

Typowe lata meteorologiczne 2001-2020
Porównanie z TLM 1971-2000 i skutki zmian

Dr inż. Piotr Narowski



**Wydział Instalacji
Budowlanych, Hydrotechniki
i Inżynierii Środowiska**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



Plan prezentacji

- Definicje
- Zbiory danych i formaty TLM
- Stan aktualny TLM 1971-2000 (**TLM1970**)
- Nowe typowe lata meteorologiczne dla obszaru Polski
TLM 2001-2020 (**TLM2000**)
- Porównanie TLM1970 i TLM2000
- Skutki zmian – symulacje energetyczne zapotrzebowania na energię użyteczną ogrzewania i chłodzenia budynków
- Podsumowanie i wnioski



Definicje

1. **Typowe lata meteorologiczne (TLM)** – **zbiór mierzonych i modelowanych parametrów meteorologicznych i klimatycznych** dostępnych dla poszczególnych stacji meteorologicznych rozpatrywanego obszaru geograficznego, najlepiej z okresem pomiarowym równym jednej godzinie, reprezentujących przeciętny klimat.
2. Typowe lata meteorologicznych - **dane wejściowymi dla wszystkich systemów symulacji energetycznych** w budownictwie i wyznaczania zapotrzebowania na energię.
3. Typowe lata meteorologiczne opracowywane są, w zależności od metody, na podstawie ciągów pomiarów meteorologicznych co najmniej 10-cio letnich, z preferencją ciągów 20-to lub 30-to letnich.
Typowy rok meteorologiczny to, w zależności od metody jego wyznaczania, najczęściej **szereg danych meteorologicznych z dwunastu miesięcy, pochodzących z różnych lat kalendarzowych analizowanego wielolecia**, które na podstawie metody wyboru zostały uznane za najbardziej reprezentatywne.

Zbiory danych i formaty TLM

Istnieje wiele rodzajów (zbiorów danych) TLM i nietypowych lat meteorologicznych w zależności od metody ich wyznaczania, które zapisywane są w wielu różnych formatach danych dla różnych potrzeb.

Zbiór danych TLM vs. Format danych TLM

TMY2 / TMY3 - National Renewable Energy Laboratory NREL/TP-581-43156 (**T**ypical **M**eteorological **Y**ear)

ISO - Norma **PN-EN ISO 15927-4** „Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe budynków. Obliczanie i prezentacja danych klimatycznych. Część 4: Dane godzinowe do oceny rocznego zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.”

TRY – Rok referencyjny opisany przez ASHRAE i dokumentację programu BLAST (**T**est **R**eference **Y**ear)

HSY – autorski zbiór danych – rok danych najcieplejszego lata od 1 stycznia do 31 grudnia (**H**ot **S**ummer **Y**ear)

CSY – autorski zbiór danych – rok danych najzimniejszej zimy – pełny sezon grzewczy od 1 lipca do 30 czerwca (**C**old **W**inter **Y**ear)

TXT – plik danych rozdzielanych spacjami (dowolnie ułożone w kolumnach dane meteorologiczne i klimatyczne)

CSV – plik danych rozdzielanych przecinkami lub średnikami (dowolnie ułożone w kolumnach dane meteorologiczne i klimatyczne)

XLSX – plik danych Excel (dowolnie ułożone dane meteorologiczne i klimatyczne w kolumnach)

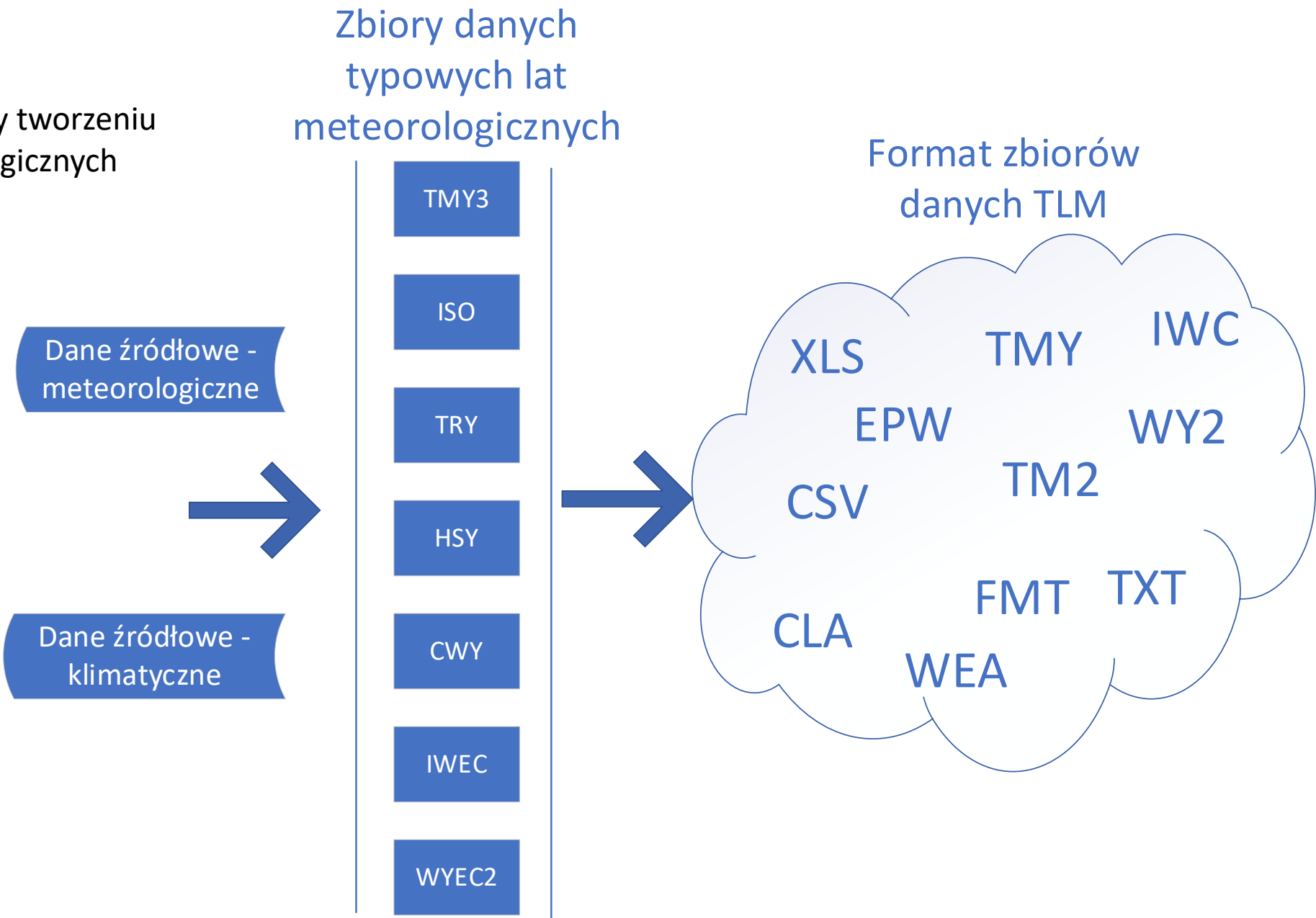
TM2 – ściśle opisany przez NREL format danych w postaci tekstowej – wykorzystywany obecnie przez program **TRNSYS**

EPW – ściśle opisany w dokumentacji programu **EnergyPlus** format danych tekstowych

CLM – format danych meteorologicznych i klimatycznych wykorzystywanych przez program **ESP-r**

Zbiory danych i formaty TLM

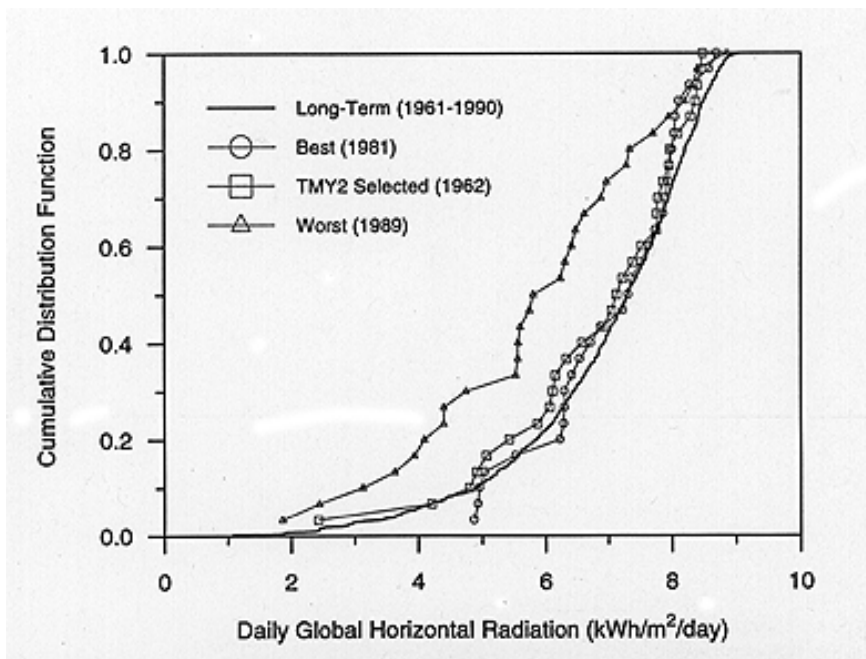
Przepływ informacji przy tworzeniu typowych lat meteorologicznych



Zbiór danych TMY – metoda wyznaczania

7

Statystyka Finkelstein- Schafer’a – liczba określająca jak bardzo dystrybuanta analizowanego parametru dla danego miesiąca kalendarzowego jest dopasowana do dystrybuanty tego parametru dla miesiąca wielolecia – np. dystrybuanta średniej dobowej temperatury termometru suchego dla stycznia 2005 roku względem dystrybuanty tej średniej dla wszystkich styczni wielolecia 2001 – 2020.



Przykładowa analiza dystrybuant dobowych sum całkowitego promieniowania słonecznego

Krok 2 – Wybranie 5 miesięcy kandydatów z najmniejszymi indeksami złożonymi uszeregowanych względem najmniejszych odchyłek średnich i median.

Krok 3 – Odrzucenie z 5 miesięcy kandydatów miesięcy z długimi chłodnymi okresami (33 percentyl) i długimi ciepłymi okresami (67 percentyl) oraz długimi pochmurnymi okresami (33 percentyl) o małym natężeniu promieniowania słonecznego .

