

Ing. Zdeněk W e b e r, VÚHU

Hodnocení znečištění ovzduší plynnými exhalacemi v lomových provozech

SHR

Úvod

S postupem povrchové těžby hnědého uhlí do větších hloubek a do oblastí narušených předchozí hornickou činností, souvisí nutnost řešení problematiky znečištění ovzduší a pracovního prostředí v lomových provozech. Pro dokonalé poznání závislosti mezi jednotlivými faktory ovlivňujícími úroveň znečištění je třeba provést velká množství kontinuálních i diskontinuálních měření obsahu jednotlivých škodlivin v různých místech lomu, lišících se vzdáleností od zdrojů emisí (zápary, ohně), nadmořskou výškou i meteorologickými podmínkami v době odběru vzorku.

Důležitou podmínkou pro studium procesů probíhajících při šíření exhalací v prostoru lomu a v jeho nejbližším okolí je volba správné metody hodnocení výsledků a možnost vzájemného srovnání jednotlivých faktorů.

Hodnocení kontinuálních měření

Vzhledem k omezenému vybavení přístrojovou technikou, určenou ke kontinuálnímu měření, provádí se v rámci řešení rezortního úkolu pouze sledování koncentrací kyslíčnatého siřičitého SO_2 pomocí analyzátorů tuzemské výroby Coulograph. Kontinuální grafický záznam koncentrací SO_2 (obr. č.1) je vyhodnocován vždy za období jednoho kalendářního měsíce a jsou určovány tyto hodnoty:

- průměrná měsíční koncentrace ($\text{mg} \cdot \text{m}^3$)
- průměrná denní koncentrace ($\text{mg} \cdot \text{m}^3 / 24 \text{ hod}$)
- nejvyšší průměrná půlhodinová koncentrace ($\text{mg} \cdot \text{m}^3 / 0,5 \text{ hod}$)
- čas (hod) výskytu nejvyšší průměrné půlhodinové koncentrace.

K těmto základním údajům o koncentracích SO_2 je nezbytně nutné znát i průběh hodnot některých meteorologických veličin, které mají vliv na úroveň znečištění ovzduší:

- minimální a maximální denní teplota ovzduší
- minimální a maximální denní vlhkost ovzduší
- průběh barometrického tlaku
- směr větru
- rychlost větru
- úroveň srážek
- viditelnost

Tyto veličiny jsou shrnuty spolu s výsledky měření koncentrací SO_2 a zpracovány graficky jako:

- měsíční chod znečištění ovzduší kysličníkem siřičitým (obr. č.2)
- měsíční chod znečištění ovzduší kysličníkem siřičitým - denní maxima (obr. č.3)
- relativní četnosti dní s překročenou nejvyšší přípustnou koncentrací SO_2 pro volné ovzduší, za kalendářní měsíc (obr. č.4)
- větrná růžice pro kalendářní měsíc (obr. č.4)
- roční průběh týdenních průměrných max. a min. teplot
- průměrný denní chod maximálních koncentrací (obr. č.5)

Úroveň srážek, viditelnost, vlhkost ovzduší a průběh barometrického tlaku slouží jako doplňující veličiny při studiu některých extrémních situací. Každá z těchto metod hodnocení pomáhá svým způsobem objasňovat dosud prakticky neznámé závislosti, ovlivňující úroveň znečištění ovzduší lomových provozů.

Hodnocení diskontinuálních měření

Diskontinuální měření nebo odběry vzorků postihují pouze okamžitý stav znečištění v určitém místě odběru a za klimatických podmínek v daném okamžiku. Mimořádně důležité je přesné určení podmínek, místa a způsobu odběru vzorků ovzduší, s ohledem na reprezentativnost a vzájemnou srovnatelnost výsledků.

Vzorky ovzduší jsou odebírány do speciálních gumových vzdušnic (Vulkán, Hrádek nad Nisou) a po převozu do laboratorii VÚHU analyzovány na obsah SO_2 , CO_2 , CO , CH_4 , C_2H_6 , popř. vyšších uhlovodíků. Výsledky provedených analýz slouží jako podklady pro řešení problematiky šíření

plynných exhalací v blízkosti zdrojů emisí i v prostoru celého lomu.

Hodnocení výsledků provádíme graficky (obr.6, obr.7), což umožňuje snadnější porovnávání vlivů jednotlivých faktorů na úroveň koncentrací sloučenin v ovzduší lomu. Po analýze vzorků máme k dispozici tyto základní údaje:

- okamžitou koncentraci plynu v měřeném místě
- teplotu ovzduší
- vlhkost ovzduší
- rychlost a směr větru
- teplotní výškový gradient v prostoru lomu
- celkové hodnocení meteorologické situace

Získané výsledky a jejich správné hodnocení přispívají k objasnění jevů probíhajících v prostoru lomu při rozptylu škodlivin a jejich šíření od zdrojů emisí do okolí.

