

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA GEOGRAFIE

Jaroslav Zámečník

Geografické aspekty ochrany kvality ovzduší v Polsku

Geographical aspects of air quality conservation in Poland

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Martin JUREK, Ph.D.

Olomouc 2009

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně na základě uvedených pramenů a literatury.

Olomouc, 24. 4. 2009

.....

Zde bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, RNDr. Martinu Jurkovi, Ph.D. za jeho pomoc a cenné rady.



Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geografie

Akademický rok 2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student

Jaroslav ZÁMEČNÍK

obor (studijní kombinace)

Geografie- Biologie v ochraně životního prostředí

Název práce:

Geografické aspekty ochrany kvality ovzduší v Polsku

Geographical aspects of air quality conservation in Poland

Zásady pro vypracování:

Cílem diplomové práce je zhodnotit obecné předpoklady a současné otázky ochrany kvality ovzduší v Polsku. Bude zhodnocen charakter geografických faktorů znečišťování ovzduší, popsána současná prostorová a odvětvová struktura zdrojů znečišťování ovzduší a objemů emisí, podán přehled o aktuálním legislativním rámci ochrany ovzduší, o systému imisního monitoringu a o využívaných postupech a nástrojích hodnocení a řízení kvality ovzduší v Polsku zacílených jak na odbornou, tak na laickou veřejnost.

Struktura práce:

1. Cíle a metody práce
2. Zhodnocení geografických faktorů znečišťování ovzduší v Polsku
3. Charakteristika zdrojů znečišťování ovzduší a objemů emisí v Polsku
4. Charakteristika legislativně-technického rámce řízení kvality ovzduší v Polsku
5. Přehled současné kvality ovzduší v Polsku
6. Diskuse a závěry
7. Shrnutí – Summary (česky a anglicky), klíčová slova – key words
8. Přehled použité literatury

Diplomová práce bude zpracována v těchto kontrolovaných etapách:

| | |
|---------------|--|
| duben 2008 | základní rešerše literatury |
| červen 2008 | zhodnocení geografických faktorů znečišťování ovzduší |
| září 2008 | charakteristika zdrojů znečišťování a legislativy |
| listopad 2008 | přehled současné kvality ovzduší v Polsku |
| leden 2009 | diskuse nástrojů hodnocení a řízení kvality ovzduší v Polsku |
| březen 2009 | finalizace diplomové práce |

Rozsah grafických prací: grafy, mapy, tabulky

Rozsah průvodní zprávy: 20 000 až 24 000 slov základního textu + práce včetně všech příloh v elektronické podobě

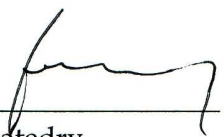
Seznam odborné literatury:

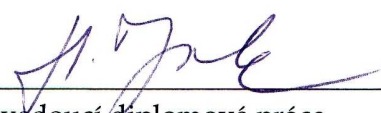
- Dziegielewska, D. A. P., Mendelsohn, R. (2005) Valuing Air Quality in Poland. *Environmental & Resource Economics* 30, str. 131-163.
- Griffin, R. D. (2007) *Principles of Air Quality Management*. 2nd ed. CRC Press (Taylor & Francis Group). ISBN 978-0-8493-7099-1.
- Harrop, D. O. (2002) *Air Quality Assessment and Management : A Practical Guide*. Spon Press. ISBN 0-415-23411-5.
- Mill, W. (2006) Temporal and spatial development of critical loads exceedance of acidity to Polish forest ecosystems in view of economic transformations and national environmental policy. *Environmental Science & Policy*, 9, 6, str. 563-567.
- Oudiet, J.-P. et al. (2006) Towards a multidisciplinary and integrated strategy in the assessment of adverse health effects related to air pollution: The case study of Cracow (Poland) and asthma. *Environmental Pollution* 143, str. 278-284.
- Pacyna, E. G. et al. (2006) Mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic sources in Europe in 2000 and their scenarios until 2020. *Science of the Total Environment*, 370, 1, str. 147-156.
- Skjaereth, J. B., Wettenstad, J. (2007) Is EU enlargement bad for environmental policy? Confronting gloomy expectations with evidence. *International Environmental Agreements* 7, str. 263-280.
- Uliasz-Bochenczyk, A., Mokrzycki, E. (2007) Emissions from the Polish power industry. *Energy*, 32, 12, str. 2370-2375.
- Webové stránky Hlavního inspektorátu ochrany životního prostředí (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska): < <http://www.gios.gov.pl/> >

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Martin Jurek, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 24. 1. 2008

Termín odevzdání diplomové práce: 15. 4. 2009


vedoucí katedry


vedoucí diplomové práce

Obsah

| | |
|---|----|
| 1. Cíle a metody práce..... | 8 |
| 2. Charakteristika legislativně-technického rámce řízení kvality ovzduší v Polsku | 9 |
| 2.1. Legislativa | 9 |
| 2.2. Hlavní inspektorát ochrany životního prostředí..... | 10 |
| 2.3. Inspekce..... | 12 |
| 2.4. Ekoinfonet | 13 |
| 2.5. Monitoring ovzduší | 15 |
| 2.5.1. Organizace dat a informací | 16 |
| 2.5.1.1. Kolekce EMISE..... | 16 |
| 2.5.2. Národní monitoring životního prostředí..... | 17 |
| 2.5.2.1. Práce a výsledky PMS..... | 19 |
| 3. Charakteristika zdrojů znečišťování a objemů emisí v Polsku | 21 |
| 3.1. Přírodní prostředí a polská ekonomika | 21 |
| 3.2. Výzkum a hodnocení kvality ovzduší..... | 26 |
| 3.3. Hlavní znečišťující látky | 28 |
| 3.3.1. Oxid siřičitý..... | 28 |
| 3.3.2. Oxid dusičitý | 31 |
| 3.3.3. Polétavý prach | 33 |
| 3.3.4. Oxid uhelnatý | 36 |
| 3.3.5. Benzen | 37 |
| 3.3.6. Olovo | 38 |
| 3.3.7. Troposférický ozon..... | 39 |
| 3.4. Výzkum chemismu atmosférických srážek..... | 41 |
| 3.4.1. Acidifikace životního prostředí..... | 42 |
| 3.5. Výzkum znečištění atmosférického pozadí..... | 46 |

| | |
|---|----|
| 3.6. Výzkum stavu ozonové vrstvy nad Polskem | 48 |
| 3.7. Hlavní zdroje znečištění ovzduší v Polsku..... | 50 |
| 4. Přehled současné kvality ovzduší v Polsku..... | 54 |
| 4.1. Údaje z měřících stanic v jednotlivých vojvodstvích | 55 |
| 4.2. Problematika současné kvality ovzduší v Polsku..... | 59 |
| 4.2.1. Stav ozonové vrstvy | 62 |
| 4.2.2. Změny klimatu | 70 |
| 5. Zhodnocení geografických faktorů znečišťování ovzduší v Polsku | 78 |
| 6. Iniciativy pro zlepšení kvality ovzduší..... | 82 |
| 7. Závěry..... | 85 |
| 8. Shrnutí | 86 |
| 9. Summary | 87 |
| 10. Použité zkratky | 88 |
| 11. Přehled použité literatury | 90 |

Přílohy

1. Cíle a metody práce

Hlavním cílem této diplomové práce je seznámit českého čtenáře se situací ochrany ovzduší v sousední zemi – v Polsku. Zajímavé je zejména to, že v některých případech jde o rozdílné problémy, někdy stejné a v několika případech jde i o problémy společné. Tato práce často srovnává polskou situaci s jinými evropskými zeměmi (výjimečně i světovými) a pokud to jde, tak i se stavem v ČR. Stěžejní roli v ochraně ovzduší každého státu hrají místní zákony. Proto se práce také stručně zabývá polskou legislativou, která se více či méně dotýká ochrany ovzduší. Nejvýznamnější polskou institucí, která se věnuje ochraně ovzduší, je Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (Hlavní inspektorát ochrany životního prostředí). Většina konkrétních informací v této diplomové práci pochází právě z materiálů GIOŚ, nechybí ani seznámení s prací inspektorátu a jeho činností v oblasti ochrany, inspekce a monitoringu ovzduší. Těžko psát o ochraně ovzduší v konkrétním státě, pokud by bylo pomínuto konkrétní prostředí a jeho specifika – přírodní podmínky, poměry v ekonomice, údaje o obyvatelstvu atp. A to je vlastně hlavní cíl práce – zamyslet se nad geografickými aspekty ochrany ovzduší v Polsku. Nechybí samozřejmě stručná charakteristika hlavních znečišťujících látek (pokud možno typických pro Polsko) a podíl Polska na evropském, popřípadě světovém znečištění. Samostatnou kapitolu tvoří také chemismus atmosférických srážek a acidifikace prostředí, což jsou záležitosti, které s ochranou ovzduší přímo souvisí. V této diplomové práci našly své místo i informace o poškozování ozonové vrstvy látkami vypouštěnými do ovzduší i v Polsku a aktuální téma – změny klimatu a Polsko versus skleníkové plyny. V textu čtenář najde také informace o tom, jak se Polsko snaží eliminovat produkci látek znečišťujících ovzduší.

Pro napsání této diplomové práce jsem využil velké množství literatury. Veškerá relevantní literatura byla v cizím jazyce, většinou v polštině a v angličtině. Proto bylo nejdůležitější přeložit velké množství textu a seznámit se s výsledky výzkumů a měření. Většina konkrétních informací pochází z odborných článků různých autorů na webu GIOŚ. Některou odbornou literaturu (zejména obecně zaměřenou) jsem používal hlavně k doplnění znalostí o konkrétní problematice. Některé získané informace byly zastaralé a neaktuální, proto jsem se snažil (pokud to bylo možné) informace aktualizovat a doplňovat.

Věřím, že tato diplomová práce bude užitečnou pomůckou pro zájemce o problematiku ochrany ovzduší v Polsku a střední Evropě.

2. Charakteristika legislativně-technického rámce řízení kvality ovzduší v Polsku

2.1. Legislativa

Ochrana ovzduší patří k nejvýznamnějším úkolům institucí zabývajících se ochranou životního prostředí a to zejména proto, že znečištěné ovzduší má veliký vliv na další součásti přírody, tj. půdu, rostlinný kryt a vodu a samozřejmě i na člověka. Ochrana ovzduší spočívá v zajištění co nejlepší jeho kvality. Spočívá zejména v udržování škodlivých látek v ovzduší pod hranicí povolených limitů, a pokud nejsou dodrženy, tak zajištění co nejmenšího překročení. V posledních 20 letech se stav znečištění ovzduší systematicky zlepšoval. Tato tendence je způsobena jednak pádem průmyslové produkce na počátku devadesátých let, jednak zaváděním efektivnějších, ekologičtějších technologií, použitím kvalitnějších paliv a výrobou zařízení snižujících emise.

Legislativně-technický rámec ochrany ovzduší je v Polsku řízen jednak zákony, jednak jednotlivými nařízeními. K zákonům a nařízením, které se ve větší či menší míře týkají ochrany ovzduší, patří (lit. [12]):

- Zákon o inspekci ochrany životního prostředí (1991)
(Dz. U. z 2007 r. Nr 44, poz. 287 z późn. zm. - o Inspekcji Ochrony Środowiska)
- Právo ochrany životního prostředí (2001)
(Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150 - Prawo ochrony środowiska)
- Zákon o látkách ničících ozonovou vrstvu (2004)
(Dz. U. z 2004 r. Nr 121, poz. 1263 z późn. zm. - Substancje zubożające warstwę ozonową)
- Nařízení ministerstva ŽP z 3. 3. 2008 ve věci koncentrace některých látek v ovzduší
(Dz.U. nr 47, poz. 281 - Rozporządzenie w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu)
- Nařízení ministerstva ŽP z 6. 6. 2002 ve věci povolených koncentrací některých látek v ovzduší, havarijních koncentrací některých látek a rozpětí tolerance
(Dz. U. nr 87, poz. 796 w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji)

- Nařízení ministerstva ŽP z 6. 3. 2008 ve věci zón, ve kterých se hodnotí kvalita ovzduší (Dz. U. nr 52, poz. 310 w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza)
- Nařízení ministerstva ŽP z 5. 4. 2006 ve věci rozsahu a způsobu předávání informací, týkajících se znečištění ovzduší (Dz. U. nr 63, poz. 445 w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza)
- Nařízení ministerstva ŽP z 1. 10. 2002 ve věci způsobu zpřístupnění informací o životním prostředí (Dz. U. Nr 176, poz. 1453 w sprawie sposobu udostępniania informacji o środowisku)
- Nařízení ministerstva ŽP z 18. 6. 2007 ve věci přístupu k informacím o ŽP (Dz. U. 176, poz. 1453 w sprawie sposobu udostępniania informacji o środowisku)

Na území Polska jsou také implementovány směrnice a nařízení Evropské unie. Mezi nejdůležitější patří tyto (lit. [9]):

- Směrnice 2001/80/EHS z 23. října 2001 o omezení emisí některých znečišťujících látek do ovzduší z velkých spalovacích zařízení
- Směrnice 96/61/EHS z 24. září 1996 o integrované prevenci a omezování znečištění
- Směrnice 99/32/EHS z 26. dubna 1999 o redukci obsahu síry v některých kapalných palivech
- Směrnice 94/63/EHS z 20. prosince 1994 upravující emise VOCs ze skladovacích a přepravních zařízení pro benzín

2.2. Hlavní inspektorát ochrany životního prostředí

Nejvýznamnější institucí, zabývající se řízením kvality ovzduší v Polsku je Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ, Hlavní inspektorát ochrany životního prostředí). Má mnoho funkcí, které budou popsány níže (lit. [9]).

Počátky existence Inspekce ochrany ŽP spadají do roku 1980, kdy na základě nového zákona o ochraně a tvorbě životního prostředí vydala Rada ministrů nařízení o Státní inspekci ochrany životního prostředí. Tyto právní akty vytvořily základy pro fungování inspekce a provádění jednotného systému kontroly dodržování práva ochrany ŽP a výzkumu stavu ŽP v měřítku celého Polska.

Zákon o ochraně a tvorbě životního prostředí z roku 1980 jmenoval jedno-istanční státní inspekci, která byla podřízena ministrovi životního prostředí.

Hlavní inspektor ochrany ŽP stál v čele PIOŚ (Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska) a řídil devět regionálních pracovišť: Katowice, Kielce, Koszalin, Kraków, Lublin, Olsztyn, Poznań, Warszawa, Wrocław a také dvě celostátní pracoviště: Zespół Przewidywania Nadzwyczajnym Zagrożeniom Środowiska w Gdańsku a Zespół Kontroli i Ocen Środowiska w Warszawie.

Před vznikem PIOŚ se kontrolou dodržování environmentálních zákonů zabývaly tyto instituce: odbory ochrany životního prostředí vojvodských úřadů, centra výzkumu a kontroly životního prostředí nebo pracoviště výzkumu a kontroly životního prostředí. Po nabytí platnosti Zákona o státní inspekci životního prostředí (v roce 1991) došlo ke spojení managementu, vlastnictví a zázemí PIOŚ a center výzkumu a kontroly ŽP. Vznikla jediná, dvou-istanční instituce pro kontrolu a výzkum stavu životního prostředí, spadající pod ministra životního prostředí. Realizace stanovených cílů inspekce patřila do kompetencí Hlavního inspektora ochrany životního prostředí, který své cíle plnil s pomocí Hlavního inspektorátu ochrany životního prostředí a 49 vojvodských inspektorů ochrany ŽP, kteří fungovali ve vojvodských inspektorátech. Plán činnosti, rozpočtu a realizace cílů celé inspekce řídil Hlavní inspektor ochrany ŽP. V devadesátých letech byly ve všech vojvodských inspektorátech sladěny zásady provádění kontrol a byly vyvinuty a provedeny jednotné měřicí metodiky. V té době byl také rozvinut laboratorní potenciál vojvodských inspektorátů, umožňující výzkum stavu ŽP a spolehlivou kontrolu dodržování environmentálních zákonů. Byly vyvinuty také zásady provozu Státního monitoringu životního prostředí a přijat program akcí s cílem prevence mimořádných ohrožení ŽP.

V červenci 1998 polský sejm znovelizoval v rámci ústavní reformy zákon o státní inspekci ochrany životního prostředí a zároveň změnil i její název na Inspekci ochrany životního prostředí. Zároveň i vojvodské inspektoráty ochrany ŽP byly zahrnuty do vojvodské kompozitní administrativy. V 34 městech (v 33 bývalých vojvodských městech a Giżycku) vznikly delegatury vojvodských inspektorátů ochrany ŽP, podřízené 16 novým vojvodským inspektorátům.

Hlavní inspektor ochrany životního prostředí, řídící aktivitu Inspekce ochrany ŽP je centrálním orgánem státní správy – jmenovaným a odvolávaným předsedou vlády. Hlavní inspektor ochrany ŽP za pomoci Hlavního inspektorátu ochrany ŽP a vojvodové s pomocí vojvodských inspektorátů, vykonávají úkoly inspekce. Základní úkoly Inspekce ochrany ŽP jsou kontrola dodržování předpisů na ochranu ŽP, výzkum stavu prostředí, v rámci programu Státního monitoringu ŽP také prevence závažných havárií.

Hlavní inspektor předkládá každoročně státním úřadům zprávu o činnosti Inspekce ochrany životního prostředí za uplynulý rok.

2.3. Inspekce

Inspekční odbor (Departament Inspekcji i Orzecznictwa) se zabývá ochranou ovzduší v těchto oblastech (lit. [9]): Vývoj celostátních kontrolních programů s koordinací jejich realizace; vytváření zpráv o výsledcích kontrol; vývoj analýz, stanovisek, požadavků, zpráv a informací v oblasti inspekční činnosti; sestavování přehledových a sběrných prací, týkajících se výsledků inspekční kontrolní činnosti; poradenství pro pracovníky vojvodských inspektorátů v oblasti kontrolní činnosti; vytváření školicích programů pro inspekční pracovníky; kontrola uživatelů životního prostředí, kteří jsou pod dohledem GIOŚ; spolupráce s ostatními kontrolními orgány: Nejvyšším kontrolním úřadem, Státním inspektorátem práce, Státní hygienickou inspekcí, Inspekcí silniční dopravy, Obchodní inspekcí a s orgány činnými v trestním řízení ve věci ochrany ŽP a ovzduší; provádění kontrol na doporučení GIOŚ; provádění činnosti spojené s fungováním inspekce v rozsahu vyhovění požadavkům EU a další činnost.

Předmětem kontroly IOŚ jsou různé podniky a závody, které produkují emise do ovzduší (popřípadě jinak znečišťují životní prostředí) nebo je pro jejich činnost nutné povolení nebo jejichž rozvoj překračuje rámeček běžného využívání přírodních zdrojů. Rozlišují se dva základní druhy kontrol, prováděných službami Inspekce ochrany životního prostředí: plánované kontroly (na základě dříve zpracovaných plánů kontroly) a neplánované kontroly (mimo rámeček plánů kontroly). Většina kontrol má plánovaný charakter. Vycházejí z obecné politiky inspekce. V plánovaných kontrolách jsou také zohledněny regionální podmínky. Na základě kontrolních nálezů může vojvodský inspektor ochrany ŽP (lit. [9]):

- Vydat pokontrolní nařízení vedoucímu kontrolní organizační jednotky nebo kontrolované fyzické osobě,
- Vydat (na základě samostatných předpisů) administrativní rozhodnutí,
- Udělit sankce, jestliže povinnost vychází z právní moci nebo administrativních rozhodnutí.

Orgány Inspekce ochrany životního prostředí provedly v roce 2007 více než 16 tisíc kontrol v cca 15 tisících subjektech využívajících životní prostředí (lit. [9]). V evidenci vojvodských inspektorátů ochrany ŽP zůstalo ještě více než 59 tisíc jednotek.

Krajowy Rejestr Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń (Integrovaný registr znečištění) je elementem Evropského registru úniků a přenosů znečišťujících látek. Hlavní inspektor ochrany ŽP vede Integrovaný registr znečištění a předává Evropské komisi zprávu, která obsahuje informace o únicích a přenosech znečišťujících látek, podle vzoru z přílohy k nařízení 166/2006. Každé 3 roky Hlavní inspektor ochrany ŽP odevzdává Evropské komisi hlášení, obsahující informace o aplikaci předpisů z nařízení 166/2006 v Polsku (lit. [9]). Vznik integrovaných registrů znečištění má za cíl umožnit veřejnosti přístup k informacím o stavu ŽP a usnadnit jeho účast na rozhodování v oblasti tvorby životního prostředí.

2.4. Ekoinfonet

Polská Inspekce ochrany životního prostředí rozbíhá projekt informačního systému životního prostředí Ekoinfonet. Tento systém zpřístupní všem zainteresovaným osobám informace takovým způsobem, aby byly lehce a široce dostupné, cena za jejich získání byla neveliká a aby byla možná jejich lehká a rychlá aktualizace. Konkrétní možnosti nabízejí počítačové databáze, do kterých je možný komunikační přístup. Takovýto systém dostupný na internetu v podobě internetových stránek umožní zainteresované osobě nebo organizaci přístup k libovolné informaci v podobě tabulek, grafů nebo map, prezentující distribuci ukazatelů o kvalitě ŽP v prostoru i v čase. Možná bude také analýza trendů a vypracování prognóz.

Prezentovaná koncepce informačního systému Inspekce ochrany ŽP, která byla nazvána Ekoinfonet, zahrnuje všechny aspekty tvorby dat a jejich prezentaci uživateli. Některá řešení jsou v této koncepci prezentována slovně a jsou zde popsány jejich výhody a nevýhody.

V případě přenosu dat a také volby platformy hardware-software byla vyvinuta řešení v takovém stupni detailnosti, aby bylo umožněno rozhodnutí o zakoupení hardware a programového vybavení. To dovolí zakoupit vybavení s předstihem, aby byl při realizaci systému hardware i software již dostupný pro implementátory. Prezentovaná koncepce umožní správné provedení projektové dokumentace. Projektová dokumentace bude představovat základ v postupu veřejné soutěže, která bude mít za cíl výběr firmy, která zrealizuje Ekoinfonet, rozvine jeho dokumentaci, provede potřebná školení a zavede systém do provozu jak v GIOŚ, tak i v WIOŚ a v jednotkách, které se spolupodílí na realizaci úkolů Inspekce ochrany ŽP.

GIOŚ bude muset vytvořit a udržet vlastní strukturu tohoto systému, určí si cíle a podmínky rozvoje. Cenné informace o ŽP, které s ohromnými náklady sbírá personál Inspekce ochrany ŽP, by měly být co nejrychleji hromaděny a pečlivě chráněny v úložišti profesionálně navržených a spravovaných databází, jinak budou postupně podléhat nevratné zkáze. Informační systém Ekoinfonet by měl být uznán za systém stěžejní důležitosti pro poslání IOS a jeho vytvoření by mělo být považováno za prioritní cíl.

Vedení IOS rozhodlo o potřebě rozšíření koncepce na celou činnost inspekce. Prezentovaná koncepce Ekoinfonetu byla přijata vedením GIOŚ jako oficiální koncepce informačního systému inspekce a bylo rozhodnuto o jeho zřízení. Ústav systémového inženýrství životního prostředí obdržel objednávku na vybudování a zprovoznění první databáze systému JPOAT, určené ke sběru výsledků měření kvality ovzduší. Vytvoření a zprovoznění databáze dovolilo autorům potvrdit mnoho elementů dříve vytvořené koncepce.

Nový právní stav je spojen s plány komputerizace Polska a je obsažen v novém zákoně o informatizaci veřejné správy. Tento zákon určuje standardy, které budou zavazovat programátory informačních systémů, mezi které patří i Ekoinfonet. Dalším novým elementem, který se objevil v nedávné době, jsou plány předsednictva resortu životního prostředí na vybudování Resortního informačního systému. Autor této koncepce vypracoval studii "Plán na implementaci strategie Resortního environmentálního informačního systému", ve kterém je zmíněna role a místo Ekoinfonetu, jako základního prvku takového systému (lit. [11]).

2.5. Monitoring ovzduší

V rámci pod systému Monitoring ovzduší probíhá sběr, shromažďování a analýza dat, týkajících se koncentrací vybraných znečišťujících látek v ovzduší a v atmosférických srážkách (SO₂, NO₂, O₃, CO a polévatého prachu). Výzkum probíhá jednak v síti celostátní, jednak na úrovni regionální a lokální. V celostátní síti monitoring ovzduší zahrnoval hodnocení kvality ovzduší v základní síti, v síti obecného dohledu nad kvalitou ovzduší ve městech a chemismu atmosférických srážek. V průběhu posledních nedávných let byl systém přeorganizován v souvislosti s procesem integrace do EU. Národní síť se již nedělí, dříve se skládala z 95 stanic patřících k WIOŚ (52 stanic), Wojvodských hygienicko-epidemiologických stanic (35 stanic) a také z vědecko-výzkumných jednotek (IOŚ, IMGW, IETU, IBL, IGPAN – 8 stanic). Dnes to jsou jednak automatické stanice, jednak stanice s manuálním sběrem vzorků (lit. [9]). V současné době byly díky programu Phare zakoupeny další automatické monitorovací stanice, konkrétně pro Mazowiecké a Lodžské vojvodství. Plánují se další nákupy automatických stanic pro WIOŚ a PIS.

Údaje byly do roku 1999 shromažďovány v databázi SAZP. Vyskytly se ovšem různé potíže s funkčností databáze, proto jsou od roku 2000 údaje zapisovány v databázích tvořených ad hoc, například v Excelu. V roce 2002 byla uvedena do provozu nová databáze JPOAT, která byla vytvořena v souladu se současnou koncepcí a spuštěna v celé Inspekci ochrany životního prostředí.

Síť obecné kontroly kvality ovzduší ve městech je provozována Wojvodskými hygienicko-epidemiologickými stanicemi pod vedením Institutu pracovního lékařství v Lodži. Sestává z cca 460 měřících stanovišť, které mají různé měřicí programy. Měření se provádí manuálně. K ukládání získaných dat je určena databáze IS MA.

Národní síť monitoringu chemismu atmosférických srážek se skládá z 25 stanic výzkumu chemismu srážek a 162 srážkových stanic IMGW. Fyzikálně chemické analýzy provádějí laboratoře WIOŚ pod dohledem IMGW. Národní databáze chemismu atmosférických srážek se nachází v sídle IMGW ve Wroclawi (lit. [21]).

V rámci monitoringu ovzduší se také zkoumá stav ozonové vrstvy a intenzita UV-B záření na 4 stanicích, které jsou umístěny na reprezentativních lokalitách Polska (Belsk, Legionowo,

Łeba a Zakopane). Data jsou shromažďována v Institutu geofyziky PAN ve Varšavě, kde jsou zpracovávány pomocí speciálního softwaru a poté jsou přeposílány do GIOŚ a zpřístupňovány ve formě bulletinů. V rámci tohoto subsystému jsou také prováděny výzkumy depozice znečišťujících látek do podloží v rámci programu EMEP, vycházejícího z Konvence o transportu znečišťujících látek na velké vzdálenosti. Výzkum v rámci EMEP je v Polsku prováděn na 4 stanicích: Łeba, Jarczew, Śnieżka a Puszcza Borecka. Polsko v monitoringu znečištění ovzduší spolupracuje s Evropskou agenturou pro životní prostředí a to zejména na úrovni výměny informací o měřicích stanicích a koncentracích znečišťujících látek a tvorbě evropské sítě monitoringu kvality ovzduší EUROAIRNET.

2.5.1. Organizace dat a informací

2.5.1.1. Kolekce EMISE (lit. [9])

Tato kolekce zahrnuje databáze obsahující měření znečištění ovzduší, znečištění vod a databáze o odpadech. Obsahuje databáze získávané jednak v systému PMŚ, jednak jsou zasílané z vnějšku, založené na existujících zdrojích a informačních systémech, například programu statického výzkumu, registru znečištění, datech ze systému emisních poplatků. Tyto emise patří do níže uvedených skupin.

Emise-ovzduší je databáze, která zaznamenává velikost emisí do ovzduší. Bez ohledu na rozhodnutí, které stanoví kompetence a míru sběru dat týkajících se ovzduší, ke správné interpretaci leteckého monitoringu ovzduší je nezbytná informace klasifikovaná níže.

EPOAT – emise (lit. [9])

a) Uložená data – základní informace:

- Emise z bodových zdrojů
- Emise z plošných zdrojů
- Emise z liniových zdrojů

b) Uložená data – podpůrné informace:

- Podpůrné informace, vyžadované maršalkovskými úřady

c) Hlavní prvky struktury databáze

- Objekt - bodový zdroj: vlastník, souřadnice, nadmořská výška, typ zdroje, typ emisí, způsob činnosti (nepřetržitá, denní, atd.), údaje o licenci, komentáře

- Objekt – liniový zdroj: název, souřadnice, charakteristika, typ zdroje, typ emisí, způsob činnosti, komentáře
- Objekt – plošný zdroj: název, souřadnice, charakteristika, typ zdroje, typ emisí, způsob činnosti, komentáře
- Objekt – bodový zdroj: ID zdroje, datum, časové období, metoda kvantifikace, seznam (ID ukazatele, velikost emisí)
- Objekt – liniový zdroj: ID zdroje, datum, časové období, metoda kvantifikace, seznam (ID ukazatele, velikost emisí)
- Objekt – plošný zdroj: ID zdroje, datum, časové období, metoda kvantifikace, seznam (ID ukazatele, velikost emisí)
- Objekt – ukazatele: název ukazatele, typ ukazatele (popis, počet), měrná jednotka
- Významnější lokální slovníky:

SEPOW EMITORY – slovníky typů zdrojů

SEPOW EMISJE – slovník typů emisí (Spalování černého uhlí, spalování ropných produktů, atd.)

d) Struktura

Distribuovaná databáze. Pokud bude WCBMA využívat emisní data, bude mít databáze podobnou strukturu jako JPOAT.

Již vytvořená a zprovozněná databáze JPOAT má velice složitou strukturu a procedury řízení, z čehož plyne široký rozsah úloh, které v oblasti ochrany ovzduší leží na vojvodech a na centrální administrativě. Je to jediná databáze, která shromažďuje údaje o stavu životního prostředí z automatických měřících systémů, pracujících na základě analýz odebraných vzorků ovzduší a také ze systémů OPSIS a také z manuálních systémů. Tato databáze shromažďuje data v co nejkratším čase ze všech databází, fungujících v informačním systému IOŚ. Tato databáze poskytuje informace nezbytné k tvorbě krátkodobých předpovědí změn znečištění ovzduší v podmínkách příznivých pro vznik smogových situací.

2.5.2. Národní monitoring životního prostředí

Národní monitoring životního prostředí (Państwowy monitoring środowiska, PMŚ) vznikl ze zákona ze dne 10. července 1991 o Inspekci ochrany životního prostředí s cílem zajistit kvalitní informace o stavu životního prostředí.

Národní monitoring životního prostředí, podle paragrafu 25 odstavce 2 zákona Právo ochrany životního prostředí, je systémem měření, hodnocení a předpovědí stavu životního prostředí a také shromažďování, zpracování a šíření informací o životním prostředí.

Cílem PMŠ je podpora úsilí na ochranu životního prostředí prostřednictvím systematického informování orgánů veřejné správy a veřejnosti. Informace vytvořené v rámci PMŠ jsou využívány orgány veřejné správy a samosprávy pro potřeby operativního řízení ochrany životního prostředí prostřednictvím právních nástrojů, jako jsou: postup pro hodnocení vlivů na životní prostředí, povolení na produkci látek a energií do životního prostředí, programy na ochranu životního prostředí jako celku i jeho součástí, plány rozvoje. Informace vytvořené v rámci PMŠ jsou také využívány ke sledování účinnosti operací a strategického plánování pro ochranu životního prostředí a udržitelného rozvoje na všech úrovních řízení. V rámci PMŠ jsou získávány informace nezbytné pro podporu polských mezinárodních závazků. Po přistoupení do EU jsou informace používány, mimo jiné, pro regionální rozvoj, fungování strukturálních fondů a Fondu soudržnosti a podávání zpráv v rámci Společenství. PMŠ rovněž zajišťuje údaje, které mají být zpřístupněny v souladu s ustanoveními zákona Právo ochrany životního prostředí, regulující svobodný přístup k informacím. Pro všechny typy úkolů platí u PMŠ princip cyklického opakování měření a zásada metodické jednotnosti.

Systém PMŠ se skládá z 3 bloků: Kvalita životního prostředí, Emise, Hodnocení a předpovědi. Liší se svou funkcí v systému. V rámci bloku Emise jsou shromažďovány informace o zatížení ovzduší (vody a půdy) škodlivinami, nezbytné k realizaci cílů PMŠ. V současné době se ve většině případů nepracuje na získávání primárních údajů, ale využívá se datových zdrojů, fungujících mimo systém PMŠ. Jde například o správní systémy nebo systém veřejných statistik.

Samostatnou, ale velmi důležitou složkou PMŠ je akce zaměřená na zvýšení spolehlivosti a přesnosti informací o stavu životního prostředí v Polsku.

V tomto systému jsou také důležitým článkem laboratoře, ve kterých by měl pokračovat akreditační proces. Adaptace probíhá postupně realizovanými systémy kvality s požadavky PN-EN ISO/IEC 17025:2001 nebo akreditací dalších výzkumných metod.

Je třeba podotknout, že monitoring životního prostředí (v polském právním systému i v zemích EU) je úkolem státu. V Polsku představuje státní rozpočet asi 20% nákladů

programů PMŠ. O zbylé prostředky se musí postarat koordinátoři a realizátoři programu. Nedostatek stabilních finančních zdrojů může představovat ohrožení udržitelnosti vhodné kvality dat a činnosti v systému monitoringu životního prostředí a nových úkolů vyplývajících z členství v EU.