Krok 4 – Złożenie danych dla 12 miesięcy pochodzących z różnych lat kalendarzowych w ciąg danych dla 8760 godzin w roku.

Krok 5 – Uzupełnienie brakujących danych za pomocą interpolacji krzywoliniowej oraz wygładzanie przebiegu danych na połączeniach poszczególnych miesięcy.

Zbiory danych TLM

Więcej informacji...

WYDAWNICTWO SIGMA-NOT

9/2022

Miesięcznik COW
tom 53
ISSN 0137-3676
e-ISSN 2449-9900
cena 32,00
(w tym 8% VAT)

CIEPŁOWNICTWO OGRZEWNICTWO WENTYLACJA

DISTRICT HEATING, HEATING, VENTILATION

DOI: 10.15199/9.2022.9.1

CIEPŁOWNICTWO • OGRZEWNICTWO



dr inż. PIOTR NAROWSKI

ORCID ID 0000-0003-2484-6863
Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa
Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki
i Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska
e-mail: piotr.narowski@pw.edu.pl

**TLM2000 – Typowe lata meteorologiczne
dla Polski wyznaczone na podstawie danych
meteorologicznych i klimatycznych z lat 2001-2020**

The screenshot shows the National Renewable Energy Laboratory (NREL) website. At the top, the NREL logo is displayed with the text "National Renewable Energy Laboratory" and "Innovation for Our Energy Future". Below this, the "Users Manual for TMY3 Data Sets" is featured, authored by S. Wilcox and W. Marion. To the right, a "Technical Report" is listed: "NREL/TP-581-43156 Revised May 2008". The main content area is titled "NSRDB: National Solar Radiation Database". A navigation bar at the bottom includes links for "Home", "About", "Data Sets", "Resources", "NSRDB Viewer", and "Contact Us".

Typical Meteorological Year (TMY)

Learn About the TMY Data Type Used
in the NSRDB.

What is the TMY?

Stan aktualny TLM 1971-2000 (TLM1970)

9

<https://dane.gov.pl/pl/dataset/797,typowe-lata-meteorologiczne-i-statystyczne-dane-klimatyczne-dla-obszaru-polski-do-obliczen-energetycznych-budynkow>

gov.pl | Serwis Rzeczypospolitej Polskiej

#PomagamUkrainie

OTWARTE DANE

Strona główna Dane Dostawcy PoCoTo Aktualności Baza wiedzy

Jesteś w sekcji: Strona główna / Dane / Typowe lata meteorologiczne i st...

Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków

Pobierz metadane dla zbioru danych: [PDF](#) [CSV](#)

Opis [Rozwiń](#)

Słowa kluczowe: budownictwo, dane klimatyczne, świadectwa charakterystyki energetycznej, efektywność energetyczna, dane meteorologiczne

Źródło: [Przejdź do źródła](#)

Dostawca: Ministerstwo Rozwoju i Technologii

Kategoria: Energia

Częstotliwość aktualizacji: rocznie

Ukryj szczegóły Obserwuj

Zgłoś uwagi do zbioru >>

Dane ?

Warunki wykorzystywania ?

Historia zbioru ?

Pobierz cały zbiór >>

Sortuj według: Dane na dzień

Nazwa stacji Łeba

Pobierz:

TYLKO dane miesięczne

<https://www.gov.pl/web/archiwum-inwestycje-rozwoj/dane-do-obliczen-energetycznych-budynkow>

gov.pl | Serwis Rzeczypospolitej Polskiej

Szukaj usługi, informacji SZUKAJ

mObywatel

Strona główna Rada Ministrów Kancelaria Premiera Ministerstwa Urzędy, instytucje i placówki RP Usługi dla obywatela Usługi dla przedsiębiorcy Usługi dla urzędnika Usługi dla rolnika Koronawirus: informacje i zalecenia Załóż Profil zaufany Baza wiedzy Serwis Służby Cywilnej

Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne do obliczeń energetycznych budynków

Zamieszczone poniżej pliki zawierają typowe lata meteorologiczne oraz opracowane na ich podstawie statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski. Zostały one przygotowane dla potrzeb obliczeń energetycznych w budownictwie i mogą być wykorzystane w obliczeniach charakterystyk energetycznych budynków i sporządzania świadectw energetycznych budynków, w audytingu energetycznym oraz w pracach projektowych i symulacjach energetycznych budynków.

Opis danych źródłowych wykorzystanych do wyznaczenia typowych lat meteorologicznych i statystycznych danych klimatycznych

Z bazy danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej 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. Spośród 61 stacji, dla których zostały wygenerowane dane źródłowe, 43 stacje posiadają pełne ciągi danych dla 30 lat, w tym stacje dla specyficznych lokalizacji:

- stacja 135 - Hel,
- stacja 550 - Śnieżka,
- stacja 650 - Kasprowy Wierch.

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 wyznaczenia typowych lat meteorologicznych. Dane źródłowe wykorzystane do wyznaczenia typowych lat meteorologicznych i

Dane godzinowe - TLM

Stan aktualny: Typowe lata meteorologiczne 1971-2000 (TLM1970) ¹⁰

Typowe lata meteorologiczne 1971 – 2000 (TLM1970) - charakterystyka

1. Wyznaczone w 2004 r. dla potrzeb systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków wprowadzonego w Polsce w 2008 r. dla 61 lokalizacji stacji synoptycznych Polski,
2. Opracowane na podstawie 3-godzinowych danych synoptycznych IMGiW z lat 1971 – 2000 dla 10 parametrów meteorologicznych,
3. **Całkowite natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą** dostarczone przez IMGiW w 2004 r. **nie było wartością mierzoną lecz wartością modelowaną** nieokreślonym modelem matematycznym.
4. Nie uwzględniono współczynnika konfiguracji przegrody i nieboskłonu przy wyznaczaniu natężenia rozproszonego promieniowania słonecznego dla podanych w zbiorach danych przegród o określonych azymutach i pochyleniach – błąd ten można było skorygować w czasie obliczeń z wykorzystaniem tych danych.
5. Wyznaczono zbiory danych **TMY, ISO, TRY, HSY, CWY** zapisane w plikach **TXT** + statystyczne dane miesięczne

Stan aktualny TLM opracowane przez US DOE i IBPSA

11



Weather Data

Weather data for 3,034 locations are now available in EnergyPlus weather format — 1,494 locations in the USA, 80 locations in Canada, and more than 1,450 locations in 98 other countries throughout the world. The weather data are arranged by World Meteorological Organization region and Country.

View Weather Data

Select a region below to view weather data.

Africa (WMO Region 1)
Asia (WMO Region 2)
South America (WMO Region 3)
North and Central America (WMO Region 4)
Southwest Pacific (WMO Region 5)
Europe (WMO Region 6)

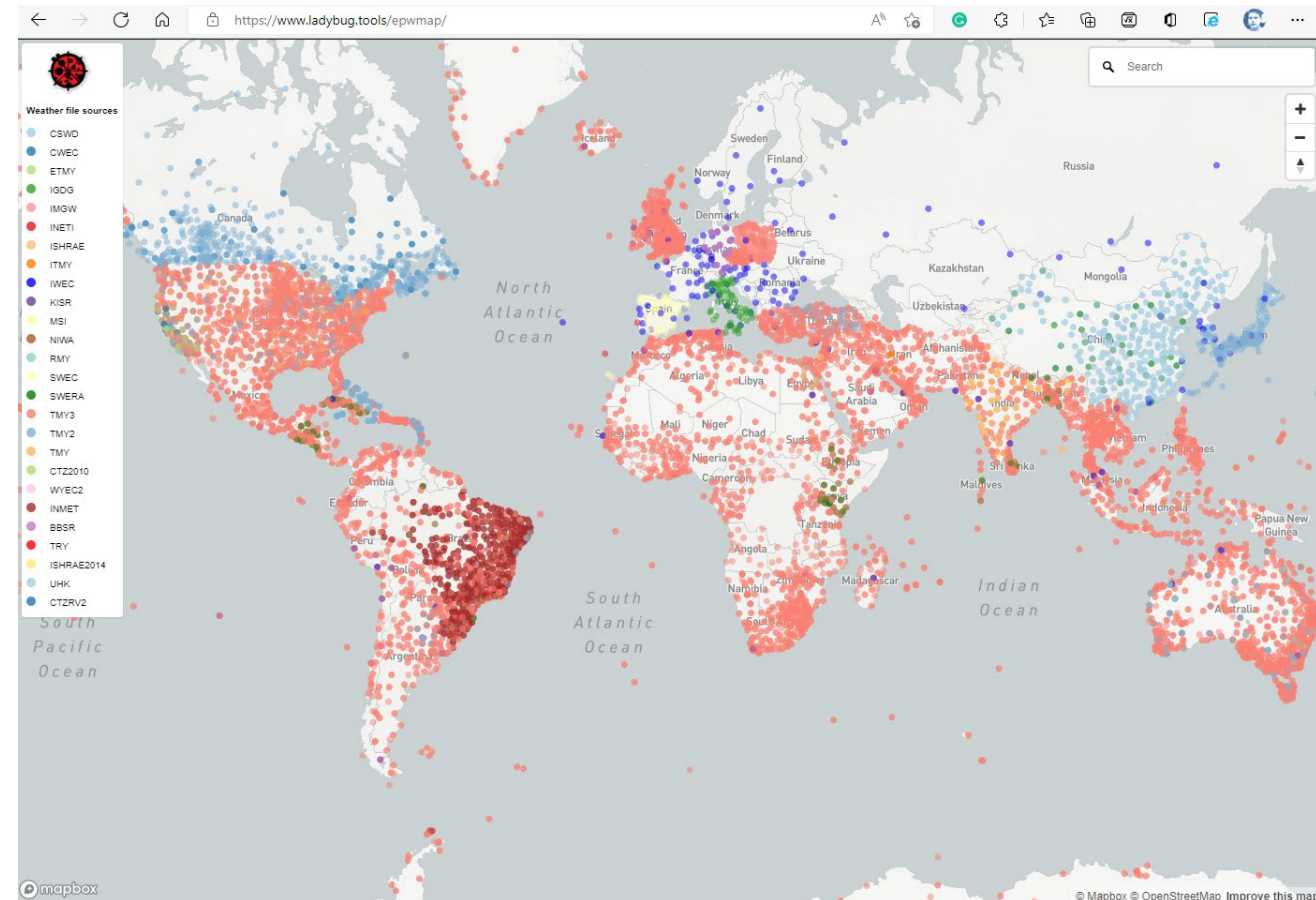
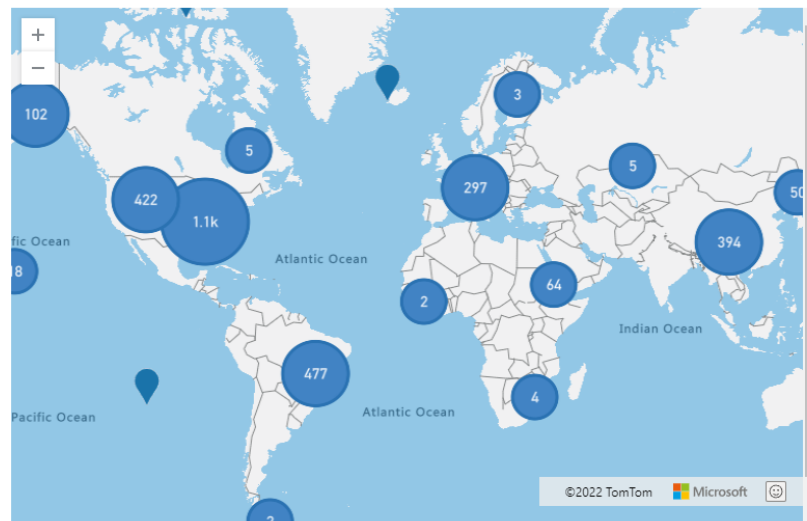
Search Weather Data

