

OTAKAR STEHLÍK

## K ODNOSU UMĚLÝCH HNOJIV EROZÍ PŮDY

V jarních a letních měsících roku 1965 provedl Geografický ústav ČSAV v povodí řeky Jihlavy ověřovací zkoušky metod průzkumu intenzity eroze půdy měřením množství plavenin unášených vodním tokem. Ze vzorků vody při tomto průzkumu odebraných jsme se pokusili vyhodnotit také vzájemný vztah mezi řekou unášeným množstvím plavenin a množstvím chemických prvků a sloučenin, jež mohou být součástí umělých hnojiv. Tento pokus o srovnání měl orientační charakter a není proto možné z něho odvozovat konečné závěry. Přesto se však domnívám, že je vhodné upozornit na zjištěný přímý vztah mezi transportovaným množstvím plavenin a množstvím v úvahu připadajících chemikálií. Z uvedeného vztahu tudíž lze využít možnost vzniku závažného, ekonomicky významného rozporu mezi intenzitou eroze půdy, k níž dochází při velkoplošné zemědělské výrobě bez potřebných protierozních opatření, a snahou zvýšeným používáním umělých hnojiv dosáhnout vyšší produkce zemědělské výroby.

Vzorky vody použité při tomto průzkumu byly odebírány v době od 20. V. do 1. X. 1966 jednou denně z koryta řeky Jihlavy u Skryjského mlýna. Chemické rozborů vzorků vody byly uskutečněny v laboratoři GÚ ČSAV a jejich výsledky přezkoušeny porovnáním s výsledky rozborů prováděných laboratoří KHES v Brně. Podle výsledků chemických rozborů uvedených v příložené tabulce a údajů o průtocích zjištěných na nejbližše ležící hydrologické stanici HMÚ v Ptáčově se dalo stanovit, že z povodí o ploše 990 km<sup>2</sup> proteklo korytem řeky Jihlavy v pozorovacím období 1178 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5412 t HCO<sub>3</sub>, 2828 t Cl, 4101 t Ca, 3566 t Mg a 13 859 t plavenin při celkovém odtoku 153 334 080 m<sup>3</sup> vody.

Podstatnou část plavenin transportovaných vodním tokem tvoří jemnozem, která byla smyta povrchově odtékající srážkovou vodou z půdní pokrývky příslušného povodí. Produkty eroze půdy jsou do vodního toku dodávány pouze v dobách zvýšeného povrchového odtoku, s nímž souvisí zvýšený průtok na vodním toku. Křivka chronologických změn množství unášených plavenin na příslušném vodním toku mívá proto ve většině případů průběh podobný průběhu křivky průtoků.

Chemické znečištění vodního toku pochází zpravidla ze tří hlavních zdrojů. Část chemických prvků je do toku dodávána podzemními vodami, jež je vyluhovány z hornin budujících příslušné povodí. Dalším zdrojem znečištění vodního toku jsou odpadní vody sídlišť, průmyslových a zemědělských závodů. Určité množství chemických prvků se do vodního toku dostává z půdní pokrývky povodí při trvání povrchového odtoku.

Chemické složení podzemních vod i množství podzemních vod přítékajících do vodního toku se mění jednak pozvolna, jednak v mnohem menším rozsahu

nežli průtoky. Můžeme proto předpokládat, že množství chemických prvků dodávaných do vodního toku podzemními vodami je rovněž dosti stabilní a nemění se zvláště v době krátkodobých výkyvů průtoků. Také množství chemických prvků přinášených odpadními vodami nemůže být ovlivňováno změnami průtoků v řece, pokud by závody nevyužívaly zvýšených vodností řek ke zvýšenému vypouštění odpadních vod ze zásobníků. Jediným zdrojem chemického znečištění, jehož stupeň kolísá souhlasně s kolísáním průtoků v řece, jsou povrchově přítékající vody, přinášející spolu s plaveninami také příslušné množství chemických prvků. Tento závěr zřetelně vyplývá z časových změn plavenin a vybraných chemických prvků zjištěných našim pozorováním na řece Jihlavě.

