

Rodzaje zanieczyszczeń powietrza i ich źródła

wykład – Ochrona środowiska
rok II, st. inżynierskie
© Kazimierz Warmiński

Jakość powietrza

Na jakość powietrza wpływa rodzaj i stężenie (poziom) składników w nim występujących, w tym:

- **substancji szkodliwych**
(zanieczyszczeń) – *im ich więcej tym gorsza jakość*
- **gazów podstawowych i niezbędnych**
do życia np. **tlen** – *im go mniej tym jest gorsza jakość powietrza*

Jakość powietrza rozpatruje się w odniesieniu do:

1. powietrza atmosferycznego na zewnątrz budynków

- na terenie kraju
 - na obszarach ochrony uzdrowiskowej
- ⇒ **względy środowiskowe, zdrowotne,
ekonomiczne**

**Jakość powietrza rozpatruje się
w odniesieniu do:**

2. powietrza na stanowisku pracy
⇒ względy zdrowotne

**3. powietrza w pomieszczeniach
mieszkalnych, użyteczności
publicznej i in.**
⇒ względy zdrowotne

Rodzaje zanieczyszczenia powietrza – podział:

- **Fizyczne**
- **Chemiczne**
- **Biologiczne**

„Zanieczyszczenia” powietrza pochodzenia **fizycznego**

1. Mechaniczne

- (np. niektóre pyły chemicznie neutralne, mogą uszkadzać nabłonek płuc w sposób mechaniczny np. azbest)

„Zanieczyszczenia” powietrza pochodzenia **fizycznego**

2. Korpuskularne

– promieniowanie korpuskularne,
jonizujące (α , β^- , β^+ , n^0)

„Zanieczyszczenia” powietrza pochodzenia **fizycznego**

3. Fale

- **elektromagnetyczne**
 - jonizujące (UV, X, γ , kosmiczne)
 - **niejonizujące** (radiowe, radarowe, mikrofale, IR, Vis – w tym laserowe)
- **dźwiękowe** – hałas (dźwięk ponadnormatywny)

Chemiczne zanieczyszczenia powietrza

Podział ze względu na stan skupienia:

- **stały** - **pyły** (aerozole suche)
- **ciekły** - **mgły** (aerozole mokre)
- **gazowy** - **zanieczyszczenia gazowe** (gazy i pary)

Chemiczne zanieczyszczenia powietrza

Aerozole – układ koloidalny, w którym

- fazą rozpraszającą jest gaz (powietrze),
- a fazą rozproszoną są cząstki stałe (pyły) lub kropelki cieczy (mgły)

Chemiczne zanieczyszczenia powietrza

Frakcje pyłów:

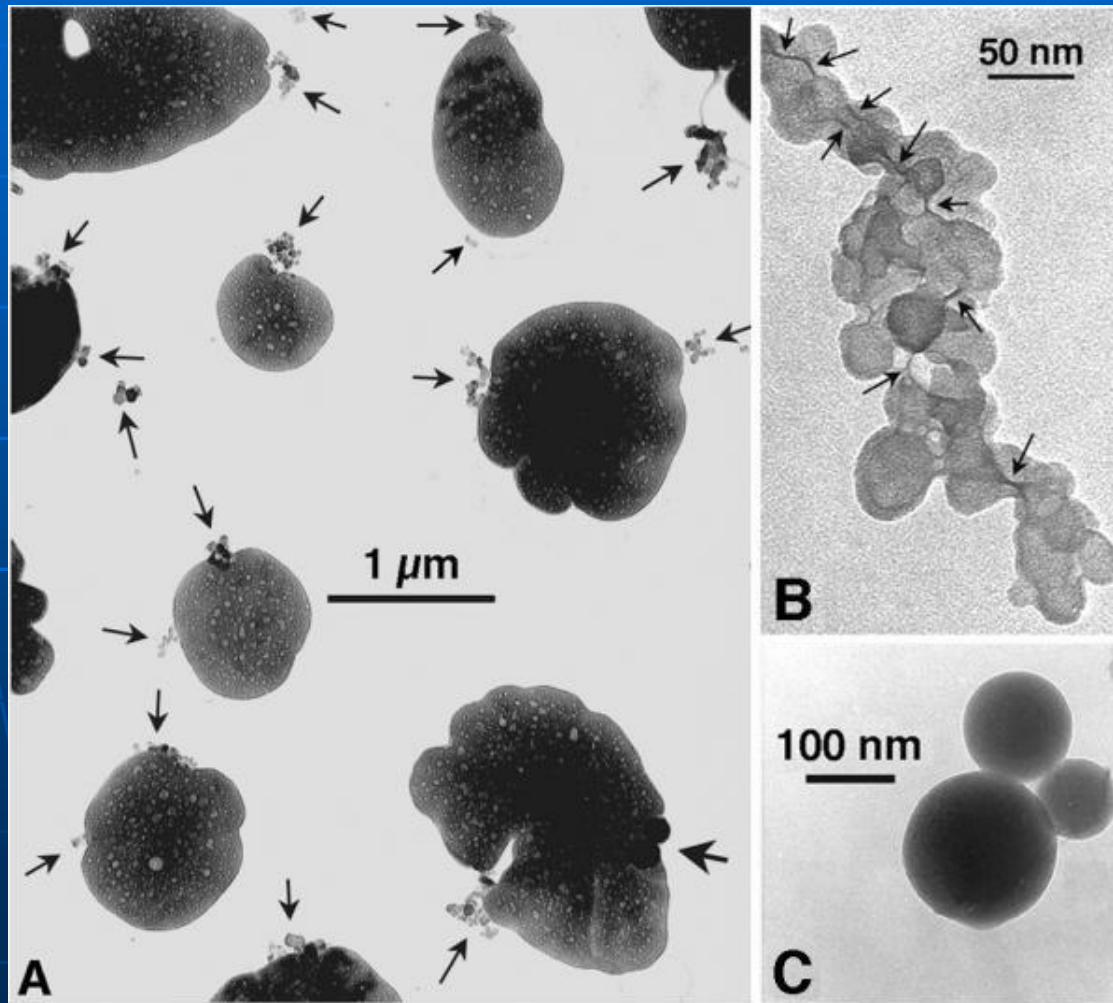
- *Pył drobny PM10*
- *Pył bardzo drobny (PM2.5)*
- *Pył ultradrobny (PM1)*

Chemiczne zanieczyszczenia powietrza

Pył PM10 i PM2,5 (*ang. particulate matter*) – jest to frakcja pyłu o cząstkach o średnicy aerodynamicznej $< 10 \mu\text{m}$, bądź $< 2,5 \mu\text{m}$

TSP (*total suspended particulates*) – pył ogólny zawieszony

Chemiczne zanieczyszczenia powietrza - pyły



Chemiczne zanieczyszczenia powietrza

1). Zanieczyszczenia gazowe nieorganiczne np.

- Główne zanieczyszczenia:
 - gazy kwaśne: SO_2 , NO_x (NO_2 , NO),
 - gaz utleniający: O_3 (ozon troposferyczny)
 - inne: CO („czad”), CO_2
- Występujące w mniejszych stężeniach: H_2S , N_2O , NH_3 , HCl , HF

Chemiczne zanieczyszczenia powietrza

2). Zanieczyszczenia gazowe organiczne

- CH_4
- niemetanowe lotne związki organiczne (**LZO**; **VOC**; NMLZO) – np.:
formaldehyd, węglowodory (w tym **benzen**), związki chlorowco- (freony, halony i in.) i siarkoorganiczne, kwasy, alkohole, aldehydy, estry i in.

Chemiczne zanieczyszczenia powietrza

Szczególny rodzaj zanieczyszczeń gazowych stanowią **ODORY** (H_2S , merkaptany i inne zw. siarkoorganiczne, indol, kwas masłowy, aldehydy, ketony i wiele innych)

Zanieczyszczenia **biologiczne**

- **mikroorganizmy**
- **produkty przemiany materii**
(alergeny)
- **inne pyły biologiczne** (np. pyłek kwiatowy, zarodniki)

Inne klasyfikacje zanieczyszczeń powietrza

1). Ze względu na toksyczność i inne właściwości niebezpieczne:

- **toksyczne** (SO_2 , NO_2 , O_3 , CO , HCHO , NH_3 , H_2S)
- **nietoksyczne**, ale szkodliwe w inny sposób dla środowiska (np. gazy cieplarniane, prekursorzy smogu fotochemicznego);
- **inne** (np. wybuchowe)

Inne klasyfikacje zanieczyszczeń powietrza

2). Ze względu na genezę powstawania:

- **pierwotne** (bezpośrednio emitowane ze źródeł), np.:
 - SO_2 , NO , CO , CO_2 , NH_3 , pyły
- **wtórne** (powstające z zanieczyszczeń pierwotnych w wyniku przemian), np.:
 - O_3 (troposferyczny), formaldehyd, SO_3 , aerozole wtórne: H_2SO_4 i NH_4NO_3 ,

Źródła zanieczyszczeń

Rodzaje i cechy **źródeł** zanieczyszczeń powietrza

- **Punktowe** (*kominy, wulkany itp.*)
- **Linowe** (*szlaki komunikacyjne*)
- **Płaszczyznowe** (*rozlewiska, składowiska odpadów, zbiorniki wodne, gleba, pożary lasów itp.*)

Rodzaje i cechy **źródeł** zanieczyszczeń powietrza

Punktowe

- występowanie dużych stężeń gazów i pyłów w obrębie emitora
- emisja ustabilizowana
- stosunkowo łatwa kontrola emisji
- główne źródła zanieczyszczeń gazowych pochodzenia antropogenicznego

Rodzaje i cechy źródeł zanieczyszczeń powietrza

Liniowe i płaszczyznowe

- stężenia zanieczyszczeń niższe od źródeł punktowych, ale emisja sumaryczna nie musi być mniejsza
- niejednorodność rozkładu emisji (wydzielanej masy) w czasie i przestrzeni
- bardzo trudna kontrola i szacowanie emisji
- główne źródła naturalne zanieczyszczeń powietrza

Przyczyny występowania zanieczyszczeń w gazach spalinowych

- **SO₂** – zawartość siarki w paliwie
- **NO_x** (NO, NO₂) oraz **N₂O**
 - reakcja N₂ z O₂ w temperaturze spalania
 - zawartość azotu w paliwie
(przyczyna drugorzędna)

Przyczyny – cd.

