

VĚDECKÝ ČASOPIS ÚVTI

LESNICKÝ ČASOPIS

Z výskumu lesníckotechnických meliorací

10

ROČNÍK 12 (XXXIX)
PRAHA,
ŘÍJEN 1966
CENA 12 Kčs

ÚSTAV
VĚDECKOTECHNICKÝCH
INFORMACÍ MZLH

Řídí redakční rada

Člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc. (předseda), Ing. Vladimír Bortel, František Drozen, Dr. Ing. Ján Halaj, DrSc., Ing. Ladislav Hruzík, Ing. Jan Jindra, CSc., člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Augustin Kalandra, DrSc., prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., Ing. Augustín Mistrik, doc. Ing. Adolf Priesol, CSc., doc. Ing. Dušan Zachar, CSc., prof. Ing. Vítězslav Zásměta.

Vedoucí redaktorka Ing. Milena Staňková

© Ústav vědeckotechnických informací MZLH, Praha 1966

LESNICKÝ ČASOPIS uveřejňuje vědecká pojednání o vyřešených výzkumných úkolech ze všech oborů lesnické vědy, studie a rozborů. Vydává Ústav vědeckotechnických informací ministerstva zemědělství a lesního hospodářství. Vychází měsíčně. Redakce: Praha 2, Slezská 7, telefon 257541. Celoroční předplatné Kčs 144,—

LESNICKÝ ČASOPIS публикует научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области лесохозяйственной науки, обзоры и анализы. Издаёт Институт научно-технической информации Министерства сельского и лесного хозяйства. Выходит в свет ежемесячно. Редакция Прага 2, Слезска 7.

LESNICKÝ ČASOPIS publishes scientific treatises about the solved research tasks in the line of silvicultural science, studies and analyses. Published by the Institute of Scientific and Technical Information of the Ministry of Agriculture and Forestry Management. Issued monthly. Editorial office Prague 2, Slezská 7.

LESNICKÝ ČASOPIS veröffentlicht wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Forstwirtschaftswissenschaft, Studien und Analysen. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen des Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion Praha 2, Slezská 7.

LESNICKÝ ČASOPIS publié les traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de science silvicole, études et analyses. Publié par l'Institut des renseignements scientifiques et techniques du Ministère de l'agriculture et des forêts. Paraît une fois par mois. Rédaction Praha 2, Slezská 7.

■ Služba lesnickotechnických meliorací dosáhla u nás za 80 let svého trvání pozoruhodných úspěchů v boji proti erozi ve sběrných oblastech, jakož i při úpravách odtokových poměrů vlastních koryt bystrinných toků. Během doby bylo vyvinuto mnoho jednoduchých a přitom účelných typů objektů a systémů zahrazovacích úprav. Pro nejdůležitější objekty, které se v praxi nejlépe osvědčily, byly vypracovány typové podklady.

Všechny tyto tradiční typy objektů mají dobré konstrukční vlastnosti opírající se o dlouhodobé zkušenosti a jejich funkční způsobilost je i dnes poměrně vyhovující. Hlavní nedostatek je v technologii výstavby založené na ruční a především řemeslné práci.

Nutnost zlepšení, resp. změny, technologie tradičního způsobu výstavby, rozvoj hydrauliky a prohlubování znalostí o tvaru koryt na základě pozorování přirozených zachovalých tratí bystrinných toků a modelového výzkumu ve vodo-hospodářských laboratořích vedly k hledání nových způsobů úprav bystrín. Hlavním problémem při úpravách bystrín je snížení rychlosti vody a tedy i její unášecí síly, zejména při vyšších průtocích. Proto se pozornost soustřeďuje především na odstupňování dna nebo zvýšení drsnosti koryta. V zahraničí i u nás se v posledních letech objevují nová řešení příčných objektů, jako jsou drátokamenné a prefabrikované stupně a přepážky, kamenité prahy, balvanité skluzy, průčné hrázky a zpevnění koryta různými druhy pohoží.

Předností všech těchto navrhovaných řešení je zlepšení technologie výstavby s možností většího využití mechanizačních prostředků. Kamenité prahy, balvanité skluzy a pohozy koryta jsou navíc funkčně dokonalejší a poskytují i ekonomické výhody. Napodobují přirozené účelné útvary bystrín a jsou šetrnějším zásahem do charakteru krajiny.

Proto úkolem technického rozvoje hrazení bystrín je ověřit uvedené způsoby řešení při úpravách bystrinných toků, posoudit vhodnost konstrukcí, jejich technické a ekonomické parametry, kritéria použitelnosti a popř. vytvořit předpoklady pro jejich urychlené zavedení do praxe.

Pokusné objekty byly vybrány ve flyšové oblasti Moravskoslezských Beskyd, v působnosti závodů LTM ve Frýdku Místku a Žilině, kde přírodní podmínky i technické a kádrové vybavení umožňují zajištění náročných úkolů technického rozvoje.

CHARAKTERISTIKA POKUSNÝCH POVODÍ

Povodí říčky Stonávky se nachází v nejsevernějším výběžku Moravskoslezských Beskyd. Stonávka pramení pod Ropičkou v nadmořské výšce 770 m a protéká ve směru S—J obcemi Komorní Lhotka, Hnojník, Tránovice (okres Frýdek Místek) a Hradiště (okres Karviná), kde se vlévá do přehrady v Těrlicku. Celková délka toku nad přehradou je 15 km. Pokusná trať se nachází mezi km 3,7—6,8. K profilu v km 5,132 (zaústění přítoku Černého potoka) měří povodí 17,4 km², dílčí povodí Černého potoka 13,8 km², spolu 31,2 km². Průtoky Q_{100} těchto profilů činí 56,48 a 84 m³/s (Kříž Vl., Sochorec, Kříž H. 1964).

Do těrlické přehrady ústí přímo několik bezejmenných potůčků, na kterých byly postaveny záchytné přepážky proti zamášení nádržného prostoru splaveninami. Na jednom z nich, v km 3,75 obvodu zátopy, byla postavena kamenná 2,4 m vysoká průčezná hrázka. Bezlesé svažité povodí nad hrázkou měří 40 ha, Q_{100} bylo vypočteno na 3,7 m³/s.

Bystrina Lomná pramení pod hřebenem Velkého Polomu (1067 m) na moravsko-slovenském pomezí, protéká SV obcemi Horní a Dolní Lomná. V Jablunkově se zleva vlévá do Olše (povodí Odry). Délka toku je 17 km; pokusná trať s kamennými rozrážeci se nachází mezi km 10,23—10,81. Plocha povodí nad profilem v km 10,23 měří 28,7 km², $Q_{100} = 75$ m³/s. V km 14,6 je přepážka z betonových prefabrikátů ($P = 3,75$ km², $Q_{100} = 23,6$ m³/s), v km 15,0 drátokamenná přepážka ($P = 2,55$ km², $Q_{100} = 16,7$ m³/s). V povodí Lomné je 12 km zachovalých bystřinných úprav z let před druhou světovou válkou.

Do Olše v Jablunkově zaústí zprava bystrina Radvanov ($P = 5,9$ km²), jejíž výústní trať je zahrazena. K ochraně této úpravy byla vybudována v km 1,97 drátokamenná přepážka ($P = 4,2$ km², $Q_{100} = 17$ m³/s).

Vadičovka je levostranným přítokem Kysuce, do které ústí pod obcí Radola. Povodí Vadičovky leží při jižním okraji kysucké vrchoviny. Nejvyšším vrcholem povodí je Ládonhora (999 m). Délka toku je 13,9 km, plocha povodí k ústí měří 42,3 km². Hodnota Q_{100} byla vypočtena na 85 m³/s. Bystrina protéká obcemi Horní a Dolní Vadičov, Lopusné Pažitie a Radola, okres Čadca. V celém povodí je upraven pouze jeden přítok Galierovce (lapač splavenin, kyneta) v pramenné oblasti. Pokusný úsek byl vybrán v km 1,170—3,435, kde má Vadičovka charakter devastované dolní trati aktivní šterkonosné bystriny. V km 1,170—1,808 je dno opevněno kamenným pohozením, úsek je zakončen balvanitým skluzem. V km 2,165 je postavena klenbová přepážka z betonových prefabrikátů s retenčním prostorem cca 5000 m³, která má poskytnout ochranu pro trať s pohozením před zašterkováním. Pokusný úsek pokračuje nad retenčním prostorem přepážky výhonovou úpravou ve spojení s prohrábkou koryta a vegetačním zpevněním břehů a šterkovisk.

Všechna pokusná povodí leží v oblasti karpatského flyše. Povodím Vadičovky prochází styková čára mezi flyšovými a bradlovými pásmem. Geologická skladba je příznivá pro intenzivní tvorbu splavenin. Klimaticky náleží povodí k humidním oblastem s ročním úhrnem srážek 850—1200 mm, s maximem srážkové činnosti v letním období. Ze vzájemně blízkých přírodních podmínek vyplývá i obdobný charakter jmenovaných bystrin. Malá retenční a retardační schopnost povodí a nepříznivý geomorfologický reliéf způsobují koncentraci povodňových odtoků a silnou erozní činnost jak v povodích, tak i v bystřinných korytech. V důsledku toho vznikají při průtocích vyšších než Q_1 četné břehové nátrže, dochází k vymílání dna a intenzivnímu pohybu splavenin téměř v celé délce toků. V dolních tratích Stonávky a Vadičovky se usazují značné množství šterků, který se při povodních dostává znovu do pohybu a přispívá k meandrování proudnice mezi mánosy. Přirozené průtočné profily nestačí k neškodnému odvedení povodňových průtoků. Při častých inundacích vznikají značné povodňové škody na přiléhajících pozemcích a objektech (komunikace). Jen výústní trať Lomné byla kolem roku 1930 zahrazena a je dosud v zachovalém stavu.

POKUSNÉ OBJEKTY

PRŮCEZNÉ HRÁZKY

Průčezné hrázký jsou novým typem retenčních objektů použitým již na přítocích některých údolních nádrží (Koryčany aj.). Těleso hrázký je z kamenného náhozu s dlažbovitě urovnaným povrchem, jímž procezuje voda. Použije-li se na

1. Prúsaková hrázka u přehrad dy v Těrlicku



stavbu tělesa dostatečně velkých kamenů, které odolávají příslušné unášecí síle, může být hrázka provedena bez obložení. Na vzdušné straně se zřizuje zajišťovací patka. Pro stanovení velikosti průčné plochy se užívá jednoduchého vzorce

$$P = \frac{Q_n}{k} \cdot \frac{5s}{y},$$

kde P — průčná plocha v m,

Q_n — hodnota n -letého průtoku, který má objektem procedit v m³/s,

k — koeficient filtrace (0,43),

s — šířka hrázky v základu v m,

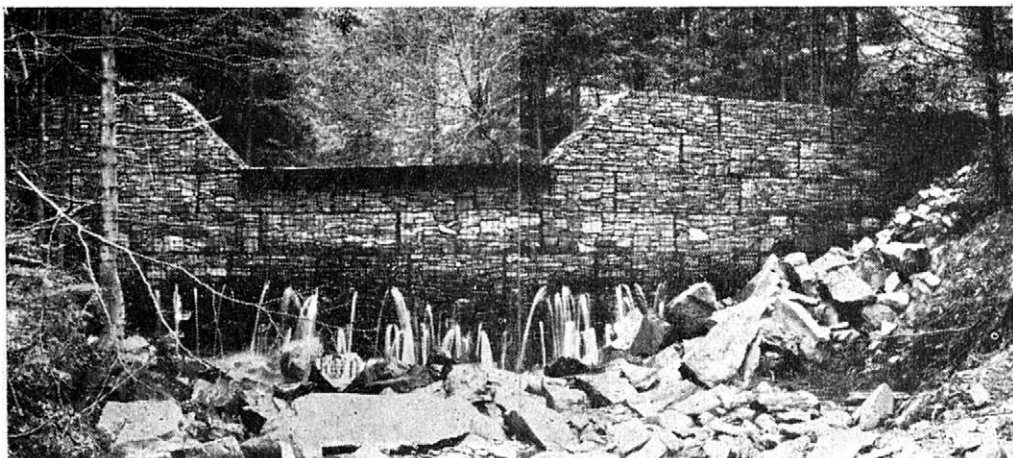
y — hloubka vody pod hrázkou v m.

Průčná plocha se zpravidla dimenzuje na průsak Q_1 , větší průtoky se přelévají přes korunu, přičemž tloušťka paprsku přelivu má být co nejmenší. Proto hrázky umísťujeme do širších profilů, abychom dosáhli dostatečné délky přelivné hrany. Přípustné sklony ovzdušného a návodního svahu závisí na rozměrech použitého kamene; při rozměru 50/50/50 cm je těleso stabilní při sklonech kolem 1 : 1,5. Větší objekty vyžadují podrobnější řešení uváděná v literatuře (M o s t k o v 1954, G r i š i n 1962, S t e h l í k 1964).

Na přítoku přehrady v Těrlicku v km 3,75 obvodu zátopy byla v roce 1964 postavena průsaková hrázka 2,4 m vysoká z kamene o střední váze 250 kg/ks, v koruně 1 m široká, se sklony návodního svahu 1 : 1,5 a ovzdušného 1 : 2,5 (obr. 1). Objektem prošly v roce 1965 středně velké povodňové průtoky bez poškození; funkci lapače splavenin plní spolehlivě.

DRÁTOKAMENNÉ A DRÁTOŠTĚRKOVÉ STUPNĚ A PŘEPÁŽKY

Drátokamenné a drátoštěrkové stupně a přepážky jsou již osvědčeným typem spádových objektů. V poválečném období se však potřebné pletivo průmyslově nevyrábělo, a proto se těchto konstrukcí téměř přestalo používat. Podle zahraničních zkušeností se začaly i u nás v roce 1964 k tomu účelu zkoušet bodově vysokofrekvenčně svařované sítě vyráběné pro výztuž plošných panelů. Ze sítí se spojují koše, které po vyplnění kamenem přebírají funkci zdíva. Metoda i tech-



2. Drátokamenná přepážka na Lomné

nologické postupy byly podrobně popsány (T i p p l 1964, 1965). Při navrhování rozměrů a uspořádání objektů užíváme obvyklých zásad a statického řešení (Strelle 1934, Skatula 1960). Výstavbou experimentálních objektů se sledovalo zejména osvědčení a dořešení navrženého systému drátokamenných konstrukcí, jejich montáže a zjištění stability objektů. Vybudované objekty slouží též k dlouhodobému sledování koroze drátěného pletiva.

V povodí bystřiny Lomné bylo ze svařovaných sítí postaveno 5 vyšších přepážek a několik stupňů. V rámci TR jsou sledovány přepážky na Lomné v km 15,0 (výška 4,2 m, rozpětí v koruně 27 m, obr. 2) a Radvanově v km 1,97 (výška 3,2 m, rozpětí 21 m, obr. 3). Oba objekty se od běžných řešení liší také tím, že stupňovité zesílení tělesa směrem k základové spáře je prováděno proti vodě. Ovzdušná stěna je svislá, což je výhodné pro ochranu tělesa před padající vodou a splaveninami. Obdobné uspořádání se osvědčilo v Bavorsku (Kolektiv 1962). Rozměry sítí jsou stanoveny tak, aby z nich bylo možno spojovat koše o poměru stran 1 : 2 : 3 (na Lomné a Radvanově 80/160/240 cm), což pak dovoluje měnit rozměry s určitým modulem. Výrobce sítí je drátoyna



3. Drátokamenná přepážka na Radvanově

v Hlohovci nad Váhom. Dne 12. června 1965 byl v povodích Lomné i Radvanova zaznamenan průtok překročený průměrně jednou za 10 let. Povodí Radvanova bylo obdobným průtokem postiženo znovu dne 17. července 1965 po místní bouřce. U obou objektů bylo podemleto levé křídlo; závada byla odstraněna, další škody se neobjevily.

STUPNĚ A PŘEPÁŽKY Z BETONOVÝCH PREFABRIKÁTŮ

Stupňů a přepážek z betonových prefabrikátů se na bystřinách používá již několik desetiletí. Známý je systém Miozzi-Andreocci (Strele 1934). Určitého zlepšení se dosáhlo v posledních letech v tom, že se začalo používat betonových překladů RZP 88 a RZP 59n vyráběných pro pozemní stavby. Překlady bylo nutno při výrobě přizpůsobit ponecháním dvou až tří otvorů pro vzájemnou vazbu jednotlivých prvků betonářskou ocelí. Jejich nedostatkem však je, že mají vyšší množství jakostnější oceli a neodpovídají svým složením a výrobou požadavkům na vodostavební betony. Proto se zkouší i ambulantně vyráběné prvky, které tyto nedostatky nemají.

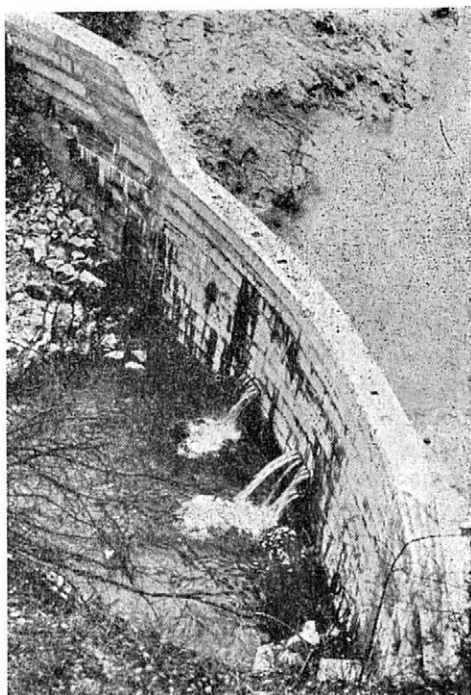
Ani tyto objekty se neliší svým konstrukčním řešením od zděných stupňů. Pokud nejsou prefabrikáty spojovány cementovou maltou, je objekt celou plochou průřezný; pak je třeba věnovat pozornost (obdobně jako u drátokamenných přepážek) neškodnému svedení procezené vody podél ovzdušné hrany křídel a terénu opevněným rigolem do dopadiště.

V rámci TR byly postaveny přepážky na Lomné v km 14,6 a na Vadičovce v km 2,195. Retenční přepážka na Lomné je 3 m vysoká s rozpětím v koruně 19,2 m (obr. 4). Je postavena z překladů RZP 88—120 a 180, které byly spojeny betonářskou ocelí $\varnothing$ A12 protaženou připravenými otvory, se zalitím cementovou maltou.

Výhodnou konstrukcí je klenutá přepážka na bystřině Vadičovce, (obr. 5 a 6), navržená L. Novákem. Těleso přepážky je vytvořeno ze železobetonových atypických prefabrikátů průřezu 60/29/200 cm segmentového tvaru. Prefabrikáty z vodostavebního betonu V₄T₅₀250 jsou ukládány na cementovou maltu M 300. Poloměr střednice klenby je stálý — 14 m, max. středový úhel je 66°34'. Tloušťka klenby je rovněž stálá, od základů až po korunu křídel 0,6 m. Výška přepážky je 3,55 m, rozpětí 19,68 m. Klenba je počítána pomocí Guidio-



4. Přepážka z betonových prefabrikátů na Lomné



5. Klenbová přepážka z betonových prefabrikátů na Vadičovce

kladným stavebním materiálem zůstává kámen, mění se však kvalitativně jeho využití.

KAMENITÉ PRAHY

Kamenitých prahů se užívá k příčnému zpevnění dna. Jsou z kamenné rovnaniny, částečně zapuštěné pod niveletou; špičky kamenů zasahují do profilu, kde vytvářejí tzv. účinnou drsnost. Zvyšují tak turbulenci proudění při úbytku kinetické energie, což se projevuje snížením profilových rychlostí. Při návrhu je možno vycházet jen z dosud provedených konstrukcí a s nimi získaných zku-

vých rovnic pro určení maximálních napětí ve vrcholu a v patce klenby. Objekt je umístěn ve skalnaté soutěsce tvořené navětralými vápenci a lupky, na jejímž horním konci se koryto rozšiřuje v široké štěrkovisko. Dopadiště je skalnaté a nebylo zpevňováno. Stavba byla ukončena v roce 1965.

Popsané objekty jsou vzájemně technologicky odlišné, ale jejich hydrotechnická funkce je obdobná; v dopadišti pod objektem se koncentruje kinetická energie. Proto je nutno ve většině případů zajišťovat stabilitu těchto spádových stupňů nákladnými a pracnými vývazy, abychom ve vodním skoku utlumili přebytek kinetické energie vody a v trati pod objektem zabezpečili neškodné říční proudění.

V posledních letech se počínají stále více prosazovat přírodě blízké úpravy toků využívající kladných prvků, odpozorovaných ze zachovalých říčních tratí. Tento směr přinesl zcela nové způsoby úprav koryt a objektů, kterými lze klasické spádové stupně jako konsolidační objekty úspěšně nahradit. Zá-

kladným stavebním materiálem zůstává kámen, mění se však kvalitativně jeho využití.



6. Klenbová přepážka na Vadičovce při zvýšeném průtoku. Snímek Škopek

šeností, vhodný je modelový výzkum. O využití obdobných objektů v NSR referuje K i r w a l d (1954).

Kamenité prahy byly uplatněny při úpravě výústní tratě Černého potoka (pravý přítok Stonávky) v délce 0,8 km. Do profilu 6 m širokého ve dně, 1,2 m hlubokého, se svahy 1 : 2, s podélným sklonem nivelety 7 %, bylo vloženo 18 kamenitých prahů 4 m dlouhých, které nemění podélný sklon dna (obr. 7).

BALVANITÉ SKLUZY

Balvanité skluzy (skluzy s účinnou drsností, stupně R i e d i g e r o v y - S c h a u b e r g e r o v y) jsou novým typem spádových objektů, který se staví od roku 1962 podle návrhu J a ř a b á č e s využitím rakouských zkušeností na bystřině Stonávce. Jsou z volně loženého hrubého záhozového kamene s podélným sklonem ve směru nivelety 1 : 6 — 1 : 20. Využívají vysoké drsnosti povrchu (která závisí především na velikosti kamene a způsobu jeho uložení), a tím vznikajících odporů k utlumení kinetické energie proudící vody.

Stavbě prvních skluzů předcházely modelový výzkum v laboratoři Výzkumného ústavu vodohospodářského v Bratislavě. Ve velkém hydraulickém žlabu byl vytvořen trojrozměrný nepřevýšený model skluzu s účinnou drsností v měřítku 1 : 30. Při průtoku odpovídajícímu Q_{100} ve skutečnosti k poruchám objektu nedošlo. Pod skluzem vznikl táhlý výmol, který neohrozil vlastní objekt ani břehy (V i n c e n t 1962, V i n c e n t, J a ř a b á č 1966).

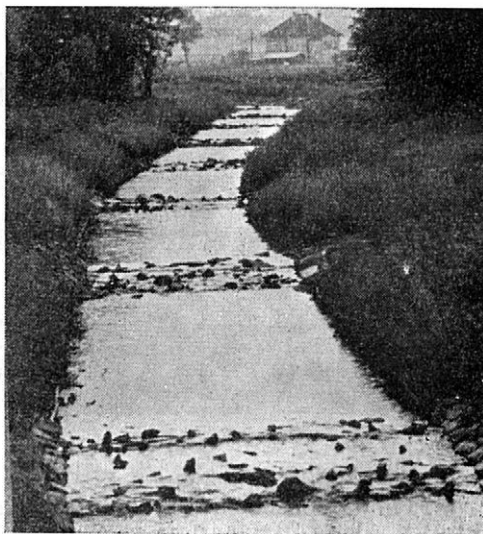
Obecné řešení skluzů nebylo dosud vypracováno. První skluzy byly navrženy podle údajů S c h a u b e r g e r a (1957) a kritérií odvozených N i e l e m (1960): max. hloubka vody 2,7 m; $q_{\max} = m^3/s/bm$; šířka koruny pro kámen nejdelšího rozměru 1–1,2 m.

V pokusné trati Stonávky mezi km 3,7–6,8 bylo do konce roku 1965 postaveno 15 0,83–2,10 m vysokých skluzů (obr. 8), další jsou ve stavbě. Na bystřině Vadičovce je dokončován 1,7 m vysoký skluz v km 1,808–1,831. Také na jiných místech naší republiky byla v roce 1965 úspěšně zahájena stavba balvanitých skluzů (Belanka v povodí Turce aj.).

POHOZY

V poslední době se často u nás i v zahraničí používá při regulačních úpravách toků k opevnění dna a svahů břehů pohozy. V různých modifikacích se nově vybudované koryto opevňuje ochrannou vrstvou pohoze šterku (makadamu), lomového kamene, tříděných říčních valounů, vysokopecní strusky i jiných materiálů.

Volný pohozy lze při zpevňování svahů břehů (o sklonu menším než 1 : 3) i válcovat, popř. proložit vrchní vrstvou hlinitopísčítým materiálem a osít trávou nebo vysázet vrbové řízky.



7. Kamenité prahy na Černém potoce



8. Jeden z balvanitých skluzů na Stonávce

Tímto způsobem se dosáhne velmi odolného a pružného opevnění, které účinně zabraňuje vymílací činnosti vody.

Potřebný průměr kamene pohozu a tloušťku vrstvy určíme z rovnice Meyerovy - Peterovy (1948)

$$\gamma_w \cdot \left(\frac{k_s}{k_r}\right)^{3/2} \cdot R_s \cdot I = 0,047 \cdot \gamma_s'' \cdot d_m + 0,25 \cdot \left(\frac{\gamma_w}{g}\right)^{1/3} \cdot g_s''^{2/3}, \quad (2)$$

kde

g_s — průtok splavenin na 1 m šířky profilu za vteřinu vážený pod vodou v t/m/s,

k_s — koeficient drsnosti ve smyslu rychlostní rovnice Stricklerovy, vztažený k profilu F_s , kterým protéká na pohyb splavenin působící průtočné množství Q_s , vyjadřující odpory z tření a změny tvaru profilu v m^{1/3}/s,

k_r — koeficient drsnosti splavenin. Na základě pokusů bylo stanoveno, že

$$k_r = \frac{21,1}{6\sqrt{d_m}}$$

R_s — hydraulický poloměr vztažený k průřezu F_s , kterým protéká průtočné množství Q_s , v m,

I — spád čáry energie,

γ_w — specifická váha vody (normálně = 1) v t/m³,

γ_s — specifická váha splavenin vážených na vzduchu v t/m³,

γ_s'' — specifická váha splavenin vážených pod vodou v t/m³,

d_m — směrodatný průměr splaveninového zrna, který vypočteme ze vztahu

$$d_m = \frac{\Sigma p \cdot \Delta d}{\Sigma \Delta p} = \frac{\Sigma p \cdot \Delta d}{100},$$

kde p — váhový podíl v % z celkové váhy vzorku, připadající Δd ,

d — průměr splaveninového zrna v m,

g — zrychlení zemské tíže v m/s².

Při hrazení bystřin se g_s'' v konečném stavu musí rovnat 0 (Müller 1960). Pro širší toky, kde $\frac{B}{h} \geq 10$, je možno uvažovat $\frac{Q_s}{Q} = 1$; poměr $\left(\frac{k_s}{k_r}\right)^{3/2} = f_k = 0,75-0,8$ u pohozů za předpokladu rovinného dna se blíží 1. Další úpravou rovnice (2) vypočteme velikost zrna pohozu dna

$$d_m = \frac{\gamma_w \cdot \varphi_k \cdot I}{\gamma_s'' \cdot R_s \cdot 0,047} \quad (3)$$

pro stanovený průtočný profil a podélný sklon dna. Tloušťka vrstvy pohozu musí být dvojnásobkem až trojnásobkem vypočtené velikosti zrna. Při úzkých korytech je třeba brát v úvahu i ztráty vznikající třením o svahy koryta a výpočet provést způsobem podrobně popsáním v literatuře (Meyer-Peter, Lichtenhahn 1963 aj.).

Návrh úpravy spádových poměrů pro pokusnou trať na Vadičovce byl řešen na podkladě rozboru zrnitosti splaveninového materiálu dna. Váhovou a síťovou analýzou a vyhodnocením křivek zrnitosti byl zjištěn směrodatný průměr valounů 5,85 cm.

Aby byla zajištěna stabilita valounů této velikosti na dně, bylo by nutno při navrhované hloubce 1,2 m upravit průměrný sklon dna 16‰ na sklon 5‰ . Výškový rozdíl pokusného úseku na délce 700 m činí 10,3 m a bylo by nutno ho snížit při sklonu 5‰ na 3,3 m příčnými objekty, např. vložním sedmi stupňů o výšce 1 m.

Použití pohozu umožnilo návrh sklonu nivelety na 13‰ , při kterém bude nutno snížit výškový rozdíl pouze o 1,7 m, což bude provedeno jediným balvanitým skluzem.

Pro opevnění dna pohozem byla vypočtena velikost zrna pohozu $d_m = 0,20$ až 0,22 m. Ochranná vrstva dna byla navržena o tloušťce 40 cm. Svahy břehů jsou zpevněny vegetačně. Příčný profil má rovinné dno na šířku 7 m, k patě svahů se dno zvedá ve sklonu 1:7; celková šířka dna je 13 m, svahy 1:2, hloubka profilu 1,2 m. Šířka hladiny je 16 m (obr. 9).

ÚPRAVA KORYTA VSYPNÝM ZPŮSOBEM

Vsypného způsobu úpravy koryta (Mautner 1947) bylo použito na řece Aare pod Thunerským jezerem ve Švýcarsku v letech 1929—1941 na úseku 4,3 km dlouhém, kde bylo dno pokryto hrubým záhozovým kamenem podle předem stanoveného systému (v pruzích, svazích, šachovitě, nepravidelně), který má zvýšením turbulence a odporového součinitele koryta snížit profilové rychlosti a zabránit vymílání dna. Abychom si ověřili funkci kamenných rozrážečů v po-



9. Kamenitý pohoz dna na Vadičovce
10. Pokusná úprava Lomné kamenným záhozem

hyblivém dně, byl proveden pokusný úsek na bystřině Lomné v km 10,23 až 10,81 (obr. 10).

Pro návrh rozměrů kamene se uvádí vzorec von Steigera [2]

$$I = n \cdot \frac{L}{h_{\max}}, \text{ přičemž } L = \frac{I \cdot h_{\max}}{n}, \quad (4)$$

kde

- n — koeficient pro řeky s oboustranným ohrázováním = 0,02—0,03,
- $h_{\max}$ — maximální hloubka vody v m,
- I — spád čáry energie,
- L — nejdelší rozměr použitého kamene v m.

Použití tohoto způsobu opevnění dna je vhodné, když podle rovnice (2) za předpokladu $g_s'' = 0$

$$\gamma_w \cdot \left[\left(\frac{k_s}{k_r} \right)^{3/2} \cdot R_s \cdot I > 0,047 \cdot \gamma_s'' \cdot d_m. \quad (5)$$

Je-li vlečné napětí větší než odpor koryta, dno se bude prohlubovat, čemuž lze zabránit vložím balvanitých rozrážeců.

Realizaci návrhu předcházely modelový výzkum v hydraulickém žlabu laboratoře VÚV v Bratislavě. Na dvojrozměrném nepřevýšeném modelu v měřítku 1 : 40 byl přezkoušen vsypný způsob opevnění dna, který představoval v přírodě 480 m dlouhý přímý úsek s podélným sklonem 9,5—7,2 %. Dno modelu bylo pokryto kamenem o rozměru 60/60/80 cm, který byl šachovitě uložen v osových vzdálenostech 3 m.

Výsledky modelu ukázaly, že zjištěná hodnota odporového součinitele koryta bez kamenů $n = 0,044$ se po vložení kamene zvýšila více než dvojnásobně na $n = 0,103$. Za povodňového průtoku se však před každým kamenem vytvářel výmol, kameny klesaly do dna, čímž jejich vliv na hodnotu odporového součinitele postupně mizel; závěr pokusu vyzněl negativně (V i n c e n t 1964).

Abychom mohli změřit skutečné hydraulické veličiny tohoto systému, byl tímto způsobem zpevněn 580 m dlouhý úsek bystřiny Lomné, do kterého byl vložen kámen středního rozměru 60/60/80 cm rozmístěný v nepravidelných vzdálenostech, v množství 1 m³/bm délky koryta při šířce kolem 11 m. Stavba byla předčasně ukončena po povodni dne 12. června 1965, kdy byl zaznamenán průtok Q_{10} (30 m³/s), který úpravu poškodil.

VÝSLEDKY POKUSŮ

Vyhodnocení provedených akcí technického rozvoje si vyžádá dlouholetých pozorování. Přesto však je možno některých poznatků použít při řešení dalších obdobných úkolů. Předmětem vyhodnocování jsou technická zlepšení úprav a ekonomické výsledky výstavby (které však jsou do jisté míry ovlivněny způsobem rozpočtování a úrovní použité technologie stavebních prací, což ovlivňuje výrobní náklady).

TECHNICKÉ A TECHNOLOGICKÉ VÝSLEDKY

Průcezně hrázky se uplatní na menších tocích s mělkými a širokými profily, a to především v místech s aktivní erozní činností. Jsou nenáročné na provedení. Odpadá nákladné jímkování, výkopové práce se snižují na minimum a povodňové škody v průběhu výstavby jsou vyloučeny. Většinu prací lze konat

strojně a investiční náklady klesají až pětinašobně. Při stavbě je třeba věnovat pozornost uložení kamene na ovzdušné straně hrázky, aby nedošlo k jejímu vymletí při přelítí koruny. Výhodnější je obkladní vrstvu vytvořit z hrubých kamenů, aby při přelivu koruny (po usazení splavenin i v tělese hráze) lépe tlumily kinetickou energii vody svou přirozenou drsností. Po zaplnění nádržného prostoru je možno hrázku bez obtíží zvýšit.

Drátošterkové a drátkokamenné stupně a přepážky ze svařovaných sítí se osvědčují. V souladu se zahraničními zkušenostmi [9] i u nás urychlují výstavbu a snižují náklady cca o 35%.

Aby se vyšší přepážky nedeformovaly vymíláním dna v základové spáře, doporučuje se založení na betonový blok. Podobné nebezpečí hrozí i v místech zavázání křídel do terénu; prostor mezi křídlem přepážky a rostlým terénem ve vykopané rýze je vhodné utěsnit výplňovým betonem. Kámen pro výplň košů lze vybírat v nádržném prostoru přepážky, ale ne v korytě pod ní, kde by po oslabení přirozené dnové dlažby mohlo dojít ke zvýšení eroze. Ve srovnání s betonovými a prefabrikovanými stupni se drátkokamenné konstrukce daleko lépe včleňují do přirozeného charakteru prostředí.

Stupně a přepážky z prefabrikátů neposkytují velké materiálové a finanční úspory; jejich předností je urychlení výstavby. Výhodnější jsou betonové klenby jako u přepážky na Vadičovce, jejichž použití je však vázáno na výskyt vhodného profilu. Experimentální stavba klenbové přepážky z prefabrikátů na Vadičovce ověřila vhodnost návrhu, statického řešení, technologického postupu výstavby a splnila očekávané předpoklady. Montáž vlastní konstrukce z prefabrikátů byla vykonána pomocí autojeřábu za pouhé 3 dny, takže je téměř vyloučena možnost výskytu povodňových škod na staveništi, což často tak nepříznivě ovlivňuje déle trvající stavby tížných objektů. U spádových stupňů je třeba dát přednost skluzům s účinnou drsností. Životnost betonových konstrukcí závisí na kvalitě a zpracování betonu. Stav prefabrikovaných zahrázek postavených za posledních 10 let naznačuje, že o životnost těchto konstrukcí není třeba mít zvláštních obav.

Popsané přepážky nejsou opatřeny okny k proplavení jemnějších splavenin, které mohou být tokem neškodně odnášeny. Jemné frakce tvoří značný podíl splaveninových směsí a velmi urychlují zanášení nádržného prostoru. Tuto skutečnost je třeba brát v úvahu při ekonomickém posuzování těchto objektů v porovnání s kamennými přepážkami, kde se okna dělají.

Balvanité skluzy jsou velkým pokrokem při stavbě spádových objektů. U skluzů na Stonávce byly především ověřovány: a) nejvhodnější technologické postupy stavebních prací, b) stabilita dna nad skluzy a nejvhodnější způsob jeho podchycení, c) deformace dna a břehů pod skluzy, d) nejvhodnější způsob opevnění břehů skluzů, e) jiné jevy (zarůstání, průtok splavenin, sesedání kamenů aj.), f) ekonomické výsledky výstavby.

Menší hloubka zakládání skluzů ulehčuje výkop a odvodnění základové jámy. Ukládání kamene se provádí výlučně pomocí mechanizace. Lépe než autojeřáb se uplatňují pohyblivé nakládače HON 050 a T 172. Skládky kamene mimo objekt zvyšují provozní náklady. Proto je třeba upravit příjezd do stavební jámy a navážet kámen přímo do objektu. Aby nedocházelo v důsledku vyplavování jemných frakcí k poklesu dna nad skluzem, je nutno horní zhlaví objektu ukončit pevným prahem. U menších objektů postačí zápleťový plůtek pod dnem, u větších je nutný betonový nebo zděný práh. Zvlněný vodní skok pod skluzy napomáhá tvorbě výmolů; při správném prostorovém uspořádání povrchu se vytváří plytký táhlý výmol uprostřed koryta, který neohrožuje skluz ani břehy.



11. Rekonstrukce jezu balvanitým skluzem na Stříbrníku u Frýdlantu n. O. Snímky Jarařabáč

Lomený podélný sklon (v horní části skluzu větší než v dolní) je hydraulicky příznivější než jednotný sklon po celé délce skluzu. Pokrytí břehů kamennou rovnatinou na plnou výšku profilu je bezpečné, ale esteticky méně vhodné. U dvou skluzů byly břehy pokryty vrbou, uchycenou navíc drátěnou sítí 80 ČSN 15 3152.00. Toto zajištění postačuje k ochraně břehů po vzrůstu vrby, hrozí však nebezpečí poškození v průběhu výstavby. Za nejlepší možno pokládat pokrytí dolní části svahu kamenem, zatímco horní část se ozelení vrbou. Při povodňovém průtoku procházejí objektem splaveniny, které částečně zmenšují drsnost povrchu, ale silnými turbulentními víry jsou opět vyplavovány. Vyčnívající kameny zachycují větve stromů, pařezy, části bylinné vegetace aj. unášené vodou. Živý materiál (vrbové pruty) při celoročním dostatku vláh rychle vzrůstá a musí být občas odstraňován.

Podle zahraničních zkušeností jsou balvanité skluzy použitelné pro malé i větší šterkonosné toky. Niel (1960) referuje o použití skluzů v povodí Waldzeller Aache na toku šířky 3 m ve dně s průtočným množstvím $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$, Schauburger (1957) v povodí Alm u Wimsbachu šířky 50 m ve dně s rozdílem hladin 2,3 m.

Mimofádně výhodné je použití tohoto systému při rekonstrukci poškozených stupňů a jezů. Fiebich-Ripke (1959) píše o rekonstrukci 700 let starého jezu na Königseeache v roce 1957 podle návrhu Schauburgera na balvanitý skluz šířky 67 m, o výšce 4,6 m.

Také v Beskydech byl rekonstruován v roce 1965 1,2 m vysoký stupeň na Stříbrníku u Frýdlantu nad Ostravicí na skluz 8 m ve dně široký a 12 m dlouhý (obr. 11). Na Čeladné je v rekonstrukci 1,2 m vysoký a 21,6 m široký jez, který bude přestavěn na skluz. V průběhu rekonstrukce prošel objektem dne 12. června 1965 průtok $21 \text{ m}^3/\text{s}$ zcela neškodně.

Pohozy dna i břehů jsou již několik let prováděny na regulačních tocích. Při hrazení Vadičovky bylo tohoto způsobu použito podle návrhu Škopa na bystřinném toku. V současné době se stavba tohoto úseku dokončuje. Jak se z dosavadních, zejména technologických poznatků ukazuje, není již při tak velké zrnitosti (20 cm), která byla na Vadičovce navržena, dost dobře možné dodržovat předpokládaný postup, tj. vytvářet vrstvu pohozu přestým nasypáním a rozhrnováním.

Protože je již z lomu dodáván kámen (lomový odpad) značně rozdílných rozměrů, převážně větších než požadovaných 20 cm, je nutno ručně dorovnávat

jednotlivé kameny a upravovat tloušťku vrstvy. Přesto však stavba pokračuje značně rychleji, než klasické způsoby opevnění. I po ekonomické stránce se ukazuje, že předpokládané úspory budou dosaženy. Vyhodnocení funkce pohozu bude však možno vykonat až po větších povodňových průtocích. Zejména se bude sledovat a hodnotit: účinek velkých vod z hlediska stability vrstvy, účinek vymílací a zanášecí činnosti vody, vlivy poškozování pohozu obecným užíváním toku, vliv a možnost zarůstání, nutnost a způsoby údržby, biologická stránka, vzhled toku a začlenění do krajiny, životnost a ekonomické parametry.

Pohoz v s y p n ý m z p ů s o b e m provedený na bystřině Lomné poskytl výsledky shodné s modelem. Při povodni dne 12. června 1965 došlo vlivem brzdicího účinku vložených kamenů k silnému poklesu průtokových rychlostí v celé pokusné trati. Na délce 580 m se uložilo 4500 m³ splavenin a dno se zvedlo o 20–80 cm. V důsledku nepravidelného rozmístění kamene se splaveniny ukládaly v dlouhých pruzích jen za těmito kameny. Došlo i k „utopení“ některých kamenů v pohyblivém dně, čímž se brzdicí účinek systému podstatně snížil. Podmínkou stability úpravy je, aby za povodně rychlosti u dna nepřekročily hodnotu vymílací rychlosti, kterou můžeme vyjádřit rovnicí

$$v_{\max} = k_s \cdot \sqrt{0,047 \cdot \gamma_s'' \cdot d_m}. \quad (6)$$

Splnění této podmínky dosáhneme na bystřinném toku s velkým podélným sklonem dna jedině stupňováním. Vzájemnou kombinaci těchto způsobů by bylo nutno řešit na modelu. Můžeme tedy předběžně stanovit podmínky pro úspěšné využití tohoto způsobu úpravy: a) velmi malý až nulový průtok splavenin (tratě pod retenčními objekty), b) použití ve vymílané trati (což posoudíme podle upravené Meyerovy-Peterovy rovnice [5]), c) nepřekročení přípustných nevymílacích rychlostí pro přirozenou směs splavenin ve dně po vložení kamene.

Použitím tohoto systému v tratích se silným průtokem splavenin dosáhneme v krátké době výrazného zvednutí dna.

EKONOMICKÉ VÝSLEDKY

Popsané konstrukce snižují náklady a pracnost proti dosud užívaným typům. Rozbor výrobních nákladů přepážek konaný Závědem lesnickotechnických měliorací ve Frýdku Místku je uveden v tabulce I.

Zvláštní pozornosti zasluhují balvanité skluzy; porovnání výrobních nákladů se stejně vysokými kamennými stupni podle výsledků dosažených na bystřině Stonávce je sestaveno v tabulce II. Ekonomický dosah zavedení tohoto typu příčných objektů vyplývá z konstatování, že jen výstavbou 15 skluzů na Stonávce se uspořilo 2 mil. Kčs proti výstavbě kamenných stupňů.

Použitím klenbové přepážky bylo dosaženo snížení objemu tělesa proti běžnému objektu (uvažovaném v tomtéž profilu) o 62 %, což i přes nepříznivě vysoké výrobní náklady prefabrikátů (1 m³ = 2005,— Kčs) přináší úsporu stavebních nákladů ve výši 25 322,— Kčs, tj. 22,8 %.

Kromě úspor kvalitních stavebních materiálů vyplývajících z menšího objemu zdiva přináší návrh klenbové přepážky i úsporu kvalifikovaných pracovních sil, úsporu bednění a plné využití mechanizace. Materiál a tvar přepážky působí dobrým estetickým dojmem.

Podle dosavadních zkušeností vodohospodářských organizací, které prováděly opevnění pohozem, přináší jejich použití úspory kvalitních stavebních materiálů, kvalifikovaných pracovních sil a změna technologického procesu připouští ma-

I. Výrobní náklady přepážek TR

Objekt	Faktura- ce	Úplné náklady	Přímé náklady				Nepřímé náklady
			hmoty	mzdy	mecha- nismy	jiné	
	tisíce Kčs						
Průsaková hrázka 2,4 m vysoká	34,3	23,9	10,2	6,3	0,2	—	7,2
Prefa — překážka 3 m vysoká	85,2	70,1	25,8	12,1	1,9	9,1	21,2
Drátokamenná překážka 3,2 m vysoká	106,4	63,8	25,5	13,2	2,9	4,0	18,2
Drátokamenná přepážka 4,2 m vysoká	145,5	89,9	25,9	16,6	6,9	14,6	25,9

II. Výrobní náklady balvanitých skluzů a stupňů z kamenného zdiva

Objekt	Faktura- ce	Úplné náklady	Přímé náklady				Nepřímé náklady
			hmoty	mzdy	mecha- nismy	jiné	
			tisíce Kčs				
Skluz 1,65 m vysoký, 27 m dlouhý, šířka ve dně 12 m	116,4	112,5	31,4	5,7	51,8	0,4	23,2
Skluz 1,65 m vysoký, 18 m dlouhý, šířka ve dně 12 m	78,6	74,2	21,1	3,8	33,3	0,3	15,7
Kamenný stupeň 1,65 m vysoký, šířka ve dně 12 m	230,9	142,3	61,6	30,7	2,6	1,2	46,2
Skluz 0,83 m vysoký, 10 m dlouhý, šířka ve dně 14 m	47,2	40,8	11,1	2,0	18,1	0,2	9,4
Kamenný stupeň 0,83 m vysoký, šířka ve dne 14 m	150,2	94,0	42,8	19,4	1,2	0,6	30,0
Skluz 1 m vysoký, 15 m dlouhý, šířka ve dně 16 m	51,0	41,5	12,9	1,3	16,9	0,2	10,2
Kamenný stupeň 1 m vy- soký, šířka ve dně 16 m	238,7	149,1	66,3	31,5	2,3	1,2	47,8

III. Normohodiny a investiční náklady na 100 m² dlažby a pohozy

Dlažba 40 cm tl.		Pohoz 40 cm tl.	
zedník	dělník	zedník	dělník
123 Nh	154 Nh	—	82 Nh
1 m ² v Kčs		1 m ² v Kčs	
128,48		68,73	

ximální využití mechanizace. Z ekonomického hlediska je v průměru dosahováno 25–40% úpory stavebních nákladů proti tradičním způsobům opevňování dna a břehů (dlažba).

Pro názornost uvádíme informativní porovnání spotřeby normohodin a investičních nákladů na zřízení 100 m² pohozy použitého na Vadičovce podle rozpočtových norem RS–59 (tabulka III). Uspora u pohozy činí 123 Nh zednické práce, 88 dělnické a 59,75 Kčs, tj. 46,5 % stavebních nákladů. Při úpravách bystřinných toků nebylo dosud tohoto způsobu opevnění použito, lze však podle dosavadních zkušeností vodohospodářů a teoretických předpokladů usuzovat, že zvýšení odolnosti dna umožňuje proti přirozené směsi splavenin na dně, zvláště u šterkonosných bystřin, značné zvýšení sklonu dna, a tím zmenšení počtu potřebných příčných objektů při celkové úpravě sklonu nivelety.

Konečné zhodnocení výsledků však bude možno provést po víceletém provozu, až budou známy nároky na údržbu a skutečná životnost nových konstrukcí.

POUŽITÍ VÝSLEDKŮ V PRAXI

V článku jsou popsány některé nové způsoby technických úprav bystřinných koryt a prvé zkušenosti s nimi.

Na základě dosažených výsledků je možno doporučit stavbu drátokamenných stupňů a přepážek s použitím bodově vysokotekvenčně svařovaných sítí, a to na bystřinných tocích s menšími splaveninami a ve stržích, zejména pak v místech, kde lze část kamenné výplně získat sběrem v nádržném prostoru přepážky nebo v blízkém okolí.