Keyword Search

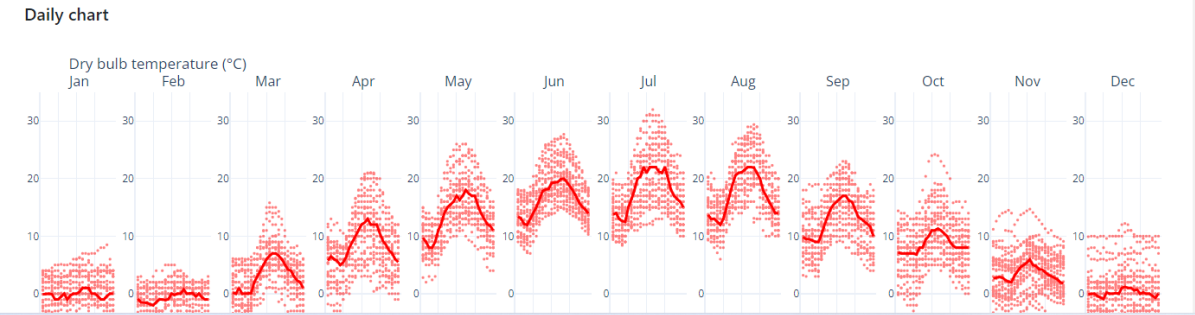
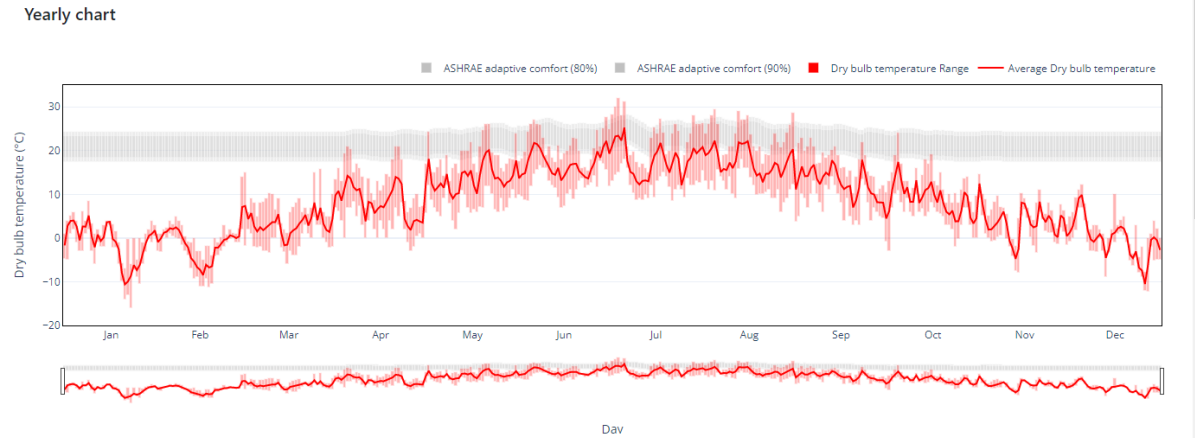
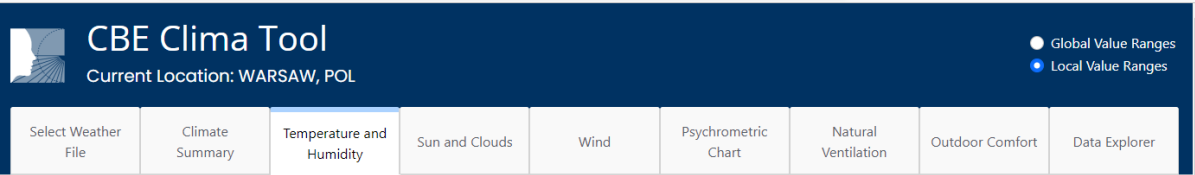
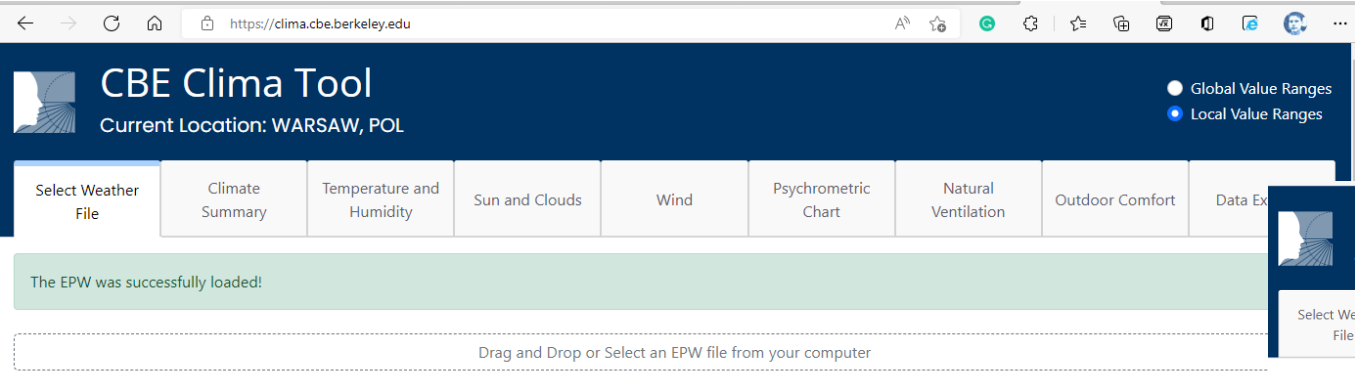
Search

Browse Weather Data

Click on the markers in the map below to access weather data.



Stan aktualny - analizy TLM opracowane przez CEB Berkeley Lab 12

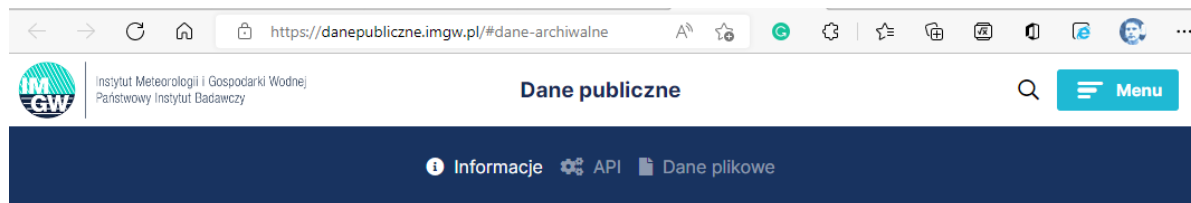


Typowe lata meteorologiczne 2001 – 2020 (TLM2000)

13

Źródło danych meteorologicznych i klimatycznych – dane publiczne **IMGiW** oraz system reanalizy danych **ERA5**

Dane synoptyczne SYNOP FM-12



Korzystanie z Serwisu oznacza zgodę Użytkownika na przestrzeganie postanowień [Regulaminu](#), dlatego też każdy Użytkownik zobowiązany jest do zapoznania się z treścią [Regulaminu](#) przed rozpoczęciem korzystania z Serwisu.

W związku ze zmianami w serwisie dostęp do dotychczasowych danych plikowych możliwy jest poniżej

[Dane historyczne](#)

Dane archiwalne

Ostrzeżenia archiwalne

Archiwalne ostrzeżenia dostępne są w miesięcznych zestawieniach w skompresowanych plikach (zip) pod adresami:

dla ostrzeżeń meteorologicznych:

https://danepubliczne.imgw.pl/data/arch/ost_meteo

dla ostrzeżeń hydrologicznych:

https://danepubliczne.imgw.pl/data/arch/ost_hydro

Dane pomiarowo obserwacyjne

Dane Pomiarowo obserwacyjne dostępne są pod adresem:

https://danepubliczne.imgw.pl/data/dane_pomiarowo_obserwacyjne/

Dane pomiarowo-obserwacyjne

Promieniowanie słoneczne i długofalowe niebosłonu



CDS Service disruption starting 8 September 2022 for 5-6 weeks. You can find more information [here](#).

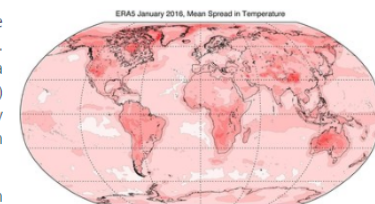
[Overview](#)

[Download data](#)

[Quality assessment](#)

[Documentation](#)

ERA5 is the fifth generation ECMWF reanalysis for the global climate and weather for the past 4 to 7 decades. Currently data is available from 1950, with Climate Data Store entries for 1950-1978 (preliminary back extension) and from 1959 onwards (final release plus timely updates, this page). ERA5 replaces the ERA-Interim reanalysis.



