

JAROSLAV LINHART

HYDROMETEOROLOGICKÉ POMĚRY A GEOMORFOLOGICKÝ VÝVOJ  
NÁDRŽE ORAVSKÉ PŘEHRADY V PRVNÍCH PĚTI LETECH PO JEJÍM  
NAPUŠTĚNÍ (1953 — 1958)

Предлагаемая работа занимается взаимным отношением уровня воды водохранилища Оравской плотины в северной Словакии и геоморфологическими изменениями ее берегов в течение первых пять лет после ее запущения водой. По наружным знакам, свидетельствующих о том какими процессами был береговой профиль перерабатываем, автор определил следующие типы берегов: абразионный, абразионно-аккумулятивный, абразионно-оползневый, аккумулятивный, нейтральный и антропогенный. Разделение района затопления по характерным участкам облегчит строителям плотин лучше определить расходы необходимые для технической отделки поверхности в окрестностях плотины.

## ÚVOD

Jako na jezerech jsou i na přehradních nádržích vzájemné vztahy mezi hydrologickými procesy na vlastních nádržích a geomorfologickými procesy na jejich březích. Na přehradních nádržích závisí intenzita těchto procesů především na podmínkách hydro-meteorologických a geomorfologických a úzce souvisí s manipulačním řádem a hospodařením vodou na přehradě. Procesy probíhající na povrchu vlastní nádrže závisí na režimu její vodní hladiny a vyvolávají zvláště v prvních letech po jejím napuštění značné změny na pobřeží. Tyto změny zase zpětně působí na vodní režim nádrže. Výsledky výzkumu u nás (14, 15) i v Sovětském svazu (13, 30) prokázaly, že k nejrozsáhlejšímu a k nejintenzivnějšímu přetváření břehů přehradních nádrží dochází do pěti let od předání přehrady do provozu a pak postupně intenzita abrazní činnosti slábne.

K této práci potřebná klimatická a hydrologická data mně poskytl Hydrometeorologický ústav v Bratislavě a při jejich vypisování byl mně ochotně nápomocen s. Otakar Mlejnek z téhož ústavu. Správa Oravské přehrady dala mi k dispozici denní vodočetné záznamy a umožnila mně provádět terenní výzkum. Při zaměřování a konstrukci profilů spolupracoval Ing. Oldřich Staněk. Uvedeným institucím i pracovníkům patří můj srdečný dík.

## GEOGRAFICKÁ POLOHA NÁDRŽE

Přehradní nádrž vyplňuje západní část *Oravské kotliny*, která svojí nadmořskou výškou přes 500 m náleží do vysoko položených kotlin Slovenska (23). Na severu ji lemuje *Podbeskydská vrchovina*, rozřezaná v pleistocénu příčnými údolními vodními toků, které v její západní části s kótami 1051 a 922 vyerodovaly ve tvrdých pískovcích úzká

údolí se strmými svahy. Východní část (Hluchová 881 m), oddělená širokým údolím Polhoranky, přechází do měkkých tvarů vyznívajících v plochem reliéfu dna Oravské kotliny. Od jihozápadu proniká táhlý, zalesněný hřbet *Oravské Magury*, klesající přes vrcholky Budín (1221 m) a Jedličník (828 m) až k přehradnímu jezeru, kde se větví na jednotlivé rozsochy oddělené potoky směřujícími k Bielej Orave a do přehradní nádrže. Z větší části periglaciálním cyklem vytvořené svahové hlíny a sutí a rozsáhlé náplavové kužely zmírňují svahy využívané zemědělsky. Mezi Podbeskydskou vrchovinou a Oravskou Magurou vznikla intenzivnější bočnou erozí Bielej Oravy široká údolní niva pokrytá šterky a písky, pastvinami a vrbovými křovinami. Boční rozsochy klesající stupňovitě do údolí z Oravské Magury jsou poměrně dlouhé, kdežto Podbeskydská vrchovina spadá do údolního dna strmým svahem, čímž rozdíl mezi širokým údolím a zmíněnou vrchovinou tím více vyniká. *Skorušinské pohorie* (1314 m) uzavírá kotlinu na jihovýchodě. Jeho severozápadní svahy vystavené západním větrům jsou více zavlažované, a proto mocněji erozí napadené a hluboko rozřezané, kdežto jihovýchodní svahy jsou celistvější. Na severovýchodě je Oravská kotlina otevřená a souvisí v Polsku se sníženinou Novotargskou. Vrchovina se zalesněnými návršími Uhlisko, Halečková, Jurcová a Hájka o prům. výšce 700–800 m odděluje západní část kotliny s přehradním jezerem od její výše položené části východní.

Oravská kotlina je takto vhloubena do flyšových pohoří, vznikla v neogénu mocným prohnutím zemské kůry a její dno se tehdy dočasně změnilo v jezero (8, 22, 23). Jezerní pánev se zaplnila jezerními sedimenty a nánosy svahových potoků. V době pleistocenního zalednění nanesly sem Biela Orava a Polhoranka množství šterků, a tak byl jílovitý základ kotliny zakryt šterkovým pokryvem. Do něho se řeky v mladším pleistocénu postupně zařezávaly, rozčlenily dno kotliny na pahorkatinu a vytvořily v ní širší údolní nivy. Větší rašeliniska vznikla při Čiernej Orave, severně a jižně Bobrova a rašelina se dosud těží na menší rozloze u Slanické Osady. Kotlina má poměrně chladná a vlhká léta a studené zimy. V období 1901–1950 byla prům. červencová teplota 16,4 °C a prům. lednová –5,5 °C. Atmosférických srážek v povodí, ovládaném přehradou, přibývá s nadmořskou výškou. Na přehradě nedosahují ani jednoho metru, v Podbeskydské vrchovině už jej převyšují a na Babia hoře vykazují už 1406 mm.

