

Ing. Josef B r a b e c, VÚHU

Vliv produktivních pracovišť na důlní větry v podmínkách  
k.p. DVÚZ

Úvod

Pravidelné vyhodnocování mikroklimatických podmínek v produktivních pracovištích /komorové dobývky, ražené důlní chodby/ závodů k.p. DVÚZ, prováděné podle grafických příloh k ustanovení paragrafu 02 008 odst. 1 BP čj. 1/71, ukazuje na vysoké procento pracovišť spadajících do pracovní oblasti IV. /Například rok 1979: v letních měsících 23,0 %, v zimních měsících 16,6 % pracovišť /1/. Nejvíce se na tomto nepříznivém stavu podílejí důlní závody: Kohinoor, Pluto, Prezident Gottwald.

Při hledání příčin uvedeného stavu je nutné posuzovat produktivní pracoviště jako zdroje produkující teplo a vlhkost do důlních větrů. Z tohoto hlediska článek navazuje a je logickým pokračováním tematiky z článku publikovaného v čísle 9-10 Zpravodaje VÚHU ročník 1980.

1. Zdroje produkci

V komorových dobývkách a čelbách ražených důlních chodeb dochází neustále k obnažování nových stykových ploch mezi uhelnou slojí a důlními větry. To znamená, že teplota a vlhkost stykových ploch se po celou dobu dobývání, nebo ražení, udržuje na dostupné horní hranici, která je limitována teplotou uhelné sloje a přirozenou vlhkostí uhelné substance. Důsledkem toho je, ve srovnání s ostatními částmi dolu, podstatně vyšší produkce tepla a vlhkosti do důlních větrů.

Vedle uhelné slouje /včetně uvolněné zásoby/ produkují teplo a vlhkost v těchto pracovištích i další zdroje: trhačí práce, elektrická zařízení, dopravní zařízení, ventilátory, člověk a zdroje mající místní charakter. Sumární produkce, tj. ze všech zdrojů, způsobují změny stavových parametrů přiváděných důlních větrů; především dochází ke zvyšování teploty.

Znalost velikosti produkci je nezbytná pro rozhodovací proces v oblasti řešení nepříznivých mikroklimatických podmínek na produktivních pracovištích. V případě, že se jedná o takové produkce tepla, které nelze zvládnout běžnými způsoby, lze uvedených poznatků použít při navrhování a dimenzování chladicího zařízení.

## 2. Experimentální metoda zjišťování produkci

Produkce tepla a vlhkosti byly zjišťovány nepřímou, experimentální metodou, založenou na sledování změn tepelného obsahu a měrné vlhkosti proudících důlních větrů. Ve stanovených místech měření byly sledovány následující hodnoty:

suchá a mokrá teplota  
objemový průtok větrů  
tlak vzduchu

a z nich odvozeny další údaje, potřebné pro výpočet produkci podle uvedených vztahů:

$$Q_{32} = m_{s2} / h_3 - h_2 /$$

$$Q_{41} = m_{s4} / h_4 - h_1 /$$

$$Q = L^{-1} / Q_{41} - Q_{32} /$$

$$W_{32} = m_{s2} / x_3 - x_2 / \cdot 3600$$

$$W_{41} = m_{s4} / x_4 - x_1 / \cdot 3600$$

$$W = L^{-1} / W_{41} - W_{32} /$$

|      |          |       |                                                                                             |
|------|----------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| kde: | $Q_{32}$ | ..... | produkce tepla z čelby nebo komory /W/                                                      |
|      | $Q_{41}$ | ..... | produkce tepla z celého separátně ovětrávaného důlního díla /W/                             |
|      | $Q$      | ..... | produkce tepla z 1 m délky chodby mezi místy 3, 4 /W.m <sup>-1</sup> /                      |
|      | $W_{32}$ | ..... | produkce vlhkosti z čelby nebo komory /kg.h <sup>-1</sup> /                                 |
|      | $W_{41}$ | ..... | produkce vlhkosti z celého separátně ovětrávaného důlního díla /kg.h <sup>-1</sup> /        |
|      | $W$      | ..... | produkce vlhkosti z 1 m délky chodby mezi místy 3, 4 /kg.h <sup>-1</sup> .m <sup>-1</sup> / |
|      | $m_{si}$ | ..... | průtočná hmotnost suchého vzduchu v místě $i$ /kg.s <sup>-1</sup> /                         |
|      | $x_i$    | ..... | měrná vlhkost důlních větrů v místě $i$ /kg.kg <sup>-1</sup> /                              |
|      | $h_i$    | ..... | entalpie důlních větrů v místě $i$ /J.kg <sup>-1</sup> /                                    |
|      | $L$      | ..... | vzdálenost mezi místy 3, 4 /m/.                                                             |