- **CO** – proces niecałkowitego spalania (*niedobór tlenu, zła konstrukcja pieca, nie wyregulowany silnik itp.*)
- **CO₂** – paliwa „węglowe” (zawartość C w paliwie)

Przyczyny – cd.

- węgle kopalne > olej opałowy > gaz
(w przeliczeniu na masę CO_2 /energia)
- drewno: zerowy bilans CO_2
- wodór: zerowa emisja CO_2 (tylko H_2O)

Przyczyny – cd.

■ **Pyły:**

- *pyły mineralne (przyczyna: zawartość popiołu),*
- *pyły węglowe np. sadza, nie spalone cząstki węgla, drewna (przyczyna: niedopalenie paliw, niedobór tlenu)*

węgle kopalne > drewno > olej > gaz

Przyczyny – cd.

- ***Promieniotwórczość emitowana***
– *zaw. w paliwie radionuklidów*

węgle kopalne > energetyka jądrowa

Podział źródeł zanieczyszczeń powietrza

- **Naturalne**
- **Antropogeniczne**

Podział źródeł - cd

Naturalne

- **erupcje wulkanów**
(pyły, SO_2 , HCl , HF , H_2S)
- **pożary lasów i stepów** (CO , C_xH_y , dioksyne, NO_x)
- **wyładowania atmosferyczne**
(NO_x)
- **fermentacja w przewodzie pokarmowym zwierząt** (CH_4)



Podział źródeł - cd.

Naturalne

- **roślinność, grzyby** (pyłki, zarodniki)
- **morza i oceany** (aerozole i pyły soli nieorganicznych)
- **bagna** (CH_4 , H_2S)
- **gleba** (pyły, N_2O , NH_3)
- **meteory i meteoryty** (pyły, głównie Fe_xO_y)

Podział źródeł - cd.

Antropogeniczne

- **energetyka** (SO_2 , CO_2 , CO , NO_x , pyły, WWA)
- **przemysł**
- **komunikacja** (NO_x , CO , CO_2 , C_xH_y , Pb , pyły)
- **rolnictwo** (NH_3 , N_2O , CH_4 , odory)
- **mieszkalnictwo i gospodarka komunalna** (odory, NLZO, pyły)



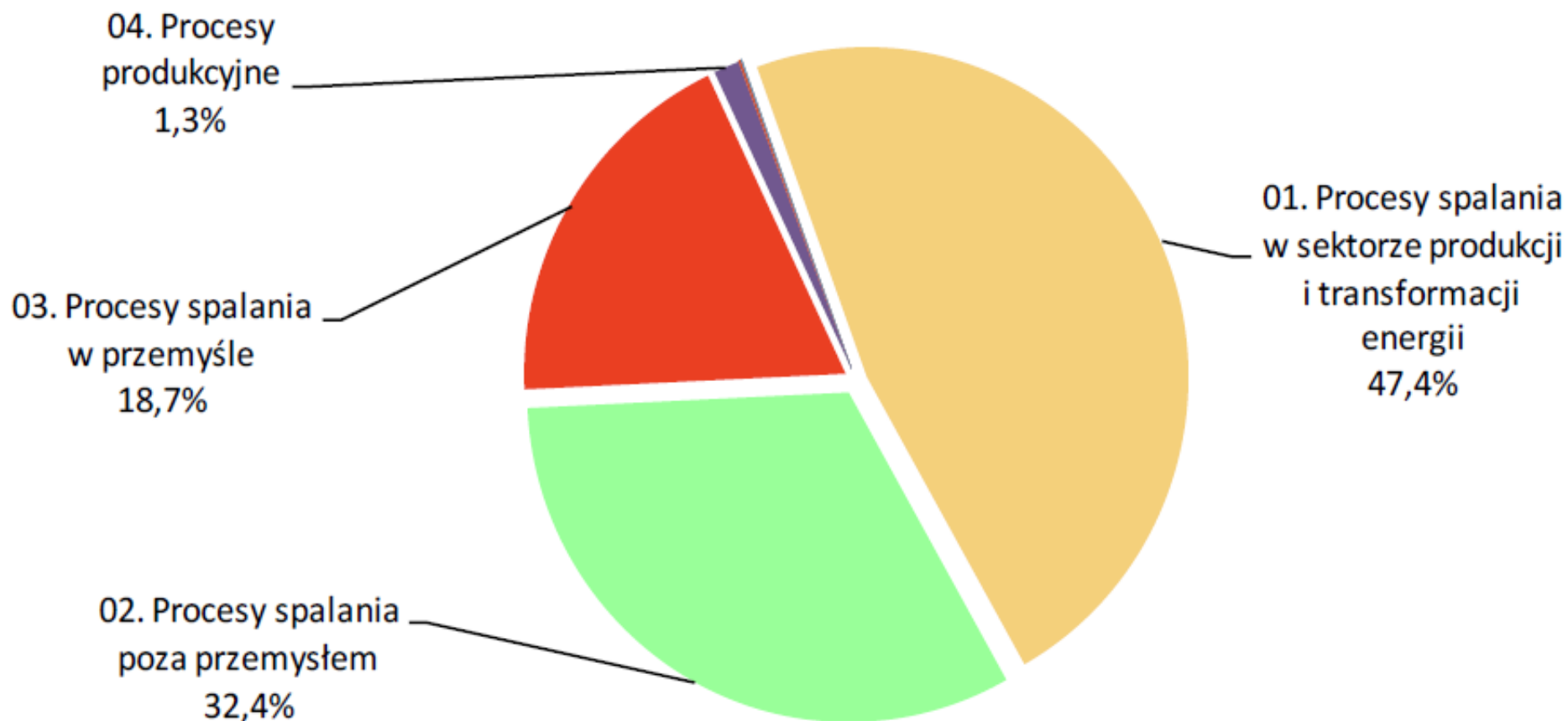
Najważniejsze źródła emisji zanieczyszczeń powietrza w Polsce

- KOBIZE podstawowym źródłem danych o krajowej emisji zanieczyszczeń powietrza
- KOBIZE = Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (przy IOŚ w Warszawie)

