



Długoterminowa zmienność parametrów klimatu środowiska zewnętrznego

Dr inż. Piotr Narowski

Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce
23-24 listopada 2023



1

Plan prezentacji

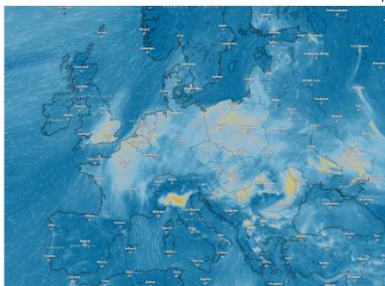
- Definicje
- Projekt TLM2000
- Wyniki obliczeń i analiz
- Projekt SKP2000
- Wyniki obliczeń i analiz
- Wnioski



<https://public.wmo.int/>



<https://stock.adobe.com/>



<https://windy.com/>



<https://stock.adobe.com/>

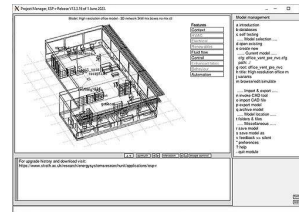
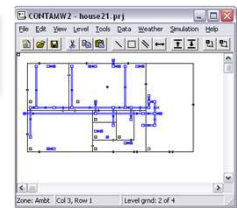


<https://www.openaccessgovernment.org/>

2

Definicje

- **Typowe lata meteorologiczne** (Projekt TLM2000) – zbiór mierzonych lub modelowanych z krokiem co najmniej godzinowym parametrów meteorologicznych i klimatycznych dla poszczególnych stacji meteorologicznych rozpatrywanego obszaru geograficznego reprezentujących przeciętny dla wielolecia klimat danej lokalizacji.
 - Dane wejściowe systemów symulacji energetycznych budynków oraz analiz przepływu powietrza i transportu zanieczyszczeń powietrza budynków – **wyznaczanie zapotrzebowania na energię oraz parametrów jakości powietrza wewnętrznego.**
- **Parametry obliczeniowe klimatu** (Projekt SKP2000) to wielkości fizyczne charakteryzujące klimat danej lokalizacji geograficznej dla potrzeb projektowania systemów i instalacji wewnętrznych budynków.
 - Dane wejściowe projektowania urządzeń i systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, wydajności systemów wentylacyjnych dobieranych na podstawie wskaźników jakości powietrza wewnętrznego – **wyznaczanie projektowych mocy cieplnych urządzeń oraz wydajności systemów wentylacyjnych.**
- Zbiory danych parametrów klimatu zewnętrznego **wyznaczone są na podstawie wieloletnich pomiarów meteorologicznych**, obejmujących okres co najmniej 20 lat.



ESP-r



Dane projektowe klimatu zewnętrznego są zmienne długoterminowo.

Stan aktualny

Typowe lata meteorologiczne 1971 – 2000 (TLM1970)

- Wyznaczone w 2004 r. dla potrzeb systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków wprowadzonego w Polsce w 2008 r. dla 61 lokalizacji stacji synoptycznych Polski.
- Opracowane na podstawie 3-godzinowych danych synoptycznych IMGW z lat 1971 – 2000 dla 10 parametrów meteorologicznych.

WT 12-04-2002 r. z późniejszymi zmianami
Dane do projektowania określono około 50 lat temu.

Parametry obliczeniowe klimatu zewnętrznego do projektowania instalacji ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji – 1976, 1982

Temperatury obliczeniowe zewnętrzne – **ogrzewnictwo**



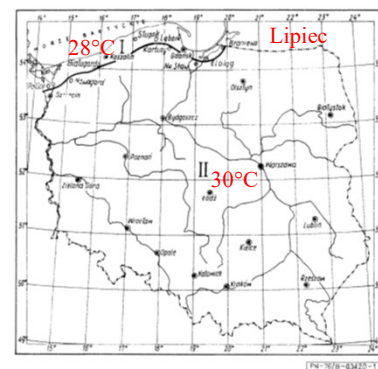
Strefa klimatyczna

- I
- II
- III
- IV
- V

Temperatura obliczeniowa

- 16°C
- 18°C
- 20°C
- 22°C
- 24°C

Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego – **wentylacja i klimatyzacja**



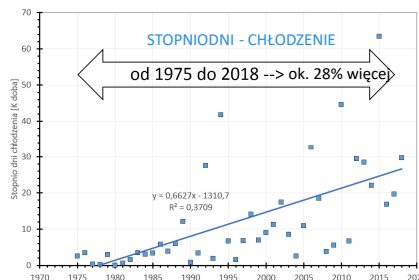
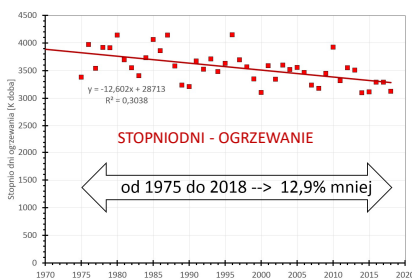
Podział Polski na strefy klimatyczne wg normy PN-74/B-02403 z 1974 r. i PN-82/B-02403 z 1982 r.

Podział Polski na strefy klimatyczne wg normy PN-76/B-03420 z 1976 r.

Projekt TLM2000

Projekt TLM2000 – metodyka i dane typowych lat meteorologicznych dla obszaru Polski wyznaczone na podstawie danych meteorologicznych i klimatycznych z lat 2001 – 2020.

Zmiany klimatu obszaru Polski – trend zmian liczby stopniodni ogrzewania i chłodzenia wg Eurostatu.



