

Vladimír Švihla – František Šach, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno;
Zbyněk Kulhavý, VÚMOP VS Pardubice; Petr Kantor, MZLU LDF Brno

VYHODNOCENÍ HYDROPEDOLOGICKÉHO PRŮZKUMU NA EXPERIMENTÁLNÍM LESOHYDROLOGICKÉM OBJEKTU DEŠTENSÁ STRÁŇ V ORLICKÝCH HORÁCH

Interpretation of hydroopedologic investigation on the experimental forest hydrology area Deštenská stráň in the Orlické hory Mts.

Abstract

Water component of the mountain forests with Norway spruce and European beech stands was subjected to complete hydroopedologic analysis on the experimental area Deštenská stráň hillside in the Orlické hory Mts. For appraisal of soil water dynamics the methods of soil physics were chosen: classic methods of analyses on the one hand and retention curves analyses on the other hand. As a resultant appraising variable we chose the retention capacity of forest soil first dynamic represented by gravitational pore capacity second static represented by capillary pore capacity characterized by currently movable capillary water. Potential of soil water dynamics assessed by the retention capacity was high and showed ability of forest soils to attenuate considerably floods induced in mountain conditions both by storms of high intensity and by long-term rainfalls of large yield with lower intensity.

Klíčová slova: mladé lesní porosty, smrk, buk, horský svah, lesní půda, hydroopedologická analýza, gravitační póry, kapilární póry, retenční křivky, retenční kapacita

Keywords: young forest stands, Norway spruce, European beech, mountain hillslope, hydroopedologic investigation, soil physics, gravitational pores, capillary pores, retention curves, retention capacity

ÚVOD A NÁSTIN PROBLEMATIKY

Výzkum vodního režimu růstových stupňů smrkového a bukového porostu jako podkladu pro návrh druhové skladby vodohospodářsky významných středohorských lesů je dlouhodobě prováděn na experimentálním objektu Deštenská stráň v Orlických horách (KANTOR 1983, 1994, 2004). Hydroopedologický aspekt je zde významnou stránkou řešení problémů vodní komponenty lesních komplexů; je také účinným nástrojem k poznání dynamiky půdní vody. Ta se ve smrkových a bukových porostech liší a má podstatný vliv na hydrickou funkci lesa. Cílem práce je hydroopedologické posouzení smrkové a bukové varianty experimentálního objektu Deštenská stráň a tvorba nástrojů pro modelování evapotranspirace současného mladého smrkového a bukového porostu hydroopedologickou metodou. S použitím hydroopedologických metod se v různých obměnách a v různých stanovištních poměrech můžeme setkat v pracích LEE (1980), MRÁZE, PRAXE, RAEVA (PRAX, RAEV 1985), TESÁRE, ŠÍRA (2005) aj.

MATERIÁL A METODA

Charakteristika a založení výzkumného objektu Deštenská stráň

Popis objektu Deštenská stráň a dosavadní výsledky výzkumu jsou podrobně uvedeny v řadě publikací, nejkomplexněji v práci prof.

KANTORA (1995). Stručně lze rekapitulovat, že výzkumný objekt Deštenská stráň v Orlických horách slouží ke studiu vodní bilance smrkového a bukového ekosystému jako představitelů dvou nejvýznamnějších dřevin středohorských poloh České republiky. Objekt je tvořen dvojicí bilančních ploch. Obě bilanční plochy (každá o rozměru 40 x 30 m) jsou od sebe vzdáleny 50 m; jsou situovány na svahu ZJZ expozice s průměrným sklonem 16° v nadmořské výšce 890 m; leží na 50°19'20" s. š. a 16°21'45" v. d. Průměrná roční teplota činí 4,9 °C, průměrné roční srážky 1 200 mm.

Typologicky přísluší smrkový i bukový porost do nejrozšířenějšího lesního typu smrkobukového vegetačního stupně, do kyselé smrkové bučiny metlicové (6K1). Z pedologického hlediska lze oba porosty zařadit do typických kyselých kambizemí vyšších poloh, písčitohlinitých až hlinitopísčitých s průměrnou 50% příměsí skeletu, jehož podíl v hloubce 70 - 100 cm dosahuje 90 - 98 % (zvětralá matečná hornina – svor).

Šetření bylo zahájeno na podzim 1976. Prvých pět hydrologických let (1. 11. 1976 až 31. 10. 1981) byla studována hydrická účinnost dospělých porostů. V zimě 1981/1982 byly oba porosty jednorázově zmýceny a ihned na jaře 1982 byly výzkumné plochy zalesněny opět smrkem a bukem tak, že od 1. 11. 1982 se mohlo pokračovat ve studiu vodního režimu kultur obou dřevin, navíc nově ve změněných nepříznivých imisně-ekotopových podmínkách, kde poškození

Tab. 1.

Rozbor zrnitosti zemin ze sond S - 1 (smrk) a S - 4 (buk)

Particle-size analysis of soil from the pits S - 1 (young Norway spruce stand) and S - 4 (young European beech stand)

| Horizont/ Soil horizon | Zrnitostní frakce/Soil separates | | | | | | | | Pórovitost/ Porosity | | D(60) D(10) | | Klasifikace/Textural classes | |
|---------------------------|----------------------------------|------|---------------|------|--------------|------|-----------|------|-------------------------|------|----------------|-------|------------------------------|--|
| | < 0,005 mm | | 0,005 – 0,063 | | 0,063 – 2,00 | | > 2,00 mm | | SM | BK | SM | BK | SM/ Norway spruce | BK/ European beech |
| | SM | BK | SM | BK | SM | BK | SM | BK | SM | BK | SM | BK | | |
| | % váhy/weight percentage | | | | | | | | % obj./vol. percentage | | - | - | | |
| 1 – Hh (F+H) | 14,1 | 5,6 | 52,2 | 44,7 | 33,7 | 49,7 | 32,3 | 21,1 | 80,5 | 84,2 | 20,3 | 7,1 | - | - |
| 2 – Ah | 15,5 | 10,3 | 45,7 | 52,2 | 38,8 | 37,5 | 40,2 | 48,0 | 66,9 | 70,0 | 27,5 | 12,1 | písčitá hlína/ sandy loam | prach. písek – písčitá hlína/ silty sand – sandy loam |
| 3 – B | 17,9 | 15,2 | 33,8 | 29,2 | 48,3 | 55,6 | 64,2 | 59,6 | 58,3 | 55,4 | 107,8 | 106,9 | písčitá hlína/ sandy loam | písčitá hlína/ sandy loam |

