

Wpływ ocieplenia klimatu na sprzedaż gazu ziemnego dla odbiorców domowych

Józef Dopke

Słowa kluczowe: stopniodni grzania, liczba stopniodni grzania, klimat, globalne ocieplenie, gaz ziemny, sprzedaż gazu, stała sprzedaż, zmienna sprzedaż, całkowita sprzedaż, korekcja klimatyczna, odbiorcy domowi, gospodarstwa domowe

Streszczenie. Średnie roczne zużycie gazu ziemnego w gospodarstwach domowych w wielu stanach USA spadało w latach 1993-2007 szybciej niż liczba stopniodni grzania wskutek globalnego ocieplenia klimatu. Spadek zużycia gazu spowodowany był modernizacją aparatów gazowych takich jak: kuchnie gazowe, podgrzewacze wody, kotły gazowe, suszarki gazowe, stosowanie urządzeń elektrycznych do przygotowania posiłków, termomodernizacją budynków i globalnym ociepleniem.

A artykule oszacowano spadek sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych spowodowany ociepleniem klimatu jako różnicę całkowitej sprzedaży z korekcją klimatyczną i bez korekcji klimatycznej w latach 1993-2007. Ten sumaryczny spadek w latach 1993-2007 wynosił około 7050 mln m³ w Illinois, 4500 mln m³ w Michigan, 3420 mln m³ w Ohio i 1860 mln m³ w Indiane.

Wstęp

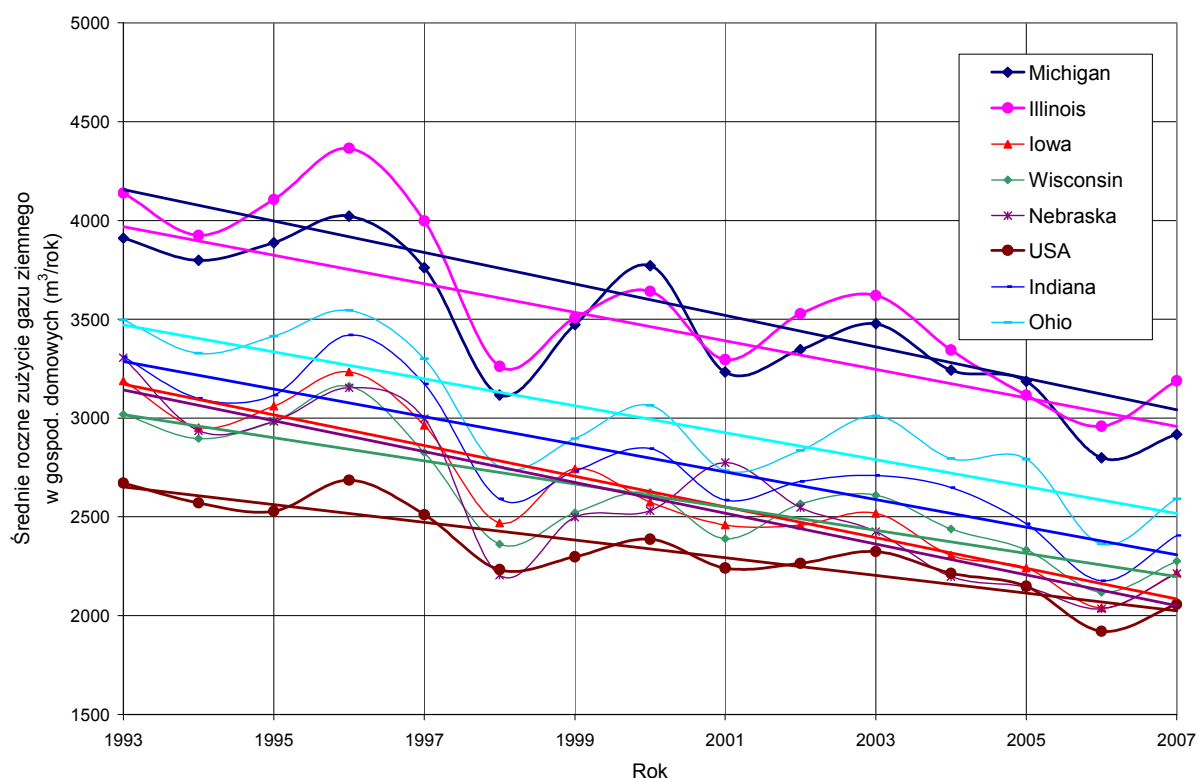
Wpływ ocieplenia klimatu na sprzedaż gazu ziemnego dla odbiorców domowych przedstawiony będzie na przykładzie wybranych stanów USA o średniej wieloletniej (1971-2000) liczbie stopniodni grzania $S_d(18,3^{\circ}\text{C})$ ważonej zaludnieniem w 2000 r. [1]: 4328°Cdni Wisconsin, 3921°Cdni Iowa, 3861°Cdni Michigan, 3625°Cdni Nebraska, 3531°Cdni Illinois, 3317°Cdni Ohio, 3274°Cdni Indiana. Klimat tych stanów zbliżony jest do klimatu Białorusi o liczbie stopniodni grzania $S_d(18,3^{\circ}\text{C})=4299^{\circ}\text{Cdni}$, Łotwy 4237°Cdni, Litwy 4218°Cdni, Ukrainy 3752°Cdni, Polski 3719°Cdni, Czech 3569°Cdni, Słowacji 3498°Cdni i Niemiec 3252°Cdni. Wśród analizowanych stanów są stany o bardzo dużej jak i małej sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych (**tabela 1**). W 2005 r. sprzedaż gazu ziemnego dla odbiorców domowych [2] wynosiła: 11,3 mld m³ w Illinois, 10,2 mld m³ w Michigan, 9,1 mld m³ w Ohio, 4,2 mld m³ w Indiana, 3,7 mld m³ w Wisconsin, 1,9 mld m³ w Iowa i 1,075 mld m³ w Nebrasce. W 2005 r. liczba gospodarstw domowych korzystających z gazu ziemnego wynosiła: 3 975 961 w Illinois, 3 272 307 w Ohio, 3 187 583 w Michigan, 1 707 195 w Indiana, 1 592 621 w Wisconsin, 850 095 w Iowa i 501 279 w Nebrasce.

Na **rys. 1** przedstawiono średnie roczne zużycie gazu ziemnego w gospodarstwach domowych stanów Michigan, Illinois, Iowa, Wisconsin, Nebraska, Indiana, Ohio i w USA w latach 1993-2007. Z przebiegu krzywych widać duży spadek zużycia gazu ziemnego.