Úroveň koncentrací plyných exhalací v lomových provozech

Pro zjištění skutečného stavu v lomových provozech z hlediska kvality pracovního prostředí a pro určení vlivu vnějších meteorologických podmínek na úroveň koncentrací škodlivin, byla v roce 1975 vybudována měřicí stanoviště na vybraném lomovém provozu, nspojená na měřicí síť RMÚ a KMS. Zde byla dlouhodobě sledována úroveň koncentrací SO_2 (kontinuálně), CO , CO_2 , CH_4 (diskontinuálně) a měřeny základní meteorologické parametry ovzduší (teplota, vlhkost, tlak, rychlost a směr větru). Vybraný lom je možno považovat z hlediska množství zdrojů emisí (zápary, ohně) za intenzivní zdroj exhalací. Koncentrace dále uvedené můžeme proto považovat za horní hranici, kterou je v lomových provozech SHR dosahováno.

Na situaci v lomu má zásadní vliv směr větru a jeho rychlost. Jestliže vzduch proudí ze směru kde je do lomu mírný spád (podle teorie větrných proudů je hranicí pro volný průchod proudů vzduchu bez recirkulace úhel 15°), rychlostí větší než 1 m.s^{-1} jsou škodliviny velmi dobře vymývány. Nepříznivě se projevuje bezvětří nebo proudění s rychlostí menší než 1 m.s^{-1} . Tato tvrzení lze doložit zjištěnými prů-

měrnými koncentracemi SO_2 při jednotlivých směrech proudění vzduchu:

	Koncentrace	Generální úhel svahu
bezvětrí	$0,337 \text{ mg SO}_2 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$	
východní proudění	0,331 "-"	19°
jižní proudění	0,232 "-"	14°
západní proudění	0,202 "-"	6°
severní proudění	0,204 "-"	14°

Recirkulaci větrného proudu prokazuje i vyhodnocení měsíce prosince na obr.4. V tomto měsíci převládalo jihovýchodní proudění. V tomto směru je generální úhel svahu větší než 15° . Průměrné koncentrace SO_2 v důsledku toho byly zvýšené ve všech dnech sledovaného období.

Nejnepříznivější situace nastávají v období s bezvětrím doprovázeným dlouhodobými inverzními stavy. V takovém období byla také v lomu naměřena doposud největší průměrná koncentrace, jejíž hodnota je $1,79 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ a nejvyšší maximální koncentrace $2,52 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 0,5 \text{ h}$. Meteorologická situace se v té době vyznačovala prudkým poklesem teplot, silnými mlhami a dlouhodobou inverzí.

Zhodnotíme-li celkově současnou situaci na lomech s velkým množstvím zdrojů emisí, ukazuje se, že koncentrace SO_2 v lomu se pohybují v rozmezí $0,10 - 0,55 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Hodnoty jsou mnohem nižší než hranice hygienické normy pro pracovní prostředí, o nichž se podle současných vědeckých znalostí předpokládá, že nepoškodí zdravotní stav osob jim vystavených, tj. $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{směna}^{-1}$.

V obdobích se špatnými rozptylovými podmínkami byly v lomových provozech odebrány diskontinuální vzorky ovzduší ke stanovení obsahu kyslíčnanu uhelnatého, uhličitého a metanu. Koncentrace se pohybovaly v tomto rozmezí:

CO	2-6 ppm	(NPK-P 26 ppm)
CO ₂	400-600 ppm	(NPK-P 5000 ppm)
CH ₄	0,5-2 ppm	

Podle našich zjištění se koncentrace blíží NPK-P (nejvyšší přípustná koncentrace - pracovní) jen v blízkosti zápar a olnů. I zde ale úroveň koncentrace prudce klesá vlivem rychlého naředění v ovzduší. Do vzdálenosti 10-20 m podle velikosti záparů, klesá obsah sloučenin v objemové jednotce vzduchu až o 90 % (obr. 7).

Všimneme-li si denního rozložení koncentrací SO_2 (obr. 5) vidíme, že v průměru se nejvyšší koncentrace vyskytují mezi 5 a 9 hodinou ráno, s tím, že v letním období jsou častější maxima u spodní hranice tohoto rozmezí a v zimním naopak. Je to způsobeno téměř pravidelným vznikem ranních inverzních stavů v prostoru lomu, které jsou v průběhu dne, za příznivé meteorologické situace, odbourány.