Místa měření jsou uvedena na obr. č. 1. Číselná označení míst korespondují s číselnými indexy ve vzorcích.

### 3. Produkce tepla a vlhkosti

Z důvodu uvedeného v úvodu tohoto článku byla pozornost zaměřena především na komorové dobývky hlubinných závodů: Kohinoor, Pluto, Prezident Gottwald. Při sledování stanovených parametrů důlních větrů, od místa 1 do místa 4, byl současně hodnocen stav pracoviště, a to z hlediska pracovní operace, větrání a přístupové cesty.

Klasifikace stavu pracovišť je vyjádřena čísly 1 až 8:

- 1 - odtěžování žlabovou soupravou, ústí komory otevřené, lůtnový tah zaveden k ústí komory, porubní chodba nedeformovaná;



- 2 - odtěžování žlabovou soupravou, ústí komory otevřené, lutnový tah zaveden k ústí komory, porubní chodba deformovaná;
- 3 - odtěžování žlabovou soupravou, ústí komory otevřené, lutnový tah zaveden do komory, porubní chodba nedeformovaná;
- 4 - odtěžování žlabovou soupravou, ústí komory uzavřené, lutnový tah zaveden k ústí komory, porubní chodba nedeformovaná;
- 5 - přípravné a vrtací práce, ústí komory otevřené, lutnový tah zaveden k ústí komory, porubní chodba deformována;
- 6 - přípravné a vrtací práce, ústí komory otevřené, lutnový tah zaveden do komory, porubní chodba nedeformovaná;
- 7 - přípravné a vrtací práce, ústí komory otevřené, lutnový tah zaveden do komory, porubní chodba deformovaná;
- 8 - příprava nové komory /poddělávká/.

Podle uvedené klasifikace jsou experimentálně zjištěné produkce tepla  $Q$  prezentovány v tabulce č. 1 a produkce vlhkosti v tabulce č. 2.

Tabulka č. 1

| Stav komory | $Q_{32}$<br>/kW/ | $Q_{41}$<br>/kW/ | $Q$<br>/kW.m <sup>-1</sup> / |
|-------------|------------------|------------------|------------------------------|
| 1           | 11,14 - 14,54    | 18,34 - 22,38    | 0,107 - 0,201                |
| 2           | 13,17            | 77,35            | 14,924                       |
| 3           | 20,10            | 27,60            | 0,500                        |
| 4           | 5,43 - 9,42      | 17,13 - 19,52    | 0,306 - 0,355                |
| 5           | 6,10             | 12,17            | 0,507                        |

Pokračování tab. č. 1

| stav<br>komory | $Q_{32}$<br>/kW/ | $Q_{41}$<br>/kW/ | $Q$<br>/kW.m <sup>-1</sup> / |
|----------------|------------------|------------------|------------------------------|
| 6              | 27,42            | 34,91            | 0,278                        |
| 7              | 19,78 - 32,11    | 29,10 - 40,02    | 0,609 - 1,036                |
| 8              | 3,71             | 12,51            | 0,157                        |

Produkce tepla z pracovního prostoru komory / $Q_{32}$ / není stálá. Během pracovního cyklu se mění, a to v závislosti na stavu pracoviště /ve smyslu uvedené klasifikace/. Nejvyšší hodnoty jsou vykazovány při zavedeném lůtnovém tahu do komory /stav 3, 6, 7/ a nejnižší při uzavřeném ústí a při zavedeném lůtnovém tahu pouze k ústí komory. Tento poznatek úzce souvisí s velikostí stykových ploch mezi uhelnou složi a důlními větry. Pro dokreslení proměnlivosti produkce  $Q_{32}$  lze uvést jejich rozsahy zjištěné na závodech:

Kohinoor ..... 6,10 - 27,42 kW  
 Pluto ..... 11,14 - 32,11 kW  
 P. Gottwald ..... 5,42 - 19,78 kW.

