

ANTONÍN GÖTZ, JIŘÍ ŠVEC

## VLIV ELEKTRÁREN NA ZEMĚDĚLSTVÍ NA PARDUBICKU

*(K metodice vyčíslení negativních vlivů emisí na zemědělskou výrobu)*

A. Götz, J. Švec: *The influence of power plants on agriculture in the area of Pardubice.* — Sborník ČSGS 85:3:179—183. — The authors describe their studies of the influence of the SO<sub>2</sub> exhalations produced by power plants and chemical works located in the environment of Pardubice and Hradec Králové (Pardubice Basin, Eastern Bohemia) on agriculture in the years 1969—1974. By means of a simple method (comparing the yields of products and vegetable production in areas affected by air pollution and in other areas) they found strong negative effects of air pollution on sugar beet and lucerne, and only slight effects on wheat and barley. The correlation between the distance of sources of air pollution and the intensity of negative effects is clearly evident.

## 1. Úvod

Sledovanou oblast tvoří nejprůmyslovější část okresů Hradec Králové a Pardubice. Geomorfologicky jde o převážnou část Pardubické kotliny. Oblast je ohraničena na severu obcemi Předměřice nad Labem a Pouchov na severním okraji Hradce Králové, na východě pak pásmem lesního komplexu tzv. poleší Vysoké Chvojno, od hradeckých městských hranic až k Holicím, odtud pak k jihozápadu přes Dašice až k okresním hranicím chrudimsko-pardubickým. Jižní hranice námi sledované oblasti pak tvoří na západě trať Heřmanův Městec — Přelouč až k obci Valy a odtud pokračuje na sever po čáře Živanice — Osice — Stěžery až k Předměřicím.

Ze souhrnu obou okresů (Hradec Králové a Pardubice) tvoří asi 40 % jejich plochy a má celkovou rozlohu kolem 700 km<sup>2</sup>. Na této ploše však žije asi 210 tis. obyvatel, tj. více než dvě třetiny obyvatelstva obou okresů. Je zde z 85 % soustředěn průmyslový potenciál obou okresů.

Oblast je homogenní geomorfologicky (Pardubická kotlina) s malými výškovými rozdíly. Také klimaticky se projevuje jednotně. Struktura zemědělské výroby v řepařské výrobní oblasti je poměrně jednotná až na příměstské zemědělství.

Námi sledovaný problém vlivu exhalací na rostlinnou výrobu zkoumá v Československu především Výzkumný ústav meliorací (VÚM) v Praze-Zbraslavi (KOZEL J. — MALÝ V.). Publikace obou autorů uvádějí od r. 1964 (především „Vědecké práce VÚM“ a „Sborníky ÚVTI“) příklady ztrát na výnosech plodin v určitých lokalitách (Mníšek pod Brdy, Poříčí u Trutnova, Lovosice aj.). Stano- vují, na kterých plodinách a v jakém rozsahu se projevují prašné a plynné emise. Sledují dále vliv emisí na chemismus půd, tam však závěry nejsou tak jednoznačné. Z dalších autorů uvedme práce C. JURÁNĚ (1966) o vlivu exhalátů v oblasti Ziaru na Hronom, ze zahraničních pak R. GUDERIANA.

Náš příspěvek nechce sledovat ryze zemědělskou problematiku zkoumáním konkrétních negativních vlivů (zaprášení prùdùchù rostlin, změny chemismu půd) na jedné lokalitě, ale chce na větší ploše prostorově diferencovat trend ve výnosech plodin, byt zjednodušenou metodou.

## 2. Charakteristika hospodářské činnosti v oblasti

Okolí obou východočeských metropolí, Hradce Králové a Pardubic, je bezesporu jádrem průmyslového a zemědělského potenciálu Východočeského kraje, kam se silně koncentruje aktivita obou základních odvětví naší ekonomiky.

