

Soudobé úkoly a problémy lesnického půdoznalství ve vědě a lesnické praxi

Prof. dr. inž. Josef PELÍŠEK, dopisující člen ČSAZV

Katedra geologie a pedologie lesnické fakulty vysoké školy zemědělské a lesnické v Brně

Podle usnesení XI. sjezdu KSČ má být dosaženo zvýšení přírůstu dřevní hmoty na 1 ha v lesních oblastech ČSR. Jde tu prakticky hlavně o zvýšení produkční schopnosti našich lesních půd vhodnými hospodářskými opatřeními, z nichž jsou to zejména správné pěstební úkony v porostech, ovlivňující zároveň ekologicky důležité vlastnosti půd a mikroklimatu a pak vlastní meliorace půd v nejširším slova smyslu.

Aby bylo možno zvýšit produkční schopnost našich lesních půd, je třeba znát složitý vznik a tvorbu lesních půd a studovat dynamiku a vzájemné vztahy ekologicky důležitých vlastností půdy, které podmiňují a různě ovlivňují její produkční schopnost.

Poznatky o lesních půdách poskytuje lesnické půdoznalství, které jako věda pojednává o vzniku a tvorbě lesních půd, o jejich vlastnostech fyzikálních, chemických, biochemických a mikrobiálních a o dynamice těchto vlastností, o správném hospodaření s půdou (obdělávání, ochrana, meliorace) a o optimálním využití její produkční schopnosti.

Lesnické půdoznalství je v podstatě speciální lesnický obor hospodářský, protože lesní půda jako výrobní prostředek spolu s porostem tvoří základ lesa. Půda určuje do značné míry vlastnosti lesního porostu, jeho složení, bonitu, a tím i jeho obnovu, růst, vývoj a zánik a naopak zase fytocenóza, resp. biocenóza ovlivňuje tvorbu půd i mnohé její vlastnosti.

Podrobný výzkum a průzkum lesních půd a poznání jejich vlastností a zejména jejich produkčních schopností je základem plánovaného a rajonizovaného hospodářství a poznání retenční schopnosti lesních půd je zase důležitým faktorem v plánování vodohospodářském. Na základě výzkumu a průzkumu půd lesních a zemědělských se dnes delimituje půdní fond lesní a půdní fond zemědělský, což je opět podkladem plánovitého rozvoje naší socialistické výroby lesní a zemědělské.

Dobré produkční vlastnosti lesních půd je možno poměrně během krátké doby zničit, ale uvedení lesních půd do původní úrodnosti trvá naopak velmi dlouho a stojí mnoho lidské práce a peněz, nehledě na velké ztráty na dřevní hmotě, způsobené snížením přírůstu na takto degradovaných půdách.

Nejlépeš a nejekonomičtější cesta k zachování zdravých a stále vysoce produktivních lesních půd je cesta biologická, pomocí stanovištně vhodných dřevinných směsí a správných hospodářských zásahů pěstebních, těžebních a zařizova-

cích. Opomenutím vzájemných vztahů mezi přírodním dialektickým systémem „půdou a lesním porostem“ dochází k porušení rovnováhy tohoto velmi významného přírodního celku se všemi škodlivými následky hospodářskými, tj. snížením přírůstu dřevní hmoty a nerovnoměrnými odtoky až nedostatkem vody ve vodních tocích.

Neznalost těchto zákonitých přírodních vztahů v systému „půda — rostlina“ v dřívějších dobách anebo dokonce snaha po maximálním vykořistění lesa za kapitalismu se dnes jeví jako smutné dědictví v rozlehlých plochách holin, pašienek nebo jiným způsobem lesu odňatých půd, které musí lesník nyní často velmi násilnými způsoby zalesňovat s vynaložením velké práce a velkých finančních nákladů.

Lesní půda je základní výrobní prostředek lesníka, a stává se proto jedním z důležitých podkladů socialistického plánovaného lesního hospodářství. Lesní půda jako dynamický přírodní útvar má výrazné vlastnosti fyzikální, chemické, biochemické a biologické, jejichž zákonitý soubor a celá dynamika podmiňuje jejich úrodnost, a tím i produkční schopnost. Živá půdní složka a produkční schopnost půdy odlišují výrazně půdu od neproduktivní pevné horniny. Lesník ovlivňuje produkční schopnost půd zejména porostní skladbou dřevin a různými hospodářskými zásahy, což má velký význam pro melioraci a znovuzúrodnění onemocnělých lesních půd a pro další zvyšování úrodnosti zdravých lesních půd. Lesní půdy horských oblastí jsou záchytnými nádržemi srážkové vody pro vodní toky, zásobující průmyslové podniky a zemědělské krajiny.

Lesní půda je nejcennějším výrobním prostředkem lesního hospodářství a lesník-hospodář s ní musí velmi opatrně a účelně hospodařit, aby ji zachoval při stálé produkční síle nebo aby její produkční schopnost ještě zvyšoval. Jen zdravá lesní půda dává zdravé a kvalitní lesní porosty.

Při výzkumu lesních půd je naprosto nutné studovat vždy každou půdu komplexně, tj. mít vždy na zřeteli všechny vlastnosti fyzikální, chemické, biochemické a jejich vzájemné zákonitosti a studovat všechny půdotvorné faktory, zúčastňující se na tvorbě půd. V poslední době vyvíjí se v Sovětském svazu nový směr o biogeocenologickém vývoji lesních půdních typů. Velmi důležité jsou u nás zejména podrobné srovnávací studie o vlivu jednotlivých dřevin na půdu, což má základní význam pro navrhovanou dřevinnou skladbu na produkčních plochách ve formě lesních typů.

Důležitou výslednicí terénního a laboratorního výzkumu či průzkumu jsou mapy půdních poměrů s průvodní zprávou. Podle účelu sestavovány jsou různé druhy půdních map a jako hlavní druhy map jsou zejména mapy půdních typů, mapy půdních druhů, mapy obsahu humusu nebo jeho hromadění, mapy půdních hloubek, kyselosti, minerální bohatosti, mapy stanovištních půdních typů, mapy půdních bonit atd. Zpráva o půdních poměrech v komplexní charakteristice lesních typů podává podrobnou jejich charakteristiku fyzikální, chemickou, event. i mikrobiální, zejména z hlediska ekologicky důležitých vlastností půdy.

Mapy půdních poměrů s průvodními zprávami mají velký význam pro lesnickou praxi, a to zejména pro práce pěstební, pro hospodářskou úpravu lesa, pro práce meliorační a tvoří důležitou součást zprávy typologického průzkumu.

Pro hospodářské práce pěstební možno z půdních map (půdní druhy) dobře provádět plánování zalesňovacích prací, a to zejména techniku zalesňování (např. použití sazečů na hlinitých půdách, použití motyky při zalesňování půd šterkotvých atd.). Z půdních map možno rozvrhnout plán prací na kypření lesních půd, zejména pokud se týká plošné rozlohy. Podle půdních map zaznamenávaných stav vlhkosti v půdách možno určit hospodářské pěstební a těžební úkony

a vyvarování se tak náhlého smýcení porostu s následným škodlivým zamokřením nebo zabahněním půd, vyvarování se zabuřnění půd po náhlém odlesnění, možnost přirozené nebo umělé obnovy lesa s určitým druhem sadby aj. Mapy vlhkostních poměrů v půdě ukazují na zásoby vody v půdě během roku pro lesní porosty, podle čehož je možno plánovat v rámci lesních typů prostorové rozčlenění porostů na únosný počet stromových etáží s maximálním a ekonomickým využitím produkční schopnosti lesních půd.

Půdní mapy slouží pro vyhledávání vhodných míst pro zakládání nových školek. Mapy zachycující poměry humusové, a to zejména plochy s hromaděním povrchového surového humusu, poukazují na nutnost provedení určitých melioračních pěstebních zásahů (probírky) a zároveň vymezují plochy se zhoršenými vlastnostmi půdy pro obnovu lesa a určené tím ke speciálnímu způsobu zraňování půdy pro nálet semene.

Půdní mapy vymezují plochy zamokřených půd, které potřebují melioraci ve formě odvodnění. Dále možno použít půdních map pro naplňování ochranných opatření proti škodlivým účinkům větru na písčitých půdách a určit vhodné zásahy pěstební a těžební na zaznamenaných plochách svahových suť a šterkovitých půd. Z půdních map možno vyčíst rovněž plochy degradovaných půd a podle jejich rozlohy a podle průzkumu o intenzitě degradace napláňovat také příslušná meliorační opatření.

Podle půdních poměrů při delimitaci lesního a zemědělského půdního fondu se také vymezují půdy nutné nebo vhodné pro zalesňování a podle celkového stavu půdy (zejména podle jejich degradace) a dalších důležitých šetření mikroklimatických, ekologických atd. možno vypracovat návrh na zalesňovací práce, tj. možno-li zalesňovat přímo cílovými dřevinami, anebo je-li nutno nejdříve použití meliorační dřeviny anebo jiné meliorační zásahy (lupina, hnojení horninovým prachem, vápnění atd.) s následným zalesňováním cílovými dřevinami.

Důležitou součástí typologického výzkumu a průzkumu našich lesů je výzkum a průzkum půd, neboť vlastnosti půdy a fytoocenózy jsou rozhodující indikátory pro vymezení ploch s určitou „stálou“ produkční schopností pro vhodné porostní směsi ve formě lesních typů. V lesních oblastech se silně změněnou dřevinnou skladbou a tím i se silně změněnou celou fytoocenózou stává se pak půda zpravidla jediným spolehlivým indikátorem pro vymezení stejněprodukcčních ploch jako typologických jednotek ve formě lesních typů pro rajonizaci lesní výroby.

Výsledky speciálního stanovištního výzkumu půd jsou zhodnocovány jednak ekologicky (ekologem) a jednak se zřetelem ke správnému hospodaření s půdou a k zachování nebo ještě ke zlepšení produkční schopnosti lesních půd. Na základě výzkumu půd a na základě podrobných srovnávacích (paralelních) ploch možno také stanovit základní směrnice pro zastoupení dřevin melioračních a dřevin hospodářsky důležitých, ale způsobujících degradaci půd (u nás hlavně smrk).

Na základě výzkumu půd (resp. klimatu nebo mikroklimatu) se zřetelem na zachování, zlepšení či zhoršení produkčních podmínek v půdě různými hospodářskými způsoby možno dáti směrnice pro správné hospodaření s půdou na plochách jednotlivých lesních typů jako důležitou součást hospodářského plánu.

V rámci komplexního, typologického výzkumu lesů, a tedy v rámci charakteristiky a komplexního zhodnocování produkčních typologických jednotek, jsou získané výsledky o poměrech půdních, resp. mikroklimatických, zhodnocovány jednak ekologicky, tj. se zřetelem k rostlině a jednak z hlediska hospodaření s půdou, tj. z hlediska zachování nebo ještě zlepšení její produkční schopnosti.

Velmi důležité jsou poznatky aplikovaného půdoznalství pro pěstění lesů, které pomocí porostů a pěstební techniky hospodáři s půdou s maximálním, ale

zároveň optimálním využitím její produkční schopnosti pospolu s klimatem či makroklimatem. Během vývoje každého porostu od semenáčku až po mýtní těžbu nutno stále uvažovat přírodní celek „půda — porost“ včetně klimatu či mikroklimatu.

Rozdílné fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy a jejich roční dynamika spolurozhodují nebo někdy přímo rozhodují hlavně:

1. o způsobech přípravy půdy pro přirozenou i umělou obnovu lesa s použitím různých mechanismů,
2. o ošetřování, zlepšování a ochraně půdy během růstu lesních kultur (otázka kypření, regulace vodního, vzdušného a teplotního režimu v poruchových vrstvách půd),
3. o správném použití různých dílčích pěstebních zásahů nebo hospodářských způsobů v jednotlivých lesních typech.

Pěstební technika má hlavně účelový význam pro porost, ale zároveň silně ovlivňuje produkční schopnost lesního stanoviště, a to zejména půdy (regulace humifikačních procesů a tvorba živného humusu, působení na kyselost a intenzitu nitrifikace, regulace vodního a teplotního režimu, zamezení zbahnění náhlým odlesněním, regulace biologické činnosti půd aj.).

Důležité základní poznatky poskytuje užité lesnická půdoznalství pro hospodářskou úpravu lesa, a to jako součást typologie lesů při vymezení ploch se stejnou produkční schopností a příslušnými dřevinami ve formě lesních typů. Na příklad údaje o dynamice a množství vody v půdách během roku v různých lesních typech výrazně mohou ovlivňovat prostorovou úpravu lesa v počtu etází, a tím i v celém hospodářském využití půdy pospolu s klimatem. Odlišné a zejména některé extrémní vlastnosti půdy, resp. klimatu, mohou výrazně ovlivnit hospodářskou úpravu lesa. Týká se to u nás zejména hospodářské úpravy lesů na půdách zbahnělých s malou stabilitou pro porosty (např. rozsáhlé oblasti rašelinných půd), dále pak úpravy lesů v oblastech degradovaných půd se sníženou produkční schopností, na pohyblivých suťových půdách v horských oblastech, na půdách v území svážných terénů, v oblasti pohyblivých písků atd.

V rámci zemědělsko-lesnických meliorací se provádí výzkum a kartografické plošně vymezení degradovaných půd a směrnice pro melioraci a ochranu půd, zejména před škodlivým účinkem vodní eroze a větrné deflace a pro účely zavodnění a odvodnění. Speciální důležitou činností jsou půdoznalecké práce na delimitaci lesního a zemědělského půdního fondu a bonitování půd.

Lesní půda — zejména v horských oblastech — má vedle významu produkčního velký význam vodohospodářský a je někdy těžko rozhodnout, kdy který význam převládá. Na základě podrobných výzkumů celoroční dynamiky vlhkosti lesních půd horských území a s přihlédnutím k ostatním indikátorům jsou vymezovány vodohospodářsky státně důležité oblasti, mající rozhodující význam pro rovnoměrné odtoky ve vodních tocích s jejich využitím pro účely zemědělské a zejména pak pro účely průmyslové.

Do závěru shrnuto: výzkum a průzkum lesních půd jako základního výrobního prostředku a z toho vyvozené praktické hospodářské závěry pro typologické produkční jednotky lesa, pro melioraci a ochranu půd a tím pro celkové plánování a ražonizaci mají velký celostátní význam, neboť podrobným výzkumem půd jsou dány směrnice pro plánovitě zvyšování produkční schopnosti našich lesních půd a tím i našich lesů pro zvýšení přírůstu dřevní hmoty na 1 ha půdy pro naše hospodářství.

Chemismus tvorby lesních půd na některých krystalických břidlicích západní Moravy

Химизм образования лесных почв на некоторых метаморфических горных
породах в западной Моравии

Der Chemismus der Waldbodenbildung auf einigen kristallinischen Schiefern
von Westmähren

Prof. dr. inž. Josef PELÍŠEK, dopisující člen ČSAZV

Došlo dne 4. I. 1959

Úvod

Půdotvorné procesy jsou jedny z nejdůležitějších přírodních procesů na zemském povrchu, které probíhají podle místních podmínek různých oblastí v různé intenzitě a v různém stadiu vývoje. Tyto přírodní procesy, podmiňující tvorbu půd, jsou charakterizovány složitou a stále se měnící dynamikou vlastností fyzikálních, chemických, fyzikálně-chemických, biochemických a biologických, které podmiňují půdní úrodnost a produkční schopnost.

Půdotvorný proces (všeobecně) je vzájemné působení všech půdotvorných faktorů v prostoru a čase. Jako nejdůležitější faktory zúčastněné v každém půdotvorném procesu jsou mateční hornina, rostlinné a živočišné organismy (biocenóza), reliéf terénu, klima nebo mikroklima, výška hladiny podzemní vody a hospodářská činnost člověka. Biologický faktor je považován v půdotvorných procesech sovětskými půdoznalci za vedoucí. Některé půdotvorné faktory působí převážně stále a rovnoměrně (mateční hornina, reliéf terénu), jiné působí stále periodicky (klima, biocenóza, hladina podzemní vody) a pravidelně i nepravidelně působící faktor při tvorbě lesních půd je hospodářská činnost člověka.

Pro půdotvorný proces jsou všechny půdotvorné faktory stejně nutné, ale intenzitou (kvantitou) se mohou různě uplatňovat, což vede k formování určitých řad půdotvorných procesů s tvorbou určitých půdních typů. Tento poznatek je velmi důležitý pro genezi, hospodářské využití, degradaci a regradaci lesních půd střední Evropy.

Mateční hornina jako velmi důležitý faktor — zejména v oblasti střední Evropy — působí hlavně svým chemismem a zrnitostí, resp. obsahem jílkatých částic (půdních koloidů) svých zvětralin. Chemismus půdotvorné horniny rozhoduje v našich poměrech o primárním chemismu půd, který je pak více nebo méně pozměňován v celkové stratigrafii půdotvorným procesem, dále rozhoduje o obsahu rostlinných živin, o obsahu mikroelementů, do značné míry o nasycenosti sorpčního komplexu, o humifikačních procesech, o biologické aktivitě půdy aj., a tím také ovlivňuje celou biogeocenózu. Význam chemismu mateční horniny pro půdotvorné

procesy a pro tvorbu půd vyniká zejména v oblasti ČSR, která má tak pestré geologické a petrografické poměry.

Pro poznání dynamiky půdotvorných procesů a tvorby půd na chemicky různých matečních horninách v lesních oblastech ČSR konal jsem dlouhou řadu let podrobné a na čas velmi náročné pedochemické studie. K tomu účelu byly vybrány určité výrazné půdní profily, které jsem podrobně analyzoval zrnitostně, fyzikálně a chemicky. Zjišťováno bylo zrnitostní složení, obsah fyzikálního jílu, fyzikální hodnoty vodního a vzdušného režimu, reakce (pH), humus, úplný chemický rozbor, zvětrávací indexy půdních složek, profilové rozvrstvení chemických půdních složek proti mateční hornině, vzájemné molekulární poměry hlavních půdních složek, výluh horkou 20 % kyselinou solnou a jeho chemické složení, podíl rozpustný a nerozpustný v 20 % HCl, hlavní půdní složky v rozpustném podílu 20 % HCl, molekulární poměry rozpustných složek, dále pak rozpustnost jednotlivých chemických složek ve 20 % HCl a složení nerozpustného podílu. Tyto analytické práce s příslušnými výpočty poskytly velmi cenné a celkem dosti podrobné číselné údaje, zejména o profilovém chemismu půd a jeho změnách na chemicky různých matečních horninách se stejnými i různými biocenózami a ve stejných nebo odlišných klimatických poměrech.

V tomto příspěvku je obsažena malá část výsledků zmíněných rozsáhlých pedochemických prací a podány jsou zde výsledky o chemismu, a tím i o vzniku a tvorbě středních podzolů na minerálně chudé rula a minerálně bohaté amfibolické břidlice z lesních oblastí západní Moravy. Obě studované půdy jsou střední podzoly pod přibližně stejnými lesními porosty, resp. biocenózami, ve stejných poměrech reliéfních a v podobných poměrech klimatických.

Střední podzol na bítešské rula

V oblasti podhoří Českomoravské vysočiny byl podrobně studován střední podzol na bítešské rula u vesnice Říčky u Domášova, západně od Brna (lesní závod Rosice, polesí Okrouhlík). Reliéfne se nalézá studovaný půdní profil na rozsáhlejší rovině (eluvium) v nadmořské výšce 440 m. Porost je stejnověká smrčina o stáří 40 roků s vtroušenou borovicí.

Klimatické poměry této oblasti možno charakterizovat podle nejbližší meteorologické stanice v Náměšti, kde roční průměr srážek je 598 mm a roční teplotní průměr 7,2° C. Nejteplejší měsíce jsou červen, červenec a srpen s teplotními průměry 16,1–17,7° C a nejstudenější je prosinec, leden a únor (teplotní průměry minus 2,3 až minus 3,8° C). Maximální dešťové srážky jsou v období měsíců květen–srpen (71–80 mm v jednotlivých měsících), minimum srážek je v únoru (22 mm).

Jako půdotvorná hornina je zde bítešská rula, která tvoří značnou část krystalika Českomoravské vysočiny v oblasti západní Moravy. Tato hornina je zbarvena světlešedě nebo žlutošedě a petrograficky je to dvojslídná rula s čočkovitě sploštělými živcovými zrny (tzv. okatá rula). Hlavní součástí jsou křemen, živce (hlavně ortoklasy) a slidy (muskovit převládá nad biotitem a místy biotit i chybí). Jako vedlejší nerosty jsou zde hlavně rutil, zirkon, chlorit, sericit, granát i turmalín. Podle chemismu je to hornina minerálně chudá a s vysokým obsahem SiO_2 , takže patří ke krystalickým horninám s kyselým chemismem. Obsah kyseliny křemičité SiO_2 je 73,83 %, Al_2O_3 je 17,7 % a kyslíčniku trojmocného železa je 1,43 % a dvojmocného železa FeO 0,36 %. Hliník zde tedy velmi silně převládá nad železem. Dvojmocné prvky CaO a MgO jsou zde zastoupeny jen ve velmi malých množstvích (0,1–0,2 %). Drasla K_2O obsahuje hornina dostatek

4,8 % a sodíku Na_2O 1,9 %. Kyseliny fosforečné P_2O_5 je 0,06 %, tedy nedostatek. Tato rula zvětřává dosti těžce a tvoří se z ní zvětřalina rázu lehčích zemín s obsahem jílnatých částic v rozmezí 10–30 % a s různým obsahem šterku.

Popis půdního profilu

Terén: plošina v nadmořské výšce 440 m.

Porost: smrk s vtroušenou sosnou, zápoj 80 %, stáří 70 roků.

Půdní kryt: jehličnatý suchý humus.

Mírně humózní střední podzol na bítešské rule.

0– 3 cm, jehličnatý suchý opad, slehlejší, A_{01} -horizont

3– 4 cm, hnědá suchá drť a černohnědá měl, $\text{A}_{02} + \text{A}_{03}$ horizont

4– 15 cm, nažloutle šedá hlinitá zemina s krupnatým rulovým pískem, kyprá až rozsypavá, mírně vlhká, A_1 -horizont

15– 45 cm, světle okrová písčitohlinitá zemina, suchá, slehlejší s ostrohraným drobným rulovým šterkem a krupnatým pískem (šterk 20 %), A_1 -horizont

45–105 cm, rezivohnědá písčitá zemina, sušší a značně slehlá, s drobným až středně velkým rulovým šterkem (35 %) a krupnatým rulovým pískem, B-horizont

105–152 cm, žlutobělavá hlinitopísčitá zemina, sušší až mírně vlhká, se středně velkým až hrubším šterkem (60–70 %), C_d -horizont

více než 152 cm, deskovitá šedookrová bítešská rula, C-horizont

Podle zrnitostního složení je to střední podzol písčitohlinitý a do spodin šterkovitý až kamenitý. Profilový obsah fyzikálního jíl (3,5–10,2 %) ukazuje na vertikální translokaci koloidních půdních složek i jiných jemně dispergovaných půdních součástí do obohaceného B-horizontu. Podle zjištěné reakce je to půda středně kyselá. Humus je obsažen v menším množství jen v povrchovém A_1 -horizontě a ve spodinách je ho nedostatek.

Chemismus veškeré půdní hmoty

Úplné chemické rozborů jednotlivých horizontů půdní hmoty a mateční horniny jsou velmi důležité pro poznání a vysvětlení dynamiky půdotvorných procesů, neboť poskytují prakticky absolutní data o množství, a tím i o stratigrafii, jednotlivých půdních složek ve srovnání s mateční horninou. V našem případě daly tyto úplné chemické rozborů cenné číselné údaje o stratigrafii půdních chemických složek ve středním podzolu na rule, z čehož je pak možno dělat pedochemické závěry

I. Zrnitost, reakce a obsah humusu středního podzolu na bítešské rule (záp. Morava)

Hloubka cm	Horizont	Fyzikální jíl %	Frakce zrn				Šterk %	pH		Humus %
			I.	II.	III.	IV.		H_2O	nKCl	
0–4	A_0	0	surový humus				0	4,30	3,60	—
5–15	A_1	5,85	32,90	26,12	7,48	33,50	10	4,53	3,53	1,94
30–40	A_2	4,22	24,64	20,22	6,50	48,64	20	4,25	3,43	0,66
60–70	B	10,26	29,36	17,74	5,08	47,72	35	4,73	3,32	0,41
110–120	C_d	3,54	19,10	10,02	7,62	63,26	70	4,92	3,43	0,12

II. Střední podzol na bítešské rule, úplný rozbor

	A_1	A_2	B	Cd	C
	10–20	30–40	60–70	110–120	rula
SiO_2	79,00	80,09	66,72	72,50	73,25
TiO_2	0,32	0,30	0,25	0,18	0,18
Al_2O_3	13,34	13,58	19,25	16,04	16,95
Fe_2O_3	1,43	2,09	3,73	1,89	1,42
FeO	—	—	—	0,22	0,36
Fe_2O_3 celk.	(1,43)	(2,09)	(3,73)	(2,13)	(1,82)
MnO	0,06	0,06	0,07	0,03	0,03
CaO	0,09	0,19	0,15	0,22	0,19
MgO	0,16	0,20	0,20	0,12	0,12
K_2O	0,86	0,95	1,73	4,14	4,75
Na_2O	0,50	0,68	0,92	1,55	1,92
P_2O_5	0,08	0,05	0,10	0,10	0,06
SO_3	0,15	0,17	0,20	0,20	0,02
Ztráta žiháním	4,10	1,71	6,60	2,75	0,85
	100,09	100,07	99,92	99,94	100,10

jak o půdotvorných procesech, tak i o tvorbě podzolových půd v našich lesních oblastech.

Kyselina křemičitá SiO_2 ve studovaném středním podzolu na bítešské rule se hromadí v půdním profilu směrem od mateční horniny k půdnímu povrchu a maximální akumulace SiO_2 (proti mateční hornině) se objevuje v povrchových horizontech A_1 a A_2 v množství SiO_2 81–82 % (rula má SiO_2 73,8 %). Minimum celkové kyseliny křemičité se objevuje v obohaceném B-horizontě v množství 71,5 %. Rovněž rozvrstvení TiO_2 ukazuje na jeho hromadění směrem k půdnímu povrchu. Toto zjištění ukazuje na to, že TiO_2 se hromadí v povrchových půdních vrstvách buď biologickou cestou anebo v takových sloučeninách, které nepodléhají vertikálnímu posunu ze svrchních vrstev do půdních spodin (viz tab. III).

III. Střední podzol na bítešské rule, úplný rozbor přepočtem na minerální hmotu

	A_1	A_2	B	Cd	C
	5–15	30–40	60–70	110–120	rula
SiO_2	82,32	81,45	71,54	74,62	73,83
TiO_2	0,33	0,31	0,27	0,18	0,18
Al_2O_3	13,89	13,80	20,62	16,50	17,07
Fe_2O_3	1,49	2,12	4,00	1,94	1,43
FeO	—	—	—	0,22	0,36
Fe_2O_3 celk.	(1,49)	(2,12)	(4,00)	(2,18)	(1,83)
MnO	0,06	0,06	0,07	0,03	0,03
CaO	0,09	0,19	0,16	0,23	0,19
MgO	0,17	0,20	0,21	0,12	0,12
K_2O	0,89	0,96	1,85	4,26	4,78
Na_2O	0,52	0,69	0,98	1,59	1,93
P_2O_5	0,08	0,05	0,10	0,10	0,06
SO_3	0,16	0,17	0,20	0,21	0,02
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Složky Al_2O_3 a Fe_2O_3 vykazují obrácenou stratigrafii v tomto středním podzolu na rule jako SiO_2 . Jejich obsah ubývá od mateční horniny směrem k půdnímu povrchu, při čemž ale v B-horizontě objevuje se jejich výrazné nahromadění. Je to důsledek jejich translokace z nadložních vrstev do spodin během podzolového procesu. Složka Al_2O_3 silně zde převládá nad Fe_2O_3 . Dvojmocné železo FeO se nalézá jen v mateční hornině a v nadložní zvětralině (Cd-horizont) a je vázáno na nerost biotit. Sloučeniny manganu ukazují na mírné zvyšování do svrchních vrstev, což je pravděpodobně způsobeno biologickou akumulací. Celková množství CaO a MgO jsou v profilu jen málo obsažena, při čemž celkový obsah CaO do svrchních půdních vrstev ubývá a MgO vykazuje jen menší změny.

Výraznou stratigrafii má zde celkový obsah drasla s velmi výrazným ubýváním K_2O k půdnímu povrchu ($4,8 \rightarrow 0,9 \%$ K_2O). Podobné poměry vykazuje i celkový obsah sodíku Na_2O . Kyselina fosforečná P_2O_5 jeví v profilu jen malé výkyvy, ale SO_3 vykazuje velmi silnou akumulaci ve svrchních půdních vrstvách. Získaná analytická data ukazují na značnou chudost tohoto středního podzolu na bítešské rule, vyjma K_2O .

Pro jednoduché číselné vyjádření poměru určité chemické složky v půdě a v mateční hornině používám tzv. *zvětrávacích indexů*, ze kterých možno rychle zjistit, zda se určitá chemická složka proti mateční hornině v půdě hromadí anebo je translokována do spodin.

$$\text{Zvětrávací index } I = \frac{\text{procento složky v určité půdní vrstvě}}{\text{procento složky v mateční hornině}}$$

Je-li zvětrávací index určité chemické složky v půdě větší než 1, značí to hromadění, a naopak zvětrávací index o čísle menším než 1 značí ztráty této složky proti mateční hornině.

IV. Střední podzol na bítešské rule, zvětrávací indexy

	A_1	A_2	B	Cd	C
	5–15	30–40	60–70	110–120	rule
SiO_2	1,11	1,10	0,96	1,01	1,00
TiO_2	1,83	1,71	1,49	1,00	1,00
Al_2O_3	0,81	0,81	1,21	0,98	1,00
Fe_2O_3	1,04	1,47	2,78	1,35	1,00
FeO	—	—	—	0,61	1,00
Fe_2O_3 vešk.	0,81	1,16	2,18	1,19	1,00
MnO	2,00	2,00	2,33	1,00	1,00
CaO	0,47	1,00	0,84	1,21	1,00
MgO	1,42	1,66	1,75	1,00	1,00
K_2O	0,18	0,20	0,39	0,89	1,00
Na_2O	0,27	0,36	0,51	0,82	1,00
P_2O_5	1,33	0,83	1,66	1,66	1,00
SO_3	8,00	8,00	10,00	10,50	1,00

V uvedené tabulce IV jsou vypočteny zvětrávací indexy jednotlivých chemických složek ve studované půdě. Velmi dobře je vidět zvětrávací indexy vyšší než číslo 1 u složek SiO_2 , TiO_2 , MnO , MgO , P_2O_5 a SO_3 , označující jejich akumulaci v povrchových vrstvách středního podzolu a naopak zase indexy nižší než

1 u Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , K_2O a Na_2O , ukazující na ztrátu proti mateční hornině vlivem půdotvorného procesu.

Pomocí zvětrávacích indexů možno také vypočítati v procentech profilové rozvrstvení (hromadění nebo ztrátu) jednotlivých půdních složek proti mateční hornině (viz tab. V). V povrchovém A_1 -horizontu vykazuje největší akumulaci proti mateční hornině SO_3 (+700 %), MnO (+100 %), TiO_2 (+83 %) a CaO (+53 %). V obohaceném B-horizontě jeví největší nahromadění proti mateční hornině SO_3 (+1000 %), Fe_2O_3 (+118 %), NnO (+133 %), MgO (+75 %) a P_2O_5 (+66 %). Největší ztráty v povrchových vrstvách proti mateční hornině zjištěny u K_2O (−80 %), Na_2O (−64 až −73 %), Al_2O_3 (−18 až 19 %) a Fe_2O_3 (−18 %).

V. Střední podzol na bitešské rule, profilové rozvrstvení půdních složek oproti mateční hornině

	A_1	A_2	B	Cd	C
	5–15	30–40	60–70	110–120	rule
SiO_2	111,5 +11,5	110,3 +10,3	96,7 −3,3	101,0 +1,0	100
TiO_2	183,0 +83,0	171,2 +71,2	149,7 +49,7	100,0 0	100
Al_2O_3	81,4 −18,6	80,8 −19,2	120,8 +20,8	96,7 −3,3	100
Fe_2O_3	103,7 +3,7	147,5 +47,5	278,3 +178,3	135,0 +35,0	100
FeO	— —	— —	— —	61,0 −39,0	100
Fe_2O_3 veškeré	81,4 −18,6	115,8 +15,8	218,6 +118,6	119,1 +19,1	100
MnO	200,0 +100,0	200,0 +100,0	233,3 +133,3	100,0 0	100
CaO	47,3 +52,7	100,0 0	84,2 −15,8	121,0 +21,0	100
MgO	141,6 +41,6	166,6 +66,6	175,0 +75,0	100,0 0	100
K_2O	18,6 −81,4	20,0 −80,0	38,7 −61,3	89,1 −10,9	100
Na_2O	26,9 −73,1	35,7 −64,3	50,8 −49,2	82,4 −17,6	100
P_2O_5	133,3 +33,3	83,3 −16,7	166,6 +66,6	166,6 +66,6	100
SO_3	800,0 +700,0	850,0 +750,0	1000,0 +900,0	1050,0 +950,0	100

Chemismus rozpustného podílu ve výluhu horkou 20 % HCl

Chemismus tohoto výluhu poskytuje cenná data o rozpustných, resp. uvolnitelných složkách půdních a rostlinných živinách. Srovnáváním analytických dat z výluhu a z úplného rozboru získají se čísla o rozpustnosti jednotlivých půdních složek.

Tabulka VI obsahuje výsledky rozboru výluhu horkou 20 % HCl spolu s nerozpustným zbytkem a ztrátou žiháním, tabulka VII podává již výsledky přepoč-

VI. Střední podzol na bítešské rule, výluh 20% HCl

	A_1	A_2	B	Cd
	5 – 15	30 – 40	60 – 70	110 – 120
SiO_2 HCl	0,13	0,16	0,14	0,17
KOH	3,19	4,46	11,00	6,06
celkem	(3,32)	(4,62)	(11,14)	(6,23)
Al_2O_3	2,88	3,36	6,17	4,20
Fe_2O_3	1,43	2,09	3,73	1,89
(R_2O_3)	(4,31)	(5,45)	(9,90)	(6,09)
MnO	0,04	0,03	0,03	0,01
CaO	0,08	0,17	0,14	0,17
MgO	0,14	0,14	0,16	0,08
K_2O	0,05	0,14	0,38	0,38
Na_2O	0,13	0,27	0,27	0,27
P_2O_5	0,07	0,03	0,08	0,04
SO_3	0,14	0,15	0,16	0,15
Nerozpustný zbytek	87,69	87,39	71,11	83,85
Ztráta žiháním	4,10	1,71	6,60	2,75
	100,07	100,10	99,97	100,02

VII. Střední podzol na bítešské rule, výluh 20% HCl přepočten na minerální hmotu

	A_1	A_2	B	Cd
	5 – 15	30 – 40	60 – 70	110 – 120
SiO_2 HCl	0,14	0,16	0,15	0,17
KOH	3,32	4,53	11,78	6,23
celkem	(3,46)	(4,69)	(11,93)	(6,40)
Al_2O_3	3,00	3,41	6,61	4,32
Fe_2O_3	1,49	2,12	4,00	1,94
(R_2O_3)	(4,49)	(5,53)	(10,61)	(6,26)
MnO	0,04	0,03	0,03	0,01
CaO	0,08	0,17	0,15	0,17
MgO	0,15	0,14	0,17	0,08
K_2O	0,05	0,14	0,41	0,39
Na_2O	0,14	0,27	0,29	0,28
P_2O_5	0,07	0,03	0,08	0,04
SO_3	0,15	0,15	0,17	0,15
Nerozpustný zbytek	91,37	88,85	76,16	86,22
	100,00	100,00	100,00	100,00

tené na 100 % minerální hmoty, což dává obraz o složení rozpustného podílu v 20 % *HCl* studovaného středního podzolu na bítešské rule.

Rozpustná SiO_2 (20 % *HCl* + 5 % *KOH*) vykazuje výraznou stratigrafii pro podzolové půdy, tj. hromadí se v akumulacním B-horizontu a značně jí ubývá v povrchových horizontech A_1 a A_2 . Rovněž rozpustné Al_2O_3 a Fe_2O_3 objevují se nahromaděny v B-horizontu a vykazují jen malý obsah v nadložních vrstvách. Rozpustného CaO je 0,08–0,17 % a MgO je 0,08–0,17 %, takže jsou to půdy chudé na dvojmocné prvky. Ve svrchní půdní vrstvě převládá MgO nad CaO . Rozpustného drasla K_2O je nejméně ve svrchních vrstvách a naopak do spodin jeho obsah stoupá. Rozpustné kyseliny, fosforečné P_2O_5 zjištěno v této půdě málo s maximem ve vrstvě svrchní (A_1) a pak v akumulacním B-horizontu.

Obsah rozpustného podílu ve 20 % *HCl* je 8,63–23,84 % a nerozpustného zbytku je 76,2–91,4 %. Maximum rozpustného podílu a minimum nerozpustného zbytku je v B-horizontě.

Hlavní složky rozpustného podílu ve 20 % *HCl* (viz tab. VIII) jsou SiO_2 , Al_2O_3 a Fe_2O_3 tvořící sumu 93,2–95,8 % veškerého rozpustného podílu. Je zajímavé, že obsahy SiO_2 , Fe_2O_3 a Al_2O_3 v rozpustném podílu přepočteném na 100 % nejeví větší vzájemné rozdíly v jednotlivých genetických horizontech.

VIII. Střední podzol na bítešské rule, hlavní půdní složky v rozpustném podílu (20 % *HCl*)

	A_1	A_2	B	Cd
	5–15	30–40	60–70	110–120
SiO_2	41,3	42,8	50,8	47,1
Al_2O_3	35,8	31,2	28,0	31,8
Fe_2O_3	17,8	19,4	17,0	14,3
(R_2O_3)	(53,6)	(50,6)	(45,0)	(46,1)
CaO	1,0	1,5	0,6	1,2
MgO	1,8	1,3	0,7	0,6
K_2O	0,6	1,3	1,7	2,9
Na_2O	1,7	2,5	1,2	2,1
	100,0	100,0	100,0	100,0

Velmi zajímavé výsledky (viz tab. IX) poskytly propočty rozpustnosti jednotlivých chemických půdních složek, což má zejména praktický význam pro otázky výživy lesních porostů na těchto půdách.

Malou rozpustnost ve 20 % *HCl* ukázala SiO_2 , a to v rozmezí 4,2–16,7 %, přičemž maximum rozpustnosti je v B- a minimum rozpustnosti je v A_1 -horizontu. Malá rozpustnost byla zjištěna také u hliníku Al_2O_3 (v průměru 26 %), kdežto trojmocné železo Fe_2O_3 je v horizontech A a B tohoto podzolu úplně rozpustné. (100 %). Jeví se zde proto veliký rozdíl mezi malou rozpustností Al_2O_3 a vysokou rozpustností Fe_2O_3 . Mangan MnO má průměrnou rozpustnost 48 % a v povrchovém horizontu A_1 je rozpustný ze 67 %, což je asi podmíněno vazbou manganu na organické sloučeniny. Vápník CaO má zde průměrnou rozpustnost 86 % a hořčík MgO 76 %. Kyslíčníky dvojmocných prvků projevují zde tedy vysokou rozpustnost. Z jednomocných prvků zjištěna nejmenší rozpustnost u drasla K_2O (průměr 13 %) s ubýváním rozpustnosti do svrchních vrstev. Maximum rozpustnosti K_2O je v B-horizontě, ukazující tak na hromadění rozpustného drasla v akumulac-

IX. Střední podzol na bítešské rule, rozpustnost půdních složek ve 20% HCl

		A_1	A_2	B	Cd	Průměr
		5–15	30–40	60–70	110–120	
SiO_2	rozpuštný	4,2	5,7	16,7	8,6	8,8
	nerozpuštný	95,8	94,3	83,3	91,4	91,2
Al_2O_3	rozpuštný	21,6	24,7	32,1	26,2	26,1
	nerozpuštný	78,4	75,3	67,9	73,8	73,9
Fe_2O_3 celkové	rozpuštný	100,0	100,0	100,0	89,0	97,2
	nerozpuštný	0	0	100,0	11,0	2,8
MnO	rozpuštný	66,7	50,0	42,8	33,3	48,2
	nerozpuštný	33,3	50,0	57,2	66,7	51,8
CaO	rozpuštný	88,9	89,5	93,7	73,9	86,5
	nerozpuštný	11,1	10,5	6,3	26,1	13,5
MgO	rozpuštný	88,2	70,0	80,9	66,7	76,4
	nerozpuštný	11,8	30,0	19,1	33,3	23,6
K_2O	rozpuštný	5,6	14,6	22,2	9,1	12,9
	nerozpuštný	94,4	85,4	77,8	90,9	87,1
Na_2O	rozpuštný	26,9	39,1	29,6	17,6	28,3
	nerozpuštný	73,1	60,9	70,4	82,4	71,7
P_2O_5	rozpuštný	87,5	60,0	80,0	40,0	66,7
	nerozpuštný	12,5	40,0	20,0	60,0	33,3
SO_3	rozpuštný	93,7	88,2	85,0	71,4	84,6
	nerozpuštný	6,3	11,8	15,0	28,6	15,4

ním horizontě jednak vlivem translokace z nadložních vrstev a jednak zvýšenou sorpcí zvýšeného množství půdních koloidů. Kyselina fosforečná P_2O_5 má zde průměrnou rozpustnost 67 % s maximální rozpustností v A_1 -horizontu a v horizontu B. Také SO_3 má vysokou rozpustnost (85 %).

Chemismus nerozpustného zbytku ve 20 % HCl

Pro úplnost poznání chemismu půd na bítešské rule byl také analyzován nerozpustný zbytek po výluhu horkou 20% HCl. Hlavní chemické složky tohoto nerozpustného podílu jsou SiO_2 (78–87 %), Al_2O_3 (10–18 %) a K_2O (1,3 až 6 %). Z toho možno souditi, že Si, Al a K jsou zde v chemických vazbách značně odolných proti zvětrávání. Ostatní chemické složky tvoří v nerozpustném podílu jen malá kvanta (viz tab. X).

Střední podzol na amfibolické břidlici

Na amfibolických břidlicích severozápadní Moravy jsou vytvořeny jako půdní typy podzoly, hnědé a šedé lesní půdy. Pro pedochemické studie byl vybrán střední podzol od Zábludova u Letovic na plošině v nadmořské výšce 450 m. Porost selského lesa byl tvořen směsí smrku (0,7) a boru (0,3) o stáří 60 let.

X. Střední podzol na bítešské rule, složení nerozpustného zbytku

	A_1	A_2	B	Cd
	5—15	30—40	60—70	110—120
SiO_2	86,32	87,39	78,30	79,13
TiO_2	0,36	0,35	0,35	0,21
Al_2O_3	11,91	10,69	18,39	14,12
Fe_2O_3	—	—	—	0,28
MnO	0,02	0,03	0,05	0,02
CaO	0,01	0,02	0,01	0,05
MgO	0,02	0,07	0,05	0,04
K_2O	0,92	0,93	1,89	4,49
Na_2O	0,42	0,48	0,91	1,52
P_2O_5	0,01	0,02	0,02	0,07
SO_3	0,01	0,02	0,03	0,07
	100,00	100,00	100,00	100,00

Klimatické poměry možno charakterizovat podle meteorologických údajů z blízkých Letovic, kde roční průměr atmosférických srážek je 646 mm a roční teplotní průměr 7,2 °C. Nejteplejší měsíc v roce je červenec s teplotním průměrem 7,6 °C a nejstudenější je leden s teplotním průměrem minus 3,6 °C.

Mateční hornina je amfibolická břidlice tvořená hlavně amfibolem a křemenem s řadou vedlejších nerostů (živce, chlorit, rutil, ilmenit, magnetit, titanit, pyrit aj.).

Podle chemismu je to bazická hornina s obsahem SiO_2 49,2 % a zvýšeným obsahem TiO_2 0,6 %. Množství Al_2O_3 je 20,8 %, Fe_2O_3 3,9 % a FeO 9,6 %. Z toho je vidět zvýšený přebytek Al_2O_3 nad kyslíčníky železa, z nichž opět převládá dvojmocné železo nad trojmocným. Hornina obsahuje zvýšené množství dvojmocných kationů a CaO je zde obsaženo 10,9 % a MgO 3,5 %, tedy CaO vysoce převažuje obsah MgO v poměru asi 3 : 1. Jednomocné kationy jsou zde zastoupeny v malém množství a Na_2O převládá nad K_2O v poměru 2 : 1. Kyseliny fosforečné P_2O_5 je 0,2 % a SO_3 0,6 %. Z amfibolické břidlice vznikají zeminy hlinité až jílovitohlinité s obsahem jílnatých částic 30—60 % a s různou příměsí břidličnatého šterku. Jsou to zvětraliny středně hluboké až hluboké.