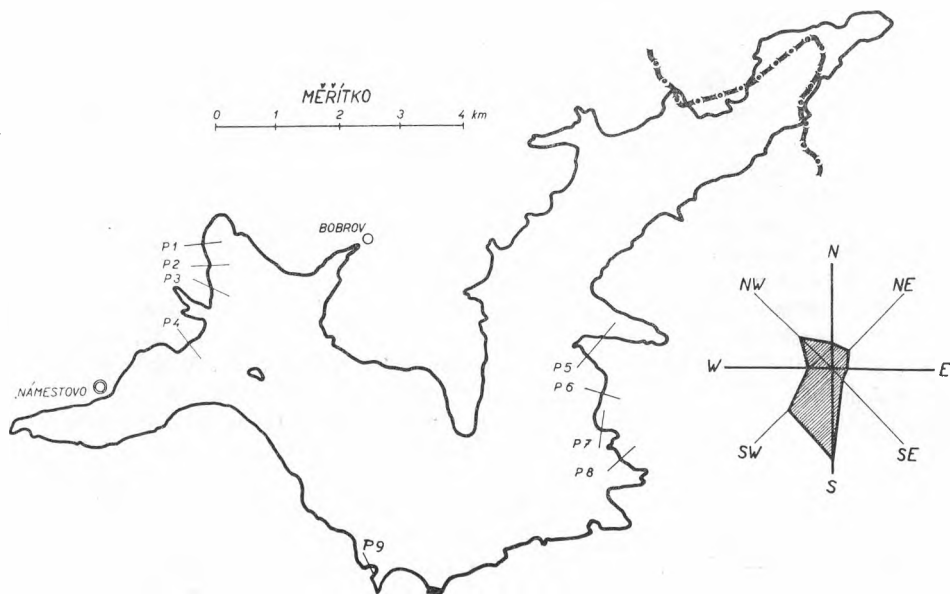
V průlomovém údolí mezi Ústím nad Priehradou a Tvrdošinem byla v roce 1953 dokončena stavba betonové tížní hráze a za ní byla údolní niva Čiernej Oravy, Polhoranky a Bielej Oravy o ploše 35 km<sup>2</sup> zatopena. Přehradní jezero má nepravidelný tvar o dvou výběžcích, z nichž kratší zasahuje na SZ k Námestovu a delší směřuje na SV přes státní hranici k polské Jablonce. Přehrada, vzdouvající vodu o 27 m, ovládá 1181,7 km<sup>2</sup> povodí, které je protkáno stromovitou sítí vodních toků. Jeho nejvyšším bodem je Babia hora (1725 m n. m.) a nejnižším místem dno přehradního profilu 576 m n. m. Při nejvyšším přípustném vzdušném hladině na kótě 603 m n. m. je vodní objem nádrže 346 mil. m<sup>3</sup>. Vodní dílo náleží k Vážské kaskádě, která bude mít po úplném vybudování 24 stupňů. Oravská nádrž kromě výroby energie ve vlastní elektrárně a nadlepení výroby ve vážských stupních, nalepšuje minimum průtoku Váhu z 20 m<sup>3</sup>/vt. na 40 m<sup>3</sup>/vt. a zmírňuje nebezpečí povodní na Váhu. Její retenční schopnost se prokázala při 100 leté vodě v červnu 1958, kdy zabránila větším škodám na Váhu (7, 23).

## VODNÍ REŽIM NÁDRŽE

Studium vodního režimu nádrže je důležité nejen pro poznání intenzity břehových změn, ale má také svůj význam v energetice, v zásobování vodou, při statických výpočtech přehrad, pro plánování staveb a rekreačních zařízení a pod.

Ze souboru hydrometeorologických činitelů, vytvářejících vodní režim nádrže uvedu v tomto pojednání jen ty, které mají bezprostřední vliv na přetváření jejích břehů, lodní dopravu, provozování vodních sportů a rekreaci. K nim patří kolísání úrovně hladiny, změny vyvolané na ní působením větru a teplotními poměry.

*Kolísání úrovně hladiny.* Hlavní vodní zdroje oravské nádrže jsou Biela Orava, Polhoranka a Čierna Orava. Průtoky Bielej Oravy zaznamenává vodočetná stanice v Lokci, průtoky Polhoranky stanice v Zubrohlave. Vodočet na Čiernej Orave je na území Polska.

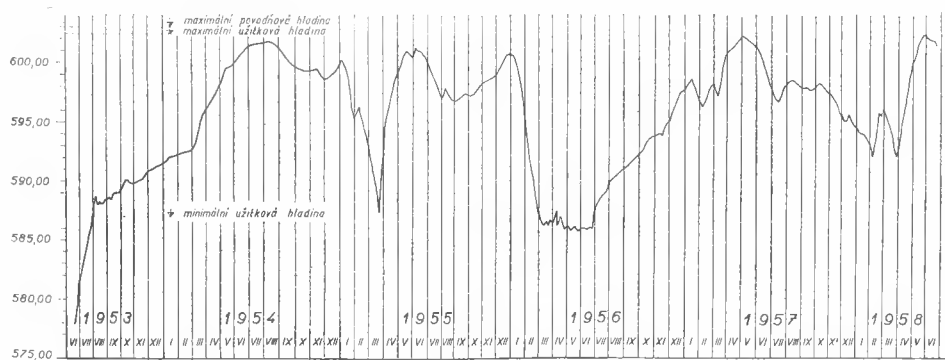


Obr. 1. Přehledný náčrt území vodní nádrže na Oravě.

Dnem 22. června 1953 byly výpustě na přehradě uzavřeny, nastává plnění nádrže a posléze pravidelné hospodaření vodou podle zásad manipulačního řádu. Od tohoto data jsou výšky hladiny pozorovány a třikrát denně zaznamenávány správou přehrady. Z těchto denních záznamů na vodočtu jsem sestrojil diagram výškového průběhu hladiny, křivku četnosti výskytu vodních stavů a součtovou čáru jejich překročení. Z čáry trvání hladin možno odečíst stavy hladin, které trvají po určité procento doby a tedy i hladiny, v jejichž rozmezí probíhá rozmývání břehů. Během prvního dne plnění nádrže dosáhla hladina už kóty 577,90 a pak se velmi rychle zvedala, takže kóta minimální užitkové hladiny 587,00 byla 19. července 1953 již překročena. Potom podle hospodaření vodou na přehradě hladina kolísala v mezích užitkového prostoru. Od 4. března 1956 je výjimečně o celý metr pod úrovní minimální užitkové hladiny a tento nízký vodní stav kolem kóty 586,00 se vyskytoval až do konce června. Hladina byla po čtyři měsíce udržována proto tak nízkou, aby mohly být provedeny úpravy a ochranné nátery na tělese hráze. Tak velké, náhlé a dlouhotrvající snížení hladiny o 15 m vyvolalo některé geomorfologické procesy, jejichž působení se projevilo na březích nádrže. Zaznamenaného výškového maxima dosáhla hladina 26. května 1958 kótou 602,34. Za celé pozorovací období 1826 dní nebylo dosaženo nejvyššího přípustného vzduť na kótě 603,00, ani maximální užitkové hladiny s kótou 602,40. Nejčteněji, 33 krát se vyskytovala hladina

na úrovni 597,70, tj. v rozmezí kót 597,65—597,74. Tato úroveň byla dosažena a překročena po 780 dní (42,72 % pozorovacího období). Po 32 výskytech připadá na hladiny s úrovní 599,40 a 601,90.