Připomeňme, že okres Hradec Králové mívá nejvyšší intenzitu rostlinné výroby, měřenou tzv. „hrubou rostlinnou produkcí“ na 1 ha zemědělské půdy, ze všech okresů v Čechách a v rámci ČSR bývá předstihován jen 5 okresy nejjihnější Moravy. Produktivita půdy je výsledkem nejen příhodných půdních podmínek (hluboké spráše), ale i kulturní úrodnosti půdy (vysoký obsah humusu). Pardubicko má sice méně příhodné podmínky, mnoho lehkých půd mezi oběma městy (šterkopískové nánosy kolem Opatovického kanálu), ale i tak je produktivita půdy vysoce nad průměrem ČSR i východních Čech.

Přestože oblast mezi oběma městy není nadměrně zalidněná (s výjimkou Bohdanče a Opatovic n. L. jde vesměs o venkovskou zástavbu), je průmyslově nadměrně aktivní. Leží zde největší průmyslový závod východních Čech (Východočeské chemické závody v Semtině, dále VChZ), který je i zdaleka největším znečišťovatelem ovzduší různými plyny, např. NO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, HCl. Co se týče emisí SO<sub>2</sub>, předstihují VChZ dvě východočeské elektrárny; zdaleka největším východočeským znečišťovatelem je Opatovická elektrárna (téměř 50 tis. t SO<sub>2</sub> ročně), která leží zhruba uprostřed mezi oběma městy. Jak nebezpečný je energetický průmysl v emisích SO<sub>2</sub> (nejen na bázi uhlí z SHR), svědčí okolnost, že i druhým největším východočeským znečišťovatelem je elektrárna (Poříčí u Trutnova) a teprve na 3. místě jsou VChZ. Také další průmyslové závody obou měst (především pardubická rafinerie minerálních olejů) způsobují, že oba okresy se podílejí na znečištění kyslíkem sřičitým asi polovinou všech emisí Východočeského kraje.

Velmi nepříznivá je však okolnost, že do této průmyslové i zemědělsky intenzivně využívané krajiny mají být umístěny dvě elektrárny s podstatně větší kapacitou. Jestliže dosavadní kapacita elektrárny Opatovice I činí 300 MW, pak dokončovaná elektrárna Chvalčovice bude pracovat s výkonem 800 MW a plánovaná elektrárna Opatovice II dokonce s výkonem 1 000 MW.\*)

Meteorologické prvky, které ovlivňují koncentraci a rozptyl exhalací v ovzduší, byly sledovány z údajů 3 stanic (2 na okrese Hradec Králové, jedna v Pardubicích). Přestože jde o krajinu rovinnou, s možností poměrně dobrého provětrávání, na okrajích jen mírně zvýšenou, jsou některé jevy nepříznivé, zvláště v městské oblasti Pardubic. Jde především o výskyt mlh v zimní polovině roku (v říjnu 38 % pravděpodobnost výskytu dnů s mlhou<sup>1</sup>), o větrné poměry (34,3 % calmu v četnosti větrů) a dále o nevýhodné radiční poměry v chladném období.

Při převládajícím západním a severozápadním směru větru jsou navíc hlavní průmyslové podniky umístěny na návětrné straně obou měst. V hradecké aglo-

\* ) Během tisku této práce, předložené v roce 1978, rozhodla vláda ČSR, že elektrárna Opatovice II zatím vybudována nebude.

<sup>1</sup>) V Pardubicích může být častější výskyt mlh podmíněn také tím, že Labe u města nezamrzá vlivem teplé vody, vypouštěné z Opatovické elektrárny.

meraci jsou to Závody Vítězného února (ZVÚ Škoda), závod ČKD — naftové motory a n. p. Gumokov, v Pardubicích kromě VChZ ještě Pardubická rafinerie minerálních olejů a teplárna.

V oblasti je též velká sekundární prašnost z uložistiště popílku Opatovické elektrárny v okolí vesnice Borek. Z elektrárny je sem dopravován popílek ředěný vodou potrubím přes Labe a ukládán na deponiích, které vysychají a stávají se tak zdrojem značné přízemní prašnosti. Navíc sypaná hráz složiště velmi lehce propouští vodu a způsobuje tak sousední zemědělské půdě škody zamokřením. Na druhé straně bylo asi před 10 lety využíváno popílku k vylepšení struktury těžkých, jílovitých půd na Holicku. Po výstavbě nové elektrárny Opatovice II se počítá s výstavbou závodu „Porobeton“ (v Opatovicích n. L.), který bude zpracovávat popílek z nové elektrárny, u které se počítá s 98 % funkcí elektroodlučovačů

