one jedynie opis niezbędnych meteorologicznych

danych źródłowych, metody wyznaczania poszczególnych parametrów oraz sposoby prezentacji obliczonych danych klimatycznych dla potrzeb obliczeń energetycznych w budownictwie.

W normie PN-EN ISO 15927-1:2005 omówiono procedurę obliczania i prezentacji niezależnych średnich miesięcznych parametrów klimatu: temperatura powietrza, wilgotność powietrza, prędkość wiatru, opady, promieniowanie słoneczne i promieniowanie długofalowe.

Norma PN-EN ISO 15927-4:2005 (U) zawiera procedurę wyznaczania typowego roku meteorologicznego dla potrzeb obliczania średniego rocznego zapotrzebowania na energię dla ogrzewania i chłodzenia budynku. Omówiona metodologia może być zastosowana do wyznaczania typowych lat meteorologicznych na podstawie innych statystyk. Metodologia przedstawiona w normie nie pozwala na wyznaczanie ciągów danych reprezentujących lata o ekstremalnych lub prawie ekstremalnych wartościach.

Norma PN-EN ISO 15927-5:2005 (U) przedstawia definicję, metodę obliczeń i prezentacji danych klimatycznych do określania zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania budynków. Obejmuje ona obliczeniowe zimowe temperatury powietrza zewnętrznego oraz współwystępujące prędkości i kierunki wiatru.

### Rodzaje typowych lat meteorologicznych

Klimat zewnętrzny, w sposób oczywisty, wpływa na parametry komfortu cieplnego w ogrzewanym lub chłodzonym budynku oraz na jego zużycie energii cieplnej lub chłodniczej. Chcąc przeprowadzać dokładne obliczenia tego zużycia należy dysponować odpowiednim modelem obliczeniowym oraz typowym rocznym ciągiem danych meteorologicznych dla danej miejscowości. W zależności od jakości i dokładności modelu matematycznego umożliwiającego zużycie energii przez budynek będzie on wymagał różnej ilości parametrów meteorologicznych do obliczeń. Zbiór godzinowych parametrów meteorologicznych dla całego roku kalendarzowego reprezentatywny dla klimatu określonej miejscowości nazywa się typowym rokiem meteorologicznym. Łatwo obliczyć, że zbiór taki będzie posiadał 8760 rekordów danych zawierających od kilku do kilkunastu parametrów meteorologicznych. Typowy rok meteorologiczny to albo roczny ciąg danych wybrany spośród wielolecia albo kombinacja miesięcznych ciągów danych wybranych spośród danych wieloletnich.

Na świecie opracowano wiele rodzajów typowych lat meteorologicznych. Najpopularniejsze i najchętniej stosowane z nich to:

- rok odniesienia ASHRAE – TRY,
- meteorologiczny rok odniesienia dla obliczeń energetycznych – WYEC2,
- typowy rok meteorologiczny dla obliczeń energetycznych – TMY2,
- typowy rok meteorologiczny wg EN ISO 15974-4 – ISO.

W 1970 r stowarzyszenie ASHRAE zaproponowało do obliczeń energetycznych typowy rok meteorologiczny TRY – „Typical Reference Year”. Dane te powstają z ciągu kilkudziesięciu lat obserwacji meteorologicznych. Wybiera się z nich jeden rzeczywisty rok danych pomiarowych eliminując spośród wielolecia lata o ekstremalnych wartościach średnich miesięcznych temperatury. Spośród ciągu lat branych pod uwagę należy wybrać ten rok, który jest najłagodniejszy i ma najmniejszą liczbę ekstremalnych wartości średnich miesięcznych temperatury powietrza. Metoda ta jest bardzo prosta i szybka w obliczeniach.

Meteorologiczny rok odniesienia o nazwie „Weather Year for Energy Calculations, Version 2” – WYEC2 został opracowany dla ASHRAE przez

Watsun Simulation Laboratory. Roczny ciąg danych pogodowych dla obliczeń energetycznych tworzony jest z 12 miesięcy wybranych z okresu minimum 30 lat obserwacji meteorologicznych dla danej lokalizacji. Poszczególne miesiące wybierane są poprzez porównanie statystyczne pojedynczego miesiąca z wartościami wieloletnimi. Złożony indeks porównawczy dla poszczególnych miesięcy obliczany jest jako funkcja wagowa z wartości średniej dziennego natężenia promieniowania słonecznego, wartości średniej, minimalnej i maksymalnej termometru suchego, wartości średniej, minimalnej i maksymalnej temperatury punktu rosy oraz wartości średniej i maksymalnej prędkości wiatru.