Při studiu intenzity abrazní činnosti na březích nádrže nutno přihlídnout, mimo jiné, ke kolísání a setrvávání hladiny na určité úrovni, resp. k době, po kterou byla tato úroveň překročena. Kolísání hladiny během dne, vyjma ojedinělé mimořádné případy, pohybuje se jen v rozpětí několika centimetrů. Proto jsem použil jen ranních záznamů



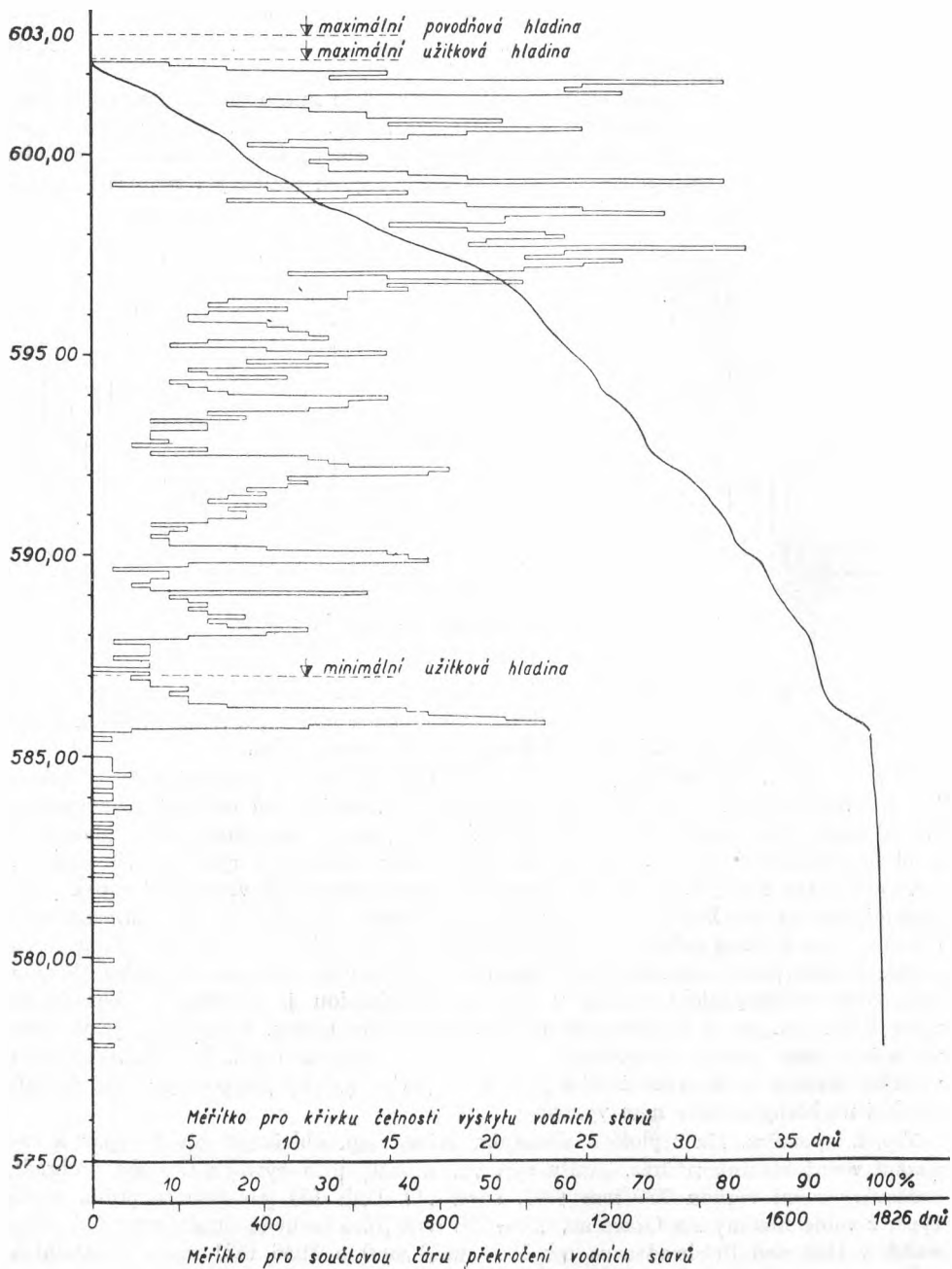
Obr. 2. Diagram průběhu hladiny oravské nádrže.

a výškové kóty hladin zaokrouhlil obvyklým způsobem na celé decimetry, poněvadž menší interval než 10 cm nemá praktického významu a netřeba k němu přihlížet. Tedy počet výskytů výšek hladin je totožný s počtem pozorovacích dní.

**Větrné poměry.** Vítř má možnost pronikat do rozlehlé kotliny různými směry a způsobuje na vodní ploše vlnění, jehož účinky se na pretváření břehů projevují nejvýrazněji. Kromě toho velmi silný vítr ztěžuje lodní dopravu, může znemožnit plavbu plachetnic a ohrozit veslařské sporty. Byl tu pozorován vítr dosahující rychlosti 70 km/hod. a vlny o výšce téměř 1,50 m. Na Oravské přehradě převládají větry jižní a pak jihozápadní, kdežto na Babia hoře jsou nejčastější větry západní, na něž připadá celá čtvrtina, a na druhém místě jsou zastoupeny teprve větry jižní asi jednou pětinou všech směrů. Je tedy patrné, že na ploše nádrže budou poměry komplikovanější, neboť Wildův anemometr meteorologické stanice v Ústí nad Priehradou je umístěn u přehrady ve výšce 603 m n. m. v průlomovém údolí severojižního směru. Převládající jižní směr větru je u této stanice pravděpodobně ovlivňován směrem údolí. Pro charakteristiku větrných poměrů je pozorovací doba pěti let sice velmi krátká, ale pro zjišťování účinků vlnobití na břehy nádrže nám vyhovuje.