V námi sledované oblasti činí produkce  $\text{SO}_2$  z energetiky (1972) 83 tis. t, z ostatního průmyslu 16 tis. t a 5 tis. t z domovního topení (celkem 104 tis. t). Protože je tedy energetika hlavním znečišťovatelem ovzduší, bylo výstavbě nové elektrárny věnováno mnoho předběžných studií.<sup>2</sup> Uskutečnil se i průzkum zjišťování předpokládaných exhalací: místo dosavadních dvou komínů, každý o výšce 120 m, se uvažuje nový společný komín o výšce 300 m. Při posuzování se předpokládaly 2 varianty ze SHR, a to s 1,3 % (bilinské uhlí) a 2,8 % obsahu síry v sušině. 23 vybraných referenčních bodů bylo rozmístěno reprezentativně v blízké i větší vzdálenosti od zdroje. Jsou uvedeny na připojené mapě spolu s dalšími údaji. Podle výpočtů by se zvýšením výšky komína mělo sice v blízkém okolí elektrárny zlepšit znečištění ovzduší  $\text{SO}_2$ , avšak oblast zasažená emisemi  $\text{SO}_2$  by se podstatně rozšířila. Zvláště názorné je to na příkladu Dobrušky, v bezprostředním podhůří Orlických hor, kde by — podle výpočtu počítače metodikou HMÚ — měl činit roční průměr koncentrace  $\text{SO}_2$ , při obsahu 2,8 % síry, asi  $0,0044 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  a možné maximum  $0,28 \text{ mg/l}$ . Pro úplnost uvádíme, že norma přípustné koncentrace činí  $0,15 \text{ mg}$  na krychlový metr.

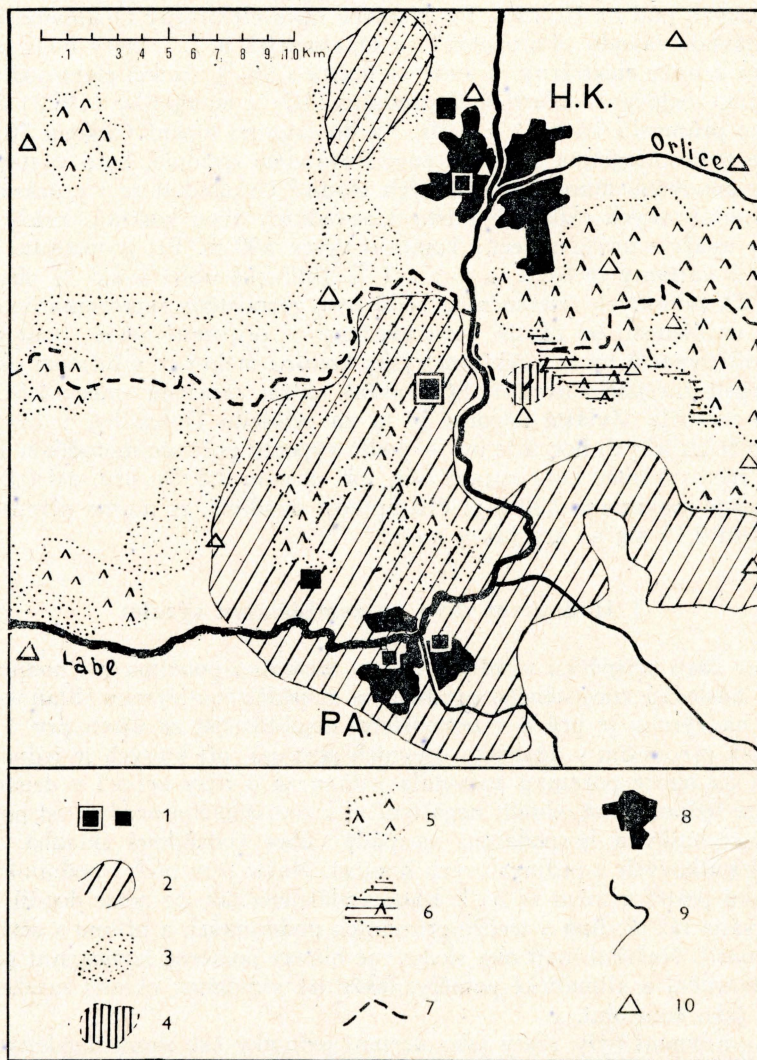
### 3. Hodnocení vlivu na zemědělskou výrobu

