

VLADISLAV KRÍŽ

NÁSTIN PROGNOZY POTENCIÁLNÍCH ZMĚN HYDRICKÉHO REŽIMU MORAVSKOSLEZSKÝCH BESKYD

V. Kríž: *Prediction of potential changes in the hydric regime in the Moravskoslezské Beskydy*. — Sborník ČSGS 86:1:19—27 (1981). — The author studied the influence of the economic activity of man upon the changes in the hydric regime in the drainage areas of two smaller streams in the Moravskoslezské Beskydy and in the Javorníky Mountains (West Carpathians, Czechoslovakia). He discovered a dependence of the regime (especially the variability of water volumes) upon the extent of timber falling and upon the scope of pollution of forests by exhalations. He predicts likely changes under such conditions.

Řada lidských činností působí na změnu vodního režimu povodí odběrem vody, změnou vlastností povrchu terénu nebo bezprostředním vlivem na některý z prvků vodní bilance. Jednou z těchto činností je rovněž industrializace. Voda hraje důležitou úlohu při výrobě téměř všech materiálních prostředků. Četné průmyslové výroby vyžadují značné množství vody a jen málo výrobků potřebuje ke svému zpracování menší množství vody, než je jejich hmotnost. Vysoký stupeň industrializace působí však i na další činnosti člověka a ovlivňuje je. Jejich prostřednictvím se pak opět mění vodní režim. I nepřímé vlivy a důsledky industrializace ovlivňují tak hydrické procesy. Průmyslové exhalace působí např. poškození a změnu vegetačního krytu. Důsledkem jsou nejenom přímé vlivy na vodní režim (např. jiné utváření odtoku), ale i měnící se využívání povodí (půdního fondu), tedy jiná (měnící se) hospodářská činnost, jež přispívá specificky k ovlivnění vodního režimu.

Z nežádoucích důsledků vysokého stupně industrializace se v současné době jeví jako nejzávažnější vliv exhalací na stav lesních porostů. Značné poškození porostů je patrné v Krušných horách, kde dochází ke změně lesnatosti území. Probíhající změny mají odezvu v odtokovém režimu.

Vzniká proto požadavek na posouzení změn souvisících s případným výrazným vlivem antropických činností v různých, ale zejména průmyslových oblastech. Jednou z těchto oblastí je též ostravská aglomerace, jejíž exhalace zasahují Moravskoslezské a Slezské Beskydy.

Přístup k odvození potenciálních změn hydrického režimu

Případné intenzivní a rozsáhlé poškození lesních porostů Moravskoslezských Beskyd by mohlo mít své důsledky ve změně vodního režimu této oblasti. Posouzení takovýchto změn, souvisících s výrazným vlivem antropických činností, je

v podstatě úkolem prognostickým a má u nás doposud poměrně malé teoretické zázemí (Kříž 1980). Kvantifikace možných nebo předpokládaných změn vodního režimu měla by se proto opírat o samostatnou studijní přípravu. S ohledem na doposud orientační polohu posouzení potenciálních změn se přístup k jejich odvození opírá pouze o existující podklady, zejména: 1. o výsledky výzkumu získané v malých experimentálních a paralelních srovnávacích povodích (do 5 km²) umístěných v Moravskoslezských Beskydech a v Javorníkách a o aproximativní rozšíření těchto poznatků pomocí hydrologické analogie; 2. o využití modelového přístupu k vyjádření změny povrchového odtoku; jde o modelové řešení vypracované na katedře hydrauliky a hydrologie stavební fakulty ČVUT v Praze pro uplatnění při odhadu budoucích změn kulminačních průtoků souvisících s měnění se lesnatostí Krušných hor (Kemel 1979) a o využití upravené metody jednotkového hydrogramu pro zjištění vlivu rozčlenění porostů cestní sítě na utváření odtoku (Jařabáč, Rybák 1979).

Uvedený postup umožňuje alespoň rámcovou prognózu základních rysů předpokládaných změn. Současné může být metodickým vodítkem pro obdobné orientační prognostické úvahy.

