

# **Badanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń**

Krzysztof Markowicz

Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

**Czas trwania:** 15 minut

**Wymagane warunki meteorologiczne:** dowolne

**Wymagane dodatkowe:** komin w zasięgu wzroku, z którego wydobywają się zanieczyszczenia powietrza

**Częstotliwość wykonania:** 1-3 razy

**Poziom szkoły:** podstawowa, gimnazjum, liceum

**Materiały i przyrządy:** aparat fotograficzny

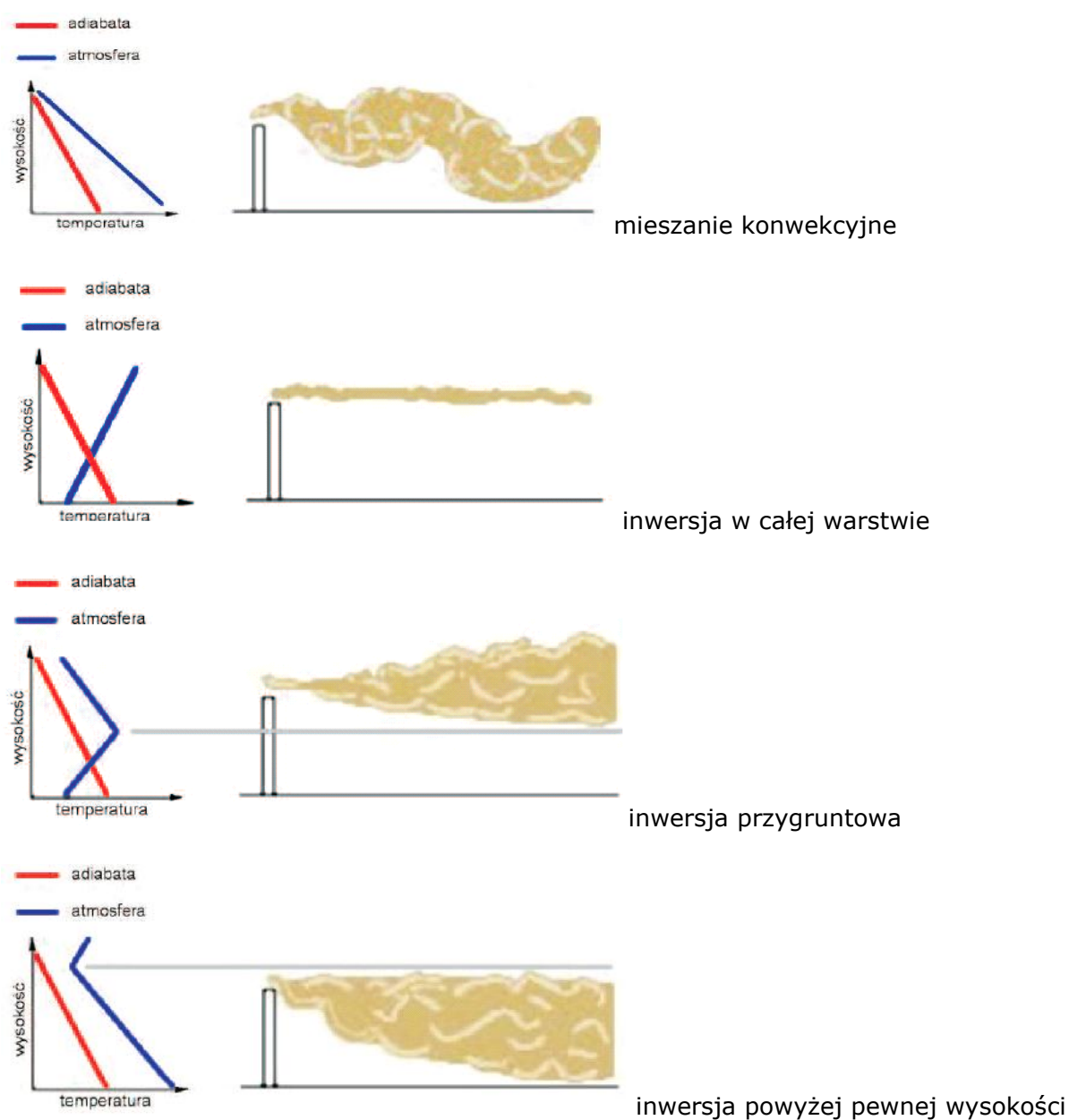
## **1. Wstęp**

Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń powietrza jest zagadnieniem skomplikowanym, które zależy od wielu procesów fizycznych zachodzących w atmosferze. Naukowcy do badania transportu zanieczyszczeń używają symulacji komputerowych, które pozwalają szacować nie tylko przenoszenie z wiatrem zanieczyszczeń powietrza, ale również procesy prowadzące do zaniku lub intensyfikacji koncentracji szkodliwych gazów i aerozoli. W przypadku transportu istotną rolę odgrywają dwa procesy: rozprzestrzenianie poziome oraz pionowe. O ile w pierwszym przypadku sytuacja jest relatywnie prosta, bo prędkość transportu zależy od prędkości wiatru to w przypadku wymiany powietrza w kierunku pionowym sytuacja jest bardziej skomplikowana. Parametrem odpowiedzialnym za mieszanie pionowe powietrza jest zmiana temperatury z wysokością. Podczas standardowych warunków temperatura spada z wysokością ok.  $0.65^{\circ}\text{C}$  na 100 m. W przypadku, gdy spadek ten przekracza  $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ , co ma często miejsce w słoneczny letni dzień, wówczas dochodzi do rozwoju silnych ruchów pionowych (konwekcji), które intensywnie mieszają dolne, środkowe i górne warstwy troposfery. W tym przypadku zanieczyszczenia emitowane ze źródeł znajdujących się blisko powierzchni ziemi są unoszone do góry, co prowadzi do spadku koncentracji zanieczyszczeń blisko powierzchni ziemi. W drugim skrajnym przypadku, gdy temperatura rośnie z wysokością, dochodzi do zjawiska inwersji, wówczas mieszanie pionowe ustaje. Zjawisko inwersji często pojawia się podczas pogodnych nocy, gdy prędkości wiatru są niewielkie.

Wówczas zanieczyszczenia są niemal uwieczniony tuż przy powierzchni ziemi i ich koncentracja bardzo szybko rośnie. Zjawisko to jest bardzo niekorzystne na obszarach gdzie występują intensywne źródła zanieczyszczeń oraz w chłodnej porze roku, gdy wysoka jest tzw. „niska emisja” z systemów ogrzewania.