V této části příspěvku uvádíme vlastní metodiku použitou při hodnocení negativních následků znečištěného ovzduší na zemědělskou výrobu. Stanovení míry působení na výrobu je právě v zemědělství nejobtížnější ze všech prvků krajiny. Je tomu tak především v důsledku osevních postupů, při kterých je jedna plodina pěstována na témže pozemku zpravidla jednou za 4 roky nebo i v delším cyklu. Proto nelze jednoznačně oddělit negativní vliv znečištěného ovzduší od pozitivních vlivů agrotechniky a hospodaření na půdě vůbec (odrádová skladba, intenzita používání statkových a průmyslových hnojiv). Navíc jsou půdní podmínky v Československu pestré a mění se na krátkou vzdálenost tak, že nelze docílit, aby byla srovnávána táž plodina v těchže přírodních podmínkách a přitom s větší prostоровou četností. Naštěstí mají oba sledované okresy poměrně homogenní geomorfologické ztvárnění a klimatické poměry, takže lze srovnávat oblasti zasažené a nezasažené, jako kontrolní.

Pro porovnání byly vzaty jako územní jednotky (ze shora uvedených důvodů) socialistické zemědělské závody, nikoliv tedy jednotlivé pozemky. Byl porov-

<sup>2)</sup> Je známa skutečnost, že lokalizace velkoelektrárny o 1 000 MW nebyla zpočátku určena do pardubicko-hradecké oblasti. Původní návrh počítal sice též s využitím labské vodní cesty, ale někde v prostoru Neratovic. Postupně se výběr lokality stěhoval přes Nymbursko až do dnešních Opatovic n. L.

náván trend výnosů plodin a rostlinné výroby jako celku, a to v pětiletém období 1969–1974. Oba krajní roky, 1969 a 1974, patřily k zemědělsky nadprůměrně úrodným. Pro naše sledování byly však vybrány hlavně proto, že neměly v námi sledované oblasti žádné regionální rozdíly ve výnosech, způsobované např. bouřkami s kroupami, které by lokálně poškodily úrodu, nebo mrazíky, které by opět lokálně ovlivnily výnosy. Takové náhodné vlivy je třeba vyloučit, resp. je třeba vzít takové roky, kde vegetační období probíhalo na sledovaném území normálně.



1. Vliv energetiky na zemědělství v Pardubické kotlině. 1. hlavní znečišťovatelé ovzduší, 2. oblast se stagnující rostlinnou výrobou, 3. hlavní velkoplošné závlahy, 4. složiště popílku elektrárny Opatovice, 5. větší lesní komplexy, 6. lesy poškozené exhalacemi, 7. hranice okresů, 8. zastavěné území Hradce Králové (H.K.) a Pardubic (PA.), 9. řeky, 10. referenční body průzkumu znečištění pro novou opatovickou elektrárnu



K otázce délky sledovaného období: pětileté období se zdá být nejvýhodnější. V delším období se projevují vlivy agrotechniky, např. uvedení nových odrůd, které mohou být vyšlechtěny jen pro určité půdní podmínky. Naopak, v kratším období nelze trend zodpovědně posoudit.