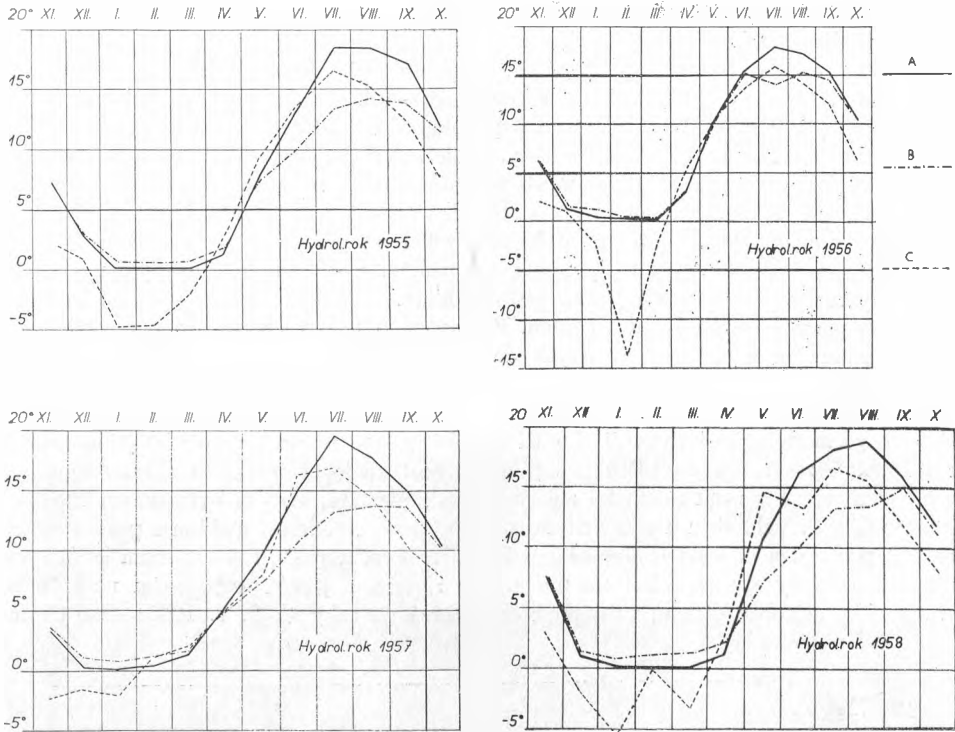
**Teplotní poměry.** Na teplotě a slunečním svitu, resp. oblačnosti závisí výpar a zamrzání vodní hladiny nádrže. Ztráty výparem a vsáknutím byly na Oravské přehradě uvažovány roční výškou 730 mm (24), kdežto O. Dub (5) považuje za prům. roční výpar z volné hladiny na Oravě asi 600—650 mm. Těto hodnotě zhruba odpovídá úhrn srážek v Ústí nad Priehradou za rok 1954 (638 mm) a 1956 (621 mm). V ostatních letech studovaného období je výška srážek větší než výška výparu. V r. 1953 706 mm, v r. 1955 835 mm, v r. 1957 715 mm, v r. 1958 938 mm. Nejmenší průměrná oblačnost 6,5 je v září a říjnu.

Pro poznání teplotních poměrů na Oravské přehradě je zajímavé srovnání průměrných



Obr. 3. Křivka četnosti výskytu vodních stavů a součtová čára jejich překročení od 22. 6. 1953 do 21. 6. 1958.

teplot vody na hladině nádrže s průměrnými teplotami vody pod přehradou a s prům. teplotami vzduchu. Teplota vody na hladině nádrže a při výtoku pod přehradou se měří jednou denně v 7 hod. Průměrné teploty vzduchu se získávají z měření ranního, poledního a večerního. Od června do října jsou průměrné teploty vody na hladině vždy vyšší než průměrné teploty vzduchu v příslušných měsících. Uvážíme-li, že údaje o teplotě vody jsou získávány pouze z ranních měření — kdy voda není ještě prohřátá — je vlastně rozdíl mezi průměrnými teplotami vody a vzduchu ještě větší. Zatím co prům.



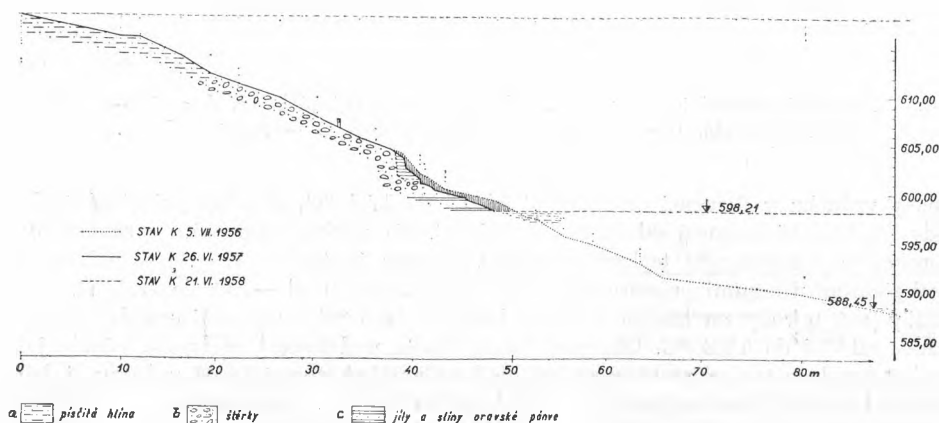
Obr. 4. Průměrné měsíční teploty vody a vzduchu na Oravské přehradě. A — teplota vody na hladině nádrže, B — teplota vody pod přehradou, C — teplota vzduchu.