U porubních chodeb, které spojují komory se základnou, je možno rovněž sledovat velké rozpětí produkci / $Q$ /:

nedeformované chodby ..... 0,092 - 0,500 kW.m<sup>-1</sup>  
 deformované chodby ..... 0,507 - 1,036 kW.m<sup>-1</sup>.

Extremně velké produkce  $Q$  byly zjištěny v deformované chodbě při odtěžování žlabovou soupravou /14,9 kW.m<sup>-1</sup>/.

Tabulka č. 2

| stav<br>komory | $W_{32}$<br>/kg.h <sup>-1</sup> / | $W_{41}$<br>/kg.h <sup>-1</sup> / | $W$<br>/kg.m <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> / |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1              | 15,40 - 17,81                     | 21,73-25,09                       | 0,094 - 0,187                                 |
| 2              | 17,11                             | 88,21                             | 1,654                                         |

Pokračování tab. č. 2,

| Stav<br>komory | $W_{32}$<br>/kg.h <sup>-1</sup> / | $W_{41}$<br>/kg.h <sup>-1</sup> / | $W$<br>/kg.m <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> / |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| 3              | 24,06                             | 30,71                             | 0,443                                         |
| 4              | 6,74 - 11,07                      | 20,73 - 27,03                     | 0,424 - 0,484                                 |
| 5              | 4,17                              | 5,36                              | 0,100                                         |
| 6              | 35,91                             | 41,16                             | 0,194                                         |
| 7              | 25,13 - 36,25                     | 35,08 - 43,79                     | 0,580 - 1,105                                 |
| 8              | 4,62                              | 13,40                             | 0,157                                         |

U produkci vlhkosti /viz. tab. č. 2/ lze pozorovat stejné závislosti na stavu pracoviště jako u produkci tepla. Největší hodnoty  $W_{32}$  jsou při zavedeném lůtnovém tahu do komory a nejnižší při jeho zavedení k ústí komory. Produkce  $W$  vykazují nejvyšší hodnoty u deformovaných chodeb. Výběr pracovišť byl proveden tak, aby výsledky měření nebyly ovlivňovány vlhkostí z volných vodních ploch.

Produkce tepla a vlhkosti z ražených důlních chodeb byly zjišťovány při odtěžování uhelné zásoby žlabovou soupravou. Produkce z pracovního prostoru /čelby/ se u tepla pohybuje od 5,0 do 14,2 kW a u vlhkosti od 7,6 do 19,2 kg.h<sup>-1</sup>. Produkce z 1 m délky ražené chodby se pohybuje od 0,3 do 0,6 kW.m<sup>-1</sup> a u vlhkosti od 0,4 do 0,6 kg.m<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. Produkce jsou závislé na velikosti příčného profilu důlní chodby a na druhu a úplnosti výztuže.

#### 4. Vliv produktivních pracovišť na důlní větry

Na základnách, kde dochází ke koncentraci komorových dobývek a porubních chodeb, postupně odebírají jednotlivá pracoviště z průchodního větrního proudu vzduch na ovětrávání a zpět ho vracejí s větším obsahem tepla a vlhkosti. Za pracovištěm dochází k míšení dvou vzduchových proudů



o různých hmotnostech a rozdílných stavových parametrech  $/t_s, x/$ . Vzniklá směs má vyšší tepelný obsah než vzduch průchodního větrního proudu před pracovištěm. To znamená, že poslední komora, nebo chodba, na základně odebírá z průchodního větrního proudu vzduch s relativně nejhoršími stavovými parametry.

Jako příklad je možno uvést základnu č. 4205 z 2. lávky 4. úseku závodu Pluto. Na základně byly v době měření 2 komory a 2 chodby. Zjištěné stavové parametry vzduchu, v místech 1 až 5, jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3

| Místo měření | $t_s$<br>/ $^{\circ}\text{C}$ / | $x$<br>/ $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ / | $h$<br>/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ / |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1            | 21,0                            | 0,0115                                      | 50,16                                       |
| 2            | 21,8                            | 0,0118                                      | 51,73                                       |
| 3            | 25,0                            | 0,0145                                      | 61,82                                       |
| 4            | 26,4                            | 0,0196                                      | 76,20                                       |
| 5            | 29,1                            | 0,0204                                      | 81,00                                       |

Číselné označení míst měření v tabulce je shodné s čísly uvedenými v obr. č. 2. Tabulka názorně ukazuje postupný nárůst teploty  $/t_s/$ , měrné vlhkosti  $/x/$  a enthalpie  $/h/$  důlních větrů při jejich proudění základnou, při daném stavu základny, který v době měření existoval.

Stav základny se neustále mění, a tím se mění i velikosti změn stavových parametrů vzduchu. To lze demonstrovat na celkových produkcích tepla z uvedené základny, měřených během dvou měsíců, které se pohybovaly od 93 kW do 213 kW.

Uvedené tabulkové hodnoty produkci /viz tab. č. 1, 2/ umožňují posoudit, prostřednictvím /h - x/ diagramu, vliv pracovišť na změny stavových parametrů důlních větrů, a to v závislosti na průtočném množství vzduchu.

### Příklad

Zadání:

suchá teplota vzduchu před komorou  $t_{s1} = 21,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
mokrá teplota vzduchu před komorou  $t_{m1} = 18,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
předpokládaná produkce tepla  $Q_{41} = 77,35 \text{ kW}$   
předpokládaná produkce vlhkosti  $W_{41} = 88,21 \text{ kg.h}^{-1}$   
průtočná hmotnost suchého vzduchu  $m_{s1} = 6,5 \text{ kg.s}^{-1}$

Cílem řešení je stanovit předpokládanou suchou teplotu a relativní vlhkost vzduchu na základně za komorou:

$$h_5 - h_1 = \frac{Q_{41}}{m_{s1}} = 11,9 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

$$x_5 - x_1 = \frac{W_{41}}{m_{s1} \cdot 3600} = 0,0037 \text{ kg.kg}^{-1}$$

V diagramu /h - x/ určíme polohu výchozího bodu č. 1 a odečteme parametry:  $x_1 = 0,0115 \text{ kg.kg}^{-1}$ ,  $h_1 = 50,2 \text{ kJ.kg}^{-1}$ . K nim přičteme výše uvedené rozdíly a dostaneme hodnoty bodu č. 5:  $h_5 = 62,06 \text{ kJ.kg}^{-1}$ ,  $x_5 = 0,0152 \text{ kg.kg}^{-1}$ . Tento bod zároveň leží na průsečíku izotermy  $t_s = 23,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a křivky  $\varphi = 83 \%$  /při tlaku  $p = 100 \text{ kPa/}$ .

Teplota důlních větrů se vlivem komorové dobývky zvýší z  $21,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  na  $23,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a dosáhne  $83 \%$  relativní vlhkosti.

Diagram /h - x/ je uveden na obr. č. 3 a číselné indexy u parametrů odpovídají číselnému označení bodů na obr. č. 1. Podobné příklady lze řešit i početně, bez použití /h - x/ diagramu.



## Závěr

Produkce tepla a vlhkosti z komorových dobývek a ražených důlních chodeb způsobují kvalitativní změny důlních větrů na základně. Velikosti produkci, a tím i uvedené změny, jsou závislé, v daném horninovém prostředí, na stavu pracovišť /ve smyslu tohoto článku/. To znamená, že kvalita vtažných větrů, pro každé pracoviště základny, je závislá především na produkcích z předchozích pracovišť. Určitou roli zde hraje i produkce z 1 m délky základny a vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti.

Stává se, že tepelný obsah vtažných větrů u posledních pracovišť je již tak velký, že je do značné míry snížena schopnost důlních větrů odvádět další teplo.