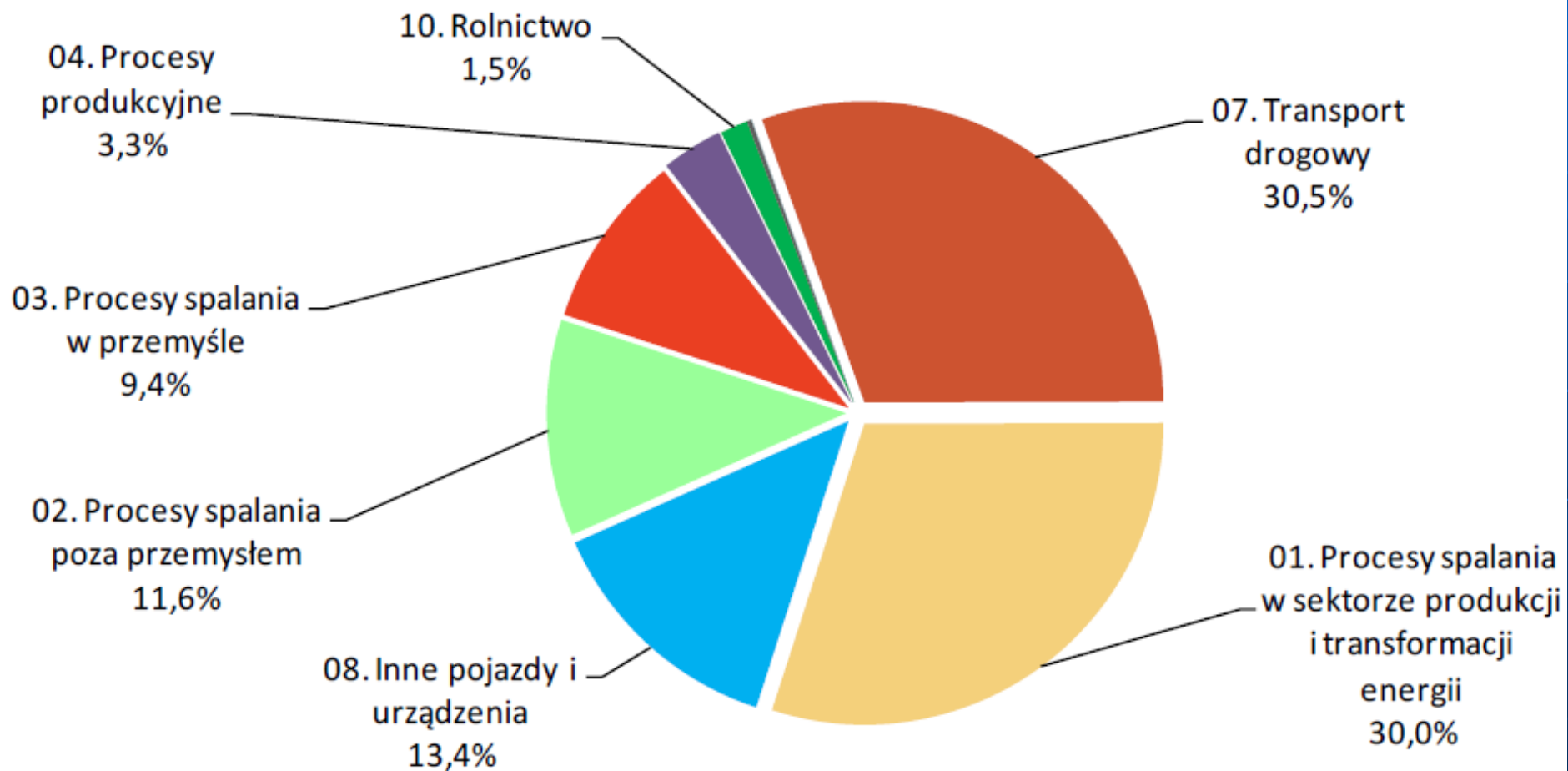
Klasyfikacja SNAP źródeł emisji

- | |
|---|
| 01. Procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii |
| 02. Procesy spalania poza przemysłem |
| 03. Procesy spalania w przemyśle |
| 04. Procesy produkcyjne |
| 05. Wydobywanie i dystrybucja paliw kopalnych |
| 06. Zastosowanie rozpuszczalników i innych produktów |
| 07. Transport drogowy |
| 08. Inne pojazdy i urządzenia |
| 09. Zagospodarowanie odpadów |
| 10. Rolnictwo |
| 11. Inne źródła emisji i pochłaniania zanieczyszczeń |

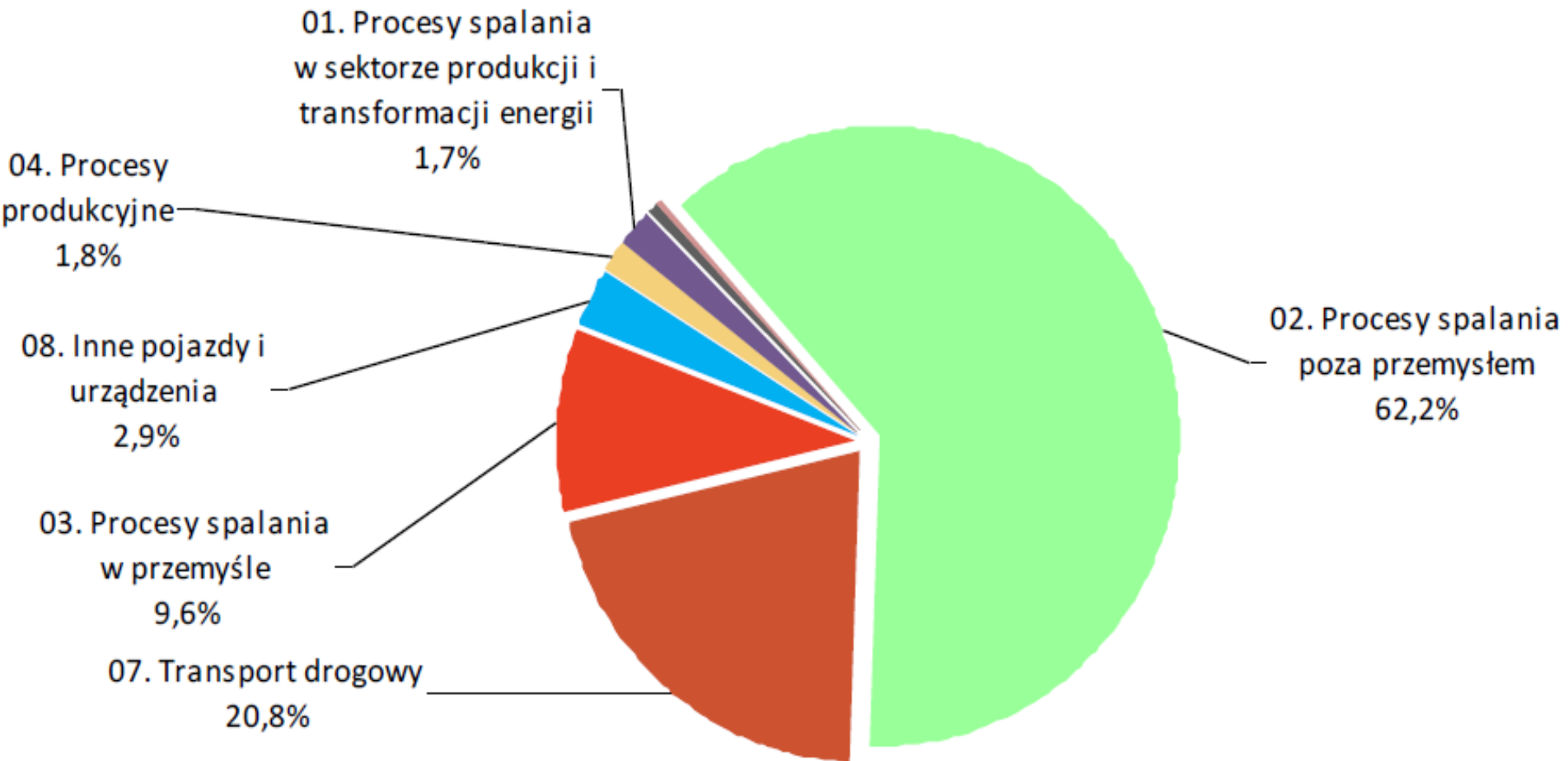
Udział największych sektorów w emisji SO₂ w roku 2014



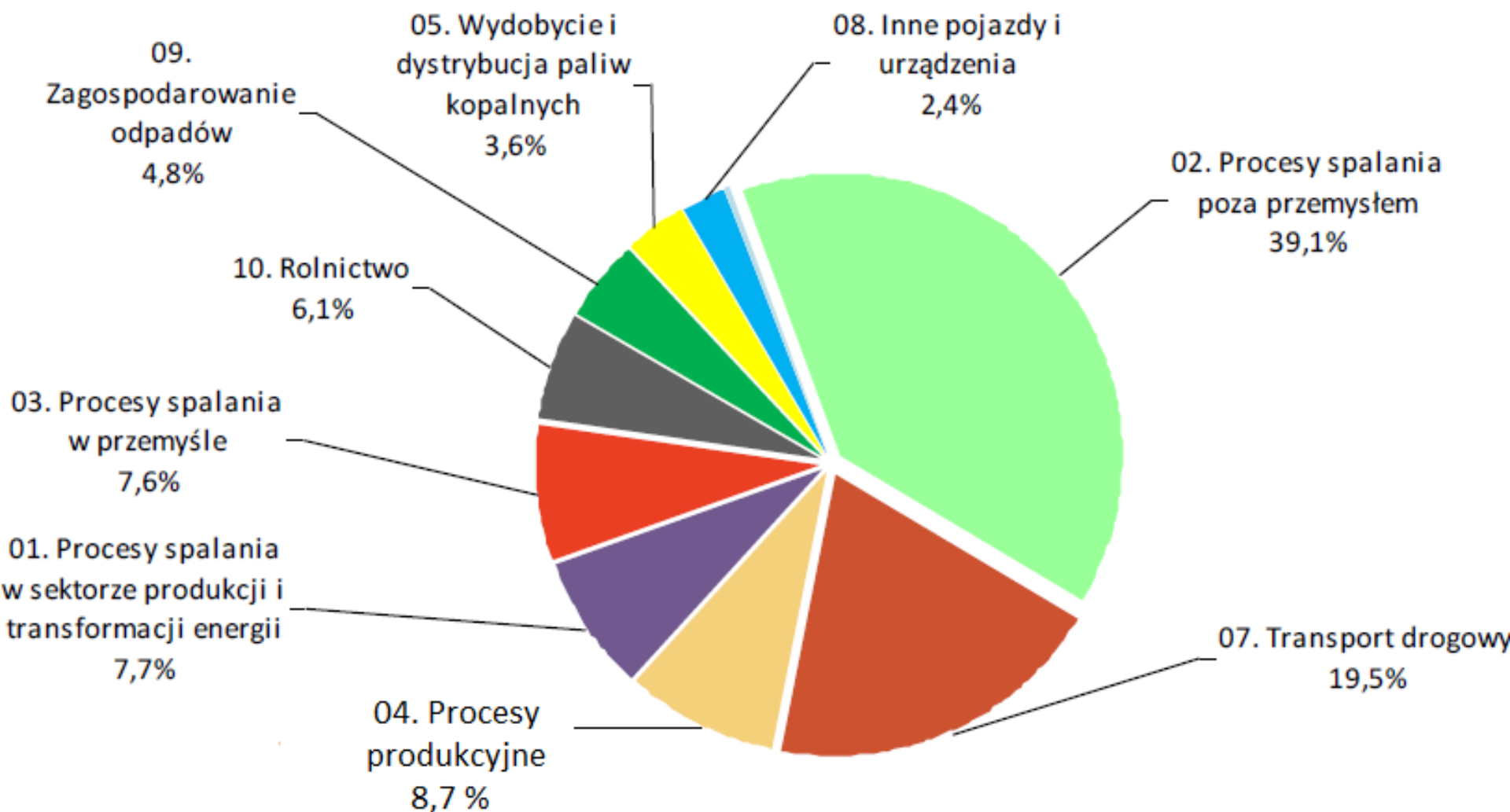
Udział największych sektorów w emisji NO_x w roku 2014