Tab. 2.
Retenční kapacita dynamická (gravitační), pórovitost fyzikální ze sondy S - 1 v mladém smrkovém porostu
Retaining capacity dynamic (gravitational), porosity physical from the pit S - 1 in the young spruce stand

| Válec č./ Metal ring no. | Horizont/Horizon | | | Kamenitost/ Stoniness | Organická hmota/ Organic matter | | Pórovitost/ Porosity | MKVK/Maximum capillary water capacity | | Retenční kapacita dynamická/ Dynamic retaining capacity | | | |
|--------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---|----------------------|--|----------------------|------------------------|-----------------------|
| | hloubka/ depth | označení/ designation | mocnost/ thickness | | Humus | Spalitelné látky/ Loss on ignition | | fyzika | RK | fyzika | RK | fyzika | RK |
| | cm | | mm | % | % | % | % obj./ vol. | % obj./ vol. | % obj./ vol. | mm | | | |
| 3 13 135 | 2 - 5 | Hh | 30 | - | - | - | 75,5 79,0 87,0 | 58,5 66,6 65,2 | 61,8 71,6 63,4 | 17,0 12,4 21,8 | 13,7 7,4 23,6 | 5,1 3,7 6,5 | 4,1 2,2 7,1 |
| ∅ | - | - | - | - | 17,6 | 27,4 | 80,5 | 63,4 | 65,6 | 17,1 | 14,9 | 5,1 | 4,5 |
| 29 37 39 | 5 - 10 | Ah | 50(35) | - | - | - | 64,2 68,2 68,2 | 50,5 44,2 56,8 | 48,4 42,0 59,0 | 13,7 24,0 11,4 | 15,8 26,2 9,2 | 4,8 8,4 4,0 | 5,5 9,2 3,2 |
| ∅ | - | - | - | 30 | 10,1 | 15,8 | 66,9 | 50,5 | 49,8 | 16,4 | 17,1 | 5,7 | 6,0 |
| 49 63 45 | 10 - 100 | Bv | 900(405) | - | - | - | 55,0 66,5 53,5 | 32,6 34,5 27,5 | 32,4 34,7 30,2 | 22,4 32,0 26,0 | 22,6 31,8 23,3 | 90,7 129,6 105,3 | 91,5 128,8 94,4 |
| ∅ | - | - | - | 55 | 2,0 | 6,7 | 58,3 | 31,5 | 32,4 | 26,8 | 25,9 | 108,5 | 104,9 |
| ∅ váž./ wgt. | - | - | - | - | - | - | 60,4 | 35,0 | 35,8 | 25,4 | 24,5 | - | - |
| Σ | 98 | | 980(470) | - | - | - | - | - | - | - | - | 119,3 | 115,4 |

Vysvětlivka: mocnost v závorce je redukována kamenitostí/Explanation: thickness in brackets is reduced by stoniness

Tab. 3.
Retenční kapacita dynamická (gravitační), pórovitost fyzikální ze sondy S - 4 v mladém bukovém porostu
Retaining capacity dynamic (gravitational), porosity physical from the pit S - 4 in the young beech stand

| Válec č./ Metal ring no. | Horizont/Horizon | | | Kamenitost/ Stoniness | Organická hmota/ Organic matter | | Pórovitost/ Porosity | MKVK/Maximum capil- lary water capacity | | Retenční kapacita dynamická/ Dynamic retaining capacity | | | |
|--------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|----------------------|--|----------------------|------------------------|-------------------------|
| | hloubka/ depth | označení/ designation | mocnost/ thickness | | Humus | Spalitelné látky/ Loss on ignition | | fyzika | RK | fyziky | RK | fyziky | RK |
| | cm | | mm | % | % | % | % obj./ vol. | % obj./ vol. | % obj./ vol. | mm | | | |
| 20 31 46 | 2 - 6 | Hh | 40 | - | - | - | 87,8 85,9 78,8 | 74,8 72,2 66,4 | 79,0 77,8 71,6 | 13,0 13,7 12,4 | 8,8 8,1 7,2 | 5,2 5,5 5,0 | 3,5 3,2 2,9 |
| ∅ | - | - | - | - | 32,5 | 38,7 | 84,2 | 71,1 | 76,1 | 13,0 | 8,0 | 5,2 | 3,2 |
| 1 27 36 | 6 - 11 | Ah | 50 (40) | - | - | - | 70,0 71,5 68,5 | 48,4 58,8 57,0 | 49,7 56,5 57,4 | 21,6 12,7 11,5 | 20,3 15,0 11,1 | 8,6 5,1 4,6 | 8,2 6,0 4,4 |
| ∅ | - | - | - | 20 | 9,6 | 16,1 | 70,0 | 54,7 | 54,5 | 15,3 | 15,5 | 6,1 | 6,2 |
| 15 38 42 | 11 - 120 | Bv | 1090 (490,5) | - | - | - | 65,8 55,9 44,5 | 43,8 35,3 26,9 | 41,0 31,4 22,2 | 22,0 20,6 17,6 | 24,8 24,5 22,3 | 107,9 101,0 86,3 | 121,6 120,2 109,4 |
| ∅ | - | - | - | 55 | 3,1 | 8,6 | 55,4 | 35,3 | 31,5 | 20,1 | 23,9 | 98,4 | 117,1 |
| ∅ váž./ wgt. | - | - | - | - | - | - | 58,4 | 39,1 | 36,2 | 19,3 | 22,2 | - | - |
| Σ | 118 | | 1180 (570,5) | - | - | - | - | - | - | - | - | 109,7 | 126,5 |

Vysvětlivka: mocnost v závorce je redukována kamenitostí/Explanation: thickness in brackets is reduced by stoniness

dospělého smrkového porostu (Vyhl. č. 78/1996 Sb.) se zvýší průměrně o 1 stupeň za 6 až 10 případně za 11 až 15 let (přechod pásem ohrožení lesů pod vlivem imisí B a C).

Přehled zkratk použitých v tabulkách a textu/List of abbreviations used in tables and text:

K dobrému porozumění a orientaci zejména v tabulkách, ale i v textu, uvádíme nejprve vysvětlení všech použitých zkratk.

VO – výzkumný objekt/research area

SM – smrk ztepilý/Norway spruce

BK – buk lesní/European beech

1, 2, 3 – číslování horizontů od půdního povrchu/numbering of horizons from soil surface

MKVK – maximální kapilární vodní kapacita podle NOVÁKA (1954)/maximum capillary water capacity by NOVÁK (1954) in volume percentage

fy, fyzika – data a veličiny získané z rozborů fyzikálních/variables and data obtained from physical analyses

RK – data a veličiny získané z retenčních křivek/variables and data obtained from retention curves

BLK – bod lentokapilární podle SEKERY (1938)/lentocapillary point by SEKERA (1938)

BSD – bod snížené dostupnosti/point of reduced availability

pF – logaritmus sacího tlaku vodního sloupce v cm/logarithm of suction pressure of water column in cm

pF fyzika – logaritmus sacího tlaku MKVK určené fyzikálně/logarithm of suction pressure for MKVK determined physically

pF RK – logaritmus sacího tlaku MKVK určené z retenční křivky jako funkce sacího tlaku/logarithm of suction pressure for MKVK determined from retention curve as function of suction pressure)