Při výzkumu této problematiky jsme se zabývali mj. také způsobem šíření exhalací v prostoru lomu a v jeho nejbližším okolí. Na obr. 6 je graficky znázorněn průměrný průběh koncentrací jednotlivých sledovaných sloučenin na vybraných vzorkovacích místech, lišících se nadmořskou výškou a vzdáleností od zdrojů emisí. Na první pohled je zřejmé, že způsob šíření CO a CH_4 je jiný než způsob šíření CO_2 a SO_2 , tak jak jsou rozdílné jejich fyzikálně chemické vlastnosti.

Závěr

Grafické způsoby hodnocení znečištění ovzduší umožňují zhodnotit jak celkovou situaci za určité období, tak i situaci okamžitou s tím, že lze velmi dobře vzájemně srovnávat jednotlivé faktory a jejich vliv na úroveň koncentrací sledovaných sloučenin. Obsah sledovaných škodlivin v ovzduší lomových provozů v současné době nepřesahuje hygienické normy pro pracovní prostředí. Poznání procesů probíhajících v prostoru lomu při různých vnějších meteorologických podmínkách bude mít velký význam po přechodu těžby do velkých hloubek, kdy se podstatně zhorší podmínky pro rozptýl exhalátů. Udržení kvalitního pracovního prostředí i při těžbě v hlubokých lomových provozech zajistí vysokou produktivitu práce.

Recenzoval: Ing. Vladimír Hrubý

Legenda k obrázkům

Obr. č.1. Záznamy denního průběhu koncentrací SO_2 na stanovišti Volkolom Maxim Gorkij ve dnech 18.6., 23.6., 3.7. 1977. Stanoviště "Lom", n.v. 152 m (nejhlubší místo lomu má n.v. 133 m)

Meteorologické podmínky

	Teplota (max/min)	Tlak ($6^{\circ}\text{C}/10^{\circ}\text{C}$)	Vlhkost (max/min)
18. 6. 1977	25/16 $^{\circ}\text{C}$	101,5/101,2 kPa	90/56 %
23. 6. 1977	23/12 $^{\circ}\text{C}$	101,7/101,7 kPa	89/38 %
3. 7. 1977	26/10 $^{\circ}\text{C}$	101,9/101,7 kPa	90/39 %

Viditelnost: —, kouřivo, dohlednost 1-2 km ve všech třech dnech.

Obr. č.2. Měsíční chod znečištění ovzduší SO_2 .

Stanoviště: důl Pokroch "Povrch", n.v. 207 m;
důl Pokroch "Lom", n.v. 140 m; nejhlubší místo má n.v. 131 m.

Období: Prosínek 1975

Meteorologické podmínky: převládalo oblačné počasí se západním prouděním a četnými anticyklonálními situacemi. Celkově lze měsíc hodnotit jako období s mírně nepříznivými podmínkami pro rozptyl exhalací.

Obr. č.3. Měsíční chod znečištění ovzduší SO_2 - denní maxima. Stanoviště, období, meteorologické podmínky viz. legenda k obr. č.2.

Obr. č.4. Relativní četnosti dní s překročenou nejvyšší přípustnou koncentrací SO_2 pro volné ovzduší.

Období: Prosínek 1975

Obr. č.5. Průměrný denní chod maximálních koncentrací SO_2 .

Stanoviště: důl Pokrok "Lom"

důl Pokrok "Povrch"

Období: Zář 1975 - srpen 1976

Obr. č.6. Průměrný chod okamžitých koncentrací SO_2 , CO_2 , CO , CH_4 a C_2H_6 v závislosti na vzdálenosti od zdrojů emisí a n.v. měřicího místa.

Stanoviště: důl Pokrok

Období: zima 1976-1977

Vzorkovací místa: 1 - n.v. 133 m

2 - n.v. 145 m

3 - n.v. 156 m

4 - n.v. 178 m

5 - n.v. 192 m

6 - n.v. 207 m

Čistková vzdálenost míst 1 a 6 je vzdušnou čarou cca 700 m.

Obr. č.7. Šíření SO_2 a CO od zdroje emisí.

Zdroj: zářez Ø 0,5 m, důl Pokrok, 2.9. 1977.

Meteorologické podmínky: vítr SV, $0,9 \text{ m.s}^{-1}$, teplota $12,5^\circ\text{C}$,
vlhkost 96 %, viditelnost $\equiv$, mlha,
dohlednost pod 1 km.