Částečně je věnována pozornost rovněž změnám splaveninového režimu následkem těžby, přibližování a dopravy dřeva, pokud tyto změny byly v zájmové oblasti již experimentálně ověřeny.

Využití poznatků z experimentálních povodí

K využití poznatků jsou nejvhodnější experimentální povodí Výzkumného ústavu meliorací v Moravskoslezských Beskydech, tj. povodí potoků Malé Ráztočky (2,06 km²) a Červíku (1,85 km²) a zároveň výsledky synchronního pozorování v paralelních analogických povodích Kychové a Zděchovky v Javorníkách, tedy v geomorfologickém celku s obdobnými podmínkami pro utváření hydrického režimu.

Obě povodí v Javorníkách, Kychové a Zděchovky, vzdálená od sebe jenom 8 km, měří 4,09 km² a 4,04 km² a liší se výrazně pouze rozsahem zalesnění (93,2 % plochy a 4,7 % plochy). Povodí sloužila k uplatnění klasického komparačního přístupu a nebyl v nich rozvíjen přímý experiment. Z analýzy matematicko-statistického zpracování výsledků pozorování vyplývá (Čermák 1954, Kříž 1978), že:

- a) průměrný odtok za dlouhodobé období je u obou povodí téměř stejný, průměrné odtoky v jednotlivých letech sledovaného období se však od sebe v obou povodích dosti liší;
- b) extrémní roky, nejsušší a nejvodnější, nevyskytují se v obou povodích v témž roce, zalesněné povodí vyrovnává a zpožďuje extrémní průměrných ročních odtoků;
- c) rozdělení odtoku v roce je u obou povodí obdobné (největší odtok v březnu, nejmenší v září);
- d) minimální odtok klesl v bezlesém povodí na 50 až 57 % odtoku povodí zalesněného;
- e) při povodňových situacích jsou specifické odtoky ze zalesněného povodí podstatně menší než z povodí nezalesněného; vyhodnocený kulminační průtok s pravděpodobností překročení 1 % je u nezalesněného povodí více než 2krát větší (Kříž 1965); Čermák (1958) uvádí, že na každých 10 % zvětšení lesnatosti se v průměru průtok velkých vod zmenšuje přibližně o 3–5 %;

f) posuzujeme-li odtokové poměry v obou povodích podle odtokových ztrát (rozdíl mezi průměrnou výškou srážek spadlých na povodí a odtokovou výškou), pak zalesněné povodí vykazuje oproti nezalesněnému povodí ztráty poněkud vyšší.

V experimentálních povodích v Moravskoslezských Beskydech je sledován vliv obnovy a přeměn lesních porostů na vodní režim a erozi půd. V těchto povodích byla využita 10letá kalibrace (1953–1963) v podmínkách plného zalesnění, dále následovala počáteční fáze obnovních zásahů a budování sítě cest a svážnic (1963–1973), která navazuje na období postupných těžeb. Zjišťovaný vliv na vodní režim lze hodnotit z hlediska vodohospodářských účinků (funkcí) lesů v pojetí Zeleného (1968):

- a) kvantitativní účinky přispívají k absolutnímu zvýšení odtoku množství biomasy (Mráček, Krečmer 1975) bez ohledu na jeho časové rozdělení; k jejich dosažení obecně přispívá zmenšení množství biomasy (Mráček, Krečmer 1975);
- b) kvalitativní účinky se projevují např. snížením kulminačních průtoků, posílením retenčních a retardačních účinků povodí bez zřetele na celkové množství odtoku.

Výzkum naznačuje (Jarabáč, Zelený, Chlebek 1978), že počáteční fáze těžebních zásahů pruhovými sečemi se z hlediska kvantitativních účinků neprojevila u obou experimentálních povodí zatím výrazně. Zvýšil se poněkud odtokový součinitel zimního období (vliv odlesnění na zvýšení odtoku z akumulovaných, převážně sněhových srážek zimního období). V dílčí části povodí Červíku (0,8824 km²) probíhá od r. 1966 v dospělých smrčinách intenzivní těžební zásah pruhovými holosečemi vedenými po spádnicí, s obnovou lesa do jednoho roku po těžbě. Další část povodí s dospělými smrkovými porosty je ponechána bez zásahů jako kontrolní. Z provedeného posouzení vlivu těžebních zásahů na velikost odtoku vyplývá (Křeček, Zelený, Kemel 1979, Křeček, Krečmer 1979), že:

- a) maximální roční účinek na odtok dosáhl až 22 % a vázal se na snížení biomasy o jednu třetinu;
- b) maximální kumulativní projev desetileté těžební akce představuje zvýšení průměrné roční odtokové výšky o 12 % (tj. 80 mm.rok⁻¹).