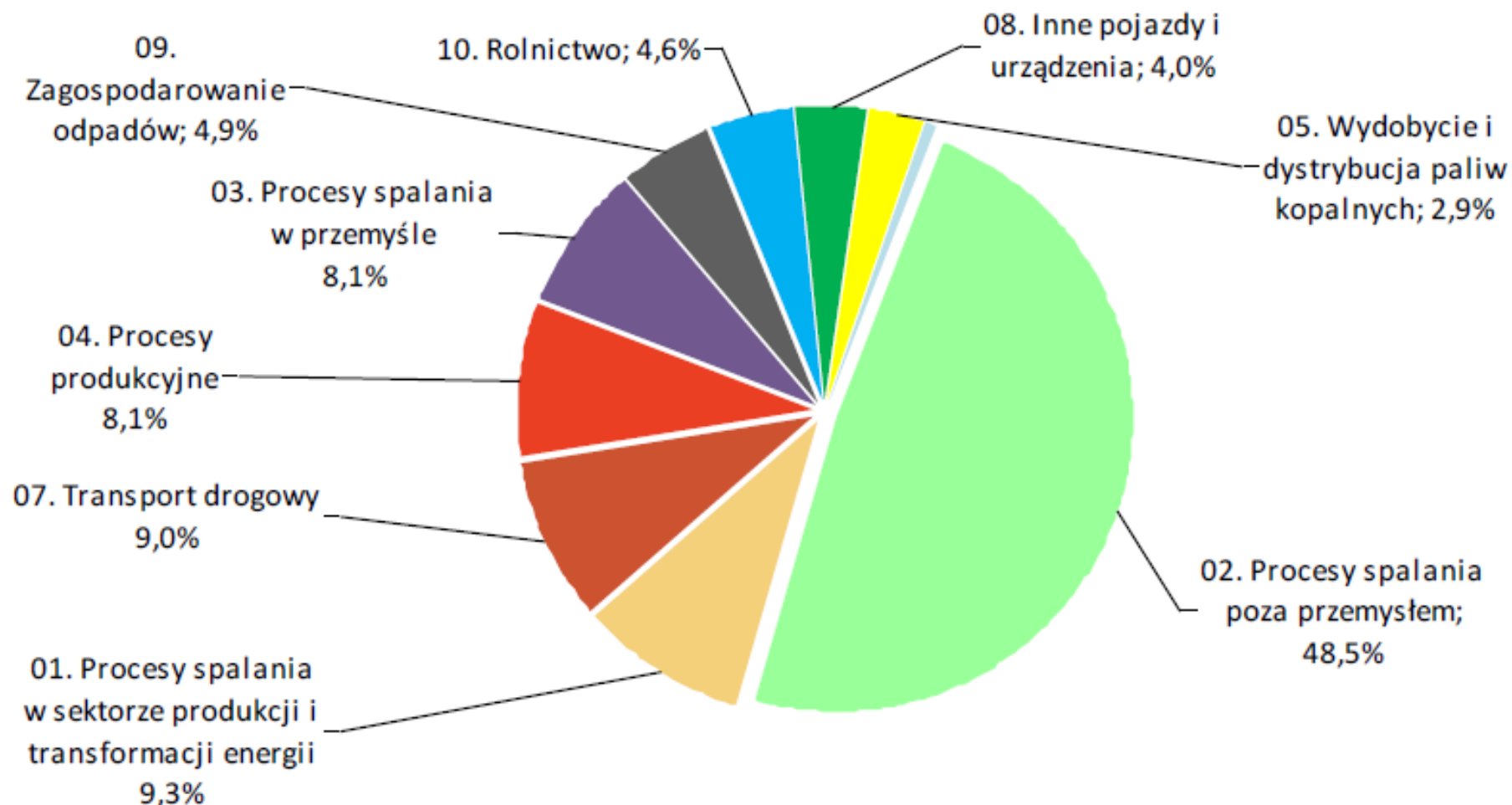
Udział największych sektorów w emisji CO w roku 2014



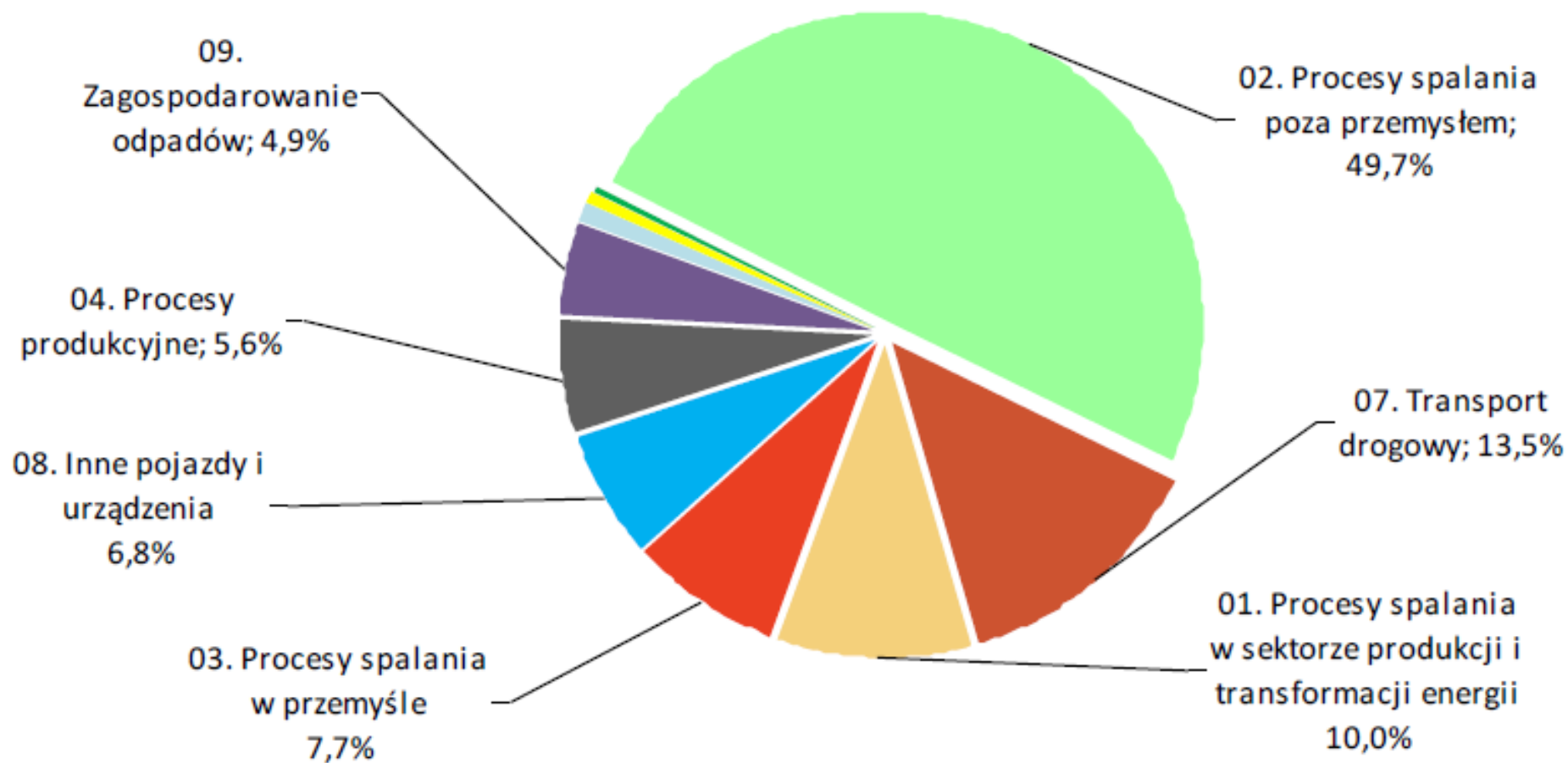
Udział największych sektorów w emisji TSP w roku 2014