Popis půdního profilu

Terén: plošina v nadmořské výšce 450 m.

Porost: smrk 0,7 a borovice 0,3, zápoj 80—85 %, stáří 60 roků.

Půdní kryt: jehličnatý opad s malými ostrůvky mechů a borůvky.

Střední podzol na amfibolické břidlici.

0— 4 cm, jehličnatý suchý opad, A_{01} -horizont

4— 6 cm, hnědošedá suchá drť a měl, $A_{02} + A_{03}$ -horizont

6— 8 cm, hnědošedá a jen pomístně vytvořená hlinitá zemina, sušší a sypká, A_1 -horizont

8— 40 cm, okrová hlinitá zemina s nazelenalým odstínem, suchá a slehlejší, s drobným břidličnatým šterkem (10 %), ve spodní části, A_2 -horizont

- 40—95 cm, hnědorezivá jílovitohlinitá zemina stejnoměrně zbarvená, s mírnou vlhkostí, dosti slehlá, s méně zřetelnou kostkovitou strukturou, drobný břidličnatý štěrk (25 %), B-horizont
- 95—140 cm, okrově šedozelenavá písčitohlinitá zemina s hojným břidličnatým štěrkem (55 %), mírně vlhká a neslehlá, Cd-horizont
- 140—175 cm, šedozelenavá navětralá amfibolická břidlice s lupenovitým rozpadem, C₁-horizont
- více než 175 cm, šedozelenavá tlustě lavicovitá a mírně zvrásněná amfibolická břidlice, C₂-horizont

XI. Zrnitost, reakce, obsah humusu středního podzolu na amfibolické břidlici

Hloubka cm	Horizont	Fyzikální jíl %	Frakce zrn				Štěrk %	pH		Humus %
			I.	II.	III.	IV.		H ₂ O	nKCl	
10—20	A ₂	8,65	44,68	24,82	14,46	16,34	0	5,05	3,96	0,92
30—40	A ₂ '	9,36	39,94	21,50	13,34	25,22	10	5,30	4,06	0,54
50—60	B	15,24	48,56	17,26	14,32	19,86	25	5,98	4,42	0,41
90—100	Cd	6,73	28,66	18,50	15,74	37,10	55	6,14	4,88	0,22

XII. Střední podzol na amfibolické břidlici, úplný rozbor

	A ₂		B	Cd	C
	10—20	30—40	50—60	90—100	
SiO ₂	60,57	59,22	54,02	51,27	48,89
TiO ₂	0,84	0,84	0,71	0,68	0,65
Al ₂ O ₃	15,36	15,92	18,07	18,21	20,64
Fe ₂ O ₃	4,09	3,54	5,65	4,60	3,92
FeO	6,48	6,98	6,61	7,79	9,51
Fe ₂ O ₃ (celk.)	(11,32)	(11,30)	(13,00)	(13,26)	(14,49)
MnO	0,25	0,28	0,35	0,33	0,23
CaO	5,26	6,33	6,57	9,61	10,85
MgO	2,17	2,27	2,36	3,29	3,54
K ₂ O	0,16	0,17	0,18	0,18	0,20
Na ₂ O	0,30	0,30	0,32	0,35	0,42
P ₂ O ₅	0,15	0,15	0,22	0,20	0,20
SO ₃	0,20	0,20	0,21	0,20	0,16
Ztráta žiháním	4,27	3,92	4,78	3,45	0,78
Humus	(0,92)	(0,54)	(0,41)	(0,22)	0
	100,10	100,12	100,05	100,16	100,08

Podle zrnitostního rozboru je to střední podzol celkově hlinitého rázu s jílovitohlinitou a mírně štěrkovitou spodinou (B-horizont) a podloží písčitohlinitou a štěrkovitou zvětralinou z matečních hornin. Obsah fyzikálního jílu v profilu ukazuje na zvýšený posun půdních koloidů, event. i jiných jemně disperzních složek do půdních spodin pod vlivem podzolového procesu. Podle reakce je to půda ve svrchní části středně kyselá a ve spodinách mírně kyselá. Humusu obsahuje jen malé množství.

Chemismus veškeré půdní hmoty

Hlavní část půdní hmoty je zde tvořena složkami $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$, jež tvoří 86,5–91 %. Do spodin se tato suma zmenšuje a naopak přibývá dvoj-
mocných kationů $Ca + Mg$. Kyselina křemičitá SiO_2 zvyšuje výrazně svůj obsah
do svrchních půdních vrstev (viz tab. XIII). Rovněž TiO_2 mírně přibývá k půd-
nímu povrchu. Složka Al_2O_3 a veškeré Fe_2O_3 a FeO naopak zase přibývá do půd-
ních spodin, ale neprojevuje se tu výrazně maximum v B-horizontu. Celkové
množství FeO je obsaženo v celém profilu a přibývá do půdních spodin. Dvoj-
mocné železo je zde vázáno na nerost amfibol z matečních amfibolických břidlic.
Dvojmocné prvky $Ca + Mg$ silně převládají v profilu tohoto středního podzolu
nad jednomocnými $K + Na$ a do půdních spodin se jejich celkový obsah silně
zvyšuje. Celková P_2O_5 k povrchu mírně ubývá, SO_3 vykazuje jen menší výkyvy.
Svrchní půdní vrstvy tohoto středního podzolu vykazují maximum celkové kyseliny
křemičitá SiO_2 a minimum R_2O_3 a CaO a MgO .

XIII. Střední podzol na amfibolické břidlici, úplný rozbor přepočten na minerální
hmotu

	A_2		B	Cd	C
	10–20	30–40	50–60	90–100	
SiO_2	63,21	61,57	56,70	53,02	49,26
TiO_2	0,88	0,87	0,74	0,70	0,65
Al_2O_3	16,02	16,54	18,96	18,82	20,78
Fe_2O_3	4,27	3,68	5,93	4,76	3,95
FeO	6,76	7,25	6,94	8,06	9,58
Fe_2O_3 veškeré	(11,81)	(11,74)	(13,64)	(13,71)	(14,59)
MnO	0,26	0,29	0,37	0,34	0,32
CaO	5,49	6,58	6,90	9,94	10,92
MgO	2,26	2,36	2,48	3,40	3,56
K_2O	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20
Na_2O	0,31	0,31	0,34	0,35	0,42
P_2O_5	0,16	0,16	0,23	0,21	0,20
SO_3	0,21	0,21	0,22	0,21	0,16
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

XIV. Střední podzol na amfibolické břidlici, zvětrávací indexy

	A_2		B	Cd	C amfibolická břidlice
	10–20	30–40	50–60	90–100	
SiO_2	1,28	1,25	1,15	1,08	1,00
TiO_2	1,35	1,34	1,14	1,08	1,00
Al_2O_3	0,77	0,79	0,91	0,90	1,00
Fe_2O_3	1,08	0,93	1,50	1,20	1,00
FeO	0,70	0,76	0,72	0,84	1,00
Fe_2O_3 celkem	0,81	0,80	0,93	0,94	1,00
MnO	0,81	0,91	1,15	1,06	1,00
CaO	0,50	0,60	0,63	0,91	1,00
MgO	0,63	0,66	0,69	0,95	1,00
K_2O	0,85	0,90	0,95	0,95	1,00
Na_2O	0,74	0,74	0,81	0,83	1,00
P_2O_5	0,80	0,80	1,15	1,05	1,00
SO_3	1,31	1,31	1,37	1,31	1,00

Podle zvětrávacích indexů (tabulka XIV) vykazují hromadění ve svrchních vrstvách SiO_2 , TiO_2 a SO_3 . V obohaceném B-horizontu objevuje se akumulace SiO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , P_2O_5 a SO_3 . Ve svrchních vrstvách půdních ubývá proti mateční hornině a celkové Al_2O_3 , FeO , Fe_2O_3 , MnO , CaO , MgO , K_2O a Na_2O .

V tab. XV jsou uvedeny ztráty nebo hromadění jednotlivých chemických složek v procentech proti mateční hornině. Tak ve svrchním A_2 -horizontě objevuje se maximální akumulace TiO_2 (+34 až +35 %), pak SO_3 (+31 %) a SiO_2 (+25 až +28 %). V obohaceném B-horizontě se objevuje největší nahromadění Fe_2O_3 (+50 %), pak SO_3 (+37 %) a ostatní hlavní chemické složky jen okolo +15 %. Největší ztráty v povrchovém A_2 -horizontu mají dvojmocné prvky CaO

XV. Střední podzol na amfibolické břidlici, profilové rozvrstvení půdních složek proti mateční hornině

	A_2		B	Cd	C amfibolická břidlice
	10–20	30–40	50–60	90–100	
SiO_2	128,3 +28,3	125,0 +25,0	115,1 +15,1	107,6 +7,6	100
TiO_2	135,4 +35,4	133,8 +33,8	113,8 +13,8	107,7 +7,7	100
Al_2O_3	77,1 –22,9	79,6 –20,4	91,2 –8,8	90,6 –9,4	100
Fe_2O_3	108,1 +8,1	93,2 –6,8	150,1 +50,1	120,5 +20,5	100
FeO	70,5 –29,5	75,7 –24,3	72,4 –27,6	84,1 –15,9	100
Fe_2O_3 celkem	80,9 –19,1	80,4 –19,6	93,5 –6,5	93,9 –6,1	100
MnO	81,2 –18,8	90,6 –9,4	115,6 +15,6	106,2 +6,2	100
CaO	50,3 –49,7	60,2 –39,8	63,2 –36,8	91,0 –9,0	100
MgO	63,5 –36,5	66,3 –33,7	69,6 –30,4	95,5 –4,5	100
K_2O	85,0 –15,0	90,0 –10,0	95,0 –5,0	95,0 –5,0	100
Na_2O	73,8 –26,2	73,8 –26,2	80,9 –19,1	83,3 –16,7	100
P_2O_5	80,0 –20,0	80,0 –20,0	115,0 +15,0	105,0 +5,0	100
SO_3	131,0 +31,0	131,0 +31,0	137,5 +37,5	131,0 +31,0	100

(— 40 až — 50 %) a MgO (— 34 až — 36 %) a pak Al_2O_3 a Fe_2O_3 . Chemismus rozpustného podílu ve výluhu horkou 20% HCl .

Tabulka XVI obsahuje výsledky rozboru výluhu 20% HCl spolu s nerozpustným zbytkem a ztrátou žiháním, tabulka XVII podává již výsledky přepočteny na 100% minerální hmoty, což také dává již obraz o složení výluhu tohoto studovaného středního podzolu na amfibolických břidlicích.

XVI. Střední podzol na amfibolické břidlici, výluh 20% HCl

	A_2		B	Cd
	10—20	30—40	50—60	90—100
SiO_2 HCl	0,24	0,27	0,35	0,58
KOH	8,35	9,78	10,18	10,18
celkem	(8,59)	(10,05)	(10,53)	(10,76)
Al_2O_3	5,32	7,53	7,14	6,54
Fe_2O_3	4,09	3,54	5,65	4,60
(R_2O_3)	(9,41)	(11,07)	(12,79)	(11,14)
MnO	0,11	0,21	0,29	0,11
CaO	1,50	1,31	1,85	1,65
MgO	1,14	1,10	1,26	1,30
K_2O	0,07	0,09	0,10	0,06
Na_2O	0,14	0,12	0,15	0,10
P_2O_5	0,12	0,12	0,18	0,15
SO_3	0,17	0,17	0,16	0,13
Nerozpustný zbytek	75,03	71,70	69,75	71,88
Humus	(0,92)	(0,54)	(0,41)	(0,22)
Ztráta žiháním	3,82	4,18	3,14	2,80
	100,10	100,12	100,20	100,08

XVII. Střední podzol na amfibolické břidlici, výluh 20% HCl přepočten na minerální hmotu

	A_2		B	Cd
	10—20	30—40	50—60	90—100
SiO_2 HCl	0,25	0,28	0,36	0,60
KOH	8,67	10,19	10,48	10,46
celkem	(8,92)	(10,47)	(10,84)	(11,06)
Al_2O_3	5,52	7,85	7,36	6,72
Fe_2O_3	4,25	3,69	5,82	4,73
(R_2O_3)	(9,77)	(11,54)	(13,18)	(11,45)
MnO	0,11	0,22	0,30	0,11
CaO	1,56	1,36	1,91	1,70
MgO	1,18	1,15	1,30	1,34
K_2O	0,07	0,09	0,10	0,06
Na_2O	0,14	0,13	0,15	0,10
P_2O_5	0,12	0,13	0,18	0,15
SO_3	0,17	0,17	0,16	0,13
Nerozpustný zbytek	77,96	74,74	71,88	73,90
	100,00	100,00	100,00	100,00

Obsah rozpustného podílu ve 20 % HCl (přepočteno na čistou minerální hmotu) je 22–28 % a maxima dosahuje v B-horizontu. Obsah nerozpustného zbytku je 72–78 % s minimem v B-horizontu a maximem v A_2 -horizontu.

Obsah rozpustného SiO_2 , Al_2O_3 a Fe_2O_3 stoupá do spodin, ale ne úměrně s obsahem fyzikálního jílu. Hromadění rozpustných podílů $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ v obohaceném horizontě ukazuje zde na dosti výraznou translokaci těchto složek. Tento profil středního podzolu vykazuje také zvýšené množství MnO , jež v B-horizontu dosahuje 0,3 % MnO . Alkálie jsou tu jen v minimálním množství, kdežto CaO a MgO jsou obsaženy v celém profilu ve značných kvantech a nevykazují větší výkyvy v jednotlivých genetických horizontech. Také rozpustná kyselina fosforečná P_2O_5 je tu v dostatečném množství s mírným ubýváním k půdnímu povrchu, ale hromadění zároveň v B-horizontu.

Při přepočtu chemických složek rozpustných ve 20 % HCl na 100 % (viz tab. XVIII) se ukazuje, že hlavní podíly rozpustné části půdy tvoří SiO_2 (41 až 44 %), Al_2O_3 (25–31 %) a Fe_2O_3 (15–21 %), méně jsou zastoupeny v tomto rozpustném podílu CaO a MgO (10–12 %) a $K_2O + Na_2O$ (0,8–0,9 %). Při tomto přepočtu rozpustného podílu na 100 % získané výsledky ukazují, že vzájemné kvantitativní poměry jednotlivých chemických složek ve výluzích z jednotlivých půdních horizontů se jen málo liší od sebe, ačkoliv celkové množství rozpustných podílů ve 20 % HCl z jednotlivých genetických horizontů je dosti rozdílné.

XVIII. Střední podzol na amfibolické břidlici, hlavní půdní složky v rozpustném podílu (20 % HCl)

	A_2		B	Cd
	10–20	30–40	50–60	90–100
SiO_2	42,4	43,4	40,8	44,0
Al_2O_3	25,0	31,1	26,2	25,7
Fe_2O_3	19,3	14,6	20,7	18,1
CaO	7,1	5,4	6,8	6,5
MgO	5,3	4,6	4,6	5,1
K_2O	0,3	0,4	0,4	0,2
Na_2O	0,6	0,5	0,5	0,4
	100,0	100,0	100,0	100,0

Velmi zajímavá čísla poskytly propočty o rozpustnosti jednotlivých půdních složek v horké 20 % HCl z celkového množství půdních složek (viz tab. XIX). Nejmenší rozpustnost byla zjištěna u kyseliny křemičité SiO_2 (průměr 18 %) a u CaO (průměr 23 %), přičemž je v jednotlivých půdních horizontech také odlišná rozpustnost těchto složek. Největší rozpustnost má kyselina fosforečná (průměr 76 %) a SO_3 (průměr 74 %). Průměrná rozpustnost ostatních chemických půdních složek pohybuje se ponejvíce mezi 40–50 %.

Chemismus nerozpustného zbytku ve 20 % HCl

Nerozpustný zbytek půdní hmoty po výluhu horkou 20 % HCl je složen hlavně z SiO_2 , R_2O_3 (včetně FeO), $CaO + MgO$ (viz tab. IX). Jednomocné prvky tvoří zde jen nepatrné podíly. Ve zvýšeném množství byl zde zjištěn TiO_2 (0,9–1,1 %).

		A_2		B	Cd	Průměr
		10—20	30—40	50—60	90—100	
SiO_2	rozpuštný	14,1	17,0	19,1	20,8	17,7
	nerozpuštný	85,9	83,0	80,9	79,2	82,3
Al_2O_3	rozpuštný	34,4	47,4	38,8	35,7	39,0
	nerozpuštný	65,6	52,6	61,2	64,3	61,0
Fe_2O_3 celkem	rozpuštný	36,0	31,4	42,7	34,5	36,1
	nerozpuštný	64,0	68,6	57,3	65,5	63,9
MnO	rozpuštný	42,3	75,8	81,1	32,3	57,9
	nerozpuštný	57,7	24,2	18,9	67,7	42,1
CaO	rozpuštný	28,4	20,7	27,7	17,1	23,5
	nerozpuštný	71,6	79,3	72,3	82,9	76,5
MgO	rozpuštný	52,2	48,7	52,4	39,4	48,2
	nerozpuštný	47,8	51,3	47,6	60,6	51,8
K_2O	rozpuštný	41,2	50,0	52,6	41,6	43,8
	nerozpuštný	58,8	50,0	47,4	68,4	56,2
Na_2O	rozpuštný	45,2	41,9	44,1	28,6	40,0
	nerozpuštný	54,8	58,1	55,9	71,4	60,0
P_2O_5	rozpuštný	75,0	81,2	78,3	71,4	76,5
	nerozpuštný	25,0	18,8	21,7	28,6	23,5
SO_3	rozpuštný	80,9	80,9	72,7	61,9	74,1
	nerozpuštný	19,1	19,1	27,3	38,1	25,9

ukazující na to, že TiO_2 je v této půdě obsažen v těžce rozložitelných sloučeninách. Množství SiO_2 v nerozpuštném zbytku (56—69 %) do spodin klesá, suma R_2O_3 (23—28 %) a suma $CaO + MgO$ (6—13 %) do spodin naopak stoupá.

Srovnání a diskuse výsledků

Srovnání a zhodnocení dosažených výsledků o chemismu studovaných dvou středních podzolů na chemicky značně odlišných půdotvorných horninách v pahorkatinné oblasti Českomoravské vysočiny dává možnost bližšího poznání dynamiky půdotvorných procesů podzolového charakteru v oblasti střední Evropy. Naskytá se tu zejména možnost bližšího vysvětlení tvorby různých jílových minerálů, resp. složitých sloučenin, nebo fyzikálně chemických forem jílových složek s komponentami huminovými nebo fulvo-kyselinami, resp. jejich solí v půdách. Podrobné studium chemismu půd ve vztahu k mateční hornině (při jinak stejných nebo podobných ostatních půdotvorných faktorech) skýtá cestu k vysvětlení tvorby různého množství jílu, o různé sorpční schopnosti a tím i odlišných změnách vlastností fyzikálních, chemických a o změnách ve složení živé půdní složky, což opět vede k podrobnějšímu poznání podzolových procesů, tvorby podzolových půd a tím i k jejich správnému hospodářskému využití.

	A_2		B	Cd
	10–20	30–40	50–60	90–100
SiO_2	68,93	67,65	64,59	56,25
TiO_2	1,11	1,15	0,98	0,94
Al_2O_3	13,33	11,50	15,33	16,22
Fe_2O_3 (vešk.)	9,60	10,65	10,34	12,04
(R_2O_3)	(22,93)	(22,15)	(25,67)	(28,26)
MnO	0,19	0,09	0,09	0,28
CaO	4,99	6,91	6,59	11,05
MgO	1,37	1,60	1,56	2,49
K_2O	0,13	0,12	0,12	0,19
Na_2O	0,23	0,24	0,25	0,36
P_2O_5	0,06	0,04	0,07	0,08
SO_3	0,06	0,05	0,08	0,10
	100,00	100,00	100,00	100,00

Některé chemické půdní složky ve studovaných profilech jeví značnou závislost na mateční hornině, jiné naopak se chovají neutrálně nebo dokonce nezávisle.

Důležitou složkou půd je celkový obsah SiO_2 , která je obsažena v matečních horninách studovaných dvou středních podzolů v různém množství (rula má SiO_2 73,83 %, amfibolická břidlice 49,26 %) a v různé vazbě (jako silikáty nebo křemen). Celkově možno říci, že obsah celkové kyseliny křemičité SiO_2 se zvyšuje v půdách na obou matečních horninách směrem k půdnímu povrchu, takže v povrchových vrstvách dochází k akumulaci celkového množství SiO_2 . Toto zvýšení SiO_2 ve středním podzolu na rule činí v A_1 - a A_2 -horizontě proti mateční hornině 10–11 %, ve středním podzolu na amfibolické břidlici v horizontu A_2 asi 30 %. Z těchto výsledků se zdá, že ve svrchních vrstvách podzolových půd na silikátových minerálně bohatých horninách přibývá více celkové SiO_2 než ve svrchních horizontech podzolových půd na horninách minerálně slabých s vyšším obsahem celkové SiO_2 . Množství uvolněné (rozpustné) SiO_2 při výluhu 20 % horkou HCl (plus 5 % KOH) je v obou profilech kvantitativně značně rozdílné, ale při přepočtu rozpustných půdních složek ve výluhu 20 % HCl na 100 % činí zde tzv. rozpustná SiO_2 v obou profilech 40–50 % celého rozpustného podílu s menšími výkyvy v jednotlivých horizontech. Rozpustnost SiO_2 , resp. uvolněná SiO_2 ve 20 % HCl a 5 % KOH je v obou půdních profilech různá. Ve středním podzolu na rule je SiO_2 méně rozpustná (1–8 %, vyjma B-horizont), neboť se jen málo uvolňuje z těžko rozložitelných silikátů a z křemene. Ve středním podzolu na amfibolické břidlici je SiO_2 více rozpustná (14–21 %), neboť se uvolňuje ze silikátů snadněji zvětratelných, zejména amfibolu.

Obsah veškerého Al_2O_3 celkově ubývá v obou půdách na chemicky rozdílných matečních horninách směrem k půdnímu povrchu s určitým hromaděním v B-horizontu. Svrchní vrstvy těchto půd obsahují proti mateční hornině jen 77–81 % Al_2O_3 , takže úbytky Al_2O_3 jsou ve svrchních půdních vrstvách v půdách na obou chemicky rozdílných horninách skoro stejné (19–23 %). Obsah rozpustného Al_2O_3 (ve 20 % HCl + 5 % KOH) je v obou profilech rozdílný, ale při přepočtu Al_2O_3 na 100 % rozpustného podílu ve 20 % HCl tvoří ve středním podzolu na rule Al_2O_3 31–36 %, ve středním podzolu na amfibolické břidlici 25–31 %,

což jsou prakticky hodnoty dosti nízké. Rozpustnost Al_2O_3 ve výluhu 20 % HCl je ve středním podzolu na amfibolické břidlici větší než v půdě na rule, což je podmíněno rozdílným obsahem odlišně zvětrávajících alumosilikátů v rule a amfibolické břidlici.

Veškeré Fe_2O_3 (včetně FeO přepočteného rovněž na Fe_2O_3) ubývá opět od mateční horniny k půdnímu povrchu, při čemž u podzolu na minerálně bohaté amfibolické břidlici je ubývání rovnoměrné, kdežto u podzolu na minerálně chudé rule ubývá celkového Fe_2O_3 v povrchových vrstvách, ale objevuje se zároveň jeho hromadění v B-horizontu. Obsah celkového Fe_2O_3 je ve studovaných půdách velmi rozdílný a vysoký obsah Fe_2O_3 je v podzolu na amfibolické břidlici, kde je také hojně obsažen FeO , což pak celkovou stratigrafii Fe_2O_3 zčásti zkresluje. Ve výluhu horkou 20 % HCl tvoří Al_2O_3 z celého rozpustného podílu u obou profilů 14–21 %, tedy opět dosti blízké hodnoty. Rozpustnost Fe_2O_3 ve 20 % HCl je ale u srovnávaných podzolů velmi rozdílná. Zatímco u podzolů na minerálně chudé rule je rozpustnost 100 %, u středního podzolu na minerálně bohaté amfibolické břidlici je v průměru jen 36 %.

Celkové množství MnO je ve srovnávaných středních podzolech značně rozdílné, při čemž ve středním podzolu na rule dochází asi vlivem biologické akumulace k hromadění tohoto prvku ve svrchním humózním A_1 -horizontu, zatímco střední podzol na amfibolické břidlici má naopak ve svrchní vrstvě úbytek MnO . Také rozpustnost MnO ve 20 % HCl je v obou profilech dosti rozdílná.

Obsahem celkového CaO jsou to půdy velmi rozdílné podle chemismu matečních hornin. Rule je na CaO velmi chudá a amfibolická břidlice obsahuje CaO 10,8 %. Ve středním podzolu na amfibolické břidlici klesá obsah celkového CaO proti mateční hornině ve svrchní vrstvě až na 50 %, zatímco ve středním podzolu na rule není jeho stratigrafie dosti výrazná. Z celkového rozpustného podílu ve 20 % HCl (přepočteno na 100 %) tvoří CaO ve středním podzolu na rule 0,6–1,5 %, ve středním podzolu na minerálně bohaté amfibolické břidlici 5 až 7 %. Rozpustnost CaO ve 20 % HCl je poměrně vysoká ve středním podzolu na rule (průměr 86,5 %), ale naopak malá ve středním podzolu na amfibolické břidlici (průměr 23,5 %). Podobné poměry vykazuje i MgO .

Obě půdotvorné horniny mají rozdílná množství celkového drasla K_2O , což se také svým způsobem projevuje v obou podzolových půdách. Rule je bohatá draslem, kdežto amfibolická břidlice má drasla nedostatek. Celkové množství K_2O ve středním podzolu na rule bohaté draslem silně klesá k půdnímu povrchu (až na 18 %), zatímco úbytky K_2O ve středním podzolu na amfibolické břidlici chudé draslem jsou směrem k půdnímu povrchu mnohem menší a celkového drasla je tu ještě 85 % (proti mateční hornině). Z celkového rozpustného podílu v horké 20 % HCl tvoří K_2O jen 0,6–2,9 % (na rule) a 0,2–0,4 % (na amfibolické břidlici). Rozpustnost K_2O ve 20 % HCl je dosti vysoká v podzolu na amfibolické břidlici (průměr 44 %) a naopak dosti nízká v podzolu na rule (13 %). Obdobné poměry se objevují také u Na_2O .

Celkové množství kyseliny fosforečné P_2O_5 je v půdotvorné rule jen 0,06 % a v amfibolické břidlici 0,20 %, tedy množství značně rozdílná. Ve středním podzolu na rule se objevuje celková P_2O_5 nahromaděna jednak v humózním povrchovém A_1 -horizontě (biologická akumulace) a jednak ve spodinách (horizonty B+C). Ve středním podzolu na amfibolické břidlici byla zjištěna akumulace P_2O_5 jen ve spodinách (horizonty B+C). Rozpustnost P_2O_5 je v obou půdách značně vysoká (67–76 %).

Celkově možno říci, že při tvorbě podzolových půd na silikátových horninách (bez příměsi $CaCO_3$) v lesních oblastech střední Evropy ubývá od mateční hor-

niny směrem k půdnímu povrchu celkové množství těchto hlavních chemických půdních složek: Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , CaO , MgO , K_2O , Na_2O a P_2O_5 . Složky Al_2O_3 a Fe_2O_3 vykazují ještě maximum v B-horizontě. Stratigrafie MnO a P_2O_5 se liší v profilech zejména podle intenzity jejich biologické akumulace v povrchové vrstvě. Od mateční horniny směrem k půdnímu povrchu přibývá celkové množství SiO_2 , TiO_2 a SO_3 , při čemž se objevuje ještě menší maximum celkového SiO_2 v akumulačním B-horizontu.

Tento pedochemismus ukazuje na složitou dynamiku půdotvorných podzolových procesů a zároveň také důležitý vliv fytocenózy na biologickou akumulaci některých půdních složek.

Souhrn

Pro poznání tvorby podzolových půd v lesních oblastech ČSR na chemicky odlišných půdotvorných horninách, a tím i pro poznání dynamiky podzolových půdotvorných procesů byly studovány střední podzoly na minerálně chudé bi-tešské rule a střední podzoly na minerálně bohaté amfibolické břidlici z oblasti západní Moravy. Nadmořská výška obou půdních profilů byla 440–450 m (eluvium), lesní porosty měly přibližně stejné složení (smrk s příměsí boru) a rovněž i klimatické poměry obou lokalit studovaných půd byly značně podobné.

Podrobně byla studována stratigrafie hlavních chemických půdních složek v obou půdních profilech se zřetelem k chemismu půdotvorných hornin (úplné chemické rozborů, rozborů výluhů horkou 20 % HCl a úplné chemické rozborů nerozpustných zbytků).

Bylo zjištěno, že v podstatě mají studované střední podzoly na chemicky tak odlišných matečních horninách kvalitně shodnou stratigrafii hlavních chemických půdních složek. Liší se však od sebe jejich kvantitou, což je způsobeno odlišným chemismem půdotvorných hornin.

Celkový obsah SiO_2 se zvyšuje od mateční horniny k půdnímu povrchu a menší maximum je také v B-horizontu. Rozpustnost SiO_2 (ve 20 % HCl a 5 % KOH) je velmi malá, a to zejména ve středním podzolu na rule (4–8 %).

Celkové množství Al_2O_3 mírně ubývá k půdnímu povrchu a jeho rozpustnost (ve 20 % HCl) je 26–39 %. Rovněž Fe_2O_3 a FeO ubývá od mateční horniny do svrchních půdních vrstev. Rozpustnost Fe_2O_3 je dosti závislá na jeho množství v půdě. S klesajícím množstvím celkového Fe_2O_3 v půdě zvyšuje se i jeho rozpustnost (ve 20 % HCl). Fe_2O_3 a Al_2O_3 mají maximum ještě v B-horizontu. Obsah MnO ve svrchních vrstvách podzolových půd závisí zejména od biologické akumulace. Rozpustnost MnO (ve 20 % HCl) je značná (50–60 %).

Celkový obsah CaO se značně snižuje směrem od mateční horniny do svrchních půdních vrstev, a to zejména ve středním podzolu na minerálně bohaté amfibolické břidlici (až na 50 %). Výsledky ukázaly, že rozpustnost CaO (ve 20 % HCl) je vysoká ve středním podzolu chudém na CaO a naopak nízká rozpustnost byla zjištěna ve středním podzolu na amfibolické břidlici s velmi dobrými zásobami CaO . Podobné poměry se projeví i u MgO .

Celkové množství drasla K_2O se snižovalo k půdnímu povrchu. Ve středním podzolu na rule bohaté draslem bylo snížení velmi značné (až na 18–20 %) proti mateční hornině. Ve středním podzolu na amfibolické břidlici s malým obsahem drasla byl jeho pokles do svrchních půdních vrstev jen malý. Rozpustnost K_2O (ve 20 % HCl) byla zjištěna malá v půdě bohaté celkovým draslem a na-

opak byla zase mnohem vyšší v půdě s malým obsahem celkového K_2O . Podobné poměry byly zjištěny i u Na_2O .

Obsah P_2O_5 byl ve svrchních vrstvách středních podzolů silně ovlivňován pravděpodobně biologickou akumulací. Maximum P_2O_5 bylo rovněž zjištěno v B-horizontu.

Množství rozpustného půdního podílu v horké 20% HCl je v minimu ve svrchních půdních vrstvách a v maximu v obohacených B-horizontech. Složení tohoto rozpustného podílu v jednotlivých genetických horizontech studovaných středních podzolů na chemicky značně odlišných půdotvorných horninách se však neliší vůbec anebo jen v malých rozmezích. Hlavní složky tohoto rozpustného podílu (přepočteno na 100 %) jsou $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$, tvořící zpravidla 90 až 92 % a zbytek jsou kyslíčníky prvků dvojmocných, jednomocných, P_2O_5 aj.

Химизм образования лесных почв на некоторых метаморфических горных породах в западной Моравии

Для познания образования подзолистых почв в лесных областях Чехословакии на почвообразовательных горных породах, отличающихся по своему химическому составу, а также для познания динамики почвообразовательных процессов были исследованы средние подзолы на обедненном минеральными веществами гнейсе, и средние подзолы на богатых минеральными веществами амфиболитических метаморфических горных породах в области западной Моравии. Высота над уровнем моря обоих почвенных профилей составляла 440—450 м (элювий), лесные насаждения имели приблизительно одинаковый состав (ель с примесью сосны), а равным образом и климатические условия обоих местообитаний исследуемых почв были в значительной степени сходны.

Подробно изучалась стратиграфия главных химических составных частей почвы в обоих почвенных профилях с принятием во внимание химизма почвообразовательных горных пород (полные химические анализы, анализы вытяжек 20 % горячей соляной кислотой — HCl и полные химические анализы нерастворимых остатков).

Было установлено, что исследуемые средние подзолы, расположенные на весьма различных по своему химическому составу материнских горных породах, имеют по существу качественно сходную стратиграфию главных химических составных частей почвы. Отличаются они, однако, друг от друга количеством почвенных слагаемых, что вызывается несходным химизмом почвообразовательных горных пород.

Общее содержание SiO_2 увеличивается по направлению от материнской породы к поверхности почвы, а меньший максимум SiO_2 находится также в горизонте В. Растворимость SiO_2 в 20% HCl + 5% KOH очень мала, в особенности в среднем подзоле на гнейсе (4 — 8 %).

Общее количество Al_2O_3 постепенно убывает по направлению к поверхности почвы, а его растворимость в 20 % HCl составляет 26—39 %. Равным образом Fe_2O_3 и FeO убывают в направлении от материнской породы к поверхностным слоям почвы. Растворимость Fe_2O_3 зависит до известной степени от его количества, находящегося в почве. С понижающимся в почве общим количеством Fe_2O_3 повышается и его растворимость (в 20% HCl). Fe_2O_3 и Al_2O_3 достигают максимума еще в горизонте В. Содержание MnO в поверхностных слоях подзолистых почв зависит в особенности от биологической аккумуляции. Растворимость MnO (в 20% HCl) является значительной (50—60 %).

Общее содержание CaO значительно снижается по направлению от материнской горной породы к поверхностным слоям почвы, в особенности в среднем подзоле, расположенном на богатом минеральными веществами амфиболитическом сланце (вплоть до 50 %). Результаты исследования показали, что растворимость CaO (в 20 % HCl) особенно высока в среднем подзоле с незначительным содержанием CaO и наоборот, низкая растворимость была установлена в среднем подзоле на амфиболитическом сланце с очень хорошим запасом CaO . Подобные условия проявились и у MgO .

Общее количество калия K_2O понижалось по направлению к поверхности почвы. В среднем подзоле, расположенном на гнейсе, богатом калием, снижение оказалось довольно значительным (вплоть до 18—20 %) по сравнению с материнской горной породой. В среднем подзоле на амфиболитическом сланце с малым содержанием калия понижение его в поверхностных почвенных слоях было незначительное. Растворимость K_2O (в 20% HCl) была установлена малая в почве, богатой общим калием, и наоборот, была значительно более высокая в почве с малым содержанием общего K_2O . Одинаковые условия были установлены и у Na_2O .

На содержание P_2O_5 в поверхностных слоях средних подзолов сильно влияла, по всей вероятности, биологическая аккумуляция. Максимум P_2O_5 было найдено в горизонте В.

Количество растворимой почвенной части в горячей 20% HCl находится в минимальном количестве в поверхностных слоях почвы и в максимуме в обогащенных горизонтах В. Состав этой растворимой части в отдельных генетических горизонтах исследуемых средних подзолов, расположенных на почвообразовательных горных породах, значительно отличающихся по своему химическому составу, или вообще не отличается друг от друга, или же проявляет незначительные различия. Главными компонентами этой растворимой части (пересчитано на 100 %) являются $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$, образующие, как правило, 90—92 %; остаток составляют окислы элементов двухвалентных, одновалентных, P_2O_5 и др.

Der Chemismus der Waldbodenbildung auf einigen kristallinen Schiefern von Westmähren

Zur Erkenntnis der Podsolbildung in den Waldgebieten der Tschechoslowakischen Republik auf chemisch unterschiedlichen bodenbildenden Gesteinen und hiemit auch zur Erkenntnis der Dynamik der bodenbildenden Podsolprozesse wurden mittlere Podsolböden auf nährstoffarmen Gneis und mittlere Podsolböden auf nährstoffreichem Amphibolitschiefer aus dem Gebiet von Westmähren studiert. Die Seehöhe beider Bodenprofile war 440—450 m (Elluvium), die Waldbestände hatten ungefähr die gleiche Zusammensetzung (Fichte mit Kiefernbeimischung) und auch die klimatischen Verhältnisse beider Lokalitäten der studierten Böden waren ziemlich ähnlich.

Genau wurde die Stratigraphie der Hauptbodenkomponenten in beiden Bodenprofilen studiert, mit Rücksicht auf den Chemismus der bodenbildenden Gesteine (Bauschanalysen, Analysen der Auszüge mit heißer 20% HCl und Bauschanalysen der unlöslichen Bodenrückstände).

Es wurde festgestellt, daß im wesentlichen die studierten mittleren Podsolböden auf chemisch derart unterschiedlichen Muttergesteinen eine qualitativ übereinstimmende Stratigraphie der Hauptbodenkomponenten aufweisen. Sie unterscheiden sich jedoch voneinander durch ihre Quantität, was der unterschiedliche Chemismus der bodenbildenden Gesteine verursacht.

Der gesamte SiO_2 -Gehalt erhöht sich vom Muttergestein zur Bodenoberfläche und ein kleines Maximum befindet sich auch im B-Horizont. Die SiO_2 Löslichkeit (in 20 % $HCl + 5$ % KOH) ist sehr gering, und zwar namentlich im mittleren Podsolboden auf Gneis (4—8 %).

Die gesamte Al_2O_3 -Menge nimmt zur Bodenfläche mäßig ab und die Al_2O_3 -Löslichkeit (in 20 % HCl) ist 26—39 %. Fe_2O_3 und FeO nehmen gleichfalls vom Muttergestein in die oberen Bodenschichten ab. Die Fe_2O_3 -Löslichkeit ist ziemlich abhängig vom Fe_2O_3 -Quantum im Boden. Mit der sinkenden Menge des gesamten FeO im Boden erhöht sich auch die FeO -Löslichkeit (in 20% HCl). Fe_2O_3 und Al_2O_3 weisen ihr Maximum noch im B-Horizont auf. Der MnO -Gehalt in den oberen Podsolbodenschichten hängt insbesondere von der biologischen Akkumulation ab. Die MnO -Löslichkeit (in 20 % HCl) ist beträchtlich (50—60 %).

Der gesamte CaO -Gehalt sinkt in Richtung vom Muttergestein in die oberen Bodenschichten, und zwar namentlich im mittleren Podsolboden auf nährstoffreichem Amphibolitschiefer (bis zu 50 %). Die analytischen Ergebnisse zeigten, daß die CaO -Löslichkeit (in 20 % HCl) im an CaO armen mittleren Podsolboden hoch ist, demgegenüber wurde eine niedrige Löslichkeit beim mittleren Podsolboden auf Amphibolitschiefer mit sehr guten CaO -Vorräten festgestellt. Ähnliche chemische Verhältnisse zeigt in den studierten Böden auch MgO .

Die gesamte K_2O -Menge verringert sich zur Bodenoberfläche hin. Beim an Kali reichen mittleren Podsolboden auf Gneis war die Verringerung gegenüber dem Muttergestein äußerst beträchtlich (bis auf 18—20 %). Im mittleren Podsolboden auf Amphibolitschiefer mit einem kleinen K_2O -Gehalt war sein Absinken in die oberen Bodenschichten nur gering. Die K_2O -Löslichkeit (in 20 % HCl) war im an gesamten Kaligehalt reichen Boden klein, demgegenüber war die K_2O -Löslichkeit wieder viel höher im Boden mit einem kleinen Gehalt des gesamten K_2O . Ähnliche Verhältnisse herrschen auch beim Na_2O .

Der P_2O_5 -Gehalt wurde in den oberen Schichten der mittleren Podsolböden wahrscheinlich durch die biologische Akkumulation stark beeinflusst. Das P_2O_5 -Maximum wurde gleichfalls im B-Horizont festgestellt.

Der Gehalt des löslichen Bodenanteiles in der heißen 20 % HCl tritt im Minimum in den oberen Bodenschichten und im Maximum in den angereicherten B-Horizonten auf. Die Zusammensetzung dieses löslichen Anteiles (in 20 % HCl) in den einzelnen genetischen Bodenhorizonten der studierten mittleren Podsolböden auf chemisch bedeutend unterschiedlichen bodenbildenden Muttergesteinen ist gar nicht verschieden oder nur in ganz kleinem Ausmaße. Die Hauptkomponenten dieses löslichen Anteiles (umgerechnet auf 100 %) sind $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$, die in der Regel 90—92 % vorstellen, den Rest bilden CaO , MgO , K_2O , Na_2O , P_2O_5 , u. a.

Fyzikálně-tepelné charakteristiky půdy

Физическая тепловая характеристика почвы

Physikalische Wärmecharakteristik des Bodens

Inž. Vlastimil PASÁK

Výzkumný ústav meliorací ČSAZV, Praha

Došlo dne 18. VII. 1958

Teplota půdy a přizemního vzduchu je důležitým vegetačním činitelem, určujícím velkou měrou rychlost vývoje rostlin. Jednotlivé fáze vývoje rostlin probíhají pouze při určité teplotě a při jejím poklesu pod určitou mez se vývoj přerušuje. Teplotní stav půdy a přizemního vzduchu závisí jak na zdroji tepla — slunečním záření —, tak i na fyzikálních tepelných vlastnostech půdy, které jsou vázány na uspořádání disperzních složek půdy, — pevných, kapalných i plyných, — a mění se zejména podle obsahu vzduchu a vody v půdě. Určitá teplota půdy i vzduchu je výrazem mnoha fyzikálních faktorů, ovlivňujících celkový tepelný režim půdy. Rychlost rozvádění tepla, schopnost jej akumulovat, a tím rychlost vyrovnávat teplotu mezi aktivním povrchem a hlubšími půdními vrstvami jsou charakterizovány tepelnou a teplotní vodivostí půdy a tepelnou kapacitou půdy (specifickým teplem).

Vedení tepla v půdě děje se zejména přechodem tepla z jedné půdní částice ke druhé přes půdní vzduch a vodu a přechodem tepla dotykem mezi půdními pevnými částicemi. Další způsoby přenosu tepla v půdě — zářením tepla od jedné půdní částice ke druhé a konvekcí přes půdní vzduch a vodu — zaujímá, podle údajů Korolkova (1955), pouze 5 až 7 % celkového přenosu tepla v půdě.

Tepelný tok do půdy je dán jednak vertikálním teplotním gradientem půdy a jednak tepelnou vodivostí půdy.

Tepelná vodivost*) půdy závisí na mechanické skladbě půdy, tj. jak na zastoupení kategorie půdních materiálů (jíl, hlína, písek apod.), tak zejména na její pórovitosti. Vlastní teplota půdy má vliv na její tepelnou vodivost pouze nepatrný.

Tepelná vodivost pevných částic půdy je průměrně stokrát větší než tepelná vodivost vzduchu v půdě. Voda v půdě má průměrně dvacetkrát větší tepelnou vodivost než půdní vzduch. Se vzrůstající pórovitostí půdy klesá tedy i tepelná

*) Tepelná vodivost je množství tepla v kaloriích, které projde plochou 1 cm² za 1 vteřinu při teplotním spádu 1° C.

vodivost půdy. Proto se také suchá, kyprá půda silně zahřívá na svém povrchu a nepředává teplo do spodních vrstev tak rychle, jako půda vlhká. Obsah vody a vzduchu v půdě je nejvýznamnějším faktorem v celém tepelném půdním režimu. Z tab. I (ze Sapožnikové a Karstena) vidíme vzestup tepelné vodivosti písku při vzrůstající vlhkosti.

I. Tepelná vodivost písku a půdy při různé vlhkosti (v cal/cm. sec. °C)

	Vlhkost v %				
	0	5	10	15	20
Písek	0,0003	0,0011		0,0019	0,0025
Půda	0,0005		0,002		0,035

Voda má průměrně dvakrát větší tepelnou kapacitu než minerální součásti půdy. V tab. II je uvedena ze Sapožnikové (1950), tepelná kapacita *) jednotlivých půdních součástí.

II. Tepelná kapacita půdních součástí

Půdní části	Váhová tepelná kapacita v cal/g °C	Objemová tepelná kapacita v cal/cm ³ °C
Voda	1,00	1,00
Vzduch	0,24	0,0003
Částice písčité a hlinité	0,18—0,23	0,49—0,58
Rašelina	0,48	0,60

Objemová tepelná kapacita půdy rychle vzrůstá zvětšující se vlhkostí půdy. Rozdíly budou ještě tím větší, čím je půda pórovitější pro větší schopnost výměny půdní vody a vzduchu. Pro větší tepelnou kapacitu jsou vlhké půdy studené, poněvadž se pomaleji zahřívají, avšak také teplo pomaleji ztrácejí. Největší rozdíly objemové tepelné kapacity při různé vlhkosti jsou u rašeliny, což souvisí s její velkou pórovitostí.