Z hlediska kvalitativního účinku se vlivy odlesnění a obnovy porostů pruhovými sečemi projeví výrazněji. Provedené těžby podporují citlivější reakci povodí na spadlé srážky a tím zvyšují variabilitu odtoku (Jarabáč, Zelený, Chlebek 1979).

Vliv intenzivních těžeb na odtok srážek není tedy podle dosavadních poznatků z experimentálních povodí Moravskoslezských Beskydech zanedbatelný, ale není také pronikavý. Vlivy lesního hospodářství nepřevládají nad působením meteorologických faktorů (Jarabáč, Zelený, Chlebek 1979).

V souvislosti se snahou o zobecnění získaných a v podstatě shodných poznatků z uvedených malých povodí v Moravskoslezských Beskydech a Javčnickách a jejich využití pro další malá povodí v Moravskoslezských a případně i Slezských Beskydech je nutné povšimnout si teoretických předpokladů využití hydrologické analogie ke kvantifikaci změn vodního režimu způsobených činností člověka. V tomto smyslu poskytuje analogie uspokojivé výsledky, jestliže zkoumaná a analogická povodí (Kříž 1978)

- a) mají přírodní podmínky utváření vodního režimu co nejvíce shodné;
- b) se liší pokud možno pouze v uplatnění činnosti člověka, která postihuje co nejméně faktorů ovlivňujících vodní režim, ale projevuje se ve změnách tohoto režimu výrazně.

Uplatnění analogie naopak není vhodné, když se jedná o změny vodního režimu

vyvolané intenzivní kombinovanou lidskou činností, která postihuje mnoho faktorů působících na tento režim a uplatňuje se na velké ploše.

Při dodržení uvedených podmínek a aplikaci poznatků z experimentálních a srovnávacích povodí na eventuální výrazné změny v Beskydech (poškození lesních porostů, odlesnění), lze očekávat následující změny vodního režimu malých povodí:

1. Změna průměrného odtoku by neměla být značná, i když lze očekávat určité zvýšení vodnosti (asi do 10 %) po výrazných těžebních zásazích. Zvýšení vodnosti je vysvětlováno redukcí některých složek vodní bilance lesních porostů, k nimž náleží transpirace a intercepční výpar (Křeček, Krečmer 1979).
2. Zvětší se variabilita průtoků. Kulminační průtoky s pravděpodobností překročení 1 % (Q_{100}) se mohou zvětšit 2 až 2,5krát, minimální průtoky se mohou zmenšit na 50 až 60 % těchto průtoků při plném zalesnění povodí.
3. Charakter rozdělení odtoku v roce se výrazně nezmění, i když případně dojde k určitému zvýšení podílu zimně-jarního odtoku na celkovém ročním odtoku.

Uvedená prognózní varianta byla vlastně již v malých povodích do 5 km² ověřena vzájemným srovnáváním nebo experimentálně. Proto platí především pro povodí obdobných dimenzí; rozšíření lze s určitou tolerancí připustit nejvýše asi do 20 km². V experimentálních podmínkách byl uplatněn zejména pasečný hospodářský způsob s maloplošnými holosečemi pruhovými nebo kulisovými (Vyskot a kol. 1978). Velkoplošné holoseče s případnou kalamitní gradací na rozsáhlém lesním území by uvedené tendence ve změnách vodního režimu zvýraznily.