Za předpokladu, že množství protékajících chemických prvků z podzemních a odpadních vod je vcelku stabilní, měla by hodnota jejich průměrného množství odpovídat té, která se zjistí v době nízkých průtoků, kdy v celém povodí zaniká povrchový odtok. Výpočet tohoto průměrného množství bude patrně značně obtížný pro nesnadnost stanovení průtoků, který by odpovídal hodnotě podzemního odtoku. V námi posuzovaném případě není tento výpočet možno provést pro krátkost pozorovacího období. Není také naší snahou zjistit v posuzovaném případě podíl průtoků chemických sloučenin pocházejících z povrchového odtoku, nýbrž přibližné určení té části uvedeného podílu, jež je do vodního toku dodávána v důsledku působení intenzivní eroze půdy. Časová období, v nichž dochází k intenzivní erozi půdy, projevují se na vodních tocích velkým průtokem plavenin při velkých průtocích vody nebo velkou koncentrací plavenin při menších průtocích vody. Naproti tomu období s malým průtokem nebo malou koncentrací plavenin je možno považovat za období, v nichž příslušné povodí není postihováno intenzivní erozí a dalšími jevy s erozí půdy spjatými. Proto také průměrný průtok posuzovaných chemických sloučenin z období s malými průtoky a koncentracemi plavenin můžeme považovat za průtok neovlivněný účinkem intenzivní eroze půdy. Přibližný podíl průtoku posuzovaných chemických sloučenin spjatý s intenzivním působením eroze půdy bylo by tedy možno stanovit podle vzorce:

$$Q_e = Q_m - \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots + Q_n}{n} \cdot m \cdot k$$

$Q_e$  = množství chemických prvků přinášených vodami z povrchu povodí v důsledku intenzivní eroze půdy.

$Q_m$  = množství chemických prvků transportovaných při velkých průtocích nebo vysoké koncentraci plavenin.

$Q_1, Q_2 \dots Q_n$  = denní množství chemických prvků transportovaných při malých průtocích a koncentracích plavenin.

$n$  = počet dnů s malým průtokem a malou koncentrací plavenin.

$m$  = počet dnů s velkým průtokem nebo velkou koncentrací plavenin.

$k$  = koeficient jistoty, jímž má být vyjádřena možnost většího přínosu chemických prvků odpadními a podzemními vodami v době velkých průtoků vody na vodním toku. (V daném případě je použito hodnoty 2,00.)

Velké průtoky a velké koncentrace plavenin byly na řece Jihlavě pozorovány ve dnech 20.—29. května, 4.—16. června, 18. června, 23.—28. června, 2.—3. července, 17.—23. července a 25. srpna. V uvedených dnech přesahovala koncentrace plavenin hodnotu  $50 \text{ g/m}^3$  při průtocích nad  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ . Přesto, že uvedených 40 dnů představuje pouhých 30 % délky pozorovaného období, odteklo v nich z celkového odtokového množství 73 % vody, 88 % plavenin, 77 % Cl,

62 % HCO<sub>3</sub>, 71 % Ca, 72 % Mg, 72 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Můžeme tedy vytyčená časová období považovat za období s výrazně zvýšeným přítokem povrchových vod, nesoucích velké množství plavenin i zkoumaných chemických prvků. Množství prvků transportovaných v tomto období můžeme tedy považovat za hodnotu Q<sub>m</sub>. Po zjištění hodnoty Q<sub>m</sub> snadno zjistíme ostatní podklady potřebné pro výpočet Q<sub>e</sub>. Výsledky výpočtu Q<sub>e</sub> pro jednotlivé sledované chemické prvky a sloučeniny, provedené pomocí shora uvedeného vzorce podle údajů získaných v posuzovaném období, jsou uvedeny v následující tabulce:

| Pozorovaný prvek              | Q <sub>m</sub> | $\frac{Q_1 + Q_2 \dots Q_n}{n}$ | m  | k | Q <sub>e</sub> |
|-------------------------------|----------------|---------------------------------|----|---|----------------|
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 847 t          | 3,67 t                          | 40 | 2 | 554 t          |
| HCO <sub>3</sub>              | 3578 t         | 23,71 t                         | 40 | 2 | 1681 t         |
| Cl                            | 2177 t         | 7,23 t                          | 40 | 2 | 1599 t         |
| Ca                            | 2923 t         | 13,09 t                         | 40 | 2 | 1875 t         |
| Mg                            | 2557 t         | 11,21 t                         | 40 | 2 | 1660 t         |

