

LADISLAV BUZEK

DEGRADACE LESNÍ PŮDY VODNÍ EROZÍ V CENTRÁLNÍ ČÁSTI MORAVSKOSLEZSKÝCH BESKYD

L. Buzek: *The degradation of the forest soil in the central part of the Moravskoslezské Beskydy Mts.* — Sborník ČSGS, 91, 2, p. 112—126 (1986). — The author shows on the example of several river basins that the erosive processes in the central part of the Moravskoslezské Beskydy Mts, North Moravia, depend not only on the natural conditions, but also on the human activities, especially the using of heavy forest tractors. In the future the growing erosion and sedimentation will endanger the production of drinking water in the Ostrava region.

Úvod

Stoupající trend eroze půdy a následné akumulace erodovaného materiálu začíná již v mnoha zemích velmi povážlivě ohrožovat půdu, která je základním přírodním bohatstvím a výrobním prostředkem pro zabezpečení výživy obyvatelstva. Eroze poškozuje nejen zemědělskou, ale s rostoucí těžbou dřeva a s rozvíjející se mechanizací této těžby také lesní půdu, což se může negativně projevit ochuzením jejího profilu a zmenšením její výměry; erodovaný materiál pak v místech sedimentace může ohrožovat vodní zdroje. Eroze a akumulace, v současné době silně ovlivňované člověkem, působí negativně na další složky fyzickogeografické sféry a ve svých důsledcích se promítají do sféry socioekonomické.

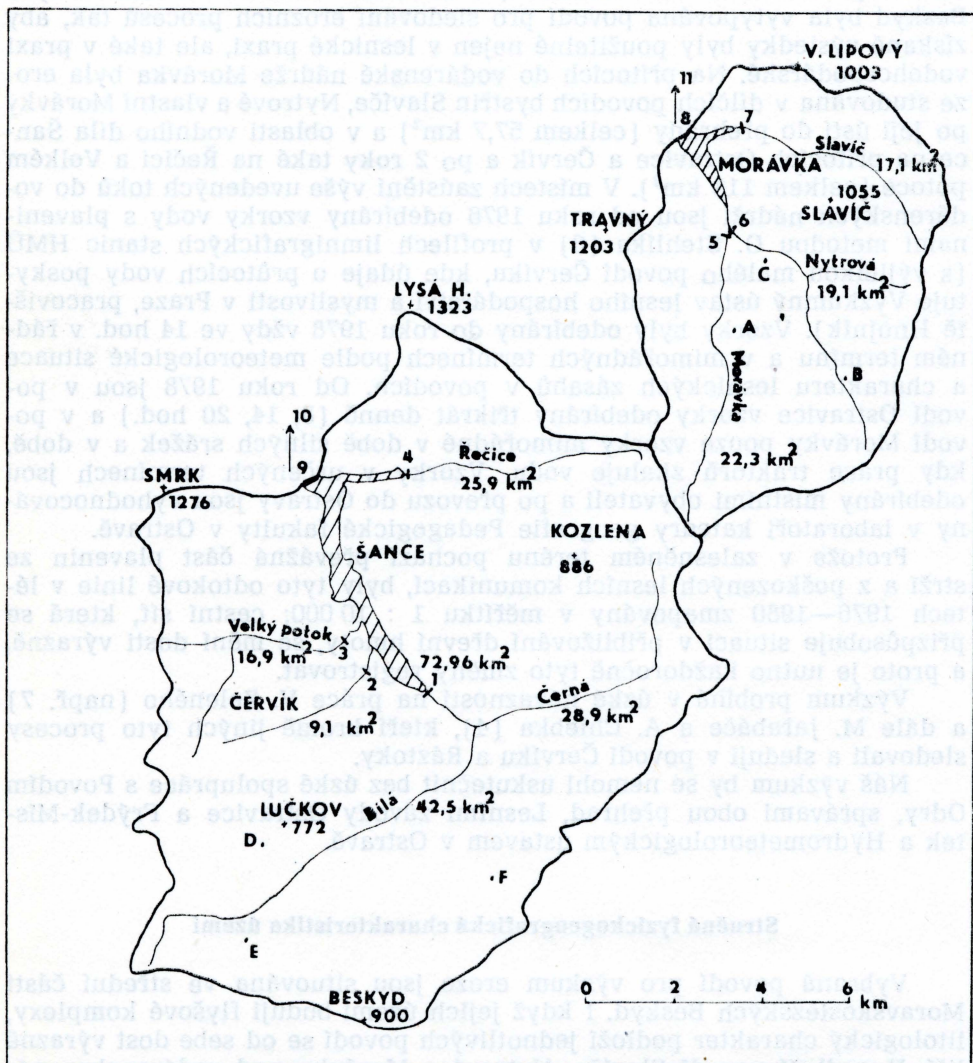
Poznatky o některých základních funkcích lesa — především o funkci protipovodňové a půdoochranné — byly v některých evropských zemích pojaty do zákonných norem již v minulém století. Zvláště významnou půdoochrannou funkcí sehraává les v horských oblastech, kde vysoké srážky, sklonitý reliéf, rušivé působení mrazu, slabě vyvinutá půda a další vlivy zvyšují potenciální nebezpečí destrukce lesní půdy.

Stromy chrání půdu svou nadzemní i podzemní částí proti vodní i větrné erozi, zpevňují břehy toků a nádrží proti vlnění a podemílání a také některým formám mělkých svahových pohybů. I tak však vodní eroze podle R. Midriaka (5) ohrožuje u nás téměř 58 % a větrná eroze 9 % lesního půdního fondu a kromě toho 34 % ploch v lesních porostech je ohroženo sesuvy.

Metoda práce

Moravskoslezské Beskydy svými přírodními poměry, zmenšující se výměrou lesa (v současné době v nich lesy pokrývají plochu 62 % úze-

mí) i charakterem antropogenních zásahů jsou náchylné k vodní erozi. Flyšový substrát, příkré svahy, srážky s vysokými intenzitami na jedné straně a stoupající trend mechanizace lesních prací na straně druhé akcelerují erozní procesy, přičemž tranzitní část produktů eroze — pla-



Obr. 1 — Sledovaná povodí v Moravskoslezských Beskydech. Profily pro odběr plavenin: 1 — Ostravice, Staré Hamry, limnigraf HMÚ, 2 — Červík, 3 — Velký potok, 4 — Řečice, 5 — Morávka (Úspolka), 6 — Nytrová, 7 — Slavič, 8 — vodní dílo Morávka, pod hrází, 9 — vodní dílo Šance, pod hrází, 10 — úprava vody, Nová Ves, 11 — úprava vody, Vyšší Lhoty. Místa odběru vzorků zeminy pro zjištění zrnitostních frakcí: A — Morávka, Mišacký potok, B — Morávka-Nyrová (Skalka), C — Morávka-Nyrová (Mituří), D — Ostravice-Bílá (Lučkovský potok), E — Ostravice-Bílá (Salajka), F — Ostravice-Bílá (Kavalčanky).

veniny (resp. i splaveniny) — sedimentují ve vodárenských nádržích Morávka a Šance, které zásobují Ostravsko pitnou vodou (obě přehrady byly dokončeny v 60. letech).

V rámci úkolů základního výzkumu organizuje katedra geografie Pedagogické fakulty v Ostravě ve spolupráci s Geografickým ústavem ČSAV výzkum eroze od roku 1976; v centrální části Moravskoslezských Beskyd byla vytypována povodí pro sledování erozních procesů tak, aby získané výsledky byly použitelné nejen v lesnické praxi, ale také v praxi vodohospodářské. Na přítocích do vodárenské nádrže Morávka byla eroze studována v dílčích povodích bystrin Slavíče, Nytrové a vlastní Morávky po její ústí do přehrady (celkem 57,7 km²) a v oblasti vodního díla Šance na přítocích Ostravice a Červíka a po 2 roky také na Řečici a Velkém potoce (celkem 118 km²). V místech zaústění výše uvedených toků do vodárenských nádrží jsou od roku 1976 odebírány vzorky vody s plaveninami metodou O. Stehlíka (6) v profilech limnigrafických stanic HMÚ (s výjimkou malého povodí Červíku, kde údaje o průtocích vody poskytuje Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v Praze, pracoviště Hnojník). Vzorky byly odebírány do roku 1978 vždy ve 14 hod. v řádném termínu a v mimořádných termínech podle meteorologické situace a charakteru lesnických zásahů v povodích. Od roku 1978 jsou v povodí Ostravice vzorky odebírány třikrát denně (8, 14, 20 hod.) a v povodí Morávky pouze vzorky mimořádné v době silných srážek a v době, kdy práce traktorů zkaluje vodu. Vzorky v určených termínech jsou odebírány místními obyvateli a po převozu do Ostravy jsou vyhodnocovány v laboratoři katedry geografie Pedagogické fakulty v Ostravě.