Największy spadek średniego rocznego zużycia gazu ziemnego w gospodarstwach domowych wystąpił w stanie Illinois o wartości 1198 m³, następnie w Nebrasce 1091 m³ i 1077 Iowa m³. Najmniejszy spadek zużycia gazu ziemnego wystąpił w stanie Wisconsin o wartości 820 m³. W wielu południowych stanach (Floryda, Teksas) praktycznie nie ogrzewa się mieszkań stąd spadek dla całego terytorium USA jest mniejszy i w latach 1993-2007 wynosił 627 m³.

Tabela 1. Liczba ludności, liczba gospodarstw domowych, sprzedaż gazu ziemnego dla odbiorców domowych [2], liczba gospodarstw domowych zgazyfikowanych w 2005 r. [2], średnia liczba osób w gospodarstwach domowych, średnie roczne przychody rodzin dla wybranych stanów USA. Źródło: U.S. Energy Information Administration. Natural Gas Annual 2005.

Stan	Liczba ludności w 2005 r.	Liczba gospodarstw domowych w 2003 r.	Liczba gospodarstw domowych odbierających gaz	Sprzedaż gazu dla odbiorców domowych W 2005 r.	Średnia liczba osób w gospodarstwach domowych w 2003 r.	Średnie roczne przychody rodzin w 2003 r.
---	tys. osób	tys. sztuk	sztuk	mld m ³	osoby	dolar
Illinois	12 763	4 625	3 975 961	11,275536	2,65	57385
Indiana	6 272	2351	1 707 195	4,195521	2,49	51338
Iowa	2 966	1158	850 095	1,904715	2,38	51336
Michigan	10 121	3884	3 187 583	10,155064	2,54	55018
Nebraska	1 759	675	501 279	1,074887	2,45	50756
New Jersey	8718	3123	2 540 283	6,542388	2,70	58508
Nowy Jork	19 255	7119	4 232 374	11,500463	2,61	46195
Ohio	11 464	4480	3 272 307	9,136862	2,47	51522
Pensylwania	12 430	4801	2 600 574	6,939748	2,46	51339
Wisconsin	5 536	2159	1 592 621	3,715229	2,42	54500
USA	296 410	108420	63 573 466	136,993922	2,61	52273



Rys. 1. Średnie roczne zużycie gazu ziemnego w gospodarstwach domowych [2] stanów Michigan, Illinois, Iowa, Wisconsin, Nebraska, Indiana, Ohio i w USA w latach 1993-2007

Roczna sprzedaż gazu ziemnego dla odbiorców domowych

Całkowitą roczną sprzedaż gazu ziemnego dla odbiorców domowych można przedstawić w postaci najprostszego modelu dwuparametrowego [3]:

$$S_c(x) = S_s(x) + S_z(x) + e = a_s(x) + b_s(x) \cdot Sd(t_b, x) + e \quad (1)$$

gdzie: $S_c(x)$ – całkowita roczna sprzedaż gazu ziemnego w roku x , $S_s(x)$ – stała roczna sprzedaż gazu w roku x , $S_z(x)$ – zmienna roczna sprzedaż gazu w roku x , $a_s(x)$, $b_s(x)$ – parametry w roku x , $Sd(t_b, x)$ - liczba stopniodni grzania zależna od t_b w roku x , t_b - bazowa temperatura, e – błąd metody.

Sprzedaż gazu na ogrzewanie budynków w małych przedziałach czasu zależy liniowo od liczby stopniodni grzania. Parametr $b_s(x)$ określa wielkość zmiennej sprzedaży gazu ziemnego na jeden stopniodzień grzania. Stałe zużycie gazu ziemnego na cele nie związane z ogrzewaniem pomieszczeń określa parametr $a_s(x)$. Wskutek ocieplenia klimatu będzie malała wartość liczby stopniodni grzania $Sd(t_b)$ i zmniejszała się zmienna sprzedaż gazu na ogrzewanie budynków. Termomodernizacje budynków, poprawa sprawności kotłów c.o. będzie powodowała zmniejszanie wartości parametru $b_s(x)$.

Całkowitą roczną sprzedaż gazu ziemnego skorygowaną do średniej wieloletniej (1971-2000) liczby stopniodni grzania $Sd(t_b)_N$ ważonej zaludnieniem 2000 r. można przedstawić w postaci:

$$S_c(x)_{skor} = S_s(x) + S_z(x)_{skor} + e = S_s(x) + \frac{S_z(x)}{Sd(t_b, x)} \cdot Sd(t_b)_N + e = a_s(x) + b_s(x) \cdot Sd(t_b)_N + e \quad (2)$$

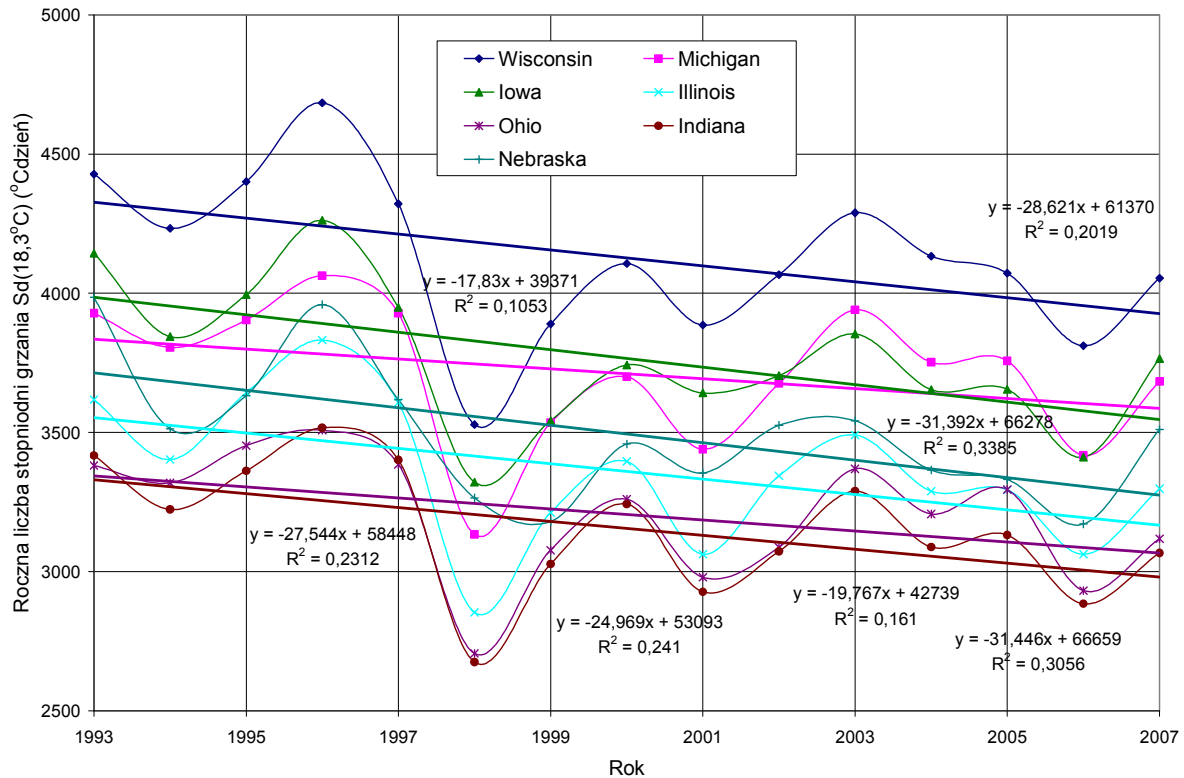
Wskutek ocieplenia klimatu liczba stopniodni grzania $Sd(18,3^\circ C)$ w roku x $Sd(18,3^\circ C, x)$ ma trend malejący:

