

Kraków, 29.09.2017

Potencjał zmniejszenia niskiej emisji w Polsce dzięki modernizacji budynków jednorodzinnych

dr inż. Konrad Witczak



Politechnika Łódzka
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Katedra Fizyki Budowli i Materiałów Budowlanych

Plan prezentacji

1. Dostępne dane dotyczące efektywności energetycznej budynków mieszkalnych oraz zużycia energii w gospodarstwach domowych
2. Przedstawienie założeń modelu służącego do szacunkowego obliczania poprawy efektywności energetycznej sektora budynków jednorodzinnych w Polsce
3. Przedstawienie wyników obliczeń poprawy efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych - potencjał krajowy
4. Przedstawienie wyników obliczeń poprawy efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych - potencjał przykładowej gminy
5. Wnioski

Zapotrzebowanie na energię grzewczą w gospodarstwach domowych w Polsce

Struktura zużycia energii w gospodarstwach domowych wg kierunków użytkowania (GUS, 2012)

	GWh	PJ	%
Ogrzewanie pomieszczeń	150 278	541	68,8
Podgrzewanie wody	32 222	116	14,8
Gotowanie posiłków	18 056	65	8,3
Oświetlenia	3 333	12	1,5
Urządzenia elektryczne	14 444	52	6,6
RAZEM	218333,0	786,0	100,0

Zużycie energii na c.o. i c.w.u w gospodarstwach domowych (budynki jedno i wielorodzinne) wg danych GUS wynosi **657 PJ**.

Zapotrzebowanie na energię grzewczą w gospodarstwach domowych w Polsce

Dane o strukturze wiekowej i powierzchni mieszkań (gospodarstwach domowych) w Polsce (GUS, 2011)

MIESZKANIA	WIEŚ			MIASTO		
	liczba jednorod. (tyś)	liczba wielorodz. (tyś)	średnia powierzchnia użytkowa [m2]	liczba jednor. (tyś)	liczba wielor. (tyś)	średnia powierzchnia użytkowa [m2]
przed 1918	247,3	47,2	75,5	177,0	676,0	56,3
1918 - 1944	454,3	86,7	74	178,8	683,1	63,6
1945 - 1970	809,8	154,4	76,7	428,5	1636,7	52,5
1971 - 1978	395,6	75,5	88,6	324,2	1238,2	54,6
1979 - 1988	429,6	81,9	104,2	331,6	1266,6	65,6
1989 - 2002	315,3	60,1	121,2	231,0	882,4	80,5
2003 - 2007	148,4	28,3	132,8	83,8	320,2	97
2008 - 2011	105,1	20,0	137,3	59,6	227,7	94,6
będące w budowie	15,5	2,9	100	5,6	21,3	70
o nieustalonej informacji	170,0	32,4	100	42,8	163,7	70
RAZEM	3090,8	589,5		1863	7115,9	

Dane o średniej powierzchni użytkowej budynków jednorodzinnych ???

Zapotrzebowanie na energię grzewczą w gospodarstwach domowych w Polsce

Wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania (EK) w budynkach mieszkalnych ???

(NAPE – *Tabula*)



Rok budowy	jednorodzinne	bliźniaki	wielorodzinne	wieżowce
Przed 1945				
1946-1966				
1967-1985				
1986-1992				
1993-2002				
2003-2008				
Po 2008				

Zapotrzebowanie na energię grzewczą w gospodarstwach domowych w Polsce

Wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania (EK) w budynkach mieszkalnych ???
(NAPE – *Tabula*)

Kod budynku : PL.N.SFH.02.gen

Dane ogólne



typ budynku jednorodzinny (SFH)
okres budowy 1946 - 1966

Ilość pięter 1
Ilość mieszkań 1
Kubatura ogrzewana: 245,5 m³
Powierzchnia ogrzewana 98,2 m²

STAN WYJŚCIOWY (przed modernizacją)