**Tabela 1.** Wagi indeksu złożonego meteorologicznego roku odniesienia – WYEC2

Parametr	$t_{a(max)}$	$t_{a(min)}$	$\bar{t}_a$	$t_{r(max)}$	$t_{r(min)}$	$\bar{t}_r$	$v_{w(max)}$	$\bar{v}_w$	$q$
Waga [%]	5	5	30	2,5	2,5	5	5	5	40

Typowy rok meteorologiczny dla obliczeń energetycznych o nazwie „Typical Meteorological Year, Version 2” –TMY2 został opracowany przez National Renewable Energy Laboratory. Roczny ciąg danych pogodowych dla obliczeń energetycznych tworzony jest z 12 miesięcy wybranych z okresu minimum 30 lat obserwacji meteorologicznych dla danej lokalizacji. Poszczególne miesiące wybierane są poprzez porównanie statystyczne pojedynczego miesiąca z wartościami wieloletnimi. Złożony indeks porównawczy dla poszczególnych miesięcy obliczany jest jako funkcja wagowa z wartości średniej dziennego sumy całkowitego natężenia promieniowania słonecznego, średniej dziennej sumy bezpośredniego natężenia promieniowania słonecznego, wartości średniej, minimalnej i maksymalnej termometru suchego, wartości średniej, minimalnej i maksymalnej temperatury punktu rosy oraz wartości średniej i maksymalnej prędkości wiatru.

**Tabela 2.** Wagi indeksu złożonego typowego roku meteorologicznego – TMY2

Parametr	$t_{a(max)}$	$t_{a(min)}$	$\bar{t}_a$	$t_{r(max)}$	$t_{r(min)}$	$\bar{t}_r$	$v_{w(max)}$	$\bar{v}_w$	$It$	$Id$
Waga [%]	5	5	10	5	5	10	5	5	25	25

Typowy rok meteorologiczny dla obliczeń energetycznych ISO został opracowany przez International Organization for Standardization przez CEN jako norma EN ISO 15927-4 „Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data – Part 4 Data for assessing the annual energy for cooling and heating systems. Roczny ciąg danych pogodowych dla obliczeń energetycznych tworzony jest z 12 miesięcy wybranych z okresu minimum 10 lat obserwacji meteorologicznych dla danej lokalizacji. Wybór miesiąca przeprowadza się poprzez wyznaczenie z wielolecia trzech miesięcy, dla których suma statystyk Finkelsteina-Schafera dla natężenia całkowitego promieniowania słonecznego, temperatury termometru suchego i wilgotności względnej jest najmniejsza. Spośród tych trzech miesięcy jako najlepszy wybiera się ten, dla którego odchylenie średniej prędkości wiatru od miesięcznej średniej wieloletniej jest najmniejsze.

W czasie opracowywania danych klimatycznych do obliczeń energetycznych dla Polski autor niniejszego artykułu opracował dwa dodatkowe rodzaje danych meteorologicznych do obliczeń w budownictwie:

- rok odniesienia dla najcieplejszego lata – HSY,
- rok odniesienia dla najchłodniejszej zimy – CWY.

W celu wyznaczenia roku odniesienia dla najcieplejszego lata o nazwie – „Hottest Summer Year” – HSY, z ciągu kilkudziesięciu lat obserwacji wybiera się jeden rzeczywisty rok danych pomiarowych opierając się na obliczanych średnich miesięcznych temperaturach termometru suchego. W metodzie tej porównuje się średnie miesięczne temperatury lipca i sierpnia i wybiera się rok z wartościami ekstremalnymi dla tych miesięcy. Wyznaczony w ten sposób rok meteorologiczny może służyć do symulacji energetycznej budynków w okresach najcieplejszych.

Rok odniesienia dla najchłodniejszej zimy „Coldest Winter Year” – CWY wyznacza się analogicznie jak rok HSY wybierając się jeden rzeczywisty rok danych pomiarowych. W metodzie tej porównuje się średnie miesięczne temperatury stycznia i lutego i wybiera się rok z wartościami ekstremalnymi dla tych miesięcy. Wyznaczony w ten sposób rok meteorologiczny może służyć do symulacji energetycznej budynków w okresach najzimniejszych w okresach wieloletnich. Cechą charakterystyczną tego roku odniesienia jest to, że zawiera on cały sezon ogrzewczy, czyli zaczyna się od 1 lipca poprzedzającego zimę roku i kończy się 30 czerwca roku następnego.