Protože v zalesněném terénu pochází převážná část plavenin ze strží a z poškozených lesních komunikací, byly tyto odtokové linie v letech 1976—1980 zmapovány v měřítku 1 : 10 000; cestní síť, která se přizpůsobuje situaci v přibližování dřevní hmoty, se mění dosti výrazně, a proto je nutno každoročně tyto změny registrovat.

Výzkum probíhá v úzké návaznosti na práce V. Zeleného (např. 7) a dále M. Jařabáče a A. Chlebka (4), kteří kromě jiných tyto procesy sledovali a sledují v povodí Červíku a Ráztoky.

Náš výzkum by se nemohl uskutečnit bez úzké spolupráce s Povodím Odry, správami obou přehrad, Lesními závody Ostravice a Frýdek-Místek a Hydrometeorologickým ústavem v Ostravě.

Stručná fyzickogeografická charakteristika území

Vybraná povodí pro výzkum eroze jsou situována ve střední části Moravskoslezských Beskyd. I když jejich území budují flyšové komplexy, litologický charakter podloží jednotlivých povodí se od sebe dost výrazně liší. V podloží povodí Slavíče, Nytrové a Morávky nad vodárenskou nádrží Morávka převládají pevné godulské pískovce a rozpadavé pískovce godulského souvrství a v jižní části slepencové pískovce až slepence ístebňanského komplexu. Obsah břidlic v sedimentech podloží těchto povodí je ve srovnání s povodím Ostravice nad vodním dílem Šance podstatně menší. Povodí Ostravice a ostatní menší povodí nad Šancemi jsou budována převážně souvrstvími s vysokým obsahem břidlic — jsou to svrchní vrstvy godulské, ístebňanské souvrství a dále podmenilitové vrstvy a souvrství magurského flyše (zvl. bělověžské vrstvy a vrstvy soláňské).

Charakter podloží se odráží v zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí ve zvětralíně (tab. 1, vzorky zeminy byly odebrány v r. 1980).

Tab. 1. Zastoupení zrnitostních frakcí v zeminách povodí Morávky a Ostravice nad vodárenskými nádržemi (v procentech)

Lokalita	I pod 0,01 mm	II 0,01—0,05 mm	III 0,05—0,1 mm	IV 0,1—2,0 mm
Morávka, Mišacký p.	45,36	19,60	12,44	22,60
Morávka, Nytrová—Skalka	46,36	16,80	20,64	16,20
Morávka, Nytrová—Mituří	32,80	27,06	11,56	28,58
Ostravice, Bílá, Lučkovský potok	47,40	27,44	10,36	14,80
Ostravice, Bílá, Salajka	63,56	18,96	11,32	6,16
Ostravice, Kavalčanky	73,48	14,56	8,84	3,12

Z tabulky je zřejmý rozdíl, zvl. u I., III. a IV. frakce.

Reliéf obou povodí nad vodárenskými nádržemi má poměrně strmé svahy. Severní části povodí na godulských pískovcích mají vrcholy nad 1000 m n. m.; v povodí řeky Morávky přesahuje tuto výšku M. Travný (1099 m n. m.), Ropice (1082 m n. m.), Smrčina (1014 m n. m.) a Slavíč (1055 m n. m.). Obdobně v povodí Ostravice je reliéf nejvyšší na severu, kde kulminuje Lysou horou (1323 m n. m.) a Smrkem (1276 m n. m.). Střední a jižní části reliéfu obou povodí, založené v méně odolných komplexech, mají výškovou hladinu v rozpětí 700—900 m n. m.

Litologický charakter podloží je také do značné míry charakterizován středními sklony a hustotou stržové sítě (tab. 2.). Střední sklony byly vypočítány z 5m vrstevnic z map v měřítku 1 : 25 000 ze vztahu $\tan \alpha = \frac{\Delta v \cdot \Sigma L}{F}$, kde v je vrstevnicový rozestup a L délka vrstevnic v dané ploše F ; délka stržové sítě byla zjištěna přímým mapováním v terénu v měřítku 1 : 10 000.

Tab. 2. Střední sklony a hustoty erozní sítě ve sledovaných povodích

Povodí	Střední sklon	Hustota stržové sítě km.km ²	Charakter podloží
Slavíč	19° 42'	0,24	pevné godulské pískovce
Nytrová	17° 18'	0,75	pevné godulské pískovce a rozpadavé pískovce
Morávka po ústí do přehrady	16° 26'	1,84	rozpadavé pískovce a břidlice
Ostravice (Černá)	11° 02'	1,59	břidlice, zčásti pískovce a slepence
Ostravice (Bílá)	11° 34'	2,10	břidlice, zčásti pískovce a slepence
Červík	12° 47'	3,0	břidlice, rozpadavé pískovce
Velký potok	16° 20'	1,67	proměnlivý, pevné pískovce, břidlice
Řečiště	18° 35'	1,55	proměnlivý, pevné pískovce, břidlice

Tab. 3. Srážky ve stanici Staré Hamry (Červík) v letech 1976—1983 a srovnání s dlouhodobým průměrem

Měsíc	1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982		1983		
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
I	184,6	217,2	80,6	94,8	50,5	59,4	128,3	150,9	60,0	70,6	79,0	92,9	102,6	120,7	155,1	128,5	
II	8,4	10,8	175,7	225,6	17,2	22,1	64,3	82,4	66,7	85,5	60,0	76,9	30,1	38,6	97,0	124,4	
III	53,5	70,4	72,9	95,9	68,1	89,6	59,6	78,4	59,1	77,8	106,8	140,5	6,3	8,3	104,9	138,0	
IV	80	41,0	51,3	101,0	84,1	105,0	64,9	81,1	75,7	94,6	57,2	71,5	81,0	101,3	69,5	86,9	
V	94	152,7	162,4	76,1	81,0	87,7	100,3	106,8	41,5	44,1	65,5	67,9	58,9	62,7	163,6	173,9	
VI	123	62,6	50,9	65,8	65,5	53,3	165,9	134,9	105,4	85,7	150,3	122,2	140,8	114,5	133,3	108,6	
VII	153	79,3	51,8	98,8	99,7	65,2	124,8	81,6	244,2	159,6	140,8	92,0	193,8	126,7	80,2	52,4	
VIII	114	80,3	70,4	219,1	192,2	214,7	188,3	79,7	69,9	151,1	132,5	134,0	111,8	98,1	45,1	39,6	
IX	68	97,6	143,5	126,2	151,0	222,1	61,5	91,0	126,3	185,7	124,5	183,0	54,3	79,9	59,8	87,9	
X	71	52,6	74,1	30,8	119,2	167,9	51,5	72,5	59,7	84,1	127,2	179,1	43,3	61,0	82,4	116,1	
XI	87	81,1	93,2	156,9	180,3	42,0	99,5	114,4	50,9	58,5	176,5	202,9	37,9	43,6	63,0	72,4	
XII	90	84,1	93,4	69,4	80,9	89,9	124,6	138,4	49,0	54,4	135,4	150,4	130,8	145,3	46,0	51,1	
C	1119	977,8	87,4	1289,3	115,2	1080,6	96,6	1125,3	100,6	1089,6	97,4	1376,0	123,0	991,6	88,6	1099,9	98,3

Tab. 4. Srážky ve stanici Morávka — přehrada v letech 1976—1983 a srovnání s dlouhodobým průměrem