Plné pozornosti si zaslouží stavba klenbových přepážek z betonových prefabrikátů, obdobných přepážce na bystřině Vadičovce. Bez podrobného geologického průzkumu lze klenbové přepážky navrhovat ve skalnatých protilech — i s menší únosností hornin se stanovením dovoleného zatížení podle ČSN 73 1820 „Základová půda a plošné základy“.

Prozatím se doporučuje navrhovat jejich použití pro menší výšky asi do 5,0 m a v profilech s tvarovým koeficientem (poměr šířky profilu v koruně k výšce přepážky) v hodnotě max. = 5, s minimálním úhlem střednice 45°.

Osvědčují se i balvanité skluzy, které mají řadu ekonomických, estetických i funkčních předností. Zvláště výhodné je využití skluzů při generálních úpravách a rekonstrukcích poškozených stupňů a jezů.

Dobré výsledky lze očekávat i od kamenitých pohozy dna v místech, kde jsou pro jejich stavbu přírodní a výrobní předpoklady. Z dosavadních zkušeností lze doporučit použití pohozy, zejména při úpravách v dolních tratích bystřin, za

předpokladu, že úsek bude chráněn před zašterkováním. Vzhledem k tomu, že velikost zrna je závislá na sklonu nivelety a hloubce, doporučuje se návrh pohozy při sklonech do 10 ‰ a hloubkách okolo 1 m. Při těchto parametrech budou i technologické podmínky příznivější. Rovněž je výhodnější miskovitý (parabolický) tvar průtočného profilu.

Další rozšíření nových prvků v hrazení bystřin předpokládá promyšlenou přípravu výrobní technologie (materiálové zdroje, stavební mechanismy) u závodů lesnickotechnických meliorací.

Došlo dne 1. 6. 1966

Literatura

1. Čížek J.: Prefabrikace v lesnickotechnických melioracích. 1963, Lesnická práce, č. 10. — 2. Eidg. Amt für Strassen- und Flußbau: nepublikované sdělení o úpravě Aary ve Švýcarsku. 1965, Bern. — 3. Fiebich-Ripke E.: Der Salzburger Almkanal - Ein Werk ältester Salzburger Ingenieurkunst. 1959, Österreichische Wasserwirtschaft, č. 4-5. — 4. Grišin M. M.: Gidrotechničeskije sooruzenija. 1962, Moskva. — 5. Kirwald E.: Höckerschwellen im kombinierten Bachausbau. 1954, Mitteil. d. Württemberg. Forstl. Versuchsanstalt, B. XI. č. 1. — 6. Kirwald E.: Neuere Erfahrungen bei der Wildbachverbauung. 1958, Die Wasserwirtschaft, č. 7. — 7. Kolektiv: Bayern. 1960, Wasser und Boden, č. 7-8. — 8. Kolektiv: Nordrhein-Westfalen. 1963, Wasser und Boden, č. 3-4. — 9. Kolektiv: Jahresbericht 1962 der österreichischen Wasserwirtschaft und des österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes. 1963, Österreichische Wasserwirtschaft, č. 5-6, str. 110-113. — 10. Komora J., Náther B., Stich O.: Výpočet prietoku splavenín na štrkonošných tokoch. 1960, VÚV Bratislava. — 11. Kříž Vl., Sochorec R., Kříž H.: Opakování velkých vod v povodí Odry. 1964, Sborník prací HMÚ, č. 5. — 12. Mautner Fr.: Úprava řeky Aary ve Švýcarsku. 1947, Technický obzor, č. 16. — 13. Mayrhofer A.: Normalprofil und Ausgleichsgefälle geschiebeführender Flüsse, 1964, Österreichische Wasserwirtschaft, č. 7-8. — 14. Mostkov M. A.: Gidravličeskij spravočnik. 1954, Moskva. — 15. Meyer-Peter E., Lichtenhahn C.: Altes und Neues über den Flußbau unter besonderer Berücksichtigung des sanktgallischen Rheintales. 1963, Veröff. des Eidg. Amtes für Straßen- und Flußbau. — 16. Müller R.: Die Entwicklung der flußbaulichen Hydraulik. 1960, Wasser- und Energiewirtschaft, č. 8-10. — 17. Niel A.: Über die Vernichtung kinetischer Energie durch niedere Gefällsstufen. 1960, Österreichische Wasserwirtschaft, č. 4-5. — 18. Novák L.: Statické řešení zděných přepážek. 1965, materiály z konference o LTM, II. část, VÚLH B. Štiavnica. — 19. Possegger S.: Flußbau schützt Siedlung und Industrie. 1962, Österreichische Wasserwirtschaft, č. 10-11. — 20. Růžicka a kol.: Základy inženýrského stavitelství, díl 2., str. 184-186. 1957 Praha. — 21. Schaubberger W.: Naturgemäße Arbeitsmethoden im Flußbau. 1953, Österreichische Wasserwirtschaft, str. 14, 28. — 22. Schaubberger W.: Naturgemäßer Wasserbau am geschiebeführenden Flüssen. 1957, Wasser und Boden, č. 11. — 23. Skatula L.: Hrazení bystřin a strží. 1960, Praha. — 24. Skatula L.: Návrh řešení stability bystřinných přepážek. 1966, Lesnický časopis, č. 1. — 25. Strele G.: Grundriß der Wildbachverbauung. 1934, Wien. — 26. Škopek V.: Posuzování a výpočet stabilního dna bystřin se splaveninami. 1965, Studie VPLH, Praha. — 27. Stehlík Z.: Průsakové hráze. 1964, Studie VPLH Praha. — 28. Tippl J.: Drátošterkové konstrukce - technologická studie. 1964, dokumentační služba VPLH, č. 5. — 29. Tippl J.: Obnovíme používání drátošterkových konstrukcí v hrazení bystřin? 1965, Lesnická práce, č. 9. — 30. Vavřík K., Jařabáč M.: Zkušenosti s prováděním asanačních opatření u vodních nádrží. 1963, Sborník ČSVTS Bratislava. — 31. Vincent J.: Využitie účinných drsností pri úpravách horských tokov a bystrín. 1961, Vodohospodársky časopis SAV, č. 3. — 32. Vincent J.: Úprava bystřiny Stonávka. 1962, posudok Px-II-4/1962, VÚV Bratislava. — 33. Vincent J.: Vsypný spôsob úpravy riečného koryta. 1964, posudok Px-II-1/1964, VÚV Bratislava. — 34. Vincent J., Jařabáč M.: Použitie sklzov s účinnou drsnostou na bystrině Stonávka. 1966, Vodní hospodářství, č. 3. — 35. Zelený V., Jařabáč M.: Dílčí závěrečná zpráva úkolu R-VI-7/3. 1966, VÚM Praha. — 36. Zeller: Einführung in den Sedimenttransport offener Gerinne. 1963, Schweizerische Bauzeitung, r. 34.

Техническое развитие выправления и регулирования горных потоков в ЧССР за последние годы сосредоточилось на улучшении технологии традиционных способов строительства (ступени и запруды из бетонных полуфабрикатов или габионов, просачивающие запруды) и на введении новых, более совершенных конструкций, имитирующих естественные целесообразные формы горных потоков (каменистые пороги, валунные скаты и каменная наброска на дне).

В статье описывается опыт, приобретенный в ходе строительства и начальной эксплуатации 2,4 м высоты просачивающей запруды на притоке долинного водоема в Терлицко, 3,2 и 4,2 м высоты габионных запруд на горных потоках Ломна и Радванов, 3 м высоты, задерживающей запруды из бетонных полуфабрикатов на Ломне, 3,35 м высоты и 0,6 м толщины сводчатой запруды из бетонных полуфабрикатов на горном потоке Вадичовка, 18 каменных порогов и 15 валунных скатов на горном потоке Стонавке и каменной наброски на дне на Вадичовке и Ломне. Все описываемые объекты находятся в области западных Бескид.

При строительстве габионных запруд применяли свариваемые проволоочные сети. Конструкции себя оправдали; они ускоряют процесс строительства и с их помощью достигается экономия до 35 % строительных затрат в сравнении с каменными ступенями.

При применении сводчатой запруды из бетонных полуфабрикатов были достигнуты снижение объема тела в сравнении с обычным объектом на 62 % и экономия затрат 22 %. Рекомендуется пока проектировать их применение для высот до 5 м, в сечениях с отношением ширины сечения в гребне к высоте запруды максимально равным 5, с минимальным углом срединной линии 45°.

Валунные скаты, построенные в Бескидах с 1962 года, имеют ряд экономических, эстетических и функциональных преимуществ в сравнении с до сих пор применяющимися ступенями. При строительстве достигается экономии 50—70 % строительных затрат, более чем двукратного увеличения производительности труда с полным использованием механизации. В особенности выгодным представляется применение скатов при капитальном ремонте и реконструкциях поврежденных плотин и ступеней.

Согласно имеющемуся опыту можно рекомендовать применение каменных набросок дна в особенности при выправлении в нижнем течении горных потоков при условии, что участок будет охраняться от гравельного занесения. С учетом технологических условий выгоднее всего применять наброски при продольном уклоне дна около 1 % и глубине воды 1 м с параболической формой проточного профиля.

Technical Development of Torrent Training

In the last years, the technical development of torrent training in Czechoslovakia has been concentrated on the improvement of the technology of traditional construction methods (the steps [drops] and the barriers of concrete prefabricates or stone gabions, the seepage barriers) and on the establishment of more perfect structures imitating the natural torrent features (stony plates, boulder slides and stony cover of bottom).

The paper presents a description of the experience obtained in the construction and initial operations of following works: 2,4 m high percolation barrier at Těrlick, 3,2 and 4,2 m high wire-stone barrages in the Lomná and Radvanova torrents, 3 m high retention barrages of concrete prefabricates in the Lomná torrent, 3,35 m high and 0,6 m strong arch barrages of concrete prefabricates in the Vadičovca torrent, 18 stony plates and 15 boulder slides in the Stonávka torrent and the covering with stones of the bottom in the Lomná and Vadičovca torrents. All the mentioned localities are situated in the area of the western Beskydy Mountains.

In the construction of wire and stone barrages the welded wire nets were applied. Such structures proved well; they speed up the tempo of the construction and make it possible to achieve 35 % savings of construction costs if compared with stony drops.

The use of an arch barrage made of concrete prefabricates resulted in the reduction of the body volume by 62 % and of the costs by 22 % if compared with common structure. Meanwhile, it may be recommended to apply them for the heights not exceeding 5 m and in the profiles having the proportion of crown width to barrage height $\max = 5$ and the minimum control line angle 45°.

The stony slides constructed in the Beskydy Mountains since 1962 possess a lot of economic, aesthetic and functional advantages if compared with the downwater

drops used up to now. In the construction 50—70 % savings have been achieved, i. e. more than double increase of labour productivity and the full use of mechanization. It appears to be very advantageous to use the slides in major overhauls and reconstruction of damaged weirs and drops.

Regarding to the experience gained up to now, it may be recommended to apply the covering of the torrent bottom with stones, especially in training the downward parts of the torrents, taking for granted that this section will be protected against gravel sedimentation. With regard to the technological conditions, the most suitable way is to apply covering with stones in the longitudinal decline of the bottom cca 1 % and in the water depth of 1 m with a parabolic form of the flow profile.

Evolution technique de la correction des torrents

L'évolution technique de l'endiguement des torrents en Tchécoslovaquie s'orientait dans les dernières années sur l'amélioration de la technologie des modes traditionnels de construction (marches, barrages en éléments préfabriqués de béton ou de gabions métalliques à gravier, diguettes d'infiltration) et sur l'introduction des constructions plus parfaites qui imitent les formes naturelles utiles des torrents (seuils de pierres, glissoirs en blocs de pierres, lits gravillonnés).

Dans l'article on donne la description des données obtenues par la construction et l'exploitation initiale d'une diguette d'infiltration, haute de 2,4 m, sur l'affluent du barrage de vallée dans la région de Těrlice, de barrages en pierres et fils, hautes de 3,2 et 4,2 mètres sur les torrents de Lomná et à Radvanov, de barrage de rétention, hautes de 3 mètres en éléments préfabriqués de pierres sur le torrent de Lomná, de barrage cintré, haute de 3,35 mètres et épaisse de 0,6 mètre, en éléments préfabriqués de béton, sur le torrent de Vadičovka, de 18 seuils pierreux et de 15 glissoirs en blocs de pierres sur le torrent Stonávka et de lit gravillonné sur la Vadičovka et Lomná. Tous les ouvrages décrits se trouvent dans la zone des Beskydes occidentales.

Au cours de la construction des barrages en pierre et fils on a utilisé des grilles de fil soudées. Les constructions ont donné de bons résultats; elles accélèrent le rythme de l'édification et on obtient même 35 p. 100 d'épargne en frais de construction, comparativement aux marches de pierres.

En utilisant les barrages cintrés en éléments préfabriqués de béton on a obtenu l'abaissement du volume du bâtiment, comparativement à l'ouvrage courant, de 62 p. 100 et des économies de frais allant jusqu'à 22 p. 100. En attendant, on recommande de ne les utiliser que pour les hauteurs moindres, tout au plus jusqu'à cinq mètres, dans les profils accusant la relation entre la largeur du profil dans la couronnement et la hauteur du barrage maxima = 5, et l'angle au centre minime de 45°. Les glissoirs en blocs de pierres, construits dans les Beskydes depuis l'année 1962, présentent toute une série d'avantages économiques, esthétiques et fonctionnels, comparativement aux marches en cascade jusqu'ici utilisées. En effet, on obtient, en les construisant, les économies se chiffrant à 50—70 p. 100 de frais de construction, l'augmentation plus que double de la productivité du travail, tout en utilisant pleinement la mécanisation. Ce qui est particulièrement avantageux, c'est l'utilisation des glissoirs au cours des révisions générales et des reconstructions des marches et barrages.

Suivant les expériences jusqu'ici acquises on peut recommander l'utilisation des gravillonnages notamment en aménageant les cours inférieurs des torrents, sous condition que le segment soit protégé contre le ballastage. Vu les conditions technologiques, c'est l'emploi du gravillonnage à l'inclinaison longitudinale du lit d'environ 1 % et à la profondeur d'eau de 1 m, avec la forme parabolique de la section de passage, qui est le plus avantageux.

Adresy autorů:

Ing. Jaroslav Čížek, ministerstvo zemědělství a lesního hospodářství, Praha
Ing. Milan Jařábáč, technická kancelář PŘ Státních lesů Krnov, Ostrava
Ing. Václav Škopek, Vývojové pracoviště lesního hospodářství, Praha

■ Při ochraně proti škodlivému působení vodní eroze v bystrinných povodích a ve stržích se dosahuje největších úspěchů zalesňováním devastovaných pozemků vhodnými dřevinami, které dokonale poutají půdu kořenovým systémem a zabráňují jejímu odnosu, přitom jsou tyto pozemky hospodářsky využity, což přispívá k vytváření kulturního rázu krajiny. Tam, kde eroze již značně pokročila, je nemožné konat půdoochranné zalesňování bez současných technických opatření, která musí nejprve vytvořit vhodné podmínky pro zajištění zakládání lesních porostů. Jedním z takových opatření jsou přepážky, jejichž úkolem je zabránovat dalšímu vývoji probíhajících erozních procesů a působit na zajištění erozí silně porušených bystrin a strží (konsolidační přepážky) nebo zadržovat splaveniny, které by jinak byly vodním proudem unášeny do spodních částí chročeného území a zde působily škody na objektech a pozemcích (retenční přepážky).

Protože při stavbě přepážek jde o větší objekty, realizované často se značnými investičními náklady, projevila se v posledních letech tendence navrhovat přepážky tak, aby výše investičních nákladů odpovídala skutečnému působení těchto objektů. Bylo navrženo větší množství různých konstrukcí umožňujících co nejúspornější nápravu škod při zachování plné účinnosti přepážek. Z původních typů, používaných v počátcích činnosti hrazení bystrin, se do dnešní doby zachovaly především konstrukce vyhovující dnešnímu mechanizovanému způsobu výstavby a konstrukce odpovídající rozmanitým podmínkám těžko přístupných stavebních míst, s nimiž se na bystrinných tocích a ve stržích stále setkáváme.

SPOLEČENSKO-EKONOMICKÝ VÝZNAM PŘEPÁŽEK

Společenský význam přepážek vynikne nejlépe ve srovnání s obdobnými objekty vodních staveb. Nejvýhodnější pro porovnání jsou přehrady, jejichž funkce je podobná funkci přepážek, jsou vystaveny obdobným zatížením a při řešení jejich stability vycházíme ze stejných metod.

Přestože protierozní opatření mají z celospolečenského hlediska podstatnou důležitost, jsou přepážky v poměru k přehradním stavbám objekty s mnohem menším společenským významem. Z tohoto hlediska je také nutno je posuzovat. Stavební místo těchto objektů je obvykle v horních tratích bystrin nebo ve stržích, tedy v polohách vzdálenějších od ohrožených objektů. Vzhledem k menší výšce a k většímu spádu a tvaru údolí je nádržný prostor přepážek mnohem menší než u přehrad. Při poruše tělesa přepážky je tedy nebezpečí ohrožení

společenského majetku nebo lidí malé; mohlo by k němu dojít pouze u větších objektů stavěných těsně nad obcí nebo u některých důležitých staveb, např. pro tržení kienbové pokusné přepážky na bystřině Finsingbach v Rakousku. Nádržný prostor cca 10 000 m³, v němž byla voda nadržena až do výše 10,75 m, byl během jedné minuty vyprázdněn a povodňová vlna byla na úseku asi 6 km ztlumena na výšku asi 30 cm (R. H a m p e l 1960). V tomto případě šlo pro naše poměry o extrémně vysokou přepážku. Není tedy třeba, anycnom pro posuzování bezpečnosti přepážek vycházeli z přísných požadavků kladených na mnohem vyšší přehrady. Stupeň bezpečnosti přehraaních staveb je požadován v závislosti na druhu konstrukce v rozmezí 4,0 až 6,5. Z výsledku výzkumu na pokusné přepážce odvodil E. C h v a l l a (R. H a m p e l 1960) stupeň bezpečnosti pro bystřinné přepážky 2,5, což je hodnota skutečně odpovídající stabilitě starých přepážek i na našich bystřinách. Domnívám se, že takto stanovená bezpečnost přepážek odpovídá plně jejich společenskému i ekonomickému významu.

Vzhledem k ostatním technickým opatřením používaným při hrazení bystřin jsou přepážky objekty velmi nákladnými. Je proto nutno při jejich navrhování posoudit jejich funkci i z ekonomického hlediska. Výška konsolidačních přepážek je dána stupněm poškození celého upravovaného úseku (prohloubením koryta). V tomto případě můžeme pouze posoudit, zda stejného výsledku konsolidace bychom nedosáhli jednoduššími, nižšími a mnohem levnějšími objekty. Jiný případ je u retenčních přepážek. Ekonomickou vhodnost těchto objektů můžeme zde posoudit poměrem objemu zadržovaných splavenin k objemu tělesa přepážky. Snažíme se, aby tento poměr byl co největší, čehož je možno dosáhnout vhodným umístěním přepážky tak, aby při určité výšce bylo dosaženo co největšího nánosového prostoru. Přitom je nutno posoudit, zda tento prostor odpovídá skutečnému přínosu splavenin z horních částí povodí. Toto je nejobtížnějším problémem při navrhování přepážek. Vzorce, které někteří autoři stanovili pro určení velikosti nádržního prostoru, jsou pouze orientační (B. N a t h e r, A. S c h o h - l i t s c h), a proto jsme při řešení této otázky odkázáni pouze na zkušenosti získané na starších objektech. Při posuzování velikosti přepážky je nutno pamatovat, že retenční přepážka má pouze dočasnou funkci do doby, než začnou plně působit ostatní technická protierozní opatření a především vegetace založená na místech hlavních zdrojů splavenin. Omezit plně pohyb splavenin z horních částí povodí se nám nepodaří a není to také ani potřebné. Rozhodující je zastavení hromadného pohybu splavenin, jejichž přísun ve velkém množství do spodních tratí by se projevil škodlivě. Proto je vhodnější stavět v našich poměrech spíše menší přepážky, které by se po plném zanesení (v případě, že velký přísun splavenin ještě nebude zastaven) mohly zvýšit nástavbou tělesa nebo doplnit dalším objektem. Stavba příliš vysokých přepážek není ani ekonomicky, ani funkčně zdůvodněna.

ZÁSADY STATICKÉHO ŘEŠENÍ

Statickému řešení je v současné době věnována velká pozornost. Ze všech činitelů ovlivňujících výši nákladů na stavbu přepážky má správné stanovení statických předpokladů a správné posouzení napjatostního stavu v tělese přepážky rozhodující význam pro dosažení nejlevnějšího návrhu. Proto se tímto problémem zabývala v průběhu minulých let též pracovní skupina pro hrazení bystřin a ochranu před lavinami při FAO—EFC. Z rozboru, který pro mezinárodní jednávání problému přepážek v rámci této skupiny předložil W e b e r (1958), je patrná nejednotnost statického řešení ve všech evropských zemích. Zatímco se

v některých zemích donedávna ještě dimenzovalo podle starých metod, např. ve Španělsku podle *D e m o n t z e y e* nebo podle metody tízných hrází při použití maximálního zatížení vodním tlakem i tlakem splavenin působícími současně, vztlakem a hydrodynamickým namáháním (Itálie, Řecko), jsou na základě rozboru četných starých neporušených přepážek, zdánlivě podle klasické teorie tízných hrází poddimenzovaných, navrhovány nové metody statického řešení vedoucí k značným úsporám stavebních nákladů i stavebních hmot. V zásadě se tyto metody rozcházejí především v základním předpokladu statického řešení — ve stanovení zatížení přepážky. Buď se uvažuje zatížení vodním tlakem a potom se připouští na návodní straně až do určitého stupně napětí v tahu, nebo se uvažuje pouze zatížení zemním tlakem.

Prvního způsobu zatížení použil při stanovení nové metody statického řešení přepážek *L. S k a t u l a* (1966), který vycházel ze základních podmínek klasické teorie tízných hrází, přičemž stanovil menší stupeň bezpečnosti pro stabilitu přepážky jak v otočení, tak i v posunutí a připustil vznik tahového napětí na návodní straně průřezu.

Nové metody statického řešení, které byly v minulých letech zavedeny ve Francii a v Rakousku, počítají pouze se zatížením tlakem splavenin působícím jako tlak vody vodorovně na návodní líc přepážky. *A. H a i d e n* (1935) označil tento stav „tekutost splavenin“ (*Geschiebeflüssigkeit*). Protože zemní tlak nebude skutečně působit vodorovně, ale v důsledku vnitřního tření bude jeho výslednice působit šikmo k základové spáře, převádějí objemovou váhu splavenin na hodnotu odpovídající předpokládanému stavu. Ve Francii se tato hodnota pohybuje od 130 do 760 kp/m^3 (*A. M i c h e l* 1961), v Rakousku pro rozpětí přepážek od 10 do 20 m je 300 kp/m^3 a pro rozpětí od 12 do 24 m 500 kp/m^3 (*G. K r o n f e l l n e r - K r a u s* 1962), přičemž ve Francii počítají s tím, že na návodní straně průřezu vznikne tahové napětí, a v Rakousku s tím, že zbývající zatížení do plného tlaku vody (700 kp/m^3 , resp. 500 kp/m^3) přenesou přepážka svým monolitickým působením jako deska zavázaná do břehů.

Nedostatkem posledních dvou metod je zavedení zatížení přepážky tzv. tekutostí splavenin, což je vlastně zatížení vodním tlakem o mnohem menší objemové váze. Tento stav je uměle vykonstruován a neodpovídá skutečnosti. Při stanovení stability přepážky je nutno vycházet z rozboru skutečných zatížení, které mohou nastat, a ze skutečného stavu napjatosti tělesa přepážky.

Na těleso přepážky mohou působit tyto druhy zatížení: vodní tlak, tlak splavenin, vodní tlak a tlak splavenin působící současně, vztlak, pasivní tlak podloží a zpevnění dopadiště pod přepážkou.

VODNÍ TLAK

Každá přepážka je po dostavění zaplněna první větší vodou minimálně do úrovně korunv. Neinebezpečnější stav může nastat, přijde-li ihned po dostavění větší vodní příval, který zatíží přepážku na plnou výšku. Postupně je však nádržný prostor zanášen splaveninami, které jsou stmelovány jemným materiálem a stávají se tak málo propustnými, takže se účinek vodního tlaku neustále zmenšuje. Na tuto skutečnost upozornil již ve své práci *L. S k a t u l a* (1966).

TLAK SPLAVENIN

Zatížení pouze splaveninami připadá v úvahu zejména při hrazení strží, kde je nádržný prostor přepážky ihned zaplněn zemním materiálem získaným sesuváním boků do přirozeného sklonu.

VODNÍ TLAK A TLAK SPLAVENIN PŮSOBÍCÍ SOUČASNĚ

Tento případ může nastat pouze v určitých případech, kdy je vodou dopravováno obrovské množství splavenin, např. při sesuvech nebo suťových proudech. V našich poměrech se prakticky nevyskytuje.

VZTLAK

Vztlak je složkou, která působí při statickém výpočtu podle metody řešení tížných hrází nejnepříznivěji. Jeho zařazení do výpočtu je oprávněné při statickém řešení velkých přehrad, které jsou po většinu roku trvale zatíženy vodním tlakem. U přepážek, které jsou naopak po většinu roku bez zatížení vodním tlakem, je účinek vztlaku silně omezen postupně vzrůstající nepropustností nánosu za přepážkou. Je známo, že v důsledku trvalé nepropustnosti podloží vztlak nestoupá spolu s hladinou vody, ale mění se s určitým nezanedbatelným zpožděním (S. Kratochvíl 1961). Protože vodní tlak působí na těleso přepážky pouze krátkou dobu, lze předpokládat, že v této době nebude vztlak na základovou plochu působit.

PASÍVNÍ TLAK PODLOŽÍ A ZPEVNĚNÍ DOPADIŠTĚ POD PŘEPÁŽKOU

S tímto příznivě působícím tlakem lze velmi těžko počítat, protože dopadiště pod přepážkou může být přepadající vodou silně porušeno hlubokými výmoly, sahajícími často až pod základovou spáru.

Z rozboru je patrné, že přepážky na bystřinných tocích budou nejvíce zatěžovány působením vodního tlaku. Abych odstranil nedostatek rakouského způsobu řešení stability přepážek, rozdělil jsem zatížení vodním tlakem na část, kterou musí převzít přepážka svou vlastní vahou tak, aby v tělese na návodní straně nevzniklo tahové napětí, a na část, kterou přenese těleso přepážky svým monolitickým účinkem jako deska vetknutá do břehů (L. Novák 1965).

V poslední době se při úpravách bystřinných toků začíná stále více používat klenbových přepážek. Při statickém řešení těchto objektů se vychází z teorie řešení klenbových přehrad s využitím především starších přibližných metod. Vhodným způsobem je použití Navierova vzorce pro průměrné napětí v průřezu klenbového prstence, který doporučují po výzkumu na pokusné přepážce na bystřině Finsingbach rakouští odborníci (R. Hampel 1960). Ve Francii počítají klenbové přepážky podle starého Thiéryho vzorce (A. Michel 1961). U nás bylo použito přesnější Guidiho metody udávající napětí pro vrchol a patky klenby. U všech těchto metod se počítá s tím, že veškeré zatížení je přenášeno pouze vodorovným systémem kruhových prstenců, gravitační účinek svislých prvků zdiva se neuvažuje. Jejich působení zvětšuje bezpečnost klenbových přepážek.

NĚKTERÉ NOVÉ TYPY RETENČNÍCH A KONSOLIDAČNÍCH PŘEPÁŽEK

V minulých letech byly intenzivněji vyvíjeny konstrukce přepážek, budovaných jako retenční nebo konsolidační objekty na bystřinných tocích a ve stržích. Vývoj byl určován především ekonomickými motivy, snahou využívat místních stavebních hmot, dosáhnout takového stupně mechanizace stavby, aby byla snížena potřeba pracovních sil a bylo více využito méně kvalifikovaných pracovníků. Neméně důležitým důvodem zavádění nových typů je nutnost racionálnějšího využití nádržného prostoru retenčních přepážek zadržováním pouze

určité hrubé frakce splavenin, jejichž přínos do spodních toků by se projevil škodlivě, a propouštěním všech ostatních jemnějších frakcí, které by usazováním za přepážkou podstatně zkrátily dobu retenční účinnosti objektu.

Z nových druhů přepážek bylo při hrazení bystřin použito zejména klenbové, drenážní, filtrační a železobetonové přepážky a přepážky z železobetonových prefabrikátů. Kromě těchto základních a v současné době již velmi rozšířených nových konstrukcí přepážek se též používá typů, které jsou vylepšenou variantou již dříve stavěných objektů, nebo typů navrhovaných z netradičního materiálu. Jsou to zejména upravené drátosťerkové přepážky (J. T i p p l 1965) a ocelové přepážky, např. klenbová přepážka z vlnitého ocelového plechu postavená v Kalifornii (A. M e c o t a, A. C o m a n e s c u 1961) nebo ocelová „česlová“ přepážka navržená pro úpravu Obřího potoka v Krkonoších.

KLENBOVÉ PŘEPÁŽKY

Důležitými podmínkami pro využití klenbového účinku zdiva je dostatečná únosnost podloží ve svazích a tvar příčného profilu stavebního místa.

Základním požadavkem na kvalitu podloží je dostatečná únosnost. Tento požadavek vyplývá z toho, že příčné klenbové objekty vyvozují na podloží mnohem větší tlaky než tížné objekty a že případným popuštěním opěr klenbový účinek rychle klesá (L. M e j z l í k 1960). Protože tlaky, které klenbové přepážky přenášejí do podloží, jsou mnohem menší než tlaky vznikající v opěrách klenbových přehrad, mohou být požadavky na kvalitu podloží pod opěrami těchto objektů menší než při navrhování vysokých přehradních těles. Přísný požadavek na zvlášť vysokou únosnost a kompaktnost podloží není v současné době vyžadován ani při stavbě klenbových přehrad. V minulosti již byly realizovány stavby klenbových přehrad na rozpukaných horninách s nestejnou únosností, která se uměle zvyšovala injektáží (L. V o t r u b a 1960).

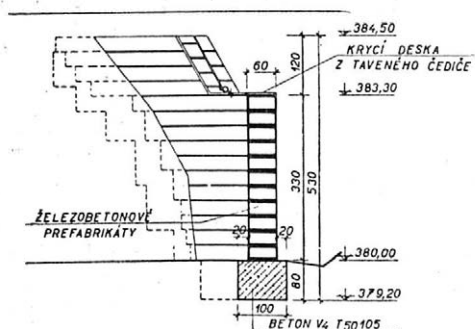
Stavebních míst se zdravou skálou nacházející se v malých hloubkách pod zvětralým povrchem je na bystřinných tocích nedostatek. Více možností budou poskytovat skalnaté profily z tence vrstvených nebo rozpustných, navětralých hornin. Avšak i těchto stavenišť nebude na vhodných místech, tj. v místech s dostatečným zdržným prostorem, dostatek. Obvykle zde bude podloží tvořeno silně zvětralými skalními horninami nebo pouze kamenitými sutěmi. Z hlediska navrhování klenbových přehrad nepřipadá takovéto složení vůbec v úvahu, pro navrhování klenbových přepážek bylo by však možno využít i těchto méně příznivých profilů.

V roce 1951 byl v Rakousku na bystřině Finsingbachu, přítoku řeky Zilleru, konán výzkum protržení klenbové přepážky založené v neskálnatém profilu (stavební místo bylo tvořeno zvětralým fylitem rozpojitelným lopatou a krumpáčem), jehož účelem bylo experimentální určení pevnosti v prolomení poměrně vysokého, velkým počtem otvorů zeslabeného klenbového objektu, získání konstrukčních a stavebních zkušeností a získání podkladů pro nové stanovení vzorců na výpočet napětí.

Výzkum dokázal, že klenbové přepážky je možno navrhovat i v podobných neskálnatých profilech. Při navrhování klenbových přepážek v obdobných podmínkách bude nutno dodržovat tyto zásady:

a) Svahy břehů v uvažovaném profilu musí být stabilní. Při případných svahových sesuvech by došlo ke ztrátě opěr patek klenby, a tím ke zřícení objektu.

b) Napětí v patkách klenby musí být sníženo na hodnotu dovoleného namáhání podloží rozšířením patek.



1. Podélný řez klenbovou přepážkou z železobetonových prefabrikátů na bystrině Vadičovce

c) Pod patkami kleneb musí být zjištěna velikost sedání podloží, které musí být minimální.

d) Zavázání klenby do svahů musí být bezpečné. Úhel, který svírá výslednice vnitřních a vnějších sil v patce klenby s kolmicí k základové spáře, musí být menší než úhel tření zdiva po podloží.

Dalším činitelem ovlivňujícím použití klenbových objektů je tvar údolí vyjádřený poměrem šířky údolí v koruně přepážky k výšce přepážky, který má být pro přehradu max. 5 (S. K r a t o c h v í l 1961). Nejvhodnější je proto hluboké a úzké údolí, kde však je obvykle malý zdržný prostor. Ve většině případů tento ukazatel nepřekročí u klenbových přepážek hodnotu 5, může však nastat případ, kdy jeho hodnota bude větší (např. u přepážky na Papradňance je 8,6). V současné době se však i při navrhování klenbových přehrad připouští tento ukazatel mnohem větší. Známý projektant klenbových přehrad A. C o v n e navrhl klenbovou přehradu s tímto ukazatelem v hodnotě 10,9. Není tedy důvodu, abychom byli nízkým ukazatelem omezováni při navrhování klenbových přepážek na bystrinných tocích, u nichž jistě nebudeme vyžadovat takovou bezpečnost jako u mnohem vyšších přehrad.

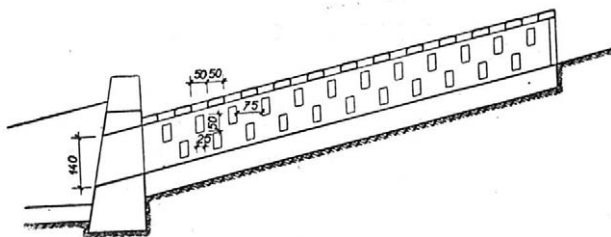
V ČSSR byla postavena první klenbová přepážka na bystrině Vadičovce v Radole u Kysuckého Nového Mesta (obr. 1), k jejíž konstrukci bylo poprvé použito železobetonových prefabrikátů. Současně se připravuje stavba klenbové přepážky z prostého betonu s kamenným obkladem vzdušné líce na bystrině Kamenici v Harrachově v neskálnatém profilu. Přepážka bude mít tyto rozměry: výška 3,5 m, rozpětí v koruně 19,50 m, poloměr střednice 10,85 m až 10,70 m, maximální napětí ve zdivu $9,08 \text{ kp/cm}^2$, tlak na podloží $5,24 \text{ kp/cm}^2$. Bude-li prokázána dostatečná bezpečnost klenbových přepážek i v méně únosných profilech, přispěje jejich navrhování podstatně nejen k zlevnění zahrazovacích prací, ale též k úspoře stavebních hmot (proti tížné betonové přepážce je objem tělesa klenbové přepážky asi o 60 % menší) a k urychlení vlastní stavby.

DRENAŽNÍ PŘEPÁŽKY

Tento typ přepážek byl postaven pokusně podle návrhu S. R o s i č e na bystrinách Pločki Do, Zapocki potok a Lukviště v Jugoslávii (G. C a p u c c i n i 1957) a podle tohoto vzoru na bystrině Pietrosul v Rumunsku (A. M e c o t a, C. A v r a m, A. C o m a n e s c u 1962).

Hlavní, funkčně nejdůležitější částí těchto přepážek je uzavřený drenážní kanál umístěný v nádržném prostoru a navazující na otvor v tělese přepážky o rozměru $0,7 \times 1,4 \text{ m}$ (obr. 2). Na vrchní straně a na bocích kanálu jsou řady otvorů velikosti $10 \times 50 \text{ cm}$, $25 \times 25 \text{ cm}$ a $25 \times 50 \text{ cm}$. Na hlavní kanál může navazovat podle celkové velikosti a šířky nádržného prostoru několik

2. Podélný řez drenážní přepážkou



vedlejších drenážních kanálů, které jsou na návodní straně otevřeny na plný průtočný otvor chráněný před zanešením ocelobetonovým roštem. Sklon dna kanálů je minimálně 10 %.

Funkce těchto přepážek záleží v ukládání splavenin v nádržném prostoru snížením unášecí síly vody. Voda spadá do otvorů v drenážním kanálu, ztrácí unášecí sílu, a tím dochází k ukládání hrubých splavenin ve větším sklonu než má přirozená šterková směs. Drobnější splaveniny, které nejsou nebezpečné pro dolní úsek toku, spadají do drenážního kanálu a jsou odtud odnášeny vodním proudem otvorem v tělese přepážky. Tímto způsobem je účinněji využito nádržného prostoru, je prodloužena doba aktivity přepážky, a protože se splaveniny ukládají ve větším spádu, je snížen počet nutných dalších objektů.

V podmínkách, v nichž byly tyto přepážky postaveny, se osvědčily. Jejich použití v našich poměrech lze doporučit pouze v úzkých korytech bystřin, které unášejí hrubý materiál a kde by byla zaručena funkce drenážního kanálu. V širším nádržném prostoru, kde dochází již přirozeně k náhlému poklesu unášecí síly, by se pravděpodobně účinek tohoto kanálu projevil pouze v jeho bezprostředním okolí.

Z ekonomického hlediska se jistě nepříznivě projeví náklady vynaložené na stavbu drenážních kanálů, které mohou být vyšší než náklady na stavbu vlastní přepážky.

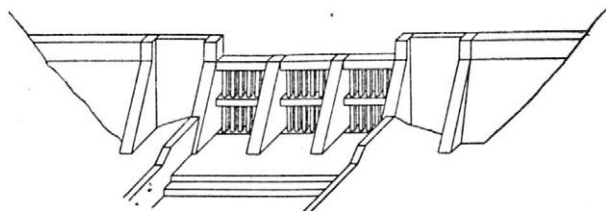
FILTRAČNÍ PŘEPÁŽKY

Úkolem těchto přepážek je zachycovat hrubší splaveniny a propouštět pouze drobnější, které mohou být vodou dopravovány do dolních úseků toku bez obavy, že jejich přínos do těchto míst bude působit škodlivě.

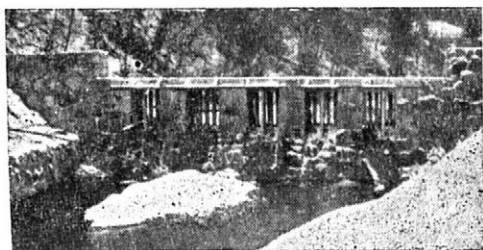
Typem filtrační přepážky jsou objekty postavené v roce 1961 na bystřině Valea Ursului a na bystřině Ghimpoasa v Rumunsku (obr. 3), podle nichž byla u nás postavena přepážka na bystřině Struháreň (obr. 4).

Vlastní filtrační část těchto objektů je tvořena roštem z železobetonových prefabrikátů umístěným ve střední části tělesa přepážky. Křídla jsou provedena jako tížné objekty lichoběžníkového průřezu.

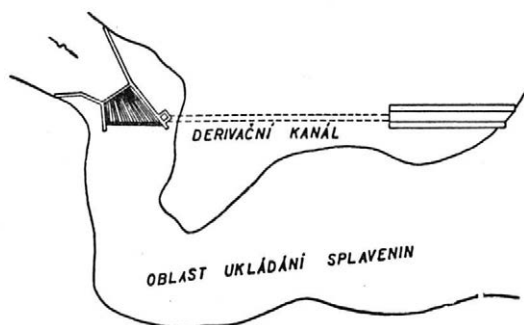
Zajímavým typem konstrukce filtrační přepážky je pokusná přepážka na bystřině Combe-Croze (Pinfol) u obce Saint Clément ve Francii (obr. 5). Tato filtrační přepážka je tvořena postranními betonovými zdmi ve tvaru dvojité



3. Filtrační přepážka na bystřině Valea Ursului v Rumunsku



4. Filtrační přepážka na bystřině Struháren



5. Schématický půdorys filtrační přepážky na bystřině Combe-Croze ve Francii

nálevky, mezi nimiž je filtrační rošt z kolejnic uložený ve vodorovné poloze nebo v malém spádu. Dno pod roštem je vybetonováno ve formě skluzu umožňujícího pohyb filtrovaných hmot; na jeho konci je zaústění odváděcího kanálu.

Působení této přepážky záleží v odělování jemných splavenin, které propadají roštem a jsou odváděny derivačním kanálem, vyúsťujícím do koryta bystřiny pod přepážkou nebo na jiném místě území. Ztrátou dosti značného množství vody a jemného materiálu je zvětšen odpor zbývajících hrubých splavenin proti unášecí síle vodního proudu a ty se ukládají v nádržném prostoru pod přepážkou, kde vytvářejí nánosový kužel o mnohem větším spádu, než je kompenzační spád přirozené směsi splavenin.

Proti klasickému typu přepážky se zdržným prostorem nad tělesem je tento typ téměř o 20 % levnější, přičemž jeho retenční kapacita je mnohem větší. Optimální podmínky pro dokonalé působení této filtrační přepážky jsou v místech se značným spádem, tzn.

v místech, která nejsou vhodná pro stavbu klasického typu.

U tohoto objektu není dosud prokázáno, zda se filtrační účinek projeví též za velkého přísunu splavenin, popř. zda nedojde k hromadění splavenin těsně pod nebo i přímo na filtračním roštu.

ŽELEZOBETONOVÉ PŘEPÁŽKY

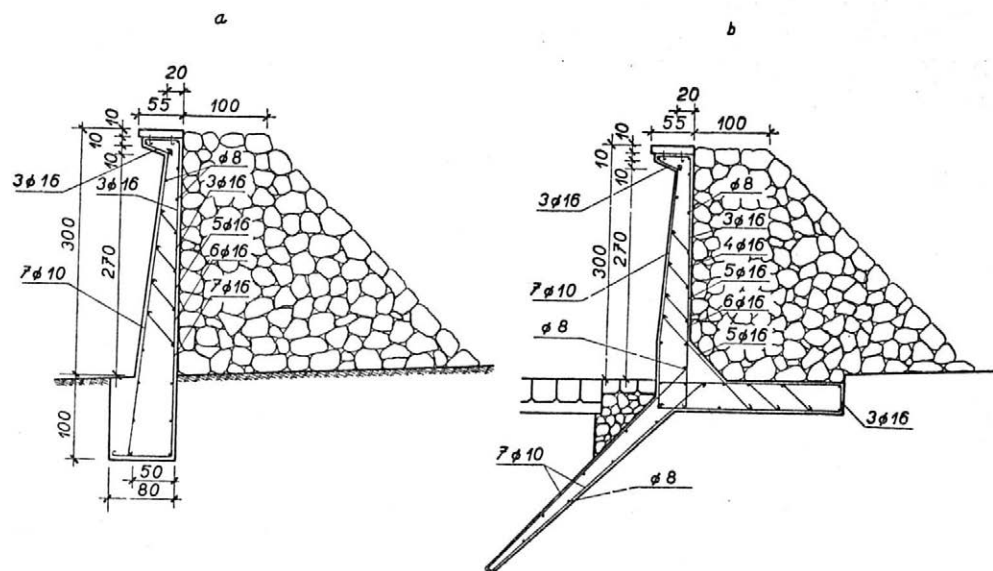
Důvodem pro zavedení výstavby těchto typů přepážek byla vedle snížení investičních nákladů též snaha snížit objemnou dopravu na staveniště v těžko přístupných místech a zmenšit spotřebu stavebních hmot.

Na méně únosném podloží bylo těleso přepážky u dosud provedených typů řešeno jako deska opřená o masivní křídla a spojená s vodorovným ramenem zatíženým kamenným záhozem a se šikmým základovým ramenem (obr. 6 b). Ve skalnatých profilech je tato deska dokonale vetknutá do podloží (obr. 6 a).

Staticky jsou tyto přepážky řešeny jako konsoly. Ocelová výztuž probíhá při návodním i vzdušném líci, přičemž svislá výztuž je nosná, vodorovná výztuž je rozdělovací. Pro zachycení tangenciálních sil v dolní, nejvíce namáhané části tělesa jsou provedeny ohyby. Tento způsob řešení je výhodný především u objektů dokonale vetknutých do skalnatého podloží. U objektů založených do nescalnatého profilu je vhodnější železobetonové těleso přepážky řešit jako desku prostě uloženou na křídla. Hlavní nosná výztuž potom bude vodorovná, rozdělovací výztuž bude svislá.

Při dostatečně hlubokém zavázání tělesa přepážky i do nescalnatého profilu

bylo by možno řešit celé těleso přepážky jako monolitický železobetonový objekt (včetně křídel). Podmínkou je, aby velikost napětí vyvolaného reakcemi v podporách (zavázání křídel) nebyla větší, než je dovolené namáhání podloží.



6. Podélný řez železobetonovou přepážkou: a — ve skalnatých profilech, b — na méně únosném podloží

PŘEPÁŽKY Z ŽELEZOBETONOVÝCH PREFABRIKÁTŮ

Nedostatek vhodného stavebního kamene, kvalifikovaných pracovníků, snaha o urychlení výstavby objektů hrzení bystřin, které jsou často při výstavbě poškozovány náhlými povodněmi, využití mechanizace, usnadnění dopravy na těžce přístupná staveniště jsou hlavními důvody pro zavádění prefabrikace i do úprav bystřinných toků.

Prefabrikované přepážky se dnes staví v mnoha zemích. Princip téměř všech řešení vychází z klasické srubové konstrukce nahrazením dřevěných prvků prefabrikáty z železobetonu. Nevýhodou tohoto způsobu konstrukce přepážek je kombinace vysoce produktivní a zmechanizované rychlé montáže prefabrikované skříně se zdlouhavou ručně prováděnou výplní z lomového kamene. Z těchto důvodů je vhodnější sestavení tělesa přepážky pouze z prefabrikátů. Prozatím bylo tohoto způsobu použito při stavbě pokusné klenbové přepážky na Vadičovce, kde se plně osvědčil (obr. 1). Zdá se však, že konstrukce tělesa přepážky pouze z prefabrikátů se uplatní především u klenbových objektů, u nichž není uvažován gravitační účinek, a proto v důsledku tenčí konstrukce tělesa mohou mít prefabrikované prvky menší váhu (do 1 t), odpovídající druhu mechanismu, používaného při montáži (autojeřáb, lanové mechanismy).

Prefabrikované dílce se vyrábějí ambulantně nebo průmyslově. Ambulantní výroba je výhodná především pro možnost zajištění zaměstnání v zimních mimo sezónních měsících. Nevýhodou je nedokonalé vybavení provozu, a proto také ambulantně vyráběné prefabrikáty nemají požadovanou kvalitu. Využívání typizovaných, průmyslově vyráběných prefabrikátů není vhodné, protože složení

betonu těchto prvků neodpovídá požadavkům kladeným na betony konstrukcí ovlivňovaných vodou, zejména agresivní vodou.

Podstatnou nevýhodou prefabrikovaných konstrukcí je vysoká cena prefabrikátů v poměru k ostatním tradičním způsobům konstrukce tělesa přepážek. Tato cena vyplývá z dnešního způsobu rozpočtování staveb a konstrukcí a pravděpodobně neodpovídá skutečným výrobním nákladům. Bylo by proto vhodné prověřit její skladbu, a tím poskytnout podmínky pro širší použití prefabrikace při hrzení bystřin.

SOUHRN

Přestože pokládáme za hlavní směr lesnickotechnických meliorací a hrzení bystřin vegeační protierozní ochranu, nebude možno ji uplatňovat bez technických opatření, jejichž klasickým představitelem jsou přepážky. Hlavní pozornost při navrhování přepážek bude třeba soustředit na ověření, zda použitý druh a konstrukce odpovídá účelu a společenskému významu těchto objektů. Z tohoto důvodu je v současné době zaváděno statické řešení přepážek, odpovídající zatížení, jakému může být skutečně těleso přepážky na bystřinách vystaveno s přihlédnutím k menšímu stupni bezpečnosti proti podobným stavbám na velkých vodních tocích.