Rk(s) – retenční kapacita půdy statická/static retention capacity of soil in volume percentage

Rk(d) – retenční kapacita půdy dynamická/dynamic retention capacity of soil in volume percentage

Rk(c) – retenční kapacita půdy celková/total retention capacity of soil in volume percentage

Ohr – objemová hmotnost půdy redukovaná/bulk density of oven dried soil

Ns – nasáklivost půdy/soil suction

P – pórovitost/porosity

PVK – plná vodní kapacita/full water capacity = P

Pro posouzení dynamiky půdní vody byly zvoleny metody půdní fyziky ve formě klasických metod vyhodnocení a ve formě vyhodnocení retenčních křivek. Těmito metodami byly odvozeny základní hodnoty půdních parametrů, tj. retenční kapacity statické a dynamické. Retenční kapacita statická je definována vodní kapacitou půdy mezi maximální vodní kapacitou (MKVK) podle NOVÁKA (1954) a bodem lentokapilárním podle Sekery (SEKERA 1938). $Rk(s)$ charakterizuje kapacitu kapilárně běžně pohyblivé vody držené v půdě kapilárními silami. Kapilární složka půdní vody se po infiltraci v půdě zdržuje. Retenční kapacita dynamická (gravitační) je objem půdních pórů (makropórů), ve kterém se pohybuje půdní voda vlivem gravitačních sil. V práci je definována jako kapacita půdní vody mezi pórovitostí (plnou vodní kapacitou) a MKVK. Půdní voda se v makropórech

shromažďuje a vlivem gravitačních sil odtéká z profilu půdy jako voda hypodermická (podpovrchová).

Retenční kapacita dynamická i statická ovládají proces infiltrace srážkové vody do půdy a proces jejího pohybu v profilu půdy. Určují základní hydrodynamické vlastnosti půdního profilu. Do půdy s velkou retenční kapacitou dynamickou $[Rk(d)]$ srážková voda snadno infiltruje a prosakuje do půdních horizontů. Velká retenční kapacita statická $[Rk(st)]$ znamená velkou vododržnost půdy pro vodu kapilární, kapilárně běžně pohyblivou. Porovnáním $Rk(d)$ a $Rk(st)$ pro různé půdní sondy a jejich horizonty byl získán obraz o vodním provozu zvláště na lokalitě se smrkem a zvláště na lokalitě s bukem a jejich porovnáním představa o kvantitě i kvalitě rozdílných vlivů smrku a buku na vodní režim lesních půd.

Půdy vykazují typickou strukturu horských lesních kambizemí humusových (KA – Taxonomický klasifikační systém půd ČR, NĚMEČEK et al. 2001). Dvě sondy S – 1 a S – 2 byly umístěny v mladém smrkovém porostu a dvě, S – 3 a S – 4, v mladém porostu bukovém.

V každé sondě byly pro jednotlivé půdní horizonty odebrány na podzim 2004 tři neporušené vzorky Kopeckého válečky a jeden směsný vzorek porušený. Další směsný vzorek porušený byl z každého půdního horizontu odebrán ke stanovení organické hmoty (humusu a spalitelných látek). Hydrofyzikální laboratorní rozborů provedla podle postupů Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy Hydroopedologická laboratoř-Hana Kulhavá, pracoviště VÚMOP v Pardubicích.

Granulometrické složení a charakterizování půdních druhů podle rozborů sond S – 1 a S – 4 obsahuje tabulka 1. Pro sondy S – 1 a S – 4 byly v laboratoři stanoveny retenční křivky, objemová hmotnost redukovaná (Ohr) a nasáklivost (Ns). Z Ohr byla vypočtena pórovitost pomocí vztahu Ohr a měrné hmotnosti z parametrů stanovených z fyzikálních rozborů pro sondy S – 2 a S – 3 a MKVK jako funkce Ns stejným způsobem. Tak byla v S – 1 a S – 4 stanovena MKVK a pórovitost (P) fyzikálně. MKVK z retenční křivky byla stanovena na základě půdních druhů a jim odpovídajícím hodnotám pF pro hydrolimit MKVK (tab. 6, 7). Hodnoty pF označené zde „fyzika“ byly stanoveny z retenčních křivek jako funkce MKVK stanovené fyzikálně. Hodnoty pF podle

Tab. 4.

Retenční kapacita dynamická (gravitační), pórovitost fyzikální ze sondy S - 2 v mladém smrkovém porostu

Retaining capacity dynamic (gravitational), porosity physical from the pit S – 2 in the young spruce stand

| Váleček č./ Metal ring no. | Horizont/Horizon | | | Kamenitost/ Stoniness | Organická hmota/ Organic matter | | Pórovitost/ Porosity | MKVK/Maximum capillary water capacity | Retenční kapacita dynamická/ Dynamic retaining capacity | |
|----------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---|--|----------------------|
| | hloubka/ depth | označení/ designation | mocnost/ thickness | | Humus | Spalitelné látky/ Loss on ignition | | fyzika | fyzika | fyzika |
| | | | | | | | | cm | mm | % |
| 19 24 28 | 1 – 6 | F+H | 50 | - | - | - | 88,7 81,7 90,1 | 63,0 67,4 62,4 | 25,7 14,3 27,7 | 12,8 7,2 13,9 |
| Ø | - | - | - | - | 40,7 | 56,3 | 86,8 | 64,3 | 22,6 | 11,3 |
| 44 50 77 | 6 – 13 | Ah | 70(49) | - | - | - | 62,6 67,2 72,3 | 44,4 56,5 58,9 | 18,2 10,7 13,4 | 8,9 5,2 6,6 |
| Ø | | | | 30 | 11,1 | 19,0 | 67,4 | 53,3 | 14,1 | 6,9 |
| 14 26 96 | 13 – 85 | B | 720(324) | - | - | - | 50,9 58,1 57,6 | 28,5 38,5 36,5 | 22,4 19,6 21,1 | 72,6 63,5 68,4 |
| Ø | - | - | - | 55 | 2,3 | 6,8 | 55,5 | 34,5 | 21,0 | 68,2 |
| Ø váž./ wgt. | | | | - | - | - | 60,6 | 40,2 | 20,4 | - |
| Σ | 84 | - | 840(423) | - | - | - | - | - | - | 86,4 |

Vysvětlivka: mocnost v závorce je redukována kamenitostí/Explanation: thickness in brackets is reduced by stoniness

Tab. 5.