Reanalysis combines model data with observations from across the world into a globally complete and consistent dataset using the laws of physics. This principle, called data assimilation, is based on the method used by numerical weather prediction centres, where every so many hours (12 hours at ECMWF) a previous forecast is combined with newly available observations in an optimal way to produce a new best estimate of the state of the atmosphere, called analysis, from which an updated, improved forecast is issued. Reanalysis works in the same way, but at reduced resolution to allow for the provision of a dataset spanning back several decades. Reanalysis does not have the constraint of issuing timely forecasts, so there is more time to collect observations, and when going further back in time, to allow for the ingestion of improved versions of the original observations, which all benefit the quality of the reanalysis product.

ERA5 provides hourly estimates for a large number of atmospheric, ocean-wave and land-surface quantities. An uncertainty estimate is sampled by an underlying 10-member ensemble at three-hourly intervals. Ensemble mean and spread have been pre-computed for convenience. Such uncertainty estimates are closely related to the information content of the available observing system which has evolved considerably over time. They also indicate flow-dependent sensitive areas. To facilitate many climate applications, monthly-mean averages have

Dane modelowane matematycznie na podstawie obserwacji i pomiarów satelitarnych

Copernicus – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)

Charakterystyka TLM2000:

- Zbiory danych TLM obejmują - **56 stacji synoptycznych** na terenie Polski z okresu **2001-2020** – zmniejszona liczba stacji w porównaniu do TLM1970 wynika z dostępności danych IMGiW.
- Godzinowe dane pomiarowo-obserwacyjne – **107 parametrów** z bazy synoptycznej IMGiW.
- Godzinowe wartości natężenia promieniowania słonecznego i promieniowania długofalowego niebosłonu z bazy ERA5 – wygenerowane **5 parametrów** z krokiem godzinowym dla analizowanych stacji synoptycznych
- Dla **Gdańska** połączono zbiory danych ze stacji **Gdańsk-Port Północny** i **Gdańsk-Świbno** – zmiana lokalizacji stacji synoptycznej.
- Wyznaczone zbiory danych: **TMY, ISO, TRY** oraz **HSY i CWY**.
- Format zapisu zbiorów danych TLM2000: **TXT, CSV, i XLSX**
- Liczba plików TLM: 56 stacji x 5 zbiorów danych x 3 formaty = **840 plików**
- Objętość danych TLM2000 – **ok. 2 GB**

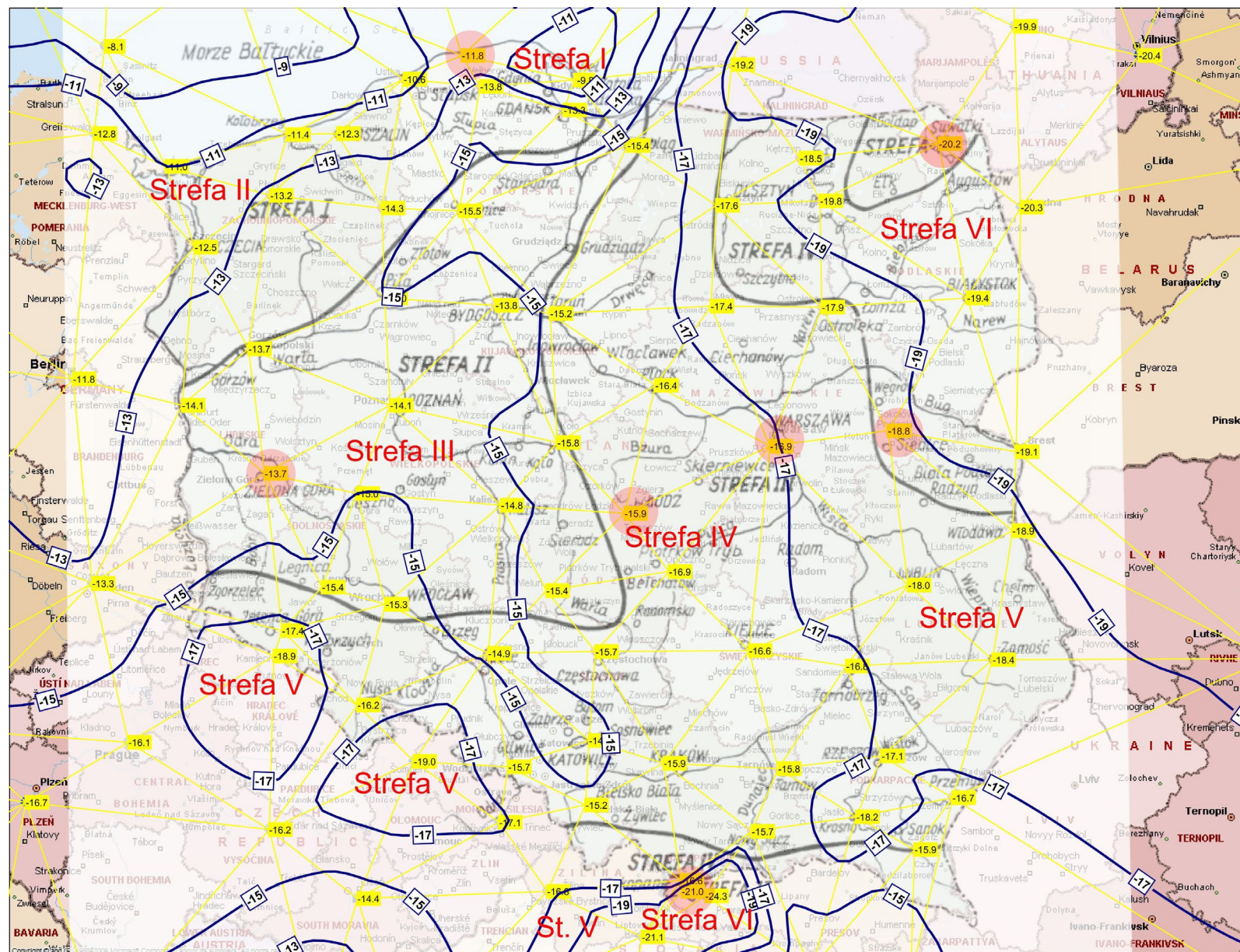
Porównanie TLM1970 i TLM2000

15

Łeba – I strefa,
Zielona Góra – II strefa,
Łódź – III strefa,
Warszawa – III strefa,
Siedlce – IV strefa,
Zakopane – V strefa,
Suwałki – V strefa

Lokalizacja stacji
meteorologicznych, dla których
przeprowadzono analizę
porównawczą na tle stref
klimatycznych i stref
wyznaczonych na podstawie
danych 1971-2000

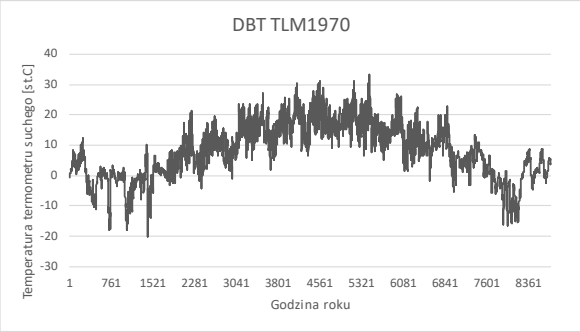
Narowski P. G., Zaktualizowane
obliczeniowe temperatury powietrza
zewnętrznego i strefy klimatyczne
polski do wyznaczania projektowego
obciążenia cieplnego dla ogrzewania
budynków, **Rynek Energii, 2020, vol.**
148, nr 3, s.30-40



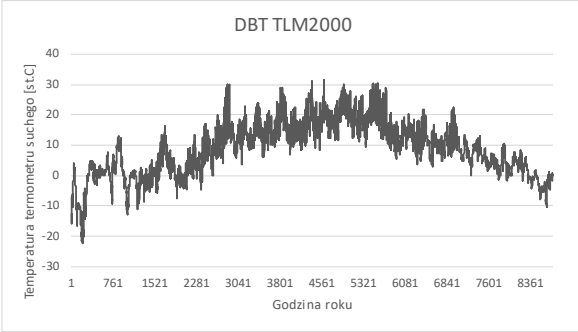
Porównanie TLM1970 i TLM2000 - Warszawa

16

TLM1970

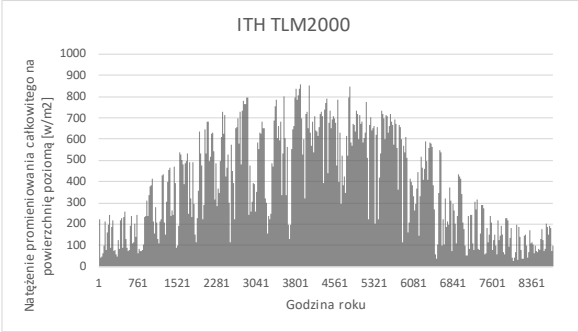
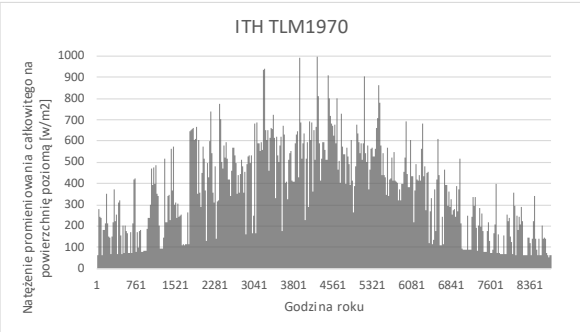
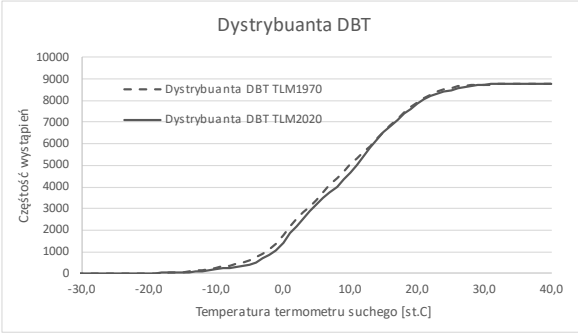
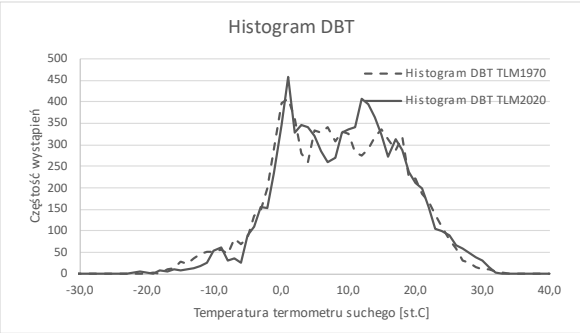