Výstavba přepážek prochází v současné době obdobím, kdy vedle klasických typů jsou zkoušeny nové způsoby konstrukce, směřující k racionálnějšímu využití a k zhuštění výstavby těchto objektů. Přes četné množství nových typů konstrukcí přepážek zůstane však pravděpodobně i nadále základním a osvědčeným typem tížná nebo gravitačně klenbová přepážka z kamenného zdiva nebo v poslední době z betonového zdiva s kamenným obkladem. Z nových typů přepážek se v dalším vývoji zachovají především ty konstrukce, které budou nejlépe vyhovovat dnešním podmínkám provádění úprav bystřinných toků a hrzení strží, tzn. že se uplatní především typy umožňující dokonalé využití mechanizace, nevyžadující kvalifikovanou práci, snižující objem dopravy stavebních hmot a směřující k dosažení maximálního ekonomického efektu.

Došlo dne 1. 6. 1966

Literatura

1. Bonicelli G.: Briglie in muratura cellulare con intelaiatura di longarine a gancio. 1955, *Giornale del genio civile*, č. 3-4. — 2. Bonicelli G.: La muratura cellulare di longarine a gancio nella costruzione di briglie. 1958, *Monti e boschi*, č. 2. — 3. Capon A.: Briglie in cemento armato per la correzione dei torrenti. 1955, *Giornale del genio civile*, č. 1. — 4. Capuccini G.: Nuovo sistema per la correzione dei torrenti in esperimento in Jugoslavia. 1957, *Monti e boschi*, č. 1. — 5. Clauzel L., Poncet A.: Barrages filtrants et correction torrentielles par ségrégation des matériaux chavriés. 1963, *Revue forestière française*, č. 4. — 6. Haiden A.: Über die Gestaltung und Berechnung von Sperren für die Wildbachverbauung. 1935, *Wasserwirtschaft und Technik*, č. 35/36. — 7. Hampel R.: Bruchversuch an einer Bogensperre der Wildbachverbauung. 1960, *Österreichische Wasserwirtschaft*, č. 8/9. — 8. Hampel R.: Exkursionsführer für die Besichtigung der Wildbach- und Lawinen-Vorbeugung „Vorderes Zillertal“. 1961, *Exkursionsführer-Waldbau*, Wien IUFRO. — 9. Jařabáček M.: Vývojové prvky v hrzení bystřin. Den nové techniky, lesní komunikace - hrzení bystřin. 1962, Krnov. — 10. Kratochvíl S.: Vodní nádrže a přehrady. 1961, Praha NČSAV. — 11. Kronfeller-Kraus G.: Über die Dimensionierung von Wildbachsperren im allgemeinen und über die Einsparungsmöglichkeiten beim Bau der verschiedenen Sperrentypen im besonderen. 1962, *Allg. Forstzeitung*, č. 5/6. — 12. Mecotă A. T.: Concepții și lucrări noi în tehnica corectării torentilor. Ses. III. FAO Jugoslavie, 1956, *Revista padurilor*, č. 12.

— 13. Mecotă A. T., Comănescu A. I.: Tipuri noi de lucrări folosite în corectarea torrentilor. 1961, Revista padurilor, č. 2. — 14. Mecotă A. T., Avram C., Comănescu A. I.: Realizarea experimentală a unui tipuri de baraje și canale pentru corectarea torrentilor. 1962, Revista padurilor, č. 11. — 15. Mejzlík L.: Statické řešení betonových přehrad, 1960, Praha SNTL. — 16. Michel A.: Tables de calcul des petits et moyens ouvrages de correction torrentielle en maçonnerie au mortier. 1961, Annales de l'École nationale des eaux et forêts et de la Station de recherches et expériences. — 17. Novák L.: Statické řešení zděných přepážek. Materiály ku konferenci o lesotechnických melioracích, II. část, 1965, Výskumný ústav lesného hospodárstva. Zvolen. — 18. Skatula L.: Hrazení bystřin a strží. 1960, Praha SZN. — 19. Skatula L.: Návrh řešení stability bystřinných přepážek. 1966, Lesnický časopis, č. 1. — 20. Tipl J.: Obnovíme používání drátožerkových konstrukcí v hrazení bystřin? 1965, Lesnická práce, č. 9. — 21. Veselý V.: Hrazení bystřin. 1956, Praha SNTL. — 22. Votruba L.: Tenké klenbové přehrady a katastrofa Malpasset. 1960, Inženýrské stavby, č. 3. — 23. Weber A.: Sammelbericht über die nationalen Expertenberichte zum Thema „statistische Betrachtungen über den Bau von Wildbachsperren“. 1958, FAO-Bericht.

Современное развитие задерживающих и консолидирующих запруд

Несмотря на то, что основным направлением лесотехнических мелиораций и регулирования и выправления горных потоков мы считаем противоэрозионную защиту, их проведение немисливо без технических мероприятий, классическим представителем которых являются запруды. Основное внимание при проектировании запруд следует сосредоточить на проверке, отвечают ли примененный вид и конструкция цели и общественному значению этих объектов. По этой причине в настоящее время внедряется статистическое решение запруд, отвечающее нагрузке, влиянию которой тело запруды будет на горных потоках фактически подвержено с учетом меньшей степени безопасности в сравнении с аналогичными постройками на крупных водотоках.

Строительство запруд находится в настоящее время на этапе, на котором — наряду с классическими типами — испытываются новые способы конструкции, направленные на более рациональное использование и удешевление строительства этих объектов. Несмотря на обилие новых типов конструкций запруд основным и оправдывающим себя типом останется, вероятно, гравитационная или гравитационно-сводчатая запруда из каменной кладки, или в последнее время чаще применяющаяся бетонная стена с каменной обшивкой. Среди новых типов запруд в ходе дальнейшего развития сохранятся прежде всего те конструкции, которые будут лучше всего отвечать нынешним условиям проведения регулирования и выправления горных потоков, т. е. будут применяться прежде всего типы, позволяющие полное использование механизации, не требующие квалифицированного труда, снижающие объем транспорта строй-материалов и направленные на достижение максимального экономического эффекта.

The Present State of the Development of Retention and Consolidation Dams

In spite of the fact that the vegetation erosion control is considered as a main drift of the amelioration by forestry practice and torrent training, its carrying out will be not possible without application of technical measures, the practical representative of which being the dams. The main attention in dam projecting must be drawn to testing whether the applied kind and construction method of dams correspond to the aim and social importance of these structures. For this reason the static solution of dams is initiated at the present time corresponding to the loading to which the dam structure may be actually exposed in the torrents with regard to the lower safety degree than on large waterstreams.

At present, the dam construction passes through a period at which besides the classical types the new construction methods are being tested with the aim of achieving a more rational utilization and a more economical construction of such structures. In spite of many new types of dam constructions, the gravity and gravitational arch dams of stony or concrete masonry with stone lining will probably remain a basic and well-tried construction type in the next future. Of the recent dam types only such structures will survive which will be conform to the present-day conditions of torrent training practice. This means that only such types of dams will be acceptable that make it possible to use a complete mechanization requiring no skilled work, reducing the transport volume of building material and aiming at the achievement of the maximum economic effect.

Der gegenwärtige Entwicklungsstand der Retentions- und Konsolidierungssperren

Wenn wir auch als die Haupttendenz der forsttechnischen Meliorationen und der Wildbachverbauungen den vegetativen Antierosionsschutz erachten, so wird ihre Durchführung ohne technische Maßnahmen, deren klassische Vertreter die Sperren sind, unmöglich sein. Beim Projektieren der Sperren muß man sich auf die Überprüfung konzentrieren, ob die angewandte Art und Konstruktion dem Zweck und der gesellschaftlichen Bedeutung dieser Objekte entspricht. Aus diesem Grunde führt man gegenwärtig die statische Lösung der Sperren ein, die der Belastung entspricht, welcher der Sperrkörper in den Wildbächen tatsächlich unter Berücksichtigung des kleineren Sicherheitsgrades gegenüber ähnlichen Bauten an großen Wasserläufen ausgesetzt werden kann.

Der Sperrerbau macht gegenwärtig eine Periode durch, wo neben dem klassischen Typ auch neue Konstruktionsmethoden geprüft werden, die zu einer rationellen Ausnützung und einer wirtschaftlicheren Gestaltung des Baus dieses Objektes führen. Trotz der Zahl neuer Konstruktionstypen der Sperren wird jedoch wahrscheinlich den grundlegenden und bewährten Typ die gewichtsmäßige oder gravitationsgewölbeförmige Sperre aus Steinmauerwerk oder in der letzten Zeit aus dem häufiger benützten Betonmauerwerk mit Steinverkleidung auch weiterhin bilden. Von den neuen Sperrertypen werden während der weiteren Entwicklung vor allem solche Konstruktionen erhalten bleiben, die den heutigen Bedingungen der Wildbachverbautechnik am besten entsprechen werden, weil sich vor allem diejenigen Typen bewähren werden, welche eine einwandfreie Ausnützung der Mechanisierung ohne qualifizierte Arbeitsleistung ermöglichen, den Umfang des Baumaterialtransports mindern und die Erreichung eines maximalen ökonomischen Nutzeffektes fördern werden.

Etat actuel du développement des barrages de rétention et de consolidation

Malgré le fait que nous considérons comme l'orientation principale des améliorations forestières et techniques et de l'endiguement des torrents la protection végétale contre l'érosion, on ne pourra les réaliser sans avoir recours aux mesures techniques, dont le représentant classique constituent les barrages. Dans les projets de barrages il faudra concentrer l'attention principale à la vérification, si l'espèce utilisée et la construction répondent à la charge, à laquelle peut être réellement exposé le corps de barrage dans les torrents, vu d'ailleurs le degré de sécurité un peu moindre, comparativement aux constructions analogues établies dans les cours d'eau importants.

L'édification des barrages passe à l'heure actuelle par une période, où à côté de types classiques on examine des modes nouveaux de construction, orientés sur l'exploitation plus rationnelle et sur l'économie de la construction des ouvrages en question. Malgré un nombre considérable de nouveaux types de construction en matière de barrages, c'est probablement le barrage gravitativement cintrée de maçonnerie en pierres naturelles, ou de maçonnerie en béton avec un revêtement en pierres que l'on pratique plus souvent dans le dernier temps, ou le barrage pesante, qui continueront à rester le type principal et éprouvé de barrage. En ce qui concerne les nouveaux types de barrages, ce seront notamment les constructions répondant le mieux aux conditions actuelles d'exécution des aménagements de cours de torrents et de l'endiguement des torrents qui se feront valoir dans le développement ultérieur, c'est-à-dire qu'on mettra au point en particulier les types permettant l'utilisation parfaite de la mécanisation qui n'exige pas le travail qualifié, abaissant en plus le volume du transport des matériaux de construction et facilitant l'obtention de l'effet économique optimum.

Adresa autora:

Ing. Ladislav Novák, Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbát

■ Zabránenie pohybu splavením v koryte bystriny alebo horského potoka býva najčastejším cieľom zahrádzania. Dosahuje sa obyčajne spádovou úpravou dna priečnymi ustalujúcimi objektmi, ktoré majú zabrániť erozívnej práci vody, ňou podmienenej doprave a ukládaniu splavenín.

Spôsob zahrádzania bystrinného toku závisí predovšetkým od jeho charakteru. Skoro pri každej úprave sa používajú zásahy, ktorými sa má zabrániť vymielaniu dna koryta a podmieľaniu brehov, ktoré slúžia na zaistenie a spevnenie svahov náchylných k zosunutiu a ku konsolidácii splavenín.

Vymielanie závisí od tangenciálneho napätia a toto od prietokovej rýchlosti, ktorá je priamo závislá od spádu hladiny (dna) a hĺbky vodného prúdu. Rýchlosť, ktorá zapríčňuje vymielanie, obyčajne znižujeme zmenšením pôvodného spádu dna.

Kompenzačný spád J_1 , ktorý podmieňuje stabilitu bystrinného koryta, býva vždy menší ako pôvodný spád J . Ak vyjadríme spád J_1 a J hodnotami $\operatorname{tg} \alpha_1$ a $\operatorname{tg} \alpha$, potom vzťah medzi výškou, ktorá má byť prekonaná stupňami a dĺžkou odstupňovaného úseku L určuje rovnica:

$$H = L(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha_1).$$

Kompenzačný spád J_1 sa počíta vzorcom Thiéryho alebo Valentiniho pre krajnú rýchlosť vody pri dne podľa Ney a, alebo Mayera-Petera (ON 48 2506).

Zmierňovanie spádu dna bystrinného toku sa obyčajne robí pomocou murovaných, 0,4 m — 2,0 m vysokých stupňov, alebo nízkych 0,3 m vysokých prahov. Aj keď vidieť v poslednom čase snahy nahradiť tieto tradičné druhy priečných stabilizačných objektov novými stavbami (účinné drsnosti, prefabrikované stupne, rebierkové krekcie), majú murované stupne a prahy s ohľadom na celkový ráz bystrín pri zahrádzaní stále veľké uplatnenie.

PROBLEMATIKA NÁVRHU VÝŠKY OBJEKTŮV

Celková výška H , ktorá má byť na dĺžke upravovaného úseku L prekonaná odstupňovaním, môže sa rozdeliť na menší počet väčších, alebo väčší počet menších stupňov. Ak je h stredná výška jednotlivých stupňov, l stredná vzdialenosť dvoch stupňov a N počet stupňov na upravovanej dĺžke L , platí:

$$\begin{aligned} h/l &= H/L, & N &= H/l, \\ h &= H/N, & l &= L/N. \end{aligned}$$

S ohľadom na náklad stavby sa mnohokrát volia malé výšky stupňov a malé vzdialenosti medzi nimi. Nízke objekty vyžadujú malé vyrovnanie zeminy a v ťažkých horských terénoch sa ľahšie stavajú. Okrem toho lepšie zapadajú do celkového rázu krajiny. Pri malej výške stupňa však nedochádza vždy k zmene prietoku a niekedy sú vzdialenosti medzi stupňami také malé, že nerovnomerný odtok vyvolaný prepadom vody cez stupeň zasahuje do oblasti zrýchlenia vyvolaného nižšie položeným objektom.

Nízke stupne (prahy), ktoré sú pri veľkých prietokoch hydraulicky neúčinné, nevyrovnávajú spád hladiny a čiaru energie a nezneškodňujú pomocou zmeny rýchlosti a krycieho valca pod prepadom prebytočnú kinetickú energiu.

V podmienkach typických horských bystrín s veľmi strmým spádom dna, veľkými balvanami v koryte a bystrinným prúdením aj pri maximálnych povodňových prietokoch je určenie optimálnej výšky priečných objektov pomerne zložitá. Obyčajne sa nielen výška objektu, ale aj ostatné rozmery (dĺžka a hĺbka vývaru) navrhujú po predchádzajúcom laboratórnom výskume.

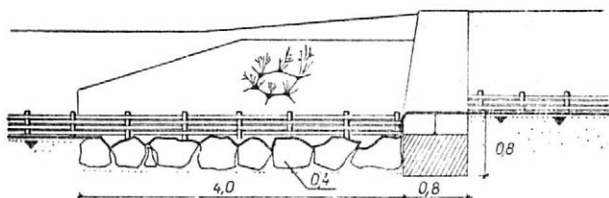
Pri navrhovaní výšky priečných stabilizačných objektov nemožno vychádzať len z jednostranného hľadiska nákladovosti bez prihliadnutia na hydraulickú účinnosť stavby. Pritom má pravidlo platíť aj obrátene. Optimálne rozmery objektov možno určiť len po dôkladnom a komplexnom rozbere celkového, najmä hydrologického rázu upravovaného toku.

PRAHOVÉ KOREKCIE V ZAHRÁDZANÍ BYSTRÍN

Prahy, nízke prepádové objekty, bývajú obyčajne 0,3, zriedka 0,4 m vysoké. Doplňujú úpravy vytvorené vyššími priečnymi stavbami, alebo vytvárajú samostatné prahové korekcie. Ich úlohou býva zaistenie dna pred vymielaním, poťažne sa má pomocou nich dosiahnuť stabilizačný spád. Dno medzi prahmi býva vodorovné. Týmto sa vyznačovali najmä staršie úpravy u nás, resp. niektoré prahové korekcie v zahraničí.

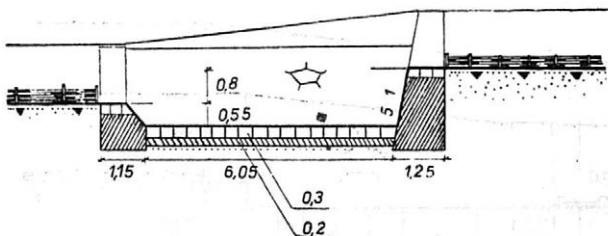
Vlastný prah má prepádové teleso a opevnené spádisko, obyčajne bez vývaru. Svahy nad spádiskom bývajú opevnené. Materiál použitý na prah má zodpovedať povahe toku. Na bystrinách sa robia obyčajne murované prahey z kameňa alebo betónu obkladaného na prepádovej hrane kameňom. Spádisko a svahy sa opevňujú kamennou dlažbou alebo rovinaninou. Často sa kameň vhodne kombinuje s drevom. Impregnovaná guľatina o priemere $\varnothing$ 20-30 cm, pripevnená na piloty, býva prepádovým telesom, poťažne protiprahom, spádisko a svahy sa opevňujú ako pri murovaných prahoch.

Na tokoch s menším spádom a drobnými splaveninami, kde je dostatok dreva, opevňuje sa guľatinou (tyčovinou), poťažne haluzinou a čečinou aj spá-



1. Betónový prah s kamenným obkladom prepádovej hrany, $h = 0,3$ m, na bystrine Belanka

2. Betónový stupeň s kamen-
ným obkladom prepádovej hra-
my, $h = 0,8$ m, na bystrine Be-
lanka



disko. V minulosti sa drevo často používalo na rám, v ktorom bola uložená ka-
menná rovinanina. Podobne sa často používali prahy z fašínových valcov. Válec
má obal z vřbového prřtia a jadro vyplnené štrkom. Spřdisko sa opevřuje
beřným spřsobom. R a c z y n s k i (1958) uvřdza, ře takęto prahy alebo spř-
disko (urobenę z fašínových valcov) mali negatívne řcinky a tieto spřsoby
povařuje pri hradenř bystrřn za nevhodnę. Rovnako neodporřca pouřivař drřto-
kamennę matrace, a to nielen na opevřovanie spřdiska, ale ani na stavbu pre-
padovęho telesa. Takęto objekty řdajne rřchlo podliehajú zničenř. Zřroveň
uvřdza, ře spomedzi mnohých typov prahov sa ukřzal ako najvhodnejři be-
třnový prah.

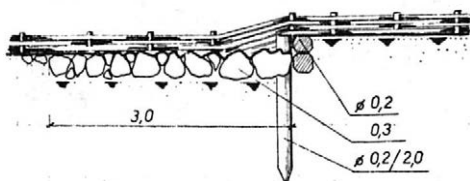
Celkový rřz prahu umořřuje pri vřstavbe vhodnę vyuřřvanie prefabri-
kovaných konstrukčných prvkov.

Nřzory na řcinnosř prahov sř vęmi rozdielne, u mnohých autorov řplne
protichodnę. Vęmi nepriaznivo sa posudzuje prietok vękej vedy cez prahovę
korekcie. Škody po povodniach vřřadujú pomerne vęlkę nřklady na řdrřbu
(R a c z y n s k i 1958, V i n c e n t 1961). Oproti tomu P i e t r u s z e w s k i
(1958) tvrdř, ře niektorę prahovę korekcie dobre slřžia uř dlřři řas.

K a i s l e r (1928) vo svojej prřci opisuje stabilizačný řcinok prahov na
viacerých řpravách pri rřznych spřdových a prietokových pomeroch. Pretoře
v prřci neudřva vřetky charakteristickę velřciny prietoku (hľbka, rřchlosř, pri-
etokovę množstvo, stabilizačný spřd, vęlkosř splavenřn), nie je mořnę pomocou
novřřch vřpořtových metřd spřrne posřdiř hydraulickř řcinnosř třchto prahov-
ých korekciř. Mořno len stručne konřtatovař jeho zřvery:

Pri 30 cm vysokých prahoch umiestených vo vzdialenosti 15 m, medzi kto-
rými bolo upravenę dno v nulovom spřde (přvodný spřd 2 %), sa vyskytlo
vymřelanie pod kařdým prahom. Ako prřklad dobręho řcinku prahov uvřdza
bystrinu, kde bol přvodný spřd 3,6 % upravený vysokými stupňami na 2,2 %
a medzi nimi boli vo vzdialenosti 25 m urobenę 30 cm vysokę prahy. Pomocou
nich sa spřd upravil na 1 %. Ako dřležitř skutořnosř tu uvřdza pomerne malř
hľbku vody (60 cm), zatiaľ řo v nepriaznivých, vřřřie opisáných prahoch bola
hľbka vody podstatne vřřřia.

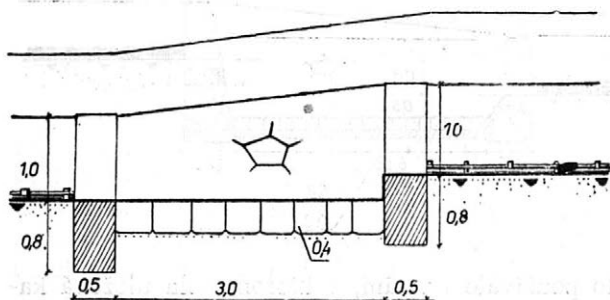
Prahovou korekciou na bystrine Stořičanka (pravostranný prřtok Vřhu,



3. Drevený prah, $h = 0,2$ m, na bystrine
Blatničanka

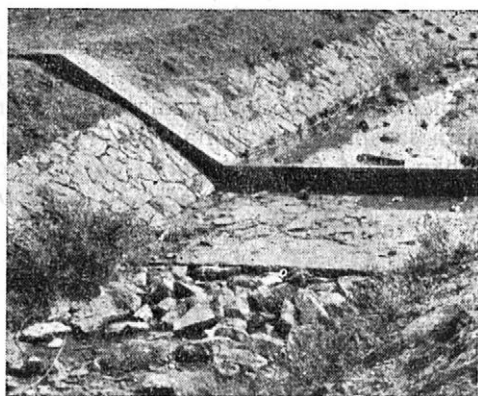
Stořičanka (pravostranný prřtok Vřhu,
plocha povodia $P = 6,6$ km²) urobenou na okraji intravilřnu obce zmřr-
řuje sa na celkovej dlřke 0,7 km
(řprava v km 0,6—1,3) přvodný spřd
13,5 ‰ na 8,0 ‰. Navrřnutę boli
0,3 m vysokę betřnovę prahy so spř-
diskom opevřeným na dlřku 3,0 m. Na
spodnej strane je spřdisko zaistenę
řrovňovým rebrom, zapusteným do
hľbky 0,8 m. Vřřřomnę vzdialenosti

4. Betónový prah, $h = 0,3$ m,
na bystrine Stošičanka



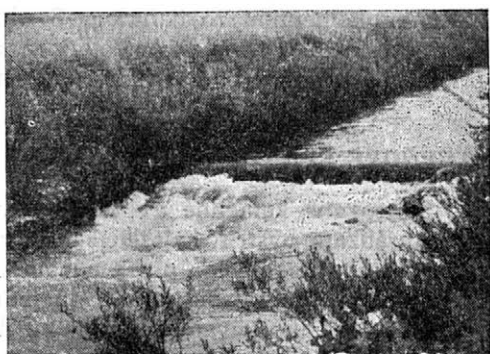
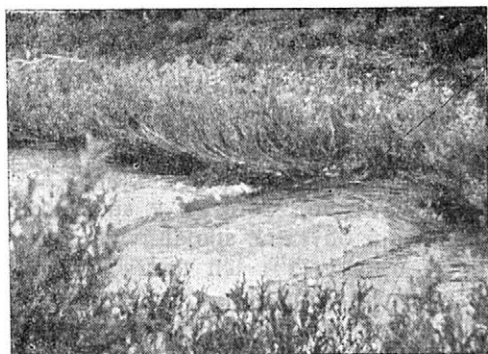
prahov sú nepravidelné, pohybujú sa od 15 do 77 m a závisia od terénnych nerovností. Prietokový profil je lichobežníkového tvaru, šírka dna 4,0 m, výška 1,6 m, sklon svahov 1 : 1,5. Päty sú opevnené vřbovým plôtikom. Svahy sú na dĺžku 1,5 m šikmo po svahu opevnené kamennou dlažbou nasucho, ostatok je opevnený mačinou. V prahoch sú svahy nad spádiskom opevnené kamennou dlažbou 30 cm hrubou na cementovú maltu, vlastné spádisko 40 cm hrubou dlažbou. Prietokná kapacita profilu pri spáde 8,0 ‰ je 30,5 m³/s, pri priemernej profilovej rýchlosti 3,0 m/s. Väčšiu časť roka je koryto skoro suché, úprava má chrániť obec a blízke poľnohospodárske objekty pred odtokmi z prívalových dažďov.

Počas troch rokov od ukončenia stavby väčšia voda cez úpravu neprešla. Maximálne prietokové množstvo možno odhadnúť približne na 2,5 m³/s, pri prietokovej výške 0,4 m a priemernej profilovej rýchlosti 1,34 m/s. Po opadnutí vody boli v hornej časti úpravy a nad prahmi aj nižšie, nepravidelné nánosy drobných splavenín. V dolnej časti úpravy, kde tiekla voda čiastočne zbavená splavenín (tieto sa usadili v horných častiach), vidieť pod spádiskami vymieľanie dna. Opevnené spádiská museli byť dodatočne predĺžené kamenným záhozom. Aj keď je podrobné hodnotenie účinnosti prahov ešte predčasné, vidieť už teraz, že prahy s ohľadom na svoju konštrukciu nezabránia pri veľkých prietokoch v tomto prípade vymieľaniu. Zároveň vidieť aj závislosť medzi vymieľacou schopnosťou vody a jej nasýtením splaveninami. Účinnosť prahovej korekcie,



5. Prahová korekcia na bystrine Stošičanka — horná časť úpravy. Medzi prahmi sú nepravidelné nánosy drobných splavenín

6. Betónový prah na bystrine Stošičanka. Dolná časť úpravy, kde je viditeľné vymieľanie dna pod spádiskom. Výmoľ bol dodatočne zahádzaný kameňom



7. Drevený prah, $h = 0,2$ m, na bystrine Blatničianka. Hladké spádisko zapríčiňuje vymieňanie dna, vzniká dvojité prepad vody

8. Drevený prah, $h = 0,2$ m, na bystrine Blatničianka. Spádisko je zdrsnené, vymieňanie dna nevzniká. Opevnenie päty svahu v spádisku je nedostatočné, vytvára sa brehová nátrž

poľahky vplyv prahov uvedených rozmerov a konštrukcie, na stabilitu bystrinného koryta je pri celkovom, najmä však hydrologickom ráze bystriny doteraz nevýrazný.

Rovnako dlhú životnosť má ďalšia prahová korekcia na bystrine Blatničianka (pravostranný prítok Turca, plocha povodia $P = 101,2 \text{ km}^2$). V km 0,930 až 1,280, t. j. na 350 m dlhom úseku bolo urobených 5 zdvojených drevených prahov z guľatiny, vysokých 0,2 m. Pôvodný spád $8,5\text{‰}$ sa pomocou nich znížil na $5,7\text{‰}$. Guľatina bola pripevnená na 2 m dlhé piloty, spádisko je opevnené na dĺžku 3,0 m kamenným záhozom hrubým 0,3 m. V spádisku je päta svahu opevnená len vřbovým plôtikom, svahy sú vysadené vřbovými odrezkami.

Prietochný profil je lichobežníkového tvaru, šírka dna je 6,5 až 7,0 m, výška vodného stĺpca pri plnom prietoku 1,0–1,2 m, sklon svahov 1:1,5. Päta svahu je opevnená podobne ako v spádisku vřbovým plôtikom, svahy vřbovými odrezkami. Vypočítaná kapacita prietochného profilu je $30,2 \text{ m}^3/\text{s}$, priemerná rýchlosť $v_{\text{stred}} = 2,7 \text{ m/s}$.

Ani cez túto úpravu ešte neprešlo uvedené prietochné množstvo, no zaznamenané boli prietoky s približne polovičným plnením prietochného profilu ($Q = 6,6 \text{ m}^3/\text{s}$, $v_{\text{stred}} = 1,61 \text{ m/s}$, $h = 0,6 \text{ m}$). Pre spodnú časť toku pod prahovou korekciou je typické usadzovanie veľkého množstva splavenín (štrk o priemere 5–10 cm), ktoré sú posúvané cez prahy. Po poklesoch hladiny sa štrk nerovnomerne usadzuje aj medzi prahmi.

Účinnosť tejto úpravy možno tak isto posudzovať len predbežne. Prahy sú doteraz stabilné, no v dvoch prípadoch vznikla pod prepádovým telesom, poľahky opevneným spádiskom brehová nátrž. Išlo o prípady, kde bolo spádisko z väčších kameňov a povrch záhozu bol pomerne drsný. Tu sa síce energia prepadajúcej vody utlmila a dno pod spádiskom nebolo vymieňané, no samotný vřbový plôtik nedokázal dobre ochrániť päť svahu. Na prahoch, ktoré mali spádisko pomerne hladké, brehové nátrže nevznikli, ale bolo vymieňané dno pod spádiskom. Zdá sa byť opodstatnená domnienka, že by v tomto prípade najlepšie vyhovovalo zdrsnené, pritom dostatočne dlhé spádisko a svahy opevnené

oživenou kamennou rovinou. S ohľadom na veľké množstvo vodou dopravených splavín je problematická aj životnosť drevených prahov. Pre túto príčinu by tu určite boli vhodnejšie pevné murované objekty.

STUPŇOVÉ ÚPRAVY

Murované kamenné a betónové stupne s vývarom, ktoré sa v súčasnosti pri zahrádzaní bystrín najčastejšie navrhujú, bývajú obyčajne spoľahlivým a pomerne dlho pôsobiacim prostriedkom spádovej úpravy. Pri ich navrhovaní sa predovšetkým dodržiava zásada dôkladného opevnenia spádiska. Najčastejšie sa spádisko robí ako vývar, v ktorom sa dopadová energia tlmi vodným vankúšom, vytvoreným pomocou protiprahu.

Pri prepade vody cez stupeň ide obyčajne o zmenu kvality prúdenia. Bystrinné prúdenie, ktoré vzniká pri dopade, mení sa pod ním obyčajne na riečne prúdenie. Kinetická energia prepádajúcej vody nadobúda pri dopade maximálne hodnoty, vzniká tendencia silného vymieľania, narušenia vlastného telesa objektu alebo prietochného profilu pod ním.

Pri premene bystrinného prúdenia na riečne v dolnej zdrži vodnej stavby rozoznávame podľa polohy skoku (s ohľadom na zúžený prierez) 3 druhy napojenia paprsku do dolnej vody. Môže ísť o znížený, vzdutý skok alebo o skok v zúženom priereze. Za základnú úlohu sa považuje zmenšenie dĺžky opevneného úseku, pričom je najlepšie také riešenie, pri ktorom je dĺžka krivky vzdutia nulová a napojenie má tvar vzdutého skoku. Tento spôsob je možné dosiahnuť rôznymi tlmicmi (rozrážacími) alebo vývarom, v ktorom sa vytvorí taká hĺbka dolnej vody, aby mal prechod tvar vzdutého skoku. Dĺžku a hĺbku vývaru môžeme navrhnúť pomocou viacerých vzorcov (Smetana, Agroskin a i.).

EKONOMIKA STABILIZAČNÝCH OBJEKTŮV

Popri hydraulikej účinnosti stupňov a prahov vystupuje pri navrhovaní a výstavbe aj otázka investičných a výrobných nákladov. Ak porovnáme náklady alebo prácnosť vyjadrenú v hodinách, potrebných na postavenie objektu, vidíme, že sú pri jednotlivých druhoch objektov rôzne. Stupne a prahy môžu byť s ohľadom na náklady alebo prácnosť výhodnejšie, poťažne nevýhodné, pričom tieto rozdiely nezapríčiňuje len rôzna konštrukcia a použitý materiál. Výrazne sa tu prejavuje aj rôzna výška a celková veľkosť objektov. Pritom môžu byť objekty rovnakej konštrukcie a navrhnuté tou istou výpočtovou metódou (napr. typové murované stupne — statické riešenie prepádového telesa podľa ČSN 73 1310, 73 1880, rozmery vývaru podľa Agroskina, resp. podľa Rachmanovho diagramu).

Na porovnanie výhodnosti jednotlivých typov priečných stabilizačných objektov sme použili jednotkové investičné a výrobné náklady na $1 \text{ m}^3/\text{s}$ prepádajúcej vody a $1,0 \text{ m}$ výšky objektu. Jednotkový investičný náklad S_j je vyjadrený vzťahom:

$$S_j = \frac{S_n}{Q \cdot h}$$

kde S_n — celkový investičný náklad na objekt,
 Q — prepádové množstvo vody v m^3/s ,
 h — výška objektu v m.

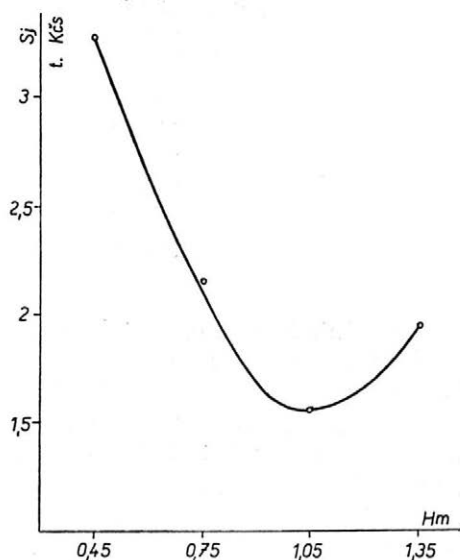
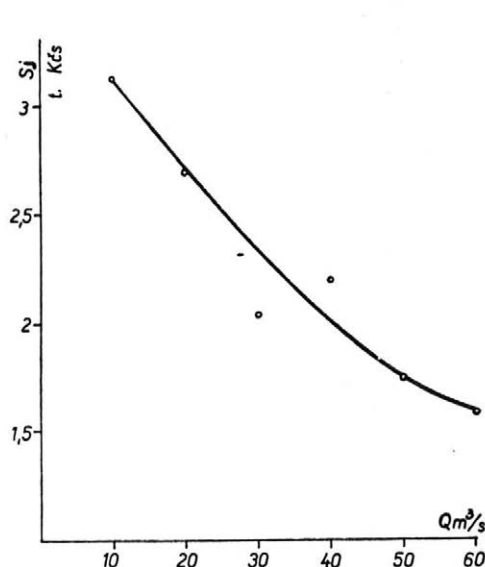
Prehľad jednotkových investičných nákladov na typové jednoduché a zdvojené drevené prahy $h = 0,3$ a $0,4$ m so spádiskom opevneným kamennou dlažbou (dĺžka spád.ska $3,0$ m).

Šírka dna v cm	Q m ³ /s	S_j v t. Kčs $h = 0,3$ m	S_j v t. Kčs $h = 0,4$ m
210	10,80	0,39	0,34
300	13,50	0,36	0,29
420	17,10	0,43	0,33
480	18,90	0,38	0,34
600	22,50	0,37	0,31
900	31,50	—	0,28

V priemere je jednotkový investičný náklad na jednoduché drevené prahy, vysoké $0,30$ m $0,39$ t. Kčs, na zdvojené, $0,40$ m vysoké prahy $0,32$ t. Kčs. Závislosť S_j od šírky dna je nevýrazná, zatiaľ čo výška objektu zapríčiňuje, že sú jednotkové investičné náklady $0,40$ m vysokých prahov v priemere o 18% nižšie ako pri jednoduchých, $0,30$ m vysokých prahoch.

Porovnanie S_j murovaného prahu na bystrine Stošičanka — $h = 0,3$ m a dreveného prahu na bystrine Blatničanka — $h = 0,2$ m.

	Q m ³ /s	S_j inv. (t. Kčs)
Murovaný prah	30,52	0,69
Drevený prah	30,22	0,39



9. Krivka závislosti jednotkových investičných nákladov S_j inv. v t. Kčs na prietokovej kapacite stupňa (Q m³/s)

10. Krivka závislosti jednotkových investičných nákladov S_j inv. v t. Kčs na výške stupňa (H m)

Jednotkový investičný náklad na drevený prah je v tomto prípade len 56,5 % z nákladu na prah murovaný. Rozdiel je zapríčinený rôznou konštrukciou a použitým materiálom.

Závislosť jednotkových investičných nákladov od rôznej výšky murovaných stupňov udávajú hodnoty aritmetických priemerov S_j inv. 38 stupňov s dnom širokým od 3,0 m do 12,0 m. Ide o typové a atypické objekty, ktorých konštrukcia a rozmery boli navrhnuté jednotným výpočtom.

Výška stupňa v m nad — do	S_j inv. t. Kčs
0,3—0,6	3,27
0,6—0,9	2,20
0,9—1,2	1,55
1,2—1,5	1,94

Z provnania vidieť, že je závislosť jednotkových investičných nákladov od výšky objektu veľmi výrazná. Najnižšie náklady S_j inv., ktoré sú pri stupňoch 0,9—12 m vysokých, predstavujú oproti najvyšším nákladom pri 0,3—0,6 m vysokých len 47,4 % hodnoty. Znižovanie jednotkových nákladov v závislosti od zväčšovania výšky vidieť až po 1,2 výšky objektu. Vyššie objekty sa zdajú už nevýhodnejšie.

Celková veľkosť objektu, vyjadrená prietoknou kapacitou objektu, tak isto ovplyvňuje jednotkové investičné náklady. Rozborom uvedených 38 stupňov boli získané nasledovné priemerné hodnoty:

Prietokná kapacita Q m ³ /s nad — do	S_j inv. t. Kčs
5—15	3,12
15—25	2,70
25—35	2,06
35—45	2,21
45—55	1,76
55—65	1,59

S výnimkou prietoknej kapacity $Q = 40$ m³/s sa jednotkový investičný náklad S_j znižuje úmerne so zväčšovaním veľkosti objektu. S touto skutočnosťou je potrebné rátať pri navrhovaní objektov na n-ročnú vodu konkrétnej úpravy.

Pre porovnanie S_j inv. na murované prahy a stupne na tom istom toku uvedieme ako príklad objekty na bystrine Belanka, kde sú medzi 0,8 m vysokými stupňami navrhované 0,3 m vysoké murované prahy. Potrebné je poznamenať, že v prípade stupňa ide o najpriaznivejší prípad spomedzi všetkých 38 stupňov, pritom súčasne o najnepriaznivejší prípad prahu (betónový prah s kamenným obkladom prepadovej hrany).

Úprava	Q m ³ /s	šírka toku v cm	S_j prah t. Kčs	S_j stupeň t. Kčs
HB Belanka	28,35	660	0,94	1,41

Aj v tomto extrémnom prípade vidíme medzi S_j inv. stupňa a prahu podstatný rozdiel. Jednotkové investičné náklady na stupeň sú v porovnaní s nákladmi na prah o 50 % vyššie. Ak však porovnáme priemerné jednotkové investičné náklady na typové dvojité drevené prahy ($S_j = 0,32$ t. Kčs) a náklady na 0,3–0,6 m vysoké stupne ($S_j = 3,27$ t. Kčs), vidíme, že ide približne o 10násobné zvýšenie. Treba poznamenať, že nepomerné rozdiely medzi nákladmi na nízke stupne a prahy spočívajú v nákladoch na vývar, ktorý sa pod prahmi nerobí. Pri vyšších stupňoch sa postupne tento rozdiel znižuje. Nakoniec poznamenávame, že vo všetkých prípadoch S_j inv. uvádzame priemerné hodnoty a odchýlky od nich môžu byť v niektorých prípadoch dosť výrazné.

Podobne ako jednotkové investičné náklady môžeme porovnávať jednotkové výrobné náklady alebo prácnosť, vyjadrenú v hodinách potrebných na postavenie objektu. Ak označíme celkové množstvo hodín P_n , potom jednotková prácnosť na $1 \text{ m}^3/\text{s}$ a $1,0 \text{ m}$ výšky objektu P_j bude vyjadrená vzťahom:

$$P_j = \frac{P_n}{Q \cdot h}$$

Porovnanie priamych výrobných nákladov (bez réžie) a prácnosti pri výstavbe 0,3 m vysokého prahu a 0,8 m vysokého stupňa na bystrine Belanka uvádzame v tabuľke I.

I.

Druh objektu	P_j	V_j			
		mzdy	materiál	mechanizmy	spolu
Prah	19,46	0,12	0,43	0,06	0,61
		19,7 %	70,5 %	9,8 %	100 %
Stupeň	31,73	0,20	0,57	0,12	0,89
		22,5 %	64,0 %	13,5 %	100 %

Z porovnania vidíme, že je podstatný rozdiel v potrebe pracovných hodín na $1 \text{ m}^3/\text{s}$ prepadajúcej vody a $1,0 \text{ m}$ výšky objektu. Čistá hodinová produktivita práce je v tomto prípade pri výstavbe prahu vyššia približne o 10 %.

Rozčlenenie výrobných nákladov na zložky vyplýva z rôznej veľkosti a konštrukcie objektov. Pri výstavbe väčšieho objektu je možné výhodne používať mechanizmy.

ZÁVER

Pri navrhovaní nízkych prahov a vyšších murovaných stupňov je potrebné rovnako hodnotiť ich hydraulickú účinnosť a náklady spojené s výstavbou; 0,2–0,4 m vysoké prahy bez vývaru sú z ekonomického hľadiska výhodnejšie, ich hydraulický účinok je však problematický najmä pri prietokoch veľkej vody. Opodstatnene ich možno navrhovať pri stabilizácii dna v dolných úsekoch bystrín pri menších spádoch, pomerne širokom dne a relatívne malých výškach vodného stĺpca. Najdôležitejšia časť prahu — opevnené spádisko — má byť dostatočne dlhé. Dĺžka L má približne zodpovedať krajnej hodnote, vypočítanej Rehbeckovým vzorcom pre prepad nedokonalý

$$L = 8h_1 + 4z$$

kde h_1 — výška prahu v m,

z — výškový rozdiel vodnej hladiny nad prahom a pod ním v m.

Najlepšie opevnenie spádiska poskytuje kamenná dlažba alebo rovnanina o minimálnej hrúbke 30 cm. Pritom má byť drsnosť najväčšia pod prepádovým telesom. V spodnej časti sa má postupne vyrovnáť s drsnosťou dna. Rovnako sa má v spádisku opevniť päta a spodná časť svahov. Jednoduché opevnenie päty svahov vřbovým plôtikom je nedostatočné.

Vyššie stupne s vývarom, ktorý sa navrhuje s ohľadom na vytvorenie mierne vzdutého vodného skoku, sú hydraulicky účinné. Oproti prahom sú z ekonomického hľadiska nevýhodné. Ak porovnávame murované stupne navzájom, javia sa pri zahrádzaní bystrín s dnom širokým od 3,0 m do 12,0 m najvýhodnejšie 0,9—1,2 m vysoké objekty.

S ohľadom na prietecnú kapacitu, resp. celkovú veľkosť stupňa, sú veľké stupne výhodnejšie z každého hľadiska. Pri ich výstavbe je možné výhodne používať mechanizačné prostriedky (výkopové práce, komplexná mechanizácia betonárskych prác, doprava kameňa žeriavom a pod.), čím sa znižujú výrobné náklady, znižuje sa namáhavosť práce a skracuje sa čas potrebný na ich postavenie.

Najvýraznejšie sa prejavuje veľkosť stupňa na jednotkových investičných nákladoch. V oblastiach horských bystrín predstavuje podľa Bratránka (cit. podľa Skatulu 1960, str. 53) 10ročná voda 63 % celkového množstva 10ročnej vody. Z rozborov S_j inv. 38 stupňov s prietokom od 5 m³/s do 65 m³/s sme zistili, že S_j inv. stupňa dimenzovaného na 10ročnú vodu môže byť v priemere až 82 % hodnoty stupňa navrhovaného na 10ročnú vodu.

Dimenzovanie stupňov na maximálne prietokové množstvá (Q_{100}) je pri použití vhodných výpočtov opodstatnené nielen s ohľadom na bezpečnosť objektu, ale aj na relatívne zníženie jednotkových investičných nákladov.

SÚHRN

V článku autor rozoberá problematiku návrhov nízkych prahov a vyšších stupňov. Na bystrine Stošičanka a Blatničanka sa zistilo, že nízke prahy (výška 0,2—0,3 m) nezabránili vždy vymielaniu dna. Pri opevnení päty svahu v spádisku vřbovým plôtikom, ktoré je nedostatočné, vznikajú pod prahom brehové nátrže. Prahové úpravy možno navrhovať pri stabilizácii dna v dolných úsekoch bystrín, pri menších spádoch, pomerne širokom dne a malých výškach vodného stĺpca. Opevnené spádisko má byť dostatočne dlhé, dĺžka L má zodpovedať krajnej hodnote vypočítanej Rehbockovým vzorcom pre nedokonalý prepád:

$$L = 8h_1 + 4z$$

kde h_1 — výška prahu v m,

z — výškový rozdiel vodnej hladiny nad prahom a pod ním v m.

Ak sa na opevnenie spádiska použije kamenná rovnanina, najväčšia drsnosť má byť pod prepádovým telesom. V spodnej časti spádiska sa má postupne vyrovnáť vyklínovaním medzier medzi kameňmi s drsnosťou dna pod spádiskom. Pritom sa má zachovať pôvodná hrúbka opevnenia. Najdôkladnejšie má byť opevnená päta svahu.

Vyššie stupne s dostatočne dimenzovaným vývarom sú účinné a oproti prahom sú z hydraulického hľadiska výhodnejšie.

Urobil sa ekonomický rozbor a porovnanie investičných a výrobných nákladov a potreby pracovných hodín na výstavbu typových a atypických stabilizačných objektov. Porovnával sa jednotkový investičný náklad S_j , vyjadrený vzťahom:

$$S_j = \frac{S_n}{Q \cdot h}$$

kde S_n — celkový investičný náklad na objekt v t. Kčs,

Q — prepadové množstvo vody v m^3/s ,

h — výška objektu v m.

Podobne možno vyjadriť jednotkový výrobný náklad V_j a prácnosť v normo-hodinách P_j .

Rozborom a porovnávaním jednotkových investičných nákladov na nízke prahy sa zistila závislosť medzi výškou objektu a S_j . Šírka dna jednotkový investičný náklad podstatne neovplyvňuje. Výška objektu veľmi výrazne ovplyvňuje S_j vyšších stupňov, pritom ide o stupne rovnakej konštrukcie. Najnižšie S_j boli zistené pri 0,9–1,2 m vysokých stupňoch a predstavovali len 47,4 % hodnoty S_j 0,3–0,6 m vysokých stupňov. Stupne vyššie ako 1,2 m nie sú už také výhodné. Rozbor sa robil na objektoch s dnom širokým od 3,0 do 12,0 m.

Pri vzájomnom porovnávaní nákladov na prahy a stupne vidieť, že sú prahy výhodnejšie. Na bystrine Belanka sú S_j 0,8 m vysokých stupňov o 50 % vyššie ako S_j 0,3 m vysokých prahov rovnakej konštrukcie. Pri rôznej konštrukcii a rôznom stavebnom materiáli stupňov bolo zistené až 10násobné zvýšenie S_j .

Rovnako bola zistená závislosť S_j na celkovej veľkosti (prietocnej kapacite) stupňa. Pritom sú veľké objekty oproti menším z ekonomického hľadiska relatívne výhodnejšie.

V oblastiach opísaných horských bystrín predstavuje prietokové množstvo 10ročnej vody Q_{10} v priemere 63 % z množstva Q_{100} , pritom sú S_j stupňa dimenzovaného na prietok Q_{10} v priemere až 82 % z hodnoty stupňa dimenzovaného na Q_{100} .