Retenční kapacita dynamická (gravitační), pórovitost fyzikální ze sondy S - 3 v mladém bukovém porostu
Retaining capacity dynamic (gravitational), porosity physical from the pit S - 3 in the young beech stand

| Válec č./ Metal ring no. | Horizont/Horizon | | | Kamenitost/ Stoniness | Organická hmota/ Organic matter | | Pórovitost/ Porosity | MKVK/Maximum capillary water capacity | Retenční kapacita dynamická/ Dynamic retaining capacity | |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|--|----------------------|
| | hloubka/ depth | označení/ designation | mocnost/ thickness | | Humus | Spalitelné látky/ Loss on ignition | | fyzika | fyzika | fyzika |
| | | | | | | | | cm | mm | % |
| 18 25 47 | 1 - 8 | F+H | 70 | - | - | - | 79,8 74,8 77,3 | 69,4 63,5 62,1 | 10,4 11,3 15,2 | 7,3 7,9 10,6 |
| Ø | - | - | - | - | 28,0 | 40,8 | 77,3 | 65,0 | 12,3 | 8,6 |
| 8 11 21 | 8 - 17 | Ah | 90 (72) | - | - | - | 64,6 54,8 52,2 | 42,7 38,4 39,9 | 21,9 16,4 12,3 | 15,8 11,8 8,9 |
| Ø | - | - | - | 20 | 7,3 | 12,9 | 57,2 | 40,3 | 16,9 | 12,2 |
| 30 43 48 | 17 - 90 | B | 730 (328) | - | - | - | 53,3 46,0 52,3 | 30,9 31,6 33,8 | 22,4 14,4 18,5 | 73,5 47,2 60,7 |
| Ø. váž./ wgt | - | - | - | 55 | 1,7 | 6,2 | 50,5 | 32,1 | 18,4 | 60,5 |
| Ø | - | - | - | - | - | - | 55,5 | 38,2 | 17,3 | - |
| Σ | 89 | - | 890 (470) | - | - | - | - | - | - | 81,3 |

Výsvětlivka: mocnost v závorce je redukována kamenitostí/Explanation: thickness in brackets is reduced by stoniness

teorie byly vzaty z výsledků hydropedologického průzkumu (ŠVIHLA, ČERNOHOUS, KULHAVÝ, ŠACH 2006) pro experimentální povodí „U Dvou louček“ v Orlických horách. Pórovitost byla pro S - 1 a S - 4 stanovena pouze fyzikálně, jako funkce Ohr, protože ji nelze exaktním způsobem stanovit z RK.

Pro sondy S - 2 a S - 3 byly stanoveny v laboratoři fyzikálně pórovitost (P), MKVK, pórovitost kapilární a semikapilární, Ns a zrnitost. Pro sondy S - 1 a S - 4 byly vypočteny Rk(d) a Rk(st), pro sondy S - 2 a S - 3 jen RK(d), protože zde nebyl znám BLK. Určování BLK z fyzikálních rozborů jako násobku čísla hygroskopicity se ukázalo jako velmi problematické.

Sondy S - 1 a S - 2 byly umístěny ve SM variantě VO Deštenská stráž, sondy S - 3 a S - 4 ve variantě BK. Porovnání výsledků rozborů ze sond S - 1, S - 2 a sond S - 3, S - 4 poskytlo představu o homogenitě půdních poměrů uvnitř SM a BK varianty. Porovnáním výsledků rozborů ze sond S - 1, S - 2 a S - 3, S - 4 získáme představu o srovnatelnosti půdních poměrů SM a BK varianty.

Určování Rk(d) i Rk(st) je provedeno vždy dvojím způsobem, jednou z rozborů fyzikálních (S - 2, S - 3) a jednou z rozborů provedených pro RK (S - 1, S - 4). Věrohodnost výsledků stanovení Rk tak značně stoupla.

Statistická významnost rozdílů byla na základě zjištěných vlastností parametrů testována t-testem pro stejné rozptyly a hodnocena pro hladiny významnosti $p = 0,05$ a $0,10$ (tab. 10).

VÝSLEDKY PRÁCE A JEJICH HODNOCENÍ

Výsledky hydropedologického průzkumu na lesohydrologickém experimentálním objektu Deštenská stráž v Orlických horách jsou shrnuty v tabulkách 2 - 9.

Fyzikální rozborů

Výsledky fyzikálních rozborů ve formě klasických metod vyhodnocení prezentují tabulky 2 - 5, jejich statistické hodnocení tabulka 10.

- Porovnání výsledků uvnitř variant

Pórovitosti, MKVK i Rk(d) u SM varianty (S - 1 versus S - 2) vykazují maximální rozdíly 3 % a jsou statisticky nevýznamné na hladině významnosti 0,05 a prakticky i 0,010. Pórovitosti, MKVK u BK varianty (S - 3 versus S - 4) vykazují rozdíly v horizontech Hh (při $p = 0,10$) a Ah (při $p = 0,05$) až 20 - 30 % . Rk(d) se však liší maximálně o 1,7 % bez statistické významnosti. Rozdíly v P a MKVK ukazují na značnou variabilitu vlastností humusového horizontu u buku.

- Porovnání výsledků mezi variantami SM a BK

Významný rozdíl (při $p = 0,05$) je pouze u Rk(d) v půdním horizontu humusové měli Hh a méně výrazný v minerálním horizontu (B). Rk(d) u SM varianty je v horizontu nadložního humusu o 44 % vyšší než u varianty BK. Tento rozdíl lze považovat za velmi významný z hlediska vodního režimu, podstatně ovlivňující infiltraci vody do půdy. Infiltrační kapacita (tj. maximální intenzita infiltrace, viz např. NEWSON 1994) smrkové humusové měli je téměř dvakrát větší než infiltrační kapacita humusové měli bukové. Tento rozdíl byl potvrzen i nesouhlasem mezi četností gravitačních pórů o velikosti větší než 0,2 mm, kterých obsahuje smrková varianta Hh o 53 % více než buková.

Rozdíly mezi parametry z fyzikálních rozborů pro fyziky a pro retenční křivky

Tyto rozdíly v rámci sondy S - 1 ve smrku (tab. 2 a 6) lze považovat za zanedbatelné (jsou statisticky nevýznamné), v rámci sondy S - 4 v buku (tab. 3 a 7) jsou maximálně 5 % a statisticky významné (při $p = 0,05$ a $0,10$) v horizontu nadložního humusu Hh a v minerálním horizontu (B) pro Rk(d) a Rk(s) (tab. 10). Lze odhadovat, že variabilita horizontů v buku se může promítat do variability výsledků získaných na základě „fy“ a „RK“.