Vrátíme-li se k úvodu tohoto článku a dáme-li ho do souvislosti s uvedenými poznatky, dojdeme k závěru, že cesta ke zlepšení mikroklimatických podmínek na produktivních pracovištích vede přes identifikaci zdrojů tepla a vlhkosti a následně objektivní posouzení možností řešení, mezi které lze počítat:

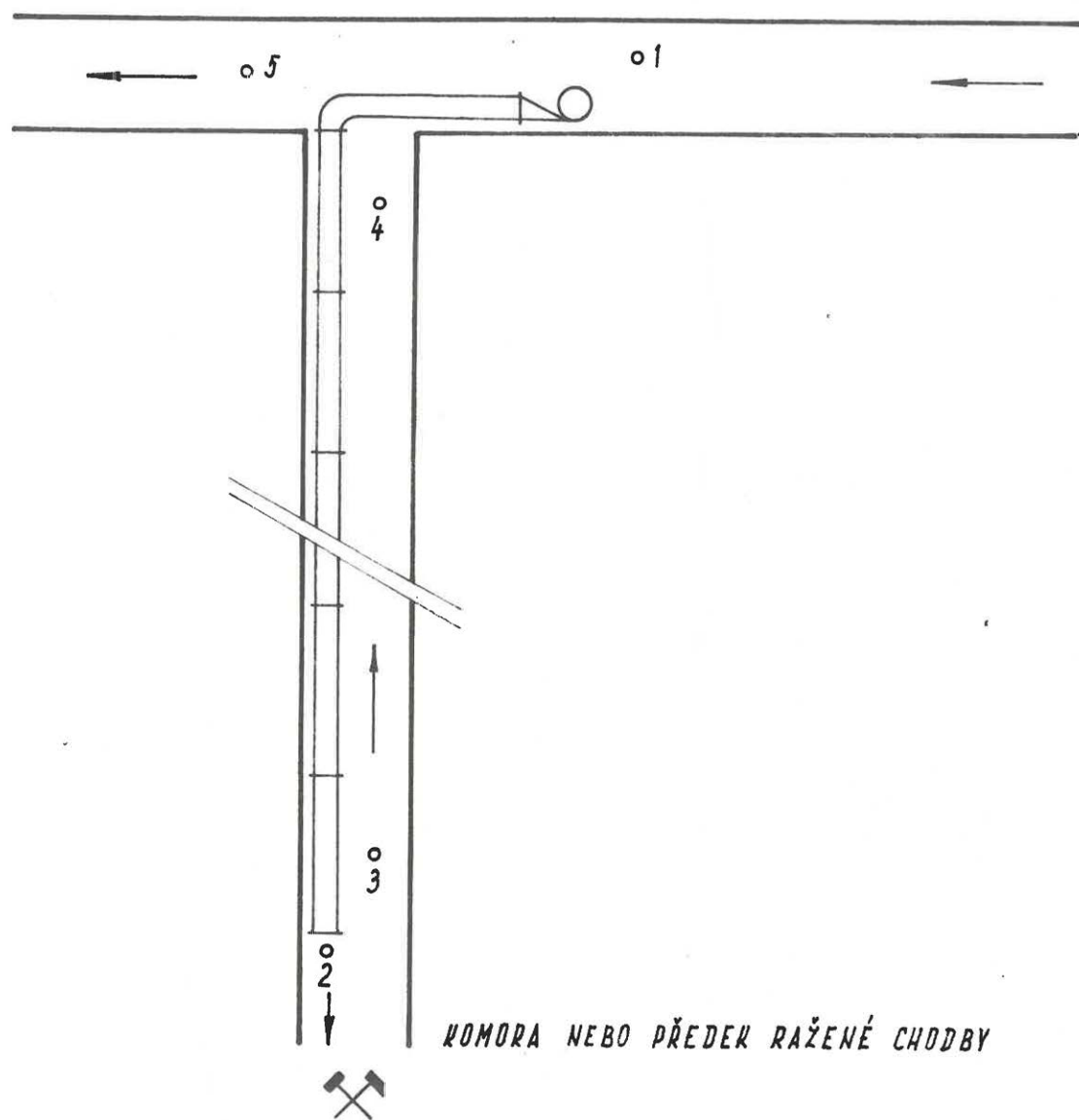
- vyšší průtočné objemové množství vzduchu na základně, vzhledem k tepelné produkci pracovišť;
- optimální počet pracovišť na základně, vzhledem k tepelným produkcím;
- jiný, v revíru netradiční, způsob separátního větrání, který by izoloval výdušné větry z pracovišť a řešil by tím i otázku zplodin po trhacích pracech;
- chlazení důlních větrů.