PRZEGRODY ZEWNĘTRZNE

			wartość <i>U</i>	
ściany		1,5 cegły	1,95	W/m ² K
dach		dach skośny, nie wentylowany	0,9	W/m ² K
podłoga		podłoga na gruncie	1,8	W/m ² K
okna		drewniane, typu szwedzkiego	3,4	W/m ² K

CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA

bez modernizacji		modernizacja standardowa		modernizacja zaawansowana	
EK	327	EK	125	EK	91,1
EP	359,7	EP	137,5	EP	73,1

uwaga: EP i EK policzone wg polskiej metodyki sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków

Zapotrzebowanie na energię grzewczą w gospodarstwach domowych w Polsce

Wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania (EK) w budynkach mieszkalnych ???
(NAPE – *Tabula*)

Kod budynku : PL.N.SFH.03.gen

Dane ogólne



typ budynku jednorodzinny (SFH)
okres budowy 1967-1985

Ilość pięter 2
Ilość mieszkań 1
Kubatura ogrzewana: 330 m³
Powierzchnia ogrzewana 130 m²

STAN WYJŚCIOWY (przed modernizacją)

PRZEGRODY ZEWNĘTRZNE

			wartość U	
ściany		pustak, bez docieplenia	1,4	W/m ² K
dach		dach płaski, nie wentylowany	1,1	W/m ² K
podłoga		podpiwniczony	1,8	W/m ² K
okna		podwójne	3,3	W/m ² K

CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA

bez modernizacji		modernizacja standardowa		modernizacja zaawansowana	
EK	253	EK	118	EK	94
EP	278,3	EP	129,8	EP	76

uwaga: EP i EK policzone wg polskiej metodyki sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków

Zapotrzebowanie na energię grzewczą w gospodarstwach domowych w Polsce

Wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania (EK) w budynkach mieszkalnych ??

(Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa)

Tabela 3. Struktura wiekowa zasobów mieszkaniowych w Polsce i zużycie energii.^{1b}

L.p.	Okres wniesienia budynku	Budynki		Mieszkania		EP	EK
	lata	tys.	%	mln	%	kWh/(m ² rok)	kWh/(m ² rok)
1	przed 1918	404,7	7,3	1,18	9,1	> 350	> 300
2	1918 – 1944	803,9	14,5	1,45	11,2	300 – 350	260 – 300
3	1945 – 1970	1363,9	24,6	3,11	24,0	250 – 300	220 – 260
4	1971 – 1978	659,8	11,9	2,07	16,0	210 – 250	190 – 220
5	1979 – 1988	754,0	13,6	2,15	16,6	160 – 210	140 – 190
6	1989 – 2002	670,9	12,1	1,52	11,7	140 – 180	125 – 160
7	2003 – 2007	321,6	5,8	0,60	4,6	100 – 150	90 – 120
8	2008-2011	205,1	3,7	0,41	3,2	-----	-----
9	w budowie	27,7	0,5	0,04	0,3	-----	-----
10	nieustalone	332,7	6,0	0,43	3,3	-----	-----
	razem	5544,3	100,0	12,96	100,0	-----	-----

Zapotrzebowanie na energię grzewczą w gospodarstwach domowych w Polsce

Wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania (EK) w budynkach mieszkalnych (NAPE – *Tabula*, Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa)

TABULA (NAPE)			Ministerstwo Infr. i Bud.	
	EK [kWh/(m2 rok)]		EK [kWh/(m2 rok)]	
	Jednorodz.	Wielorodz.	Mieszkalne	
przed 1945	348	320	przed 1918	350
przed 1945	348	320	1918 - 1944	280
1946 - 1966	327	262	1945 - 1970	240
1967 - 1985	253	250	1971 - 1978	205
1967 - 1985	253	250	1979 - 1988	165
1985 - 1992	180	197	1989 - 2002	142
	160	160	2003 - 2007	105
	140	140	2008 - 2011	105
	140	140	będące w budowie	150
	140	140	o nieustalonej informacji	150