S h r n u t í

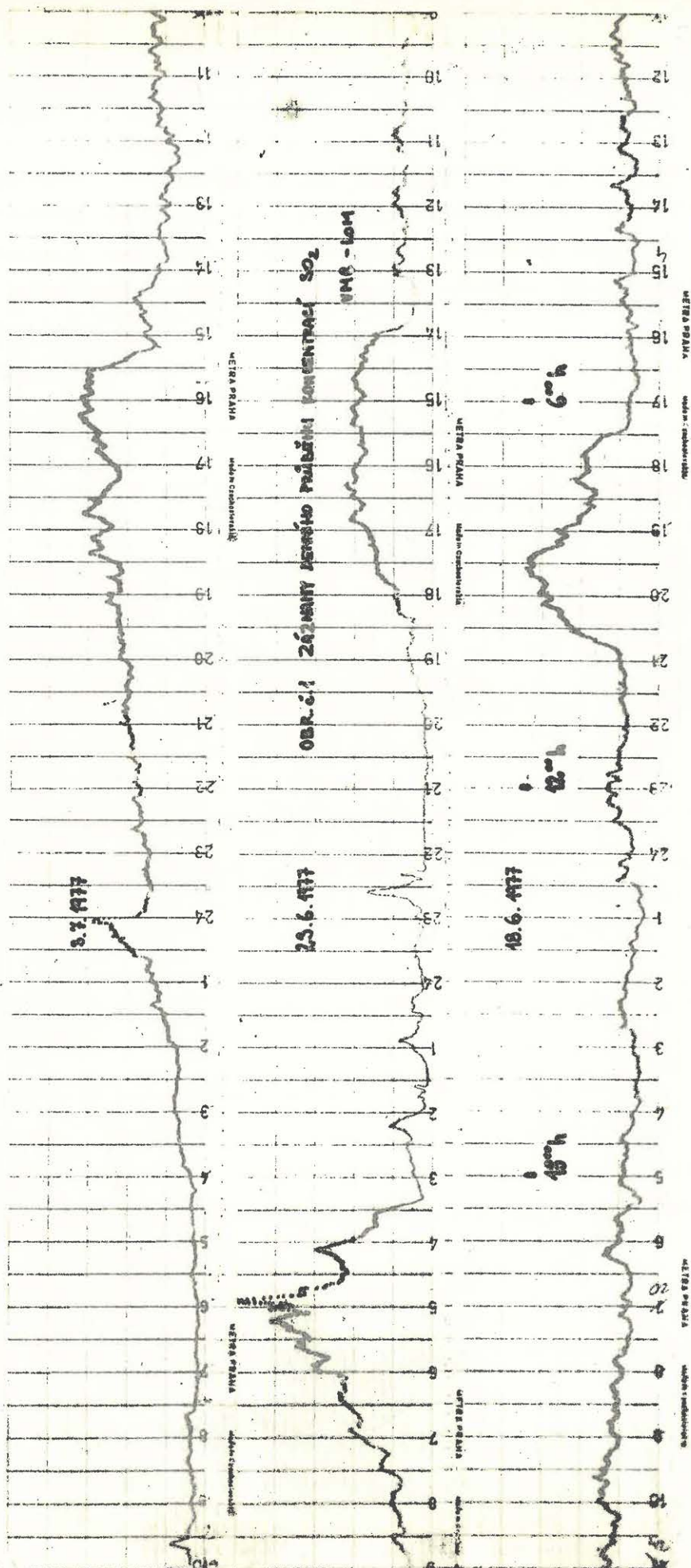
Hodnocení znečištění ovzduší plynnými exhalacemi v lomových provozech SHR

Článek seznamuje se způsobem vyhodnocování výsledků při sledování znečištění ovzduší a s novými poznatky o šíření jednotlivých složek a se současnou úrovní koncentrací škodlivin v povrchových dolech SHR.

Р е з ю м е

Оценка степени загрязнения воздуха на угольных разрезах СБР

В статье описаны способы оценки результатов наблюдения степени загрязнения атмосферы на угольных разрезах бассейна.



Obrázek č.1

VÝZKUMNÝ ÚSTAV PRO HNĚDÉ UHLÍ V MOSTĚ

OBR. 2

MĚSÍČNÍ CHOD ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ KYSLIČNÍKEM
SIŘIČITÝM