Podle výsledků předchozích výpočtů bylo za sledované období v důsledku intenzivní eroze půdy dodáno do vodního toku asi 7369 t chemických prvků, jež tvoří podstatnou součást umělých hnojiv. Uvedená hodnota nepředstavuje ještě celoroční úhrn, neboť zkoumané období zahrnuje pouze část ročních období vyznačujících se intenzivní erózí půdy. Přibližnou celoroční sumu takto transportovaných chemikálií můžeme získat podle srovnání odtoku za zkoumané období (153 334 080 m<sup>3</sup> vody) s průměrným ročním odtokem za léta 1932—1965, který obnášel 182 290 000 m<sup>3</sup>. Podle tohoto srovnání odtokových poměrů by zjištěná množství chemikálií transportovaných z povodí ve sledovaném období měla představovat 84 % průměrného celoročního úhrnu, jehož hodnoty jsou dále uvedeny.

| Chemický prvek               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Cl     | Ca     | HCO <sub>3</sub> | Mg     |
|------------------------------|-------------------------------|--------|--------|------------------|--------|
| průměrný roč. odnos splachem | 659 t                         | 2001 t | 1903 t | 2232 t           | 1976 t |

Povodí řeky Jihlavy v posuzované části je z 30 % zalesněno. Zemědělská půda, z níž především jsou posuzované chemické prvky splachovány, zaujímá tedy zhruba 70 % celé rozlohy zkoumaného povodí, což je 690 km<sup>2</sup>. Můžeme tedy předpokládat, že z 1 ha zemědělské půdy je v posuzovaném povodí zrychleným povrchovým odtokem srážkových vod, spojeným s intenzivní erózí půdy, odnášeno ročně asi 9,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 29,0 kg Cl, 27,5 kg Ca, 32,3 kg HCO<sub>3</sub>, 200,8 kg jemnozeme.

Sledovaná část povodí řeky Jihlavy se prostírá na území okresu jihlavského a třebíčského. Podle údajů získaných z oddělení výživy a ochrany rostlin Krajského zemědělského výkupního podniku v Brně bylo do zemědělské půdy uvedených okresů v letech 1965 a 1966 ve formě umělých hnojiv dodáno průměrně 135,74 kg čistých živin na 1 ha zemědělské půdy, z toho 39,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Ostatní chemické prvky a sloučeniny sledované při našem orientačním průzkumu nejsou bohužel uvedeným podnikem evidovány. Podle údajů získaných o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> můžeme usuzovat, že zhruba 24 % této chemikálie a pravděpodobně také ostatních součástí umělých hnojiv dodávaných v povodí řeky Jihlavy do zemědělské půdy je bez užítu odnášeno zrychleným povrchovým odtokem srážkových vod, spjatým s erózí půdy. Pro posouzení uvedené situace z hlediska celostátního je třeba připomenout, že sledované povodí nepatří k území

našeho státu erozí půdy nejvíce postiženému. Při srovnávacím studiu chodu plavenin, provedeném Geografickým ústavem ČSAV v době od 28. V. do 25. VIII. 1966, bylo zjištěno, že transport plavenin z 1 km<sup>2</sup> povodí řeky Jihlavy byl v posuzovaném období 18krát menší než transport plavenin z 1 km<sup>2</sup> povodí řeky Trkmanky, jež je postiženo silnou erozí půdy. Je tedy možno předpokládat, že odnos chemických prvků, jež jsou do zemědělské půdy dodávány jako umělá hnojiva, je působením nadměrné eroze a zvýšeným povrchovým odtokem srážkových vod za daného nevyhovujícího stavu protierozních opatření v celostátním průměru patrně větší, než bylo stanoveno rozbořem našeho pozorování. I kdyby se však hodnota celostátního průměru rovnala pouze hodnotě zde uvedené, představuje jistě značnou ztrátu pro naše národní hospodářství, ztrátu, jež se spolu s průvodním znečišťováním vodních toků „důstojně“ připouje k řadě dalších již známých škod působených nadměrnou erozí půdy.

**Tabulky hodnot průtoků vody, koncentrace plavenin a některých vybraných chemických prvků v řece Jihlavě u Skryjského mlýna v období 20. V.—1. X. 1965**