$$Sd(18,3^\circ C, x) = p + q \cdot x \quad (3)$$

Największe ocieplenie klimatu miało miejsce w stanie Iowa 31,446^oCdzień/rok a najmniejsze w stanie Michigan -17,83^oCdzień/rok (**rys. 2, tabela 2**). Powoduje to spadek rocznego zużycia gazu na ogrzewanie a w następstwie spadek całkowitej rocznej sprzedaży.

*Tabela 2. Roczna liczba stopniodni grzania $Sd(18,3^\circ C, x) = p + q \cdot x$ w roku x dla wybranych stanów USA, R – współczynnik korelacji, p , q parametry, gdzie x od 1993-2007, (**rys. 2**)*

Średnie roczne zużycie	R^2	p	q
--	--	^o Cdni	^o Cdni/rok
Wisconsin	0,2019	61370	-28,621
Iowa	0,3056	66659	-31,446
Michigan	0,1053	39371	-17,83
Nebraska	0,3385	66278	-31,392
Illinois	0,2312	58448	-27,544
Ohio	0,1610	42739	-19,767
Indiana	0,2410	53093	-24,969



Rys. 2. Roczna liczba stopniodni grzania $Sd(18,3^{\circ}\text{C}, x)$ dla wybranych stanów USA [1] gdzie x lata od 1993 do 2007

Średni roczny spadek (dla ujemnych wartości wzrost) sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych od wpływu klimatu wynosi:

$$ZS_c(x) = S_c(x)_{skor} - S_c(x) = b_s(x)[Sd(t_b)_N - Sd(t_b, x)] \quad (4)$$

Suma średnich rocznych spadków sprzedaży (ujemnych i dodatnich) od wpływu klimatu w latach od x_1 (1993) do x_2 (2007) wynosi:

$$\text{Suma.ZS}(x_1, x_2) = \sum_{x=x_1}^{x=x_2} b_s(x)[Sd(t_b)_N - Sd(t_b, x)] \quad (5)$$

Wpływ ocieplenia klimatu na spadek sprzedaży gazu dla odbiorców domowych w stanie Illinois

Prosta regresji całkowitej rocznej sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych skorygowana do średniej wieloletniej (1971-2000) liczby stopniodni grzania $Sd(18,3^{\circ}\text{C})=3531^{\circ}\text{Cdni}$ dla stanu Illinois (rys. 3) ma postać:

$$S_c(x)_{skor} = -104,68 \text{ mln m}^3/\text{rok} \cdot x + 222913 \text{ mln m}^3$$

a nie skorygowana:

$$S_c(x) = -179,73 \text{ mln m}^3/\text{rok} \cdot x + 372547 \text{ mln m}^3,$$

gdzie x – rok od 1993 do 2007 r. Różnica między całkowitą roczną sprzedażą skorygowaną i nie skorygowaną określa średni zmianę (spadek) sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych spowodowany wpływem (ociepleniem) klimatu i wg (4) wynosi:

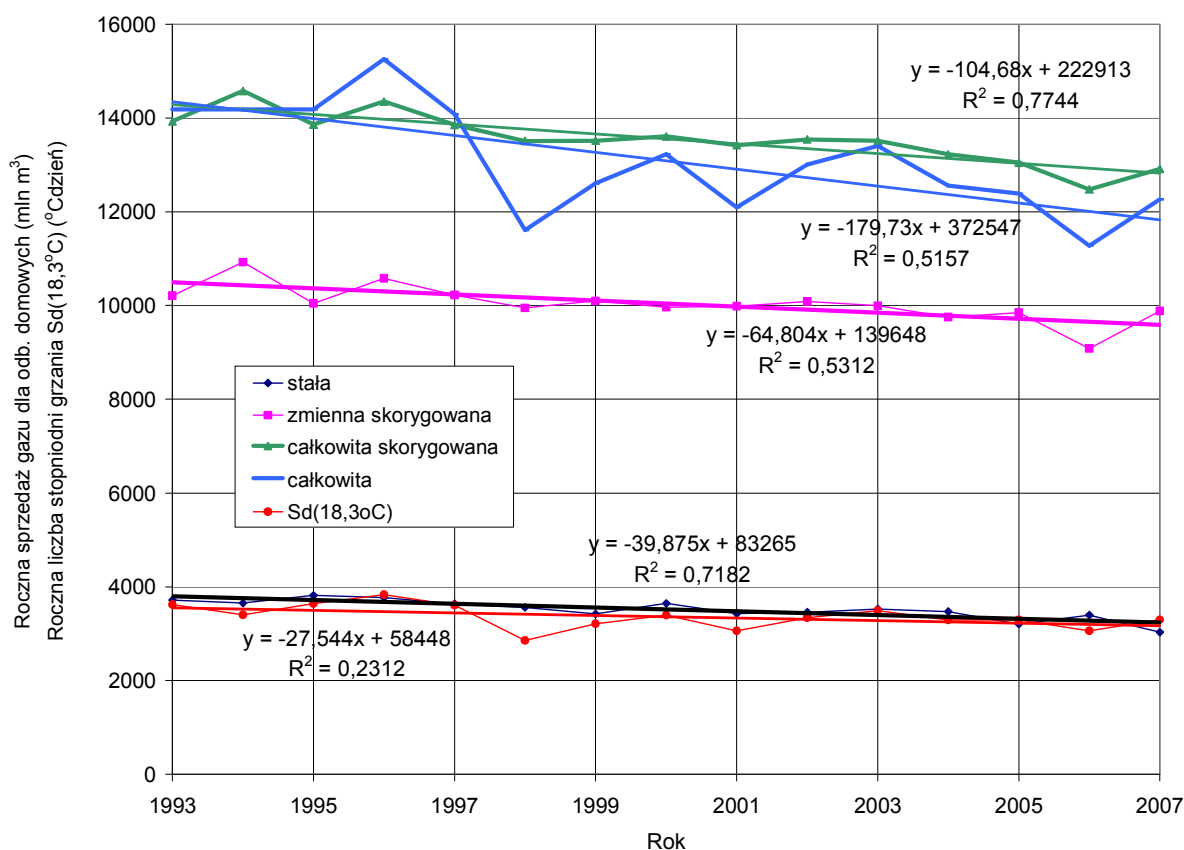
$$ZS_c(x) = 75,052 \cdot x - 149634, \text{ gdzie: } x \text{ rok od 1993 do 2007.}$$

