

**PROBLEMATIKA ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ  
VE MĚSTĚ BRNĚ****ZDENĚK ELFENBEIN**

Hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43

Содержание

**ПРОБЛЕМАТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ГОРОДЕ БРНО**

Зденек Эльфенбеин

Исследование взаимоотношения направления и скорости ветра на распространения сернистого ангидрида в воздухе в области г. Брно мы производили на 3 станциях, измеряющих загрязнение воздуха за зимний период 1970—1974 гг. (ноябрь—март).

Summary

**PROBLEMS ON AIR POLLUTION IN THE AREA OF BRNO**

The aim of the study was to follow the part of wind (its direction and speeds) in transmission of sulfur dioxide in the area of Brno. The measurements were carried out in 3 air cleaning stations in winter 1970—1974 (from November to March).

**1. Úvod**

Na rozptylu škodlivin se podílí celá řada meteorologických prvků buď přímo, např. směr a rychlost větru nebo oblačnost (máme na mysli spodní základnu oblačnosti, jejíž nízká hladina brání volnému šíření do prostoru), nebo nepřímo, např. sluneční svit. V tomto referátu bych chtěl poukázat na podíl směru větru na transportu škodlivin v městě Brně. Tento prvek byl sledován mnohokrát a závěry se nedají beze zbytku aplikovat na jiné lokality, protože vliv topografie terénu je nashodě (1970).

Reliéfové poměry města Brna jsou tvarově i výškově značně rozmanité, a proto i zdroje znečištění ovzduší v něm zaujímají různé výšky. Přihlédneme-li dále k technologické stránce těchto zdrojů, setkáváme se s nejrůznějšími možnostmi znečištění.

## 2. Metodika

Vlastní zpracování materiálu bylo provedeno ze 3 stanic, které měří znečištění ovzduší kyslíčnickem siričítým. Jsou to stanice Brno-Tuřany, Renneská a HMÚ Kroftova. Stanice Brno-Tuřany je umístěna na Tuřanské terase, v bezprostřední blízkosti letiště, odkud byly vzaty údaje o směru a rychlosti větru. Stanice Renneská je umístěna na břehu řeky Svratky v prostoru nákladního nádraží. Stanice HMÚ Kroftova je umístěna v údolí řeky Svratky na pozemku ústavu, situovaném západně od středu města. Všechny tři stanice leží na spojnici, kterou získáme, když proložíme středem města osu směřující od severozápadu k jihovýchodu.

Bylo zpracováno období 1970—1974, a to vždy zimní období začínající listopadem a končící březnem. Všechny dny těchto zimních období jsme rozdělili podle rychlosti větru do 8 tříd, a to 0,1—1; 1,1—2; 2,1—3; 3,1—4; 4,1—5; 5,1—6; 6,1—7; 7,1 a více m/s. Údaje pro průměrnou rychlost větru jsme získali z vyčíslení anemografu stanice Brno-Tuřany.

Při sledování podílu směru větru na transport škodlivin jsme charakterizovali každý jednotlivý den podle dále uvedeného schématu. K jednotlivým dnům jsme přiřadili koncentrace kyslíčnicku siričitého naměřené na stanicích.

Pokud se týká směru větru a jeho charakteristiky, zvolili jsme pracovní název „typický směr“ pro daný směr.

Do skupiny „0“ jsme zařadili všechny dny, u nichž se vyskytlo bezvětrí nejméně v 7 hodinách. Dny, ve kterých se objevilo nevýrazné tlakové pole, kdy se vyskytlo 6 a více směrů v oktantech, jsme nazvali „dny s velkým rozptylem směrů“ a dali jim znak „X“.

Pokud tato metoda plně nevystihuje charakteristiku daného dne, přistoupili jsme k logické opravě, jíž se snažíme nahradit nepřilíhající dynamickou charakteristiku proudění. Tyto dny mají v iniciále „L“.

Takto byly sestaveny tabulky relativních četností pro celkem 604 dnů. Při hledání závislosti mezi směrem větru, rychlostí a koncentrací  $\text{SO}_2$ , jsme vycházeli z předpokladu, že závislost koncentrace na rychlosti větru pro daný směr lze vyjádřit regresní funkcí typu  $\bar{y} = x^b \cdot a$ , kde  $\bar{y}$  je průměrná koncentrace,  $x$  — rychlost větru,  $a$ ,  $b$  jsou neznámé konstanty.

Tyto funkce byly počítány na počítači pro všechny směry větru uvedených stanic a u každé stanice byly vybrány a graficky znázorněny ty případy, u nichž je zmíněná regrese statisticky významná, korelační koeficient vysoký, statisticky významný na 5 % hladině významnosti a rozsah souboru dostatečně rozsáhlý. Z regresních křivek vyplývá, že se vzrůstající rychlostí klesá koncentrace kyslíčnicku siričitého.