Měsíc	1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982		1983		
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
I	105,4	100,0	53,2	56,0	22,6	23,8	74,9	78,8	43,9	46,2	54,7	57,6	70,7	83,2	92,1	96,9	
II	4,6	5,4	142,8	168,0	20,6	24,2	38,2	44,9	87,6	103,1	60,2	70,8	37,9	44,6	90,1	106,0	
III	30,3	32,2	74,8	79,6	51,2	54,5	57,9	61,6	41,3	43,9	89,8	95,5	41,2	43,8	90,2	96,0	
IV	108	46,8	43,3	101,0	93,5	89,5	114,0	105,6	136,5	126,4	57,8	53,5	96,0	88,9	46,4	43,0	
V	138	185,4	134,3	79,5	57,6	110,2	79,9	108,2	78,4	74,3	53,8	69,4	78,1	56,6	110,1	79,8	
VI	162	74,8	46,2	141,5	87,3	46,5	205,8	127,0	145,0	89,5	218,3	128,4	191,4	118,1	193,9	119,7	
VII	199	143,0	71,9	146,3	73,5	36,0	142,3	71,5	326,5	164,1	194,1	97,7	220,2	110,6	83,8	42,1	
VIII	186	123,3	66,3	299,3	160,9	94,8	104,9	56,4	175,7	94,5	179,4	96,4	106,0	57,0	21,9	11,8	
IX	128	158,2	123,6	131,5	102,7	135,6	95,9	74,9	151,2	118,1	138,1	107,9	69,2	54,1	77,7	60,7	
X	109	48,2	37,8	39,7	36,4	145,8	67,2	61,7	129,6	118,9	92,9	85,2	39,0	35,8	67,1	61,6	
XI	99	97,7	98,7	147,4	148,9	65,1	65,8	115,2	116,4	60,3	60,9	196,4	34,6	34,9	39,0	39,4	
XII	88	86,4	62,6	70,9	31,9	36,3	90,4	102,7	60,0	68,2	138,9	157,8	128,5	146,0	59,0	67,0	
C	1481	1086,7	73,4	1419,6	95,8	1041,1	70,3	1214,9	82,0	1431,9	96,7	1516,7	102,4	1112,8	75,1	971,3	65,6

S odolností podloží rostou sklony svahů a zmenšuje se hustota stržové sítě.

Období let 1976—1983 bylo srážkově poměrně nerovnoměrné. Pro intenzitu eroze jsou významné především deště s vysokými intenzitami a prudké tání sněhové pokrývky, avšak tam, kde jsou při těžbě a zvl. odvozu dřeva nasazeny mechanismy, dochází k silné erozi i při slabších srážkách, protože stroje pak pracují v zamokřeném terénu.

Pro charakteristiku srážkového režimu uvádíme údaje pro stanici Staré Hamry (Červík, 600 m n. m.), kde pro srovnání je k dispozici 25 let dlouhá řada souvislého sledování, a stanici Morávka—přehrada (450 m n. m.). Údaje pro obě stanice poskytli ČHMÚ, pobočka Ostrava [tab. 3 a 4]. Celé sledované období bylo srážkově slabě podnormální až normální.

Plaveninový režim v letech 1976—1983

Průtok plavenin ve všech sledovaných profilech nad vodárenskými nádržemi Šance a Morávka v průběhu osmi let sledování vykazoval silnou odlišnost i proměnlivost, podmíněnou různými hydrometeorologickými situacemi a v neposlední řadě také odlišnými antropogenními zásahy. Všechna sledovaná povodí jsou významnými produkčními oblastmi dřevní hmoty a práce, spojené s jejím transportem, zvl. přibližováním na skládky, vyžadují budování dočasných komunikací — svážnic, které svým nezpevněným povrchem jsou samy o sobě výrazným zdrojem plavenin.

Srovnáme-li intenzitu erozních procesů nad vodárenskou nádrží Morávka a Šance, je mezi nimi zřejmý podstatný rozdíl, který je dán především odlišnostmi v podloží, protože intenzita dešťových srážek a v mnoha případech i stupeň antropogenní aktivity byly do značné míry shodné. Z tříleté řady pozorování bylo zjištěno, že zvýšení odnosu plavenin vlivem lesnických zásahů v povodí Ostravice se pohybuje mezi 49 až 54 %, kdežto v povodí Morávky se tato antropogenně podmíněná akcelerace erozních procesů pohybuje mezi 9 až 16 % (L. Buzek, 1). Tyto rozdíly jsou podmíněny podstatně vyšším podílem jemné jílovité frakce v podloží povodí Ostravice, což vede při práci lesních mechanismů ve vlhkém terénu k podstatně vyšším odnosům půdy. Pokud lesní kolové traktory pracují v době dešťových srážek, roste obsah plavenin v tocích neúměrně se zvyšujícím se průtokem vody. Např. 3. srpna 1978 v povodí Ostravice při silných srážkách pracovaly v údolí Černé a Bílé traktory v blízkosti vodotečí, což vedlo pod soutokem obou výše uvedených pramenných toků Ostravice k enormnímu zkalení vody. Obsah plavenin vůči předcházejícímu dni, kde na suchém podloží traktory pracovaly také, se zvýšil z $0,047 \text{ g.l}^{-1}$ na $4,6737 \text{ g.l}^{-1}$, tj. téměř stonásobně, kdežto průtok vody jen čtyřnásobně. Obdobný příklad můžeme uvést z povodí Červíku (zaústuje z levé strany přímo do vodního díla Šance), kdy při klesajících průtocích ve dnech 16.—17. 11. 1977 stoupla koncentrace plavenin v době práce mechanismů z $0,0356 \text{ g.l}^{-1}$ na $2,4341 \text{ g.l}^{-1}$, tj. 68krát; i v tomto případě traktory pracovaly na rozbředlém podkladě. Tak vysokých koncentrací plavenin v dílčích povodích Morávky nebylo v průběhu celého sledování dosaženo.

Proteklé množství plavenin bez přímého antropogenního zásahu zá-

visí na proteklém množství vody a pro tento vztah byla vybrána na základě nejmenší sumy kvadrátů odchylek funkce ve tvaru

$$C_{VM} = A.Q_M^2 + B.Q_M,$$

kde C_{VM} je vypočítané množství plavenin vlivem přírodních faktorů za 1 měsíc a Q_M je měsíční proteklé množství vody; hodnoty A a B jsou koeficienty. Pro volbu této funkce i pro výpočet koeficientů byla k dispozici tříletá řada pozorování; hodnoty indexů korelace se pohybují v rozmezí 0,93–0,98 (tab. 5).

Tab. 5. Koeficienty A a B a indexy korelace pro výpočet proteklého množství plavenin [t] v závislosti na proteklém množství vody [m^3] na základě vztahu $C_{VM} = A.Q_M^2 +$

Povodí	A	B	r
Slavíč	1,31927.10 ⁻¹³	1,82828.10 ⁻⁵	0,93
Nytrová	3,03082.10 ⁻¹²	9,15986.10 ⁻⁶	0,98
Morávka—Úspolka	8,89068.10 ⁻¹³	1,30366.10 ⁻⁵	0,97
Celé povodí Morávky s přítoky nad vodárenskou nádrží	1,029988.10 ⁻¹²	1,39555.10 ⁻⁵	0,97
Ostravice—St. Hamry	5,4671.10 ⁻¹²	6,92243.10 ⁻⁶	0,94

Při zpětné aplikaci na jednotlivá povodí byly procentuální odchylky mezi naměřenými a vypočítanými hodnotami plavenin v dílčích povodích Morávky poměrně malé (–1,5 až –2,7 %), u Ostravice 19 až 39 %. Pro nepatrné odchylky se proto v povodí Morávky od roku 1979 konají jen nárazová měření koncentrace plavenin v době mimořádných meteorologických situací, resp. výrazných antropogenních zásahů, kdežto v povodí Ostravice se dělá třítermínové denní měření nadále (tato měření jsou prozatím plánována do konce roku 1990).

Intenzita erozních procesů v povodí Ostravice nad vodárenskou nádrží Šance je v hrubých rysech asi 4krát vyšší ve srovnání s dílčími povodími Morávky; je to dobře patrné z porovnání specifických odtoků plavenin z jednotlivých sledovaných povodí (viz. tab. 6).