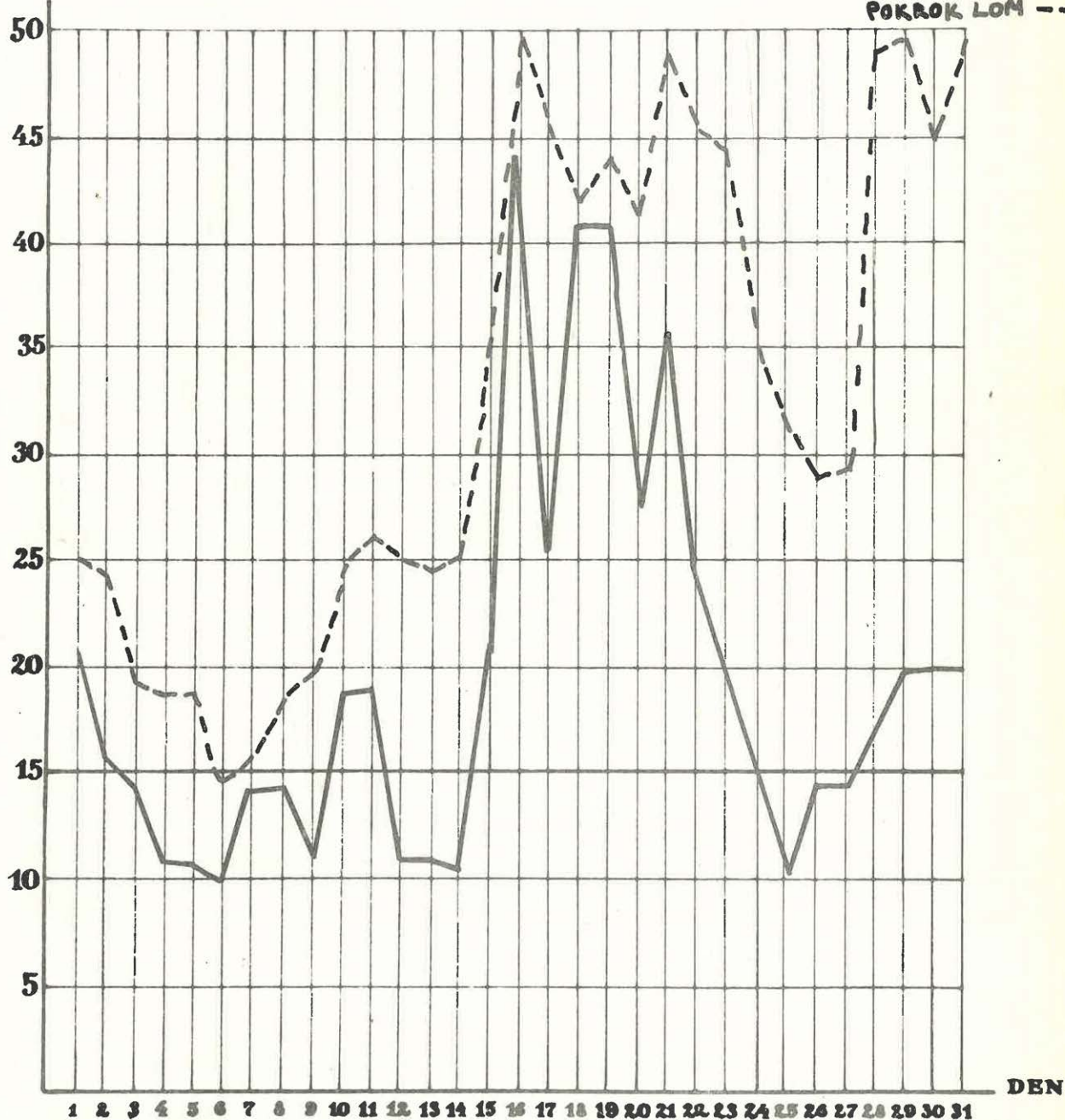
MĚSÍC: PROSINEC 1975

OKRES: TEPLICE

STANICE: POKROK POVRCH —

POKROK LOM ---

setiny $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$



VÝZKUMNÝ ÚSTAV PRO HNĚDÉ UHLÍ V MOSTĚ

OBR. 3

MĚSÍČNÍ CHOD ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ
KYSLIČNÍKEM SIŘIČITÝM