Po przeliczaniu zużycia energii na c.o. i c.w.u z uwzględnieniem danych o strukturze wiekowej mieszkań i wskaźników EK, zapotrzebowanie na energię grzewczą w gospodarstwach domowych wynosi: EK wg TABULA - **818 PJ**, EK wg MliB – **667 PJ**

Zapotrzebowanie na energię grzewczą w budynkach jednorodzinnych

BUDYNKI	WIEŚ	MIASTO	Średnia powierzchnia budynków jednorodzinnych	EK (wg MliB)
lata	liczba jednorodz.(tyś)	liczba jednorodz. (tyś)	[m2]	[kWh/m2/rok]
przed 1918	225,58	139,06	75,50	350
1918 - 1944	467,51	262,47	74,00	280
1945 - 1970	889,25	356,33	76,70	240
1971 - 1978	398,85	196,42	88,60	205
1979 - 1988	428,28	252,04	104,20	165
1989 - 2002	353,08	245,09	121,20	142
2003 - 2007	170,00	116,46	132,80	105
2008 - 2011	117,69	64,31	137,30	105
będące w budowie	19,62	8,69	100,00	150
o nieustalonej informacji	199,43	100,82	100,00	150
RAZEM	3269,3	1741,6764		
RAZEM (do 1988)	2409,47	1206,31		

Zapotrzebowanie na energię grzewczą w **budynkach jednorodzinnych** w Polsce wynosi **341 PJ**

Zapotrzebowanie na energię grzewczą w budynkach jednorodzinnych

BUDYNKI JEDNORODZINNE	Wieś	Miasto	ENERGIA RAZEM		Energia przyrostowo	
	[PJ]	[PJ]	[PJ]		[PJ]	[%]
przed 1918	21,46	13,23	34,69	10,2%	34,69	10,2%
1918 - 1944	34,87	19,58	54,45	16,0%	89,14	26,1%
1945 - 1970	58,93	23,61	82,54	24,2%	171,68	50,3%
1971 - 1978	26,08	12,84	38,92	11,4%	210,60	61,7%
1979 - 1988	26,51	15,60	42,11	12,3%	252,71	74,0%
1989 - 2002	21,88	15,18	37,06	10,9%	289,77	84,9%
2003 - 2007	11,54	7,91	19,45	5,7%	309,22	90,6%
2008 - 2011	8,26	4,51	12,77	3,7%	322,00	94,4%
będące w budowie	1,00	0,44	1,45	0,4%	323,44	94,8%
o nieustalonej informacji	11,85	5,99	17,83	5,2%	341,28	100,0%
	222,38	118,90	341,28	100,0%		

Zapotrzebowanie na energię PO termomodernizacji budynków jednorodzinnych

BUDYNKI JEDNORODZINNE	EK - PRZED	ENERGIA PRZED	EK - PO	ENERGIA PO
	[kWh/m2/rok]	[PJ]	[kWh/m2/rok]	[PJ]
przed 1918	350	34,69	105,6	10,47
1918 - 1944	280	54,45	105,6	20,54
1945 - 1970	240	82,54	105,6	36,32
1971 - 1978	205	38,92	92,4	17,54
1979 - 1988	165	42,11	92,4	23,58
1989 - 2002	142	37,06	142	37,06
2003 - 2007	105	19,45	105	19,45
2008 - 2011	105	12,77	105	12,77
będące w budowie	150	1,45	150	1,45
o nieustalonej informacji	150	17,83	150	17,83
RAZEM		341,28		197,01

Przeprowadzona termomodernizacje budynków jednorodzinnych daje co najmniej:

- 42 % redukcji zapotrzebowania w całym sektorze budynków jednorodzinnych w Polsce,
- 22 % redukcji zapotrzebowania w całym sektorze budynków mieszkalnych w Polsce,
- **3,3 % redukcji zapotrzebowania na energię w całej gospodarce krajowej**

Obliczenia bilansu energii na cele grzewcze budynków **gminy
1200 budynków jednorodzinnych**

PRZED termomodernizacją.