Schopnost půdy k prohřívání vyjadřuje poměr mezi tepelnou vodivostí a tepelnou kapacitou půdy, nazývaný koeficientem teplotní vodivo-

III. Objemová tepelná kapacita půdy při její různé vlhkosti (v cal/cm³ °C)

	Vlhkost půdy v %			
	0	20	50	100
Písek	0,35	0,40	0,48	0,63
Hlína	0,26	0,36	0,54	0,90
Rašelina	0,20	0,32	0,56	0,94

*) Tepelná kapacita (specifické teplo) je množství tepla v kaloriích, kterým se zahřeje určité množství hmoty o 1° C. Podle množství hmoty rozeznáváme tepelnou kapacitu váhovou, která vyjadřuje množství tepla potřebného k zahřátí 1 g hmoty, nebo tepelnou kapacitu objemovou, tj. množství tepla, kterým se zahřeje 1 cm³ hmoty o 1° C.

sti půdy. Tento koeficient teplotní vodivosti půdy závisí opět velmi silně na půdní vlhkosti. Zvyšováním půdní vlhkosti stoupá koeficient teplotní vodivosti až do určitého bodu, pak nastává jeho pokles.

Na stanovení uvedených tepelných charakteristik půdy vypracoval v Agrofyzikálním ústavu v Moskvě A. F. Čudnovský velmi jednoduchou metodu spočívající v pozorování rychlosti přenosu dodaného tepla určitou vrstvou půdy. Použili jsme této metody při zjišťování teplotních změn v půdě i v přízemním vzduchu vlivem závlahy. Chceme zde upozornit na některé přednosti, ale i nedostatky této metody.

Čudnovského metoda je možno použít nejen v laboratoři, ale i přímo v terénu. Do půdy se zasune mosazná destička ($160 \times 120 \times 3$ mm), nahřátá na teplotu kolem 60°C , která předává teplo zkoumané půdě v kolmém směru k destičce. V určité vzdálenosti od tepelného zdroje (nahřáté destičky) se sleduje na teploměru vzestup teploty za určitý čas (ve vteřinách).

Thermické charakteristiky půdy jsou ve vzájemném vztahu vyjádřeném v rovnici:

$$\alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma}$$

α — koeficient teplotní vodivosti půdy v cm^2/sec .

λ — koeficient tepelné vodivosti půdy v $\text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot ^{\circ}\text{C}$

c — specifické teplo (tepelná kapacita) půdy v $\text{cal}/\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}$

γ — hustota půdy v g/cm^3

Koeficient teplotní vodivosti půdy α je určen podílem mezi kvadrátem vzdálenosti mezi destičkou a místem měření a dvojnásobnou dobou nastoupení maximální teploty půdy v bodu měření:

$$\alpha = \frac{l^2}{2 t_{\max}}$$

l — vzdálenost mezi destičkou a místem měření (teploměrem)

$t_{\max}$ — doba nastoupení maximální teploty

Objemové specifické teplo (tepelná kapacita) C je určeno jak koeficientem teplotní vodivosti α , tak i množstvím přivedeného tepla Q , a počítá se podle empirického vzorce:

$$\lg C = \lg Q - \frac{1}{2} \lg \alpha - \frac{1}{2} \lg t - \lg AT - \frac{l^2}{4\alpha t} - A$$

C — objemové specifické teplo v $\text{cal}/\text{cm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$

Q — množství přivedeného tepla, které se rovná: $Q = c \cdot m \cdot (T_1 - T_2)$, při čemž c je měrné teplo mosazi, m je váha destičky, $(T_1 - T_2)$ je rozdíl teplot destičky při zasunutí do půdy a v době měření t .

α — koeficient teplotní vodivosti půdy

t — čas od zasunutí destičky do půdy do doby měření ve vteřinách

AT — rozdíl teploty půdy před pokusem a v době měření

A — $\lg 2 + \lg F + \frac{1}{2} \lg \pi$, kde F vyjadřuje plochu destičky.

Koeficient tepelné vodivosti půdy λ se rovná součinu koeficientu teplotní vodivosti a tepelné kapacity půdy: $\lambda = \alpha \cdot C$ v $\text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot ^{\circ}\text{C}$.

Popsaná metoda ke stanovení fyzikálních tepelných charakteristik půdy je sice jednoduchá, avšak ne dosti přesná. Přesnost této metody je závislá na určení

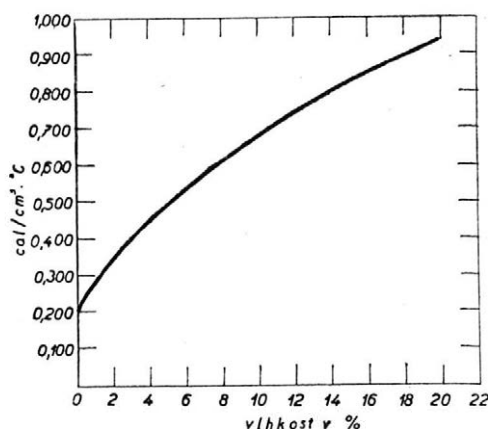
vzdálenosti l od zdroje tepla (mosazné destičky) k teploměrnému čidlu teploměru. Jak je zřejmo ze vzorce určujícího koeficient teplotní vodivosti, počítá se zde s kvadrátem této vzdálenosti, která bývá pouze okolo 2 cm. Při určení koeficientu teplotní vodivosti, a tím i dalších tepelných charakteristik, rozhoduje i zlomek milimetru vzdálenosti l . Tato vzdálenost je však v půdě velmi obtížně změřitelná. Zde vznikají také největší chyby. Obtížné zjišťování vzdálenosti l tak velmi značně znehodnocuje tuto jednoduchou metodu.

IV. Fyzikálně-tepelné charakteristiky půdy v Tišicích

	Vlhkost půdy v %				
	0	15	10	15	20
Tepelná kapacita v $\text{cal/cm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$	0,220	0,490	0,680	0,825	0,940
Tepelná vodivost v $\text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$	0,0002	0,0010	0,0023	0,0033	0,0041
Koeficient teplotní vodivosti cm^2/sec	0,0006	0,0021	0,0036	0,0046	0,0033

Abychom při našich výzkumech zjistili co možno nejpřesnější hodnoty fyzikálních tepelných charakteristik půdy (uvedených v tabulce IV), opakovali jsme měření na stejném místě, i na několika různých místech, jak půdního vzorku ($30 \times 30 \times 30 \text{ cm}$) v různém stupni vlhkosti půdy, tak i přímo v terénu při výzkumu závlah v Tišicích u Mělníka. Měření jsme pak vyhodnotili graficky.

Půda v Tišicích se vytvořila na diluviálních náplavech a ve svrchních horizontech je tvořena většinou jílovitě hlinitým pískem. Specifická váha půdy se pohybuje kolem 2,5, pórovitost mezi 40–50 % a absolutní vodní kapacita kolem 30 %. Bod vadnutí (vypočtený podle Solnaře) pohybuje se kolem 8–10 %. Půdní reakce je slabě alkalická s poměrně vysokým obsahem humusu ve svrchních vrstvách (2–4 %).



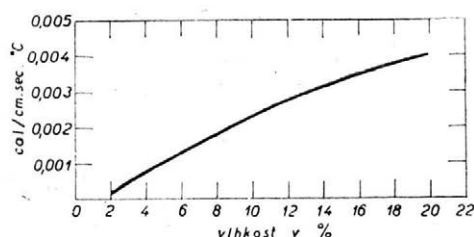
1. Tepelná kapacita půdy v Tišicích při různých vlhkostech

Na diagramu 1 vidíme vzestup objemové tepelné kapacity půdy v Tišicích u Mělníka zvyšováním její vlhkosti. Půda suchá má specifické teplo (tepelnou kapacitu) $0,22 \text{ cal/cm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ a půda dostatečně zavlažená $0,94 \text{ cal/cm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$. Tepelná vodivost tišické půdy pohybuje se od $0,002 \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ při suchém stavu, do $0,004 \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ ve stavu zavlaženém. Z diagramu 2 vidíme, že tepelná vodivost rychle stoupá ovlhčením suché půdy, později při vyšší vlhkosti, stoupá již pomaleji.

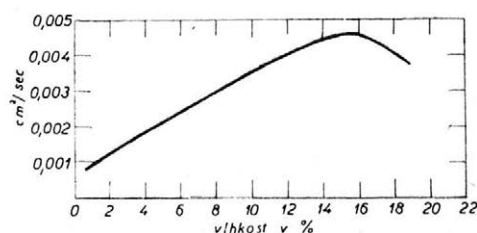
Od tepelné vodivosti, která je mírou vedení tepelné energie rozeznáváme teplotní vodivost, pomocí níž posuzujeme, jak se v půdě vyrovnávají teplotní rozdíly, tj. jak vede teplotu.

Koeficient teplotní vodivosti půdy vyjadřuje vzájemnou souvislost tepelných dějů v půdě. Maximum teplotní vodivosti půdy v Tišicích nastává při vlhkosti

půdy kolem 15 %. Vyšší vlhkostí se koeficient teplotní vodivosti snižuje, takže při vlhkosti půdy 18 % je stejný koeficient teplotní vodivosti jako při vlhkosti 12 % (diagram 3). Tento zjev je pro půdy specifický. Při počáteční vlhkosti půdy vzrůstá koeficient teplotní vodivosti velmi rychle, při větší půdní vlhkosti nastává pak jeho pokles, takže může nastat i stav, že suchá půda může mít stejnou



2. Tepelná vodivost půdy v Tišicích při různé vlhkosti



3. Teplotní vodivost půdy v Tišicích při různé vlhkosti

teplotní vodivost jako půda vlhká. Vzrůstáním koeficientu teplotní vodivosti půdy se zvětšuje denní amplituda teploty, avšak vzrůstáním tepelné kapacity vyšší vlhkostí se teplotní amplituda zmenšuje.

Souhrn

Bilance tepla v půdě a v přízemním vzduchu je závislá velkou měrou na fyzikálním stavu půdy, na schopnosti tepla v půdě rozvádět a akumulovat. Tyto vlastnosti vyjadřujeme koeficienty tepelné a teplotní vodivosti a specifickým teplem (tepelnou kapacitou) půdy. Hlavní význam má vzájemný poměr obsahu vody a vzduchu v půdě.

Pro stanovení thermických charakteristik půdy (tepelné a teplotní vodivosti a tepelné kapacity) použili jsme metody Čudnovského, spočívající v pozorování rychlosti přenosu dodaného tepla určitou vrstvou půdy. Metoda je velmi jednoduchá a použitelná jak v laboratoři, tak i přímo v terénu.

Přesnost Čudnovského metody je však omezena zejména velmi obtížným stanovením vzdálenosti mezi zdrojem tepla a měrným čidlem teploměru. Tato vzdálenost (kolem 2 cm) uvažuje se v základním vzorci povýšena na druhou, a je tedy zřejmo, že i milimetrová chyba měření vzdálenosti velmi značně ovlivní výsledek. Zkreslený výsledek může být dále způsoben i různou fyzikální skladbou tenké (2 cm) půdní vrstvy v jednotlivých bodech měření. Tyto nepřesnosti měření jsme se snažili vyloučit opakováním měření jak ve stejném místě, tak i na různých místech vyšetřované půdy. Na diagramech jsou vyjádřeny tepelné charakteristiky půdy v Tišicích u Mělníka při různé její vlhkosti.

Literatura

1. Korolkov E. D.: Teplovaja melioracija prizemnovo klimata. Moskva 1955.
- 2. Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství, Praha 1954.
- 3. Sapožnikova S. A.: Mikroklimat i mestnyj klimat. Leningrad 1950.
- 4. Vorobjev S. A. a kol.: Rukovodstvo k laboratorno-praktičeskim zanjatijam po zemledeliju. Moskva 1951.

Физическая тепловая характеристика почвы

Баланс тепла в почве и в приземном воздухе зависит по большей части от физического состава почвы, от ее способности распределять и накапливать тепло. Эти свойства почвы мы выражаем коэффициентами теплопроводности и температуропроводности, а также специфическим теплом (теплоемкостью). Главное значение имеет взаимоотношение между содержанием воды и воздуха в почве.

Для определения термических характеристик почвы (теплопроводности, температуропроводности и теплоемкости) был применен метод Чудновского, заключающийся в наблюдении скорости передачи тепла, доставленного определенным слоем почвы. Метод является очень простым и легко применим как в полевых условиях, так и в лаборатории.

Точность метода Чудновского, однако, ограничена, в особенности благодаря весьма затруднительному определению расстояния между источником тепла и ртутным шариком термометра. Это расстояние (около 2 см), приводимое в основных формулах, при вычислении вышеназванных коэффициентов возвышается в квадрат, из чего следует, что даже миллиметровая ошибка, сделанная при измерении этого расстояния, в значительной мере влияет на результат наблюдения.

Искаженный результат может быть далее вызван и разным физическим составом тонкого (2 см) почвенного слоя в отдельных точках измерения. Эти неточности измерений мы стремились исключить повторением измерений как на одном и том же месте, так и на разных местах исследуемой почвы.

На диаграммах показаны тепловые характеристики почвы в Тишицах возле Мельника при ее различной влажности.

Physikalische Wärmecharakteristik des Bodens

Die Wärmebilanz im Boden und in der bodennahen Luftschicht ist in großem Maße vom physikalischen Stand des Bodens, von der Fähigkeit die Wärme im Boden zu leiten und zu akkumulieren abhängig. Diese Eigenschaften äußern wir durch die Koeffizienten der Wärme- und Temperaturleitungsfähigkeit und durch die spezifische Wärme (Wärmekapazität) des Bodens. Die hauptsächlichste Bedeutung liegt im gegenseitigen Verhältnis des Wasser- und Luftgehaltes im Boden.

Für die Bestimmung der thermischen Bodencharakteristik (der Wärme- und Temperaturleitungsfähigkeit und Wärmekapazität) haben wir die Čudnovski-Methode angewendet, die in der Beobachtung der Übertragungsgeschwindigkeit der gelieferten Wärme in einer bestimmten Bodenschichte besteht. Die Methode ist sehr einfach und kann wie im Labor so auch direkt im Terrain angewendet werden.

Die Genauigkeit der Čudnovski-Methode ist jedoch namentlich durch die äußerst schwierige Bestimmung der Entfernung zwischen der Wärmequelle und dem Thermometer begrenzt. Diese Entfernung (um 2 cm) wird in der Grundformel auf das Quadrat erhöht erwogen und es ist daher klar, daß auch nur ein Millimeterfehler der Entfernungsmessung das Ergebnis ganz bedeutend beeinflusst. Ein unrichtiges Ergebnis kann weiter auch durch eine verschiedene physikalische Zusammensetzung der dünnen (2 cm) Bodenschichte in den einzelnen Meßpunkten verursacht werden. Wir haben versucht, diese Messungsungenauigkeiten durch wiederholte Messungen am gleichen Ort und auch an verschiedenen Orten des untersuchten Bodens auszuschneiden. In den Diagrammen sind die Wärmecharakteristiken des Bodens in Tišice bei Mělník bei verschiedener Bodenfeuchtigkeit dargestellt.

Vliv textury půdy na agregaci při umělém strukturotvorném procesu

Влияние механического состава почвы на агрегацию при искусственном
структурообразовательном процессе

The Effect of the Soil Texture on the Aggregation in the Artificial Process of Genesis
of Soil Structure

Inž. Miroslav KUTÍLEK, kandidát technických věd

Ústav vodohospodářské padologie, katedra meliorací fakulty inženýrského stavitelství
v Praze

Došlo dne 28. X. 1958

Úvod

V posledních letech je věnována zvýšená pozornost možnostem dosažení půdní struktury umělým způsobem. Jako agregčních činidel bývá nejčastěji používáno různých umělých polymerů a kopolymerů, jako příklad jmenujme: Krilium (sodná sůl polyakrylové kyseliny), Verdickungsmittel AN ($\text{Na} - \text{NH}_4 -$ polyakrylát), VAMA (směs hydroxydu vápenatého a kopolymeru vinylacetátu a methylesteru maleinové kyseliny) aj. Podle dosavadních zkušeností se uvedená agregční činidla (a mnohá další) v podstatě osvědčovala. Podstatnou nevýhodou však je příliš vysoká cena, např. 1 libra krilia (firma Monsanto Chemical Co, St. Louis, Missouri) stojí v USA 2 dolary. Při použití i minimální dávky 0,01 % krilia na váhu zeminy ve vrstvě 10 cm docházíme k příliš vysokým nákladům. Proto je agregčních činidel v praxi používáno zatím pouze při boji s erozí, v zahradnictví, při úpravě povrchu hřišť apod. V některých případech by pravděpodobně bylo možné použít agregčních činidel při boji s půdním škraloupem v závlahových melioracích.

Ve výzkumu v oboru umělého strukturotvorného procesu se dále intenzivně pokračuje, jak je zřejmé z posledních prací Kačinského (4), Fiedlera (2) a dalších.

Při použití agregčních činidel zůstává dosud nevyřešenou otázka, jak se tato činidla osvědčují při agregaci půd o různé textuře. K tomuto problému nalézáme zatím pouze tvrzení W a h h a b a (6), že vyšší agregace bylo dosaženo pomocí krilia u půd obsahujících větší množství jílových částic. Naproti tomu H a g i n a B o d m a n n (3) zjistili, že v případě umělých vzorků (písek + bentonit, alternativně písek + kaolinit) při zvyšování obsahu uvedených jílových minerálů se množství agregátů $> 0,25 \text{ mm}$ zvyšovalo jen po určité mez (2,5–5 % obsahu jílových minerálů) a při dalším vzrůstu obsahu uvedených jílových minerálů se množství agregátů snižovalo. Jako agregčního činidla používali preparátu CRD - 186.

Předložená práce si klade za cíl přispět k vyřešení otázky o vlivu textury půdy na agregaci a na stabilitu agregátů při použití agregačních činidel. Bylo použito uměle připravených vzorků o různé textuře a stejném mineralogickém složení, neboť kdyby bylo použito přirozených vzorků o různé textuře z různých lokací, byly by výsledky ovlivněny rozdílným mineralogickým složením, rozdílným obsahem a kvalitou humusu atd. Jako agregačního činidla bylo použito polymethakrylátu draselného, jehož kladný vliv na zlepšení půdní struktury byl již dříve dokázán (5).

Výsledky předložené práce lze potom aplikovat jako výsledky modelového pokusu na přirozený strukturotvorný proces.

Příprava vzorků a metodiky

Jako materiálu pro umělou přípravu vzorků bylo použito zeminy z A₁-horizontu středoevropské hnědozemě na spraši, lokace Nebušice u Prahy. Údaje zrnitostního rozboru jsou uvedeny v tabulce. V jílové frakci převažují jílové minerály typu montmorillonitu.

Původní vzorek byl středně humózní, neutrální reakce.

Z původního vzorku byly po mechanické preparaci (máčení, vaření, odstranění organických látek 6% H₂O₂) získány plavením a dekantací následující zrnitostní frakce: 2,0–0,1 mm, 0,1–0,05 mm, 0,01–0,002, < 0,002 mm. Tyto frakce byly v určitých poměrech přidány k původnímu vzorku, zbavenému humusu (6% H₂O₂); aby bylo dosaženo důkladného promíšení a vzájemného spojení zeminy s frakcemi, byly nové, umělé vzorky (a) promíšeny za sucha, (b) zvlhčeny asi na vlhkost rovnou maximální kapilární kapacitě a promíšeny ve vlhkém stavu, (c) pozvolna vysušeny a rozdrceny podobně, jako při přípravě jemnozemě.

Zrnitost takto uměle připravených vzorků byla stanovena a je uvedena v tabulce I.

Umělé vzorky byly poté preparovány agregačním činidlem — polymetakrylátem draselným v množství 0,1 % na váhu na vzduchu vyschlého vzorku. Polymetakrylát draselný byl vpravován ve formě roztoku, množství vody přibližně odpovídalo 80 % maximální kapilární kapacity vzorku.

Když bylo dosaženo agregace vzorků, byly provedeny makro- a mikroagregátové rozbor. Makroagregátové rozbor byly prováděny proséváním na vzduchu vyschlého a kapilárně zvlhčeného vzorku ve vodě. Mikroagregátové rozbor byly prováděny pipetováním v destilované vodě podle Kačinského s přihlédnutím k pórovitosti mikroagregátů, jež má vliv na sedimentační rychlost mikroagregátů [podle A s t a p o v a (1)]. Pro stanovení stability mikroagregátů byly provedeny také mikroagregátové rozbor v prostředí 0,1 n NH₃. Výsledky těchto rozborů jsou uvedeny v tabulce I.

Závislost mezi makroagregací a texturou půdy

Makroagregátovými rozbor (proséváním) byly získány hodnoty jednotlivých agregátových frakcí až do průměru agregátů 0,2 mm. Hodnoty jednotlivých frakcí byly sečteny a jsou udány v tabulce I jako obsah makroagregátů > 0,2 mm v procentech.

Nejprve byla hledána závislost mezi makroagregací, tj. obsahem agregátů > 0,2 mm a texturou půdních vzorků. Na milimetrovém grafickém papíru byly na osu x vynášeny hodnoty obsahu jednotlivých frakcí a na osu y hodnoty makroagregace.

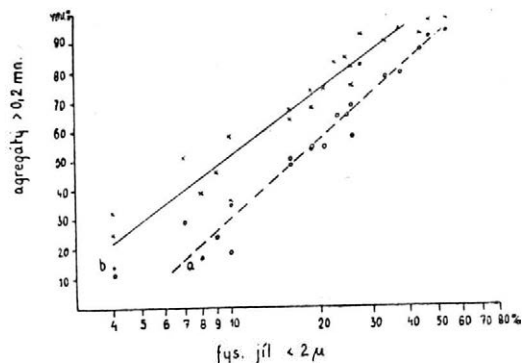
I. Výsledky mechanických a agregátových analýz vzorků

Vzorek	Zrnitost				Agregátový rozbor množství agregátů v procentech			
					prosévání < 0,2 mm		pipetování < 0,002 mm	
	< 0,002 mm	0,002–0,01 mm	0,01–0,05 mm	0,05–2 mm	a	b	H ₂ O	v 0,1 n NH ₄
	%				%			
č. 1	3,9	46,1	35,7	14,3	14	32	0,9	3,3
2	4,0	11,8	20,6	63,6	11	25	1,0	3,6
3	7,3	16,6	19,6	56,5	29	51	1,1	4,6
4	8,1	19,0	62,3	10,6	17	39	1,1	5,6
5	8,8	23,5	26,1	41,6	24	46	2,6	4,5
6	9,9	25,3	53,0	11,8	19	36	1,6	4,3
7	10,4	25,8	30,2	33,6	35	58	1,9	6,2
8	15,7	28,9	34,3	21,1	48	66	2,1	6,9
9	16,2	51,6	23,0	9,2	50	63	2,2	6,5
10	19,0	9,1	66,7	5,2	54	68	1,3	3,8
11	19,3	8,8	25,1	46,8	54	73	1,4	7,6
12	21,1	25,2	44,0	9,7	54	74	2,8	8,6
13	22,8	11,0	29,0	37,2	65	83	1,4	8,5
14	25,5	11,6	57,0	5,9	65	84	3,8	4,8
15	25,9	13,2	33,9	27,0	58	74	2,2	4,1
16	26,0	40,0	25,5	8,5	68	81	1,8	4,1
17	28,0	27,3	33,1	11,6	82	92	3,1	6,6
18	34,2	18,5	22,2	25,1	77	90	1,7	5,8
19	38,3	9,9	45,6	6,2	79	95	1,3	8,8
20	44,6	11,0	17,2	27,2	86	91	1,8	6,3
21	47,9	13,4	32,5	6,2	91	97	3,1	3,2
22	55,0	12,1	27,9	5,0	93	97	2,7	4,9
původní	13,2	33,3	38,5	15,0				
a) prosévání suchého vzorku pod vodou								
b) prosévání kapilárně zvlhčeného vzorku pod vodou								

1. Závislost makroagregace na obsahu fyzikálního jílu

a — suchá zemina

b — kapilárně zvlhčená zemina



Bylo dokázáno, že neexistuje závislost mezi makroagregací a obsahem těchto zrnitostních frakcí: 2,0–0,05 mm; 0,05–0,01 mm; 0,01–0,002 mm. Jednotlivými body v milimetrovém grafickém papíru není možné proložit křivku.

Mezi makroagregací a obsahem půdních částic $< 0,01$, příp. $< 0,002 \text{ mm}$ byla zjištěna nelineární závislost. V prvním případě se tato závislost projevuje až ve vzorcích o obsahu částic $< 0,01 \text{ mm}$ nad asi 35 %. Rozptýl bodů v grafickém papíru kolem proložené křivky je znatelně vyšší než v případě druhém, kdy byla zjištěna vyhovující závislost mezi makroagregací a obsahem jílových částic ($< 0,002 \text{ mm}$). Tato závislost byla proto graficky znázorněna na semilogaritmickém papíru (obr. 1). V daném papíru bylo lze proložit jednotlivými body přímkou pomocí koeficientu regrese. Přímka a platí pro suchou zeminu, prosévanou pod vodou, přímka b platí pro zeminu kapilárně zvlhčenou a poté prosévanou pod vodou.

Zjištěné přímky v uvedeném grafickém papíru zobrazují exponenciální funkci

$$x = m \cdot n^y \quad (1)$$

Pro snadnější numerické vyhodnocení lze potom psát

$$y = a \log x + b \quad (2)$$

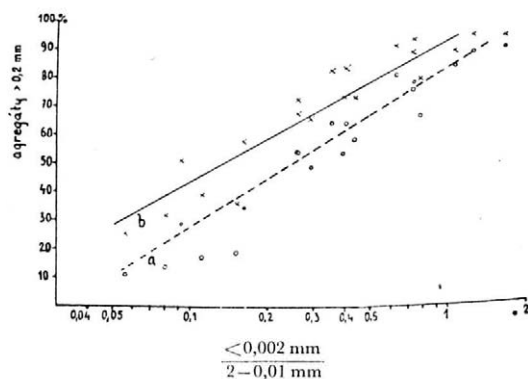
kde y je množství makroagregátů $> 0,2 \text{ mm}$ v procentech, x obsah fyzikálního jílu v procentech, a , b koeficienty.

Pro vzorek na vzduchu vyschlý je $a=87,5$, $b=-58$, funkce platí v mezích (6, 11) a (55, 94). Pro kapilárně zvlhčený vzorek platí táž obecná rovnice (2) s koeficienty $a=73,1$, $b=-22,4$ v mezích (4, 22) a (40, 95).

Dále byla zjištěna vyhovující závislost mezi makroagregací a poměrem frakce fyzikálního jílu a frakcí prachu + písku, tj.

$$\frac{\text{procenta částic } < 0,002 \text{ mm}}{\text{procenta částic } 2-0,01 \text{ mm}}$$

Závislost je znázorněna v semilogaritmickém papíru (obr. 2). Také v tomto případě platí obecná rovnice (2) s koeficienty $a=64,3$, $b=-28,9$ pro suchý vzorek, $a=56,8$, $b=-7,2$ pro kapilárně zvlhčený vzorek.



2. Závislost makroagregace na poměru obsahu částic

$< 0,002 \text{ mm}$

$2-0,01 \text{ mm}$

a — suchá zemina

b — kapilárně zvlhčená zemina

Pro srovnání rozptýlu jednotlivých bodů od proložené přímky bylo použito jako pomocné hodnoty koeficientu korelace pro daný semilogaritmický papír o modulu $\alpha=10$, $\beta=0,1$.

Hodnoty koeficientu korelace jsou tyto:

obr. 1, přímka a	$r_{xy} = 0,926$
obr. 1, přímka b	$r_{xy} = 0,955$
obr. 2, přímka a	$r_{xy} = 0,803$
obr. 2, přímka b	$r_{xy} = 0,799$

Z pomocných hodnot koeficientu korelace vyplývá, že pro danou obecnou rovnici (2) je menší rozptyl, a tím i přesnější závislost mezi makroagregací a poměrem obsahu částic $\frac{< 0,002 \text{ mm}}{2 - 0,01 \text{ mm}}$

Na obr. 1 a 2 je dále nápadné, že přímky v semilogaritmickém papíru, zobrazující vyšetřované závislosti, nejsou pro makroagregátový rozbor na vzduchu vyschlého a kapilárně zvlhčeného vzorku rovnoběžné. Již na první pohled je zřejmé, že bude existovat závislost mezi tzv. rozplývavostí makroagregátů a texturou půdy. Termínem rozplývavost agregátů budeme rozumět vztah:

$$R = \frac{m - n}{m} \cdot 100 \quad (3)$$

kde R je hodnota rozplývavosti v procentech, m množství makroagregátů $> 0,2 \text{ mm}$ v procentech, zjištěné proséváním ve vodě vzorku kapilárně zvlhčeného, n množství makroagregátů $> 0,2 \text{ mm}$ v procentech, zjištěné proséváním ve vodě vzorku na vzduchu vyschlého

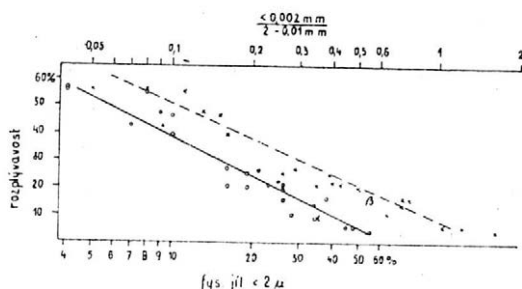
3. Závislost rozplývavosti makroagregátů na

α) obsahu fyzikálního jílu (plná čára)

β) poměru obsahu částic

$$\frac{2 - 0,01 \text{ mm}}{0,002 \text{ mm}}$$

(čárkovaná čára)



Na obr. 3 je proto zobrazena závislost mezi hodnotou rozplývavosti a obsahem fyzikálního jílu, případně poměrem obsahu částic $\frac{< 0,002 \text{ mm}}{2 - 0,01 \text{ mm}}$. S přibývajícím obsahem jílových částic v půdě se snižuje hodnota rozplývavosti, ubývá relativního množství agregátů, stabilních sice ve vlhkém stavu, avšak rozpadajících se v suchém stavu po ponoření do vody. Vztah mezi hodnotou rozplývavosti a obsahem fyzikálního jílu lze i v tomto případě vyjádřit obecnou rovnicí (2), kdy hodnotou y rozumíme rozplývavost agregátů.

Vztah mezi mikroagregací a texturou půdy

Pro zhodnocení mikroagregátového stavu zeminy nelze operovat přímo s hodnotami, zjištěnými mikroagregátovým rozbořem. Nejčastěji se pro zhodnocení mikroagregátového stavu zeminy buď srovnávají křivky zrnitosti (zjištěné texturálním rozbořem) s křivkami agregace (zjištěné mikroagregátovým rozbořem), nebo se používá tzv. koeficientu disperznosti podle Kačinského. Totoho druhého způsobu jsem použil v této práci. Koeficientem disperznosti se rozumí následující hodnota K_D :

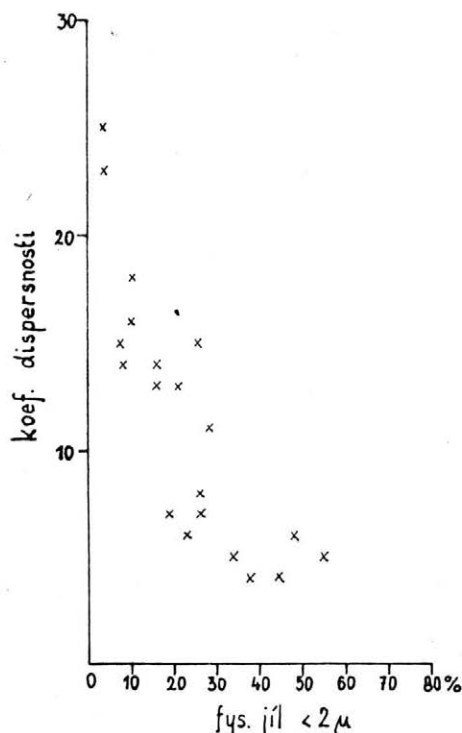
$$K_D = \frac{A}{M} \cdot 100\% \quad (4)$$

kde A je množství částic $< 2 \mu$, zjištěné mikroagregátovým rozbořem, M množství částic $< 2 \mu$, zjištěné mechanickým (texturálním) rozbořem, tedy fyzikální jíl.

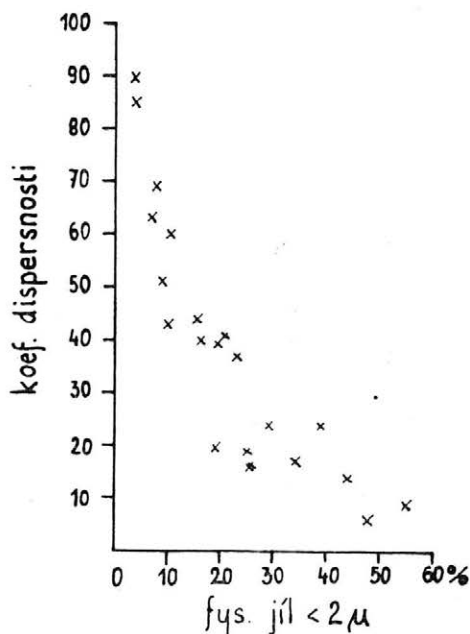
Opět byla zjišťována závislost mezi texturou půdy a hodnotami koeficientu disperznosti. Bylo zjištěno, že existuje pouze závislost mezi koeficientem disperznosti

sti a obsahem fyzikálního jílu, zobrazená jako rozptylový graf na obr. 4. Podobná závislost byla zjištěna i mezi koeficientem disperznosti a poměrem obsahu částic $\frac{< 0,002 \text{ mm}}{2-0,01 \text{ mm}}$. Kolísání obsahu ostatních frakcí při stejném obsahu fyzikálního

jílu nemá prokazatelný vliv na hodnotu koeficientu disperznosti. Se vzrůstem obsahu fyzikálního jílu klesá hodnota koeficientu disperznosti, zvyšuje se tedy stabilita mikroagregátů. Závislost ovšem není lineární.



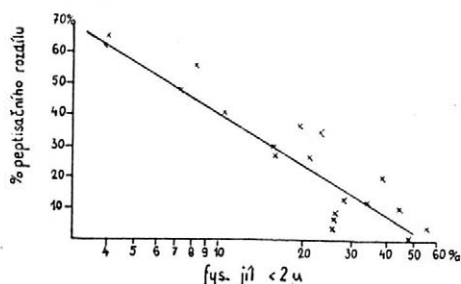
4. Rozptylový graf závislosti koeficientu disperznosti na obsahu fyzikálního jílu, mikroagregátový rozbor prováděn ve vodě



5. Rozptylový graf závislosti koeficientu disperznosti na obsahu fyzikálního jílu, mikroagregátový rozbor prováděn v 0,1 n NH_3

Zároveň byl stanoven mikroagregátový stav zeminy v prostředí 0,1 n NH_3 . Ze zjištěných hodnot byl spočítán koeficient disperznosti a zjištěna jeho závislost

na obsah fyzikálního jílu v zemině, (viz rozptylový graf na obr. 5). Vztah mezi obsahem fyzikálního jílu a koeficientem disperznosti je v tomto případě užší. Výrazněji se projevuje vliv fyzikálního jílu na stabilitu mikroagregátů. Pro ově-



6. Závislost procenta peptizačního rozdílu na obsahu fyzikálního jílu

ření této domněnky byla spočítána hodnota procenta peptizační rozdílu, tj. hodnoty PR :

$$PR = \frac{A - A'}{M} \cdot 100\%$$

kde A je množství částic $< 2 \mu$, zjištěné mikroagregátovým rozbořem ve vodě, A' množství částic $< 2 \mu$, zjištěné mikroagregátovým rozbořem v prostředí $0,1 \text{ n NH}_3$, M množství částic $< 2 \mu$, zjištěné mechanickým (texturálním) rozbořem, tj. fyzikální jíl.

U této hodnoty PR byla sledována závislost na obsahu fyzikálního jílu v zemině. Bylo zjištěno, že mezi oběma hodnotami existuje exponenciální vztah, vyjádřený obecnou rovnicí (1), v níž hodnotou y rozumíme hodnotu PR . Tento vztah je znázorněn v obr. 6. S přibývajícím obsahem fyzikálního jílu v zemině podstatně klesá účinek dispergenčního prostředku a zmenšuje se procentuální množství rozpadlých mikroagregátů, čili zvyšuje se stabilita mikroagregátů v daném prostředí.

Souhrn

Pro objasnění otázky o vlivu textury půdy na agregaci při použití agregačního činidla byl sledován vztah mezi agregací, stabilitou struktury a texturou půdy. Bylo použito uměle připravených vzorků o různé textuře a stejného mineralogického složení; jako agregačního činidla bylo použito polymetakrylátu draselného. Závěry této práce jsou platné především pro půdy typu středoevropské hnědozemě. Lze však předpokládat, že zobecněné formulace, vyslovené v tomto souhrnu, mají platnost obecnou.

Bylo zjištěno, že se stoupajícím obsahem fyzikálního jílu stoupá množství mikroagregátů. Vzájemná závislost je nelineární, lze ji vyjádřit exponenciální rovnicí (1). Ještě užší vztah byl zjištěn mezi makroagregací a poměrem obsahu částic $\frac{2-0,01 \text{ mm}}{< 0,002 \text{ mm}}$ v půdním vzorku. Také stabilita makroagregátů se podstatně zvyšuje při vzrůstajícím obsahu fyzikálního jílu, případně se vzrůstem hodnoty poměru obsahu částic $\frac{< 0,002 \text{ mm}}{2-0,01 \text{ mm}}$.

V poměrech mikrostrukturních se projevil vliv stoupajícího obsahu fyzikálního jílu na snížení hodnoty koeficientu disperznosti. Vztah mezi oběma hodnotami je také nelineární. Se vzrůstem obsahu fyzikálního jílu podstatně stoupá stabilita mikroagregátů a zvyšuje se stabilita mikroagregátů i v prostředí obsahujícím dispergenční činidlo.

Literatura

1. Agrochimičeskije metody issledovanija počv. A N SSSR, Moskva, str. 215-216, 1954. — 2. Fiedler H. J.: Die Beeinflussung physikalischer Bodeneigenschaften durch anorganische und natürliche organische Bodenstruktur-Verbesserungsmittel. Wiss. Zeitschr. Univ. Jena 6 (3/4), 187-198, 1956/57. — 3. Haggins J., Bodman G. B.: Influence of the polyelectrolyte CRD - 186 on aggregation and other physical properties of some California and Israeli soils and some clay minerals. Soil Science 78 (5) 367-378, 1954. — 4. Kačinskij N. A.: Priroda mecha-ničeskoj pročnosti i vodopročnosti počvennoj struktury v svjazi s ee genezisom. Věstník Mosk. univ. 13, (1), 3-13, 1958. — 5. Kutílek M.: Vliv městských odpadních vod na půdní strukturu. Kandidátská disertační práce. Praha 1956. — 6. Wahhab A.: Effect of a synthetic polyelectrolyte on the physical, chemical, biological and agronomic aspects of some Punjab soils. Soil Science, 81, 139-151, 1956.

Влияние механического состава почвы на агрегацию при искусственном структурообразовательном процессе

Для объяснения вопроса о влиянии механического состава почвы на агрегацию при применении агрегатного химического реагента — структора (агрегатора) почвы — производились наблюдения над соотношением между агрегацией, стабильностью структуры и механическим составом почвы. При этом были использованы искусственно приготовленные почвенные образцы разного механического, но одинакового минералогического состава; в качестве агрегатного химического реагента-структора (агрегатора) почвы — был применен калиевый полиметакрилат.

Выводы, сделанные на основании настоящей работы, действительны прежде всего для буроземных почв Средней Европы. Можно, однако, предполагать, что обобщение формулировки, высказанные в настоящем заключении, будут иметь общее значение.

В результате наших исследований было установлено, что с повышающимся содержанием физического ила (частицы почвы с поперечником меньше 2 микрон) повышается количество почвенных макроагрегатов. Взаимная зависимость в этом случае не является линейной; ее можно выразить показательным уравнением (1), смотри рисунок № 1.

Еще более узкая корреляция была установлена между почвенной макроагрегацией и отношением почвенных частиц

$$\frac{\text{частицы менее } 0,002 \text{ мм}}{2 - 0,01 \text{ мм}} \text{ в почвенном образце (рис. № 2).}$$

Также стабильность почвенных макроагрегатов существенно повышается при увеличивающемся содержании физического ила или же с возрастанием величины, выражающей отношение частиц

$$\frac{\text{частицы меньше } 0,002 \text{ мм}}{2 - 0,01 \text{ мм}} \text{ (рис. № 3).}$$

В отношениях микроструктуры почвы проявилось влияние повышающегося содержания физического ила на снижение величины коэффициента дисперсности (рис. № 4). Отношение между обеими величинами также нелинейное.

С возрастанием содержания физического ила существенно повышается стабильность почвенных микроагрегатов и повышается стабильность почвенных макроагрегатов и в среде, содержащей дисперсионный химический реагент (рис. 6).

The Effect of the Soil Texture on the Aggregation in the Artificial Process of Genesis of Soil Structure

In order to clear up the question of the effect of the soil structure on the aggregation when using the soil conditioner there was being followed the correlation between aggregation, structure stability and soil texture. There have been used the artificially prepared soil samples of various textures and of the same mineralogical composition; as the soil conditioner there has been applied K-polymethacrilat. The conclusions arrived at in this work are valid before all for soils of the Middle European Brown soil type. It is possible, however, to presuppose that the generalized formulations expressed in this summary have a common validity.

It was established that, with the increasing content of clay particles (particles < 2 μ) there increases also the quantity of macroaggregates. The mutual dependence is non-linear and can be expressed by an exponential equation (1), see Fig. No. 1. A still closer relation has been established between the macroaggregates and the particles ratio content $\frac{< 0,002 \text{ mm}}{2 - 0,01 \text{ mm}}$ in the soil sample (Fig. No. 2). The stability of microaggregates, too, increases substantially with the increasing content of clay particles, eventually with the rise of the particles ration value

$$\frac{2 - 0,01 \text{ mm}}{< 0,002 \text{ mm}} \text{ (Fig. No. 3).}$$

In the microstructural ratios there has manifested itself the effect of the increasing content of clay particles on the lowering of the dispersion coefficient (Fig. No. 4). The relation between the both values is also non-linear. With the increase of the clay particles content the stability of microaggregates also rises essentially and the stability of macroaggregates rises, too, in the environment containing the dispersion agent (Fig. No. 6).

K metodice izolace půdních mikroorganismů, rozkládajících organofosfáty

V. V. KOTELEV

Institut půdy Moldavské pobočky AV SSSR

V procesu rozkladu organických sloučenin v půdě hraje základní úlohu skupina enzymů — fosfatáz. Jsou schopny rozkládat organické fosfáty, tak zaujímají důležitou roli v biodynamice půdy. Mnohými autory (1—4) bylo dokázáno, že v půdě jak s umrtvenou, tak se živou mikroflórou dochází k aktivnímu rozkladu organofosfátů. V půdě bylo nalezeno značné množství enzymů a také hodně fosfatáz (5).

K stanovení fosfatázové aktivity mikroorganismů při výsevu půdní suspenze na agarizovanou živnou půdu používáme poněkud pozměněné, dříve již popsané metodiky (5), ve které používáme fenolftaleinfosfátu sodného. Přednosti této kolorimetrické metody spočívají v tom, že stanovení fosfatázy se může konat za přítomnosti jakéhokoli množství minerálního fosforu v prostředí.

K izolaci půdních mikroorganismů, které produkují největší množství fosfatázy byla používána tato metodika.

Půdní navážka byla vysévána na potřebnou živnou půdu (MPA, škrob-amylázové prostředí, sladinkový agar nebo prostředí Čapka), a to v takovém ředění, aby kolonie vyrostly odděleně jedna od druhé (4—6 ředění). Jakmile kolonie vyrostly, byla miska zalita tenkou vrstvou pufového prostředí s fenolftaleinfosfátem sodným. Misky byly stavěny na 24—48 hodin do lednice, potom byla fosfatáza zjišťována svlažením vnitřní strany povrchu misky 2—3 kapkami amoniaku. Amoniak difunduje v prostředí, dává s uvolňujícím se fenolftaleinem červené zbarvení v místech, kde se vyloučila fosfatáza. Takovouto cestou se zjistilo, že některé kolonie se ukázaly silně zbarvené, jiné zase bezbarvé, což ukazuje na rozličnou fosfatázni aktivitu půdních mikroorganismů.