Dimenzovanie stupňov na maximálne prietokové množstvá (Q_{100}) je opodstatnené pri použití vhodných výpočtov nielen s ohľadom na bezpečnosť objektu, ale aj na relatívne zníženie investičných nákladov.

Došlo dne 1. 6. 1966

Literatúra

1. Dambrowski J.: Kilka uwag na temat regulacji rzek i potoków gorskich w dorzeczu Dunajca. 1956, Gospodarka wodna, č. 11. — 2. Jüva K., Cablík J.: Protierozní ochrana půdy. 1954, Praha, SZN. — 3. Kaisler V.: Zajišťování dna při úpravách a zahrázkách bystrín. 1928, Praha. — 4. Objekty pro úpravu spádů a zpevnění dna toků. ÚTP. vyd. Vývoj. prac. SLH. 1962, Praha. — 5. Pietruszewski W.: Ci sa dosiahlí rebierekovými korekciami predpokladané výsledky. 1958, Gospodarka wodna, č. 2. — 6. Raczyński K.: Sposoby projektowania i wykonania robot przy zabudowie potoków gorskich. 1956, Gospodarka wodna, č. 2. — 7. Skatula L.: Hrazení bystrín a strží. 1960, Praha SZN. — 8. Vincent J.: Využitie účinných drsností pri úpravách horských tokov a bystrín. 1961, Vodohospodársky časopis, č. 3. — 9. Wittmann H.: Úprava toků. Příručka pro stavební inženýry, sv. IV. 1961, Praha, SNTL. —

В статье автор рассматривает проблематику проектов низких порогов и более высоких ступеней. На горном потоке Стопичанка и Блатничанка было установлено, что низкие пороги (высота 0,2—0,3 м) не всегда препятствовали размыву дна. При укреплении подошвы склона водобоя фашинным забором, что оказалось недостаточным, образуются под порогом надрывы берега. Пороги можно проектировать при укреплении дна в нижнем течении горных потоков при меньшем уклоне, сравнительно широком дне и небольшой высоте водного столба. Укрепленный водобой должен быть достаточно длинным; длина L должна отвечать предельной величине, вычисленной по формуле Ребока для несовершенного перепада:

$$L = 8h_1 + 4z,$$

где h_1 — высота порога в м,

z — расница высоты уровня воды над порогом и под ним в м.

Поскольку для укрепления водобоя применяется каменная кладка, самая большая жесткость желательна под телом перепада. В нижней части водобоя она должна постепенно выравниваться заклиниванием промежутков между камнями с жесткостью дна под водобоем. При этом нужно сохранить первоначальную толщину укрепления. Тщательнее всего следует укреплять подошву откоса.

Более высокие ступени с достаточным водобойным колодцем эффективны и, в прогивовес порогом, с гидравлической точки зрения выгоднее.

Был прогчен экономический анализ и сравнение капитальных и производственных затрат и затраты рабочего времени на строительстве типовых и нетипичных стабилизирующих объектов. Сравнивались единичные капитальные затраты S_j , выраженные отношением:

$$S_j = \frac{S_n}{Q \cdot h}$$

где S_n — общие капитальные затраты по объекту в чехосл. кронах,

Q — количество перепада в м³/сек,

h — высота объекта в м.

Аналогично можно выразить единичные производственные затраты и трудоемкость в нормочасах P_j .

С помощью анализа и сравнения единичных капитальных затрат на низкие пороги была установлена зависимость между высотой объекта и S_j . Ширина дна существенно не влияет на единичные капитальные затраты. Высота объекта весьма отчетливо влияет на S_j вышних ступеней, причем вопрос касается ступеней одинаковой конструкции. Наименьшие S_j были установлены у ступеней высотой 0,9—1,2 м и представляли собой лишь 47,4 % величины S_j у ступеней высотой 0,3—0,6 м. Ступени, высотой более чем 1,2 м уже не столь выгодны. Анализ производился на объектах с шириной дна от 3,0 до 12,0 м.

При взаимном сопоставлении затрат на строительство порогов и ступеней видно, что пороги выгоднее. На горном потоке Беланки S_j ступеней, высотой 0,8 м, затраты на 50 % больше, чем S_j порогов, высотой 0,3 м, той же конструкции. При разной конструкции и разном строительном материале ступеней было установлено почти десятикратное увеличение S_j .

Также была установлена зависимость S_j от общей величины (мощности потока) ступени. При этом крупные объекты в сравнении с меньшими с экономической точки зрения относительно выгоднее.

В областях описываемых горных потоков количество протока десятилетней воды Q_{10} представляет в среднем 63 % количества Q_{100} причем S_j ступени, конструируемой на проток Q_{10} , в среднем представляют до 82 % стоимости ступени, конструируемой на Q_{100} .

Установление размеров на максимальное количество протока (Q_{100}) обосновано при применении соответственных вычислений не только с учетом безопасности объекта, но и относительно снижения капитальных затрат.

A Contribution to the Problem of Sill and Drop Construction in Torrent Training

This paper contains an analysis of the problem concerning the low sill and high drop projects. Investigations of the Stošičanka and Blatničanka torrents showed that the low sills (height of 0,2—0,3 m) did not always prevent bottom scouring. In insufficient fixation of the foot of the slope with willow fence the bank detach-

ments arise under the sill. The sill structures may be projected in stabilizing the bottom in lower parts of the torrents, in smaller water gradients, in relatively wide bottoms and in small water columns. The reinforced gradient section must be sufficiently long and the longitude L must correspond to the margin value calculated by the Rehbock's equation for submerged weir:

$$L = 8h_1 + 4z,$$

where h_1 — sill height in m,

z — height difference of water level above the sill and under it in m.

If stone piling is used for gradient section reinforcement, the greatest roughness must be under the weir body. The bottom part of the gradient section must be successively levelled by wedging of interspaces between the stones and the bottom roughness under the gradient section. Of course, the original width of reinforcement must be preserved. The most solid reinforcement must be at the foot of the slope.

The higher drops with a sufficiently dimensioned stilling basin are very efficient and, if compared with the sill, they are also more advantageous from the hydraulic point of view.

It was made an ecological analysis and a comparison of capital expenditure and production costs on the one hand and the need of working hours expended for the construction of typic and atypic stabilization structures. Comparisons were made on the capital expenditure per unit (S_j) expressed by following relation:

$$S_j = \frac{S_n}{Q \cdot h}$$

where S_n — total capital expenditure for a structure in Kčs,

Q — water amount on the weir in m³/sec.,

h — height of a structure in m.

The unit production cost V_j and the labour expenditure in standard hours P_j may be expressed analogously.

By analysing and comparing the capital expenditure per unit of low sills a dependence of structure height on S_j was found. The bottom width does not substantially affect the capital expenditure per unit. On the other hand, the structure height affects S_j of higher drops very much, in spite of the fact that they are of the equal construction. The lowest S_j values were found for the drops 0.9—1.2 m high, representing only 47% of S_j values for 0.3—0.6 m high drops. The drops higher than 1.2 m are not so advantageous. An analysis was made on the localities where the bottom was 3.0—12.0 m wide.

From the mutual comparison of sill and drop costs it is clear that sills are more advantageous. The S_j of 0.8 m high drops in the torrent Belanka are by 50% higher than those of the 0.8 m high drops of an equal construction. In a different construction and a different building material of the drops, the S_j values were about 10 times higher.

The dependence of S_j on the total drop size (water passage capacity) was determined in the same way. However, from the economic point of view, the larger structures are more advantageous than the small ones.

In the areas of the described montane forests the water passage rate of ten-year water value Q_{10} represents in average 63% of Q_{100} value, whereby S_j of a drop dimensioned for the flow Q_{10} make averagely till 82% of the drop value dimensioned for Q_{100} .

The drop dimensioning for the maximum water flow rate (Q_{100}) is justified by using appropriate calculations not only because of the structure safety, but also because of the relative reduction of capital expenditure.

Beitrag zur Schwellen- und Stufenregulierung bei Wildbachverbauung

Der Verfasser bespricht die Problematik der Projekte von niedrigen Schwellen und höheren Stufen. Bei den Wildbächen Stošičanka und Blatničanka stellte man fest, daß niedrige Schwellen (von 0,2 bis 0,3 m Höhe) die Auskolkung des Bettes

nicht immer verhindern konnten. Bei der Verfestigung der Hangsohle im Gefälle durch Korbweidenzaun, der nicht ausreicht, entstehen unterhalb der Schwelle Uferanrisse. Die Schwellenregulierungen kann man bei Sohlenstabilisierung der unteren Wildbachabschnitte, bei geringerem Gefälle, verhältnismäßig breiter Sohle und kleiner Höhe der Wassersäule vorschlagen. Das verfestigte Gefälle soll genügend lang sein und die Länge L soll dem Maximalwert nach der Rehbockschen Formel für unvollkommenen Überfall:

$$L = 8h_1 + 4z \text{ entsprechen, wo}$$

h_1 — Schwellenhöhe in m,

z — Höhenunterschied des Wasserspiegels oberhalb und unterhalb der Schwelle in m.

Wenn das Gefälle durch Steine verfestigt wird, soll unterhalb des Überfallkörpers die Oberflächenrauigkeit am größten sein. Die Fläche unterhalb des Gefälles soll allmählich durch Lückenausfüllung zwischen den Steinen mit der Rauigkeit der Sohle unterhalb des Gefälles ausgeglichen werden. Dabei soll die ursprüngliche Stärke der Verfestigung eingehalten werden. Am gründlichsten ist die Hangsohle zu festigen.

Die höheren Stufen mit entsprechend dimensioniertem Wasserkissen sind wirksam und vom hydraulischen Gesichtspunkt vorteilhafter als die Schwellen.

Es wurde eine ökonomische Analyse und ein Vergleich der Investitions- und Herstellungskosten sowie des Arbeitsstundenbedarfes beim Bau von typisierten und atypischen Stabilisierungsobjekten ausgearbeitet. Man verglich die Einheitsinvestitionskosten S_j , die durch die Beziehung

$$S_j = \frac{S_n}{Q \cdot h}$$

ausgedrückt wurden, wo

S_n — Gesamtinvestitionskosten des Objektes in Kčs,

Q — Überlaufwassermenge in m³/sec,

h — Höhe des Objektes in m.

Ähnlich kann man auch die Einheitskosten V_j und die in Normstunden angegebene Arbeitsintensität P_j ausdrücken.

Durch Analyse und Vergleich der Einheitsinvestitionskosten bei niedrigen Schwellen stellte man die Abhängigkeit zwischen der Objekthöhe und den S_j -Kosten fest. Die Sohlenbreite beeinflusst die Investitionseinheitskosten im wesentlichen nicht. Die Höhe des Objektes beeinflusst die S_j -Kosten der höheren Stufen sehr stark, sofern es sich um Stufen der gleichen Konstruktion handelt. Die niedrigsten S_j -Kosten fand man bei 0,9—1,2 m hohen Stufen fest, die nur 47,4 % des S_j -Wertes der 0,3 bis 0,6 m hohen Stufen darstellten. Die Stufen von mehr als 1,2 m Höhe sind nicht mehr so vorteilhaft. Die Analyse bezog sich auf Objekte von 3,0—12,0 m Sohlenbreite.

Bei gegenseitigem Vergleich der Schwellen- und Stufenkosten ersieht man, daß die Schwellen vorteilhafter sind. Beim Wildbach Belanka sind die S_j -Kosten der 0,8 m hohen Stufen um 50 % höher als die S_j -Kosten bei 0,3 m hohen Schwellen derselben Konstruktion. Bei verschiedener Bauart und verschiedenem Baumaterial konnte man 2—10fache Steigerung der S_j -Kosten feststellen.

Man konstatierte zugleich eine Abhängigkeit der S_j -Kosten von der Gesamtgröße (Durchflußkapazität) der Stufe. Dabei sind große Objekte gegenüber den kleineren vom ökonomischen Gesichtspunkt relativ günstiger.

In den Einzugsgebieten der beschriebenen Wildbäche stellt die Zuflußmenge des zehnjährigen Wasserdurchflusses Q_{10} im Durchschnitt 63 % der Menge Q_{100} dar, wobei die S_j -Kosten der für den Durchfluß von Q_{10} dimensionierten Stufe im Durchschnitt bis 82 % der für Q_{100} dimensionierten Stufe erreichen.

Die Stufendimensionierung für die höchsten Durchflußwassermengen (Q_{100}) ist dort berechtigt, wo geeignete Berechnungen nicht nur unter Berücksichtigung der Sicherheit des Objektes, sondern auch der relativ niedrigeren Investitionskosten angewandt werden.

Contribution à l'aménagement en seuils et en marches dans la correction des torrents

Dans l'article l'auteur analyse les problèmes des projets touchant les seuils bas et les marches plus hautes. Sur le torrent de Stošičanka et Blatničanka on a mis en évidence que les seuils bas (hauteur de 0,2—0,3 m) n'ont pas empêché toujours l'affouillement du lit. En raffermissant le pied de talus à l'endroit de la chute, au moyen d'une clôture d'osier, qui est insuffisante, il se produit, au dessous du seuil, des amorçages de rupture de la rive. Les aménagements en seuil peuvent être employés dans les cours inférieurs des torrents, lorsque le lit est stabilisé, en cas de pentes moins importantes, quand le lit est relativement large et les hauteurs de la colonne d'eau petites. La pente aménagée doit être suffisamment longue, de manière que la longueur L réponde à la valeur limite, calculée suivant la formule de Rehbock pour la chute imparfaite, soit:

$$L = 8h_1 + 4z,$$

où h_1 — la hauteur du seuil en mètres, z — la différence de hauteurs du niveau d'eau au dessus du seuil et au dessous du seuil en mètres.

Lorsqu'on utilise à l'aménagement de la pente les pierrailles, c'est au dessous du corps de la chute qu'il faut que la rugosité soit la plus poussée. Dans la partie inférieure de la pente, la rugosité doit graduellement égaler celle du lit en aval de la pente, ce que l'on obtient en coinçant les espaces vides entre les pierres. Avec cela, l'épaisseur initiale du renforcement est à respecter. C'est le pied de la pente qui doit être renforcé le plus fortement.

Les marches plus hautes, avec un bassin d'amortissement suffisamment grand, sont efficaces, étant, comparativement aux seuils, plus avantageuses du point de vue hydraulique.

On a établi une analyse économique et effectué une comparaison, relatives aux frais d'investissement et de production et au besoin d'heures de travail, nécessaires à l'édification des constructions stabilisatrices typiques et atypiques. On comparait les frais d'investissement à l'unité S_j , exprimés par le rapport suivant:

$$S_j = \frac{S_n}{Q \cdot h}$$

où S_n — frais d'investissement totaux, nécessaires à la construction en Kčs, Q — volume d'eau de la chute en m^3 , h — hauteur de l'installation en m.

D'une façon analogue on peut exprimer les frais de production à l'unité, soit V_j et la dépense de travail en heures-standard, soit P_j .

En effectuant l'analyse et en comparant les frais d'investissement unitaires de seuils bas, on a mis en évidence la dépendance entre la hauteur de l'ouvrage et S_j . La largeur du lit n'influence pas d'une façon essentielle les frais d'investissement unitaires. La hauteur de l'ouvrage influence d'une façon marquée S_j des marches plus hautes, bien qu'il s'agisse des marches d'une construction identique. On a constaté les frais S_j les plus bas pour des marches d'une hauteur de 0,9—1,2 m qui ne représentaient que 47,4 p. 100 de frais S_j des marches hautes de 0,3—0,6 m. Les marches plus hautes que 1,2 m sont déjà moins avantageuses. L'analyse était effectuée sur les ouvrages avec un lit large de 3,0 à 12,0 m.

En comparant réciproquement les frais de seuils et de marches, on s'aperçoit que les seuils sont plus avantageux. Sur le torrent de Belanka les frais S_j de marches hautes de 0,8 m sont plus élevés de 50 p. 100 que les frais S_j de seuils hauts de 0,3 m d'une même construction. Pour les différentes constructions et les matériaux variés de construction, utilisés aux marches, on a mis en évidence l'augmentation des frais S_j , se chiffrant même à un décuple.

De même on a mis en évidence la dépendance entre les frais S_j et l'étendue totale de la marche (débit). Avec cela, les ouvrages plus importants sont, du point de vue économique, relativement plus avantageux.

Dans les zones de torrents de montagne décrits, le débit de dix ans de Q_{10} représente en moyenne 63 p. 100 du volume de Q_{100} , les frais S_j de la marche dimensionnée pour le débit de Q_{10} atteignant en moyenne jusqu'à 82 p. 100 de valeur de la marche dimensionnée pour Q_{100} .

La dimension des marches pour les débits maximum (Q_{100}) est justifiée, lorsqu'on utilise les formules de calcul convenables, non seulement du point de vue de la sécurité de l'ouvrage, mais aussi du point de vue de l'abaissement relatif des frais d'investissement.

Adresa autora:

Ing. Julius Valtýni, Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen

■ Lesní hospodářství Severočeského kraje bylo během posledních desetiletí postiženo mnoha kalamitami, které vedou k neustálému zhoršování zdravotního stavu porostů a půdy. Závažným problémem je plošné proředování a odumírání smrkových porostů, které většinou způsobuje zamokření půdy. Úspěšná obnova lesa na těchto půdách bez technické meliorace není možná. U Státních lesů v Teplíčkách je podle soupisu B-6 generálního plánu ZLV 10 149 ha zbahnělých, zrašeliněných a rašelinistických půd, tj. 42,4 % z celkové plochy v ČSSR.

Úsilí směřující ke zlepšení vodního režimu lesních půd technickými zásahy je v současné době zaměřeno především na státně důležitou oblast Krušných hor. Příčiny zamokření náhorních plošin v oblasti lesních závodů Litvínov, Janov, Chomutov a Klášterec jsou specifické pro tuto oblast, která je silně ovlivněna působením průmyslových exhalací.

Zpracování technického řešení odvodnění lesů naráží na problematiku, která je odlišná od běžného způsobu provádění zemědělských meliorací. Předpokladem úspěšného vyřešení odvodnění je sledování melioračních účinků na vymezovaných plochách, které umožní zjišťovat působnost navržených opatření pro navrhování a uskutečňování podobných úprav do budoucna. Jde především o ověření rozhodů a hloubek sběrných příkopů stanovených na základě údajů zahraničních autorů v našich podmínkách a posouzení navržených způsobů zpevnění průtočného profilu hlavních odpadů.

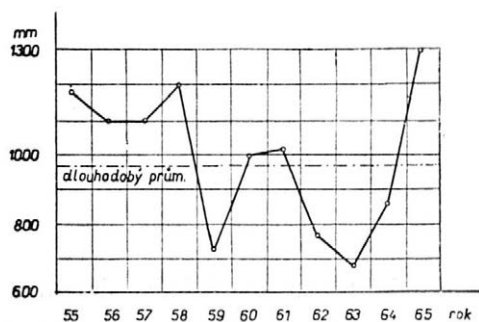
PŘÍČINY ZAMOKŘENÍ

Zamokření náhorních plošin Krušných hor je výsledkem příčin oblastního i místního charakteru. Mezi příčiny oblastního charakteru patří krajové klimatické poměry, jejichž účinky jsou druhotně zesíleny vlivem průmyslových exhalací. Jejich negativní působení na lesní půdu a porosty se navzájem prolíná a nelze je posuzovat izolovaně. Příčiny místního charakteru záleží především v utváření reliéfu náhorních plošin a v jejich pedologických poměrech.

OBLASTNÍ PŘÍČINY

Náhorní plošiny Krušných hor leží ve výškách kolem 800 m n. m. Za posledních 11 let se roční úhrny srážek pohybovaly nad dlouhodobým ročním průměrem 970 mm (údaje stanice Nové Město). Výjimku tvořily roky 1959 a 1962–1964 (obr. 1). Maximum srážek — 1299 mm — bylo naměřeno v roce 1965. Podle klasifikace měsíčních průměrů v tomto roce byly pouze tři měsíce

normální, sedm měsíců mimořádně vlhkých a dva měsíce suché (obr. 2). Nepříznivě se projevilo na vodním režimu půdy květnové maximum srážek 250 mm, které nastalo bezprostředně po jarním tání sněhu v březnu a dubnu. Výška sněhové pokrývky se ze 140 cm v březnu snížila v dubnu na 62 cm a koncem měsíce roztála. Táním se zvýšil měsíční úhrn vody připadající na m² půdy. Vý-

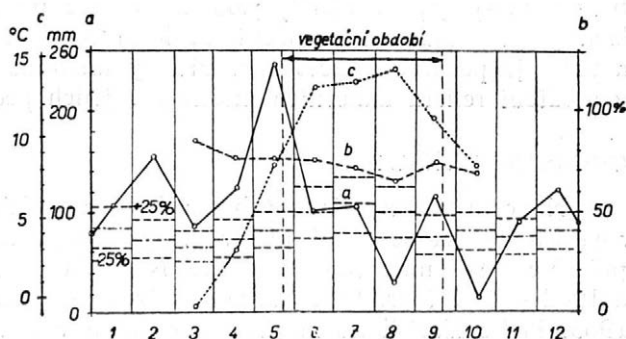


1. Roční úhrny srážek za období 1955 až 1965 ve srovnání s dlouhodobým průměrem, stanice Nové Město v Krušných horách

jevují nejčastěji na podzim. Období s mlhou přesahuje 50 dnů v roce. Údaje svědčí o příznivých podmínkách pro vznik námrazy. Sníh a námraza jsou příčinou vrškových zlomů u lesních dřevin, které snižují odolnost porostů vůči různým škůdcům.

Působení kouřových exhalací se projevuje na zamokření půd druhotně. Nejzhoršivější je kyslíčník siřičitý, který ochromuje a brzdí funkci asimilačních orgánů. Koncentrace SO₂ v ovzduší je ovlivňována dešťovými srážkami, častým výskytem mlh a částečně i směrem větrů. Leptavé účinky jsou zesilovány vysokou vzdušnou vlhkostí, zejména v zimních měsících. U silně poškozených smrkových porostů dochází k redukci asimilační plochy až na dva ročníky jehličí. Plácňným odumíráním porostů je snižována transpirace, a tím odběr vody z půd (obr. 3). Proto hladina podzemní vody trvale stoupá, často až do povrchových vrstev půdy, se všemi důsledky pro biologickou činnost a chemismus půdy. Tyto nepříznivé poměry zhoršují sloučeniny síry v nadložním humusu, které pocházejí ze znečištěné atmosféry a z opadu jehličí. Plocha poškozených porostů prudce stoupá. Vývoj těchto škod nasvědčuje tomu, že zhoršování retence lesních půd na náhorních plošinách bude stále intenzivnější:

2. a — Rozdělení měsíčních úhrnů srážek v roce 1965 v porovnání s dlouhodobým průměrem. Normální srážky v rozmezí +25 % měsíčního průměru. b — Relativní vlhkost vzduchu měřená ve 14 h, stanice Nové Město v Krušných horách. c — Průměrná měsíční teplota měřená ve 14 h, stanice Nové Město v Krušných horách



rok
1939
1950
1960
1963

plocha porostů zasažených exhalacemi v ha

400
10 000
44 000
55 000

MÍSTNÍ PŘÍČINY

Z místních orografických poměrů se uplatňují při zamokření především konkávní deprese. Většinou jsou to ploché úpady a prolákliny se zhoršenými odtokovými poměry (obr. 4). Zarostlá a málo vyvinutá koryta horských potoků v oblasti prameništů nestačí odvést nadměrné množství srážkových vod a jsou příčinou podmačení okolních porostů. Časté jsou případy náhlého ukončení potoků (Nové Město, Výsluní), ze kterých se voda rozlévá po rovinách nebo mělkých úlezech. V těchto poměrech vznikají půdy s různým stupněm oglejení, příznivé pro vznik zrašeliněného humusu, při jehož nadměrném hromadění přecházejí v rašeliniště. Podzolované půdy mají mnohotvárné přechody, a to zejména u těžších půd, které na holinách a v proředených porostech při zhoršení vodního režimu půdy snadno podléhají glejovému procesu.

Mezi opatření, která mají v současné době omezovat působení negativních faktorů na zhoršování retence půd, patří technické meliorace a přihnojování půd se zaměřením na snižování jejich kyselé reakce.

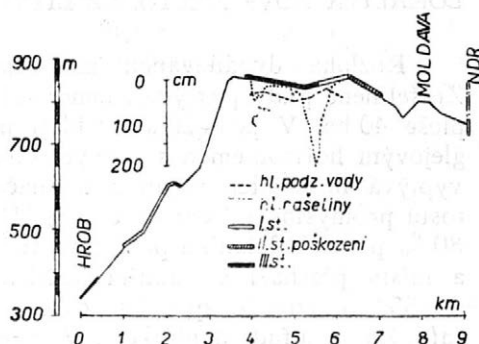


3. Odumírající smrkový porost postižený exhalacemi. Zabuřenělá holina se zamokřenou půdou. Polesí Nová Ves, LZ Janov. Snímek Jirgle

POPIS MELIORAČNĚ ZPRACOVANÝCH LOKALIT

LOKALITA VÝSLUNÍ, LZ CHOMUTOV

Rozloha odvodňovaného území je 200 ha. Realizováno bylo 152 ha. Území je v nadmořské výšce 771–792 m. Severozápadní část odvodňované plochy tvoří mělké hlinitopísčité půdy, místy jílovitě zakalené. Většina plochy je zrašeliněná a v severní části přechází v rašeliniště o mocnosti do 1 m. Z chemických rozborů půdy vyplývá nedostatek vápníku a větší obsah síranů. Zamokření podzemní vodou je výrazné pouze v severní části. Stupeň zamokření je především ovlivněn špat-



4. Příčný profil Krušných hor, Hrob — Moldava. Konkávně prohnutá náhorní plošina výrazně zabahněná a zrašeliněná. V údolní části rašeliniště je hladina podzemní vody 5–60 cm pod povrchem. Smrkové porosty poškozené exhalacemi II.—III. stupně



5. Hlavní odpad zpevněný pohozením a laťovým plůtkem. Výsluní I, v km 1,150. LZ Chomutov

kých půd s nepropustným podložením (rula) pokrývá zrašeliněná vrstva o mocnosti 20 až 80 cm. Pod organickou vrstvou je hlinitý písek s příměsí jílu. V povrchové vrstvě i na povrchu terénu se vyskytuje množství balvanů. Kalamitními těžbami (poslední v roce 1964) se zvýšila hladina podzemní vody. Smrkové porosty trpí poškozením exhalacemi III. stupně, nejsou tedy zachovány více jak dva ročníky jehličí. Zamokření je také ovlivněno působením povrchové vody. V návrhu odvodnění jsou dva hlavní odpady ve spádu 40 až 60 ‰. Souvislé zpevnění vzhledem k malému povodí (0,8 km²) nebylo navrženo. Niveleta dna je zajištěna kamennými prahy a pražci. Rozchod sběrných příkopů je 60 až 70 m a byl stanoven výpočtem.

LOKALITA NOVÉ MĚSTO, LZ LITVÍN

Rozloha odvodňovaného území je 287 ha v nadmořské výšce 810 až 857 m. Zrašeliněné půdy pokrývají téměř celé území. Vrchoviště hlubší než 1 m jsou na ploše 40 ha. V podloží se střídají písčité hlíny až hlinité písky s vyvinutým glejovým horizontem a s různým obsahem skeletu. Z chemických rozborů půdy vyplývá nedostatek vápníku a značný obsah síranů. Průměrné poškození porostů průmyslovými exhalacemi je III. stupně. Námrazou a sněhem je poškozeno 80 % porostů. Hladina podzemní vody se pohybuje od 5 do 60 cm pod povrchem a místy přechází v bahnitá jezírka. Navržené hlavní odpady jsou ve spádu 5–35 ‰. Dno je zpevněno dvouvrstvovým šterkovým pohozením a pata svahů laťovým dvouřadým plůtkem. V rašelinách je spád nivelety dna fixován dřevěnými stupni. Sběrné příkopy na minerální půdě mají rozchod 60–70 m, pod lesními porosty v rašelině půdě 50 m a na holinách 15–20 m. Odvodňované území leží v povodí Flájské přehrady, která slouží k zachycení užitkové vody. Úprava vodního režimu na rašelinistích o celkové zásobě 725 000 m³ rašeliny přispěje ke zlepšení odtoků do přehrady.

nými odtokovými poměry, které vedou k hromadění srážkové vody, zvětšené o cizí vodu. Do území vtékají čtyři potoky s nedostatečně vyvinutými koryty. V návrhu odvodnění je počítáno s hlavními odpady ve spádu 10–30 ‰ (obr. 5). Průtočný profil je řešen na desetiletou vodu. Dno je zpevněno dvouvrstvovým šterkovým pohozením a pata svahů laťovým dvouřadým plůtkem. Vzdálenost sběrných příkopů v minerální zemině je navržena 100 až 150 m a v rašelině 20 až 50 m.

LOKALITA MEDVĚDÍ SKÁLA, LZ JANOV V KRUŠNÝCH HORÁCH

Odvodněna byla plocha 52 ha v nadmořské výšce 820 až 890 m, se sklonem svahů 4 až 7 ‰. Povrch měl-

NÁVRH HLAVNÍCH ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

Proměnlivost spádových poměrů 3–70 ‰ a snaha po dosažení ekonomicky únosných nákladů ve vztahu k lesu jsou protichůdné a vyvolaly řadu diskusí, které ovlivnily celkové řešení průtočného profilu hlavních odpadů. Navržená zpevnění odpadů byla v krátké době po skončení výstavby prověřena řadou kritických průtoků, které vyvolaly bohaté srážky v minulém roce a časté teplotní zvraty v zimě 1965–1966.

Ke zpevnění průtočného profilu ve spádech 5 až 25 ‰ byl navržen na akcích Výsluní I, II a Nové Město šterkový pohoz dna zrnitosti 80 mm ve vrstvě 15 cm. Pata svahů byla zpevněna laťovým dvouřadým plůtkem. Odolnost zpevnění byla posouzena po kritickém průtoku dne 10. února 1966 na akci Výsluní v profilu na km 0,720 a 1,840.

POUŽITÝ POSTUP VÝPOČTU PŘI NÁVRHU ZRNITOSTI

Střední profilová rychlost pro různé hloubky vody v profilu byla vypočtena z Chézyho vzorce s použitím rychlostního součinitele podle N. N. Pavlovského s uvažováním drsnostního součinitele $n = 0,035$. Z vypočtených rychlostí a průtoků byly sestaveny křivky:

$$Q_{m^3/s} = f(h) \quad \text{a} \quad v_{m/s} = f(h), \quad (1)$$

kde h — hloubka vody v odpadu v m,

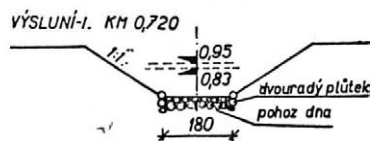
Q — průtok vody v m^3/s ,

v — rychlost vody v m/s.

Z křivek byla určena výška n -leté vody ($Q_{5letá}$) a odpovídající rychlost. K těmto hodnotám se vyhledala velikost zrna ze sovětských norem Hydroenergoprojektu (Jůva 1957, str. 225). Přesnost popsání způsobu výpočtu závisí na individuální volbě drsnostního koeficientu ze vzorce N. N. Pavlovského a na určení odpovídající zrnitosti v tabulce.

POSOUZENÍ ODOLNOSTI ZPEVNĚNÍ PO VELKÉ VODĚ ZE DNE 10. ÚNORA 1966

Po celé délce úpravy nebylo narušeno dno. Šterkový pohoz je hutný a utěsněný drobnými splaveninami. V profilu na km 0,720 je šířka ve dně 180 cm, svahy ve sklonu 1 : 1,5. Pata svahů je zpevněna dvouřadým plůtkem. Navržená zrnitost 80 mm ve vrstvě silné 15 cm nemohla být prováděcím závodem dodržena vzhledem k zrnitostním rozměrům výrobce šterku. V rozměrech nad 80 mm je 30 % zrn a nad 90 mm 70 % zrn ve vrstvě 17 cm. Spád dna je 10 ‰. Zpevnění bylo vypočteno na výšku vody 0,95 m. Výška vody při průtoku dne 10. února 1966 byla 0,83 m (obr. 6). V tabulce I jsou uvedeny projektové údaje, přepočty na výšku vody ze dne 10. února 1966. Výpočet podle vzorců Sribného:



6. Vzorový profil zpevnění v km 0,720

$$V_{kr} = 5\sqrt{d}, \quad (2)$$

kde d — průměrná velikost zrna v m, a Meyera-Petera v úpravě Ing. Zuny (1966) pro lichoběžníková koryta

$$d = 20 \cdot R \cdot I, \quad (3)$$

kde R — hydraulický poloměr v m,
 I — spád dna v ‰,
 d — velikost zrna v m.

V profilu na km 1,840 je šířka ve dně 1,0 m, svahy 1 : 1,5. Pata svahů je zpevněna dvouřadým plůtkem. Navržená zrnitost 80 mm ve vrstvě 15 cm. Zjištěná skutečná zrnitost je 45 % zrn nad 80 mm a 55 % zrn nad 90 mm ve vrstvě 16 cm. Zpevnění dna bylo navrženo na výšku vody 0,86 m. Výška vody při průtoku dne 10. 2. 1966 byla 0,65 m. Spád dna je 15 ‰ (tabulka II).

Z pozorování vyplývá možnost použití vzorce Sribného a úpravy Meyerova - Peterova vzorce pro výpočet zrnitosti v úzkých korytech. Vhodnější pro výpočet je úprava Meyerova - Peterova vzorce, která uvažuje při výpočtu hydraulický poloměr a spád dna. Výpočet je jednoduchý a velikost zrna se blíží velikosti zrna skutečně provedeného pohozy ve spádech 5 až 15 ‰.

Štěrkové pohozy dna a opevnění paty svahů laťovým plůtkem je vhodným

I. Porovnání výpočtu zrnitosti pohozy v km 0,720 podle různých autorů

Vzorec	Hloubka vody v m	Spád I v ‰	Hydraulický poloměr v m	$\varnothing$ zrna v mm	Rychlost v m/s
1. Popsaný výpočet podle projektu	0,95	0,01	0,58	80	1,83
2. Posouzení na průtok 10. 2. 1966 podle projektu	0,83	0,01	0,52	96+	1,71
3. Vzorec Sribného $v_{kr} = 5 \sqrt{d}$				90	1,50
4. Upravený vzorec Meyera-Petera $d = 20 \cdot R \cdot I$	0,83	0,01	0,52	104	

II. Porovnání výpočtů zrnitosti pohozy v km 1,840 podle různých autorů

Vzorec	Hloubka vody v m	Spád I v ‰	Hydraulický poloměr v m	$\varnothing$ zrna v mm	Rychlost v m/s
1. Popsaný výpočet podle projektu	0,86	0,015	0,48	80	1,91
2. Posouzení na průtok 10. 2. 1966 podle projektu	0,65	0,015	0,37	90+	1,56
3. Vzorec Sribného $v_{kr} = 5 \sqrt{d}$				90	1,50
4. Upravený vzorec Meyera-Petera $d = 20 \cdot R \cdot I$	0,65	0,015	0,37	111	

* Skutečně zjištěná průměrná velikost zrnitosti pohozy.

zpevněním pro lesní potoky a hlavní meliorační odpady. Jejich konečné uplatnění bude možno zhodnotit až po několikaletém provozu. Tento druh zpevnění má mnoho předností. Je levný, rychlý a nenáročný na kvalifikaci pracovníků. Technologický postup je velmi jednoduchý. Na urovnanou pláň dna se rozprostře dvouvrstevný pohož. První vrstva zasahuje pod laťový plůtek a druhá do výše první latě. Počet latí v plůtku se volí na výšku středního ročního průtoku. Při nižší konstrukci plůtku se často narušují svahy. Vhodné je také opevnění paty svahů dlažbou na jeden kámen, tj. v pruhu 20 až 30 cm. V konkávních obloucích je nutné výšku opevnění zvýšit. Zpevnění šterkovými pohozy našlo uplatnění na širších tocích (Ohře, Bílina, Hařka a další). Je žádoucí, aby teorie a technologie tohoto způsobu opevnění byla rozpracována pro potoky a meliorační kanály s menší šířkou dna než 2 m, což je možné jedině po získání praktických zkušeností s prováděním šterkových pohožů.

Pro spády 30—60 ‰ na akci LM Medvědí skála bylo použito k zajištění stability dna kamenných prahů a pražců. Průtok desetileté vody je 0,63 m³/s. Sběrné území je rozvodnicí. Kamenné prahy byly navrženy tak, aby horní hrana prahu kryla základ prahu výše položeného. Mezi kamenné prahy byly vloženy dřevěné pražce. Pata svahů nebyla opevněna (obr. 7).

Po průchodu kritických vod bylo z celkové délky úpravy 1160 m poškozeno 320 m. Průčným profilem o šířce dna 0,6 m a sklonu svahu 1:1 prošla dne 10. února 1966 voda o výšce 0,55 m, zatímco výška desetileté vody uvažovaná projektem je 0,4 m. Příčinou narušení byl průchod většího množství vody (asi třicetileté), než předpokládal projekt. Odchylna je způsobena extrémními poměry v zimním období 1965—1966. Poškozené úseky jsou v jemnozrnném písčitém materiálu, který je po nasycení vodou nesoudržný. Proměnlivé geologické poměry, zejména v soudržnosti zemin a zvětralin, nepříznivě ovlivnily stabilitu úpravy. Navržený způsob zpevnění na odpadech s nestálou vodou s malými průtoky nesplnil očekávané předpoklady. Pata svahů silně trpí erozí způsobenou průtokem malých a středních vod. Všeobecně bylo dno rozšířeno o 40 až 50 cm. Použití tohoto způsobu zpevnění předpokládá opevnění svahů patkou.

Z porovnání průtokových množství na Výsluní a Medvědí skále, i když je předčasné vyvozovat závěry z jednoho pozorování, vyplývá druhotně negativní vliv průmyslových exhalací na povrchový odtok. V přibližně stejných klimatických podmínkách došlo v oblasti Výsluní (lesnatost povodí 100 %), která není poškozena exhalacemi, zhruba k průtoku pětileté vody, zatímco v oblasti Medvědí skála (v povodí jsou ze 60 % holiny a ze 40 % odumírající les se zakmeněním 0,3—0,6), silně poškozené exhalacemi, došlo k průtoku téměř třicetileté vody. Se zřetelem na tento stav je nutno navrhnout v poškozených oblastech odpady na větší průtok, než je voda dvouletá až pětiletá.



7. Odpad zpevněný kamennými prahy a dřevěnými pražci. Medvědí skála, LZ Janov

PODROBNÁ ODVODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Příkopové odvodnění doplňuje síť hlavních a vedlejších odpadů. Předpokladem dobré působnosti příkopového odvodnění je správné rozmístění příkopů, tzn. takové polohové a stavební uspořádání, které zajišťuje řádné zachycení přebytkové povrchové i podzemní vody pod lesními porosty. Zásadně se umísťují sběrné příkopy napříč územního sklonu. Volba rozchodů příkopů závisí na půdních poměrech. Rozchody příkopů pro lesní půdy udávané v naší literatuře se liší a jsou velmi hrubé. Pro projekci se těchto údajů dá těžko využít.

Při řešení návrhu příkopové sítě se vychází z půdních poměrů. Pro výpočet rozchodů na minerálních půdách při povrchovém zamokření bylo použito vzorce (Jůva 1957, str. 244)

$$R = 0,5 m \sqrt{q_0} \cdot I \cdot T^2, \quad (4)$$

kde R — rozchod v m,
 q_0 — specifický odtok v mm/h,
 m — součinitel drsnosti územního povrchu,
 I — spád odvodňovaného území v ‰,
 T — doba požadovaného odvodnění v h.

Specifický odtok byl uvažován ve výši 1 l/s/ha, tj. 3,6 m³/h/ha, tj. 0,36 mm/h. Součinitel vyjadřující stav půdy byl uvažován podle Čerkasova pro nerovné půdy s četnými kopečky 10,88–5,8.

Pro výpočet rozchodů při zamokření podzemní vodou bylo použito vzorce (Jůva 1957, str. 108)

$$R = 2 \sqrt{\frac{k}{q}} (H - h_n), \quad (5)$$

kde R — rozchod v m,
 H — hloubka odvodnění v m,
 h_n — norma odvodnění v cm,
 k — součinitel propustnosti půdy v m/s,
 q — specifický odtok podzemní vody v mm/h.

Norma odvodnění pro holiny je 0,30 m (Šindelář 1964, str. 85). Za normu odvodnění smrkových porostů lze považovat průměrnou výšku hladiny podzemní vody ve vegetačním období v závislosti na bonitě a věkové třídě podle dlouhodobých pozorování Pisarkova a Davydova (tabulka III). Součinitel

III. Průměrná výška hladiny podzemní vody v závislosti na bonitě a věkové třídě porostů

Bonita	Věková třída smrkových porostů				
	I.	II.	III.	IV.	V.
	výška hladiny podzemní vody v cm				
I.	60	80	88	108	109
II.	54	75	78	73	64
III.	43	60	44	42	40

propustnosti byl laboratorně stanoven Vývojovým pracovištěm správy lesního hospodářství v Praze.

Na akci Medvědí skála byl stanoven rozchod 70 m podle vzorce (4) pro zamokření podzemní vodou. Příkopy citlivě reagují na nadměrné dešťové srážky (obr. 8). Pro krátkost pozorovacího období nelze správnost navrženého rozchodu s konečnou platností posoudit. Na akci Výsluní byl stanoven rozchod 120 až 150 m ze vzorce (5) pro zamokření povrchovou vodou. Podle terénu byl rozchod upraven v uvedeném rozmezí. Účinek odvodnění se projevil během výstavby. Území je způsobilé pro výsadbu sazenic. Vodní režim půdy bude sledován během roku 1966.

Otázka rozchodů a odpovídajících hloubek příkopů je bohatě rozpracována v sovětské, švédské a norské literatuře. Praktické použití těchto hodnot v našich podmínkách bude závislé na ověření, popř. upravení, tabulkových údajů.

Ukazatelé pro odvodnění lesních půd publikované v Základech hydrolesomeliorace (P j a v č e n k o, S a b o 1962, str. 206) jsou uvedeny v tabulce IV. Po odvodnění dochází k sedání rašelině, při němž hloubka kanálů nemá klesnout pod 0,8–1,0 m. Pokles rašeliny na vrchovištích lze určit ze vztahu (P j a v č e n k o, S a b o 1962, str. 207)

$$O_v = 0,16 \cdot \beta \cdot H^{0,59} \cdot h^{0,63}, \quad (6)$$

kde H — mocnost rašeliny v m,

h — hloubka kanálů v m,

β — koeficient závisící na tuhosti rašeliny (tabulka V).

Rozchody a hloubky příkopů na vrchovištích byly navrhovány na základě údajů (P j a v č e n k o, S a b o 1962, str. 194), které experimentálně stanovil B. M e -



8. Sběrný příkop vedený šikmo na vrstevnice citlivě reaguje na nadměrné množství srážek. Medvědí skála, LZ Janov. Snímky Macoun

IV. Doporučované hloubky odvodňovacích příkopů při strojním provádění zemních prací

Půda	Hloubka příkopu v m
Půdy písčité, hlinité, jílovité a rašeliny o mocnosti do 0,8 m s podložím z těchto zemin	0,8 — 1,0
Rašeliny o mocnosti 0,8 — 1,0 m	1,0 — 1,1
Rašeliny o mocnosti větší než 1,0 m s podložím těžkých zemin	1,0 — 1,2
Rašeliny o mocnosti větší než 1,0 m s podložím písků, písčitých hlín nebo hluboké rašeliny	1,0 — 1,4

V.

Tuhost rašeliny	Koeficient β
Tuhá	1,0
Středně tuhá	1,4
Středně kyprá	2,0
Kyprá	2,7
Téměř plovoucí	3,8
Plovoucí	5,4

ch e c h o k (1960) pro norské poměry (bylo jich použito na akcích Výsluní 1964 a Nové Město 1965) — tabulka VI. Hloubka a rozchod příkopů jsou určeny v závislosti na požadované normě odvodnění. Údaje byly odvozeny pro oblast se srážkovým úhrnem 300 mm ve vegetačním období (červen—září). Pro určení rozchodu v území s odlišným úhrnem srážek za období červen až září stanovil B. M e c h e c h o k opravu podle vzorce

$$\overline{l_p} = l_{300} \frac{300}{P}, \quad (7)$$

kde l_p — rozchod příkopů při daném úhrnu srážek za červen až září,
 l_{300} — rozchod příkopů při srážkách 300 mm za stejné období,
 P — střední množství srážek za vegetační období v odvodňované oblasti.

Navržené rozchody byly konzultovány s Ing. J. F e r d o u. Podle jeho pozorování na pokusné ploše Nové Město se rozchody téměř shodují s jeho výsledky. Při určování rozchodů podle B. M e c h e c h o k a se nepočítá se stup-

VI.

Vzdálenost mezi příkopy v m	Norma odvodnění v cm při hloubce příkopů v m							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	vrchoviště							
5		27	37					
10		24	33	41				
15		22	29	36				
20		19	25	31	38			
25			22	28	33	39		
30			20	25	30	35	40	
35				22	27	31	36	40
40				21	24	29	33	37
45				19	23	26	30	34
50					21	25	28	32

něm rozkladu rašeliny, který ovlivňuje její propustnost. Z těchto důvodů bude vhodné pro naše poměry ověřit údaje Booberga a Baumana (Bac 1962, str. 107), kteří uvádějí rozchod podle druhů rašeliniště v závislosti na stupni rozložení rašeliny v klasifikaci Posta.

Výstavba podrobného příkopového odvodnění na holinách bývá v Krušných horách často spojována s celoplošnou kopečkovou přípravou půdy. Sběrné příkopy jsou vedeny v šikmém směru na vrstevnice a jejich rozchod je podřízen dvojnásobné vzdálenosti dosahu lžice bagru. Vytěžená zemina je šachovnicově rozmístěna na obě strany ve směru 1:5. Vzdálenost příkopů se pohybuje od 14 do 16 m. Vhodná je úprava při vzdálenostech sběrných příkopů 30 m s vložením jednoho mělkého příkopu doprostřed mezi sběrné příkopy, který by byl zaústěn do odpadu, ale slouží jen jako zemník pro materiál kopečků. Předností tohoto způsobu jsou především minimální nároky na pracovní síly, ochrana sazenic proti stagnující povrchové vodě a buření. Výsadbě do kopečků, která se koná druhým rokem, předchází pohnojení mletým vápencem. S úspěchem je tohoto způsobu používáno na LZ Litvínov při zalesňování v povodí Flájské přehrady a při likvidaci holin v poleší Dlouhá louka.

ZÁVĚR

Z rozboru příčin zamokření vyplývá tendence neustálého zhoršování lesních půd na náhorních plošinách východního Krušnohoří. Dosavadní práce se zaměřuje především na likvidaci následků zamokření. Zachování podstaty lesů v těchto podmínkách bude vyžadovat především realizaci preventivních melioračních opatření směřujících k odstranění příčin zamokření. Provádění prací takového rozsahu bude vyžadovat soustavné sledování účinků meliorací a pružnou aplikaci získaných výsledků, kterých by bylo možno využít pro předcházení možnému zamokření půdy. Vyloučením zamokření, jako druhotného následku škod exhalacími, se jistě přispěje k zpomalení odumírání porostů na lokalitách náchylných k tomuto procesu.

Po zhodnocení průchodu velkých vod na hlavních odpadech se stálou vodou se ukazuje jako vhodné zpevnění pro spád $5-25\text{‰}$ kombinace štěrkového pohozu dna s víceřadým laťovým plůtkem. Pro výpočet zrnitosti je vhodná rovnice (3). Na odpadech s občasným průtokem vody, ve spádech $30-60\text{‰}$, se zpevnění kamennými prahy a pražci nedoporučuje v zemině snadno erodovatelné.