Tab. 6.
Retenční kapacita statická (kapilární) ze sondy S - 1 v mladém smrkovém porostu
Retaining capacity static (capillary) from the pit S - 1 in the young spruce stand

| Váleček č./ Metal ring no. | Horizont/Horizon | | | Kamenitost/ Stoniness % obj./vol. | Organická hmota/ Organic matter | | MKVK/ Maximum capillary water capacity | | BLK pF = 3 | Retenční kapacita statická/ Static retaining capacity | | | | pF | | Textura/ Texture |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|---|------------------------------------|--|--|----------|---------------|--|----------|--------|------|--------|--------|---|
| | hloubka/ depth cm | označení/ designation | množství/ thickness mm | | Humus % hm./mass | Spalitelné látky/ Loss on ignition % obj./vol. | fyzika % obj./vol. | RK mm | | fyzika % obj./vol. | RK mm | fyzika | RK | fyzika | teorie | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 2 - 5 | Hh | 30 | - | - | 58,5 | 61,8 | 29,2 | - | 29,3 | 32,6 | 8,8 | 9,8 | 1,2 | 1,2 | (písčítá hlina) mšl./sandy loam, mull |
| 13 | | | | | | 66,6 | 71,6 | 35,9 | | 31,3 | 36,3 | 9,9 | 10,9 | 1,4 | 1,4 | |
| 135 | | | | | | 65,2 | 63,4 | 27,2 | | 38,0 | 36,2 | 11,4 | 10,9 | 0,8 | 0,8 | |
| ∅ | - | - | - | - | 17,6 | 63,4 | 65,6 | 30,6 | | 32,9 | 35,0 | 10,0 | 10,5 | 1,1 | 1,2 | (měl)/(humus) |
| 29 | | | | | | 50,5 | 48,4 | 28,4 | | 22,1 | 20,0 | 7,7 | 7,0 | 1,2 | 1,2 | písčítá hlina/ sandy loam |
| 37 | 5 - 10 | Ah | 50 (35) | - | - | 44,2 | 42,0 | 25,0 | | 19,2 | 17,0 | 6,7 | 6,0 | 1,4 | 1,4 | |
| 39 | | | | | | 56,8 | 59,0 | 34,2 | | 22,6 | 24,8 | 7,9 | 8,7 | 1,8 | 1,8 | |
| ∅ | - | - | - | 30 | 10,1 | 50,5 | 49,8 | 29,2 | | 21,3 | 20,6 | 7,4 | 7,2 | 1,5 | 1,6 | - |
| 49 | | | | | | 32,6 | 32,4 | 14,7 | | 17,9 | 17,7 | 72,5 | 71,7 | 1,0 | 1,0 | hlinitý písek/ loamy sand |
| 63 | 10 - 100 | Bv | 900 (405) | - | - | 34,5 | 34,7 | 15,9 | | 18,6 | 18,8 | 75,3 | 76,1 | 0,8 | 0,8 | |
| 45 | | | | | | 27,5 | 30,2 | 13,3 | | 14,2 | 16,9 | 57,5 | 68,4 | 1,3 | 1,3 | |
| ∅ | - | - | - | 55 | 2,0 | 31,5 | 32,4 | 14,6 | | 16,9 | 17,8 | 68,4 | 72,1 | 1,0 | 1,2 | - |
| ∅ váž./wgt. | | | | | | 35,0 | 35,8 | 16,7 | | 18,3 | -19,1 | - | - | - | - | (dle KUTILKA/ according to KUTILEK) |
| Σ | 2 - 100 | - | 980 (470) | - | - | - | - | - | | - | - | 85,8 | 89,8 | - | - | 2,1 1,6 1,5 1,2 jíl/clay hlina pís./ sand. loam hlina/clay měl/mull |

Pozn./Note: MKVK – fyzikálně jako funkce nasáklivosti/maximum capillary water capacity determined physically as function of soil suction
MKVK – z pF čar dle teorie/maximum capillary water capacity determined from pF curves by theory

Tab. 7
Retenční kapacita statická (kapilární) ze sondy S - 4 v mladém bukovém porostu
Retaining capacity static (capillary) from the pit S - 4 in the young beech stand

| Váleček č./ Metal ring no. | Horizont/ Horizon | | Kamenitost/ Stoniness | Organická hmota/ Organic matter | | MKVK/ Maximum capillary water capacity | | BLK pF = 3 | Retenční kapacita statická/ Static retaining capacity | | | pF | | Textura/ Texture | | |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------|--|--------|---------------|--|--------------|--------|-----|---------|--|--------|--------|
| | hloubka/ depth cm | označení/ designation | | mocnost/ thickness mm | Humus | Spalitelné látky/ Loss on ignition % hm./ mass | fyzika | | RK | % obj./ vol. | fyzika | RK | mm | | fyzika | teorie |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | 2 - 6 | Hh | 40 | - | - | 74,8 | 79,0 | 33,2 | 41,6 | 45,8 | 18,3 | 1,1 | - | prachový písek/ silty sand (měl)/humus | | |
| 46 | | | | | | 72,2 | 77,8 | 31,4 | 40,8 | 46,4 | 16,3 | 1,6 | | | | |
| Ø | | | | 32,5 | 38,7 | 66,4 | 71,6 | 30,8 | 35,6 | 40,8 | 14,2 | 1,5 | | | | |
| Ø | | | | | | 71,1 | 76,1 | 31,8 | 39,3 | 44,3 | 15,7 | 1,4 | 1,2 | | | |
| 1 | | | | | | 48,4 | 49,7 | 28,5 | 19,9 | 21,2 | 8,0 | 1,7 | | hlina písčítá/ sandy loam | | |
| 27 | 6 - 11 | Ah | 50 (40) | - | - | 58,8 | 56,5 | 28,6 | 30,2 | 27,9 | 12,1 | 1,4 | - | | | |
| 36 | | | | | | 57,0 | 57,4 | 31,7 | 25,3 | 25,7 | 10,1 | 1,6 | | | | |
| Ø | | | | 9,6 | 16,1 | 54,7 | 54,5 | 29,6 | 25,1 | 24,9 | 10,1 | 1,6 | 1,6 | | | |
| 15 | | | | | | 43,8 | 41,0 | 26,0 | 17,8 | 15,0 | 87,3 | 1,4 | (1,6) * | písek hlinitý dle rozborů z RK, dle granulometrie | | |
| 38 | 11 - 120 | Bv | 1090 (490,5) | - | - | 35,3 | 31,4 | 16,3 | 19,0 | 15,1 | 93,2 | 1,3 | 1,1 | písčítá hlina/ loamy sand or sandy loam | | |
| 42 | | | | | | 26,9 | 22,2 | 10,5 | 16,4 | 11,7 | 80,4 | 1,2 | 1,5 | | | |
| Ø | | | | 3,1 | 8,6 | 35,3 | 31,5 | 17,6 | 17,7 | 13,9 | 87,0 | 1,3 | 1,4 | | | |
| Ø váž./wgt. | | | | | | 39,2 | 36,2 | 19,4 | 19,7 | 16,8 | - | - | (1,6) | | | |
| Σ | 2-120 | | 1180 (570,5) | | | | | | | | 112,8 | | | | | |

Pozn./Note: MKVK - fyzikálně jako funkce nasákivosti/maximum capillary water capacity determined physically as function of soil suction
MKVK - z pF dle teorie/maximum capillary water capacity determined from pF curves by theory

Tab. 8.