Příprava prostředí s fenolftaleinfosfátem sodným: připraví se 0,1 n roztok chloridu amonného, k roztoku přidáme 0,1 % síranu hořečnatého, 0,05 % octanu sodného a 0,7 % čistého (promytého) bílého agaru. Agar se rozpustí ve vodní lázni a roztok se ochlazuje na 45—50° C, potom k němu přidáváme 0,1 % fenolftaleinfosfátu sodného, předběžně rozpuštěného v menším množství destilované vody (2—5 mm).

V pokusech, které jsme uskutečnili, se ukázalo, že půda rhizosféry některých rostlin obsahuje větší množství bakterií, rozkládajících organofosfáty. Půda vzata mimo rhizosféru obsahuje menší množství bakteriálních skupin, rozkládajících tyto sloučeniny. Zvláště je bohatá těmito mikroorganismy rhizosféra motýlokvetých rostlin. Získané výsledky obsahuje tab. I.

K stanovení fosfatázni aktivity půdy bylo námi použito následující metodiky.

I. Fosfatázni aktivita rhizosféry a nerhizosféry mikroflory

Místo odběru půdního vzorku k rozboru	Celkové množství mikroorganismů na 1 g kořenů v tisících	Množství kolonií, jež projevují fosfatázni aktivitu	
		celkem v tisících	% kolonií z celkového množství
1 Rhizosféra pšenice	8.200	1.000	12
2 Půda mimo rhizosféru	2.000	100	5
3 Rhizosféra ječmene	7.000	680	9
4 Půda mimo rhizosféru	3.000	120	4
5 Rhizosféra fazolu	14.600	2.000	14
6 Půda mimo rhizosféru	5.200	300	5,7
7 Rhizosféra hrachu	18.200	3.600	20
8 Půda mimo rhizosféru	4.100	280	6,8
9 Rhizosféra vojtěšky	22.000	3.800	17
10 Půda mimo rhizosféru	5.200	400	7

Do Petriho misek byla rozlita agarizovaná živná půda s fenolftaleinfosfátem sodným, připravena výše popsaným způsobem. Půdní vzorek, prosetý 0,5 mm sítí, byl smíšen v nevelkém množství (1–2 g) na podložním sklíčku s několika kapkami destilované vody až do těstovitého stavu. Tato masa se dobře uhladila špachtlí na sklíčku ve vrstvě 2–3 mm. Z takto získané vrstvičky se vyřízl korkovrtem kroužek, který se kladl na prostředí v misce a lehce přimáčkl, tak aby se vtlačil do polotuhého prostředí.

Do Petriho misek se vkládaly 4 takového bloky, získané z půdy. Misky se zakryly a uložily do lednice na 48 hodin, potom byl zjišťován fenolftalein zakápnutím povrchu zmíněného media několika kapkami amoniaku.

Kolem půdních bloků se objevují červené zóny. Měřením jejich průměrů je možno posoudit fosfatázni aktivitu různých půd. Získané výsledky jsou patrné z tabulky II.

II. Fosfatázni aktivita některých půd v rhizosféře a mimo rhizosféru

Pojmenování půdy a místo odběru	Průměr červenající zóny v milimetrech
1 Černozem v rhizosféře	25
2 Černozem mimo rhizosféru	17
3 Šedozem v rhizosféře	32
4 Šedozem mimo rhizosféru	26
5 Červenozem v rhizosféře	18
6 Červenozem mimo rhizosféru	17
7 Lesní hnědozem v rhizosféře	20
8 Lesní hnědozem mimo rhizosféru	15

Z tabulky je patrné, že půda rhizosféry je aktivnější než půda mimo rhizosféru. Také různé typy půd se od sebe vzájemně odlišovaly svou fosfatázni aktivitou.

Literatura

1. Rogers H. G.: Soil Sci, 54, 439, 1942. — 2. Dyer W. I., Wrenshall C. L.: Soil Sci, 51, 323, 1941. — 3. Pearson R. W., Norman A. G., Hoch: Soil Sci. Soc. Am. Proc. 6, 168, 1941. — 4. Weissflog I. und Mengdahl H. Planta 19, 182, 1933. — 5. P. A. Vlasjuk, K. M. Dobrotvorskaja i S. A. Gordienko: Doklady VASCHNIL, 3, 1957. — 6. N. A. Krasilnikov, V. V. Kotelev: DAN SSSR, 117, 5, 1957.

Vliv různého způsobu zaorání ústrojné příměsi na úpravu kapilárního potenciálu písčitého profilu

Влияние различного способа заправки органической примеси
на повышение капиллярного потенциала песчаного профиля

Der Einfluß verschiedener Einackerungsarten von organischen Beimischungen auf
die Verbesserung des kapillaren Potentials eines sandigen Profils

Inž. Jiří LHOTSKÝ,
Výzkumný ústav meliorací ČSAZV, Praha

Došlo dne 3. XI. 1958

Úvod

Melioraci máloúrodných písčitých půd v lesním hospodářství sledujeme zvýšením výnosu lesa na méně využitých nebo časem zdegenerovaných lokalitách, nebo rozšíření produkční plochy lesa na dosud neplodné písčiny. S výjimkou lužních oblastí podél velkých řek, často zaplavovaných, jde v případě lesních písčitých půd vesměs o nejchudší lesní stanoviště. Typickými příklady jsou váté pleistocenní písky nebo ještě více degradované písčité půdy na druhohorních nebo třetihorních geologických útvech, produkující ponejvíce čisté borové porosty s více méně nekvalitním až krnicím vzrůstem. Tento stav není žádoucí v době maximálních požadavků na lesní výrobu, ani se neshoduje s ctižádostí socialistického lesního hospodáře.

I když uvážíme všeobecně nízkou úrodnost těchto půd, došli jsme různými studiemi k poznatku, že nejčastější okolností, která způsobuje nedostatečnou produktivnost takových lesních půd, jsou jejich neuspokojivé vodní poměry. Platí to ovšem především pro čisté váté písky s hluboko položenou podzemní vodou, ale i pro hrubozrnné, velmi propustné písky, vzniklé z třetihorních nebo druhohorních sedimentů; navíc jsou vodní poměry těchto půd obvykle dále nepříznivě ovlivněny degradačními jevy (nadložní surový trouch, vyloužené vrstvy, stmelencová vrstva). Výrazně se pocituje nedostatečnost vodních poměrů písčitých půd při obnově porostů a ještě více při zalesňování holin. Tyto půdy je obvykle nutno před zalesněním podrobit melioračním zásahům ke zvýšení půdní úrodnosti. Pokud se tak ještě dnes — na úkor účinnosti zalesňovacích prací — všude neděje, stane se tak jistě v nejbližší budoucnosti.

V tomto pojednání jsou uvedeny některé poznatky ze studia vlhkostních poměrů hrubě písčité, degradované lesní půdy, zúrodněné před zalesněním mechanickým způsobem [orbou i dalšími agrotechnickými i jinými zásahy (6)]. Zde nám jde o studium působení zaorané ústrojné hmoty v lesní půdě, zejména o vliv různého

ného zaorání. V lesním hospodářství jde v nejjednodušším případě o zaorání původní vrstvy nadložního surového trouchu nebo vrstvy buřeně. Při nákladnějších melioracích přichází v úvahu zaorávka umělé vrstvy ústrojného nebo i jílnatého materiálu, ponejvíce rašeliny. Konečně tu může jít i o složité agrotechnické postupy s celou soustavou agrotechnických zásahů (orby, osevní postupy, podmítky atd.). Při melioraci chudých písků ústrojným materiálem jde ovšem nejen o zlepšení vlhkostního stavu, ale i — a to často především — o zvýšení její výživnosti. S ohledem na zlepšení vlhkostního režimu půdy nás zajímá nejen jakost zaorávaného materiálu, ale především také způsob jeho zapravení do půdy (zaorání ve vrstvách; stejnoměrné rozdiskování do vrchní vrstvy; dokonalé zpracování půdy a její obohacení humusem soustavou agrotechnických zásahů).

Dali jsme si v tomto pojednání za úkol přispět k osvětlení vlivu zaorávky ústrojné vrstvy na dynamiku vodních poměrů, zvláště na změny kapilárního potenciálu v okolních písčitých vrstvách. Je zřejmé, že dosah vlivu zaorané ústrojné hmoty na další vývoj půdního profilu je značný; stačí jmenovat jen vliv na půdotvorné pochody, kde má vlhkostní dynamika rozhodující význam (9). Lesníka bude také bezprostředně zajímat vliv této vrstvy na zásobování vláhou, na vzrůst zakládáných kultur a zejména na jejich zakořenění. Jinak je problematika tohoto způsobu meliorace lesních písčitých půd široká (nejvýhodnější hloubka, síla vrstvy, nejvhodnější materiál, způsob provedení aj.). Má také zásadní význam pro výživu založených kultur.

Metodika

Poznatky jsou z venkovní pokusné plochy VÚM v Okřešicích (LZ Bělá p. B.) a byly doplněny laboratorním pokusem. Písčitá půda v Okřešicích vznikla zvětráváním kvádrových pískovců z křídového útvaru a byla původně porostlá vřesem. Zavřesovatělá degradovaná holina byla zúrodněna komplexem melioračních opatření; jejich základem byla hluboká orba (6). Byl sledován vliv zaorávky nové ústrojné hmoty do půdy jako doplňujícího melioračního opatření. Jsou srovnávány v podstatě dva způsoby ve svém působení na vodní poměry a na průběh kapilárního potenciálu (sacího napětí) půdy: vrstevnatá zaorávka ústrojné příměsi naproti stejnoměrnému celoplošnému dispergování ústrojné příměsi v půdní vrstvě. První způsob byl proveden zaoráním buřeně, nadložního trouchu a v posledním případě vrstvy rašeliny. Druhý způsob představuje celoplošně zadiskovaná rašelina do vrchní půdní vrstvy a dále ovšem také profil, obohacený ve vrchní vrstvě dokonalou agrotechnikou půdy včetně různých osevních postupů.

K laboratorní rekonstrukci prvního způsobu byl použit stejný materiál (písek z horizontu C lokality, Okřešice).

V terénu byla zjišťována vlhkost odběrem vzorků kovovými Kopeckého válečky obsahu 100 ccm z kopaných sond během léta 1957 a 1958, a to do hloubky 60 cm fyziologického profilu. Podrobně byla zjišťována vlhkost zaorané ústrojné vrstvy a písčitých vrstev v její bezprostřední blízkosti. Z těchto vzorků bylo také stanoveno číslo hygroskopičnosti (V_h), obsah ústrojných látek a výpočtem kapilární potenciál v jednotlivých vrstvách (ze vzorce $CP = -50\,000 \frac{V_h^3}{H^3} \text{ cm}$). Při

laboratorním ověření se písek s vrstvou rašeliny nejprve dvakrát silně ovlhčil a pak se nechal za venkovních podmínek vysychat vlastním vztlínáním a výparem z povrchu.

Analytická část

Všimněme si nejprve celkové charakteristiky dvou základních způsobů obohacení chudé písčité lesní půdy o ústrojnou příměs. Je to jednak způsob vrstevnaté zaorávky a jednak způsob celoplošného stejnoměrného zpracování ústrojné příměsi do minerální půdní vrstvy. Technicky jde v prvním případě o brázdovou orbu meliorované písčité půdy, kdy je bez dalšího zpracování vrstevnatě zaorána ústrojná hmota nadložního surového trouchu, buřene, případně vrstva ústrojného hnojiva (např. rašeliny). Je to častý případ při mechanické melioraci písčitých lesních půd, zvláště degradovaných. Druhý případ nastane např. při vícenásobném hlubokém zdiskování zorané půdy, samostatným opakovaným zpracováním diskovým pluhem, frézováním do hloubky a samozřejmě také soustavným obděláváním. Při těchto postupech je původně zaoraná ústrojná vrstva, případně další zapracovávaná ústrojná hmota jemně rozptýlována v minerální půdě.

Zdůrazňujeme, že zde chceme osvětlit pouze úzký vliv těchto dvou různých způsobů zapracování obohacující hnojivé ústrojné příměsi do písčité lesní půdy, a to na vodní režim fyziologického profilu. Nebudeme se zde také zabývat celým technologickým postupem mechanické meliorace degradovaných lesních písčitých půd (kde je např. základní hluboká orba nutným a samozřejmým předpokladem meliorace), ale jen touto úzkou částí — totiž způsobem smíšení ústrojné příměsi s pískem a jeho vlivem na kapilární potenciál, případně další vlhkostní činitele písčitého profilu.

Celková charakteristika

K následující celkové charakteristice jsme použili průměrů maximální kapilární kapacity (v procentech obj.) ve dvou vrstvách fyziologického profilu (0—30 cm, 30—60 cm) meliorované písčité lesní půdy a průměrů okamžité vlhkosti těchto vrstev v průběhu roku 1957. Hloubka 30 cm je totiž zhruba hranicí výrazného působení humusové příměsi.

I. Měsíční srážky a teploty v roce 1957. (Stanice VÚM Hamr nad Jezerem)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	1957
Srážky mm	15,9	37,2	108,6	20,0	70,4	54,3	190,6	70,4	83,9	7,5	37,7	30,5	727,0
Teplota vzduchu °C	-0,37	3,07	7,97	10,62	14,24	22,30	21,83	18,64	13,68	10,88	5,28	3,66	10,9

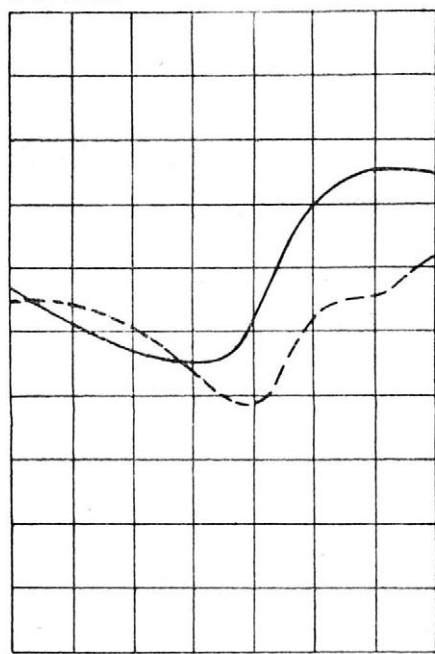
Průměrný stav vlhkostních poměrů během jednoho vegetačního období ukazuje mírnou výhodu pro druhý způsob (stejnoměrné smíšení). Jak absolutní, tak i relativní hodnoty jsou zde vyšší: maximální kapilární kapacita o 8,6 % ve vrstvě 0—30 cm, kdežto v hlubší vrstvě je téměř stejná, a okamžitá vlhkost o 11,6 % ve vrstvě 0—30 cm a o 5,2 % ve vrstvě 30—60 cm. Relativní vlhkost u tohoto druhého způsobu rovněž první způsob převyšuje, a to ve vrchní vrstvě fyziologického profilu o 2,7 % a ve spodní vrstvě o 4,7 %.

Z diagramu 1 vypočítáváme i další ovlivnění fyzikálních pochodů růzností zkoušených způsobů: Minimum relativní vlhkosti ve spodní fyziologické půdní vrstvě patří suchému období koncem června a začátkem července 1957 (jelikož

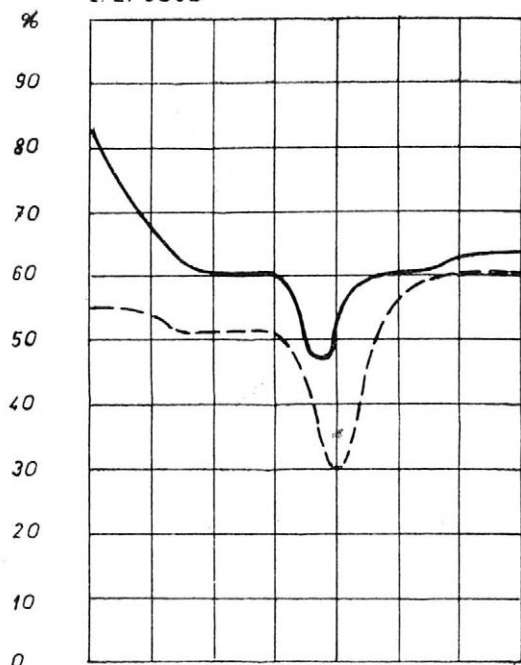
však vzorky byly odebrány těsně po prvních deštích, byly již vrchní vrstvy ovlhčeny výrazně, kdežto spodní byly ještě pod vlivem minuvšího sucha).

Stejněměrně a jemně rozptýlená ústrojná příměs udrží podle téhož diagramu více jarní vláhy než jednorázová vrstva (myšleno v celoprofilovém průměru). Vrstva sice zadržuje mnoho vláhy, ale pouze sama v sobě.

1. ZPŮSOB



2. ZPŮSOB



RELATIVNÍ VLHKOST

———— 0-30 CM VRSTVA - 30-60 CM - - - -

1. Relativní vlhkost v roce 1957 (průměry). Pro oba způsoby: 1. způsob — vrstevnatá zaorávka, 2. způsob — stejnoměrné zapravení, je znázorněn průběh poměru vlhkosti k maximální kapilární kapacitě půdy ve vrstvě jednak 0—30 cm a jednak 30—60 cm. Průběh tohoto poměru je vyjádřen v procentech podle měsíců vegetačního období

Ve spodní vrstvě fyziologického profilu se projevuje vrstevnatá zaorávka brzdícím vlivem jak pro vnikání srážek (vrstva je zadržuje), tak i pro vzlinání a výpar (vysychá pouze písek nad vrstvou ústrojné hmoty). Vzlinání a výpar z povrchu budou naopak vyšší u druhého způsobu stejnoměrného zapracování, neboť jemně rozptýlená ústrojná příměs zvyšuje vzlinání a přechod mezi vrchní a spodní fyziologickou vrstvou je více méně stejnoměrným rozptýlením ústrojné příměsi nenáhlý a spojitý. Proto je také minimum po červnovém suchu v roce 1957 u druhého způsobu hlubší a hodnoty relativní vlhkosti obou částí fyziologického profilu sladnější.

Souvislé vrstevnaté zapravení může do určité míry udržet vláhu i na úkor povrchového výparu, neboť je plynulý zdvih vzlináním zespodu touto vrstvou přerušen, protože rozhraní mezi vrstvami je ostré; obtížnost kapilárního spojení mezi dvěma prostředními o různém průměru kapilár je dostatečně známa. Současně

II. Roční průměry maximální kapilární kapacity a okamžité vlhkosti v % obj. k sušině

1. způsob (vrstevnatá zaorávka)

Vrstva <i>cm</i>	Maximální kapilární kapacita	Okamžitá vlhkost	Relativní vlhkost $R = H : K$ %
	% obj. k sušině		
0—30	20,54	12,94	63,00
30—60	15,10	7,90	52,31

2. způsob (stejněměrné zapracování)

Vrstva <i>cm</i>	Maximální kapilární kapacita	Okamžitá vlhkost	Relativní vlhkost $R = H : K$ %
	% obj. k sušině		
0—30	22,31	14,44	64,72
30—60	15,17	8,31	54,77

tentýž zjev může znamenat nebezpečí přesušení vrchní vrstvy, jakož také omezení pohybu vláhy za vyšším sacím napětím písčitých vrstev.

Základní poznatek z diagr. 1 je, že vrstevnaté zapravení ústrojné hmoty do půdy napomáhá k rychlému zásobování těchto ústrojných vrstev vodou a k jejímu zadržení v nich. Jejich vlastní vysoká vlhkost působí vyrovnávacím vlivem na průměr celé půdní vrstvy za výrazného sucha. Naopak druhý způsob stejnoměrného zapracování do mocnější minerální vrstvy se jeví dynamičtější. Takto obohacená vrstva udrží (v průměru na celou vrstvu) absolutně vyšší množství jarní vláhy, a to i po delší dobu. Během vegetace je však citlivější k výkyvům klimatických činitelů.

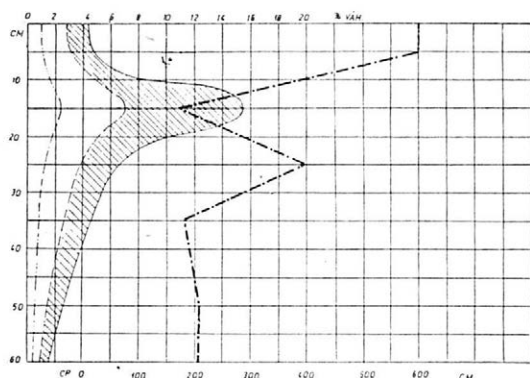
Kapilární potenciál

Vyšetřovali jsme otázku, jak v konkrétních podmínkách propustných písčitých půd ovlivňuje způsob zaorávky ústrojné hmoty dynamiku půdní vláhy a ovšem jak se tento vliv projevuje na základních fyziologických procesech vysazených dřevin. Půdní vláha se pohybuje s míst o nižším na místa s vyšším kapilárním potenciálem, která jsou současně místy s větším odporem sacímu napětí kořenů. Šlo nám především o to, zda v extrémně suchém období nepřivodí vrstevnatá zaorávka ústrojné hmoty takový stav, který by byl fyziologickým procesům lesní kultury nepříznivý. Šlo nám tedy o to, jaký je průběh, kde je a jak je vysoké maximum kapilárního potenciálu neboli jaký je průběh sacího napětí v půdním profilu.

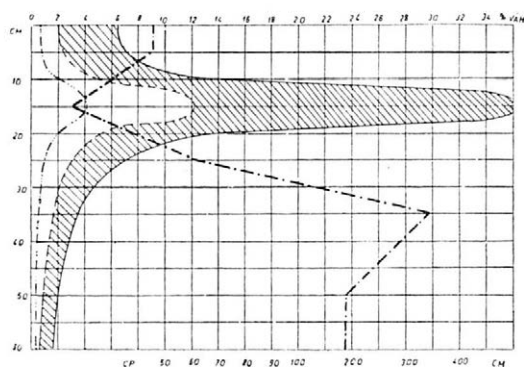
Byla vyšetřena řada půdních profilů zúrodněných zkoušenými způsoby i původní degradovaný profil. Nejtypičtější z nich uvádíme.

Z analýz znázorněných uvedenými diagramy vyplynulo, že v žádném z normálních případů nebylo maximum kapilárního potenciálu ve vrstvě s ústrojnou příměsí. Naopak ústrojná příměs v kterékoliv podobě snižuje za normálních, v přírodě běžných podmínek, sací napětí půdy — a to především ve své vlastní vrstvě. V některých případech bylo znatelné snížení sacího napětí (kapilárního potenciálu) zjištěno i ve vrstvách písku bezprostředně přilehlých k zaorané ústrojné

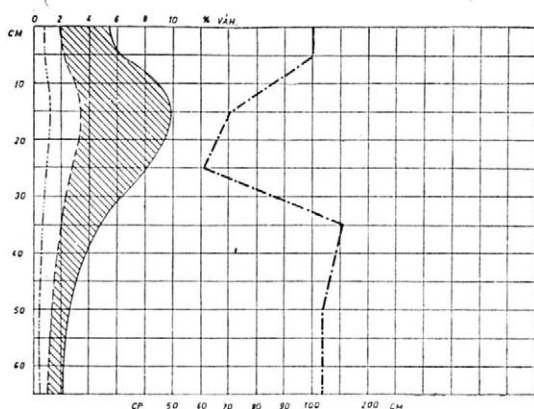
vrstvě (tj. bezprostředně do 5 cm). Tento zjev záleží zřejmě na okamžitém stavu relativní vlhkosti, neboť snížení bylo v části vyšetřovaných případů menší a v části větší než snížení ve vlastní ústrojné vrstvě. Tato závislost by jistě zasluhovala podrobného prozkoumání. V našem případě jsme zjistili zásadní vztah: kladný vliv ústrojné vrstvy (příměsi) na snižování sacího napětí půdy v téže a případně v nejbližší (do 5 cm) přilehlých vrstvách.



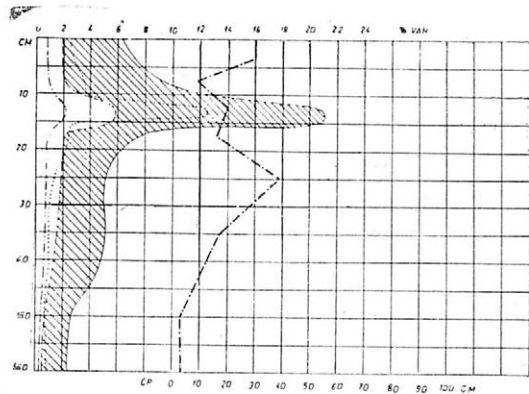
2. Stav vodních poměrů v písčitém profilu lesní půdy, způsobený zaoráním vrstvy rašeliny na suché lokalitě (Okřešice 20. 8. 1958), (svisle - hloubka v centimetrech, vodorovně - vodní hodnoty v procentech váhových a kapilární potenciál CP v cm vodního sloupce o průměru 1 cm)



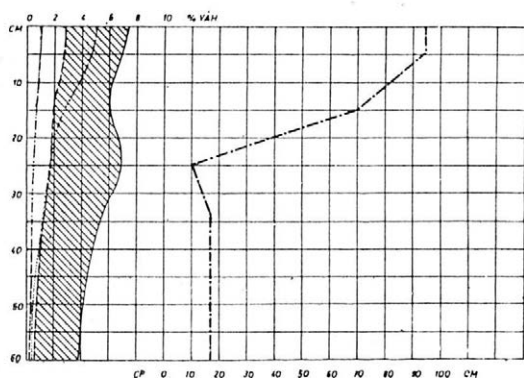
3. Stav vodních poměrů v písčitém profilu lesní půdy, způsobený zaoráním vrstvy rašeliny na čerstvé lokalitě. (Okřešice 20. 8. 1958)



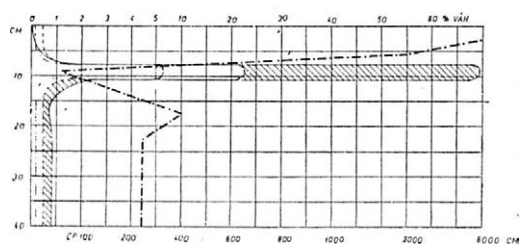
4. Stav vodních poměrů v písčitém profilu lesní půdy způsobený stejným zapravením příměsí rašeliny do vrchní vrstvy (Okřešice 20. 8. 1958)



5. Stav vodních poměrů v písčitém profilu lesní půdy způsobený běžným vrstevnatým zaoráním vrstvy nadložního trouchu a buřeně (Okřešice 16. 7. 1957)



6. Stav vodních poměrů v písčitém profilu lesní půdy způsobený stejnoměrným zapravením hmoty buřeně a její rhizosféry do půdy (Malacky 8. 10. 1957)



7. Laboratorní pokus s vlivem vložené vrstvy rašeliny na uspořádání vodních poměrů vrstvy písků

- číslo hygroskopicity (Vh) v % váh.
- kapilární potenciál (CP) v cm vodního sloupce Ø 1 cm
- 3 Vh v % váh.
- okamžitá vlhkost v % váh.
- % ústrojných látek
- dynamicky přístupná voda

Vycházíme-li z údajů kapilárního potenciálu, je ústrojná vrstva zásobárnou vláhy pro okolní písčité vrstvy s vyšším kapilárním potenciálem, kam směřuje podle zákona o napětí pohyb vody. Maximum sacího napětí půdy (kapilárního potenciálu) jsme zjistili ve všech vyšetřovaných případech pod ústrojnou vrstvou, nepočítaje ovšem těch několik málo případů (včetně laboratorního, kdy výrazným vysušením bylo způsobeno maximální napětí — maximum CP — v povrchové vrstvě pisku). I v těchto vysušených profilech však byl zjištěn druhý vrchol (druhé maximum CP) potenciálové křivky v uvedené vrstvě pod ústrojnou příměsí. Hloubka maxima se pohybovala od 10 do 25 cm pod ústrojnou vrstvou. Tato vzdálenost bude opět závislá na okamžitém stavu všech fyzikálních činitelů, konstantních (zrnatost, maximální kapilární kapacita) i proměnlivých (relativní vlhkost, jakost a hloubka zaorávky, síla ústrojné vrstvy, intenzita výparu z půdy a transpirace aj.). Maximum (resp. druhé maximum) sacího napětí pod zaoranou ústrojnou vrstvou vzniká jako jakýsi okamžitý podtlak (vláhové vakuum) pod brzdícím účinkem ústrojné vrstvy na pronikání srážek do hloubky. Srážková voda pronikající rychle písčitými vrstvami je ústrojnou vrstvou zadržena a teprve v určitém stavu relativního nasycení uvolňována mnohem pomaleji do spodních vrstev. Tento pochod je příčinou minima kapilárního potenciálu v ústrojné vrstvě a maxima pod ní. Souvisí s vododržností ústrojné hmoty.

Pro zachování srážkové vody v písčitých profilech je to ovšem blahodárný vliv. Méně příznivě se však tato výrazně vrstevnatá zaorávka ústrojné hmoty projevuje pro fyziologickou činnost sazenic, jak se ještě dále zmíníme. Kořeny mladých dřevin totiž se orientují cestou minimálního odporu a ovšem i přirozeným chemotropismem na tuto vrstvu, kde mají dostatek vláhy i výživy, a hloubkové zakořeňování je slabé. S tímto zjevem jsme se sice nesetkali pravidelně, ale poměrně často — zejména u sazenic. Cesty ke zmírnění těchto nepříznivých výkyvů kapilárního potenciálu pro zakořeňování sazenic jsou především ve způsobu zapravení ústrojné příměsi do půdy, dále (v případě vrstevnaté zaorávky) v síle a zejména v hloubce uložení ústrojné vrstvy. Je jisté, že ve větší hloubce budou výkyvy CP více tlumeny, jako ostatně všechny reakce na vnější vlivy. Rozhodne-li se lesní hospodář při melioraci písčité půdy pro vrstevnatou zaorávku ústrojné hmoty, bylo by namístě podrobné zvážení vlastností profilu, aby materiál, tloušťka vrstvy i hloubka zaorávky přinesly kladné výsledky. Hloubka vrstvy ve vyšetřovaných profilech je rozhodně nedostačující.*)

Je tu ovšem zásadní otázka vhodnosti vrstevnaté zaorávky v lesním hospodářství vůbec. V zemědělství ovšem vyhovuje a má úspěchy pro samotnou podstatu zemědělské výroby — jednoleté monokultury, většinou mělké zakořeňování a hlavně stejná hloubka zakořeňování. Tyto předpoklady však v lesním hospodářství nejsou.

Srovnáním průběhu křivky kapilárního potenciálu u více profilů jsme zjistili dvě základní formy průběhu CP. Je to vysušovací typ v suchém období a ovlhčovací typ v období se srážkami. Tyto dvě základní formy jsou představovány na jedné straně diagramem č. 2, resp. laboratorním pokusem pro suchou periodu a na druhé straně diagramem č. 3 pro vlhkou periodu. Zjišťujeme, že i v těchto

*) Mělká hloubka zaorávky (do 20 cm) na pokusné ploše nebyla zvolena úmyslně. Předpokládaná hloubka uložení rašelinové (i ostatní) ústrojné vrstvy byla 40 cm, avšak vlivem nedokonalého technického provedení ji nacházíme mnohem mělčeji. Je to jen důkaz, že je při všech úkonech třeba zajistit dokonalé technické provedení.

dvou protikladných případech tvoří maxima (resp. druhá maxima) kapilárního potenciálu hladinu v určité hloubce pod povrchem. Není bez zajímavosti zjištění, že tato hladina maxim CP ve všech vyšetřovaných profilech lokality Okřešice je v téže hloubce. Současně je to hloubka, kde se v původní degradované půdě sražela vrstva humusoželezitého stmelence. Tyto skutečnosti mají jistě souvislost, neboť dynamika půdní vláhy se rozhodně podílí na podzolizačních pochodech i tvorbě půdních novotvarů (9). Zde obsažené poznatky mohou tedy do určité míry přispět i k problému tvorby druhotných novotvarů v půdě, k problému tvorby stmelence koagulací vyluhovaných koloidů v určité vrstvě.

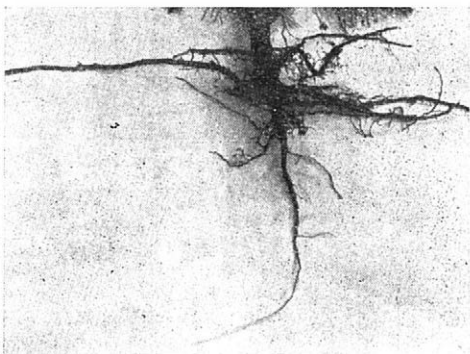
I když nebyly žádné destrukční pochody v meliorované půdě zatím zjištěny (4 roky po melioraci), nesmí se nebezpečí nové podzolizace podceňovat, a proto je třeba se vyvarovat všech zásahů, které mu přímo nebrání.

Dá se však předpokládat, že např. již uložení (zaorání) ústrojné vrstvy ve větší, příznivější hloubce by působení na průběh kapilárního potenciálu změnilo.

I když podzolizační pochody jsou zákonným procesem v určitých klimatických a půdních podmínkách, jsme přesvědčeni, že jim lze zamezit. Předpokladem je radikální odstranění výsledků jejich dlouholetého působení (orbou, vyrovnáním kyselosti aj.) a systematická změna podmínek, které k nim vedly a které ovšem možno změnit. Sem řadíme i správnou volbu doplňujícího zúrodnovacího opatření, kam patří také způsob zapravení zúrodnující ústrojné hmoty do půdy. Tento způsob může, při správném použití, výrazně změnit půdní podmínky ve prospěch výše uvedeného cíle.

2. způsob — celoplošné stejnoměrné promíšení

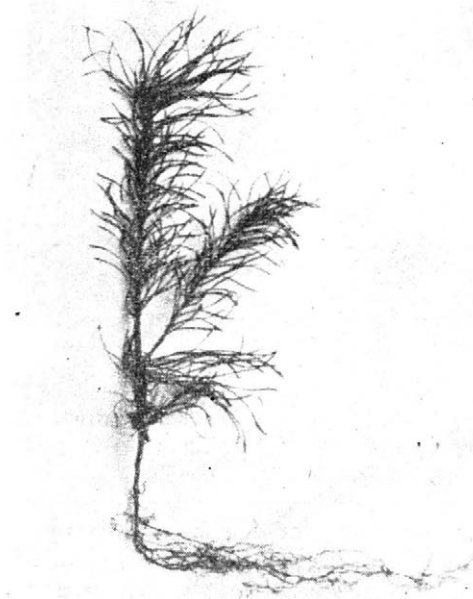
Kvalitativně se tento způsob ve svém vlivu na sací napětí půdy v profilu příliš neliší od předešlého. Je tu opět zásadní působení ústrojné hmoty na snižování kapilárního potenciálu obohacené vrstvy. Maximum potenciálové křivky nacházíme opět v příslušné hloubce pod obohacenou vrstvou. Rozdíly proti prvnímu způsobu jsou však kvantitativní: kolísání potenciálové křivky je tlumenější, vliv na snížení kapilárního potenciálu je širší v rozsahu celé obohacené vrstvy; ve vyšetřovaných profilech bylo i maximum, resp. druhé maximum uprostřed profilu relativně nižší. Toto platí pro podmínky lokality Okřešice. Srovnání s průběhem kapilárního potenciálu v profilu zúrodněných vátých písků (lokalita Malacky) ukazuje, že za tamních podmínek intenzivnějšího výparu jsou poměry poněkud odlišné; v zásadě však jde o podobný průběh potenciálové křivky jako u vysušovacího typu naší severočeské lokality, jen maximum CP pod obohacenou vrstvou humusem zde není výrazné. Na této lokalitě byla ústrojná příměs dokonale zapracována a stejnoměrně promíšena do 30 cm vrstvy s nenáhlým přechodem dospodu. Je samozřejmé, že v této oblasti semiaridního klimatu nenajdeme v normálních podmínkách v těchto půdách podzolizační jevy — vnucuje se tedy samo uvést do souvislosti nepřítomnost podzolizačních pochodů s nepřítomností



1. Deformace kořene 4leté borovice. Povrchové zakořenění a slabě vyvinutý kůlový kořen vlivem ústrojných vrstev pod povrchem (Okřešice).

maxima kapilárního potenciálu pod obohacenou vrstvou i s jeho odlišným průběhem v této vrstvě (výrazný vysušovací typ). Tolik k dřívějším úvahám o souvislosti průběhu CP s podzolizačními jevy.

Pro zakořenění lesních sazenic je tento způsob stejnoměrného smíšení ústrojné příměsi s minerální půdou příznivější, protože chybí výrazná vrstva, která by poutala mladé kořání přílišným přebytkem vláhy a výživy výhradně na sebe. Pro pronikající kořeny je také příznivější ten případ, kdy kapilární potenciál stále směrem do hloubky klesá, což podporuje žádoucí růst do hloubky (na příklad diagram 6 z lokality Malacky).



2. Vliv vrstevnaté zaorávky ústrojné hmoty na zakořenění sazenice sosny v prvním roce (Okřešice)

Při tomto způsobu jde dále o to, zda opět nevznikne v humidních oblastech nebezpečí vyluhovacích pochodů, když jemně dispergovaná, a tím i rychleji se rozkládající ústrojná hmota může být v podobě jemných částic nebo vznikajících humifikačních produktů nebo i produktů mineralizace snadněji splavována, což je podporováno i plynulou infiltrací srážkové vody. Máme za to, že zde záleží na dalších, hlavně chemických vlastnostech půdy. Na správném a dokonalém provedení a na správném dalším postupu při péči o půdu (např. promíšení do hloubky předpokládaných maxim CP, péče o stálou dostatečnou neutralizaci půdy, zákryt půdy, dostatečná příměs melioračních dřevin) záleží, aby tento způsob zvýšení úrodnosti propustných písků ústrojnou hmotou

měl jen příznivé předpoklady. Dobré zakořenění zakládané kultury je pro něj závažným důvodem.

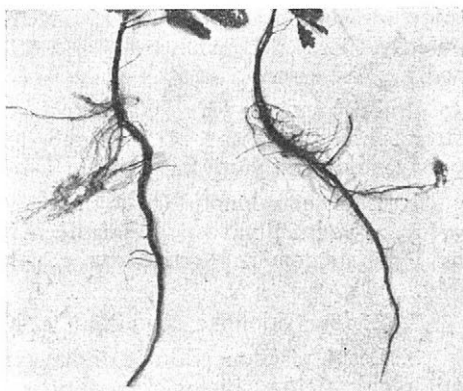
Z a k o ř e n ě n í

Kontrolou kořenových soustav u 3—4leté vysázené borovice a u 2—4letého vykladeného dubu letního jsme zjistili, že vrstevnatá zaorávka ústrojné příměsi způsobila v častých případech povrchové zakořenění, i když kúlový kořen nechybí vždy (zvláště u starších sazenic). V častých případech byl kúlový kořen jen slaběji vyvinut. Pro zakořenění na takto meliorované půdě má bezesporu význam i řada jiných okolností, především také způsob výsadby. Dub, který byl na zkoušené lokalitě vykladen, má zakořenění nepoměrně příznivější než sazenice borovice, i když deformace nechybí ani u něho. Znetvoření kořenového systému je způsobeno přebytkem vláhy a výživy, kterou mladé kořání nalézá v zaorané ústrojné vrstvě, jež je pro lesní dřeviny příliš mělká. Hlubší zaorávka by však byla stěží rentabilní, i když je předpoklad, že ve větší hloubce by již tam proniknuvší kořeny v dalším pronikání nezadržovala. Ve vrchní části fyziologického profilu je však pro maximální výživnost na překážku správného zakořenění. To po-

stihuje přirozeně všechno vlasové kořání, ale i hlavní kořeny, které sledují cestu nejmenšího odporu a zůstávají rovněž pod povrchem v této vlhké a výživné ústrojné vrstvě. O růst do hloubky se nesnaží tím spíše, že bezprostředně pod ústrojnou vrstvou narážejí na hladinu zvýšeného sacího napětí půdy (maximum CP). Záleží tu opět na celé řadě činitelů (citlivost druhu dřeviny, způsob zakořenění, intenzita geotropického růstu kořenů, hloubka ústrojné vrstvy, stáří kořenů aj.), což však nic neubírá na skutečnosti, že popsané jevy a jejich nepříznivé výsledky byly zjištěny.

V půdě, která byla obohacena ústrojnou hmotou stejnoměrným zapracováním po celé ploše, bylo shledáno zakořenění příznivé (lokalita Okřešice). Rovněž na pokusné lokalitě zúrodněných vátek písků pro zalesnění ja zakořenění kultury příznivější. Přestože je tato lokalita v úhrnu sušší, mají kultury relativně vyšší přírůst. To je způsobeno opět celou řadou činitelů — podle našeho názoru je v popředí vlivu na zakořenění — a tím i na přírůst — způsob zpracování půdy a promíšení ústrojné příměsi ve vrchní vrstvě fyziologického profilu. Zde bylo provedeno stejnoměrné zapracování nadložní ústrojné hmoty do hloubky 40 až 50 cm. Proto je průběh kapilárního potenciálu v tamním profilu příznivější, a to nikoliv absolutními hodnotami (neboť je dosti vysoký), ale vlastním průběhem (v zásadě ubývá směrem do hloubky, plynule klesá).

Tyto poznatky uvádíme zatím jen orientačně, vědomi si toho, že k přesnému závěru je třeba podrobná studie.



3. Dub vykladený ze žaludu zakořeňuje i přes vrstevnatou zaorávku příznivěji (Okřešice)

Souhrn

Na písčité lesní půdě, původně degradované a nyní meliorované komplexem biologických a technických opatření, byl přezkoušen vliv různého způsobu zapravení ústrojné příměsi do půdy. Šlo jednak o zaorávku původního nadložního surového trouchu včetně buřeně a jednak o zaorávku rašeliny, kterými bylo sledováno obohacení a zúrodnění písčité půdy. Zapracování ústrojné hmoty bylo provedeno zásadně dvěma způsoby:

1. jednorázovou zaorávkou na vrstvu
2. stejnoměrným promíšením s minerální půdou

Tyto dva způsoby jsme vyšetřili co do jejich působení na fyzikální vlastnosti půdního profilu i na zakořenění založené kultury. Ze zjištěné půdní dynamiky vláhy v různých obdobích a z průběhu sacího napětí půdy (kapilárního potenciálu) vyplynulo, že vrstevnatá zaorávka se nehodí pro lesní hospodářství, neboť způsobuje nepříznivý průběh kapilárního potenciálu v půdě a tím také nepřímou vadné zakořeňování sazenic. Naopak v půdě s celoplošným stejnoměrným promí-

šením ústrojné příměsi s půdou je dynamika sacího napětí půdy příznivější a taktéž i zakořenění.

Při obohacování písčité lesní půdy ústrojnou hmotou jde tedy o to, zapravit ji stejnoměrně do půdy aspoň na hloubku maximálních hodnot kapilárního potenciálu, které jsme zjistili na naší pokusné lokalitě do hloubky kolem 35 cm. Závěrem lze říci, že poznatky o působení různých způsobů zaorávky ústrojné hmoty v písčité lesní půdě i o zásadách správného provádění lze aplikovat i pro použití melioračních jemnozrnných materiálů, např. jílovitých (bahno, jíly, kaly apod.).

Praktický závěr tedy říká, že při zúrodnování písčitých lesních půd příměsí ústrojné hmoty, jakož i při melioraci těchto půd orbou, kdy se zaorává značná hmota nadložního surového trouchu a buřeně, je třeba dbát těchto zásad:

1. Ústrojnou hmotu (nebo jiný jemnozrnný meliorační materiál s účelem zvyšování vodní jímavosti propustných písků) zapravit do písčité lesní půdy tak, aby byla stejnoměrně promísená s pokud možno nejsilnější vrstvou minerální půdy.

2. Žádoucí hloubka promísení je 40–50 cm.