	Jednorodzinny „mały”	Jednorodzinny „średni”	Jednorodzinny „kostka”	Budynek gminny	Szkoła
Okres budowy budynków	Do 1945	1946 - 1966	1967 - 1985	1960 - 1969	1970
Liczba budynków w gminie	300	600	300	3	1
Powierzchnia ogrzewana [m ²]	72,0	98,2	130,0	668,2	828,0
<u>Wskaźnik EK</u> <u>[kWh/rok/m²]</u>	<u>414</u>	<u>375</u>	<u>295</u>	<u>274</u>	<u>458</u>
Moc szczytowa na potrzeby grzewcze pojedynczych budynków [kW]	9,2	11,9	13,8	79,6	124,4

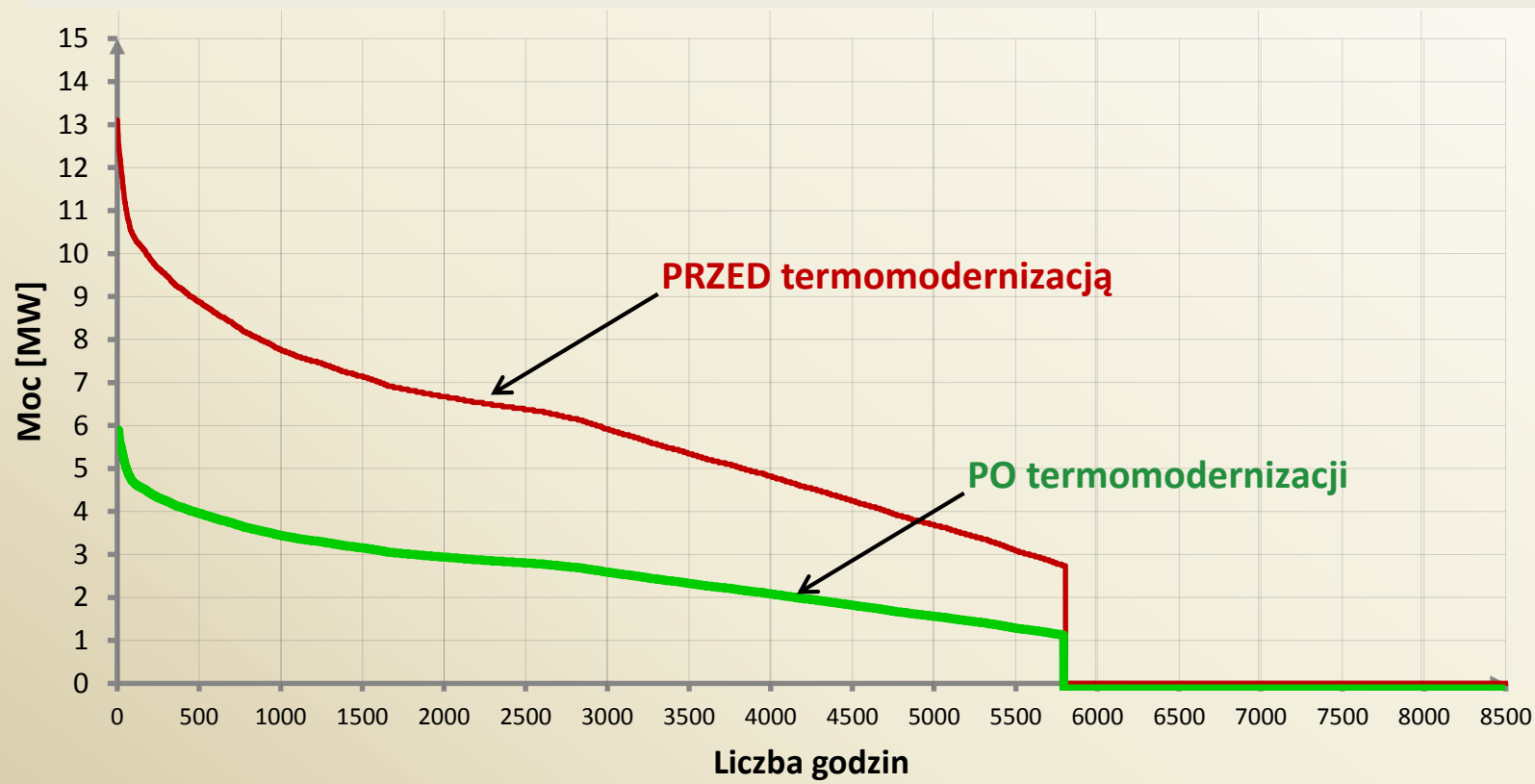
PO termomodernizacji.