| Datum  | Obsah prvků v mg/l            |                  |       |        |        | Plaveniny<br>v mg/l | Průtok<br>vody v m <sup>3</sup> /s |
|--------|-------------------------------|------------------|-------|--------|--------|---------------------|------------------------------------|
|        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | HCO <sub>3</sub> | Cl    | Ca     | Mg     |                     |                                    |
| 20. 5. | 2,00                          | 45,765           | 17,50 | 26,052 | 25,536 | 85,88               | 19,7                               |
| 21. 5. | 1,20                          | 45,765           | 17,50 | 27,054 | 20,672 | 55,38               | 16,7                               |
| 22. 5. | 3,20                          | 42,714           | 17,50 | 25,050 | 29,184 | 59,28               | 13,7                               |
| 23. 5. | 4,00                          | 51,867           | 18,55 | 33,066 | 25,536 | 48,46               | 12,8                               |
| 24. 5. | 12,80                         | 45,765           | 17,50 | 27,054 | 12,957 | 82,24               | 19,7                               |
| 25. 5. | 14,00                         | 33,561           | 19,25 | 22,048 | 26,144 | 112,21              | 26,6                               |
| 26. 5. | 6,40                          | 36,631           | 17,50 | 22,048 | 17,645 | 81,87               | 20,8                               |
| 27. 5. | 4,60                          | 39,663           | 17,50 | 24,048 | 20,672 | 90,11               | 16,7                               |
| 28. 5. | 4,80                          | 36,612           | 15,70 | 25,050 | 31,008 | 51,89               | 16,3                               |
| 29. 5. | 2,80                          | 39,663           | 19,25 | 26,052 | 20,672 | 165,95              | 35,8                               |
| 4. 5.  | 8,00                          | 33,561           | 21,00 | 30,060 | 23,104 | 62,84               | 35,8                               |
| 5. 6.  | 12,40                         | 21,357           | 19,25 | 27,054 | 26,725 | 106,31              | 57,3                               |
| 6. 6.  | 1,00                          | 29,289           | 17,50 | 28,056 | 26,752 | 146,07              | 88,4                               |
| 7. 6.  | 1,00                          | 27,459           | 17,50 | 26,052 | 24,320 | 114,19              | 97,2                               |
| 8. 6.  | 3,00                          | 24,408           | 17,50 | 27,054 | 20,064 | 102,98              | 77,2                               |
| 9. 6.  | 14,00                         | 24,408           | 19,25 | 28,056 | 26,144 | 108,13              | 60,2                               |
| 10. 6. | 8,00                          | 30,510           | 19,25 | 28,056 | 21,280 | 63,33               | 68,7                               |
| 11. 6. | 6,40                          | 24,408           | 17,50 | 26,052 | 20,672 | 74,07               | 62,6                               |
| 12. 6. | 2,48                          | 21,357           | 17,50 | 25,050 | 23,712 | 67,94               | 52,3                               |
| 13. 6. | 3,00                          | 30,510           | 17,50 | 27,054 | 20,064 | 50,49               | 45,5                               |
| 14. 6. | 16,00                         | 30,510           | 14,00 | 27,054 | 26,144 | 50,00               | 39,5                               |
| 15. 6. | 8,00                          | 30,510           | 17,50 | 27,054 | 21,280 | 45,63               | 34,0                               |
| 16. 6. | 28,00                         | 27,459           | 17,50 | 26,052 | 22,496 | 40,25               | 27,1                               |
| 17. 6. | 8,80                          | 21,357           | 14,00 | 23,050 | 22,476 | 33,20               | 21,2                               |
| 18. 6. | 2,00                          | 30,510           | 17,50 | 26,052 | 21,888 | 40,67               | 18,9                               |
| 19. 6. | 4,80                          | 33,561           | 17,50 | 25,050 | 21,888 | 37,88               | 18,1                               |
| 20. 6. | 6,00                          | 30,510           | 21,00 | 27,054 | 23,104 | 30,06               | 13,9                               |
| 21. 6. | 4,40                          | 30,510           | 19,25 | 28,056 | 26,752 | 26,63               | 12,8                               |
| 22. 6. | 0,20                          | 31,730           | 19,25 | 28,056 | 23,710 | 32,09               | 13,9                               |
| 23. 6. | 4,40                          | 33,561           | 19,25 | 29,058 | 26,752 | 254,05              | 25,0                               |
| 24. 6. | 4,40                          | 36,612           | 19,25 | 24,048 | 23,104 | 81,75               | 20,8                               |
| 25. 6. | 0,60                          | 33,561           | 19,25 | 27,054 | 26,144 | 91,74               | 14,8                               |
| 26. 6. | 4,40                          | 36,612           | 16,80 | 26,052 | 25,536 | 43,47               | 11,4                               |
| 27. 6. | 8,00                          | 36,612           | 22,75 | 25,050 | 24,320 | 65,28               | 9,7                                |
| 28. 6. | 34,00                         | 39,663           | 19,25 | 29,058 | 26,144 | 76,32               | 10,5                               |
| 29. 6. | 6,40                          | 42,714           | 17,50 | 28,056 | 25,536 | 62,56               | 6,8                                |
| 30. 6. | 10,40                         | 42,714           | 19,25 | 28,056 | 20,672 | 45,77               | 7,8                                |