### Dane źródłowe

Z bazy danych IMiGW wygenerowane zostały zbiory danych niezbędne do wyznaczenia typowych lat meteorologicznych i zagregowanych danych klimatycznych dla potrzeb analiz i symulacji energetycznych budynków. Wygenerowane zbiory zawierały dane źródłowe z okresu trzydziestu lat począwszy od roku 1971, a skończywszy na roku 2000, dla stacji meteorologicznych z obszaru Polski posiadających ciągi danych terminowych co najmniej 3-godzinne z okresu co najmniej 10 lat. Z pośród 61 stacji, dla których zostały wygenerowane dane źródłowe, 43 stacje posiadają pełne ciągi danych dla 30 lat. Dla pozostałych 19 stacji meteorologicznych długości ciągów danych źródłowych wynoszą od 11 do 29 lat, z tym, że nie zawsze są to kolejne lata. Wygenerowane dane źródłowe zawierały dane obserwacyjne godzinowe lub 3-godzinowe. W przypadku danych obserwacyjnych o 8 terminach w ciągu doby przeprowadzono interpolację w celu wyznaczenia danych godzinowych. Wszelkie dalsze analizy ciągłości i spójności danych wykonywane były podczas wyznaczania typowych lat meteorologicznych. Dane źródłowe wykorzystane do wyznaczenia typowych lat meteorologicznych i parametrów statystycznych oraz zagregowanych danych klimatycznych zawierały następujące mierzone lub obserwowane parametry meteorologiczne:

- kod stacji,
- rok,
- miesiąc,
- dzień,
- godzina,
- zachmurzenie ogólne,
- zachmurzenie w czterech warstwach chmur (od chmur niskich do chmur wysokich),
- kierunek wiatru,
- prędkość wiatru,
- opad za 6 godzin,
- temperatura termometru suchego,
- wilgotność względna powietrza,
- ciśnienie barometryczne,

- parametr pogody bieżącej,
- parametr pogody ubiegłej,
- wartości promieniowania całkowitego na powierzchnię poziomą.

Dane te w postaci plików tekstowych zawierających 30 lat x 8760 godzin = 262800 linii z 16 parametrami stanowiły punkt wyjścia do wyznaczenia typowych lat meteorologicznych i zagregowanych danych klimatycznych. W czasie obróbki źródłowych danych meteorologicznych w zależności od rodzaju wyznaczanego rodzaju typowego roku meteorologicznego odrzucano ciągi roczne lub miesięczne, w których znajdowały się długie okresy nieciągłości lub braków obserwacji meteorologicznych. Krótsze kilku lub kilkunastogodzinne przerwy w danych źródłowych interpolowano przy pomocy krzywych sklejących trzeciego stopnia.

### Typowe lata meteorologiczne dla Polski

W wyniku przetworzenia źródłowych danych meteorologicznych za pomocą programu TMY.EXE otrzymano 61 stacji x 6 rodzajów = 366 plików z typowymi latami meteorologicznymi według standardu TRY, HSY, CWY, WYEC2, TWY2 i ISO zawierających źródłowe dane meteorologiczne z parametrami podanymi powyżej.

W tabeli 3 zestawiono numery stacji meteorologicznych, dla których wyznaczane były typowe lata meteorologiczne. Znakiem (\*) wyróżniono typowe lata meteorologiczne dla stacji meteorologicznych, które nie posiadają pełnych 30-letnich danych pomiarowych. Kolorem czerwonym wyszczególniono numery lat kalendarzowych z danymi pomiarowymi, które były wykorzystane przy opracowaniu typowych lat meteorologicznych dla tych miejscowości. Obliczenia symulacji energetycznej budynków przeprowadzone na podstawie tych danych mogą być obarczone błędem i nie należy ich uznawać w pełni za reprezentatywne. W przypadku wątpliwości lub obliczeń wymagających dużej wiarygodności należy wybrać najbliższą stację meteorologiczną, dla której typowe lata meteorologiczne opracowano na podstawie pełnych 30-letnich ciągów pomiarowych. Należy zwrócić szczególną uwagę w przypadku wykorzystywania typowych lat meteorologicznych opracowanych na podstawie ciągów pomiarowych, krótszych niż 20 lat.