Využití parametrů z modelových řešení

Pro odhad budoucích změn kulminačních průtoků v povodích Krušných hor byl vytvořen matematický model vycházející z teoretického rozboru tvorby povrchového odtoku (Kemel 1979). Tento model při dostatečně široké amplitudě změn rozhodujících parametrů (lesnatost, sklon terénu, srážkové úhrny určité pravděpodobnosti překročení) vykazuje shodu se známými hodnotami průtoků odvozenými sice nepřímou, ale považovanými obecně za správné (Q_{100} udávané Hydrometeorologickým ústavem pro stav před devastací). Součástí modelového řešení je aplikace zahraniční metody, tzv. „curve number method“. Výpočet se prováděl pro různé kombinace velikosti ploch povodí (2,5–20 km²), průměrného sklonu údolí (1–20 %) a počátečního a konečného procenta zalesnění (100–0 %).

Pro představu možných změn vodního režimu je uveden přehled vybraných údajů z práce Kemela (1979) pro extrémní případ odlesnění ze 100 % na 0 %:

I	Sp(km ²)	β	φ_1	φ_2	O ₂ /O ₁
5 %	2,5	3,96	0,49	0,77	1,03
15 %	2,5	3,52	0,41	0,75	1,34
5 %	20	3,8	0,53	0,80	1,01
15 %	20	3,3	0,45	0,77	1,28

I — průměrný sklon údolí; Sp — plocha povodí; β — poměr Q_{100} po a před odlesněním; φ_1 — odtokový součinitel před odlesněním; φ_2 — odtokový součinitel po odlesnění; O₁ — povrchový odtok před odlesněním; O₂ — povrchový odtok po odlesnění.

Uvedené potenciální změny byly odvozeny pro povodí v Krušných horách. Při srovnání obou hornatin, Krušných hor a Moravskoslezských Beskyd, jsou

patrné určité rozdíly u faktorů majících vliv na povrchový odtok. K základním činitelům, ovlivňujícím např. povodňové průtoky, náležejí srážky (jejich množství a trvání), plocha, tvar, sklon a výšková členitost povodí, délka a hydraulické parametry toku, vegetace a další (Čermák 1968). Uvažujeme-li shodné plochy povodí, jednotlivé vodní toky se liší svojí délkou, hydraulickými parametry koryta apod. Pro souhrnné porovnání odtokových podmínek v rámci obou geomorfologických celků je však vhodné využít zejména údaje charakterizující srážkové, morfometrické, geologické a vegetační poměry.

Průměrné i maximální srážky měsíční, vegetačního období a roční a zjištěné maximální denní srážky jsou vyšší v Moravskoslezských Beskydech, jak vyplývá ze zpracování ombrometrických dat v díle Podnebí ČSSR — souborná studia (1969) a z Atlasu podnebí ČSR (1958). Pro malá povodí se všeobecně předpokládá, že déšť určité periodicity výskytu vyvolá kulminační průtok téhož významu (Kemal 1979). Denní srážkový úhrn překročený průměrně jednou za 100 roků vychází podle vzorce Kotrnice (1976) pro některé části Moravskoslezských Beskyd rovněž vyšší, než v Krušných horách. Také výšková členitost je větší v Moravskoslezských Beskydech. Převládající výšková členitost je zde 400—700 m, střední sklon dosahuje $14^{\circ} 46'$, v Krušných horách převládá výšková členitost 200—500 m, střední sklon měří $7^{\circ} 45'$ (Kudrnovská 1975). V Krušných horách se vyskytují převážně horniny metamorfované a vyvělé, v Moravskoslezských Beskydech horniny sedimentární flyšového charakteru. Propustnost těchto hornin je v obou případech různá, pohybuje se od slabé propustnosti až po dobrou. S ohledem na zrnitostní charakter lze předpokládat lepší propustnost u zvětralinového pláště Krušných hor. Moravskoslezské Beskydy náležejí k vegetačnímu stupni jedlovo-bukovému, v Krušných horách kromě tohoto vegetačního stupně zaujímá významnou rozlohu stupeň smrkovo-bukovo-jedlový (Demek, Quitt, Raušer 1977, Demek a kol. 1978). Soudobé hospodářské lesní porosty (před poškozením) mají v obou hornatinách obdobnou druhovou a prostorovou skladbu. Převažující dřevinou je smrk, převládajícím hospodářským způsobem a tvarem lesa je les pasečný (holosečný, podrostní, násečný) s krátkou obnovní dobou. Předmětem zájmu, s ohledem na zkoumanou problematiku, jsou zalesněná povodí, u kterých dochází k odlesnění v důsledku působení škodlivých abiotických vlivů.