teploty vzduchu v červenci se pohybují od 15 do 17,4 °C, dosahují průměrné teploty vody na hladině rozmezí od 18,2 do 19,6 °C. To však neznamená, že některé dny nemohou mít průměrnou teplotu vzduchu vyšší než je teplota vody. Největší rozdíly mezi zimními a letními průměry vykazuje teplota vzduchu od -13,6 do 17,4 °C, menší rozdíly jsou u vody na hladině nádrže od 0,1 do 19,6 °C a nejmenší u vody pod přehradou od 0,4 do 15,2 °C. Ohromná vodní hmota nadržovaná přehradou působí jako tepelný kondenzátor, a proto zamrzání hladiny nastává zpravidla až v lednu, i když průměrné teploty vzduchu klesají v prosinci pod bod mrazu. Zámrz hladiny trvá obvykle až do druhé poloviny března. Při jarním tání se ledová plocha rozlomí a dalším dělením vznikají kry. Větrm kolébané kry, plovoucí ledová tříšť, jakož i střídavé tání a mrznutí vody v puklinách hornin působí destrukce na pobřeží.

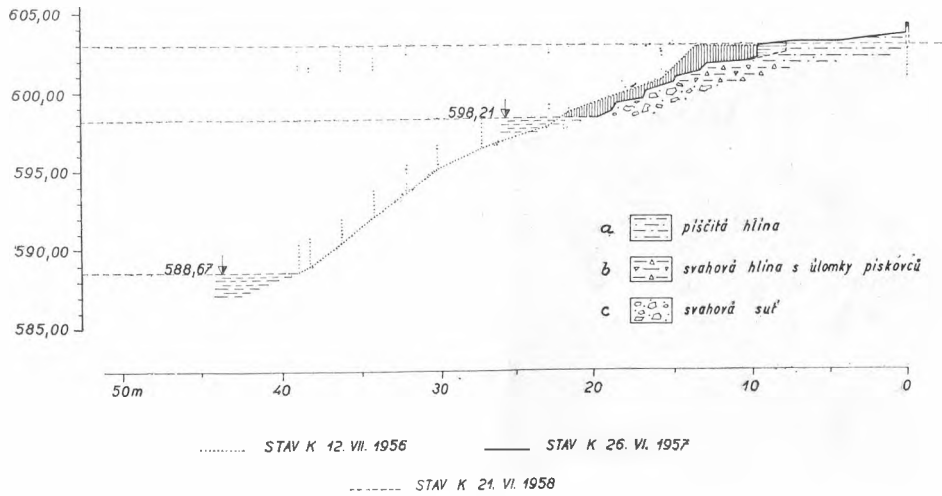
Od okamžiku naplnění oravské nádrže jsou její břehy vystaveny účinkům vodní hladiny. Porovnáním profilů vykonstruovaných z vrstevnicového plánu území vodní nádrže v měř. 1:12 500 s profily sestrojenými na základě výškového a situačního zaměření v terénu bylo možno zjistit rozsah změn na březích nádrže.

Nejvýznamnějším reliéfovotvorným činitelem modelujícím břehy nádrže je abraze. Její vlivy se projevují tvorbou menších pobřežních teras, stupňovitě nad sebou položených, a na příkrých březích vystavených silnému vlnobití, vznikem abrazních srubů. Ve stupňovitě teras lze pozorovat širší plošinky odpovídající úrovním nejčteněji se vyskytujících hladin. Pro vývoj abrazních jevů je příznivý úsek na východním pobřeží v délce asi 1,5 km se zaměřenými profily P5 a P6, na jižním zejména úsek s profilem P9 a na západním záliv při ústí Polhoranky s profily P1—P3. Celé severní pobřeží má až na malé výjimky břehy ploché se sklonem nepřesahujícím 2°. Energie vln se tlumí mělkostí dna, a proto zde nejsou břehy podemílány. Vedle kolísání působí hladina na poškozování a stabilitu břehů tím, že v propustných zeminách vodou napojených dochází ke změně konsistence a fyzikálních vlastností a v důsledku toho i k porušení jejich rovnovážného stavu. Abnormální snížení hladiny o 15 m, trvajícím od začátku března do konce června 1956, způsobilo sesuvy půdy na jižním břehu nádrže. Poklesem hladiny byly vyplaveny v úpatí svahu vodou nasáklé jemné písky a hlíny. Tím byla odlehčena pata svahu a zmenšena pasivní složka bránící sesuvu. Podrobněji o těchto sesuvech a některých změnách v zátopném území, pozorovaných do r. 1956, jsem se již zmínil ve své dřívější publikované práci (15).

V terenním výzkumu pokračoval jsem i v dalších letech, abych tak získal ucelený obraz o geomorfologickém vývoji pobřeží oravské nádrže za prvních pět let jejího trvání. Při kontrole zaměřených profilů měl jsem možnost sledovat intenzitu abrazní činnosti, ustupování břehů a určit množství abradovaného materiálu, kterým byl zanesen užitkový prostor nádrže. Vzhledem k omezenému rozsahu tohoto pojednání uvádím z pozorovaných profilů pouze dva charakteristické P6 a P9. V břehovém profilu 6 tvořeném svahovými hlínami a šterky spočívajícími na miocenních slínech a jílech, zaměřeném na příkrém svahu u bývalé obce Osady, ustoupil břeh za prvé tři roky (k 5. 7. 1956) až o 60 m.



Obr. 5. Ustupování břehu a odnos zemin v profilu č. 6. a — písčité hlína, b — šterky, c — jíly a slíny oravské pánve.

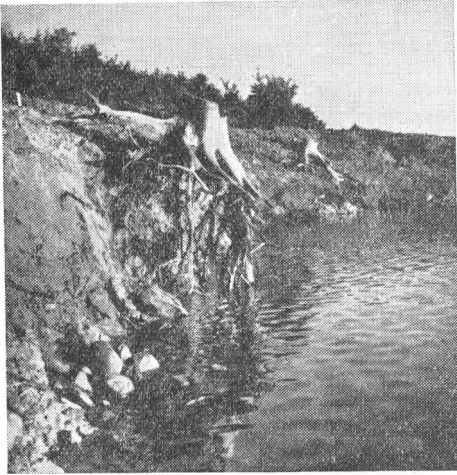


Obr. 6. Ustupování břehu a odnos zemin v profilu č. 9. a — písčité hlína, b — svahová hlína s úlomky pískovců, c — svahová suť.