K určení rozchodu příkopů při zamokření povrchovou vodou lze použít vzorce (4), při zamokření podzemní vodou vzorce (5). Pro rašeliny lze použít k určení rozchodů a hloubek příkopů tabulky VI B. Mechechoka nebo Boobergových a Baumannových údajů, které jsou sestaveny pro slatiny a vrchoviště. Je nutno ověřit možnost jejich využití nebo úpravy pro naše poměry.

Účelné je spojení výstavby sběrných příkopů na holinách s kopečkovou přípravou půdy. S úspěchem bylo tohoto způsobu použito při zalesňování v povodí Flájské přehrady.

Došlo dne 1. 6. 1966

Literatura

1. Bac S.: Lesne meliorace Wodne. 1962, Warszawa. — 2. Ferda J.: Hydrologický význam rašelinišť. 1963, Vodní hospodářství, č. 5. — 3. Jůva: Odvodňování půdy. 1957, Praha. — 4. Kapuciánek: Průzkum ložiska rašeliny Nové Město, Exp. pro průzkum půd. 1959, Praha. — 5. Lhotský, Ferda, Jonáš,

Pasák: Meliorace půd před zalesněním. 1960. Praha. — 6. Materna a kol.: Základní pěstitelské směrnice pro oblast Krušných hor. 1956, VÚLHM Praha. — 7. Pjavčenko, Sabo: Osnovy gidrolesomelioracii. 1962, Moskva. — 8. Samek, Krátký: Lesní typy východní části Krušných hor. 1960, VÚLHM Praha-Děčín. — 9. Sborník dokumentů III. celostátní bioklimatologické konference v Praze 4.-7. 10. 1961. 1963, Praha NČSAV. — 10. Šindelář J. a kol.: Příručka pro zalesňování. 1964, Praha SZN. — 11. Zuna J.: Použití šterkového pohozu při úpravách potoků. 1965, Meliorační zpravodaj, č. 2, KV ČSVTS Praha. — 12. Zuna J.: Úprava vzorce Meyera-Petera k výpočtům šterkových pohozů při úpravách potoků. 1966, Meliorační zpravodaj, č. 3, KV ČSVTS Praha. — 13. Veselý V.: Hrazení bystřin. 1956, Praha.

Проблемы мелиорации почв в Крушных горах

Площадь поврежденных промышленными выбросами насаждений на горных плато Крушных гор резко увеличивается. Вторичным следствием повреждения является тенденция к постоянному ухудшению задержания лесных почв. Имевшие до сих пор место мелиоративные работы направлены прежде всего на ликвидацию последствий заболачивания. Сохранение основы лесов в данных условиях требует прежде всего реализации профилактических мелиорационных мероприятий. Проведение работ такого масштаба требует гибкого использования имеющихся достижений.

Оценка состояния мелиорационных отходов после ухода внешних вод и ширины мелиорационных каналов на реализованных постройках является вкладом в решение дальнейших акций.

Для главных паводков на высоте падения 5—25 % хорошие результаты дало укрепление дна гравельной наброской. Для вычисления зернистости наброски можно воспользоваться уравнением (3).

Для определения ширины сводных каналов можно использовать уравнения (4) и (5). На торфяниках можно определить ширину на основе данных скандинавских авторов (табл. VI). Пригодность их применения в наших условиях до сих пор не прояснена. Целесообразна комбинация строительства сводных каналов на безлесных участках со сплошной обработкой почвы в виде холмиков.

The Amelioration Problems of Forest Soils in the Ore Mountains

The growth of the area covered with stands injured by industrial exhalations on the upland plains of the Ore Mts. shows a rapidly increasing tendency. The secondary effect of such injuries is a tendency towards a stable deterioration of forest soil retention. The present amelioration works are aimed, first of all, at the liquidation of water-logging effects. Under such conditions, the preservation of the forest substance requires, first of all, carrying out of preventive amelioration measures. Of course, the works of such extent require an elastic application of the results obtained.

The evaluation of the state of amelioration overflows after flood waters passage and of the amelioration gauges on the structures may be of great value in the calculation of further projects.

For the main overflows in the declivity of 5—25‰ the bottom fixation by gravel cover gave good results. The gravel structure may be calculated by the equation (3).

For the calculation of collecting drain gauges the equations (4) and (5) may be applied. The gauges on the peat-bogs may be determined by means of the data given by the Scandinavian authors (table VI). However, the suitability of their application has not yet been proved. It is advisable to join the construction of collecting drains on clear-cut areas with the soil preparation by whole-area mounding.

Adresa autora:

Ing. Zdeněk Macoun, Duchcovská 2476, Teplice 3

■ K ochraně břehů bystřinných koryt se často využívá zpevňovacího účinku keřových vrb. Význam tohoto druhu vegetačního zpevnění se kladně projevuje zejména útlumem kinetické energie vody a stabilizací břehů prokořeněním půdy. Praktické zkušenosti ukazují, že již v prvním roce po založení vrbového krytu tvoří spolehlivou ochranu břehů při povodňových průtocích. Otázka vlivu vrbového porostu na průtok vody korytem nebyla však dosud uspokojivě vyřešena.

PROBLEMATIKA

Při výpočtu rovnoměrného pohybu vody v otevřeném korytě používáme rychlostních vzorců. Tyto vzorce buď přímo neuvažují rozdílné drsnosti koryt, nebo je do výpočtu zahrnují formou koeficientu drsnosti (odporového součinitele). V praxi se převážně používá, i když s jistými obtížemi, druhého typu vzorců. Vzorcům se vytýká, že dokonale nevyjadřují složitý pohyb vody; výsledek však značnou měrou závisí na správné aplikaci použitého vzorce. Z jednotlivých veličin je nejobtížněji stanovitelný koeficient drsnosti. Za nejvhodnější, avšak v běžné projekční praxi těžko proveditelný způsob určení můžeme považovat zpětný výpočet z přímých měření v přírodě za různých průtoků. V korytě pokrytém přirozenou směsí splavenin můžeme vycházet z přibližného, avšak přece jen objektivního kritéria, jakým je např. *Stricklerův* vzorec

$$k = \frac{21,1}{\sqrt[6]{d_{50}}},$$

kde d_{50} je 50% průměr splaveninového zrna z granulometrické křivky získané odběrem a rozbořením splavenin v korytě, s přihlédnutím k dalším vlivům, které se podílejí na výsledné hodnotě koeficientu drsnosti (*Martinec* 1965). U vegetačního břehového opevnění jsme však odkázáni výlučně na tabulkové údaje (*Sribný, Kazanská aj.*).

Pro výslednou drsnost omočeného obvodu platí vztah

$$n_c = \frac{n_d \cdot O_d + n_s \cdot O_s}{O_c},$$

kde n_s — koeficient drsnosti svahu,
 n_d — koeficient drsnosti dna,
 n_c — koeficient drsnosti celého omočeného obvodu,
 O_s — omočený obvod svahů,
 O_d — omočený obvod dna,
 O_c — omočený obvod celého profilu.

U koryt s vegetačním opevněním břehů tedy velmi záleží na podílu omezeného obvodu svahů na celkovém omečeném obvodu profilu. Čím je koryto relativně širší, tím je vliv břehové vegetace na průtočnost menší. Jiná situace je u koryt našich bystřin, jejichž šířka činí jen několik málo metrů, se značným podílem svahů. V tomto případě nám musí zaležet na co nejpřesnějším určení koeficientu drsnosti břehů; jinak jsou pro jednotlivé hladiny vypočítány nesprávné průtoky, což se nepříznivě promítá do navazujících hydraulických úloh. Řešení, které uvádí *Blumenschein* (1960) a *Novák* (1963), tj. snížení průtočné kapacity o 30 % bez ohledu na velikost toku nebo odečtení plochy omezené svislicí v patě svahu a hranou břehu, je třeba dále zpřesňovat. Stav vegetace se v průběhu roku i v delším časovém období mění; proto nelze předpokládat, že by koeficient drsnosti vegetace na březích bylo možno vyjádřit stálou hodnotou; bude to hodnota proměnná v určitém intervalu. Klasifikace podle tabulek, které jsou k dispozici, poskytuje však příliš široké meze s nutností volby podle individuálního citu a zkušenosti; půjde především o to, zúžit toto rozpětí na přijatelnou míru. Možnost přímých měření v přírodě je omezena malou četností povodňových průtoků a jejich krátkým trváním. Nezbyvá proto, než se uchýlit k měřením na experimentálních zařízeních, pokud se nepodaří získat dostatečné podklady z přirozených toků.

VÝSLEDKY ŠETŘENÍ

FELKELOVY POKUSY

Felkel (1960) měřil ve vodohospodářské laboratoři v Karlsruhe (NSR) experimentálně rychlosti ve žlabech, jejichž svahy byly oživeny vrbou. Zařízení bylo složeno ze tří 15 m dlouhých a 0,5, 1,0 a 2,0 m ve dně širokých žlabů se svahy o sklonu 1 : 1. Svahy byly navrstveny z hlinitopísčité zeminy, celý omečený obvod byl pak pokryt slabou vrstvou hubeného betonu. Na podzim roku 1958 bylo konáno měření profilových rychlostí ve žlabech bez vegetačního krytu. V květnu roku 1959 byly do ponechaných otvorů ve svazích vypíchány vrbové řízky a po jejich vzrůstu na podzim roku 1959 a na jaře 1960 znovu změřeny průtočné rychlosti při spádech hladiny 0,1 0,5 a 1 %. Maximální průtočné množství bylo omezeno výkonem čerpadel. Největší měřený průtok činil $0,9195 \text{ m}^3/\text{s}$ při hloubce vody 0,43 cm ve 2 m širokém žlabu.

Na základě měření dospěl *Felkel* k těmto závěrům: Vrbový porost v potocích o několika metrech šířky snižuje rychlosti v celém příčném profilu. Fyzikální příčinou snížení odtoku je vyvolání zesílené turbulence. Průtoky ve žlabech se svahy porostlými vrbou činily 0,30–0,82 násobek průtoků bez vrby.

Neolistěné aolistěné vrby se svým účinkem na průtok příliš neliší. Ani různý věk porostů nevytváří podstatné rozdíly v rychlostech. Výraznější je vliv sponu jednotlivých vrbových prutů: čím je spon řidší, tím menší je i snížení průtočných rychlostí. Při malých rychlostech (menších spádech) bylo toto snížení intenzivnější než při větších.

Kromě zpevnění půdního povrchu kořenovým systémem působí vrbový porost snížení průtočných rychlostí v blízkosti břehů, čímž se snižuje i unášecí síla a zabraňuje se poškozování břehů. Tato výhoda je u stejných profilů vykoupena snížením průtočné kapacity.

V praxi je účelné osazovat jen břehy nárazové, zejména konkávní. V konvexách, kde je tendence k ukládání nánosů, jsou vrby nežádoucí. Stejněoměrné

Ia. Výpočet součinitelů drsnosti na základě Felkelových měření

$b(O_d)$	h	P	O_c	R	f	v_a	v_b	k_a	$n_a(n_d)$	k_b	$n_b(n_c)$	O_s	n_s	c_a	c_b
m	m	m ²	m	m	—	m/s	m/s	m ^{1/3} /s	s/m ^{1/3}	m ^{1/3} /s	s/m ^{1/3}	m	s/m ^{1/3}	m ^{1/2} /s	m ^{1/2} /s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0,5	0,20	0,1400	1,0657	0,1313	0,001	0,457	0,185	55,73	0,018	22,56	0,044	0,5657	0,067	39,73	16,08
	0,35	0,2975	1,4899	0,1997		0,616	0,188	57,04	0,018	17,41	0,057	0,9899	0,067	43,61	13,31
	0,44	0,4136	1,7445	0,2371		0,662	0,194	54,71	0,018	16,03	0,062	1,2445	0,080	43,04	12,61
	0,45	0,4275	1,7728	0,2411		0,665		54,51	0,018					43,00	
1,0	0,20	0,2400	1,5657	0,1533		0,487	0,276	53,51	0,019	30,32	0,033	0,5657	0,058	39,15	22,18
	0,35	0,4725	1,9899	0,2374		0,704	0,274	58,18	0,017	22,64	0,044	0,9899	0,072	45,78	17,82
	0,44	0,6336	2,2445	0,2822		0,776	0,278	57,06	0,018	20,44	0,049	1,2445	0,073	46,21	16,55
0,5	0,20	0,1400	1,0657	0,1313	0,005	0,830	0,543	45,11	0,022	29,51	0,034	0,5657	0,044	32,16	21,04
	0,35	0,2975	1,4899	0,1997		0,975	0,528	40,12	0,025	21,73	0,046	0,9899	0,057	30,67	16,61
	0,45	0,4275	1,7728	0,2411		1,091	0,487	39,67	0,025	17,71	0,056	1,2728	0,068	31,30	13,97
	0,475	0,463	1,8435	0,2511		1,137		40,18	0,025					31,91	
1,0	0,20	0,2400	1,5657	0,1533		1,07	0,725	52,71	0,019	35,71	0,028	0,5657	0,044	38,56	26,13
	0,35	0,4725	1,9899	0,2374		1,395	0,714	51,28	0,020	26,25	0,038	0,9899	0,057	40,35	20,66
	0,42	0,5964	2,1879	0,2725		1,507	0,738	50,57	0,020	24,77	0,040	1,1879	0,057	40,72	19,94
2,0	0,20	0,4400	2,5657	0,1715		1,013	0,834	46,26	0,022	38,08	0,026	0,5657	0,041	34,48	28,38
	0,25	0,5625	2,7071	0,2077		1,168	0,882	46,90	0,022	35,42	0,028	0,7071	0,045	36,09	27,26
	0,30	0,6900	2,8485	0,2422		1,41	0,887	51,09	0,020	32,14	0,031	0,8485	0,057	40,34	25,37
	0,39	0,9321	3,1030	0,3003											
	0,43	1,0449	3,2162	0,3249											
0,5	0,20	0,1400	1,0657	0,1313	0,01	1,16	0,755	44,99	0,022	29,15	0,034	0,5557	0,044	31,93	20,78
	0,35	0,2975	1,4899	0,1997		1,50	0,777	43,86	0,023	22,72	0,044	0,9899	0,055	33,53	17,37
	0,42	0,3824	1,6879	0,2266		1,64	0,764	44,09	0,023	20,54	0,049	1,1879	0,060	34,43	16,04
1,0	0,20	0,2400	1,5657	0,1533		1,258	0,892	43,99	0,023	31,19	0,032	0,5657	0,048	32,18	22,82
	0,30	1,3900	1,8485	0,2110		1,572	0,980	44,41	0,022	27,68	0,036	0,8485	0,053	34,26	21,36
	0,35	0,4725	1,9899	0,2374		1,710	1,010	44,65	0,022	26,37	0,038	0,9899	0,055	35,14	20,75
2,0	0,20	0,4400	2,5657	0,1715		1,440	1,050	46,60	0,021	33,98	0,029	0,5657	0,057	34,74	25,33
	0,26	0,5876	2,7354	0,2148		1,565	1,081	43,59	0,023	30,11	0,033	0,7354	0,060	33,73	23,30
	0,30	0,6900	2,8485	0,2422		1,648	1,102	42,37	0,024	28,33	0,035	0,8485	0,061	33,45	22,37

a — bez vrbového krytu, b — s vrbovým krytem, d — veličina vztažená ke dnu, s — veličina vztažená ke svahům, c — veličina vztažená k celému omáč. obvodu

Ib. Výpočet součinitelů drsnosti na základě Felkelových měření

$b(O_d)$	h	P	O_c	R	f	v_b	k_c	n_c	O_s	n_s	c_b
m	m	m ²	m	m	—	m/s	m ^{1/3} /s	s/m ^{1/3}	m	s/m ^{1/3}	m ^{1/2} /s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
neolistěné vrby v pětníkovém sponu 10 cm											
0,5	0,20	0,1400	1,0657	0,1313	0,01	0,757	29,22	0,034	0,5657	0,044	20,83
	0,35	0,2975	1,4899	0,1997		0,777	22,72	0,044	0,9899	0,055	17,37
	0,42	0,3824	1,6879	0,2266		0,792	21,28	0,047	1,1879	0,057	16,62
1,0	0,20	0,2400	1,5657	0,1533		0,910	31,82	0,031	0,5657	0,043	23,28
	0,30	0,2900	1,8485	0,2110		1,025	28,95	0,035	0,8485	0,051	22,33
	0,35	0,4725	1,9899	0,2374		1,042	27,20	0,037	0,9899	0,054	21,40
2,0	0,20	0,4400	2,5657	0,1715		1,045	33,82	0,030	0,5657	0,062	25,21
	0,26	0,5876	2,7354	0,2148		1,080	30,08	0,033	0,7354	0,060	23,28
	0,30	0,6900	2,8485	0,2422		1,110	28,53	0,035	0,8485	0,061	22,52
olistěné jednoleté vrby v pětníkovém sponu 10 cm											
0,5	0,20	0,1400	1,0657	0,1313	0,01	0,725	27,99	0,036	0,5657	0,048	19,95
	0,35	0,2975	1,4899	0,1997		0,747	21,84	0,046	0,9899	0,057	16,70
	0,42	0,3824	1,6879	0,2266		0,714	19,19	0,052	1,1879	0,064	14,98
1,0	0,20	0,2400	1,5657	0,1533		0,930	32,52	0,031	0,5657	0,046	23,79
	0,30	0,3900	1,8485	0,2110		1,012	28,59	0,035	0,8485	0,051	22,06
	0,35	0,4725	1,9899	0,2374		1,000	26,11	0,038	0,9899	0,055	20,55
2,0	0,20	0,4400	2,5657	0,1715		1,010	32,68	0,031	0,5657	0,067	24,36
	0,26	0,5876	2,7354	0,2148		1,052	29,30	0,034	0,7354	0,064	22,68
	0,30	0,6900	2,8485	0,2422		1,083	27,84	0,036	0,8485	0,065	21,98

olistěné vrby v šikmých pruzích vzdálených 10 cm, vzdálenost jednotlivých vrb 5 cm

0,5	0,20	0,1400	1,0657	0,1313	0,01	0,728	28,11	0,036	0,5657	0,048	20,04
	0,35	0,2975	1,4899	0,1997		0,851	24,88	0,040	0,9899	0,056	19,02
	0,42	0,3824	1,6879	0,2266		0,845	22,72	0,044	1,1879	0,053	17,74
1,0	0,20	0,2400	1,5657	0,1533		0,991	34,65	0,029	0,5657	0,039	25,35
	0,30	0,3900	1,8485	0,2110		1,040	29,38	0,034	0,8485	0,048	22,67
	0,35	0,4725	1,9899	0,2374		1,061	27,70	0,036	0,9899	0,051	21,80
2,0	0,20	0,4400	2,5657	0,1715		1,026	33,20	0,030	0,5657	0,062	24,75
	0,26	0,5876	2,7354	0,2148		1,110	30,92	0,032	0,7354	0,056	23,93
	0,30	0,6900	2,8485	0,2422		1,128	29,00	0,034	0,8485	0,058	22,90

olistěné jednoleté vrby v pětníkovém sponu 20 cm

0,5	0,20	0,1400	1,0657	0,1313	0,01	0,870	33,59	0,030	0,5657	0,037	23,95
	0,35	0,2975	1,4899	0,1997		1,030	30,12	0,033	0,9899	0,038	23,03
	0,42	0,3824	1,6879	0,2256		1,098	29,52	0,034	1,1879	0,038	23,05
1,0	0,20	0,2400	1,5657	0,1533		1,141	39,90	0,025	0,5657	0,028	29,19
	0,30	0,3900	1,8485	0,2110		1,220	34,46	0,029	0,8485	0,037	26,59
	0,35	0,4725	1,9899	0,2374		1,252	32,69	0,031	0,9899	0,040	25,72
2,0	0,20	0,4400	2,5657	0,1715		1,098	35,53	0,028	0,5657	0,053	26,48
	0,26	0,5876	2,7354	0,2148		1,400	39,00	0,026	0,7354	0,036	30,18

pruhy vrb po obou březích působí esteticky velmi jednotvárně. Účelnější je jejich rozčlenění na jednotlivé stromové a keřové skupiny. Felkel doporučuje pro výpočet odtoku v korytech s porosty vrb na březích používat Mannigovy-Stricklerovy rovnice v této úpravě:

$$v = \frac{k_o \cdot L_o + k_w \cdot L_w}{U} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2},$$

kde

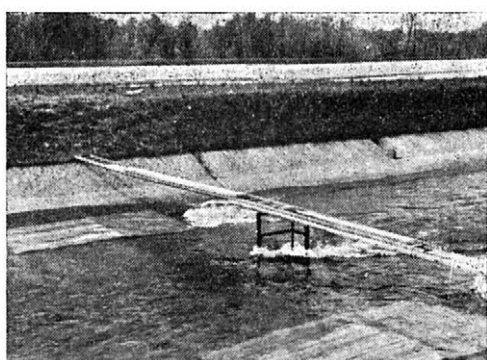
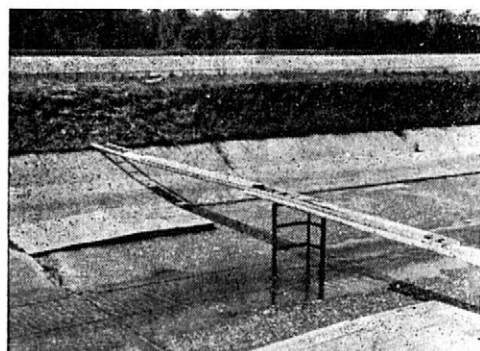
- v — střední profilová rychlost,
- k_o — koeficient drsnosti koryta bez vrby,
- k_w — koeficient drsnosti vrbového krytu,
- L_o — omočený obvod koryta bez vrby,
- L_w — omočený obvod krytý vrbou,
- U — omočený obvod celého profilu,
- R — hydraulický poloměr,
- I — podélný sklon (spád hladiny),

přičemž pro k_w udává interval $<0;16>$, což odpovídá hodnotám $n = \infty$ pro $k_w = 0$ a $n = 0,0625$ pro $k_w = 16$. Zároveň propočítal v procentech snížení rychlostí v jednotlivých bodech měření pro žlab s vegetačním krytem břehů a bez něho; výsledek pak vyjádřil graficky. Křivka ukazuje snížení rychlostí ve střední části žlabu o 4–6 %, ke břehům strmě stoupá až na 60 %.

Z Felkelových měření jsme propočítali hodnoty k a n v Manningově-Stricklerově rovnici a c v rovnici Chézyho. Výsledky jsou sestaveny v tabulkách Ia, b. Vyplývá z nich především závislost na profilových rychlostech vody. Jednotlivé hodnoty však značně kolísají.

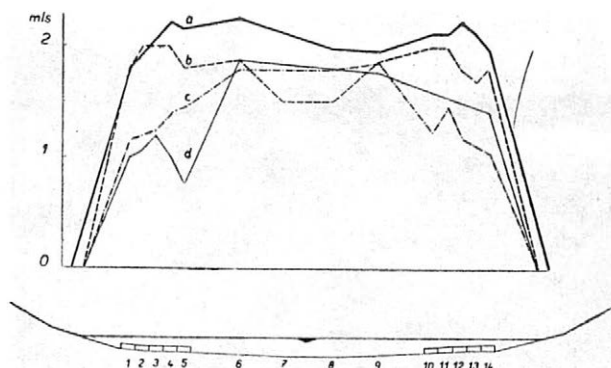
MĚŘENÍ NA PŘÍVÁDEČI MORÁVKA-ŽERMANICE

Metodika výzkumu vlivu vegetačního zpevňování břehů toků na průtok vody (úkol R VI-7/3) předpokládá většinu terénních měření ve státně vodohospodářsky důležité oblasti Beskyd, jako oblasti zvláště ohrožené. Protože se v posledních letech v Beskydech nevyskytly povodňové průtoky potřebné k měření, učinili jsme experimentální měření na příváděči z řeky Morávky do nádrže v Žermanicích, pod rozdělovacím jezem ve Vyšních Lhotách (okres Frýdek



1. Experimentální zařízení v příváděči Morávka-Žermanice — náběhové můstky s bedničkami vyplněnými jilem
2. Průtok v příváděči 5,1 m³/s — připraveno k řadě měření b)

3. a — rychlosti měřené v prostém betonovém korytě při výšce hladiny 50 cm; b — rychlosti v betonovém korytě s bedničkami bez krytu při výšce hladiny 43 cm; c — rychlosti v korytě s bedničkami s vrbovým krytem při výšce hladiny 43 cm, kryt v délce 1,5 m po obou březích; d — rychlosti v korytě s bedničkami a vrbovým krytem při výšce hladiny 43 cm, kryt v délce 3 m jen na pravém břehu

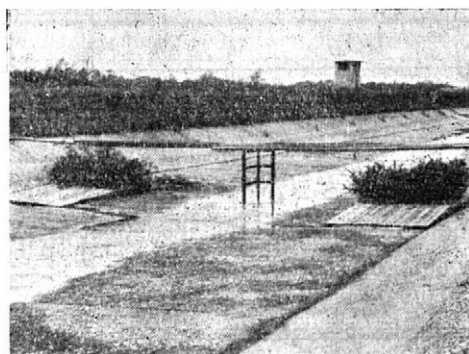
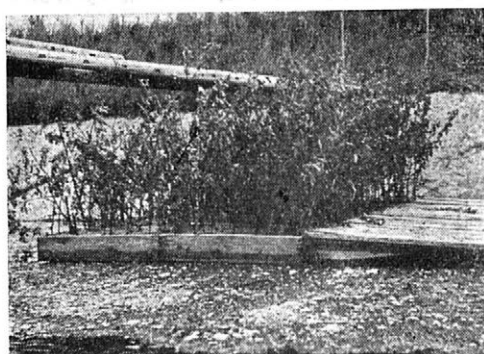


Místek). Je to umělý kanál 3 m hluboký s vybetonovaným dnem v šířce 8,6 m (v koruně 17 m). Rovněž dolní části svahů jsou opevněny betonem na délku 2,5 m; horní části jsou zatravněny. Průměrný podélný sklon nivelety dna je 4,6 ‰.

Při ověřovacím pokusu tohoto modelového výzkumu byly ve vzdálenosti asi 80 m pod jezem umístěny u obou břehů na dně kanálu sady bedniček (velikost 75 X 33 X 13 cm) s napěchovaným jilem; na každé straně po 10 bedničkách (2 řady po 5 bedničkách), ke kterým byl připevněn na návodní straně nízký dřevěný můstek za účelem plynulého nabíhání vody na takto utvořený rošt (obr. 1 a 2). Pak byl zdvižen hradicí segment jezu a z provizorní lávky byly měřeny průtočné rychlosti pomocí hydrometrické vrtule ve 14 svislicích (graf na obr. 3). Po zastavení průtoku byly do jílu v bedničkách zapíchnány a utěsněny vrbové pruty (*Salix purpurea* a *S. incana*) a vytvořeny tak atrapy normálně vzrostlé jednoleté vrbové krytiny (obr. 4 a 5). Po opětovém zdvižení jezového segmentu byly měřeny průtočné rychlosti v těchto profilech jako před vypíchnáním vrbových prutů (obr. 6, 7, 8). Uvnitř modelů vrbové krytiny byla měřena průtočná rychlost celkem v 10 svislicích, uprostřed kanálu (s volným tokem) ve 4 svislicích. Celkem byla vykonána 4 měření:

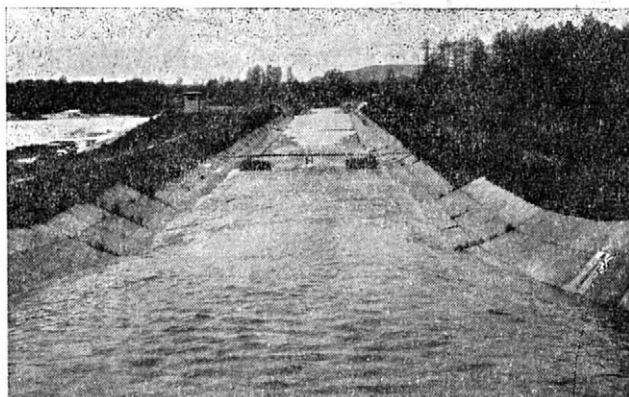
a) v prostém betonovém přiváděči při výšce hladiny 0,50 m a průtoku 7,8 m³/s ve 14 svislicích,

b) v témže přiváděči, avšak s položenými bedničkami bez vegetace, při výšce hladiny 0,43 m a průtoku 5,1 m³/s ve 14 svislicích,



4. Model vrbového krytu

5. Pohled na experimentální zařízení před měřením c)



6. Celkový pohled na experimentální zařízení při vypouštění vody do kanálu

c) v přiváděči s bedničkami na obou březích s vrbovým krytem, při výšce hladiny 0,43 m a průtoků $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ve 14 svislicích,

d) v přiváděči s bedničkami pouze na pravém břehu, s vrbovým krytem, při výšce hladiny 0,43 m a průtoků $4,2 \text{ m}^3/\text{s}$, pouze v 10 svislicích.

Zjištěné střední rychlosti ve svislicích pro jednotlivá měření byly graficky zpracovány (graf na obr. 3), změřené hydraulické veličiny tabelárně sestaveny a z nich vypočteny hodnoty k , n v Manningově-Stricklerově vzorci a c v Chézyho vzorci (tabulka II). Kromě toho byly porovnány naměřené hodnoty rychlostí při vrbovém krytu a bez něho. Snížení těchto rychlostí v % je vyznačeno v grafu na obr. 9. Průtoky bez vegetačního krytu probíhaly v oblasti bystrinného proudění. Po vložení bedniček s vrbovými pruty průtočné rychlosti znatelně poklesly a charakter proudění se změnil.

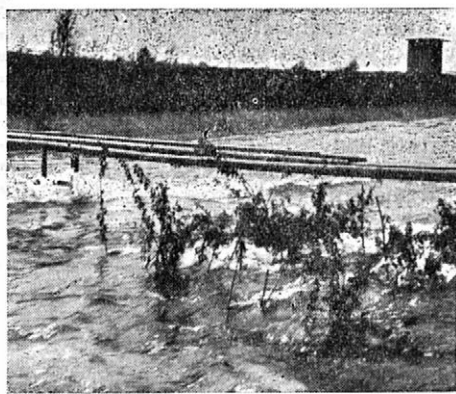
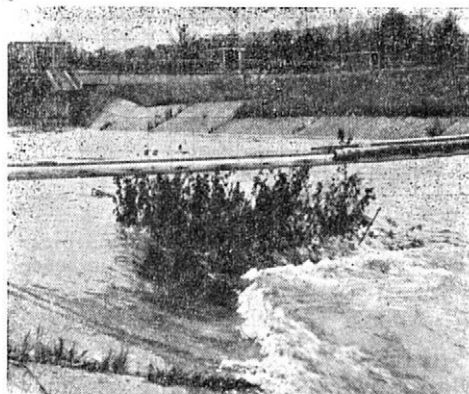
Měření nedávají oprávnění k obecnějším závěrům; sloužila spíše k ověření vhodnosti a metodické správnosti řešení úkolu experimentální cestou. Přesto je možno upozornit na některé výsledky, které bude nutno dále prověřovat.

Podle naměřených údajů jsme pro betonový kanál bez experimentálního zařízení vypočetli $n = 0,019$. Po vložení bedniček bez vegetace se hodnota koeficientu drsnosti snížila na 0,017, a to jak v důsledku změny hloubky mezi měře-

II. Výpočet součinitelů drsnosti z výsledků

$b(O_d)$	h	P	O_c	R	f
m	m	m^2	m	m	—
1	2	3	4	5	6
11,50	0,50	4,275	11,50	0,37	0,0046
7,80	0,43	3,08	11,00	0,28	0,0046
7,80	0,43	3,08	11,00	0,28	0,0046
7,80	0,43	3,08	11,00	0,28	0,0046

a) — hydraulické parametry v prostém betonovém přiváděči, b) — dtto, avšak s bedničkami bez vegetačního krytu, c) — dtto, avšak s bedničkami s vrbovým kry-



7. Průtok v přiváděči 4,3 m³/s při měření c). V pozadí objekty rozdělovacího jezu ve Vyšních Lhotách
 8. Pohled po vodě po měření řady d). Slabé vrbové pruhy ohnuty proudem. Snímky Zelený

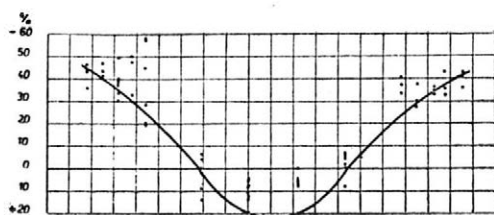
ními a) a b), tak i částečným zúžením profilu. Po vypíchání vrby do bedniček při pokusném měření c) došlo ke snížení rychlostí v bezprostředním dosahu vrby, zatímco uprostřed koryta se rychlosti zřetelně zvýšily. Brzdící účinek vrbového porostu se neprojevil v celé šíři profilu, ale jen v břehové části. Pro řadu měření c) a d) jsme za předpokladu, že $n_c = 0,017$, vypočetli $n_s = 0,031$. Délka vrbou krytého břehu (modelu) při měřeních c) činila jen 1,5 m. Prodloužení krytu při měřeních d) na dvojnásobnou délku nedalo však výrazně odlišné výsledky. Při porovnání změn rychlostí v jednotlivých vslislicích vykazují jednotlivé body měření značný rozptyl. Naměřené údaje jsou ovlivněny polohou hydrometrické vrtule vůči vrbovým prutům a hlavně víry, které za nimi vznikají. Přece však je možno s opatrností proložit získanými body křivku dosti souměrnou k ose toku, která nám udává až 45 % snížení průtočných rychlostí ve vrbovém porostu, ale na rozdíl od Felkela až 20 % zvýšení rychlosti uprostřed koryta (graf na obr. 9).

měření na přiváděči

v	k	n	n_s	c	Poznámka
m/s	m ^{1/3} /s	s/m ^{1/3}	s/m ^{1/6}	m ^{1/2} /s	
7	8	9	10	11	12
1,824	52,11	0,019	0,019	44,3	měření a)
1,659	57,19	0,017	0,017	46,3	měření b)
1,393	48,03	0,021	0,031	39,0	měření c)
1,367	47,13	0,021	0,031	38,1	měření d)

tem na obou březích v délce 1,5 m, d) — dtto, avšak s bedničkami s vrbovým krytem na jediném (pravém) břehu v délce 3,0 m.

9. Změna rychlostí ve svislicích v % působení vrbového krytu na svazích. Plně značené body jsou poměrem rychlostí v jednotlivých svislicích, ostatní body jsou poměrem rychlostí v jednotlivých bodech měření



Bude účelné pokus na přiváděči znovu opakovat s tím, že v bedničkách bude vrba přirozeně vypěstována a po uložení bedniček do koryta kanálu budou změny rychlostí znovu prověřovány. Přitom se však v souladu s metodikou klade důraz na měření v upravených bystřinných tratích s vrbovým zpevněním břehů, jakmile se k tomu naskytne vhodné podmínky, tj. odpovídající povodňové průtoky.

ZÁVĚR

Výsledky pokusů naznačují, že zatímco v úzkých potočních tratích dochází ke snížení průtočnosti vlivem vrbového břehového opevnění o 18 až 70 %, není na širších tocích jeho vliv natolik výrazný, aby řádově ovlivnil zmenšení průtočného profilu.

Protože velmi záleží na velikosti podílu svahů s vegetačním opevněním z celkového omočeného obvodu, doporučujeme při výpočtech profilových rychlostí používat těch vzorců, které dovolují tento podíl vyjádřit, a to s ohledem na značné rozdíly v drsnostech jednotlivých úseků omočeného obvodu.

Procento snížení průtočnosti závisí především na hustotě vrbového porostu a na průtočných rychlostech v korytě.

Význam vegetačního opevnění se projevuje kladně zejména v ochraně břehů jak útlumem kinetické energie, tak i stabilizací půdy prokořeněním.

Kladný ochranný účinek vrbového krytu a zároveň i průtočnost koryta je nutno stále obnovovat pravidelným seřezáváním porostu ve dvouletých až čtyřletých obdobích. Poněvadž však propustnost vrbových porostů je poměrně nízká a tyto porosty se ani nedožívají dlouhého věku, je účelné je včas přeměnit na listnaté stromové porosty.

Došlo dne 1. 4. 1966

Literatura

1. Blumenschein J.: Úprava koryt toků, díl II, Opevnění vegetační. 1960, Hydroprojekt Praha. — 2. Brachtl I., Taus K.: Súčinitele drsnosti otvorených kanálov. 1962, VÚV Bratislava. — 3. Čerkašin A.: Hydrologická příručka. 1965, HMÚ Praha. — 4. Felkel K.: Gemessene Abflüsse in Gerinnen mit Weidenbewuchs. 1960, Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe. — 5. Martinec J.: Hydrologický výzkum rychlostních ztrát v nepravidelných říčních tratích. 1965, závěrečná zpráva VÚV Praha. — 6. Novák L.: Vliv vegetačního zpevnění břehů na průtočnost příčného profilu toku. 1963, Vodní hospodářství, č. 11. —

7. Patočka C.: *Hydraulika*, 2. část. 1966, Praha SNTL. — 8. Škopek V.: *Výpočet střední průtočné rychlosti a určení drsnostních součinitelů při stanovení průtočnosti profilu*. 1965, Studie VPLH Praha.

Влияние ивового насаждения на проток воды в русле

В практике регулирования горных потоков для укрепления берегов водотоков весьма часто с успехом применяют ивовые насаждения, закладываемые преимущественно в форме покровных насаждений. До сих пор, однако, не был удовлетворительно решен вопрос влияния ивовых насаждений на пропускную способность русла. Классификация жесткостей согласно таблицам, обычно применяемым и учитывающим также береговую вегетацию, весьма зависит от субъективной оценки. В интересах более правильного решения проточных профилей необходимо эту классификацию уточнить. Так как возможность непосредственных измерений в природе ограничивается небольшим наличием паводковых протоков и их небольшой продолжительностью, мы пока попытались получить ориентировочные данные на основании экспериментальных опытов.

1. Из анализа измерений скоростей согласно зарубежным опытам Фелкеля (ФРГ) в руслах с ивовыми насаждениями, в ходе которых мы вычислили коэффициенты жесткости k и n в уравнении Маннинг - Штрикклера и c в уравнении Хези, можно предполагать, что в узких руслах ручьев возникает под влиянием берегового укрепления ивой снижение проточности на 18 и даже на 70 %.

2. На основе собственного модельного опыта на приводящем канале речки Моравки в Жерманице можно ожидать, что на более широких водотоках влияние укрепления берегов ивой не настолько выразительно, чтобы повлиять на уменьшение проточного профиля. На основании наших измерений получается почти 45 % снижение проточных скоростей в ивовом насаждении, но в отличие от опытов Фелкеля почти 20 % повышение скорости в середине русла. На основании опытного измерения на приводящем канале Моравки мы вычислили существенно меньший коэффициент жесткости ивового насаждения, чем выходит из измерений Фелкеля; отсюда можно сделать вывод, что величина этого коэффициента непрямо пропорциональна профильным скоростям.

Роль вегетативного укрепления проявляется положительно, в особенности, в охране берегов как с помощью подавления кинетической энергии воды, так и в стабилизации почвы, проросшей корнями. Положительное влияние ивового покрова и одновременно проточность русла нужно постоянно обновлять путем регулярной обрезки насаждения. С учетом сравнительно небольшой пропускной способности и не слишком продолжительного возраста ивовых насаждений желательна их смена лиственными древесными насаждениями.

The Influence of Willow Stand on Water Flow in Channel

In the torrent training practice, the willow stands are very often and successfully applied for bank fixation. However, up to now, the problem of willow stand influence on the water flow in channel has not been solved satisfactorily. The descriptive classification of roughness by the tables, which are commonly applied and regard also the bank fixation, is very dependent on subjective judgments. For the purpose of more correct solution of flow profiles it is necessary to make this classification more precise. Regarding to the fact that the possibility of direct measurements in the nature is limited by small frequency of flood flows as well as their short duration, we tried to obtain meanwhile some basic data from the experiment trials.

1. The analysis of velocity measurements carried out by the Felkel's trials in the channels bordered with willow stands, where the roughness coefficients k and n were calculated in the Manning-Strickler's equation and c in the Chézy's equation, makes it possible to assume that in the narrow flow ways the bank fixation reduces the flow rate by 18—70 %.

2. Our model trial in the canal of the Morávka torrent into Žermanice suggested that the influence of bank fixation by willow is not intensive enough as to be able to affect the flow profile reduction. Our measurements show that the flow velocity in the willow stand was reduced up to 45 % and, contrary to Felkel's results, that the flow velocity in the middle of channel was increased up to 20 %. The trial measurements in the Morávka canal made it possible to calculate the roughness coefficient of willow stand lower than that of Felkel, so that it may

be assumed that the value of this factor is indirectly proportional to the profile velocities.

The vegetation fixation is of great positive importance for bank fixation, because it brings about both the reduction of kinetic water energy and the soil stabilization by thorough rooting. This positive protective effect of willow cover as well as the flow rate of channel must be all the time regenerated by regular pollarding. Because of relatively low permeability and not too long age of willow stands, their change into broadleaved tree stands, in due time is advisable.

Influence du peuplement de saules sur le débit dans le lit

Dans la pratique avec les torrents on emploie très souvent et avec avantage, au renforcement des bords, les peuplements de saules, établis pour la plupart en forme de peuplements de couvert. Jusqu'ici, cependant, on n'a pas résolu d'une façon satisfaisante la question de l'influence des peuplements de saules sur le débit du lit. La classification descriptive des rugosités, suivant les tables que l'on emploie couramment et qui tiennent également compte de la végétation des rives, dépend, dans une large mesure, des considérations subjectives. C'est dans l'intérêt d'un établissement plus rationnel des sections de passage qu'il faut continuer à préciser cette classification. Comme la possibilité des mesurages directs dans la nature est restreinte, vu la fréquence peu importante des crues d'inondation et leur courte durée, nous avons essayé, en attendant, d'obtenir des données d'orientation à partir des essais d'expérimentation.

1. Partant de l'analyse des mesures de vitesses, suivant les essais de Felkel (Allemagne fédérale), effectués à l'étranger dans les lits, couverts de peuplements de saules, où on a calculé les coefficients de rugosité k et n d'après l'équation de Manning-Strickler et le coefficient c suivant l'équation de Chézy, on peut supposer que dans les segments étroits de ruisseaux il se produit, par suite de l'influence du renforcement des rives, grâce au saule, un abaissement du débit de 18 à 70 p. 100.

2. S'appuyant sur les résultats d'un essai modèle propre, effectué sur la conduite d'aménée de Morávka à Žermanice, on peut attendre que dans les courants plus larges l'influence du renforcement des rives par le saule n'est pas tellement marquée, pour influencer d'une façon importante le rétrécissement de la section de passage. De nos mesurages il ressort un rétrécissement de vitesses de passage allant jusqu'à 45 p. 100, mais, à la différence des essais de Felkel, une augmentation de vitesse au milieu du lit, atteignant même 20 p. 100. C'est à partir d'un mesurage expérimental, effectué sur la conduite d'aménée de Morávka que nous avons calculé le coefficient de rugosité du peuplement de saules considérablement plus petit que ne ressort des mesurages de Felkel et on peut en juger, par conséquent, que la valeur de ce coefficient est en fonction indirecte des vitesses de passage.

L'importance du renforcement végétal se manifeste d'une façon positive notamment dans la protection des rives, d'une part par l'inhibition de l'énergie cinétique de l'eau et d'autre part par la stabilisation du sol, due au système de racines. L'effet protecteur positif du couvert végétal et simultanément le passage du lit doivent être sans cesse renouvelés par la taille régulière du peuplement. Vu cependant la perméabilité relativement peu considérable et l'âge peu long des peuplements de saule, il est à désirer qu'on les transforme dans le proche avenir en essences feuillues.

Adresy autorů:

Ing. Václav Zelený, CSc., Výzkumný ústav meliorací, Praha, stanice Hnojník, okr. Frýdek-Místek

Ing. Milan J a ř a b á č, technická kancelář PŘ Státních lesů Krnov, Ostrava

■ U hydrogenních půd, mezi které patří též půdy rašeliništní, je hladina podzemní vody jedním z hlavních faktorů, které rozhodují o vzrůstu a vývoji dřevin a o tvorbě dřevní hmoty. Proto jsme této otázce věnovali zvýšenou pozornost v rámci našich výzkumných úkolů a vykonali jsme mnoho pokusů a pozorování, jejichž některé výsledky uvádíme. Účelem výzkumu bylo prověření některých hodnot o výši hladiny podzemní vody udávaných v zahraničí a zejména pak stanovení její výše pro zdárný vývoj mladých lesních kultur v našich podmínkách.

STRUČNÝ PŘEHLED DOSAVADNÍCH VÝSLEDKŮ

Přestože na tomto úseku bylo již konáno mnoho měření a pozorování a je k dispozici poměrně bohatá dokumentace (Krahmer 1948, Pisarkov 1959, Huikari 1963, Mešeček 1963, Heikurainen 1963 aj.), nebyla tato otázka dopodrobna osvětlena. Názory jednotlivých autorů se často velmi různí. Většinou se shodují v tom, že při výši hladiny podzemní vody 20–30 cm od povrchu je vzrůst kultur špatný. Podstatné rozdíly jsou však již v údajích o optimální výši hladiny podzemní vody a zejména pak v údajích o spodní kritické hranici podzemní vody, při níž dochází ke zmenšování přírůstků porostů, ev. i k jejich odumírání. Příčin je několik. Často jsou totiž udávány hodnoty bez ohledu na druh dřeviny, stav, věk a bonitu porostů. Mnohdy je zanedbáván vliv stanoviště (rozdílné klimatické poměry, půdní poměry, odtokové poměry aj.).

Důležitá je zvláště mocnost fyziologicky účinného půdního profilu. Při malé fyziologické mocnosti, kdy kořeny dřevin jsou odkázány na nejsvrchnější vrstvu 10–20 cm, by větší poklesnutí hladiny podzemní vody mohlo vést i k zániku porostů, zejména starších. Tyto případy, kdy se rašeliniště stává fyziologicky suchým, jsou známy i u nás. Zajímavé přitom je, že k tomuto jevu dochází obvykle na panenských nebo nedostatečně odvodněných rašeliništích s velkým kolísáním hladiny podzemní vody během roku. Ve vlhkých obdobích stoupá na delší dobu hladina podzemní vody téměř až k povrchu, zabraňuje pronikání kořenů dřevin do hlubších vrstev a zhoršuje aeraci; při delším suchém období po proschnutí povrchové vrstvy mohou pak porosty odumírat již při poměrně malém poklesu hladiny podzemní vody. To závisí vedle vlastní mocnosti účinného půdního profilu také na samotných vlastnostech rašeliništní půdy a matečné horniny (rašeliny) a na jejich vzájemném spojení. Zvláště velký

význam má přitom rychlost vztlínání vody ze spodních horizontů do svrchních horizontů a jejich kontinuita.

Z hydropedologického hlediska má hlavní a rozhodující úlohu na rašeliništích hloubka fyziologicky účinného půdního profilu, jeho vlastnosti a s tím související i hloubka zakořenění rostlin. Jakmile umožníme rostlinám proniknout hlouběji do půdy, nebezpečí jejich odumírání v důsledku nedostatku vody se podstatně zmenší, poněvadž spodní vrstvy nikdy neproschnou natolik, aby došlo k přerušení vztlínání z matečné horniny ležící pod hladinou podzemní vody. Prohloubení fyziologicky účinného půdního profilu se dosáhne odvodněním, kdy hladinu podzemní vody snížíme na úroveň odpovídající požadavkům dané dřeviny. Aby však kořeny mohly trvale vegetovat v hlubších vrstvách, je nutno dbát na to, aby kolísání hladiny podzemní vody v různých ročních obdobích bylo co nejmenší a aby maximální výše hladiny podzemní vody nesahala po delší dobu ve vegetačním období výše než 30 cm pod povrch. Při prohlubování fyziologicky účinného půdního profilu je nutno si všimnout také vlastností matečné horniny, z níž se po úpravě vodního režimu bude půda postupně utvářet. Jestliže matečná hornina pod původní mělkou rašeliništní půdou (před odvodněním) neumožňuje proniknutí kořenů (vysoká acidita, naprostý nedostatek živin, výskyt pro rostliny toxických látek, nepříznivý fyzikální stav apod.) do této vrstvy, bylo by pak velmi nebezpečné snížit hladinu podzemní vody pronikavěji bez dalších nutných opatření, která by umožnila růst kořenů v těchto hlubších vrstvách.