W wyniku obliczeń otrzymano również 61 plików pomocniczych, w których zapisano statystyki na podstawie, których dokonano wyboru poszczególnych miesięcy lub lat dla typowych lat meteorologicznych. Wyznaczone w ten sposób typowe lata meteorologiczne posłużyły do wygenerowania przy pomocy programu MIPEXE plików typowych lat meteorologicznych z rozszerzonymi danymi meteorologicznymi. Parametry znajdujące się w wersji rozszerzonej typowych lat meteorologicznych, które nie pochodzą z obserwacji meteorologicznych zostały wyznaczone na podstawie odpowiednich modeli matematycznych i równań termodynamicznych wilgotnego powietrza. Poniżej w tabelach zestawiono nagłówki plików oraz pola danych meteorologicznych w formacie rozszerzonym dla typowych lat meteorologicznych dla obszaru Polski. W przypadku typowych lat meteorologicznych zbudowanych z miesięcy wybieranych z różnych lat kalendarzowych np. ISO, przeprowadzono interpolację krzywymi sklejanymi 3-stopnia wszystkich parametrów meteorologicznych dla ośmiu ostatnich godzin ostatniej doby poprzedniego miesiąca i ośmiu pierwszych godzin pierwszej doby następnego miesiąca.



**Tabela 3.** Zestawienie stacji meteorologicznych z terenu Polski, dla których wygenerowano zbiory danych źródłowych oraz opracowano parametry statystyczne oraz typowe lata dla obliczeń energetycznych budynków.

Lp.	Nr stacji	Nazwa stacji	Szerokość geograficzna	Długość geograficzna	Dane źródłowe z lat:
1	100	Kołobrzeg (*)	540 11' N	150 35' E	1971 - 1993
2	105	Koszalin	540 12' N	160 09' E	1971 - 2000
3	115	Ustka (*)	540 35' N	160 52' E	1971 - 1991, 1998 - 2000
4	120	Łeba	540 45' N	170 32' E	1971 - 2000
5	125	Lębork (*)	540 33' N	170 45' E	1971 - 1993
6	135	Hel	540 36' N	180 49' E	1971 - 2000
7	140	Gdańsk Port Północny (*)	540 24' N	180 42' E	1987 - 2000
8	160	Elbląg	540 10' N	190 26' E	1971 - 2000
9	185	Kętrzyn (*)	540 04' N	210 22' E	1971 - 1992, 1998 - 2000
10	195	Suwałki	540 08' N	220 57' E	1971 - 2000
11	200	Świnoujście	530 55' N	140 14' E	1971 - 2000
12	205	Szczecin Dąbie	530 24' N	140 37' E	1971 - 2000
13	210	Resko (*)	530 46' N	150 25' E	1971 - 1991
14	215	Szczecinek (*)	530 43' N	160 41' E	1972 - 1992
15	230	Piła	530 08' N	160 45' E	1971 - 2000
16	235	Chojnice	530 43' N	170 33' E	1971 - 2000
17	240	Bydgoszcz (*)	530 06' N	170 58' E	1971 - 1981
18	250	Toruń	530 03' N	180 35' E	1971 - 2000
19	270	Mława	530 06' N	200 21' E	1971 - 2000
20	272	Olsztyn	530 46' N	200 25' E	1971 - 2000
21	280	Mikołajki (*)	530 47' N	210 35' E	1971 - 1980
22	285	Ostrołęka (*)	530 04' N	210 23' E	1971 - 1992
23	295	Białystok	530 06' N	230 10' E	1971 - 2000
24	300	Gorzów Wlkp.	520 45' N	150 17' E	1971 - 2000
25	310	Stubice (*)	520 21' N	140 36' E	1971 - 1993
26	330	Poznań	520 25' N	160 51' E	1971 - 2000
27	345	Koło	520 12' N	180 40' E	1971 - 2000
28	360	Płock Trzepowo	520 35' N	190 44' E	1971 - 2000
29	375	Warszawa Okęcie	520 10' N	200 58' E	1971 - 2000
30	385	Siedlce	520 15' N	220 15' E	1971 - 2000
31	399	Terespol	520 04' N	230 37' E	1971 - 2000
32	400	Zielona Góra	510 56' N	150 32' E	1971 - 2000
33	415	Legnica	510 12' N	160 12' E	1971 - 2000
34	418	Leszno Strzyżewice	510 51' N	160 32' E	1978 - 2000
35	424	Wrocław	510 06' N	160 53' E	1971 - 2000
36	435	Kalisz	510 47' N	180 05' E	1971 - 2000
37	455	Wieluń	510 13' N	180 34' E	1971 - 2000
38	465	Łódź Lublinek	510 44' N	190 24' E	1971 - 2000
39	469	Sulejów	510 21' N	190 52' E	1971 - 2000
40	495	Lublin Radawiec	510 13' N	220 24' E	1971 - 2000
41	497	Włodawa	510 33' N	230 32' E	1971 - 2000
42	500	Jelenia Góra	500 54' N	150 48' E	1971 - 2000
43	510	Śnieżka	500 44' N	150 44' E	1971 - 2000
44	520	Kłodzko	500 26' N	160 37' E	1971 - 2000
45	530	Opole (*)	500 38' N	170 58' E	1971-1991, 1994 - 2000
46	540	Racibórz Studzienna	500 03' N	180 12' E	1971 - 2000
47	550	Częstochowa (*)	500 49' N	190 06' E	1971 - 1991
48	560	Katowice	500 14' N	190 02' E	1971 - 2000
49	566	Kraków Balice	500 05' N	190 48' E	1971 - 2000
50	570	Kielce Suków	500 49' N	200 42' E	1971 - 2000
51	575	Tarnów (*)	500 02' N	200 59' E	1971 - 1993
52	580	Rzeszów-Jasionka	500 06' N	220 03' E	1971 - 2000
53	585	Sandomierz	500 42' N	210 43' E	1971 - 2000
54	595	Zamość (*)	500 42' N	230 15' E	1971 - 1999
55	600	Bielsko-Biała	490 48' N	190 00' E	1971 - 2000
56	625	Zakopane	490 18' N	190 58' E	1971 - 2000
57	650	Kasprowy Wierch	490 14' N	190 59' E	1971 - 2000
58	660	Nowy Sącz (*)	460 37' N	200 42' E	1971 - 1994, 1998 - 2000
59	670	Krosno (*)	490 43' N	210 46' E	1985 - 2000
60	690	Lesko	490 28' N	220 21' E	1971 - 2000
61	695	Przemyśl (*)	490 48' N	220 46' E	1971 - 1991