Základním prvkem našeho sledování bylo porovnání vývoje naturálních výnosů (v q/ha) pro plodiny, které se pěstují ve všech, či alespoň většině zemědělských závodů v oblasti postižené emisemi. K takovým plodinám patří v hradecko-pardubické oblasti ozimá pšenice, jarní ječmen (a samozřejmě obiloviny celkem), cukrovka, jetel červený a vojtěška. Nelze bohužel sledovat trend u zeleniny, která je citlivá na působení exhalátů, vzhledem k rozdílnému sortimentu pěstovaných druhů zeleniny v jednotlivých zemědělských závodech, ačkoliv jde o oblast zelinářskou a navíc s novými rozsáhlými investicemi v závlahovém hospodářství. V šedesátých letech bylo uvedeno do provozu v naší oblasti asi 3 tis. ha velkoplošných závlah. Konečně jako souhrnný ukazatel intenzity byl sledován vývoj v hodnotě hrubé produkce rostlinné výroby (dále HP RV) z 1 ha zemědělské půdy. HP RV je souhrn peněžní hodnoty všech pěstovaných plodin, vyjádřený v tzv. stálých cenách, které se v námi sledovaném období nezměnily.

Porovnání vývoje v letech 1969—1974 bylo indexové (1969 = 100). V uvedeném nětiletí se výnosy zvýšily téměř o pětinu. Předpokládali jsme, že v oblastech postižených emisemi by měl být index vývoje pomalejší než v sousedních oblastech nepostižených, či — dovedeno do důsledku — pro průměr obou okresů.

Tento předpoklad se potvrdil jen zčásti a nestejně u sledovaných plodin. Zvláště rozporná situace nastala u obou hlavních obilovin. Výnosy ozimé pšenice v okolí (zhruba 5 kilometrovém) Opatovické elektrárny vzrostly dokonce více než v průměru obou okresů. Naproti tomu výnosy jarního ječmene vykazovaly v okolí zdroje emisí nepatrně nižší růst než průměr okresů. Podobně tomu bylo u trendu výnosu žita, tam však nutno vzít v úvahu, že se na Hradecku a Pardubicku pěstuje na malé ploše a některé zemědělské závody v námi vyčleněné oblasti je vůbec nepěstují. S ohledem na tyto skutečnosti se trend vývoje výnosů obilovin jako celku projevil oblastně různě: na sever, západ a jihovýchod od hlavních zdrojů emisí (v bezprostředním okolí Hradce Králové a na východ od Pardubic) stouply výnosy málo, na východ od opatovické elektrárny, směrem k Holcím, stouply mimořádně vysoko.

Situace ve výnosu cukrovky je zcela rozdílná: v bezprostředním okolí zdrojů emisí vzrostly výnosy málo, stagnovaly nebo se i snížily, zatímco v průměru pro okres Pardubice vzrostly o 25 % a na okrese Hradec Králové dokonce o 48 %. Samozřejmě v okolí Opatovické elektrárny jsou zemědělské závody s nadprůměrným růstem výnosů, ty však jsou výjimkou.

Jetel (červený dvousečný) je plodinou víceletou a vliv emisí je tedy větší než u jiných (jednotletých) plodin. Zdálo by se tedy, že bude vývoj výnosů v okolí znečišťujících zdrojů velmi nepříznivý. Skutečnost však tento předpoklad potvrzuje jen částečně: pouze v úzkém pruhu na východním okraji bezprostředního okolí má stagnující výnosy (pás několika JZD na levém břehu Labe), zatímco ostatní území sledované oblasti má vývoj výnosů velmi příznivý. U druhé nejrozšířenější víceleté pícniny — vojtěšky — je situace prostorově rozdílná: ve většině sledovaných závodů rostl výnos podprůměrně, při čemž nerozhoduje směr od zdrojů emisí. Pouze v několika JZD na severozápad od Opatovic vzrostl výnos vysoko nadprůměrně. Výnos obou pícnin vzrostl v obou okresech takto: vojtěška: na Pardubicku o 40 %, na Hradecku o 51 %; jetel: na Pardubicku o 44 %, na Hradecku rovněž o 44 %.