3. Lesní písčitou půdu je třeba zpracovat v kratším časovém rozpětí a zajistit rychle účinný biologický zákryt.

Literatura

1. Dolgov S. I.: Issledovanija podvižnosti počvennoj vlagi i jejo dostupnosti dlja rastenij. Moskva 1953. — 2. Jonáš F.: Příspěvek k otázce průběhu vlhkosti ve větrolamu v Obříství u Mělníka v roce 1954. Sborník ČSAZV Lesnictví 7, 1958, s. 569–584. — 3. Kozel J.: Vliv mechanické přípravy půdy a různých způsobů hnojení na průběh půdní vlhkosti degradovaných písků. Rukopis, 1958. — 4. Krontorád K.: Formy vody v některých lesních půdních typech. Sborník ČSAZV Lesnictví, 4, 1958, s. 257–282. — 5. Linser H., Pelikán D.: Über den Einfluß des Humusgehaltes und von Humusdüngemitteln an die Wasserkapazität von Böden. Bodenkultur, B. 9, H. 1, 1956, s. 16–26. — 6. Lhotský J.: Význam orby pro melioraci onemocnělých písčitých půd. Vědecké práce VÚZLM II, rukopis 1957. — 7. Mařan B., Lhota O.: Pohyb půdní vlhkosti v lese r. 1947. Práce výzk. úst. lesn. ČSR, sv. 3, 1954. — Nitzsch W.: Über Wasserbewegung und Porosität des Bodens und ihre Beziehungen zur Bodenbearbeitung. Berlin 1933. — 9. Pelíšek J.: Nové výzkumy o vzniku podzolových půd v lesních oblastech střední Evropy ve vztahu k biologii lesa. Sborník ČSAZV Lesnictví, 4, s. 479–492. — 10. Pelíšek J.: Klasifikace a charakteristika dynamiky půdní vlhkosti v lesních oblastech ČSR. Sborník ČSAZV Lesnictví, 8, 1958, s. 689–712. — 11. Rauhe K., Hesse M.: Über die Wirkung verschieden gelagerten Stalldüngers auf leichten und schweren Böden. I. Mitteilung. Z. Acker- u. Pflbau 102, 1957, s. 283–298. — 12. Slovickovskij V. L.: Vlijanije okulturovanija pěskov na rost sažencev sosny. Doklady ANSSSR, r. 117, č. 3, 1957, s. 515–518. — 13. Válek B.: Význam rašeliny pro zlepšování půd. Za soc. zem., 5, 1953, s. 502–507.

Влияние различного способа заправки органической примеси на повышение капиллярного потенциала песчаного профиля

На песчаной лесной почве, первоначально деградированной, а в настоящее время мелиорированной комплексом биологическо-технических мероприятий, было проверено влияние двух способов внесения органической примеси в почву. Речь шла о заправке первоначальной поверхностной сырой трухи, включая бурьян, или же о заправке торфа, целью которой было обогащение и повышение плодородия песчаной почвы.

Проведение этих мероприятий было двойное, а именно:

1. единовременная заправка на один слой,
2. равномерное смешение с минеральной почвой.

Оба способа были исследованы, что касается их влияния на физические свойства почвенного профиля. При этом было установлено, что слоистая заправка не годится для лесного хозяйства, потому что вызывает неблагоприятное протекание всасывающего напряжения (капиллярного потенциала) в почве, а тем самым косвенно вызывает дефектное закоренение семян.

Наоборот, в почве, с равномерным внесением органической примеси на всей площади, было установлено благоприятное закоренение. Максимальные величины капиллярного потенциала были найдены (кроме поверхности почвы) на глубине около 35 см, поэтому органическую примесь нужно вносить на глубину 40—50 см.

Сведения, полученные в результате нашего исследования, можно применить и для примеси болота, разных грязей и ила в проникаемые песчаные лесные почвы.

Мелиорированную почву необходимо без промедления закрепить биологическим покровом.

Der Einfluß verschiedener Einackerungsarten von organischen Beimischungen auf die Verbesserung des kapillaren Potentials eines sandigen Profils

Auf einem sandigen Waldboden, ursprünglich degradiertem und jetzt mit einem Komplex von biologisch-technischen Maßnahmen melioriert, wurde der Einfluß von zwei Einbringungsarten der organischen Beimischung in den Boden erprobt.

Es handelt sich um die Einackerung des ursprünglichen rohen Auflagerohhumus samt dem Waldunkraut resp. um die Torfeinackerung, womit die Anreicherung und Fruchtbarmachung des sandigen Bodens verfolgt wurde. Es wurde durchgeführt: 1. eine einmalige Einackerung auf die Schichte, 2. eine gleichmäßige Durchmischung mit dem mineralischen Boden.

Beide Formen haben wir auf ihre Wirkung auf die physikalischen Eigenschaften des Bodenprofils untersucht. Wir stellten fest, daß die Schichteneinackerung für die Forstwirtschaft nicht geeignet ist, denn sie verursacht einen ungünstigen Verlauf der Saugspannung (des Kapillarpotentials) im Boden und hiedurch indirekt eine

schlechte Einwurzelung der Setzlinge. Demgegenüber im Boden mit einer ganzflächigen gleichmäßigen Einbringung der organischen Beimischung wurde eine günstige Einwurzelung festgestellt. Die maximalen Werte des Kapillarpotentials haben wir (außer der Oberfläche) in einer Tiefe von 35 cm ermittelt, daher ist es notwendig, die organische Beimischung 40—50 cm tief durchzumischen.

Diese Resultate können auch für die Beimischung verschiedener Schlammarten und Tone in durchlässige, sandige Waldböden angewendet werden.

Dem meliorierten Boden muß rasch eine biologische Deckung gesichert werden.

Vliv lupiny na dusík a dusičnany v půdě ve větrolamu v Obržívě u Mělníka v letech 1954 — 1956

Влияние люпина на почвенный азот и нитраты в ветрозащитной лесной полосе
в Обржистви возле Мельника в 1954—1956 годах

Der Einfluß der Lupine auf den Stickstoff und die Nitrate im Boden im Waldschutz-
streifen in Obržívě bei Mělník in den Jahren 1954—1956

Inž. František JONÁŠ, kandidát zemědělských věd
Výzkumný ústav meliorací ČSAZV v Praze

Došlo dne 5. III. 1958

Úvod

Názory na jednotlivé faktory ovlivňující nitrifikaci a obsah nitrátů v půdě jsou často i protichůdné (1, 6, 7, 8). Z klimatických činitelů je největší význam připisován teplotě a srážkám. Tak např. Rheinwald (7) pokládá za rozhodující pro vznik nitrátů teplotu, zatím co velké srážky působí na obsah nitrátů v půdě negativně. Schönborn (8) pokládá za rozhodující pro zvýšení obsahu nitrátů z klimatických činitelů srážky a nikoliv teplotu. Většina autorů se však shoduje v tom, že existuje roční periodicitu ve vzniku nitrátů (1, 6, 8) tzv. *jarní maximum, letní minimum a podzimní menší maximum*. Tato periodicitu není podle mínění většiny autorů tak závislá na počasí, nýbrž na aktivitě nitrifikačních bakterií. Tak podle Schönborna (8) nastává maximum v dubnu, minimum v červnu a druhé maximum v říjnu. Vcelku však podle literárních údajů je v jednotlivých případech velmi těžké z dosažených výsledků určit, které vlivy působily na koncentraci nitrátů v půdě.

Na obsah nitrátů v půdě má vliv jednak dusíkaté hnojení, množství dusíku a humusu v půdě, jakož i mikrobiální život a reakce půdy. Koloběh dusíku je spojen s koloběhem uhlíku a je všeobecně známa skutečnost, že dusíkaté sloučeniny se uvolňují rozpadem uhlíkatých látek, což vede ke vzniku amoniaku. V kulturních půdách však přeměna dusíkatých sloučenin nezůstává na amoniaku, nýbrž pokračuje činností bakterií (nitratačních a nitrifikačních) až ke konečné fázi nitrifikace — nitrátům. Tento proces je projevem aerobních poměrů a neutrální reakce půdní (Blank, 1).

Cílem tohoto příspěvku není jen sledování obsahu nitrátů v půdě ve větrolamu, nýbrž též vlivu krycí meliorační kultury lupiny žluté (*Lupinus luteus*) na jejich vznik, se zřetelem na to, obohacuje-li lupina půdu dusíkem, resp. jeho nitrátovou formou.

Působením lupiny na obsah nitrátů v půdě se v poslední době zabývali Tamm a Schendel (9), kteří na základě svých pokusů došli k závěru, že lupina stejně jako ostatní rostliny nitráty přijímá, a že k zvýšení koncentrace

nitrátů v půdě dochází až v pozdějším období, kdy s nimi rostoucí neleguminózy již těžko mohou uvolňované nitráty využít (pracovali ve veget. nádobách).

V našem případě je pokus zaměřen na řešení vztahů mezi obsahem nitrátů v půdě a rostlinným krytem lupiny žluté, a to očkované a neočkované ve srovnání s kontrolní neporostlou plochou. Popis přírodně historických poměrů a charakteristika půdy pokusné plochy jsou uvedeny ve Sborníku Lesnictví č. 7./1958.

Část metodická

Klimatické údaje byly převzaty z mikrometeorologické staničky umístěné na sousedním větrolamu (vysázeného o rok dříve). Měření se konala třikrát denně a byly vypočítány průměrné hodnoty (teploty). Srážky byly měřeny srážkoměrem, výpar z vodní hladiny evapotranspirometrem podle Roneho. Vzorky pro stanovení vlhkosti půdy byly odebírány z hloubky od 0—100 cm ve vrstvách po 10 cm. V diagramech se uvádějí průměrné hodnoty. Vzorky k chemickým analýzám byly odebrány profilově v následujících vrstvách 0—5 cm, 5—10 cm, 10 až 20 cm a 20—40 cm.

Při chemických analýzách bylo použito těchto metodik: Obsah nitrátů byl stanoven kolorimetrickou metodou s použitím bruciinu jako indikátoru, upravené na půdní rozbor (10). Celkový obsah dusíku v půdě byl stanoven kjeldahlizací ve třech paralelních analýzách, bylo použito metody popsané v Praktiku fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství (10). Obsah uhlíku byl stanoven oxydimetricky — odměrně metodou Alten-Wandrowski-Knippenbergovou (10) třemi paralelními analýzami. Reakce půdy byla stanovena potenciometricky, a to ve vodním výluhu a výměnná ve výluhu *KCl*. Obsah přístupného draslíku byl stanoven metodou *Schachtschabelovou* (10) plamenometricky. Přístupná kyselina fosforečná byla stanovena podle *Egnera* (10) kolorimetricky.

Pokus byl založen v Obříství u Mělníka v podmínkách nově vysázeného větrolamu na jaře roku 1954 (výsadba byla provedena 19. III. 1954). Jelikož cílem bylo sledovat vliv lupiny žluté na dynamiku půdní vlhkosti a obsahu nitrátů, jakož i některých dalších chemických vlastností půdy, byl určitý úsek větrolamu rozdělen na tři pokusné plochy:

Plocha I (lupina očkovaná) probíhala od západního konce větrolamu v délce 100 m v celé jeho šíři. Na této ploše byla vyseta lupina, jejíž semeno bylo před vysetím očkováno aktivními formami hlízkových bakterií.

Plocha II (lupina neočkovaná) navazovala na konec plochy I a pokračovala v délce 100 m v celé šířce větrolamu.

Plocha III (neporostlá) navazovala na konec plochy II a nebyla délkově ohraničena. Na rozdíl od předcházejících ploch byla hnojena cukrovarskou šámou. Tato plocha nebyla oseta.

Celá plocha větrolamu byla na podzim roku 1953 (17. 12. 52) zorána hlubokou orbou. Na jaře roku 1954 byla usmykována a uvláčena. Sazenice lesních dřevin a keřů byly převážně vysázeny sázecím strojem. Lupinové plochy byly před vysetím urovnaný hráběmi a lupina byla vyseta jednořádkovým secím strojem na setí cukrovky tak, aby vzdálenost mezi jednotlivými řádky nebyla větší než 25—30 cm a mezi řadou sazenic a lupiny 30 cm.

Na podzim roku 1954 nebyla provedena podzimní orba. Plocha, kde byla vyseta lupina, byla na jaře roku 1955 zkypřena a lupina zaseta do rýžek vyrytých motýčkou, hlubokých asi 5 cm (zaseta byla 21. IV. 1955). V tomto roce byla oseta lupinou pouze plocha I. Plocha II sloužila jako srovnávací, jak dálece

se projevilo jednoleté pěstování lupiny na obsah nitrátů v půdě. Plocha III byla sledována stejně jako v roce 1954.

Na podzim roku 1955 byla ve větrolamu provedena hluboká orba v meziřadách sazenic. Lupina byla vyseta 29. III. 1956 do předem připravených rýžek (pět cm hlubokých) vyrytých motýčkou a semeno zavláčeno hráběmi. Sled osetí byl proveden stejně jako v roce 1955 pouze s tou změnou, že kontrolní plocha byla rozšířena o plošku II. A, na které byla pěstována lupina dva roky po sobě, aby bylo možno třetím rokem sledovat vliv dvouletého pěstování lupiny na vznik nitrátů v půdě.

Základní charakteristika pokusných ploch

Abychom si mohli učinit představu o některých chemických vlastnostech půdy a zásobě nejdůležitějších živin na jednotlivých plochách (plocha I, II a III) jsou stanovené rozborové údaje uvedeny v přehledu (tab. I).

I. Zásoba nejdůležitějších živin na počátku vegetačního období r. 1954

Plocha Ø 0-40 cm	mg/100 g zeminy		Poměr C : N	mg/100 g zeminy			pH akt. v H ₂ O	pH vým. v KCl	N příst. v mg/1 kg zeminy
	N	C		NO ₃	K ₂ O	P ₂ O ₅			
I	103	1.000	9,70	1,97	7,36	6,86	7,40	6,97	34,42
II	105	1.096	10,43	1,76	13,28	1,94	7,15	6,53	44,25
III	265	2.630	9,92	12,30	9,00	13,26	7,64	7,17	54,09

Hodnotíme-li zásobu živin jednotlivých ploch (tab. I) vidíme, že plochy I a II (jejich půda) mají podobnou zásobu dusíku a uhlíku. Pokud se týče přístupného dusíku, vykazuje nejmenší zásobu půda plochy I, která by vyžadovala dusíkaté hnojení [pod 40 mg příst. N/1000 g půdy (10)] na rozdíl od půdy ostatních ploch, které dusíkatého hnojení nevyžadují. Nejpříznivější zásoba P₂O₅ měla plocha III, protože obsahem 13,28 mg/100 g půdy řadí se k půdám s velmi dobrou zásobou přístupné kyseliny fosforečné (10). Na ploše I a zvláště pak na ploše II je velmi malá zásoba kyseliny fosforečné a půda by tedy vyžadovala fosforečného hnojení. Draslem je půda plochy I a III nedostatečně zásobena na rozdíl od plochy II, která je mírně zásobena (10). Uhlíčitany na ploše I a II nebyly v půdě obsaženy na rozdíl od plochy III hnojené šámostí. Reakce půdy byla neutrální až slabě alkalická, proto byly v půdě vhodné podmínky pro rozvoj mikroorganismů, vyžadujících neutrální reakci půdy (nitrifikační a hlízkové bakterie).

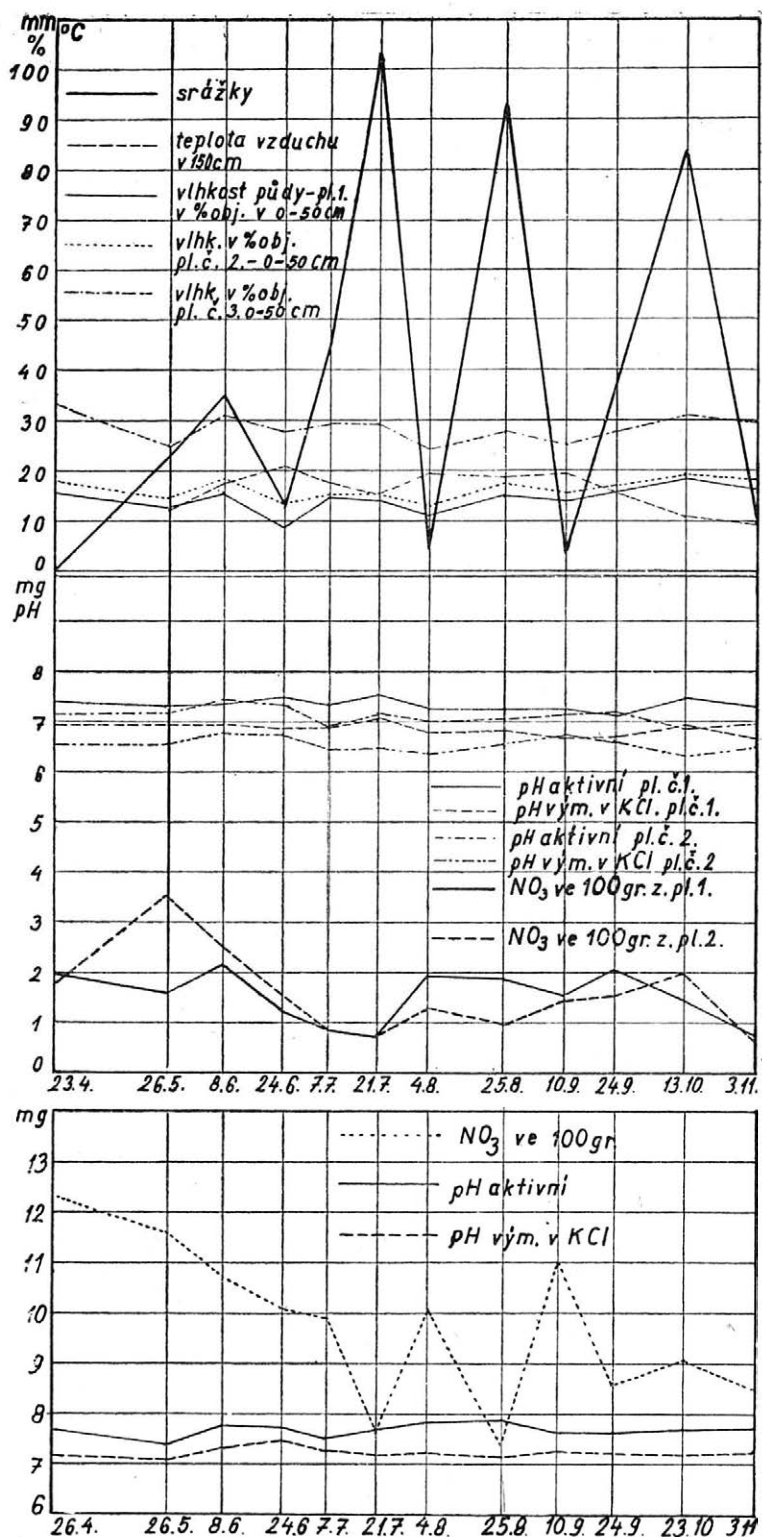
Hnojena byla pouze plocha III, a to cukrovarskou šámostí, ostatní plochy nehnojeny.

Některé ze stanovených chemických vlastností jednotlivých ploch jsou vynešeny na diagramu 1 (ve vrstvě 0-40 cm), na kterém jsou uvedeny i všechny ostatní potřebné údaje, mající význam pro zhodnocení sledovaných chemických vlastností půdy.

Část experimentální

Sledování obsahu nitrátů v roce 1954

Z diagramu 1 vidíme, že pokus probíhal na všech plochách v neutrálních podmínkách půdní reakce, tj. v optimu pro mikrobiologické pochody. Křivky pH jednotlivých ploch nevykazují podstatnějších výkyvů.



1. Dynamika nitrátů v roce 1954

Hodnotíme-li celkově průběh obsahových křivek nitrátů jednotlivých ploch, vidíme, že všechny tři křivky vykazují až na nepatrné výjimky, přibližně stejné znaky. Porovnáme-li křivku teploty, vidíme sice, že se vzestupem teploty na jaře stoupl i obsah nitrátů. V průběhu roku však není možno z tvaru křivky teploty a nitrátů odvozovat závislosti. Stejně je tomu tak i při zjišťování závislosti mezi obsahem vody v půdě (vyjádřeném v objemových procentech) a křivkami nitrátů. Porovnáme-li však křivku srážek a nitrátů, vidíme zde určité závislosti, které ovšem není možno zevšeobecňovat, protože závisí hlavně na časovém rozdělení srážek a na roční periodicitě nitrifikace.

Zhodnocení změn obsahu nitrátů na plochách lupinových (I a II)

Na těchto plochách je podstatně nižší počáteční obsah nitrátů, který nemohl být ovlivněn lupinovým porostem, nýbrž vyplývá z menší nitrifikační aktivity plochy II a I (v důsledku podstatně nižší zásoby energetického materiálu potřebného pro nitrifikaci). Vidíme, že plocha II až do 7. VII. 1954 vykazovala větší obsah nitrátů, než plocha I (viz diagram 1). Rozdíl nebyl způsoben tím, že by lupina na ploše I (očkovaná) měla menší požadavky na obsah nitrátů v půdě, ale bylo to dáno větší produkcí nitrátů na ploše II. K vyrovnání obsahu nitrátů došlo v období červencových (maximálních) srážek. Od této doby až do 24. IX. 1954 pozorujeme však, že lupina očkovaná snížila svoje požadavky na obsah nitrátů v půdě, patrně kryla svoji potřebu dusíkem, který byl pravděpodobně fixován hlízkovými bakteriemi. Hlízkové bakterie byly vyvinuty u 85 % všech rostlin (na kořenech), zatímco u lupiny neočkované pouze u 25 %. Proto byly vytvořeny předpoklady pro vzestup nitrátů na ploše I.

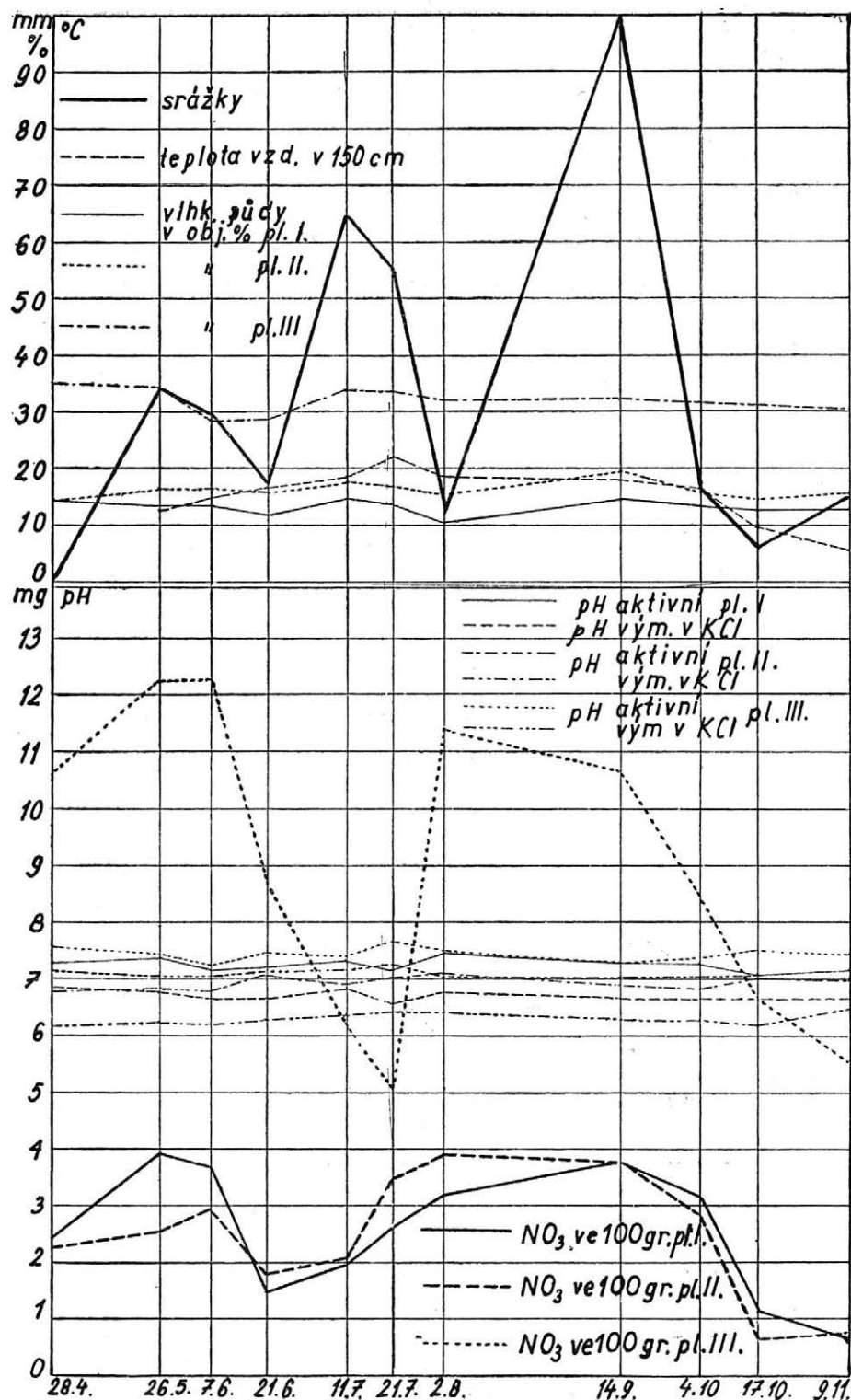
Zhodnocení změn v obsahu nitrátů na ploše III (kontrolní)

Jak vidíme z diagramu 1, vykazuje tato plocha mnohem větší obsah nitrátů v průběhu celého roku, proto nelze jejich obsah srovnávat s plochou I a II. Tento rozdíl je způsoben rozdílnými vlastnostmi fyzikálními (4) a chemickými, což se projeví i na nitrifikační aktivitě půdy plochy III.

V tabulce II jsou uvedeny rozdíly v obsahu jednotlivých prvků v sušině lupiny očkované a neočkované. Z tohoto srovnání plyne, že na ploše lupiny očkované

II. Obsah některých prvků v sušině lupiny v přepočtu na 1 ha v roce 1954

Plocha	Sušiny v g	Dusíku v kg	Uhlíku v kg	Drasla v kg	Kys. fos. v kg	Vápna v kg
I. (lupina očkovaná) nadzemní hmota	33,10	83,41	1.373	26,48	19,19	29,12
kořeny	6,20	12,77	243	stanovení neprovedeno		
I. (celkem)	39,30	96,18	1.616	—	—	—
II. (lupina neočkovaná) nadzemní hmota	27,00	59,13	1.112	21,60	15,66	23,76
kořeny	5,10	6,27	200	stanovení neprovedeno		
II. (celkem)	32,10	65,40	1.312	—	—	—



2. Dynamika nitrátů v roce 1955

bylo vázáno o 31 kg dusíku a 304 kg uhlíku (v sušině) více, než na ploše lupiny neočkované. To znamená, že provedené očkování semen lupiny před vysetím bylo rentabilní a lze je doporučit.

Sledování obsahu nitrátů v roce 1955

Průběh křivek obsahu nitrátů na jednotlivých plochách je vyneseno na diagramu 2. Křivky mají přibližně stejné charakteristické znaky lišící se pouze v absolutních číslech (viz diagram 2).

V roce 1955 se na ploše I a II obsah nitrátů ve srovnání s rokem 1954 podstatně zvýšil. Bylo to způsobeno patrně rychlou mineralizací slámy a kořenů lupiny, která byla ponechána na místě v předcházejícím roce. Podstatné zvýšení nastalo patrně také proto, že zelený lupinový porost v roce 1954 zamrzl, to znamená, že na podzim roku 1954 nemohlo již dojít k mineralizaci, ke které došlo až na jaře r. 1955. Jelikož mineralizace probíhala za neutrální reakce (viz diagram 2) na všech plochách muselo dojít k vzestupu obsahu nitrátů. Engel (2) konal pokusy s hnojením slámou a dokázal, že lupinová sláma podléhá rychle mineralizaci a následkem toho je půda rychleji obohacována nitráty, což bylo v tomto případě v polních podmínkách potvrzeno.

Porovnáme-li průběh křivek teploty a vlhkosti (v procentech obj.) s křivkou obsahu nitrátů, vidíme, že mezi nimi neexistovaly žádné zvláštní závislosti, stejně je tomu i s průběhem křivek pH . V jednotlivých případech zvýšení koncentrace nitrátů klesá pH , ale pouze v nepatrných mezích, které nemohou ovlivnit mikrobiální pochody v půdě.

Z klimatických činitelů, které ovlivňovaly obsah nitrátů jsou srážky, i když obsah nitrátů nevykazuje ve všech případech pravidelné závislosti, přece jen je jejich vliv na obsah nitrátů v půdě patrný.

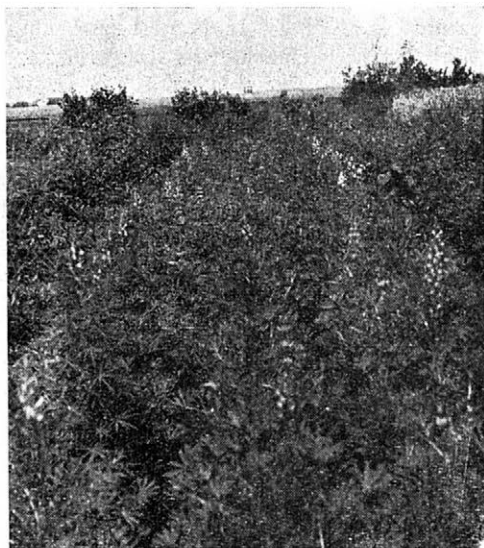
Vliv lupiny na obsah nitrátů v půdě

Lupina klíčila kolem 5. V. 1955. Při kontrole pokusné plochy (26. V. 1955) bylo zjištěno, že hlízky byly v druhém roce pěstování vyvinuty téměř stoprocentně (na kořenech lupiny). Kontrolní plocha byla značně zabuřenělá na rozdíl od plochy lupinové. Bylo to způsobeno tím, že v roce 1954 nebyla provedena podzimní orba a na jaře byla zkypana pouze plocha před výsevem lupiny. Toto nakypření lupinové plochy (21. IV. 1955) mělo vliv na vzestup nitrátů na rozdíl od plochy nezkypané, kde k nepatrnému vzestupu došlo až po nakypření (7. VI. 1955).

Při kontrole pokusné plochy dne 7. VI. 1955 bylo zjištěno, že lupina měla velmi dobrý vzrůst. Průměrná výška činila 25 cm a hlízky se vyvíjely velmi příznivě. V období mezi 7. VI.—21. VI. 1955, ačkoliv spadlo menší množství srážek, došlo k dalšímu poklesu nitrátů na všech plochách. Tento pokles souvisí patrně s perioditou nitrifikačních procesů. Plocha byla vypleta a lupina dosáhla průměrné výšky 45 cm (viz obr. 1). V této době započala již kvésti lupina modrá, které v roce 1955 bylo v porostu asi 10 %. Měla mohutnější vzrůst než lupina žlutá a kvete asi o 14 dnů dříve.

Období mezi 21. VI.—11. VII. je charakterizováno větším množstvím srážek a přibýváním obsahu nitrátů na ploše I a II na rozdíl od plochy III, kde v tomto období došlo k dalšímu poklesu. Dne 11. VII. 1955 měla plocha II již o něco vyšší obsah nitrátů, než plocha I (lupina). Tento vzestup na ploše II souvisí patrně se zvýšením aktivity nitrifikačních bakterií v důsledku toho, že kontrolní plocha

byla nakypřena, což se přirozeně muselo projevit na zvýšení obsahu nitrátů. I v období dalším 11. VII.—21. VII. se obsah nitrátů na ploše kontrolní dále zvyšoval (plocha II). Obsah nitrátů na ploše lupinové se rovněž zvyšoval, zatím co na ploše III došlo k dalšímu podstatnému snížení obsahu nitrátů. Rozdíly mezi plochou I (lupina) a II (kontrolní) byly způsobeny tím, že plocha II byla nakypřena



2. Pohled na lupinovou plochu (lupina modrá v květu - foto 11. VII. 55)

1. Lupina žlutá (*Lupinus luteus*) před květem (foto 21. VI. 55)

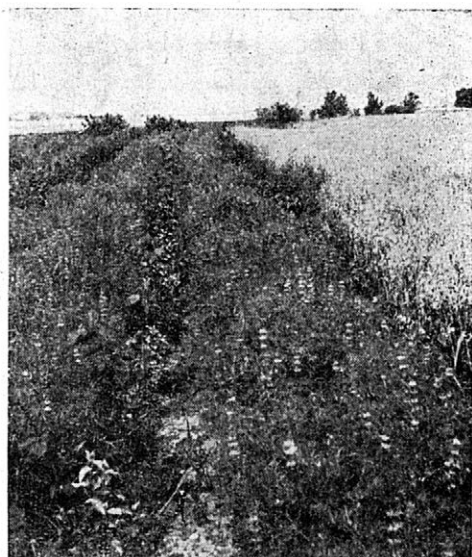
a že v období zvýšené produkce organické hmoty lupina patrně přijímá nitráty ve větším měřítku z půdního roztoku. Lupina dosáhla výšky 65 cm (pohled na lupinovou plochu obr. 2). Z tohoto obrázku vidíme mohutný vzrůst lupinového porostu a řadu sazenic lípy. Dále vidíme, že lupina modrá je již v květu a žlutá před květem (foto 11. VII. 1955). Pohled na kontrolní plochu v téže době je patrný z obrázku 3.

V období mezi 21. VII.—2. VIII. 1955 bylo na ploše II dosaženo maxima v obsahu nitrátů, stejně tak jako na ploše III, kde bylo dosaženo druhého ročního maxima. Vzestup nastal i na ploše lupinové. Toto období se kryje s malým množstvím srážek. Lupina žlutá se nacházela ve stadiu květu (viz obr. 4).

Období mezi 2/8—14/9 1955 je charakterizováno dozráváním lupinového porostu. Dozrávání patrně způsobilo vyrovnávání obsahu nitrátů obou ploch (I a II), když pod lupinou nastalo nepatrné zvýšení způsobené tím, že lupina již asi nitráty nepřijímala, přičemž mohlo též dojít k nitrifikování dusíkatých sloučenin uvolňovaných lupinou. Na ploše III byl rovněž zaznamenán nepatrný po-



3. Pohled na plochu kontrolní (foto 11/7 55)



4. Lupina žlutá v květu (foto 2/8 55)

kles v průběhu křivky nitrátů. V tomto období spadlo poměrně velké množství srážek. Třeba však uvážit, že jde o nejdelší časový úsek, během něhož bylo provedeno stanovení nitrátů. Od doby zralosti, tj. od 14. IX. 1955 do 9. XI. 1955 má křivka nitrátů sestupnou tendenci na všech plochách. Plocha lupinová vykazovala nepatrně zvýšený obsah ve srovnání s kontrolní (plochou II) až do 17. X. 1955. V tomto období mají křivky nitrátů celkově shodný průběh s křivkou teploty. To by částečně nasvědčovalo tomu, že teplota měla vliv na nitrifikaci, na jaře kladný a na podzim záporný.

V tomto roce bylo vzhledem k velkému vývoji lupinového porostu vázáno v jeho sušině 223 kg dusíku a 3 393 kg uhlíku v přepočtu na 1 ha. Z těchto hodnot vyplývá význam lupiny žluté jako meliorační rostliny. Tato vysoká produktivita (71 q sušiny — slámy) na 1 ha byla způsobena tím, že v tomto roce hlízkové bakterie byly patrně mnohem aktivnější při fixaci elementárního dusíku než v roce 1954, jinak by se nemohla podstatně zvýšit produkce organické hmoty, proti předcházejícímu roku, za předpokladu, že půda nebyla hnojena.

Údaje o vývoji sazenic větrolamu v roce 1955

Z porovnání přírůstků sazenic jednotlivých ploch vyplynulo, že nedošlo k výraznému rozdílu ve vzrůstu. Lípa v lupině měla sice větší asimilační plochu, avšak přírůst výškový a tloušťkový byl menší než na ploše kontrolní, která byla mnohem bohatší přístupnými živinami. Naopak dub vykázal větší přírůstky na ploše lupinové i přesto, že pro kontrolní plochu platilo totéž jako pro lípu (lepší

půda). Vyjádříme-li tyto rozdíly v číslech, zjišťujeme, že lípa na kontrolní ploše má výškový přírůst větší o 0,92 cm, dub na ploše lupinové větší o 4,78 cm. Tento prokazatelně větší přírůstek dokazuje, že dub na ploše lupinové rostl lépe než na holé. Ovšem není možno bezpečně dokázat, bylo-li to způsobeno lupinou nebo rozdílnou skladbou půdy a obsahem živin. Tloušťkový přírůst je na ploše kontrolní u lípy větší o 0,38 mm a u dubu na ploše lupinové větší o 0,70 mm.

Asimilační plocha byla zjišťována pouze u lípy, bylo celkem analyzováno po 105 listech z každé plochy:

v lupině	plocha v cm^2	6.212,80	průměrná plocha v cm^2	59,73
kontrola	plocha v cm^2	6.027,60	průměrná plocha v cm^2	57,95

Vzrůst ostatních dřevin a keřů není zhodnocován. Rozdíly jsou udány v přehledu (viz tab. 3).

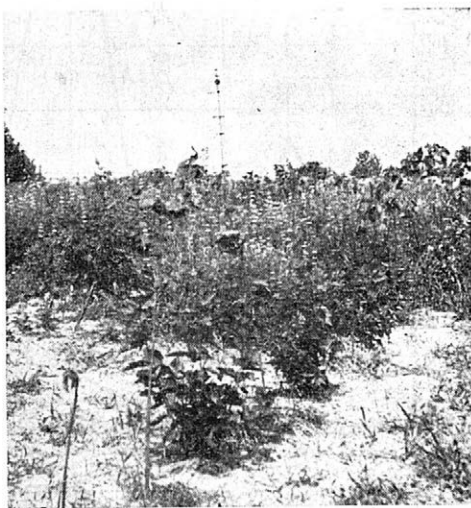
III. Údaje o vzrůstu sazenic ve větroslamu v roce 1955

Dřevina	Výška v cm		Ø kmínku		Výškový přír. v cm		Tloušť. přír. v mm	
	lupina	kontr.	lupina	kontr.	lupina	kontr.	lupina	kontr.
I. řada								
liska	77,30	52,22	20,42	19,72	62,14	50,15	6,28	6,31
zimolez	84,46	—	21,60	—	65,16	—	6,53	—
javor ml.	68,60	—	12,00	—	30,00	—	4,50	—
jerlín	113,29	138,28	15,21	16,31	75,39	99,91	6,35	7,16
lípa	48,00	—	19,25	—	24,58	—	4,42	—
pámelník	83,65	68,07	14,34	14,00	62,10	46,62	6,48	6,54
II. řada								
netvařec	76,10	113,44	19,80	21,99	77,40	100,92	6,36	7,66
III. řada								
lípa	80,27	90,91	17,11	17,31	46,36	47,68	6,77	7,18
zimolez	108,90	69,25	13,21	10,98	51,99	36,42	4,24	3,71
moruše	107,00	123,40	25,10	26,50	89,40	98,40	10,40	10,80
jerlín	135,00	113,00	21,20	18,99	124,18	115,32	10,32	10,14
dub	30,80	—	5,00	—	19,66	—	2,88	—
IV. řada								
tavolník kalinolistý	100,72	79,45	11,72	7,35	69,89	42,00	7,71	7,30
zimolez	50,34	58,39	7,94	11,33	25,39	64,02	2,91	4,70
dub	24,72	19,18	5,84	4,88	14,00	9,10	3,60	2,84
tavolník vrboolistý	72,00	65,69	9,16	9,25	57,40	48,66	5,44	6,18
čímšník	150,00	139,48	16,42	11,65	83,00	117,47	8,00	11,96
V. řada								
oliva	45,87	49,55	14,63	14,10	40,20	43,30	6,31	6,37
lípa	88,08	93,46	12,93	13,07	39,36	39,28	6,54	6,88
jilm	53,28	44,31	12,41	12,26	44,10	33,47	4,96	5,12
kaštan jd.	35,75	20,71	10,21	9,63	24,10	21,16	5,30	5,69
dub	27,83	31,46	6,32	6,21	14,14	13,63	2,62	2,76
VI. řada								
rybíz černý	61,32	73,24	22,18	25,48	61,20	63,94	10,40	11,11
dub	20,90	—	4,00	—	12,10	—	3,15	—

V roce 1956 byl skončen pokus s pěstováním lupiny žluté. Jeho založení bylo provedeno stejně jako v předcházejících letech. Lupina klíčila až kolem 27/4 1956. Počátek vývoje hlízek na kořenech lupiny spadá již do období vzniku prvních lístků. Při kontrole pokusné plochy dne 5/5 1956 bylo zjištěno, že hlízky byly již makroskopicky zřetelné.

Z původně vyseté lupiny žluté (v roce 1954) s nepatrnou příměsí lupiny modré byla tato v roce 1956 zastoupena již asi ze 40 %. Lupina modrá stejně jako v roce předešlém kvetla o 14 dnů dříve než žlutá. Lupina žlutá kvetla v období od 11/7 1956 (viz obr. 5). V tomto roce lupinový porost velmi brzo zastiňoval povrch půdy. Jelikož v roce 1955 byla na podzim provedena orba a na jaře plocha lupinová zkyprěna, nebylo již potřebné pletí (buření byla potlačena lupinou). Z obrázku 6 vidíme jednak mohutný vzrůst lupiny a hnízdo dubu. Lupina dozrála koncem srpna až počátkem září (3/9 1955). Byla provedena ruční sklizeň semen (očesáním lussek); hektarový výnos 12,5 q.

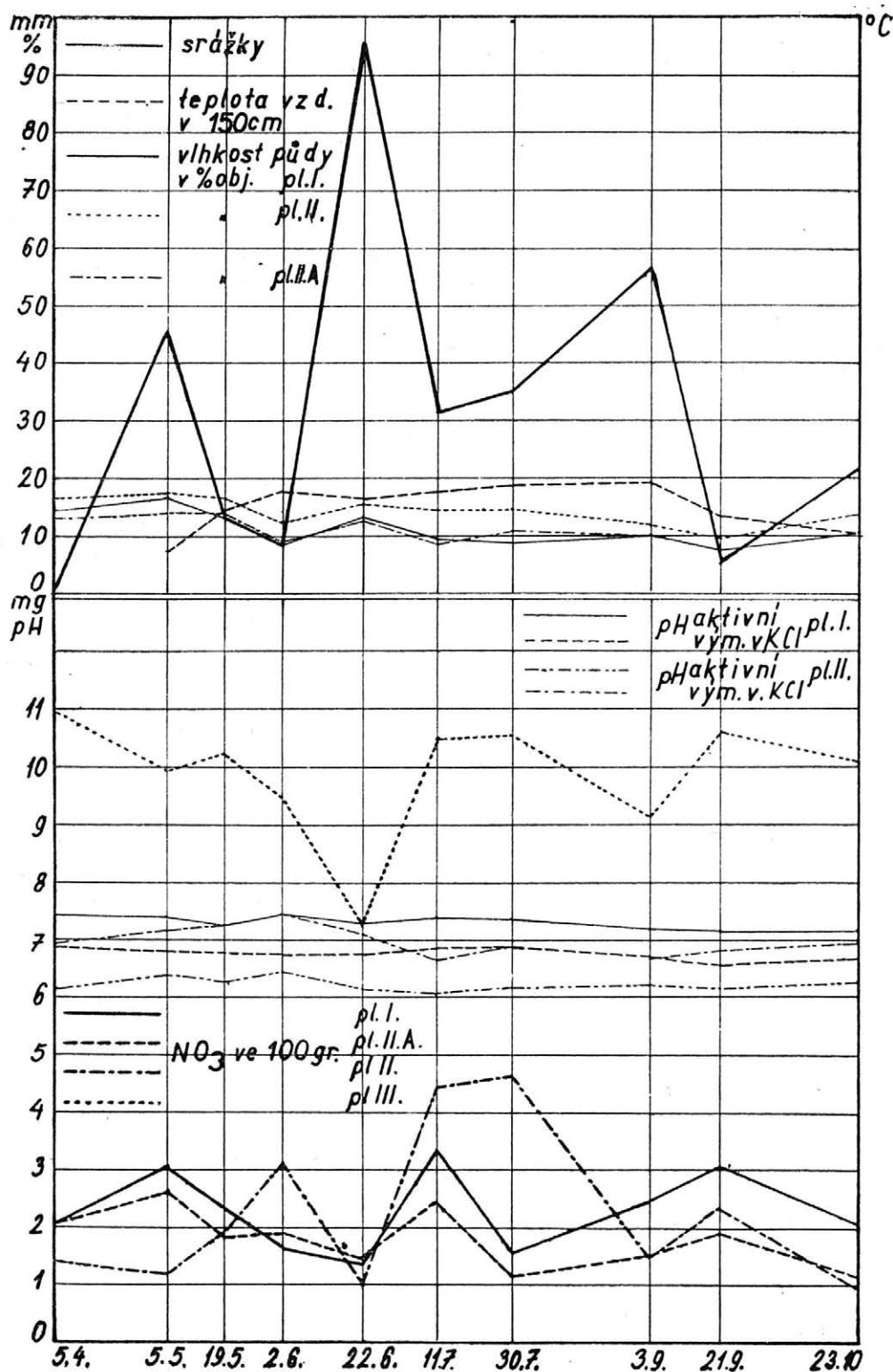
Křivky obsahu nitrátů jednotlivých ploch jsou patrné z diagramu č. 3. Na diagramu jsou stejně jako v předcházejících letech vyneseny i údaje ostatních faktorů ovlivňujících obsah nitrátů v půdě. Z průběhu křivek nitrátů (diagram 3) vidíme, že v roce 1956 nenastalo zvýšení (v obsahu nitrátů) na plochách, na nichž byla v roce předcházejícím pěstována a zaorána lupina (plocha I. a II. A). Příčinu je možno hledat v tom, že hmota lupiny byla zaorána do půdy již jako suchá, proto se nemohl projevit tak efektivní účinek jako při použití lupiny na zelené hnojení. Z diagramu 3 naopak vidíme, že na kontrolní ploše II je 2/6, 11/6 a 30/7 1956 vyšší obsah nitrátů. Nejnižší obsah nitrátů vykazovala plocha II. A., ačkoliv právě na ní by se měl nejvíce projevit vzestup. Tento trvale nižší obsah (plochy II. A) byl způsoben jednak tím, že byla pouze jedenkrát nakypřena (na počátku vegetačního období), což mělo přirozeně za následek její zabuření a tudíž i příjem nitrátů buření. Z těchto důvodů se nemohl patrně obsah nitrátů v půdním roztoku zvýšit. Na ploše lupinové byla výživa dusíkem částečně



5. Pohled na lupinovou plochu v roce 1956 (11/7 56)



6. Hnízdo dubu a přírůstky tavolníku kalinolistého v lupině v r. 1956 (foto 11(7 56))



3. Dynamika nitrátů v roce 1956

kryta fixací elementárního dusíku hlízkovými bakteriemi, proto mohlo nastat určité zvýšení proti ploše II. A. Obsah nitrátů se vyrovnal k 22/6 1956 na všech plochách s výjimkou plochy III. Bylo to způsobeno velkým množstvím atmosférických srážek, které patrně mohly část nitrátů vyplavit do spodnějších vrstev. V období mezi 22/6—30/7 1956 vykazovala nejvyšší obsah nitrátů plocha II (plocha III není uvažována). Tento stav byl stejně jako v předcházejícím roce patrně způsoben tím, že lupina v době zvýšeného tvoření organické hmoty přijímá (stejně jako jiné rostliny) nitráty z půdního roztoku.