TLM2000



Temperatura termometru suchego

Miesiąc	TLM1970				TLM2000			
	T _{min}	T _{max}	T _{średnia}	T _{mediana}	T _{min}	T _{max}	T _{średnia}	T _{mediana}
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	-18,0	12,2	-0,3	0,3	-22,2	7,8	-3,0	0,1
2	-17,9	10,1	-2,6	-1,3	-12,8	12,9	0,1	0,0
3	-20,2	17,3	1,9	1,8	-7,4	16,3	2,2	1,4
4	-4,2	21,3	8,9	9,0	-4,5	30,1	9,4	8,5
5	-0,9	27,2	14,1	14,2	3,6	23,8	13,6	13,2
6	1,9	30,5	16,5	16,8	6,9	29,1	16,4	15,7
7	6,7	31,3	19,1	18,7	8,5	31,4	20,0	19,8
8	5,2	33,2	16,6	16,1	8,4	30,3	19,3	18,8
9	1,5	26,7	12,8	12,7	3,8	21,9	12,4	12,5
10	-5,5	22,7	7,8	7,0	0,2	22,3	10,0	10,1
11	-16,4	13,5	1,4	0,7	-1,9	12,9	4,9	4,7
12	-16,0	8,7	-0,7	0,7	-10,3	8,4	0,2	-0,2
Rok	-20,2	33,2	8,0	8,0	-22,2	31,4	8,8 (+10%)	9,1 (+13,8%)



Wzrost średniej temperatury termometru suchego o 10 %.

Porównanie TLM1970 i TLM2000 - Warszawa

17

Stopniodni ogrzewania i chłodzenia – temperatura bazowa 18 st.C

Miesiąc	TLM1970		TLM2000	
	Suma HDD	Suma CDD	Suma HDD	Suma CDD
	° dzień	° dzień	° dzień	° dzień
1	568,7	0,0	649,5	0,0
2	576,3	0,0	502,1	0,0
3	498,0	0,0	489,5	0,0
4	272,8	1,2	277,2	19,1
5	145,1	23,8	145,1	8,8
6	86,1	41,4	82,1	34,6
7	37,1	72,3	25,7	86,4
8	88,4	45,6	41,5	81,8
9	170,6	13,5	172,0	2,6
10	318,4	2,1	250,0	1,7
11	498,4	0,0	392,4	0,0
12	578,6	0,0	551,4	0,0
Rok	3838,3	199,9	3578,4 (-6,8%)	234,9 (+17,5%)

Spadek liczby stopniodni ogrzewania o 6,8 %.

Wzrost liczby stopniodni chłodzenia o 17,5 %.

Suma energii promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą

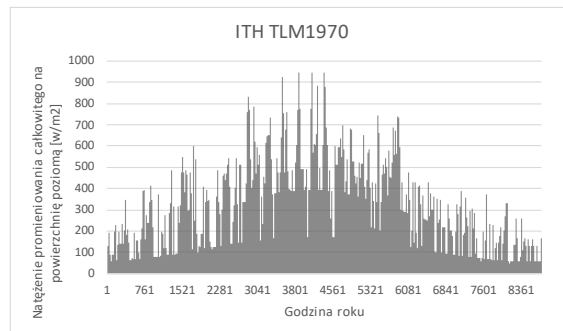
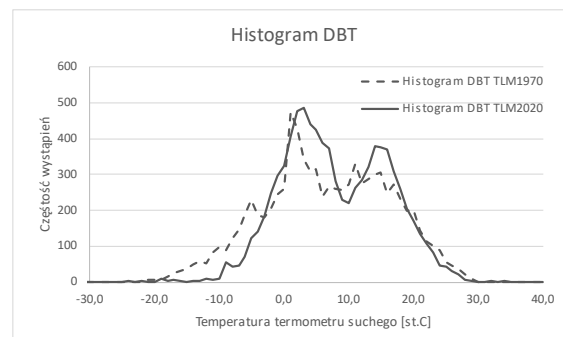
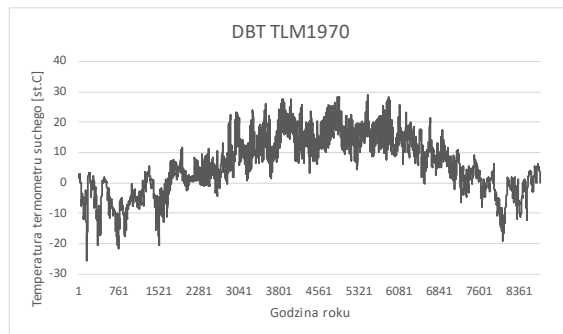
Miesiąc	TLM1970	TLM2000
	Suma ITH	Suma ITH
	kWh/m ²	kWh/m ²
1	28,2	20,2
2	35,1	38,6
3	76,2	81,1
4	103,6	123,1
5	148,6	118,6
6	147,3	162,4
7	154,7	151,6
8	132,3	141,8
9	82,1	76,7
10	47,7	44,3
11	22,8	21,9
12	20,0	15,2
Rok	998,8	995,5 (-0,3%)

Suma energii promieniowania słonecznego na zbliżonym poziomie.

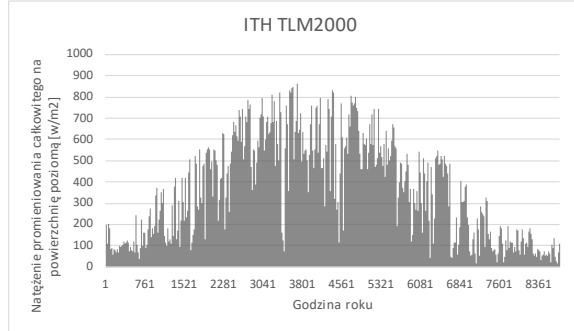
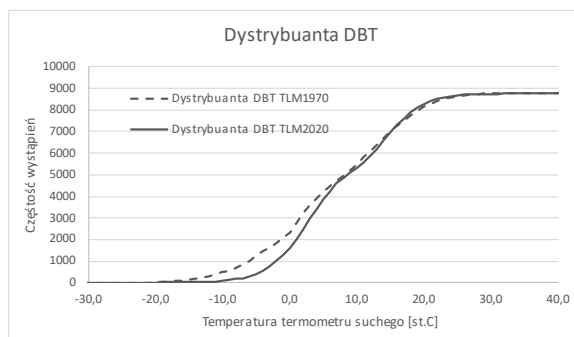
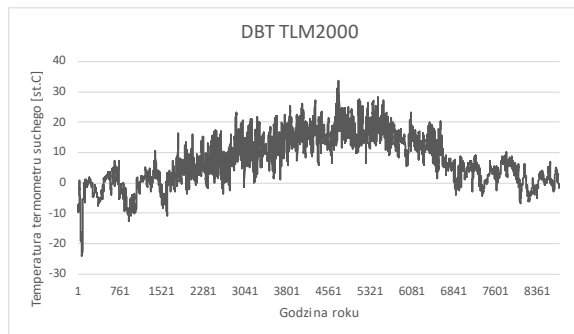
Porównanie TLM1970 i TLM2000 - Suwałki

18

TLM1970



TLM2000



Temperatura termometru suchego

Miesiąc	TLM1970				TLM2000			
	T _{min}	T _{max}	T _{średnia}	T _{mediana}	T _{min}	T _{max}	T _{średnia}	T _{mediana}
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	-25,6	3,4	-6,1	-5,7	-24,3	7,1	-1,8	-0,7
2	-21,8	5,4	-5,1	-5,1	-12,6	10,5	-2,0	-1,9
3	-20,7	11,6	-1,0	0,4	-10,7	16,2	2,0	2,1
4	-4,4	22,3	4,4	3,8	-3,4	23,0	7,4	7,2
5	0,8	26,1	12,3	11,9	-1,3	22,2	11,7	11,4
6	1,6	27,6	15,9	16,1	1,2	27,2	15,6	16,1
7	3,3	28,2	16,9	16,8	5,7	33,5	16,9	15,8
8	4,4	28,8	16,0	15,9	6,6	28,1	17,4	17,0
9	1,2	28,3	13,6	13,3	1,5	23,2	12,7	13,1
10	-6,5	21,4	7,3	7,5	-3,9	20,3	5,2	5,2
11	-14,3	9,2	-0,3	0,4	-4,4	10,1	3,5	3,4
12	-19,0	6,1	-2,5	-1,4	-6,9	7,0	0,1	0,2
Rok	-25,6	28,8	6,0	5,7	-24,3	33,5	7,4 (+23,3%)	6,5 (+14,0%)

Wzrost średniej temperatury termometru suchego o 23,3 %.

Porównanie TLM1970 i TLM2000 - Suwałki

19

Stopniodni ogrzewania i chłodzenia – temperatura bazowa 18 st.C

Miesiąc	TLM1970		TLM2000	
	Suma HDD	Suma CDD	Suma HDD	Suma CDD
	° dzień	° dzień	° dzień	° dzień
1	745,6	0,0	613,8	0,0
2	645,7	0,0	560,3	0,0
3	587,5	0,0	495,3	0,0
4	410,2	1,4	320,7	1,3
5	188,3	13,0	202,3	6,2
6	106,1	43,2	91,2	19,8
7	80,0	44,6	75,6	40,5
8	86,7	25,4	62,7	44,3
9	149,2	16,0	160,8	2,6
10	331,6	0,5	396,1	0,3
11	550,2	0,0	434,3	0,0
12	636,8	0,0	555,6	0,0
Rok	4517,9	144,1	3968,7 (-12,2%)	115,1 (-20,1%)

Spadek liczby stopniodni ogrzewania o 12,2%.

Spadek liczby stopniodni chłodzenia o 20,1 %.

Suma energii promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą

Miesiąc	TLM1970	TLM2000
	Suma ITH	Suma ITH
	kWh/m²	kWh/m²
1	21,3	14,9
2	28,3	31,6
3	56,2	75,6
4	81,3	122,4
5	127,5	156,8
6	130,5	149,5
7	127,4	147,4
8	107,4	123,2
9	67,4	70,7
10	36,4	37,1
11	20,9	17,4
12	17,0	11,0
Rok	821,6	957,6 (+16,6%)

Wzrost sumy energii promieniowania słonecznego o 16,6%.