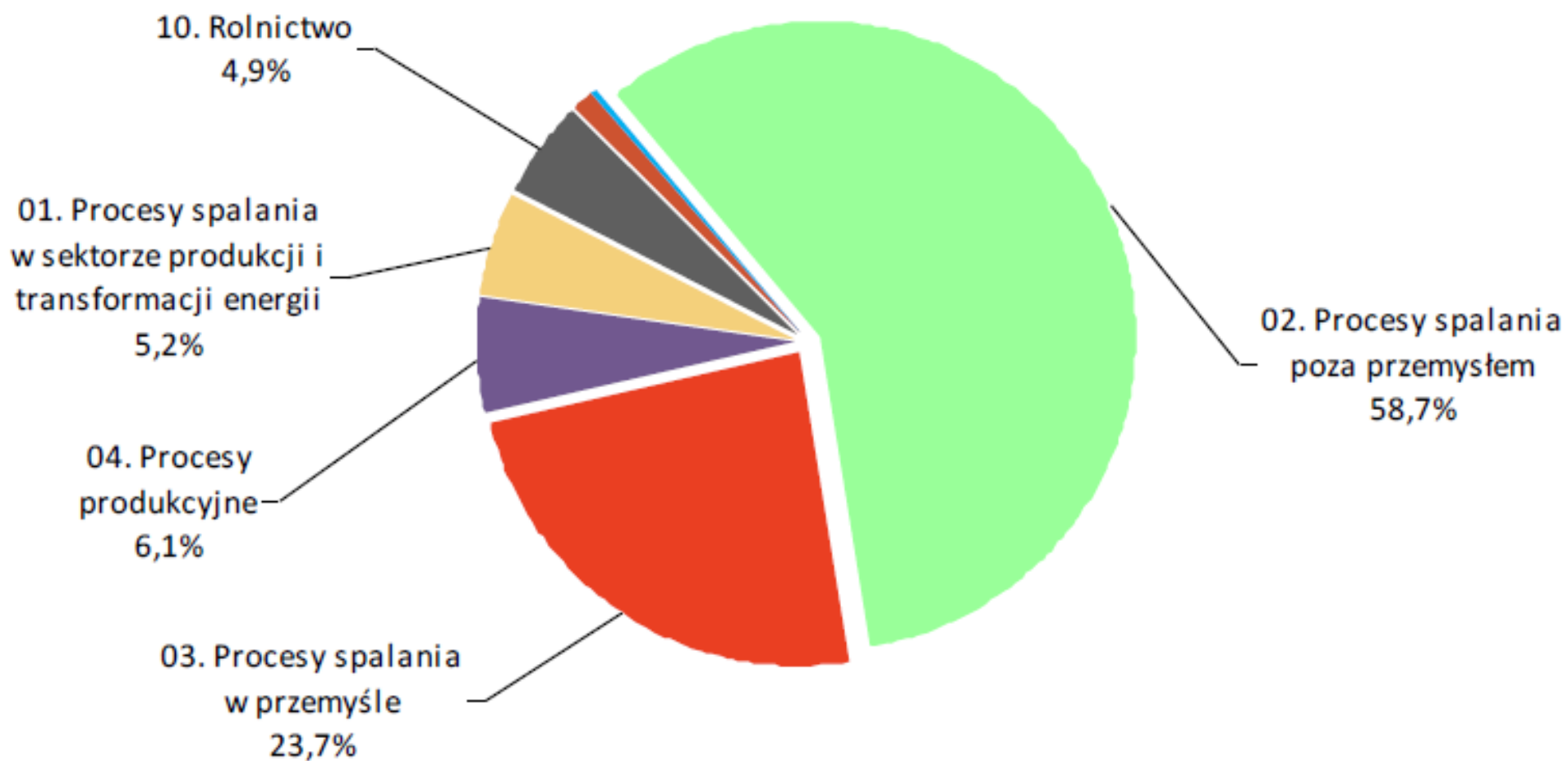
Udział największych sektorów w emisji PM₁₀ w roku 2014



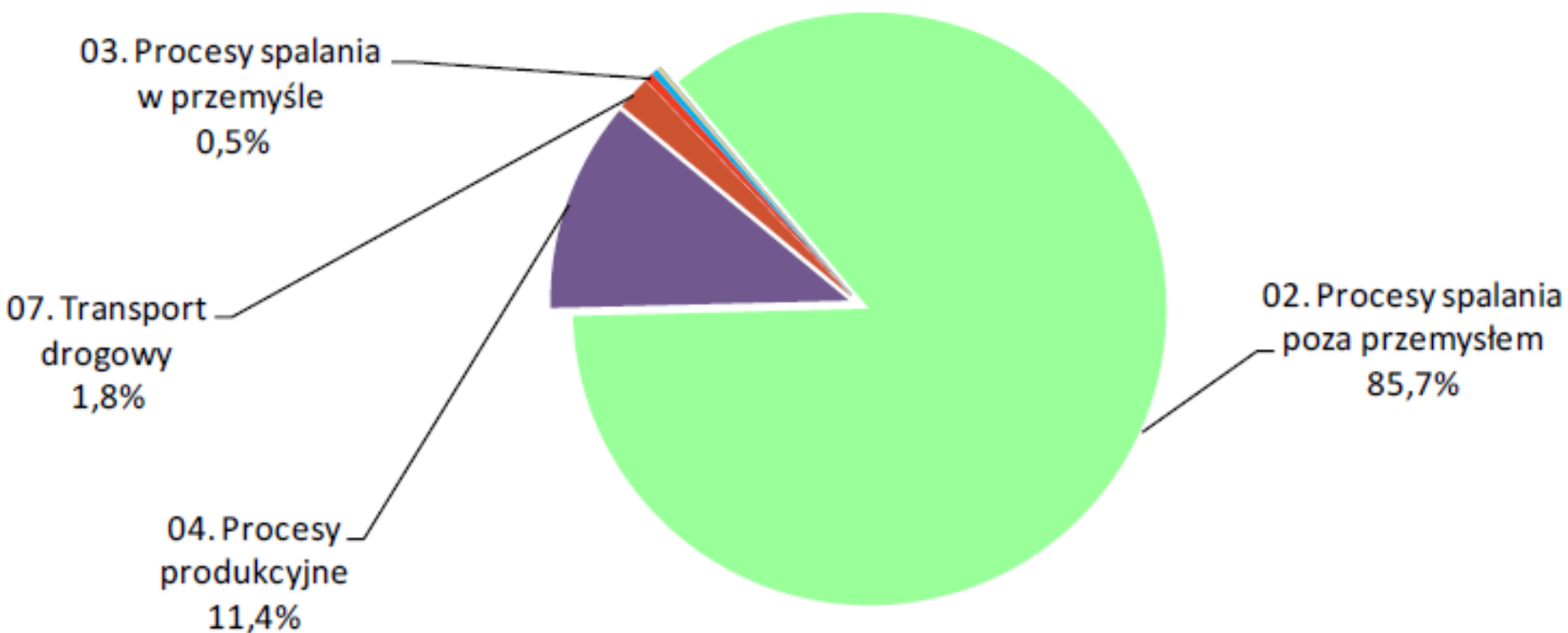
Udział największych sektorów w emisji PM_{2.5} w roku 2014



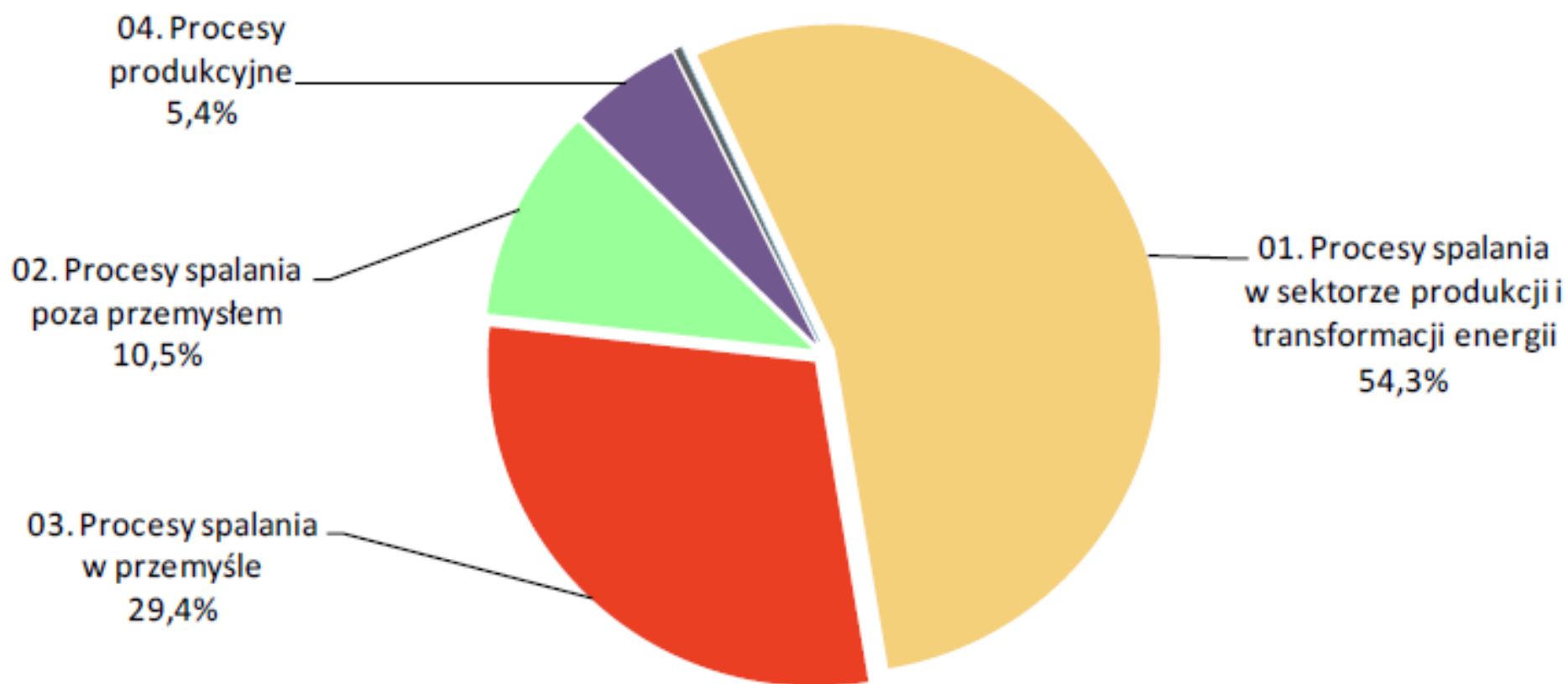
Udział największych sektorów w emisji PCDD/F w roku 2014