## 2. Obserwacje zachowania dymu z komina

Pomimo, że pomiary zjawiska inwersji są trudne gdyż wymagają sondowania atmosfery przy pomocy balonu meteorologicznego lub samolotu, to jednak



Ryc. 1 Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w zależności od stanu atmosfery.

wizualne obserwacje zachowania dymu emitowanego z kominów (szczególnie wysokich) dostarczają nam informacji o stanie atmosfery. W przypadku, gdy dym z komina meandruje, wznosząc się i opadając na przemian świadczy to o intensywnym mieszaniu pionowym i braku kumulacji zanieczyszczeń (Ryc.1a).

W przypadku, gdy dym rozciąga się niemal horyzontalnie a ponadto nie smuga dymu nie rozszerza się ani w górę ani w dół świadczy to o inwersji w grubej warstwie atmosfery. Jeśli mamy do czynienia z inwersją tylko w cienkiej przygruntowej warstwie powietrza i gdy komin znajduje się powyżej inwersji to wówczas emitowane zanieczyszczenia zostają powyżej inwersji, która w tym przypadku chroni nas przed dużymi koncentracjami zanieczyszczeń. W ostatnim przypadku, gdy inwersja pojawia się powyżej pewnej wysokości (inwersja podniesiona) to wówczas dym układa się poniżej wysokości inwersji prowadząc do silnej kumulacji zanieczyszczeń przy powierzchni ziemi. Przedstawione powyżej sytuacje ukazują, dlaczego należy budować wysokie kominy.

### 3. Przeprowadzenie obserwacji

Pomiary wykonujemy w czasie dnia w miejscu, w którym widoczny jest co najmniej jeden dość wysoki komin z którego wydobywa się dym. Przez ok. 5 minut obserwujemy zachowanie dymu oraz wykonujemy fotografie obserwowanego zjawiska.

### 4. Protokół wyników

Wypełnij tabele wpisując datę pomiaru, godzinę w czasie uniwersalnym (odjąć 2 godziny dla czasu letniego lub odjąć 1 godzinę dla czasu zimowego), oraz na podstawie obserwacji zachowania dymy wybieramy jedną z możliwości przedstawioną na Ryc. 1.

<b>data i godzina [UTC] obserwacji</b>	<b>dym meandruje góra-dół</b>	<b>dym płynie poziomo i nie rozszerza się</b>	<b>dym rozszerza się ale nie dochodzi do ziemi</b>	<b>dym rozszerza się ale tylko w dół</b>

## **5. Analiza wyników**

Na podstawie kilku obserwacji zastanów się czy można stwierdzić:

- kiedy pojawia się inwersja a kiedy występują intensywne procesy mieszania pionowego;
- czy inwersja pojawia się częściej dniem czy nocą?

## **6. Literatura**

[1] Zjawisko inwersji [http://pl.wikipedia.org/wiki/Inwersja\\_temperatury](http://pl.wikipedia.org/wiki/Inwersja_temperatury)