Porównanie TLM1970 i TLM2000 – Porównanie zbiorcze

20

Temperatura termometru suchego

Stacja	TLM1970				TLM2000			
	T _{min}	T _{max}	T _{średnia}	T _{mediana}	T _{min}	T _{max}	T _{średnia}	T _{mediana}
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Warszawa	-20,2	33,2	8,0	8,0	-22,2	31,4	8,8 (+10,0%)	9,1 (+13,8%)
Łęba	-17,4	36,7	8,0	7,5	-21,2	29,7	8,7 (+8,7%)	8,4 (+12,0%)
Zielona Góra	-16,9	33,6	8,5	8,8	-14,3	32,4	8,9 (+4,7%)	9,1 (+3,4%)
Łódź	-18,2	32,2	7,8	7,9	-15,4	32,7	9,0 (+15,4%)	9,0 (+13,9%)
Siedlce	-21,3	31,2	6,6	6,5	-23,7	31,3	8,1 (+22,7%)	7,5 (+15,4%)
Zakopane	-20,6	30,4	5,5	5,8	-18,9	29,8	6,4 (+16,4%)	7,0 (+20,7%)
Suwałki	-25,6	28,8	6,0	5,7	-24,3	33,5	7,4 (+23,3%)	6,5 (+14,0%)

Energia promieniowania słonecznego

Stacja	TLM1970	TLM2000
	Suma I _{TH}	Suma I _{TH}
	kWh/m ²	kWh/m ²
Warszawa	998,8	995,5 (-0,3%)
Łęba	875,9	1048,1 (+16,4%)
Zielona Góra	895,2	1026,4 (+14,7%)
Łódź	964,0	1017,6 (+5,6%)
Siedlce	921,7	996,3 (+8,1%)
Zakopane	1037,7	1058,8 (+2,0%)
Suwałki	821,6	957,6 (+16,6%)

Liczba stopniodni ogrzewania i chłodzenia

Stacja	TLM1970		TLM2000	
	Suma HDD	Suma CDD	Suma HDD	Suma CDD
	° dzień	° dzień	° dzień	° dzień
Warszawa	3838,3	199,9	3578,4 (-6,8%)	234,9 (+17,5%)
Łęba	3765,0	102,5	3478,3 (-7,6%)	87,5 (-14,6%)
Zielona Góra	3671,0	219,9	3497,4 (-4,7%)	181,7 (-17,4%)
Łódź	3941,7	228,3	3520,3 (-10,7%)	227,5 (-0,4%)
Siedlce	4319,6	166,6	3852,0 (-10,8%)	227,3 (+36,4%)
Zakopane	4658,4	83,2	4311,6 (-7,4%)	95,5 (+14,8%)
Suwałki	4517,9	144,1	3968,7 (-12,2%)	115,1 (-20,1%)

Obserwuje się:

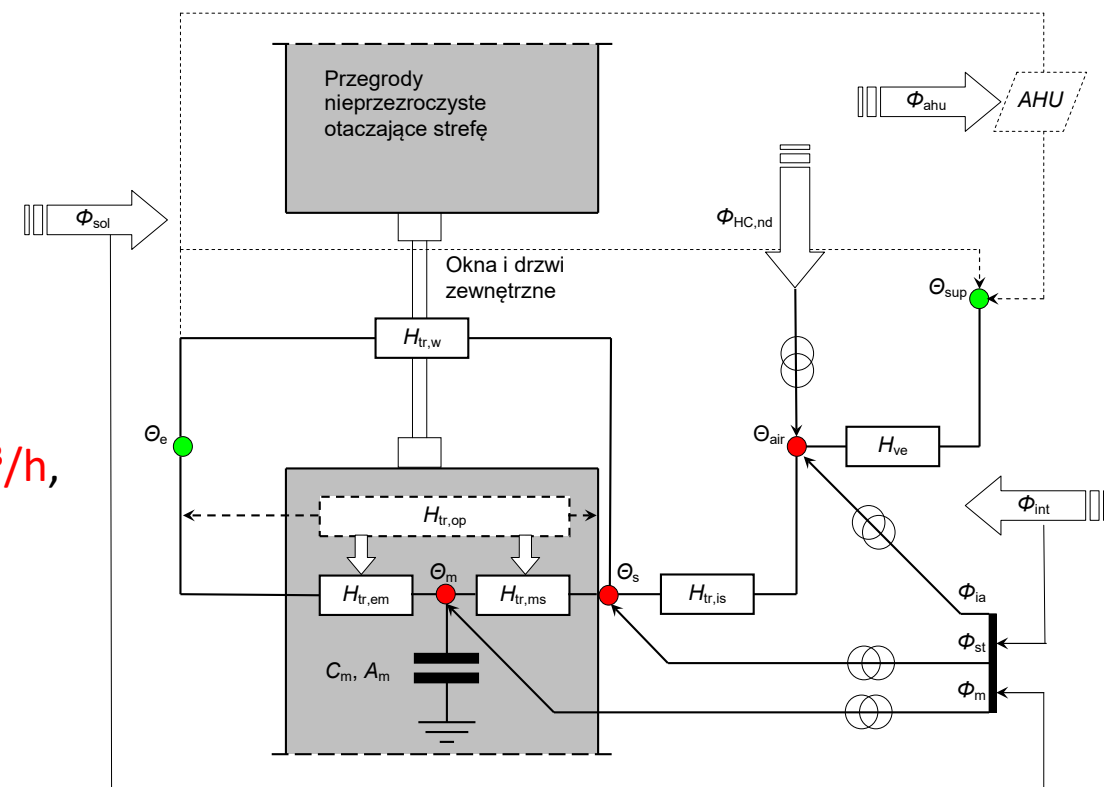
- wzrost średniej i mediany temperatury termometru suchego
- spadek liczby stopniodni ogrzewania
- zmianę liczby stopniodni chłodzenia (+/-)
- wzrost sumy energii promieniowania słonecznego – wynik nieokreślonego modelu promieniowania użytego w IMGiW dla TLM1970

Skutki zmian – symulacje energetyczne

21

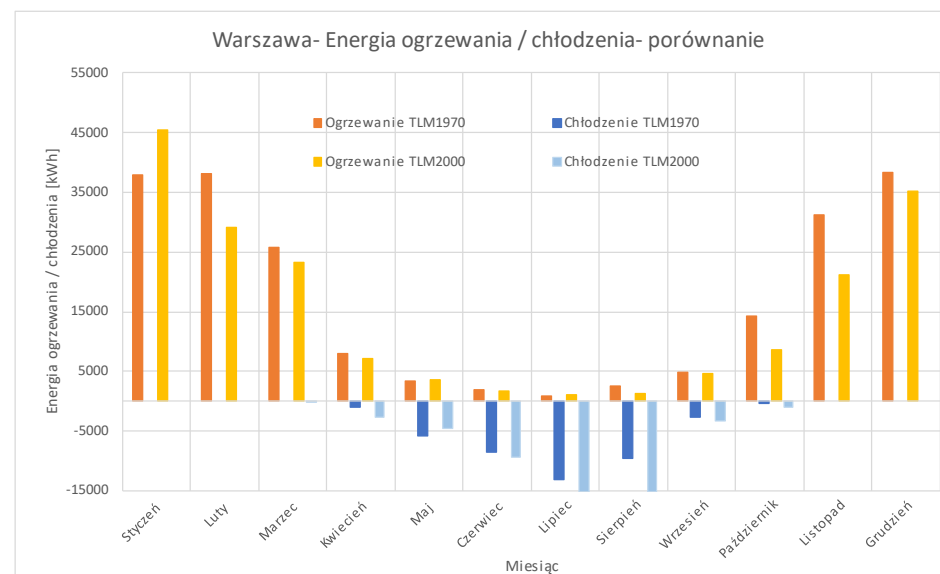
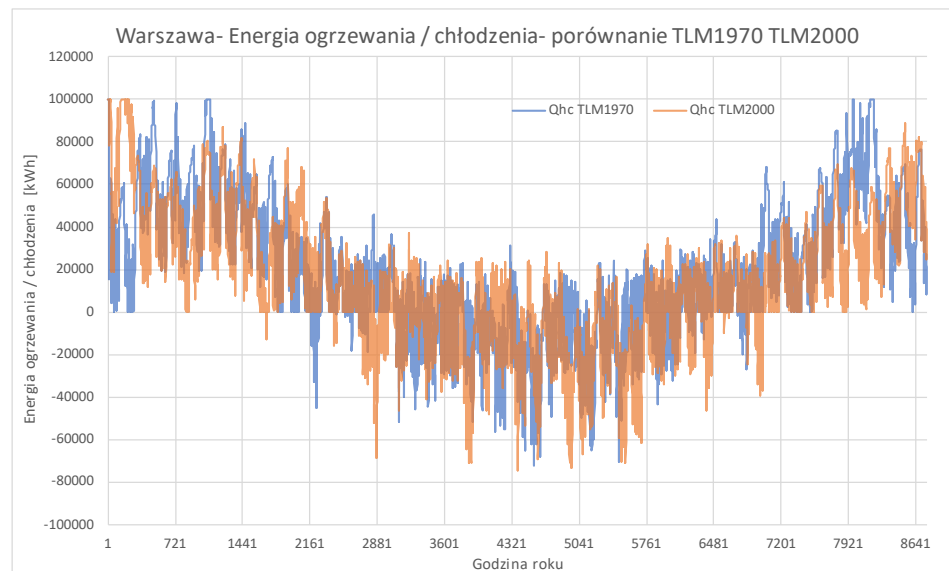
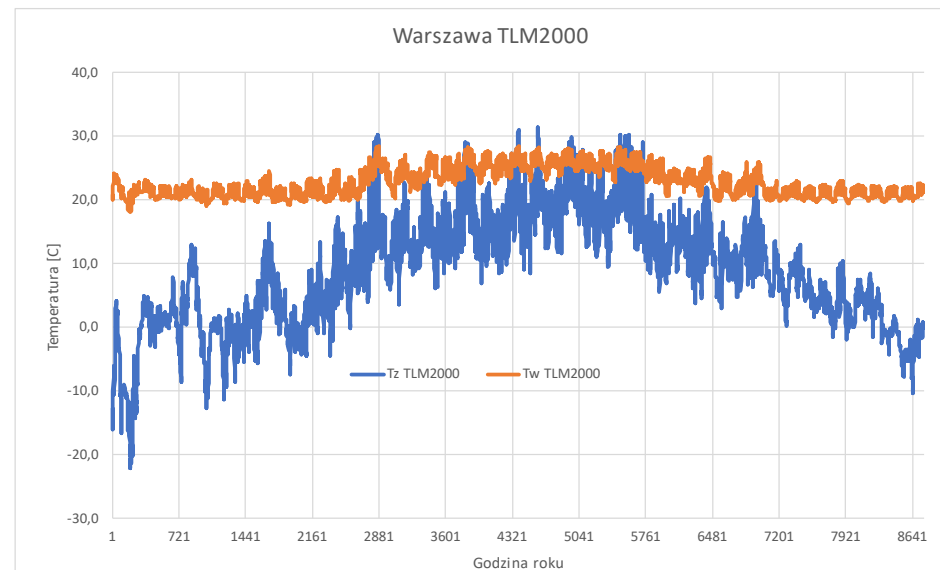
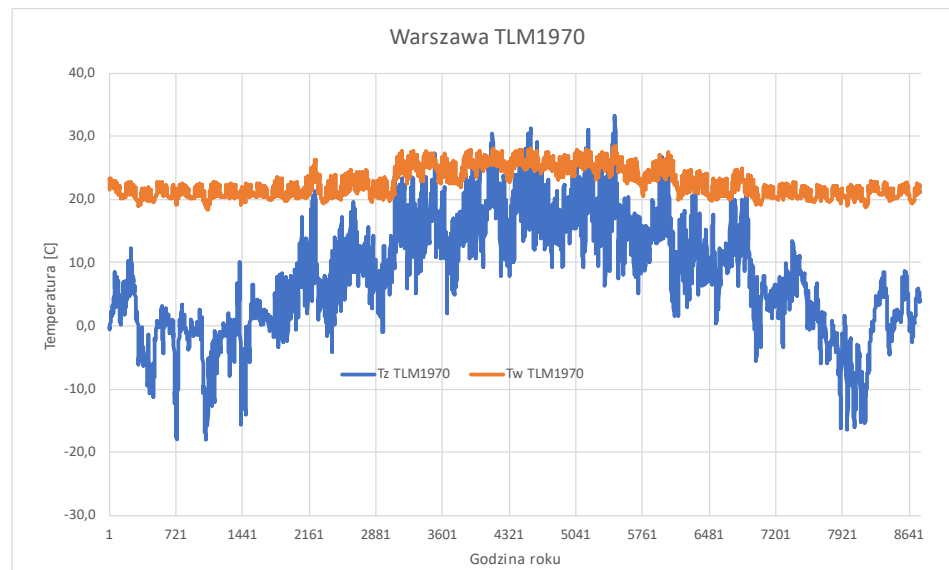
Dane do symulacji energetycznych budynku dla TLM1970 i TLM2000 (Warszawa i Suwałki)