| Datum  | Obsah prvků v mg/l            |                  |       |        |        | Plaveniny<br>v mg/l | Průtok<br>vody v m <sup>3</sup> /s |
|--------|-------------------------------|------------------|-------|--------|--------|---------------------|------------------------------------|
|        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | HCO <sub>3</sub> | Cl    | Ca     | Mg     |                     |                                    |
| 1. 7.  | 4,00                          | 42,714           | 21,00 | 28,056 | 19,456 | 33,95               | 7,3                                |
| 2. 7.  | 2,80                          | 45,765           | 22,75 | 29,058 | 21,888 | 270,89              | 13,5                               |
| 3. 7.  | 8,00                          | 48,816           | 21,00 | 30,060 | 24,820 | 137,75              | 10,5                               |
| 4. 7.  | 3,20                          | 42,714           | 21,00 | 30,060 | 27,968 | 70,70               | 9,4                                |
| 5. 7.  | 2,00                          | 45,765           | 21,00 | 29,058 | 22,496 | 58,64               | 8,3                                |
| 6. 7.  | 3,60                          | 42,714           | 21,00 | 29,058 | 23,104 | 44,73               | 7,8                                |
| 7. 7.  | 4,40                          | 48,816           | 21,00 | 31,062 | 23,712 | 39,67               | 6,8                                |
| 8. 7.  | 10,40                         | 48,816           | 21,00 | 30,060 | 25,536 | 28,28               | 5,9                                |
| 9. 7.  | 4,40                          | 48,816           | 21,00 | 29,058 | 24,928 | 35,10               | 6,4                                |
| 10. 7. | 12,00                         | 48,816           | 21,00 | 29,058 | 26,144 | 26,31               | 6,1                                |
| 11. 7. | 28,00                         | 54,918           | 21,00 | 28,056 | 23,712 | 29,17               | 5,9                                |
| 12. 7. | 8,00                          | 48,816           | 19,25 | 29,058 | 24,928 | 26,94               | 5,5                                |
| 13. 7. | 3,20                          | 48,816           | 21,00 | 26,052 | 23,712 | 24,31               | 5,1                                |
| 14. 7. | 12,00                         | 51,867           | 21,00 | 28,056 | 21,280 | 30,51               | 4,6                                |
| 15. 7. | 4,00                          | 51,867           | 19,25 | 30,060 | 29,792 | 38,11               | 4,0                                |
| 16. 7. | 4,80                          | 51,867           | 22,75 | 30,060 | 23,104 | 27,05               | 4,6                                |
| 17. 7. | 3,60                          | 48,816           | 21,00 | 30,060 | 19,456 | 158,95              | 10,5                               |
| 18. 7. | 4,80                          | 48,816           | 21,00 | 29,058 | 24,928 | 424,08              | 40,5                               |
| 19. 7. | 6,80                          | 27,459           | 12,25 | 22,044 | 21,904 | 275,49              | 57,9                               |
| 20. 7. | 28,00                         | 30,570           | 15,75 | 21,042 | 18,862 | 119,79              | 37,7                               |
| 21. 7. | 2,00                          | 33,561           | 15,75 | 23,046 | 20,064 | 111,11              | 18,9                               |
| 22. 7. | 12,00                         | 30,510           | 15,75 | 24,048 | 18,253 | 95,00               | 15,6                               |
| 23. 7. | 12,00                         | 42,714           | 17,50 | 22,044 | 20,064 | 65,64               | 13,2                               |
| 24. 7. | 10,00                         | 76,275           | 17,50 | 36,072 | 21,888 | 30,42               | 10,2                               |
| 25. 7. | 3,60                          | 42,714           | 17,50 | 27,054 | 24,928 | 57,00               | 8,3                                |
| 26. 7. | 8,00                          | 48,816           | 19,25 | 26,052 | 22,476 | 59,17               | 11,1                               |
| 27. 7. | 8,00                          | 48,816           | 26,25 | 24,048 | 23,104 | 44,99               | 7,8                                |