Z naznačeného srovnání vyplývá, že některé faktory v Moravskoslezských Beskydech směřují oproti Krušným horám ještě ke zvýraznění povrchového odtoku, zvláště při povodňových situacích. Proto mohou být údaje o potenciálních změnách vodního režimu v krušnohorských povodích využity i pro aproximativní posouzení obdobných potenciálních změn v analogických beskydských povodích, a to bez rizika z přehodnocení.

Při převzetí vybraných ukazatelů změn vodního režimu uvedených v přehledu podle Kemala (1979) je patrné, že tyto ukazatele s ohledem na některé charakteristiky vodního režimu (zejména kulminační průtoky) signalizují větší možné změny, než jak je naznačují dosavadní experimentální poznatky. Hodnoty ukazatelů se však vztahují k mezní situaci při totálním odlesnění, kdy povodí jsou zbavena jakékoliv vegetace s účinností na hydrické procesy (např. v důsledku zrychlené plošné a rýhové eroze, vyčerpání živin v půdě, výskytu toxických substancí v půdě apod.). Za předpokladu, že průběh devastačních změn v beskydských povodích by mohl vést k selhání autoregulační schopnosti krajiny, je vhodné přihlížet k následující prognózní variantě:

1. Zvětší se variabilita průtoků, variační rozpětí bude větší, než se předpokládá na základě experimentálních poznatků; kulminační průtok Q_{100} překročí trojnásobek hodnoty uvažované před devastací povodí ($3 < \beta < 4$).

2. U povodí s velkým sklonem se odtok po odlesnění může zvětšit o více než 20 %.

Jiný modelový přístup, využívající aplikaci upravené metody jednotkového hydrogramu, se zabývá vlivem přípravy lesních porostů k těžebním zásahům na utváření odtoku.

V souladu s přístupem Krešla (1978) řešili Jařabáč a Rybák (1979) vliv sítě lesních cest (o hustotě $70,1 \text{ m} \cdot \text{ha}^{-1}$) na hydrogram povodňové vlny v dílčí části experimentálního povodí Červík ($S_p = 0,882 \text{ km}^2$, zalesnění 100 %) v Moravskoslezských Beskydech. Z řešení vyplývá, že po výstavbě sítě cest se zvýší hodnota kulminačního průtoku pro přívalový déšť s pravděpodobností výskytu $p = 0,01$ a s kritickou dobou trvání $t_{dk} = 50 \text{ min.}$ asi o 25 % při současném prodloužení trvání povodňové vlny asi o 8 %. Příklad představuje velmi intenzivní zásahy s ohledem na hustotu sítě cest. Zhodnocení však nezahrnuje další vlivy, zejména vlastní porostní obnovu. Teprve sumarizací všech vlivů lze stanovit konečnou hodnotu kulminačního průtoku a tvar hydrogramu. Je však patrné, že již rozčlenění porostů (příprava těžby a obnovy) má vliv na změnu hydrogramu. Výsledky řešení jsou v gradačním souladu s doposud uváděnými a předpokládanými změnami:

1. Samostatné rozčlenění porostů sítě cest může zvýšit stoletý kulminační průtok (Q_{100}) až o jednu čtvrtinu při současném zvětšení objemu povodňové vlny.
2. Intenzivní těžby s celkovým odlesněním zvětšují variabilitu průtoků; lze očekávat zmenšení minimálních průtoků (na 60 % i méně), Q_{100} může překročit dvojnásobek původní hodnoty, celkový odtok se poněkud zvětšuje (asi do 10 %), charakter rozdělení odtoku v roce se výrazně nezmění.
3. Při plné devastaci povodí se variabilita průtoků dále prohlubuje, Q_{100} může překročit trojnásobnou hodnotu, ztráta biomasy může vést v některých případech (např. při velkém sklonu povodí) ke zvýšení celkového odtoku asi o 20 %.