<u>Wskaźnik EK</u> <u>[kWh/rok/m²]</u>	<u>116</u>	<u>107</u>	<u>82</u>	<u>92</u>	<u>152</u>
Moc szczytowa na potrzeby grzewcze [kW]	3,8	5,2	6,2	41,0	56,1

Poniżej przedstawiono także przebieg krzywej zaopatrzenia na moc grzewczą.

Obliczenia bilansu energii na cele grzewcze budynków **gminy**

Krzywa skumulowanego zapotrzebowania na moc grzewczą budynków analizowanej gminy



Obliczenia bilansu energii na cele grzewcze budynków **gminy**

Tabela 2 Wyniki obliczeń dla budynków w wariantcie bazowym klastra

	Jednorodzinny „mały”	Jednorodzinny „średni”	Jednorodzinny „kostka”	Gminny	Szkoła
Moc szczytowa na potrzeby grzewcze [kW]	2 756,6	7 126,1	4 126,6	238,8	124,4
Roczne zapotrzebowanie na energię do ogrzewania [GJ/rok]	31 255,5	78 593,8	41 403,5	2 025,1	1 398,1
Sumaryczna moc szczytowa na potrzeby grzewcze budynków klastra [kW]	14 372,5				
Sumaryczne zapotrzebowanie na energię dla budynków w klastrze [GJ]	154 676,0				

Moc szczytowa na potrzeby grzewcze dla wszystkich budynków danego typu [kW]	1 135,4	3 097,6	1 865,4	123,0	56,1
Roczne zapotrzebowanie na energię do ogrzewania dla wszystkich budynków danego typu [GJ/rok]	6 646,9	17 893,7	9 134,8	625,4	427,1
Sumaryczna moc szczytowa na potrzeby grzewcze budynków klastra [kW]	6 277,5				
Sumaryczne zapotrzebowanie na energię dla budynków w klastrze [GJ]	34 727,9				

Obliczenia bilansu energii na cele grzewcze budynków **gminy** - efekt ekologiczny

Roczna emisja w stanie istniejącym, PRZED termomodernizacją

Emisja [kg]						
CO2	SOx	NOx	CO	Benzo(a)piren	PM10	PM2.5
12 375 975,2	107 034,2	14 717,3	301 033,8	93,7	68 065,4	66 250,4

Roczna emisja PO termomodernizacji

Emisja [kg]						
CO2	SOx	NOx	CO	Benzo(a)piren	PM10	PM2.5
2 755 442,5	23 830,5	3 276,7	67 023,2	20,9	2 357,8	2 054,7

Wnioski

- Istnieje brak jednolitych baz danych statystycznych dotyczących efektywności energetycznej budynków jednorodzinnych w Polsce
- Istniejące budynki jednorodzinne w Polsce mają bardzo duży potencjał poprawy efektywności energetycznej i ograniczenia niskiej emisji
- Systemowe podejście do termomodernizacji budynków jednorodzinnych może dać **co najmniej** 44% oszczędności energii i ograniczenia niskiej emisji w tym sektorze budynków w kraju.
- Kompleksowa modernizacja budynków to również poprawa bezpieczeństwa energetycznego, związana nie tylko ze zmniejszeniem zużycia nośników energii ale także ze znaczną redukcją mocy grzewczej źródeł ciepła



Dziękuję za uwagę

konrad.witczak@p.lodz.pl

603-880-964