Opracowanie: dr inż. Maciej Mijakowski, WIBIŚ, Politechnika Warszawska

Ministerstwo Rozwoju i Technologii

O ministerstwie Co robimy

Prekonsultacje zmian regulacji w zakresie wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku

Powrót

Prekonsultacje zmian regulacji w zakresie wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz wzorów świadectw charakterystyki energetycznej

30.01.2023

Zapraszamy do udziału w prekonsultacjach projektu rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej. Prosimy o opinie w terminie do 28 lutego 2023 r.

Tabela 28. Wybór między godzinową a miesięczną metodą obliczania słońca różnych typów budynków

Rodzaj obiektu / typ aplikacji	Budynki mieszkalne	Budynki biurowe	Budynki oświetlenia	Budynki opieki zdrowotnej	Budynki zamieszkania zbiorowego, hotele i restauracje	Obiekty sportowe	Budynki o handlu, usługach i rekreacyjnych	Inne rodzaje budynków
Dokonano wyboru metody godzinowej	Nieco	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Dokonano wyboru metody miesięcznej	Nieco	Nieco	Nieco	Nieco	Nieco	Nieco	Nieco	Nieco
Obie metody dopuszczalne	Tak	Nieco	Nieco	Nieco	Nieco	Nieco	Nieco	Nieco

Stan aktualny TLM opracowane przez US DOE i IBPSA

EnergyPlus Downloads Documentation QuickStart Support & Training Licensing Weather

ENERGY.GOV Office of ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY

IBPSA International Building Performance Simulation Association

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:

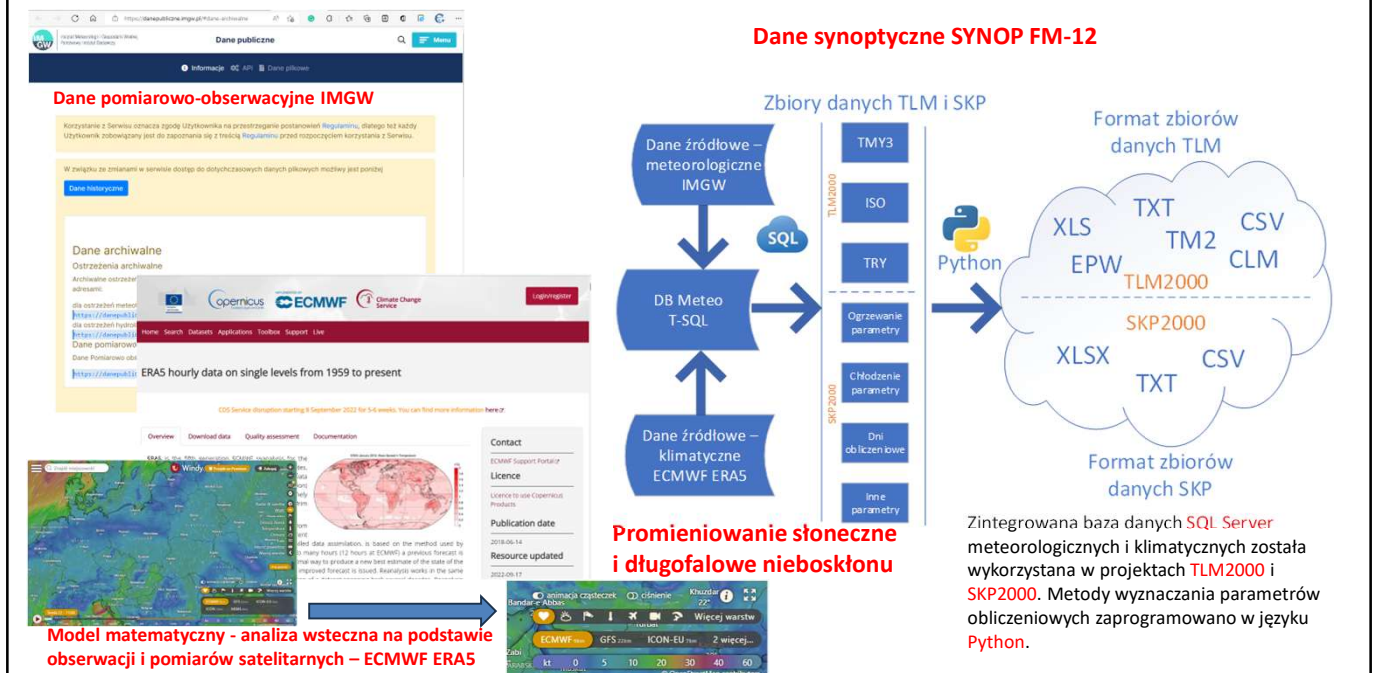
- Africa (WMO Region 1)
- Asia (WMO Region 2)
- South America (WMO Region 3)
- North and Central America (WMO Region 4)
- Southeast Pacific (WMO Region 5)
- Europe (WMO Region 6)