Spadek liczby stopniodni grzania w stanie Illinois następował według równania:

$$Sd(18,3^\circ\text{C}, x) = -27,544^\circ\text{Cdni/rok} \cdot x + 58448^\circ\text{Cdni}, \text{ gdzie: } x \text{ rok od 1993 do 2007.}$$

Średni roczny spadek sprzedaży w latach 1993-2007 wynosił:

$$ZS_c(2007) - ZS_c(1993) = 75,052 \cdot (2007 - 1993) = 1050,728 \text{ mln m}^3.$$



Rys. 3. Sprzedaż gazu ziemnego dla gospodarstw domowych [2] stała, całkowita, zmienna i całkowita skorygowana do średniej wieloletniej (1971-2000) liczby stopniodni grzania $Sd(18,3^\circ\text{C}) = 3531^\circ\text{Cdni}$ oraz liczba stopniodni grzania $Sd(18,3^\circ\text{C})$ [1] dla stanu Illinois w latach 1993-2007. Roczna stałą sprzedaż gazu wyznaczono jako iloczyn średniej arytmetycznej sprzedaży w czerwcu, lipcu i sierpniu i liczby 12 miesięcy

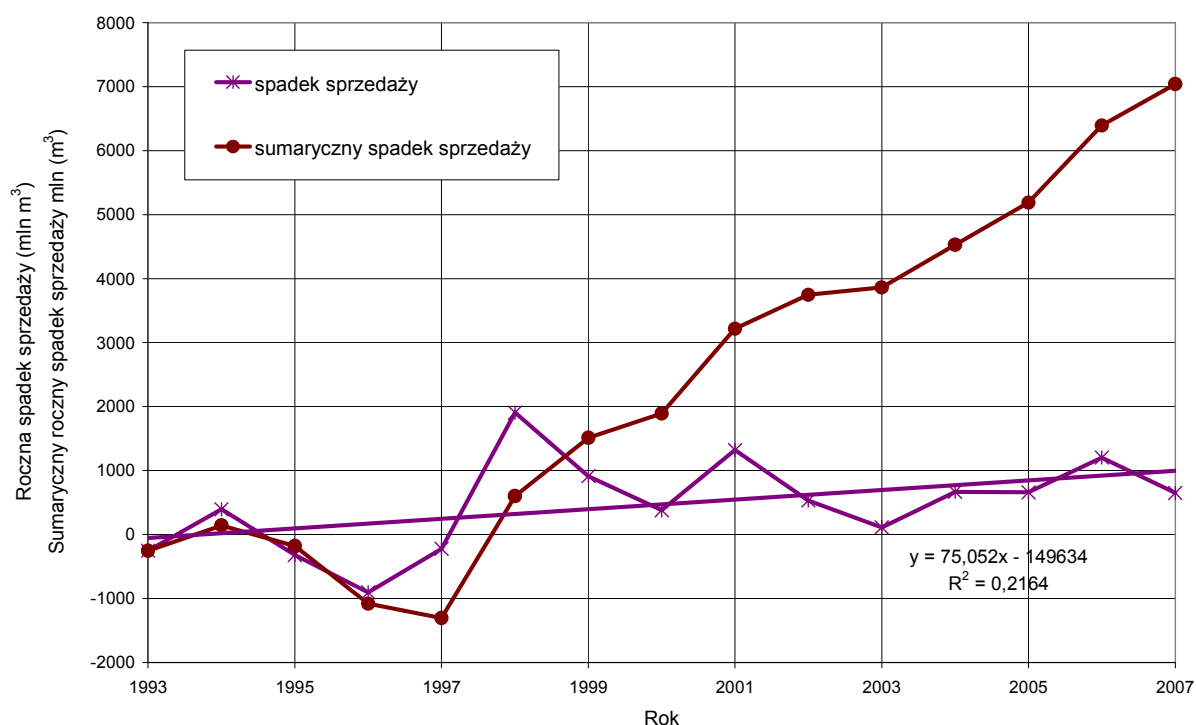
Spadek sprzedaży w niektóre lata (1993, 1995, 1996, 1997) przyjmuje wartości ujemne, co oznacza wzrost sprzedaży, który wynika z zimnych zim o rocznej liczbie stopniodni grzania $Sd(18,3^\circ\text{C})$ większej od średniej wieloletniej (1971-2000) liczby stopniodni grzania

$Sd(18,3^{\circ}C)=3531^{\circ}Cdni$. Roczna liczba stopniodni grzania wynosiła: $3617,8^{\circ}Cdni$ w 1993 r., $3643^{\circ}Cdni$ w 1995 r., $3832^{\circ}Cdni$ w 1996 r. i $3608^{\circ}Cdni$ w 1997 r.

Suma średnich spadków sprzedaży (ujemnych i dodatnich) od ocieplenia klimatu w latach od $x_1=1993$ r. do $x_2=2007$ r. wynosiła według (5):

$$\begin{aligned} Suma.ZS(1993,2007) &= \sum_{x=1993}^{x=2007} (75,052 \cdot x - 149634) = -15 \cdot 149634 + 75,052 \sum_{x=1993}^{x=2007} x = \\ &= -2244510 + 75,052 \cdot 30000 = 7050 \text{ mln m}^3 \end{aligned}$$

Suma rzeczywistych spadków sprzedaży (ujemnych i dodatnich) od ocieplenia klimatu w latach od 1993 do 2007 wynosiła 7041,943 mln m^3 (rys. 4). Tyle zaoszczędzono gazu ziemnego w latach 1993-2007 w stanie Illinois wskutek ocieplenia klimatu.



Rys. 4. Roczny spadek sprzedaży wskutek ocieplenia klimatu, suma spadków sprzedaży (ujemnych i dodatnich) od ocieplenia klimatu dla stanu Illinois w latach 1993-2007.