Jak bylo již řečeno výše, rozhodujícím faktorem odlišností v odnosu půdy ve sledovaných povodích je především faktor litologický. Plaveniny se dostávají do vodárenských nádrží, v nichž sedimentují. Aby bylo možno zjistit intenzitu sedimentace, byly v letech 1976–1978 odebrány také plaveniny pod hrázemi obou přehrad a na úpravárnách vody. Za uvedené 3 roky sledování zůstalo ve vodním díle Morávka 39 % plavenin, kdežto v přehradním prostoru díla Šance plných 88 % přinesených plavenin (odlišnosti v intenzitě sedimentace jsou dány tvarem a velikostí nádrží). Jestliže specifické odtoky propočítáme na celá odvodňovaná území nad přehradami, pak do přehrady Šance od roku 1976 do roku 1983 se dostalo celkem 96 090 t a za totéž období do přehrady Morávka 9025 t. Předpokládáme-li, že v prostoru díla Šance zůstane 88 % plavenin, pak na jeho dně sedimentovalo 84 559 t, což představuje 0,08 procenta objemu přehrady při střední kótě vodní hladiny, a ve vodním díle Morávka, kde zůstává 39 % plavenin, sedimentovalo 3520 t materiálu, což je 0,03 % přehradního prostoru. Zanášení přehrad není sice velké,

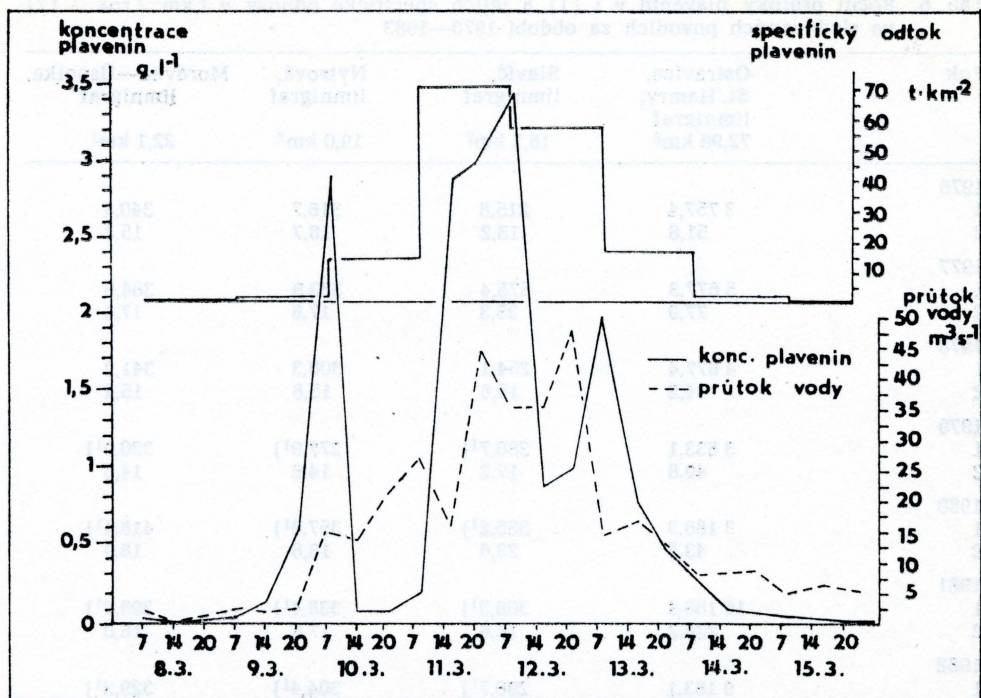
Tab. 6. Roční průtoky plavenin v t (1) a jejich specifické odnosy v t.km⁻².rok⁻¹ (2) ve sledovaných povodích za období 1976—1983

Rok	Ostravice, St. Hamry, limnigraf 72,96 km ²	Slavič, limnigraf 16,3 km ²	Nytrová, limnigraf 19,0 km ²	Morávka—Úspolka, limnigraf 22,1 km ²
1976				
1	3 757,4	215,8	316,7	340,4
2	51,6	13,2	16,7	15,4
1977				
1	5 677,3	575,4	333,9	384,9
2	77,9	35,3	17,6	17,4
1978				
1	4 677,4	254,1	300,3	341,2
2	64,2	15,6	15,8	15,4
1979				
1	3 633,1	280,7 ¹⁾	277,9 ¹⁾	320,9 ¹⁾
2	49,8	17,2	14,6	14,5
1980				
1	3 186,3	385,2 ¹⁾	357,8 ¹⁾	418,4 ¹⁾
2	43,7	23,6	18,8	18,9
1981				
1	15 188,4	306,3 ¹⁾	338,4 ¹⁾	398,2 ¹⁾
2	208,2	18,8	17,8	18,0
1982				
1	9 183,1	296,7 ¹⁾	304,4 ¹⁾	329,3 ¹⁾
2	125,7	18,2	16,0	14,9
1983				
1	2 619,9	297,3 ¹⁾	293,6 ¹⁾	344,3 ¹⁾
2	35,9	18,2	15,5	15,6
Sledované období				
1	47 922,9	2 611,5	2 523,0	2 877,6
2	82,1	20,0	16,6	16,3

1) vypočítáno podle vztahu $C_{VM} = A.Q^2 + B.QM$

ale při silném zkalení vody v době intenzivních srážek dochází k potížím při výrobě pitné vody z vody surové na úpravnách. Kromě toho je nutno počítat také s abrazními procesy a sesuvy v břehových pásmech, jejichž intenzita a časový průběh dosud nebyly na uvedených dílech systematicky sledovány.

Pro intenzitu erozních procesů v uvedených územích měly význam především silné srážky v kratších intervalech, resp. prudké tání sněhu. V průběhu sledovaného období k takovým situacím, které se projevily ve zvýšených průtocích vody, došlo několikrát. Např. počátkem dubna 1976 v průběhu 7 dnů se za mírného deště a zvýšené teploty až na +19 °C roztopila vrstva sněhu o výšce 50 cm. To vedlo k silnému odtoku vody, kdy např. profilem Staré Hamry—limnigraf HMÚ na Ostravici protéklo 7,65 mil. m³ vody, což pro plochu povodí Ostravice nad tímto uzavíracím profilem představovalo specifický odtok vody 173 l.s⁻¹.km⁻². V průběhu 1 týdne protéklo ústím Ostravice do přehrady Šance 1384 t materiálu, rovnající se specifickému odtoku plavenin 19 t.km⁻². V povodí Morávky ve všech třech sledovaných povodích vzhledem k lepším