Porovnání retenční kapacity dynamické z výsledků fyzikálních rozborů půdních profilů mezi mladým smrkovým (sonda S - 2) a mladým bukovým porostem (sonda S - 3)

Comparison of dynamic retaining capacity from results of physical analyses of soil profiles between young spruce stand (soil pit S - 2) and young beech one (soil pit S - 3)

| Horizont/ Horizon | Mocnost/ Thickness (mean S-2, S-3) | Pórovitost/ Porosity | | MKVK/Maximum water capillary capacity | | Retenční kapacita dyna- mická/ Dynamic retaining capacity | | | |
|----------------------|--|-------------------------|------|---|------|---|------|------|------|
| | | SM | BK | SM | BK | SM | BK | SM | BK |
| | mm | % obj./vol. | | % obj./ vol. | | % obj./ vol. | | mm | |
| F + H | 60 | 86,8 | 77,3 | 64,3 | 65,0 | 22,6 | 12,3 | 13,6 | 7,4 |
| Ah | 80 (60) | 67,4 | 57,2 | 53,3 | 40,3 | 14,1 | 16,9 | 8,5 | 10,1 |
| B | 725 (326) | 55,5 | 50,5 | 34,5 | 32,1 | 21,0 | 18,4 | 68,5 | 60,0 |
| Ø váž./ wgt. | - | 61,3 | 55,0 | 41,0 | 37,6 | 20,3 | 17,4 | - | - |
| Σ | 865(446) | - | - | - | - | - | - | 90,6 | 77,5 |

Vysvětlivka: mocnost v závorce je redukována kamenitostí/Explanation: thickness in brackets is reduced by stoniness

Tab. 9.

Porovnání retenční kapacity statické a dynamické z výsledků fyzikálních rozborů a retenčních křivek půdních profilů mezi mladým smrkovým (sonda S - 1) a mladým bukovým porostem (sonda S - 4)

Comparison of static and dynamic retaining capacity from results of physical analyses and retaining curves analyses of soil profiles between young spruce stand (soil pit S - 1) and young beech one (soil pit S - 4)

| Horizont/ Horizon | Mocnost/ Thickness | | Pórovitost/ Porosity | | MKVK/ Maximum capillary water capacity | | BLK/ Lentocapillary point | | Retenční kapacita/Retaining capacity | | | | | |
|----------------------|-----------------------|--------------|-------------------------|------|--|------|---------------------------------|------|--------------------------------------|------|-----------------------|------|------------------|-------|
| | SM | BK | SM | BK | SM | BK | SM | BK | statická/ static | | dynamická/ dynamic | | celkem/ total | |
| | mm | | % obj./vol. | | % obj./vol. | | % obj./vol. | | mm | | | | | |
| Hh | (30) 30 | (30) 30 | 80,5 | 84,2 | 64,5 | 73,6 | 30,6 | 31,8 | 10,2 | 12,5 | 4,8 | 3,2 | 15,0 | 15,7 |
| Ah | (40) 50 | (40) 50 | 66,9 | 70,0 | 50,1 | 54,6 | 29,2 | 29,6 | 8,4 | 10,0 | 6,7 | 6,2 | 15,1 | 16,2 |
| Bv | (405) 900 | (405) 900 | 58,3 | 55,4 | 32,0 | 33,4 | 14,6 | 17,6 | 70,5 | 64,0 | 106,5 | 89,1 | 177,0 | 153,1 |
| Ø váž./wgt. | | | 60,4 | 58,4 | 35,6 | 37,7 | 16,8 | 19,5 | - | - | - | - | - | - |
| Σ | (475) 980 | (475) 980 | - | - | - | - | - | - | 89,1 | 86,5 | 118,0 | 98,5 | 207,1 | 185,0 |

Vysvětlivka: mocnost v závorce je redukována kamenitostí/Explanation: thickness in brackets is reduced by stoniness

PVK (SM) = 287 mm
PVK (BK) = 277 mm

MKVK (SM) = 169 mm
MKVK (BK) = 179 mm

BSD (SM) = 80 mm
BSD (BK) = 93 mm

Abbr.: SM - spruce, BK - beech

P jen/
only fyzika,
MKVK
fyzika+ RK

Rozdíly mezi hodnotami pF

Rozdíly mezi hodnotami pF pro MKVK stanovenými z MKVK fyzikálním rozbořem a stanovenými podle teorie RK lze považovat za zanedbatelné. Shoda mezi různými metodami stanovenými MKVK (fyzikálně a z RK) je velmi dobrá (tab. 6, 7) a rozdíly jsou statisticky nevýznamné (tab. 10).

Rozdíly mezi parametry stanovenými z retenčních křivek mezi smrkovou a bukovou variantou

Maximální rozdíl 60 % vykazuje Rk(d) v horizontu Ah, viz tabulky 2 a 3, je však vzhledem k velké variabilitě hodnot v buku statisticky nevýznamný, viz tabulka 10 (cf. též porovnání „fyzik“ SM a BK). Statisticky významný rozdíl (tab. 10) ca 25 % u Rk(st) v horizontu nadložního humusu ve prospěch BK a v kambizemním horizontu Bv ve prospěch SM svědčí o nehomogenitě těchto půd (tab. 6, 7). Značnou nehomogenitu půd

zkoumaných ploch potvrzuje i index rovnostnosti (tab. 1) D(60) / D(10) odvozený ze zrnitostní křivky.

Retenční kapacita dynamická, statická a celková

Exaktní srovnání smrkové a bukové varianty lze získat z porovnání parametrů dynamiky půdní vody lesní půdy srovnávacími modelovými profily, ve kterých je do reprezentativního příkladu sjednocena mocnost půdních horizontů (tab. 8, 9).

U Rk(d) jak porovnání S - 2 a S - 3, tak i S - 1 a S - 4 potvrzují výrazné, statisticky významné rozdíly v horizontu F + H, Hh (59 % a 36 %) u SM a BK. U horizontů Ah a Bv jsou rozdíly mezi SM a BK 17 a 13 % u sond S - 2, S - 3, 8 - 22 % u sond S - 1, S - 4. Pro celý profil je to u S - 2, S - 3 16 %, u S - 1, S - 4 22 %.

U Rk(st) pro horizonty Hh, Ah, Bv činí diference SM a BK varianty 2 %, 17 % a 2 %, pro celý profil pak 3 %.

Tab. 10.