Od 30/7 1956 nastal pokles obsahu nitrátů na ploše II a nepatrný vzestup na ploše I (lupina), takže již k 3/9 1956 (období zralosti) vykazovala lupinová plocha vyšší obsah nitrátů, než plochy II a II. A. a tento trvale vyšší obsah si udržuje až do konce pozorování (23/10 1956).

V roce 1956 bylo vázáno v sušině lupinového porostu 219 kg dusíku a 3 423 kg uhlíku v přepočtu na 1 ha. Z těchto čísel vidíme, jak velký význam mělo pěstování lupiny pro zvýšení obsahu těchto prvků v půdě.

Vzrůst sazenic ve větrolamu

Výslednicí všech faktorů, a to jak fyzikálních, tak i chemických, je vzrůst sazenic ve větrolamu. Z toho důvodu jsou stejně jako v roce 1955 srovnávány výšky a přírůstky sazenic lesních dřevin na ploše lupinové a kontrolní. Pro názor-

IV. Údaje o vzrůstu sazenic ve větrolamu v roce 1956

Dřevina	Výška v cm		Výškový přírůst v cm		Ø kmínku v mm	Tloušť. přírůst v mm
	lupina	kontr.	lupina	kontr.		
III. řada						
lípa	92,41	103,39	12,14	12,48	21,85	4,63
zimolez	116,42	77,30	7,52	8,05	12,96	0,59
moruše	143,00	141,27	36,00	17,87	27,98	1,48
jerlín	177,50	123,00	42,50	10,00	21,05	1,30
dub	78,00	—	47,20	—	7,26	2,26
IV. řada						
tavolník kalinalistý	128,92	128,85	28,20	49,40	11,69	4,54
zimolez	91,95	95,59	41,61	37,20	13,06	1,73
tavolník vrbový	95,00	92,80	23,00	27,11	10,86	1,61
dub	38,74	33,10	14,02	13,92	7,54	2,66
V. řada						
oliva	56,51	59,94	10,64	10,39	16,36	1,98
lípa	97,35	103,82	9,27	10,36	21,53	8,48
jilm	68,38	81,16	15,10	36,85	24,93	0,19
kaštan jd.	43,15	41,37	7,40	20,66	11,20	1,37
dub	51,84	54,98	24,01	23,52	8,07	1,81
VI. řada						
rybíz černý	68,00	91,30	10,00	18,06	26,48	1,62
dub	41,00	—	20,10	—	6,96	2,96

nost jsou sestaveny v přehledu (tab. 4). Z porovnání vzrůstu hlavních hospodářských dřevin, dubu a lípy, vidíme jako v předešlém roce, že dub roste na ploše lupinové lépe než lípa. Rozdíly mezi přírůstky jsou však velmi malé, takže z nich nelze odvodit závěry, že hlavní hospodářské dřeviny rostly na ploše lupinové hůře nebo lépe. Je však faktem, že půda plochy lupinové byla živinami chudší, než kontrolní plocha III.

Porovnání zásoby živin na počátku a koncem pokusů

Srovnáme-li průměry obsahu živin jednotlivých ploch na počátku pozorování (26. 4. 1954) a ke konci pozorování (23. 10. 1956), zjistíme změny, které jsou v mezích přirozeného kolísání, nebo v mezích analytických chyb (tab. V). Při hodnocení této tabulky zjistíme, že na ploše I, kde byla během 3 roků pěstována lupina žlutá, došlo k rozmnožení dusíku o 0,004 % (4 mg N/100 g půdy) a zvýšení obsahu C o 0,046 % (46 mg/100 g půdy). Na ploše II. byl zachycen rovněž přírůstek N o 0,001 % a C o 0,014 %. Na ploše III nastalo zvýšení obsahu N o 0,002 % a pokles C o 0,04 %. Z těchto změn nelze činit závěry, že bylo dokázáno zvýšení obsahu dusíku a uhlíku v půdě ze zmíněných důvodů.

V. Srovnání zásoby živin na počátku a na konci pokusu (1954—1956)

Datum	mg/100 g zeminy		C : N	mg/100 g zeminy			pH aktivní v H ₂ O	pH výměn. KCl
	N	C		NO ₃	K ₂ O	P ₂ O ₅		
Plocha I								
26/4 54	103	1.000	9,70	1,97	7,36	6,86	7,40	6,97
23/10 56	107	1.046	9,77	2,08	6,10	5,70	7,16	6,66
Rozdíl	+3	+ 46	—	+0,11	—1,26	—1,16	—0,24	—0,31
Plocha II								
26/4 54	105	1.096	10,43	1,76	13,28	1,91	7,15	6,53
23/10 56	106	1.110	10,47	1,53	8,15	1,80	6,94	6,28
Rozdíl	+1	+ 14	—	—0,23	—5,13	—0,14	—0,21	—0,25
Plocha III								
26/4 54	265	2.630	9,92	12,30	9,00	13,26	7,64	7,17
23/10 56	267	2.626	9,83	10,10	9,20	11,60	7,60	7,29
Rozdíl	+2	— 4	—	—2,20	+0,20	—1,66	—0,04	+0,12

V zásobě K₂O a P₂O₅ nedošlo na ploše lupinové k změně a zásoba těchto živin se udržela prakticky stejná. Příčina je v tom, že živiny se vracely zpět do půdy z ponechané organické hmoty lupiny, do které byly během růstu akumulovány. Na ploše III, která byla hnojena šámou, byla rovnováha a na ploše II nastalo nepatrné snížení obsahu draslíku, a to rovněž v mezích analytických chyb. Pokud jde o reakci půdy, nedošlo ani na jedné ploše k výraznějším změnám.

Souhrn

Hodnotíme-li průběh změn obsahu nitrátů v těchto třech letech pozorování (1954—1956) je možno konstatovat, že na ploše lupiny neočkované byly nitráty vyčerpávány více, než na ploše očkované aktivními formami hlízkových bakterií. Na této ploše bylo také vyprodukováno více organické hmoty s větším obsahem dusíku.

Dále bylo dokázáno, že v době maximální produkce organické hmoty lupiny, tj. v období květu, snižuje se obsah nitrátů ve srovnání s kontrolní plochou, z toho vyplývá, že lupina má stejně jako jiné rostliny požadavky na obsah nitrátů v půdě, i když je jisté, že podstatná část dusíku (vázaného v sušině) je přijímána fixací elementárního dusíku hlízkovými bakteriemi.

Nemohlo být dokázáno, jestli lupina během růstu obohacuje půdu ve větším měřítku dusíkem přístupným rostlinám. Kdyby docházelo k difundování dusíkatých sloučenin již během vzrůstu ve větším měřítku z hlízek do okolní půdy, byly by tyto sloučeniny nitrifikovány, to znamená, že by nastalo podstatnější zvýšení obsahu nitrátů v půdě.

Ve srovnání s kontrolní (holou) plochou nedochází však na ploše lupinové k podstatnějšímu snížení obsahu nitrátů, což je vzhledem k vysokému obsahu dusíku v sušině zajímavé a potvrzuje fixaci elementárního dusíku hlízkovými bakteriemi.

Obsah nitrátů pod lupinou se zvyšuje teprve koncem vegetačního období, což nasvědčuje tomu, že dochází k nitrifikování odumírajících podzemních částí lupiny.

Z toho vyplývá, že význam lupiny žluté jako meliorační rostliny nespočívá jen v tom, že by obohacovala půdu dusíkem, ale že se též tímto prvkem vyživuje na účet atmosféry (jsou-li na kořenech lupiny vyvinuty hlízky s aktivními formami *Bacillus radicicola*). Organická hmota bohatá dusíkem obohacuje pak půdu tímto prvkem, kterého je hlavně v písčitých a hlinitopísčitých půdách nedostatek. Vedle obohacení půdy dusíkem má lupina i význam pro rozmnožení humusu v půdě. Humus je energetickým materiálem mikrobiologických pochodů, které v konečné mineralizační fázi zpřístupňují organické formy dusíku rostlinám. Proto také při melioraci chudých písčitých půd v lesnictví fungují motýlokvěté rostliny jako činitelé, s jejichž pomocí můžeme zvyšovat obsah organických látek v půdě.

Literatura

1. Blanck E.: Handbuch der Bodenlehre Bd. VII, Berlin 1931. — 2. Engel H.: Über die Zersetzung und Wirkung von Strohdünger im Boden, Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, Bd. A-XX., 1931. — 3. Jonáš F.: Dynamické účinky lupiny na půdu a mikroklima, disert. práce, Praha 1957. — 4. Jonáš F.: Příspěvek k otázce průběhu vlhkosti ve větrolamu v Obříství u Mělníka v roce 1954 (Sborník ČSAZV Lesnictví, ročník 4 (XXXI), VII. 1958. — 5. Jonáš F.: Vliv lupiny na průběh půdní vlhkosti ve větrolamu v Obříství u Mělníka v letech 1955-1956 (v redakci ročenky VÚZLM - 1957). — 6. Limbach S.: Studien über die Nitratbildung im Boden, Centralblatt f. Bakt. II, sv. 78, č. 16-23, 1929. — 7. Rheinwald H.: Nitratkonzentration d. Bodenlösung und die ihre bestimmenden Faktoren, Zeitschr. f. Pf. u. Bodenkunde, Bd. A-XXX., 1933. — 8. Schönborn A.,

A. Bertejls Menschoj: Untersuchungen über d. Dynamik der Nitrate und Phosphate im Boden und deren Verteilung in verschiedenen Schichten, Zeitschrift f. Pf. D. u. Bodenkunde, Bd. A-XXXIV, 1934. — 9. Tamm E., Schendel O.: Zur Frage der Stickstoffabgabe und Aufnahme durch Leguminosenwurzeln während des Wachstums, Zeitschr. f. Pf. D. u. Bodenkunde, Bd. 64/109, Heft 2, 1954. — 10. Klika, Novák, Gregor: Praktikum fytocenologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství, Praha 1954.

Влияние люпина на почвенный азот и нитраты в ветрозащитной лесной полосе в Обржистви возле Мельника в 1954—1956 годах

Оценивая течение изменений содержания нитратов в почве в продолжение приведенных трех лет наблюдений (1954—1956 гг.), можно констатировать, что на площади, засеянной незараженными семенами люпина, нитраты израсходовались больше, чем на площади, зараженной активными формами клубеньковых бактерий. На этой площади была также большая продукция органического вещества с большим содержанием азота.

Далее было доказано, что в период максимальной продукции органического вещества люпина, то есть во время цветения, снижается содержание нитратов по сравнению с контрольной площадью, из чего следует, что люпин, как и другие растения, предъявляет одинаковые требования к содержанию нитратов в почве, даже и в том случае, когда есть уверенность, что существенная часть азота (связанного в сухом веществе) воспринимается фиксацией элементарного азота клубеньковыми бактериями.

На основании проведенных наблюдений нельзя было доказать, обогащает ли люпин в продолжение своего роста почву в большем масштабе азотом, доступным для растений. Если бы происходило проникание азотистых соединений уже в течение роста в большем масштабе из клубеньков в близлежащую почву, то эти соединения были бы нитрифицированы; это значит, что не настало бы существенного повышения содержания нитратов в почве. По сравнению с контрольной (оголенной) площадью не происходит, однако, на площади, засеянной люпином, существенного снижения содержания нитратов, что является весьма показательным, принимая во внимание высокое содержание азота в сухом веществе, и подтверждает факт фиксации элементарного азота клубеньковыми бактериями.

Содержание нитратов под люпином повышается только в конце вегетационного периода, что свидетельствует о том, что происходит нитрифицирование отмирающих подземных частей люпина.

Из этого вытекает, что значение люпина желтого (*Lupinus luteus*) как растения, имеющего мелиоративный характер, заключается не только в обогащении почвы азотом, но также в том, что этим элементом он питается за счет атмосферы (если, конечно, на корнях люпина развиты клубеньки с активными формами *Bacillus radicicola*).

Органическое вещество, богатое азотом, обогащает затем почву элементом, в котором главным образом нуждаются песчаные и глинисто-песчаные почвы. Кроме обогащения почвы азотом значение люпина заключается и в увеличении гумуса в почве. Гумус является энергетическим материалом микробиологических процессов, которые в конечной стадии минерализации превращают органические формы азота в формы доступные для растений. Поэтому при проведении мелиораций на бедных песчаных почвах в лесном хозяйстве также используются бобовые растения, как факторы, с помощью которых мы можем повышать содержание органических веществ в почве.

Der Einfluß der Lupine auf den Stickstoff und die Nitrate im Boden im Waldschutzstreifen in Obříství bei Mělník in den Jahren 1954—1956

Wenn wir den Veränderungsverlauf des Nitratgehaltes in diesen drei Beobachtungsjahren (1954—1956) werten, kann konstatiert werden, daß auf der Fläche mit der nicht geimpften Lupine die Nitrate mehr erschöpft waren, als auf der mit den aktiven Formen der Knöllchenbakterien geimpften Fläche. Auf dieser Fläche wurde auch mehr organische Substanz mit einem größeren Stickstoffgehalt ausproduziert.

Weiter wurde bewiesen, daß in der Zeit der maximalen Produktion von organischer Masse durch die Lupine, d. h. in der Blütezeit, der Nitratgehalt im Vergleich zur Kontrollfläche sinkt. Hieraus geht hervor, daß die Lupine wie die anderen Pflanzen die gleichen Anforderungen auf den Nitratgehalt im Boden hat, auch wenn die Tatsache besteht, daß der wesentliche Teil des Stickstoffes (in der Trockenmasse gebunden) durch die Fixation des elementaren Stickstoffes der Knöllchenbakterien aufgenommen wird.

Es konnte nicht bewiesen werden, ob die Lupine während des Wachstums den Boden in größerem Maße durch den den Pflanzen zugänglichen Stickstoff anreichert. Wenn es zur Diffundierung der Stickstoffverbindungen schon während des Wachstums in größerem Maße aus den Knöllchen in den umgebenden Boden käme, dann wären diese Verbindungen nitrifiziert, was ansagt, daß eine wesentliche Erhöhung des Nitratgehaltes im Boden entstehen würde.

Im Vergleich mit der Kontrollfläche (kahlen) kommt es jedoch auf der Lupinenfläche zu keiner wesentlichen Herabsetzung des Nitratgehaltes, was im Hinblick zum hohen Stickstoffgehalt in der Trockensubstanz interessant ist und die Fixation des elementaren Stickstoffes durch die Knöllchenbakterien bestätigt.

Der Nitratgehalt unter der Lupine erhöht sich zu Ende der Vegetationsperiode, was anzeigt, daß es zur Nitrifikation der absterbenden — unter der Erde befindlichen — Lupinenteile kommt.

Daraus ist ersichtlich, daß die Bedeutung der gelben Lupine als Meliorationspflanze nicht nur darauf beruht, den Boden mit Stickstoff anzureichern, daß sie sich aber auch mit diesem Element direkt aus der Atmosphäre ernährt (falls auf den Lupinenwurzeln Knöllchen mit aktiven Formen des *Bacillus radicicola* entwickelt sind).

Die an Stickstoff reiche organische Substanz reichert dann den Boden mit diesem Element an, dessen Mangel insbesondere in sandigen und lehmig-sandigen Böden auftritt. Neben der Anreicherung des Bodens mit Stickstoff ist die Lupine auch für die Humusvermehrung im Boden wichtig. Der Humus stellt ein energetisches Material von mikrobiologischen Prozessen dar, die in der letzten Mineralisationsphase die organischen Stickstoffformen den Pflanzen zugänglich machen. Darum wirken auch bei der Melioration von sandigen, an mineralische Nährstoffe armen Böden in der Forstwirtschaft die Schmetterlingsblütenpflanzen als Indikatoren, mit deren Hilfe der Gehalt an organischen Stoffen im Boden erhöht werden kann.

Otázka životnosti krtčí drenáže

К вопросу о долговечности кротового дренажа

Die Frage der Lebensdauer der Maulwurfdränung

Inž. Zdeněk MIKA, kandidát zemědělských věd
Výzkumný ústav meliorací ČSAZV, Praha

Došlo dne 11. XII. 1958

Úvod

Krtčí drenáže bylo poprvé použito v širším měřítku jako odvodňovacího zá-
sahu v poválečném desetiletí 1920—1930 v Anglii. Od té doby, tedy zhruba
během posledních čtyřiceti let, je možno v odborném tisku mnoha zemí sledovat
pokusy o zavedení tohoto odvodňovacího zásahu do běžné meliorační praxe. Při
nízkých investičních nákladech krtčí drenáže brání jejímu všeobecnému uplatnění
životnost drénů.

O životnosti krtčích drénů je určitý rozpor. Starší literatura, odvolávající se
na anglické zkušenosti, udávala poměrně vysoká čísla, která se blížila životnosti
drenáže trubkové. Novější literatura se staví k otázce daleko kritičtěji a výsledky
polských a sovětských melioračních pracovníků liší se podstatně od starších
údajů (tabulka I). Různost názorů je způsobena tím, že při zkoumání životnosti
drénů v určité lokalitě nebyly přesně specifikovány a zhodnoceny všechny fak-
tory, které životnost ovlivňují, a výsledkům byla přisouzena obecná platnost.

Když jsme byli postaveni před úkol provést zhodnocení ekonomické efektiv-
nosti krtčí drenáže při porovnání s drenáží trubkovou, na jehož základě má být
rozhodnuto o zavádění krtčí drenáže jako dlouhodobého odvodňovacího zá-
sahu, vyvstala proto nejprve otázka životnosti drénů. K řešení problému jsme přistoupili
v roce 1954. V zájmu vymezení užšího rozsahu práce a jejího zaměření na řešení
nejpalčivějších potřeb našeho zemědělství jsme životnost drénů zjišťovali v luč-
ních podmínkách.

Terénní práce pro získání potřebných údajů byly prováděny na několika
objektech, ležících převážně v pohraničních oblastech Čech. Těžiště prací bylo
na objektu v Novém Kramolíně (okres Horšovský Týn), některé další údaje byly
získány v Jestřebí (okr. Česká Lípa), ve Vlčicích (okr. Trutnov) a na Javorné
(okr. Klatovy).

Metodika výzkumu

Při posuzování životnosti drénů jsme vycházeli z předpokladu, že primár-
ním znakem uspokojivé funkce drénu je dostatečná kapacita a neporušenost jeho
průtočného profilu. Deformace profilu byly zpočátku zjišťovány otevřením drénu,

I. Životnost krtčích drenů podle různých autorů

Autor	Životnost drenů (roky)	P o z n á m k a
Stehlík	20–40 10–20	těžké půdy podle anglických lehčí půdy zkušeností
Jůva	20–40 10–20 3–5	těžké půdy podle britských lehčí půdy zkušeností velmi lehké půdy
Hemský	30	těžké půdy
Nicholson	10–15 5–9 6–7	těžké půdy, hloubka 51–61 cm, tažná síla lokomobila v různých druzích půd, hloubka 36–41 cm, tažná síla traktor těžké půdy, hloubka 51–61 cm, rozchod 2,75 m. Po dalších 6–7 let prokazuje uspokojivou funkci.
Blackaby	až 10	hloubka 35–40 cm, profil rozšiřovače 6,25 cm
Janert	5–6	podle tehdejšího stavu (r. 1932) anglické drenážní techniky
Kostjakov	10 i více 3–5	hlinité zeminy a rašeliny lehké půdy
Čerkasov	minimálně 4–5	plastické minerální zeminy a rašeliny
Rogiński	4 2–3	V rašelínách při použití rozšiřovače o $\varnothing$ 7,5–10 cm jily s obsahem částic větších než 0,1 mm menším než 7 %, zeminy hlinité a jílovité s obsahem částic vět- ších než 0,1 mm menším než 40–50 %, všechny půdy na uvedených zeminách, jestliže tyto zeminy leží 20–30 cm pod terénem.
Zakaszewski	2–3	v uvedené době působí velmi účinně, potom se od- vodňovací schopnost zmenšuje a po 5–6 letech musí být obnoveny.
Krivososov	2–3	zeminy písčito-hlinité a hlinité, hloubka 30–45 cm.
Gejtman	3 2 1	těžké půdy středně těžké půdy hloubka 40–45 cm lehké půdy
Wegner	2 0,5–1	těžké půdy písčité a hlinito-písčité zeminy.

stanovením hlavních rozměrů příčného profilu a posouzením stupně zanesení.

Při této metodě mohly vzniknout subjektivní chyby, ovlivňující správnost získaných výsledků. Proto byl hledán způsob, který by umožňoval objektivní posuzování velikosti průtočného profilu. Laboratorně bylo s kladným výsledkem vyzkoušeno stanovení profilu sádrovými odlitky (obr. 1).

Nad drenem byla sejmuta zemina do vzdálenosti 10 cm od jeho stropu. Dvěma hradicemi plechy byl dren přerušen na vzdálenost 30 cm. Strop byl provrtán trubkovým vrtákem o průměru 1 cm a do vrtu byla vložena skleněná trubka stejného průměru. Směrem po spádu byl strop proražen na několika místech ocelovým drátem o průměru 3 mm. Vložené trubky bylo použito k nalévání sádrového mléka (obr. 2). Drátem proražené otvory sloužily pro odvodu vzduchu drenu vyplňovaného sádrou a současně jako kontrolní otvory dokonalého vyplnění profilu drenu v celé délce. Po prověření metodiky i v terénních podmínkách bylo přikročeno k průzkumu krtčí drenáže na jednotlivých objektech.

U každého drenu byly provedeny sádrové odlitky ústového, středového a koncového úseku. Po vyjmutí byly odlitky v místech markantních změn profilu rozře-

zány. Planimetrováním vynesných průřezů byly získány jejich plochy a aritmetickým průměrem stanovena plocha profilu určitého úseku. Z plochy profilu rozšiřovače (F_0), kterým byl drén proveden, a z plochy profilu určitého úseku (F) byl získán poměr

$$f = \frac{F}{F_0}$$

Poměr uvádí, jakou částí plochy rozšiřovače je posuzovaný průřez drénu.



1. Vzorový sádrový odlitek



2. Odlévání drénu v terénních podmínkách

V sondách, otevřených pro odlévání sádrových profilů, byly současně odebrány vzorky, a zrnitostním rozbořem byly charakterizovány zeminy příslušných objektů.

Zrnitostní rozbor byl proveden plavením v Kopeckého přístroji. Pro preparaci vzorků bylo použito mezinárodní B-metody. Pedologické označení zeminy bylo označeno podle klasifikační stupnice Kopeckého s použitím Spirhanzlova grafikonu.

Stejně vzorky byly podrobeny mikroagregátovému a zrnitostnímu rozboru pipetovací metodou pro určení vhodnosti půdy pro krtčí drenáž podle vzorce Glo-tova a Astapova

$$q = \frac{\beta_1}{\beta_2},$$

ve kterém:

β_1 = procentuální obsah frakce mikroagregátů velikosti od 0,05–0,005 mm,

β_2 = procentuální obsah frakce zrn stejné velikosti.

Podle tohoto vzorce má být hodnota q pro odolné drény menší než 0,3, pro středně a málo odolné se má pohybovat v rozmezí od 0,3 do 0,7 a pro neodolné má být větší než 0,7.

Pro zjištění hodnoty β_1 bylo odváženo na analytických vahách 10 g jemnozemě. Po vpravení do láhve byla zemina přelita 250 ml destilované vody a máčena po 24 hod. Současně bylo ze vzorku odváženo asi 5 g zeminy, vpraveno do vysoušečky a stanovena sušina při 105° C. Po 24 hodinách byla láhev se vzorkem a destilovanou vodou uzavřena a vzorek byl dvě hodiny třepán na horizontální třepačce. Poté byl kvantitativně vpraven do válce a doplněn destilovanou vodou na 1 000 ml. Po minutovém třepání bylo po 80 vteřinách a 2 hodinách 13 minutách odpipetováno po 25 ml suspenze z hloubky 10 cm. Obsah pipety byl spolu

s destilovanou vodou, kterou byla pipeta propláchnuta, vpraven do předem odvážených, při 105°C vysušených kelímků. Po odpaření, vysušení při 105°C a vychladnutí exikátoru bylo zvážení a výpočtem stanoveno množství mikroagregátů menších než $50\ \mu$ (sedimentační rychlost $10\ \text{cm}/80\ \text{sek.}$) a menších než $5\ \mu$ (sedimentační rychlost $10\ \text{cm}/2\ \text{hod.}$ 13 minut). Přepočtem na sušinu bylo stanoveno procentuální množství mikroagregátů uvedených velikostí a z jejich rozdílu procentuální množství frakce mikroagregátů od 5 do $50\ \mu$.

Podobně bylo odváženo 10 g jemnozeme pro zjištění β_2 a preparováno mezinárodní A-metodou s filtrací a promýváním. Zbytek na filtru byl sestříknut horkou vodou do misky. Suspenze byla promývána vodou, roztírána gumovým prstem a postupně vpravena do odměrné baňky o obsahu 500 ml. Po přidání 25 ml 10% amoniaku byla zředěna destilovanou vodou na 250 ml a 2 hodiny třepána na horizontální třepačce. Potom byla suspenze vpravena kvantitativně do válce a zředěna na 500 ml. Pipetováno bylo po 46 vteřinách a po 1 hodině 17 minutách z hloubky 10 cm (doba pipetování je u mikroagregátového a zrnitostního rozboru rozdílná, neboť sedimentační rychlosti mikroagregátů jsou vlivem uzavřených mikropórů menší než sedimentační rychlosti půdních částic). Další postup byl stejný jako u mikroagregátového rozboru).

Obsah CaCO_3 v jednotlivých vzorcích byl zjišťován Smolíkovým vápnoměrem.

V ý s l e d k y v ý z k u m u

Ve Vlčicích bylo pro provádění drénů (květen 1952) použito německého drenážního pluhu sériové výroby zn. Eberhardt s drenérem o průměru 65 mm bez rozšiřovače. Na ostatních objektech (Javorná — květen 1953, Nový Kramolín — květen 1954, Jestřebí — říjen 1955) byl zasazen prototyp drenážního pluhu KDP-1, zkonstruovaný Výzkumným ústavem mechanizace a elektrifikace zemědělství — ČSAZV. Ve všech případech bylo použito drenéru o průměru 60 mm se 100 mm rozšiřovačem. Drény byly prováděny ve směru proti spádu terénu. Zaústěny byly do odpadních příkopů, ve Vlčicích do břehu potoka. Kromě Jestřebí nebyly výustě opevněny. Jako trakční síly bylo použito dvou traktorů DT-54, které táhly pluh v přímém závěsu. Spád drénů se pohyboval v rozmezí od 8 % do 7,1 %, délka byla 26–60 m, hloubka 50 cm, rozchody 2–9 m. Momentální vlhkost vrstvy v úrovni zakládání drénu byla na objektu ve Vlčicích rovna 31–34 váhovým procentům, na Javorné 27–31 %, v Novém Kramolíně 49 až 55 % a v Jestřebí 49–57 %.

Ve Vlčicích a na Javorné byly podle výsledků zrnitostních rozborů půdy lehkého charakteru (písek hlinitý až hlína) v Novém Kramolíně, Vlkanově a Jestřebí středně těžké půdy jílovitohlinité (tabulka II).

Hodnoty ρ , získané výpočtem z výsledků mikroagregátového a zrnitostního rozboru pipetovací metodou, jsou uvedeny pro jednotlivé objekty v tabulce III.

Drény na objektu ve Vlčicích byly otevřeny v květnu roku 1955 po tříletém působení, na Javorné v červenci 1955 po dvouleté činnosti drenážního systému. Podle uvedených metodiky byly vypočteny hodnoty změn profilů drénů. Jsou sestaveny v tabulce IV. V dalším roce nebyly již drény ani na jednom z objektů nalezeny.

Otvírání drénů v Novém Kramolíně bylo provedeno ve čtyřech etapách: 1/2 roku, 1 rok, 2 roky (obr. 3 a 4) a 3 roky po jejich provedení. Výsledky jsou sestaveny v tabulce V.

II. Zrnitostní rozbor půd a obsah CaCO_3

Objekt	Hloubka (cm)	Kategorie %				Obsah CaCO_3 %	Klasifikace
		I.	II.	III.	IV.		
Vlčice	0–10	30,50	34,80	16,40	18,30	<0,1 stopy stopy	hlína jemně písčité hlína hlína písčité
	10–35	42,20	28,50	13,50	15,80		
	35–60	23,70	25,80	17,80	32,70		
Javorná	0–20	1,20	16,00	79,60	3,20	0	písek slabě hlinitý písčité jílnato-hlinité zemina hlína písčité
	20–40	37,40	16,50	11,20	34,90	0	
	40–60	38,20	21,60	14,10	26,10	0	
N. Kramolín	0–20	50,70	20,80	11,90	16,60	0	jílovito-hlinité zemina jílová zemina jílovitá zemina
	20–40	66,30	11,10	6,10	16,50	0	
	40–60	70,00	22,60	4,90	2,50	0	
Jestřebí	0–10	42,40	16,50	15,20	25,90	0,06	jílovito-hlinito-písčité zemina jílová zemina jílová zemina jílovitá zemina s pískem
	10–30	69,20	19,60	10,10	1,10	0	
	30–60	69,10	17,40	9,30	4,20	0,04	
	60–80	53,80	12,90	25,30	8,00	0,08	

III. Mikroagregátový a zrnitostní rozbor pipetovací metodou

Objekt	β_1 (%)	β_2 (%)	ϱ
Vlčice	37,7	51,4	0,73
Javorná	39,1	43,8	0,89
N. Kramolín	49,1	34,0	1,45
Jestřebí	22,1	15,0	1,47

IV. Změna profilu drénů ve Vlčicích a na Javorné

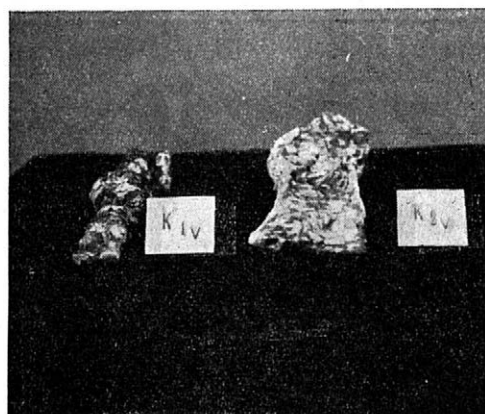
Objekt	Drén	$f = \frac{F}{F_0}$		
		vyúst.	střed	konec
Vlčice	1	0,518	0,0	0,0
	2	0,531	0	0
	3	0	0	0
Javorná	1	0,35	0	0
	2	0,33	0	0
	3	0,18	0	0

Drény v Jestřebí byly otevřeny 9 měsíců (obr. 5) a $1\frac{1}{2}$ roku po svém provedení (tabulka VI).

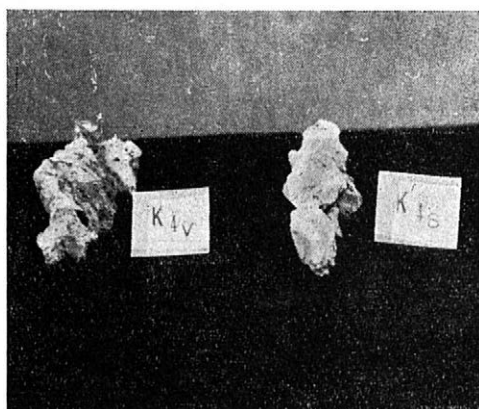
Diskuse výsledků

Aby bylo možno z výsledků, získaných ve specifických podmínkách jednotlivých objektů, dedukovat závěry o maximální životnosti drénů, jsou v další stati

tyto podmínky konfrontovány s faktory, které mají na stabilitu drénů vliv. Jako poslední bod je připojeno shrnutí diskuse již zmíněnou dedukcí o maximální životnosti drénů.



3. Ústové úseky drénů č. 1 a 2 po dvouleté funkci v Novém Kramolíně



4. Ústový a středový úsek drénu č. 4 po dvouleté funkci v Novém Kramolíně

I. Způsob provádění drenáže

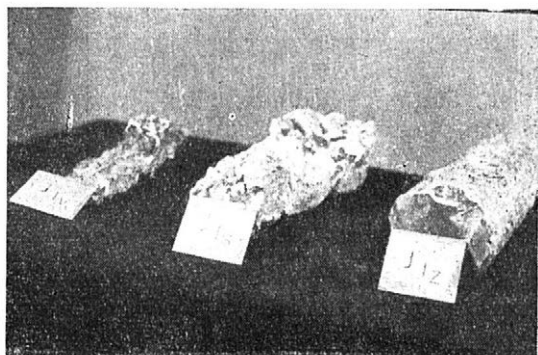
a) Uspořádání pluhu

Z jednotlivých bodů způsobu provádění drenáže mohlo se na životnosti drénů z objektů ve Vlčicích a na Javorné nepříznivě projevit vadné uspořádání pluhu

V. Změna profilu drénů v Novém Kramolíně

Doba od provedení drénů (roky)	Drén	$f = \frac{F}{F_o}$		
		vyúst.	střed	konec
$\frac{1}{2}$	1	0,56	0,28	0,56
	2	0,0	0	0,43
	3	0,21	0,49	0,53
	4	0,60	0,56	0,56
1	1	0,56	0,53	0,49
	2	0	0	0
	3	0,36	0	0
	4	0,49	0,49	0,49
2	1	0,104	0	0
	2	0,179	0	0
	3	0,192	0	0
	4	0,129	0,094	0
3	1	0,176	0	0
	2	0,151	0	0
	3	0,077	0	0
	4	0,176	0	0

Ve Vlčicích bylo použito německého pluhu Eberhardt bez rozšiřovače a na Javorné prvního prototypu krtčího pluhu KDP-1. Drény uvedených objektů mají vertikální i horizontální odchylky od původní trasy, což spolu s eliptickým profilem s hlavní



5. Ústový, středový a koncový úsek drénu č. 1 po devítiměsíční funkci v Jestřebí

osou svislou svědčí o závadách konstrukce pluhu (nedostatečné kotvení drenéru, špatně vyřešený závěs, vychylování slupice apod.). Průběh drénů z ostatních objektů provedených zdokonaleným prototypem pluhu KDP-1, je daleko příznivější. Povaha eventuálních odchylek od trasy dokazuje, že jsou způsobovány spíše jízdou traktoru než vadnou prací pluhu. Eliptický průřez provedených drénů se příliš neliší od kruhového a nemůže mít tudíž vliv na zkrácení jejich životnosti.

Na všech objektech bylo použito optimálních průměrů drenérů (60 mm). Průměr rozšiřovače byl

proti Kostjakovovým údajům příliš velký. Vzhledem k drenéru mělo být použito rozšiřovače o průměru 75–80 mm. Je otázkou, zda předimenzovaný rozšiřovač o průměru 100 mm plnil správně svou funkci. Uvedený problém byl zařazen v roce 1954 do plánu VÚMEZ, ale v dalších letech nebylo pokračováno v jeho řešení.

Jako tažné síly bylo použito traktoru s přímým závěsem drenážního pluhu. Je pravděpodobné, že při použití parních lokomobil nebo traktorů s navijákem by trasa drénů byla příznivěji vytvořena, což by mohlo prodloužit životnosti drénů.

b) Doba provádění drenáže

Měsíce, ve kterých byla drenáž na jednotlivých objektech provedena (květen a v jednom případě říjen), spadají podle literatury do nejvhodnějších období pro provádění drenáže. V tomto období je půda v úrovni zakládání drénů přiměřeně vlhká a dostatečně plastická a na povrchu naopak dostatečně suchá. Při provádění drenáže na zamokřených loukách, kde jsou drény zakládány pod úroveň

VI. Změna profilu drénů v Jestřebí

Doba od provedení drénů (roky)	Drén	$f = \frac{F}{F_0}$		
		vyúst.	střed	konec
0,75	1	0,116	0,356	0,581
	2	0,101	0,282	0,310
	3	0,111	0,378	0,442
1,5	1	0,160	0,337	0,377
	2	0	0,354	0,256
	3	0	0,323	0,378
	4	0	0,257	0,382

podzemní vody, jako tomu bylo v našem případě, nebude mít pravděpodobně volba vhodné doby takové váhu, jako u orných půd s hloubkou hladiny pod úrovní zakládání drenů.

c) Postup prací

Zaústění drenů na všech objektech bylo provedeno do odpadních příkopů, což je méně příznivý způsob vzhledem k životnosti drenáže. Drény byly hloubeny ve směru proti spádu terénu rychlostí asi 3 500 m za hodinu. Směrové vytváření drenů bylo tedy příznivé, rychlost však dvojnásobná proti optimální, uváděné Kostjakovem.

d) Volba jednotlivých prvků pro založení drenáže

Drény byly zakládány ve hloubce 50 cm. Maximální dosažitelná hloubka drenů při jejich provádění pluhu, které jsou v současné době u nás k dispozici (DK-2 a KDP-1), je 70 cm. Dvaceticentimetrový rozdíl mezi hloubkou použitou na objektech a hloubkou maximální nemohl mít podstatný vliv na životnost drenů. Porušení drenů účinkem lehkých strojů, které byly pro obdělávání luk použity, nepřichází v úvahu. Podobně není nutno uvažovat nepříznivý vliv mrazu na životnost drenů, neboť promrznutí půdy, jak je patrné z týdenních pozorování půdními mrazoměry v Novém Kramolíně (tabulka VII), nedosáhlo ani při abnormálních mrazech v únoru 1956 hloubky založení drenů. Poměrně malou naměřenou hloubku promrznutí půdy si vysvětlujeme vysokým stavem podzemní vody, izolačním účinkem sněhové vrstvy a drnové vrstvy trvalého lučního porostu. Rozchody se pohybovaly v mezích uváděných literaturou.

Spád drenů nebyl rovnoměrný, neboť bylo použito pluhů bez možnosti regulace hloubky. V přechodech z větších do menších spádů docházelo k ukládání

VII. Hloubka promrznutí půdy — N. Kramolín

Datum	Promrznutí (cm)			Sněhová pokrývka (cm)
	sonda 1	sonda 2	sonda 3	
30. I. 1956	6,5	—	—	6,5
6. II.	7,0	11,0	—	6,0
13. II.	7,0	11,0	—	10,5
20. II.	7,0	11,0	—	20,0
27. II.	7,0	11,0	—	20,0
5. III.	9,0	11,0	—	0
12. III.	5,5	10,5	—	3,0
19. III.	6,0	11,0	—	5,0
26. III.	8,5	10,5	—	0
2. IV.	0	0	—	0
9. IV.	0	0	—	0
22. XI.	5,5	4,0	3,5	0
29. XI.	0	0	0	0
6. XII.	0	0	0	0
13. XII.	0	0	0	0
20. XII.	4,0	0	0	0
27. XII.	4,0	0	0	10,0
3. I. 1957	8,0	3,5	4,0	6,0
17. I.	7,5	4,0	3,5	21,0
24. I.	13,0	11,0	9,0	20,0
31. I.	13,0	11,0	8,0	0
7. II.	0	0	0	0
14. II.	0	0	0	0

jemných splavenin, které v několika případech zaplnily celý profil drénu a způsobily tak jeho vyřazení z provozu. Je velmi pravděpodobné, že při rovnoměrném spádu drénu by byla jeho životnost větší. Průměrné spády se ve všech případech (kromě Javorné) pohybovaly v hranicích, které literatura připouští jako minima a maxima.

Použité šedesátimetrové délky drenů jsou menší než minimální délky udávané literaturou, a tudíž pro životnost výhodné.

II. Fyzikální a chemické vlastnosti půd

a) Zrnitostní složení

Pro posouzení vhodnosti zrnitostního složení půd pro krtčí drenáž můžeme vzít v úvahu dvě orientační kritéria — Jůvovo (60 % zrn I. kategorie nebo 40 až 60 % zrn I. kategorie při současném obsahu 20 % II. kategorie) a Rogiňského (jily o obsahu písčitých částic menším než 7 %, zeminy jílovité a hlinité o obsahu písčitých částic menších než 40—50 % a všechny půdy na jílech, jílovitých zeminách a hlínách, jestliže toto podloží leží maximálně 20—30 cm pod povrchem).

Oběma kritériím odpovídají půdy objektů v Novém Kramolíně a v Jestřebí (tabulka II). Zrnitostní složení půdy ve Vlčicích a na Javorné nevyhovuje prvnímu kritériu.

b) Agregátové složení

Pro posouzení stability mikroagregátů bylo použito prvního kritéria Glotova a Astapova (poměr výsledků mikroagregátového a zrnitostního rozboru $\rho < 0,3$, eventuálně $\rho = 0,3-0,7$).

Podle tohoto kritéria jsou půdy všech objektů pro krtčí drenáž nevhodné, neboť poměr ρ je vyšší než 0,7. Nejvyšší hodnoty se objevují u půd těžkých z objektů v Novém Kramolíně a Jestřebí. Naproti tomu na lehkých půdách ve Vlčicích a na Javorné se ρ blíží číslu 0,7 (tabulka III). I když toto číslo je horní hranicí pro drény středně a málo odolné, je možno tvrdit, že hodnota ρ ve Vlčicích a na Javorné je příznivější než hodnoty ρ pro těžké půdy z Nového Kramolína a Jestřebí, které se pohybují kolem 1,45.

Kritérium stability mikroagregátů je zde v přímém rozporu s kritériem vhodného zrnitostního složení půd. Vlastní pozorování prokázala, že drény, označené kritériem jako neodolné, nebyly vyřazeny z činnosti po prvním zatopení vodou a fungovaly po dva roky. Kritérium je tedy v rozporu i s výsledky našeho výzkumu životnosti drenů. Jeho platnost a použitelnost bude muset být tudíž ověřena před obecnou aplikací laboratorním zjištěním, zda poměr vyjadřující stabilitu mikroagregátů vystihuje dostatečně přesně i vhodnost půd pro krtčí drenáž.

c) Momentální vlhkost

Wegner uvádí podle sovětských zkušeností jako optimální momentální vlhkost půdy v době provádění drenáže 28—30 váhových procent sušiny. Při této vlhkosti byly ve skutečnosti provedeny Astapovem a Bobčenkem drény na výzkumném melioračním objektu v Kurské oblasti, které svou životností zajistily provedení závlah v průběhu jedné vegetační periody. Uvedené hodnoty momentální vlhkosti reprezentují v tamějších půdních podmínkách, charakterizovaných jako hlíny (tj. žolyje suglinki), meze vláčnosti a tekutosti těchto půd. Jinými slovy, vlhkost půd se pohybovala v tomto případě v oboru jejich čísla plasticity.

Číslo plasticity je v přímé souvislosti s číslem hygroskopicity a se zrnitostí, respektive s obsahem jílu. Proto mají těžké půdy zpravidla vyšší číslo plasticity a také vyšší meze vláčnosti a tekutosti, jak je patrné z tabulky VIII.