Search Weather Data

Keyword Search

Search

Dane źródłowe – bazy danych meteorologicznych



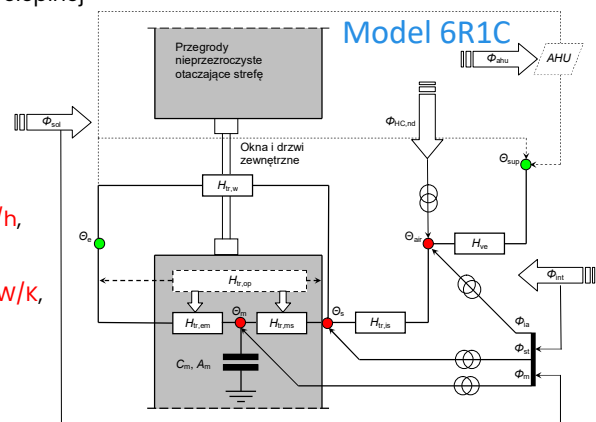
7

Porównanie TLM1970 i TLM2000

Skutki zmian – symulacje energetyczne budynku

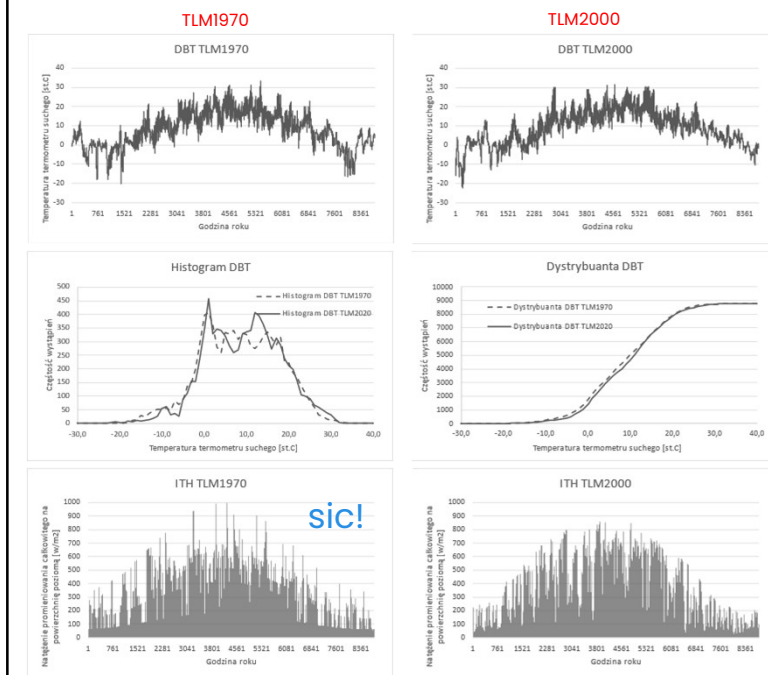
Dane do symulacji energetycznych budynku dla TLM1970 i TLM2000 (Warszawa, Suwałki)

- Model obliczeniowy: **6RIC** – model skupionych oporów i pojemności cieplnej (rozszerzony model wg. 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**,
- Współczynnik przenoszenia ciepła obudowy: **1241 W/K**,
- Współczynnik przenoszenia ciepła okien i drzwi: **602 W/K**,
- Współczynnik 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**