| 28. 7. | 2,40                          | 48,816           | 19,25 | 26,052 | 22,476 | 35,75               | 7,3                                |
| 29. 7. | 14,00                         | 79,326           | 17,50 | 40,080 | 20,672 | 61,26               | 7,5                                |
| 30. 7. | 3,20                          | 48,816           | 19,25 | 28,056 | 26,752 | 39,63               | 7,3                                |
| 31. 7. | 8,00                          | 45,765           | 21,00 | 25,050 | 24,928 | 40,27               | 6,8                                |
| 1. 8.  | 12,00                         | 45,765           | 17,50 | 27,054 | 24,320 | 30,81               | 6,4                                |
| 2. 8.  | 20,00                         | 51,867           | 19,25 | 30,060 | 22,476 | 31,28               | 8,0                                |
| 3. 8.  | 9,60                          | 48,816           | 21,00 | 27,054 | 20,064 | 59,19               | 7,5                                |
| 4. 8.  | 2,00                          | 48,816           | 21,00 | 25,050 | 24,928 | 39,58               | 7,1                                |
| 5. 8.  | 2,00                          | 48,816           | 21,00 | 27,054 | 18,848 | 45,97               | 6,8                                |
| 6. 8.  | 2,00                          | 54,918           | 21,00 | 26,052 | 23,712 | 35,05               | 5,1                                |
| 7. 8.  | 6,80                          | 54,918           | 19,25 | 25,050 | 24,320 | 32,35               | 4,9                                |
| 8. 8.  | 4,80                          | 48,816           | 17,50 | 26,052 | 22,476 | 28,74               | 4,6                                |
| 9. 8.  | 6,80                          | 51,867           | 17,50 | 28,056 | 21,904 | 24,39               | 4,0                                |
| 10. 8. | 3,60                          | 51,867           | 17,50 | 15,050 | 24,928 | 32,32               | 4,2                                |
| 11. 8. | 6,80                          | 54,918           | 19,25 | 26,052 | 21,280 | 39,47               | 5,5                                |
| 12. 8. | 28,00                         | 61,020           | 21,00 | 29,058 | 27,968 | 34,02               | 5,7                                |
| 13. 8. | 16,00                         | 61,020           | 17,50 | 28,054 | 27,968 | 28,97               | 4,7                                |
| 14. 8. | 4,00                          | 57,969           | 19,95 | 30,060 | 24,320 | 22,81               | 4,2                                |
| 15. 8. | 8,80                          | 57,969           | 22,75 | 30,060 | 25,536 | 31,00               | 3,8                                |
| 16. 8. | 28,00                         | 61,020           | 22,75 | 27,054 | 19,456 | 23,78               | 3,5                                |
| 17. 8. | 13,20                         | 61,020           | 21,00 | 27,054 | 26,725 | 26,99               | 3,3                                |
| 18. 8. | 4,00                          | 57,969           | 21,00 | 27,054 | 20,064 | 25,26               | 3,2                                |
| 19. 8. | 4,00                          | 61,020           | 21,00 | 28,056 | 21,280 | 28,74               | 2,8                                |
| 20. 8. | 12,40                         | 61,020           | 20,30 | 32,064 | 23,104 | 30,86               | 2,9                                |
| 21. 8. | 10,00                         | 51,867           | 19,25 | 27,054 | 24,928 | 33,02               | 2,9                                |
| 22. 8. | 4,80                          | 57,969           | 21,00 | 28,054 | 25,536 | 31,47               | 3,1                                |
| 23. 8. | 2,80                          | 64,071           | 19,25 | 28,056 | 24,320 | 30,55               | 2,9                                |
| 24. 8. | 10,40                         | 61,020           | 21,00 | 29,058 | 18,848 | 21,29               | 3,1                                |
| 25. 8. | 6,40                          | 67,122           | 18,55 | 27,555 | 29,184 | 32,82               | 6,1                                |
| 26. 8. | 8,00                          | 57,969           | 21,00 | 28,056 | 19,456 | 63,29               | 10,5                               |