Poměrně dobře mají otázku stanovení hladiny podzemní vody rozpracovánu v SSSR, kde se přihlíží již nejen k druhu dřeviny, nýbrž i k věku a bonitě porostů (Pisarkov 1959).

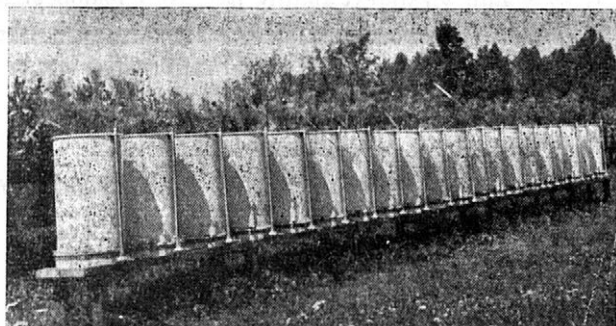
Z tabulky I je vidět, že u borovice I. bonity v první věkové třídě je uváděna výše hladiny podzemní vody 52 cm, pro smrk stejného věku i bonity pak 60 cm. Se zhoršující se bonitou porostů se hladina podzemní vody rychle zvyšuje. Se vzrůstajícím věkem porostů se naopak hladina podzemní vody snižuje až do čtvrté věkové třídy, od níž pak opět stoupá. Rozhodující přitom je zejména výše hladiny podzemní vody ve vegetačním období. V daném případě je to průměr za období květen—srpen. U nás v teplejších nižších polohách je třeba do vegetačního období zahrnovat ještě i měsíc září. Ve vyšších chladnějších polohách začíná na rašeliništích vegetační období až v červnu a končí koncem srpna.

Pro naše poměry v oblasti treboňských blat považuje Brezina (1964) za vyhovující výši hladiny podzemní vody do 50—60 cm. Při poklesu hladiny

I. Průměrná výše hladiny podzemní vody ve vegetačním období květen—srpen pod borovými a smrkovými porosty v cm

Bonita	Věková třída											
	borovice						smrk					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
I.	52	67	80	82	72	41	60	80	88	108	109	—
II.	31	54	56	72	43	28	54	75	78	73	64	—
III.	20	33	34	29	37	18	43	60	44	42	40	—
IV.	12	17	11	11	11	7	13	25	21	17	15	—

1. Nádobové pokusy s různou výší hladiny podzemní vody u borovice (celkový pohled)



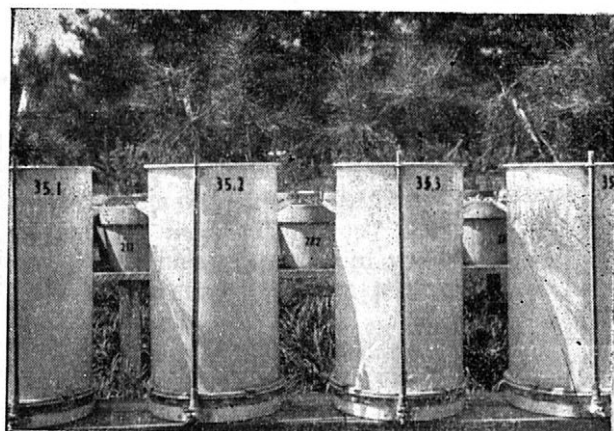
podzemní vody pod výše uvedenou hodnotu dochází již k podstatnému snížení přírůstků a při poklesu hladiny pod 80 cm porosty již prosýchají a odumírají.

NADOBOVÝ POKUS S BOROVICÍ

Každý nádobový pokus má své přednosti i nedostatky. Předností je nesporně ta okolnost, že můžeme vyloučit všechny faktory, které nechceme sledovat, ev. dát všem zkoumaným variantám stejné prostředí (stejně klima, ev. mikroklima, stejnou půdu apod.). Další výhodou v našem případě je i to, že můžeme přesně upravit vodní režim a udržovat hladinu podzemní vody ve stanovené výši, což je v terénních podmínkách obtížné a prakticky velmi těžko proveditelné. Nevýhodou nádobového pokusu je umělé a do značné míry odlišné prostředí od původního. Získané hodnoty mají tedy absolutní platnost opět jen v tomto prostředí a jejich aplikace v terénu musí být ověřena v polních pokusech.

ZALOŽENÍ POKUSU

K nádobovému pokusu, který byl konán na Výzkumné rašelinářské stanici v Borkovicích bylo použito speciálně upravených Mitscherlichových nádob o průměru 30 cm a výšce 60 cm. Do středu každé nádoby byla umístěna trubice, kudy bylo vléváno přesně odměřené množství vody, potřebné k vyrovnání hladiny podzemní vody na určenou výši. Vlastní nádoba byla neprodyšně spojena gumovým těsněním a ocelovými svorkami s podložní 10 cm vysokou miskou, která byla vně opatřena pizeometrickou trubicí s přesným dělením a výpustním kohoutem. Aby



2. Nádobové pokusy s různou výší hladiny podzemní vody u borovice (detail). Hladina podzemní vody 55 cm

II. Základní vlastnosti slatiny použité k nádobovému pokusu

Slatina	Kyselost		Popel	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	N	C	Přístupné živiny	
	H ₂ O	nKCl	v % sušiny							K ₂ O	P ₂ O ₅
										mg/100 cm ³ čerst. hmoty	
ostřico-rákosová	5,15	4,35	16,3	1,52	0,16	0,10	0,16	1,82	42,80	3,30	1,83

nedocházelo k zanášení pizeometru a výpustního otvoru, byl na děrované dno každé nádoby před naplněním vložen filtrační papír a miska byla částečně vyplněna štěrkem.

K pokusu bylo použito biologicky oživené ostřico-rákosové slatiny (2 roky na ní byla pěstována lupina) v dávce 33 kg na každou nádobu při vlhkosti slatiny 61 %. Chemické vlastnosti použité slatiny jsou uvedeny v tabulce II.

Jak je vidět, šlo o čistou slatinu s příznivou reakcí (posuzováno z hlediska rašeliništních půd), s poněkud nižším obsahem vápníku a s průměrnými hodnotami K₂O a P₂O₅ (v % sušiny). Obsah celkového dusíku 1,8, celkového uhlíku 43. Široký poměr C : N (24) ukazuje, že jde stále ještě o půdotvorný substrát, z něhož se vlastní půda teprve postupně vytváří. Obsahy přístupného K₂O a P₂O₅ (laktátový výluh) by pro lesní dřeviny byly celkem postačující. Aby však byla zajištěna optimální výživa, byla každá nádoba ještě přihnojena superfosfátem (5,9 g) a 40% draselnou solí (1,35 g). Přihnojována byla povrchová vrstva v nádobách do hloubky 20 cm.

Dne 20. 4. 1964 byla do nádob vysazena borovice, a to vyspělé 2leté neškolované sazenice (dodal LZ Dolní Hvozd) s úměrně vyvinutým nadzemním i kořenovým systémem. Do každé nádoby byly zasazeny 4 borovice. Jelikož povrchová plocha každé nádoby je 707 cm², měla každá sazenice, ev. semenáček, růstový prostor cca 180 cm², což odpovídá čtvercovému sponu 13,5×13,5 cm.

Vlastní úprava hladiny podzemní vody byla konána až koncem května, aby podmínky ujmoutí sazenic byly stejné. Hladina podzemní vody byla upravena ve 4 variantách: 20, 30, 40 a 55 cm od povrchu půdy. Pro každou výši hladiny podzemní vody bylo použito 5 nádob, každá se 4 borovicemi, tj. celkem 5×4=20 opakování.

Ohled po osázení nádob byla zjištěna výška borovic a průměr kořenových krčků. Totéž bylo změřeno na podzim po skončení vegetačního období (polovina října), kdy byly též odebrány vzorky jehličí k rozborům. Nádobv nebyly zalévány (s výjimkou po vysázení), pouze byla udržována u jednotlivých skupin stejná výše hladiny podzemní vody. Ve druhé polovině října, jakmile se vyskytly větší mrazy, byl pokus přerušen.

III. Průběh klimatických poměrů během pokusu

Měsíc	Teplota ve °C	Srážky v mm
duben	8,3	65
květen	12,4	52
červen	16,8	72
červenec	17,5	45
srpen	14,9	145
září	11,2	19
říjen	6,7	107

IV. Nádobový pokus s borovicí za různé výše hladiny podzemní vody v roce 1964

Hladina podzem. vody v cm	Celková výška v cm		Výškový přírůst v cm	Tloušťka kořeno- vého krčku v mm		Tloušťkový přírůst v mm
	jaro	podzim		jaro	podzim	
20	16,7	26,7	10,0	5,4	6,5	1,1
30	17,0	27,2	10,2	5,3	6,8	1,5
40	17,1	28,5	11,4	5,2	7,5	2,3
55	16,5	31,0	14,5	5,1	10,6	5,5

Pro výškový přírůst je nejmenší průkazný rozdíl při $P = 0,05$ — 3,12 cm, při $P = 0,01$ — 4,30 cm.

Pro tloušťkový přírůst je nejmenší průkazný rozdíl při $P = 0,05$ — 1,34 mm, při $P = 0,01$ — 1,85 mm.

Abychom se alespoň částečně přiblížili přírodním podmínkám, byly nádoby vystaveny přímo vlivu povětrnosti a umístěny nad slatiništní půdou v centru rozsáhlých rašeliníšť. Vždy po 10 dnech byly jednotlivé nádoby přesně váženy, takže bylo možno zjistit též celkovou evapotranspiraci podle rovnice

$$E = (V_p + S + \Sigma V_d) - (\Sigma V_v + V_k),$$

kde

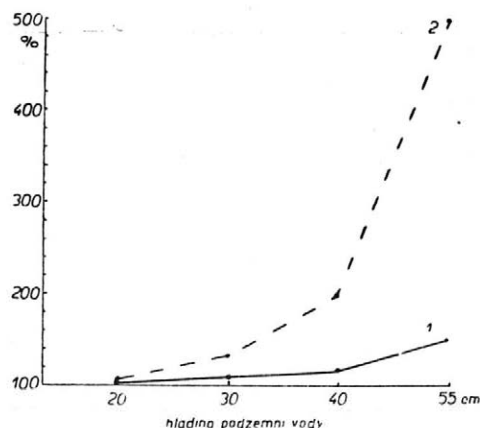
- E — evapotranspirace,
- V_p — počáteční váha nádoby,
- S — spadlé srážky,
- ΣV_d — celkové množství dolité vody,
- ΣV_v — celkové množství vypuštěné vody,
- V_k — konečná váha nádoby.

Klimatické poměry v průběhu pokusu jsou zachyceny v tabulce III.

VÝSLEDKY POKUSU

Vliv různé výše hladiny podzemní vody na vzrůst a vývoj borovice je možno nejlépe posoudit z přehledné tabulky IV.

I když máme zatím k dispozici výsledky pouze z prvního roku, je možno konstatovat, že různá výše hladiny podzemní vody podstatně ovlivnila jak výškový, tak i tloušťkový přírůst. Při výšce hladiny podzemní vody 20 a 30 cm se zjištěné přírůsty od sebe mnoho neliší. Příznivější poměry jsou již při hladině podzemní vody ve výšce 40 cm (i když zatím ještě sta-



3. Vliv různé výše hladiny podzemní vody na výškový a tloušťkový přírůst borovice: 1 — výškový přírůst, 2 — tloušťkový přírůst

tisticky neprůkazné) a nejvyšší přírůsty, které se výrazně odlišují od ostatních, jsou při výšce 55 cm s vysokou průkazností. Porovnání přírůstů borovice při různých výškách hladiny podzemní vody vyjádřené v procentech je zachyceno v diagramu na obr. 3.

Ještě markantněji než v přírůstech se různá výška hladiny podzemní vody projevila ve vývoji a stavu jehlic (tabulka V). V prvních týdnech po výsadbě jsme nepozorovali žádný rozdíl. Od konce července byly však již znát rozdíly v délce jehlic a zejména v jejich barvě. Při výšce hladiny podzemní vody 20–30 cm začaly jehlice postupně žloutnout a koncem vegetačního období byly již zbarveny žlutozeleně. Nezdravou barvu měly též jehlice borovice při hladině podzemní vody 40 cm, i když jejich celkový vzhled byl již podstatně lepší a tvořil jakýsi přechod mezi hladinou podzemní vody 20–30 cm a hladinou podzemní vody 55 cm. Při nejnižší položené hladině podzemní vody byly jehlice velmi dobře vyvinuty a měly sytě zelenou až modrozelenou barvu.

V. Chemické rozborů borových jehlic

Stanovení		Výše hladiny podzemní vody v cm			
		20	30	40	55
Délka jehlic v cm		5,04	5,87	7,35	9,19
Váha 100 jehlic (sušina) v g		1,84	1,86	2,83	5,80
N	v % sušiny	0,70	0,95	1,57	2,13
P		0,05	0,07	0,08	0,10
K		0,51	0,59	0,70	0,71
Ca		0,34	0,35	0,38	0,32
Mg		0,17	0,20	0,20	0,17
S		0,05	0,08	0,08	0,08
Fe		0,018	0,018	0,015	0,013
Al		0,025	0,101	0,086	0,023
Na		0,009	0,006	0,008	0,006
Si		0,20	0,17	0,18	0,16
N	v mg/100 jehlic	12,9	17,6	44,4	123,5
P		0,9	1,3	2,3	5,8
K		9,4	10,9	19,8	41,2
Ca		6,2	6,5	10,7	18,6
Mg		3,1	3,7	5,7	9,9
S		0,9	1,5	2,3	4,6
Fe		0,3	0,3	0,4	0,7
Al		0,5	1,9	2,4	1,3
Na		0,2	0,1	0,2	0,3
Si		3,7	3,2	5,1	9,3

Různá délka jehlic se samozřejmě projevila i v jejich váze, která byla více než 3krát větší v nádobách s vyšší hladiny podzemní vody 55 cm ve srovnání s nádobami, kde podzemní voda dosahovala výše 20–30 cm.

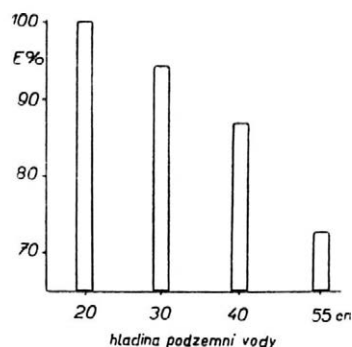
Žloutnutí jehlic nebylo způsobeno jen přímým vlivem zvýšené hladiny podzemní vody, a tím i omezením možnosti rozvoje kořenového systému, tedy fyzikálními příčinami, nýbrž i s tím souvisejícím narušením řádné výživy borovice. Na tuto skutečnost upozorňoval M a t e r n a (1960) a naše výsledky ji plně potvrzují. Je to zejména kritický nedostatek dusíku a nízký obsah fosforu v jehličí borovice vegetující v nádobách s vyšší hladiny podzemní vody 20–30 cm. Relativně nižší obsahy jsou též v tomto případě u draslíku, i když jsou pro normální výživu postačující. Rozdíly v obsahu jednotlivých prvků v jehlicích borovic s různou výškou hladiny podzemní vody vyniknou ještě markantněji při jejich přepočtu z procent sušiny na mg/100 suchých jehlic (H e i n s d o r f 1964). Z toho vyplývá, že není nic platné hnojit rašeliništní půdy, ev. rašelinné substráty, sebevětšími dávkami hnojiv, pokud nebyl řádně upraven vodní a vzdušný režim odpovídající požadavkům dané rostliny.

Při tomto pokusu byla vedle pozorování vlastních vzrůstových ukazatelů a výživy sledována též otázka celkové evapotranspirace při různých hloubkách hladiny podzemní vody v nádobách. Dosažené výsledky jsou shrnuty v přehledné tabulce VI. Při výšce hladiny podzemní vody 20 cm činila přes 580 mm za období červen—září. S postupným snižováním hladiny podzemní vody v nádobách se snižovala též evapotranspirace, která při výšce hladiny podzemní vody 55 cm dosahovala již jen 72 % evapotranspirace při hladině podzemní vody ve 20 cm (obr. 4). Statisticky průkazné rozdíly v celkové evapotranspiraci jsou mezi vyšší hladiny podzemní vody ve 20 (popř. 30) cm a 55 cm. Rozdíly mezi hladinou podzemní vody mezi 20 a 30 cm, mezi 30 a 40 cm a 40–55 cm jsou neprůkazné.

To jsou ovšem průměrné hodnoty za celé sledované období. V kratších časových obdobích se tento poměr měnil. Ve vlhkých, srážkově bohatých měsících (např. srpnu) byl poměr nejužší, v suchých měsících (např. září) nejširší. Souvisí to s vlhkostí rašeliny nad hladinou podzemní vody, která se měnila podle spadlých srážek. Předpokládáme, že z celkové evapotranspirace silně převládal přímý výpar z půdy vzhledem k tomu, že povrch rašeliny byl prostý vegetace a sazenice borovice byly v prvním roce ještě příliš málo vyvinuty, aby transpirace mohla být výraznější. Chceme ji dále sledovat, abychom mohli upřesnit celkovou vodní bilanci a zjistit podíl neproduktivního výparu z půdy a transpirace. Pro zjištění výše uvedených hodnot přímo v přírodních podmínkách se počítá s instalováním několika speciálních výparoměrů — lysimetrů přímo na pokusných plochách.

POLNÍ POKUSY

Z výsledků nádobových pokusů vyplývá, že při výšce hladiny podzemní vody 20–30 cm dochází k vážným poruchám ve vzrůstu borových sazenic. Ani hloubka 40 cm není zcela vyhovující a teprve při snížení hladiny vody na



4. Vztah mezi výší hladiny podzemní vody a evapotranspirací za období červen—září 1964

VI. Evapotranspirace v roce 1964 při různé výšce hladiny podzemní vody

Období	Teplota vzduchu ve °C	Relativní vzdušná vlhkost v %	Srážky v mm	Evapotranspirace při hladině podzemní vody							
				20 cm		30 cm		40 cm		55 cm	
				mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
11. — 30. 6.	16,6	84	59,6	97,2	100	96,7	99,4	71,8	73,8	61,4	63,2
1. — 31. 7.	17,5	74	44,9	199,1	100	196,6	98,7	183,8	92,3	127,2	63,9
1. — 31. 8.	14,9	80	145,4	161,4	100	154,8	95,9	151,1	93,6	138,6	85,9
1. — 30. 9.	11,2	81	18,5	125,8	100	102,3	81,3	98,7	78,4	93,2	74,0
11. 6. — 30. 9.	15,1	80	268,4	583,5	100	550,4	94,3	505,4	86,6	420,4	72,0

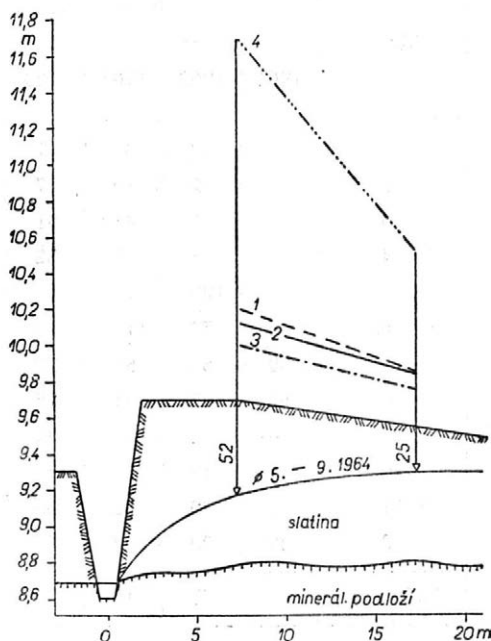
Nejmenší průkazný rozdíl evapotranspirace je při $P = 0,05$ —121 mm, při $P = 0,01$ —169 mm.

55—60 cm jsou dány plně předpoklady k jejich řádné výživě a dobrému vývoji. Je však třeba si přitom uvědomit, že kořenový systém dřevin se v nádobách rozvíjí zejména vertikálním směrem, a proto se vliv různé výše hladiny podzemní vody projeví pronikavěji než v přírodním prostředí, kde kořeny v horizontálním směru nejsou omezovány stěnou nádoby. Proto jsme často svědky toho, že dřeviny vegetují i při podstatně výše položené hladině podzemní vody, aniž bychom na vegetačních orgánech pozorovali podobné jevy jako u nádobových pokusů

VZTAH MEZI VÝŠÍ HLADINY PODZEMNÍ VODY A RÚSTEM MLADÝCH KULTUR NA SLATINIŠTNÍ PŮDĚ V BORKOVICÍCH

Abychom si ověřili výsledky z nádobových pokusů, konali jsme výzkum přímo v terénu v přirozeném prostředí na Výzkumné rašelinářské stanici v Borkovicích na části kdysi odtěženého slatinného ložiska o mocnosti 0,8—1,0 m, které bylo před 30 lety zrekultivováno. Je to dobře vyhnojená slatiništní půda s příznivými fyzikálními i chemickými vlastnostmi. K pokusu jsme zvolili plochu v blízkosti odvodňovacího příkopu, kde hladina podzemní vody na krátkou vzdálenost prudce stoupá k povrchu. Výsledky jsou zachyceny graficky na obr. 5. Projeví se zde opět úzké vztahy mezi celkovou výškou dřevin a hladinou podzemní vody. Nejlepší vzrůst mají všechny dřeviny při hloubce hladiny podzemní vody 52 cm (průměr za vegetační období květen—září). Se zvyšující se hladinou klesá přírůst, a to tím více, čím je kultura starší. Tak u 2letého smrku byla diference ve výšce při hladině podzemní vody 52 cm a 25 cm — 9 cm. U 3leté vejmutovky 15 cm a u stejné staré, avšak vyspělejší borovice lesní 20 cm. To znamená, že např. u borovice byla její výška při hloubce hladiny podzemní vody 25 cm téměř o polovinu menší než při hloubce hladiny podzemní vody 52 cm. U topolových řízků je výškový rozdíl ještě zjevnější, což souvisí se specifickými nároky a požadavky na rozvoj kořenového systému této dřeviny.

Výsledky z tohoto pokusu se tedy shodují a potvrzují závěry učiněné při nádobových pokusech. Plný rozvoj dřevin v prvních letech po jejich výsadbě je zajištěn jen tehdy, jestliže hladina podzemní vody nepřekročí v průměru za vegetační období výšku 50—60 cm. Znovu je třeba zdůraznit, že podmínkou je, aby se jednotlivé hodnoty příliš nelišily od tohoto průměru, a to zejména v horní hranici výkyvů hladiny podzemní vody, která nemá po delší dobu vystoupit nad 30 až 40 cm od povrchu. Do jaké míry dřevinám, ev. mladým kulturám, škodí přílišné poklesnutí hladiny podzemní vody, o tom se zmíním dále na základě několikaletých pozorování vodních poměrů na pokusné ploše v Hranicích.



5. Vztah mezi výškou hladiny podzemní vody a vzrůstem dřevin: 1 — borovice, 2 — vejmutovka, 3 — smrček, 4 — topol

VZTAH MEZI VÝŠÍ HLADINY PODZEMNÍ VODY A VZRŮSTEM BOROVICE A SMRKU NA RAŠELINNÉM LOŽISKU PŘECHODOVÉHO TYPU V HRANICÍCH

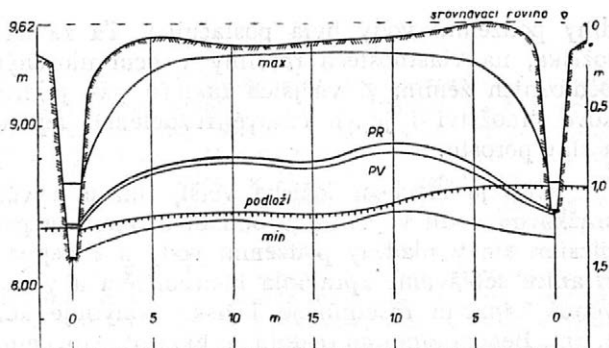
Všimneme si vztahů mezi výší upravené hladiny podzemní vody a vzrůstem hlavních cílových dřevin, tj. borovice a smrku. Vzrůst byl sledován na dílcích plně hnojených NPK, kde tak byla zajištěna optimální výživa sledovaných dřevin. Mocnost ponechané vrstvy rašeliny (přechodová rašelina ostrčico-blatnicová) nad bází ložiska byla 1,1 m.

Vzrůst borovice i smrku založených v roce 1961 je velmi dobrý. Borovice dosahuje ve čtvrtém roce 122 cm a stejně starý smrk 68 cm. Přitom hladina podzemní vody dosahovala ve středu odvodněných ploch v průměru za vegetační období 1962–1964 82 cm. V roce 1962 to bylo 85 cm, v roce 1963 75 cm a v roce 1964 opět 85 cm (tabulka VII). Kolísání hladiny podzemní vody v jednotlivých měsících vegetačního období nebylo velké s výjimkou konce vegetačního období v roce 1962, kdy v důsledku několika po sobě následujících suchých měsíců se hladina podzemní vody snížila až pod 120 cm. Přesto kultury tím nijak neutrpěly, poněvadž užitečná zásoba vody v půdě, ev. v rašelině, byla ještě dostatečná. Svědčí o tom vlhkost v půdním profilu, zjištěná koncem září roku 1962 (v % objem.). Ve vrstvě 0–10 cm činila vlhkost 56 %, v 10–20 cm 64 %, ve 20–40 cm 70 %, ve 40–60 cm 78 %, v 60–80 cm 81 % a nad bází ložiska v hloubce 80–100 cm 83 %. Maximální vzestup hladiny podzemní vody nepřevýšil v měsíčním průměru 50 cm. Jedinou výjimku činí měsíc květen 1962, kdy

VII. Průběh hladiny podzemní vody v odvodněném rašelinném ložisku za období 1961–1964

Měsíc	Srážky v mm					Hladina podzemní vody v cm				
	1961	1962	1963	1964	1962–64	1961	1962	1963	1964	1962–64
1.	—	40	31	7	26	—	76	110	104	97
2.	—	32	19	17	23	—	69	105	106	93
3.	—	41	41	51	44	—	19	64	69	51
4.	—	31	31	82	48	—	17	51	24	31
5.	—	128	78	65	90	—	23	62	56	47
6.	94	53	117	73	81	74	58	65	87	70
7.	59	56	55	72	61	96	107	69	97	91
8.	82	42	31	105	59	52	115	92	90	99
9.	9	53	41	34	43	102	123	86	96	102
10.	55	19	16	131	55	55	122	93	63	93
11.	42	23	52	38	38	77	118	87	61	89
12.	39	28	7	45	27	78	116	100	78	98
Rok	—	547	519	720	595	—	80	82	78	80
Veg. období 5. – 9.	—	332	322	349	334	—	85	75	85	82

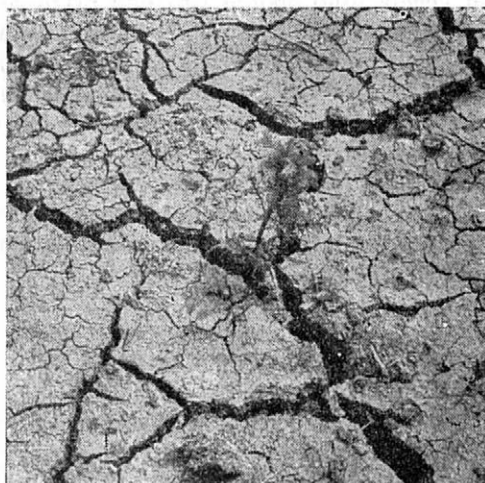
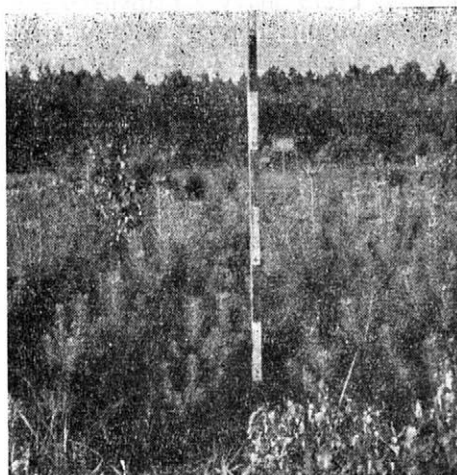
6. Průběh hladiny podzemní vody v příčném profilu odvodněného a částečně odtěženého rašelinného ložiska. PR — roční průměr za období 1962—1964, PV — průměr za vegetační období 1962—1964, *max* — maximální zjištěná výše hladiny podzemní vody, *min* — minimální zjištěná výše hladiny podzemní vody



se hladina zvýšila až na 23 cm od povrchu (mimořádně vysoké srážky následující po zimním období).

Na kolísání hladiny podzemní vody mají vliv vedle teploty zejména srážky, a to nejen jejich celkové množství za vegetační období, ale hlavně jejich rozdělení na kratší časové úseky. Při jejich přibližně stejnoměrném rozdělení je kolísání hladiny podzemní vody menší (rok 1963 a 1964), při velmi nestejnoměrném rozdělení srážek (1962) pak vysoké.

Hodnoty hladiny podzemní vody se vztahují na střed odvodněné plochy. Směrem ke krajům plochy (k příkopům) se hladina podzemní vody snižuje (obr. 6). Rozdíl mezi výší hladiny podzemní vody ve středu plochy a při jejím okraji činí průměrně 30 cm. Ani na tento pokles však kultury borovice a smrku nereagovaly a jejich vzrůst se nijak nelišil od vývoje ve středu dílců. Jestliže tedy hladina podzemní vody v průměru za vegetační období je nižší než 60 cm, přestávají zde působit vztahy mezi výší její hladiny a růstem dřevin, které byly prokázány dříve při vysoko ležící hladině podzemní vody. Podmínkou přitom ovšem je, aby vlhkost v profilu půdy, ev. rašelinného ložiska, nad úrovní hla-



7. Tříletá kultura borovice na lokalitě Hranice s upraveným vodním režimem

8. Škody suchem na odtěženém rašelinném ložisku, kde byla nad podloží ponechána příliš slabá vrstva rašeliny nevhodných vlastností bez promísení s minerálem

diny podzemní vody byla postačující. Ta závisí zejména na celkové mocnosti ložiska, na vlastnostech rašeliny v něm uložených a na druhu a vlastnostech podloží zemin. Z vnějších faktorů pak je třeba brát v úvahu srážky (celkové množství i jejich časové rozdělení), teplotu, relativní vzdušnou vlhkost a stav porostu.

Cím je mocnost ložiska větší, tím je i větší jeho schopnost akumulovat srážkovou vodu ve vlhkých obdobích, která je pak k dispozici rostlinám. S nejnižšími stavy hladiny podzemní vody a s nejnižší vlhkostí půdy se na lokalitě Hranice setkáváme zpravidla koncem léta a v časném podzimu. V této době se vodní kapacita rašelinného ložiska poněkud zvyšuje kolem 850 mm při jeho hloubce 1,1 m. Během zimního období se hladina podzemní vody postupně zvyšuje a současně se doplňuje i půdní vláha nad její úroveň. V březnu a dubnu po roztání sněhu je vodní kapacita ložiska nejvyšší a dosahuje hodnoty 947 mm (uváděné hodnoty byly vypočteny jako průměry z několika zjištění maximálních vlhkostí půdy v zimním období a minimálních vlhkostí půdy ze suchých úseků vegetačních období v letech 1961–1964). Rozdíl mezi oběma hodnotami představuje maximální vyčerpaný obsah půdní vláhy za vegetační období (Baden, Eggelsmann 1955) a činí v našem případě 100 mm. Tato hodnota se dosti přibližuje „užitečné“ kapacitě půdní vody udávané Badenem ve výši 180 mm při hloubce rašelinného ložiska 1,6 m. Po přepočtu na naši mocnost 1,1 m by tato hodnota dosáhla výše 124 mm (klimatické poměry na rašeliništi Königsmoor, kde Baden konal svá pozorování se velmi přibližují podmínkám na rašelinném ložisku Hranice). Srážkový a teplotní normál je v Königsmooru 645 mm a 7,8°C. Srážkový a teplotní normál v Hranicích je přibližně 600 mm a 7,2°C (stanice Nová Ves n. L. — Zotina Huť).

To jsou ovšem extrémní případy. Většinou bude množství vyčerpané půdní vláhy během vegetačního období menší a bude se pohybovat hluboko pod 100 mm. To je velmi malý rozdíl mezi jarní a podzimní zásobou vody v půdě a svědčí to o tom, že středně až slabě rozložená rašelina v ložisku dovede velmi dobře pohlcovat a udržovat spadlé srážky, jejichž množství je postačující a jsou v průběhu vegetačního období většinou příznivě rozloženy. Proto obavy z přílišného snížení hladiny podzemní vody na lokalitě Hranice nejsou nijak opodstatněné a spíše zde budeme mít starost s jejím nadbytkem než nedostatkem. Jestliže by ovšem byla mocnost rašelinného ložiska menší než 1 m nebo by šlo o rašeliny s nevhodnými fyzikálními vlastnostmi (silně rozložené rašeliny), pak je třeba při odvodňování postupovat velmi opatrně, obzvláště v těch případech, kdy podloží ložiska má lehčí charakter. Jestliže je vrstva rašeliny nad bází ložiska slabá (do 0,5 m), je výhodnější (v případě příznivých vlastností podloží) rašelinu s ním promíchat a zabránit tak škodám, které by mohly vzniknout narušením vodních poměrů.

ZÁVĚR

Ze všech uvedených výsledků tedy vyplývá, že zdárný vývoj mladých kultur borovice a smrku je zajištěn při průměrné výšce hladiny podzemní vody ve vegetačním období 60–80 cm. Při výšce hladiny podzemní vody menší než 50 cm se vzrůstové poměry dřevin zhoršují a při výšce hladiny podzemní vody 20 až 30 cm již může dojít k vážným poruchám v jejich výživě.

Došlo dne 20. 10. 1965

Literatura

1. Baden W., Eggelsmann R.: Zur Frage der Wasserreserven unserer Moorböden im Frühjahr. 1955, Die Wasserwirtschaft, r. 45, str. 228-231. — 2. Baden W., Eggelsmann R.: Über die Regelung des Wasserhaushaltes bei Moormeliorationen und die dafür notwendigen Vor- und Folgearbeiten. 1958, Wasser u. Boden, r. 10, č. 2, str. 29-36. — 3. Baden W., Segeberg H.: Zum Wasserhaushalt von Moor- und Anmoorböden, insbesondere im Wasserentzugsgebiet der Erftniederung während des Dürrejahres 1959. 1963, Wasser u. Nahrung, r. 8, č. 3. — 4. Březina P.: Lesní společenstva Třeboňských blat a ztráty vzniklé jejich vytěžením. 1964, Lesnický časopis, č. 4, str. 401-420. — 5. Ferda J.: Ausnutzungsmöglichkeiten der abgetorften Moortalager zur Pflanzung von Kiefernbeständen. Referát na mezinár. sympoziu: Aktuelle Probleme der Kiefernwirtschaft. 1964, Eberswalde. — 6. Ferda J.: Lesnické využití odtěžených rašelinných ložisek. 1965, Lesnický časopis, č. 2, str. 175-196. — 7. Heikurainen L.: Ergebnisse forstwirtschaftlicher Entwässerung von Torfböden in Finland, Der internationale Torfkongreß. 1963, Leningrad. — 8. Heinsdorf D.: Beitrag über die Beziehungen zwischen dem Gehalt an Makronährstoffen N, P, K, Mg im Boden und Nadeln und der Wuchsleistung von Kiefern-kulturen in Mittelbrandenburg. 1963, Sonderdruck aus Albert-Thaer-Archiv, r. 7, č. 4. — 9. Huikari O.: Über den Einfluß der Grabenabstände auf den Wasserhaushalt der Torfböden in Sphagnum-Mooren, Verdunstung und Abfluß des Wassers. Der internationale Torfkongreß. 1963, Leningrad. — 10. Krahmer M.: Holz-wuchs auf Moorboden. 1948, Berlin. — 11. Materna J.: Šíření rašeliníšť v horské části Šumavy a možnosti jejich zalesňování. 1956, Práce výzkumných ústavů lesnických CSR, č. 10, str. 99-108. — 12. Materna J.: Příspěvek k otázce výživy smrku na šumavských rašeliníštích. 1960, Sb. ČSAZV-Lesnictví, č. 6, str. 495-504. — 13. Mešeček B.: Iz opytov oblesenija bolot v Norvegiji. Meždunarodnyj kongress po torfu. 1963, Leningrad. 14. Pisarkov Ch. A.: Nekotoryje normy projek-tirovaniya pri osušeniji lesnych zemel. Problemy povyšeniya produktivnosti lesov. 1959. Moskva-Leningrad. — 15. Volarovič M. P., Iljin N. I., Čurajev N. V.: Processy peredviženija vody pri osušeniji verchovyh zalezěj. 1961, Torfjanaja promyšlennost', r. 38, č. 7, str. 9-13.

Влияние уровня грунтовой воды на рост и развитие лесных древесных пород

В период 1961—1964 гг. проводили горшочные и полевые опыты с целью установления уровня грунтовой воды, необходимой для оптимального развития молодых культур сосны и ели на торфяных почвах.

Результаты свидетельствуют о том, что правильное развитие этих культур обеспечено при среднем уровне грунтовой воды 60—80 см в ходе вегетационного периода. При уровне грунтовой воды до 50 см режим роста древесных пород ухудшается, а при уровне грунтовой воды 20—30 см могут уже наступить нарушения их питания.

Influence of Ground-Water Level on the Growth and Development of Tree Species

In the period of 1961—1964 the pot and field experiments were made with the purpose of determining the ground-water level required for the optimum development of young pine and spruce plantations on peat soils.

The results obtained give evidence that a successful development of the plantations is secured at the average ground-water level of 60—80 cm within the vegetation period. In the ground-water level lower than 50 cm the growth conditions are deteriorating and in the ground-water level equal to 20—30 cm serious nutrient deficiencies may occur.

Einfluß des Grundwasserspiegels auf das Wachstum und die Entwicklung der forstlichen Holzarten

Während der Jahre 1961—1964 wurden Gefäß- und Feldversuche unternommen, um die Höhe des für die optimale Entwicklung junger Kiefer- und Fichtenkulturen auf Moorböden notwendigen Grundwasserspiegels festzustellen.

Die gewonnenen Ergebnisse sind ein Beweis dafür, daß die günstige Entwicklung dieser Kulturen bei einem durchschnittlichen Grundwasserspiegel von 60 bis 80 cm Tiefe während der Vegetationsperiode sichergestellt ist. Liegt der Grundwasserspiegel höher als 50 cm, verschlechtern sich dadurch die Wachstumsverhältnisse der Holzart und bei einem Grundwasserspiegel von 20—30 cm können bereits ernste Störungen in der Ernährung eintreten.

Influence du niveau de l'eau souterraine sur la croissance et le développement des essences forestières

Dans la période de 1961—1964 on a effectué des essais de récipient et de plein champ dans le but de déterminer le niveau de l'eau souterraine, nécessaire au développement optimum de jeunes cultures de pin et d'épicéa sur les sols tourbeux.

Les résultats obtenus montrent que le développement satisfaisant des cultures en question est assuré au niveau moyen de l'eau souterraine se chiffrant à 60—80 cm au cours du cycle végétatif. Lorsque le niveau de l'eau souterraine est inférieur à 50 cm, les conditions de croissance des essences s'aggravent et quand le niveau de l'eau souterraine n'atteint que 20—30 cm, il peut se produire des troubles graves dans la nutrition des essences.

Adresa autora:

Ing. Jaroslav Ferda, CSc., Výzkumný ústav meliorací, Praha

■ Takmer všetky spustnuté pôdy nesú výrazné stopy po erózii, pričom najmä vodná erózia býva jedným z najdôležitejších činiteľov ich spustnutia. Za spustnuté považujeme také pôdy, na ktorých bola zväčša antropogennými vplyvmi zničená trvalá vegetácia a recentnými morfogenetickými procesmi sa zvetralinový plášť znížil, či pozmenil natoľko, že došlo k značným kvalitatívnym zmenám pôdných vlastností, ktoré viedli k zníženiu úrodnosti a na niektorých miestach aj k totálnemu vyradeniu pôdy z produkčného cyklu. Od pôd neplodných, resp. pustých ich odlišujeme práve v dôsledku toho, že primárne takýmto neboli, a vznikli až pod vplyvom pôsobenia sekundárnych činiteľov, hoci tieto mohli byť v ďalšom ich vývoji bezvýznamné.

Hlavným znakom erózie spôsobenej vodou, ktorá je na svahových spustnutých pôdach v našich podmienkach v absolútnej prevahe nad eróziou vyvolanou inými činiteľmi, je rozrušovanie a odplavovanie najjemnejších čiastočiek pôdy, alebo horniny vo forme splavenín do hydrografickej siete, resp. ich ukladanie v nižšie položených a depresných častiach územia. Erozívnu činnosť vody podporuje okrem vysokého množstva zrážok, ich charakteru, intenzity a periodicity, najmä členitosť územia, vlastnosti pôd, resp. materských hornín, vegetácia, ako aj hospodárska činnosť človeka.*

Pretože spustnuté pôdy sú už väčšinou úplne nevhodné pre pestovanie poľnohospodárskych kultúrnych rastlín, jedinou kultúrou vhodnou na ich krytie a ochranu pred ďalším pustnutím je les. So zalesňovaním týchto pôd však často súvisí aj zvláštna, obvyčajne finančne nákladná príprava prostredia vo forme technických a biologicko-technických pôdoochranných opatrení, a tak sa poznanie vplyvu erózie na pôdu stáva nielen z hľadiska štúdia vzniku spustnutých pôd, ale aj z hľadiska ich úspešnej rekonštrukcie, nutnosťou.

PROBLEMATIKA VÝSKUMU ERÓZIE NA SPUSTNUTÝCH PÔDACH

V súvislosti s vplyvom erozívnych procesov na pustnutie pôdy vystupuje do popredia najmä otázka, za akú dobu naše spustnuté pôdy vznikli, čo nepriamo určuje aj intenzitu erózie, ktorej je zasa priamo úmerné zhoršovanie pôdno-ekologických pomerov.

Z prác mnohých autorov (R. Furon 1947, H. H. Bennett 1955, G. Bánky 1959a, J. H. Schultze 1959, D. Zachar 1960 a iní) vyplýva, a našim výskumom na Slovensku (R. Midriak 1965) sa taktiež potvrdilo,

že vznik spustnutých pôd je spätý s antropogénnou činnosťou a viaže sa najmä na obdobie po odstránení lesa z rozsiahlejších plôch.

Posudzovanie intenzity recentných eróziínych javov urýchľovaných hospodárskou činnosťou človeka, na základe počtu rokov od odlesnenia terajších spustnutých pôd môže však viesť často k chybným záverom. Je to hlavne preto, že eróziíny odnos, na ktorý usudzujeme podľa výsledkov merania množstva premiestnenej zeminy, mohol prebehnúť: v omnoho kratšom časovom úseku, než je doba odlesnenia spustnutých pôd. Typickým príkladom môžu byť spustnuté pôdy na karbonátových podložiach, kde plytký profil rendzín, najmä na veľmi strmých svahoch, mohla znížiť totálne vodná erózia už pri niekoľkých prudších lejakoch (D. Z a c h a r 1958, 1960). Po obnažení podložia sa pre veľkú odolnosť hornín eróziíny proces spomalil, čo dnes sťažuje exaktné zistenie intenzity erózie týchto spustnutých pôd v jednotlivých štádiách pustnutia.

Ani obrátený postup, teda zisťovanie doby vzniku spustnutých pôd na základe množstva erodovaného odneseného materiálu podľa súčasných meraní, nedáva uspokojivé výsledky, čo je nedostatkom metód výskumu erózie, najmä však erodovateľnosti pôdy. Veď z mnohých priamych kvantitatívnych metód výskumu dynamiky eróziínych procesov dávajú presnejšie výsledky pri zisťovaní odnosu len metóda stacionárna (G. W. M u s g r a w e 1954, J. T i x e r o n t, E. B e r k a l o f f 1954, B. M a ř a n a kol. 1957, G. B á n k y 1959b, D. Z a c h a r 1960, M. H o l ý 1964 a iní) a metóda zadažďovacia (B. M a ř a n, O. L h o ř a 1957, J. e. N. C y k i n 1956, D. Z a c h a r 1960, G. P. S u r m a č 1962 a iní).

Aj tieto však majú rad nevýhod, ktoré obmedzujú možnosť ich rozsiahlejšieho použitia v našich podmienkach. Nevýhodou stacionárnej metódy je najmä dlhá pozorovacia doba na stálych výskumných objektoch s permanentnou obsluhou, ktorých inštalácia je nákladná. Pri metóde umelého zadažďovania ostáva zasa problémom vytvorenie prirodzených zrážok, a konečne ňou nezisťujeme skutočnú eróziu, ale erodovateľnosť pôdy za určitých podmienok (D. Z a c h a r 1960), z ktorej možno intenzitu erózie vypočítať. Treba poznamenať, na čo upozorňuje aj americký erodológ G. W. M u s g r a w e (1954), že takýto výpočet intenzity, aj keď je presný, charakterizuje len definovateľné podmienky, ktoré boli vytvorené pri výskume. Spoločnou nevýhodou oboch metód je, že pracujú na malých plôškach. Takto, pri veľkej pestrosti prírodných pomerov na našom území, by ich bolo potrebné založiť veľké množstvo, aby sa výsledky nimi získané mohli zovšeobecniť pre jednotlivé väčšie charakteristické oblasti.

Z uvedených dôvodov nebolo možné ani pri našom výskume pracovať prevažne priamymi metódami zisťovania intenzity odnosu, a tak môžeme, s výnimkou niektorých lokalít, usudzovať o intenzite nepriamo pomocou rôznych pôdoznaleckých a vegetačných ukazovateľov, zistenej hustoty siete eróziínych rýh a pod.

Pri nepriamych metódach terénneho výskumu kvantitatívnych i kvalitatívnych ukazovateľov erózie narážame taktiež na ťažkosti, ktoré často znemožňujú presnejšie určovanie intenzity odnosu, resp. stupňa poškodenia pôdy. Problémy spočívajú predovšetkým v možnosti nesprávnej voľby zrovnávacích profilov, čo zdôrazňuje vo svojej práci aj M. M o ř o c (1963).

Pri výskume erodovaných pôd by sa mali tieto porovnávať s neerodovanými pôdami najmä v tých istých reliéfnych podmienkach. To znamená, že sme ich nútení porovnávať s profilmi zatrávnatených, alebo zalesnených pôd. Tieto sa však vo väčšine prípadov zriedka vyskytujú na skúmaných svahoch spustnutých pôd, alebo sa tam nachádzajú spravidla len v pruhoch, chrbtoch, kuželoch a zbyť-

koch iných tvarov. Erozívne zvyšky môžu tak svojou polohou vyvolávať procesy kolmácie (naplavovania), čím sa pomiestne objavuje zosilnený horizont nahromadeného humusu a iných pôdnych zložiek, čo nepriaznivo ovplyvňuje výsledky porovnávania.

Zločité sú najmä vzťahy medzi chemickými vlastnosťami pôd, a tak údaje získané ich analýzou mnohokrát nemusia dať jednoznačne presvedčivý dôkaz o intenzite erozívneho poškodenia pôdy, na ktoré možno usúdiť pomocou iných indikátorov.

Ucelenejšiu predstavu o skutočnom poškodení územia spustnutých pôd, ako aj o intenzite erózie pôdy, nadobudneme len konfrontáciou výsledkov výskumu, získaných na tej istej lokalite niekoľkými metódami, čo súčasne umožňuje posúdiť priebeh erozívnych javov z rôznych hľadísk.