Obr. 7. Oravská nádrž s Babiou horou. V pozadí neutrální a vpředu abrazně-sesuvný typ břehu.





Obr. 8. Zanechané pařezy nechrání dokonale břeh před abrazí. Abrazní typ břehu západně profilu P9.

Je to pochopitelné, neboť tento strmý pobřežní úsek, tvořený málo odolnými a k sesouvání náchylnými horninami, je obrácen proti často se vyskytujícím jihozápadním větrům, které mohou na rozsáhlé vodní ploše vytvořit značné vlnobití. Tímto přetvářením břehu se jeho strmost zmírnila a ve výši 600,00 m n. m. vznikla mírně skloněná abrazní plošina. Za následující dva roky ustoupil břeh ročně jen o 2,5 m. Od 5. 7. 1956 do 26. 6. 1957 bylo v tomto profilu na jednom běžném metru břehu výše kóty 598,21 abradoxováno 7,5 m<sup>3</sup> a za další rok už jenom 2,9 m<sup>3</sup> materiálu. Přitom se ve štěrkovém pokryvu vytvořil 2,5 m vysoký abrazní srub. V profilu 9, situovaném na jižním pobřeží ve svahových hlínách a sutiích s podloží pískovců a slinitých břidlic, byl původní příkrý břeh ve výšce 600,00 m do r. 1956 přemodelován v širokou abrazní plošinu, zakončenou téměř 3 m vysokým pobřežním srubem. Při kontrolním měření 26. 6. 1957 bylo zjištěno, že vlivem kolísání hladiny v rozmezí kót 598,20 a 601,90 vznikla z této plošiny soustava čtyř abrazních teras. Přitom bylo v tomto profilu na jednom běžném metru břehu nad úrovní 598,20 odneseno 10 m<sup>3</sup> svahových sutií a písčitých hlín. Zmíněný abrazní srub ustoupil za rok o 4 m. Za další rok (do 21. 6. 1958) jeho původní výška klesla na třetinu, jeho ústup byl poloviční a odnos zemin činil 1,3 m<sup>3</sup>. Na uvedených břehových profilech je dobře patrna rušivá činnost hladin horní třetiny zásobního prostoru nádrže, na něž připadá 50,6 % všech výskytů.

Přechod od erozních tvarů k akumulacím tvoří pod ustupujícími abrazními sruby vzniklé pobřežní plošiny. Práce vln na nich pokračuje tříděním materiálu tak, že hrubší zůstává v jejich horní části a směrem od břehu do nádrže přibývá na jeho jemnosti. Jakmile je celá plošina (pláž) pokryta takto vytříděným materiálem, pak je možno pokládat profil přetvořeného břehu za ustálený, ovšem za předpokladu, že se nezmění stávající manipulační řád platný pro hospodaření vodou na přehradě. Za uvedené pozorovací období nebylo zatím na poškozených úsecích břehů dosaženo profilu rovnováhy, t. j. takového sklonu svahů, kdy vlny ztrácí veškerou svoji energii a nepracovávají ani pobřežní plošinu ani břehy.

Akumulační tvary vznikají jednak v zátokách hromaděním abradoxovaného materiálu zaneseného sem vlnami, jednak při ústí přítoků do nádrže ukládáním splavenin a vytvářením náplavových kuželů.

*Typologie břehů.* Podle zevních znaků nasvědčujících tomu, jakými pochody byl

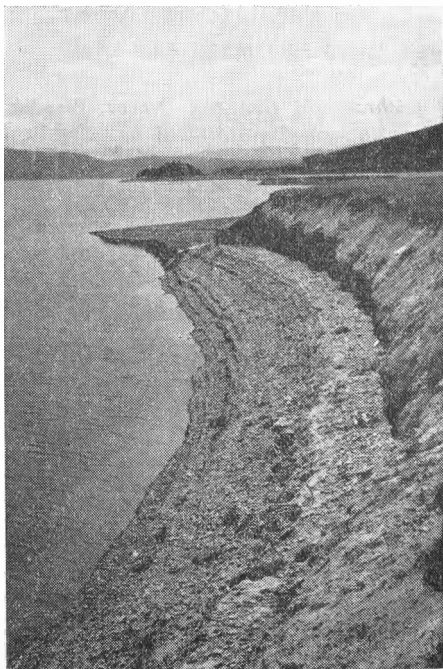
břehový profil přetvářen, lze rozlišit v obvodu nádrže následující typy břehů: abrazní, abrazně-akumulační, abrazně-sesuvný, akumulační, neutrální, antropogenní.

*Abrazní* je charakterisován vytvářením téměř svislých břehů, pod nimiž pro značnou hloubku vody se nemohou ukládat abradované produkty a klesají ke dnu nádrže. Tento typ břehu je patrný v některých úsecích jižního pobřeží západně profilu P9.

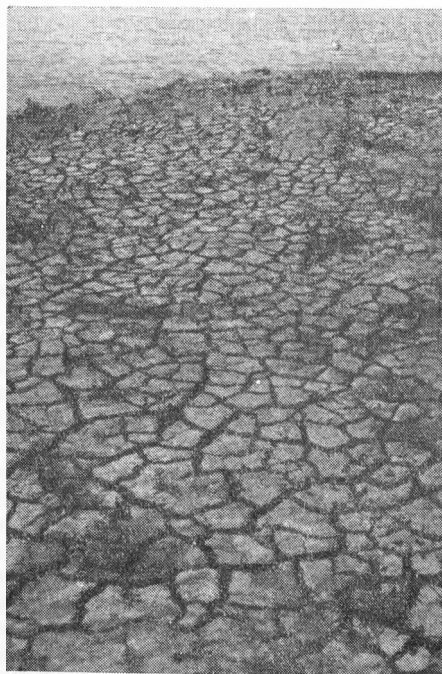
*Abrazně-akumulační* má pod ustupujícími abrazními sruby rozšiřující se pobřežní plošinu, pokrytou abradovaným materiálem a svažující se k vodní hladině. V plážových sedimentech vytváří se kolísáním a setrváváním hladiny na určité úrovni stupňovina menších abrazních teras. Nemají dlouhého trvání, neboť při opětném zvýšení hladiny jsou vlnobitím přemodelovány. Tento typ se vyskytuje na porušených březích nejvíce.