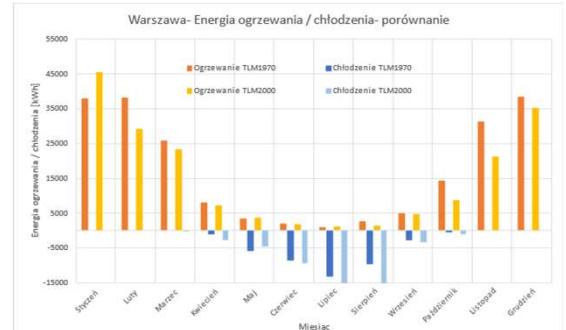


8

Porównanie TLM1970 i TLM2000



WARSZAWA



Średnia temperatura termometru suchego

MDBT ↑ 10 %

Liczba stopniodni ogrzewania

HDD ↓ 6,8 %

Liczba stopniodni chłodzenia

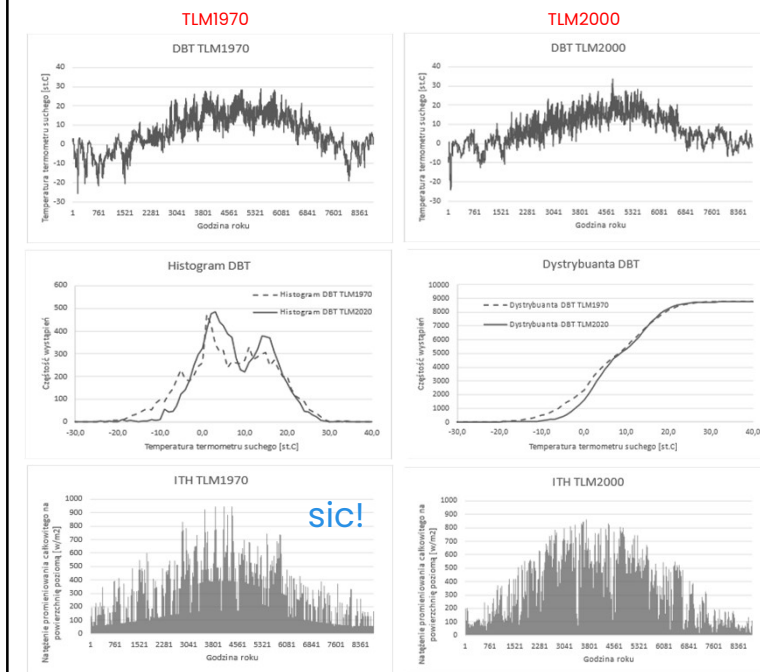
CDD ↑ 17,5 %

E_{uo} ↓ 12%

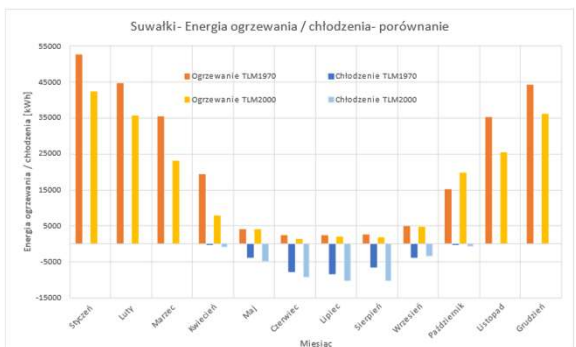
E_{uc} ↑ 26%

9

Porównanie TLM1970 i TLM2000



SUWAŁKI



Średnia temperatura termometru suchego

MDBT ↑ 23,3 %

Liczba stopniodni ogrzewania

HDD ↓ 12,2 %

Liczba stopniodni chłodzenia

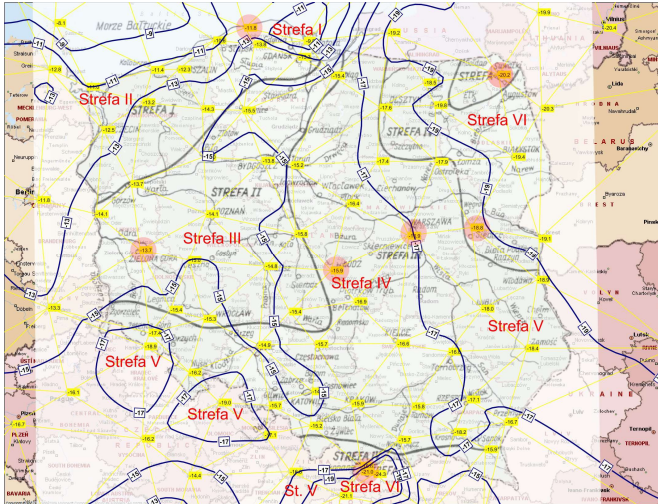
CDD ↓ 20,1 %

E_{uo} ↓ 23 %

E_{uc} ↑ 31 %

10

Obliczenia z 2019 r. dane z lat 1971-2000



Mapa stref klimatycznych Polski opracowana na podstawie danych meteorologicznych z lat 1971-2000.

Łeba –	I strefa (-16°C)
Zielona Góra –	II strefa (-18°C)
Łódź –	III strefa (-20°C)
Warszawa –	III strefa (-20°C)
Siedlce –	IV strefa (-22°C)
Zakopane –	V strefa (-24°C)
Suwałki –	V strefa (-24°C)

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

Projekt SKP 2000 – Strefy Klimatyczne Polski 2000

Parametry obliczeniowe dla zimy wg PN-EN ISO 15927

UWAGA: Norma PN-EN ISO 15927 zakłada różne wartości temperatury obliczeniowej dla budynków o różnych bezwładnościach cieplnych.

Parametry obliczeniowe dla lata wg PN-EN ISO 15927

UWAGA: Dni obliczeniowe to rzeczywiste parametry meteorologiczne występujące w określonych dniach wielolecia odpowiadające przyjętym kryteriom wyboru.

Statystyki miesięczne wg PN-EN ISO 15927

Parametry obliczeniowe dla zimy wg ASHRAE

Parametry obliczeniowe dla lata wg ASHRAE

Statystyki miesięczne wg ASHRAE:

Projekt SKP200

Wyniki obliczeń i analiz

Obecnie obowiązująca temperatura obliczeniowa dla Suwałk:

-24 °C

Wyznaczona na podstawie danych IMGW z lat 1971-2000:

-20,2 °C

ASHRAE 2013 z lat 1986-2010:

-19,7 °C

SKP 2000 z lat 1991-2020:

-18,8 °C

ASHRAE 2021 z lat 1994-2019:

-19,1 °C

PROBLEMY
ZWIĄZANE
POWSTĘŻĄ
WYNIKIEM
W PODZIALE

2009 ASHRAE Handbook - Fundamentals (SI)

© 2009 ASHRAE, Inc.

SUWALKI, Poland

WMO: 121950

Lat: 54.13N Long: 22.95E Elev: 186 StdP: 99.11 Time Zone: 1.00 (EUW) Period: 82-06 WBAN: 99999

Annual Heating, Humidification and Ventilation Design Conditions

Coldest Month	Heating DB	Humidification DPM/CDB and HR						Coldest month WS/MCDB				MCWS/PCWD to 99.6% DB		
		99.6%	99%	DP	HR	MCDB	DP	99%	MCDB	WS	MCDB		WS	MCDB
1	-20.2	-16.7	-22.4	0.5	-20.0	-18.9	0.7	-16.5	15.2	2.5	13.2	2.1	1.8	60

Annual Cooling, Dehumidification, and Enthalpy Design Conditions

Hottest Month	Cooling DB/MCWB	Evaporation WB/MCDB						MCWS/PCWD to 0.4% DB								
		0.4%	1%	2%	0.4%	1%	2%		MCWS	PCWD						
7	18.5	10.2	28.7	19.3	26.7	18.8	25.1	17.9	21.0	26.4	19.9	25.2	18.9	23.3	3.3	150

2021 ASHRAE Handbook — Fundamentals (SI)

© 2021 ASHRAE, Inc.