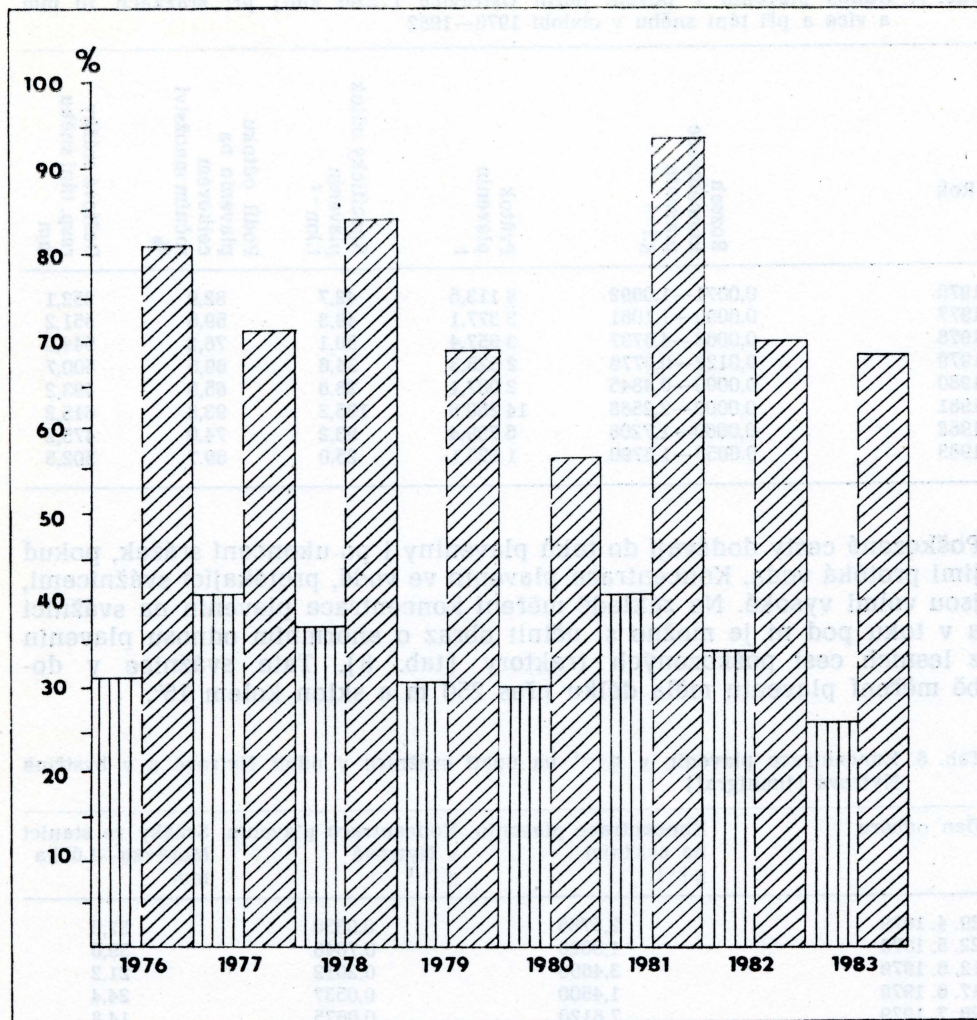


Obr. 2 — Odtok vody, koncentrace plavenin a jejich specifický odtok v době mimořádné meteorologické situace ve dnech 8.—15. března 1981 v povodí Ostravice, Staré Hamry (limnigraf HMÚ).

litologickým podmínkám byla situace za totéž období příznivější, protože specifický odtok vody byl nižší ($124 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$) a specifický odtok plavenin činil pouze $2,4 \text{ t.km}^{-2}$.

Ještě výraznější rozdíly v charakteru odnosových procesů v územích nad oběma vodárenskými nádržemi se projevily v březnu 1981, kdy došlo ke spojení efektu teplého deště a tání vysoké sněhové pokrývky. V průběhu 1 týdne se 50 cm vysoká sněhová pokrývka při teplotách $+5^\circ\text{C}$ až $+12^\circ\text{C}$ zcela ve stanici Bílá (pod Konečnou) rozpustila a kromě toho za uvedené období ve výše uvedené stanici spadlo 73,2 mm dešťových srážek (74 % měsíčního úhrnu); ve stanici Lúčka v povodí Morávky za totéž období spadlo 54,7 mm dešťových srážek (76 % měsíčního úhrnu). Spojený efekt tání a teplého deště podmínil odtok $8,3 \text{ mil.m}^3$ vody z povodí Ostravice, což je 52 % odtoku vody za březen a 14 % odtoku za rok 1981. Silný odtok vody po částečně rozmrzlém podloží vedl v povodí Ostravice k eroznímu splachu 12 766 t, což odpovídá specifickému odtoku materiálu 178 t.km^{-2} v průběhu 1 týdne. Během této krátké doby odteklo 99 % plavenin za měsíc březen 1981, 88 % plavenin za rok 1981 a 27 % plavenin za celé sledované období 1976—1983. Zcela jinak vypadala situace nad přehradou Morávka. Např. v povodí Morávky po Úspolku ($22,1 \text{ km}^2$) protéklo za toto období 42,8 t nerozpuštěných látek, tj. pouze 1,5 % úhrnu plavenin za období 1976—1983.

Výše uvedená situace, která se za 8 let sledování vyskytla v povodí



Obr. 3 — Odtoky vody a plavenin v procentech ročních množství při srážkách 10 mm a více a tání sněhu v povodí horní Ostravice (po St. Hamry, limnigraf HMÚ). Vysvětlivky: svislá šrafura — voda, šikmá šrafura — plaveniny.

Ostravice pouze jednou, svědčí o rozhodujícím vlivu mimořádných meteorologických situací na erozní odnos v reliéfu s převažujícími břidlicemi v podloží, s hustou sítí strží a s terémem silně poškozeným lesními traktory. Zvýšené odtoky plavenin jsou zřetelné při dešťových srážkách 10 mm a více v průběhu 24 hodin. Pro povodí Ostravice uvádíme v měsíčních úhrnech odtoky plavenin při srážkách 10 mm a více a tání sněhu za období 1976—1983 v tab. 7.

Erozní procesy jsou ovlivňovány nejen přírodními faktory, ale také faktory antropogenními. V zalesněných horských oblastech je to především traktorová mechanizace; stroje porušují a usmykávají svahy a přibližovací cesty, což urychluje povrchový odtok vody, a tím i odnos půdy.

Tab. 7. Odnos plavenin v povodí horní Ostravice (72,96 km²) při srážkách 10 mm a více a při tání sněhu v období 1976—1982

Rok	Rozsah koncentrace plavenin g.l ⁻¹	Průtok plavenin t	Specifický odtok plavenin t.km ⁻²	Podíl odtoku plavenin na celkovém ročním množství %	Dešťové srážky resp. tání sněhu mm
1976	0,0071—1,0992	3 113,5	42,7	82,9	352,1
1977	0,0090—1,1081	3 377,1	46,3	59,5	851,2
1978	0,0068—4,6737	3 657,4	50,1	78,2	544,0
1979	0,0122—0,9776	2 525,3	34,6	69,5	500,7
1980	0,0090—0,4845	2 087,1	28,6	65,5	493,2
1981	0,0099—2,2588	14 250,6	195,3	93,8	615,2
1982	0,0060—1,7208	6 799,4	93,2	74,0	475,2
1983	0,0053—1,6790	1 825,1	25,0	69,7	502,5

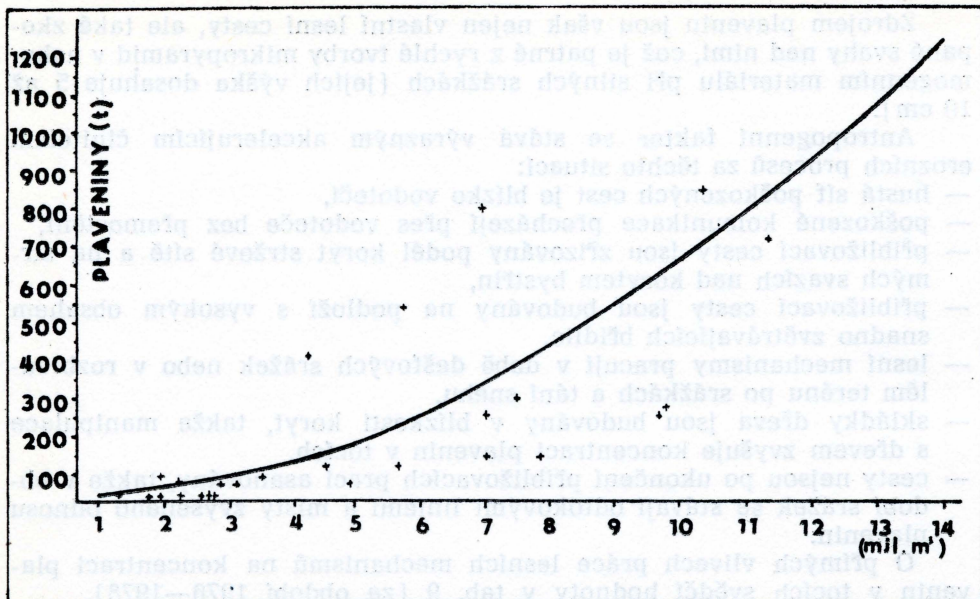
Poškozené cesty dodávají do toků plaveniny i po ukončení srážek, pokud jimi protéká voda. Koncentrace plavenin ve vodě, protékající svážnicemi, jsou velmi vysoké. Na základě měření koncentrace plavenin na svážnici a v toku pod ní je možno si učinit obraz o enormním odnosu plavenin z lesních cest poškozených traktory (tab. 8). Tato svážnice v době měření plavenin měla délku přes 250 m a sklon kolem 16°.