Konkrétní volba řešení by měla vždy akceptovat kvalitu důlních větrů, vyjádřenou stavovými parametry vzduchu.

## Literatura

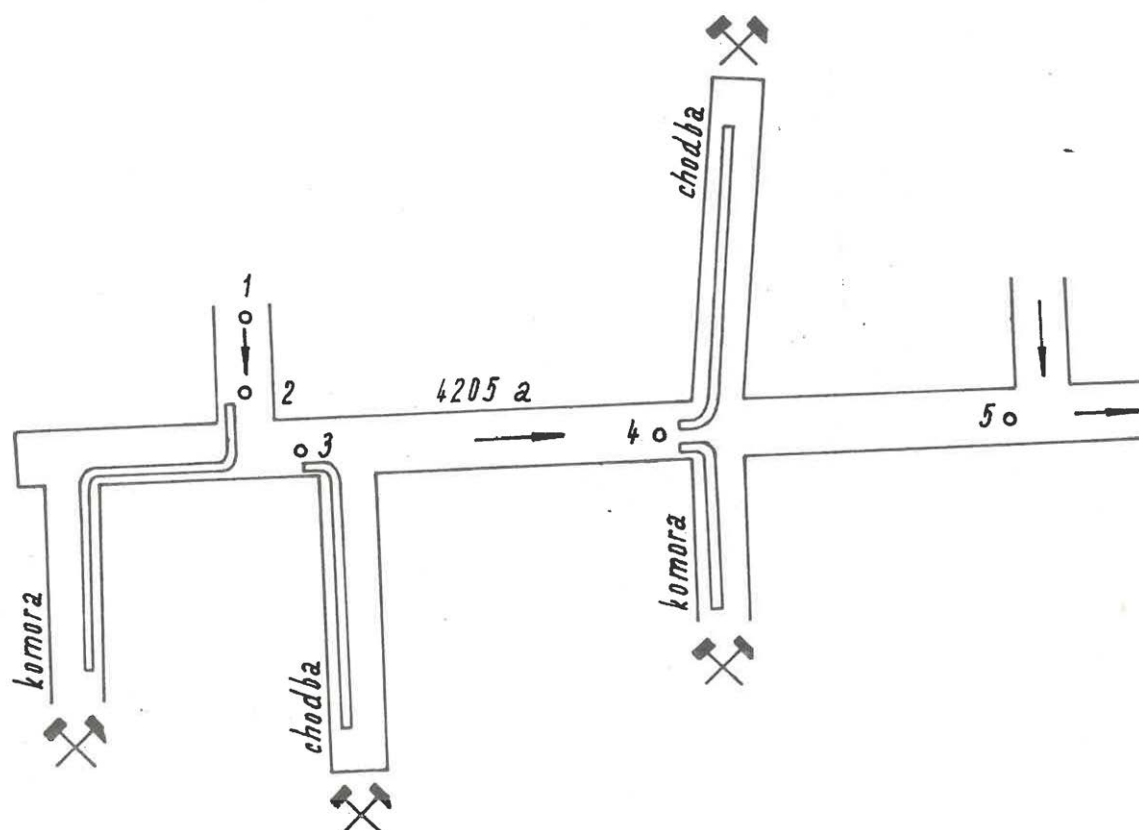
- /1/ Brabec, Vostárek - Hodnocení mikroklimatických podmínek na důlních pracovištích, výzkumná zpráva VÚHU, 1980.