DP

WMO: 121950

Lat: 54.1308N Lon: 22.9489E Elev: 185 StdP: 99.12 Time Zone: 1.00 (EUC) Period: 94-19 WBAN: 99999

Extreme A Annual Heating, Humidification, and Ventilation Design Conditions

Coldest Month	Heating DB	Humidification DPM/CDB and HR						Coldest Month WS/MCDB				MCWS/PCWD to 99.6% DB	WSF		
		99.6%	99%	DP	HR	MCDB	DP	99%	MCDB	WS	MCDB			WS	MCDB
1	-19.1	-15.9	-21.4	0.6	-18.9	-18.2	0.8	-15.5	12.5	2.9	10.8	1.8	1.8	40	0.586

Annual Cooling, Dehumidification, and Enthalpy Design Conditions

Hottest Month	Cooling DB/MCWB	Evaporation WB/MCDB						MCWS/PCWD to 0.4% DB							
		0.4%	1%	2%	0.4%	1%	2%		MCWS	PCWD					
7	10.2	28.7	19.3	26.7	18.8	25.1	17.9	21.0	26.4	19.9	25.2	18.9	23.3	3.3	150

Extreme B Annual Heating, Humidification, and Ventilation Design Conditions

Coldest Month	Heating DB	Humidification DPM/CDB and HR						Coldest Month WS/MCDB				MCWS/PCWD to 99.6% DB	WSF		
		99.6%	99%	DP	HR	MCDB	DP	99%	MCDB	WS	MCDB			WS	MCDB
1	-19.1	-15.9	-21.4	0.6	-18.9	-18.2	0.8	-15.5	12.5	2.9	10.8	1.8	1.8	40	0.586

Annual Cooling, Dehumidification, and Enthalpy Design Conditions

Hottest Month	Cooling DB/MCWB	Evaporation WB/MCDB						MCWS/PCWD to 0.4% DB							
		0.4%	1%	2%	0.4%	1%	2%		MCWS	PCWD					
7	10.2	28.7	19.3	26.7	18.8	25.1	17.9	21.0	26.4	19.9	25.2	18.9	23.3	3.3	150

Extreme C Annual Heating, Humidification, and Ventilation Design Conditions

Coldest Month	Heating DB	Humidification DPM/CDB and HR						Coldest Month WS/MCDB				MCWS/PCWD to 99.6% DB	WSF		
		99.6%	99%	DP	HR	MCDB	DP	99%	MCDB	WS	MCDB			WS	MCDB
1	-19.1	-15.9	-21.4	0.6	-18.9	-18.2	0.8	-15.5	12.5	2.9	10.8	1.8	1.8	40	0.586

Annual Cooling, Dehumidification, and Enthalpy Design Conditions

Hottest Month	Cooling DB/MCWB	Evaporation WB/MCDB						MCWS/PCWD to 0.4% DB							
		0.4%	1%	2%	0.4%	1%	2%		MCWS	PCWD					
7	10.2	28.7	19.3	26.7	18.8	25.1	17.9	21.0	26.4	19.9	25.2	18.9	23.3	3.3	150

Extreme D Annual Heating, Humidification, and Ventilation Design Conditions

Coldest Month	Heating DB	Humidification DPM/CDB and HR						Coldest Month WS/MCDB				MCWS/PCWD to 99.6% DB	WSF		
		99.6%	99%	DP	HR	MCDB	DP	99%	MCDB	WS	MCDB			WS	MCDB
1	-19.1	-15.9	-21.4	0.6	-18.9	-18.2	0.8	-15.5	12.5	2.9	10.8	1.8	1.8	40	0.586

Annual Cooling, Dehumidification, and Enthalpy Design Conditions

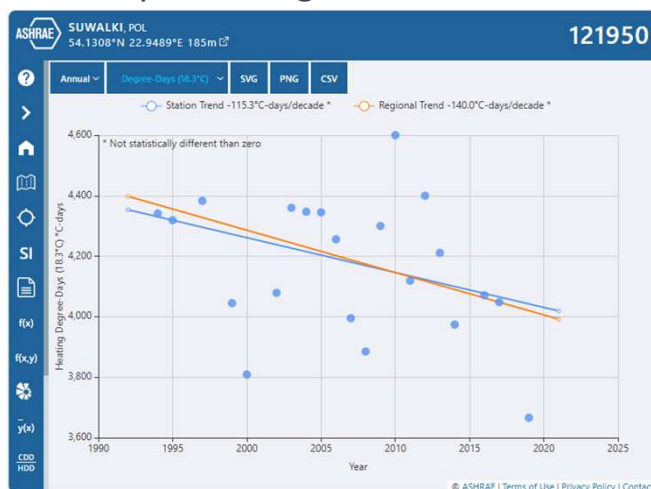
Hottest Month	Cooling DB/MCWB	Evaporation WB/MCDB						MCWS/PCWD to 0.4% DB							
		0.4%	1%	2%	0.4%	1%	2%		MCWS	PCWD					
7	10.2	28.7	19.3	26.7	18.8	25.1	17.9	21.0	26.4	19.9	25.2	18.9	23.3	3.3	150

13

Trendy zmian parametrów obliczeniowych klimatu zewnętrznego

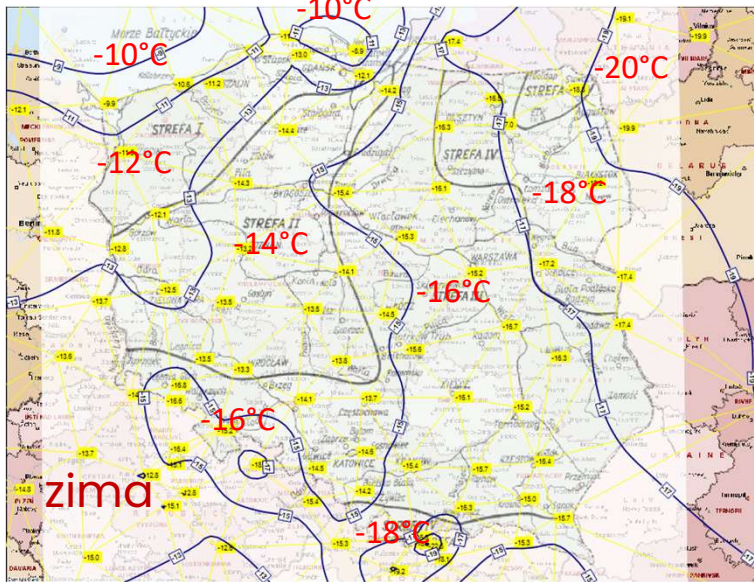
Temperatura obliczeniowa DBT częstość 99%