Tab. 8. Koncentrace plavenin v g.l⁻¹ na úpatí svážnice v údolí Nytrové a v bystřině Nytrová (limnigraf)

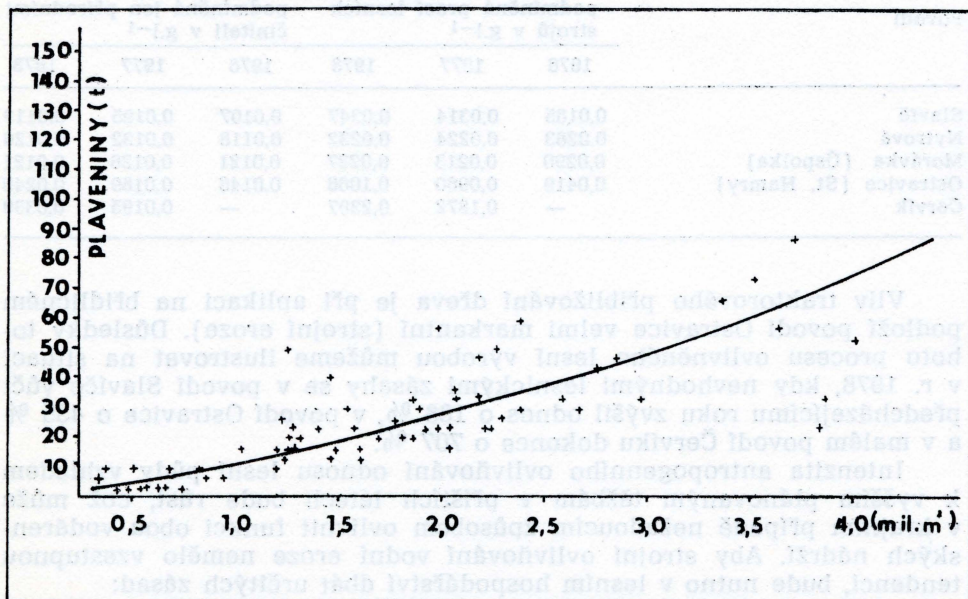
Den odběru	Koncentrace plavenin na svážnici g.l ⁻¹	Koncentrace plavenin v Nytrové g.l ⁻¹	Srážky ve stanici Morávka—Lůčka mm
29. 4. 1979	2,5785	0,0330	37,0
22. 5. 1979	1,5820	0,7046	39,0
12. 6. 1979	3,4600	0,2012	21,2
17. 6. 1979	1,4500	0,0537	24,4
26. 7. 1979	7,8120	0,0675	14,8

Modelace svážnic na břidličném podloží je poměrně rychlá. Např. v povodí Řečice (zaústuje do vodního díla Šance od východu) v oblasti Říčky—Kozlena byla svážnice na břidličném podloží přemodelována v průběhu první poloviny roku 1979 do hloubky 0,5—0,8 m při celkové délce rýh až 500 m. V povodí Bílé (Lučovec) se na svážnici dlouhé necelých 1500 m vytvořily v letech 1979—1980 rýhy s objemem přes 600 m³.

Studie Lesprojektu ve Frýdku-Místku (Inventarizace lesních komunikací v povodí nádrže Šance, 1975) udává pro povodí Ostravice nad Šancemi celkem 6,2 % všech lesních komunikací jako zcela zničené, 38,5 % jako těžce poškozené a 38,1 % jako lehce poškozené. Z toho vyplývá, že téměř 83 % lesních komunikací nad touto vodárenskou nádrží je potenciálním zdrojem plavenin (při třímetrové šířce těchto komunikací to činí 0,66 % plochy povodí nad přehradou).



Obr. 4 — Vztah mezi proteklým množstvím vody [mil. m³] a proteklým množstvím plavenin [t] v povodí horní Ostravice po limnigraf HMÚ (Staré Hamry). Pro stanovení koeficientů A, B byla vyloučena hmotnost té části plavenin, která byla podmíněna přímými antropogenními zásahy. $C_{VM} = 5,4671 \cdot 10^{-12} \cdot Q_M^{12} + 6,92243 \cdot 10^{-6} \cdot Q_M$; $r = 0,94$.



Obr. 5 — Vztah mezi proteklým množstvím vody [mil. m³] a proteklým množstvím plavenin [t] v dílčích povodích Morávky nad vodárenskou nádrží Morávku. Pro stanovení koeficientů A, B byla vyloučena hmotnost té části plavenin, která byla podmíněna přímými antropogenními zásahy. $C_{VM} = 1,029988 \cdot 10^{-12} \cdot Q_M^{12} + 1,39555 \cdot 10^{-5} \cdot Q_M$; $r = 0,97$.

Zdrojem plavenin jsou však nejen vlastní lesní cesty, ale také zkopané svahy nad nimi, což je patrné z rychlé tvorby mikropyramid v nehomogenním materiálu při silných srážkách (jejich výška dosahuje 5 až 10 cm).

Antropogenní faktor se stává výrazným akcelerujícím činitelem erozních procesů za těchto situací:

- hustá síť poškozených cest je blízko vodotečí,
- poškozené komunikace přecházejí přes vodoteče bez přemostění,
- přibližovací cesty jsou zřizovány podél koryt stržové sítě a na strmých svazích nad korytem bystřin,
- přibližovací cesty jsou budovány na podloží s vysokým obsahem snadno zvětrávajících břidlic,
- lesní mechanismy pracují v době dešťových srážek nebo v rozbrzděném terénu po srážkách a tání sněhu,
- skládky dřeva jsou budovány v blízkosti koryt, takže manipulace s dřevem zvyšuje koncentraci plavenin v tocích,
- cesty nejsou po ukončení přibližovacích prací asanovány, takže v období srážek se stávají odtokovými liniemi a místy zvýšeného odnosu plavenin.

O přímých vlivech práce lesních mechanismů na koncentraci plavenin v tocích svědčí hodnoty v tab. 9 [za období 1976—1978].

Tab. 9. Průměrné koncentrace plavenin s antropogenními zásahy a bez nich v dílčích povodích Morávky a Ostravice v letech 1976—1978

Povodí	Koncentrace plavenin podmíněná prací lesních strojů v g.l ⁻¹			Koncentrace plavenin podmíněná jen přírodními činiteli v g.l ⁻¹		
	1976	1977	1978	1976	1977	1978
Slavič	0,0185	0,0314	0,0347	0,0107	0,0195	0,0113
Nytrová	0,0283	0,0224	0,0232	0,0116	0,0132	0,0126
Morávka (Úspolka)	0,0290	0,0213	0,0227	0,0121	0,0126	0,0121
Ostravice (St. Hamry)	0,0419	0,0960	0,1066	0,0146	0,0189	0,0245
Červík	—	0,1872	0,2397	—	0,0195	0,0339

Vliv traktorového přibližování dřeva je při aplikaci na břidličném podloží povodí Ostravice velmi markantní (strojní eroze). Důsledky tohoto procesu ovlivněného lesní výrobou můžeme ilustrovat na situaci v r. 1978, kdy nevhodnými lesnickými zásahy se v povodí Slavíče vůči předcházejícímu roku zvýšil odnos o 188 %, v povodí Ostravice o 435 % a v malém povodí Červíku dokonce o 707 %.

Intenzita antropogenního ovlivňování odnosu lesní půdy vzhledem k vyšším plánovaným těžbám v příštích letech bude růst, což může v krajním případě nežadoucím způsobem ovlivnit funkci obou vodárenských nádrží. Aby strojní ovlivňování vodní eroze nemělo vzestupnou tendenci, bude nutno v lesním hospodářství dbát určitých zásad:

- a) neúnosné terény s vysokým obsahem jílovitých částic jsou nevhodné pro traktorovou technologii přibližování a nejvhodnějším prostředkem pro ně jsou lanovky;
- b) pro ohrožené terény s neúnosným podložím je nutno volit způsob přibližování z hlediska počasí a zásadně dřevo nepřibližovat traktory

v době dešťových srážek a po srážkách, pokud terén neoschne, přibližovací trasy s intenzivním provozem nesmí protínat nepřemostěné vodoteče;

- c) dřevní hmotu z rozptýlené nahodilé těžby přibližovat zásadně koňskými potahy;
- d) dřevní hmotu soustřeďovat do lokalit, které nejsou v blízkosti vodotečí;
- e) součástí ochrany terénu je úprava zkopaných úseků, jejich vhodné sešikmení, technická a biologická asanace (hydroosev); rýhy na svazích a poškozených komunikacích je nutno přehradit svodnicemi.