VIII. Mez vláčnosti, tekutosti a číslo plasticity některých zemin podle Myslivce

Zemina	Mez tekutosti V_t (váhová %)	Mez vláčnosti V_v (váhová %)	Číslo plasticity $V_t - V_v$
jíl	65,4	27,6	37,8
jíl	59,3	24,5	34,8
jílovitá zemina	51,7	24,6	27,1
sprašová hlína	30,4	24,9	5,5
sprašová hlína	23,3	14,1	9,2

Podle uvedeného a z naměřených, respektive dedukovaných hodnot momentální vlhkosti půdy v době provádění drenáže na jednotlivých objektech, je možno vyvozovat, že momentální vlhkost se ve všech případech pohybovala přibližně v oboru čísla plasticity tamějších půd. Ve Vlčicích byla v písčítých hlínách měřená momentální vlhkost 31–34 váhových procent, na Javorné ve stejných půdních podmínkách dedukovaná momentální vlhkost 21–37 %. Hodnoty z Javorné přímo odpovídají sovětským údajům z přibližně stejných půdních podmínek, ve Vlčicích jsou mírně vyšší. V Novém Kramolíně se pohybovala dedukovaná momentální vlhkost mezi 49–55 %, v Jestřebí mezi 49–57 %. Vzhledem k jílovitým zeminám a jílu těchto objektů byla pravděpodobně vlhkost v oboru čísla plasticity a tudíž optimální pro provádění drenáže. Domněnku potvrzuje i fakt, že uzavření spáry po noži pluhu vtisknutou zeminou, které je indikátorem příliš velké vlhkosti půdy v době provádění drenáže, bylo pozorováno pouze u několika drénů otevřených po roční funkci v Novém Kramolíně.

d) Obsah uhličitanu vápenatého

Uhličitán vápenatý — nebo lépe řečeno jeho stopy — byly zjištěny na objektech pouze v několika ojedinělých případech. V převážné většině půdy jednotlivých objektů neobsahují CaCO_3 vůbec. Nepřítomnost CaCO_3 mohla ovlivnit stabilitu mikroagregátů a působit tak na zkrácení životnosti drénů, provedených v těchto půdách.

III. Klimatické vlivy

Z klimatických vlivů byly srážky v letech 1952–1957 přibližně normální. Jejich roční úhrny v povodí Labe jsou uvedeny v tabulce IX. Současně jsou připojeny rozdíly od dlouhodobých průměrných srážek pro Čechy, udávaných hodnotou 688,3 mm.

Z řady uvedených hodnot je patrné, že větší odchylka od dlouhodobého průměru byla pouze v suchém roce 1953 a větší množství srážek v roce 1954. Sucho v roce 1953 mohlo mít spolu s vyššími teplotami v letních měsících nepříznivý vliv na životnost drénů na objektech ve Vlčicích a na Javorné.

Pro přesnější charakteristiku klimatických podmínek v Novém Kramolíně jsou k dispozici měsíční přehledy z let 1954–1957 z meteorologické stanice, zřízené

na tomto objektu. Srovnání naměřených hodnot s dlouhodobými měsíčními průměry teplot a srážek bylo provedeno na základě údajů nejbližší meteorologické stanice v Domažlicích. Funkce drenů v Novém Kramolíně probíhala v podmínkách mírně

IX. Roční úhrny srážek v povodí Labe

Rok	Srážky (mm)	Rozdil od průměrných srážek (mm)
1952	678	— 10
1953	499	— 189
1954	761	+ 73
1955	710	+ 22
1956	717	+ 29

vlhčích a sušších roků. Vzhledem k malé odchylce od dlouhodobého průměru životnost drenů nemohla být tímto faktorem ovlivněna.

Teploty vzduchu v Novém Kramolíně byly v letech, ve kterých fungovala drenáž, většinou nižší než dlouhodobé průměry. Vyšší teploty v roce 1957 byly naměřeny hlavně v zimním období. Průběh teplot v pozorovaném období vylučoval tudíž přesušení půdy, a tím i vznik trhlin a rozpuštění půdy, které by mohlo působit škodlivě na stěny drenů. Extrémní mrazy v únoru a březnu 1956 nepůsobily podle naměřených hodnot (tabulka VII) takové promrznutí půdy, které by dosáhlo úrovně založených drenů.

Celkově je tedy možno říci, že klimatické poměry v období funkce krtčích drenů byly pro krtčí drenáž optimální.

IV. Údržba odvodňovacího systému a způsob obdělávání drénovacích ploch

Zaústění drenážních výustí trubkami bylo provedeno pouze na objektu v Jestřebí. Na tomto objektu docházelo ke vzdouvání hladiny odváděné vody a k zatápění ústových úseků. Opevnění a průběžné opravy výustí do jisté míry paralyzovaly nepříznivý vliv stagnující vody na stabilitu profilu, ale přesto byla pozorována destrukce do určité vzdálenosti od zaústění. Na ostatních objektech dostatečné spády odpadních příkopů zabránily vzdouvání hladiny. Destrukce ústových úseků byla proti destrukci ostatních úseků menší. Je pravděpodobné, že řádné opevnění výustí by působilo ještě příznivěji na vývoj profilu této části drenů.

Odvodněné plochy byly obhospodařovány jako trvalé louky. Sklizeň byla ve většině případů prováděna kolovými traktory se žací lištou, odvoz sena povozy s koňským potahem. Vliv obhospodařování nemohl se tudíž projevit nepříznivě na životnost drenů.

V. Destrukční činnost živočichů

Destrukční činnost krtků byla pozorována pouze ojediněle na objektu na Javorné.

VI. Shrnutí diskuse

Z uvedené diskuse je patrné, že nejvíce faktorů, ovlivňujících nepříznivě životnost drénů, bylo na objektech ve Vlčicích a na Javorné. Kromě toho na každém z těchto objektů bylo k dispozici pouze jedno otevření drénů s měřenými plochami profilů. Proto byly do další úvahy pojaty hodnoty změn profilů z objektů v Novém Kramolíně a Jestřebí. Půdní poměry těchto objektů jsou přibližně stejné a kromě toho vyhovují podmínkám vhodných půd pro krtčí drenáž.

Pro vyjádření závislosti zmenšování příčného průřezu drénů z těchto objektů na čase byla zvolena semilogaritmická soustava souřadnic. Hodnoty času (t) byly vynášeny na logaritmické ose x , hodnoty poměrů plochy okamžitého stavu drénu a plochy použitého rozšiřovače (f) na lineární ose y . Souborem získaných bodů byla proložena metodou nejmenších čtverců přímka

$$f = c_1 \log t + c_2 \quad (1)$$

při stanovené podmínce, aby v čase

$$t = 0,01 \text{ roku} \quad \text{bylo } f = 1,0$$

Po vypočtení konstant $c_1 = -0,37427$ a $c_2 = 0,25146$ a jejich dosazení na byla rovnice tvaru

$$f = -0,37427 \log t + 0,25146 \quad (2)$$

Přímka s rovnicí uvedeného tvaru (2) protíná osu x v čase $t = 4,6976$ roků. Prakticky to znamená, že přibližně za čtyři roky a tři čtvrtě je průměrný příčný profil provedených drénů nulový.

Podle zkušeností s trubkovou drenáží můžeme předpokládat uspokojivou odvodňovací funkci u drénu, jehož kruhový příčný profil má průměr 4 cm, tj. plochu

$$F = 12,57 \text{ cm}^2.$$

Při ploše použitého rozšiřovače

$$F_0 = 78,54 \text{ cm}^2$$

je poměr

$$f = \frac{F}{F_0} = 0,16.$$

Dosazením této hodnoty do rovnice (2) dostaneme

$$t = 1,7554 \text{ roků}.$$

Podle toho je tedy vypočtená životnost drénů rovna jednomu roku a devíti měsícům, což odpovídá moderním poznatkům polských a sovětských odborníků o životnosti krtčích drénů (tabulka I).

Získaná nízká hodnota životnosti drénů byla jistě do určité míry ovlivněna nepříznivými faktory, které spočívaly v tom, že pro provádění drenáže nebyl k dispozici pluh s regulovatelnou hloubkou zakládání drénů a pluhu byly taženy traktory v přímém závěsu. Bylo použito většího průměru rozšiřovače, než je optimální průměr udávaný literaturou. Drény byly zaústovány přímo do odpadních příkopů a byly prováděny větší rychlostí, než je optimální rychlost uváděná literaturou. Výustě nebyly ve všech případech dostatečně zajištěny a nebyla v plném rozsahu prováděna dostatečná údržba.

Jestliže se nepodaří při dalším provádění krtčí drenáže v našich podmínkách eliminovat tyto nepříznivé faktory, bude maximální životnost krtčích drenů na zamokřených loukách s těžkými půdami odpovídat s největší pravděpodobností uvedené hodnotě. Při použití krtčí drenáže jako dlouhodobého odvodňovacího zásahu by potom bylo nutno minimálně po každých dvou letech obnovovat síť sběrných krtčích drenů. Vezmeme-li v úvahu průměrnou životnost trubkových drenů kolem 40 let, musela by být krtčí drenáž obnovena za tuto dobu nejméně dvacetkrát.

Budeme-li uvažovat náklady na tuto obnovu jako náklady udržovací, je pravděpodobné, že po určité době budou vyšší investiční náklady drenáže trubkové vyrovnány vyššími udržovacími náklady drenáže krtčí. Jestliže by se při ekonomickém zhodnocení obou drenážních systémů ukázala oprávněnost této domněnky, potom by nebylo výhodné považovat současný způsob provádění krtčí drenáže za dlouhodobý meliorační zásah, který by mohl plně nahradit jiné odvodňovací způsoby.

Souhrn

Pokusy s krtčí drenáží probíhaly a probíhají ve světovém měřítku i v našich zemích ve dvou časových etapách po obou světových válkách. Praktického použití v širším měřítku dosáhl tento odvodňovací způsob pouze v Anglii. Zavádění krtčí drenáže jako dlouhodobého melioračního zásahu v ostatních zemích brzdi životnost drenů, která podle novějších poznatků se podstatně liší od původních i dnešních údajů anglických odborníků.

Rozdíl je s největší pravděpodobností dán vlivem faktorů, z nichž nejdůležitější jsou způsob provádění drenáže, fyzikální a chemické vlastnosti půd, klimatické vlivy, údržba drenážního systému a destrukční činnost živočichů. Na některé z těchto faktorů můžeme působit a vytvořit tím optimální podmínky pro životnost drenů (způsob provádění, údržba), některé jsou dány prostředím, ve kterém je drenáž prováděna, a můžeme je tudíž změnit jen ve velmi omezené míře (půdní podmínky, klima).

Pro zjištění životnosti krtčích drenů v našich podmínkách byla podrobně zkoumána drenáž provedená v letech 1952/1955. Podle získaných výsledků nepřesahuje životnost drenů při současném způsobu jejich provádění na zamokřených loukách s těžkými půdami (jílovitohlinitá zemina až jíl) dva roky. Při eliminaci některých nepříznivých faktorů, tj. bude-li napříště zajištěno alespoň provádění drenů pluhu s možností hloubkové regulace, zaústování sběrných krtčích drenů do svodných trubkových a dostatečná údržba drenáže, je možno očekávat určité malé zvýšení životnosti.

Při dvouleté životnosti drenů prokáže pravděpodobně posouzení ekonomické efektivnosti krtčí a trubkové drenáže a jejich vzájemné porovnání, že by nebylo výhodné považovat současný způsob provádění krtčí drenáže za dlouhodobý meliorační zásah, který by mohl plně nahradit jiné odvodňovací způsoby.

Naproti tomu krátká životnost krtčí drenáže by mohla být předností systému při jednorázovém zásahu pro navrácení porušeného vodního režimu velké plochy našich luk a pastvin do jeho původního stavu. Jestliže po takovémto jednorázovém odvodnění luk nepostačí jejich další řádné obhospodařování samo na regulaci vodního režimu, bude moci být zaniklá krtčí drenáž nahrazena dlouhodobým odvodněním. Tím se předejde eventuálnímu přesušení některých partií při současném snížení investičních nákladů a úspore pracovních sil.

Pro dosažení příznivých výsledků bude nutno i při tomto způsobu využití krtčí drenáže zajistit maximální životnost drenů. Toho lze dosáhnout jednak od-

straněním nepříznivých faktorů, na které můžeme bezprostředně působit, jednak prováděním krtčí drenáže ve vhodných půdních podmínkách. Pro jejich přesné vymezení bude muset být zjištěn vliv stability mikrostruktury, včetně prvního kritéria Glotova a Astapova, které se při orientačním použití rozcházelo s kritérii ostatních autorů i s výsledky výzkumu životnosti drénů. Na podkladě nejvhodnějšího kritéria, event. souběžně s ním bude nutno potom vypracovat expeditivní metody pro praktické použití.

Literatura

1. Astapov, Bobčenko: Podpočevno-krotovijj sposob poliva v centralno-černozjomnyh oblastjach, Gidrotěchnika i Melioracija, 1950, č. 9. — 2. Bezdiček: Přednášky z meliorací FIS-ČVÚT v Praze, 1949-1950. — 3. Blackaby: Mole drainage, Kulturtechniker 1936. — 4. Blümel: Bodengefügeveränderungen durch Maulwurfdränung, Österreichische Wasserwirtschaft, 1956, č. 11. — 5. Čerkasov: Melioracija i selškochozajstvennoje vodosnabženije, Moskva 1950. — 6. Drbal, Kutilík, Semotán: Laboratorní praktikum z pedologie, I. díl, Praha 1957. — 7. Fauser: Bericht über die Tagung der 6. Internationalen bodenkundlichen Kommission vom 18. Juni 1932, Kulturtechniker 1933. — 8. Gejtman: Krotovanije počv, Gidrotěchnika i Melioracija, 1950, č. 2. — 9. Hemský: Heslo krtčí drenáž, Teysler-Kotyška-Technický slovník naučný, díl VII, 1932. — 10. Hrůza: Výzkum krtčí drenáže, Výroční zpráva VÚV, Podbaba 1953. — 11. Janert: Die Anforderungen des Maulwurfdränverfahrens an den Boden. Verhandlungen der VI. Kommission der Internationalen bodenkundlichen Gesellschaft, Groningen 1932, Teil A. — 12. Jevdokimova: Zakrepljenje stěnok krotovyh dren fizikochimičeskimi sposobami, Gidr. i Melioracija, 1950, č. 3. — 13. Jůva: Odvodňování půdy, Brno 1951. — 14. Jůva: Hospodářsko-technické úvahy o krtčí drenáži. Zvláštní otisk z časopisu Technický obzor, 1933, č. 1. — 15. Kostjakov: Osnovy melioracij, Moskva 1951. — 16. Krivonosov: Odvodňování zbahnělých minerálních pozemků řídkou drenáží z odvodňovacích trubek spojenou s krtkováním, Sov. věda — vodní stavitelství, 1955, č. 1. — 17. Kuhlewind: Die neuzeitliche Entwicklung des Maulwurfpfluges und seine Entwicklung auf den Drenbau, Dessau 1932. — 18. Kwapiszewski: Zastosowanie kreciego drenowania w Polsce, Gospodarka wodna, 1952, č. 6. — 19. Miksa: Krtčí drenáž, Výroční zpráva VÚV, Praha-Podbaba 1954. — 20. Mika: Krtčí drenáž, Výroční zpráva VÚV, Praha-Podbaba 1955. — 21. Myslivec: Mechanika zemin, Praha 1954. — 22. Nicholson: The Principles of Field Drainage, Cambridge 1944. — 23. Ramser: Untersuchung bindiger Böden auf Grund ihres Wasserhaltvermögens und Folgerungen für die Entwässerungspraxis, zvláštní otisk z časopisu Schweitzer Baublatt, 1954, č. 41. — 24. Riekert: Versuche mit der Maulwurfdränung in Württemberg, Kulturtechniker 1931. — 25. Rogiński: Trwalość drenowania kreciego w niektórych glebach Polskich, Gospodarka wodna, 1953, č. 7. — 26. Rozin: Melioracije s osnovami selškochozajstvenno vodosnabženija, Selchoz-giz, Leningrad 1954. — 27. Smolík: Pedologie, Praha 1957. — 28. Smolík: Úvod do inženýrské meteorologie a klimatologie, Praha 1954. — 29. První pokusy s krtčí drenáží v Republice československé v roce 1929 a 1930, Praha 1931. — 30. Stehlík: Zlevňování odvodnění půdy krtčí drenáží, Věstník pro vodní hospodářství, 1930. — 31. Tatarinova: Krotovijj drenáž na lugoch, tjažolyh miněralnyh počv něčernozemnoj polosy, Socialističeskoe životnovodstvo, 1950, č. 6. — 32. Urban: Zpráva o srovnávacích zkouškách upotřebitelnosti prototypu saňového drenážního pluhu pro krtčí drenáž, VÚMEZ Praha, zpráva č. 53, 1952. — 33. Urban: Mechanisace úpravy luk a pastvin — krtčí drenáž, Závěrečná zpráva VÚMEZ, Praha 1953. — 34. Urban: Provozní výzkum komplexu mechanizačních prostředků pro provádění úprav vodního režimu na loukách a pastvinách, Zpráva VÚMEZ - Praha, Z 351, 1951. — 35. Urban: Rekultivace luk a pastvin - deformační práce rozšiřovače krtčích drénů, Výroční zpráva VÚMEZ, Praha 1954. — 36. Wegner: Erfahrungen mit der Maulwurfdränung bei der Regelung der Bodenfeuchte in der Sowjetunion, Wasserwirtschaft und Wassertechnik, 1952, č. 4. — 37. Zakaszewski: Melioracje rolne, Grudzien 1948. — 38. Výsledky výzkumnictví v oboru zemědělské techniky za rok 1929, Praha 1931. — 39. Výsledky výzkumnictví v oboru zemědělské techniky za rok 1930, Praha 1931. — 40. Výsledky výzkumnictví v oboru zemědělské techniky

za rok 1931, Praha 1932. — 41. Zpráva o IX. schůzi Poradního výboru pro výzkumnictví v oboru zemědělské techniky, Věstník pro vodní hospodářství, 1934, č. 1 a 3. — 42. Zpráva o studijní cestě hydromelioračních pracovníků do SSSR ve dnech 23. V. až 18. VI. 1956, VÚV Praha-Podbaba, 1956.

К вопросу о долговечности кротового дренажа

Опыты с кротовым дренажем производились и производятся до настоящего времени в мировом масштабе и в нашей стране в двух временных этапах после обеих мировых войн. Практическое применение в широком масштабе этот способ осушения нашел только в Англии. Заведению кротового дренажа, как долгосрочного мелиоративного мероприятия, в остальных странах тормозит недолговечность дрена, которая согласно новейшим изысканиям существенно отличается от первоначальных и современных данных английских специалистов.

Различие составляет, по всей вероятности, ряд факторов, из которых самыми главными являются:

- а) способ проведения дренажа,
- б) физические и химические свойства почв,
- в) климатические влияния,
- г) содержание в исправности дренажной системы и
- д) разрушительная деятельность животных.

На некоторые из этих факторов мы можем оказывать влияние и таким образом создавать оптимальные условия для долговечности дрена (способ проведения, содержание в исправности); некоторые условия зависят от окружающей обстановки, в которой производится дренаж, а следовательно наши усилия, направленные к изменению этих условий, остаются весьма ограниченными (почвенные условия, климат).

Для определения долговечности кротовых дрена в наших условиях был подробно исследован дренаж, проведенный в 1952—1955 годах. Согласно полученным результатам долговечность дрена — при современном способе их проведения на заболоченных лугах с тяжелыми почвами (иловатоглинистая почва вплоть до ила) — не превышает 2 лет. При исключении некоторых неблагоприятных факторов, то есть если и впредь будет обеспечено по крайней мере проведение дрена плугами с возможностью глубинной регуляции, выведение сборных кротовых дрена в сводные трубковые и достаточное содержание в исправности дренажа, — можно ожидать определенное, хотя и малое повышение долговечности дрена.

При двухлетней долговечности дрена можно, по всей вероятности, путем рассмотрения экономической эффективности кротового и трубкового дренажа и их взаимным сравнением установить, не было бы правильным считать современный способ проведения кротового дренажа долгосрочным мелиоративным мероприятием, которое может полностью заменить другие способы осушения.

В противоположность этому недолговечность кротового дренажа могла бы быть преимуществом системы единовременного вмешательства для восстановления поврежденного водного режима большой площади наших лугов и пастбищ и приведения его в первоначальное состояние. Если после такого единовременного осушения лугов дальнейшая упорядоченная их обработка не будет в состоянии сама регулировать водный режим, то в таком случае потерявший действие кротовый дренаж может быть заменен долговременным осушением. Этим мероприятием будет предупреждена возможная пересушка некоторых участков при одновременном снижении расходов по капиталовложениям и экономии рабочих сил.

Для достижения благоприятных результатов будет нужно и при этом способе использования кротового дренажа обеспечить максимальную долговечность дрена. Этого можно достичь, с одной стороны, отстранением неблагоприятных факторов, на которые мы можем сами оказывать непосредственное влияние, с другой стороны, — проведением кротового дренажа в подходящих почвенных условиях.

Для его точного ограничения необходимо будет определить влияние стабильности почвенных микроагрегатов на долговечность дрена и проверить критерии для установления стабильности микроструктуры, включая первый критерий Глотова и Астапова, который при ориентировочном применении расходился с критериями других авторов и с результатами исследования долговечности дрена.

На основании самого подходящего критерия или же параллельно с ним, будет необходимо потом выработать быстрые методы для практического применения.

Die Frage der Lebensdauer der Maulwurfdränung

Versuche mit der Maulwurfdränung verliefen und verlaufen im Weltmaß auch in unseren Ländern in zwei zeitlichen Etappen nach beiden Weltkriegen. Eine praktische Verwendung im weiteren Maße erreichte diese Entwässerungsart nur in England. Die Einführung der Maulwurfdränung als langjährigen Meliorationseingriff bremsst in den übrigen Ländern die Lebensdauer der Dräns, die nach den neueren von den ursprünglichen sowie heutigen Angaben der englischen Fachleute unterschiedlich sind.

Der Unterschied ist mit der größten Wahrscheinlichkeit durch die Einwirkung der Faktoren gegeben, von denen die wichtigsten die Art der Dränungsdurchführung, die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften, klimatische Einflüsse, die Instandhaltung des Dränsystems und die Destruktionstätigkeit der Tiere sind. Auf manche von diesen Faktoren können wir einwirken und hierdurch optimale Bedingungen für die Lebensdauer der Dräns (Durchführungsart, Instandhaltung) ausbilden, manche sind durch die Umwelt gegeben, in der die Dränung durchgeführt wird, und wir können sie daher in nur ganz geringem Maße abändern (Bodenbedingungen, Klima).

Für die Lebensdauerfeststellung der Maulwurfdränung in unseren Bedingungen wurde die in den Jahren 1952—55 durchgeführte Dränung genau geprüft und beobachtet. Nach den gewonnenen Ergebnissen erreicht die Lebensdauer des Dräns bei ihrer heutigen Durchführungsart auf vernässten Wiesen mit schweren Böden (tonig-lehmige Erdart bis Ton) nicht mehr als zwei Jahre. Bei der Entfernung einiger ungünstigen Faktoren, d. h. falls in der Zukunft die Durchführung der Dräns wenigstens mit Pflügen mit der Möglichkeit einer Tiefenregulation gesichert wird, weiter die Einmündung der Maulwurfsammeldräne in Dränleitungen und eine genügende Instandhaltung der Dränung, da kann man eine bestimmte kleine Lebensdauererhöhung erwarten.

Bei einer zweijährigen Lebensdauer der Dräns beweist wahrscheinlich die Beurteilung der ökonomischen Effektivität der Maulwurf- und Rohrdränung und ihre gegenseitige Vergleichung, daß es nicht vorteilhaft wäre, die heutige Durchführungsart der Maulwurfdränung als langjährigen Meliorationseingriff anzusehen, der andere Entwässerungsformen voll ersetzen könnte.

Dagegen die kurze Lebensdauer der Maulwurfsdränung könnte als Vorteil des Systems beim einmaligen Eingriff bei der Wiederherstellung des gestörten Wasserhaushaltes von großen Flächen unserer Wiesen und Weiden in seinen ursprünglichen Zustand angesehen werden. Falls nach so einer einmaligen Wiesenentwässerung ihre weitere ordentliche Bewirtschaftung auf die Regulation des Wasserhaushaltes selbst nicht ausreicht, kann die eingegangene Maulwurfdränung durch eine langfristige Entwässerung ersetzt werden. Es wird so einer eventuellen Übertrocknung einiger Teile vorgebeugt, bei gleichzeitiger Herabsetzung der Investitionskosten und Ersparnis von Arbeitskräften.

Zur Erreichung von günstigen Ergebnissen wird es notwendig sein, auch bei dieser Ausnützungsart der Maulwurfdränung eine maximale Lebensdauer der Dräns zu sichern. Dies kann einerseits durch die Abschaffung von ungünstigen Faktoren, auf die man unmittelbar einwirken kann, erreicht werden, andererseits durch eine Dränungsdurchführung in geeigneten Bodenbedingungen. Für ihre genaue Abgrenzung wird der Einfluß der Stabilität der Mikroaggregate auf die Lebensdauer der Dräns festgestellt werden müssen und die Kriterien für die Bestimmung der Stabilität der Mikrostruktur beglaubigt, samt dem ersten Glotov- und Astapov-Kriterium, daß bei der Orientierungsanwendung mit den Kriterien der übrigen Autoren sowie mit den Forschungsergebnissen über die Lebensdauer der Dräns nicht übereinstimmt. Auf Grund des geeigneten Kriteriums event. gleichlaufend mit dem Kriterium wird es dann notwendig sein, schnelle Methoden für die praktische Anwendung auszuarbeiten.

Povodňové škody v Moravské bráně

Ущерб от наводнений в Моравских воротах

Überschwemmungsschäden im Gebiet Moravská brána (Mährische Pforte)

Inž. František SOKOL

Úvod

Letní přívalové deště, doprovázené náhlým zvýšením vodních stavů v bystřinných tocích, jsou obvykle prostorově omezeny na poměrně malá území. Při jejich krátkém trvání bývají velmi intenzivní a způsobují značné škody v zemědělství erozí nebo zanášením pozemků splaveninami, devastaci vodních koryt, rozrušení veřejných komunikací a velmi často i škody na obytných a hospodářských budovách. V určité krajině se dostávají tyto přívalové vody v ročním údobí celkem pravidelně, a proto je v boji proti jejich účinkům nutno nejen znát jejich prostorové omezení, ale zkoumat i příčiny vzniku těchto škod.

V Olomouckém kraji jsou to zvláště dva prostory, téměř každoročně postižené zhoubnými krátkodobými letními lijavci. Jsou to pramenné oblasti Moravy v okrese Šumperk a Bělé v okrese Jeseník na návětrné a závětrné straně masivu Vysokého Jeseníku a těsnina Moravské brány v okrese Hranice. Území povodňových škod v povodí horní Moravy a Bělé jsou prostorově značně větší (680 km^2) než dále popisované území v Moravské bráně (asi 200 km^2), kde však škody, každoročně způsobované náhlými vodními přívaly, bývají stejně zhoubné.

Porovnáním škod, způsobovaných velkými vodami v bystřinných povodích obou těchto prostorů vidíme, že jesenická oblast má velmi výrazné škody z letních přívalových vod a škody, způsobované zvýšeným vodním stavem za jarního tání sněhu, bývají zde v poměru k letním přívalovým škodám minimální. Území povodňových škod v bystřinném prostoru Moravské brány má nejen intenzivní letní přívaly z krátkodobých bouřkových lijavic, ale i mnohdy ještě výraznější škody z velkých vod z jarního tání. Opakování povodňových škod je v Moravské bráně proto četnější. Povodňové škody v území Moravské brány jsou prastarého data. Jejich opakování se však v posledních letech nebezpečně zkrátilo, takže národohospodářské škody na nemovitém majetku se dostávají ve větším nebo menším rozsahu téměř každoročně. Jejich historický původ nutno hledat v počátcích odlesňování této krajiny. Pokud byl kraj, zvláště půdy na svazích, plně porostlý lesem, nemohla nastat koncentrace povrchové vody v tom měřítku, aby způsobovala výraznější erozi půdy. Les také zpomaloval odtok, a tím zplošťoval povodňovou vlnu, takže unášecí i vymílací síla vodního proudu v korytě bystřin se zdaleka neprojevovala tak intenzivně jako dnes.

Historický přehled

Historické prameny nás poučují, že popisované území chránil komplex lesa, který přetínal Moravskou bránu při evropském rozvodí v příčném pásu zhruba mezi čarou Bystřice pod Host. — Hranice, kde se spojoval s rozsáhlým hvozdem Oderských vrchů. Na východní straně byl ohraničen čarou Val. Meziříčí — Fulnek. S mýcením tohoto hvozdů se započalo za dob Břetislava I. (1035—1055). K roku 1169 se připomíná, že tehdejší správce Moravy Bedřich, syn krále Vladislava, povolil mnichu benediktinského řádu rajhradského kláštera Jurikovi, mýtit lesy u Hranic. Později témuž Jurikovi, případně klášteru v Rajhradě, věnoval Bedřich z vděčnosti část krajiny „od potoka Sebnik nazvaného až k potoku, jenž Odra sluje; krom toho pak na západ ještě bez vyznačení mezí tolik onoho lesa, jak mnoho by z něho užítkovati chtěl“.

Roku 1201 dává markrabě Vladislav klášteru Hradišti v Olomouci městečko Hranice a „rozsáhlý les, ležící v jejich blízkosti“. Ještě v době, kdy Hranice (1475—1548) a Helfštýn (1474—1553), byly v držbě Pernštejnů, byly zde větší lesy. Roku 1487 získal Vilém z Pernštejna od obce Drahotuše les zvaný Drahotouch výměnou za les Hadovec na Helfštýnském panství. Uvedný les dělila Bečva na Malý Drahotouch na pravém břehu při hranici Drahotuš a Velký Drahotouch na levém břehu Bečvy. V tomto lese dovolil roku 1489 Vilém z Pernštejna hranic-
kým občanům pást dobytek s podmínkou, že z hranického dvora bude se v tomto lese pást i jeho dobytek. Dále o tomto lese není zmínky, ale nápor dobytka byl asi tak značný, že jeho obnova nebyla zaručena a plocha lesa se později proměnila v dnešní role; tak se dosud nazývají v katastrálním území Drahotuše trati Malý a Velký Drahotouch. Také tehdejší držitel Lipníka Vok ze Sovince dal v roce 1461 mýtit lesy „Hana“ a „Sádky“ a dal půdu lidem z Lipníka.

Vliv tohoto odlesňování se brzy projevil. Pernštejnové (1474—1553) a Rožmberkové (1580—1592) založili tehdy v tomto prostoru více rybníků, které podle rozmístění neměly jen rybochovný význam, ale značný vliv na zachycení přívalových vod a splavenin. Jejich zrušení v minulém století dalo průchod vybíjet se velkým vodám bez omezení. Rozsáhlé nádržné prostory rybníků (Hustopeče n. Beč., Drahotuše, Prosenice, Babice, Hrabůvka, Paršovice, Slavič, Lipník, Spálov, Podštát, Velká) měly jistě významný vliv na odtokové poměry. Přínos splavenin po odlesnění byl však jednou z vážných příčin zrušení těchto rybníků.

Transport splavenin byl po odlesnění značný. List Ignáce Rokytnického z Ludenic Vilémovi z Pernštejna z 5. května 1494 (Archiv český, díl XVI) upozorňuje na velké nánosy šterku v řece Bečvě a na povodní stržené stodoly u Přerova. Podle smlouvy mezi Ctiborem Tovačovským z Cimburka a opatem kláštera Hradiště v Olomouci (dáno v Tovačově dne 11. 7. 1491) byla řeka Morava splavná pro lodi až do Olomouce. Nánosy znemožňovaly však později plavbu, takže roku 1542 nařídil sněm markrabství moravského všem vrchnostem podél řeky Moravy, aby se starali o umožnění plavby a roku 1549 se dokonce ustavila zvláštní komise, která vyšetřovala příčinu úpadku splavnosti řeky Moravy. Na zašterkování koryta Moravy měla význačný podíl Bečva se svými bystřinnými přítoky, která se pod Olomoucí vlévá do Moravy, a po které se rovněž plavilo dřevo.

Ani tato opatření nebyla dostatečně účinná, jak je zřejmo z listin Karla VI., zaslaných královskému tribunálu moravskému v letech 1719, 1722, 1725, 1729 a 1734 o velkých povodňových škodách. Zvláště povodeň z roku 1719 byla velkého rozsahu.

Také z vykopávek v inundačních náplavech možno usuzovat, že povodně a transport splavenin v tomto prostoru jsou starého data, jak dosvědčují vykopané mohutné kmeny dubů v hloubce 3—5 m pod povrchem.

Odtokové poměry v XIX. a XX. století

Z dosažitelných záznamů hydrologických, záznamů a projektů služby hrazení bystřin, z kronik obcí, z vlastivědné literatury a sledováním povodní za poslední léta bylo zjištěno, že letní bouřkové velké vody, stejně jako vody z jarního tání, postihují nejčastěji a nejintenzivněji v Moravské bráně jižní svah Oderských vrchů s pravostrannými bystřinnými přítoky Bečvy: Jezernicí, Žabníkem, Uhřinovským potokem, Veličkou a Ludinou. Význačné škody, způsobené v prostoru Moravské brány, jsou zaznamenány roku 1839 v Paršovicích, roku 1854 v Drahotuších, Hranicích, Teplicích nad Beč., Miloticích a Skaličce, roku 1864 ve Slavíči, roku 1872 ve Skaličce, roku 1880 ve Skaličce, Slavíči, Hranicích, Drahotuších, Miloticích, roku 1896 ve Slavíči, Podhoří, Ústí, roku 1900 v Babicích, 1901 v Teplicích nad Beč., 1902 v Ústí, 1903 v Hranicích, 1907 v Hranicích, Černotíně, Miloticích, Skaličce, Slavíči, Ústí, roku 1908 ve Skaličce, v Těšicích v roce 1865, 1874, 1885, 1903 (krupobití, škoda 300.000 rak. K.) a 1914. Při průtrži mračen 6. 8. 1914 odpoledne zvedly se vody potoka Olešnice tak, že zaplnily bývalý rybník tzv. „Farkaník“, jehož hráz se protrhla a voda vnikla do dalšího rybníka, který rovněž protrhla a zaplavila Těšice tak, že několik domů se zřítilo.

Dr. Čermák uvádí data o povodních na Bečvě v tomto prostoru za posledních 100 roků. Velká voda z roku 1854 strhla mosty přes Bečvu v Teplicích nad Beč. a v Hranicích a způsobila velké škody polnímu hospodářství. V roce 1880 (5. srpna) byl rovněž stržen most přes Bečvu v Teplicích nad Beč. Této povodni předcházela bouřková lijavec, při němž napadlo dne 3. srpna ve Špičkách 37 mm, v Přerově 34 mm. V celém povodí Bečvy napadlo od 3. do 5. srpna 1880 po Přerov 135 mm srážek. Při povodni od 6. do 11. července 1903 napršelo z 10. na 11. července 1903 v Teplicích 149 mm, v Přerově 138 mm. Srážky mezi 5. až 18. červencem 1907 s kulminací dne 15. července 1907 (Přerov 160 mm) způsobily povodně na Bečvě, stejně jako z 19. na 20. května 1911 (Přerov 126 mm), kdy při kulminaci povodně dne 20. května 1911 vykazovala Bečva v Přerově stav 455 cm.

Jedna z největších zaznamenaných povodní byla v červenci 1919. Byla způsobena dlouhotrvajícím deštěm mezi 1.—10. červencem. Přívalový déšť v trvání 12 hodin způsobil největší zvodnění dne 8. července 1919. V Přerově spadlo 63 mm, v Teplicích nad Bečvou 65 mm. Za této povodně vznikly velké škody na veřejném i soukromém majetku. Tuto vodu možno hodnotit jako 50letou. Po dešti dne 2. a 3. srpna 1923, kdy spadlo v Přerově 72 mm a v Teplicích nad Beč. 77 mm, vznikly rovněž povodně. Abnormálně velká voda se dostavila po extrémních deštích 2. a 3. srpna 1925. Za této vody byly úpravy Bečvy na mnoha místech poškozeny, poněvadž se dostavila voda, kterou by byl neprovedl ani dvojnásobný profil. Další větší povodeň vznikla po dlouhotrvajících deštích od 17. do 30. září 1931, kdy v průběhu celé povodně byly srážky v Teplicích nad Beč. 136 mm, v Přerově 129 mm. Zářijové deště v roce 1937 způsobily povodně od 9. do 12. září. V uvedených dnech napršelo v Teplicích nad Beč. 113 mm, v Přerově 11 mm.

Povodni koncem srpna a začátkem září 1938 předcházely srážky ve dvou skupinách (21.—26. srpna a 29. 8.—2. 9.), při nichž vykázaly Teplice nad Beč.

celkem 146 mm, Hranice 150 mm. Kulminace velké vody byla za 40 hodin, vysoký vodní stav trval 21 dní.

V roce 1939 vznikly dvě povodně po sobě, a to:

- a) 25. a 26. července 1939, kdy napršelo v Teplicích n. B. 122 mm,
v Přerově 111 mm,
kulminace velké vody za 38 hodin, trvání vysokého stavu vody 13 dnů.
- b) 13.—23. srpna 1939 s celkovou srážkou v Teplicích n. B. 94 mm,
v Přerově 88 mm,
s kulminací za 25 hodin a trváním vysokého stavu vody 17 dní.

Stejně tak vznikly dvě povodně v roce 1940:

- a) 17.—21. května s celkovou srážkou v Teplicích n. B. 81 mm,
v Přerově 74 mm,
s kulminací za 37 hodin a trváním vysokého stavu vody 12 dní.
- b) 30. 5.—1. 6. s celkovou srážkou v Teplicích n. B. 79 mm,
v Přerově 70 mm,
s kulminací za 28 hodin a trváním vysokého stavu vody 10 dnů.

Povodeň z roku 1880 byla zatím největší a způsobila také největší škody. Teprve po této povodni bylo uvažováno o regulování Bečvy. Všechny ostatní povodně probíhaly v době, kdy bylo regulování prováděno. Teprve povodně od roku 1937 jsou zaznamenány po ukončení regulace (1904—1931).

Stavební úpravy na Bečvě

Po povodni v roce 1880 byl sestaven první regulační projekt tehdejší zemským stavebním radou inž. Noskem. Podle tohoto projektu mělo být koryto Bečvy vybudováno na střední velkou vodu. Mimořádně velké vody měly se rozlévat a kolmačním účinkem zúrodňujícího kalu měla se zlepšit neplodná šterkoviště podél Bečvy.

Na přítocích v povodí Rožnovské a Vsetínské Bečvy uvažoval uvedený projekt výstavbu 64 vodních nádrží.

Noskův projekt nebyl uskutečněn. Teprve roku 1891 byla uzákoněna soustavná úprava Bečvy, ale jen úprava koryta na střední velkou vodu, bez ohledu na dříve projektované nádrže.

Později prováděná regulace Spojené Bečvy prováděla se podle vzoru šterkonosné řeky Isary v Bavorsku. Chybou bylo, že při provádění této regulace se zapomnělo na její bystřinné přítoky, které jsou hlavními dodavateli šterku do koryta Bečvy. Také původně projektované vodní nádrže byly od regulačního programu odděleny a převedeny do programu vodních cest (průplav Dunaj Odra—Labe). Za Rakouska byla z projektovaných přehrad postavena pouze přehrada na Bystřičce s obsahem 4,5 mil. krychlových metrů vody. K realizaci dalších přehrad již nedošlo. Poněvadž se ukázalo, že profil Bečvy nestačil odvádět velké vody, byl později vypracován bývalým moravským zemským výborem generální návrh na stavbu retenčních nádrží, které měly omezit nebezpečí povodní. Zjistilo se, že na přítocích Bečvy není dostatek vhodných míst pro založení nádrží. Uvažovalo

se tedy o vybudování inundačních hrází. Ale ani tyto hráze nemohly zamezit přínos šterků, Prof. inž. Hlavinka správně uváděl, že bude nutno nejprve konzolidovat horské půdy lesními porosty a tyto řádně obhospodařovat a že bude nutno se vážně zabývat s hrazením všech bystřin v povodí Bečvy. Přehled koeficientů odtoku za povodní na Bečvě:

	VII. 1903	VII. 1919	VIII. 1925	IX. 1931	IX. 1937	VIII. 1938	VIII. 1938	VIII. 1938	VII. 1939	V. 1940
Teplice Přerov	0,58 0,55	0,67 0,63	0,63 0,61	0,60 0,58	0,57 0,54	0,57 0,53	0,49 0,48	0,69 0,58	0,55 0,53	0,64 0,62

Velké koeficienty odtoku potvrzují bystřinný charakter celé Bečvy. Potvrzuji to i škody na provedených úpravách v tomto dolním toku Bečvy, zvláště za posledních povodní v roce 1925, 1940 a 1941, kdy úpravy byly tak poškozeny, že musely být velkým nákladem opraveny. Při tom podélný profil ukazuje, že dno Bečvy není provedenými úpravami dostatečně zabezpečeno. Prohlubování dna a pohyb šterkových mas jsou takového rozsahu, že je nutno pro zabezpečení podélných úprav pomýšleti na vložení příčných objektů. Podélný profil Bečvy vykazuje od ústí Moravy po spojení Rožnovské a Vsetínské Bečvy spád dna od 1 do 2,45 %, Rožnovská Bečva spád od 4 do 70 % a Vsetínská Bečva od 2,4 do 40 %. Do správy hrazení bystřin spadá Rožnovská Bečva v pramenech v délce 10 km, Vsetínská Bečva v délce 15 km, ačkoliv celý tok Bečvy je bystřinného charakteru, jak prokazuje intenzivní eroze a nejen transport splavenin po délce toku, ale rozkolísanost vodních průtoků.

Největší a nejmenší vody jsou dosud zaznamenány těmito hodnotami:

Vsetínská Bečva u Val. Meziříčí (733 km²):

maximum 500 m³/sec, minimum 230 l/sec — kolísání 2174 : 1

Rožnovská Bečva u Val. Meziříčí (255 km²):

maximum 350 m³/sec, minimum 115 l/sec — kolísání 3043 : 1

Spojená Bečva u Teplic nad Hranicemi (1238 km²):

maximum 700 m³/sec, minimum 390 l/sec — kolísání 1800 : 1

Odtokový součinitel je pro Rožnovskou Bečvu 75—80, pro Vsetínskou Bečvu 56—75 a Spojenou Bečvu po Hranice asi 50, dále 46. Dnes jsou již upraveny téměř v celé délce jak spojená Bečva, tak i oba její hlavní pramenné toky. Při všech povodních se ukázalo, že význačným zpevňovacím prvkem břehů a šterkovišť v inundaci jsou porosty vhodně vysázených dřevin. Také značná část bystřinných přítoků v povodí Vsetínské a Rožnovské Bečvy je zahrazena, není však tím zaručen odtok vod bez poruch. Výstavba nádrží v prameništi Bečvy jeví se velmi nutnou. Současně se výrazně ukazuje nutnost provádění zahrazovacích prací v bystřinných povodích Bečvy, v Olomouckém kraji zvláště v popisovaném prostoru Moravské brány.

Podle projektu z roku 1885 se uvažovalo o vybudování 64 přehrad v povodí Bečvy o obsahu 35 mil. m³ vody. Projekt z roku 1922 uvažoval jen 6 přehrad a ve vodohospodářském plánu z roku 1941 uvažoval prof. inž. J. Bažant s vybudováním 17 přehrad vesměs menšího obsahu. V Olomouckém kraji navrhl prof. inž. Bažant celkem 4 přehrady, z nichž dvě jsou uvažovány na Bečvě u Hustopeče n. B. a u Lipníka a dvě přehrady na pravostranných přítocích Bečvy. Z nich jedna má být postavena na bystřině Veliče u Olšovice (obsah 1,5 mil. m³), druhá na bystřině Jezernici u Podhoří s obsahem 1,7 m³. Všechny přehrady, plá-

nované v povodí Bečvy v Olomouckém kraji, spadají do popisovaného území Moravské brány.

Podíváme-li se do minulosti tohoto prostoru, vidíme, že již v dávné době byly v tomto prostoru vodní nádrže, které nahrazovaly funkci dnes projektovaných přehrad. Byly to rozsáhlé rybníční prostory na údolní nivě Bečvy a menší rybníky ve střední a horní části toku Veličky, Ludiny a Uhřínovského potoka, které, bohužel, byly víc než před 100 lety zrušeny. Měly zde nejen význam rybochovný, ale zvláště vodohospodářský. Jejich nádržné prostory zadržely do značné míry srážkové přívaly a velmi omezily transport splavenin.



1. Velička nad Velkou, okr. Hranice. Břehové nádrže a transport šterku

Dnes můžeme říci, že velké letní bouřkové vody se opakují v tomto území každoročně a téměř každoročně dostávají se i velké vody z tání sněhu.

Přírodní poměry:

Pátráme-li po příčinách vzniku povodňových škod v tomto prostoru, musíme vycházet ze znalostí přírodních podmínek.