OBJEKTY A METODIKA VÝSKUMU

Pre porovnanie zhoršenia niektorých pôdno-ekologických pomerov erodovaných spustnutých pôd vyberáme oblasti s karbonátovými, flyšovými a neovulkanickými horninami. Na uvedených podložiach (spolu s kryštalickými horninami a sprašovými hlinami) sa vyskytuje najviac spustnutých pôd na Slovensku. Výskum erózie sa robí na vzorových územiach, ktoré zahrňovali čo najviac pôdy vydelimitovanej z poľnohospodárskeho fondu, zväčša veľmi poškodenej eróziou plošnou i ryhovou.

V príspevku zhrnuté výsledky výskumu sa týkajú týchto oblastí:

Karbonátové horniny — Brezovské pohorie (Malé Karpaty) — dolomitické vápence, Temäťínske kopce (Považský Inovec) — dolomity, Silická planina — Horný vrch (Slovenský kras) — vápence.

Horniny paleogénneho flyšu — Ondavská vrchovina (Nízke Beskydy) — pieskovcovo-flovcové flyšové vrstvy.

Neovulkanické horniny — Javorie (Slovenské stredohorie) — pyroxenické andezity a ich pyroklastiká.

Pri výskume erózie sa použila metrická metóda a metódy pôdoznalecké, na niektorých lokalitách aj univerzálne fotogrametrická metóda, ako i metódy geomorfologické a vegetačné. Použité metódy sú opísané v práci D. Zachara (1960) a niektoré opisujú aj V. Kozlík (1958), T. Gerlach (1964) a iní.

Aby sa zistil vplyv reliéfu terénu na ráz, rozsah a intenzitu erozívneho poškodenia, skúmali sa vzťahy medzi expozíciou, sklonom, dĺžkou, tvarom a mikrorelieфом svahu na jednej strane a eróziou pôdy na strane druhej. Pre stanovenie kvalitatívneho poškodenia pôdy eróziou sa vykopali sondy v rôznych častiach reliéfu podľa aplikácie metódy pedogeomorfologických prierezov (S. S. Sobolev 1961 a i.). Príprava vzoriek a vlastné analýzy sa robili podľa bežných metód, opísaných v niekoľkých praktických príručkách pre rozbor pôd.

POROVNANIE ZHORŠENIA PÔDNO-EKOLOGICKÝCH POMEROV NIEKTORÝCH ERODOVANÝCH SPUSTNUTÝCH PÔD NA SLOVENSKU Z HĽADISKA ICH ZALESNENIA

SPUSTNUTÉ PÔDY NA KARBONÁTOVÝCH MATERSKÝCH HORNINÁCH

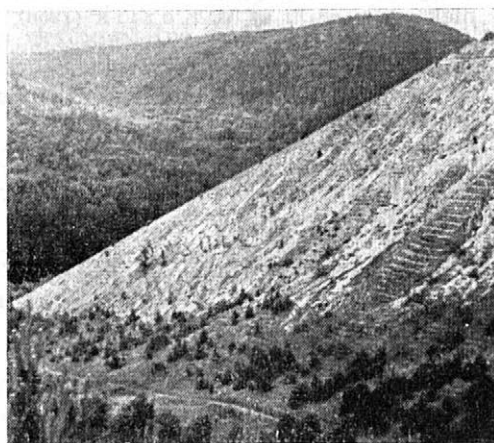
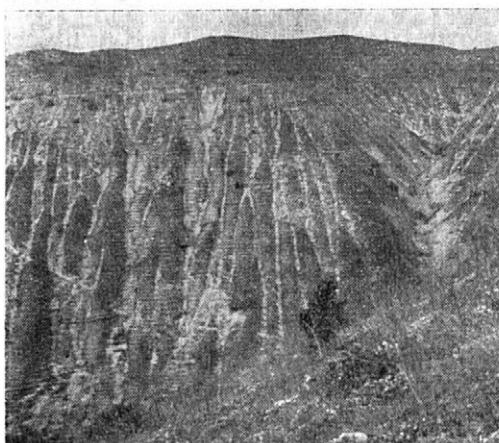
Výskumom spustnutých pôd na Slovensku sme zistili, že najviac sú eróziou poškodené spustnuté pôdy karbonátových podloží, najmä na dolomitoch, dolomitických vápencoch a vápencoch. Tento stav si nemožno vysvetľovať ani tak vysokou erodovateľnosťou humusovo-karbonátových pôd, ktoré sa na uvedených podložiach vytvorili, ako skôr tým, že pre plytkosť pôdneho profilu sa pôsobenie erozívnych procesov pri rovnakej intenzite ako v iných podmienkach prejavuje na nich najzhubnejšie.

Hoci sú na týchto pôdach pod lesnými porastmi väčšinou dobré humifikačné pomery, pôdy majú priaznivú štruktúru, nasýtený sorpčný komplex a aj pomerne dobré zásoby živín (okrem jednostranného chemizmu), po odstránení lesa, ktoré bolo vždy spojené s pastvou dobytká, sa začali pôdne pomery rýchle zhoršovať, čím sa urýchlil aj erozívny proces pustnutia pôdy.

Vápence a dolomity ako podložné horniny sú najmä výrazným hydrogeologickým činiteľom. Na mnohých miestach v dôsledku veľkej porušenosti vytvárajú priaznivé podmienky pre infiltráciu zrážkových vôd, resp. ich cirkuláciu, a tak aj väčšina dolínok v oblasti spustnutých pôd na karbonátových podložiach má formu suchých údolí. Táto skutočnosť, napriek tomu, že lokality so spustnutými pôdami nachádzajúce sa väčšinou v nadmorskej výške 210–530 m nepatria podľa zrážkových úhrnov k našim najsuchším oblastiam (na skúmaných objektoch je podľa dlhodobého priemeru z najbližších meteorologických staníc 625–711 mm zrážok ročne), má za následok, že erodované spustnuté pôdy na karbonátových podložiach sa radia u nás medzi vlhové najchudobnejšie pôdy. Nasvedčujú tomu aj výsledky výskumu vodného režimu, ktorý robil na pôdach tohto typu D. Z a - c h a r (1963, 1964 a i.).

Aj keď majú spustnuté pôdy karbonátových podloží niekoľko spoločných charakteristických vlastností, poškodenie eróziou má na nich dosť odlišný ráz, pričom významnou je práve materská hornina, resp. druh jej zvetrávania. Kým na dolomitoch a dolomitických vápencoch je značné aj mechanické zvetrávanie, na viac-menej čistých vápencoch v typických krasových oblastiach prevláda chemické a biologické zvetrávanie. Toto má podstatný vplyv nielen na genézu pôdneho profilu, ale aj na priebeh erozívnych procesov.

Napriek veľkej rozpukanosti a priepustnosti dolomitických hornín boli na strmých svahoch spustnutých pôd zvetraliny na mnohých miestach totálne zmyté, resp. svahy boli celoplošne poškodené erozívnymi ryhami, medzi ktorými sa uchovali len pôdne zvyšky rôznych tvarov, zväčša ako zaoblené chrby a rebrá (obr. 1). Hustota lineárnych erozívnych útvarov dosiahla v extrémnych



1. Ryhovou i plošnou eróziou poškodené spustnuté pôdy na triasovom dolomitickom vápenci v Brezovskom pohorí. Medzi hustou sieťou rýh vytvorené erozívne zvyšky sa zalesňujú do ručne nakopávaných rigolových terás. V erozívnych ryhách sa hojne tvorí sutina

2. Výrazný pruh podsvahového delúvia na karbonátovom podloží býva miestom, od ktorého začíname zalesňovať erodované spustnuté pôdy

prípadoch až $11,3 \text{ km}^2/\text{km}^2$ (územie spustnutých pôd Perísk v Brezovskom pohorí — R. Midriak 1966). Priemerná hĺbka rýh koliše v medziach 0,3 až 0,8 m a len výnimočne dosahuje aj 2 m, pričom ryhy sú už vyhlodané v podložnej hornine. Priemerná intenzita odnosu zeminy touto formou erózie činí $1,1$ až $15,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$. Takto, po prepočítaní na celú plochu, boli spustnuté pôdy od svojho odlesnenia ochudobnené v jednotlivých častiach reliéfu celkom o hrúbku 3 až 40 cm zvetralinového plášťa.

Ak k tomu pripočítame ešte hodnotu plošnou eróziou uvoľnenej a odplavenej pôdy, ktorá podľa porovnávacích meraní na priemerne erodovaných a nezmytých pôdach analogických svahov predstavuje hrúbku cca 10 cm, vedie nás to ku konštatovaniu, že strata takéhoto množstva zeminy je už veľmi silným zásahom do primárne plytkých rendzín. To sa nepriaznivo prejavuje aj po kvalitatívnej stránke, v pôdno-ekologickej hodnote týchto stanovišť.

Jednou z najnepriaznivejších vlastností erodovaných spustnutých pôd na dolomitických horninách je relatívne nízke množstvo fyzikálneho ílu a jemnozeme, ako i nevhodný pomer jej zrnitostných frakcií s vysokou prevahou hrubších častíc (práškový piesok a piesok) nad jemnými. Takéto disperzné zloženie má nepriaznivý vplyv najmä na štruktúru, no aj fyzikálne vlastnosti pôdy. Eróziou poškodená pôda má prevažne prašnú štruktúru, len miestami sa tvoria aj agregáty do $\varnothing$ 5 mm, z ktorých je však len malé percento vodostálvch. Nízka vodostálosť je do veľkej miery podmienená aj vlastnosťami samotných materských hornín; pre dolomitické horniny je slabá stálosť agregátov dosť typická najmä v dôsledku prevahy horčíka, ktorého katióny majú relatívne menšiu koagulačnú silu ako vápnik.

V najvrchnejšej vrstve 0-5 cm majú tieto pôdy stredne vysokú pórovitosť (41-56 %), no relatívne zvýšenú minimálnu vzdušnú kapacitu (15-36 %), ktorá potvrdzuje ich presýchavosť. Maximálna kapilárna vodná kapacita je voľvovom prevahy hrubozrnných častíc nízka (14-27 %), čím sa znižuje aj celková retenčná schopnosť spustnutých erodovaných pôd.

So stratou pôdy priamo súvisí aj pokles absolútnych zásob humusu a živín, ako i obmedzenie fyziologickej hĺbkv profilu. V pokročilom štádiu pustnutia sa stále výraznejšie uplatňuje vplyv geologického podložia, ktoré miestami v rôznom stupni mechanického zvetrania nahradzuje odplavenú pôdu. Pedosféra sa tým stáva horizontálne i vertikálne nehomogénna a z hľadiska využitia vegetáciou menej hodnotná.

Pôdno-ekologické pomery nie sú výrazne lepšie ani v relatívne mocnejších podsvahových delúviách, či dejekčných kužeľoch, ktoré sa vytvorili na úpätí svahov pod eróznymi rymami aj pri pomerne veľkých sklonoch (17° aj viac — obr. 2). Materiál v nich uložený je heterogénny. V jeho zložení prevládajú hrubé častice jemnozeme, a najmä drobný skelet, uvoľnený rozhladávaním dna rýh hĺbkovou eróziou, pričom ílové častice boli zväčša splavené až na údolné nozemkv, resp. do hydrografickej siete. Skutočnosť, že obsah najjemnejších partikul nevykazuje vŕššie zastúpenie ani v najspodnejších vrstvách nánosov, ktorých hrúbka dosahuje zväčša 60—80 cm, miestami však i viac, svedčí o veľkej intenzite erózných procesov v počiatočnom období pustnutia pôdy na týchto podložiach.

V hrebeňových častiach spustnutých pôd je zasa zrnitostné zloženie pôdy v najvrchnejších častiach profilu veľmi pozmenené veternou eróziou. Defláciou tu bol vyfúkaný najmä fyzikálny íl a prvé tri frakcie jemnozeme, a na mieste ostali len najťažšie častice a skelet. Tieto časti reliéfu patria k miestam s najhoršími disperznými pomermi.

I. Výsledky analýz erodovaných spustnutých pôd na dolomitickom vápenci

Sonda	1		2		3		
Hĺbka odberu v cm	0-5	5-10	0-5	10-15	0-5	5-10	15-20
Fyzikálny il v %	0,4	0,9	1,3	0,8	1,2	0,8	1,0
Frakcie jemnozeme (mm) v %:							
< - 0,01	4,6	5,3	31,7	9,7	10,7	8,7	9,6
0,01 - 0,05	1,8	19,6	22,3	32,3	14,8	22,6	11,2
0,05 - 0,1	2,5	23,2	26,3	36,5	5,4	10,3	17,1
0,1 - 2,0	91,1	51,9	19,7	21,5	69,1	58,4	62,1
Skelet v %	89	81	44	59	64	66	64
pH - nKCl	6,8	7,1	7,1	7,1	6,9	7,2	7,1
Humus v %	7,07	3,31	4,03	3,31	5,99	5,17	1,86
Celkový N v %	0,19	0,23	0,34	0,27	1,18	0,30	0,11
CaCO ₃ v %	54	72	46	44	38	57	66
K ₂ O v %	} z výluhu v 20% HCl	0,03	0,02	0,12	0,16	0,24	0,15
P ₂ O ₅ v %		0,03	0,04	0,18	0,23	0,04	0,05

Pre ilustráciu uvediem v tabuľke I aspoň výsledky niektorých analýz erodovaných spustnutých pôd na dolomitickom vápenci v Brezovej pod Bradlom, pričom pre porovnanie vyberám vzorky z rozvodnicovej časti (sonda 1), z JV svahu poškodeného najmä ryhovou eróziou (sonda 2) a z nánosov dejekčného kužela pod tým istým svahom (sonda 3).

Výskumom vegetačného krytu na spustnutých pôdach s dolomitickým podloží sa zistil dosť úzky vzťah medzi obsahom humusu, P₂O₅, celkového dusíka a draslíka na jednej strane a bylinno-trávnou vegetáciou na strane druhej. So zvyšovaním percenta pokryvnosti vzrastá obsah týchto pôdných komponentov, a to viac na svahoch zatienených, kde sú priaznivejšie mikroklimatické podmienky pre rast vegetácie, než na svahoch oslnených. Podľa výsledkov v tabuľke I môžeme usudzovať, že tieto spustnuté pôdy majú celkovo nízky predovšetkým obsah draslíka a kyseliny fosforečnej. Obsah uhličitanu vápenatého je relatívne vysoký, lebo sa jedná o hrubé frakcie.

Meraním pokryvnosti vegetácie na týchto spustnutých pôdach sa aj napriek značným číselným rozdielom v jednotlivých častiach svahov zistilo celkové najnižšie priemerné percento na VIV až JV svahoch (35-45 %), stredné na J až JZ svahoch (39-60 %) a najvyššie na ZJZ až SZ svahoch (71 % a viac). Severné svahy, ktoré sú relatívne len veľmi málo poškodené eróziou, majú viacmenej súvislú vegetačnú pokrývku, ktorá chýba len na skalnatých dnách erozívnych rýh, pokiaľ sa tu ojedinele vytvorili. Podľa jednotlivých častí reliéfu sú najlepšie vegetáciou porastené údolia, podsvahové delúviá, nánosy ustálených výmoľov a náhorné plošiny, čo treba využívať aj pri voľbe postupov pôdoochranného zalesňovania týchto spustnutých pôd. Najmenšiu pokryvnosť majú na všetkých expozíciách svahy vo svojej strednej časti, kde sú aj najväčšie škody vodnou

eróziou, resp. na hranách plošín, kde pri ostrom prechode strmých svahov do mierne sklonených rovní pôsobí ako nepriaznivý činiteľ vietor (vysušanie a deflácia).

Z jednotlivých druhov dosahujú väčšie zastúpenie (podľa Zlatníkom upravenej stupnice B r a u n a - B l a n q u e t a —2 a viac) najmä tieto: *Carex humilis*, *Festuca glauca*, *Melica transylvanica*, *Asperula cynanchica*, *Fumana procumbens*, *Leontodon incanus*, *Potentilla arenaria*, *Sempervivum hirtum*, *Seseli annuum*, *Teucrium chamaedrys*, *T. montanum*, *Thymus serpyllum* a i.

Ďalšou nepriaznivou vlastnosťou erodovaných spustnutých pôd na dolomitických horninách je labilnosť zvetralín, podmienená okrem reliéfu aj intenzitou erózie, resp. iných morfogenetických svahových procesov. No skelet, ktorý ostáva po vyplavení jemnozeme nahromadený vo zvýšenej miere na svahu, pokiaľ sa nedostáva do pohybu vo forme štrkových a kamenitých sutín, pôsobí ďalej ako brzdiaci činiteľ na rozvoj eróziívnych procesov a podobne ako nízka vegetácia, chráni pôdu pred prílišným prehrievaním a zvýšeným fyzikálnym výparom, čiže plní úlohu mulče. Najnebezpečnejšie z hľadiska poškodenia nadzemných orgánov vegetácie (najmä semenáčikov a sadeníc) sú ryhové sutiny, ktoré nutne musíme pred zalesnením viazať, a to i nákladnejšími technickými opatreniami.

Na zložení sutiny sa podieľajú zväčša ostrohranné kamienky od priemeru 0,5 cm až do 20 cm veľkých kameňov, s prevahou štrku o veľkosti zrna 6 cm. Hrúbka sutín na súvislejších plochách dosahuje až 20 cm, v najhlbších ryhách 30—50 cm.

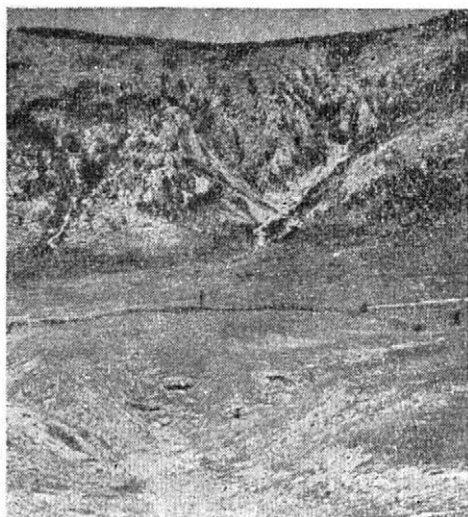
Spustnuté pôdy na vápencoch majú taktiež malé množstvo fyzikálneho ílu (podľa R. Š á l y h o 1962 karbonátové horniny spravidla obsahujú veľmi málo zdrojov pre tvorbu pôdneho ílu), no ich disperzné zloženie jemnozeme je v porovnaní s pôdami dolomitických podloží značne priaznivejšie (priemerne obsahujú 30—38 % prvej a 19—29 % druhej frakcie). Hoci aj tu ide o plytký, horizontálne nesúvislý pôdny profil, ktorý je prerušovaný vyčnievajúcimi škrami, celkový obsah skeletu je tu taktiež nižší. Spolu s vyšším absolútnym obsahom humusu a tým, že procesy chemického i biologického zvetrávania tu siahajú vzhľadom na lepšiu rozpustnosť vápencov oproti dolomitom relatívne hlbšie, je tu aj štruktúra pôdy v celom profile priaznivejšia, s väčším podielom vodostálych pórovitých agregátov. Percento vodostálosti makroagregátov (nad 0,25 mm) tu kolíše v medziach 87—99 %.

Aj keď je pórovitosť týchto spustnutých pôd značne vyššia ako v predchádzajúcom prípade (50—62 %), podstatne vyššie hodnoty dosahuje aj maximálna kapilárna vodná kapacita (38—50 %), čím sa podstatne zvyšuje retenčná schopnosť pôdy bez toho, aby dochádzalo k zvýšenej ulahnutosti pôdy. Výnimku tvoria plochy najsilnejšie atakované pastvou.

Ani v chemizme týchto spustnutých pôd nie sú také chudobné zásoby K_2O a P_2O_5 , ako na dolomitických horninách. Obsah draslíka je tu v priemere 2,6násobne a obsah kyseliny fosforečnej 2,5násobne vyšší.

Výskyt sutín je na vápencových pôdach menej častý, a je obmedzený najmä na ryhy (obr. 3). Vo všeobecnosti majú spustnuté pôdy na tomto podloží ráz eróziívne devastovaných, resp. degradovaných pasienkov, pričom drevinná vegetácia bola pastvou zväčša vytlačená na málo prístupné miesta svahov. Pokryvnosť bylinno-trávnej vegetácie tu dosahuje aj na oslnených, najviac plošne erodovaných svahoch vyššie hodnoty ako na dolomitických podložiach (56-68 %).

Extrémnosť pôdno-ekologických pomerov erodovaných spustnutých pôd na karbonátových podložiach vo všeobecnosti zvyšuje krajne nepriaznivá mikroklima a vodný režim pôdy, pričom prvá charakteristika podmieňuje druhú. Čím



3. Spustnuté pôdy na triasovom vápenci južného svahu Horného vrchu (Slovenský kras). Plocha má ráz skrasovateného degradovaného pasienka, kde najmä v tektonických puklinách vytvorila erózia hlboké ryhy

4. Hlbšie eróziívne ryhy, vyerodované v hrubom zvetralinovom plášti na pieskovcovovo-ílovcových flyšových vrstvách. Spustnutá pôda nesie znaky iniciálneho štádia návratu lesnej vegetácie na pôvodnú lesnú pôdu. Foto Midriak

nepriaznivejšia je mikroklima, tým je nepriaznivejší aj vodný režim pôdy a pôda skôr podlieha erózii.

Podľa údajov D. Z a c h a r a (1964) o dynamike absolútnej vlhkosti spustnutých pôd na dolomitickom vápenci možno usudzovať na stále klesajúcu tendenciu priemerných hodnôt behom letného obdobia. Takýto vlhkosťný režim vyvoláva podľa citovaného autora v niektorých rokoch stagnáciu výškového prírastku sadeníc už od augusta, resp. aj skôr. Podobný stav je vyvolaný aj u bylinno-trávnej vegetácie, najmä keď sa zásoby pôdnej vody znížia v povrchových vrstvách až na bod vädnutia, resp. aj pod túto hranicu, a teplota najvrchnejších vrstiev pôdy vystúpi aj nad 50°C . U rastlín, ktoré sú plytko zakorenené¹⁾, alebo sú akokoľvek zoslabené, či indisponované voči takýmto nepriaznivým podmienkam, dochádza k uhynutiu.

V porovnaní so spustnutými pôdami dolomitických podloží, ktoré majú veľmi malé zásoby vody (pokles profilovej vlhkosti v hĺbke 0–60 cm počas suchého obdobia až na 1,2 %) a malú amplitúdu (4,6 %), sú na vápencových spustnutých pôdach zásoby na jednotku objemu pôdy až 6násobne väčšie, pričom amplitúda dosahuje mimoriadne veľké rozmery (37,7 % — D. Z a c h a r 1965). Dynamika absolútnej vlhkosti je tu však veľmi závislá od rozdelenia zrážok počas roka a od zmien počasia.

Na základe výsledkov mikroklimatického výskumu erodovaných spustnutých pôd (R. I n t r i b u s 1960 a i.) môžeme prisúdiť dôležitú úlohu v ochrane pôdnej vody, a pôdy vôbec, práve vegetačnému krytu, lebo s jeho rastúcou hustotou a výškou sa vyvyšuje aktívny povrch, zmenšujú sa absolútne hodnoty

1) Podľa rizologických analýz z týchto spustnutých pôd 75–90 % všetkých koreňov nízkej vegetácie siaha len do hĺbky 5–10 cm.

a denný teplotný rozkyv v prípoверхovej vrstve pôdy a vzduchu. To má ďalej vplyv na priebeh výparnosti, vlhkosti pôdy a vzduchu atď. a prejavuje sa v zlepšení celkových mikroklimaticko-ekologických pomerov stanovišť, dôležitých najmä v prvých rokoch života semenáčikov a sadeníc na spustnutej pôde.

SPUSTNUTÉ PÔDY V PALEOGÉNNEJ FLYŠOVEJ OBLASTI

Paleogénny flyš je u nás najviac zastúpený v Ondavskej vrchovine a Užskej pahorkatine, kde je aj výskyt spustnutých pôd veľmi častý. Územie je budované prevažne sedimentačným pieskovo-covcovým flyšovým súvrstvím s pomiestnym výskytom rohovcov, zlepencov ap.

Zvetrávanie a režim povrchových i podzemných vôd spôsobuje, že sa na svahoch práve v dôsledku rozdielného fyzikálneho a mechanického zloženia striedajúcich sa hornín vytvárajú a hromadia v enormnej hrúbke pokrývne útvary. Z týchto zvetralín vznikli väčšinou hlinité až ílovitohlinité pôdy s kyslou reakciou, ktoré náležia v pásme 300—550 m n. m. väčšinou k ilimemizovaným, a vyššie, kde výrazne klesá stupeň ich nasýtenia, aj k mierne podzolovaným hnedým lesným pôdam (v zmysle klasifikácie R. Šáľyho 1962).

Z morfologenetických procesov sa tam okrem erózie výrazne uplatňuje aj zosúvanie pôdy (najmä plosné a prúdové zosuny v dolnej, resp. i strednej časti svahov), ktoré taktiež urýchľuje pustnutie pôdy. Na ťazkých pôdach zanecháva povrchový odtok po každej intenzívnejšej zrážke²⁾, resp. po topení snehu, stopy vo forme zmyvu a erózičných rýh predovšetkým na vegetáciou nedokonale chránenej pôde. Tak sa v tejto oblasti už dávnejšie začala výmera pôdy, ktorá bola po odlesnení premenená na ornú pôdu, zmenšovať v dôsledku každoročného poškodzovania eróziou. Opustené pozemky sa využívali pre extenzívnu pastvu dobytká, čím pokračovalo zhoršovanie pôdno-ekologických pomerov ďalej. Pasenie, udupávanie pôdy a neošetrovanie pasienkov sa stalo na mnohých miestach príčinou odplavenia i tých posledných zvyškov humusového horizontu, resp. aj iluválnej časti pôdneho profilu, ako aj vymielania erózičných rýh, ktoré sa vytvorili najmä v spodných častiach svahov (obr. 4).

Meraním objemu vyerodovaných stružiek sme zistili že na jar pri topení snehu tu dochádza k priemernému zmyvu až 4,2 mm hrubej vrstvy vegetáciou nepokrytej pôdy. Pri silnom lejaku nameral V. Kozlík (1958) na oráčiine dokonca až 16,8 mm zmyv, čo je veľmi silný až katastrofálny odnos pôdy. Ryhovou formou erózie (vo výmolochoch, stržiach a vyjarčených poľných cestách) dochádza na týchto spustnutých pôdach každoročne k priemernej strate 10,7 m³ (15,1 t) zeminy z jedného hektára. Takto poškodené plochy sú neproduktívne a osídľuje ich predovšetkým borievka, ktorej výskyt je úzko spätý nielen s ústupom, ale aj s opätovným návratom lesa na spustnuté pôdy.

V oblasti spustnutých pôd paleogénneho flyšu škodí plošná erózia najmä tým, že z povrchových vrstiev pôdy splachuje najjemnejšie častice do úložín, resp. translokuje ílové častice hlbšie do profilu, čím sa zhoršuje celkové disperzné zloženie pôdy a najmä jej fyzikálne vlastnosti. Pôda sa stáva uľahnutou, neprevzdušenou, znižuje však zrážkovej vody a zrýchľuje povrchový odtok. Silne plošne erodované svahy sú pomiestne kryté tenkou vrstvou najmä bridličnatého skeletu. S povrchovým prenosom disperných častíc dochádza aj k ochu-

²⁾ Celkové ročné množstvo zrážok v tejto oblasti činí 750—900 mm. Zrážky vo vegetačnom období tu predstavujú asi 6/10 celoročného úhrnu a väčšina z nich má obvyčajne ráz privalových dažďov s maximom v júli.

II. Výsledky analýz erodovaných spustnutých pôd na pieskovcovo-ílovcových flyšových vrstvách

Sonda	1		2			3		
Hĺbka odberu v cm	0-5	25-30	0-5	20-25	60-65	0-5	25-30	50-60
Fyzikálny íl v %	23,5	36,8	25,8	31,2	28,8	29,0	30,3	35,4
Frakcie jemnozeme (mm) v %:								
< - 0,01	57,1	70,1	59,1	62,8	57,6	47,4	64,2	62,8
0,01 - 0,05	29,4	22,4	28,5	25,8	23,2	37,9	23,2	22,6
0,05 - 0,1	7,9	4,4	9,4	6,3	9,1	7,3	7,9	7,7
0,1 - 2,0	5,6	3,1	3,0	5,1	10,1	7,4	4,7	6,9
Skelet v %	34	72	46	62	74	31	8	33
Pórovitosť v %	48,6	45,0	45,5	40,4	47,2	33,4	39,1	
Maxim. kapilárna vodná kapacita v %	34,9	27,4	27,5	24,2	23,4	31,6	32,5	
Vodostále agregáty Ø nad 1 mm v %	36	15	4	4	11	27		
pH - H ₂ O	4,9	5,0	4,5	4,6	5,0	4,3	4,3	4,4
Humus v %	0,24	0,10	0,61	0,47	0,31	0,56	0,24	0,19
CaO	0,40	0,38	0,34	0,24	0,38	0,26	0,36	0,32
Mg	1,60	1,30	1,53	1,37	1,51	1,29	1,24	1,38
K ₂ O	0,36	0,33	0,54	0,42	0,42	0,48	0,34	0,55
P ₂ O ₅	0,08	0,12	0,13	0,17	0,14	0,12	0,08	0,09

dobňovaniu pôdy o humus a prístupné živiny. Zvýšenie ich obsahu sa zväčša výrazne neprejavuje ani v nižších častiach svahov, lebo boli odplavené až do vodných tokov.

Údaje v tabuľke II ilustrujú pôdne pomery VJV svahu s priamym tvarom o priemernom sklone 20°, ktorý je poškodený plošnou a ryhovou eróziou. Na hrebeňovom rozvodnom chrbte (sonda 1) sú známky deflácie, no pôda tu má pri stredne vysokej pórovitosti a mierne zníženej minimálnej vzdušnej kapacite relatívne priaznivé fyzikálne pomery.

V sonde 2, umiestenej uprostred svahu na erozívnom zvyšku pôdneho plášťa medzi výmoľmi, sú taktiež dosť dobré fyzikálne pomery, no percento vodostálych agregátov nad 1 mm je enormne malé a pôda tu rýchlo stráca vodu, lebo erozívne zvyšky vyvýšených tvarov sú vysušované nielen zvrchu, ale aj zo strán, od stien dvoch susedných výmoľov, ktoré nie sú chránené vegetáciou.

Pôda na úpätí svahu (sonda 3) je najviac postihnutá najmä plošnou eróziou, čo sa prejavilo okrem straty fyzikálneho ílu a I. zrnitosti frakcie jemnozeme aj zvýšeným množstvom na povrchu nahromadeného vypreparovaného skeletu. Pri malej pórovitosti a kritickej vzdušnosti má tam pôda súčasne najhoršie fyzikálne pomery.

Celkove majú tieto erodované pôdy podľa obsahu hlavných minerálnych živín stredne bohaté (len miestami chudobné) zásoby CaO a K_2O a väčšinou sú bohatšie zásobené P_2O_5 a MgO . Obsahujú však málo humusu a cnýba im CaCO_3 (len pomiestne stopy), ktorý je jednou z dôležitých zložiek potrebných pre tvorbu vodostálych agregátov.

Na miestach silného poškodenia pôdy ryhovou eróziou (hustota rýh je tu priemerne až $7,8 \text{ km/km}^2$) dochádza k neziadúcemu rozčleňovaniu svahov, k strate produkčnej plochy, no aj k vysušovaniu až vyprahnutiu pôdy, lebo ryhy tu plnia funkciu drenáže.

SPUSTNUTÉ PÔDY V PÁSME MLADOTREŤOHORNÝCH SOPEČNÝCH HORNÍN

V oblasti vulkanických komplexov zložených najmä z andezitov a ich sprievodných pyroklastík prevazne v túto vývoj sa vytvorili väčšinou hnedé lesné pôdy. Na strmších svahoch sú skeletnaté, inak sú disperzným zložením stredne ťažké, pričom ich profil je zväčša plytký až stredne hlboký. Majú mierne kyslú reakciu a nízky stupeň nasýtenia.

Hoci pouložné horniny, najmä aglomeráty, sú v tomto pásme dosť silne priepustné, čo obmedzuje možnosť zvýšeného povrchového odtoku a vývoja erozívnych procesov, po čistení a rozoraní svahov sa pôdne a odtokové pomery zhoršili natoľko, že aj na relatívne plytších podach sa vytvorili erozívne ryhy. Tieto sú však nie príliš hlboké, ani ich hustota nie je taká veľká ako v prípade predchádzajúcich druhov spustnutých pôd (priemerne do 1 km/km^2).

Kde sa človek nebránil proti erózii terasovaním svahov a pokračovalo sa v pasiení, tam sú úseky medzi ryhami silne poškodené prfami od dobytky a plošnou eróziou. Z plytkého profilu vyčnievajú obnažene andezitové balvany, ba miestami, uvoľnené z pôdy, tvoria súvislejšie plochy kamenitých sutín rôzneho tvaru a veľkosti. Plocha porastená nízkou vegetáciou (s mačinou) dosahuje na týchto erodovaných spustnutých pôdach max. 70 % a na mnohých miestach dosť husto zarastá borievkou, hľonom, šípovou ružou, babykou a i. krovinami.

Vo všeobecnosti možno konštatovať, že zhoršenie kvality erodovaných spustnutých pôd na neogénnych vulkanitoch sa prejavilo najmä znížením pôdneho profilu za súčasného obnažovania podložia a tvorby kamenných sutín, najmä na oslnených expozíciách. Tieto znaky, spolu s extrémnosťou mikroklimatických pomerov (väčšina týchto spustnutých pôd je v nadm. výške 300–500 m i viac, na miestach skupiny lesných typov CoQ s cca 650 mm zrážkami ročne) radia spustnuté pôdy na mladých sopečných horninách popri karbonátových spustnutých pôdach k najťažšie zalesniteľným plochám na Slovensku.

Aj keď majú pôdy stredne vysokú porovitosť (49–61 %), podobne ako vo flyšovom pásme, klesá aj tu absolútna vzdušná kapacita na najviac erodovaných miestach až na kritickú hodnotu (2–7 %). Pôdy s takouto zlou prevzdušenosťou a náchylnosťou k uľahnutiu pozostávajú len z 30 % zhlukov väčších ako 3 mm, no množstvo vodostálych agregátov uvedenej veľkosti tu klesá až na 15 %.

Podľa zrnitostného zloženia (tabuľka III) môžeme usudzovať na silný zá-sah plošnej erózie do povrchových vrstiev svahovej pôdy, z ktorej boli už od rozvodnice (sonda 1) spláchnuté nadol najjemnejšie zrná. Naproti tomu sa v najerodovanejších častiach svahu (sonda 2) obnažil skelet. Zvýšenie obsahu fyzikálneho ílu, hrubého ílu, drobného skeletu ako aj humusu sa prejavilo v napravenej pôde dejekčného kužela, kde sa eróziou uvoľnené a transportované hrubšie častice začali usadzovať už pri sklone $10\text{--}12^\circ$ (sonda 3).

III. Výsledky analýz erodovaných spustnutých pôd na tufoch pyroxenických andezitov

Sonda	1			2			3		
Hĺbka odberu v cm	0—5	15—25	45—55	0—5	15—25	60—70	0—5	15—20	40—50
Fyzikálny íl v %	2,1	2,2	2,0	2,1	3,0	1,1	4,8	3,5	2,1
Frakcie jemnozeme (mm) v %:									
< — 0,01	28,1	40,1	39,4	25,4	32,2	7,8	49,8	30,3	24,8
0,01 — 0,05	20,2	24,8	21,8	20,2	21,2	15,5	16,1	20,4	15,4
0,05 — 0,1	15,4	11,1	12,5	12,2	14,2	26,9	6,6	17,5	14,2
0,1 — 2,0	36,3	24,0	26,3	42,2	32,4	49,8	27,5	31,8	45,6
Skelet v %	21	15	22	16	7	20	18	20	26
pH — H ₂ O	5,7	5,9	6,1	6,2	6,4	6,2	5,6	6,3	6,3
Humus v %	3,10	1,03	0,57	1,03	0,62	0,52	2,07	0,52	0,62
CaO	0,16	0,61	0,11	0,13	1,32	0,27	0,43	0,25	0,34
MgO	0,70	0,59	0,65	0,37	0,83	0,42	0,10	0,76	0,77
K ₂ O	0,08	0,06	0,08	0,11	0,06	0,09	0,10	0,07	0,06
P ₂ O ₅	0,04	0,03	0,04	0,06	0,04	0,08	0,09	0,06	0,05

V chemizme spustnutých pôd na andezitových tufoch badať popri chudobnom až stredne bohatom obsahu CaO (len miestami je tu obsah dvojmocných báz, najmä Ca, vyšší) a P₂O₅ a veľmi chudobnom obsahu K₂O aj mierny posun sesquioxydov do profilu. V dejekčných kuželoch tu dochádza aj k menšej akumulácii niektorých hlavných živín.

SÚHRN

Takmer všetky erodované spustnuté pôdy nesú stopy po odlesnení, nesprávnej realizácii poľnohospodárskej výroby, a hlavne extenzívnej pastve.

Najviac sú eróziou poškodené spustnuté pôdy na dolomitoch, dolomitických vápencoch a vápencoch. Na mnohých miestach bol odplavený celý plytký profil, pričom pomiestne ostali len erozívne zvyšky, čím veľká časť plochy stratila na prechodné obdobie spôsobilosť pre prirodzenú i umelú obnovu lesného porastu bez zavedenia účinných pôdoochranných opatrení. V súvislosti s mechanickou deštrukciou sa zmenil aj celý komplex pôdno-ekologických podmienok. Pôda je ochudobnená najmä o fyzikálny íl a najjemnejšie frakcie jemnozeme, ktorej celkové množstvo je taktiež veľmi malé (10—60 %). Intenzívne sa tu tvoria pohyblivé štrkové sutiny a výrazne sa zhoršuje najmä vodný režim týchto spustnutých pôd. Pôdno-ekologické pomery sa omnoho nezlepšujú ani na bázach svahov, kde sú v nánosoch spláchnuté časti zeminy zo svahu.

Produkčná bonita týchto pôd je aj na miestach s relatívne vyšším obsahom humusu a pri všeobecne veľkom množstve dvojmocných báz nízka, lebo enormne malé množstvo pôdnej vody nedovoľuje vegetácii využiť tieto komponenty. Ero-

zívne mu poškodeniu je tu priamo úmerné aj krytie pôdy nízkou vegetáciou, a tak sú najviac obnažené svahy oslnených expozícií, najmä vo svojej strednej časti. Eróziou vypreparovaný ťažší skelet na povrchu je brzdiacim činiteľom v ďalšom vývoji erózných procesov, no nespevnený poškodzuje nadzemné orgány vegetácie.

Vo flyšovom pásme sú okrem vysokého odnosu pôdy plošnou i ryhovou eróziou zhoršené najmä fyzikálne pomery spustnutých pôd, ktoré sú väčšinou uľahnuté, s kriticky nízkou vzdušnosťou a malým vsakom. Hustá sieť hlbokých výmoľov tu zapríčiňuje aj vysušenie pôdy erózných zvyškov.

Na spustnutých pôdach mladších vulkanitov sa v extrémnych prípadoch taktiež eróziou obnažuje podložie a tvoria sa kamenité sutiny. Zhoršuje sa tak nielen disperzné zloženie, ale i fyzikálne pomery pôdy a výrazne sa znižuje vodnosť pôdných agregátov.

Došlo dne 1. 6. 1966

Literatúra

1. Bánky G.: Talajerózió és az ellene való védekezés Heves megyében. 1959a, Az Erdő, č. 7, str. 245-251. — 2. Bánky G.: Results of the operation of the erosion measuring station at Kiskan for the years 1956 to 1958. Woodlands and water-lysimeters. Symposium Hannoversch-Münden 1959b, Publ. No. 48 de AIHS, str. 271-286. — 3. Bennett H. H.: Elements of soil conservation. 1955, Mc Graw-Hill book cy, Inc. New York-Toronto-London. — 4. Bučko Š., Mazúrová V.: Výmoľová erózia na Slovensku. 1958, Sb. Vodná erózia na Slovensku, SAV Bratislava, str. 68-101. — 5. Cykin Je. N.: Issledovanie infiltracionnych svojstv počv pri pomôci doždevaľnoy ustanovki. 1956, Sb. Seľskochozj. erozija i borba s nej, Izd. AN SSSR Moskva, str. 111-148. — 6. Furon R.: L'érosion du sol. 1947, Paris, Payot. — 7. Gerlach T.: Metódy a terajší stav výskumu morfogenetických procesov v Poľských Karpatoch. 1964, Geograf. čas., r. 16, č. 3, str. 256-270. — 8. Holý M.: Hydrologie erozních jevů. 1964, Dokt. dizert. práca, Praha. — 9. Intribus R.: Príspevok k mikroklimu spustnutých pôd na Slovensku. 1960, Lesn. čas., r. 6, č. 1, str. 32-53. — 10. Kozlík V.: Erózia a protierózne opatrenia vo flyšovej oblasti východného Slovenska. 1958, Sb. Vodná erózia na Slovensku, SAV Bratislava, str. 383-410. — 11. Maľan B. a kol.: Vliv lesa a zalučení na povrchové odtoky a intenzitu erózie v Ještědském pohoří v roce 1956. 1957, Sb. ČSAZV-Lesnictví, r. 3, č. 6, str. 437-462. — 12. Maľan B., Lhota O.: Povrchový odtok a vodní erózie ve stržích. 1957, Sb. ČSAZV-Lesnictví, r. 3, č. 11, str. 759-768. — 13. Midriak R.: Erózia spustnutých pôd na Slovensku. 1965, Kand. dizert. práca, Zvolen. — 14. Midriak R.: Beitrag zur Erforschung der Erosion verödeter Böden auf Karbonatunterlage in der Slowakei. 1966, Acta Inst. forest. Zvoleniaensis, č. 1 (v tlači). — 15. Moțoc M.: Eroziunea solului pe terenurile agricole și combaterea ei. 1963, Edit. agro-silvica, București. — 16. Musgrave G. W.: Estimating of land erosion and sheet erosion. 1954, Assemblée générale de Rome, Publ. No 36 de AIHS. — 17. Schultze J. H.: Die Boden-erosion in Thüringen. 1959, VEB Hermann Haack, Gotha. — 18. Sobolev S. S.: Zaščita počv ot eroziji i povyšenie ich plodorodija. 1961, Moskva, Seľchozgis. — 19. Surmač G. P.: K metodike opredelenija vodopronicajemosti i livnevegogo stoka. 1962, Sb. Borba s erozijou počv, Izd. UASCHN Kijev, str. 265-279. — 20. Šály R.: Hlavné typy lesných pôd na Slovensku. 1962, SAV Bratislava. — 21. Tixeront J., Berkaloŋ E.: Methodes d'étude et d'évaluation de l'érosion en Tunisie. 1954, Assemblée générale de Rome, Publ. No 36 de AIHS. — 22. Zachar D.: Vplyv erózie na pôdu v okolí Radvane pri Banskej Bystrici. 1958, Sb. Vodná erózia na Slovensku, SAV Bratislava, str. 122-192. — 23. Zachar D.: Erózia pôdy. 1960, SAV Bratislava. — 24. Zachar D.: Pôdne-ekologické podmienky spustnutých pôd karbonátových podloží. 1963, Sb. z celostát. porady o zales. neles. pôd - I. časť, Zvolen. — 25. Zachar D.: Vyhodnotenie výskumu zalesňovania spustnutých pôd na Periskách. 1964, Les. čas., r. 10, č. 3, str. 231-246. — 26. Zachar D.: Posúdenie prírodných pomerov Juhoslovenského krasu z hľadiska zalesňovania spustnutých pôd. 1965, Ved. práce VÚLH v B. Štiavnici, č. 6, str. 135-164.

Почти все эродированные бросовые почвы несут следы обезлесения, неправильной реализации сельскохозяйственного производства и, в особенности, экстенсивной пастбищ.

Более всего эрозия повреждает бросовые почвы на доломитах, доломитных известняках и известняках. На многих местах был смыт весь мелкий профиль, причем местами остались только эрозионные остатки, вследствие чего значительная часть площади на некоторое время утратила способность к естественному и искусственному возобновлению лесного насаждения без внедрения эффективных почвозащитных мероприятий. В связи с механической деструкцией изменился и весь комплекс почвенно-экологических условий. Почва обеднена за счет физического ила и тончайших фракций мелкозема, общее количество которого также весьма мало (10–60 %). Здесь интенсивно образуются подвижные щебневые завалы и явно ухудшается водный режим этих бросовых почв. Почвенно-экологический режим не очень улучшается даже на базисах склонов, где в наносах смыты части грунта со склона.

Продуктивный бонитет этих почв даже на местах с относительно более высоким содержанием перегноя и при повсеместно большом количестве двувалентных оснований низок, так как исключительно малое количество грунтовой воды не позволяет вегетации использовать эти компоненты. Эрозионному повреждению здесь прямо пропорционален покров почвы низкой вегетацией и, таким образом, больше всего обнажены склоны мест, освещаемых солнцем, в особенности в их средней части. Более тяжелый скелет, вымытый эрозией на поверхности, является тормозящим фактором в ходе дальнейшего развития эрозионных процессов, но если его не укрепить, то он повреждает надземные органы вегетации.

Во флишевой зоне наряду со значительным уносом почвы вследствие плоскостной и овражной эрозии ухудшен в особенности физический режим залежных почв, которые преимущественно уплотнены, с критической низкой аэрацией и недостаточной впитывающей способностью. Частая сеть глубоких размывов вызывает здесь высушивание почвы эрозионных остатков.

На бросовых почвах молодых вулканитов в крайних случаях эрозия также обнажает грунт и образуются каменные завалы. Таким образом не только ухудшается дисперсионный состав, но и физический режим почвы и явно снижается водопрочность почвенных агрегатов.

The Soil Ecological Relations of Eroded Waste Lands in Slovakia

Nearly all eroded waste lands show traces of deforestation, unsuitable agricultural production and, chiefly, extensive grazing.

The most serious injuries caused by erosion show the waste lands of dolomites, dolomite limestones and limestones. On many localities the whole shallow soil profile was washed away, whereby some erosive elevations remained only here and there, so that a great part of the area lost for sometime the capacity of natural and artificial regeneration of forest stand without application of effective soil protecting measures. As a result of such mechanical destruction the whole complex of soil ecological conditions changed, too. In such cases, the soil is deprived of physical clay and the finest fractions of fine earth, the total amount of which is also very small (10–60 %). The gravel debris is formed here to a great extent and the water regime of such waste lands is deteriorated. The soil ecological relations are not improved very much even at the foot of the slopes where are the sediments of earth washed away from the upper parts of the slopes.

The production quality of such soils is low even on the localities with a relatively higher humus content and with a large amount of bivalent bases, because the too small amount of soil water gives no possibility to utilize these components by the vegetation. The soil covered with ground vegetation is directly proportionate to the injuries caused by soil erosion, so that the maximum soil denudation occurs on the slopes with sunny exposure, especially in their medium parts. The heavier skeleton prepared by erosion activity is on its surface a breaking factor in the further development of erosion processes and, if not fixed, it injures the over-ground organs of vegetation.

In the flysh zone, apart from the great carrying away of the soil by the sheet and gully erosion, the physical conditions of waste lands are heavily deteriorated, whereby the soils are mostly settled showing a critically low aeration and seepage capacity. The network of deep gullies causes the soil dessication of erosive elevations.

On the waste lands of younger igneous rocks the erosion causes under extreme conditions also the denudation of subsoil and the formation of stony debris. In this way, not only the dispersive composition, but also the physical soil conditions are deteriorated and the water stability of soil aggregates is being reduced.

Feldökologische Verhältnisse erodierter verödeter Böden in der Slowakei

Fast alle erodierten verödeten Böden zeigen Spuren nach Entwaldung, unrichtiger Realisierung der landwirtschaftlichen Erzeugung und hauptsächlich nach extensivem Weidegang.