Doporučení těchto zásad je v souladu s ustanoveními lesního zákona a zvl. s Instrukcí Ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR č. 13/1983, která se zabývá zásadami lesního hospodaření v povodích vodárenských nádrží.

Závěr

Centrální část Moravskoslezských Beskyd svými přírodními faktory a hospodářskými zásahy je náchylná k vyšším intenzitám erozního narušení ve srovnání s jinými oblastmi ČSR. Svědčí o tom hustá erozní síť, která nad vodárenskými nádržemi Morávka a Šance je vydatným zdrojem splaveného materiálu v době silných srážek a tání sněhu. K odnosu materiálu do přehradních prostorů dochází v poslední době také z husté sítě poškozených komunikací, které jsou budovány pro traktorové přibližování dřeva. Tento antropogenní negativní vliv se projevuje nejen v době, kdy traktory pracují, ale také při silných srážkách, kdy poškozené komunikace dodávají do bystřin větší množství plavenin než strže.

Aby se přímý i nepřímý vliv strojní eroze v budoucnu nezvětšoval, je nutno dbát určitých zásad v lesnické praxi, spočívajících především v důkladné asanaci poškozeného terénu, v uvážlivém nasazování strojů, zvl. v rozmoklém terénu, a ve větším využívání lanovkové technologie. Jenom tak mohou být pro Ostravsko zachovány i do budoucna významné zdroje pitné vody v Moravskoslezských Beskydech; tranzitní část produktů eroze — plaveniny, sedimentují v přehradních prostorech a při zvláště silných zakaleních komplikují a prodražují výrobu pitné vody.

Literatura:

1. BUZEK, L.: Eroze proudící vodou v centrální části Moravskoslezských Beskyd. Spisy Pedagogické fakulty v Ostravě, č. 45, Praha, SPN 1981, 109 s.
2. Instrukce k hospodaření na lesních pozemcích v ochranných pásmech vodních zdrojů. In: Věstník MZVH, částka 14, Praha 1982, s. 3—6.
3. Inventarizace lesních komunikací v povodí nádrže Šance. Frýdek-Místek, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů 1975, 45 s.
4. JARABÁČ, M., ZELENÝ, V., CHLEBEK, A.: Vliv těžebních technologií na tvorbu a pohyb splavenin ve středohorské oblasti. Lesnictví LII, Praha, Ústav věd. tech. informací 1979, s. 253—268.
5. MIDRIAK, R.: Výskum užitočných funkcí ochranných lesov v horských oblastiach. Zvolen, Výskumný ústav lesného hospodárstva 1975, 177 s.
6. STEHLÍK, O.: Wasserprobeentnahmegerät zur Feststellung der Schwebstoffmenge. Zprávy Geografického ústavu ČSAV, Brno, GGÚ ČSAV 1969, č. VI, s. 7—10.
7. ZELENÝ, V.: Eroze na lesní půdě a její společenský význam. Lesnická práce, 55, Praha, SZN 1976, s. 25—31.

Summary

THE DEGRADATION OF THE FOREST SOIL IN THE CENTRAL PART OF THE MORAVSKOSLEZSKÉ BESKYDY MTS.

The Moravskoslezské Beskydy Mts with their lithology and high precipitation favour erosion processes endangering the forest soil; solid matter as the product of erosion forms deposits on the bottom of dams which supply the Ostrava region with drinking water.

On the basis of analyses, after eight years of observation of the solid matter carried by the Ostravice and the Morávka to the dams, we have come to the conclusion that its prevailing part is transported as river load, especially in the periods of heavy rains (10 mm or more) combined with snow-melting. Under such conditions, the 76 000 tonnes (79 % of the whole amount) of solid matter were deposited in the Šance dam in the period from 1976 to 1983. The erosion processes are particularly intensive in the spring time when precipitation is connected with snow melting. Such situation could be observed in the basin of the Ostravice river, when during 8 days in March 1981, 27 % of the whole amount of solid matter of the period from 1976 to 1983 was transported. The large amount of solid matter is a warning to the forest economy (the character and time of logs transport). The present situation shows that the wood working activity in forests favours the transport of solid matter from 11 up to 50 %; the raise is affected by the application of heavy tractors in periods when the terrain is wet after rains and snow-melting.

Fig 1 — River basins under study in the Moravskoslezské Beskydy Mts. Profiles from which samples of solid matter were collected: 1 — Ostravice, Staré Hamry, limnigraph of HMÚ (Hydrometeorological Institute), 2 — Červík, 3 — Velký potok, 4 — Rečice, 5 — Morávka (Úspolka), 6 — Nýtrová, 7 — Slavíč, 8 — Morávka dam, 9 — Šance dam, 10 — water cleaning plant, Nová Ves, 11 — water cleaning plant in Vyšní Lhoty. Localities of collecting soil samples for the study of grain-size fractions: A — Morávka, Mišácký potok (brook), B — Morávka-Nýtrová (Skalka), C — Morávka-Nýtrová (Mituř), D — Ostravice-Bílá (Lučkovský potok), E — Ostravice-Bílá (Salajka), F — Ostravice-Bílá (Kavalčanky).

Fig 2 — Water discharge, concentration of solid matter and its removal under extreme conditions between the 8th and the 15th March, 1981 in the Ostravice river basin (Staré Hamry, limnigraph of HMÚ).

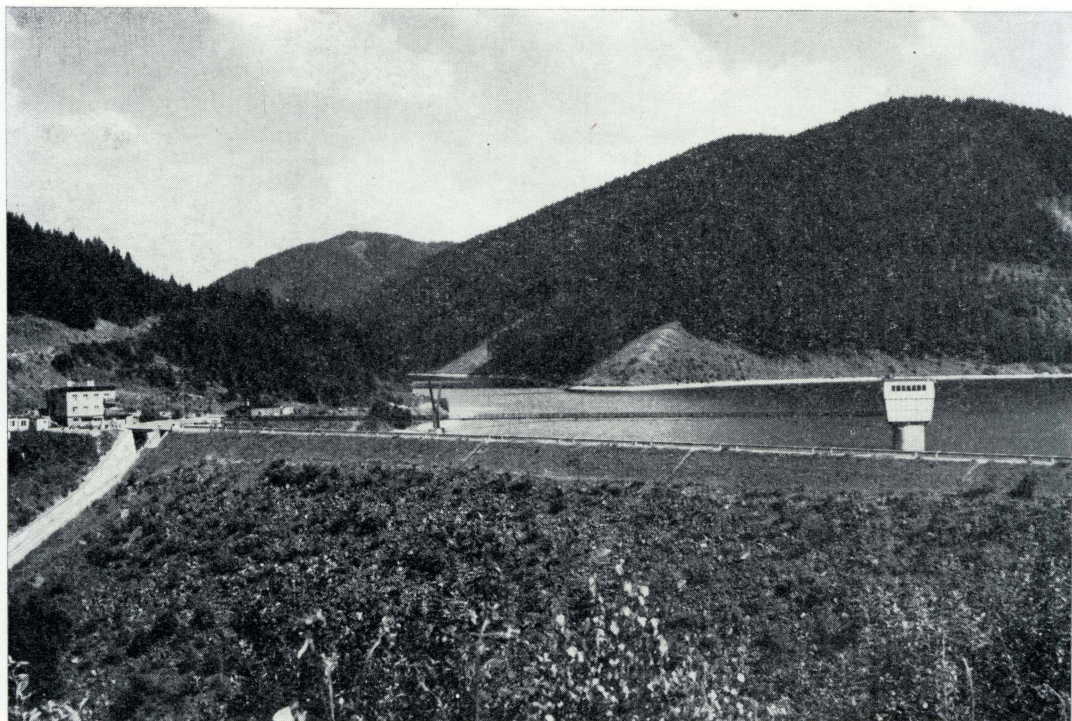
Fig 3 — Outflow of water and solid matter carried in suspension in percentage of annual precipitation (10 mm and more) and snow-melting in the river basin of the upper course of the Ostravice (Staré Hamry, limnigraph of HMÚ). Vertical hachure — water, oblique hachure — solid matter.