Tabela 4. Opis nagłówka plików rozszerzonych typowych lat meteorologicznych.

Nr pola	Nazwa	Jednostka	Format
1	typ danych meteorologicznych [wec, tmy, cw, hsy, tmy, iso]	brak	C3
2	skrótowy kod stacji WMO	wg tab. 1	I3
3	nazwa miejscowości	brak	zmienny
4	szerokość geograficzna północna	stopnie	F10.7
5	długość geograficzna wschodnia	stopnie	F10.7
6	wysokość nad poziomem morza	m	I4
7	strefa czasowa od 0 na wschód	brak	I1
8	liczba dni danych meteorologicznych po 24 rekordy	brak	I3
9	nr wersji pliku danych meteorologicznych	brak	I1

Tabela 5. Opis rekordu rozszerzonych typowych lat meteorologicznych.

Nr pola	Nazwa	Jednostka	Format
1	numer godziny	brak	I4
2	<b>rok</b>	brak	I4
3	<b>miesiąc</b>	brak	I2
4	<b>dzień</b>	brak	I2
5	<b>godzina</b>	brak	I2
6	<b>temperatura termometru suchego</b>	°C	F8.3
7	temperatura termometru mokrego	°C	F8.3
8	temperatura punktu rosy	°C	F8.3
9	<b>wilgotność względna</b>	%	F6.1
10	zawartość wilgoci	g/kg	F7.3
11	gęstość powietrza	kg/m <sup>3</sup>	F6.3
12	<b>ciśnienie barometryczne</b>	hPa	F7.1
13	<b>prędkość wiatru</b>	m/s	F5.1
14	<b>kierunek wiatru w 36 sektorach</b>	wg klucza Synop FM-12	I3
15	<b>zachmurzenie ogólne</b>	wg klucza Synop FM-12	I2
16	<b>pogoda bieżąca</b>	wg klucza Synop FM-12	I2
17	<b>pogoda ubiegła</b>	wg klucza Synop FM-12	I2
18	flaga opadu deszczu	0/1	I1
19	flaga opadu śniegu	0/1	I1
20	rodzaj opadu	wg klucza Synop FM-12	I1
21	<b>wielkość opadu</b>	mm/h	F6.4
22	<b>całkowite natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą</b>	W/m <sup>2</sup>	F6.1
23	bezpośrednie natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą	W/m <sup>2</sup>	F6.1
24	rozproszone natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą	W/m <sup>2</sup>	F6.1
25	temperatura promieniowania nieboskłonu	°C	F8.3
26	azymut Słońca	rad	F6.1
27	wysokość Słońca	rad	F6.1
28...	całkowite natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię o orientacji N, NE, E, SE, S, SW, W, NW oraz pochyleniu do poziomu 30°, 45°, 60°, 90°	W/m <sup>2</sup>	F5.1

W tabeli 5 kolorem szarym zaznaczono parametry meteorologiczne udostępnione w plikach typowych lat meteorologicznych zamieszczonych na stronie Ministerstwa Infrastruktury. Drukiem wytłuszczonym wskazano parametry meteorologiczne pochodzące z obserwacji. Pozostałe wielkości zostały obliczone na podstawie danych pomiarowych, termodynamiki wilgotnego powietrza, geometrii słonecznej oraz modeli natężenia promieniowania słonecznego.