- Model obliczeniowy: **6R1C** – model skupionych oporów i pojemności cieplnej (rozszerzony model normy PN-EN ISO 13790)
- Rodzaj budynku: użyteczności publicznej – **biurowy**,
- Rodzaj konstrukcji: **masywna**
- Powierzchnia klimatyzowana: **3640 m²**,
- Kubatura: 10919 m³,
- Współczynniki U – ściany **0,21 W/(m²K)**, dach **0,18 W/(m²K)**,
- podłoga na gruncie **0,30 W/(m²K)**, okna **1,1 W/(m²K)**,
- Przeszklenie: **20%**, **g = 0,55**
- Wentylacja: infiltracja max. **5459 m³/h**, mechaniczna. max **5000 m³/h**,
- Wsp. przenoszenia ciepła obudowy: **1241 W/K**,
- Wsp. przenoszenia ciepła okien i drzwi: **602 W/K**,
- Wsp. przenoszenia ciepła powierzchni wewnętrznej: **56505 W/K**,
- Pojemność cieplna budynku: **946 MJ/K**,
- Źródło ciepła – **Warszawa 100 kW**, **Suwałki 120 kW**,
- Źródło chłodu – **Warszawa 75 kW**, **Suwałki 75 kW**,
- Temperatura wewnętrzna: **21 st.C / 26 st.C**



Skutki zmian – symulacje energetyczne - Warszawa

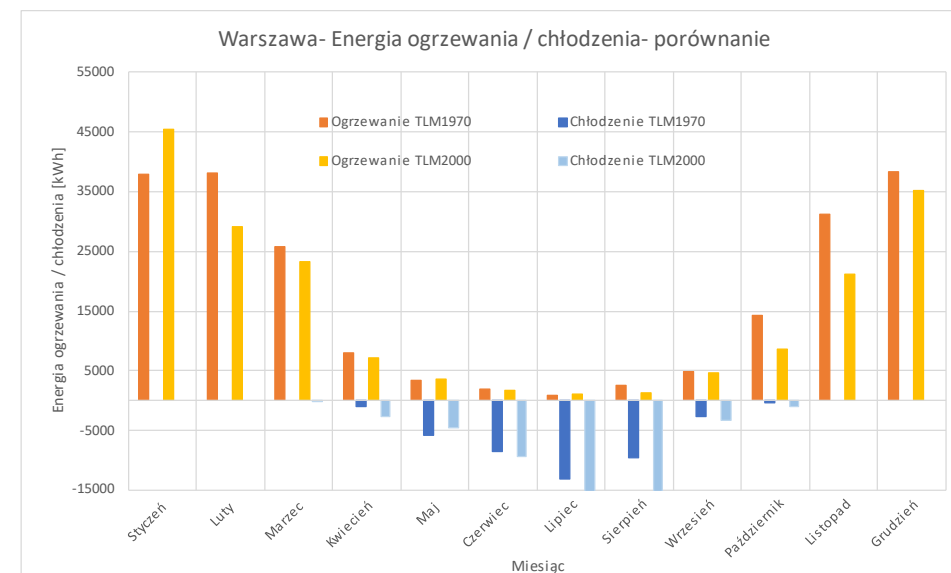
22



Skutki zmian – symulacje energetyczne - Warszawa

23

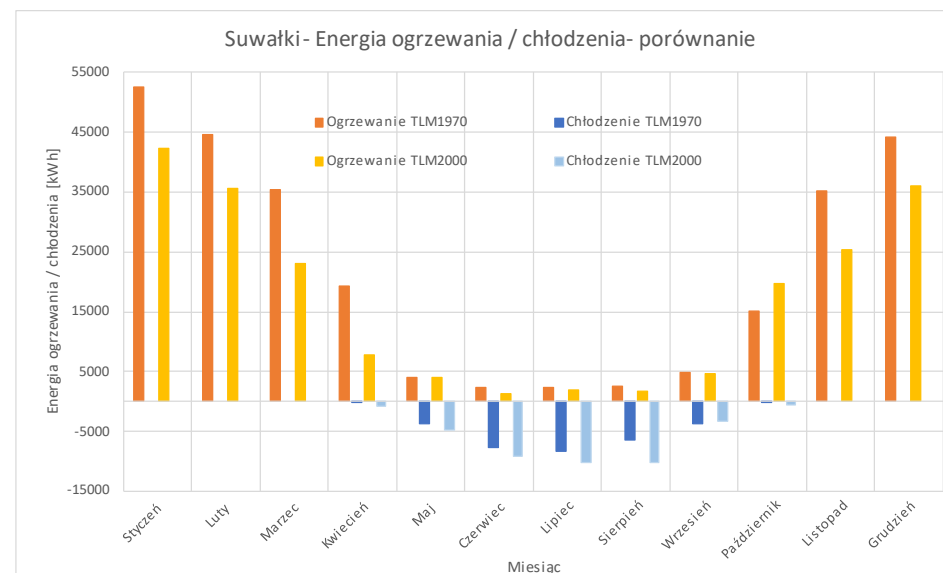
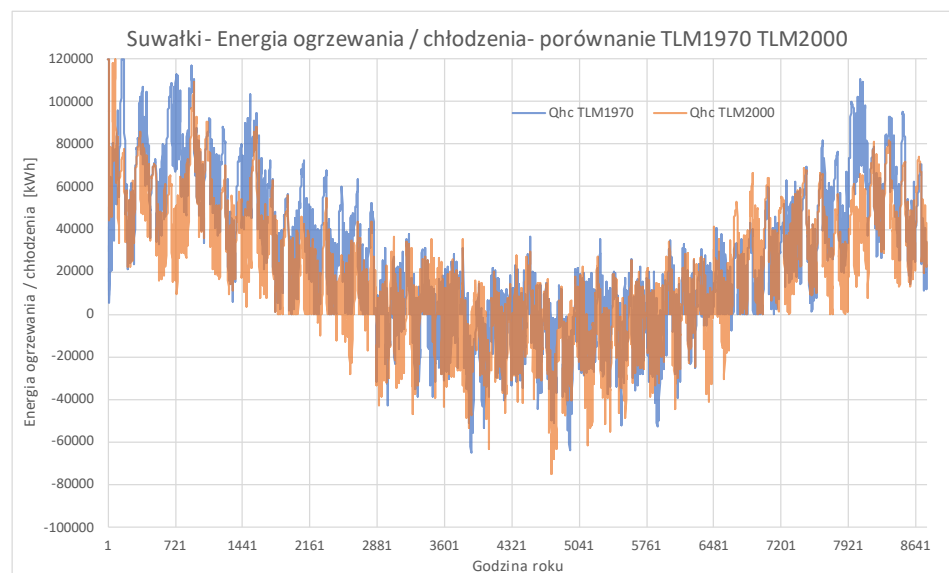
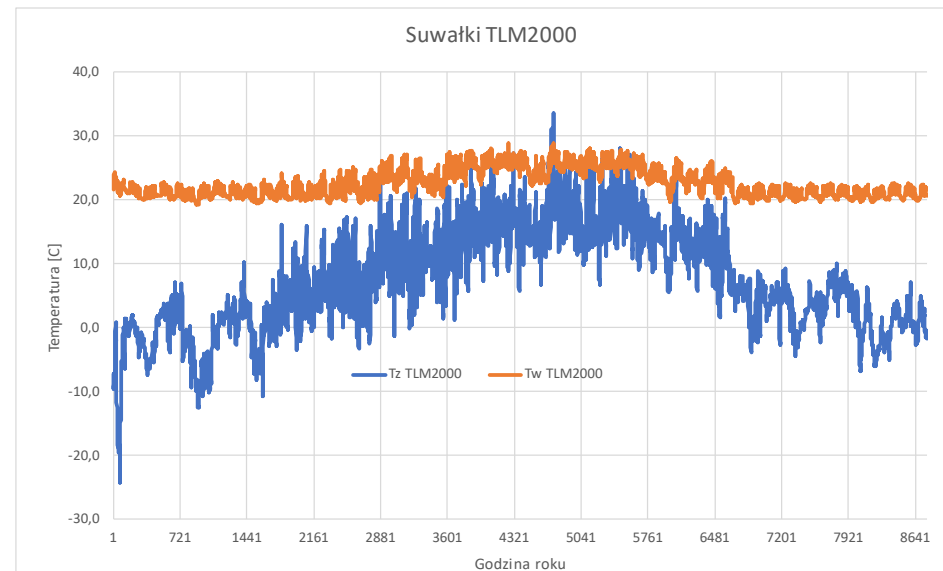
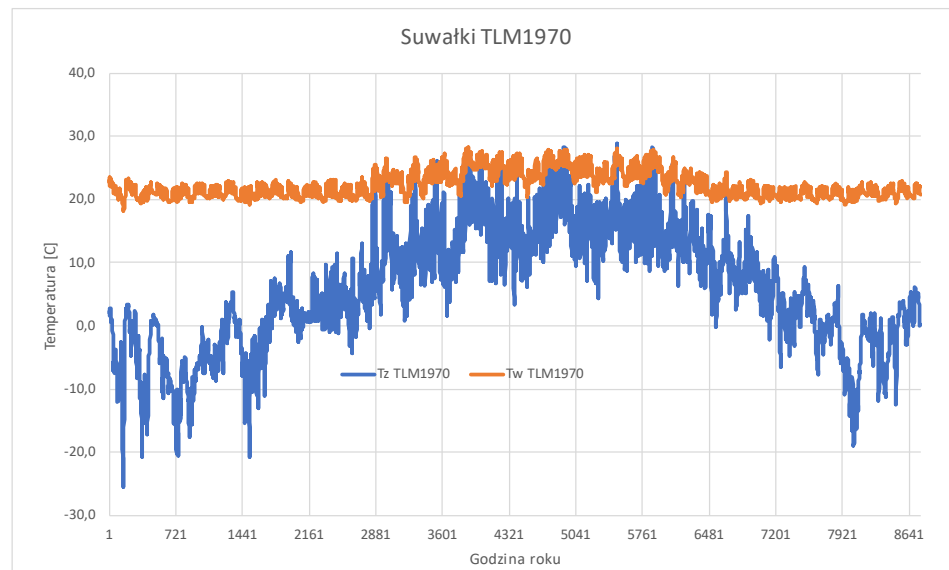
Wyniki obliczeń Warszawa TLM1970			Wyniki obliczeń Warszawa TLM2000		
Miesiąc	Ogrzewanie	Chłodzenie	Miesiąc	Ogrzewanie	Chłodzenie
	kWh	kWh		kWh	kWh
Styczeń	37967	0	Styczeń	45549	0
Luty	38173	0	Luty	29075	0
Marzec	25845	0	Marzec	23307	-51
Kwiecień	7964	-1119	Kwiecień	7230	-2729
Maj	3412	-5863	Maj	3543	-4632
Czerwiec	1834	-8600	Czerwiec	1675	-9409
Lipiec	931	-13220	Lipiec	1165	-15801
Sierpień	2507	-9520	Sierpień	1229	-15287
Wrzesień	4873	-2654	Wrzesień	4590	-3419
Październik	14274	-435	Październik	8670	-1000
Listopad	31133	0	Listopad	21123	0
Grudzień	38391	0	Grudzień	35181	0
Suma	207303	-41410	Suma	182338	-52328
				-12%	26%
	Euo	Euc		Euo	Euc
	kWh/(m2 rok)	kWh/(m2 rok)		kWh/(m2 rok)	kWh/(m2 rok)
	57,0	-11,4		50,1	-14,4