2.5.2.1. Práce a výsledky PMŠ

Cílem je dosažení plnění úkolů ve všech oblastech Polska, získat informace o koncentracích znečišťujících látek v ovzduší, identifikovat oblasti s nutností zlepšení kvality ovzduší (minimálně na přípustné koncentrace) a následně sledovat nápravné programy ochrany ovzduší. Tento úkol přímo vyplývá ze závazků Polska vůči předpisům EU a národního práva. Výzkum a hodnocení látek v ovzduší je úkolem WIOŚ. Základní úroveň realizace úkolu v souladu se zákonem na ochranu životního prostředí je tak vojvodství, které vlastní určitý počet zón (stref). Součástí PMŠ je výzkum koncentrací těchto látek v ovzduší: SO₂, NO₂, NO_x, O₃, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, C₆H₆, CO. Výzkum probíhá na základě měření, prováděných na stálých měřících bodech, fungujících pod WIOŚ, orgány Státní hygienické inspekce, hospodářskými subjekty, výzkumnými jednotkami, nadacemi a územními samosprávnými celky a také založené na jiných monitorovacích technikách (modelování, pasivní metody atd.). Seznam měřících stanic, které jsou součástí systému fungujícího na základě zákona Právo ochrany životního prostředí, rozsah měření pro každou stanic a další záležitosti, to vše stanovuje vojvodský inspektor ochrany životního prostředí ve spolupráci s řídicími jednotkami měřících stanic, včetně státního vojvodského hygienika – ve formě vojvodských programů monitoringu životního prostředí, na základě výsledků vstupního hodnocení v jednotlivých zónách. Na základě výsledků výzkumu WIOŚ vydává tzv. výroční hodnocení kvality ovzduší ve vojvodstvích (v rámci současných právních předpisů pro: SO₂, NO₂, NO_x, O₃, PM₁₀, Pb, C₆H₆ a CO). Poté jsou výsledky hodnocení přeposlány do GIOŚ a je vytvořeno souhrnné hodnocení kvality ovzduší v Polsku. Kromě povinného měřícího programu, který zahrnuje látky, jejichž koncentrace se ustálily na přípustné úrovni, může vojvodský inspektor ochrany životního prostředí ve vojvodském programu monitoringu životního prostředí zohlednit i jiné látky, specifické pro danou oblast. V takových případech se jedná o lokální testy a jejich výsledky nejsou využívány pro klasifikaci zón. Součástí úkolu je plnění závazků, plynoucích z členství Polska v EU, zahrnující mimo jiné předávání údajů o koncentraci znečišťujících látek v Polsku do evropské databáze Airbase. Před vstupem Polska do EU, v letech 1992-2002 zahrnoval národní monitoring ovzduší asi 100 měřících stanic,

fungujících v systému tzv. sítě základních stanic. Poté, v období těsně před vstupem byl systém přizpůsoben unijním požadavkům. V nedávné době byla realizována pravidla, týkající se výzkumu a hodnocení kvality ovzduší z hlediska obsahu As, Cd, Hg, Ni a polycyklických aromatických uhlovodíků, která vstoupila v platnost 15. února 2007 (lit. [9]).

3. Charakteristika zdrojů znečišťování a objemů emisí v Polsku

3.1. Přírodní prostředí a polská ekonomika

Polsko leží ve střední Evropě, jeho území se rozprostírá mezi 49° a 54°50' severní šířky a mezi 14°07' a 24°09' východní zeměpisné délky. Rozloha země je 312 685 km² (včetně moře a vnitrozemských vod) (lit. [14]). Polsko sousedí s Ruskem (Kaliningradská oblast), Litvou, Běloruskem, Ukrajinou, Slovenskem, Českem a Německem. Délka suchozemských hranic je 3 055 km, mořské hranice činí 440 km. Polsko je převážně nížinatou zemí, průměrná nadmořská výška je 173 m n. m., více než 75% území leží pod 200 m n. m. Oblasti s vyšší nadmořskou výškou než 300 m činí 8,7% rozlohy Polska (lit. [14]). Nejvyšším bodem je štít Rysy v Tatrách (2 499 m n. m.). Naopak nejnižší místo se nachází jižně od města Elbląg v severním Polsku (1,8 m pod úrovní hladiny moře). Reliéf země je relativně pestrý, dominantní vliv na jeho současnou podobu měly ledovce v glaciálech. Polsko protínají hranice různých geologických regionů: prekambrikové platformy na východě a severovýchodě země, paleozoické platformy na západě a ve střední části země, kaledonská a hercynská horská pásma - Sudety, Góry Świętokrzyskie a pásma alpská - Tatry, Pieniny, Karpaty a podkarpatské deprese. Zemědělská půda pokrývá 60% rozlohy, lesy ostatní zalesněné plochy asi 29% a 11% jsou urbanizované plochy, určené dopravě, průmyslu, těžbě, bydlení aj. Polsko je řazeno mezi země s malými zásobami vody, ke kterým patří vody povrchové a podzemní. Téměř kompletní hydrologická síť se nalézá v úmoří Baltu (99,7% rozlohy Polska). Zahrnuje povodí dvou největších polských řek: Wisły a Odry a přímořských řek. Zbylé 0,3% rozlohy patří do úmoří Severního moře (povodí Labe) a Černého moře (povodí Dunaje a Dněstru). V jezerní oblasti najdeme množství jezer, ze kterých takřka 9 000 překračuje rozlohu 1 ha (lit. [14]). Polsko má mnoho nerostných nalezišť, zejména pokud jde o naleziště černého a hnědého uhlí, rud mědi, zinku, olova a síry, kamenné soli a stavebních surovin.

V Polsku žije 38 482 919 obyvatel (podle odhadu k polovině roku 2009, lit. [26]). Ve srovnání s předchozím desetiletím došlo k výraznému zpomalení růstu počtu obyvatel. Naděje na dožití je v Polsku u mužů 71,65 let a u žen 79,85 let (lit. [26]). Po období poklesu v 80. letech, od roku 1991 tyto ukazatele systematicky rostou. Je třeba poznamenat, že v zemích EU byla v roce 1998 naděje na dožití 75 let u žen a 81 let u mužů. Ve městech bydlí v Polsku 61,7% obyvatel, na venkově 38,3%. Největší hustota zalidnění je ve vojvodství Slezském

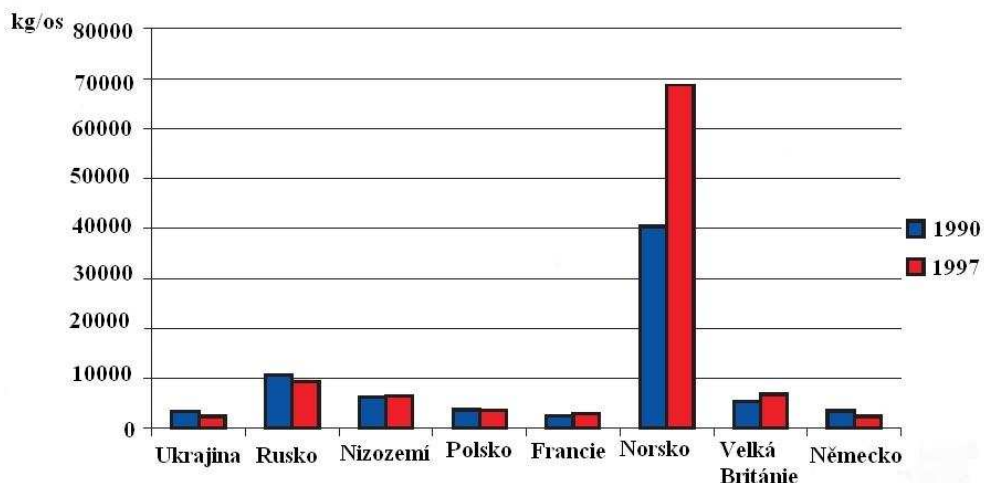
(394 obyvatel/km²) a Malopolském (214 obyvatel/km²) a nejmenší ve Warmińsko-mazurském a Podkarpackém (po 61 obyvatelích/km²). Nej hustěji zalidněnými oblastmi jsou samozřejmě města (Warszawa 3 254 obyvatel/km², Łódź 2 694 obyvatel/km²). Síť obcí se skládá z 864 měst a více než 40 000 vesnic. Mezi největší města (s počtem obyvatel vyšším než 0,5 milionu) patří (rok 2000): Warszawa 1 610 471 obyvatel, Łódź 793 217 obyvatel, Kraków 741 510 obyvatel, Wrocław 633 857 obyvatel a Poznań 574 896 obyvatel. Venkovské obyvatelstvo je roztroušené (lit. [14]).

Polsko se řadí mezi země středo-východní Evropy, které přešly hospodářskou přeměnou. Jedním z důsledků hospodářských změn je zmenšování vlivu na životní prostředí a zbrzdění jeho degradace. Citelné jsou příznaky zlepšení stavu polské přírody a životního prostředí a lidského života. Racionalizace výroby a spotřeby energie, řada investic, které mají snížit negativní vliv na životní prostředí, rázná opatření v oblasti životního prostředí a odstranění mnoha nevýnosných závodů vedly ke snížení emisí znečišťujících látek do vod a ovzduší a snížení množství průmyslového odpadu. Přitom se ale objevily nové hrozby, spojené především s bouřlivým rozvojem automobilismu a spotřeby, vedoucí k produkci stále většího množství odpadů. V posledních letech je polské hospodářství charakteristické stále poměrně vysokou, i když klesající mírou inflace a vysokou nezaměstnaností, i když je podle odborníků míra nezaměstnanosti uměle navýšena o pracující v takzvané "šedé zóně". Zároveň je pozorován růst HDP, ačkoliv je jeho dynamika v posledních letech slabá. Srovnání HDP na hlavu v Polsku a v Evropské unii ukazuje, že Polsko je nadále mnohem chudší země (lit. [14]). Dochází ke zvýšení produkce nad míru inflace v oblasti energetiky a některých typech průmyslové výroby. Podstatný růst byl zaznamenán ve zpracovatelském průmyslu: strojů a kovových výrobků, potravinářských výrobků a v dodávkách elektřiny, plynu a vody. Zároveň došlo k poklesu v zemědělství. V Polsku je také ještě relativně nízká spotřeba minerálních nebo umělých hnojiv na 1 ha zemědělské půdy. Mezi zeměmi EU pouze Rakousko, Řecko, Švédsko, Portugalsko a Španělsko používají méně hnojiv, zatímco průměr bývalé evropské patnáctky je 121,0 kg na 1 ha, Polsko spotřebuje necelých 86 kg na 1 ha. Pokud ale pohlédneme z opačné strany, pouze Slovensko mělo z kandidátských zemí větší spotřebu umělých hnojiv. V roce 2001 představovalo černé uhlí 50,4% podíl z využívaných primárních zdrojů energie v Polsku. Ropa přispívá do struktury spotřeby energie 19,8%. Na třetím místě je hnědé uhlí s 13,1% a na čtvrtém zemní plyn (11,8%). Zbylých 4,9% připadá na rašelinu, dřevo a další. Obnovitelné zdroje mají v Polsku stále malý podíl na celkové produkci

elektrické energie. V roce 2001 pocházelo až 98,2% energie v Polsku z tepelných elektráren. Podíl vodních a jiných elektráren byl 1,8%. V zemích EU-15 vyrábí tepelné elektrárny pouze polovinu veškeré energie. Vodní a další elektrárny vyrábějí 15,3% energie, zbylých 33,7% vyrábějí atomové elektrárny. Důležitým ukazatelem ekonomické změny v Polsku je stupeň decentralizace a privatizace hospodářství. V roce 2001 již 62,8% hrubého domácího produktu bylo vytvořeno v soukromém sektoru a pouze 25% ve veřejném sektoru. Téměř 30% HDP vzniká v domácnostech, většinou v rodinných zemědělských farmách (lit. [14]). V poměrně krátké době byly zprivatizovány takové složky národního hospodářství, jako je zemědělství, obchod, malý a střední průmysl, automobilový průmysl. Na druhé straně těžební průmysl a těžký průmysl je stále ve vlastnictví státu a restrukturalizace, vzhledem k rozsahu problému, jde jen velmi pomalu.

Zdroje vyskytující se v přírodě můžeme dělit na obnovitelné a neobnovitelné. K těm prvním počítáme například vítr, vodu, kulturní plodiny a lesy. Neobnovitelnými zdroji jsou především fosilní paliva a minerální suroviny. Využití všech těchto zdrojů je nezbytné pro fungování národního hospodářství v jeho současné podobě. S ekonomickými zisky se ale objevují i ekologické problémy. Devastace a nutnost rekultivace krajiny, vznikající haldy a jiné hornické škody, znečištění vod, ovzduší a půdy, hluk, často nevratné škody v cenných ekosystémech, zánik unikátních druhů flory a fauny – to všechno je cena, kterou platíme všichni a která do této doby nebyla příliš zohledněna při hodnocení ekonomické efektivity tohoto odvětví hospodářství. Využívání energetických zdrojů vyvolává environmentální otázky na polské i na globální úrovni.

Polsko má velké zdroje neobnovitelných zdrojů, z nichž nejvýznamnější jsou právě fosilní paliva (obr. 1).



Obr. 1: Těžba fosilních paliv některých evropských zemí v přepočtu na černé uhlí a 1 obyvatele v roce 2001. Převzato s úpravou z: lit. [14]

Během posledních desetiletí se v Polsku, stejně jako v ostatních zemích střední a východní Evropy (např. Rumunsko a Česká republika), výrazně snížila těžba uhlí, ale postupně zvýšila těžba a spotřeba ropy a zemního plynu.

Zacházení s obnovitelnými zdroji leží v pravomoci prakticky všech oblastí hospodářství, ale zvláštní vliv na jejich využívání má průmysl, lesnictví a zemědělství, vodní hospodářství a veřejné služby. Jejich vhodné využití může vést ke snížení využívání neobnovitelných zdrojů. Příkladem může být například program využití geotermální energie jako zdroje tepla. Podíl obnovitelných zdrojů se postupně zvyšuje. Zařízení využívající tyto zdroje vytvořily v roce 2001 zhruba 2620 GWh elektrické energie a více než 105 000 TJ tepla. Pomalu roste počet vodních elektráren - v roce 2001 jich bylo celkem 580 (568 malých vodních elektráren s instalovaným výkonem <5 MW). V Polsku pracuje také 40 větrných elektráren (stav z roku 2001) (lit. [14]). Hospodaření s obnovitelnými zdroji vyžaduje respektování zásad udržitelného rozvoje a jejich opatrného využívání, zajišťujícího zisk při minimalizaci vlivů na životní prostředí. Dosažení vysoké efektivity využívání zdrojů patří mezi priority polské environmentální politiky. Z pohledu orné půdy je Polsko v rámci Evropy poměrně zvláštní, jelikož množství půdy připadající na 1 obyvatele (0,36 ha v roce 2001) o něco převyšuje takové státy jako Francii a Řecko, Švédsko a je mnohem větší než v Rakousku a Itálii, Německu, Velké Británii nebo zemích Beneluxu. Výnosy obilí na 1 obyvatele v Polsku jsou 698 kg (r. 2001) - ukázaly se jako vyšší než na Ukrajině (613 kg), v Rusku (502 kg),

Německu (609 kg), Velké Británii (329 kg) nebo v Itálii (363 kg), ale je vidět, že množství půdy není doprovázeno vysokou produktivitou a efektivitou pěstování. Například produktivita půdy a výnosy obilovin v Německu jsou dvakrát vyšší než v Polsku. Polsko má lepší výnosy pšenice než Bulharsko, Ukrajina, Rumunsko nebo například Rusko, ale ne tak dobré jako Česko nebo Maďarsko. Za pozornost stojí i jiné produkční ukazatele. Například v produkci brambor bylo Polsko v roce 2001 druhé v Evropě (19,4 mil. tun). V roce 2001 bylo v Polsku 29% rozlohy lesů, 45% orné půdy, pastvin 8% a sadů asi 1%. Míra využívání dřeva, jako nejvýznamnějšího obnovitelného zdroje, je v Polsku 0,63 m³ (2001) a je srovnatelná s Francií a Německem (lit. [14]).

V roce 1988, v předvečer systémových transformací, Polsko obsadilo vysokou pozici v celosvětovém hodnocení zemí s nejvyšší úrovní využití nerostného bohatství, zejména v energetice. Rozhodla o tom těžba takových surovin, jako: síra – 4. místo na světě, černé uhlí – 4. místo, hnědé uhlí – 5. místo, měď – 6. místo, stříbro – 7. místo, vápenec – 7. místo, sůl kamenná – 10. místo, zinek – 11. Místo (lit. [14]). Bohužel se polský stát snažil za každou cenu udržet dosaženou úroveň těžby a nehleděl přitom na negativní dopady na životní prostředí. Na začátku 90. let se však situace začala lepší a dopady na životní prostředí se začaly snižovat a zejména díky uplatnění systému poplatků za využívání životního prostředí. Navíc se za poslední roky objem těžby podstatně snížil. Rozhodly o tom ekonomické faktory, zejména pak nemožnost financování ztrátovosti tohoto odvětví ze státního rozpočtu a také na to měl vliv pokles poptávky po elektřině. Nicméně v roce 2001 byl v Polsku zaznamenán (poprvé od roku 1996) nárůst spotřeby energie v národním hospodářství (např. asi 1,3% u černého uhlí a o 0,6% u hnědého uhlí) (lit. [14]). Vzrostl také podíl vody, větru a slunce v celkové energetické bilanci. V důsledku veřejného tlaku se snižuje podíl energie znečišťující ovzduší, ale podíl energie získané z obnovitelných zdrojů na celkovém množství elektřiny vyrobené v Polsku je stále velmi nízký. Dochází také ke snížení globální poptávky po síře, Polskem vyvážené ve velkém množství, např. v souvislosti s rostoucí nabídkou levné síry získávané odsířením plynu a ropy. Navzdory těmto trendům, Polsko zůstává na druhém místě v Evropě v těžbě černého uhlí (na prvním v přepočtu na osobu), stejně jako při výrobě přírodní síry. Je zde také nárůst těžby zemního plynu a ropy. Systematický nárůst průmyslové produkce způsobuje, že průmysl stále představuje jeden z hlavních zdrojů znečištění, zejména ovzduší, vody a půdy. Má také vliv na hospodaření s přírodními zdroji. Došlo také k jistému omezení antropogenního tlaku na obnovitelné zdroje (atmosféra, vodní ekosystémy, lesy aj.). Dochází

k racionalizaci využívání vodních zdrojů včetně podzemních vod (po dramatickém nárůstu v roce 1999). Snížilo se také využívání dřeva, ale přesto je o 30% vyšší než v roce 1996 (lit. [14]). V posledních letech ale nastoupil rychlý rozvoj automobilové dopravy. S rychlým nárůstem počtu zaregistrovaných automobilů však nenastává odpovídající rozvoj silniční sítě. Dochází k zácpám v ulicích měst. Kvůli tomu vzrůstá úroveň hluku a znečištění ovzduší. S emisí výfukových plynů je spojen také fenomén letního smogu, jehož ukazatelem je přízemní ozon. Naopak klesá množství železničních tras. Stále nezrealizovány zůstávají požadavky na omezení tranzitu velkých nákladních automobilů prostřednictvím jejich převozu na železničních lafetách. Je však třeba zmínit, že v posledních letech roste počet nových automobilů s katalyzátory nebo s motorem na plyn. Výrobci automobilů používají nové technologie a konstruují motory s menší spotřebou a menší produkcí výfukových plynů. To může v budoucnu značně zmenšit emise znečišťujících látek z dopravy.

3.2. Výzkum a hodnocení kvality ovzduší

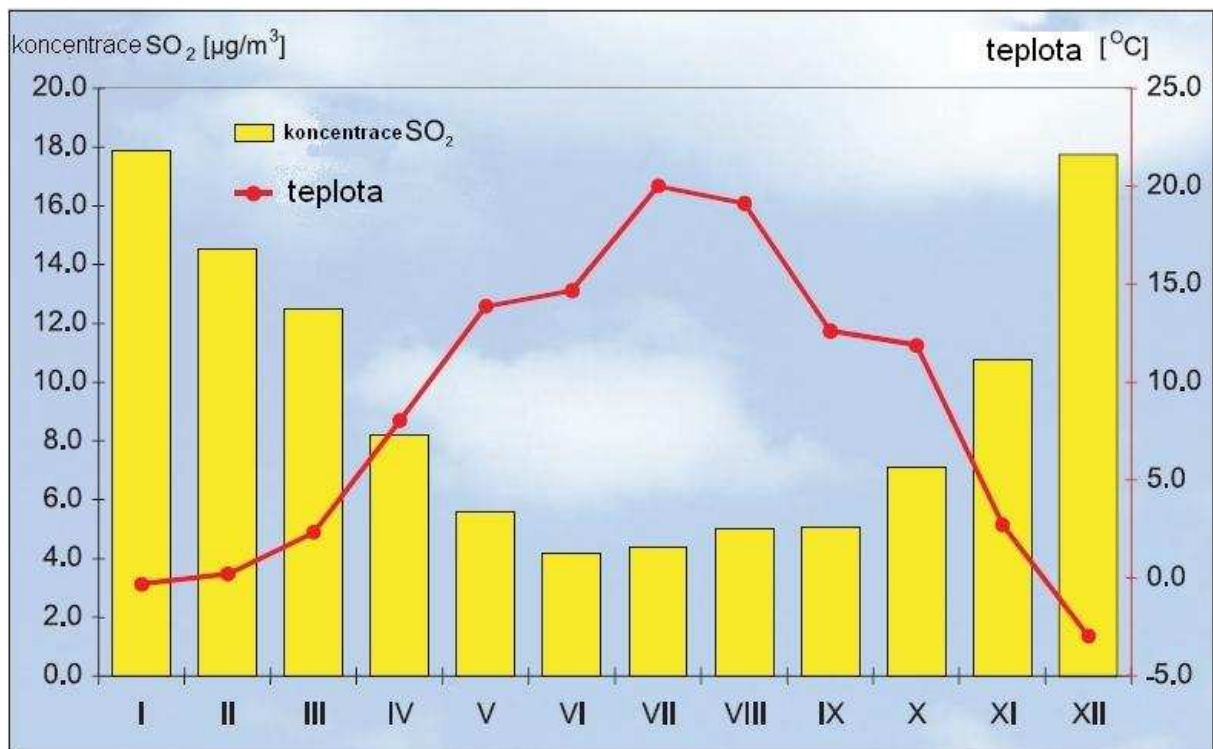
Hodnocení kvality ovzduší v Polsku bylo omezeno na znečišťující látky v ovzduší, pro které polský zákon a předpisy EU stanovují mezní hodnoty koncentrací. Do této skupiny patří: oxid siřičitý SO_2 , oxid dusičitý NO_2 , polévatý prach PM_{10} , olovo Pb, oxid uhelnatý CO, benzen a ozon O_3 . V hodnocení se bere také v úvahu koncentrace prachu BS (z anglického "black smoke"), který se měří reflektometrickou metodou. Pro většinu z těchto látek jsou poměrně dobře zdokumentovány výsledky mnohaletých měření koncentrace, která se provádějí jak v Polsku, tak i v jiných evropských zemích. V ovzduší se také vyskytuje celá řada jiných látek, včetně sloučenin se škodlivým vlivem na člověka a jeho okolí. Některé z nich se v atmosféře vyskytující ve stopových množstvích, ale získávají čím dál větší pozornost díky jejich toxicitě. Týká se to zejména některých perzistentních organických sloučenin, jako jsou dioxiny, furany nebo polycyklické aromatické uhlovodíky. Pro mnohé z nich nejsou v současné době dostupné zdroje informací a zdaleka nejsou dostačující k obecným hodnocením na úrovni Polska nebo Evropy. Při hodnocení stavu znečištění ovzduší ve městech a analýze potencionálních rizik je nutno pamatovat na to, že znečištění vypouštěné z vysokých komínů, např. elektráren a tepláren, jsou přenášeny na velké vzdálenosti a rozptylovány na velké rozloze – to přispívá k omezenému vzrůstu koncentrací (na úrovni tzv. pozadí) ve velkém prostorovém měřítku. Často nemají bezprostřední vliv na kvalitu ovzduší ve městech. Větší roli však mohou hrát lokální topeniště, výtopny atd. vybavené nízkými komíny, produkujícími produkty nedokonalého spalování paliv, hlavně

uhlí, často v husté zástavbě. V některých městech tyto zdroje stále představují vážný problém. Jiným problémem, spojeným s hustě zalidněnými oblastmi, je znečištění ovzduší z dopravy. Znečištění způsobené dopravními prostředky se dostává do atmosféry nízko nad zemí a přímo v ulicích může dosáhnout velkých koncentrací, což pro místní obyvatele představuje nemalé zdravotní riziko. Existence početných zdrojů primárních emisí samozřejmě způsobuje mnohem větší koncentrace škodlivin ve městech než mimo ně. Emise (sekundární znečištění) mají vyšší působnost většinou mimo místa jejich vzniku (je potřebný čas na reakce emisí v atmosféře). Proto jsou jejich koncentrace většinou vyšší mimo města. K hodnocení stavu znečištění ovzduší se v Polsku většinou využívá výsledků měření prováděných v rámci národní sítě základních stanic monitoringu znečištění ovzduší (sieć podstawowa), která pracuje pod PMŚ. Základní síť stanic, která pracuje od roku 1992, se skládá z vybraných měřících stanic patřících vojvodským inspektorátům ochrany životního prostředí, vojvodským hygienickým stanicím nebo výzkumným jednotkám. V roce 2001 bylo do této sítě zahrnuto 106 stanic z celého Polska, zejména z měst, včetně 3 tzv. komunikačních stanic, které měří koncentrace znečištění v místě bezprostředního kontaktu se silnicí. Pro předběžná hodnocení kvality ovzduší (provedená v roce 2001) jsou využívány výsledky měření automatických systémů monitoringu ovzduší v "Černém trojúhelníku" a slezské aglomeraci a údaje shromážděné a připravené příslušnými vojvodskými inspektoráty ochrany životního prostředí. Pro srovnání znečištění městského ovzduší v Polsku a v Evropě s využitím nejmodernějších dostupných údajů (za rok 2000) jsou tato data shromažďována v databázi AIRBASE, kterou vytvořila i spravuje Evropská agentura pro životní prostředí (EEA). Srovnávána jsou evropská města, převážně metropole. Při posuzování znečištění ovzduší na regionální úrovni v Evropě, jsou využívány výsledky prací (včetně modelování), které provádí EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) - Program monitoringu a hodnocení transportu znečištění na dlouhé vzdálenosti, do kterého je zapojeno i Polsko. Informace o stavu znečištění ovzduší v Polsku se vztahují k období, ve kterém se pohybovaly hodnoty koncentrací látek znečišťujících ovzduší v mezních hodnotách, jak je definováno v nařízení ministra životního prostředí z dubna 1998. V červnu 2002 vstoupily v platnost nové předpisy, které jsou výsledkem přizpůsobení polského práva právním předpisům EU a stanoví nové mezní hodnoty koncentrací znečišťujících látek v ovzduší (lit. [14]).

3.3. Hlavní znečišťující látky

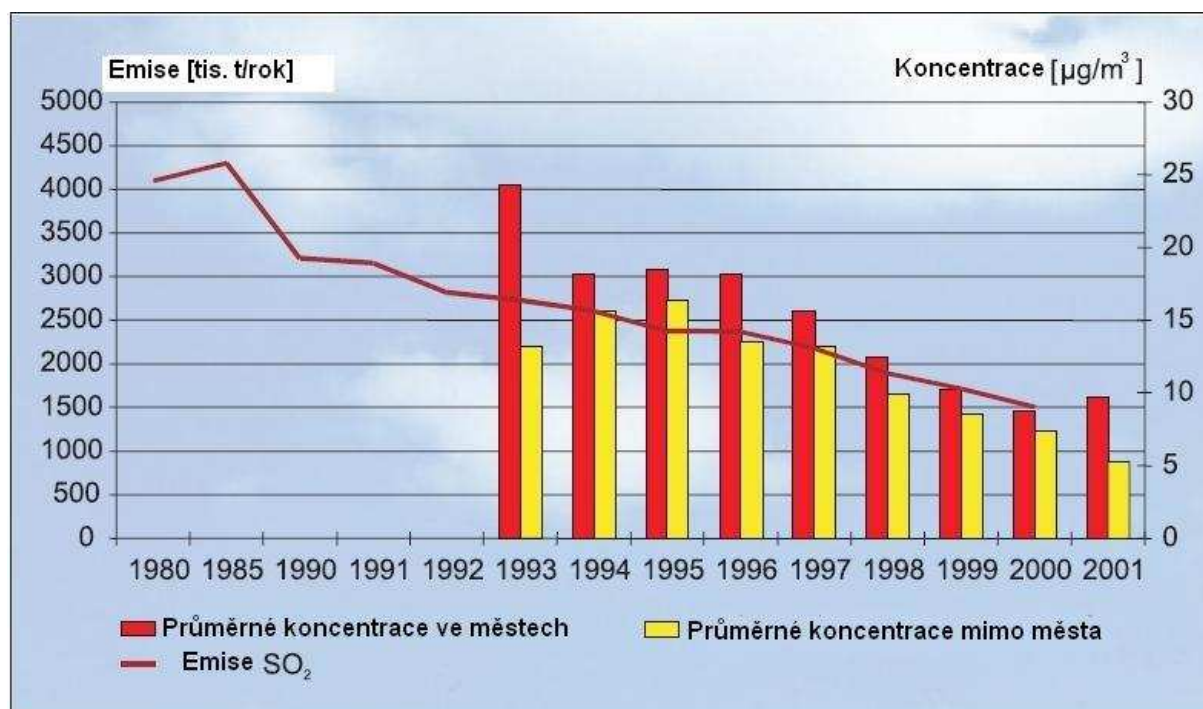
3.3.1. Oxid siřičitý (lit. [14])

Znečištění ovzduší oxidem siřičitým, vznikajícím především v procesech spalování fosilních paliv s obsahem síry, způsobilo velmi závažný problém. V západní Evropě se tak stalo v 60. letech, v Polsku v 80. letech. V tomto období koncentrace SO_2 často překračovaly přípustné hodnoty, především ve městech nebo v průmyslových regionech. Intenzivní opatření s cílem omezení emisí síry, které probíhaly ve většině evropských zemí včetně Polska, vedly k výraznému zlepšení situace. Podle studie prováděné v národní síti stanic monitoringu znečištění ovzduší vyplývá, že koncentrace oxidu siřičitého ve většině měst, ve kterých probíhalo měření, zaznamenávají v posledních letech výrazné snížení znečištění. V roce 2001 na téměř 85% měřicích stanic ve městech průměrné 24 hodinové koncentrace SO_2 nepřekračovaly polovinu mezní hodnoty stanovené v novém nařízení ministra ŽP. Přípustné hodnoty nebyly překročeny ani v případě průměrné roční koncentrace. Kromě stanic, umístěných v slezské aglomeraci, průměrné roční koncentrace na území měst nepřesahovaly $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Koncentrace oxidu siřičitého jsou samozřejmě na území měst vyšší než mimo města. V roce 2001 se průměrná hodnota koncentrace ve městech pohybovala okolo $9.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mimo města $5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Koncentrace SO_2 mimo města jsou podstatně nižší než limity stanovené v nové polské legislativě a EU. V prostorovém horizontu se nejvyšší koncentrace SO_2 na území Polska nacházejí v GOP (Górnośląski Okręg Przemysłowy). V roce 2001 u většiny stanic 24 hodinová koncentrace (percentilu podle norem stanovených EU) byla v rozsahu $100\text{-}130 \mu\text{g}/\text{m}^3$, což je v mezích 70-85% limitní hodnoty. Průměrné roční koncentrace SO_2 byly $30\text{-}38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (přípustná hodnota před rokem 2002 byla $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Přes přetrvávající nejvyšší koncentrace SO_2 v GOP v Polsku lze i zde vidět jasné zlepšení v porovnání s koncem osmdesátých let, kdy hranice byly často překročeny i několikanásobně. Nejvyšší koncentrace SO_2 na mimoměstských stanicích jsou již mnoho let v oblasti tzv. černého trojúhelníku, jehož polskou část najdeme v jihozápadní části Dolnoslezského vojvodství. V posledních letech jsou koncentrace poměrně nízké (např. v Czerniawě v roce 2001 roční průměrná koncentrace nepřekročila $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, přičemž hodnota 24 hodinové koncentrace byla $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (15% limitu)). Koncentrace znečišťujících látek (včetně SO_2), které jsou do značné míry spojeny se spalováním paliv pro vytápění, se vyznačují výraznou variabilitou v průběhu roku (obr. 2).



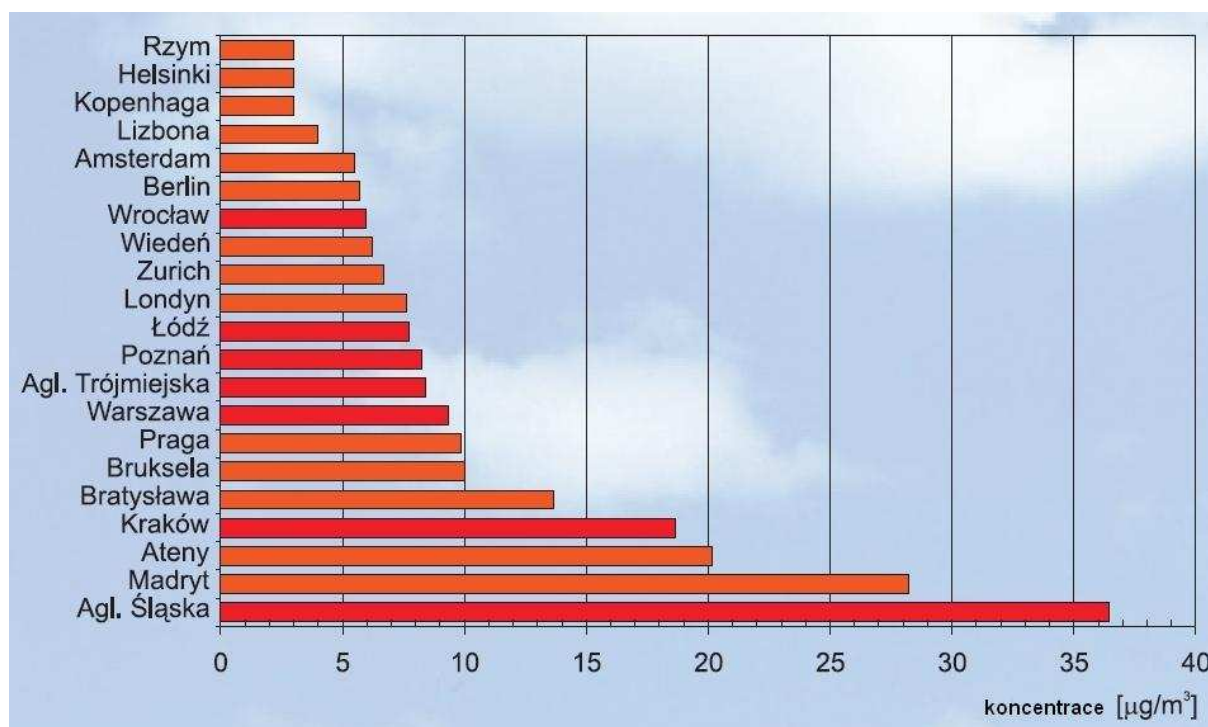
Obr. 2: Měsíční průměry 24 hodinových koncentrací SO₂ ve městech v roce 2001 podle naměřených hodnot ze základní sítě PMŠ. Převzato s úpravou z: lit. [14]

V zimních měsících roku dochází k výraznému růstu koncentrace v porovnání s teplým obdobím. Ve městech je koncentrace v zimním období více než 2 krát vyšší než v letním. V některých regionech jsou tyto rozdíly i vyšší. Zvláště velké rozdíly byly pozorovány v letech s tuhou zimou a v aglomeracích závislých na vytápění uhlím. Velké zvýšení koncentrace v topné sezóně v těchto regionech svědčí o velkém vlivu lokálních topenišť na kvalitu ovzduší. Od roku 1988 emise SO₂ v Polsku postupně klesají. V letech 1990-2000 došlo k dvojnásobnému snížení. Výsledkem je snížení koncentrací oxidu siřičitého v ovzduší měst i ostatních mimoměstských oblastí. Příznivé změny jsou znázorněny v grafech zobrazujících průměrnou roční koncentraci SO₂ v síti základních stanic ve městech i jinde v letech 1993-2001 (obr. 3).