## 3. Výsledky a diskuse

Pro stanici Tuřany jsme zjistili čtyři závažné vztahy, protože jejich odhad byl získán z poměrně rozsáhlého výběru. Pro směry SSE koeficient korelace — 0,8985, WNW — 0,7691, NE — 0,7922, NW — 0,7981. Provedeme-li analýzu těchto výsledků, zjistíme, že směry větru NW a WNW přinášejí na stanici znečištění z oblasti města. Tento fakt je dán polohou stanice, města a směrem proudění. Pro praxi tyto výsledky obdobně jako všechny ostatní, které dále uvedu, znamenají, že je bude možno získávat empiricky. Směr větru NE přináší vzduch z málo industrializované oblasti, přesto se zde vyskytují značné koncentrace. Je jediný zdroj tohoto znečištění,

a to cementárna v Mokré, která se tedy podílí na znečištění města Brna při severovýchodním proudění. Další velice vysoký koeficient korelace byl zjištěn při proudění z jihovýchodu. Tento úzký vztah mezi směrem, rychlostí větru a koncentrací je pravděpodobně důsledkem dvou bodových zdrojů znečištění, a to cukrovar v Sokolnicích a obalovny drtě, která leží cca 1 000 m na jihovýchod od naší stanice. Pro úplnost překládáme výsledky i při ostatních směrech větru (tab. I).

Tab. I. Průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$  ( $\text{mg} \cdot 10^{-2} \cdot \text{m}^{-3}$ ) pro jednotlivé směry větru na stanici Tuřany

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	O	X
7,6	3,8	7,5	5,5	4,9	4,6	4,3	3,5	3,6	3,3	3,0	3,0	3,0	6,0	6,3	5,8	5,2	4,5

Ve spodním řádku tabulky I je průměrná koncentrace za celé období.

Značný koeficient korelace jsme získali na stanici Renneská pro změny NE  $-0,8416$ , E  $-0,9066$ , S  $-0,9587$ .

Výsledky, ke kterým jsme se dopracovali, jsou způsobeny umístěním stanice poblíž středu města. Závislosti koncentrace pro ostatní směry větru nejsou prokazatelné, protože město má charakter plošného zdroje a variabilita výsledků v jednotlivých třídách rychlosti a směru větru je značná, přestože rozsah výběrů by mohl být dostačující. Ukazuje se, že bude nutno vzít v úvahu ještě další meteorologické prvky, např. teplotu vzduchu, aby prokazatelné koeficienty korelace byly získány i pro další směry větru.

V tabulce II jsou uvedeny koncentrace  $\text{SO}_2$  v jednotlivých směrech.

Tab. II. Průměrná koncentrace  $\text{SO}_2$   $\text{mg} \cdot 10^{-2} \cdot \text{m}^{-3}$  pro jednotlivé směry větru na stanici Renneská

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NN	O	X
13,0	6,9	11,1	8,0	6,3	6,8	6,7	5,7	5,6	7,6	6,8	6,9	6,0	8,4	8,4	10,1	10,1	7,0

Stanice „Kroftova“ je umístěna v severozápadní části města. Jak je patrné z tabulky III, největší koncentrace byly naměřeny při jihovýchodním proudění, přinášejeím znečištěný vzduch z města. Při severozápadním proudění, tedy směrem k městu, jsou naměřené koncentrace podstatně nižší.

Tab. III. Průměrná koncentrace  $\text{SO}_2$  v  $\text{mg} \cdot 10^{-2} \cdot \text{m}^{-3}$  pro jednotlivé směry větru na stanici Kroftova

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	O	X
5,4	4,7	6,1	7,4	6,9	5,8	6,4	7,2	5,3	7,7	3,8	3,7	5,3	3,9	4,9	4,1	6,5	6,2

Vysoké koncentrace byly zjištěny při nevýrazném proudění a při bezvětří. Při proudění SSW bylo dosaženo nejvyšší hodnoty, ale to je způsobeno lokálním vlivem místní zástavby rodinných domků, které používají jako topivo převážně pevná paliva. Značné koeficienty korelace byly zjištěny při dvou směrech proudění, a to při a to při NE  $-0,8079$  a při SSE  $-0,9915$ .

#### 4. Závěr

Jak je patrné z předložených výsledků, můžeme použít některých regresních křivek pro směr větru, rychlost větru a koncentraci  $\text{SO}_2$  jako prediktorů pro předpověď znečištění ovzduší kyslíčnickem siričitým. Znovu se ukazuje, že variabilita v jednotlivých třídách je značná; proto bude třeba použít dalšího meteorologického prvku teploty vzduchu, neboť pro závislost na tento prvek byl již dříve odhadnut vysoký koeficient korelace  $-0,71$  (1972).

Dalším faktorem, který se podílí na rozptylu hodnot v jednotlivých třídách je deformace proudění způsobená konfigurací terénu a zástavbou. Následkem toho kouřové vlečky některých významných zdrojů jsou unášeny jiným směrem, než je směr větru registrovaný na stanici Brno-Tuřany a znečištění ovzduší se na stanicích umístěných v ose proudění neprojeví. Proto také z celkového počtu 54 očekávaných regresních křivek jsme získali pouze 9 statisticky významných.

#### LITERATURA

1. Výzkum rozptylu škodlivin, závěrečná zpráva úkolu J-1-30 HMÚ Praha 1970.
2. Čistota ovzduší — průmyslové exhalace a vliv meteorologických prvků na jejich šíření — Sborník přednášek ČVTS — Dům techniky Brno 1974.
3. Výzkum znečišťování ovzduší — Studium vztahů mezi emisemi a meteorologickými podmínkami v Brně, HMÚ Brno 1972.