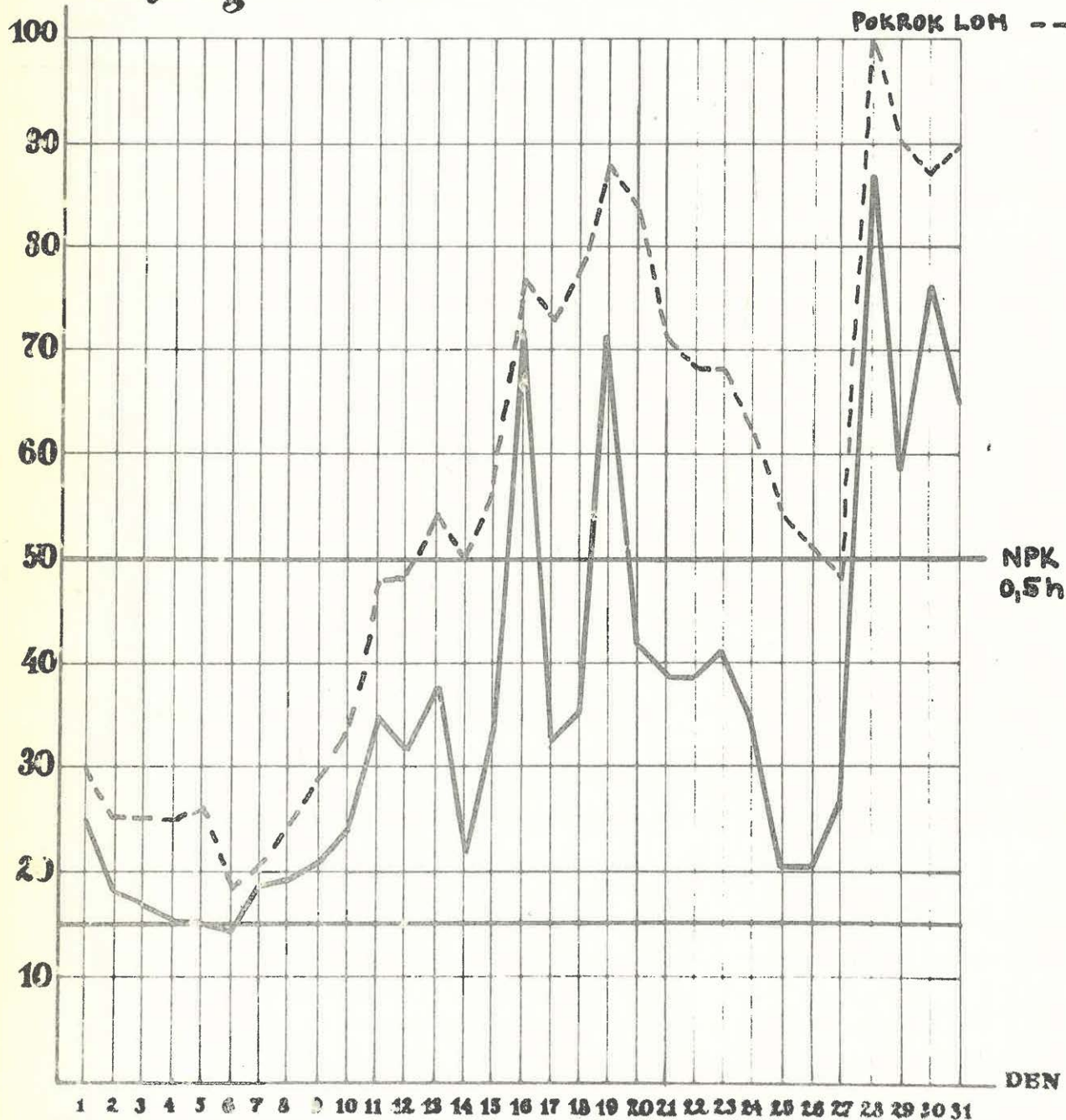
DENNÍ MAXIMA

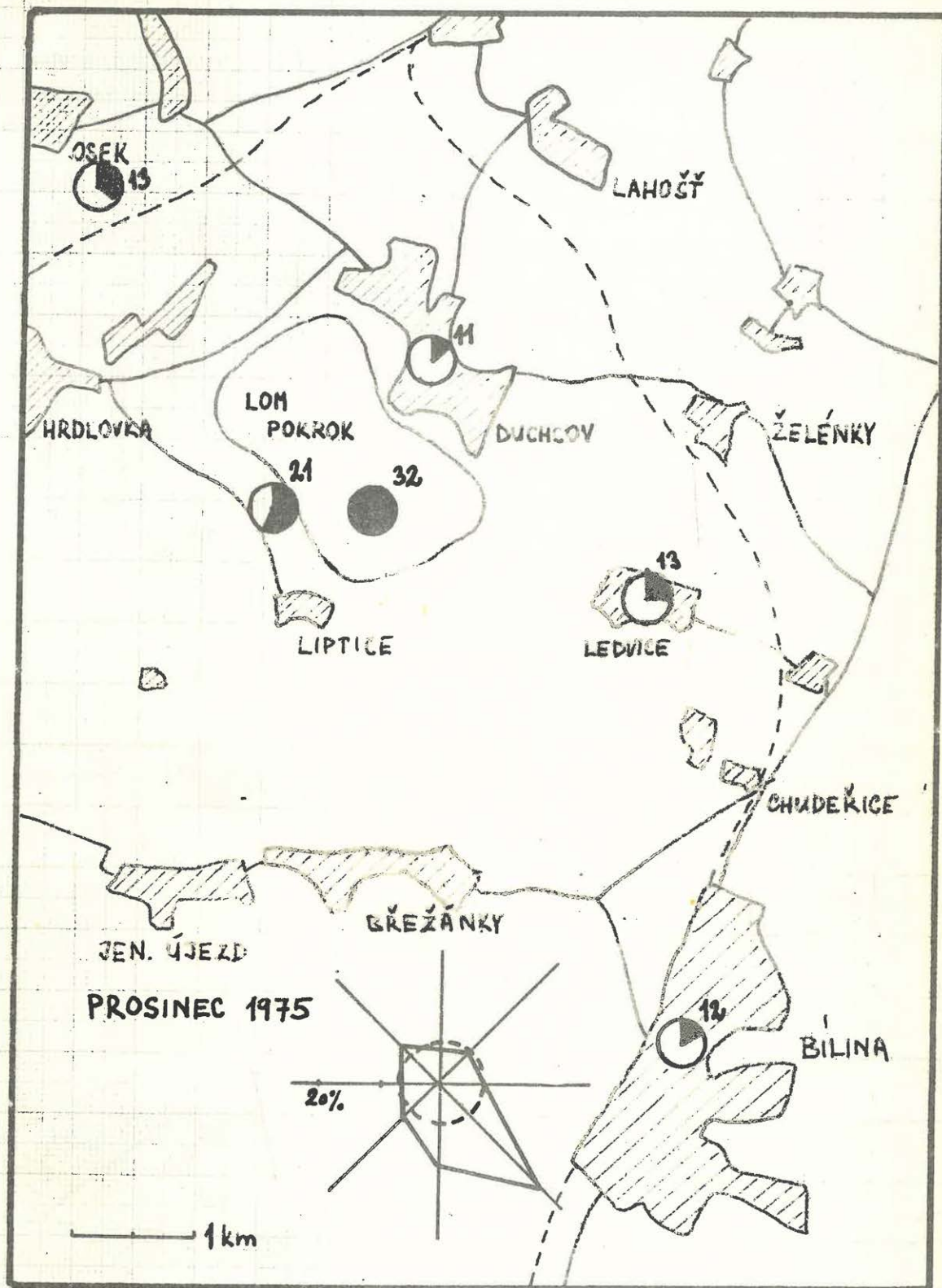
MĚSÍC : PROSINEC 1975

OKRES : TEPLICE

STANICE : POKROK POVRCH —

setiny $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 0,5 \text{h}^{-1}$



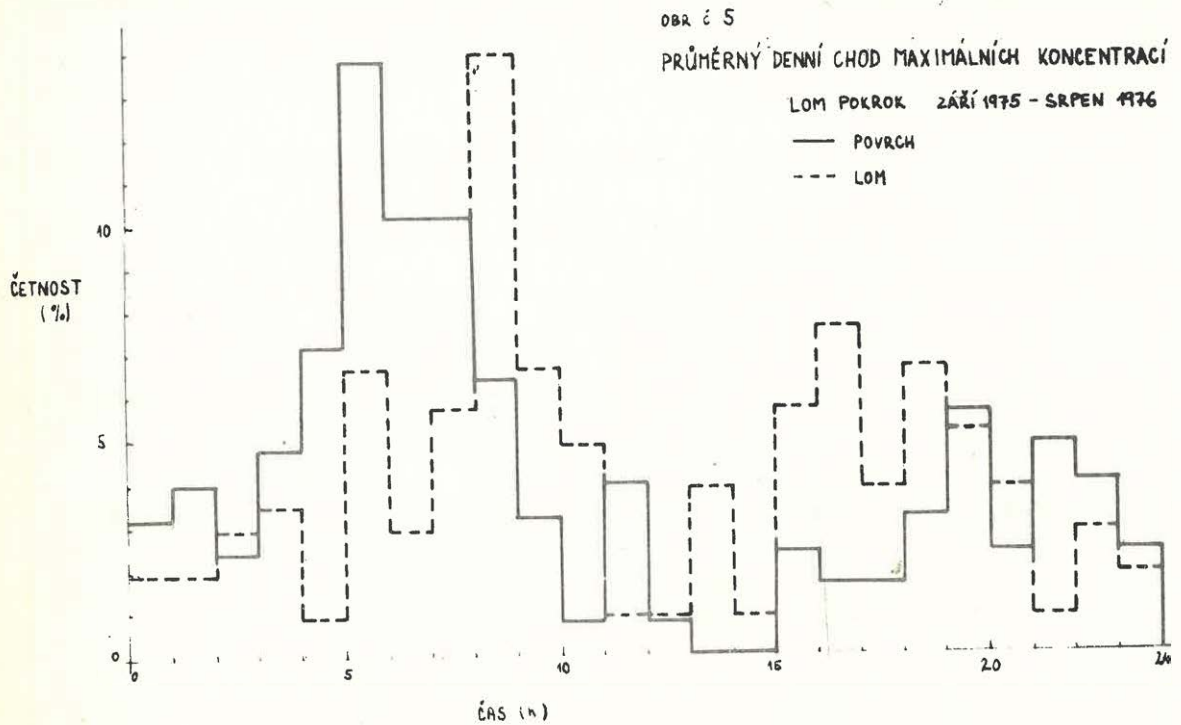


RELATIVNÍ ČETNOSTI DNÍ S PŘEKROČENOU NPK₂₄
(0,15 mg · m⁻³ / 24 hod)

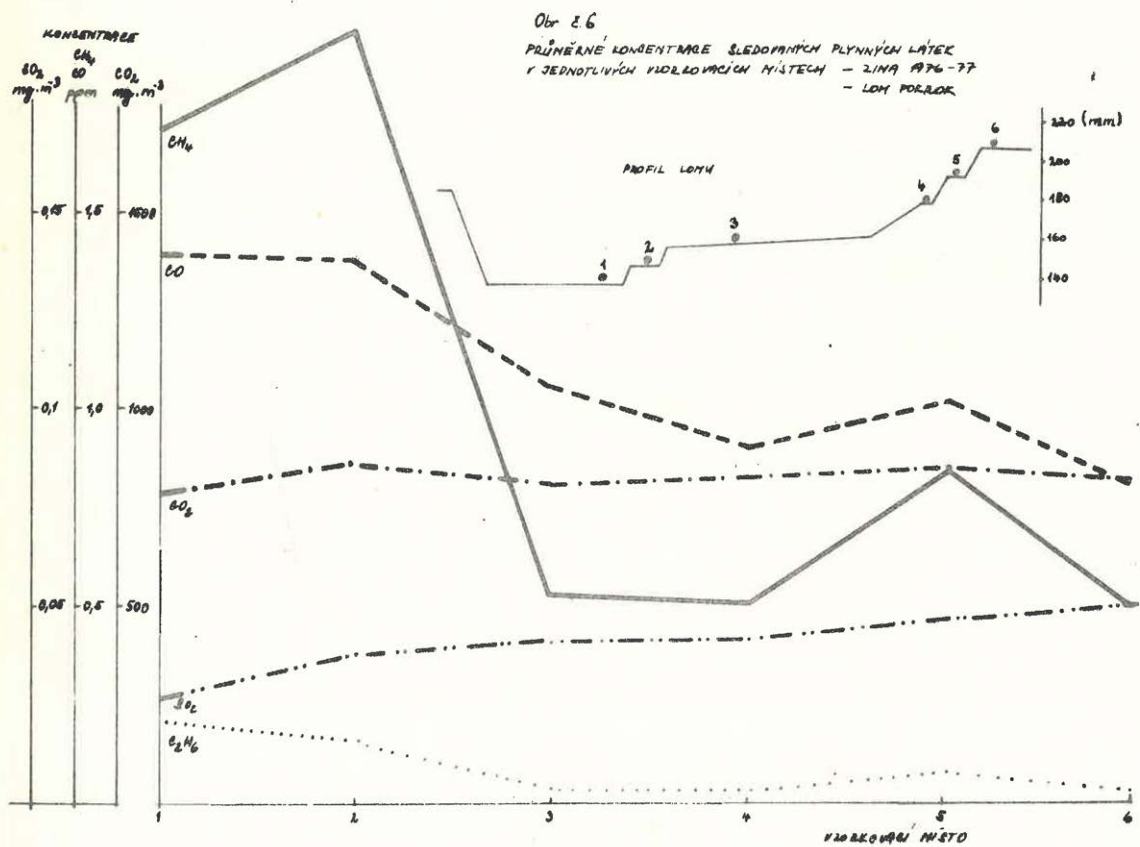
OBR. 4



- PRŮM. MĚSÍČNÍ KONCENTRACE V SETINÁCH mg · m⁻³
- 1% DNÍ = 3,6°



Obrázek č.5



Obrázek č.6

OBR. č. 7

ŠÍŘENÍ SO_2 A CO OD ZDROJE EMISE

ZÁPORA, LOM POKROK, 2.9.1977.