| Datum  | Obsah prvků v mg/l            |                  |       |        |        | Plaveniny<br>v mg/l | Průtok<br>vody v m³/s |
|--------|-------------------------------|------------------|-------|--------|--------|---------------------|-----------------------|
|        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | HCO <sub>3</sub> | Cl    | Ca     | Mg     |                     |                       |
| 27. 8. | 4,00                          | 61,020           | 22,75 | 29,058 | 28,576 | 30,24               | 6,4                   |
| 28. 8. | 9,60                          | 57,969           | 21,00 | 25,050 | 24,928 | 19,50               | 5,7                   |
| 29. 8. | 8,00                          | 51,867           | 17,50 | 27,054 | 23,712 | 27,16               | 7,1                   |
| 30. 8. | 2,80                          | 45,765           | 17,50 | 24,058 | 19,456 | 24,44               | 5,5                   |
| 31. 8. | 4,00                          | 48,816           | 19,95 | 25,050 | 24,928 | 33,36               | 6,4                   |
| 1. 9.  | 20,00                         | 54,918           | 21,00 | 25,050 | 23,712 | 19,60               | 4,0                   |
| 2. 9.  | 2,00                          | 54,918           | 19,25 | 27,054 | 20,064 | 26,39               | 3,5                   |
| 3. 9.  | 8,80                          | 57,969           | 21,00 | 26,052 | 25,536 | 17,70               | 3,2                   |
| 4. 9.  | 0,80                          | 57,969           | 21,00 | 26,052 | 25,536 | 19,09               | 2,9                   |
| 5. 9.  | 20,00                         | 61,020           | 22,75 | 27,054 | 26,144 | 17,98               | 2,7                   |
| 6. 9.  | 12,40                         | 61,020           | 20,30 | 27,054 | 25,536 | 21,89               | 2,7                   |
| 7. 9.  | 0,80                          | 57,969           | 22,75 | 31,062 | 29,792 | 16,93               | 2,9                   |
| 8. 9.  | 8,00                          | 54,918           | 24,50 | 28,056 | 19,456 | 20,40               | 3,4                   |
| 9. 9.  | 12,00                         | 73,224           | 24,50 | 32,064 | 31,616 | 24,89               | 2,8                   |
| 10. 9. | 4,00                          | 67,122           | 22,75 | 30,060 | 21,280 | 19,02               | 3,1                   |
| 11. 9. | 8,00                          | 64,071           | 22,75 | 28,056 | 26,144 | 17,89               | 3,1                   |
| 12. 9. | 2,00                          | 61,020           | 22,75 | 27,054 | 25,536 | 17,42               | 2,6                   |
| 13. 9. | 1,40                          | 61,020           | 21,00 | 27,054 | 26,752 | 13,80               | 2,8                   |
| 14. 9. | 8,00                          | 54,918           | 22,75 | 27,054 | 24,928 | 21,62               | 3,7                   |
| 15. 9. | 4,00                          | 64,071           | 22,75 | 27,054 | 24,320 | 29,53               | 4,2                   |
| 16. 9. | 4,00                          | 57,969           | 21,35 | 26,052 | 24,320 | 19,37               | 3,3                   |
| 17. 9. | 4,00                          | 61,020           | 21,00 | 28,056 | 21,888 | 16,97               | 2,9                   |
| 18. 9. | 6,00                          | 61,020           | 21,00 | 26,052 | 25,536 | 19,56               | 2,6                   |
| 19. 9. | 2,80                          | 51,867           | 19,25 | 26,052 | 24,320 | 20,89               | 3,3                   |
| 20. 9. | 4,00                          | 51,867           | 19,25 | 24,048 | 23,104 | 15,43               | 2,9                   |
| 21. 9. | 2,80                          | 61,020           | 21,00 | 21,050 | 28,576 | 19,40               | 2,8                   |
| 22. 9. | 20,00                         | 61,020           | 21,00 | 28,056 | 18,240 | 24,52               | 2,6                   |
| 23. 9. | 8,00                          | 54,918           | 24,50 | 30,060 | 24,320 | 17,20               | 2,7                   |
| 24. 9. | 12,80                         | 54,918           | 23,45 | 26,052 | 23,712 | 17,52               | 2,7                   |
| 25. 9. | 20,00                         | 61,020           | 21,00 | 28,056 | 24,928 | 8,88                | 2,9                   |
| 26. 9. | 28,00                         | 67,122           | 24,50 | 27,054 | 22,496 | 30,09               | 2,9                   |
| 27. 8. | 28,00                         | 61,020           | 22,75 | 28,056 | 20,672 | 19,01               | 2,8                   |
| 28. 9. | 28,90                         | 64,071           | 21,70 | 27,054 | 20,064 | 16,44               | 2,7                   |
| 29. 9. | 4,00                          | 64,071           | 22,75 | 28,056 | 23,104 | 21,40               | 3,1                   |
| 30. 9. | 10,40                         | 67,122           | 22,75 | 31,062 | 23,712 | 13,10               | 3,1                   |
| 1.10.  | 10,40                         | 67,122           | 22,75 | 26,052 | 21,888 | 22,06               | 3,4                   |

#### ZUM TRANSPORT DER KUNSTDÜNGEMITTEL DURCH DIE BODENEROSION

Bei der Beglaubigung der Methoden der Erforschung der Intensität der Bodenerosion wurde auf dem Flusse Jihlava eine ziemliche Verunreinigung des Wasserlaufes durch manche chemische Elemente, die Bestandteile der Kunstdüngemittel sein können, festgestellt. Im Zeitabschnitt vom 20. Mai bis 1. Oktober 1965 sind im Flussbett des Flusses Jihlava aus einem die Fläche von 990 Quadratkilometern umfassenden von 30 % bewaldeten Flussgebiet zusammen mit 153 334 000 Kubikmetern Wasser 13 859 Tonnen Feinerde, 1178 Tonnen P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5412 Tonnen HCO<sub>3</sub>, 2828 Tonnen Cl, 4101 Tonnen Ca, 3586 Tonnen Mg weggeflossen. Die direkte Beziehung zwischen der Tagesmenge der transportierten Schlammstoffe und der chemischen Elemente deutet auf die Möglichkeit hin, dass ein gewisser Teil dieser chemischen Elemente von der Oberfläche des Flussgebietes in den Wasserlauf abgespült wird, besonders während der für die Erosion gefährlichen Regen. Man kann versuchen den Anteil des auf diese Art und Weise transportierten Teils der Gesamtmenge der beobachteten chemischen Elemente mittels der folgenden Formel auszudrücken:

$$Q_e = Q_m - \frac{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}{n} \cdot m \cdot k$$

$Q_e$  = die Menge der durch die über die Oberfläche des Stromgebietes zufließenden Wasser herbeigebrachten chemischen Elemente,

- $Q_m$  = die Menge der durch den Wasserlauf bei grossen Durchflussmengen und grossen Schlämmstoffkonzentrationen transportierten chemischen Elemente,  
 $Q_1, Q_2 \dots Q_n$  = die Tagesmengen der durch den Wasserlauf bei kleinen Durchflussmengen und kleinen Schlämmstoffkonzentrationen transportierten chemischen Elemente,  
 $n$  = die Anzahl der Tage mit einer kleinen Durchflussmenge und kleiner Schlämmstoffkonzentration,  
 $m$  = die Anzahl der Tage mit grossen Durchflussmengen und grosser Schlämmstoffkonzentration,  
 $k$  = den die mögliche Erhöhung der Zufuhr der chemischen Elemente durch die Ab- und Grundwässer während eines grossen Durchflusses im Wasserlauf repräsentierenden Koeffizient (in gegebenem Fall wurde der Wert 2,00 benützt), bedeutet.

Die Konstruktion der angeführten Formel geht aus der Voraussetzung aus, dass sich an der chemischen Verunreinigung des Wasserlaufes die Grundwässer, die Abwässer und die oberflächlich in den Wasserlauf fliessenden Wässer beteiligen, wobei nur die durch den Oberflächenabfluss transportierte Menge der chemischen Elemente in direkter Beziehung zur Durchflussmenge und zur Schlämmstoffkonzentration im Wasserlauf ist.

Auf Grund der mittels der angeführten Formel durchgeführten Berechnungen und der Korrelation des Verhältnisses der Durchflussmenge im beobachteten Zeitabschnitt und der 11-jährigen mittleren Jahresdurchflussmenge im Fluss Jihlava bin ich zur Schlussfolgerung gekommen, dass von einem Hektar des Ackerbodens des untersuchten Flussgebietes durch den Oberflächenabfluss in den Wasserlauf jährlich ungefähr 9,5 kg  $P_2O_5$ , 29,0 kg Cl, 27,5 kg Ca, 32,3 kg  $HCO_3$ , 28,60 kg Mg abgetragen werden. Die angeführte Menge des weggeschwemmten  $P_2O_5$  stellt 24 % der Menge desselben Elements dar, welche in demselben Jahr in dem untersuchten Flussgebiet auf einen Hektar des Ackerbodens in Form von Kunstdünger geliefert wurde. Man kann voraussetzen, dass auch bei den übrigen dem Boden in Form von Kunstdüngemitteln zugeführten Nährstoffen die Situation ähnlich sein wird. Die Abspülung der Kunstdünger hängt eng mit der Entwicklung der übermässigen Bodenerosion zusammen. Das untersuchte Stromgebiet ist von der Erosion in 18mal kleinerem Ausmass betroffen als andere stark erodierte Gebiete der Tschechoslowakei. Die mit der übermässigen Bodenerosion zusammenhängende Abspülung der Kunstdüngemittel kann also einen beträchtlichen Verlust für die Nationalwirtschaft bedeuten, einen Verlust, der sich „würdevoll“ anderen durch die übermässige Bodenerosion verursachten Schäden anreihet.