Zawarte w plikach typowych lat meteorologicznych dane przygotowane zostały do wykorzystania w algorytmie uproszczonej godzinowej 5R1C metody symulacji energetycznej budynków jedno- i wielostrefowych opisanym w normie **PN-EN ISO 13790:2008(U)**. Metoda ta została także opisana w projekcie rozporządzenia dotyczącym metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków. Zamieszczone w plikach natężenia całkowitego promieniowania słonecznego dla ośmiu kierunków geograficznych i pięciu pochyłości mogą być wykorzystane w obliczeniach metody godzinowej w celu zmniejszenia ilości obliczeń związanych z geometrią słoneczną ale należy pamiętać, że popełnia się błąd związany z przybliżaniem orientacji i pochylenia rzeczywistych przegród budynku. Dodatkowo należy pamiętać, że wyznaczone natężenia promieniowania dla powierzchni o podanych kierunkach i pochyleniach zostały wyznaczone na podstawie prostego modelu matematycznego, w którym nie uwzględnia się odbijania i rozpraszania promieniowania słonecznego przez grunt i otoczenie budynku oraz przyjmuje się, że rozproszone promieniowanie słoneczne dociera do każdej płaszczyzny z całej półsfery. Z tego powodu danych tych nie należy stosować w zaawansowanych systemach symulacji energetycznej. Wszystkie pozostałe dane obliczane z danych pomiarowych zostały wyznaczone na podstawie najnowszych dostępnych modeli matematycznych i mogą stanowić dane wejściowe dla różnych systemów obliczeniowych wykorzystywanych w obliczeniach energetycznych w budownictwie.

Zamieszczone na stronie internetowej Ministerstwa Infrastruktury typowe lata meteorologiczne są podzbiorem pełnego zestawu plików. Spośród sześciu rodzajów plików dla każdej stacji meteorologicznej udostępniono dane typowego roku meteorologicznego opracowane na podstawie normy **PN-EN ISO 15927-4:2005(U)** z ograniczoną liczbą parametrów dla potrzeb uproszczonej metody godzinowej zamieszczonej w projekcie rozporządzenia dotyczącego metodyki wyznaczania charakterystyki



energetycznej budynku. Parametry meteorologiczne, które zostały zamieszczone w plikach udostępnionych przez Ministerstwo Infrastruktury zostały wyróżnione w powyższej tabeli w postaci szarego tła wierszy. Dane typowych lat meteorologicznych znajdują się w plikach tekstowych, których nazwa posiada następujący format **wmo12\*\*\*0iso.txt**. Znaki **\*\*\*** w nazwie pliku odpowiadają numerowi stacji meteorologicznej. Na przykład plik **wmo123750iso.txt** to plik zawierający dane typowego roku meteorologicznego dla stacji Warszawa-Okęcie (numer stacji - 375) obliczony w oparciu o normę ISO. Wszystkie pliki danych typowych lat meteorologicznych zostały skompresowane do archiwów ZIP, których nazwy to **wmo12\*\*\*0iso.zip**. Zaleca się pobieranie plików skompresowanych, ze względu na znacznie mniejszą objętość pobieranych plików.

### Statystyki miesięczne typowych lat meteorologicznych

Metody miesięczne wyznaczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia budynków wymagają danych klimatycznych w postaci statystyk miesięcznych podstawowych parametrów meteorologicznych danej lokalizacji. W tabelach poniżej przedstawiono nagłówki plików z danymi statystycznymi. Analogicznie do plików zawierających typowe lata meteorologiczne nazwa pliku ma format **wmo12\*\*\*0iso\_stat.txt**, gdzie znaki **\*\*\*** zastępowane są numerem stacji meteorologicznej. Pliki danych statystycznych zawierają średnie,

**Tabela 6.** Opis nagłówka plików miesięcznych statystyk typowych lat meteorologicznych

Nr pola	Nazwa	Jednostka	Format
1	typ danych meteorologicznych [wec, tmy, cw, hsy, tmy, iso]	brak	C3
2	skrótowy kod stacji WMO	wg tab. 1	I3
3	nazwa miejscowości	brak	zmienny
9	nr wersji pliku danych meteorologicznych	brak	I1