Splaveninový režim

Na území ČSR dosahuje potenciální odnos lesní půdy tekoucí vodou maximální hodnotu ($4,13 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$) v Moravskoslezských Beskydech (Midriak 1979). Lesy zde mají proto značný protierozní význam.

Intenzita eroze se projevuje z hydrologického hlediska především chodem plavenin a dnových splavenin.

Těžba porostů, pohyb lesních mechanismů v terénu, stavba a provozní využívání lesních komunikací — to vše přispívá k intenzivnímu průběhu erozních procesů. Buzek (1979) uvádí, že již v dnešních podmínkách se člověk v centrální části Moravskoslezských Beskyd podílí v některých případech až na 50 % zvýšení odnosu plavenin.

V experimentálních povodích Malé Ráztoky a Červíku vliv těžebních technologií nevyvolal podstatnější změny struktury dnových splavenin v bystřiných korytech (Jařabáč, Zelený, Chlébek 1979). Patrná je pouze tendence ke zvýšení podílu jemnějších frakcí tam, kde dochází ke splachu zeminy ze sváznic a z terénu narušeného těžbou a přibližováním dříví.

Pro kvantifikaci průtoků splavenin je velmi málo objektivně zjištěných dat. Jařabáč a Rybák (1979) uvádějí, že průměrná frekvence průtoků splavenin v Malé Ráztocce je 1,71 roku a na Červíku 1,82 roku (k pohybu splavenin dochází asi jednou za 2 roky, hraniční průtok, při kterém počíná pohyb splavenin, se rovná přibližně dvouletému kulminačnímu průtoku: $Q_{hr} = Q_2$). Zpracováním

jednotlivých povodní z hlediska pravděpodobnosti výskytu a doby trvání Q_{hr} (postup navrhl Kříž 1966) uvedení autoři dospěli k těmto hodnotám průtoků splavenin v obou experimentálních povodích: Malá Ráztoka — průměrné roční proteklé množství splavenin $q_s = 1,485 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$, půdní úbytek $E_s = 0,0015 \text{ mm}$; Červík — $q_s = 0,507 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$, $E_s = 0,0005 \text{ mm}$. Přes značnou pravděpodobnost výskytu pohybu splavenin v beskydských bystřinách ($p = 0,5$) z celkového množství odnesených splavenin a plavenin tvoří splaveniny 2–3 %, takže rozhodující úlohu v erozních procesech mají v Moravskoslezských Beskydech plaveniny.

V Moravskoslezských Beskydech byly změřeny průtoky plavenin v rozmezí 12,4 až $338,2 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Jařabáč, Rybák 1979). V období budování lesní dopravní sítě se zvyšuje průměrná koncentrace plavenin oproti obdobím těžebního klidu až třikrát, jak to prokazují měření Zeleného (Jařabáč, Zelený, Chlebek 1979) i Buzka (1979). V ročním průměru představuje ztráta zeminy 33 m^3 z 1 km^2 , resp. $0,033 \text{ mm}$ půdní vrstvy, přičemž asi 75 % z celkového množství plavenin pochází ze sítě cest, nedostatečně zajištěné proti erozi, takže intenzita eroze na některých lokalitách je mnohonásobně vyšší, než vyjadřují průměrné hodnoty. Lze proto předpokládat, že při větším než soudobém rozsahu těžebních prací by vzrůstala též intenzita erozních procesů na větších plochách a průtok plavenin by zřejmě vzrůstal i nad doposud zjištěné hodnoty. Přitom není zatím brána v úvahu změna průtokového režimu, zejména podstatné zvýšení kulminačních průtoků.

Prognóza změn vodního režimu se může tedy doplnit o předpokládané změny průtoků plavenin, vztahující se k etapě případných intenzivních těžeb. V této etapě se průtok plavenin zvětší nejméně tři- až čtyřikrát.

Závěr

Nástin prognózy potenciálních změn hydrického režimu využívá klasického komparačního přístupu, zevšeobecněných poznatků experimentálního výzkumu, metody hydrologické analogie a vybrané aplikace matematických modelů. Má postihnout v povšechných obrysech možné změny hydrického režimu v povodích Moravskoslezských Beskydech, které souvisejí se změnou vlastností povodí v důsledku případného odlesnění, resp. výrazného poškození lesních porostů.