Am stärksten erodiert sind die verödeten Dolomitböden, ferner Böden auf dolomitischem Kalkstein und auf Kalkstein überhaupt. Es gibt viele Stellen, wo das ganze weiche Profil fortgeschwemmt wurde, wobei hie und da nur Erosionsüberbleibsel zurückblieben, wodurch ein großer Teil der Oberfläche für eine Übergangszeit die Fähigkeit der natürlichen und künstlichen Walderneuerung ohne die Einführung wirksamer Bodenschutzmaßnahmen verlor. Im Zusammenhang mit der mechanischen Destruktion veränderte sich auch der ganze Komplex der bodenökologischen Bedingungen. Der Boden wurde vor allem um den physikalischen Ton und die feinsten Fraktionen der Feinerde, deren Gesamtmenge gleichfalls sehr niedrig ist (10–60 %), ärmer. Es entstehen hier in einer intensiven Weise Schuttansammlungen und besonders das Wasserregime dieser verödeten Böden wird schlechter. Die bodenökologischen Verhältnisse werden auch am Fuß der Hänge nicht viel besser, wo sich in den Sedimenten Teile der Erdmassen des Abhanges befinden.

Die Produktionsbonität dieser Böden ist auch auf Stellen mit verhältnismäßig höherem Humusgehalt und bei allgemein großer Menge von zweiwertigen Basenstoffen niedrig, da der enorm niedrige Gehalt an Bodenfeuchtigkeit eine Ausnützung dieser Komponenten durch die Vegetation nicht zulässt. Der Erosionsbeschädigung ist hier auch die Bedeckung des Bodens durch niedrige Vegetation direkt proportionell und von derselben Art sind auch die am stärksten entblößten Hänge der sonnenbeachteten Expositionen, besonders in ihrem mittleren Teil. Durch die Erosion auspräpariertes schwereres Bodenskelett der Oberfläche wirkt als Bremsfaktor der weiteren Erosionsprozesse, wenn es jedoch nicht verfestigt ist, beschädigt es die oberirdischen Organe der Vegetation.

In der Flyschzone sind außer einer hohen Abtragung des Bodens durch Flächen- und Rinnenerosion namentlich die physikalischen Verhältnisse der verödeten Böden verschlechtert. Diese sind meistens festgelagert und zeichnen sich durch einen niedrigen Luftgehalt und geringes Einsickerungsvermögen aus. Ein dichtes Netz tiefer Wasserrisse verursacht hier auch die Austrocknung des Bodens der Erosionsüberbleibsel.

Auf den verödeten Böden jüngerer Vulkanite wird in extremen Fällen durch die Erosion auch der Untergrund entblößt und es bilden sich steinige Schuttmaterien. Auf diese Weise werden nicht nur die Dispersionszusammensetzung, sondern auch die physikalischen Bodenverhältnisse schlechter und die Wasserbeständigkeit der Bodenaggregate wird prägnant geschwächt.

Conditions pédo-écologiques des sols érodés dévastés en Slovaquie

Presque tous les sols érodés dévastés portent des traces de la déforestation, de la production agricole mal appliquée et surtout du pâturage extensif.

Ce sont les sols dévastés sur les dolomites, les calcaires dolomitiques et les calcaires qui sont le plus endommagés par l'érosion. En beaucoup d'endroits c'est le profil meuble tout entier qui était dénudé, autre part, ce n'est que les restes d'érosion qui se maintiennent, tandis que la plus grande partie de la superficie a perdu, pour une période transitoire, l'aptitude à la régénération naturelle ou artificielle du peuplement forestier sans introduction de mesures efficaces de protection de sol. En connexion avec la destruction mécanique c'est également tout un complexe de conditions pédo-écologiques qui a été changé. Le sol est appauvri notamment de l'argile physique et des fractions les plus fines de loess, dont le volume total est également très petit (10–60 p. 100). Il se forme ici intensivement des détritiques de gravier et c'est en particulier le régime d'eau de ces sols dévastés qui

s'aggrave. Les conditions pédo-écologiques ne sont de beaucoup meilleures ni sur les bases des pentes, où l'on trouve des parties de terres entraînées de la pente.

La qualité de production des sols en question est peu élevée, même sur les endroits ayant une teneur relativement plus grande en humus et généralement un très grand volume de bases bivalentes, parce que la grande pénurie d'eau de sol ne permet pas à la végétation d'utiliser les composantes en question. L'endommagement dû à l'érosion est ici en fonction directe de la végétation basse qui couvre le sol et c'est ainsi que sont le plus dénudées les pentes des expositions ensoleillées, notamment dans leur partie centrale. Le squelette plus lourd sur la surface, dû à l'érosion, constitue un facteur freinant l'évolution ultérieure des processus l'érosion, mais n'étant pas affermi, il endommage les organes aériens de la végétation.

Dans la zone de flysh on voit, outre l'enlèvement important du sol, occasionné par l'érosion, effectuée en surface ou constituant des rigoles, l'aggravation notamment des conditions physiques des sols dévastés qui sont pour la plupart tassés, très mal aérés, n'ayant qu'un petit pouvoir d'infiltration.

Un réseau dense d'affouillements profonds occasionne ici même la dessiccation du sol des restes d'érosion.

Sur les sols dévastés des formations volcaniques plus jeunes on voit également, dans les cas extrêmes, comment, par suite de l'influence de l'érosion, se dénude le sous-sol et se forment des détritiques caillouteux. C'est ainsi que s'altère non seulement la composition de dispersion, mais aussi les conditions physiques de sol, ce qui a pour conséquence l'abaissement expressif de l'équilibre d'eau des agrégats de sol.

Adresa autora:

Ing. Rudolf Midriak, CSc., Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen

SLOVNÍK NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH ODBORNÝCH POJMŮ Z LTM

akumulace

akumulácia

аккумуляция

accretion

Akkumulation *f*

accumulation *f*

báze erozní

báza erózna

базис эрозии

base level

Erosionsbasis *f*

base *f* d'érosion

bilance vodní

bilancia vodná

баланс водный

water balance

Wasserbilanz *f*

bilan *m* d'eau

břeh

breh

бер

bank-shore

Ufer *n*

rive *f*, berge *f*

bystřina

bystrina

горный поток, быстрина, бурный поток

torrent

Wildbach *m*

torrent *m*

čára četnosti průtoků

čiara početnosti prietokov

кривая распределения повторяемости расходов

discharge frequency curve

Durchflußhäufigkeitslinie *f*

courbe *f* de fréquence des débits

deflace

deflácia

дефляция

deflation

Deflation *f*

déflation *f*

dílec prefabrikovaný

dielec prefabrikovaný

деталь префабрикованная, элемент сборной конструкции

prefabricated element

Fertigteil *m*

élément *m* préfabriqué

dlažba

dlažba

мостовая, мощение

paving

Pflaster *n*

pavage *m*

dno toku

dno toku

дно водотока

river bottom

Flußgrund *m*, Flußsohle *f*

fond *m* d'un cours d'eau

dopadiště

dopadisko

водобой, флютбет, рисберма

apron, downstream floor

Sturzbett *n*

arrière-radier *m*

drátokámen

drótokamenný blok

корзина габионно-каменная

stone gabion

Drahtsteinbehälter *m*, Drahtsteinkasten *m*

gabion *m* métallique à pierailles

drátošterk

drótoštrkový blok

корзина габионно-щебневая

gravel gabion

Drahtschotterbehälter *m*, Drahtschotterkasten

gabion *m* métallique à gravier

drenážování

drenážovanie

дренирование

drainage, draining

Dränieren *n*, Drainieren *n*, Dränierung *f*
drainage *m***dřevina meliorační**

drevina melioračná

порода древесная мелиоративная

ameliorating tree species

Meliorationsholzart *f*essence *f* d'amélioration**dřevina přípravná**

drevina prípravná

порода древесная подготовительная

pioneer tree species

Pionierholzart *f*, Vorwaldholzart *f*essence *f* préparatoire, essence *f* d'abri**eroze bystřinná**

erózia bystrinná

эрозия горного потока

torrent erosion

Wildbacherosion *f*érosion *f* torrentielle**eroze hloubková**

erózia hĺbková

эрозия глубинная

vertical erosion

Tiefenerosion *f*érosion *f* en profondeur**eroze plošná**

erózia plošná

эрозия плоскостная

sheet erosion

Flächenerosion *f*érosion *f* en nappe**eroze rýhová (výmolová)**

erózia ryhová (výmolová)

эрозия овражная, размыв

linear erosion, gully erosion

Furchenerosion *f*, Rinnenerosion *f*érosion *f* en ravins**eroze větrná**

erózia vetrová

эрозия ветровая

wind erosion

Winderosion *f*érosion *f* éolienne**eroze vodní**

erózia vodná

эрозия водяная

erosion by water, water erosion

Wassererosion *f*érosion *f* hydrique**eroze zpětná**

erózia spätná

эрозия отступающая, эрозия пятаящая

headward erosion, retrogressive erosion

Rückerosion *f*, rückgängige Erosion *f*érosion *f* régressive**filtr porostní**

filter porastný

фильтр порослевой

vegetation filter

Bestandsfilter *m* nebo *n*filtre *m* végétal**filtr šterkový**

filter štrkový

фильтр щебневой

gravel filter

Schotterfilter *m* nebo *n*filtre *m* à gravier**garnisáž**

garnisáž

гарниссаж

brush head plug

Garnissage *f*garnissage *m***hať**

fašina

фашина

fascine, bundled brush check

Faschine *f*fascine *f***hladina podzemní vody**

hladina podzemnej vody

уровень грунтовой воды

underground water level

Grundwasserspiegel *m*, Grundwasser-
stand *m*nappe *f* phréatique**hloubka vody**

hĺbka vody

глубина воды

water depth

Wassertiefe *f*profondeur *f* d'eau**hrana přelivná**

hrana priepadová

гребень водослива

spillway border, crest of weir

Überfallkante *f*bord *m* du déversoir**hráz**

hrádza

дамба

dam, dike

Damm *m*, Deich *m*barrage *m***hrazení bystřin**

zahrádzanie bystrín

регулирование горного потока

torrents correction, t. fixation, t. regula-
tion, t. protection, t. control

Wildbachverbauung *f*
correction *f* des torrents

kleyonáž
klayonáž
кляйонаж
wattlework
Klayonage *f*
clayonnage *m*

kolísání hladiny vody
kolísanie hladiny vody
колебание уровня воды
variation of water level, water level
fluctuations
Schwankung *f* des Wasserspiegels, Was-
serschwankung *f*, Wasserspiegelschwan-
kung *f*, Wasserstandschwankung *f*, Ni-
veauschwankung *f*
variations *fpl* du niveau d'eau

koruna tělesa
koruna telesa
гребень корпуса
crown (of a dam)
Baukrone *f*, Körperkrone *f*
couronnement *m*, crête *f* du corps

koryto toku
koryto toku
русло водотока
bed of water stream, river bed
Strombett *n*, Wasserlaufgerinne *n*
lit *m* d'un cours d'eau

kořen výhonu
koreň výhonu
корень буну
root of jetty
Buhnenwurzel *f*
encastrement *m* de l'épi

krytina vrbová
krytina vrbová
выстилка вербовая (из хвороста)
willow-matting
Spreitlage *f*, Weidenspreitlage *f*, lebendes
Überdeckwerk *n*
couverture *f* en branches de saule

křídlo hydrometrické
krídlo hydrometrické
вертушка гидрометрическая, крыло гидро-
метрическое
current meter
hydrometrischer Flügel *m*, Meßflügel *m*,
Flügel *m*
moulinet *m* hydrométrie

křídlo přepážky (stupně)
krídlo prepážky (stupňa)
устьё запруды
wing of dam, head wall extension, wing
wall
Sperrenflügel *m* (Stufenflügel *m*)
aile *f* du gradin

křivka konzumní
krivka konzumná
кривая расходов воды
consumption curve, discharge ratio
Konsumptionslinie *f*, Abflußkurve *f*, Pe-
gelcharakteristik *f*, Pegelschlüsselkurve
f, Abflußmengenkurve *f*
courbe *f* des débits

křivka zrnitosti
čiara zrnitostná
кривая зернистости, кривая выхода зерн
granulometric curve
Körnungslinie *f*, Körnigkeitslinie *f*
courbe *f* granulométrique

kužel dejekční (nánosový)
kužel dejekčný (nánosový)
конус выноса
dejection cone, detrital cone, alluvial
cone, talus fan, debris cone
Schuttkegel *m*, Dejektionskegel *m*, Ab-
lagerungskegel *m*, Schwemmkegel *m*
cône *m* de déjection

kyneta
kyneta
кинета
cunette
Künette *f*
cunette *f*

lapač (sněhu)
lapák (sněhu)
снегоуловитель, снегозадержатель
snow fence
Schneefang *m*
pare-neige *m*

lavice štrková
lavica štrková
наносная гряда, терраса щебневая
gravel terrace, gravel bank
Schotterbank *f*, Geschiebebank *f*
banc *m* de gravier

lavina
lavina
лалина, обвал
avalanche
Lawine *f*
avalanche *f*

liják
lejak
ливень
downpour, driving rain, shower, cloud-
burst, rainstorm
Sturzregen *m*, Starkregen *m*, Gußregen *m*
averse *f*, pluie *f* torrentielle

les ochranný (meliorační)
les ochranný (meliorační)
лес защитный (мелиоративный)
protection forest (amelioration forest)

Schutzwald *m* (Meliorationswald *m*)
forêt *f* de protection (d'amélioration)

ležanka
ležianka
буна

—
wasserseitige Dammhälfte *f*
épi *m* horizontal

matrace
matrac
тюфяк
mattress
Matratze *f*
matelas *m*

meliorace lesnické (lesnickotechnické)
meliorácie lesnícke (lesnickotechnické)
лесные (лесотехнические) мелиорации
forestry amelioration
forstliche (forsttechnische) Melioration *f*
amélioration *f* des forêts, restauration *f*
des montagnes

mělčina
plytčina
мель, отмель
shallow water, low ground
Seichtwasser *n*, Flachwasser *n*
bas-fond *m*

množství odtokové
množstvo odtokové
модуль стока
runoff rate
Abflußmenge *f*, spezifische Abflußmenge *f*
module *m* spécifique, débit *m* spécifique

množství průtokové
množstvo prietokové
расход (воды), количество расхода
discharge
Durchflußmenge *f*
débit *m*

mulčování
nastielanie (mulčovanie)
мульчирование
mulching
Bedecken *n*, Mulchen *n*
mulchage *m*

nános
nános
нанос, вынос
deposition, sediment, silt
Anschwemmung *f*, Ablagerung *f*, Ge-
schiebe *n*
atterrissement *m*, dépôt *m*

nasycení vody splaveninami
nasýtenie vody splaveninami
насыщенность воды наносами

saturation of water
Wassersättigung *f* mit Schwemmstoffen
(mit Schwemmgut)
saturation *f* du cours d'eau par les débits
solides

násyp
násyp
насыпь
dike, embankment
Schüttung *f*, Anschüttung *f*
remblai *m*

nátrž břehová
nátrž brehová
отрыв берега, обвал берега
bank caving, cliff, bluff
Uferanbruch *m*
brisement *m* de berge

nátrž svahová
nátrž svahová
подмыв склона
slope, erosion fault, scarp
Hanganbruch *m*
brisement *m* de pente

objekt betonový
objekt betónový
сооружение бетонное
concrete structure
Betonwerk *n*, Betonbau *m*, Betonobjekt *m*
maçonnerie *f* en béton

objekt drátokamenný
objekt drôtokamenný
сооружение проволочно-каменное
stone gabion
Drahtsteinwerk *n*
ouvrage *m* en gabions à pierrailles

objekt dřevěný
objekt drevený
сооружение деревянное
wooden structure
Holzwerk *n*
barrage *m* en bois

objekt hafošterkový
objekt štrkovofašinový
сооружение фашинощепное
fascine-gravel structure, fascine-rubble
structure
Faschinen-Schotterwerk *n*
seuil *m* en saucissons de fascines à gra-
vier

objekt zděný
objekt murovaný
сооружение каменное
masonry structure
Mauerkwerk *n*
barrage *m* en maçonnerie de mortier

oblast pramenná

oblast pramenná

родниковой район

region containing (home of) the sources, source

Quellgebiet *n*, Wasserquellgebiet *n*source *f***oblast sběrná**

oblast zberná

бассейн водосборный, водосбор

drainage basin, d. area, catchment basin, c. area, catchment

Sammelgebiet *n*, Sammelbecken *m*, Einzugsgebiet *n*, Zuflußgebiet *n*aire *f* d'alimentation, bassin *m* de réception**oblázek**

okruhliak

галька

rubble, shingle, pebble

Geröll *n*galet *m***obvod omočený**

obvod omočený

периметр смоченный

wetted perimeter

benetzter Umfang *m*, Beetumfang *m*périmètre *m* mouillé**odstupňování dna**

odstupňovanie dna

градуирование dna

grading of the bottom

Sohlenstaffelung *f*, Sohlenabtreppung *f*établissement *m* de gradins**odtok podzemní**

odtok podzemný

сток подземный

underground runoff, subsurface flow

unterirdischer Abfluß *m*écoulement *m* souterrain**odtok povrchový**

odtok povrchový

сток поверхностный

surface runoff, overland runoff, direct runoff

oberflächlicher Abfluß *m*, Oberflächenabfluß *m*écoulement *m* superficiel**odtok specifický**

odtok špecifický

модуль стока, сток специфический

discharge in second-liter per square kilometer

Abflußspende *f*, Wasserspende *f*, Spende *f*, spezifischer Abfluß *m*module *m* spécifique**odvodňování**

odvodňovanie

осушение (дренирование)

drainage, draining, dewatering

Entwässerung *f*, Trockenlegung *f*drainage *m***ochrana půdy protierozní**

ochrana pôdy protierozná

охрана почвы противэрозийная

soil conservation by erosion control

Bodenschutz *m* gegen Erosioncontrôle *m* de l'érosion**opatření biotechnické**

opatrene biotechnické

мероприятия биотехнические

biotechnical measures, vegetative measures

biotechnische Maßnahme *f*mesures *f* à prendre biotechniques**opatření protilavinové**

opatrene protilavinové

мероприятия противолавинные

protection measures against avalanches

Maßnahme *f* gegen Lawinencorrection *f* des avalanches**opatření půdoochranné**

opatrene pôdoochranné

мероприятия почвозащитные

soil protection measures

Bodenschutzmaßnahme *f*conservation *f* des sols**opatření stavební (technické)**

opatrene stavebné (technické)

мероприятия строительные (технические)

construction measures

bautechnische Maßnahme *f*ouvrage *m* de correction**opatření vodoochranné**

opatrene vodoochranné

мероприятия водозащитные

water conservation measures

Wasserschutzmaßnahme *f*amélioration *f* du régime des eaux**osetí**

obsatie

засеяние, посев

sowing

Aussaat *f*semis *m***ostruha**

ostroha

шпора, буна

spur

Sporn *m*éperon *m***pás betonový, kamenný**

pás betonový, kamenný

полоса бетонная, каменная

concrete belt, stone belt

Betonstreifen *m*, Steinstreifen *m*
digue *f* en béton, d. en pierre sèche

pás ochranný lesní

pás ochranný lesný

лесозащитная полоса

forest shelter belt

Waldschutzstreifen *m*

bande *f* boisée, brise-vent *m*

pás zasakovací

pás vsakovací

полоса водорегулирующая, полоса инфильтра-
ционная

infiltration belt

Einsickerungsstreifen *m*

bande *f* d'infiltration

pata břehu

päta brehu

основание берега

bank foot, toe

Uferfuß *m*

pied *m* de la berge

patka

pätka

пятка

toe

Fuß *m*

talon *m*

pilota

pilöta

свая

stake, pile

Pilote *f*

pieu *m*

písky váté

piesky viate

песок подвижной

shifting sand

Flugsand *m*

sables *m* mouvants

plaveniny

plaveniny

взвешенные наносы

suspended load

Schwemmgut *n*, Schwemmstoffe *mpl*,

Schwebestoffe *mpl*

matériaux *mpl* charriés, débits *mpl* soli-

des, matières *fpl* en suspension

plocha průtočná

plocha prietoková

живое сечение

stream cross section area, cross section

Durchflußfläche *f*, benützter Querschnitt

m, Abflußquerschnitt *m*, Durchfluß-

querschnitt *m*, Wasserquerschnitt *m*,

Flußquerschnitt *m*

section *f* mouillée

plot živý

plot živý

изгородь живая

hedge, hedgerow

grüne Hecke *f*, wilde Hecke *f*

haie *f*

plůtek latkový

plůtik latkový

забор рейковый, стенка рейковая

lath fence, plank fence

Lattenzaun *m*

barrière *f* en lattes

plůtek palisádový

plůtik palisádový

забор палисадный, стенка палисадная

palisade fence

Palissadenzaun *m*

palissade *f*

plůtek vrbový

plůtik vrbový

плетень вербовый, плетень ивовый

willow fence

Weidengeflecht *n*

seuil *m* en branches de saule

plůtek zápleťový

plůtik zápleťový

плетень, забор плетневый

wicker fence

Flechtzaun *m*

branchages *mpl* entrelacés

podestýlka klestová

podstielka haluzinová

подстилка хворостовая

branching

Reisigstreu *f*

branchages *m*

pohyb splavenin

pohyb splavenín

движение наносов

deposit motion

Geschiebebewegung *f*

entraînement *m* de matières charriées

pole výhonové

pole výhonové

поле междубунное

jetty field

Buhnenfeld *n*

champ *m* d'épi

poloměr hydraulický

polomer hydraulický

радиус гидравлический

hydraulic radius, hydraulic mean depth

hydraulischer Radius *m*, Druckgefälle *n*

rayon *m* hydraulique

polštář vodní

vankuš vodný

подушка водяная, подушка водобойная

water cushion
Wasserpolyester *n*
matelas *m* d'eau

porost břehový
porast brehový
насаждение береговое
vegetation cover of bank
Uferbestand *m*
végétation *f* des berges

potok horský
potok horský
поток горный
torrent, mountain stream
Bergbach *m*, Gebirgsbach *m*
ruisseau *m*, torrent *m*

povodeň
povodeň
паводок
flood, high water
Hochwasser *n*, Hochflut *f*, Flut *f*, Großwasser *n*
crue *f*

povodí
povodie
водосбор, бассейн, водосборная площадь, водосборный бассейн
drainage basin, watershed
Flußgebiet *n*, Einzugsgebiet *n*, Abflußgebiet *n*, Zuflußgebiet *n*
bassin *m* versant

práh
prah
порог
sill
Schwelle *f*
seuil *m*

profil jednoduchý, dvojitý
profil jednoduchý, dvojitý
профиль простой, двойной
single profile, double profile
einfaches Profil *n*, Doppelprofil *n*
profil *m* simple, *p.* double

profil podélný, příčný
profil pozdĺžny, priečny
профиль продольный, поперечный
longitudinal, transversal profile
Längsprofil *n*, Querprofil *n*
profil *m* en long, *p.* en travers

profil průtočný
profil prietokový
профиль расхода, живое сечение
flow profile, discharge profile
Durchflußprofil *n*
profil *m* mouillé

prostor akumulací, retenční
priestor akumuláčny, retenčný
объем аккумуляционный, ретенционный

accumulation, retention space
Akkumulationsraum *m*, Retentionsraum *m*
espace *m* d'accumulation, *e.* de rétention

proud sufový
prúd sutinový, príval zemitý
поток селевой, сель
mud, mudflow, mudstream, debris flow
Mure *f*, Murgang *m*, Ruff *m*, Rüffe *f*, Gieße *f*
lave *f* de boue et de pierres

proudnice
prúdnic
стережень, линия водотока, линия тока
streamline, channel line
Stromlinie *f*, Stromstrich *m*
ligne *f* de courant

průtok návrhový
prietok návrhový
расход проектный
projected discharge
vorgeschlagene Durchflußmenge *f*
débit *m* envisagé par le projet

průtok specifický
prietok špecifický
расход удельный, модуль стока
specific discharge
spezifische Durchflußmenge *f*, Abflußspende
débit *m* spécifique

průzkum meliorační
prieskum melioračný
обследование мелиоративное
amelioration survey
Meliorationsuntersuchung *f*
étude *f* d'amélioration

předpráh
predprah
передпорог
secondary dam, toe wall
Gegensperre *f*, Vorschwelle *f*, Gegenschwelle *f*
contre-barrage *m*

přehrada
priehrada
плотина
dam, barrage, weir
Talsperre *f*, Stauwerk *n*, Staudamm *m*, Staumauer *f*, Sperrmauer *f*, Talsperrmauer *f*
barrage *m* de vallée

přepad dokonale
prepad dokonale
водослив затопленный, перепад подтопленный
vollendeter Überfall *m*
déversoir *m* complet

přepad nedokonaly

přepad nedokonaly

водослив незатопленный, перепад неподтоп-
ленный

uncomplete weir

unvollendeter Überfall *m*déversoir *m* incomplet**přepážka**

přepážka

запруда

barrage, dam, weir, check dam

Sperrre *f*barrage *m***příkop svodný**

příkop odvádzácia

коллектор

draining moat, ditch

Ableitgraben *m*fossé *m* de drainage**příkop záchytný, sběrný**

příkop záchytný, zberný

канал сборный, канал нагорный, собиратель

retention moat, drain, ditch

Fanggraben *m*fossé *m* de rétention, *f.* collecteur**půda degradovaná**

půda degradovaná

почва деградированная

degraded soil

degradierter Boden *m*sol *m* dégradé**půda devastovaná**

půda devastovaná

почва девастированная

devastated soil

devastierter Boden *m*sol *m* dévasté**půda nelesní**

půda nelesná

почва безлесная

non forest soil

Nichtwaldboden *m*, Nichtholzboden *m*sol *m* non boisé**půda oglejená**

půda oglejená

почва глеевая

gley soil

vergleyter Boden *m*sol *m* à gley**půda podzolovaná**

půda podzolovaná

почва подзолистая

podzol soil

podsolierter Boden *m*sol *m* podzolisé**půda základová**

půda základová

грунт основания

foundation soil, ground

Grundboden *m*sol *m* de fondations**půda zamokřená**

půda zamokřená

почва замокренная, почва с избытком увлаж-
нения, почва заболоченная

water-logged soil, w. ground

vernässter Boden *m*sol *m* humide**rašelina**

rašelina

торф

peat bog, peat, turf

Torf *m*tourbe *f***regulace toku (bystriny)**

úprava toku (bystriny)

регулирование (регулировка) течения гор-
ного потокаtorrent control, stream flow control,
stream flow regulationFlußregelung *f*, Flußregulierung *f* (Wild-
bachregelung *f*)correction *f* d'un cours d'eau (du tor-
rent)**rekultivace půdy**

rekultivácia pôdy

рекультивирование почвы, рекультивация
почвы

land reclamation

Rekultivierung *f* des Bodens, Bodenrekul-
tivierung *f*regradation *f* du sol**retardace odtoku**

retardácia odtoku

замедление оттока

retardation of runoff

Retardation (Verzögerung) *f* des Ab-
flussesretardation *f* de l'écoulement**retence vody**

retencia vody

задержание воды, ретенция воды

water retention

Wasserretention *f*rétention *f* de l'eau**rokle**

rokla

овраг, балка

gorge, ravine

Schlucht *f*gorge *f*, ravin *m*

- rošt**
rošt
колосник, решетка
grate
Rost *m*
grille *f*
- rovnanina kamenná (oživená)**
rovnanina kamenná (oživená)
каменная кладка (оживленная)
stone-packing
Steinpackung *f* (lebende)
perré *m* (vivant)
- rovnováha koryta hydraulická**
rovnováha koryta hydraulická
равновесие русла гидравлическое
hydraulic equilibrium of the bed
hydraulisches Gleichgewicht *n* des Gerinnes
équilibre *m* hydraulique du lit
- rozbor zrnitosti**
rozbor zrnitosti
анализ зернистости
granulometric analysis
Körnigkeitsanalyse *f*, granulometrische Analyse *f*
analyse *f* granulométrique
- rozrážeč**
rozrážeč
гаситель энергии, водорез
breaker
Brecher *m*, Energievernichter *m*, Wellenbrecher *m*, Eisbrecher *m*
distributeur *m*
- rozvodnice**
rozvodnica
водораздельная линия
watershed line
Wasserscheidelinie *f*, Abflußgrenze *f*
ligne *f* de partage des eaux
- rychlost vody krajní**
rýchlosť vody medzná
скорость воды критическая
critical water velocity of flow
Grenzgeschwindigkeit *f* des Wassers
vitesse *f* limite de l'eau
- rychlost vody střední**
rýchlosť vody priemerná
средняя скорость всего живого сечения
mean velocity of flow
mittlere Querschnittgeschwindigkeit *f* des Wassers
vitesse *f* moyenne dans le profil
- rychlost vody unášecí**
rýchlosť vody unášacia
скорость транспортирующая, скорость влечения
tractive water velocity
- Schleppgeschwindigkeit *f* des Wassers
vitesse *f* d'entraînement
- řečiště**
riečište
русло реки
river bed, channel
Flußbett *n*, Strombett *n*
lit *m* d'un fleuve (d'une rivière)
- řízek**
rezok
черенок
cutting
Steckling *m*
bouture *f*
- sadba banketová**
sadba banketová
посадка на банкете
banquette planting
Bankettpflanzung *f*
plantation *f* en banquettes
- sadba kordonová**
sadba kordónová
посадка кордонная, посадка в рядки
cordon planting
Kordonpflanzung
plantation *f* en cordons
- sadba záhrobová**
sadba hrobčeková
посадка на завалинку
mound planting
Rabattenpflanzung *f*
plantation *f* sur buttes, p. sur rejets de terre
- sedimentace**
sedimentácia
сидиментация
sedimentation
Sedimentation *f*
sédimentation *f*
- sesuv půdy**
zosuv pôdy
оползень почвы
landslide, landslip
Bodenrutsch *m*, Erdrutsch *m*
glissement *m*, éboulement *m*
- síla unášecí**
sila unášacia
сила влечения
carrying power, power to carry particles, tractive force
Schleppkraft *f*
force *f* d'entraînement
- síť vodopisná (hydrografická)**
sieť vodopisná (hydrografická)
сеть гидрографическая
river system, waterway system

Gewässernetz *n*, hydrologisches Netz *n*
réseau *m* hydrologique

sklon kompenzační

sklon kompenzační
уклон компенсационный
compensation gradient

Ausgleichsgefälle *n*, Kompensations-
gefälle *n*

pente *f* de compensation

sklon kritický

sklon kritický
уклон критический
critical gradient
kritisches Gefälle *n*, Grenzgefälle *n*
pente *f* critique

sklon podélný

sklon pozdĺžny
уклон продольный
longitudinal gradient
Längsgefälle *n*
pente *f* longitudinale

sklon přirozený

sklon prirodzený
уклон естественный
natural gradient
natürliches Gefälle *n*
chute *f* naturelle

skluz

sklíz
быстроток, водоскат, криволинейный водо-
слив
slide
Abgleitung *f*, Sturzzrinne *f*
glissement *m*

skok vodní

skok vodný
прыжок водный, прыжок гидравлический
cascade
Wassersprung *m*
ressaut *m* hydraulique

směr toku přirozený

smer toku prirodzený
естественное направление водотока
natural course (direction) of the stream
natürliche Wasserlaufrichtung *f*
sens *m* naturel du courant

součinitel drsnosti

stupeň drsnosti
коэффициент шероховатости
rugosity coefficient, coefficient of rough-
ness, roughness factor
Rauhigkeitskoeffizient *m*, Rauhigkeitsbei-
wert *m*, Rauhigkeitswert *m*
coefficient *m* de rugosité

součinitel odtokový

súčiniteľ odtokový
коэффициент стока

runoff coefficient
Abflußkoeffizient *m*, Abflußbeiwert *m*,
Abflußverhältnis *n*
coefficient *m* d'écoulement

součinitel rychlostní

súčiniteľ rýchlostný
коэффициент скорости, скоростной множитель
velocity coefficient
Geschwindigkeitskoeffizient *m*, Ge-
schwindigkeitsbeiwert *m*
coefficient *m* de vitesse

spádnice

spádnica
линия склона
line of maximum slope
Gefällinie *f*
ligne *f* de pente

splach

splach
смыв
washing away
Abspülung *f*, Abwaschung *f*
ruissellement *m* en nappe mince

splaveniny

splaveniny
велокомые наносы, донные наносы, наносы
alluvium, bed load
Schwemmgut *n*, Schwemmstoffe *mpl*, Ge-
schiebe *n*
alluvions *fpl*

srážky

zrážky
осадки
precipitations
Niederschlag *m*
précipitations *f* atmosphériques

sруб

zrub
сруб
crib dam, log dam
Balkenbau *m*
barrage *m* en bois

stabilita koryta

stabilita koryta
устойчивость русла
stability of river bed, stability of river
channel
Flußbettstabilität *f*
stabilité *f* du lit

stav povodňový

stav povodňový
уровень паводка, паводковый уровень
high water level
Hochwasserzustand *m*
niveau *m* de crue

stavba podélná

stavba pozdĺžna

сооружение продольное
longitudinal structure
Längsbau *m*
ouvrage *m* longitudinal

stavba příčná
stavba priečna
сооружение поперечное
transversal structure
Querbau *m*
ouvrage *m* transversal

stavba usměrňovací
stavba usmerňovacia
сооружение струенаправляющее
rectification structure
Ablenkbau *m*
ouvrage *m* de rectification

stavba ustalovací
stavba ustaľovacia
сооружение консолидационное
consolidation structure
Konsolidierungsbau *m*
ouvrage *m* de consolidation

stružka
stružka
струйчатый размыв, бороздка
rill
Rille *f*
raveline *f*

strž
strž
овар
gully
Runse *f*, Schlucht
ravin *m*

stupeň přelivný
stupeň priepadový
перепад, ступенчатый перепад
weir
Überfallstufe *f*
gradin *m* déversoir

stupeň skluzový
stupeň sklizový
перепад, водосливный перепад
waste gate
Abgleitstufe *f*
gradin *m* incliné

sutina
sutina
россыпь
debris, detritus
Schutt *m*
débris *m*

štěrk
štrk
щебень
gravel, rubble

Schotter *m*, Geröll *n*
gravier *m*

štět
šet
бут
stone packing
Packlage *f*, Setzpacklage *f*, Steinpackung *f*
hérisson *m*, blocage *m*

štětování dna
šetovanie dna
бутовка дна
stone packing of the bottom
Steinpackung *f* der Sohle
blocage *m* du fond

těleso stupně (přepážky)
teleso stupňa (prepážky)
корпус запруды
body of the step (of a dam), head wall
Stufenmauer *f* (Sperrmauer *f*)
corps *m* de barrage

terasa rigolová
terasa rigolová
терраса бороздовая, канавотерраса
channel terrace
Rigolenterrasse *f*
terrasse *f* de canalisation

terasa stupňová
terasa stupňová
терраса ступеньчатая
step terrace
Stufenterrasse *f*
terrasse *f* en gradins

terasa zemní
terasa zemná
терраса земляная
natural earth terrace
Erdterrasse *f*, Berme *f*
terrasse *f* naturelle

terasování
terasovanie
террасирование
terracing
Terrassierung *f*
aménagement *m* en terrasses

tlak rychlostní
tlak rýchlostný
напор скоростной
velocity head
Geschwindigkeitsdruck *m*, Geschwindigkeitsgefälle *n*
énergie *f* cinétique

tok dolní
tok dolný
течение нижнее
lower course
Unterlauf *m*
cours *m* inférieur

tok horní

tok horný

течение верхнее, верховье

upper course

Oberlauf *m*cours *m* supérieur**tok štěrkonosný**

tok štrkonosný

погон щебеносный, поток, влекущий донные

наносы

gravel carrying stream

geschiebeführender Wasserlauf *m*cours *m* charriant du gravier**tek vodní**

tok vodný

поток, водоток, водный поток

water course, stream

Wasserlauf *m*cours *m* d'eau**trativod**

trativod

дренаж закрытый

drain, culvert

Sickerdohle *f*, Sickerschlitze *m*drain *m***údolnice**

údolnica

линия тальвега, тальвег

valley line

Tallinie *f*ligne *f* de vallée, courbe *f* de thalweg**úprava biotechnická**

úprava biotechnická

регулирование (регулировка) биотехническое

biotechnical measures

biotechnische Verbauung *f*, Lebendverbauung *f*aménagement *m* biotechnique**úprava odtokových poměrů**

úprava odtokových pomerov

регулирование (регулировка) стока

stream management

Verbesserung *f* der Wasserabflußverhältnissecorrection *f* de l'écoulement**úprava podélného sklonu**

úprava pozdĺžneho sklonu

регулирование (регулировка) продольного уклона

management of longitudinal incline

Gestaltung *f* (Herrichtung *f*) des Längsgefällescorrection *f* de la pente longitudinale**úprava směrových poměrů**

úprava smerových pomerov

регулирование (регулировка) направления русла

regulation of directions

Gestaltung *f* der Linienführung, Gestaltung *f* der Richtungrectification *f***ústí**

ústie

устье

mouth, entry (of a river)

Mündung *f*, Flußmündung *f*, Einmündung *f*embouchure *f*, bouche(s) *f***válec haťový**

valec fašinový

фашинный валик, фашина

fascine cylinder, brush bundle

Faschinenwalze *f*saucisson *m* de fascines**vápnění půdy**

vápnenie pôdy

известкование почвы

liming of ground

Bodenkalkung *f*chaulage *m***větrolam**

vetrolam

полоса ветрозащитная, ветролом

windbreak

Windbrecher *m*, Windschutzstreifen *m*brise-vent *m***vlna povodňová**

vlna povodňová

волна наводочная

high water wave, flood wave

Hochwasserwelle *f*, Hochflutwelle *f*, Flutwelle *f*flot *m* de crue**vodočet**

vodočet

водомерная рейка

water gauge, claff gauge

Pegellatte *f*, Wasserstandsanzeiger *m*échelle *f* hydrométrique**vsak (infiltrace)**

vsak (infiltrácia)

всасывание (инфильтрация)

infiltration

Einsickerung *f*, Sickerung *f*, Infiltration *f*infiltration *f***výhon (jednostěnný, dvoustěnný)**

výhon (jednostenný, dvojstenný)

буна (одностенная, двустенная)

jetty (one-walled, single; double)

Buhne *f* (Einwandbuhne *f*, Doppelwandbuhne *f*)épi *m* à paroi unique, é. à double paroi**výmol**

výmol

овраг, размыв
gully, scour, gulch
Wasserriß *m*, Graben *m*, Runse *f*
affouillement *m*

výsadba řadová
výsadba radová
посадка однорядовая
row planting
Reihenpflanzung *f*
plantation *f* en lignes

výška přepadová
výška prepadová
высота перепадная
weir height
Überfallhöhe *f*
hauteur *f* de déversement

výška rychlostní
výška rychlostná
высота скоростная
velocity height
Geschwindigkeitshöhe *f*
hauteur *f* due à la vitesse

vývařiště
vývarisko
водобойный колодец
apron, stilling basin
Tosbecken *n*
bassin *m* d'amortissement

vzdutí vodní hladiny
vzdutie vodnej hladiny
подпор уровня воды
backwater, afflux
Wasserstau *m*, Stauung *f* des Wasser-
spiegels
retenue *f*

záhlaví výmolu (strže)
hlava výmoľa (strže)
вершина оврага (балки)
head of gully
Schluchtkopf *m*
tête *f* du ravin

zához (oživený)
zahádzka (oživená), nahádzka
наброска (озелененная)
riprapping

Steinsatz *m* (lebender), Hinterfüllung *f*
enrochement *m* (vivant)

zalesňování půdoochranné
zalesňovanie pôdoochranné
облесение почвозащитное
afforestation aimed at soil conservation
Bodenschutzaufforstung *f*
boisement *m* d'abri

zanášení koryta
zanášanie koryta
занесение русла, заиление русла
silting of a channel
Versandung *f*, Verkiesung *f*, Beschläm-
mung *f*, Verschwemmung *f* des Ge-
rinnes
obturation *f*, ensablement *m* du lit

záplava
záplava
наводнение
inundation, flood
Überschwemmung *f*, Flut *f*
inondation *f*

zavodňování
zavodňovanie
орошение, ирригация
irrigation, watering
Bewässerung *f*, Irrigation *f*
irrigation *f*

zeď
múr
стена
wall
Mauer *f*
mur *m*

zúrodnění půdy
zúrodnenie pôdy
повышение урожайности почвы
soil amelioration
Urbarmachung *f*, Fruchtbarmachung *f*
des Bodens
fertilisation *f* du sol

žleb
žlab
лоток, желоб
channel, flume
Rinne *f*
chenal *m*, auge *f*

*Doc. Ing. Dušan Zachar, CSc., Ctibor Matulay, Jozef Paška, Vý-
skumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen*

*Mojmír Pagač, Výskumný ústav lesního hospodářství a myslivosti,
Zbraslav-Strnady*

Podepsáno k tisku dne 19. 10. 1966.

1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study. It discusses the importance of the study and the objectives of the research. It also provides a brief overview of the methodology used in the study.

2. The second part of the report is a detailed description of the study area. It includes information about the location of the study area, the population of the study area, and the characteristics of the study area. It also discusses the data sources used in the study.

3. The third part of the report is a detailed description of the study results. It includes information about the findings of the study, the conclusions drawn from the findings, and the implications of the findings. It also discusses the limitations of the study and the need for further research.

4. The fourth part of the report is a conclusion and recommendations section. It summarizes the main findings of the study and provides recommendations for future research and policy. It also discusses the overall impact of the study and the need for further research.

1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study. It discusses the importance of the study and the objectives of the research. It also provides a brief overview of the methodology used in the study.

2. The second part of the report is a detailed description of the study area. It includes information about the location of the study area, the population of the study area, and the characteristics of the study area. It also discusses the data sources used in the study.

3. The third part of the report is a detailed description of the study results. It includes information about the findings of the study, the conclusions drawn from the findings, and the implications of the findings. It also discusses the limitations of the study and the need for further research.

4. The fourth part of the report is a conclusion and recommendations section. It summarizes the main findings of the study and provides recommendations for future research and policy. It also discusses the overall impact of the study and the need for further research.

1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study. It discusses the importance of the study and the objectives of the research. It also provides a brief overview of the methodology used in the study.

2. The second part of the report is a detailed description of the study area. It includes information about the location of the study area, the population of the study area, and the characteristics of the study area. It also discusses the data sources used in the study.

3. The third part of the report is a detailed description of the study results. It includes information about the findings of the study, the conclusions drawn from the findings, and the implications of the findings. It also discusses the limitations of the study and the need for further research.

4. The fourth part of the report is a conclusion and recommendations section. It summarizes the main findings of the study and provides recommendations for future research and policy. It also discusses the overall impact of the study and the need for further research.

ОБСАН

Čížek J., Jařabáč M., Škopek V.: Technický rozvoj hrazení bystrín	873
Novák L.: Současný stav vývoje retenčních a konsolidačních přepážek	891
Valtýni J.: Príspevok k prahovým a stupňovým úpravám v zahrádzaní bystrín	903
Macoun Z.: Problémy meliorace lesních půd v Krušných horách	919
Zelený V., Jařabáč M.: Vliv vrbového porostu na průtok vody korytem	931
Ferda J.: Vliv výše hladiny podzemní vody na vzrůst a vývoj lesních dřevin	943
Midriak R.: Pôdno-ekologické pomery erodovaných spustnutých pôd na Slovensku	957
Zachar D. a kol.: Slovník nejdůležitějších odborných pojmů z LTM	973

СОДЕРЖАНИЕ

Чижек Я., Ярабач М., Шкопек В.: Техническое развитие выправления и регулирования горных потоков (889). — Новак Л.: Современное развитие задерживающих и консолидирующих запруд (901). — Вальтэни Ю.: К вопросу порогового и ступенчатого выправления и регулировки горных потоков (914). — Мацоун З.: Проблемы мелиорации почв в Крушных горах (929). — Зелены В., Ярабач М.: Влияние ивового насаждения на проток в русле (941). — Ферда Я.: Влияние уровня грунтовой воды на рост и развитие лесных древесных пород (955). — Мидриак Р.: Почвенно-экологические условия эродированных бросовых почв в Словакии (970). — Захар Д. с колл.: Словарь важнейших специальных терминов из лесотехнической мелиорации (973).

CONTENT

Čížek J., Jařabáč M., Škopek V.: Technical Development of Torrent Training (889). — Novák L.: The Present State of the Development of Retention and Consolidation Dams (901). — Valtýni J.: A Contribution to the Problem of Sill and Drop Construction in Torrent Training (914). — Macoun Z.: The Amelioration Problems of Forest Soils in the Ore Mountains (929). — Zelený V., Jařabáč M.: The Influence of Willow Stand on Water Flow in Channel (941). — Ferda J.: Influence of Ground-Water Level on the Growth and Development of Tree Species (955). — Midriak R.: The Soil Ecological Relations of Eroded Waste Lands in Slovakia (970). — Zachar D. et al.: Glossary of the Most Important Technical Terms of Forest Amelioration (973).

INHALT

Čížek J., Jařabáč M., Škopek V.: Technische Entwicklung der Wildbachverbauung (res. E/889). — Novák L.: Der gegenwärtige Entwicklungsstand der Retentions- und Konsolidierungssperren (902). — Valtýni J.: Beitrag zur Schwellen- und Stufenregulierung bei Wildbachverbauung (915). — Macoun Z.: Meliorationsprobleme forstlicher Böden im Erzgebirge (930). — Zelený V., Jařabáč M.: Einfluß des Weidenbestandes auf die Wasserdurchflußmenge im Gerinne (res. E/941). — Ferda J.: Einfluß des Grundwasserspiegels auf das Wachstum und die Entwicklung der forstlichen Holzarten (955). — Midriak R.: Feldökologische Verhältnisse erodierter verödeteter Böden in der Slowakei (971). — Zachar D. und Koll.: Wörterbuch der wichtigsten fachlichen Begriffe aus der forsttechnischen Melioration (973).

TABLE DES MATIÈRES

Čížek J., Jařabáč M., Škopek V.: Evolution technique de la correction des torrents (890). — Novák L.: Etat actuel du développement des barrages de rétention et de consolidation (902). — Valtýni J.: Contribution à l'aménagement en seuils et en marches dans la correction des torrents (917). — Macoun Z.: Problèmes concernant les améliorations des sols forestiers dans les Monts métalliques (res. An/930). — Zelený V., Jařabáč M.: Influence du peuplement de saules sur le débit dans le lit (942). — Ferda J.: Influence du niveau de l'eau souterraine sur la croissance et le développement des essences forestières (956). — Midriak R.: Conditions pédo-écologiques des sols érodés dévastés en Slovaquie (971). — Zachar D. et coll.: Dictionnaire de termes techniques les plus importants des améliorations techniques dans la sylviculture (973).

LESNICKÝ ČASOPIS Č. 11/1966

otiskuje tyto zajímavé práce:

- Vyskot M.: Výsledky komparativního výzkumu úrovně a podúrovně probírky u dubu letního (*Quercus robur* L.) za období 1953—1964
- Sumara J.: Vývoj mlazin hranické pahorkatiny v letech 1830—1960
- Cifra J.: Návrh metody na stanovenie kvality drevnej produkcie
- Červinková H., Temmllová B.: Zjišťování vnitřní hniloby v kmenech stojících stromů
- Zachar D.: 35 rokov lesníckeho výskumu v Poľsku
- Borota J.: Rast a prírastok najstaršej eukalyptovej plantáže na svete
- Vyskot M. a kol.: Slovník hlavních odborných hesel z pěstování lesů podle nomenklatury Mezinárodního svazu lesnických výzkumných organizací (IUFRO) — II. část

Lesnický časopis č. 11 stojí 12,— Kčs. Objednávky přijímá

Ústav vědeckotechnických informací MZLH, Praha 2, Slezská 7.

Poštovní novinový úřad, Praha 1, Jindřišská 14.

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ul. 14, Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 2, provozovna 22, Legerova 22, Praha 2.