# MÍSTA MĚŘENÍ MIKROKLIMATICKÝCH PARAMETRŮ



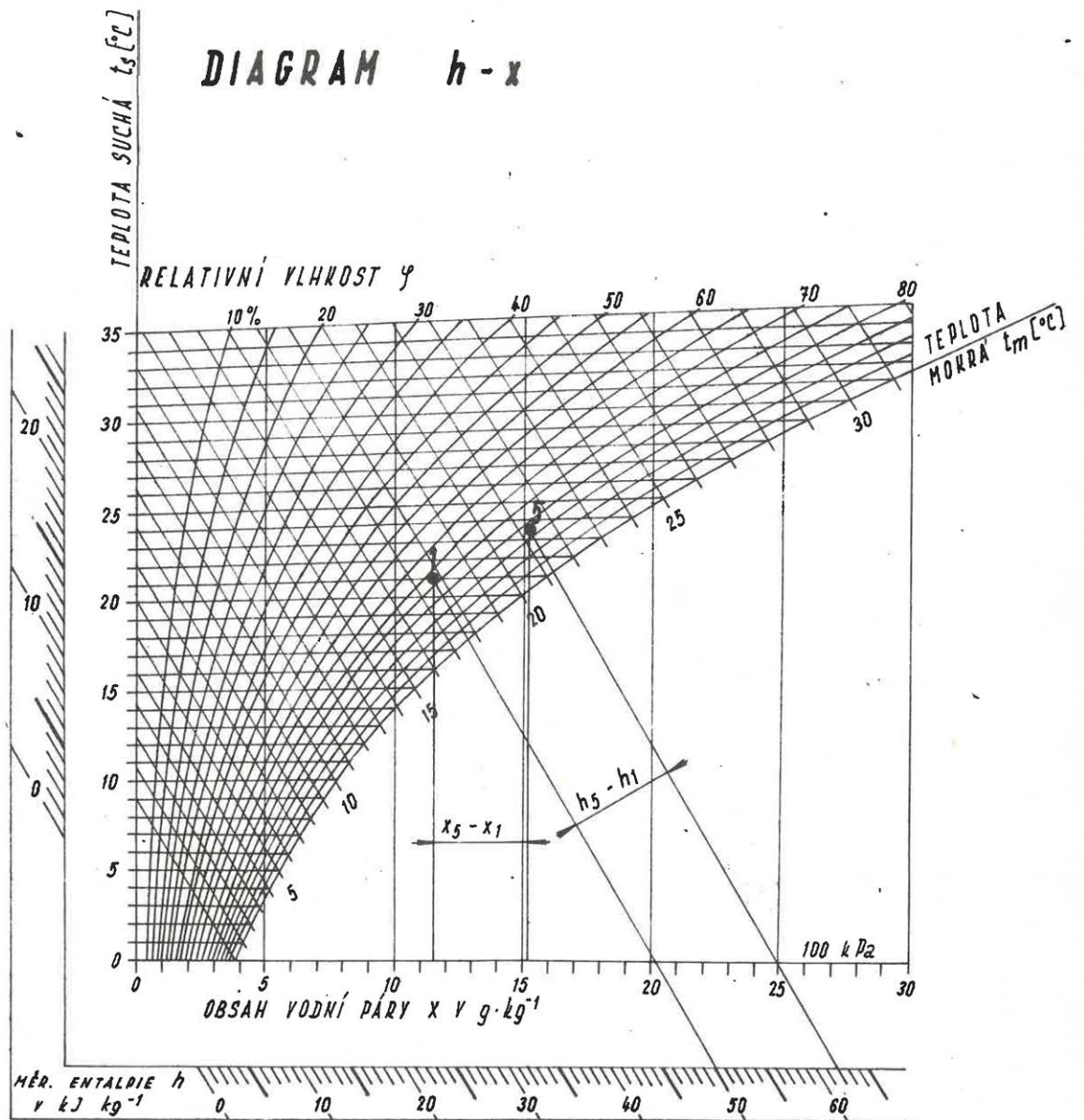
Obr. č. 1

# MÍSTA MĚŘENÍ MIKROKLIMATICKÝCH PARAMETRŮ



STAV PRACOVIŠŤ K 17. 7. 1980





Obr. 3