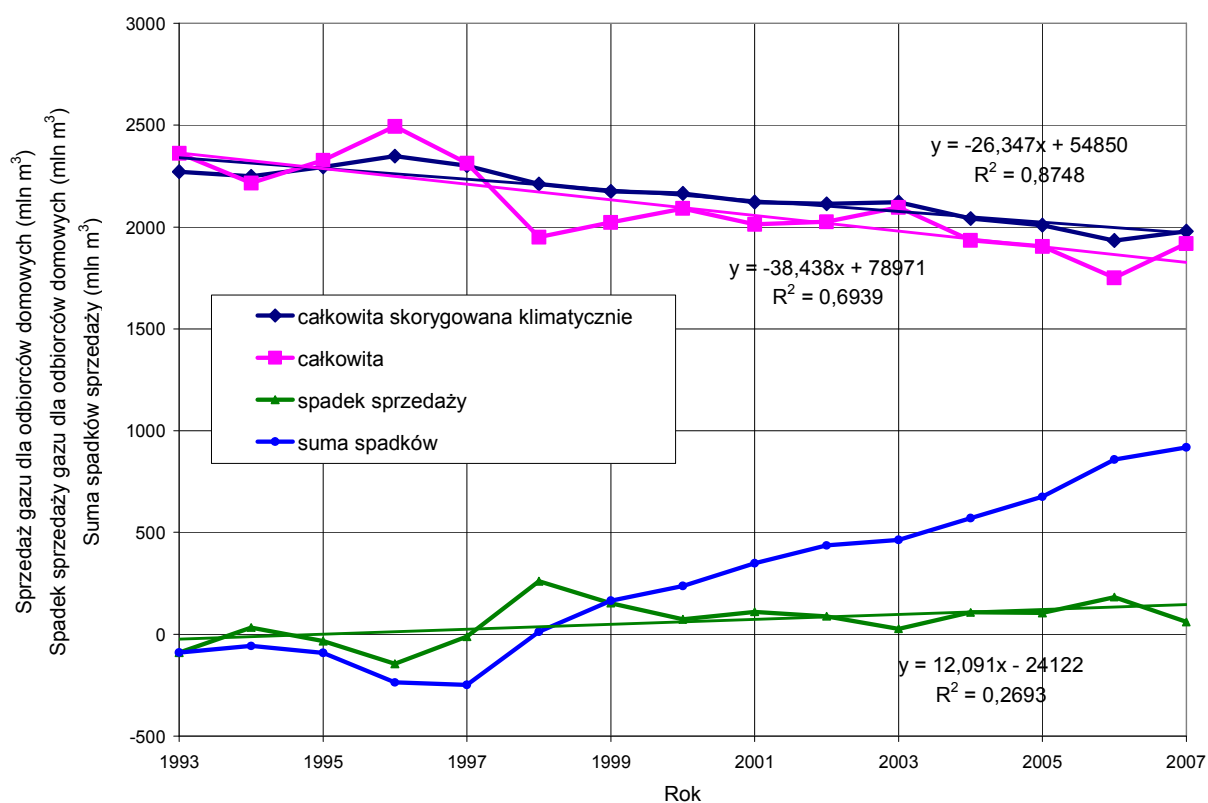
Analiza spadku sprzedaży gazu dla odbiorców domowych w wybranych stanach

Suma średnich spadków sprzedaży (ujemnych i dodatnich) obliczona z prostej regresji od ocieplenia klimatu w latach od 1993 do 2007 wynosiła (**tabela 3**) najczęściej w Illinois 7050 mln m^3 i Michigan 4500 mln m^3 a najmniej w Iowa 900 mln m^3 (**rys. 5**) i Nebrasce 471 mln m^3 (**rys. 6**). Suma rzeczywistych spadków sprzedaży (ujemnych i dodatnich) od ocieplenia klimatu w latach od 1993 do 2007 wynosiła: 7041,943 w Illinois, 4486,519 mln m^3 w Michigan, 918,53 mln m^3 w Iowa i 477,6407 mln m^3 w Nebrasce.

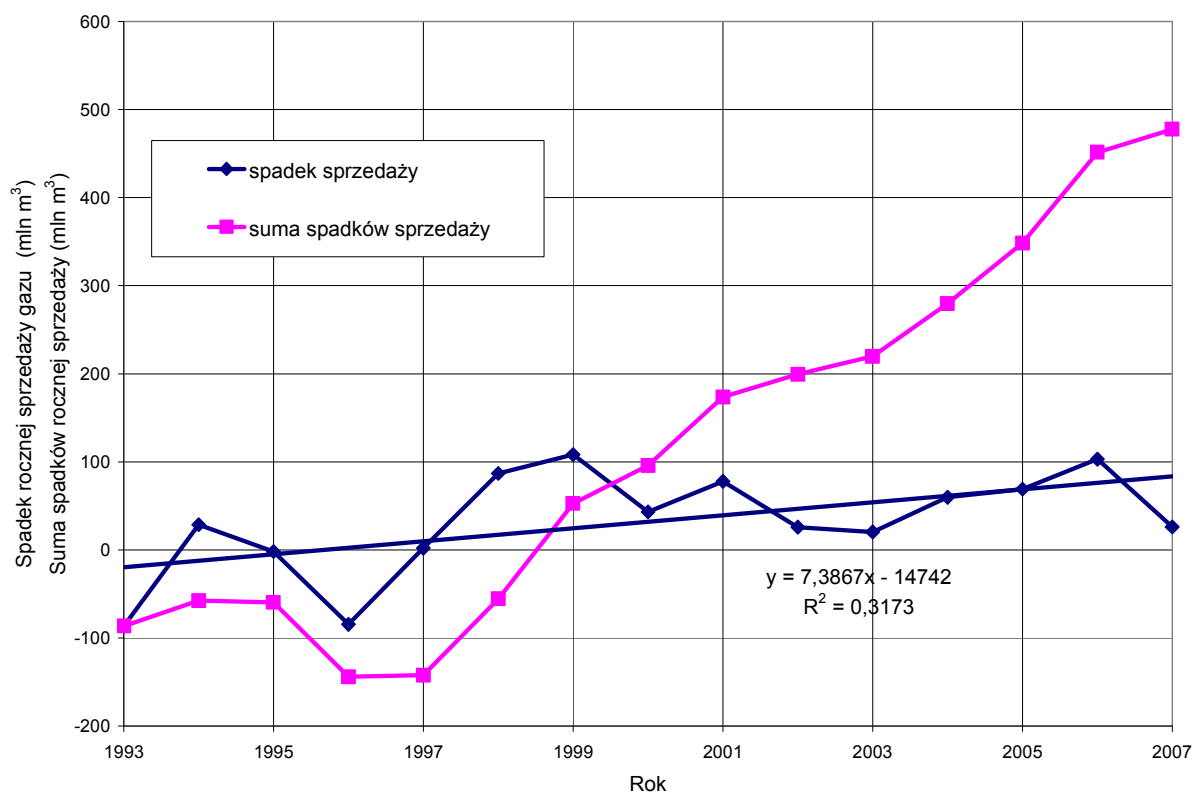
Tabela 3. Spadek sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych wskutek ocieplenia klimatu w latach 1993-2007 w czterech stanach USA