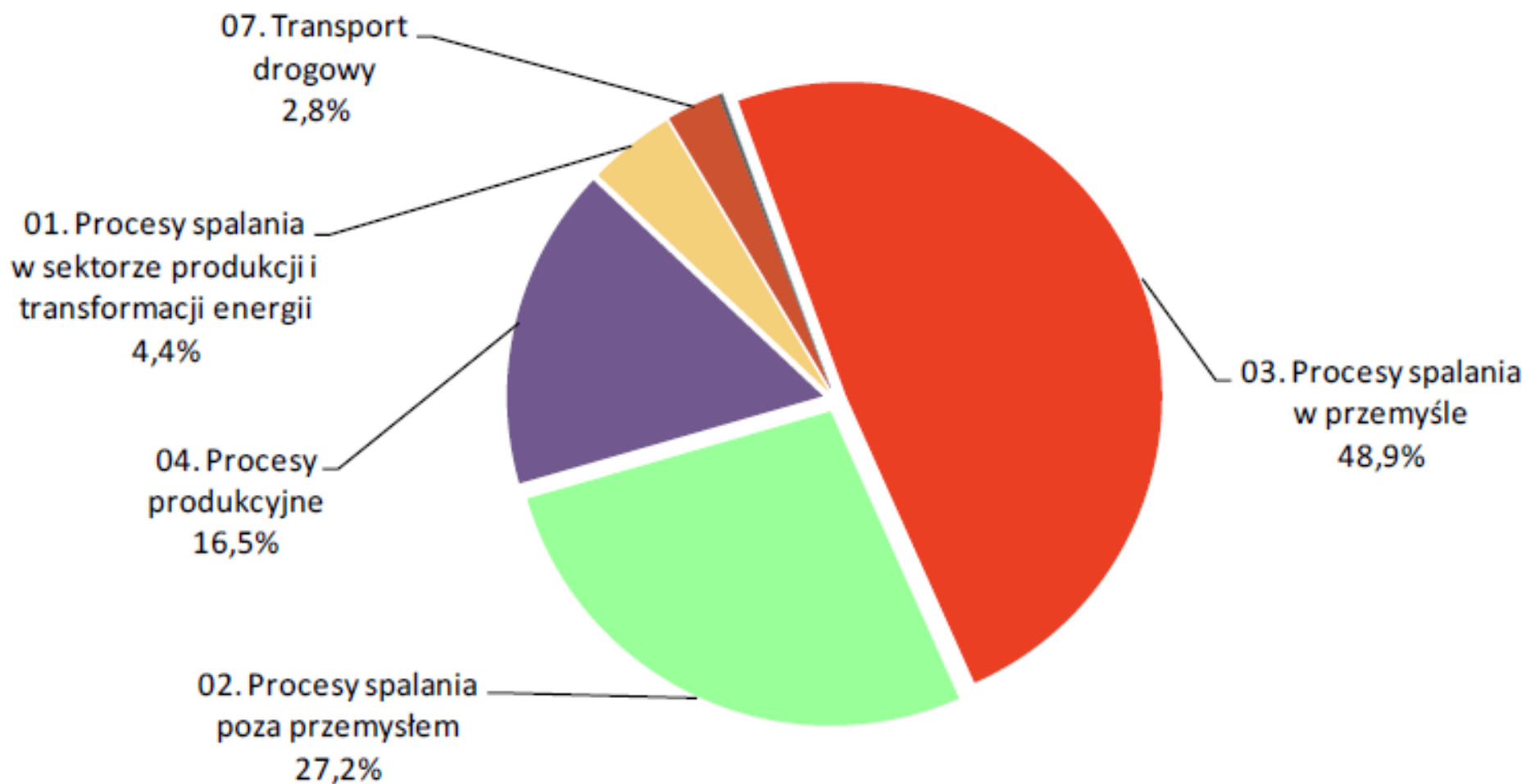
Udział największych sektorów w emisji WWA w roku 2014



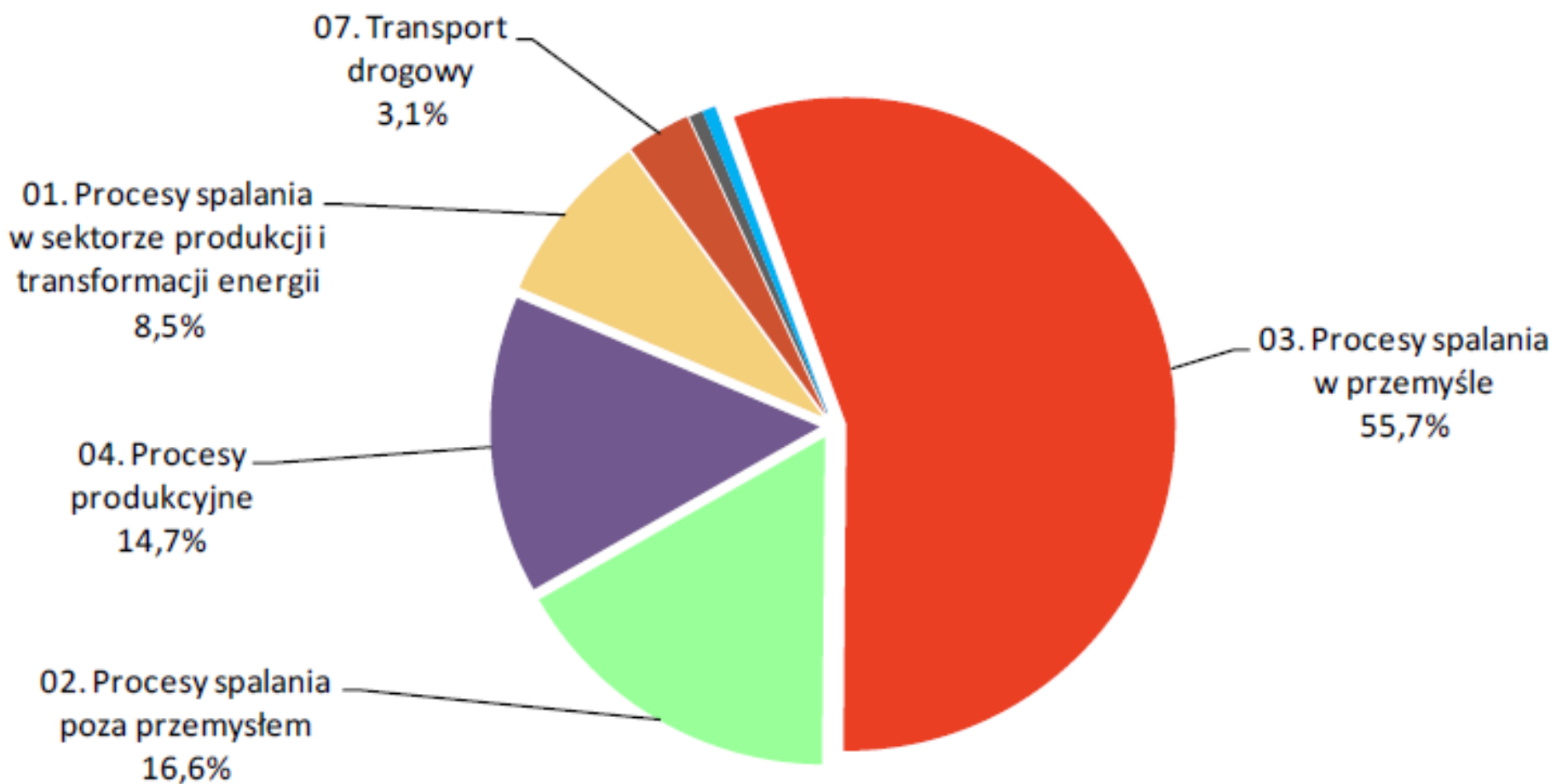
Udział największych sektorów w emisji Hg w roku 2014



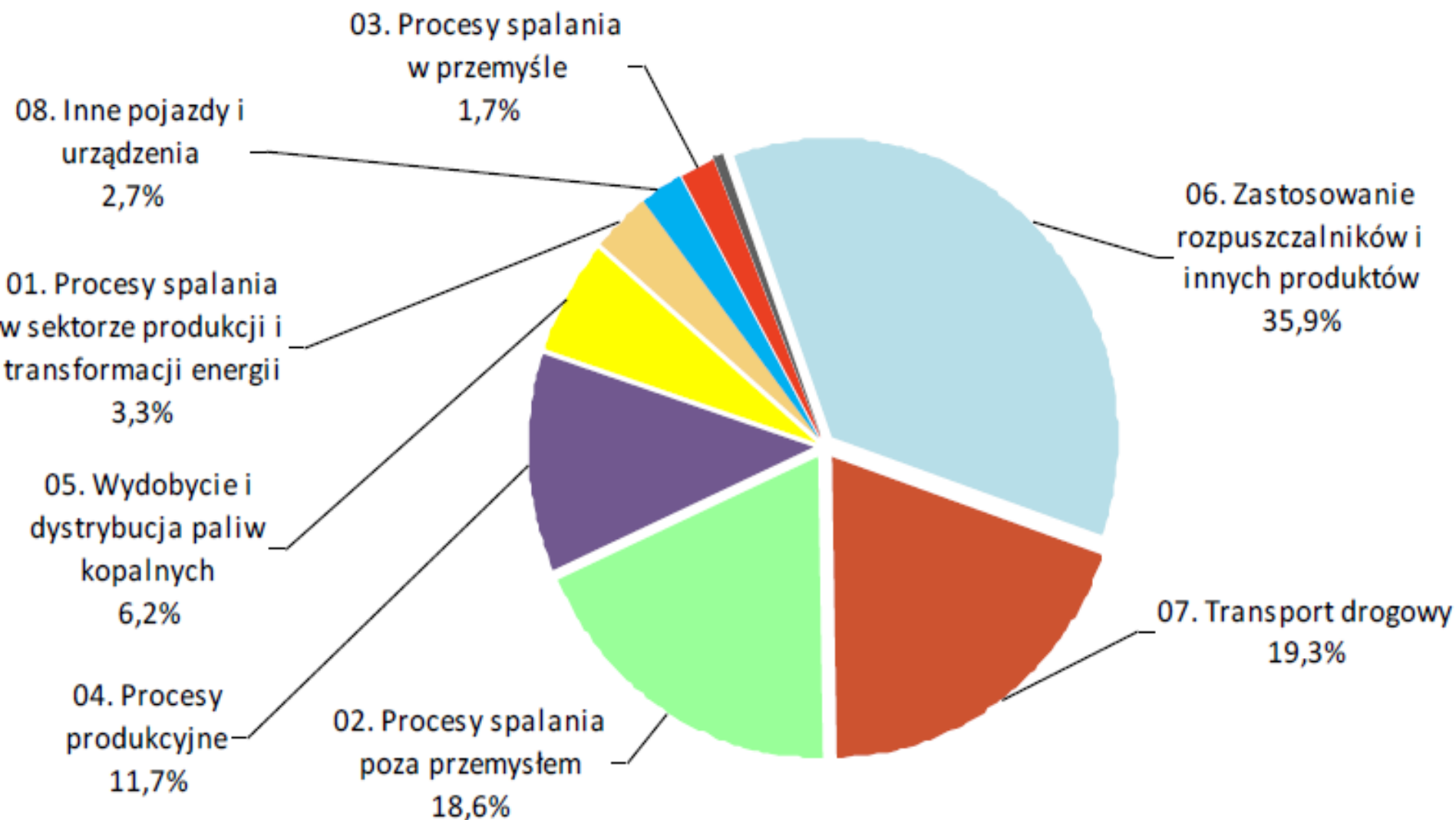
Udział największych sektorów w emisji Pb w roku 2014