*Abrazně-sesuvný* vzniká tam, kde stabilita svahu byla porušena vytvořením abrazního srubu, nebo podmáčením došlo ke změně fyzikálně-mechanických vlastností zemin a k oživení starých sesuvů. Sesuvy břehů jsem pozoroval a popsals (15) na jižním pobřeží v blízkosti profilu P9.

*Akumulační* se vytváří při vykliňování vzdutí hladiny ukládáním materiálu transportovaného především Bielou Oravou a Polhorankou. Zatopením kotliny se zvýšila místní erozní báze toků a splaveniny jimi unášené se počaly ukládat při jejich ústí do nádrže. Při poklesu hladiny razí si cestu vlastními náplavy a vzniká delta. Na obnažených částech dna a plochých břehů je možno pozorovat usazování 5–10 cm mocné vrstvy bahna, jehož vysycháním vznikají spáry ohraničující obrazce tvaru nepravidelných mno-



Obr. 9. Abrazní srub s pobřežní plošinou v profilu P3. Abrazně-akumulační typ břehu.



Obr. 10. Vysychání bahenních kalů na obnažených březích nádrže Oravské přehrady. Akumulační typ břehu. Všechny snímky J. Linhart.

hoúhelníků. Do zálivů na východním pobřeží je nanášen abradovaný materiál ze sousedních mysů.

*Neutrální* je na severním pobřeží východně Bobrova, kde neprobíhá ani abraze, ani akumulace. Menší příboj se tlumí mělkostí dna a dochází jen k omývání plochých břehů, které zůstávají beze změn.

*Anthropogenní* se vyskytuje na jižním pobřeží při tělese hráze a v prostoru přístaviště, kde jsou úseky uměle zpevněné dlažbou a násypy z lomového kamene.

Rajonisace obvodu zátopy na charakteristické úseky umožní budovatelům přehrad dobře odhadnout náklady nutné pro technické úpravy v okolí nádrže (28).

## ZÁVĚR

Předložená práce se snaží upozornit na základní činitele a vztahy, které je třeba respektovat při řešení otázek souvisejících s přetvářením zátopených území přehrad a zároveň zdůraznit, že nelze přehlížet význam působení vodní nádrže na její okolí, nemá-li dojít k hospodářským škodám. Studovaná problematika má význam pro plánování staveb, obvodových komunikací a rekreačních zařízení. Kromě toho poznání vodního režimu nádrže je důležité při statických výpočtech přehrad, v energetice, v zásobování vodou a také v lodní dopravě a při vodních sportech.

Sledováním a kontrolou v terénu zajištěných břehových profilů lze získat cenné poznatky a zkušenosti pro určování dalšího vývoje břehů nádrží stávajících, nebo předpokládaného vývoje nádrží projektovaných.

## LITERATURA

1. Andrusov D., *Geologická zpráva o údolnej priehrade pri Ústí nad Oravou*. Posudok, 1941. — 2. Bjallovič J. P., *Vlivanja drevesnoj i kustarnikovej rastitelnosti na volnenije i abraziju v uslovijach krupnych vodochranilišč*. Izvestija Akademii nauk SSSR, serija geografičeskaja, No. 3, Moskva 1955. — 3. Danišovič P., *Vplyv riečnych zdrží na odchod ladov*. Vodohospodársky časopis SAV, 6, 1958, Bratislava. — 4. Dub O., *Hydrologická služba informáčná a predpovedná pre Oravskú nádrž*. Stát. hydrologický ústav v Bratislave, 1947. — 5. Dub O., *Všeobecná hydroológia Slovenska*. SAV Bratislava 1954. — 6. Dub O., *Pätnásť rokov vodohospodárskeho výskumu na Slovensku*. Vodohospodársky časopis, 8, 1960, Bratislava. — 7. Furdík J., Méric A., Pavlovský K., *15 rokov vodného hospodárstva na Slovensku*. Slov. vydavat. techn. literatúry, Bratislava 1960. — 8. Jaranoff D., *Das Becken von Nowy Targ als Beispiel eines intramontanen Beckens*. Przegląd Geogr. XII, Kraków 1934. — 9. Kálal J., *Rozměry větrových vln na jezerech a nádržích*. Vodní hospodářství, roč. 5, č. 10, Praha 1955. — 10. Kounovský B., *Oravská přehrada*. Za socialistickou vědu a techniku, sv. 3, č. 7–8, 1953.

11. Kratochvíl S., *Vodní nádrže a přehrady*. NČSAV Praha 1961. — 12. Kraus A., *Vývoj výstavby vodních přehrad ve světě a v ČSSR*. Vodní hospodářství 8/1965. — 13. Lange K. O., *Razvitie beregov Cimljanskogo vodochranilišča*. Morfologija i dinamika beregov. Trudy Instituta geografii AN SSSR 1960, Tom. LXXIX. — 14. Linhart J., *Abrasní činnost na Kníničské přehradě*. Sborník čs. společnosti zeměpisné, č. 4, sv. LIX, roč. 1954. — 15. Linhart J., *Morfologické změny v zátopeném území Oravské přehrady*. Práce brněnské základny Československé akademie věd, seš. 11, spis 347, roč. XXVIII, 1956. — 16. Linhart J., *Ústupování břehů vodních nádrží*. Věda a život, č. 11, 1957. — 17. Linhart J., *Zanášení vodních nádrží splaveninami*. Vodní hospodářství, 6, 1958. — 18. Linhart J., *Izučenie formirovanija beregov na vodochraniliščach Českoslovakii*. Izvestija Akademii nauk SSSR, serija geografičeskaja, 2, 1959, Moskva 1959. — 19. Linhart J., *Les réservoirs de barrage dans la République Socialiste Tchecoslovaque et l'étude géomorphologique de leurs rivages*. Revue de

Geomorphologie dynamique, Nos 1—2—3, XIV<sup>e</sup> Année, Paris 1963. — 20. Linhart J., *Regime of the water level and shore development of the dam reservoirs*. Journal of the Czechoslovak Geographical Society. Supplement for the XX-th International Geographical Congress London 1964, Praha 1964.