Porovnání hydrofyzikálních parametrů ve smrkovém a bukovém porostu a mezi oběma porosty
Comparison of hydrophysical parameters in the spruce stand and in the beech stand and between both stands

| Parametr v horizontu/ Parameter in horizon | Hodnoty průměrů parametrů/ Parameter means %/percentage | | | | | | Statistická průkaznost p-hodnota t-testu/ Statistical significance/p-value of t-test | | | | | |
|---|--|------|--------|-----------|------|--------|---|-------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------|
| | smrk/spruce | | | buk/beech | | | smrk vs. smrk/ spruce vs. spruce | | buk vs. buk/ BK vs. BK | | smrk vs. buk/ spruce vs. beech | |
| | S1 | S1 | S2 | S4 | S4 | S3 | S1fy vs./ S1RK | S1fy vs./ S2fy | S4fy vs./ S4RK | S3fy vs./ S4fy | SM vs./ BK fyzika | SM vs./ BK RK |
| | fyzika | RK | fyzika | fyzika | RK | fyzika | | | | | | |
| P1 | 80,5 | – | 86,8 | 84,2 | – | 77,3 | – | 0,213 | – | 0,091 | 0,374 | – |
| P2 | 66,9 | – | 67,4 | 70,0 | – | 57,2 | – | 0,880 | – | 0,030 | 0,355 | – |
| P3 | 58,3 | – | 55,5 | 55,4 | – | 50,5 | – | 0,585 | – | 0,500 | 0,324 | – |
| MKVK1 | 63,4 | 65,6 | 64,3 | 71,1 | 76,1 | 65,0 | 0,611 | 0,792 | 0,213 | 0,140 | 0,113 | 0,050 |
| MKVK2 | 50,5 | 49,8 | 53,3 | 54,7 | 54,5 | 40,3 | 0,915 | 0,657 | 0,963 | 0,014 | 0,351 | 0,440 |
| MKVK3 | 31,5 | 32,4 | 34,5 | 35,3 | 31,5 | 32,1 | 0,733 | 0,468 | 0,630 | 0,550 | 0,816 | 0,880 |
| Rk(d)1 | 17,1 | 14,9 | 22,6 | 13,0 | 8,0 | 12,3 | 0,711 | 0,331 | 0,001 | 0,655 | 0,022 | 0,221 |
| Rk(d)2 | 16,4 | 17,1 | 14,1 | 15,3 | 15,5 | 16,9 | 0,917 | 0,637 | 0,964 | 0,724 | 0,773 | 0,790 |
| Rk(d)3 | 26,8 | 25,9 | 21,0 | 20,1 | 23,9 | 18,4 | 0,836 | 0,119 | 0,067 | 0,571 | 0,061 | 0,543 |
| Rk(s)1 | 32,9 | 35,0 | – | 39,3 | 44,3 | – | 0,496 | – | 0,125 | – | – | 0,012 |
| Rk(s)2 | 21,3 | 20,6 | – | 25,1 | 24,9 | – | 0,794 | – | 0,958 | – | – | 0,223 |
| Rk(s)3 | 16,9 | 17,8 | – | 17,7 | 13,9 | – | 0,574 | – | 0,048 | – | – | 0,036 |
| BLK1 | – | 30,6 | – | – | 31,8 | – | – | – | – | – | – | 0,724 |
| BLK2 | – | 29,2 | – | – | 29,6 | – | – | – | – | – | – | 0,896 |
| BLK3 | – | 14,6 | – | – | 17,6 | – | – | – | – | – | – | 0,553 |

Statisticky významné rozdíly jsou vyjádřeny hodnotou p (pravděpodobnost přijetí nulové hypotézy H0 o rovnosti průměrů) a hladiny významnosti 0,05 a 0,10 zvláště. /Statistically significant differences are expressed by p-value (probability of acceptance of H0 hypothesis related to equality of means) and significance levels of 0.05 and 0.10 are picked out.

Rk(d) i Rk(st) smrku 89 mm a 118 mm a buku 86 a 98 mm i Rk(c) celková smrku 207 mm a buku 185 mm pro profil 980 mm hluboký jsou vysoké a svědčí o vysoké dynamice půdní vody i retenční kapacitě lesní půdy experimentální plochy „Deštenská stráž“.

Při zpracování analýzy byli autoři vedeni snahou získat různými pohledy co největší množství srovnatelných výsledků. Stať má být i metodickým návodem pro podobné rozborů do budoucna. Je samozřejmé, že výchozí axiomy předkládané práce nejsou 100% platným dogmatem a že diskusními body mohou být metody stanovení příslušných hydrolimitů (MKVK, BSD, PVK) a jejich interpretace. Je však velmi důležité, že hlavní určující parametry vodního režimu lesní půdy, tj. Rk, jsou stanovovány jako rozdíly hydrolimitů a ne jako absolutní hodnoty. Kolísání hodnot hydrolimitů do 25 % se z logické podstaty věci považuje v této práci za projev vysoké nehomogenity zkoumaných lokalit, rozdíly vyšší než 30 % se považují za významné.

SHRNUTÍ ZÁVĚRŮ S DISKUSÍ

Hydropedologická analýza lesních půd ve výzkumném objektu „Deštenská stráž“ pod mladým smrkovým, resp. bukovým porostem využila metodické výsledky získané při hydrologické analýze experimentálního povodí „U Dvou louček“ ve srovnatelných poměrech v Orlických horách (ŠVIHLA et al. 2005). Vyvinutá metodika určování retenční kapacity dynamické a statické odpovídá současné teorii (WEILER, MAC DONNELL 2004) o pórovitosti „drainable“ (gravitační) a „available water content“ (kapilární) stanovované jako rozdíly hydrolimitů nasycení a polní kapacity, resp. polní kapacity a bodu vadnutí.

Terminologicky zajímavé a zároveň obsahově příbuzné pojetí volil již HOOVER (1949). Vodní kapacitu, zjišťovanou ovšem pouze pomocí fyzikální analýzy nikoliv z retenčních křivek, dělil na „detenční“ (nekapilární póry) a „retenční“ (kapilární póry); detenční kapacita umožňuje jen dočasné pozdržení vody s následujícím laterálním odtokem do vodotečí nebo vertikálním do podzemních vod, retenční kapacita naopak slouží k zadržování vody v půdě.

Významným vstupem do hodnocení hydrologických vlastností horských lesních půd je redukování hydropedologických půdních charakteristik, zejména retenční kapacity pedonu, objemovým podílem kamenů (objemovou kamenitostí). Významnost kamenitosti v hydrologických modelech zdůrazňovali např. CHILDS, FLINT (1980), kteří definovali pro redukcí objemu jemnozeme podílem skeletu parametr „efektivní hloubka půdního profilu“. Obdobné zařazení kamenitosti do výpočtu evapotranspirace z rozdílu kontinuálně měřené objemové vlhkosti půdního segmentu umožnilo získávat objektivní data dobře zapadající do rovnice vodní bilance při výpočtu vodního režimu mladého smrkového a bukového porostu (ŠACH, KANTOR, ČERNOHOUS 2006, KANTOR et al. 2006).