Obr. 3: Změny průměrných ročních koncentrací SO₂ v Polsku (podle údajů základní sítě měřicích stanic) na pozadí národních emisí SO₂. Převzato s úpravou z: lit. [14]

K výraznému zlepšení kvality ovzduší u SO₂ došlo v poslední době na většině území městských aglomerací v Polsku. Pozornost zasluhují i změny koncentrací SO₂ v nejvíce znečištěných oblastech Polska – Horního Slezska a černého trojúhelníku. Z výzkumů prováděných na území GOP vyplývá, že se v letech 1994-2000 průměrné roční koncentrace SO₂ snížily o 35% (v některých regionech až o 50%). Výzkumy v monitorovací síti černého trojúhelníku dokazují, že se průměrné roční koncentrace SO₂ na území Jizerských hor v letech 1990-2000 snížily ze 48 µg/m³ na 9 µg/m³. K významnému poklesu koncentrace SO₂ však dochází na celém území polského černého trojúhelníku. Navzdory významnému snížení úrovně koncentrace oxidu siřičitého v Evropě v posledních deseti letech, v mnoha regionech je znečištění stále problém - zejména ve městech. V některých evropských zemích dochází k překračování povolených limitů EU (hodinových i denních). V roce 1999 (pro který jsou dostupné potřebné údaje) došlo k překročení ve Francii, Španělsku, Portugalsku, Bulharsku a vlastně i v Polsku – ve slezské aglomeraci. I přes výrazné zlepšení jsou koncentrace SO₂ ve slezské aglomeraci stále vyšší než v mnoha evropských městech. V ostatních polských městech s více než 250 tisíci obyvateli se koncentrace oxidu siřičitého příliš neliší od koncentrací ve velkých evropských městech. Většinu polských měst lze zařadit do skupiny průměrně znečištěných měst (obr. 4).



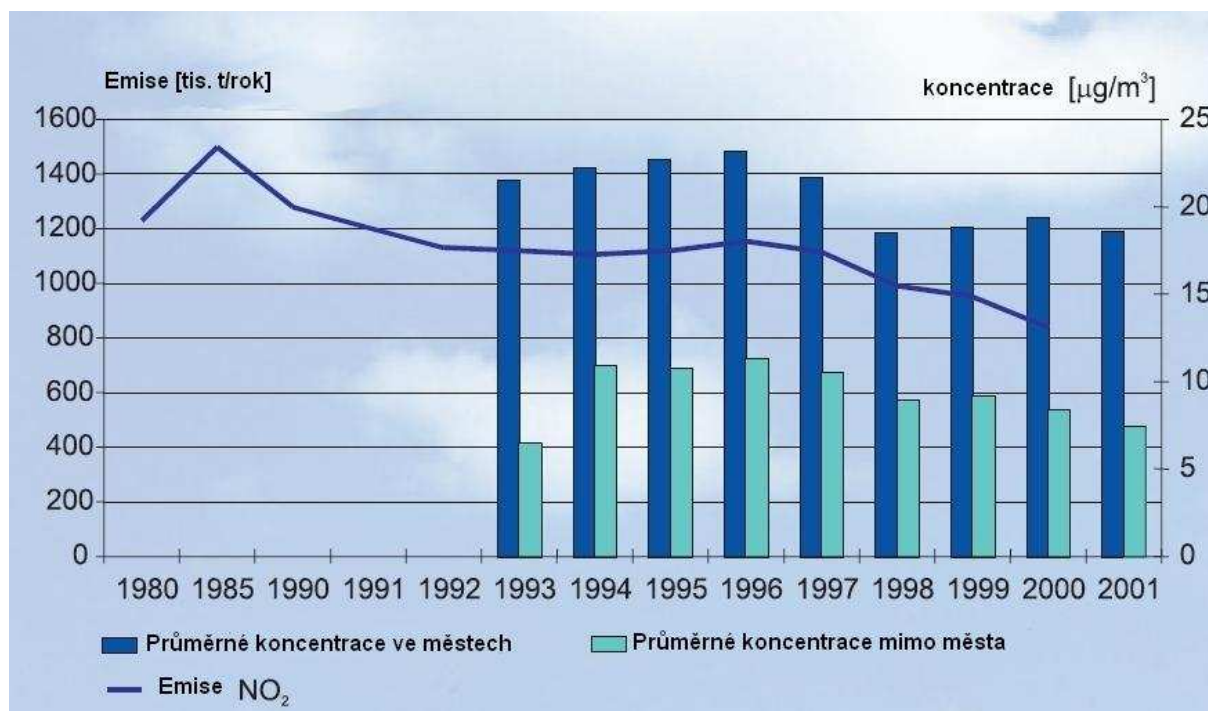
Obr. 4: Průměrné roční koncentrace SO_2 ve vybraných polských městech ve srovnání s některými evropskými městy. Zdroj: PMŠ, Airbase EEA, Převzato s úpravou z: lit. [14]

Koncentrace oxidu siřičitého v mimoměstských lokalitách jsou v Polsku podobné jako v jiných středoevropských zemích, například v Česku a Slovensku jsou koncentrace i o něco vyšší než v zemích západní Evropy.

3.3.2. Oxid dusičitý (lit. [14])

Hlavními zdroji emisí oxidů dusíku do ovzduší jsou energetika a automobilová doprava. Na rostoucí koncentraci oxidů dusíku má vliv zejména rostoucí počet automobilů, mnoho problémů se zajištěním plynulosti provozu ve městech a samotný automobilismus. Z výzkumů prováděných v národní síti základních stanic vyplývá, že v roce 2001 ve více jak polovině (57%) městských měřicích stanic, umístěných mimo přímý vliv dopravního ruchu, jsou průměrné roční koncentrace NO_2 nižší než $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (polovina přípustné koncentrace). Podobně jako v dřívějších letech se zde nevyskytovaly překročené průměrné roční koncentrace. V blízkosti rušných silnic mohou koncentrace NO_2 stoupat (jsou vždy vyšší) a mohou překračovat přípustné hodnoty. Vliv emisí z automobilů na městské ovzduší způsobuje, že průměrné koncentrace NO_2 jsou zde výrazně vyšší než mimo města. Průměrná koncentrace NO_2 ve městech v roce 2001 (průměr ze všech městských měřicích stanic

základní síť, kromě komunikačních stanic) je $18.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, což je 2,5 krát více než mimo města, kde je koncentrace $7.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na komunikačních stanicích ve městech byla průměrná koncentrace $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$. V celopolském měřítku jsou limity překračovány v GOP, většině velkých měst a v černém trojúhelníku. Polské emise oxidu dusičitého vykazují obecně klesající tendenci už od roku 1988. Klesající trend je způsoben zejména redukcí emisí ze sektoru energetiky – v menším měřítku se to týká i mobilních zdrojů, které mají významný vliv na kvalitu ovzduší ve městech. V posledních letech klesá koncentrace NO_2 mimo města, ale ve městech se tak neděje. To ilustruje obr. 5.



Obr. 5: Změny průměrných ročních koncentrací NO_2 v Polsku (podle údajů základní sítě měřicích stanic PM₅ a M₅) na pozadí národních emisí NO_2 . Převzato s úpravou z: lit. [14]

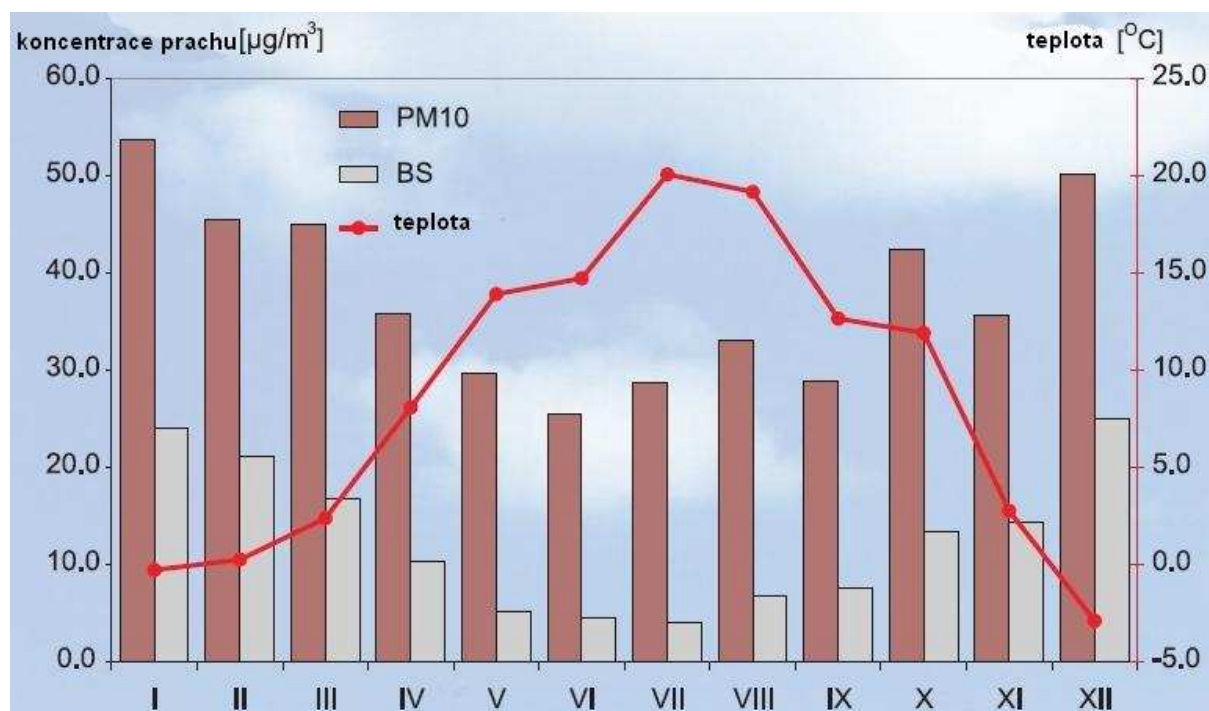
Znečištění ovzduší oxidy dusíku je v Polsku menším problémem než v mnoha jiných evropských zemích. Je to hlavně kvůli velkému podílu automobilů v produkci oxidů dusíku v zemích EU (57%) a určitých klimatických podmínkách v některých z nich. Vysoké koncentrace NO_2 , překračující povolené limity, se v roce 1999 vyskytovaly ve městech Velké Británie, západního Německa, severní Itálie a Španělska. Průměrné roční koncentrace NO_2 , zjištěné z měření na stanicích nacházejících se mimo přímý vliv silniční dopravy, jsou v největších polských městech nižší než v mnoha jiných městech Evropy. Podle výsledků měření na komunikačních stanicích je zřejmé, že je koncentrace NO_2 v Krakově nejvyšší mezi

všemi měřenými polskými městy, ale je nižší než v mnoha evropských městech. Koncentrace NO_2 mimo města je v Polsku podobná jako ve většině míst střední Evropy.

3.3.3. Polétavý prach (lit. [14])

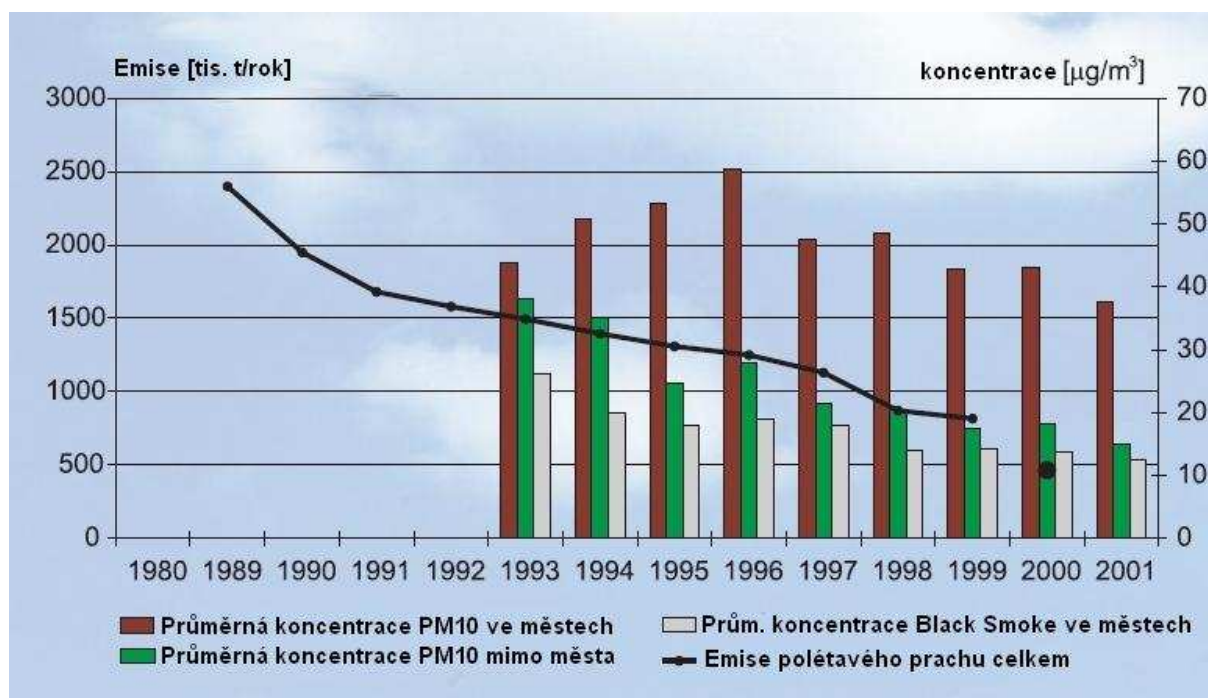
V posledních 20 letech budí čím dál větší zájem drobné částice prachu poletující v ovzduší – PM_{10} (frakce o průměrné velikosti zrn do 10 μm), uznávané za jednu z nehorších potenciálních hrozeb pro zdraví člověka, spojenou se znečištěným ovzduším. Podle nejnovějších výzkumů mohou být pro člověka ještě nebezpečnější menší frakce – $\text{PM}_{2,5}$, PM_1 a dokonce i $\text{PM}_{0,1}$ (označující zrna o průměru 2,5 μm , 1 μm a 0,1 μm), obsahující mnohem agresivnější chemické sloučeniny. Drobné částice obsažené v ovzduší (PM_{10} a menší) jsou emitovány do atmosféry s primární emisí (v Evropě hlavně z elektráren a tepláren topících uhlím, ze spalování dřeva, z dieselových motorů a průmyslových procesů) nebo vznikají v atmosféře v reakcích a procesech transportu plynů na větší vzdálenosti: SO_2 , NO_x , NH_3 nebo těžkých organických sloučenin – sekundární emise. V oblastech, kde jsou vysoké koncentrace jemných částic, je obvykle zdrojem primární emise a zvedání prachu uloženého na zemi (ve městech jde o prach ze špatně obhospodařovaných pozemků). Koncentrace prachu PM_{10} se v Polsku již hodně let udržují na poměrně vysoké úrovni a to zejména ve městech a mnohem častěji překračují své povolené limity než např. u SO_2 nebo NO_2 . Podle výzkumu z roku 2001 na cca 70% stanic ve městech došlo k překročení limitů pro 24 hodinové koncentrace během roku. Průměrné roční koncentrace byly překročeny na 40% stanic. Mimo města jsou koncentrace mnohem nižší (i když se zde měří méně). Průměrná roční koncentrace ve městech byla v roce 2001 36.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, což je 2,4 krát více než mimo města (tam je koncentrace 15.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Mimo města k překročení limitů PM_{10} téměř nedochází. Měření koncentrací prachu PM_{10} v Polsku postupně vytlačují dodnes prováděná měření koncentrace prachu reflektometrickou metodou (začernění filtru). Přesto je tento reflektometrický způsob v mnoha městech jediným zdrojem informací o koncentraci prachu v ovzduší. Koncentrace prachu naměřeného touto metodou jsou výrazně nižší. Nejvyšší průměrné hodnoty naměřené na jednotlivých stanicích základní sítě v roce 2001 nepřekročily polovinu přípustné koncentrace PM_{10} . Kromě toho jsou v některých regionech získávány údaje o 24 hodinových koncentracích blízkých překročení limitů (více než 90% této limitní koncentrace na 10-20 % stanic) a také vzácné případy překročení 24 hodinových limitů v průběhu roku. Prach měřený reflektometrickou metodou vykazuje v průběhu roku typickou

variabilitu pro znečištění produkované zejména kvůli spalování paliv. Tyto koncentrace jsou v chladné polovině roku mnohem vyšší než v létě (obr. 6).



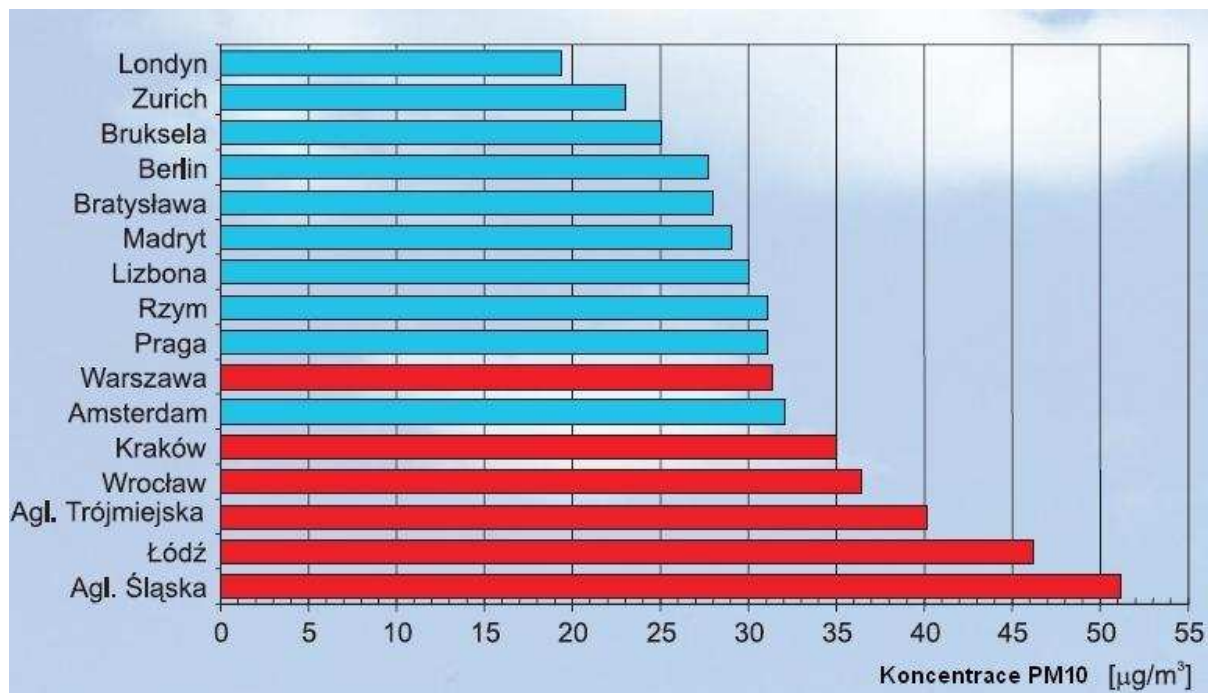
Obr. 6: Měsíční průměry z 24 hodinových koncentrací polévatého prachu ve městech v roce 2001 na základě měření základní staniční sítě PM₅. Převzato s úpravou z: lit. [14]

Rozdíl průměrné koncentrace v chladné a teplé části roku je více než dvojnásobný. V případě prachu PM₁₀ je rozdíl 30%. K polským regionům s vysokou koncentrací PM₁₀ patří GOP (na většině stanic byly limity překročeny, na některých dokonce dvojnásobně). Vysoké koncentrace najdeme i v jiných městech. Emise prachu v Polsku povolna klesají už od roku 1989. V roce 1999 byly o 58% nižší než v roce 1990. Koncentrace prachu PM₁₀ (průměrné hodnoty celého Polska) vykazují klesající tendenci už od roku 1996 a to ve městech i mimo ně. Celkový pokles koncentrací je pozorován také u prachových částic určených reflektometrickou metodou – rozdíly mezi koncentracemi mezi lety 1996 a 2000 jsou však poměrně malé (obr. 7).



Obr. 7: Změny průměrných ročních koncentrací polétavého prachu v Polsku na pozadí změn národních emisí. Převzato s úpravou z: lit. [14]

V největších městech v Polsku v období 1996-2000 se ukázal trend snižování koncentrace PM_{10} ve většině z nich. V některých bylo snížení koncentrace prachu velice výrazné. Patří k nim také Slezská aglomerace. Výsledky reflektometrických měření dokládají udržování koncentrací prachu na poměrně nízké úrovni, ale bez výrazných klesajících tendencí ve většině velkých měst, ve kterých tato měření probíhala. Koncentrace PM_{10} vyšší než přípustní limity (průměrné roční i denní) můžeme naměřit v mnoha evropských městech. Zvláště často bývá překračována poměrně přísná norma 24 hodinové koncentrace. Koncentrační limity jsou překračovány na měřicích stanicích u komunikací a na městských stanicích například v Česku, Španělsku a Nizozemí. Koncentrace polétavého prachu jsou však ve velkých polských městech vyšší než v mnoha jiných městech v Evropě (obr. 8).



Ob. 8: Průměrné roční koncentrace polévatého prachu PM₁₀ v největších polských městech ve srovnání s jinými evropskými městy v roce 2000 (měřeno na stanicích mimo dosah přímého vlivu dopravních komunikací). Převzato s úpravou z: lit. [14]

Vysoké koncentrace prachu jsou zjišťovány také v některých mimoměstských oblastech Evropy, včetně polské lokality Horní Slezsko.

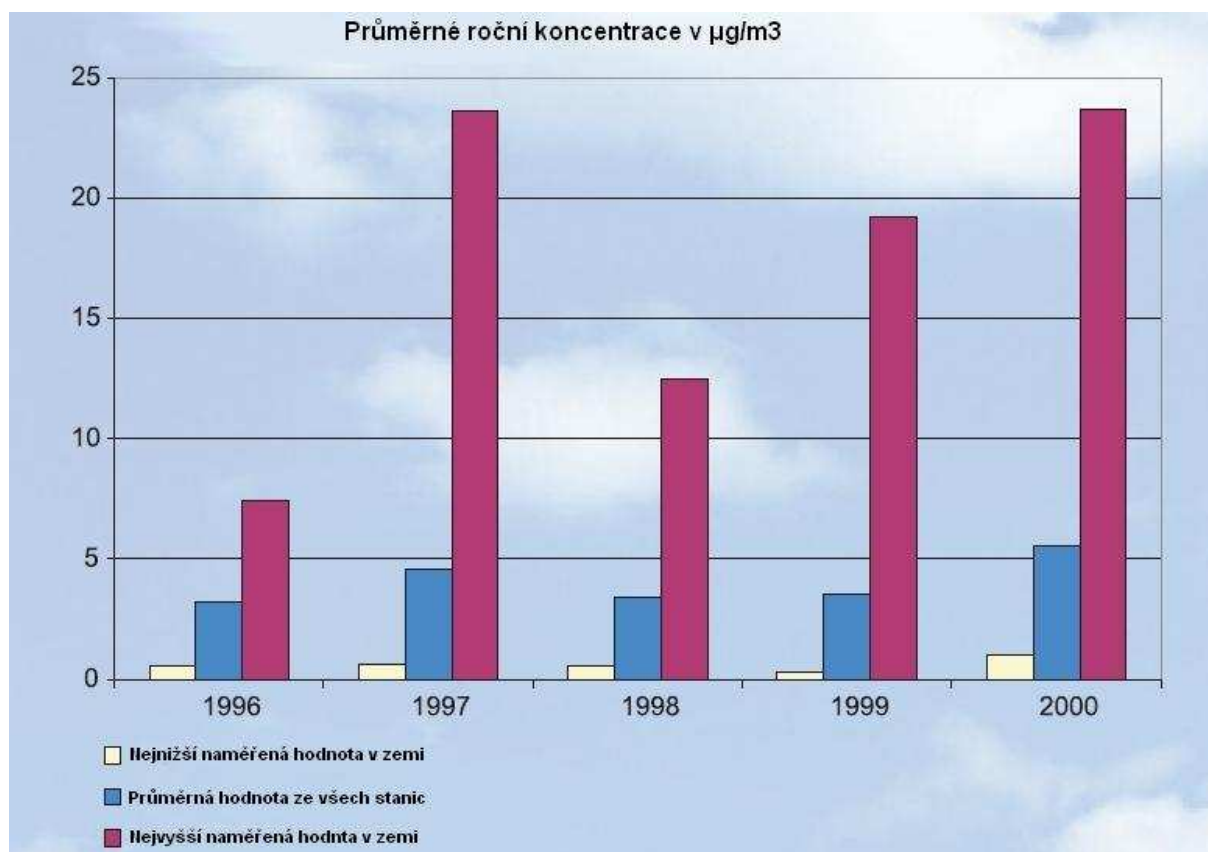
3.3.4. Oxid uhelnatý (lit. [14])

Oxid uhelnatý vzniká při nedokonalém spalování paliv. V Polsku největší množství tohoto plynu pochází z lokálních topenišť a automobilové dopravy. Převážná část emisí pochází z nízkých zdrojů, které mají přímý dopad na růst koncentrace v jejich bezprostředním okolí - v zastavěných oblastech, kde fungují individuální topné systémy založené na uhlí a v okolí silnic s vysokou intenzitou provozu (zejména v oblasti tvorby dopravní zácpy). Monitoring koncentrací oxidu uhelnatého, který vyžaduje automatické měřiče, probíhá především v regionech, kde existují automatické systémy monitoringu kvality ovzduší: V Horním Slezsku, v aglomeraci měst Gdańsk, Kraków, Warszawa a Kędzierzyn. V roce 2001 na žádné ze stanic zahrnutých do základní sítě nebyly překročeny 8 hodinové koncentrace (pro klouzavý průměr). Nejvyšší koncentrace (na úrovni 65% přípustného limitu) jsou registrovány na území Slezské aglomerace a komunikační stanice v Krakově. To ovšem neznamená, že v Polsku neexistuje problém zvýšených koncentrací CO. Jak ukazují výzkumy z komunikační stanice v Krakově, koncentrace oxidu uhelnatého mohou dosáhnout vysokých

úrovní, dokonce vyšších než limitních, také v jiných městech v blízkosti velkých silničních tahů s omezenou plynulostí provozu. Zvýšené koncentrace můžeme očekávat také v husté zástavbě s individuálními výtopnami, kde se topí uhlím. Mimo města jsou koncentrace CO znatelně nižší (na úrovni 10-20% přípustné úrovně), s výjimkou Horního Slezska. V devadesátých letech státní emise oxidu uhelnatého klesla více než dvojnásobně. Měření koncentrace CO jsou v Polsku prováděny na mnohem menším počtu stanic a pokrývají mnohem kratší dobu než u jiných běžně se vyskytujících znečišťujících látek, jako je SO₂, NO₂ a polévatý prach. Dostupné údaje dokazují klesající tendenci koncentrace CO v některých městech v poslední době, například ve Varšavě, Gdaňské aglomeraci, Krakově a konečně i v samotné Slezské aglomeraci. Je to trend mnoha evropských měst. A to hlavně díky opatřením přijatým v západní Evropě k redukci emisí z automobilů, které představují hlavní zdroj znečištění městského ovzduší. Krátkodobé průměry (8 hodinové) jsou na komunikačních stanicích stále vyšší než přípustné a to zejména v jihoevropských zemích (Itálie, Řecko, Španělsko a Portugalsko). Z tohoto pohledu je situace v Polsku příznivější. Krátkodobé koncentrace CO v evropských městech na stanicích, na které nemá přímý vliv dopravní ruch, obvykle splňují limity (například v roce 1999 nebyl limit překročen na žádné ze stanic), ovšem ve městech jižní Evropy jsou koncentrace vyšší než v Polsku. Hodnoty ročních průměrných koncentrací CO v některých velkých městech v Polsku jsou však vyšší než ve velkých městech západní Evropy.

3.3.5. Benzen (lit. [14])

Benzen patří do skupiny těkavých organických látek, je to nejjednodušší aromatický uhlovodík. Do prostředí se dostává hlavně z automobilů, čerpacích stanic a palivových základen a také z technologických procesů, při kterých jsou používána organická rozpouštědla. Benzen také vzniká nedokonalým spalováním uhlí. Je vypouštěn koksovny a petrochemickými závody. Benzen je karcinogenní látka. Měření koncentrace benzenu v ovzduší v Polsku probíhají jen na několika málo stanicích a nepokrývá rovnoměrně celou zemi. Z toho vyplývá, že prezentované výsledky nemají takovou objektivní hodnotu, jako v případě jiných znečišťujících látek. Průměrné roční koncentrace z různých stanic ukazují významné rozdíly (obr. 9).



Obr. 9: Průměrné roční koncentrace benzenu v Polsku v letech 1996-2000 podle měření PMS. Převzato s úpravou z: lit. [14]

V roce 2000 se koncentrace pohybovaly od $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ až po $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Přípustná koncentrace ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) byla překročena na 4 z 12 stanic. Výsledky měření provedených v Evropě ukazují významný rozdíl v koncentracích benzenu v ovzduší v jednotlivých zemích. Koncentrace zaznamenané v Polsku v roce 1999 byly výrazně nižší než například v Německu, ale vyšší než v Nizozemsku. Podle hodnocení Evropské agentury pro životní prostředí bylo v roce 1999 přibližně 50% obyvatel EU vystaveno nadměrným koncentracím benzenu. Od roku 2001 se změnil limit na 1% obsahu benzenu v pohonných hmotách.

3.3.6. Olovo (lit. [14])

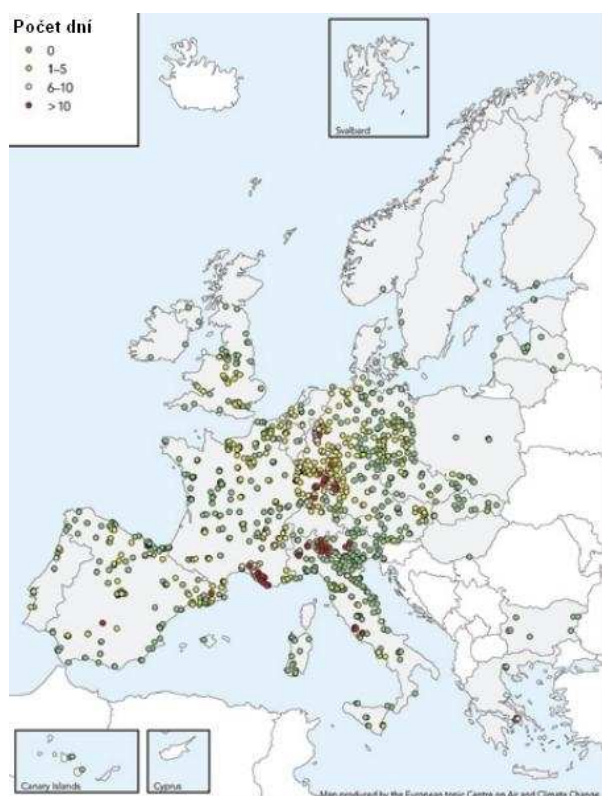
Olovo patří mezi těžké kovy. Do organismu se dostává především s potravou a vodou, ale také inhalací ovzduší znečištěného polétavým prachem s obsahem olova. U lidí může způsobovat nervové poruchy. Olovo se do prostředí dostává spalováním paliv a technologickými postupy v metalurgii. Emise olova se podstatně snížily díky zavedení bezolovnatého benzínu. Olovo je v ovzduší měřeno pouze na několika stanicích a na omezeném území Polska. Podle měření v roce 2000 nebyly limity překročeny na žádné

stanici. Na cca 90% stanic byly koncentrace nižší než $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, což představuje 20% přípustné koncentrace. Průměrné roční koncentrace olova, zjištěné na různých místech v Polsku, se od sebe dosti liší – v roce 2000 to bylo od $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mimo jiné i na dvou stanicích ve Varšavě) do $0,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanici ve Štětíně. Po silném úbytku koncentrací olova v letech 1990-1997 se začaly koncentrace stabilizovat, až skončily na průměrné hodnotě $0,060$ až $0,066 \mu\text{g}/\text{m}^3$. V Evropě jsou stále místa, kde je koncentrace olova v ovzduší vyšší než $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a to v blízkosti komunikací (v zemích, kde se stále jezdí na olovnatý benzín) a také v blízkosti továren, které vypouštějí olovo.

3.3.7. Troposférický ozon (lit. [14])

Ozon je hlavní složkou skupiny fotochemických látek, znečišťujících atmosféru. Vzniká v atmosféře pod vlivem slunečního záření v ovzduší znečištěném oxidy dusíku a uhlovodíky, kterým se říká prekuzory ozonu. Oxidy dusíku i uhlovodíky se dostávají do atmosféry především kvůli činnosti člověka, ačkoliv v případě uhlovodíků pochází značná část z přírodních procesů. Oxidy dusíku se dostávají do atmosféry především v důsledku spalování paliv, hlavně z dopravy. Uhlovodíky jsou do atmosféry emitované z organických rozpouštědel, z dopravních prostředků a ze systému produkce a distribuce paliv. V zalesněných oblastech mohou mít podíl na tvorbě ozonu přirozené emise éterických olejů. Fenomén výskytu ozonu má sezónní charakter. Ovzduší kontaminované prekuzory ozonu se může přemísťovat na velké vzdálenosti. Existuje posloupnost fotochemické reakce, kdy za určitých meteorologických podmínek (vysoké teploty a sluneční svit) dochází k významnému zvýšení koncentrace ozonu v atmosféře. Zvýšené koncentrace ozonu mohou být zaznamenány i velmi daleko od míst, kde vznikly, často i za hranicemi státu. Zvýšené koncentrace ozonu v dolní části troposféry jsou zaznamenávány v teplé části roku ve většině evropských zemí, zvláště v jižní části, kde jsou často překračovány imisní limity. Ozon je silný oxidant – u citlivých osob může zvýšená koncentrace vyvolat podráždění horních cest dýchacích a očí, kašel a bolesti hlavy. U rostlin může docházet k poškození zelených částí. S ohledem na tuto skutečnost byly stanoveny přípustné limity znečištění ovzduší ozonem. Navíc byly do aktuálních polských právních předpisů zaneseny tyto varovné koncentrace pro 1 hodinový průměr: informační hodnota ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a pohotovostní hodnota ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Stupeň ohrožení rostlin se určuje pomocí parametru AOT 401. Mezní hodnota pro tento parametr je stanovena v Polsku nařízením ministerstva ŽP na úrovni $24\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za hodinu (do roku 2009) a v evropské legislativě směrnicí 2002/3/ES na úrovni $18\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za hodinu (jako cíl

do roku 2010). V Polsku nebývá příliš velká koncentrace ozonu, ale každý rok se opakuje několik krátkých období, ve kterých se objevuje zvýšená koncentrace, nejčastěji záraz na velké ploše státu. Zvýšené koncentrace ozonu se vyskytují zpravidla v období od dubna do srpna. Nejvyšší koncentrace se vytvářejí v odpoledních hodinách, ve dnech s intenzivním slunečním zářením, vysokou teplotou vzduchu, zvláště pokud podobné podmínky trvají již několikátý den a pokud se do oblasti dostává ovzduší znečištěné oxidy dusíku a uhlovodíky. Ve městech jsou obvykle vyšší koncentrace ozonu na městských okrajích, protože v centrech je ozon redukován reakcí oxidu dusnatého (NO), který produkují automobilové motory. Informační hodnota ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) byla v Polsku v roce 2001 překročována méně často než ve většině středoevropských a jihoevropských zemí, ale častěji než v severní Evropě (obr. 10).