Provedená kvantifikace změn vodního režimu se vztahuje na relativně malí povodí (asi až do 20 km^2). Rámcová prognózní varianta vyplývající z experimentálních poznatků je velmi reálná, neboť zobecňuje prokázané změny v soudobých, i když experimentálních podmínkách. Prognózní varianta vycházející z obecného modelového přístupu je v podstatě mezní, varovná. Vztahuje se ke změnám odtokových podmínek po narušení autoregulační schopnosti krajiny.

Literatura

- Atlas podnebí Československé republiky (1958). Ústřední správa geodesie a kartografie, Praha.
- BUZEK L. (1979): Chod splavenin na malých tocích Moravskoslezských Beskyd v hydrologických letech 1976 a 1977. In: IX. celostátní konference Hydrologická problematika při úpravách toků — Sborník — 1. část, s. 22–34. ČSVTS, Karlovy Vary.
- ČERMÁK M. (1954): Odtokové poměry malého povodí. — Vodní hospodářství 4:1:9–12, 2:41–44. SZN, Praha.

- ČERMÁK M. (1968): Základní činitelé ovlivňující odtok velkých vod. — Sborník prací HMÚ ČSSR 12:57—76. HMÚ, Praha.
- DEMEK J. a kol. (1978): Životní prostředí České socialistické republiky. 1. vyd., 160 str., SPN, Praha.
- DEMEK J., QUITT E., RAUŠER J. (1977): Fyzickogeografické regiony České socialistické republiky. — Sborník ČSSZ 82:2:89—102, barevná mapa 1:500 000 v příloze. Academia, Praha.
- JARABÁČ M., ZELENÝ V., CHLEBEK A. (1979): Vliv těžebních zásahů na splaveninový režim malých beskydských povodí. In: IX. celostátní konference Hydrologická problematika při úpravách toků. — Sborník — 1. část, s. 35—41. ČSVTS, Karlovy Vary.
- JARABÁČ M., RYBÁK M. (1979): Zhodnocení vývoje a současného stavu vodohospodářských funkcí lesů na území vodohospodářsky státně důležité oblasti Beskydy. Závěrečná zpráva úkolu C-16-331-101-07, etapy 3, 78 str. textu, 77 příloh. Severomoravské státní lesy, Ostrava.
- KEMEL M. (1979): Odhad budoucích změn kulminačních průtoků na povodích Krušných hor. In: IX. celostátní konference Hydrologická problematika při úpravách toků. — Sborník — 1. část, s. 84—98. ČSVTS, Karlovy Vary.
- KOTRNEC J. (1976): Vydátné deště a jejich hodnocení. — Vodní hospodářství, řada A, 26:2:35—42. SZN, Praha.
- KREŠL J. (1978): Vliv lesní dopravní sítě na vodní režim lesa. — Lesnictví 24:7:567—580. ČSAZ, Praha.
- KŘEČEK J., Zelený V., Kemel M. (1979): Vliv lesní těžby na velikost odtoku vody z povodí. — Vodohospodářsky časopis 27:2:155—169. SAV, Bratislava.
- KŘEČEK J., KREČMER V. (1979): Hydrologické aspekty lesní těžby na malém povodí z hlediska soudobé vodohospodářské problematiky. — Vodní hospodářství, řada A, 29:9:223—228. SZN, Praha.
- KŘÍŽ V. (1980): Vliv lidské činnosti na hydrické procesy a změny vodního režimu povodí. — Vodohospodářsky časopis 28:1:3—21. SAV, Bratislava.
- KŘÍŽ V. (1978): Hydrologická analogie a její využití ke kvantifikaci změn hydrologického režimu řek způsobených činností člověka. — Sborník ČSSZ 83:1:22—28. Academia, Praha.
- KŘÍŽ V. (1965): Hydrologické vyhodnocení povodňových průtoků a jejich zpracování pro hrazení bystřin. — Vysoká škola zemědělská, Brno, 207 s.
- KŘÍŽ V. (1980): Hydrological Analogy. In: Colebrander H. J. (ed.); Casebook of methods of computation of quantitative changes in the hydrological régime of river basins one to human activities. Studies and report in hydrology, 28:44—48. UNESCO, Paris.
- KŘÍŽ V. (1966): Doba trvání povodňových průtoků jako kritérium průtočného dimenzování úprav toků. In: Zásady komplexního technicko-ekonomického řešení úprav toků. — Sborník referátů s. 123—134. ČSVTS, Dům techniky, Brno.
- KUDRNOVSKÁ O. (1975): Výšková členitost a střední sklon reliéfu ČSR. — Sborník ČSSZ 80:2:127—136, 2 barevné mapy ČSR 1:1 000 000 v příloze. Academia, Praha.
- MIDRIAK R. (1979): Regionalizácia geomorfologických celkov ČSSR z hľadiska potenciálnej erózie lesnej pôdy. — Sborník Československé geografické společnosti 84: 3:177—190. Academia, Praha.
- MRÁČEK Z., KREČMER V. (1975): Význam lesa pro lidskou společnost. 1. vyd., 225 str., SZN, Praha.
- Podnebí Československé socialistické republiky. Souborná studie. 1969. 1. vyd., 357 str., HMÚ, Praha.
- VYSKOT M. a kol. (1978): Pěstění lesů. 1. vyd., 448 str., SZN, Praha.
- ZELENÝ V. (1968): Vodohospodářský význam lesů v ČSSR a ve světě. In: Lesy a voda v tvorbě životního prostředí. S. 7—19. DT ČVTS, České Budějovice, Zvíkov.