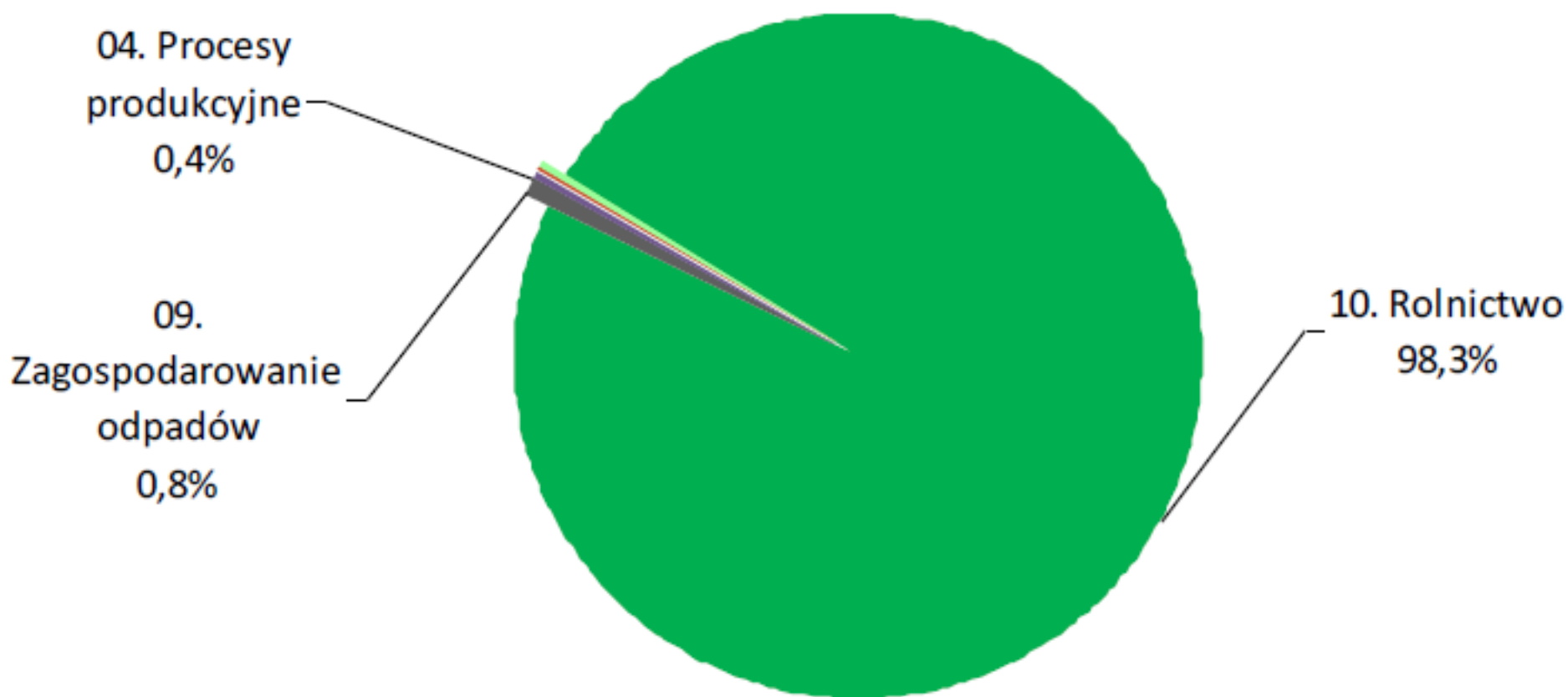
Udział największych sektorów w emisji Cd w roku 2014



Udział największych sektorów w emisji NMLZO w roku 2014



Udział największych sektorów w emisji NH_3 w roku 2014



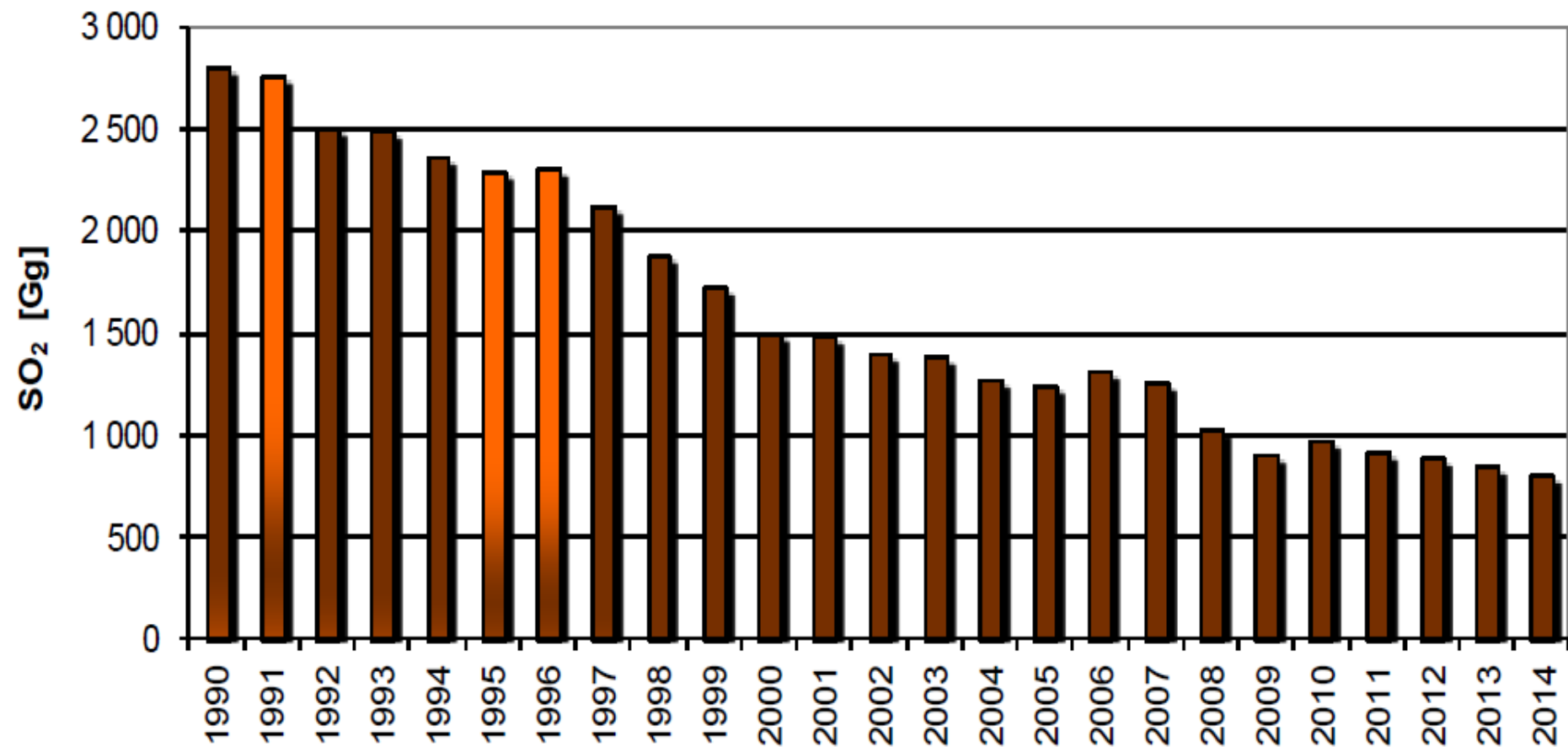
Struktura emisji [%] zanieczyszczeń **gazowych** w Polsce

kod	Źródło	SO ₂	NO _x	CO	VOC	NH ₃
01	Energetyka zawodowa	47	30	2	3	
02	Spal. poza przem.	32	12	62	19	
03	Spal. w przem.	19	9	10	2	
04	Proc. produkcyjne				12	0,4
05	Wydobywanie					
06	Zas. rozpuszczal.				36	
07	Transport drog.		31	21	19	
10	Rolnictwo					98