Obr. 10: Mapa Evropy zobrazující počet dní s překročením koncentrace $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ při 1 hodinovém průměru v roce 2001 na městských stanicích. Převzato s úpravou z: lit. [14]

Studie znečištění ovzduší ozónem v největších městech v Polsku v roce 2000 ukázala, že zaznamenaná úroveň byla podobná úrovni zjištěné v největších městech v západní a střední Evropě, a nižší než ve městech jižní Evropy. Na všech měřicích stanicích základní sítě nebyla v roce 2001 překročena polská limitní hodnota, ale zároveň byla na 18% stanic překročena limitní hodnota pro rok 2010, stanovená směrnicí 2002/3/ES Evropské unie. Na žádné stanici

nebyl překročen limit pro expozici vegetace (podle polských a evropských standardů). Výskyt škodlivých koncentrací ozonu se liší v jednotlivých letech. Tyto rozdíly vznikají hlavně v důsledku rozdílné četnosti a závažnosti povětrnostních podmínek pro vznik ozonu v atmosféře. Proto je těžké jasně definovat dlouhodobé trendy v koncentraci ozonu. Nicméně je pozorován stálý růst průměrných ročních koncentrací ozonu – v Evropě vzrostly od začátku 20. století asi dvojnásobně. Tyto tendence potvrzují i měření prováděná v posledních letech v Polsku.

3.4. Výzkum chemismu atmosférických srážek

V Polsku byl v rámci programu Państwowy monitoring środowiska (jako jeden z podsystémů) v roce 1998 spuštěn Krajowy monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża (Národní monitoring chemismu atmosférických srážek a depozice znečišťujících látek do podloží). Monitoring byl poprvé celoročně zrealizován v roce 1999 a pokračuje na objednávku Hlavního inspektorátu ochrany životního prostředí, dohled nad realizací úkolů vede Institut meteorologie a vodního hospodářství ve Wrocławu. Výzkum je financován z dotací Národního fondu ochrany životního prostředí a vodního hospodářství. Cílem Monitoringu chemismu atmosférických srážek a depozice znečištění do podloží je specifikovat v celostátním měřítku rozložení zatížení podloží znečišťujícími látkami v prostorové i časové škále. Staniční síť se skládá z 25 měřících stanic chemismu atmosférických srážek a 162 srážkových stanic, které měří průměrný úhrn srážek na území Polska (lit. [9]). Síť měřících stanic chemismu atmosférických srážek je založena na síti synoptických stanic Institutu meteorologie a vodního hospodářství, která funguje na území celého Polska, na kterých jsou prováděny pozorování a měření meteorologických ukazatelů, které mají významný vliv i na chemismus atmosférických srážek v daném místě a čase. Stanice byly vybrány na základě klimatických údajů, které je předurčují jako charakteristické pro hodnocení oblastního rozložení znečištění. Na všech 25 stanicích je srážková voda shromažďována nepřetržitě a analyzována v měsíčních cyklech. Paralelně se sběrem vzorků srážek jsou prováděna měření a pozorování množství a druhu srážek, směru a rychlosti větru a teploty ovzduší. Měsíční vzorky srážek jsou analyzovány na obsah kyselých sloučenin, biogenních sloučenin a kovů (včetně těžkých kovů), tj. na obsah chloridů, síranů, dusitanů a dusičnanů, dusičnanu amonného, dusíku, fosforu, draslíku, sodíku, vápníku, hořčíku, zinku, mědi, železa, olova, kadmia, niklu, chromu a manganu. Kontrolováno je také pH a elektrická vodivost. Analýzy fyzikálně-chemického složení srážek jsou prováděna akreditovanými

laboratořemi Wojvodských inspektorátů ochrany životního prostředí. Jednotlivé laboratoře analyzují vzorky ze stanic ležících v daném vojvodství. Díky informacím z těchto všech stanic jsou vytvářeny mapy koncentrací znečišťujících látek ve srážkách a velikosti depozice na území Polska a jednotlivá území.

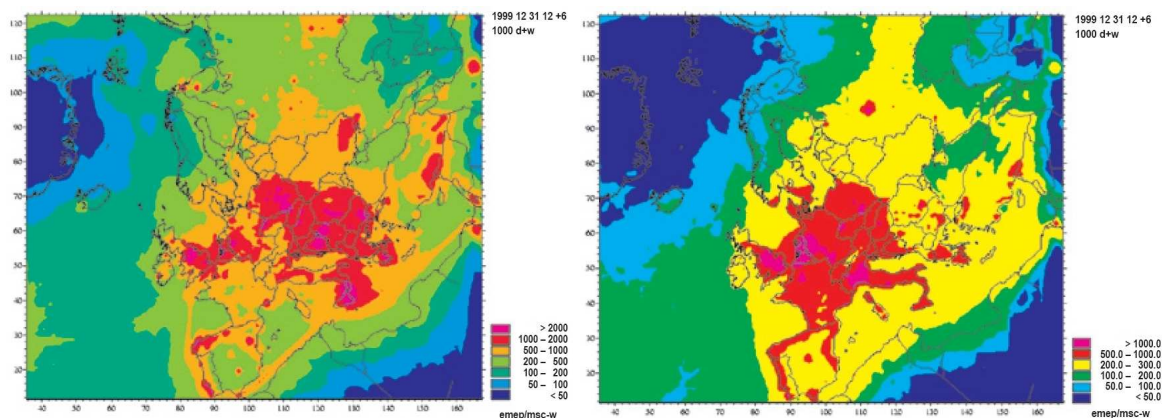
3.4.1. Acidifikace životního prostředí

Acidifikací rozumíme ztrátu neutralizační kapacity vstupujících kyselých látek, což se odráží v poklesu alkality a zvýšení koncentrace vodíkových iontů. To se může vztahovat na povrchové vody, půdu, ekosystémy, budovy a materiály. Okyselující látky se do podloží dostávají s atmosférickými srážkami, suchým spadem nebo adsorpcí plynu na povrchu. Depozice atmosférického znečištění může mít vliv na rostliny a materiály, buďto přímo a nebo díky snížení pH půd a vod a nepříznivým změnám v jejich vlastnostech. Acidifikace povrchových vod může způsobovat úhyn ryb a vegetace, acidifikace půdy může vést ke snížení její úživnosti, poškození lesů a jiných citlivých ekosystémů a také uvolňování toxických kovů a jejich zanášení do potravního řetězce. Kyselá depozice může také způsobit poškození budov, pomníků, kulturních památek aj. Ani v Evropě, ani v Polsku nejsou právně stanoveny limity pro acidifikaci, žádné limity kyseliny ve srážkách. Při neexistenci příslušných právních předpisů musí být přijata různá kritéria hodnocení, určená odborníky - například hodnota $0,5 \text{ gS/m}^2$ je brána jako limit, nad kterým nastává acidifikace povrchových vod a $60 \text{ mg H}^+/\text{m}^2$ jako limit, nad kterým dochází k degradaci epifytických mechů (lit. [14]). Na počátku 90. let vznikl koncept kritických zátěží, které určují vztah velikosti depozice okyselujících sloučenin a účinků na životní prostředí. Nejhorší jsou trvalé škodlivé vlivy, které acidifikace páchá na struktuře a funkci ekosystémů.

Acidifikace atmosférických srážek je výsledkem chemických reakcí vody obsažené v atmosféře a znečišťujících látek (oxidu siřičitého, oxidů dusíku, amoniaku) za vzniku příslušných sloučenin – kyseliny sírové a dusičné. Hlavní zdroje emisí oxidu siřičitého jsou spojeny se spalováním fosilních paliv a oxidy dusíku zase s mobilními zdroji. Více než polovina emisí oxidů dusíku v Evropě pochází ze spalování pohonných hmot v automobilech, zbytek ze spalovacích procesů v průmyslu. Hlavním zdrojem emisí amoniaku, který také přispívá k acidifikaci prostředí, je chov skotu a prasat. Látky vypouštěné do ovzduší se šíří na dlouhé vzdálenosti, překonávají hranice států a mohou mít vliv na ekosystémy daleko od zdroje jejich vzniku. Z vysokých emisních zdrojů (vysoké elektrárenské komíny atd.) pochází hlavně oxid siřičitý a část oxidů dusíku. Oxidy dusíku z dopravy a amoniak z chovů

hospodářských zvířat se nešíří na takové vzdálenosti a jejich působení je lokálnější. Oxidy dusíku a síry, produkované v Polsku, putují hlavně do Ruska a Běloruska, na Ukrajinu a do Skandinávie. Naopak do Polska se dostávají z Německa, Česka a Velké Británie. Díky redukci emisí těchto látek v celé Evropě se zmenšuje i množství oxidů síry a dusíku, které Polsko přijme ze zahraničí.

Z modelových výpočtů „Meteorological Synthesizing Centre – West“ (na základě dat o emisích a meteorologických údajů) vyplývá, že se Polsko nalézá v oblasti největších depozicí síry v Evropě. Tato oblast zahrnuje většinu zemí střední Evropy, Nizozemí, Belgie, část Velké Británie a jižní Itálii (obr. 11). Oblasti s největším spadem dusíkatých spadů jsou západní Evropa, zejména Nizozemí, Belgie, Lucembursko, část Velké Británie, západní část Německa a severní Itálie (obr. 12).



Obr. 11 a 12: Depozice síry a dusíku na území Evropy v roce 1999 [mg/m^2 rok]. Převzato s úpravou z: lit. [14]

Polsko se nachází na evropském průměru. Od roku 1999 se provádí výzkum chemického složení srážek a depozice znečišťujících látek na 25 stanicích, které tvoří souvislou síť, doplněnou o 162 měřících srážkoměrech bodů (lit. [14]). S pomocí geografických informačních systémů (GIS) lze vytvořit model, který zobrazuje prostorové rozložení znečišťujících látek s vyšším rozlišením než model EMEP, vypočítá objem škodlivin deponovaných na polském území spolu s dešťovou vodou. Chemické složení atmosférických srážek a depozice znečištění do podloží, je charakteristické jasnou prostorovou a časovou diferenciací. Depozice znečišťujících látek je do značné míry závislá na objemu srážek a stupni znečištění atmosféry. Největší zatížení depozicí síry bylo v roce 2001 v jižních a jihovýchodních vojvodstvích – s maximálními hodnotami ve Slezském, Malopolském a Podkarpatském vojvodství, naopak nejméně zatížené byla vojvodství Warمیńsko-mazurskie a Podlaskie. Dusitanů a dusičnanů

bylo v roce 2001 nejvíce ve vojvodství Slezském, Podkarpatském a části Dolnoslezského a nejméně ve Warmińsko-mazurském, Podlaském a Velkopolském. Vodíkové kationty (kyselost srážek) v roce 2001 dominovala v prostoru Slezska, Dolního Slezska a Podkarpatského vojvodství. Dále dominovala vojvodství Malopolské a Lubuskie. Ve zbytku země kleslo průměrné zatížení vodíkovými ionty pod $10 \text{ mg H}^+/\text{m}^2$, nejnižší hodnoty dosáhlo ve vojvodstvích ve středním Polsku a na severovýchodě. Celkově byly v roce 2001 nejméně zatíženy znečištěnými srážkami oblasti severovýchodního Polska: vojvodství Podlaskie a Warmińsko-mazurskie. Přesně naopak na tom byla vojvodství Slezské, Malopolské a Podkarpatské. V Evropě byl už v 80. letech naznačen výrazný trend snižování koncentrací dusičnanů a síranů v atmosferických srážkách a růst pH. V 90. letech už nebyl tento trend tak výrazný. Na výzkumných stanicích atmosférického pozadí Łeba, Suwałki, Puszcza Borecka, Jarczew a Śnieżka, které jsou podle kritérií EMEP umístěny mimo dosah významných zdrojů znečištění, velkých městských a průmyslových aglomerací a silnic s hustým provozem, byly klesající tendence také výrazné. Koncentrace síry v atmosférických srážkách na konci 90. let byla na výše uvedených stanicích dvojnásobně až trojnásobně nižší než v 70. letech (lit. [14]). Zajímavé je také zmenšení rozdílů koncentrací na jednotlivých stanicích, respektive v různých částech země. Mokrý deponice síranů byla v jednotlivých letech na nížinných stanicích velmi podobná, zatímco na horské stanici Śnieżka byla mnohem vyšší (díky vyšším koncentracím a většímu úhrnu srážek). Pokles dusičnanů nebyl tak výrazný a v 90. letech nedocházelo k významným změnám. Na horské stanici byla deponice dusíku ve všech letech více než dvakrát vyšší než na nížinných stanicích. Na stanici Śnieżka byly naměřeny také nejvyšší deponice vodíkových iontů. Na stanicích monitoringu atmosférického pozadí se odhaduje také suchá deponice acidifikujících sloučenin a jejich podíl na celkové deponici. Celková deponice síry (suchá S-SO₂ a S-SO₄ a mokrá S-SO₄) na všech stanicích překračuje $0,5 \text{ gS}/\text{m}^2$, což je všeobecně znávaná hranice, kdy nastává okyselení povrchových vod. V letech 1996-2001 došlo k poklesu deponice síry. Na všech stanicích se rok od roku snižoval podíl suché deponice na celkovém množství síry dosahující podloží. Celková deponice dusíku (suchá N-NO₂ a N-NO₃ a mokrá N-NO₃) byla na stanici Jarczewo tvořena stejným dílem suchou i mokrou deponicí, zatímco na Śnieżce výrazně dominovala mokrá deponice. Na nížinných stanicích bylo možné v letech 1993-2001 pozorovat pouze malou variabilitu, zatímco na Śnieżce byla od roku 1997 pozorována rostoucí tendence (zbrzděná v roce 2001), která byla výsledkem růstu mokré deponice. Celková deponice vodíkových iontů (suchá z deponice S-SO₂ a mokrá H⁺) byla nejvyšší na Śnieżce a nejmenší na stanicích Puszcza Borecka a Łeba,

příčemž na druhých dvou stanicích byla pozorovna velice výrazná klesající tendence. Zmenšoval se také podíl suché depozice na depozici celkové. Pouze na stanici Jarczewo více vodíkových iontů pocházelo ze suché depozice než z atmosferických srážek. Na stanicích Puszcza Borecka a Łeba už od roku 1994 celková depozice vodíkových iontů nepřekračovala $60 \text{ mg H}^+/\text{m}^2$, což je hranice pro degradaci epifitických mechů (na stanici Jarczewo od roku 1996 a na Śnieżce od roku 1999). Na základě výpočtů EMEP bylo potvrzeno, že k nejvýznamnějším překročením kritických hodnot došlo v severozápadní Evropě. Největší plochy citlivých ekosystémů, ve kterých byly překračovány kritické hodnoty, se nacházely (podle informací Evropské agentury pro životní prostředí) v Nizozemí (přes 80%), Německu a v Itálii (přes 50%). Podle stejného zdroje bylo v roce 1999 asi 25% citlivých ekosystémů ohroženo kritickými hodnotami acidifikace (lit. [14]).

Pro vyřešení problému acidifikace, spojeného s přes-hraničním transportem znečišťujících látek, jsou nutné mezinárodní nástroje. Takovým nástrojem je Konvence o dálkovém přes-hraničním transportu látek znečišťujících ovzduší (1979) spolu s protokoly. Nejdříve se protokoly týkaly redukce emisí jednotlivých znečišťujících látek (například Protokol o redukci emisí síry (1987), protokol o redukci emisí oxidů dusíku (1991)). V roce 1999 byl v Göteborgu podepsán Protokol o omezování acidifikace, eutrofizace a tvorby přízemního ozonu. Tento protokol přejal závazky předešlých protokolů a po jeho ratifikaci je Polsko zavázáno mimo jiné omezovat emise acidifikujících látek. Také evropské právo má ve svých směrnících zakotvené snižování acidifikujících látek, které je nutné splnit do roku 2010, a nebo zavazují členské státy k omezení emisí oxidů dusíku a síry z velkých zdrojů. Státní politika v oblasti ochrany ovzduší obsahuje plány na snížení emisí a negativního vlivu většího množství látek, včetně acidifikujících sloučenin. Podle Druhé státní politiky životního prostředí toho má být dosaženo díky likvidaci znečištění přímo u základu prostřednictvím změny energetického zdroje, čistších surovin a technologií a energetických a surovinových úspor. Právním nástrojem k dosažení těchto cílů mají být mimo jiné integrované povolenky znečištění v průmyslu, energetice a dopravě a sladění předpisů s Evropskou unií.

V první polovině 90. let bylo v Evropě pozorováno zmenšování ploch ekosystémů, které byly postiženy acidifikací. Tento proces se však prudce pozastavil v druhé polovině 90. let. Nicméně v roce 1990 se snižuje počet míst, na kterých je překračováno kritické zatížení. V tomto směru se do redukce znečišťujících kyselinotvorných látek dostávajících se do podloží odráží protokoly Konvence o dálkovém přes-hraničním transportu látek

znečišťujících ovzduší. Odhaduje se, že díky úplnému zavedení protokolu z Göteborgu do praxe, se oblast, ve které dochází k překročení kritických hodnot, zmenší na 15 milionů hektarů v roce 2010 (z 93 milionů v roce 1990). Dynamika snižování kyselosti srážek v druhé polovině 90. let byla pomalejší, než by se dalo očekávat z redukce plynných emisí – to je možné přisuzovat zmenšení prašných emisí, které částečně neutralizují kyselost srážek. Přesto může být klesající trend depozice kyselých dešťů udržen díky další redukci oxidu siřičitého, oxidů dusíku a amoniaku a to v Polsku i v Evropě.

3.5. Výzkum znečištění atmosférického pozadí (přes-hraniční transport znečištění)

Polsko podepsalo protokol Úmluvy o dálkovém přes-hraničním transportu látek znečišťujících ovzduší, týkajícího se programu EMEP (Programu environmentálního monitoringu a hodnocení). Tento úkol jednak pokračuje z minulosti, jednak probíhá v současnosti na úrovni národní sítě stanic IMGW (Łeba, Jarczew, Śnieżka) a jedné stanice Institutu ochrany životního prostředí (Puszcza Borecka). Měření je koordinováno Řídicím orgánem EMEP. Na polských stanicích je realizováno měření v rozsahu (lit. [14]): každodenního měření v podobě plynných látek: SO₂, NO₂, O₃; aerosolů: SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄, (Cl); atmosférických drážek: SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, elektrolytická vodivost, pH a těžké kovy na stanicích: Łeba a Puszcza Borecka. Na stanici Puszcza Borecka se provádí také nepřetržité měření CO₂, polétavého prachu PM₁₀ a těžkých kovů v prachu a rtuti v prachu i srážkách.

Stanice monitoringu pozadí znečištění atmosféry, fungující na území Polska podle programů EMEP a GAW/WMO. Výše zmíněné stanice byly uvedeny do provozu mezi lety 1979 a 1994.

Pokud porovnáme průměrné hodnoty ročních koncentrací znečištění ovzduší a srážek, můžeme pro rok 2007, na pozadí let 1994-2006 zformulovat následující závěry (lit. [9]):

1. Průměrná roční koncentrace SO₂ se ve všech stanicích snížila ve vztahu k roku 2006 a dosáhla minimálních hodnot v tomto období.
2. Průměrná roční koncentrace oxidu dusičitého NO₂ se v posledních letech udržuje na téměř stejné úrovni.

3. Koncentrace všech základních znečišťujících látek v ovzduší byly za celé období nejvyšší na stanici v Jarczewo.
4. Průměrné roční koncentrace síranů v roce 2007 na stanicích Śnieżka a Puszcza Borecka se mírně snížily a dosáhly nejnižší úrovně v poměru s celým obdobím.
5. Průměrné roční koncentrace HNO_3 a NO_3 se na stanicích Jarczew a Łeba snížily, znečištění vzrostlo na stanici Śnieżka.
6. Průměrné roční koncentrace NH_3 a NH_4 se na všech stanicích mírně snížily.
7. Průměrné roční koncentrace přízemního ozonu mezi roky 2006 a 2007 mírně vzrostly na stanicích Śnieżka a Łeba a snižovaly se na stanicích Puszcza Borecka a Jarczew. V celém období se však koncentrace ve všech stanicích příliš neliší. Na Śnieżce byl v roce 2007 překročen přípustný počet výskytů nadměrných koncentrací ozonu podle kritérií ochrany zdraví a také ukazatel AOT40 (vypočtený jako průměr z let 2003-2007) označený jako cíl pro ochranu rostlin pro rok 2010.
8. Hodnota pH srážek vzrostla v roce 2007 na stanicích Puszcza Borecka a Śnieżka. Na ostatních dvou se nevýznamně pH snížilo. Je pozorován zvýšený výskyt srážek s pH v hranicích 5,0 – 6,0 (kromě Jarczewa a Śnieżky). Zatímco na Śnieżce je pozorován konzistentní úbytek výskytu srážek s pH mezi 3,0 – 4,0 a zvýšení srážek s pH mezi 4,0 a 5,0.
9. Na všech stanicích se zvýšila koncentrace vodíkových iontů ve srážkách. K největšímu růstu došlo na Śnieżce.
10. Koncentrace i zatížení těžkými kovy bylo v roce 2007 o něco vyšší na stanici Puszcza Borecka než na stanici Łeba. Týká se to zejména mědi.
11. Na všech stanicích, kromě stanice Puszcza Borecka, překračovala v roce 2007 koncentrace vodíkových iontů množství 20 mg H/m^2 za rok.
12. Na všech stanicích byla v roce 2007 depozice SO vyšší než $0,5 \text{ g S/m}^2$ za rok.

Změny v znečištění vzduchu a srážek odráží současný klesající trend emisí oxidu siřičitého, oxidu dusičitého a amoniaku v Polsku a Evropě.

3.6. Výzkum stavu ozonové vrstvy nad Polskem

Tato úloha vyplývá ze závazků Úmluvy o ochraně ozonové vrstvy. Cílem výzkumu je poskytnout informace pro posouzení účinnosti opatření na ochranu ozonové vrstvy přijaté mezinárodními společenstvím v rámci protokolů k úmluvě, které stanoví rozsah a časový plán pro odstranění látek ničících ozonovou vrstvu. Je realizován na národní úrovni pod záštitou Institutu geofyziky PAN, IMGW, Centra aerologie a IMGW.

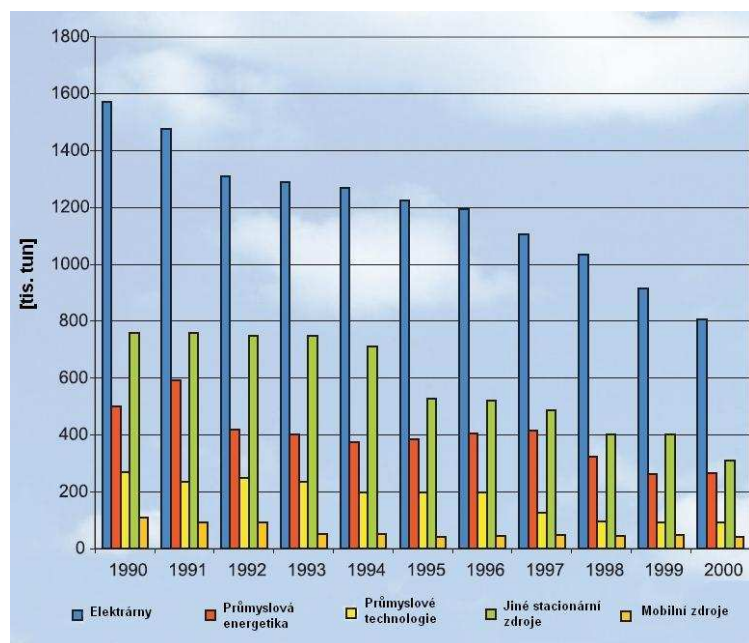
Na základě získaných údajů je prováděno hodnocení stavu ozonové vrstvy a záření UV-B pro Polsko ve spojení s hodnocením stavu ozonové vrstvy v globálním měřítku (lit. [14]). Průměrný obsah ozonu v celosvětovém měřítku je o 4% nižší ve srovnání s průměrem z let 1964-1980, zatímco v roce 1990 byl úbytek ve výši 5%. Ačkoliv je v Antarktidě pozorován vážný úbytek ozonu, existují známky regenerace antarktické ozonové díry. Variabilita ozonu byla v Arktidě vyšší než v Antarktidě a byla závislá na meziročních změnách teploty ve stratosféře. V mírných šířkách obou polokoulí lze stále pozorovat úbytky ozonu. Na severní polokouli je velikost anomálií snížena o 6% z období po výbuchu vulkánu Pinatubo na snížení o 3% v posledních 5 letech. Numerické simulace poukazují, že hlavní příčinou částečné regenerace ozonové vrstvy mohou být změny v dynamice atmosféry. Masa ozonu, zničeného v atmosféře severních šířek kvůli erupci sopky Pinatubo, je větší než ozonová díra nad Antarktidou. Doposud nebylo vysvětleno, proč nedošlo k podobnému efektu na jižní polokouli. Výsledky výzkumů vykazují začátek regenerace ozonu v různých výškách a zeměpisných šířkách. Je nutno mít ale na paměti, že pro konečné potvrzení tohoto procesu je nutné zjistit příčiny těchto změn. Montrealský protokol se ukázal jako efektivní a jeho další plnění povede k plné regeneraci stratosférického ozonu. Chemicko-klimatické modely ukazují, že regenerace ozonu na úroveň roku 1980 by měla přijít v Antarktidě v roce 2065 a nad Arktidou v roce 2040. V mimo-polárních oblastech lze očekávat tento stav kolem roku 2050. Analýza údajů o celkovém obsahu ozonu, získaných v roce 2007 pomocí Dobsonova a Brewerova spektrofotometru, umožnila potvrdit, že v průběhu celého roku průměrné měsíční obsahy ozonu nepřekročily své mnohaleté průměry a průměrné denní odchylky od denních průměrů často dosahovaly nebo překračovaly -10%. To se ukázalo velmi výrazně zejména v zimních a jarních měsících. V roce 2007 byla na aerologické stanici v Legionowě jednou v týdnu prováděna systematická ozonová sondáž elektrochemickou ozonovou sondou ECC6A v systému DigiCORA III/GPS. Od ledna do března bylo provedeno 8 dalších sondáží (v rámci mezinárodního programu VINTERSOL (MATCH)) chemického ničení ozonu ve stratosféře

v polárním proudu. Celkem bylo provedeno 63 průzkumů, které dosáhly průměrné výšky 31,3 km. Výsledky průzkumů byly průběžně přeposílány do databáze ozonových informací v Norském institutu ochrany ovzduší v Oslo (NILU). Grafický ozonový profil byl posílán do oddělení monitoringu, hodnocení a předpovědi GIOŚ. Data z ozonových výzkumů, po jejich ověření měření celkového ozonu spektrofotometrem v Belsku, byly přeposílány v měsíčních intervalech do Světového ozonového centra v Torontu v Kanadě. Výsledky výpočtů průměrného měsíčního parciálního tlaku od zemského povrchu po 10hPa ve vztahu k mnohaletému průměru (1993-2006) dovolily pozorovat negativní anomálie ozonu ve spodní stratosféře v dubnu a v červenci a ve volné troposféře (700-500 hPa) v červenci. Tato anomálie byla spojena se silnou advekcí vzdušných mas v nižších zeměpisných šířkách. Pozorované meziroční rozdíly destrukce ozonu ve stratosféře jsou výsledkem měnících se meteorologických podmínek. Často lze koncem zimy nad Polskem pozorovat silné úbytky ozonu ve stratosféře, zejména v průběhu přesouvání chladného polárního vzduchu nad Evropu, ve kterém se dokončuje proces fotochemické destrukce ozonu. V roce 2007 byl tento jev pozorován v Legionowě koncem února. Hluboké lokální úbytky celkového obsahu ozonu ve středních zeměpisných šířkách severní polokoule, trvající obvykle několik dní, se nazývají ozonové mini-díry. Úroveň ozonu by měla být v takových dnech minimálně 20% pod průměrnou denní úrovní z let 1963-2006. Analýza variability počtu dní s mini-dírami v letech 1963-2007 nám říká, že v průběhu posledních let se jejich počet zvýšil. V roce 2007 bylo v COG PAN v Belsku provedeno 113 sérií měření Umkehr s pomocí Dobsonova spektrofotometru, umožňující určit vertikální rozložení ozonu v deseti vrstvách od zemského povrchu o tloušťce cca 5 km. V roce 2007 se pokračovalo v měřeních ultrafialového slunečního záření v hledisku erytemálního působení na lidskou pokožku a to na třech stanicích IMGW (Łeba, Legionowo, Zakopane) a na geografické observatoři v Belsku. Navíc, jak doporučuje WMO, je určován UV index – bezrozměrná jednotka poskytující informaci o úrovni maximální síly záření UV-B v daný den. Kromě výšky Slunce mají největší vliv na záření UV-B dopadající na zemský povrch plynné složení atmosféry, hlavně ozon, polétavý prach a oblačnost. Měřicí stanice IMGW (lokalizované v severojižním směru), množství záření UV-B se obecně zvyšuje s klesající zeměpisnou šířkou stanice. Nejvyšší měsíční dávky záření byly naměřeny v Legionowě v květnu a v červnu na stanici Łeba. 24. května 2007 byla v Łebě a Legionowě naměřena největší 24 hodinová dávka záření v historii v květnu, což odpovídá nízké oblačnosti a malému obsahu ozonu v atmosféře. Výsledky probíhajících měření byly systematicky předávány do výzkumných center, zřízených orgány Vídeňské

konvence ke sběru a zpracování dat: Northern Hemisphere Ozone Mapping Centre v Laboratořích fyziky univerzity v Soluni, Světové centrum dat o ozonu v Torontu. Zároveň byly výsledky měření využívány Hlavním statistickým úřadem v publikaci „Ochrana životního prostředí“.

3.7. Hlavní zdroje znečištění ovzduší v Polsku

Hlavním příčinou antropogenního znečišťování atmosféry je spalování fosilních paliv za účelem výroby energie. Objem emisí znečištění je úzce spjat s typem zdroje znečištění a použitým odlučovačem škodlivin. Procentuelní podíly různých sektorů v emisích zkoumaných znečišťujících látek nám dovolují zhodnotit roli jednotlivých zdrojů v celkové emisi dané látky nebo stanovit cíle a možnosti redukce těchto látek v případě nutnosti provedení nápravných programů. Primárním zdrojem emisí oxidu siřičitého je spalování fosilních paliv kontaminovaných sírou. Více než 95% emisí pochází ze spalování paliv v kotlích, ze spalování různého charakteru, spalovacích motorů automobilů, přístrojů a zařízení, přičemž mají dominující podíl stacionární zdroje na pevná paliva (lit. [14]). V podstatě se jedná o trvalou tendenci, jelikož je polská ekonomika založena na tuhých palivech. Od začátku 90. let však dochází k poklesu emisí SO₂ ve všech hospodářských sektorech (obr. 13).



Obr. 13: Trendy emisí SO₂ v sektorech prezentovaných Hlavním statistickým úřadem. Převzato s úpravou z: lit. [14]

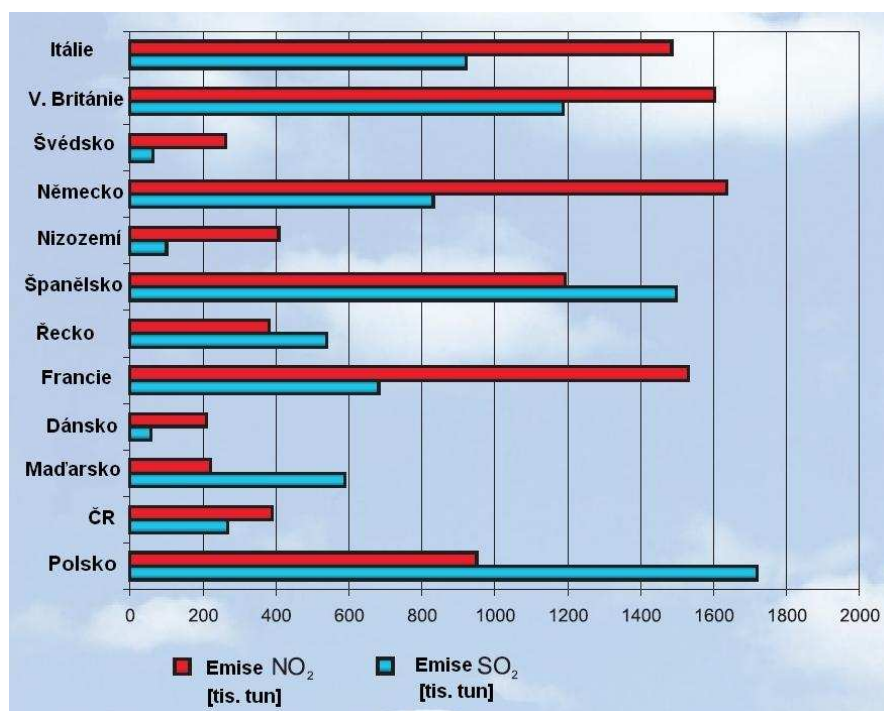
Největší vliv na emise v jednotlivých částech sítě mají velké elektrárny a průmyslové komplexy, které se v nich nachází. Mobilní zdroje a rozptýlené zdroje jsou rovnoměrně rozloženy na celé ploše. Pozitivním jevem je v poslední době systematické snižování průměrných ročních emisí SO₂ při výrobě 1 TWh elektrické energie. Konstantně klesající trend tohoto ukazatele je důkazem účinnosti opatření přijatých s cílem čím dál čistější energie z ekologických zdrojů, jakými Polsko disponuje. Spalování fosilních paliv je odpovědné za 98% emisí oxidů dusíku (vyjádřeno jako NO₂), přičemž 37% pochází ze spalování benzínu a topných olejů v motorech všech typů vozidel, strojů a zařízení (lit. [14]). V poslední době lze pozorovat jasný pokles emisí NO₂ z velkých energetických zdrojů, což je jasný důsledek technologických změn v procesech spalování paliv. Již řadu let začíná silně převládat NO₂ jako emise motorových vozidel, což je charakteristické pro vysoce rozvinuté země. Opatření proti růstu emisí NO₂ z těchto zdrojů je zatím nevyřešený problém. Také roční průměr emisí NO₂ na jednotku vyrobené elektrické energie naznačuje klesající trend. To je výsledek stále rozšířenější instalace nízko-emisních hořáků v elektrárenských kotlích. Podobně jako u SO₂, vysoká emise znečištění v daném kvadrátu nemusí nutně přímo odpovídat výši koncentrace, které může být vystaven jeho obyvatel.