Tab. 1. Růst rostlinné výroby a výnosů plodin ve sledované oblasti

Zemědělský závod (JZD)	HP RV v tis. Kčs na 1 ha zem. půdy			Index růstu výnosů 1969/1974			
	1969	1974	index	obiloviny celkem	cukrovka	vojtěška	jetel
v blízkosti Opatovické elektrárny							
Opatovice n. L.	4,8	5,1	106,2	132,2	108,2	206,0	—
Libišany	5,0	5,1	102,0	114,2	138,9	—	160,2
Staré Zdánice	7,1	7,2	101,4	111,6	125,7	197,9	—
Bukovina	4,5	6,8	151,1	129,7	110,7	162,0	92,9
Borek	5,9	6,8	115,0	167,5	129,2	—	93,0
Dříteč	4,3	6,8	158,1	130,9	140,9	116,1	88,1
v blízkosti VChZ Semtín a Pardubic							
Rybitví	6,9	6,9	100,0	105,3	155,6	164,2	171,7
Trnová	7,4	7,4	100,0	123,1	104,2	124,6	106,3
Staré Hradiště	7,3	7,4	101,3	125,5	96,7	136,3	127,1
Srčh	5,9	6,5	110,1	129,8	141,6	75,0	186,2
Ráby	6,6	6,9	104,5	118,9	97,7	171,8	181,7
Bohdaneč	6,8	6,9	101,4	130,6	119,5	82,9	156,7
Pardubice	6,1	6,6	108,1	130,0	121,7	88,5	—
na východ od zdrojů emisí							
Dražkov	5,4	6,8	125,9	139,7	160,7	228,0	65,6
Újezd	4,7	6,8	144,7	144,8	114,5	118,7	110,7
Rokytno	5,0	5,5	110,0	167,8	85,9	—	164,3
Choteč	4,1	7,1	174,1	163,3	118,7	98,8	144,7
Býšf	4,1	4,3	104,8	133,5	149,8	—	108,3
Lukovna	6,9	7,1	102,8	151,4	107,7	130,8	163,7
Sezemice	6,4	7,1	110,9	123,9	122,0	95,6	96,4
Kladina	7,0	7,1	101,4	119,9	107,7	130,8	63,3
Dolní Ředice	7,0	7,1	101,4	159,3	125,5	143,0	169,9
Černá za Bory	5,2	5,5	107,8	114,5	168,7	130,8	—
Dašice	6,0	7,2	120,0	117,9	143,5	140,0	219,9
na západ od zdrojů emisí							
Dolany	7,0	7,2	102,8	103,3	135,6	190,2	241,7
Svítkov	6,5	7,1	109,7	134,8	137,5	127,3	127,2
Živanice	6,5	6,5	100,0	160,4	206,2	158,5	—
na sever od zdrojů emisí (v okrese Hradec Králové)							
Sedlice	5,6	8,0	130,7	134,5	155,2	—	147,7
Svobodné Dvory	8,8	10,5	119,3	108,7	142,8	208,6	—
Všestary	8,5	9,2	108,2	113,9	106,2	116,6	106,4
Předměrice n. L.	8,1	9,6	118,5	101,0	118,9	149,5	—
kontrolní údaje							
Průměr JZD okresu Pardubice	5,3	6,3	118,4	125,4	125,1	140,6	144,0
průměr okresu Hradec Králové	6,1	7,2	118,0	122,4	148,0	151,2	143,8

Pozn.: HP RV = hrubá produkce rostlinné výroby

Neuvedeny údaje pro dalších 14 sledovaných zemědělských závodů, vzdálenějších od zdrojů emisí

Je samozřejmé, že negativní vliv elektráren (ale především zdejšího chemického průmyslu) se projevuje negativně také v chemizmu plodin a půdy. Tyto změny jsme však zkoumat nemohli.

Při těchto heterogenních výsledcích prostorového rozložení trendu výnosů je rozhodující syntetický ukazatel růstu peněžní hodnoty rostlinné výroby vceíku, opět v relaci na 1 ha (zemědělské půdy). Ten je však jednoznačný: výroba rostla v okolí zdrojů emisí pomaleji než v obou okresech jako celku (za pětileté období v průměru o 18 %). Ze 44 sledovaných zemědělských závodů (většinou JZD) v okolí průmyslových podniků jen v 16 došlo k nadprůměrnému zvýšení výroby, při čemž jich 9 bylo na Hradecku, kde emise nejsou tak vysoké, a jen 7 na Pardubicku. V okrese Pardubice bylo naopak 25 JZD s podprůměrným růstem výroby, na Hradecku jen 3. Přitom v bezprostředním okolí Opatovické elektrárny vývoj rostlinné výroby stagnuje: přírůstky za 5 let se v 10 JZD zvýšily o 0—6 % a jen v jednom JZD se výroba zvýšila o 10 %.