Vyhodnocení hydropedologického průzkumu na experimentálním lesohydrologickém objektu Deštenská stráž v Orlických horách posloužilo k prohloubení poznatků o dynamice půdní vody a především ke zjištění parametrů (hydrolimitů) využitelných k dalšímu zdokonalení postupu výpočtu evapotranspirace mladých porostů smrku a buku. Zjištěné poznatky lze závěrem shrnout do konkrétních i obecnějších závěrů. Provedená analýza lesních půd v podmínkách experimentálního objektu „Deštenská stráž“ prokázala:

- použitelnost zvolených metod analýzy vodní komponenty lesní půdy, doložené srovnatelnými výsledky zvolených různých přístupů ke zkoumané problematice;
- velkou nehomogenitu humusových kambizemí smrkové i bukové varianty;
- dvakrát vyšší infiltrační kapacitu nadložního horizontu F + H, Hh smrkové varianty oproti bukové;
- vysokou schopnost pohybu půdní vody;
- vysokou retenční kapacitu lesních půd, schopnou tlumit potenciální povodně, vyvolávané ve středohorských podmínkách přívalovými srážkami vysoké intenzity i dlouhodobými dešti velké vydatnosti a nižší intenzity.

Poděkování:

Výsledky prezentované ve studii vznikly s finančním přispěním NAZV, projektu č. 1G57016 „Srážkoodtokové poměry horských lesů a jejich možnosti při zmírňování extrémních situací – povodní a sucha“ a v rámci institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků – výzkumného záměru MZe ČR č. 0002070201 „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnicích se podmínkách prostředí“ a výzkumného záměru MŠMT ČR č. MSM 6215648902.

LITERATURA

- HOOPER, M. D.: Hydrologic characteristics of South Carolina piedmont forest soils. Soil Science Society of America Proceedings, 14, 1949, s. 353-358
- CHILDS, S. W., FLINT, A. L.: Physical properties of forest soils containing rock fragments. In: Sustained Productivity of Forest Soils. Proc. of the 7th North American Forest Soils Conference. Eds. S. P. Gessel et al. Vancouver (British Columbia): University of British Columbia, 1990, s. 95-121
- KANTOR, P.: Water balance of a mature spruce and a beech stand. Comm. Inst. For. Czechosloveniae, 13, 1983, s. 111-130
- KANTOR, P.: Hydrický režim horských smrkových a bukových porostů při jejich holosečné obnově. Acta Universitatis Agriculturae, Facultas Silviculturae. Řada C. 63. 1994, č. 2-4, s. 99-110
- KANTOR, P.: Vodní režim smrkových a bukových porostů jako podklad pro návrh druhové skladby vodohospodářsky významných středohorských lesů. Habilitační práce. Brno: MZLU, Lesnická a dřevařská fakulta 1995. 332 s., příl. 32 tab.
- KANTOR, P.: Water-management role of Norway spruce and European beech in mountain locations. Dendrobiology (Poland), 51, 2004, Supplement, s. 23-30
- KANTOR, P. et al.: Srážkoodtokové poměry horských lesů a jejich možnosti při zmírňování extrémních situací - povodní a sucha. Výzkumná zpráva. Brno: LDF MZLU 2006. 54 s.
- KUTÍLEK, M.: Vodohospodářská pedologie. Praha: Státní nakladatelství technické literatury 1978. 295 s.
- LEE, R.: Forest hydrology. New York: Columbia University Press 1980. 349 s.
- NĚMEČEK, J. et al.: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha: Česká zemědělská univerzita 2001. 78 s.
- NEWSON, M.: Hydrology and the river environment. Oxford: Clarendon Press 1994. 221 s.
- NOVÁK, V.: Voda v půdě – vodní režim půdní. In: J. Klika, V. Novák, A. Gregor: Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. Praha: Nakladatelství ČSAV, 1954, s. 440-484
- PRAX, A., RAEV, I. (eds.): Water balance of spruce stands (*Picea abies* /L./ KARST.) in different geographical regions. Brno: Vysoká škola zeměd. 1985. 146 s.
- SEKERA, F.: Statik und Dynamik des Bodenwassers. Bodenkunde und Pflanzenernährung, 51, 1938, č. 6, s. 288-312
- ŠACH, F., KANTOR, P., ČERNOHOUS, V.: Stanovení evapotranspirace mladého smrkového a bukového porostu metodou kontinuálního měření objemové vlhkosti v půdním profilu. In: Stabilization of forest functions ... Opočno: VÚLHM-VS 2006, s. 525-536. ISBN 80-86461-71-8
- ŠVIHLA, V., ČERNOHOUS, V., KULHAVÝ, Z., ŠACH, F.: Hydropedologický průzkum lokality U Dvou louček v Orlických horách. Opočno: VÚLHM-Výzkumná stanice 2006. Rukopis
- ŠVIHLA, V., ČERNOHOUS, V., KULHAVÝ, Z., ŠACH, F.: Příspěvek k hydrologické analýze povodí U Dvou louček v Orlických horách. In: Soil and Water. Scientific Studies. 4/2005. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy 2005, s. 95-105
- TESAŘ, M., ŠÍR, M.: Vyhodnocení vodního režimu půd na lokalitách lišících se vegetačním krytem v Národním parku Šumava. In: J. Hruška et al.: Biogeochemické cykly ekologicky významných prvků v měnicích se přírodních podmínkách lesních ekosystémů NP Šumava. Výzkumná zpráva. Praha: Česká geologická služba 2005, kapitola 6, 17 s.
- WEILER, M., MAC DONNELL, J. J.: Soil development and properties. Water storage and movement. In: Encyclopedia of forest sciences. Ed. J. Burley et al. Amsterdam: Elsevier 2004, s. 1253-1260

Interpretation of hydropedologic investigation on the experimental forest hydrology area Deštenská stráň in the Orlické hory Mts.

Summary

Soil water represents an important component at investigation of water regime in mountain forests of Norway spruce and European beech. On the long-term experimental area Deštenská stráň hillside in the Orlické hory Mts., water storage and movement in forest soils of a young spruce stand and a young beech one were subjected to complete hydropedologic analysis (tables 2 - 9). For appraisal of soil water dynamics the methods of soil physics were chosen by means of classic methods of analyses on the one hand and by means of retention curves analyses on the other hand. As a resultant appraising variable we chose the retention capacity of forest soil first dynamic represented by gravitational pore capacity, second static represented by capillary pore capacity characterized by currently movable capillary water. These two parameters are dominant for dynamics of soil water. Performed analyses proved a great variability of soil hydrolimits as porosity, maximum water capacity and lentocapillary point. It indicates the strong soil non-uniformity of humus mountain Cambisols in these regions.

Infiltration capacity of (F + H) and H horizon of forest floor in a spruce stand was twofold than that in a beech one. Potential of soil water dynamics assessed by the retention capacity is high and shows ability of forest soils to attenuate considerably floods induced in conditions both by storms of high intensity and by long-term rainfalls of large yield with lower intensity.

The chosen methods of complex hydropedological investigation of mountain forest Cambisols enable combined insight into solved problems. Results of both methods correspond and prove their real usability.

Recenzenti: prof. