

Raport Badawczy

RB/10/2014

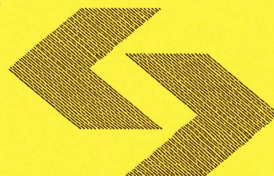
Research Report

**Proposals of effective ways for
uncertainty reduction in the Polish
greenhouse gas inventory system**

**R. Bun, O. Danylo, P. Topylko, N.
Charkovska, M. Halushchak,
O. Striamets, Z. Nahorski, J. Horabik,
J. Jarnicka**

**Instytut Badań Systemowych
Polska Akademia Nauk**

**Systems Research Institute
Polish Academy of Sciences**



POLSKA AKADEMIA NAUK

Instytut Badań Systemowych

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

tel.: (+48) (22) 3810100

fax: (+48) (22) 3810105

Kierownik Zakładu zgłaszający pracę:
Prof. dr hab. inż. Zbigniew Nahorski

Warszawa 2014

D 1.4

Version 1
Date 30.10.2012
Author LPNU, SRI
Dissemination level PP
Document reference D 1.4

GESAPU

Geoinformation technologies, spatio-temporal approaches, and full carbon account for improving accuracy of GHG inventories

Deliverable 1.4. Proposals of effective ways for uncertainty reduction in the Polish greenhouse gas inventory system

*Rostyslav Bun, Olha Danylo (Editors),
Petro Topylko, Nadiia Charkovska, Mariia Halushchak, Oleksandr Striamets*
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;
Zbigniew Nahorski, Joanna Horabik, Jolanta Jarnicka,
Systems Research Institute, Polish Academy of Sciences, Poland

Delivery Date: M44

Project Duration	24 June 2010 – 23 June 2014 (48 Months)
Coordinator	Systems Research Institute of the Polish Academy of Sciences (SRI)
Work package leader	Lviv Polytechnic National University, Ukraine Systems Research Institute of the Polish Academy of Sciences (SRI)

Disclaimer

The information in this document is subject to change without notice. Company or product names mentioned in this document may be trademarks or registered trademarks of their respective companies.

All rights reserved

The document is proprietary of the GESAPU consortium members. No copying or distributing, in any form or by any means, is allowed without the prior written agreement of the owner of the property rights. This document reflects only the authors' view.

This project is supported by funding by the European Commission: FP7-PEOPLE-2009-IRSES, Project n° 247645.

3. Main components of uncertainty reduction on the basis of spatial inventory and modeling of greenhouse gas emissions in Poland: electricity generation

The above approach to uncertainty analysis, based on the Monte Carlo method was used to the uncertainty assessment of greenhouse gas inventory on the basis of the uncertainties of input data for the energy sector in Poland (1.A.1.a category "Electricity and Heat" by the IPCC Guidelines). The results are presented as numerical values of the bounds of confidence intervals for the main greenhouse gases at different levels of spatial disaggregation. An uncertainty of the total greenhouse gas emissions for investigated categories has been calculated as well.

The elaborated approach to uncertainty analysis is based on the use of fixed parameters (coefficients) and limits of the confidence intervals of all electricity or heat generating companies (both point and area sources of emissions). However, due to the lack of detailed data on the level of individual enterprises, districts, or provinces of Poland, the computational experiments implemented used mainly the average coefficients for the whole country ("national") and their uncertainties.

An important element of the software implementation of this study of uncertainty is the input file in which each source of emission (electricity company) is described by the amount of the fossil fuel used, emission coefficients of greenhouse gases for the main relevant fuels, net calorific values of fuels, and their bounds of uncertainty. *Table 3.1* illustrates a fragment of input file created, and *Table 3.2* describes the types of fuel.

Based on the georeferenced database elaborated and the developed approach to the analysis of uncertainties in greenhouse gas emissions, the computational experiments were carried out using the Monte-Carlo method, and the uncertainties of the emission processes for production of electricity have been investigated (for the year 2010).

The analysis demonstrates considerable uncertainty at the level of individual emission sources, which is justified in experiments using "national" values of the corresponding coefficients. *Table 3.3* presents the results of modeling uncertainties for the main greenhouse gases in ten electricity generation companies in Poland, whose activity caused major emissions in 2010.

Table 3.1. Fragment of the geodistributed database with input parameters for analysis of greenhouse gas uncertainty: electricity generation.

ID	Name	Region	Type of fuel	Amount of used fuel, [t] ([th.m ³] – for natural gas)	Uncertainties of statistical data, [%]	CO ₂ emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	CH ₄ emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	N ₂ O emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	Calorific values of fuel, [TJ/t]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]
1	Elektrociepłownia Lublin - Wrotków Sp. z o.o.	6	2	262126,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
2	Elektrociepłownia Świdnik Sp. z o.o. Elektrociepłownia GIGA Sp. z o.o.	6	2	92874,40	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
3	Elektrociepłownia Rzeszów S. A.	18	2	252370,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
4	Elektrociepłownia WSK – Rzeszów Sp. z o.o.	18	2	80417,50	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
5	Elektrociepłownia PZL – Mielec Sp. z o.o.	18	2	85664,40	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
7	Elektrownia Stalowa Wola SA	18	2	303653,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
8	Elektrociepłownia Kielce	26	2	435103,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
9	Elektrociepłownia Starachowice	26	2	119445,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
10	Elektrownia Połaniec	26	2	3071440,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
11	Elektrociepłownia Białystok SA	20	2	256943,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
12	Zespół Elektrociepłowni Bydgoszcz SA	4	2	357779,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
14	Elektrociepłownia Mątwy, Elektrociepłownie Kujawskie Sp. z o.o.	4	2	295373,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
15	Elektrociepłownia OPEC Grudziądz Sp. z o.o.	4	2	101831,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
17	Elektrociepłownia Gdańsk EC2 SA	22	2	598898,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
18	Elektrociepłownia Gdynia EC3 SA	22	2	361474,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
19	Elektrociepłownia Elbląg Sp. z o.o.	28	2	223000,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
20	Elektrociepłownia Gorzów SA	8	2	34285,10	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47

Table 3.1. (Continuation 1) Fragment of the geodistributed database with input parameters for analysis of greenhouse gas uncertainty: electricity generation.

ID	Name	Region	Type of fuel	Amount of used fuel, [t] ([tth.m3] – for natural gas)	Uncertainties of statistical data, [%]	CO2 emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	CH4 emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	N2O emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	Calorific values of fuel, [TJ/t]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]
21	Elektrociepłownia Zielona Góra SA	8	2	67593,70	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
22	Elektrociepłownia Kalisz-Piwonice SA	30	2	32848,10	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
23	Elektrociepłownia Poznań – Karolin SA, Zespół Elektrociepłowni Poznańskich SA	30	2	285184,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
24	Elektrownia Patnów SA	30	2	339808,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
25	Elektrownia Adamów SA	30	2	134459,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
26	Elektrownia Konin SA	30	2	138189,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
28	Elektrociepłownia Pomorzany SA, Zespół Elektrowni Dolna Odra SA	32	2	512495,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
29	Elektrociepłownia Szczecin SA, Zespół Elektrowni Dolna Odra SA	32	2	344873,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
30	Elektrownia Dolna Odra SA	32	2	2163300,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
31	Andropol - Elektrociepłownia Sp. z o.o.	12	2	20781,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
32	Elektrociepłownia Kraków Leg, Elektrociepłownia Kraków SA	12	2	824590,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
33	Energetyka DWORY Sp. z o.o., Elektrociepłownia Oświęcim	12	2	640055,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
34	PKE SA Elektrownia Siersza	12	2	655827,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
35	Elektrownia Skawina SA	12	2	902726,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
36	Elektrociepłownia Będzin SA	24	2	593009,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
37	PKE SA Zespół Elektrociepłowni Bielsko-Biała EC1	24	2	423836,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
38	PKE SA Elektrociepłownia Bielsko - Północ EC2	24	2	273326,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
39	Elektrociepłownia Chorzów "ELCHO" Sp. z o.o.	24	2	847671,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
40	Elektrociepłownia Dębieńsko Sp. z o.o., Przedsiębiorstwo Energetyczne Megawat Sp. z o.o.	24	2	22251,40	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
42	PKE SA Elektrociepłownia Katowice	24	2	793488,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47

Table 3.1. (Continuation 2) Fragment of the geodistributed database with input parameters for analysis of greenhouse gas uncertainty: electricity generation.

ID	Name	Region	Type of fuel	Amount of used fuel, [t] ([th.m ³] – for natural gas)	Uncertainties of statistical data, [%]	CO ₂ emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	CH ₄ emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	N ₂ O emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	Calorific values of fuel, [TJ/t]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]
43	Elektrociepłownia Knurów Sp. z o.o., Przedsiębiorstwo Energetyczne Megawat Sp. z o.o.	24	2	13846,90	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
44	Elektrociepłownia Marcel Sp. z o.o.	24	2	331122,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
46	Spółka Energetyczna Jastrzębie SA, Elektrociepłownia Moszczenica	24	2	154748,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
47	Spółka Energetyczna Jastrzębie SA, Elektrociepłownia Zofiówka	24	2	111377,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
50	Elektrociepłownia Szombierki SA, Zespół Elektrociepłowni Bytom SA	24	2	45514,20	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
51	Elektrociepłownia Tychy SA	24	2	397346,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
52	Elektrociepłownia Zabrze SA	24	2	607939,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
53	Elektrociepłownia Zofiówka SA, Spółka Energetyczna Jastrzębie SA	24	2	207643,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
54	Elektrownia Rybnik SA	24	2	5673620,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
55	PKE SA Elektrownia Jaworzno III	24	2	1822810,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
56	PKE SA Elektrownia Łaziska	24	2	1390710,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
57	PKE SA Elektrownia Łagisza	24	2	1011430,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
58	PKE SA Elektrownia Halemba	24	2	240816,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
59	PKE SA Elektrownia Jaworzno II	24	2	625559,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
60	Elektrociepłownia Czechnica SA, Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich KOGENERACJA SA	2	2	445392,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47

Table 3.1. (Continuation 3) Fragment of the geodistributed database with input parameters for analysis of greenhouse gas uncertainty: electricity generation.

ID	Name	Region	Type of fuel	Amount of used fuel, [t] (tth.m ³) – for natural gas)	Uncertainties of statistical data, [%]	CO ₂ emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	CH ₄ emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	N ₂ O emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	Calorific values of fuel, [TJ/t]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]
61	Elektrociepłownia Wrocław SA, Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich - Kogeneracja SA	2	2	551608,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
63	Energetyka Ciepłota Opolszczyzny S. A., Elektrociepłownia Opolszczyzna	16	2	78525,30	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
64	BOT Elektrownia Opole SA	16	2	3165810,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
65	PKE SA Elektrownia Blachownia	16	2	20219,20	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
67	Elektrociepłownia Boruta Sp. z o.o.	10	2	44361,50	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
68	Elektrociepłownia Łódź 2 SA, Zespół Elektrociepłowni w Łodzi SA	10	2	266610,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
69	Elektrociepłownia Łódź 3 SA, Zespół Elektrociepłowni w Łodzi SA	10	2	451373,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
70	Elektrociepłownia Łódź 4 SA, Zespół Elektrociepłowni w Łodzi SA	10	2	416954,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
71	Elektrociepłownia Zduńska Wola Sp. z o.o.	10	2	44838,60	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
72	Elektrociepłownia Pruszków SA, Vattenfall Heat Poland SA	14	2	196973,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
73	Elektrociepłownia Siekierki SA, Vattenfall Heat Poland SA	14	2	2647170,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
74	Elektrociepłownia Żerań SA, Vattenfall Heat Poland SA	14	2	1929340,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
75	Przedsiębiorstwo Energetyczne w Siedlcach Sp. z o.o., Elektrociepłownia Siedlce	14	2	191362,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47

Table 3.1. (Continuation 4) Fragment of the geodistributed database with input parameters for analysis of greenhouse gas uncertainty: electricity generation.

ID	Name	Region	Type of fuel	Amount of used fuel, [t] ([(th.m ³) – for natural gas]	Uncertainties of statistical data, [%]	CO ₂ emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	CH ₄ emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	N ₂ O emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	Calorific values of fuel, [TJ/t]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]
76	Elektrownia Kozienice SA	14	2	2847070,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
77	Elektrownia Ostrołęka SA	14	2	653211,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
78	Elektrociepłownia Ostrołęka A Zespół Elektrowni Ostrołęka SA	14	2	223121,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
79	Elektrownia Ostrołęka B Zespół Elektrowni Ostrołęka SA	14	2	653211,00	2,00	94,91	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,02	18,98	20,47
1	Elektrociepłownia Lublin - Wrotków Sp. z o.o.	6	1	254372,07	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
6	Elektrociepłownia Nowa Sarzyna Sp. z o.o.	18	1	260416,67	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
16	Elektrociepłownia Energobaltic Sp. z o.o.	22	1	9786,21	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
20	Elektrociepłownia Gorzów SA	8	1	179776,70	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
21	Elektrociepłownia Zielona Góra SA	8	1	227849,77	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
22	Elektrociepłownia Kalisz-Piwnice SA	30	1	302,26	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
23	Elektrociepłownia Poznań – Karolin SA, Zespół Elektrociepłowni Poznańskich SA	30	1	10496,89	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
32	Elektrociepłownia Kraków Leg, Elektrociepłownia Kraków SA	12	1	9685,39	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
34	PKE SA Elektroownia Siersza	12	1	1284,88	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
40	Elektrociepłownia Dębiefisko Sp. z o.o., Przedsiębiorstwo Energetyczne Megawat Sp. z o.o.	24	1	2047,08	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
46	Spółka Energetyczna Jastrzębie SA, Elektrociepłownia Moszczenica	24	1	12202,73	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96

Table 3.1. (Continuation 5) Fragment of the geodistributed database with input parameters for analysis of greenhouse gas uncertainty: electricity generation.

ID	Name	Region	Type of fuel	Amount of used fuel, [t] ((th.m ³) – for natural gas)	Uncertainties of statistical data, [%]	CO ₂ emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	CH ₄ emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	N ₂ O emission coefficient, [t/TJ]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]	Calorific values of fuel, [TJ/t]	Lower bound, [%]	Upper bound, [%]
47	Spółka Energetyczna Jastrzębie SA, Elektrociepłownia Zofiówka	24	1	20492,93	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
48	Spółka Energetyczna Jastrzębie SA, Elektrociepłownia Suszec	24	1	6269,72	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
49	Spółka Energetyczna Jastrzębie SA, Elektrociepłownia Pniówek	24	1	4541,67	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
53	Elektrociepłownia Zofiówka SA, Spółka Energetyczna Jastrzębie SA	24	1	38205,40	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
60	Elektrociepłownia Czechnica SA, Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich KOGENERACJA SA	2	1	6069,16	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
61	Elektrociepłownia Wrocław SA, Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich - Kogeneracja SA	2	1	7516,52	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
65	PKE SA Elektrownia Blachownia	16	1	20891,70	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
75	Przedsiębiorstwo Energetyczne w Siedlcach Sp. z o.o., Elektrociepłownia Siedlce	14	1	14468,81	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
78	Elektrociepłownia Ostrołęka A Zespół Elektrowni Ostrołęka SA	14	1	16516,55	2,00	55,82	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,03	3,11	4,96
25	Elektrownia Adamów SA	30	4	3089400,00	2,00	107,53	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,01	14,41	34,00
27	Elektrownia Pątnów II	30	4	1865990,00	2,00	107,53	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,01	14,41	34,00
62	BOT Elektrownia Turów SA	2	4	10843800,00	2,00	107,53	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,01	14,41	34,00
66	BOT Elektrownia Belchatów SA	10	4	22861570,00	2,00	107,53	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,01	14,41	34,00
67	Elektrociepłownia Boruta Sp. z o.o.	10	4	569737,00	2,00	107,53	3,40	3,40	0,00	15,50	15,50	0,00	11,30	11,30	0,01	14,41	34,00

Table 3.2. Fuel types in Table 3.1.

Fuel [unit]	Kod (Table 3.1)	Net calorific values unit	Emission coefficients unit
Natural gas [TJ]	1	TJ / thousands m ³	t / TJ
Coal [thousands t]	2	TJ / t	t / TJ
Fuel oil [thousands t]	3	TJ / t	t / TJ
Brown coal [thousands t]	4	TJ / t	t / TJ

Table 3.3. The study of uncertainty for some electricity generation companies in Poland in 2010.

Company	Uncertainty [%]			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
BOT Elektrownia Bełchatów SA (66)	-10,3: +11,2	-17,5: +18,9	-14,3: +15,6	-10,4: +11,4
Elektrownia Pątnów II (27)	-10,3: +11,2	-17,5: +18,9	-14,3: +15,6	-10,4: +11,4
Elektrownia Rybnik SA (54)	-13,7: +15,3	-19,3: +21,5	-16,7: +18,6	-13,6: +15,2
BOT Elektrownia Turów SA (62)	-10,3: +11,2	-17,5: +18,9	-14,3: +15,6	-10,4: +11,4
BOT Elektrownia Opole SA (64)	-13,7: +15,3	-19,3: +21,3	-16,7: +18,6	-13,7: +15,2
Elektrownia Połaniec (10)	-13,7: +15,3	-19,3: +21,3	-16,7: +18,6	-13,7: +15,2
Elektrownia Kozienice SA (76)	-13,7: +15,3	-19,3: +21,3	-16,7: +18,6	-13,7: +15,2
Elektrociepłownia Siekierki SA (73)	-13,7: +15,3	-19,3: +21,3	-16,7: +18,6	-13,7: +15,2
Elektrownia Dolna Odra SA (30)	-13,7: +15,3	-19,3: +21,3	-16,7: +18,6	-13,7: +15,2
Elektrociepłownia Żerań SA (74)	-13,7: +15,3	-19,3: +21,3	-16,7: +18,6	-13,7: +15,2
Total:	-4,3: +4,5	-6,7: +6,9	-5,6: +5,8	-4,4: +4,5

Using the average "national" coefficients and parameters of uncertainty of input data, causes considerable uncertainty of total emissions of greenhouse gases. The comparison of the inventory results and the simulated values of greenhouse gas emissions for the ten most powerful electricity generating companies in Poland is presented in *Figure 3.1*. Bigger differences were observed for Elektrownia Rybnik SA, BOT Elektrownia Opole SA, Elektrownia Połaniec, Elektrownia Kozienice SA, Elektrociepłownia Siekierki SA, Elektrownia Dolna Odra SA, and Elektrociepłownia Żerań SA (0,04% difference). The main reason is a considerable uncertainty

of net calorific value of the fuel used as an energy source (coal). For other enterprises, the differences were in the range of 0.01% to 0.02%.

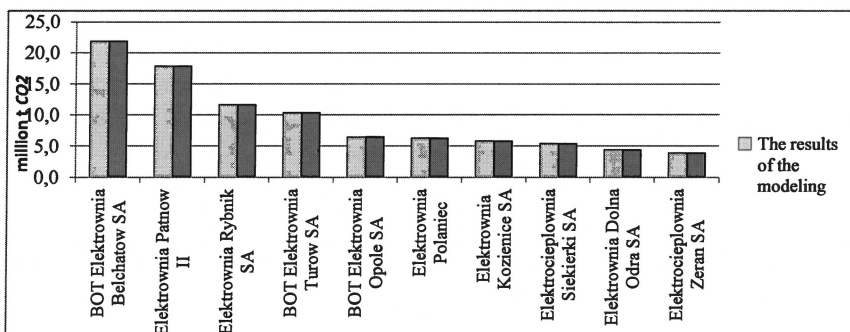


Figure 3.1. Comparison of the inventory results of greenhouse gas emission and the values modeled, taking into account the uncertainty for some electricity generation companies in Poland, in 2010

An important step in the study of uncertainty of greenhouse gas inventories is the analysis of uncertainty for the power industry in general, which is essential for trade in emission quotas at the level of state parties to the Kyoto Protocol.

The results of the uncertainty analysis for the inventory of the main greenhouse gas emissions in the electricity generation sector in Poland in 2010 are presented in *Table 3.4*. The difference between the results obtained of generalized inventory, and the simulation, taking into account the uncertainties, was 0.5% in 2010.

Table 3.4. The study of uncertainty for power generating sector in Poland in 2010.

Uncertainties (%)			
CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total emissions
-2,9: +3,0	-3,4: +4,5	-3,8: +3,9	-2,9: +3,0

The results of the analysis of uncertainty of greenhouse gas emissions in the electricity generation sector in Poland in 2010 have been characterized by low level of uncertainty, which is important under conditions of the Kyoto Protocol treaty.

References

- BDL, 2014. Bank Danych Lokalnych, Warszawa, Główny Urząd Statystyczny. Available online at: <http://www.stat.gov.pl/bdl/>
- Bun A., 2009. Methods and tools for analysis of greenhouse gas emission processes in consideration of input data uncertainty. Dissertation, Lviv Polytechnic National University
- EMEP, 2007. EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007. Technical Report No. 16, Copenhagen, Denmark: European Environment Agency. Available online at: <http://reports.eea.europa.eu/EMEP-CORINAIR5/en/page002.html>
- Galeo F.J., 2010. A population density grid of the European Union. *Popul Environ*, 31:460-473, DOI 10.1007/s11111-010-0108-y
- GHG, 2007. Greenhouse gas emissions estimation and inventories. Addressing uncertainty and accuracy, IPIECA, London, pp. 24.
- Gospodarka, 2010. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2008, 2009: Informacje i opracowania statystyczne, Warszawa, Główny Urząd Statystyczny, 2010, 369.
- GUS (2012) Local database, Central Statistical Office, Poland, http://www.stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p_name=indeks
- Hamal Kh., 2008. Carbon dioxide emissions inventory with GIS, Artificial Intelligence (Isskusstvienniy Intellect), Donieck, Ukraine, No. 3, 55-62.
- Marland, 2009. Marland G., Hamal Kh., Jonas M. How uncertain are estimates of CO2 emissions?, *Journal of Industrial Ecology*, Yale University, USA, vol. 13, No. 1, pp. 4-7.
- IPCC (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K. (eds), IPCC, IGES, Japan, 2006.
- NIR, 2011. Poland's National Inventory report 2011: Greenhouse Gas Inventory for 1988-2009. National Centre for Emission Management at the Institute of Environmental Protection – National Research Institute, Warszawa, May 2011. Available online at: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/5888.php.
- NIS, 2012. National Inventory Submissions: 2003-2012, UNFCCC, http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php
- Rocznik, 2010. Rocznik statystyczny województw, Warszawa: Główny Urząd Statystyczny, 814.

Transport, 2011. Transport – wyniki działalności w 2010 r.: Informacje i opracowania statystyczne, Warszawa, Główny Urząd Statystyczny, 268.

Zużycie, 2010. Zużycie paliw i nośników energii w 2009 r, Warszawa, Główny Urząd Statystyczny, 15.