Zmniejszenie zapotrzebowania na energię użyteczną **ogrzewania** o **12%** i zwiększenie zapotrzebowania na energię użyteczną **chłodzenia** o **26%**.

Skutki zmian – symulacje energetyczne - Suwałki

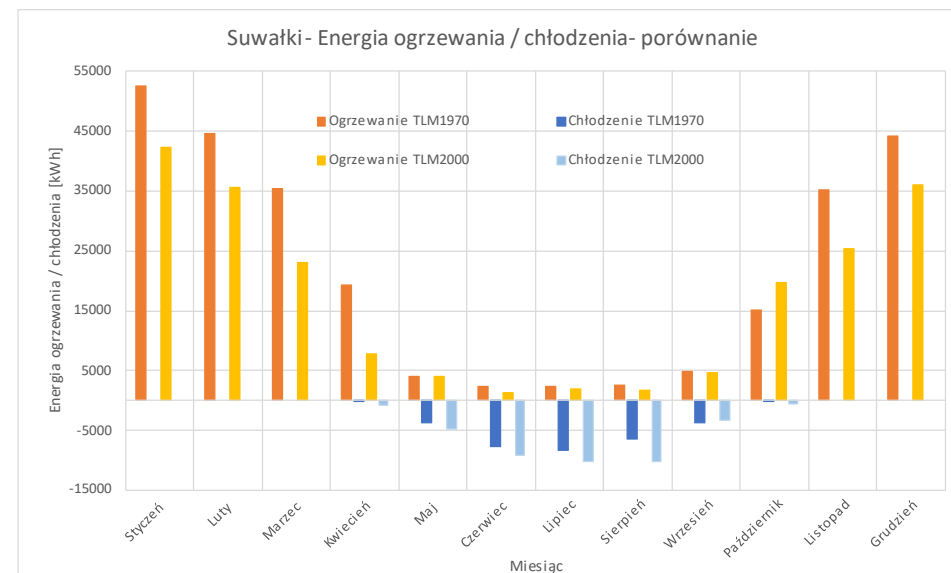
24



Skutki zmian – symulacje energetyczne - Suwałki

25

Wyniki obliczeń Suwałki TLM1970			Wyniki obliczeń Suwałki TLM2000		
Miesiąc	Ogrzewanie	Chłodzenie	Miesiąc	Ogrzewanie	Chłodzenie
	kWh	kWh		kWh	kWh
Styczeń	52522	0	Styczeń	42316	0
Luty	44682	0	Luty	35561	0
Marzec	35477	0	Marzec	23060	0
Kwiecień	19395	-204	Kwiecień	7697	-891
Maj	3947	-3656	Maj	3977	-4789
Czerwiec	2295	-7790	Czerwiec	1243	-9091
Lipiec	2276	-8264	Lipiec	1890	-10316
Sierpień	2633	-6391	Sierpień	1676	-10282
Wrzesień	4904	-3645	Wrzesień	4642	-3243
Październik	15130	-20	Październik	19810	-563
Listopad	35254	0	Listopad	25318	0
Grudzień	44298	0	Grudzień	35943	0
Suma	262814	-29968	Suma	203133	-39175
				-23%	31%
	Euo	Euc		Euo	Euc
	kWh/(m2 rok)	kWh/(m2 rok)		kWh/(m2 rok)	kWh/(m2 rok)
	72,2	-8,2		55,8	-10,8



Zmniejszenie zapotrzebowania na energię użyteczną **ogrzewania** o **23%** i zwiększenie zapotrzebowania na energię użyteczną **chłodzenia** o **31%**.

- Typowe lata meteorologiczne TLM1970 obliczone w 2004 roku wyznaczona na podstawie 3-godzinnych danych synoptycznych z lat 1971-2000 i posiadają one wady dotyczące natężenia promieniowania słonecznego.
- Nowe typowe lata meteorologiczne TLM2000 obliczono na podstawie godzinnych danych synoptycznych oraz modelu ERA5 natężenia promieniowania słonecznego dla lat 2001-2020.
- TLM2000 wyznaczono jako zbiory danych TMY, ISO, TRY oraz HSY i CWY w formatach TXT, CSV i XLSX.
- Analiza porównawcza TLM1970 i TLM2000 dla wybranych 7 stacji ze wszystkich stref klimatycznych Polski wykazuje wzrost średnich rocznych i median temperatury termometru suchego o średnio o około 15% oraz spadek liczby stopniodni ogrzewania średnio o około 9%. W przypadku liczby stopniodni chłodzenia nie można mówić o jednoznacznym wzroście liczby stopniodni chłodzenia.
- W większości przypadków obserwuje się wzrost rocznej sumy energii promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą – to wynik zastosowanego przez IMGiW modelu promieniowania słonecznego dla danych źródłowych TLM1970.
- Symulacje energetyczne budynku biurowego dla danych TLM1970 i TLM2000 dla Warszawy i Suwałk wykazują spadek zapotrzebowania na energię użyteczną ogrzewania o 12% i 23% oraz wzrost zapotrzebowania na energię użyteczną chłodzenia o 26% i 31%.

Podsumowanie i wnioski – wymagane są dalsze prace

- **Konwersja zbiorów danych** TLM2000 do formatów zrozumiałych przez systemy symulacji energetycznych:
 - TM2 (TRNSYS)
 - EPW (EnergyPlus)
 - CLM (ESP-r)
- **Kontrola poprawności** danych TLM2000 dla wszystkich 56 stacji meteorologicznych.
- **Wyznaczenie średnich miesięcznych** z ze zbiorów TLM2000, które wraz z danymi godzinowymi mogą być wykorzystane do obliczeń miesięcznych lub godzinowych według normy PN-EN ISO 52016.
- **Udostępnienie zbiorów danych** TLM2000 na dedykowanej stronie internetowej i stworzenie odnośników do tej strony z popularnych portali internetowych.

Typowe lata meteorologiczne dla Polski na podstawie danych źródłowych z lat 2001 – 2020 zostały wyznaczone dzięki wsparciu finansowemu udzielonego przez Polską Organizację Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC), Stowarzyszenie Producentów i Importerów Urządzeń Grzewczych (SPiUG) i firmę KAN Sp. z o.o..



Stowarzyszenie
Producentów i Importerów
Urządzeń Grzewczych



Dziękuję za uwagę