#### 4. Závěr

Použitý způsob je zjednodušeným indikátorem vlivu emisí na zemědělskou výrobu. Lze jej použít jen jako doplněk k podrobnějším výzkumům, které berou ohled i na vlivy, které nejsou způsobeny emisemi, resp. vlivy dalších činitelů eliminují.

Jak však ukázalo vyhodnocení na Hradecku a Pardubicku, může dát i tato zběžná metoda přesvědčivé důkazy o negativním vlivu emisí na zemědělskou výrobu.

Pro sledovanou oblast v okolí největších východočeských znečišťovatelů (Opatovické elektrárny, Východočeských chemických závodů, hradeckých Závodů Vítězného února) lze tyto výsledky ve sledovaném pětiletém období shrnout takto:

1. V bezprostředním okolí závodů rostlinná výroba ve svém souhrnu stagnovala nebo rostla velmi nepatrně.
2. Nejvíce se projevil pomalejší růst výnosů u cukrovky, potom u obou sledovaných víceletých pícnin, především u vojtěšky.
3. Naopak, u obilovin nebylo možno pozorovat užší korelaci. Vliv je zřejmě u jarního ječmene nepatrně větší než u ozimé pšenice, oba hlavní druhy měly růst výnosů téměř takový, jako v oblastech nezasazených emisemi.
4. Nemohl být sledován růst výnosů u některých jiných důležitých plodin, např. zeleniny, jednak proto, že sortiment pěstovaných druhů je příliš široký, a také proto, že jen některé zemědělské závody pěstují tyto další plodiny. Soubor dat by tedy byl příliš úzkým, než aby bylo možno učinit zodpovědné závěry.

#### Literatura:

- GÖTZ A. (1974): Rostlinná výroba východních Čech. *Studia geographica* 38. Geografický ústav ČSAV, Brno. 348 stran.
- SLÁDEK I. (1971): Klimatické aspekty znečištění ovzduší. *SbČSZ*, 2, 1971, sv. 76. Praha 1971.
- ŠVEC J. (1976): Vliv průmyslových exhalací na čistotu ovzduší a zemědělskou výrobu na Pardubicku a Královéhradecku. Rigorózní práce. KERG PŘFUK, Praha 1976. 88 stran.
- KOZEL J., MALÝ V. (1964): Vliv průmyslových exhalátů na zhoršení úrodnosti zemědělských půd a na snížení výnosů. *Vědecké práce VÚM*, 6, 51—80, Praha — Zbraslav 1964.

## summary

### INFLUENCE OF ENERGETICS ON AGRICULTURE IN BASIN OF PARDUBICE

(To the methodology of enumeration of negative influence of emissions on agricultural landscape)

Basin of Pardubice is economic nucleus of Eastern Bohemia. On relatively small area, there are two towns with more than 90 th. inhabitants (Hradec Králové, Pardubice) and a lot of great industrial plants. In the region, there lies also the most yielding agricultural land of Eastern Bohemia and two greatest east-bohemian thermal power stations (Opatovice, Chvaletice).

In this economically important region, there was made research, if emissions of sulphur dioxide from power stations and other industrial plants influence on yield of crops and crop production as whole in comparison with smaller influenced or un-touched neighbouring regions of the same productivity of land. Trend of yields increase was compared between years 1969 and 1974. Both years were on average from the point of view of climate.

There was contemplated the yield of crops, which are grown in majority of agricultural holdings (cereals, sugar-beet, lucerne, clover). The greatest stagnation of yield in region mentioned above was observed on lucerne and clover (perennial fodder crops), in smaller degree on sugar-beet. On cereals, the yields create almost in the same degree in the touched region as in region un-touched by emissions.

Crop production as whole (in conversion into monetary value per one ha. of agricultural land) creates in touched region substantially more slowly as in un-touched areas. In some cases, stagnation can be observed.

The table shows increase of production and yield for individual agricultural holdings (cooperative) and for main crops. The explanation No. 2 on the map shows region with stagnation of crop production.