21. Lipert M., *Projekt údolní přehraďy na Oravě*. Technická práca, 5, 1953. — 22. Lukniš M., Mazúr E., *Súčasný stav a novšie výsledky geomorfolog. výskumu Slovenska*. Geografický časopis VIII, Bratislava 1956. — 23. Lukniš M., Plesník P., *Nížiny, kotliny a pohoria Slovenska*. Osveta, Bratislava 1961. — 24. Malíšek A., *Údolní přehrada v Ústí na Oravě, vodohosp. plán*. Práce a studie stát. hydrolog. ústavu, seš. 67, Praha 1947. — 25. Ondříková V., Šterbová A., *Príspevok k biológii a chemismu Oravskej nádrže*. Vodní hospodářství, 2, 1956. — 26. Řepka L., *Poškozené břehy nádrže Oravské přehraďy*. Časopis pro mineralogii a geologii I, č. 2, Praha 1956. — 27. Šlahor L., *Pokryvné útvary západnej časti Oravsko-novotarskej kotliny*. Geologický sborník SAV III, č. 1—2, 1952. — 28. Woznica L., *Přetváření břehů zátopných oblastí přehrad*. Geologický průzkum, n. p., Brno, SG 58—59—B, Brno 1962. — 29. Záruba Q., Mencl V., *Inženýrská geologie*. NČSAV Praha 1957. — 30. Živago A. V., Lange K. O., *Osnovnyje zakonomernosti razvitija beregovoj zony krupnykh vodochranilišč*. Trudy VI soveščanija po problemam biologii vnutrennich vod (10—19 ijunja 1957 g.), Moskva 1959.

Recenzoval E. Šimo

Jaroslav Linhart

#### LES CONDITIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES ET LE DÉVELOPPEMENT GÉOMORPHOLOGIQUE DU RÉSERVOIR D'EAU DU BARRAGE DE ORAVA DANS LES PREMIERS CINQ ANS APRÈS SON REMPLISSAGE (1953—1958)

Le réservoir d'eau du barrage de Orava avec une surface d'eau de 35 km<sup>2</sup> remplit le fond de la partie occidentale du bassin de Orava s'enfonçant dans les montagnes de flysch de la Slovaquie septentrionale.

Le rapport s'occupe des corrélations entre le régime du niveau de l'eau du réservoir et des changements géomorphologiques sur ses bords. L'étendue et le caractère de ces changements dépendent surtout des conditions hydrométéorologiques et géomorphologiques et sont en relation étroite avec l'ordre de manipulation et l'aménagement des eaux au barrage. Les résultats des recherches ont montré que les transformations des bords des réservoirs de barrage les plus grandes ont lieu pendant les premiers cinq ans après la mise en marche du barrage et que l'intensité de l'activité abrasive s'affaïsse successivement. Je ne cite de l'ensemble des facteurs hydrométéorologiques créant le régime d'eau du réservoir que ceux, qui influencent le plus la transformation des bords et même le transport en bateaux, les sports d'eau et la récréation. Ce sont les oscillations du niveau de l'eau, les changements causés par l'activité du vent et par les variations de température.

La fréquence de l'existence des niveaux d'eau était établie à l'aide des méthodes statistiques. La ligne sommaire du dépassement des niveaux d'eau est exprimée sur le diagramme. Les conditions de vent et de température ont été étudiées aussi. On pouvait, à la base ces études, établir sur les profils relevés à l'aide des méthodes géomorphologiques l'intensité de l'activité abrasive, de même que la grandeur du recul des certains secteurs de bord et calculer la quantité du matériel par lequel était ensablé l'espace utile du réservoir. Je ne cite que deux profils caractéristiques P6 et P9 en raison de l'étendue limitée de cet article. L'abaissement abnormal de la surface d'eau de 15 m durant du commencement du mois de mars jusqu'à la fin du mois de juin 1956 a causé des éboulements au bord méridional du réservoir.

La transition des formes d'érosion à celles d'accumulation sont les plaines littorales formées au-dessous des falaises abrasives. Ces plaines sont affectées par l'activité des ondes causant le

trriage du matériel de sorte que les parts plus grossières restent dans leurs parties supérieures et la finesse du matériel s'augmente dans la direction du bord vers le réservoir.

Les formes d'accumulation prennent leur origine d'une part dans les baies par l'accumulation du matériel abradé apporté par les ondes, d'autre part à l'embouchure des venues d'eau dans le barrage par l'accumulation des alluvions et par la formation des cônes de déjection.

Selon les signes extérieurs indiquant les procédés qui ont modifié le profil littoral, j'ai distingué les types des bords d'abrasion, d'abrasion et d'accumulation, d'abrasion et d'éboulement, d'accumulation, le type neutre, le type anthropogène.

La division du contour de l'inondation en secteurs caractéristiques va faciliter aux bâtisseurs des barrages l'estimation des frais des traitements techniques dans les environs du barrage.

Fig. 1. Croquis schématique de la région du réservoir d'eau du barrage Orava.

Fig. 2. Diagramme des oscillations du niveau d'eau du barrage Orava.

Fig. 3. Courbe de fréquence des niveaux d'eau et la ligne sommaire de leur dépassement du 22. 6. 1953 jusqu'au 21. 6. 1958.

Fig. 4. Températures de l'eau et de l'air mensuelles moyennes au barrage de Orava. A — Température de l'eau à la surface d'eau du barrage, B — Température de l'eau au — dessous du barrage, C — Température de l'air.

Fig. 5. Recul du bord et déportation du matériel dans le profil 6. a — argile sableuse, b — cailloux, c — argiles et marnes du bassin Orava.

Fig. 6. Recul du bord et déportation du matériel dans le profil 9. a — argiles sableuses, b — terres de pente contenant des morceaux de grès, c — dépôts de pente.

Fig. 7. Barrage de Orava avec le mont de Babia hora. Au fond le type neutre du bord et en avant le type abrasif et d'éboulement.

Fig. 8. Les souches ne protègent pas le bord contre l'abrasion. Type abrasif du bord à l'ouest du profil P9.

Fig. 9. Falaise abrasive avec une plaine littorale dans le profil. P3. Type du bord abrasif et d'accumulation.

Fig. 10. Dessiccation des limons sur les bords nus du barrage de Orava. Type du bord d'accumulation. Toutes les figures par Dr. Jaroslav Linhart.