Fig 4 — Relation between the water volume (in millions of m³) and the amount of solid matter (t) in the river basin of the upper course of the Ostravice (limnigraph of HMÚ, Staré Hamry). In the determination of A and B coefficients the weight of solid matter due to direct anthropogenous activities was omitted. $C_{VM} = 5,4671 \cdot 10^{-12} \cdot Q_M^2 + 6,92243 \cdot 10^{-6} \cdot Q_M$; $r = 9,94$.

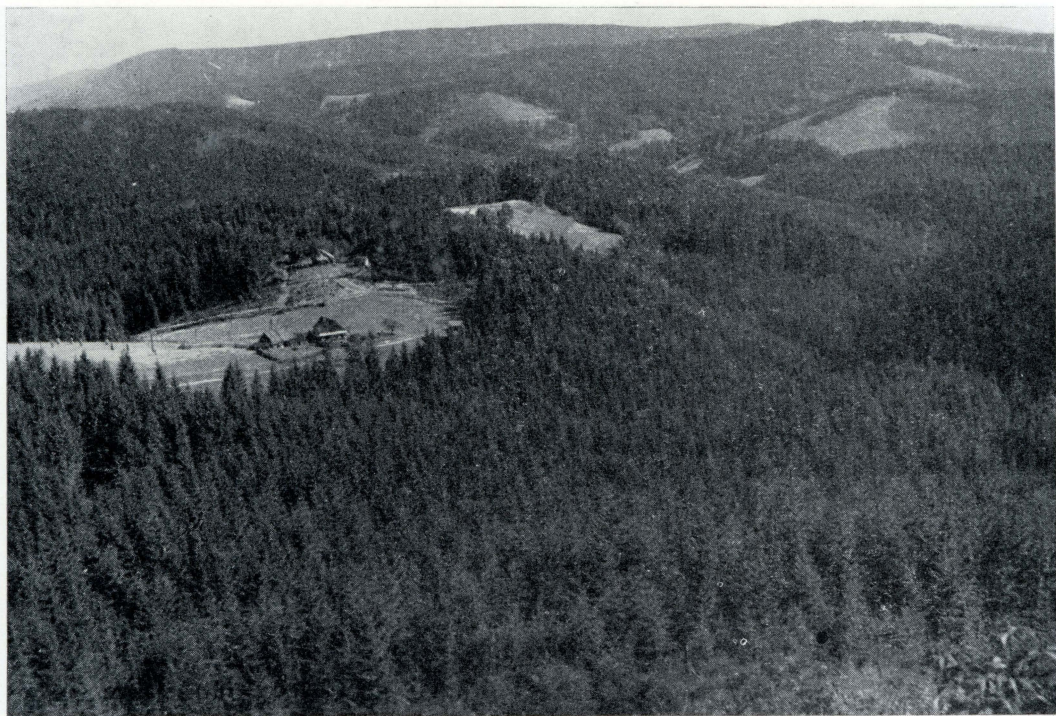
Fig 5 — Relation between the water volume (in millions of m³) and the amount of solid matter (t) in individual parts of the river basin of the Morávka. In the determination of A and B coefficients the weight of the solid matter caused by direct anthropogenous activities was omitted. $C_{VM} = 1,029988 \cdot 10^{-12} \cdot Q_M^2 + 1,39555 \cdot 10^{-5} \cdot Q_M$; $r = 0,97$.

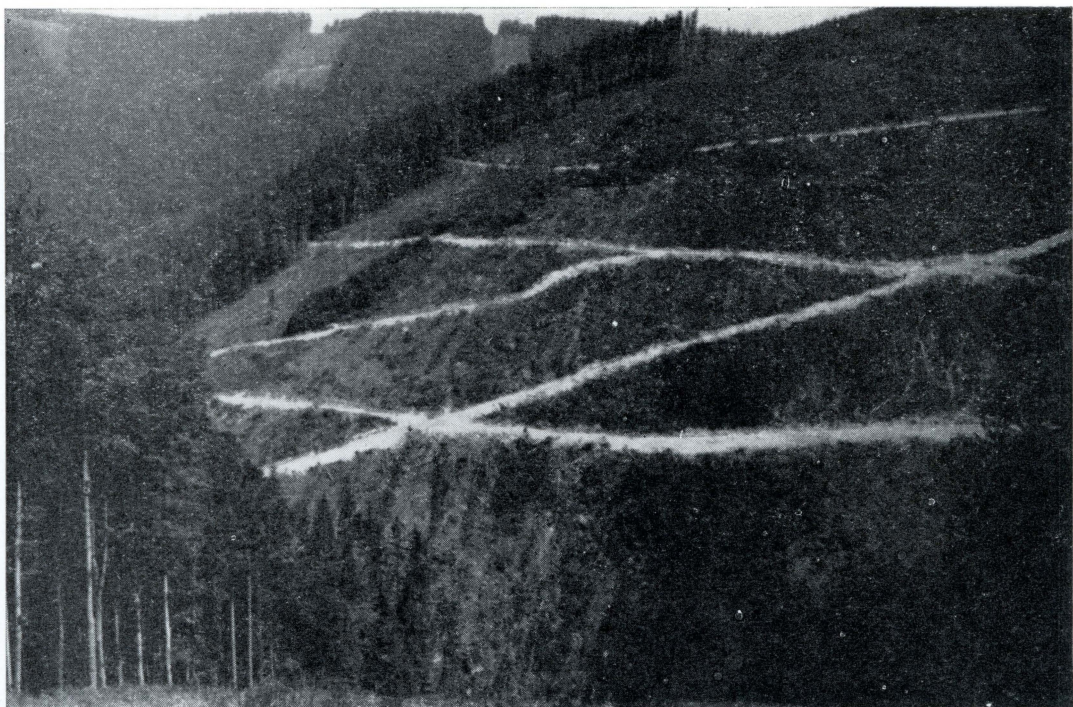
Photos: 1 — At the present time the Šance dam on the Ostravice river supplies the whole Ostrava region with drinking water of very good quality. 2 — The relief of the river head of the Morávka has been formed in the upper Godula and Istebná strata. In background the ridge of Slavíč built on resistant Godula sandstones. 3 — A close network of routes serving the purpose of wood transport in the drainage area of Slavíč causes the enormous increase of content of solid matter in the river water during rainy periods. 4 — Furrows left behind by heavy tractors used for the transport of wood become waterworn by intensive erosion activity (drainage area of the Bílá) for a long time. 5 — The storage of felled trees in the vicinity of the river becomes a source of its load of solid matter. It often results in a long-lasting devastation of the river banks and its bed. 6 — Wooden barriers on floors of ravines hold only the coarser material, but the fine solid matter is freely carried in suspension by the water flow.

(Pracoviště autora: Pedagogická fakulta Ostrava, Reální 5, 701 03 Ostrava.)
Došlo do redakce 20. 5. 1984.



1. Vodárenská nádrž Šance na řece Ostravici dodává v současné době kvalitní pitnou vodu do ostravského skupinového vodovodu.
2. Reliéf pramenné oblasti povodí Morávky je modelován ve svrchních godulských vrstvách a ístebňanském souvrství. V pozadí výrazný hřbet Slavíče na odolných středních godulských pískovcích.





3. Vybudování husté sítě svážnic v povodí Slaviče mělo negativní vliv, což se projevilo v enormním zvýšení obsahu plavenin v bystřině v době deštových srážek.

4. Rýhy po průjezdech lesních traktorů se stávají po dlouhou dobu odtokovými liniemi a místy soustředěné vodní eroze [povodí Bílé].





5. Skládka dřeva nad korytem bystřiny je nebezpečným zdrojem plavenin v době manipulace s dřevem. Dochází také k dlouhodobému narušení břehů a dna koryta.

6. Dřevěné překážky na dně strží zadrží pouze hrubý materiál (splaveniny), avšak jemné plaveniny jimi průběžně protékají. Snímky L. Buzek.