Stopniodni ogrzewania T=18,3°C



14

Wyniki obliczeń i analiz

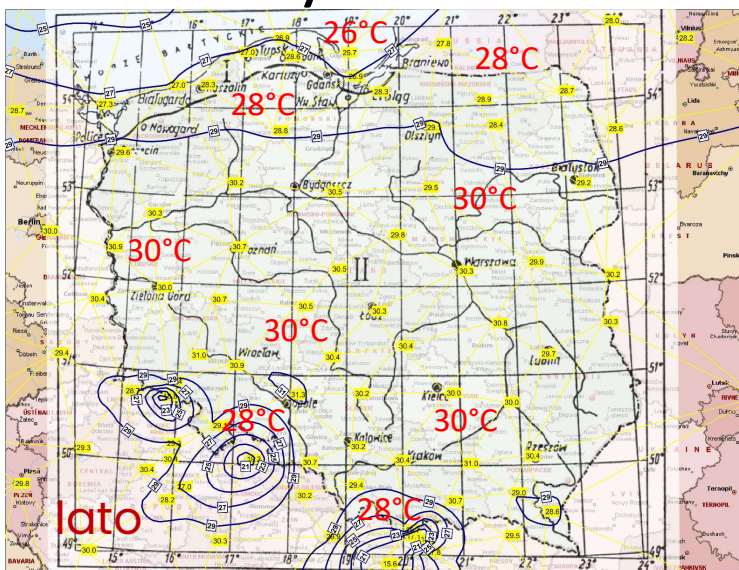


Analiza porównawcza obowiązujących i wyznaczonych z danych 1991 -2020 wartości temperatury obliczeniowej powietrza zewnętrznego dla zimy.

- Łeba – I strefa (-16°C → -11,2°C) 30%
- Zielona Góra – II strefa (-18°C → -12,5°C) 31%
- Łódź – III strefa (-20°C → -14,5°C) 28%
- Warszawa – III strefa (-20°C → -15,2°C) 24%
- Siedlce – IV strefa (-22°C → -17,2°C) 22%
- Zakopane – V strefa (-24°C → -16,6°C) 31%
- Suwałki – V strefa (-24°C → -18,8°C) 22%

Mapa stref klimatycznych Polski dla potrzeb ogrzewnictwa opracowana na podstawie danych meteorologicznych z lat 1991-2020.

Wyniki obliczeń i analiz



Analiza porównawcza obowiązujących i wyznaczonych z danych 1991 -2020 wartości temperatury obliczeniowej powietrza zewnętrznego dla lata.

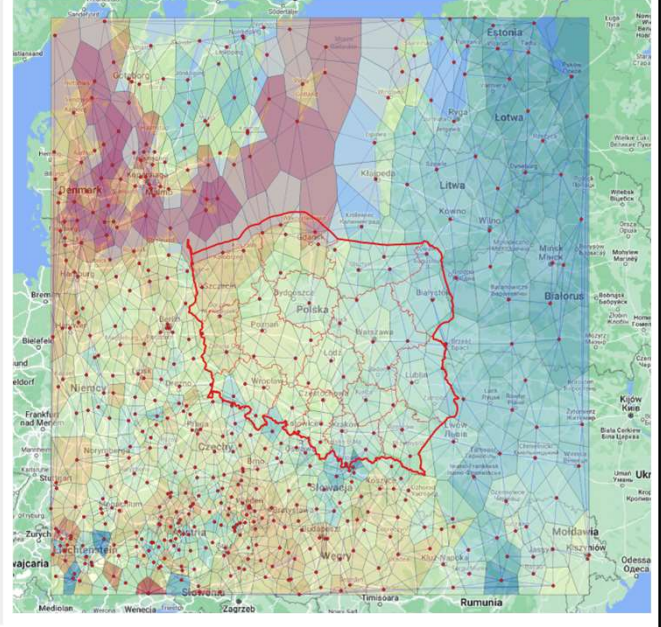
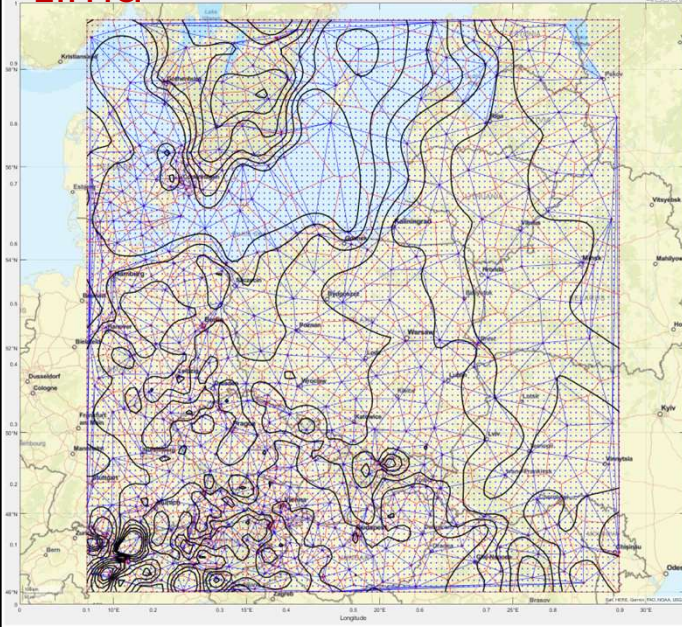
- Łeba – I strefa (28°C → 26,9°C) -4%
- Zielona Góra – II strefa (30°C → 30,0°C) 0%
- Łódź – II strefa (30 °C → 30,3°C) 1%
- Warszawa – II strefa (30°C → 30,3°C) 1%
- Siedlce – II strefa (30°C → 29,9°C) 0%
- Zakopane – II strefa (30°C → 26,7°C) -11%
- Suwałki – II strefa (30°C → 28,7°C) -4%