Území, na němž se výrazně a nejčastěji uplatňují vlivy, způsobující letní krátkodobé a bouřkové lijavce, případně i vody z jarního tání sněhu, se rozprostírá na jihovýchodním cípu Oderských vrchů. Zhruba je to území mezi řekou Odrou od Barnova pod Odry a řekou Bečvou východně Lipníka po Teplice nad Bečvou. Největší intenzity dosahují krátkodobé lijavce na jižním cípu Oderských vrchů v kraji Olomouc, v okrese Hranice, na ploše asi 158 km^2 . Z toho je v bystřinném povodí:

Jezernice ($23,3 \text{ km}^2$) východní část s plochou	$10,0 \text{ km}^2$
Žabníku	$15,5 \text{ km}^2$
Uhřínovského potoka	$18,8 \text{ km}^2$
Veličky	$66,4 \text{ km}^2$
Ludiny	$29,5 \text{ km}^2$
celkem plocha $140,2 \text{ km}^2$	

Geomorfologicky je popisovaná oblast částí tak zvané Moravské brány. Je to jedna z nejužších částí pásma evropských úlehů, rozprostírajících se od Pyrenejí přes Rhôn-Saonu, Burgunskou bránu, tokem horního Dunaje k úvalu Dyjsko-svrateckému, Hornomoravskému a Moravskou branou přes Evropské rozvodí Dunaje a Odry poblíž Hranic do úvalu Horní Odry a Visly, odtud dále do oboru ruské tabule.

Původ Moravské brány je tektonický. Prolom vznikl po vyvrásnění Karpat. Předěl mezi Hranicemi a Bělotínem byl již před tortonskou transgresí stejně jako průlom Bečvy Maliníkem (kóta 476 m n. m.). Po vyvrásnění Karpat vznikla i říční síť, obdobná dnešní, ale přehloubena nejméně o 30 m pod dnešní údolní nivou Bečvy. Některá údolí z této doby mají ráz hlubokých kaňonů. Erozivní prohloubení přítoků Oderských vrchů bylo umožněno pouze snížením erozivní báze Moravské brány, která musí být proto předspodnotortonského stáří. Spodnotor-

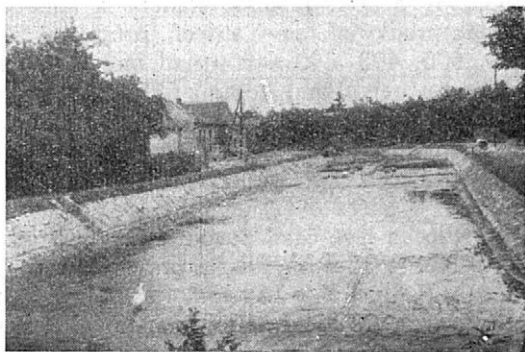
tonské moře vyplnilo prolom Moravské brány i boční údolí svými sedimenty asi do nadmořské výšky 340 m. Po regresi tortonu nastala exhumace starého reliéfu.

Materiál, snesený vytvářením pravostranných bystřinných údolí, byl uložen při výustních úsecích bystřin do Bečvy jako ploché nánosové kužely a přikryl namnoze původní miocenní sedimenty. V pleistocénu byly tyto sedimenty přikryty vrstvami sprašových hlín. Jejich souvislá pokrývka je celkem zachována na pravém údolním svahu Bečvy mezi státní silnicí Přerov—Lipník až po zaústění Jezernice do Bečvy, dále od koryta Jezernice až po Ludinu v Hranicích. Při dolních úsecích bystřinných přítoků je vrstva sprašových hlín vlivem erozní činnosti rozrušena a snesena, jednak je pohřbena nánosy šterku z mladší doby z eroze horních částí povodí. Aluviální půdy vyplňují údolní dno Moravské brány v tomto prostoru a zasahují podél pravostranných přítoků Bečvy dosti vysoko proti proudu. Na ně navazuje výše úzký pruh hnědozemí, takže celkem tyto půdy zabírají asi 58 km² popisovaného území. Ostatní část tohoto území vyplňují střední, mírné a z největší části výrazné podzoly. Až na malá území (Slavíč—Jezernice—Milenov a Velká—Lhotka—Olšovec) těžkých jílovitých půd jsou to půdy střední, hlinité, v nejvyšších částech povodí pak lehké půdy písčité.

Geosynklinála, podél níž úleh probíhá, je na moravské straně mezi Přerovem a Hranicemi sledována v délce asi 28 km tokem Bečvy, na slezské straně od rozvodí po Ostravu tokem Odry. Celková délka tohoto úlehu mezi Přerovem a Ostravou je 83 km. Podélně dělí brázda Moravské brány sudetské pásmo Jeseníků, vybíhající zde nejvýchodněji Oderskými vrchy od pásma karpatských Beskyd, jako část čelní prohlubně alpsko-karpatského okraje a lomu Českého masivu. Zatím co Oderské vrchy jsou tvořeny kulmskými drobami, slepenci a břidlicemi, které ještě z části pokračují za Bečvu do skupiny Maliníku (476 m n. m.), je karpatská



2. Velička pod Velkou, sesouvání svahu, způsobené podemletím paty svahu



Velička ve Velké, úsek km 3,3—3,4
3. před úpravou; 4. po úpravě roku 1956

část složena nejvíce z flyše a křídly. Popisovaná užší oblast na jihovýchodních svazích Oderských vrchů rozkládá se na modrošedých až téměř černých jílovitých břidlicích, různě silné břidličnatosti, s vložkami drobových pískovců. K východu jsou břidlice ještě měkčí.

Příčné profily brázdou Moravské brány výrazně ukazují, že zlomy probíhají při úpatí obou strmých údolních svahů, zatím co dno profilu klesá celkem mírně od severního kulmského úpatí k nejnižším místům při jižní úpatnici, sledované tokem Bečvy. Na vytvoření tohoto jednostranně skloněného dna Moravské brány měly, kromě vlastních tektonických pochodů, vliv i erozní pochody. Jejich výsledkem jsou také všechna dnešní údolí bystřin, zaústující zprava do Bečvy v Moravské bráně. Levé úbočí Moravské brány je velmi strmé a téměř bez přítoků.

Snadno větrající a mechanicky snadno se rozpadající kulmské břidlice podléhají velmi rychle mechanickému účinku srážkových vod. Jejich rozvětralé částice



5. Úprava Veličky v Hranicích

jsou snadno odplavovány do koryt vodních toků a jsou ukládány v dolních úsecích všech přítoků Bečvy, stejně jako boční erozí narušované vrstvy dávno uložených štěrků v prostoru od úpatnice pravého strmého údolního svahu Moravské brány. Nepřetržitý přesun a ukládání těchto štěrků je jednou z hlavních příčin povodňových škod v tomto prostoru. Štěrký jsou ukládány hlavně při konvexních březích koryta upravených nebo přirozených bystřinných toků. Zvyšují jednostranně dno koryta a umožňují rozlivy vod na přilehlé pozemky.

Prolom Moravské brány na moravské straně je asi 30 km dlouhý a průměrně 6–10 km široký. Spád údolního dna je dán spádem koryta Bečvy a pohybuje se od 0,77 do 1,81 promile mezi nadmořskými výškami 197–243 m. Příčné profily Moravskou branou v popisovaném prostoru mají největší šířky 6,50–8,75 km a největší hloubky 266–353 m.

Levé úbočí Moravské brány spadá příkře přímo do údolního dna a nejvyšší místa hřbetu probíhají kótami v nadmořských výškách 406, 471, 476 (Maliník), 395, 389 a 404. Je málo členěné a téměř bez vodních toků. Pravé úbočí tvoří jednak prudký zlomový stupeň, průměrně 200 m vysoký s největšími kótami 589, 549, 506, 493, 490 a 509 nad mořem, pokračují dále mírně vzhůru do náhorní plošiny s nejvyššími kótami 635, 592, 582, 595, 622, 583, 614, 564, 580, 591, 587, 577 a 557 nad mořem, jednak údolní nivu bečevní, vybíhající dále celkem mírným sklonem až k úpatí zmíněného stupně. Levý údolní svah je velmi krátký a celková jeho expozice je proti SSZ. Opačnou expozici má poměrně dlouhé pravé úbočí.

Plocha levé části povodí Bečvy mezi Lipníkem a Hranicemi od kóty 471 po kótu 359 je 15 km². Plocha pravé části povodí Bečvy od koryta Jezernice po Ludinu v Hranicích je 158 km². Poměr levé části povodí k části pravé v popisovaném prostoru je zhruba 1 : 10,5, poměr délek svahů při stejné šířce je 1 : 25. Celkový směr prolomové brázd Moravské brány je od ZJZ na VSV.

Orografické poměry se výrazně uplatňují jako základní prvek při vzdušném proudění. Přizemní vzdušné proudy bývají zřetelně odchylné od povšechného

směru větrů, daných primárními činiteli. Výsledné směry přízemních vzdušných proudů sledují prolom Moravské brány ve směru údolí Bečvy až po Hranice, kde se prolom rozšiřuje a větry se přesunují přes poměrně nízké rozvodí Odry a Dunaje do prostoru řeky Odry v Ostravském kraji.

Roční procentuální rozdělení přízemních vzdušných proudů podle F. Říkovského za období 1891—1910 je toto:

	JZ	Z	SZ	S	SV	V	JV	J
Přerov	16	10	17	10	16	8	3	20
Hranice	20	22	7	6	22	9	4	10
Ostrava	26	10	14	16	12	6	5	11

Zatímco se v široké rovině Hané uplatňuje daleko stejnoměrnější rozdělení větrů všech směrů, je u stanice Hranice zřejmý vliv hlubokého prolomu Moravské brány na stáčení se přízemních vzdušných proudů do směru údolní brázdy, takže směry větru JZ a SV jsou převládajícími a směry JZ, Z a J představují víc než polovinu množství všech směrů větrných proudů. Vlivem těsniny Moravské brány dochází za zvláštních povětrnostních situací k zesílení větrných proudů.

Regionální vlivy výrazně ovlivňují také počet a intenzitu bouřkových lijavic a krupobití. Podle průměru z let 1881—1911 připadá na letní měsíce následující počet bouřkových dní:

	VI.	VII.	VIII.	IX.	Celkem
V dolním Pobečví	4,0	4,6	3,5	1,6	13,7
V horním Poodří	4,1	4,7	2,5	1,0	12,3

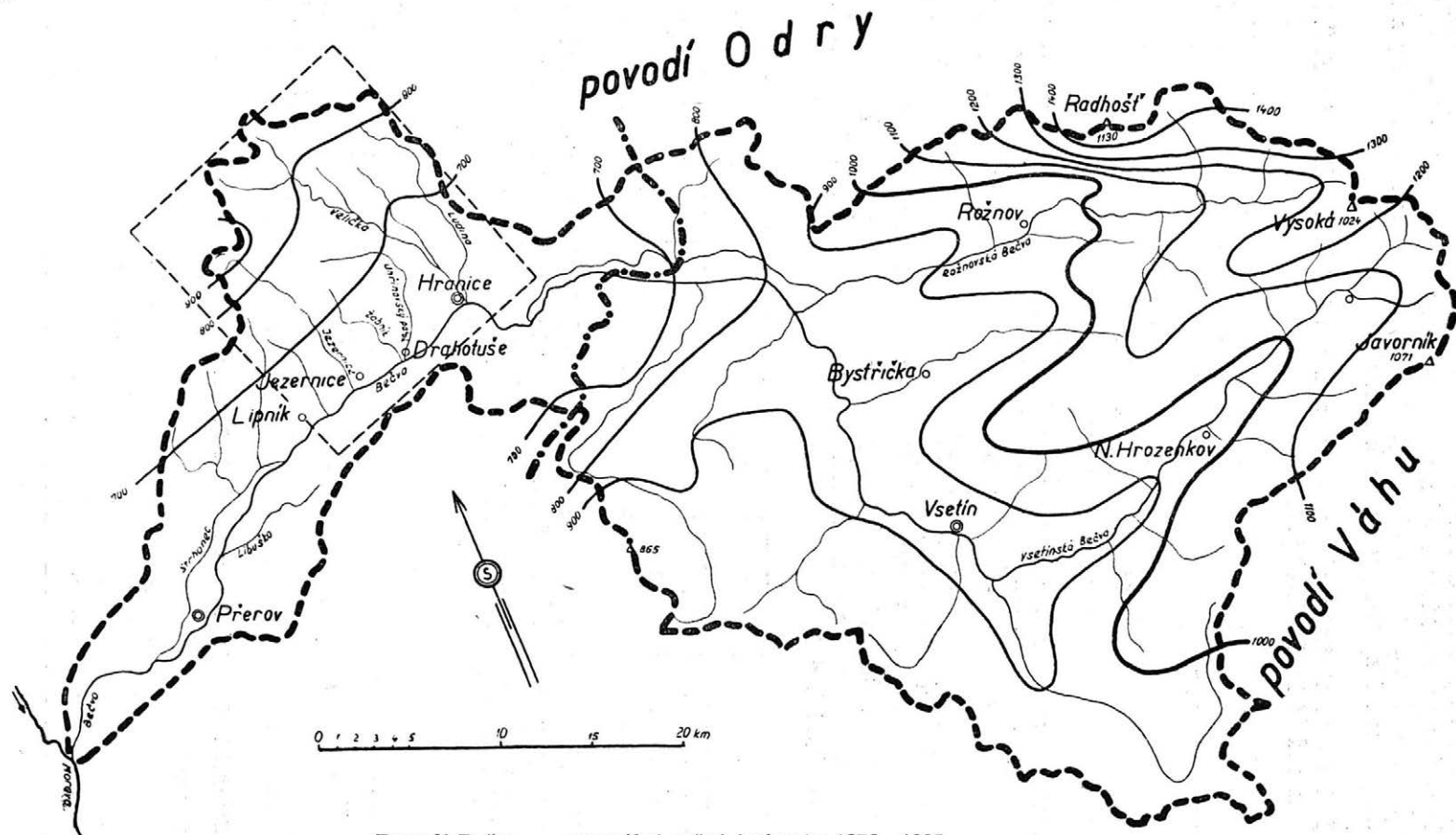
Na měsíce červen, červenec a srpen připadají největší čísla. Zvláště měsíc červenec vystupuje vysokými čísly. Ovlivňují to hlavně vysoké teploty měsíce července a místní poměry. Průměrné teploty v měsících, ve kterých přicházejí nejčastěji a nejintenzivněji bouřky, jsou:

U stanice	V nadmořské výšce	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	R
Přerov	200 m	13,7	17,7	19,2	18,4	14,4	8,5°C
Hranice	317 m	12,7	16,6	18,4	17,7	13,8	7,8°C
Ostrava	220 m	12,6	16,4	18,2	17,5	13,7	7,8°C

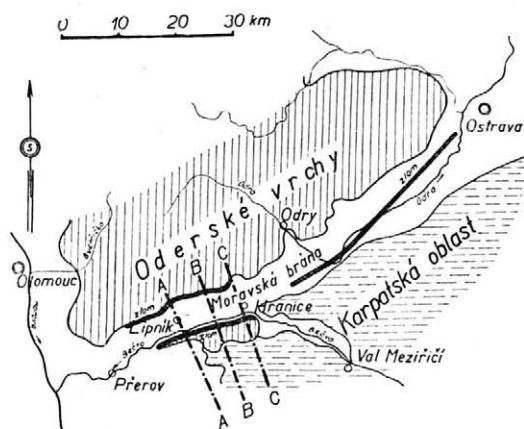
Střední teplota 15° C trvá podle A. Gregora

u stanice:

	od 15. V.	do 10. IX. s průměrným počtem dní	
Přerov	3. VI.	4. IX.	109
Hranice	3. VI.	6. IX.	94
Ostrava	3. VI.	6. IX.	96



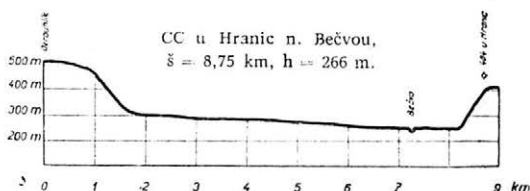
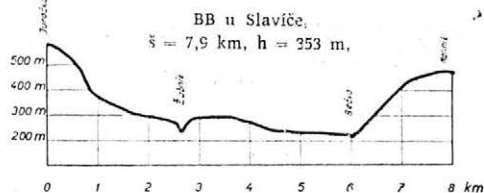
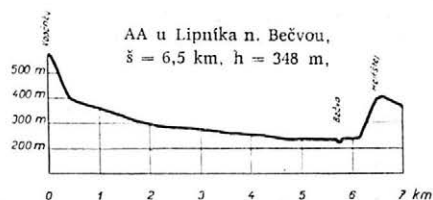
Povodí Bečvy — normální roční isohyety 1876—1925



 Kulmské břidlice, droby a slépenice

 Starší třetihory, flyš a křída

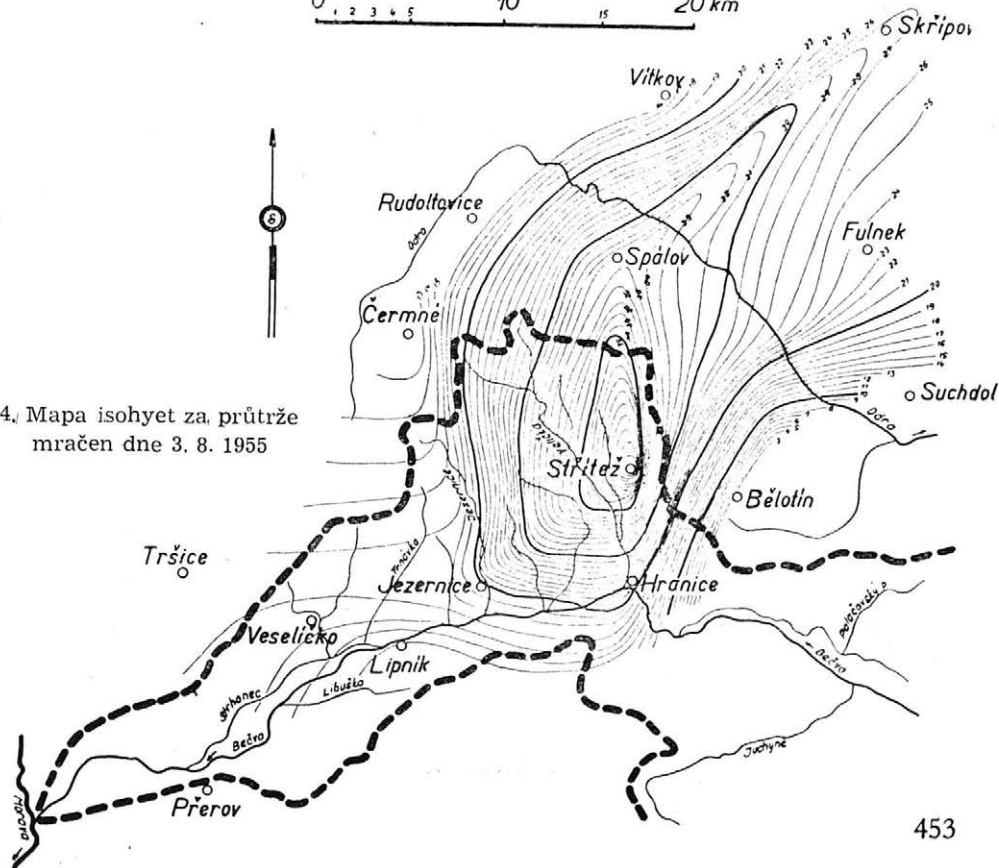
2. Mapa geologických poměrů v prostoru Moravské brány

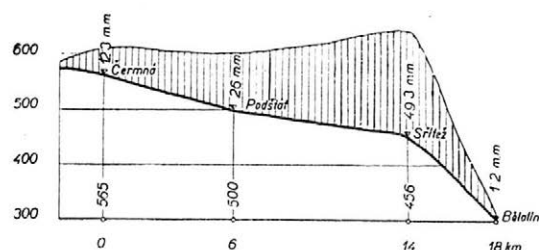


3. Příčné profily Moravskou branou

0 1 2 3 4 5 10 15 20 km

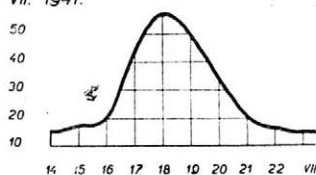
4. Mapa isohyet za průtrže mračen dne 3. 8. 1955



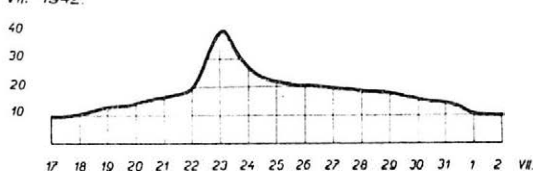


5. Řez územím Černá-Bělá a množství spadlých srážek za průřez mračen dne 3. 8. 1955

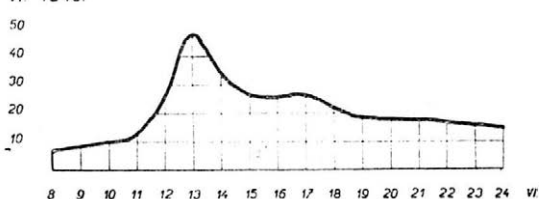
VII. 1941.



VII. 1942



VI. 1943

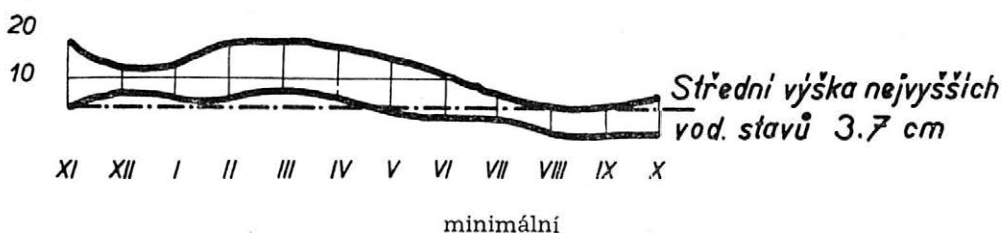
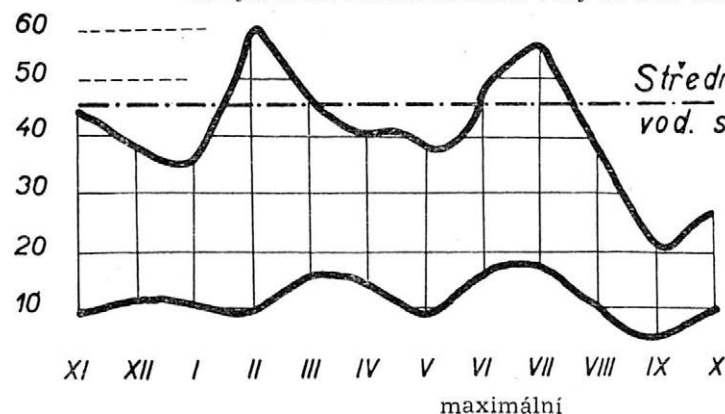


7. Průběh vodních stavů za tání sněhu v únoru 1946 Jezernice

6. Průběh vodních stavů za bouřek Jezernice

8. Jezernice
P = 23,3 km²

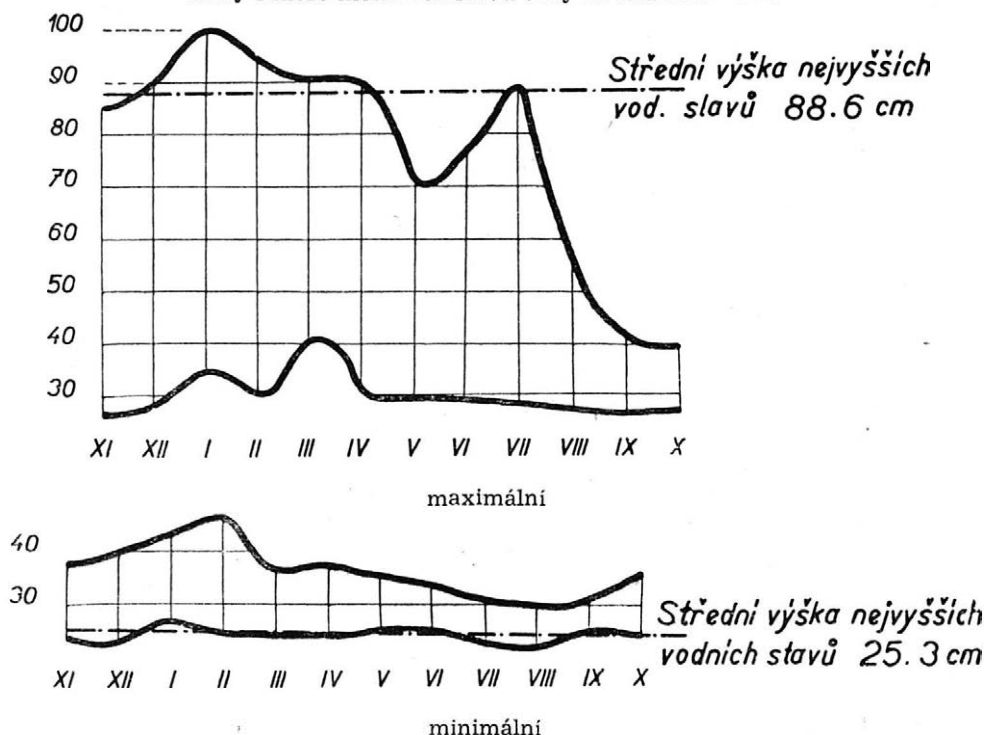
Krajní meze měsíčních stavů vody za léta 1941—1946



9. Ludina

P = 29,5 km²

Krajní meze měsíčních stavů vody za léta 1946—1953



Absolutní maximální teplota vzduchu pro svahy Oderských vrchů a pro Moravskou bránu je 31° C. V červenci 1943 zaznamenaly Hranice denní maximum teploty 36° C. Větší oteplování těchto k jihu obrácených svahů má velký význam. V předjaří a v časném jaru je tím urychlováno tání sněhu, hlavně v povodí Veličky, která i s přítoky pramení a protéká územím s velmi malou lesnatostí, a pokud zde lesy jsou, zabírají krátké, příkré svahy hluboce zaříznutých údolních brázd. Koncentrace tající vody je proto velmi rychlá a způsobuje náhlé, vysoké vodní stavy, zvláště na středních a dolních tocích bystřinných přítoků Bečvy na Hranicku. Voda z tajícího sněhu přichází do koryt vodních toků daleko méně nasycena splaveninami než voda z letních bouřkových lijavců. Její účinek na erozi dna a břehů je však tím intenzivnější a projevuje se zvláště na středních a dolních úsecích bystřinných toků, kde se síla vodního proudu vybíjí hlavně v rozrušování a posunu šterků do nejdolejších úseků bystřin.

Jižní vlivy posunují v létě hranici subtropických vzdušnin a přinášejí silný vzestup teploty vzduchu. Vysoké denní teploty způsobují v tomto prostoru potom místní bouřky. Moravská brána, jako kotlinová poloha, zvětšuje rychlost proudění subtropického vzduchu a zesiluje intenzitu kondenzačních dějů v cyklonách. Proto se úchytky srážkové, vyvolané regionálním činitelem, projevují zde kladně. Letní bouře přicházejí od jihu a stáčí se do směru brázd Moravské brány. Teplý jižní vzduch stoupá údolím Bečvy, nabývá v nejtěsnějším místě mezi Lipníkem a Drahotušemi větší rychlosti za současného klesání tlaku vzduchu. Jeho rozpětím v roz-

šířeném prostoru Moravské brány u Hranic, výstupem do pramenné oblasti Veličky a Ludiny a současně i míšením teplých vzdušných proudů se studenými nastává zkapalnění par, často tak intenzívně, že celý tento prostor je výstupem, uvedených vzdušných proudů postihován prudkými lijavci. Rychlé přibývání srážek je zde také způsobeno tím, že nárazem na svah je proud vzduchu vpředu zpomalen a vzadu, tlačén těsninou zrychleným proudem, se vzdouvá uprostřed a snaží se co nejrychleji se rozprostřít po volném prostranství na pravém úbočí Bečvy. V těchto místech, kde hraničí vzdušné masy různé hustoty a pohybu, se utvoří vlny, obdobné vlnám na vodní hladině.

Se stoupající nadmořskou výškou prodlužuje se trvání srážky, která zde však nikdy nenabývá intenzity krátkodobých lijavic nižších poloh tohoto území. Uvedené klimatické a ostatní přírodní podmínky včetně vegetačního krytu mají pak rozhodující význam pro vodní stavy, rozkolísanost průtoků a zvláště pro výskyt velkých vod, které v území Moravské brány znamenají velké národohospodářské ztráty.

Souhrn

Znalosti prostorů, v nichž extrémní srážky způsobují výrazné destrukce půdního povrchu a povodňové škody, jsou velmi důležité nejen pro vodní hospodářství, ale hlavně pro ochranu zemědělských a lesních pozemků, komunikací všeho druhu, vodních děl a zastavěných částí obcí, jimiž vodní toky protékají.

Velmi ohroženým prostorem přívalovými vodami v Olomouckém kraji je Moravská brána, kterou protéká největší moravský bystřinný tok Bečva, která vedle Ostravice má z moravských toků největší rozkvy průtoků. Jako bystřinný tok s bohatými srážkami v pramenné oblasti má velké rozdíly mezi velkou vodou jednoletou a padesáti — případně stoletou vodou.

Ani možnost rozlivů v úseku Teplice—Přerov v Moravské bráně nestírá Bečvě bystřinný charakter, ačkoliv zde má již povodí 1275—1523 km².

Ačkoliv byla Bečva celá zregulována, trpí nejen vlastní koryto, ale i přilehlé pozemky a komunikace stále účinkem přívalových vod. Stálý přísun splavenin do regulovaného toku z bočních bystřinných přítoků značně snižuje průtočnost koryta Bečvy, a tím umožňuje nežádoucí rozlivy a poškozování zemědělské půdy. Nutno proto věnovat velkou péči bystřinným přítokům v celém povodí. Zvláště některá bystřinná povodí trpí často přívalovými vodami, způsobenými extrémními srážkami nebo náhlým táním sněhu. Oběma jmenovanými druhy přívalových vod trpí prostor Moravské brány, zvláště pravé úbočí Bečvy mezi Lipníkem a Hranicemi. Příčiny vzniku těchto přívalových vod jsou geomorfologické utváření Moravské brány, nevhodné dřívější odlesnění a s tím spojené výrazné uplatnění oteplování, vzdušného proudění a vznik místních extrémních srážek, později rušení rybníků a konečně dnes často nevhodné obhospodařování zemědělských a lesních půd. Známe zhruba příčiny a prostorové i časové rozdělení přívalových vod jsou geomorfologické utváření Moravské brány, nevhodné dřívější odlesnění a s tím spojené výrazné uplatnění oteplování, vzdušného proudění a vznik místních extrémních srážek, později rušení rybníků a konečně dnes často nevhodné obhospodařování zemědělských a lesních půd. Známe zhruba příčiny a prostorové i časové rozdělení přívalových vod. Odstraňování následků těchto přívalových vod je zcela neuspokojivé a tím se i škody národohospodářské stále zvětšují. Je proto nutno věnovat zvláštní péči a finanční prostředky těmto nejohroženějším územím zvláště:

a) Zemědělským půdám v povodí Veličky, Ludiny, Uhřinovského potoka, Žabníku a Jezernici; není možno připustit orání ve směru největšího spádu stejně jako rozorávání mezí, tvořících přirozené terénní stupně k zmírnění spádu území.

b) Lesním půdám v těchto povodích, zvláště na krátkých strmých údolních svazích. Odlesňování na značně skloněných svazích, stejně jako neopatrné přibližování a doprava dřeva jsou příčinou destrukce půdního povrchu, transportu splavenin a rychlé koncentrace povrchových vod. Obnova lesních porostů dřevinami vodohospodářsky nevhodnými způsobuje málo účinnou pomoc při hospodaření s povrchovými i podzemními vodami.

c) Celý ohrožený prostor nutno generálně vyřešit a navrhnout k odstranění povodňových škod taková opatření v jednotlivých povodích, která zaručí postupné zlepšování odtokových poměrů. V ohrožených prostorech je nutno urychleně a s konečnou platností provést delimitaci zemědělského a lesního půdního fondu a umožnit obnovu bývalých rybníčních ploch.

d) Je nutno věnovat dostatečné finanční prostředky na investiční práce na vodních tocích tohoto prostoru a zvláště na běžnou údržbu dosud neupravených toků.

Zahrazením všech bystřinných toků v tomto prostoru, včetně vybudování la-pačů šterku, obnovy a doplnění břehových porostů a půdoochranného zalesnění zajistit neškodný odtok srážkových vod a omezit erozi a transport splavenin.

e) Uskutečněním těchto prací uspořádají se postupně odtokové poměry v popisovaném prostoru, zvláště se zmírní rozkolísanost vodních průtoků a s tím spojené stejnoměrné zásobování vodou. Vyrovnáním průtoků omezí se i výdaje na nadměrné dimensování koryt a mostních otvorů.

f) Peněžní prostředky, vynaložené na uvedené práce, budou se rychle rentovat, zvláště proto, že bez rychlého a účinného zákroku se škody stále stupňují.

Literatura

Bartovský V.: Vlastivěda Moravská. Hranický okres, Brno 1909. — Čermák M.: Bečva. Hydrologický a vodohospodářský popis. Brno 1946. (Rukopis). — Dědina V. Dr.: Slezsko po stránce regionálně zeměpisné. Vlastivědný sborník slezský. Opava 1925. — Drahný F.: Přehled geologických poměrů Slezska. Vlastivědný sborník Slezska, část I. Opava 1925. — Frel A.: Zeměpisná poloha a přírodní tvárnost Hranicka, 1949. — Gregor A.: O podnebí Slezska. Vlastivědný sborník Slezska, část I., Opava 1925. — Hlavinka V.: Povodně na Bečvě a jak jim čelit. Věstník pro vodní hospodářství, roč. IV. - 1925. — Homola V.: Hranický devon a jeho vztah k soustavě sudetské a Karpatské. Sborník státního geologického ústavu Československé republiky, sv. XVII. - 1950 - odd. geologický. Praha 1950. — Hrudíček A.: Kapitoly z meteorologie, 1928. — Průplav Dunaj-Odra - naše moře, Přerov 1948. — Sokol F.: Příspěvek k poznání příčin vzniku povodňových škod v bystřinné oblasti horního toku Moravy. Sborník Československé akademie zemědělských věd, řada Lesnictví, roč. XXVIII. - 1955, č. I. — Sokol F.: Monografie horního toku Moravy s hlediska lesnického. Přírodovědecký sborník ostravského kraje, roč. XV. - 1954, čís. 4. — Ticháček J.: Úprava řeky Bečvy. Časopis československých inženýrů - Technický obzor, roč. XXXVI - 1928. — Zapletal F.: Vilém z Pernštejna na Hranicích. Hranice 1936. — Žůrek K.: Lipník nad Bečvou, město a soudní okres, 1933.

Ущерб от наводнений в Моравских воротах

Изучение и знание условий в тех областях, где чрезвычайно обильные осадки вызывают значительное разрушение поверхности почвы и прямой ущерб от наводнений, является очень важным не только с точки зрения водного хозяйства, но

главным образом для защиты сельскохозяйственных и лесных угодий, всякого рода путей сообщений, водотехнических сооружений и тех селений, через которые протекают водные токи.

Моравские ворота представляют собой область, весьма угрожаемую наводнениями; здесь протекает самый большой на Мораве горный поток Бечва, который, наряду с Остравницей, имеет самую большую амплитуду колебаний расхода. Как очень быстрая река, в районе истоков которой выпадают чрезвычайно обильные осадки, Бечва отличается большими колебаниями между средними величинами половодий за год, за пятьдесят и сто лет.

Даже возможность разлива на участке Теплице—Пржеров в Моравских воротах не лишает Бечву характера типичного горного потока, хотя здесь ее водосборный бассейн составляет уже 1275 — 1525 км².

Несмотря на то, что все течение Бечвы регулировано, однако не только ее русло, но и прилегающие земельные участки и пути сообщений постоянно страдают от наводнений. Непрерывное движение наносов из боковых горных притоков в регулируемое русло в значительной мере уменьшает его проточную способность и тем создает возможность нежелательных разливов и размыва сельскохозяйственной почвы. Поэтому нужно уделить большое внимание и заботу горным притокам Бечвы во всем ее водосборном бассейне. Некоторые горные водосборные бассейны особенно часто страдают от привала большой воды в результате выпадения чрезвычайно обильных осадков или неожиданного таяния снегов. Область Моравских ворот, и в особенности правый склон к Бечве между Липником и Границе, особенно страдают от наводнений, вызываемых обеими указанными причинами. Эти наводнения обусловлены геоморфологической формацией Моравских ворот, нецелесообразной ликвидацией лесов в прошлом и связанными с этим очень сильными проявлениями оттепления воздуха, и воздушных течений, и крайне обильными местными осадками; значение имеет и последовавшая затем ликвидация прудов и, наконец, современное, часто нецелесообразное ведение хозяйства на сельскохозяйственных и лесных почвах.

Мы в общем знаем причины наводнений и их режим во времени и в пространстве. Но устранение последствий этих наводнений происходит совершенно неудовлетворительно в результате чего народнохозяйственный ущерб непрерывно возрастает. Поэтому необходимо посвятить особую заботу и финансовые средства самым угрожаемым территориям и, в частности:

а) сельскохозяйственным почвам в водосборных бассейнах Велички, Лудины, Угржиновского потока, Жабника и Езерницы; здесь нельзя допускать вспашку в направлении наибольшего склона, так же как и распашку межей, которые образуют естественные ступени, уменьшающие уклон местности.

б) лесным участкам в этих водосборных бассейнах, в особенности расположенным на коротких крутых склонах долин. Ликвидация лесов на склонах со значительным градиентом, так же как и неосторожная трелевка и транспорт древесины, часто являются причиной разрушения поверхности почвы, смещения наносов и быстрой концентрации поверхностных вод. Возобновление лесных насаждений посадкой древесных пород, нецелесообразных в водохозяйственном отношении, приносит мало действительную помощь в деле хозяйствования поверхностными и грунтовыми водами;

в) необходимо общее решение для всей угрожаемой области и для устранения ущерба от наводнений нужно предпринять такие мероприятия в отдельных водосборных бассейнах, которые обеспечили бы постепенное улучшение условий стока. На угрожаемых площадях нужно провести окончательное разграничение сельскохозяйственного и лесного почвенного фонда и создать возможности для восстановления бывших прудов;

г) необходимо ассигновать достаточные финансовые средства для капитального строительства на водных токах в этой области и особенно для текущего содержания еще не регулированных потоков путем сооружения на них запруд, включая постройку уловителей гальки, возобновление и пополнение прибрежных насаждений; нужно путем почвозащитного облесения обеспечить безопасный сток выпадающих атмосферных осадков и ограничить эрозию и снос смытой земли;

д) осуществление этих работ приведет к постепенному урегулированию условий стока в этой области; в особенности уменьшатся колебания расхода воды в водных токах и связанное с этим неравномерное снабжение водой. Выравнивание

расхода воды ограничит издержки на чрезмерные размеры русел и пролетов мостов;

е) денежные издержки, необходимые для проведения этих работ, скоро будут покрыты, в частности потому, что без быстрого принятия действенных мер ущерб будет непрерывно возрастать.

Überschwemmungsschäden im Gebiet Moravská brána (Mährische Pforte) **Mährische Pforte**

Die Kenntnisse von Gebieten, in denen die Niederschläge ausgeprägte Destruktionen der Bodenoberfläche und Überschwemmungsschäden verursachen, sind nicht nur für die Wasserwirtschaft von äußerster Wichtigkeit, sondern hauptsächlich zum Schutz der land- und forstwirtschaftlichen Grundstücke, Kommunikationen aller Art, Wasserwerke und verbauten Teilen von Gemeinden, in denen die Wasserläufe durchfließen.

Ein vom Flutwasser besonders bedrohtes Gebiet im Kreis Olomouc ist die Moravská brána (Mährische Pforte), durch welche der größte mährische Wildbach Bečva durchfließt, der neben der Ostravice von den mährischen Flüssen den größten Durchflußschwankungen unterliegt. Als Wildbach mit reichen Niederschlägen im Quellgebiet hat die Bečva große Unterschiede zwischen einjährigem Hochwasser und dem fünfzig- event. hundertjährigem Wasser.

Auch die Möglichkeit von Überschwemmungen im Abschnitt Teplice—Přerov in der Moravská brána belästigt dem Bečva-Fluß den wildbachartigen Charakter, obgleich sein Stromgebiet hier schon 1275—1523 km² einnimmt.

Obzwar der Bečva-Fluß reguliert wurde, leiden nicht nur das eigene Flußbett, sondern auch die anliegenden Grundstücke und Kommunikationen immer wieder durch die Einwirkung des Flutwassers. Die andauernde Ablagerung von Anschwemmungen im regulierten Fluß aus den seitlichen Wildbachnebenflüssen vermindert bedeutend die Durchflußkraft des Bečva-Flußbettes und hiedurch kommt es zu unerwünschten Überschwemmungen und Beschädigungen landwirtschaftlicher Böden. Es tritt daher die Notwendigkeit auf, den Wildbachnebenflüssen entlang des ganzen Flußgebietes die größte Aufmerksamkeit zu widmen. Besonders einige Wildbachgebiete leiden oft unter Flutwasser, verursacht durch extreme Niederschläge oder durch plötzliches Tauwetter. Durch diese beiden genannten Flutwasserarten leidet das Gebiet Moravská brána, besonders der rechte Hang des Bečva-Flusses zwischen Lipník und Hranice. Die Entstehungsursache dieses Flutwassers sind die geomorphologische Gestaltung der Moravská brána, die ungeeignete frühere Abforstung und die hiemit verbundene ausgeprägte Erwärmung, die Luftströmung und Entstehung von örtlichen extremen Niederschlägen, später die Aufhebung von Teichen und endlich die heute ungeeignete Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen sowie Waldböden. Wir kennen im großen ganzen die Ursachen und die räumliche sowie zeitliche Einteilung des Flutwassers. Die Behebung der Folgen dieses Flutwassers ist völlig unbefriedigend und hiedurch vergrößern sich auch immer wieder volkswirtschaftliche Schäden. Diesen am meisten bedrohten Gebieten müssen daher eine besondere Pflege und finanzielle Mittel zukommen, insbesondere:

a) Den landwirtschaftlichen Böden im Flußgebiet Velička, Ludina, Uhřínovský potok, Žabník und Jezernice; es darf das Ackern in Richtung der größten Neigung ebenso wie die Planierung von Rainen, die natürliche Geländestufen zur Milderung der Gebietsneigung bilden, nicht zugelassen werden.

b) Den Waldböden in diesem Flußgebiet, besonders auf kurzen steilen Talhängen. Eine Abforstung auf Abhängen mit ziemlicher Neigung, genau wie eine unvorsichtige Bringung und Holztransport bewirken Bodenoberflächendestruktionen, den Transport von Anschwemmungen und eine rasche Konzentration des Oberflächenwassers. Die Aufforstung der Waldbestände durch wasserwirtschaftliche ungeeignete Holzarten verursacht eine wenig wirksame Hilfe beim Wirtschaften mit dem Oberflächen- sowie Grundwasser.

c) Das ganze Gebiet muß generell gelöst werden und zur Abschaffung der Überschwemmungsschäden in den einzelnen Flußgebieten solche Vorkehrungen treffen,

die eine fortschreitende Verbesserung der Abflußverhältnisse garantieren. In den bedrohten Gebieten muß eine beschleunigte und endgültige Delimitation des land- und forstwirtschaftlichen Bodenfonds vorgenommen und eine Erneuerung der früheren Teichflächen ermöglicht werden.

d) Es müssen genügend finanzielle Mittel für Investitionsarbeiten an den Flußläufen in diesem Gebiet gewidmet werden und besonders auf die laufende Instandhaltung der bisher nicht hergerichteten Flußläufe. Durch die Stauung aller Wildbachflüsse in diesem Gebiet, inklusive Ausbau von Akkumulationsbehältern für Schotter, Erneuerung und Ergänzung der Urbestände und einer bodenschützenden Aufforstung den unschädlichen Abfluß des Niederschlagswassers sichern und die Erosion sowie den Transport von Sedimenten begrenzen.

e) Durch die Verwirklichung dieser Arbeiten werden die Abflußverhältnisse in dem beschriebenen Gebiet nach und nach geregelt, besonders die Schwankung der Wasserdurchflüsse wird beschränkt und die hiemit verbundene gleichmäßige Wasserversorgung gesichert. Eine Ausgleicheung der Durchflußmengen verringert auch den Aufwand für eine übermäßige Dimension der Flußbetten und Brückenöffnungen.

f) Die finanziellen Mittel, auferlegt für die angeführten Arbeiten, werden sich rentieren, denn ohne eines raschen und wirksamen Eingriffes werden die Schäden unentwegt weiter ansteigen.