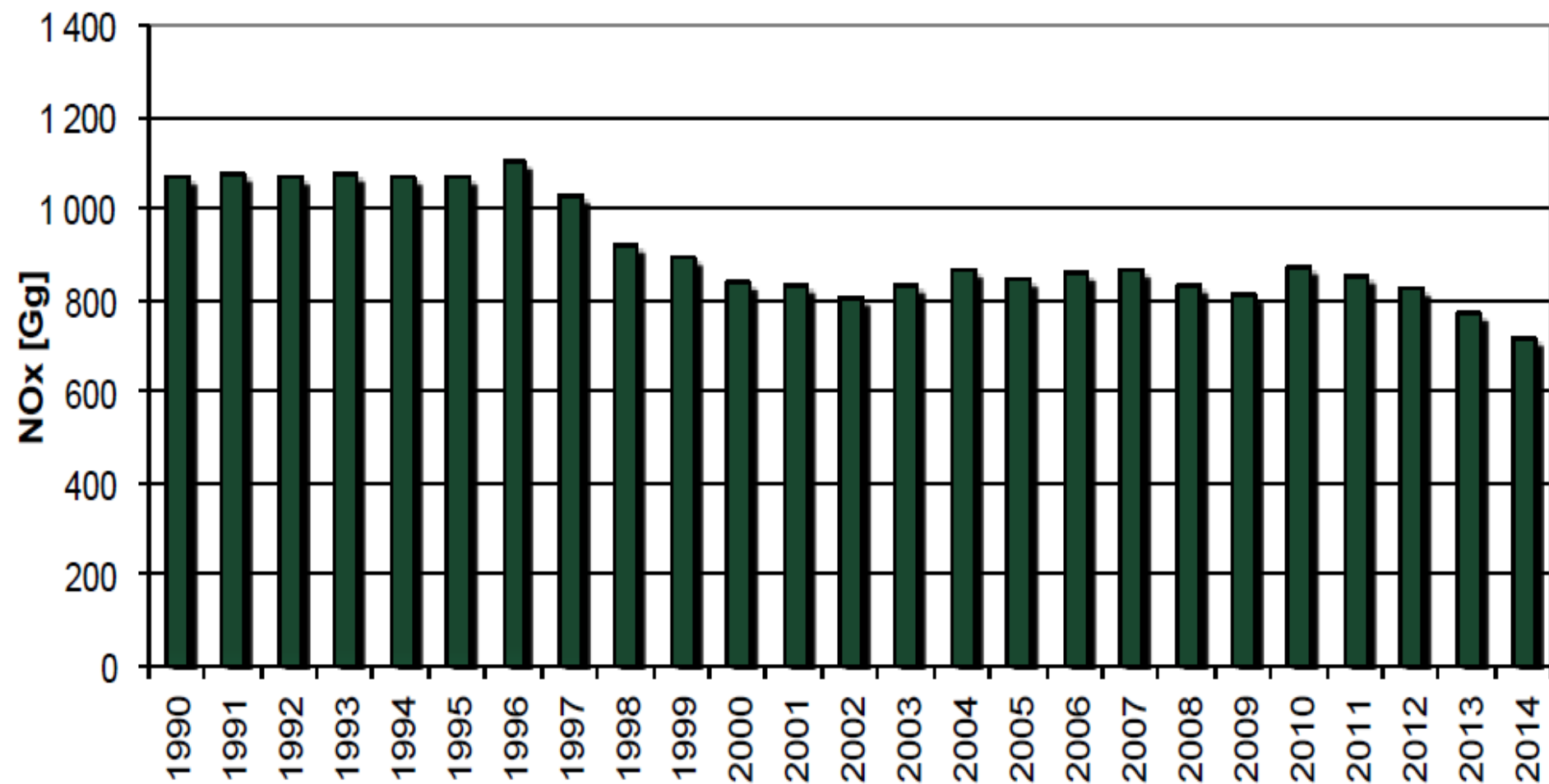
Struktura emisji [%] zanieczyszczeń **pyłowych** w Polsce

kod	Źródło	TSP	PM10	PM2.5	PCDD/ F	WWA
01	Energetyka zawodowa	8	9	10	5	<1
02	Spal. poza przem.	39	48	50	59	86
03	Spal. w przem.	8	8	8	24	1
04	Proc. produkcyjne	9	8	6	6	11
05	Wydobycie	4				
06	Zas. rozpuszczal.					
07	Transport drog.	20	9	13		2
10	Rolnictwo					

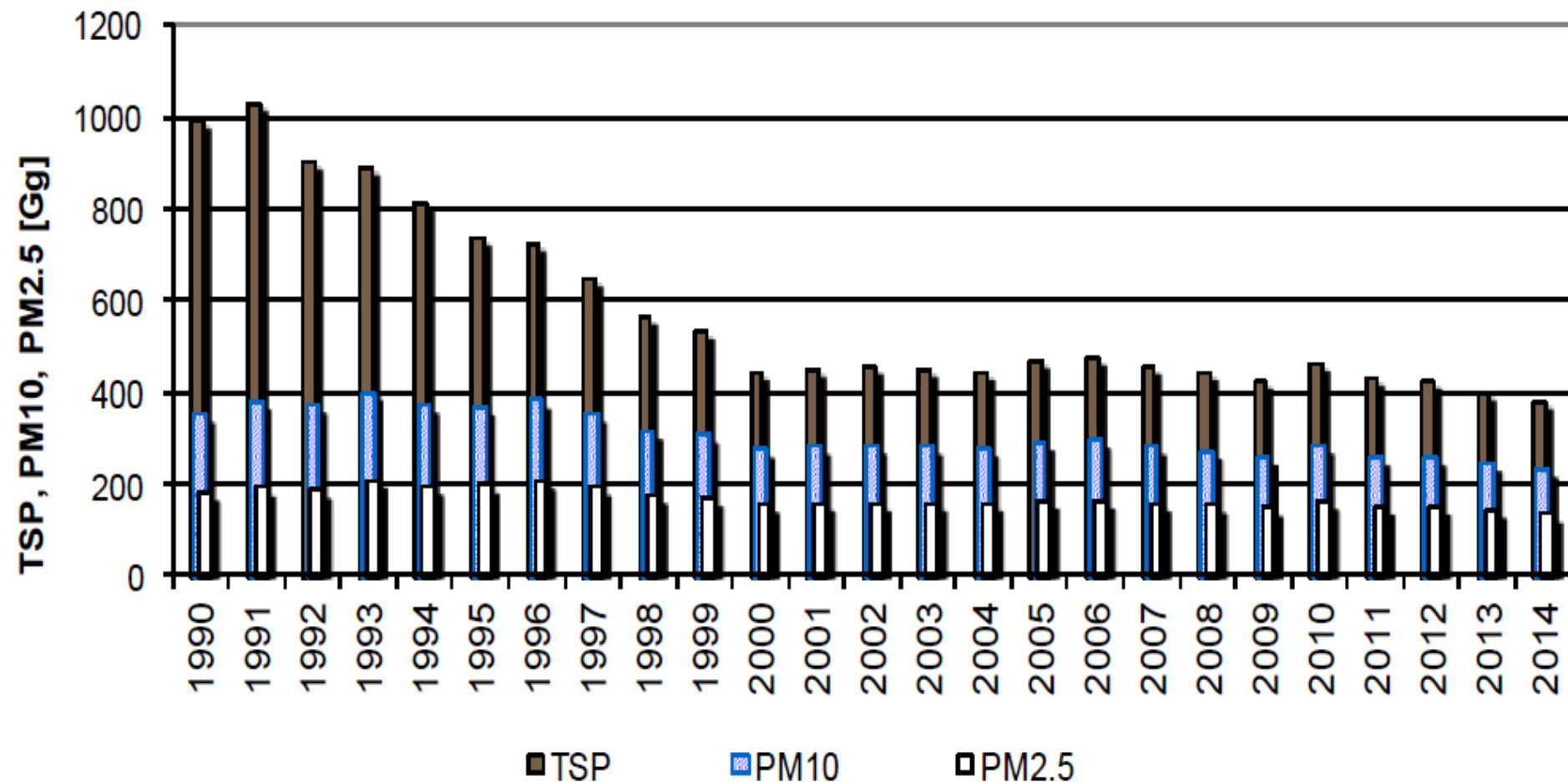
Trendy emisji SO₂



Trendy emisji NO_x



Trendy emisji pyłów



Emisja ze źródeł antropogenicznych

...to przede wszystkim **procesy
spalania**

Ale są również wyjątki

NH₃

- jakie jest główne źródło amoniaku?
- ROLNICTWO

Drugi wyjątek, ale połowiczny to:

LZO (NMLZO)

- jakie jest główne źródło LZO?
- zastosowanie rozpuszczalników
- ale również:
 - transport
 - procesy spalania poza przemysłem
 - inne...

Wnioski

- *Jaki z powyższych danych wynika wniosek?*
- Największe pole do zmian przyczyniających się do ochrony powietrza leży w dziedzinach wykorzystujących **procesy spalania**

Wnioski

- Najwięcej już zrobiono w sektorze produkcji energii elektrycznej i ciepłej
- ale jeszcze polska energetyka stoi przed nowymi wyzwaniami (m.in. zmiana źródeł energii!!!)

Wnioski

- *A co z transportem?*
- stale rośnie liczba pojazdów, ale są coraz mniej emisjogenne
- *A co ze spalaniem poza przemysłem?*
- W tym względzie jest najwięcej do zrobienia.....