Mapa stref klimatycznych Polski dla potrzeb wentylacji i klimatyzacji opracowana na podstawie danych meteorologicznych z lat 1991-2020.

zima

Niezbędne dalsze prace

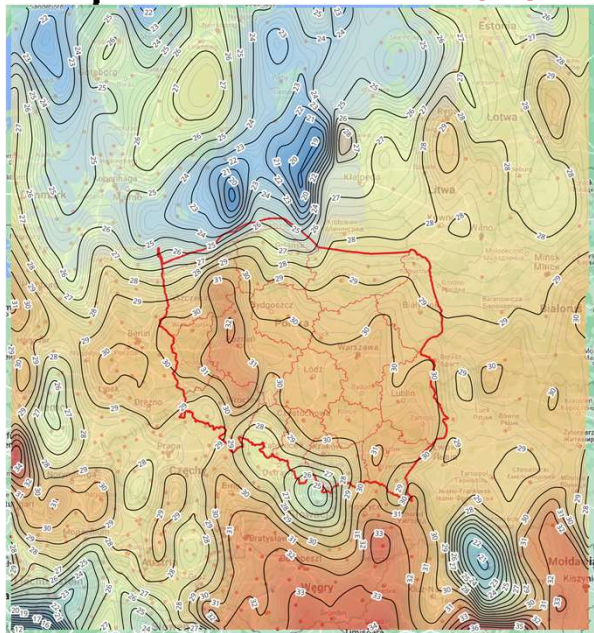
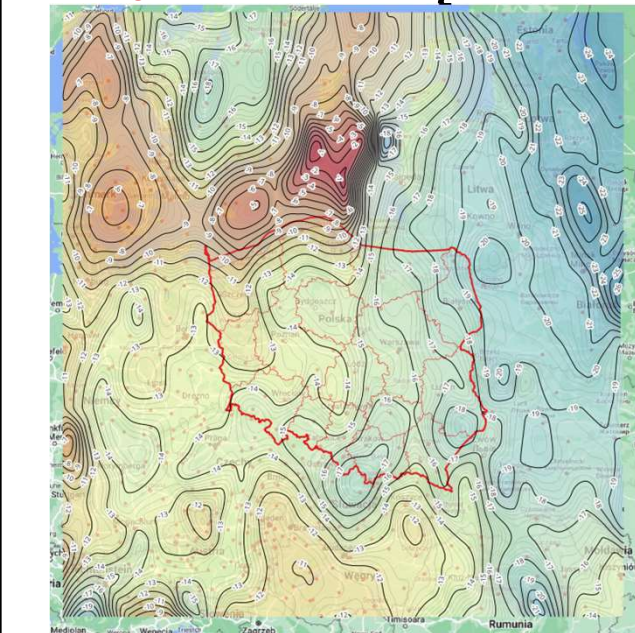
zima



zima

Niezbędne dalsze prace

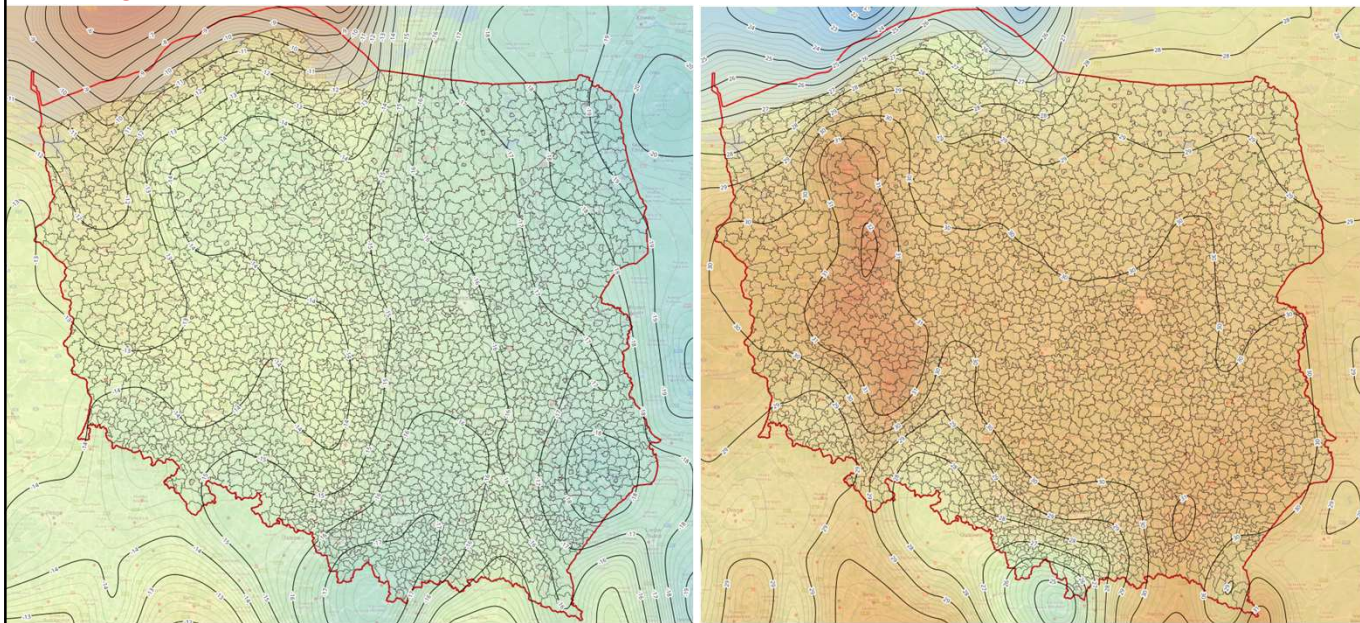
lato



zima

Parametry obliczeniowe dla każdej gminy?

lato



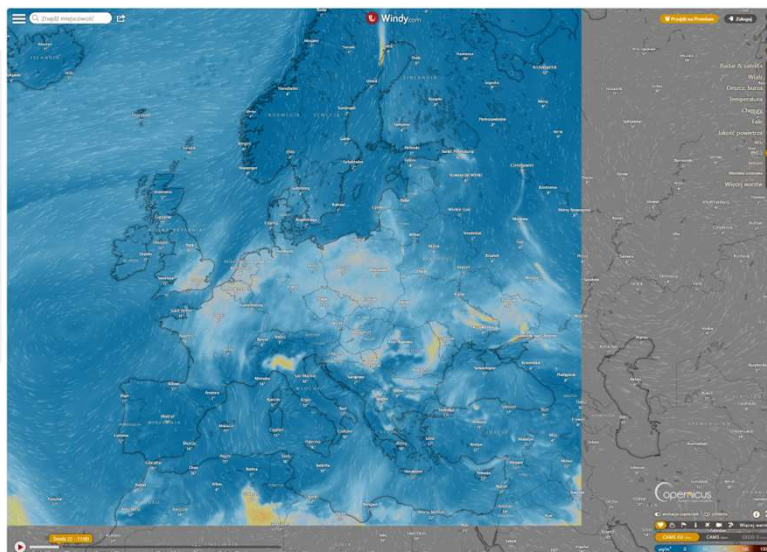
19

Baza danych Copernicus umożliwia pobranie danych archiwalnych dla parametrów jakości powietrza z krokiem godzinowym.

Group 6: Air Quality

Parameter	Unit	Description
CO	ug/m ³	Carbon Monoxide
NO	ug/m ³	Nitrogen Oxide
NO2	ug/m ³	Nitrogen Dioxide
O3	ug/m ³	Ozone
PM10	ug/m ³	Particulate Matters (PM) inhalable particles, with diameters that are generally 10 micrometers and smaller
PM25	ug/m ³	Particulate Matters (PM) inhalable particles, with diameters that are generally 2.5 micrometers and smaller
SO2	ug/m ³	Sulfur Dioxide

Możliwość przeprowadzenia analiz czasoprzestrzennych zanieczyszczenia powietrza zewnętrznego i określenia parametrów obliczeniowych dla analiz jakości powietrza wewnętrznego w budynkach.



Stężenie PM2,5 – prognoza środa 22.11.2023 godz. 11:00

20

Podsumowanie

- **Parametry obliczeniowe** dla potrzeb ogrzewnictwa, wentylacji i klimatyzacji **nie były aktualizowane od prawie 50 lat**. Typowe lata meteorologiczne dla Polski nie były aktualizowane od 2004.
- W projekcie **TLM 2000** wyznaczono **1680 plików danych** dla **56 stacji** synoptycznych Polski w **5 rodzajach** danych zapisanych w **6 formatach** danych o łącznej **objętości danych ok. 8,4 GB**.
- W projekcie **SKP 2000** określono **kilkadziesiąt parametrów obliczeniowych** dla **56 stacji** zapisanych w **1518 plikach** o łącznej **objętości 16 MB**.
- Wymagane są **dalsze prace nad sposobem prezentacji parametrów obliczeniowych**, które będą upublicznione **np. w postaci map i tabel parametrów klimatu zewnętrznego**.
- **Obserwuje się długoterminowe zmiany parametrów klimatu zewnętrznego** wykorzystywanych w obliczeniach symulacyjnych dla potrzeb budownictwa.
- **Zmiany wartości temperatury obliczeniowej dla zimy powodują spadek mocy obliczeniowej urządzeń i systemów ogrzewania o około 13 % w stosunku do obecnie obowiązujących**. Długoterminowe zmiany parametrów klimatu zewnętrznego powodują spadek zapotrzebowania na **energię do ogrzewania budynków o około 12%** i wzrost zapotrzebowania na **energię do chłodzenia budynków o około 30%**.
- Wymagana jest **aktualizacja warunków technicznych** i załącznika krajowego do **normy PN-EN 12831** lub **opracowanie nowych norm** w celu wprowadzenia nowych parametrów obliczeniowych do metod obliczania zapotrzebowania na moc dla systemów ogrzewania, chłodzenia wentylacji i klimatyzacji budynków.
- Możliwa jest **analiza czasoprzestrzenna parametrów jakości powietrza zewnętrznego** i wprowadzenie parametrów obliczeniowych jakości powietrza zewnętrznego do określania jakości powietrza wewnętrznego w budynkach.

21

Dziękuję za uwagę.

PIOTR.NAROWSKI@PW.EDU.PL

22