minimalne i maksymalne miesięczne wartości temperatury termometru suchego oraz sumy natężenia promieniowania słonecznego całkowitego, bezpośredniego i rozproszonego na powierzchnię poziomą oraz sumy natężenia całkowitego promieniowania dla wybranych orientacji i pochyłeń przegród budowlanych. Wszystkie wartości zawarte w plikach danych statystycznych zostały wyznaczone na podstawie danych zawartych w plikach typowych lat meteorologicznych. Miesięczne statystyki typowych lat meteorologicznych wykorzystywane są w metodzie miesięcznej wyznaczania zapotrzebowania na ciepło lub chłód w budynkach opisanej w normie **PN-EN ISO 13790:2008(U)**. Należy tu zaznaczyć, że metoda godzinowa wymaga określenia zysków ciepła promieniowania słonecznego dla wszystkich powierzchni zewnętrznych budynku o określonej przestrzennej lokalizacji. Wynika z tego, że obliczenia sumy natężenia promieniowania słonecznego dla wszystkich przegród zewnętrznych budynku należy przeprowadzać

w każdym przypadku. W celu zmniejszenia ilości obliczeń do plików danych statystycznych dodano obliczone miesięczne sumy natężenia promieniowania słonecznego dla ośmiu głównych kierunków geograficznych i pięciu pochyłeń płaszczyzn. Wielkości te można przyjmować do obliczeń w metodach miesięcznych pamiętając o tym, że popelnia się błąd w stosunku do obliczeń dokładnych. Zawsze korzystając z tych danych należy przyjmować kierunek i pochylenie najbliższe rzeczywistej orientacji i nachyleniu określonej przegrody analizowanego budynku.

Dodatkowo każdy plik ze statystykami typowego roku meteorologicznego zawiera następujące parametry:

- średnia roczna temperatura termometru suchego, °C,
- minimalnej średnia miesięczna temperatura termometru suchego, °C,
- maksymalna średnia miesięczna temperatura termometru suchego, °C,
- roczna amplituda średniej miesięcznej temperatury termometru suchego, °C.

Dane te niezbędne są do wyznaczania temperatury gruntu na różnych głębokościach i w dowolnej godzinie roku za pomocą znanych modeli matematycznych. Wykorzystanie tych modeli umożliwia określenie temperatury w gruncie i wykorzystanie tych wielkości w modelach opisujących wymianę ciepła w gruncie pomiędzy elementami budynku zagłębionymi w gruncie lub wyznaczenie temperatury powietrza przepływającego przez wymiennik gruntowy. Model matematyczny gruntowego wymiennika ciepła został opisany w projekcie rozporządzenia dotyczącego metody wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku.

**Tabela 7.** Opis rekordu pliku miesięcznych statystyk typowych lat meteorologicznych

Nr pola	Nazwa	Jednostka	Format
1	miesiąc (M)	brak	I2
2	średnia miesięczna temperatura termometru suchego (MDBT)	°C	F4.2
3	minimalna miesięczna temperatura termometru suchego (MINDBT)	°C	F4.2
4	maksymalna miesięczna temperatura termometru suchego (MAXDBT)	°C	F4.2
5	średnia miesięczna temperatura nieboskłonu (MTSKY)	°C	F4.2
6	suma całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą (ITH)	Wh/(m <sup>2</sup> mies.)	I6
7	suma bezpośredniego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą (IDH)	Wh/(m <sup>2</sup> mies.)	I6
8	suma rozproszonego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą (ISH)	Wh/(m <sup>2</sup> mies.)	I6
9	suma całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą (kierunek N pochylenie 0°) (I_N_0)	Wh/(m <sup>2</sup> mies.)	I6
10-31	suma całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchni o orientacji N, NE, E, SE, S, SW, W, NW oraz pochyleniu do poziomu 30°, 45°, 60°, 90° (I_N_30, I_NE_30, ...)	Wh/(m <sup>2</sup> mies.)	I6



### Podsumowanie

Opisane w artykule typowe lata meteorologiczne opracowane w sześciu standardach dla 61 miejscowości w Polsce będą służyły do przeprowadzania obliczeń rocznego lub sezonowego zapotrzebowania na energię ciepłą i chłodniczą dla budynków. Szczególnego kontekstu nabierają tego typu obliczenia w świetle Dyrektywy 2002/91/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 16 grudnia 2002 r. dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków zobowiązującej państwa członkowskie, w tym Polskę, do wprowadzenia systemu świadectw energetycznych dla budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej. Bez opisanych w artykule danych klimatycznych, nie można w pełni zrealizować postanowień tej dyrektywy. Oczywiście można by było postawić się istniejącymi danymi klimatycznymi opublikowanymi w wycofywanej normie PN-B-02025:2001, ale przeprowadzone za ich użyciem obliczenia mogą służyć jedynie dla wyznaczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych.