Oxid uhelnatý je téměř výhradně produktem nedokonalého spalování paliva a to zejména v malých topeništích a domácích kotlích. Odhaduje se, že 24% celkových emisí CO pochází z nekontrolovaného spalování zemědělského odpadu v otevřeném prostoru. Zdá se však, že se tento podíl snížil z důvodu možnosti hospodářského využití odpadů k výrobě energie, o čemž svědčí instalace kotlů na biomasu, zejména v zemědělských oblastech. Emise **těkavých organických sloučenin** (VOCs) pocházejí hlavně ze spalování fosilních paliv, což představuje 70% celkových ročních emisí této skupiny na polském území (kromě přírodních zdrojů). Bereme-li v úvahu 10 skupin zdrojů emisí (produkce energie, soukromé a komunální spalování, energetika a spalování v průmyslu, průmyslové procesy, těžba a distribuce paliv, použití rozpouštědel, silniční doprava, jiné dopravní prostředky a zařízení, využití odpadů, zemědělství), největší podíl (26%) má kategorie použití rozpouštědel. Tento problém byl podchycen a nyní se můžeme čím dál častěji setkat s barvami ředitelnými pouze vodou. Zdrojem **amoniaku** je téměř výhradně zemědělství, jehož podíl je 94% z celkových emisí této látky. Zdrojem je zejména chov hospodářských zvířat a také používání dusíkatých hnojiv. Na závěr lze konstatovat, že v roce 2000 v souvislosti s rokem 1990 se emise všech plynných znečišťujících látek snížila v případě (lit. [14]):

- Oxidu siřičitého o 53%
- Oxidů dusíku o 34%
- Nemethanových těkavých organických sloučenin o 28%
- Amoniaku o 37%

Je třeba poznamenat, že redukce emisí plynů produkovaných průmyslem byla výsledkem nejen poklesu hospodářské produkce, ale i efektem záměrné investiční činnosti a úbytek produkce amoniaku je zmenšením stavů hospodářských zvířat. Hlavním zdrojem antropogenních emisí prachu je také spalování tuhých paliv v energetice. Ve všech sektorech můžeme vidět pokles emisí prachu, ale nejvýraznější je v oblasti energetiky. Je to díky účinným opatřením v oblasti ochrany ovzduší pomocí instalaci prachovým filtrů a spalování kvalitnějšího uhlí. U malých rozptýlených zdrojů je podobná redukce možná jedině v případě změny paliva. Vzhledem k poměrně vysokým nákladům na plyn není možné v dohledné době očekávat podstatné snížení emisí prachu v tomto odvětví. Jednou ze složek prachu emitovaného do atmosféry jsou **těžké kovy**. Hlavní zdrojem emisí těžkých kovů je energetické spalování tuhých paliv s příměsí těchto kovů. Jejich množství záleží na ložisku, ze kterého pochází uhlí. Navíc velké množství těžkých kovů pochází z průmyslových procesů, jako je hutnictví železa a oceli nebo neželezných kovů. Při výrobě cementu zase vzniká velké množství rtuti. Systematicky se snižuje emise olova spojená s používáním olovnatého benzínu v automobilech a dalších zařízeních. Z **perzistentních organických látek** jsou sledovány: 4 polycyklycké aromatické uhlovodíky (benzo[a]pyren, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten a indeno[1,2,3-cd]pyren), dioxiny a furany a také hexachlorbenzen. V Polsku je jejich hlavním zdrojem spalování paliv v lokálních topeništích a domácích kotlích. Také neefektivní spalování tuhých paliv s obsahem chloru, většinou v malých kotlích bez odprašovacích zařízení je zdrojem emisí dioxinů a furanů. Zatímco přítomnost hexachlorbenzenu v prostředí je kvůli použití tohoto fungicidu v otevřené krajině. V Polsku ale produkce hexachlorbenzenu nepředstavuje žádný významný problém.

Polské emise SO_2 jsou s ohledem na rozlohu, počet obyvatel a strukturu využití primární energie ve srovnání s Evropou poněkud zvýšené, zatímco emise NO_2 je možné popsat jako průměrné. Porovnání absolutních hodnot emisí SO_2 a NO_2 ve vybraných evropských zemích ukazuje obr. 14.



Obr. 14: Emise základních znečišťujících látek ve vybraných evropských zemích v roce 2001 (podle polského statistického úřadu). Převzato s úpravou z: lit. [14]

Úroveň emisí v jednotlivých zemích se často srovnává pomocí objemových ukazatelů (lit. [14]). Absolutní hodnoty objemů bohužel nejsou příliš objektivní, jelikož se jednotlivé státy liší rozlohou, počtem obyvatel a průmyslovými technologiemi. Poněkud lepší vypovídající hodnotu mezinárodního porovnání má srovnání emisí znečišťujících látek na jednotku HDP. Země, které vstoupily do EU spolu s Polskem v roce 2004, se vyznačují zvláště vysokou emisí SO₂ na jednotku HDP. V Polsku však hodnoty tohoto ukazatele prudce klesají. Růst HDP a snižování emisí má vliv na rychlost snižování daného ukazatele. Polskému růstu HDP o 43% odpovídala 87% redukce emisí SO₂, v Maďarsku 30% růst HDP na 70% pokles emisí SO₂, zatímco v Česku došlo k 81% růstu HDP při sedminásobném poklesu emisí SO₂! K podobnému jevu dochází i u NO₂. V devadesátých letech hodnota tohoto ukazatele v Polsku poklesla téměř dvojnásobně. Změna HDP v 90. letech způsobila v Polsku 35% redukci NO₂, v Maďarsku 8% a v České republice dvojnásobnou redukci tohoto znečištění.

4. Přehled současné kvality ovzduší v Polsku

Znečišťující látky vypouštěné do ovzduší v důsledku přírodních procesů a lidské činnosti, představují řadu rizik pro lidské zdraví a mají nepříznivý dopad na přírodu a kulturní výtvořy. Mezi negativní vlivy znečištění ovzduší, které představují již mnoho let předmět zájmu výzkumných skupin, vlád a obyvatel mnoha zemí, patří:

- Acidifikace prostředí (vod, půd a ekosystémů) způsobená vypouštěním SO_2 , NO_2 a NH_3 do atmosféry. Chemické reakce těchto látek a kontakt jejich iontů se zemským povrchem vede ke snižování pH vody a půdy a následují ekologické změny ve vodních nádržích, oslabení odolnosti lesů, urychlení koroze staveb a památek aj. Eutrofizace spočívá v nadměrném přísunu živin ve formě dusíku pocházejícího z NO_2 a NH_3 , ten se dostává ze vzduchu do vodních ploch a způsobující jejich zarůstání.
- Tvorba fotochemických oxidantů, včetně troposférického ozonu, v důsledku fotochemické reakce NO_2 a těkavých organických sloučenin při vhodných slunečních a teplotních podmínkách. Troposférický ozon má zhoubný vliv na lidské zdraví a na rostliny (ničení lesů a zemědělských produktů).
- Změny klimatu spojené se zesíleným skleníkovým efektem, způsobeným hromaděním CO_2 , CH_4 a N_2O , freonů a halonů v horních vrstvách atmosféry.
- Úbytek ozonové vrstvy způsobený vzrůstem koncentrace sloučenin, obsahujících chlor nebo brom (včetně freonů a halonů) ve stratosféře.

Mezi hlavní problémy znečišťování ovzduší patří zejména působení znečišťujících látek na lidské zdraví, včetně:

- Ohrožení lidského zdraví kvůli nadměrnému vystavení působení troposférického ozonu.
- Ohrožení lidského zdraví v důsledku přítomnosti SO_2 , NO_2 , CO, olova a benzenu v městském ovzduší.
- Ohrožení lidského zdraví v souvislosti s přítomností polétavého prachu v ovzduší.
- Zvýšení zdravotních rizik pro všechny vyšší organismy (včetně člověka) v důsledku přítomnosti perzistentních organických polutantů (POPs) a těžkých kovů v atmosféře.

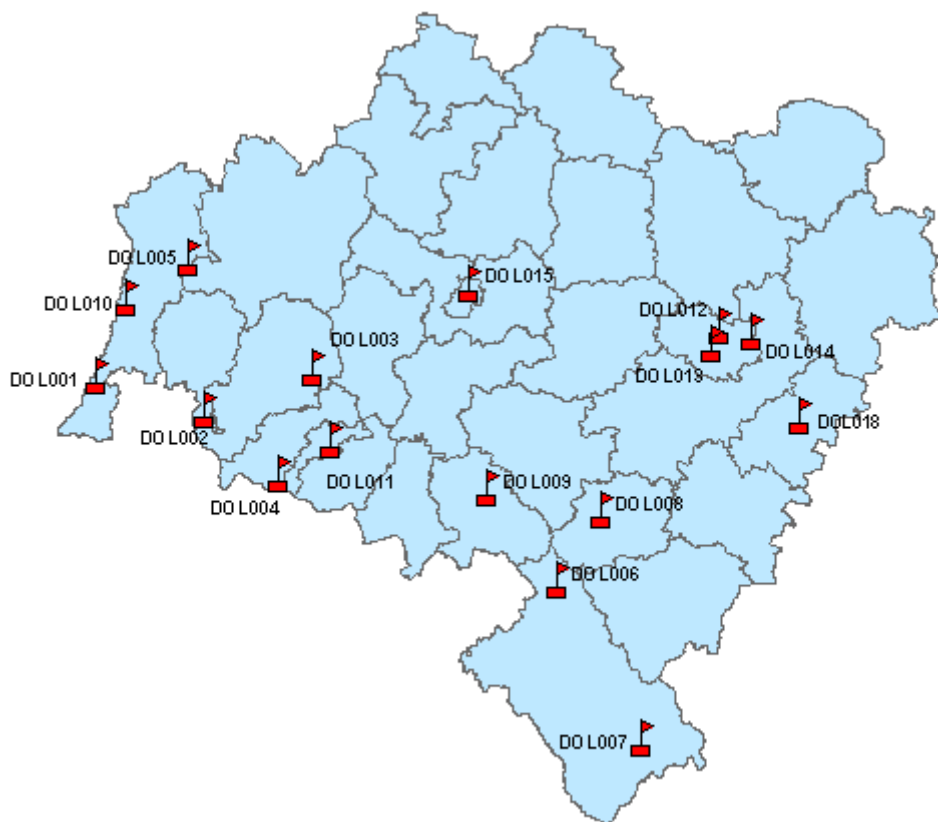
Znečišťující látky, vypouštěné do ovzduší, podléhají transportu se vzdušnými masami – mohou se rozptýlit nedaleko od místa uvolnění (zvláště v případě nízkých zdrojů) a nebo být unášeny na velké vzdálenosti (zejména pokud jsou vypouštěny z vysokých komínů). Pod vlivem reakce látek v ovzduší podléhají přeměnám a vzniká druhotné znečištění – např. fotochemické oxidanty včetně ozonu. V důsledku toho se problémy znečištění ovzduší týkají různých prostorových měřítek: mohou mít lokální charakter (např. překročení přípustné koncentrace znečišťujících látek v oblasti specifického zdroje emisí), regionální charakter (acidifikace a eutrofizace), kontinentální (vysoké koncentrace ozonu v přízemní vrstvě atmosféry za podmínek přejících jeho vzniku) nebo globální (klimatické změny, zánik ozonové vrstvy). Měřítko problému jednak určuje prostorový rozsah problému, jednak se také promítá do opatření nutných k jeho eliminaci. Řešení některých problémů je možné pouze díky omezení produkce některých látek v širokém měřítku a spolupráci činnost mezinárodního společenství. Právní rámce těchto činností stanovují mezinárodní úmluvy a příslušné protokoly k úmluvám. Opatření nezbytná k opatřením na úrovni jednotlivých zemí (včetně těch, které vyplývají z potřeb realizace konkrétních mezinárodních dohod a předpisů) jsou stanovené příslušnými vnitrostátními právními předpisy. V Polsku je základním právním předpisem regulujícím opatření na ochranu životního prostředí a ovzduší Zákon na ochranu ŽP (Prawo ochrony środowiska) z 27. dubna 2007. Součástí zákona jsou i předpisy EU.

4.1. Údaje z měřících stanic v jednotlivých vojvodstvích

Inspekcí ochrany životního prostředí (včetně ovzduší) na úrovni jednotlivých vojvodství, se zabývají Vojvodské inspektoráty ochrany životního prostředí (WIOŚ, Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska). Je jich celkem 16. Každý WIOŚ působí ve svém vojvodství a sídlí v hlavním vojvodském městě. Prakticky je působnost ještě rozdělena na jednotlivé delegatury, které se zabývají ochranou ovzduší v jednotlivých obcích s rozšířenou působností (powiatach). Většina vojvodství má na svém území 3 typy stanic – automatické, manuální a pasivní. Veřejnosti jsou často přístupná aktuální data on-line z automaticky měřících stanic. Na základě polské legislativy (Prawo ochrony środowiska) jsou WIOŚ povinny vydávat každý rok zprávu o stavu ovzduší.

Vojvodství hraničící s jiným státem často spolupracuje na ochraně ovzduší se zahraničními institucemi. Například WIOŚ ve Wrocławu už více než 10 let (dříve v rámci samostatných WIOŚ Jelenia Góra a Wałbrzych) vede spolupráci v oblasti společného česko-

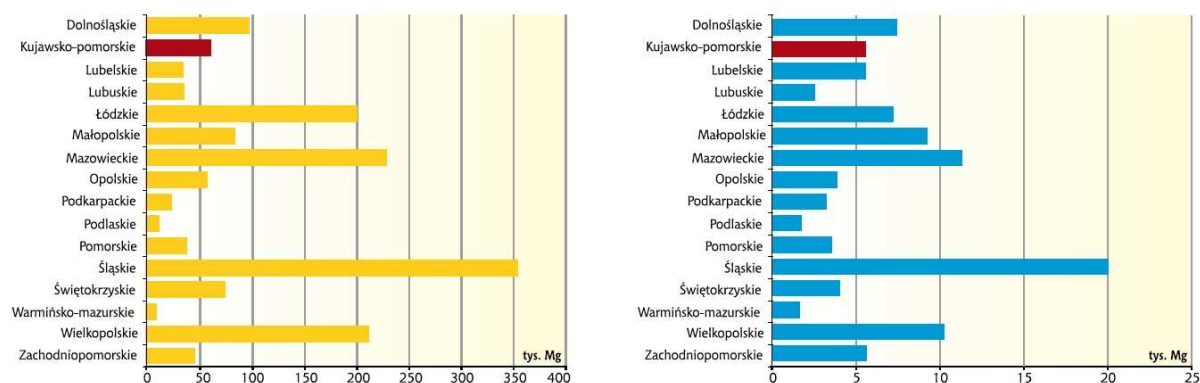
polsko-německého systému monitoringu ovzduší v oblasti hranic těchto tří států (dřívějšího tzv. černého trojúhelníku) a vydává společné výroční zprávy o stavu ovzduší v této oblasti.



Obr. 15: Dolnośląskie vojvodství a jeho stanice automatického systému monitoringu ovzduší. Seznam stanic: DOL001: Działoszyn, DOL002: Czarniawa, DOL003: Wleń, DOL004: Śnieżne Kottły, DOL005: Jeleniów, DOL006: Nowa Ruda, DOL007: Czarna Góra, DOL008: Dzierżoniów, DOL009: Wałbrzych, DOL010: Zgorzelec, DOL011: Jelenia Góra, DOL012: Wrocław Karłowice – Korzeniowskiego, DOL013: Wrocław Krzyki – Wiśniowa, DOL014: Wrocław Swojczyce – Bartnicza, DOL015: Legnica, DOL018: Oława. Převzato z: lit. [21]

V každém vojvodství jsou registrováni největší znečišťovatelé. Většinou jsou to firmy provozující teplárny nebo tepelné elektrárny. V jihozápadním Polsku je největším znečišťovatelem elektrárna Turów v Bogatyni. Elektrárna funguje nepřetržitě od roku 1962 a její podíl na výrobě elektrické energie Polska je 9% (lit. [21]). Jinou velkou elektrárnou je Bełchatów v lodžském vojvodství (největší tepelná elektrárna v Evropě a největší hnědouhelná tepelná elektrárna na světě). Palivem je nedaleko těžené hnědé uhlí. Je na 3. místě v Evropě v produkci emisí oxidů dusíku a oxidu siřičitého a na 5. místě v oxidu uhelnatém a poléťavém prachu (lit. [21]). Znečištění z těchto velkých stacionárních zdrojů se stále snižuje. Čím dál větší podíl má však automobilová doprava. Velice silná doprava je ve velkých městech a jejich okolí a také v některých tranzitních regionech u státních hranic. To je případ například Lubuského vojvodství. Právě zde překračuje většina automobilů polsko-

německou hranici. Území spojuje také jihozápadní a severozápadní Polsko. Velmi problematické jsou ostatní nízké zdroje emisí (lokální topeniště nebo malé továrny).



Obr. 16: Emise polévatého prachu (vlevo) a plynných emisí (vpravo) v roce 2006 v jednotlivých vojvodstvích. Převzato s úpravou z: lit. [24]

Příkladovou oblastí může být například Malopolské vojvodství. Je to oblast s poměrně čistým ovzduším. Průměr ovšem radikálně zhoršuje město Krakov, do kterého je soustředěn průmysl, doprava a velké množství obyvatel a s tím spojené znečištění. Z pohledu znečištění ovzduší představuje Krakov jedno z nejvíce znečištěných polských měst, které bylo ovlivněno několika fázemi produkce antropogenního znečištění a dramatickými změnami kvality ovzduší. Od 50. let 20. století do pozdních 80. let razantně vzrostlo znečištění kvůli průmyslovým aktivitám – tepelné energii a hutím nedaleko města. Největší koncentrace těžkých kovů na litr deště byly zaznamenány na místech blízko Krakovské aglomerace a blízko míst práce s ocelí. Vzdálenost od centra se zvětšovala. Za této situace bylo vystavení krakovského obyvatelstva vlivu kadmia (Cd) vysoké - překračující limity (50mg/g). Začátek 90. let byl obdobím ekonomicko-strukturálních změn (decentralizace a privatizace) a začalo docházet ke snižování emisí a uzavírání některých velmi znečišťujících provozů a snižování emisí oxidu siřičitého (SO₂), oxidu dusičitého (NO₂) a pevných částic (PM). Zatímco znečištění uvnitř Krakova bylo redukováno, emise znečištění z dopravy rostlo (NO₂, olovo), zejména díky dramatickému nárůstu automobilové dopravy v posledních letech (lit. [5]). Tento zdroj znečištění představuje novou hrozbu pro kvalitu ovzduší v mnohých polských městech, v malé výšce nad zemí, ale ve velkých koncentracích. Výsledky monitoringu v mnoha polských městech ukazují, že koncentrace NO₂ je v Krakově rekordní. Ke znečištění dochází také díky lokálním uhelným topeništím, zejména v hustě osídlených částech města. V mnoha středoevropských a východoevropských zemích, včetně Polska, vede vystavení znečištění ovzduší v nízkých vrstvách ke kardiovaskulárním a respiračním onemocněním, jako je astma.

Několika studii bylo dokonce potvrzeno závislost mezi denní úmrtností a znečištěním ovzduší.

Nejznečištěnějším vojvodstvím je Slezské (Górny Śląsk). V roce 2007 zde bylo vyprodukováno 23% všech emisí celého Polska a celých 85% emisí CO₂ (lit. [27]). Najdeme zde velkou řadu tepelných elektráren a tepláren, hutí a dalších velkých stacionárních zdrojů. Za nepříznivých rozptylových podmínek bývá situace s ovzduším doslova katastrofální. Například na začátku roku 2006 nastala velmi špatná situace díky inverzi, bezvětří a chybějícím srážkám. Od tohoto roku lze říci, že zde mají meteorologické podmínky největší vliv na kvalitu ovzduší ze všech polských vojvodství. Úplně nejhůře na tom bývá konec prosince a začátek ledna. V roce 2006 byla na stanici Żywiec až 7x překročena 24 hodinová limitní koncentrace pro polévatý prach. Ve Slezském vojvodství bývají rekordní také koncentrace organických látek (hlavně toluenu, xylynu a benzenu).



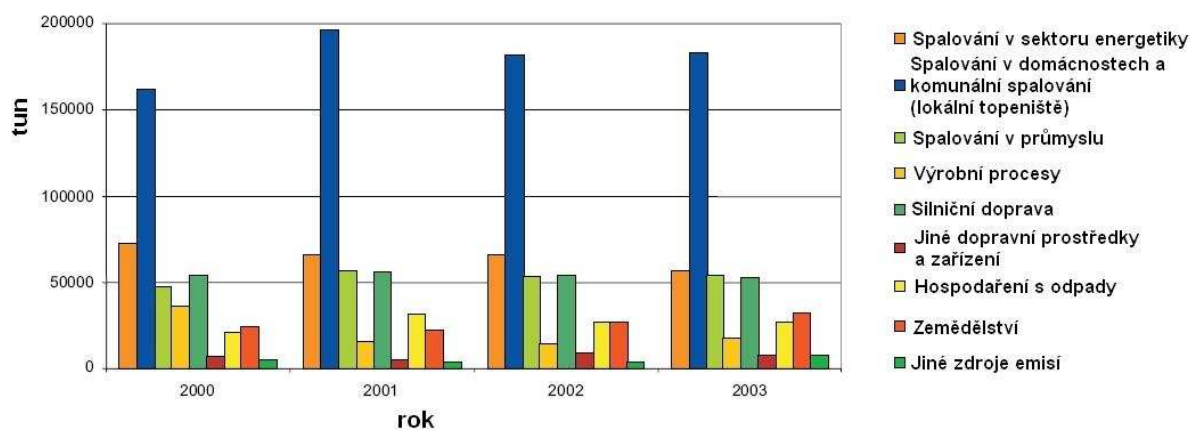
Obr. 17: Stanice měření kvality ovzduší v Łukowě (Lubelské vojvodství, delegatura Biła Podlaska). Foto: J. Trokielewicz. Převzato z: lit. [25]

4.2. Problematika současné kvality ovzduší v Polsku

Kvalita ovzduší je významným činitelem, který má vliv na lidské zdraví. Účinky znečištění ovzduší jsou zvláště vnímané osobami staršími, nemocnými a dětmi jako problémy spojené s dýchací a oběhovou soustavou. Navíc některé látky přítomné v ovzduší vykazují mutagenní vlastnosti, jiné se kumulují v živých organismech. Výsledky výzkumu Světové zdravotnické organizace (WHO) dokazují předčasnou úmrtnost způsobenou vystavením znečištěnému ovzduší, zejména poléťavému prachu a přízemnímu ozónu. Znečištěné ovzduší má také negativní vliv na stav ekosystémů a stav materiálů, které vytvořil člověk (koroze kovů, ničení budov). Vzhledem k účinkům znečištěného ovzduší a měřitelné škody na území celé EU (včetně Polska) byla zavedena řada právních mechanismů, které mají za cíl udržení dosavadní kvality ovzduší v oblastech, kde je dobrá a dosažení standardů kvality ovzduší prostřednictvím technických a organizačních kroků tam, kde je kvalita ovzduší neuspokojivá. Zlepšení stavu znečištění ovzduší a splnění emisních norem, vyžadovaných předpisy EU byla Polskem přijata jako jeden z hlavních cílů „II státní ekologické koncepce“ k dosažení ve střednědobé perspektivě, tj. do roku 2010, mimo jiné s pomocí: provádění jednotného státního systému bilancování znečišťující zátěže, identifikace oblastí s překročenými přijatelnými hladinami koncentrací znečišťujících látek a příprava nápravných programů. Dočasný výzkum kvality ovzduší ukazuje, že největší znečištění ovzduší se nachází zejména v urbanizovaných územích. Při současném technickém a ekonomickém rozvoji v Polsku i v Evropě nejvážnějším problémem zůstává příliš vysoká zátěž přízemním ozónem v letním období a prach. I přes aktivní politiku zaměřenou na redukci emisí prekurzorů ozónu a poléťavého prachu a zavedení řady nástrojů pobízejících nebo financujících nejlepší techniky na státní nebo evropské úrovni, i přes to jsou koncentrace těchto látek příliš vysoké. Troposférický ozon, plyn, který se drží při zemském povrchu, vznikající jako výsledek fotochemických reakcí oxidů dusíku a organických sloučenin, má velkou schopnost transportu na velké vzdálenosti a představuje hrozbu pro lidské zdraví. Vysoké koncentrace ozonu mohou u člověka vyvolávat choroby nebo podráždění dýchacích cest. K negativnímu vlivu ozonu jsou vnímavé zejména osoby s astmatem, starší osoby a děti, které se často zdržují ve venkovním prostředí. Dosavadní výsledky měření koncentrací ozónu v ovzduší nám říkají, že přípustná hladina ozónu s ohledem na ochranu lidského zdraví je $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Maximální denní osmihodinová průměrná koncentrace, stanovená posouzením osmihodinových klouzavých průměrů počítaných z hodinových údajů a aktualizovaných každou hodinu) je spolu s přípustným množstvím překročení během roku, což je 25 dní,

překračováno v oblasti jižního Polska (lit. [15]). Kromě toho je na území celého Polska zaznamenávána koncentrace ozonu vyšší než tzv. dlouhodobého cíle EU pro ochranu zdraví a ochranu ekosystémů. Polévatý prach je směsí velmi drobných pevných a kapalných částic. Tuhé znečišťující látky (TSP) se s ohledem na schopnost pronikání do dýchacího ústrojí dělí na částice o velikosti: nad 10 μm (polévatý prach PM_{10}), a jemný polévatý prach s průměrnou velikostí částic menších než 2,5 μm (polévatý prach $\text{PM}_{2,5}$). Částičky polévatého prachu pocházejí z přímých emisí nebo vznikají reakcí různých substancí v atmosféře. Prekursory těchto tzv. Sekundárních aerosolů jsou především oxidy síry, oxidy dusíku a amoniak. Bez ohledu na to může polévatý prach také obsahovat toxické složky, jako těžké kovy a polycyklické aromatické uhlovodíky. Podle nejnovějších zpráv WHO se za neškodlivější frakce považují prachové částice o rozměrech menších než 2,5 mikronu, protože tak malé částice mohou přímo vnikat do plicních sklípků a odtud do oběhového systému. Přestože se koncentrace prachu v ovzduší v Polsku v období posledních 20 let snižuje, výsledky hodnocení kvality ovzduší vykazují překračování přípustných úrovní koncentrací PM_{10} , implementovaných v polských předpisech z evropského práva. V roce 2004 byly limity překročeny na území 23% zón, v tom 6% zón bylo kvalifikováno jako ty, ve kterých by měly být prováděny programy ochrany ovzduší. Kromě probíhajících činností, mimo jiné v rámci programů ochrany ovzduší, je v některých velkých polských městech standard kvality ovzduší (na 24 hodin $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pro prach PM_{10} (závazný od 1. ledna 2005) překračován. Problémy s dodržováním přípustných limitů PM_{10} jsou především v městských lokalitách. Významný je proces překyselení půd a vod, zejména s ohledem na ekosystémy. Tento jev je těsně spjatý s přítomností kyselých sloučenin v ovzduší, jako je oxid siřičitý, oxidy dusíku nebo amoniak a jejich suchá nebo mokrá depozice do substrátu. Výsledky měření průměrné kyselosti atmosférických srážek, prováděných na monitorovacích stanicích znečištění atmosféry, vykazují systematický pokles kyselosti vyjádřený vzrůstem pH srážek. Pozorovaný mnohaletý trend vzrůstu pH srážek je důsledkem postupné redukce emisí znečišťujících látek v kontinentálním měřítku, což vede k postupnému snižování koncentrací těchto látek v atmosféře. Hlavními zdroji antropogenního znečištění ovzduší jsou procesy spalování fosilních paliv. Rozsah znečištění z těchto procesů a druh produkovaného znečištění závisí především na struktuře využití paliva v hospodářství, na jeho kvalitě a také na používaných technologiích produkce. Struktura využitých energetických zdrojů není v Polsku příliš proměnlivá. Stěžejním energetickým zdrojem je černé uhlí, jehož podíl se od roku 1999 příliš nemění, drží se na úrovni cca 50% a hnědé uhlí, jehož podíl na získané energii je asi 14%.

Nevýhodná struktura využití paliv, založená na uhlí, je základní příčinou vysokých znečišťujících emisí, zejména polévatého prachu a oxidu siřičitého. Největší podíl na produkci emisí má v Polsku tepelná energetika a lokální topeniště. Emise z obou těchto sektorů představuje asi 50% produkce polévatého prachu, 46% produkce oxidů dusíku a dokonce 74% produkce oxidu siřičitého. V období posledních cca 20 let díky restrukturalizaci a modernizaci energetického a průmyslového sektoru a díky zlepšení kvality spalovaného uhlí, došlo ke znatelnému snížení znečištění ovzduší, zejména se snížily emise oxidu siřičitého. Díky dosaženému stupni redukce emisí je možné splnit limity emisí, zapsané v Přístupové smlouvě. Nezbytné jsou ovšem další redukce, zejména v sektoru energetiky, na který se vztahuje direktiva Evropského parlamentu a Evropské rady ve věci snižování emisí některých látek do ovzduší z velkých energetických zařízení spalujících paliva, tak, aby bylo v nejbližších letech možné dodržení emisních limitů, určených pro tento sektor. Ze skupiny základních znečišťujících látek zasluhuje speciální pozornost drobný prach, hlavně vzhledem na jeho negativní působení na lidské zdraví a také problémy spojené s významnými překročeními emisních limitů v Polsku kvůli prachu PM₁₀. Prach vzniká mimo jiné v energetice v procesech spalování, ve spalovacích motorech automobilů, důsledkem lesních požárů a některých průmyslových procesech, ale jeho hlavním zdrojem je spalování paliv v lokálních topeništích a výtopnách (obr. 18).



Obr. 18: Struktura emisí polévatého prachu v Polsku v letech 2000-2003 podle sektorů hospodářství. Převzato s úpravou z: lit. [15]

Automobilismus je kromě energetiky a lokálních topenišť velice významným zdrojem znečištění ovzduší. Platí to zvláště v případě emisí oxidů dusíku a nemethanových těkavých organických látek. Důležitý je také podíl frakcí PM_{2,5} v prachu produkovaném

automobilovými motory. I významný vzrůst počtu automobilů v posledních 20 letech (včetně ojetých importovaných aut) nezpůsobil nárůst emisí, hlavně NO_x, protože se používají paliva čím dál vyšší kvality. Činnost na ochranu lidského zdraví a také ochranu rostlin je zakotvena jednak v evropském právu, jednak v právu polském, jako řada mechanismů s funkcí zlepšení kvality ovzduší. Důležitým krokem k redukci emisí je Konvence o dálkovém přes-hraničním transportu znečištění, který Polsko ratifikovalo v roce 1985. Cílem této smlouvy je mezinárodní spolupráce v oblasti redukce znečištění ovzduší a rozvoj systému monitoringu kvality ovzduší a hodnocení účinku přenosu znečištění ovzduší na velké vzdálenosti. Polsko jako členský stát EU implementovala do vlastní legislativy celou řadu zákonů evropského společenství na ochranu ovzduší. K nejdůležitějším patří předpisy emisních standardů, systém emisních povolenek na produkci plynů a prachu do ovzduší a také předpisy o zvětšení podílu obnovitelných zdrojů v celkové produkci energie. Spolu s transformací polského hospodářství je prováděno celé spektrum činností pro redukci znečišťujících emisí, jako např. aplikace kvalitnějších paliv, energetické úspory. Vzrůst investičních nákladů na ochranu ovzduší do roku 1998 přinesl efekty v podobě poklesu emisí. Pokračuje trend poklesu základních emisí, avšak stále roste HDP a množství vyrobené elektrické energie. I přes významné zlepšení kvality ovzduší v Polsku, hlavně díky významnému pokroku v redukci emisí většiny znečišťujících látek, jsou nezbytné další kroky v této oblasti tak, aby Polsko dosáhlo environmentálních cílů, plynoucích ze Státní ekologické politiky (Polityka ekologiczna państwa) a mezinárodních závazků. Zejména důležité budou činnosti ve prospěch redukce emisí polévatého prachu a jejich prekurzorů a také prekurzorů ozónu a dosažení standardů kvality ovzduší pro tyto znečišťující látky. Velice důležité jsou také emisní odlučovače pro velké energetické zdroje, zahrnuté ve Smlouvě o přistoupení.

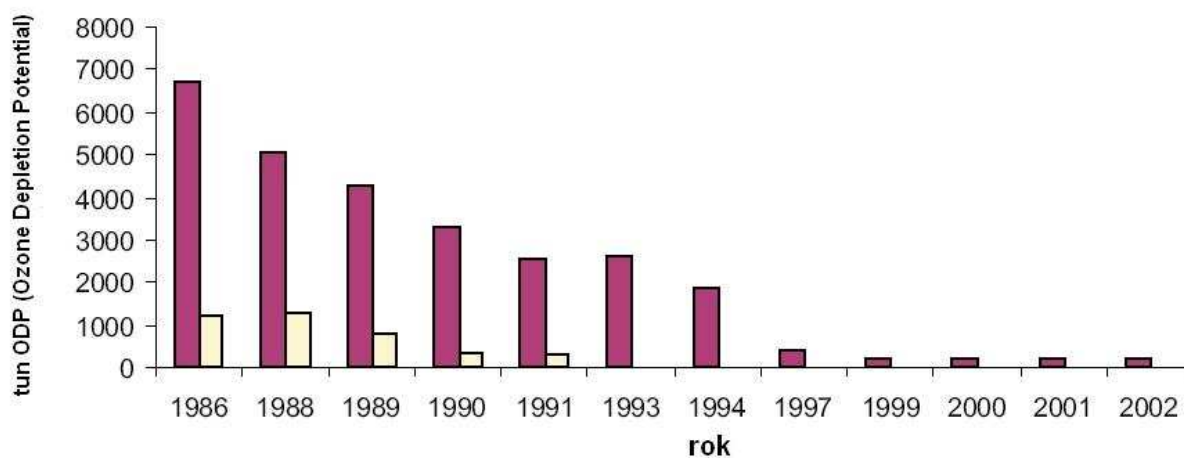
4.2.1. Stav ozonové vrstvy

V posledních desetiletích se v globálním měřítku stal vážným problémem změny v množství a prostorového rozložení ozonu v atmosféře. To způsobilo znepokojení vědců i veřejnosti, zejména s ohledem na to, že ozon absorbuje sluneční UV záření. Obsah ozonu v atmosféře do velké míry určuje dopad tohoto záření na zemský povrch. Je známo, že ultrafialové záření může být škodlivé pro všechny živé organismy a zvýšené záření může způsobit škody na přírodních ekosystémech, v čemž je samozřejmě zahrnut i negativní vliv na lidské zdraví (zvýšený výskyt rakoviny a šedého zákalu a negativní vliv na zemědělskou produkci a zvířecí chovy). Navíc má nemalou váhu to, že změny rozložení ozonu se mohou

spolupodílet na změnách regionální cirkulace atmosféry a také globální všeobecné cirkulace atmosféry. Panuje obecná shoda, že hlavní příčinou úbytku stratosférického ozonu je přítomnost antropogenních chemických látek, zvláště chloru a bromu, které mohou, prostřednictvím celé řady chemických procesů a za odpovídajících meteorologických podmínek, vést k masovému rozpadu molekul ozonu. Díky přijetí a dodržování Montrealského protokolu se emise látek, obsahujících chlor a brom (freony, halony aj.) značně zpomalily nebo téměř zastavily. Přesto však jejich koncentrace ve stratosféře zůstává značně vysoká a to kvůli jejich dlouhé životnosti. Čas obnovy ozonové vrstvy může trvat velmi dlouho s ohledem na ochlazení atmosféry, způsobené skleníkovými plyny (skleníkový efekt způsobuje vzrůst teploty v troposféře a pokles ve stratosféře). Při příznivých meteorologických podmínkách se mohou úbytky ozonu vyskytovat ještě mnoho let.

Měření celkového množství ozonu jsou prováděny už více než 40 let v mnoha vědeckých institucích na celém světě (lit. [15]). Ve světovém měřítku bylo celkové množství ozonu v letech 1997-2003 o 3% nižší vzhledem k průměrnému množství z let 1964-1980. Množství ozonu je různé v různých místech zeměkoule. Největší úbytky celkového množství ozonu jsou pozorovány v oblastech poblíž jižního pólu, a dále v oblastech velké zeměpisné šířky severní polokoule, což je spojeno s velkými zimními a jarními úbytky ozonu nad Arktidou. Úbytek ozonu v tropických oblastech je blízký nule. Na severní polokouli ve středních šířkách (35°-60°), vzhledem k průměru let 1964-1980, množství ozonu o 3% nižší a na jižní polokouli o 6%. Na severní polokouli se v zimě množství ozonu snižuje o 4% a v létě 2%. Na jižní polokouli (ve středních zeměpisných šířkách) nedochází k sezónním výkyvům. Mimo tropické oblasti dochází ke ztenčování ozonové vrstvy s tím, že úbytek ozonu je větší v zimě a na jaře, v létě a na podzim je menší, avšak statisticky významný. V Polsku probíhá měření celkového množství ozonu již od roku 1963 v Centrální geofyzikální observatoři IGF PAN v Belsku. Množství ozonu naměřené v Belsku jsou typické pro střední zeměpisné šířky severní polokoule. Množství ozonu nad Polskem je v období prosinec-březen v současnosti o 3-4% nižší než v 70. letech (čili před obdobím silného znečištění atmosféry látkami ničícími ozonovou vrstvu). Na pozdním jaře a v létě je mocnost ozonové vrstvy jen o 2% nižší než v 70. letech. Zvláště zajímavá jsou změny ve vertikálním profilu. Je totiž pravděpodobné, že obnova ozonové vrstvy začne od míst v horní stratosféře, kde jsou procesy chemické destrukce ozonu nejlépe pozorovatelné díky omezenému vlivu změn v dynamice atmosféry a chemickému složení atmosféry na koncentraci ozonu v těchto výškách. Je třeba poznamenat,

že trend ozonu v horní vrstvě stratosféry je stále ubývajícím, naopak od střední vrstvy (pozitivní tendence od poloviny 90. let) a dolní vrstvy (stabilizace množství ozonu od poloviny 90. let). Nabízí se, že absence úbytku ozonu v těchto výškách je také výsledkem dynamiky atmosféry a nejen výsledkem snižování obsahu látek ničících ozon. Změny ozonového profilu jsou kromě celkového množství ozonu jedním z činitelů, které mají vliv na UV záření, které dopadá na zemský povrch. Výsledky měření vykazují korelaci mezi úbytkem celkového množství ozonu v atmosféře a vzrůstem intenzity záření UV-B na zemském povrchu. Tento efekt je však v těchto zeměpisných šířkách často zeslabován oblačností. Na stav ozonové vrstvy mají významný vliv emise antropogenních sloučenin obsahujících chlor a brom (například freony a halony). Tyto sloučeniny jsou při zemském povrchu vysoce stabilní a nereaktivní, vysoko ve stratosféře se však pod vlivem intenzivního slunečního záření rozkládají a uvolňují chlor a brom a nastává řetězová reakce ničící ozon. Těmto procesům pomáhají některé faktory, jako je nízká teplota (pod -78°C), umožňující tvorbu tzv. polárních stratosférických oblaků (PSC). V důsledku reakce na povrchu molekul těchto oblaků se zvětšuje množství molekul aktivního chloru a zesiluje se ničení ozonu. I přesto, že produkce halonů a freonů byla téměř zastavena, jejich dlouhá životnost dovoluje, že je jejich koncentrace ve stratosféře stále vysoká. Sloučeniny obsahující chlor a brom se stále používají v různých zařízeních v chladírenském, stavebním (izolace), farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. V Polsku v období 1986-2003 došlo k výrazné redukci využití látek ničících ozonovou vrstvu. Využití freonů kleslo z 6710 tun v roce 1986 na 201,5 tuny v roce 2002. Využití halonů, které v roce 1986 představovalo 1250 tun, bylo v roce 1995 úplně zrušeno (obr. 19).



Obr. 19: Využití freonů a halonů v Polsku. Převezto s úpravou z: lit. [15]

Mezi substance kontrolované Montrealským protokolem, patří pouze tetrachlormetan. Produkce tetrachlormetanu byla v roce 1997 35 tun ODP, v roce 1998 44 tun ODP, v roce 1999 28 tun ODP a v roce 2002 2 tuny ODP (ODP = Ozone Depleting Potential, potenciál poškozování ozónové vrstvy) (lit. [15]).

Mezi základní protopatření ve věci ničení ozonové vrstvy patří plnění závazků Montrealského protokolu, jehož základním cílem je celkové zastavení produkce a využívání látek ničících ozonovou vrstvu. Látky, na něž se vztahuje Montrealský protokol, patří do skupiny chlorovaných uhlovodíků. Ty mají různou schopnost ničení ozonu, uvedenou v potenciálu poškozování ozónové vrstvy (ODP). Tento ukazatel je nepojmenovaným číslem, které vyjadřuje vztah potenciálu látky CFC-11 (trichlorofluorometan CFC13) k potenciálu jiných látek. Změny Montrealského protokolu s sebou přinesly nutnost náhrady látek ničících ozonovou vrstvu jinými, méně agresivními sloučeninami, v souladu se zásadou čisté výroby. Polská strategie redukce produkce a využití látek ničících ozonovou vrstvu je shodná s Montrealským protokolem i po změnách. Měření obsahu látek ničících ozonovou vrstvu, zejména freonů a halonů ukazují, že koncentrace těchto látek se při zemském povrchu systematicky snižují a vysoko v atmosféře nebyl potvrzen růst jejich koncentrace. To dokazuje účinnost mezinárodních aktivit v ochraně ozonové vrstvy. V posledních několika letech se pozornost zaměřila na vztah mezi problémem úbytku ozonu a změnami klimatu. Byly zahájeny výzkumy ohledně propojení změn klimatu s regenerací ozonové vrstvy. Skleníkové plyny, jako např. vodní pára, oxid uhličitý, metan a jiné, mají opravdu významný vliv na úbytek ozonu.

Hlavní příčinou výskytu ozonové díry ve stratosféře je přítomnost antropogenních chemických sloučenin zejména chloru a bromu, které v důsledku činnosti celého řetězce chemických procesů za vhodných meteorologických podmínek způsobují masivní rozpad částic ozonu. Tomu pomáhá velmi nízká teplota (méně než 78°C) atmosféry, která umožňuje výskyt tzv. polárních stratosférických oblaků. Na povrchu molekul těchto mraků se zvětšuje počet molekul aktivního chloru, čímž se zesiluje proces ničení ozonu. Také výjimečně silné výbuchy sopek (které se konaly i v minulých desetiletích) urychlují proces rozpadu ozonu a to tak, že se do stratosféry dostává sírový aerosol. Díky plnění Montrealského protokolu se rychlost produkce sloučenin obsahujících chlor a brom do atmosféry velice výrazně snížila, jejich koncentrace ve stratosféře zůstává vysoká (vzhledem k dlouhému životnímu cyklu). Prostorové i časové rozložení ozonu je výsledkem rovnováhy mezi výkonem procesů jeho

regenerace a rozpadu a také intenzity transportu (například z oblastí s převahou produkce ozonu do oblastí, kde převažují jeho ztráty). Můžeme pozorovat charakteristickou proměnlivost ozonu ze dne na den, a sezónní z roku na rok. Obsah ozonu ve svislém sloupci atmosféry o podstavě 1cm² (tzn. Jeho celkový objem) je asi 8×10^{18} molekul, který je roven vrstvě tohoto plynu o tloušťce 0,3 cm za normálních podmínek tlaku a teploty (0°C a 1000 hPa). Jednotkou celkového obsahu ozonu je atmocentimetr (atm-cm). Celkový obsah ozonu je 1 atm-cm, jestliže je při normálních podmínkách vrstva ozonu 1 cm. Její tisícina je mili atm-cm a jinak se jí také říká Dobsonova jednotka (D). Zájem odborníků i veřejnosti se zvýšil, když byl potvrzen výskyt obrovských nedostatků ozonu. Nejvíce spektakulárním příkladem těchto jevů je antarktická ozonová díra. Antarktická ozonová díra je oblast s velmi zmenšeným celkovým obsahem ozonu, který se od poloviny 80. let každoročně objevuje v této oblasti a to nejčastěji od srpna do prosince. Hluboké regionální úbytky celkového obsahu ozonu se vyskytují i ve středních zeměpisných šířkách, trvají obvykle několik dní a jsou spojeny se změnami v cirkulaci atmosféry v horní části troposféry a dolní části stratosféry. Tato krátkodobá minima celkového obsahu ozonu nazýváme ozonové mini-díry. Informace stavu ozonové vrstvy v planetárním měřítku získáváme z databází Globálního systému monitoringu ozonu (GO3OS) Světové meteorologické organizace, které patří pozemní i satelitní síť měřících stanic, ke kterým patří i polské stanice IMGW a IG PAN. Z dostupných dat vyplývá, že mimo tropické oblasti ozonová vrstva významně slábne, přičemž významnější úbytky jsou v zimě a na jaře, v létě a na jaře jsou úbytky menší, ale přesto statisticky významné. V Polsku jsou měření celkového množství ozonu systematicky prováděny pomocí Dobsonova spektrofotometru už od roku 1963 v Centrální geofyzikální observatoři PAN v Belsku a od roku 1992 také pomocí Brewerova spektrofotometru. Od ledna 1993 je v úřadu pro regionální prognostiku IMGW v Krakově každý den zpracováváno rozložení celkového množství ozonu nad Polskem a střední Evropou na základě dat ze satelitů NOAA. Stejně jako v jiných světových stanicích měřících ozon, i v Belsku byl zaznamenán v posledních 30 letech úbytek celkového množství ozonu, který je zejména v zimě a na jaře velmi výrazný. Rekordně vysoký úbytek byl v Belsku zaznamenán v sezóně 1991-1992 a 1992-1993 (lit. [14]). V posledních letech však není úbytek ozonu tak markantní. Pro vysvětlení změn v ozonové vrstvě je třeba brát v úvahu nejen fotochemické procesy, ale i dynamické procesy v atmosféře. Vzhledem k mimořádné složitosti dynamických procesů severní polokoule se v poslední době diskuse týká toho, které z těchto procesů jsou důležité v procesu fotochemického rozpadu ozonu. Jako příklad mohou posloužit ozonové mini-díry.

Analýza více než 11 tisíc hodnot celkového množství ozonu, naměřených v Belsku ukázala, že téměř všechny extrémně nízké hodnoty množství ozonu byly naměřeny v zimním období 90. let. V meteorologické literatuře se čím dál častěji objevuje názor, že příčinou výskytu ozonových mini-děr jsou dynamické procesy v atmosféře, jako například anticyklóny v horní části troposféry.

Data z měření ozonu ze stanic, které provádějí dlouhodobá, trvalá a spolehlivá měření jsou zvláště cenná pro statistické analýzy, které zkoumají změny množství ozonu v různých výškách atmosféry. V Evropě jsou pouze tři stanice, které provádějí spektrofotometrická měření vertikální distribuce ozonu metodou Umkehr. Jednou z nich je polská stanice IG PAN v Belsku s téměř čtyřicetiletou měřicí řadou, široce používanou v nejdůležitějších statistických a metodických analýzách. Takové měření probíhá jen za jasných dnů po dobu asi 4,5 hodiny. Ozonové profily, získané metodou Umkehr, se používají hlavně na analýzy velkého rozsahu. Jak je vidět, tak změny v mnohaletém průměru 1963-2001 (přerušovaná linie) jsou nejvíce výrazné v dolní stratosféře a v troposféře. Bohužel jsou údaje z metody Umkehr nejméně spolehlivé právě v nejnižších vrstvách. Ozonové profily jednotlivých dnů se mohou výrazně lišit od mnohaletých průměrů a to jak v množství ozonu v různých vrstvách, tak i výšce s maximem ozonu. Nutno také dodat, že změny ozonového profilu při stabilním celkovém množství ozonu, jsou jedním z hlavních činitelů velikosti UV záření, které pak dopadá na zemský povrch. Mnohaleté výzkumy ukazují statisticky významné negativní trendy množství ozonu o velikosti několika procent na desetiletí. K nejvýznamnějšímu úbytku ozonu (-6%) došlo ve vrstvě 0-28 km na jaře a ve vrstvách od 32,6-40 km na podzim. Minimální celoroční trend (-2%) za desetiletí se objevil ve vrstvě 28,0-32,6 km. Na stanici IMGW Legionowo také probíhá měření profilu ozonu. Měření jsou prováděna radiosondážovou metodou a to už přes 20 let. Sondáže jsou prováděny pravidelně jednou týdně každou středu a v období zima/jaro 2-3 krát za týden v případě očekávaných úbytků ozonu. V sezónách let 1996-2001 začaly být pozorovány velké úbytky stratosférického ozonu. Jsou spojeny s anticyklonální cirkulací a vysokou tropopauzou i nad Polskem (lit. [14]).

Zároveň s měřením celkového množství ozonu se provádí i měření ultrafialového záření (UV). Množství UV paprsků, které se dostávají až k zemskému povrchu, závisí na výšce slunce nad horizontem a také na zeměpisné šířce, ročním období a činitelů absorbujících a rozptylujících sluneční záření v atmosféře, a také na vlastnostech na zemském povrchu (albedo). Měření UV záření probíhá v Belsku ve středním Polsku souvisle už od roku 1976

(nejdéle v Evropě) a od roku 1994 na třech stanicích v různých geografických podmínkách: Łeba (u Baltského moře), Legionowo (střední Polsko) a Zakopane (na horách). Energie ultrafialového záření představuje jen nevelkou část celkové energie slunečního záření (asi 8%), dopadajícího na zemský povrch. Toto záření má obrovský význam v procesech ve vyšších vrstvách atmosféry a také v biosféře. Hlavní příčinou proměnlivosti UV záření (kromě geografických a sezónních vlivů) jsou procesy účinků záření v atmosféře: absorpce a rozptyl. V procesu absorpce UV záření hraje hlavní roli ozon. Závislost UV záření na obsahu ozonu popisuje tzv. radiacijní współczynnik amplifikacji, čili procentová změna dávky UV záření při změně celkového množství ozonu o 1%. Tento parametr závisí na způsobu výpočtu dávky záření a také na zenitové vzdálenosti Slunce, vertikálním rozložení ozonu a jeho hodnoty se pohybují mezi 1,1 a 1,3. Viditelný je pozitivní trend v míře UV záření. Velikost trendu v období 1976 až 1996 byla 6,3% na dekádu. Vzhledem k tomu, že v tomto období globální záření nevykazovalo významné pozitivní trendy, ke zvýšení míry UV záření došlo díky snížení celkového obsahu ozonu. Současná velikost trendu podléhá změnám z důvodu zpomalení likvidace ozonové vrstvy. S ohledem na různou oblačnost je pro roční i denní průměry je mírně významná i zeměpisná šířka. Ve větší míře se rozdíly vyskytují v maximálních denních hodnotách při zatažené obloze. K největšímu rozdílu mezi stanicemi dochází v červnu a v březnu, kdy v Zakopaném je patrný vliv albeda (sněhová pokrývka). Odhad trendů UV záření při zemském povrchu komplikují změny v oblačnosti, albedo a atmosférické aerosoly. Nadměrná expozice UV záření má vliv na ekosystémy a hlavně pro člověka – největší ohrožení představuje pro kůži, imunitní systém a zrak. Proto je získání kvalitních údajů o množství ozonu a UV záření opravdu žádoucí.

V nedávné době bylo ve středních zeměpisných šířkách obou polokoulí zaznamenáno zpomalení úbytku celkového množství ozonu. V souvislosti s tím se objevily názory, že se ozonová vrstva začíná regenerovat a postupně se dostane do původního „zdravého stavu“. Ale podle Světové meteorologické organizace (a jejího článku z roku 1999) můžeme v nejbližších 10-15 letech očekávat rekordně nízké stavy ozonu. Výsledky výzkumů a prognostických modelů ukazují, že do roku 2050 nemůžeme očekávat zánik ozonových děr. Regenerace ozonu se může opozdit kvůli obsahu skleníkových plynů ve stratosféře (skleníkový efekt zvyšuje teplotu v troposféře a snižuje ji ve stratosféře), kvůli výbuchům sopek. Další pozitivní změny jsou závislé na plnění Montrealského protokolu spolu s nařízeními zakazujícími užívání škodlivých látek pro ozonovou vrstvu. Polsko je zavázáno v ochraně ozonové vrstvy

v následujících smlouvách: Vídeňské konvenci o ochraně ozonové vrstvy a Montrealském protokolu o omezení látek ničících ozonovou vrstvu. Jedním z požadavků Vídeňské konvence, která vešla v platnost 22. září 1988, je provádění systematických výzkumů a pozorování spojených se stavem stratosférické ozonové vrstvy, měření množství ozonu v atmosféře, měření UV záření, výzkum důsledků oslabené ozonové vrstvy na životním prostředí a výměna informací. Konvence také obsahuje seznam látek, které mohou ovlivňovat stav ozonové vrstvy a také obecné závazky k eliminaci aktivit způsobujících její destrukci a dává formální základ pro vznik Montrealského protokolu. Zásadním úkolem Montrealského protokolu, který byl uveden do života 1. ledna 1989, je celkové zastavení produkce a využití látek vyjmenovaných v Protokolu látek ničících ozonovou vrstvu. Tyto látky patří do skupiny chlorovaných uhlovodíků a mají různou schopnost ničení ozonu, určenou ukazatelem potenciálu ničení ozonu – ODP (Ozone Depleting Potential). V letech 1986-2000 došlo v Polsku k výraznému poklesu využívání látek, které ničí ozonovou vrstvu. Využití freonů se snížilo z 6710 tun v roce 1986 na 187 tun v roce 1999. V roce 1986 bylo využito 1256 tun halonů, v roce 1995 bylo jejich použití úplně zastaveno. V Polsku je využíván z látek kontrolovaných Montrealským protokolem pouze tetrachlormetan. Byl využíván v množství 35 tun (v roce 1997), 44 tun (v roce 1998) a 28 tun (v roce 1999) (lit. [14]). Strategie omezení produkce a využití látek ničících ozonovou vrstvu je v Polsku v souladu s Montrealským protokolem a jeho doplňky. Využití kontrolovaných látek spočívá v kontrole redukce, importu, exportu na základě povolení. Každý hospodářský subjekt, žádající o povolení, musí získat příznivé stanovisko Úřadu na ochranu ozonové vrstvy. V případě halonů povolení vydává i Národní velitelství požární ochrany. Vše řídí ministerstvo hospodářství. Protokol nestanovuje žádná omezení, pokud jde o množství a charakter kontrolovaných látek. V roce 1992 byly zavedeny poplatky za emise látek, které poškozují ozonovou vrstvu, což představuje ekonomický stimul, který snižuje spotřebu a snižuje emise těchto látek, a tím vede ke splnění povinnosti vyplývající z Montrealského protokolu. Použití látek, které poškozují ozonovou vrstvu, je také omezeno průmyslovými předpisy, ke kterým je možno počítat certifikáty. Od roku 1992 Centrum pro vědecký výzkum protipožární ochrany (orgán vydávající certifikáty) už nevydává certifikáty pro nová halonová zařízení a neprodlužuje certifikáty staré. Ani Polský lodní registr nevydává nová povolení na halonová zařízení na lodích a zákaz se také vztahuje na CFC (R)-12 a R-502. Centrální chladírenský ústav je pověřený vydáváním certifikátů v oblasti chladírenství. K dalšímu snížení spotřeby ozon-destruktivních látek dochází díky: zdokonalení národního systému pro využití a recyklaci

chladících zařízení a provádění národní strategie pro snižování emisí halonů. Pracuje se také má národní strategii eliminace bromometanu a látek kontrolovaných při výrobě léků proti astmatu a národní strategie pro zacházení s CFCs a HCFCs.

4.2.2. Změny klimatu

V posledních desetiletích jsme čím dál častěji svědky výskytu tragických, extrémních fenoménů, jako jsou povodně, sucha, tornáda, bahenních lavin, krupobití, mrazivých nebo naopak tropických vln. Tyto fenomény, a jmenovitě období vysokých teplot, představují bezprostřední ohrožení pro život a lidské zdraví, protože je příčinou odvodnění organismu, mozkových i srdečních příhod. Jak vyplývá z mnohaletých výzkumů, příčiny katastrofálních fenoménů je třeba vidět v postupných, ale trvalých změnách klimatu. Polsko uznalo ochranu globálního klimatu za jeden z prioritních cílů „II státní ekologické politiky“, kterých má být ve střednědobé perspektivě, tj. do roku 2012, dosaženo prostřednictvím: splnění Polskem přijatých závazků na redukci emisí skleníkových plynů o 6% v poměru s výchozím rokem (1998), zajištění realizace politiky ochrany klimatu na úrovni sektorů národního hospodářství a kroky ve smyslu vytvoření systému odpovídajících mechanismů a pobídek.

Změny klimatu jsou stimulovány stálým vzrůstem koncentrace skleníkových plynů v atmosféře, způsobujících vzrůst teploty na Zemi, čili globální oteplování klimatu. Světový výzkum průměrné teploty ukázal její vzrůst o $0,7 \pm 0,2$ °C v průběhu 100 let. Devět z deseti nejteplejších let od ustálení světových teplotních poměrů, bylo zaznamenáno v posledním desetiletí. V Evropě v posledním století vzrostla průměrná teplota více než v globále a to o 0,95°C. Předpovídá se, že v tomto století dojde ke zvýšení průměrné globální teploty o 1,4 až 5,8°C a v Evropě o 2,0 až 6,3°C. Znepokojující prognózy zvyšování teploty a s tím spojené riziko neodvratitelných klimatických změn způsobily, že v současné chvíli je pro mezinárodní společnost klíčovým úkolem udržení globálního růstu průměrné teploty na úrovni ne vyšší než 2°C na 100 let. V Polsku se nárůst teploty od začátku 20. století odhaduje na 0,6 – 0,8°C. Největší zvyšování teploty je pozorováno v zimním období a nejvyšší rychlost růstu vykazuje minimální teplota. Dekáda 90. let byla nejteplejší v celém 20. století a nejvyšší teplota v letním období byla zaznamenána v letech 1998, 2000 a 2002, což lze považovat za potvrzení výzkumu průměrné roční teploty Varšavy v období posledních 25 let (lit. [15]).

Největší podíl na vývoji současných klimatických změn se přisuzuje vzrůstu emisí skleníkových plynů antropogenního původu, zejména emisí oxidu uhličitého (CO₂). Roční

emise oxidu uhličitého na světě se odhaduje na 7 miliard tun (údaje European Environment Agency). V Polsku byla celková emise CO₂ v roce 2003 cca 293 milionu tun, což představuje asi 0,43 % světových emisí. Základním zdrojem emisí CO₂ jsou zde spalování fosilních paliv, ze kterých pochází více než 95% produkovaného CO₂. Od roku 1990 se ve většině nových členských států EU, včetně Polska snížily emise skleníkových plynů a to zejména díky hospodářsko-politickým změnám s restrukturalizací hospodářství, spolu s redukcí energeticky náročných odvětví průmyslu. Podíl jednotlivých sektorů na celkovou produkci skleníkových plynů v Polsku plyne z užívaných energetických médií, mezi nimiž dominují tuhá paliva. Z údajů za rok 2003 vyplývá, že největší podíl (přes 57%) na emisích CO₂ má spalování paliv pro energetické účely, velkým zdrojem je také spalování paliv ve zpracovatelském a stavebním průmyslu (13,5 %) a v dopravě (9,6 %) (lit. [15]).

Váha problematiky změn klimatu a její globální charakter zrodily nevyhnutelnost účinných kroků na mezinárodní úrovni. Tyto kroky mají za cíl zpomalení procesu globálního oteplování klimatu prostřednictvím redukce emisí skleníkových plynů. Mezinárodní společenství se spolu s Polskem zavázalo redukovat emise skleníkových plynů, když v roce 1992 podepsalo Rámcovou smlouvu OSN o změně klimatu a v roce 1997 Kjótský protokol, který pro země EU předpokládá společnou redukci 6 klíčových skleníkových plynů o 8% oproti roku 1990 do období 2008-2012. Pro Polsko je cílem redukce emisí skleníkových plynů o 6% úrovně roku 1988 do období 2008-2012. V posledních 20 letech dosáhlo Polsko jednoho z nejlepších výsledků ve snižování emisí skleníkových plynů mezi evropskými státy. V Polsku je pozorován od začátku 90. let systematický úbytek emisí skleníkových plynů při současném stálém vzrůstu HDP. Výjimkou je rok 2003, ve kterém při nárůstu HDP o 4,5% a 5,7% nárůstu produkce energií, došlo k 13,82% nárůstu emisí CO₂ v porovnání s rokem 2002. Pokud si uvědomíme, že má Polsko vysoký podíl energetického sektoru (57%) v tvorbě CO₂, má nezvykle velký význam redukce emisí právě v energetice. Efektivní využívání surovin a značná modernizace vedou k tomu, že při růstu energetické produkce nedochází ke zvyšování emisí CO₂. Jedním z efektivních opatření proti emisím skleníkových plynů je výroba energie z obnovitelných zdrojů. Závazná legislativa předpokládá dosažení 7,5% podílu elektrické energie z obnovitelných zdrojů v celkové produkci energie v Polsku. V současné době je podíl nízký, cca 2%. Hlavními zdroji elektrické energie stále zůstávají tepelné elektrárny spalující tuhá paliva, při pomalu vzrůstajícím podílu obnovitelných zdrojů.

Opatření proti změnám klimatu je jedním z hlavních cílů ekologické politiky Polska, politika ochrany klimatu získala také nejvyšší prioritu ve strategii trvale udržitelného rozvoje EU do roku 2010. V roce 2003 Polsko dosáhlo redukce skleníkových plynů o 3,2%, čili o dost méně než požaduje Kjótský protokol (6%) a vše ukazuje na to, že existující státní finanční nástroje dovolí dosáhnout ve stanoveném čase určené redukce emisí skleníkových plynů. Vzhledem k tomu, že jsou důsledky klimatických změn patrné v zemích, které se snaží o redukcí emisí i v zemích, které ještě žádné kroky nepodnikly, proces redukce skleníkových plynů bude ještě vyžadovat další intenzivní kroky na mezinárodní úrovni.

Změny a proměnlivost, to jsou charakteristické vlastnosti zemského klimatu. I v mnohaletých průměrech globální teploty lze v posledním století pozorovat velkou proměnlivost v jednotlivých letech, způsobenou přírodními faktory, jako je krátkodobé ochlazení v důsledku výbuchu sopky Pinatubo v roce 1991 nebo pravidelným výskytem jevu El Niño. A ačkoliv poslední výzkumy potvrzují vliv lidské činnosti na změny klimatu v globálním měřítku díky změně chemického složení atmosféry, je velmi složité popsat podíl antropogenní činnosti v těchto změnách. Za hlavní příčinu současných klimatických změn považujeme intenzifikaci skleníkového efektu, způsobenou rostoucí koncentrací skleníkových plynů v atmosféře, ke kterým patří zejména oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4) a oxid dusný (N_2O). Tyto plyny jsou přirozenou součástí atmosféry, ale průmyslová a zemědělská činnost způsobuje (přímo či nepřímo) jejich další uvolňování do atmosféry v ohromné šíři. A právě mechanismus vlivu skleníkových plynů na energetickou bilanci Země, způsobující růst teploty ve spodních vrstvách atmosféry, nazýváme skleníkový efekt. Většina vědců přesto věří, že jsou změny klimatu způsobené člověkem nevyhnutelné. Otázkou však zůstává, jaký bude charakter a rozsah těchto změn v prostoru a čase. Většina důsledků klimatických změn bude bohužel nepříznivá, budou nutné nejen adaptivní změny, ale i ty preventivní.

Většina skleníkových plynů (CO_2 , CH_4 , N_2O) se v přírodě běžně vyskytuje, ale jejich emise z antropogenních zdrojů dále obohacuje atmosféru. Mezi skleníkové plyny počítáme také průmyslové plyny ze skupiny HFC, PFC nebo fluorid sírový (SF_6), jejichž původ je výhradně antropogenní. Největší množství antropogenního oxidu uhličitého pochází ze spalování fosilních paliv, z výroby cementu a odlesňování. Zatímco sopečná činnost nebo spalování a rozklad biomasy jsou přirozené zdroje CO_2 . K nejvýznamnějším antropogenním zdrojům emisí metanu patří důlní těžba, přepracování a transport energetických surovin a chov hospodářských zvířat (zvířecí trus, střevní trávení přežvýkavců). V přírodním prostředí

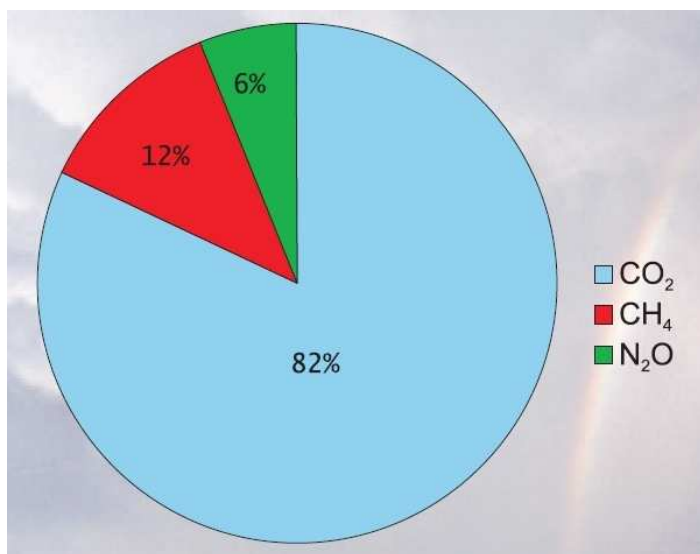
se metan tvoří v procesu anaerobního rozkladu organické hmoty v podmáčených oblastech (bahna, zátopové oblasti aj.), slaných i sladkých vodách. Za antropogenní emise oxidu dusného jsou odpovědné činnosti spojené s přihnojováním umělými i organickými hnojivy, spalování biomasy a fosilních paliv a průmyslová výroba (výroba kyseliny dusičné, automobilová doprava). Přírodním zdrojem oxidu dusného jsou rozmanité procesy ve vodě a v půdě, hlavně půdy pokryté lesy a trávami. Dochází k výraznému růstu koncentrace všech skleníkových plynů za posledních 200 let (kromě CFC-11). Mezinárodní úsilí na redukci plynů ničících ozonovou vrstvu ve stratosféře (včetně zmiňovaného CFC-11) se zasloužily o opravdový úbytek koncentrace tohoto plynu v posledních letech. Různé plyny mají různou schopnost pohlcovat teplo a reemitovat jej. Pro porovnání účinků těchto plynů byl vyvinut GWP1 – ukazatel celkové míry záření v určitém časovém horizontu (například 20 nebo 100 let) konkrétního plynu ve srovnání se základním plynem, za který je považován CO₂. Čím je delší životnost plynu a jeho silnější radiální vlastnosti, tím je vyšší ukazatel GWP. Například metan je 23 krát silnější než CO₂, oxid dusný 296 větší. Nejsilnější jsou průmyslové plyny: CFC-11 (freon) – 4600 a HFC-23 (náhrada freonů) až 12 000 (lit. [14]). Emise tří nejvýznamnějších skleníkových plynů Polska z let 1988 až 2000 je zobrazena v tab. 1.

Tab. 1: Změny emisí základních skleníkových plynů v Polsku [Gg]. Zdroj informací: lit. [14]

| rok | CO₂ | CH₄ | N₂O |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1988 | 477 584 | 3 140 | 70 |
| 1990 | 381 482 | 2 801 | 62 |
| 1996 | 373 202 | 2 252 | 54 |
| 1997 | 362 300 | 2 278 | 54 |
| 1998 | 338 095 | 2 335 | 52 |
| 1999 | 329 739 | 2 250 | 75 |
| 2000 | 314 812 | 2 183 | 77 |

Po drastickém poklesu emisí všech tří skleníkových plynů po roce 1988, způsobeném v důsledku ekonomické recese, od roku 1992 (a to navzdory výraznému zvýšení ekonomické stability) začalo v jednotlivých letech docházet k výkyvům. V případě CO₂ byl pozorován další úbytek po roce 1996. Růst emisí oxidu dusného od roku 1999 je způsoben rozšířením inventarizace o kategorii zemědělství, která předtím nebyla brána v úvahu. V roce 2000

nejvíce emisí oxidu uhličitého (téměř 96%) pocházelo z činnosti spojené se spalováním fosilních paliv v energetice, průmyslu, stavebnictví, dopravě, zemědělství a v domácnostech. Zbývá 4% pocházela z průmyslových procesů, jako je výroba cementu, vápna a oceli. V důsledku změn ve využívání půdy a lesnických činností bylo více CO₂ absorbováno než emitováno. Zásadní emise metanu pocházely v Polsku ze dvou hlavních zdrojů: odpadů (41%), těkavých látek a spalování paliv (35%). Za 22% emisí metanu je odpovědný chov hospodářských zvířat. Hlavními zdroji emisí oxidu dusného jsou: zemědělství (69%), chemický průmysl (18%) a spalování paliv (9%). Podíl jednotlivých zdrojů emisí u tří hlavních skleníkových plynů podlehl některým změnám v období let 1998-2000: například podíl kategorie spalování paliv při výrobě elektřiny a jiných hospodářských odvětvích v emisích oxidu uhličitého se snížily o 2%, zatímco v průmyslu vzrostl o 2%. Naopak o 4% vzrostly emise metanu z odpadů a o 8% z oxidu dusného ze zemědělství. Podíl jednotlivých skleníkových plynů v národní emisi v přepočtu na ekvivalent CO₂ je zobrazen na obr. 20.



Obr. 20: Podíl jednotlivých skleníkových plynů Polska v přepočtení na ekvivalent CO₂. Převzato z: lit. [14]

Oxid uhličitý je nejdůležitějším skleníkovým plynem Polska, představuje 82% emisí. Emise skleníkových plynů mohou být prezentovány také souhrnně při využití 100-letého ukazatele GWP. Průmyslové plyny ze skupiny HFC, PFC a SF₆ představují pouze zbytková procenta emisí skleníkových plynů v Polsku. Jejich hlavními zdroji byly hlavně chladicí a klimatizační média a pohonné hmoty v aerosolech (pro HFC) a u HFC i PFC jsou to hasicí přístroje. Plyny ze skupiny PFC vznikaly jako vedlejší produkt při výrobě hliníku. SF₆ byl využíván jako izolující plyn v elektronických systémech a dvojitych sklech. V roce 1999 bylo

Polsko odpovědné z 1,3% světových emisí CO₂ a asi 2,5% emise zemí OECD. Hodnota ukazatele emisí CO₂ pro sektor spalování paliv, který představuje převažující zdroj emisí CO₂ ve většině průmyslových zemí v přepočtu na obyvatele, je v případě Polska menší než průměrná hodnota pro země OECD a více než dvakrát menší než pro USA, ale mnohem vyšší než v rozvíjejících se zemích, jako je například Brazílie nebo Čína). Emise CO₂ přepočtené na jednotku HDP v Polsku převyšují země OECD. Vyšší hodnoty byly zaznamenány například v České republice, v Rusku nebo v Číně).

Zvýšení průměrné roční globální teploty ovzduší, pozorované od roku 1860, činilo asi 0,6°C, přičemž dekáda 90. let dvacátého století byla nejteplejší. Zvětšily se také úhrny srážek v mírných šířkách a to hlavně v důsledku větší frekvence bouřkových srážek. Pozorování troposféry (do 8 km nad zemským povrchem) ukázalo vzrůst teploty o 0,1°C na 10 let. Oteplení zemského klimatu je patrné už od 20. let a výrazné od konce 70. let 20. století. Za toto období se hladina moře zvýšila průměrně o 20 cm. Oteplení potvrzují také polské výzkumy, které ukázaly další trendy (devadesátileté) průměrné roční teploty ovzduší na stanicích s omezenými vlivy antropogenní činnosti (0,006°C/rok na Sněžce) i na stanicích v dosahu měst (0,002°C/rok Wrocław a 0,007°C/rok Koszalin). Do té doby se výzkum klimatických změn opíral hlavně o pozemní měření a simulační modely. Důkazy pro těsný vztah mezi teplotou ovzduší a koncentrací skleníkových plynů přinesly teprve nedávno výsledky pozorování z družice v roce 1970 a 1997, které doložily změny ve spektru ultrafialového záření odráženého ze Země, což odpovídá zvětšené koncentraci skleníkových plynů. Vzhledem k dalšímu hospodářskému rozvoji a z něj plynoucí emisi skleníkových plynů, jsou odhadovány budoucí změny teploty ovzduší a hladiny moře. A tak se můžeme do konce století dočkat růstu průměrné globální roční teploty o 2,5°C (od 1,5 do 5,8°C) a vzestupu mořské hladiny o 35 cm (od 15 do 70 cm) a v případě silného hospodářského růstu a využívání tradičních energetických zdrojů a rychle rostoucí světové populace i o 1 metr. Můžeme také očekávat snížení srážkových úhrnů v tropech a zvýšení v mírném pásu. Na základě stejných scénářů můžeme očekávat změny klimatu i v Polsku – růst průměrné roční teploty o 2 až 3 stupně a růst srážkových úhrnů o 5 až 10% do roku 2100 (lit. [14]).

Objevení hrozby klimatických změn, stimulované lidskou činností, vedlo ke vzniku Rámcové smlouvy spojených národů ve věci klimatických změn, která byla předložena k podpisu na konferenci o životním prostředí a rozvoji v Rio de Janeiro v roce 1992. Tato konvence zavazuje vyspělé země a státy v přechodném období (uvedené v příloze I konvence)

ke stabilizaci emisí skleníkových plynů (CO_2 , CH_4 a N_2O) s cílem dosažení úrovně roku 1990 v roce 2000. Pro Polsko byl vztažný rok určen 1988. Rozvojové státy se nedohodly na přijetí žádných závazků. V březnu 1994 vešla konvence v platnost a do roku 2001 ji podepsalo 186 zemí. Polsko konvenci ratifikovalo v červenci 1994. Polsko splnilo své závazky dokonce lépe, než slíbilo. V letech 1992-2000 byly emise skleníkových plynů o 30% nižší než v roce 1988. Další stabilizace emisí skleníkových plynů může být v Polsku dosaženo energetickými úsporami, zachycováním metanu ze skládek komunálního odpadu, racionální využití dusíkatých hnojiv v zemědělství aj. Navíc byly v Polsku přijaty právní mechanismy, podporující redukci emisí skleníkových plynů. K těmto mechanismům patří zákony týkající se maximálních přípustných emisí znečišťujících látek, zvětšování lesních porostů, využívání obnovitelných zdrojů energie a další. K finančním mechanismům řadíme poplatky za emise CO_2 v podobě preferenčních bodů a dotací pro projekty na redukci skleníkových plynů, udělovaných z prostředků národních a vojvodských fondů ochrany životního prostředí a vodního hospodářství, Ekofondu nebo fondu GEF2. V oblasti činností proti klimatickým změnám v Polsku budou stěžejní význam: prodloužení vegetačního období, racionální využívání zásob vody, nové technologie, výběr vhodných rostlin, změny využívání půdy a struktury plodin, aj. Spoustu se toho dá udělat také v oblasti vodního hospodářství (například budování nových vodních ploch, šetření s vodou v obdobích sucha atd.). Polsko jako přímořský stát se také musí chránit proti zvedající se hladině moře (budováním valů, hrází a vlnolamů, budováním nových poldrů, odvodňovacích a čerpacích systémů). V roce 1997 byl v japonském Kjótu podepsán další protokol ke zmiňované Konvenci, zavazující vyspělé země a státy v přechodném období k redukci emisí skleníkových plynů v období let 2008-2012 průměrně o 5%, přičemž byl seznam skleníkových plynů rozšířen o průmyslové plyny ze skupiny HFC a PFC a SF_6 . Velikost závazku redukce je různý a pohybuje se od 8% pro EU (kromě Polska a Maďarska), 7% pro USA, 6% pro Japonsko, Maďarsko a Polsko až po 0% (čili ke stabilizaci) pro Rusko a Ukrajinu. Tři rozvinuté státy mají povolen růst emisí: o 1% v Norsku, o 8% v Austrálii a 10% na Islandu. Země mohou dosáhnout plánované redukce individuálně nebo společně (jako například EU). Limit emisí Polska vyplývající ze závazků z Kjóta pro roky 2008-2012 je 531 330 Gg ekvivalentu CO_2 . Polsko ale v současné době disponuje velkou rezervou v této oblasti. Je však nutné pečlivě sledovat růst emisí v nejbližších letech v souvislosti s dalším rozvojem polské ekonomiky. Vstupní odhady emisí CO_2 do roku 2020 umožňují konstatovat, že cíl určený Kjótským protokolem je reálný (dokonce s jistým náskokem), což umožní vstup na mezinárodní trh s emisemi.

Emise skleníkových plynů se v zemích Přílohy I (zavázaly se ke snížení emisí skleníkových plynů do roku 2000 na úroveň roku 1990) snížily o 7,6%. Je to především díky poklesu emisí v zemích s přechodným stavem hospodářství (EIT) o 40,5% při současném růstu emisí o 6,6% v zemích velice vyspělých (Příloha II). Z této druhé skupiny zemí se mohou pouze dvě země pochlubit redukcí emisí skleníkových plynů v 90. letech: Německo (díky velikému snížení emisí v bývalé NDR o 18%) a Velká Británie (o 14%), která přeorientovala svou ekonomiku z uhlí na plyn. Ze středoevropských a východoevropských zemí zaznamenali po roce 1990 snížení emisí skleníkových plynů o 16% na Slovensku, o 25% v Česku, o 53% v Litvě a 56% v Lotyšsku. Z II Státní ekologické politiky plyne, že v letech 2008-2012 bude dosaženo stavu, kdy nebude překročeno 94% emisí skleníkových plynů z roku 1988 a budou splněny i jiné závazky Kjótského protokolu. Dalším cílem tohoto období bude dvojnásobné snížení (ve vztahu s rokem 1990) energetické náročnosti národního důchodu, využití obnovitelných zdrojů energie a široké využití technik energetické efektivity (lit. [9]).

5. Zhodnocení geografických faktorů znečištění ovzduší v Polsku

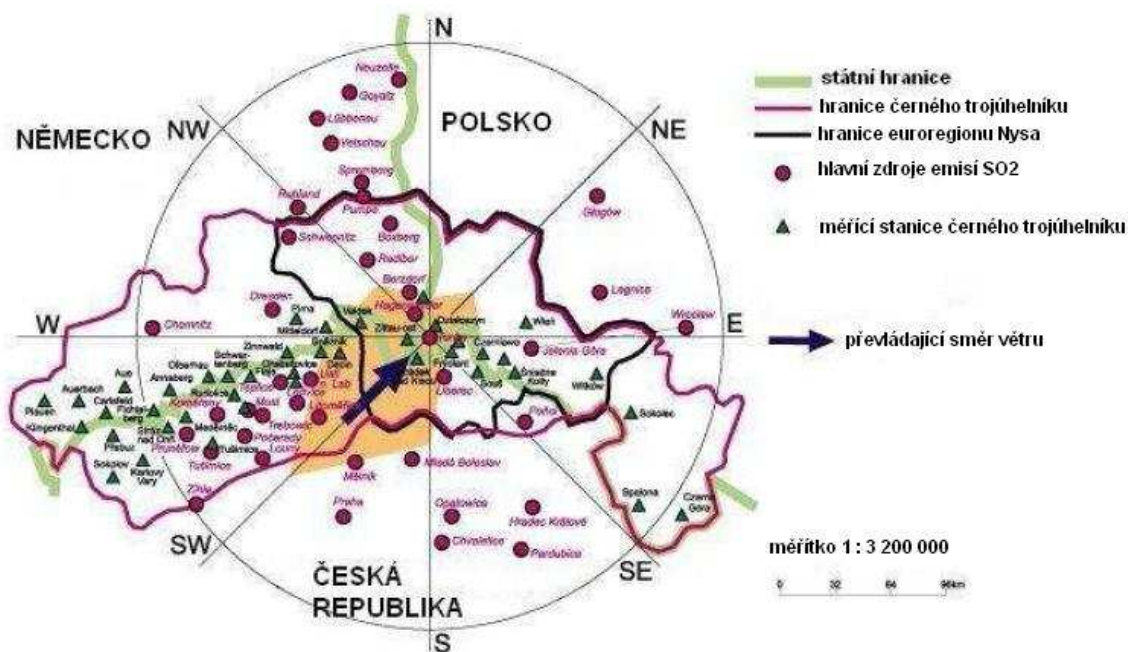
Znečištění ovzduší závisí na mnoha faktorech, zejména na typu a množství emisních zdrojů, na reliéfu a meteorologických podmínkách lokality.

Automobilová doprava, tepelné elektrárny, průmysl, lokální topeniště na tuhá paliva – to jsou asi nejvýznamnější zdroje znečištění ovzduší v Polsku.

Automobilová doprava produkuje ve významném množství oxidy dusíku, polévatý prach, oxid uhelnatý, aromatické uhlovodíky a v menším množství další nebezpečné látky. Nejhorší situace je tradičně ve městech (například u polévatého prachu z dopravy jsou na tom nejhůře města jako Krakov, Katowice, Varšava, Łódž a další) zejména v místech s hustým provozem a také na místech, kde není možné zajistit plynulost dopravy. Přesto je však znečištění ovzduší z těchto mobilních zdrojů v Polsku více rozloženo (na rozdíl od ostatních zdrojů).

Polsko využívá obnovitelné zdroje energie pouze minimálně, v roce 2010 by měly tvořit 10,4% vyrobené energie (na prvním místě jsou vodní elektrárny, na druhém větrné). V Polsku není v provozu žádná jaderná elektrárna. Proto zůstává hlavním zdrojem energie hnědé a černé uhlí, spalované v tepelných elektrárnách (ještě v roce 2001 vyráběly tepelné elektrárny 98,2% polské elektrické energie). Převažuje spalování černého uhlí a to hlavně v elektrárnách ve Slezsku. Spalování uhlí v tepelných elektrárnách je pro Polsko významným zdrojem emisí CO₂, SO₂, NO_x, polévatého prachu a dalších látek. Tepelné elektrárny mají značný vliv na znečištění jižního (GOP, černý trojúhelník atd.) a středního Polska.

Kdysi nejznečištěnější oblastí Polska byl tzv. černý trojúhelník (území i v Německu a Česku). V důsledku šíření emisí, zejména SO₂, NO_x a prachu docházelo ke kontaminaci vzduchu, acidifikaci půdy a vody. Ekologická stabilita v krajině byla vážně narušena. Na území ohraničeném severními Čechami, Saskem a jihozápadním Polskem se kvalita ovzduší, alespoň pokud jde o oxid siřičitý, dostala na úroveň požadovanou Evropskou unií někdy kolem roku 1997 až 1998. V polské části trojúhelníku nejvíce přispěla k čistšímu ovzduší modernizace tepelné elektrárny Turów a vzhledem k převládajícímu proudění větru i zlepšení ovzduší v sousedících státech.



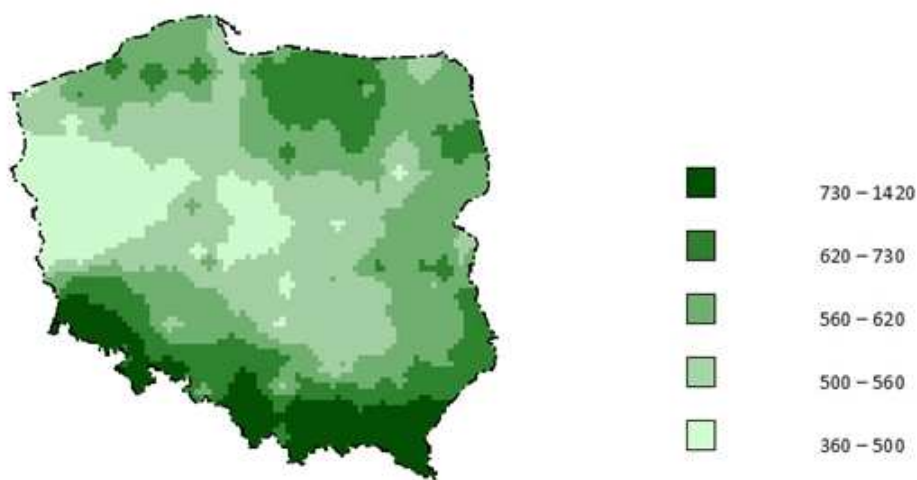
Obr. 21: Rozmístění hlavních zdrojů emisí a měřících stanic v oblasti černého trojúhelníku a Euroregionu Nysa. Převzato s úpravou z: lit. [20]

Průmysl je v Polsku stále jedním z nejvýznamnějších zdrojů znečištění ovzduší. Situace ale není již tak závažná, jako před 20 lety. Došlo k racionalizaci výroby a k odstranění některých nevýnosných závodů. Těžký průmysl byl do značné míry utlumen. Průmysl je zdrojem zejména polévatého prachu, aromatických uhlovodíků, těžkých kovů, oxidů dusíku a síry a dalších. Průmysl je v Polsku situován na okraje velkých měst. Nejprůmyslovější a zároveň průmyslově nejznečištěnější oblastí je jižní Polsko, konkrétně Górnoslaşski Okręg Przemysłowy.

Závažným problémem jsou lokální topeniště. Vzhledem k tomu, že jde o nízké zdroje emisí, působí jejich dopady přímo v místě jejich vzniku, čili nejčastěji ve městech a ohrožují lidské zdraví. Produkují oxidy dusíku a síry, oxid uhelnatý, polévatý prach a to nejvíce v chladné části roku. Tento problém je řešitelný pouze změnou paliva, čili ústupem od uhlí s přechodem např. na plyn nebo biomasu.

Dalšími geografickými faktory jsou reliéf a meteorologické podmínky. Polsko je nížinatá země (75% území leží pod 200 m n. m.). Hory jsou pouze na jihu (Tatry, Beskid, Karkonosze, Góry Izerskie atd.). Ty ovšem nebrání převažujícímu západnímu proudění vzduchu. Jedním z nejdůležitějších ukazatelů znečištění ovzduší je chemismus atmosférických srážek. Proto

byly stanice měřící srážky a jejich chemismus vybrány na základě klimatických údajů, které je předurčují jako charakteristické pro hodnocení oblastního rozložení znečištění. Nejvíce znečištěná je jižní část Polska, což je zároveň oblast s nejvyššími úhrny srážek. Proto je logické, že bývají nevyšší hodnoty mokré depozice škodlivin naměřeny na horské stanici Śnieżka. Nejčistší ovzduší je na SV. Jednak zde nenajdeme příliš mnoho zdrojů znečištění a také zde tolik neprší, proto z této oblasti nemáme významné hodnoty mokré depozice. Tato oblast je také řídce osídlena, proto zde nemáme zdroje znečištění charakteristické pro velká města.



Obr. 22: Rozložení ročního úhrnu srážek [mm] na území Polska v roce 2006. Převzato s úpravou z: lit. [10]

Polsko je tradičně zemědělsky obhospodařovaná země (60% rozlohy tvoří zemědělská plocha). Co se týče zdrojů škodlivin ze zemědělství, zmíním alespoň umělá hnojiva – v Polsku je hodně zemědělské půdy, ale používání umělých hnojiv není na tak vysoké úrovni, jako v západní Evropě. Zemědělství produkuje také oxid uhelnatý (hlavně ze spalování zemědělského odpadu) a amoniak (94% této látky pochází v Polsku ze zemědělství – z chovů hospodářských zvířat).

Některé látky, zejména ty emitované z vysokých zdrojů, jsou přenášeny na dlouhé vzdálenosti. Ne všechny emise oxidů síry a dusíku pocházejí z polských zdrojů. Polsko přijímá tyto látky například z Německa, ČR nebo Velké Británie. Naopak Polsko je zdrojem emisí transportovaných vzdušnými masami do Ruska, Běloruska, na Ukrajinu nebo do

Skandinávie. Ať již jde o vyprodukované emise nebo emise získané z ciziny, leží Polsko v oblasti s největší depozicí síry v Evropě.

Přenosy oxidů dusíku na dlouhé vzdálenosti mohou způsobovat ještě jeden problém – spolu s uhlovodíky a za vhodných podmínek (vysoká teplota a sluneční záření) může vznikat troposférický ozón a to zejména na okrajích měst (v městských centrech s hustou dopravou je ozón redukován oxidem dusnatým z automobilových motorů). V Polsku dochází k různě četnému výskytu smogových situací s výskytem ozonu v různých letech a to zejména kvůli různým povětrnostním podmínkám.

Koncem zimy lze nad Polskem naměřit silné úbytky ozonu ve stratosféře, zejména v průběhu přesouvání chladného polárního vzduchu nad Evropu, ve kterém se dokončuje proces fotochemické destrukce ozonu. Množství ultrafialového záření (UV-B) dopadajícího na zemský povrch se obecně zvyšuje s klesající zeměpisnou šířkou. Proto jsou měřicí stanice v Polsku lokalizovány v severojižním směru.

6. Iniciativy pro zlepšení kvality ovzduší

Příznivé změny stavu životního prostředí včetně ovzduší jsou důsledkem mnohaleté aktivní státní politiky v oblasti práva, ekonomiky, vědy, vzdělání a veřejného povědomí. Zákon o ochraně životního prostředí z roku 1980 byl mnohokrát novelizován. V roce 2001 vešel v platnost zákon nový – Právo ochrany životního prostředí (včetně ovzduší), který má za cíl zajistit soulad polských zákonů a evropských nařízení. Pozorované změny v životním prostředí, způsobené nadměrným znečištěním ovzduší, již v roce 1979 vedla mezinárodní společenství k podepsání konvence o dálkovém znečišťování ovzduší v Ženevě v rámci EHK/OSN, kterou Polsko ratifikovalo v roce 1985. K Ženevské konvence byly v následujících letech připojeny protokoly zavazující k omezení emisí některých látek. V roce 1999 byl v Göteborgu podepsán již osmý protokol o boji s acidifikací, eutrofizací a přízemnímu ozonu. V novém protokolu byly určeny limity oxidu siřičitého, oxidů dusíku, těkavých organických sloučenin a amoniaku, které bude nutné splnit do roku 2010. Bylo rozhodnuto, že strany protokolu, které mají větší problémy se škodami na životním prostředí a škodlivým vlivem znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel a taky v těch, ve kterých není redukce velkým problémem, přijmou větší závazky. Tento dokument navíc určuje normy stálých zdrojů emisí (energetiky, automobilů atd.) a vytváří obraz nejlepších způsobů řešení (BAT). Novinkou je závazek omezení emisí amoniaku v zemědělství. Očekává se, že plná implementace protokolu způsobí v Evropě snížení emisí síry o nejméně 63%, oxidů dusíku o 41%, těkavých organických sloučenin o 40% a amoniaku o 17% v porovnání s rokem 1990. Polsko je povinno snížit emise (v porovnání s rokem 1990): SO₂ o 56%, NO₂ o 31%, těkavé organické látky o 4%, NH₃ o 8%. Polsko již dosáhlo plánovaného cíle emisí NO₂ pro rok 2010. Existuje zde ale hrozba, že další intenzivní rozvoj automobilové dopravy způsobí růst emisí NO₂. V současnosti má Polsko mnohem nižší emise těkavých organických látek než je cíl pro rok 2010. Emise NH₃ pochází téměř výhradně ze zemědělství, konkrétně z chovů hospodářských zvířat. Emise NH₃ budou pravděpodobně v roce 2010 překračovat stanovené limity. Pro ochranu zdraví byly podepsány ještě dva protokoly k Ženevské úmluvě a to v roce 1998 v Aarhusu. První z nich se týká omezení emisí těžkých kovů – kadmia, olova a rtuti ve specifikovaných zdrojích (olova v pohonných hmotách, rtuti v alkalických bateriích atp.). Druhý se týká perzistentních organických polutantů, zejména omezení produkce polycyklických aromatických uhlovodíků (například dioxinů, furanů, hexachlorbenzenu a dalších). Tento protokol navíc zakazuje výrobu a využívání 12 různých látek, zejména

pesticidů včetně DDT. Pozitivním efektem k nápravě kvality ovzduší jsou různé akce na místní a lokální úrovni. Zejména ve městech má velký význam nahrazování individuálních kotlů na uhlí plynovými kotli nebo ústředním topením. Často jsou také realizovány projekty na snižování spotřeby energie – zateplování budov, výměna oken, termoizolace teplovodů atd. V zemědělských oblastech se nahrazují uhelné kotle, kotli na spalování biomasy. Stále populárnější jsou v Polsku sluneční kolektory na ohřev vody a tepelná čerpadla na vytápění obytných místností. V oblastech výskytu termálních vod jsou rozvíjeny projekty jejich využití (například Geotermia Podhalańska nebo Geotermia Pyrzycka). Začínají se využívat i energetické potenciály větru (hlavně v severním a severovýchodním Polsku) (lit. [14]).

Primárním faktorem určujícím kvalitu ovzduší jsou emise znečišťujících látek – velikost zdroje, prostorové rozlišení, množství zdrojů. V posledních 20 letech došlo ke značnému poklesu emisí většiny znečišťujících látek. V letech 1990-2000 se snížila emise oxidu siřičitého, oxidu uhelnatého a olova snížila více než dvojnásobně, oxidů dusíku o více než třetinu a nemethanových těkavých organických sloučenin o 30%. U některých látek, což je další faktor ovlivňující snížení emisí, byla ekonomická transformace a související strukturální změny v průmyslu. Snížení množství znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší ovlivnilo celkové zlepšení kvality ovzduší v celé zemi. Dynamika změn koncentrací je velmi různorodá – pro různé látky i oblasti. K výraznému poklesu koncentrací došlo u SO_2 – v městech i mimo ně. Ke zvláště viditelnému pozitivnímu vývoji došlo v oblastech, které spadají do nejvíce znečištěných v Polsku – v Horním Slezsku a v černém trojúhelníku. Ke zlepšení stavu v černém trojúhelníku došlo také díky tomu, že se zredukovaly emise SO_2 v sousedním Německu a Čechách. V případě polévatého prachu PM_{10} je také pozorován pozitivní trend (ve městech i mimo ně). U NO_2 dochází ke snižování koncentrací mimo města, ale ve městech tato tendence chybí. V současné době lze kvalitu ovzduší v Polsku hodnotit jako dobrou. Studie PMŠ ukazují, že jsou v posledních letech koncentrace SO_2 , NO_2 , CO a prachu „black smoke“ nízké, mnohem nižší než přípustné maximální hodnoty. Překračování limitů není zaznamenáváno příliš často, má charakter pouze lokální a je omezeno pouze na oblasti přímého vlivu emisí ze zdrojů emisí. V případě NO_2 , CO, benzenu a olova, jsou oblasti zvýšené koncentrace lokalizovány v bezprostřední blízkosti velkých městských ulic s hustým provozem. Běžně se vyskytující znečištění, jehož koncentrace v atmosféře je stále poměrně vysoká (zejména v městských oblastech) jsou částice PM_{10} . Výskyt vysokých koncentrací se týká také přízemního ozonu. PM_{10} i ozon představují stále nevyřešený problém většiny

evropských zemí. Je nutné zmínit, že současné dobré hodnocení stavu ovzduší na národní úrovni ještě neznamena, že neexistují oblasti, kde se koncentrace škodlivin udržují na zvýšené úrovni a kde je nezbytné provést další intenzivní činnost, především na místní úrovni. Je možné říci, že řešení některých problémů bude vyžadovat dlouhou dobu. Látky, u nichž jsou hlavním zdrojem vozidla (NO_2 , CO, benzen) nelze očekávat v nejbližší době zlepšení ve městech. Koncentrace těchto látek se mohou v ulicích udržovat na stejné úrovni, někdy i růst. To plyne z pozorovaných tendencí v emisích automobilů (zlepšování kvality vozidel, ale zvyšování jejich počtu) a konkrétní situace v oblasti infrastruktury (silniční síť). Výjimkou je olovo, u kterého dochází k prudkému snížení koncentrace v blízkosti silnic (zákaz prodeje olovnatého benzínu). U PM_{10} nelze očekávat prudký pokles, zejména ne ve městech. S měřením malých prašných částic se teprve začíná.

7. Závěry

Tato práce byla psána se záměrem zhodnotit geografické aspekty ochrany ovzduší v Polsku. Obsahuje zejména obecné informace, konkrétní data jsou uváděna jen tam, kde bylo potřebné doložit obecné jevy na příkladech. Problematika regionální ochrany ovzduší je velmi zajímavá a v případě Polska i značně obsáhlá. Proto nebylo možné do jedné práce zahrnout vše, co je důležité nebo zajímavé. Zájemce o tuto problematiku může navštívit internetové zdroje, které nejsou ze strany polské státní správy zanedbávány. Na stránkách Hlavního inspektorátu ochrany životního prostředí lze nalézt každý rok aktuální výroční zprávy o stavu ovzduší v měřítku státu i jednotlivých vojvodství, zájemce může sledovat i kvalitu ovzduší on-line. Lze říci, že má Polsko dobře vypracovány zákony na ochranu životního prostředí a díky tomu i síť úřadů a měřících stanic. Velikost Polska je oproti naší malé zemi značná, a proto je důležitá velká míra decentralizace státní správy. Hierarchie Inspektorátu ochrany životního prostředí je skvěle propracovaná od vedení ve Varšavě až po nejmenší automatickou měřící stanici někde uprostřed malého městečka kdesi na konci Polska.

Polsko není v ochraně ovzduší v evropském měřítku ničím specifické, v některých parametrech je na tom hůře než jiné státy, v některých lépe. Například ve snižování emisí oxidů síry a dusíku se Polsko za posledních 20 let radikálně zlepšilo, také sem směřovaly ohromné peníze z evropských fondů na modernizaci některých provozů. Objevují se však problémy nové a s těmi je nutno bojovat. Některé problémy přetrvávají z minulosti. Polsko si poradilo s látkami ničícími ozonovou vrstvu a připojilo se tak k většině vyspělého světa k zastavení jednoho velkého globálního problému. Stále však zůstává problém domácího spalování, lokálních topenišť a podobně, který způsobuje zamoření polského ovzduší. Také se zvyšuje počet automobilů. To vše přispívá k ničení přírody a ohrožování lidského zdraví.

Nezbývá nic jiného než si přát, aby polské ovzduší bylo stále čistší, přibývaly látky, které se z ovzduší podařilo zcela vymýt, lidé topili stále ekologičtějšími palivy a nebyl dovolen nekontrolovaný růst automobilové dopravy.

8. Shrnutí

Tato práce se zabývá ochranou ovzduší v Polsku. Na začátku je zaměřena na polské zákony (a evropskými směrnici), které se týkají ochrany ovzduší. Dále seznamuje čtenáře s nejvýznamnější polskou institucí, která řídí kvalitu ovzduší v Polsku – Hlavním inspektorátem ochrany životního prostředí na základě její historie, funkcí, hierarchie a činnosti. Informuje o tom, jak v Polsku probíhá sběr informací o ovzduší, co se měří a kde. Důležitou součástí je charakteristika polského území a její ekonomiky, nerostného bohatství, obyvatelstva a všeho, co nějak ovlivňuje kvalitu ovzduší. Zabývá se využitím neobnovitelných zdrojů energie a novými – obnovitelnými zdroji. Seznamuje čtenáře s nejvýznamnějšími znečišťujícími látkami, jejich zdroji, vývojem produkce a emisními limity. Zvláštní kapitola je věnována chemismu atmosférických srážek, který je stejně důležitý jako samotné měření ovzduší. Není opomenut ani přes-hraniční transport znečištění, zdroje znečištění Polska z jiných států. I v Polsku se zabývají výzkumem ozonové vrstvy, proto je zmíněna technologie měření i výsledky. Jde o velkou zemi, proto se práce zaměřuje i na ochranu ovzduší v jednotlivých vojvodstvích. Polská republika se také podílí svými skleníkovými plyny na klimatických změnách. Jakou měrou je popsáno v kapitole o změnách klimatu. Je popsáno, které geografické faktory ovlivňují polské ovzduší, charakteristika polského reliéfu, meteorologické podmínky. Nakonec práce hodnotí iniciativy přijaté pro zvýšení čistoty ovzduší a zamýšlí se nad budoucností. Příloha obsahuje velké množství map a obrázků.

Klíčová slova: Ochrana ovzduší, Polsko, GIOŚ, WIOŚ, inspekce.

9. Summary

This work deals with the protection of air quality in Poland. At the beginning is focused on the Polish law (and European directives) which relate to the protection of the atmosphere. Then presents readers with the most important Polish institution to manage air quality in Poland – Chief Inspectorate of Environmental Protection on the basis of its history, function, hierarchy and activities. It informs about how to place in Poland to collect information on air quality, what is measured and where. An important part is the characterization of Polish territory and its economy, mineral resources, population and all that somehow affects the air quality. It deals with the use of non-renewable energy sources and new - from renewable sources. Acquaints readers with the most important pollutants, their sources, development of production and emission limits. Special chapter is devoted to chemism of atmospheric precipitation, which is as important as the actual measurement of the atmosphere. It is not forgotten long distance air pollution transportation, sources of pollution from other states to Poland. Even in Poland, the scientists involved in research into the ozone layer, it is mentioned in measurement technology and results. This is a great country, therefore the work focuses on the protection of air quality in the voivodeships. Poland is also involved with greenhouse gases to climate change. How much - this is described in the chapter about climate change. It is described by the geographical factors affecting the Polish air, characteristic of the Polish landscape, weather conditions. Finally, the work evaluates the initiatives taken to increase air pollution and planning the future. The annex contains a large number of maps and pictures.

Keywords: Air conservation, Poland, GIOŚ, WIOŚ, inspection.

10. Použité zkratky

AOT – expoziční index (Accumulated Ozone Exposure) [částic na miliardu]

BS – Black Smoke, prach měřený reflektometrickou metodou

CFCs – Chlorofluorocarbons, „tvrdé“ freony

EEA – Evropská agentura pro životní prostředí (European Environmental Agency)

EHS – Evropské hospodářské společenství

EMEP – Program environmentálního monitoringu a hodnocení

ES – Evropské společenství

EU – Evropská unie

GIOŚ – Hlavní inspektorát ochrany ŽP (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska)

GIS – Geografický informační systém

GOP – Hornoslezská průmyslová oblast (Górnośląski Okręg Przemysłowy)

gS – jednotka „gramů síry“

GWh – jednotka gigawatt-hodina

GWP – Potenciál látky způsobovat globální oteplení (Global warming potential)

HDP – Hrubý domácí produkt

HFC – fluorované uhlovodíky

IETU - Institute for Ecology of Industrial Areas

IMGW – Institut meteorologie a vodního hospodářství (Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej)

IOŚ – Inspekce ochrany ŽP (Inspekcja Ochrony Środowiska)

Mg – jednotka mega-gram

MW – jednotka mega-watt

OECD – Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj

PFC – Perfluoruhlovodíky

PIOŚ – Státní inspekce ochrany ŽP (Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska)

PM – polétavý prach

PMŚ – Státní monitoring životního prostředí (Państwowy Monitoring Środowiska)

POPs – Perzistentní organické znečišťující látky

TJ – jednotka, tera-joule

UV – ultrafialové záření (ultraviolet)

VOCs – těkavé organické sloučeniny (Volatile Organic Compounds)

WHO – Světová zdravotnická organizace (World Health Organisation)

WIOŚ – Wojvodský inspektorát ochrany ŽP (Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska)

ŽP – životní prostředí

11. Přehled použité literatury

- [1] Dziegielewska, D. A. P., Mendelsohn, R. (2005) *Valuing Air Quality in Poland*. Environmental & Resource Economics 30, str. 131-163.
- [2] Griffin, R. D. (2007) *Principles of Air Quality Management*. 2nd ed. CRC Press (Taylor & Francis Group). ISBN 978-0-8493-7099-1.
- [3] Harrop, D. O. (2002) *Air Quality Assessment and Management: A practical Guide*. Spon Press. ISBN 0-415-23411-5.
- [4] Mill, W. (2006) *Temporal and spatial development of critical loads exceedance of acidity to Polish forest ecosystems in view of economic transformations and national environmental policy*. Environmental Science & Policy, 9, 6, str. 563-567.
- [5] Oudiet, J.-P. et al. (2006) *Towards a multidisciplinary and integrated strategy in the assessment of adverse health effects related to air pollution: The case study of Cracow (Poland) and asthma*. Environmental Pollution 143, str. 278-284.
- [6] Pacyna, E. G. et al. (2006) *Mercury emission to the atmosphere from anthropogenic sources in Europe in 2000 and their scenarios until 2020*. Science of the Total Environment, 370, 1, str. 147-156.
- [7] Skjaereth, J. B., Wettenstad, J. (2007) *Is EU enlargement bad for environmental policy? Confronting gloomy expectations with evidence*. International Environmental Agreements 7, str. 263-280.
- [8] Uliasz-Bohenczyk, A., Mokrzycki, E. (2007) *Emissions from the Polish power industry*. Energy, 32, 12, str. 2370-2375.
- [9] *Hlavní inspektorát ochrany životního prostředí (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska)*[online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://www.gios.gov.pl/>>.
- [10] *Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zaniečyszčeń do podłóža*. [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://www.gios.gov.pl/chemizm/index.html>>.
- [11] Kraszewski, Andrzej. *Ekoinfonet Koncepcja*. [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <http://www.gios.gov.pl/dokumenty/Ekoinfonet_Koncepcja.pdf>.
- [12] *Centrum informacji o środowisku – ekoportál.pl*. [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://www.ekoportál.pl/jetspeed/portal/portal/Powietrze>>.
- [13] *Wikipedie otevřená encyklopedie – heslo Pinatubo*. [online] poslední aktualizace 6. 2. 2009 [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pinatubo>>.
- [14] Brodowska, Magdalena. (2003) *Stan środowiska w Polsce w latach 1996-2001*. GIOŚ, Warszawa. 269 s. ISBN 83-7217-201-3.

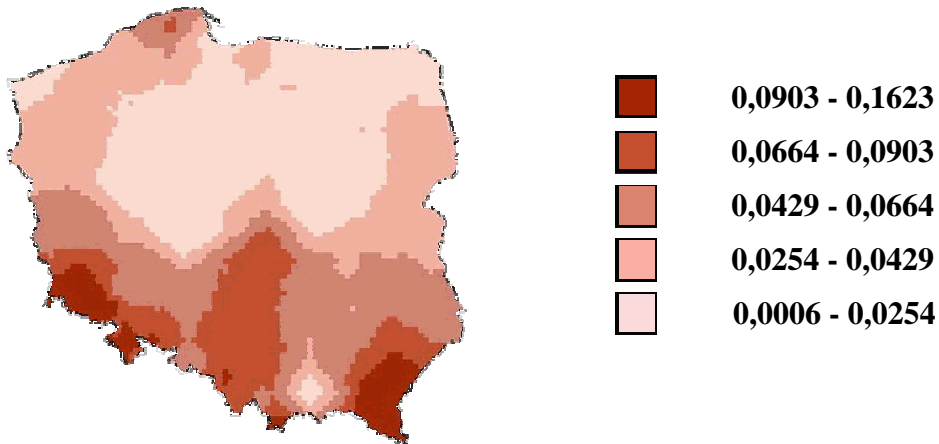
- [15] Jagusiewicz, Andrzej. (2006) *Stan środowiska w Polsce na tle celów i priorytetów Unii Europejskiej, raport wskaźnikowy 2004*. GIOŚ, Warszawa. 88 s. ISBN 83-7217-274-9.
- [16] *Integrovaný registr znečišťování MŽP ČR – polétavý prach* [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <http://www.irz.cz/látky/poletavy_prach>.
- [17] *Evropská agentura pro životní prostředí* [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://www.eea.europa.eu/cs>>.
- [18] *Trivis.info Znečišťování ovzduší - problémy globální, regionální a lokální* [online] poslední aktualizace 8. 9. 2005 [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://www.trivis.info/view.php?cislocianku=2005090801>>.
- [19] *Wikipedie otevřená encyklopedie – heslo Odnawialne źródła energii*. [online] poslední aktualizace 7. 4. 2009 [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <http://pl.wikipedia.org/wiki/Odnawialne_źródła_energii>.
- [20] *GeoLand Wielokrajowy Program Ochrony Środowiska PHARE "Czarny Trójkąt"* [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <http://www.geoland.pl/dodatki/energia_xviii/artukul_20.html>.
- [21] *Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu* [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://www.wroclaw.pios.gov.pl/>>.
- [22] *Enviweb słownik* [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <http://www.enviweb.cz/?env=_slovník>.
- [23] *Monitoring jakości powietrza - Wyniki pomiarów jakości powietrza on-line z automatycznych sieci monitoringu zanieczyszczeń powietrza w województwach* [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://www.gios.gov.pl/index7.php?temat=168>>.
- [24] *Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Bydgoszczy* [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://www.wios.bydgoszcz.pl>>.
- [25] *Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Lublinie* [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://www.wios.lublin.pl>>.
- [26] *CIA – The world factbook 2008 - Poland* [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/pl.html>>.
- [27] *Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach* [online] [cit. 2009-04-19]. Dostupné na: <<http://www.katowice.pios.gov.pl/>>.

Přílohy

Rozložení koncentrací jednotlivých znečišťujících látek na území Polska v roce 2007.
Zdroj: <http://www.gios.gov.pl/chemizm/index.html>

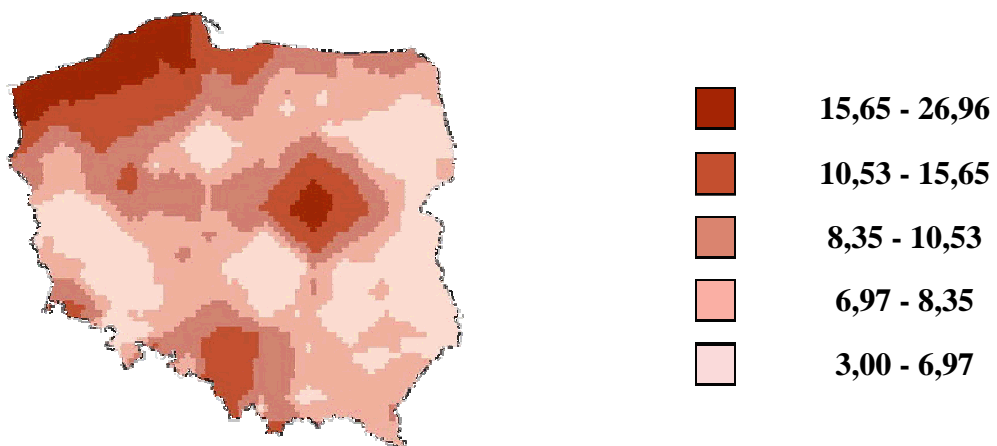
Vodíkový iont [H⁺]

Roční zatížení polského území vodíkovými ionty [kg H⁺/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



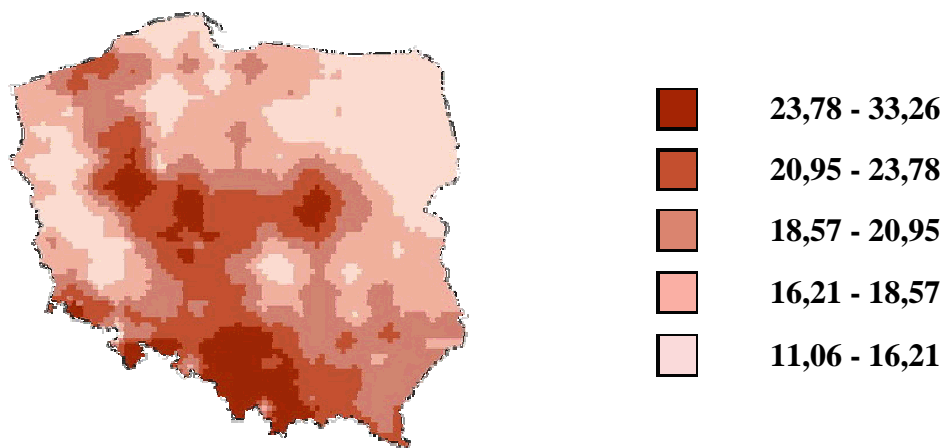
Chloridy [Cl⁻]

Roční zatížení polského území chloridy [kg Cl⁻/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



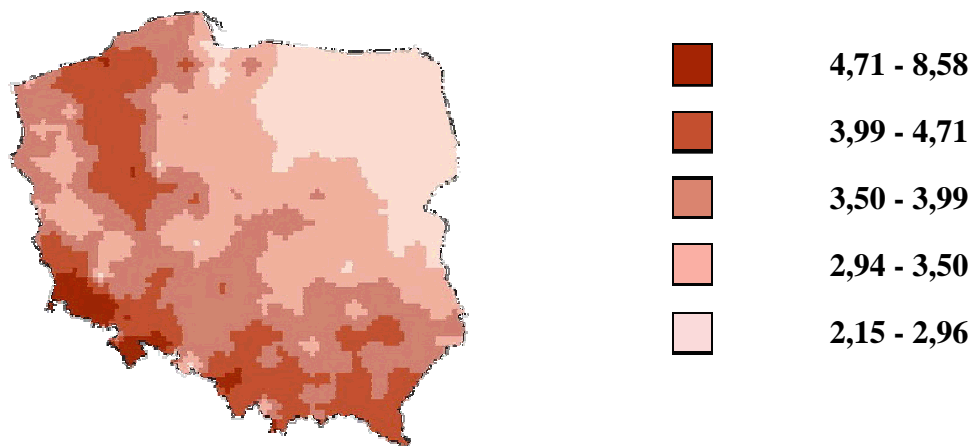
Sírany [SO₄⁻²]

Roční zatížení polského území sírany [kg SO₄⁻²/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



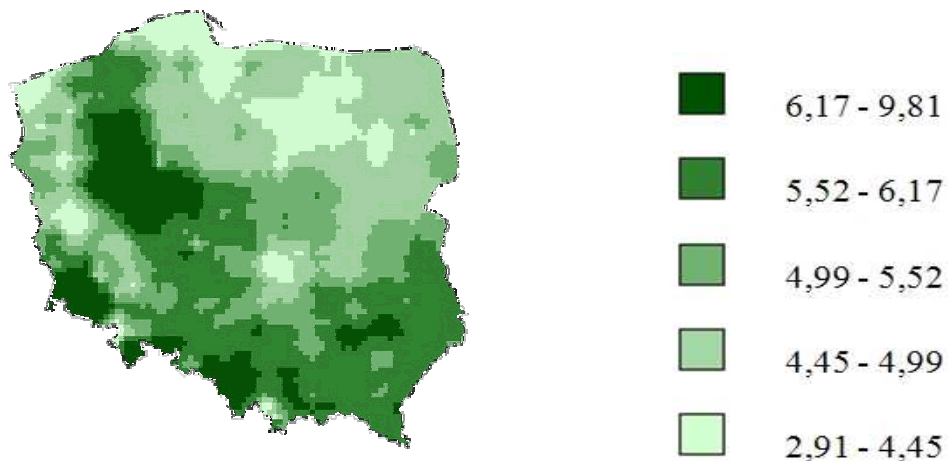
Dusitany a dusičnany [N (NO₂⁻+NO₃⁻)]

Roční zatížení polského území dusitany a dusičnany [kg N/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



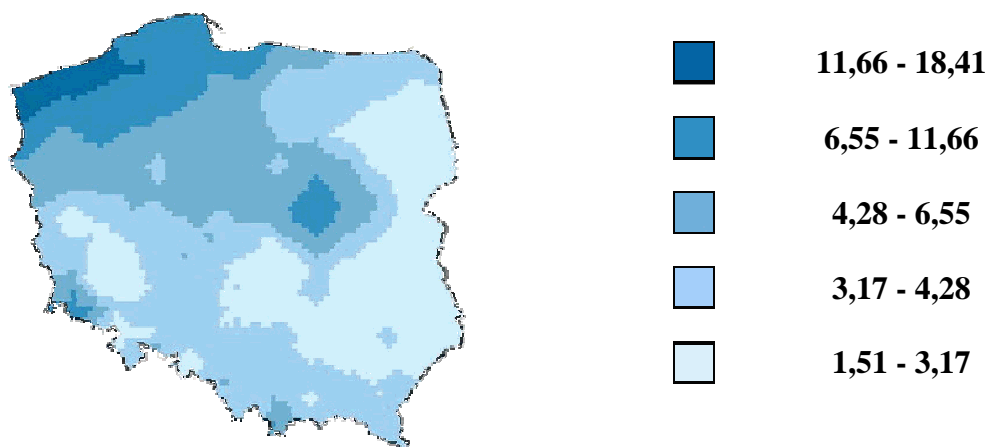
Amonný dusík [N (NH₄⁺)]

Roční zatížení polského území amonným dusíkem [kg N/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



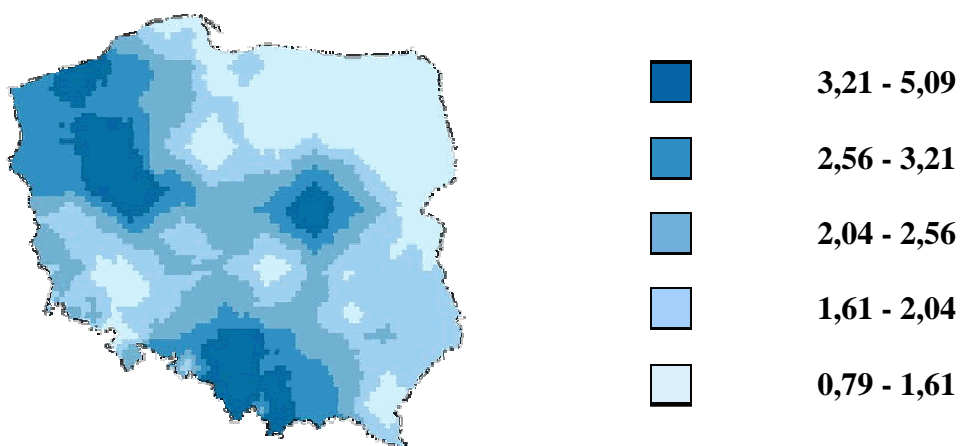
Sodík [Na]

Roční zatížení polského území sodíkem [kg Na/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



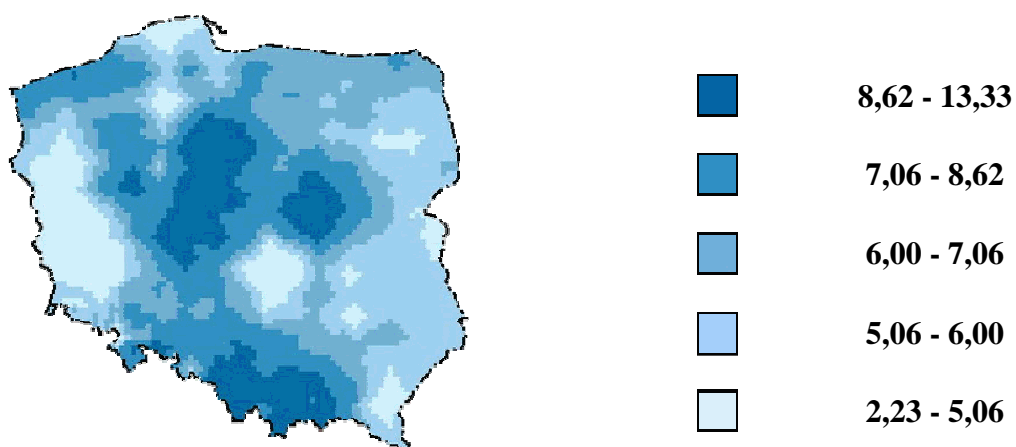
Draslík [K]

Roční zatížení polského území draslíkem [kg K/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



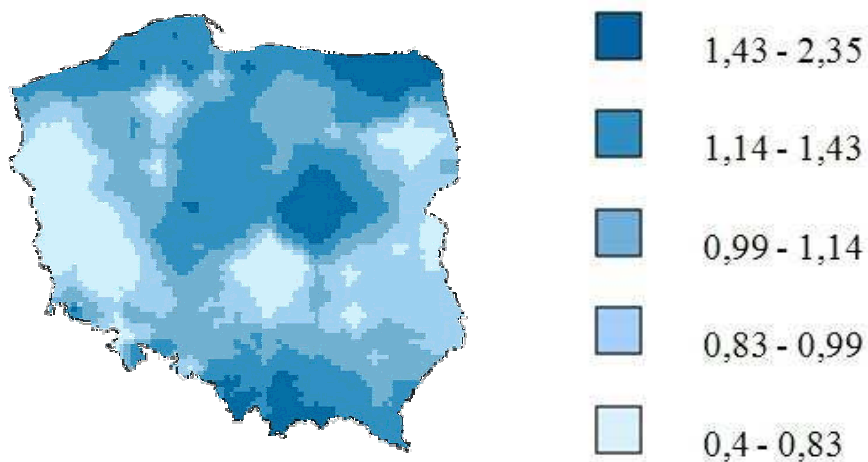
Vápník [Ca]

Roční zatížení polského území vápníkem [kg Ca/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



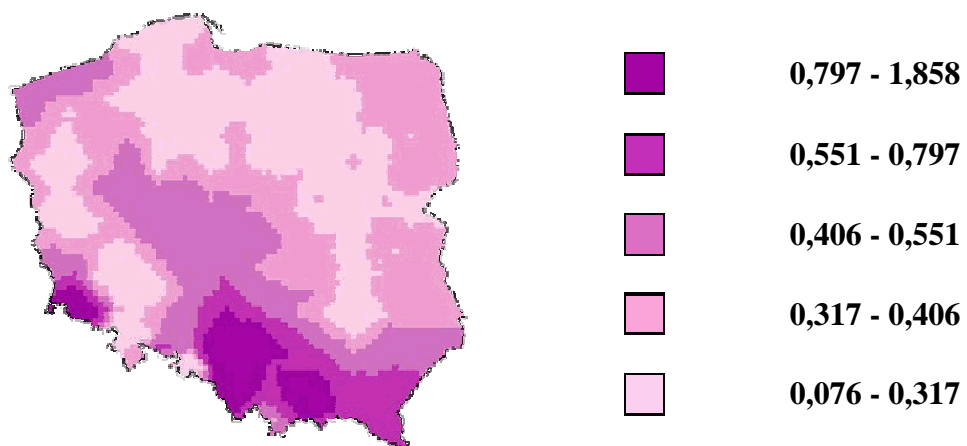
Hořčík [Mg]

Roční zatížení polského území hořčíkem [kg Mg/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



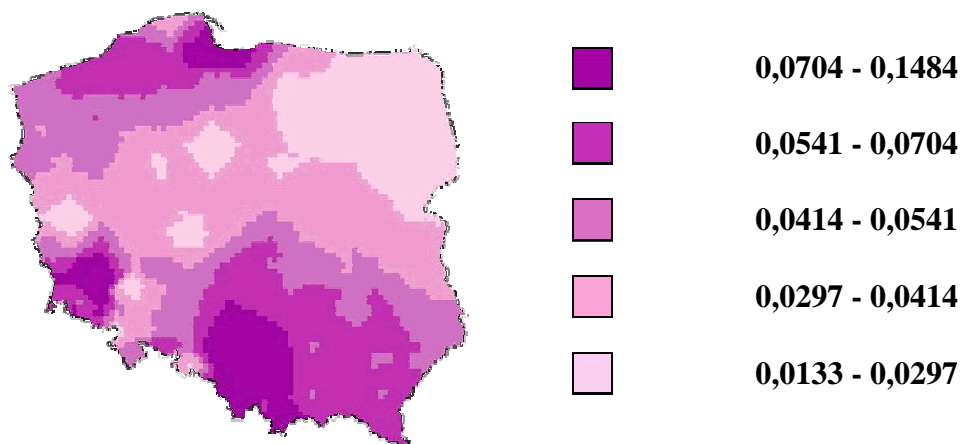
Zinek [Zn]

Roční zatížení polského území zinkem [kg Zn/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



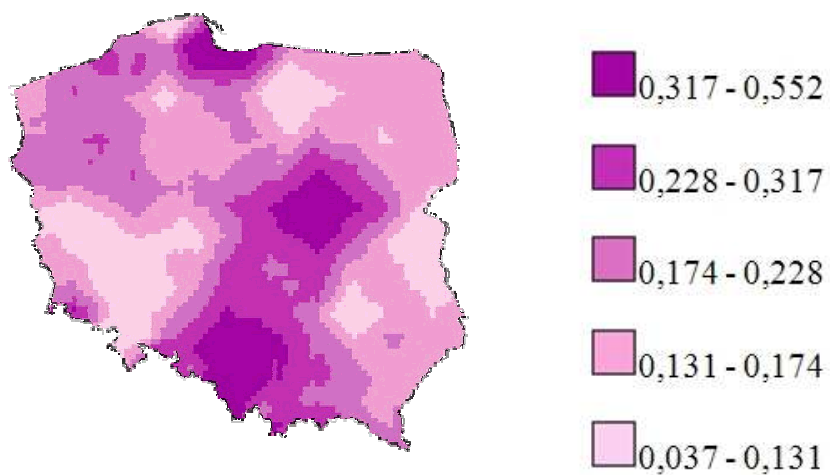
Měď [Cu]

Roční zatížení polského území mědí [kg Cu/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



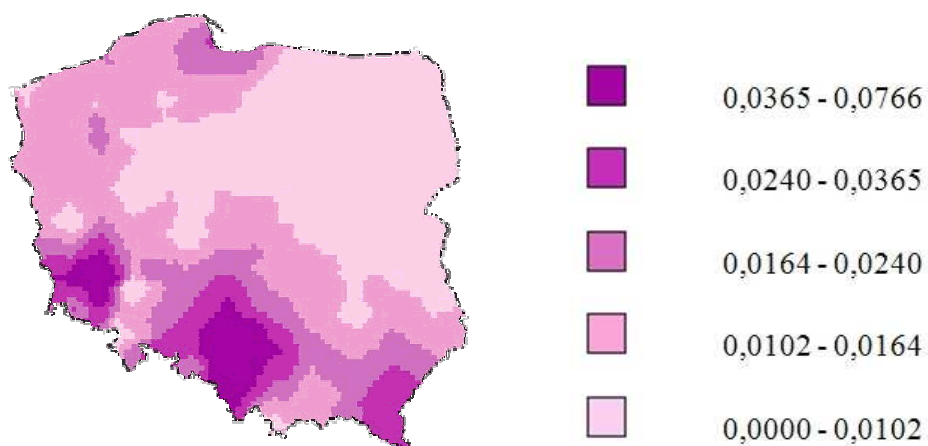
Železo [Fe]

Roční zatížení polského území železem [kg Fe/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



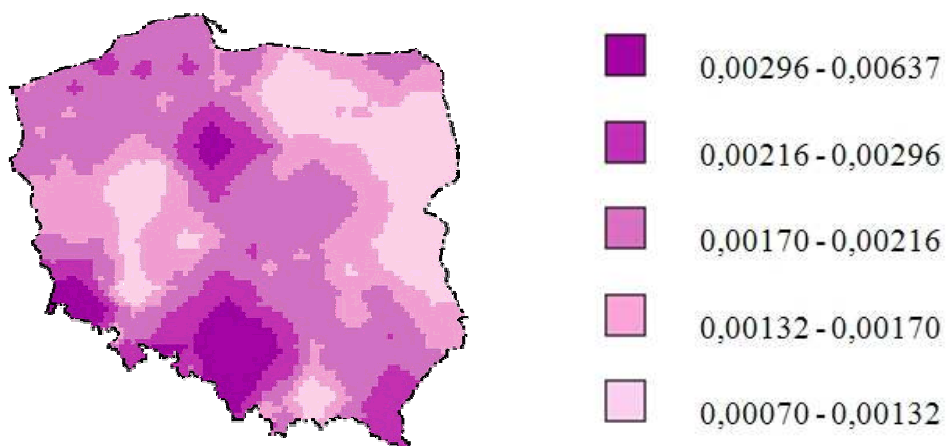
Olovo [Pb]

Roční zatížení polského území olovem [kg Pb/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



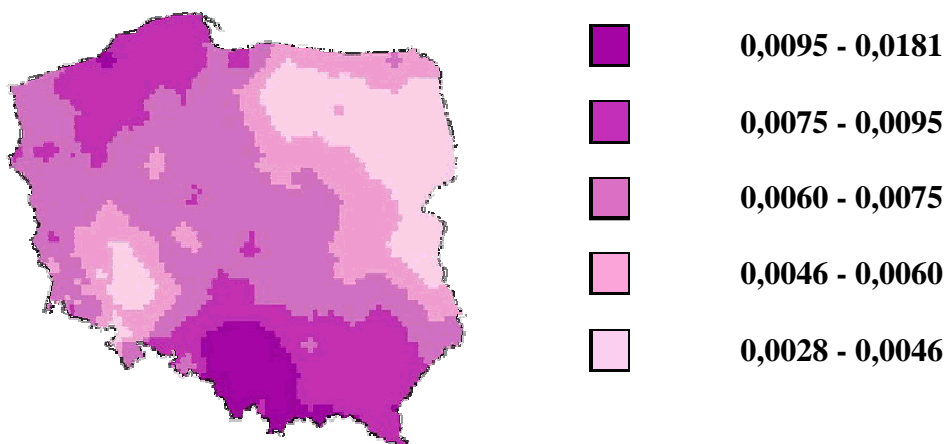
Kadmium [Cd]

Roční zatížení polského území kadmíem [kg Cd/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



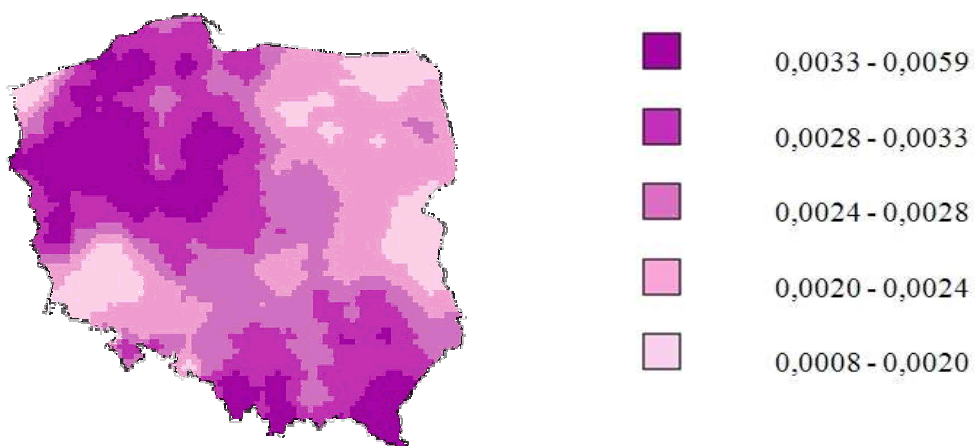
Nikl [Ni]

Roční zatížení polského území niklem [kg Ni/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



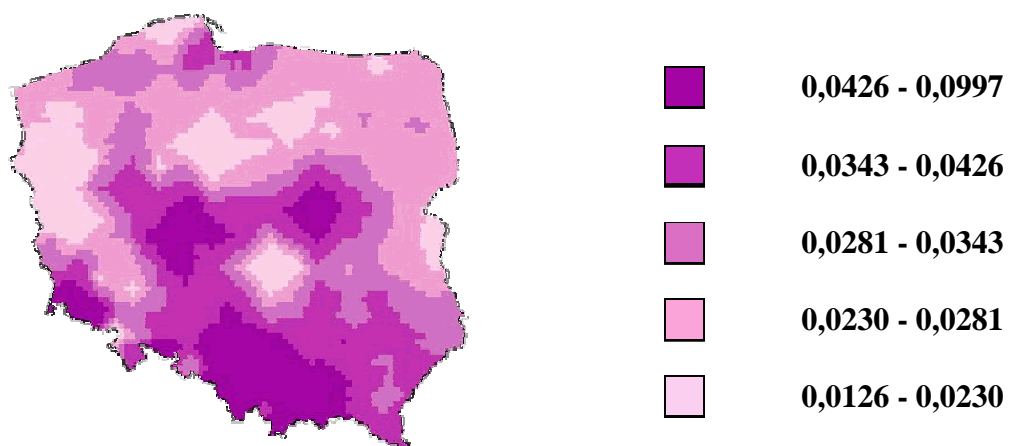
Chrom [Cr]

Roční zatížení polského území chromem [kg Cr/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



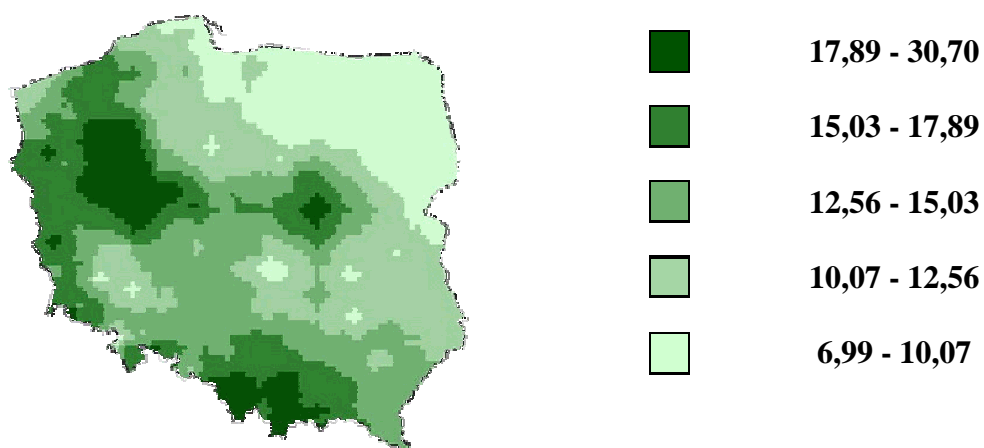
Mangan [Mn]

Roční zatížení polského území manganem [kg Mn/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



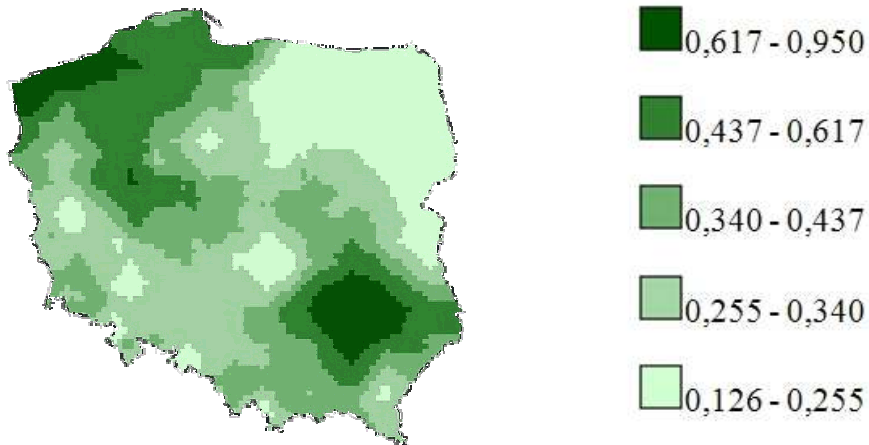
Celkový dusík [$N_{\text{celk.}}$]

Roční zatížení polského území celkovým dusíkem [kg N/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



Celkový fosfor [$P_{\text{celk.}}$]

Roční zatížení polského území celkovým fosforem [kg P/ha] prostřednictvím atmosférických srážek.



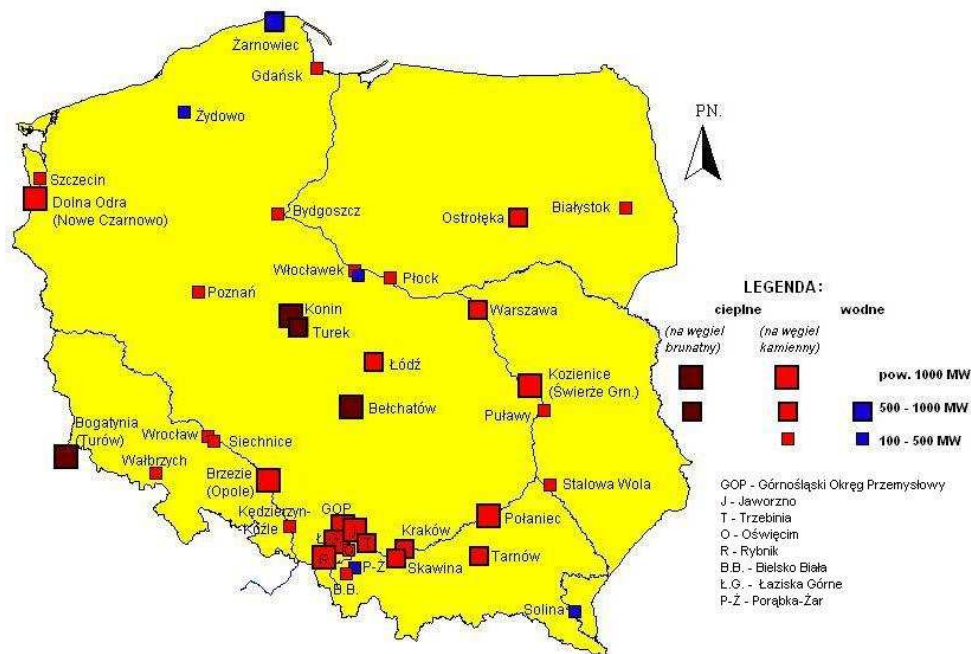
Ostatní přílohy



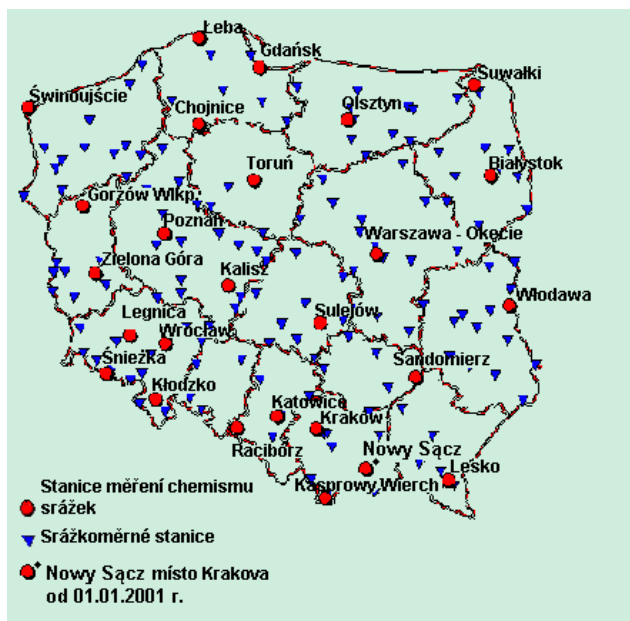
Obr. 1: Největší tepelná elektrárna v Polsku – Bełchatów v Lodžském vojvodství. Elektrárna spaluje hnědé uhlí, které je těženo v těsném sousedství elektrárny. Instalovaný výkon je 4 440 MW. Roční produkce elektrické energie pokrývá více než 20% polské produkce. Tato elektrárna zaujímá 6. místo na světě (mezi tepelnými elektrárnami) v měrné produkci oxidu uhličitého s hodnotou 1,09 Mt CO₂ na jednu vyrobenou TWh elektrické energie. Převzato z: <http://geologie.vsb.cz/loziska/exkurze/Klodawa2003/fotky/Belchatow.jpg> a http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrárna_Belchatów



Obr. 2: Tepelná elektrárna Turów u obce Bogatynia v jihozápadním cípu Polska (černý trojúhelník). Spaluje hnědé uhlí z povrchového dolu Turów. Po modernizaci v roce 2005 je nejmodernější polskou tepelnou elektrárnou na hnědé uhlí. Převzato z:: http://pl.wikipedia.org/wiki/Elektrownia_Turów a <http://static.panoramio.com/photos/original/737185.jpg>



Obr. 3: Elektrárny v Polsku. Vínovou barvou jsou značeny elektrárny na hnědé uhlí, červenou černouhelné a modrou barvou vodní elektrárny. Největší množství tepelných elektráren je vidět v Hornoslezské průmyslové oblasti. Převzato z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Elektrownie_w_Polsce.JPG



Obr. 4: Umístění stanic na měření atmosférických srážek a jejich chemismu. Převzato s úpravou z: <http://www.gios.gov.pl/chemizm/tekst/stacje.gif>



Obr. 5: Rozmístění stanic monitoringu atmosférického pozadí v Polsku. Suwałki (nížinná stanice), Jarczew (nížinná stanice), Śnieżka (horská stanice), Leba (přímořská stanice), Puszcza Borecka (nížinná stanice). Převzato z: http://www.gios.gov.pl/dokumenty/rap_syn2007.pdf