Stan	Spadek sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych wskutek ocieplenia klimatu w latach 1993-2007	
	Obliczony z prostej regresji spadku sprzedaży	Rzeczywisty zsumowany po latach
---	mln m ³	mln m ³
Michigan	4 500	4 486,519
Illinois	7 050	7 041,943
Indiana	1 860	1 857,779
Ohio	3 420	3 418,696
Iowa	900	918,530
Wisconsin	2 040	2 045,026
Nebraska	471	477,640 7
Suma	20 241	20 246,133 7

Suma rzeczywistych spadków sprzedaży (ujemnych i dodatnich) od ocieplenia klimatu w latach od 1993 do 2007 wynosiła dla siedmiu stanów USA 20 246,1337 mln m³ i była wyższa niż roczna sprzedaż gazu ziemnego w Polsce.



Rys. 5. Całkowita roczna sprzedaż gazu ziemnego, całkowita roczna sprzedaż skorygowana klimatycznie do średniej wieloletniej (1971-2000) liczby stopniodni grzania $S_d(18,3^{\circ}\text{C})=3921^{\circ}\text{C}$, roczny spadek sprzedaży wskutek ocieplenia klimatu oraz suma spadków sprzedaży dla stanu Iowa w latach 1993-2007. Roczna stała sprzedaż gazu wyznaczono ze sprzedaży w czerwcu, lipcu i sierpniu

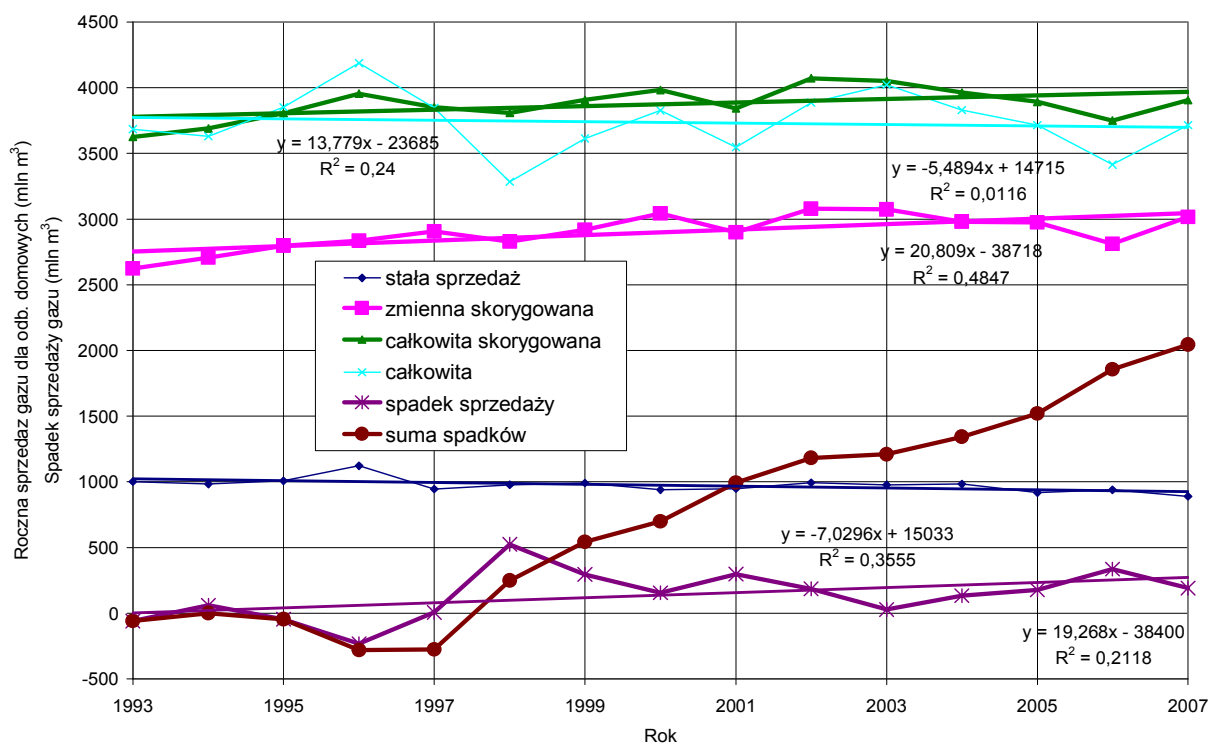


Rys. 6. Roczny spadek sprzedaży wskutek ocieplenia klimatu oraz suma spadków sprzedaży dla stanu Nebraska w latach 1993-2007. Roczną stałą sprzedaż gazu dla odbiorców domowych wyznaczono ze sprzedaży w czerwcu, lipcu i sierpniu

W tabeli 4 podano tempo spadku rocznej sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych w analizowanych stanach. Jedynie w Wisconsin zmienna i całkowita roczna sprzedaż gazu skorygowana klimatycznie rosła (rys. 7). W analizowanych latach 1993-2007, w stanie Wisconsin co roku następował spadek rocznej stałej sprzedaży gazu dla odbiorców domowych o 7,0296 mln m³/rok i wzrost rocznej zmiennej sprzedaży skorygowanej klimatycznie o 20,809 mln m³/rok. W sumie całkowita sprzedaż skorygowana klimatycznie wzrosła w tempie 13,779 mln m³/rok. Spadek sprzedaży z powodu ocieplenia klimatu następował w tempie 19,268 mln m³/rok a całkowita sprzedaż malała w tempie 5,489 mln m³/rok.

Tabela 4. Tempo spadku rocznej sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych w wybranych stanach USA

Stan lub kraj	Okres Analizy	Średnie tempo spadku rocznej sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych				Tempo spadku sprzedaży od ocieplenia klimatu
		stałe	zmiennie skorygowane	całkowite skorygowane	całkowite	
--	--	mln m ³ /rok	mln m ³ /rok	mln m ³ /rok	mln m ³ /rok	mln m ³ /rok
Wisconsin	1993-2007	-7,0296	20,809	13,779	-5,489	19,268
Iowa	1993-2007	-11,302	-15,045	-26,347	-38,438	12,091
Michigan	1993-2007	-29,048	-10,934	-39,982	-74,146	34,164
Nebraska	1993-2007	-7,9025	-4,7529	-12,655	-20,042	7,3867
Illinois	1993-2007	-39,875	-64,804	-104,68	-179,73	75,052
Ohio	1993-2007	-46,694	-33,969	-80,663	-120,76	40,092
Indiana	1993-2007	-18,838	-9,3199	-27,858	-58,817	24,959



Rys. 7. Sprzedaż gazu ziemnego dla gospodarstw domowych [2] stała, całkowita, zmienna i całkowita skorygowana do średniej wieloletniej (1971-2000) liczby stopniogrzania $S_d(18,3^{\circ}\text{C})=4328^{\circ}\text{Cdni}$, spadek sprzedaży i jego suma dla stanu Wisconsin w latach 1993-2007. Roczna stała sprzedaż gazu wyznaczono jako iloczyn średniej arytmetycznej sprzedaży w czerwcu, lipcu i sierpniu i liczby 12 miesięcy

Z analizy (rys. 8) rocznej zmiennej sprzedaży gazu dla odbiorców domowych na stopniogrzanie $b_s(x)$ wynika, że jedynie w stanie Wisconsin jej prosta regresji była rosnąca:

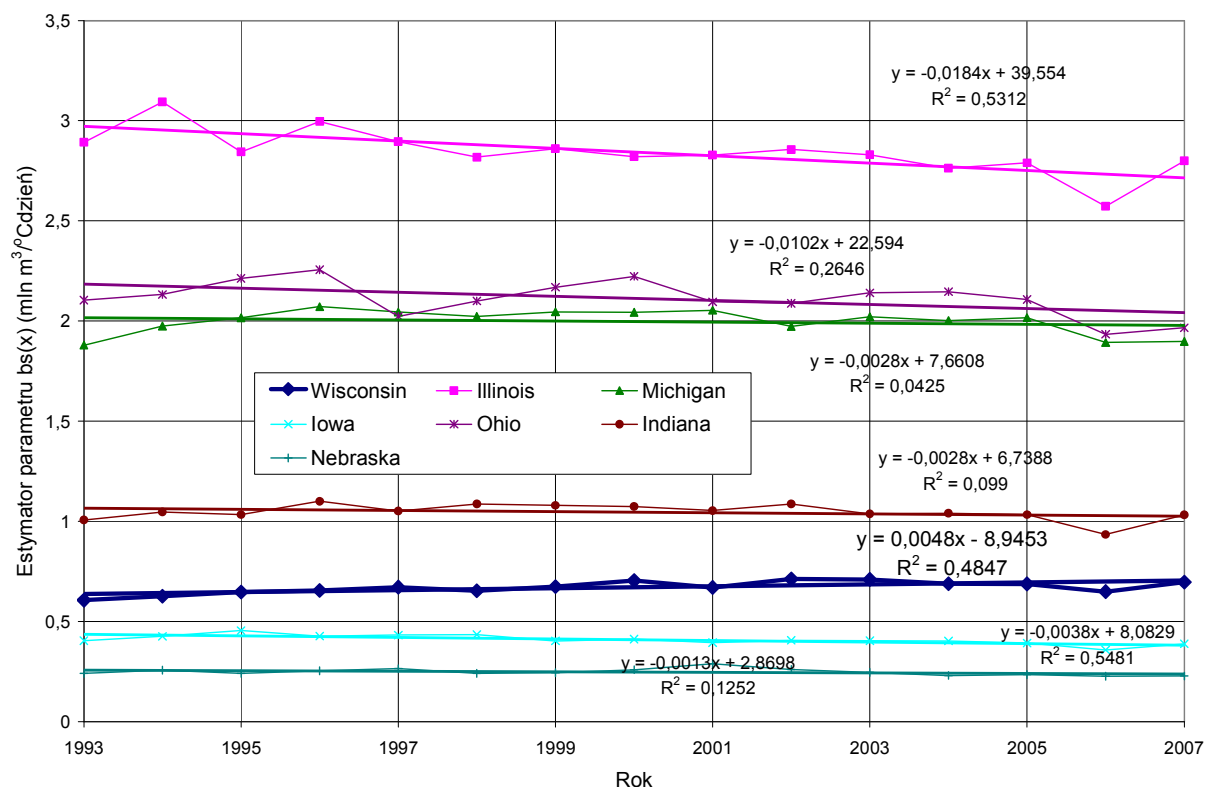
$$b_s(x)=0,0048 \text{ mln m}^3/({}^{\circ}\text{Cdzień rok})\cdot x - 8,9453 \text{ mln m}^3/({}^{\circ}\text{Cdzień})$$

Tabela 5. Roczna zmienna sprzedaż gazu ziemnego na stopniogrzanie $b_s(x)=p+q\cdot x$ w roku x dla wybranych stanów USA, R – współczynnik korelacji, p , q parametry, gdzie x od 1993-2007, (rys. 8)

Średnie roczne zużycie	R^2	p mln $\text{m}^3/{}^{\circ}\text{Cdni}$	q mln $\text{m}^3/({}^{\circ}\text{Cdni rok})$
--	--		
Wisconsin	0,4847	-8,9453	0,0048
Iowa	0,5481	8,0829	-0,0038
Michigan	0,0425	7,6608	-0,0028
Nebraska	0,1252	2,8698	-0,0013
Illinois	0,5312	39,554	-0,0184
Ohio	0,2646	22,594	-0,0102
Indiana	0,0990	6,7388	-0,0028

Termomodernizacje budynków, poprawa sprawności kotłów c.o. będzie powodowała zmniejszanie wartości parametru $b_s(x)$, ale duży przyrost nowych domowych odbiorców gazu powodował wzrost wartości tego parametru. Po podzieleniu $b_s(x)$ przez liczbę domowych

odbiorców gazu $L(x)$ otrzymuje się średnie roczne zmienne zużycie gazu w gospodarstwach domowych na stopniodzień grzania $b_z(x) = b_s(x)/L(x)$ (tabela 6).



Rys. 8. Zmienna roczna sprzedaż gazu ziemnego dla odbiorców domowych na stopniodzień grzania $b_s(x)$ dla wybranych stanów w latach 1993-2007

Tabela 6 Roczna zmienna sprzedaż gazu dla odbiorców domowych na stopniodzień grzania $b_s(x)$, liczba gospodarstw domowych odbierających gaz ziemny $L(x)$ oraz średnie roczne zmienne zużycie gazu w gospodarstwach domowych na stopniodzień grzania $b_z(x) = b_s(x)/L(x)$

Rok	$b_s(x)$ mln $m^3/^\circ C$ dzień	$L(x)$ sztuk	$b_z(x) = b_s(x)/L(x)$ $m^3/m^\circ C$ dzień
1993	0,606056	1220500	0,496564
1994	0,625478	1253333	0,499052
1995	0,646386	1291424	0,500522
1996	0,654769	1324570	0,494326
1997	0,671236	1361348	0,493067
1998	0,653396	1390068	0,470046
1999	0,674087	1426909	0,47241
2000	0,703194	1458959	0,481983
2001	0,669442	1484532	0,450945
2002	0,711383	1514700	0,469653
2003	0,710094	1541455	0,460665
2004	0,688311	1569719	0,438493
2005	0,687299	1592621	0,431552
2006	0,649482	1611772	0,402962
2007	0,696835	1632200	0,42693

Parametr $b_z(x)$ średniego rocznego zmiennego zużycia gazu w gospodarstwach domowych na stopniodzień grzania maleje w latach 1993-2007 od wartości $b_z(1993)=0,496564 \text{ m}^3/^\circ\text{Cdzień}$ w 1993 r. do $b_z(2007)=0,42693 \text{ m}^3/^\circ\text{Cdzień}$ w 2007 r. Wzrost liczby odbiorców domowych był więc przyczyną, że zmienna i całkowita roczna sprzedaż gazu skorygowana klimatycznie rosła w stanie Wisconsin w latach 1993-2007.

Procentowy udział w tempie spadku średniego rocznego zużycia gazu ziemnego w gospodarstwach domowych stanu Wisconsin spowodowany ociepleniem klimatu wynosił 20,98%, spowodowany spadkiem zużycia stałego – 32,77% i spowodowany spadkiem zmiennego zużycia skorygowanego klimatycznie 46,26% (**tabela 7**). Wartości te nie różniły się istotnie od wartości w najbliższych geograficznie i klimatycznie stanach Michigan i Iowa.

Tabela 7. Procentowy udział w tempie spadku średniego rocznego zużycia gazu ziemnego w gospodarstwach domowych wybranych stanów i USA spowodowany przez ocieplenie klimatu, spadek zużycia stałego, zmiennego i całkowitego oraz średnia wieloletnia (1971-2000) liczba stopniodni grzania $S_d(18,3^\circ\text{C})$ ważona zaludnieniem 2000 r.

Stan lub kraj	Okres Analizy	Procentowy udział w tempie spadku średniego rocznego zużycia gazu ziemnego w gospodarstwach domowych				Śred. wiel. stopniodni grzania $S_d(18,3^\circ\text{C})$
		stałe	zmienne	całkowite	ocieplenie klimatu	
---	---	%	%	%	%	$^\circ\text{Cdzień}$
Wisconsin	1993-2007	32,77	46,26	79,02	20,98	4328,3
Iowa	1993-2007	28,22	52,74	80,96	19,04	3931,1
Michigan	1993-2007	31,14	53,92	79,65	20,35	3861,1
Nebraska	1993-2007	34,61	45,04	79,65	20,35	3625,0
Illinois	1993-2007	23,93	52,92	76,85	23,15	3530,6
Ohio	1993-2007	33,63	47,89	81,52	18,48	3317,2
Indiana	1993-2007	29,52	48,22	77,74	22,26	3274,4
USA	1993-2007	33,21	38,08	71,29	28,71	2513,3

Wnioski

W tabeli 8 podano procentowe udziały w tempie spadku rocznej sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych od poszczególnych czynników: stałej, zmiennej, sumy stałej i zmiennej rocznej sprzedaży niezależnej od zmian klimatycznych oraz od ocieplenia klimatu.

Tabela 8. Procentowy udział w tempie spadku rocznej sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych w wybranych stanach spowodowany przez ocieplenie klimatu, spadek sprzedaży stałej, zmiennej i całkowitej skorygowanej klimatycznie

Stan lub kraj	Okres analizy	Procentowy udział w tempie spadku rocznej sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych			
		stałe	zmienne	stałe + zmienne	ocieplenie klimatu
---	---	%	%	%	%
Iowa	1993-2007	29,40	39,14	68,54	31,46
Michigan	1993-2007	39,18	14,75	53,92	46,08
Nebraska	1989-2007	39,43	23,71	63,14	36,86
Illinois	1993-2007	22,19	36,06	58,24	41,76
Ohio	1993-2007	38,67	28,13	66,80	33,20
Indiana	1993-2007	35,10	15,85	47,36	42,44

Udział ocieplenia klimatu w spadku sprzedaży gazu wynosił od 46,08% w Michigan, 42,44% w Indianie, 41,76% w Illinois i najmniej 33,20% w Ohio i 31,46% w Iowie.

Suma rzeczywistych spadków sprzedaży (ujemnych i dodatnich) od ocieplenia klimatu w latach od 1993 do 2007 wynosiła dla siedmiu stanów USA 20 246,1337 mln m³ i odpowiadała trzyletniej sprzedaży gazu ziemnego dla odbiorców domowych w Polsce.

Literatura

- [1] U.S. Department of Commerce (2008), National Oceanic and Atmospheric Administration. National Environmental Satellite, Data and Information Service. National Climatic Data Center, Asheville. "Monthly State, Regional and National Heating Degree Days Weighted by Population", available at: www.ncdc.noaa.gov/oa/documentlibrary/hcs/hcs.html (accessed 1 February 2008).
- [2] U.S. Energy Information Administration (2008), "Natural Gas Consumption by End Use", available at: http://tonto.eia.doe.gov/bdnav/ng/ng_cons_sum_nus_m.htm (accessed 1 October 2008).
- [3] Brown R. H., Marx B. M. and Corliss G. F. (2005), "Mathematical Models for Gas Forecasting". The Department of Electrical and Computer Engineering. Marquette University, Milwaukee. Gas Day Report No 129 July.

The Effects of Global Warming On the Natural Gas Sales for Residential Consumers

Józef Dopke

Key words: heating degree days, climate, global warming, natural gas, natural gas sales, natural gas consumption, constant natural gas consumption, variable natural gas consumption, total natural gas consumption, household

Summary: The average annual natural gas consumption in households in many U. S. states decreases in years 1993-2007 more quickly than the heating degree days as a result of the global warming and the climate change. These decreases is caused by modernization of such gas devices like: kitchens, water heaters, gas dryers, hot water boilers, building thermal insulation changes, applying electric devices to preparing meals and the global warming.

Author estimates decrease of natural gas sales for residential consumers as the effects of global warming as difference between total sales with climatic correction and without climatic correction in the period 1993-2007. This summary decrease in the period 1993-2007 was about 7050 mln m³ in Illinois, 4500 mln m³ in Michigan, 3420 mln m³ in Ohio and 1860 mln m³ in Indiana.

Mgr inż. Józef Dopke
jozefdopke@wp.pl

Dopke265 CIRE Wpływ ocieplenia klimatu na sprzedaż gazu ziemnego dla odbiorców domowych