S u m m a r y

AN OUTLINE OF THE PROGNOSIS OF POTENTIAL CHANGES OF THE WATER REGIME IN THE MORAVSKOSLEZSKÉ BESKYDY (Mts.)

The prognosis has been made with the intention to find out the essential features of the potential changes of the water regime that may occur in the watersheds stretching in the Moravskoslezské Beskydy. The mountain-range of Beskids is situated on the outskirts of the industrial area of Ostrava. Consequently, the water regime changes

are studied with regard to the contingent pernicious influence of industrialization on the watershed properties and, particularly, in relation to the possible conspicuous damage of the wood and forest stand caused by industrial air pollution resulting in deforestation of the watershed area.

The author has purposefully adopted the classical comparative approach. He has made use of generalized information based on experimental research work, applied selected mathematical models to the runoff process and implemented the method of hydrological analogy.

The prognostical variant that has been worked out is grounded on experimental knowledge which expects that possible intense forest exploitation resulting in complete deforestation may cause the following changes of the water regime in small-sized watershed areas:

- The discharge variability would remarkably increase. The expected minimum discharges may be reduced by 40 per cent or even more and, on the other hand, the 100-year-flood discharge (Q_{100}) may top the double of the original value.
- The total runoff would be somewhat larger (approximately by 10 per cent).
- The yearly runoff distribution characteristics would not change significantly, even if a certain increase in the winter and spring runoff ratio may be expected.
- During the period of intense forest exploitation the suspended sediment transport would triplicate or even quadruplicate.

The general prognosis presented here is definitely a realistic and true to nature foreglimpse as it generalizes documented and proved changes under the present even if experimental conditions. For estimating the extreme case of potential changes of the water regime having been provoked by the total deforestation (the forested area decreased by 100 per cent) the parameters of a model solution from another area of the CSR have been used after the analysis of the factors influencing the runoff phenomenon. Then a prognostical variant has been worked out by the author which describes the runoff course prevailing after the autoregulating capacity of the landscape has been violently eliminated:

- With a complete watershed devastation the discharge variability would be still more extended. The value of Q_{100} may easily top the triple of the original quantity.
- The loss of organic matter (biomass) may — in some cases (e. g. with extreme watershed slopes) — result in the total runoff increased approximately by 20 per cent.

This prognostical variant represents already a marginal forewarning. The quantification of the potential changes of the water regime which has been made applies to small-sized watershed areas not exceeding 20 sq. km.