Udostępnione przez Ministerstwo Infrastruktury typowe lata meteorologiczne oraz statystyczne dane klimatyczne umożliwiają obliczenia zapotrzebowania na ciepło i chłód za pomocą metody miesięcznej i uproszczonej metody godzinowej opartej o model 5R1C zawartej w

normie PN-EN ISO 13790:2008(U). Obie metody zostały omówione szczegółowo w projekcie rozporządzenia dotyczącym metod wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków. Autor ma nadzieję, że po przyjęciu proponowanych metod obliczeniowych opisane dane typowych lat meteorologicznych i statystyczne dane klimatyczne będą w powszechnym użyciu przy sporządzaniu świadectw energetycznych budynków.

### Literatura:

1. Narowski P.G. „Metodyka wyznaczania klimatycznych warunków obliczeniowych dla instalacji ogrzewczych z uwzględnieniem dynamiki cieplnej budynków”, Praca doktorska, Politechnika Warszawska, 2001
2. Budzyński K., Narowski P.G., Czechowicz J., „Przygotowanie zbiorów zagregowanych danych klimatycznych dla potrzeb obliczeń energetycznych budynków”, opracowanie autorskie niepublikowane, Warszawa 2004
3. Lorenc H., „Opracowanie porównawczego sezonu grzewczego do oceny zapotrzebowania ciepła budynków”, opracowanie niepublikowane IMGiW Zakład Klimatologii, Warszawa, 1990
4. Gawin D., Kossecka E., „Typowy rok meteorologiczny do symulacji wymiany ciepła i masy w budynkach” Politechnika Łódzka, 2002



Ten artykuł został przygotowany w ramach projektu STEP PL0077 realizowanego w ramach wsparcia udzielonego przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię poprzez dofinansowanie ze środków Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego oraz Norweskiego Mechanizmu Finansowego.



zaprasza na Ogólnopolską Konferencję

## PRZEMYSŁ WOBEC NOWYCH WYZWAŃ OCHRONY KLIMATU I ŚRODOWISKA

27 października 2008 r., Poznań

Konferencja tematyczna XII Międzynarodowego Zjazdu Ekologicznego „Środowisko i Klimat”

26-28 października 2008 r.

Szczególnym elementem XII Międzynarodowego Zjazdu Ekologicznego będzie wyodrębniona Konferencja skierowana do przedstawicieli przemysłu pt. „Przemysł wobec nowych wyzwań ochrony klimatu i środowiska”.

W ramach tej problematyki przy wsparciu renomowanych prelegentów reprezentujących instytucje rządowe, organizacje branżowe i naukę, omówimy zagadnienia związane ze zmianami klimatu i promowaniem oszczędzania energii.

W trakcie obrad przedstawimy referaty dotyczące kierunków prac legislacyjnych w kraju i Unii Europejskiej, a także problemów wdrażania prawa w różnych sektorach. Spotkanie będzie doskonałą okazją do wymiany poglądów i doświadczeń pomiędzy ekspertami z firm i instytucji w kontekście ich modernizacji i stosowania norm i standardów UE. Omówiony zostanie pakiet klimatyczno-energetyczny Unii Europejskiej w przemyśle oraz możliwości, jakie niosą za sobą ekoinnowacje w tym sektorze.

Do udziału w Konferencji zaproszeni zostaną przedstawiciele organów rządowych, instytucji administrujących z emisji i nadzorujących emisję gazów cieplarnianych, organizacje i instytucje związane z ochroną środowiska, reprezentanci branży energetycznej i przemysłowych odbiorców energii, jak również osoby reprezentujące różne sektory gospodarki w kraju.

Jesteśmy przekonani, że XII Międzynarodowy Zjazd Ekologiczny oraz Konferencja „Przemysł wobec nowych wyzwań ochrony klimatu i środowiska”, przyczynią się do poszerzenia wiedzy i staną się platformą wymiany doświadczeń w zakresie środowiska i klimatu, a tym samym będą wprowadzeniem do problematyki 14. Konferencji Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu.



### PATRONAT HONOROWY:

Minister Gospodarki  
Minister Środowiska  
Minister Infrastruktury  
Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
Główny Inspektor Ochrony Środowiska  
Wojewoda Wielkopolski  
Marszałek Województwa Wielkopolskiego

### SPONSOR SPECJALNY:

PlasticsEurope  
Stowarzyszenie Producentów Tworzyw Sztucznych

### WIĘCEJ INFORMACJI:

Dział Szkoleń i Konferencji  
Abrys Sp. z o.o.  
tel. 061 655 81 21  
e-mail. szkolenia@abrys.pl  
www.abrys.pl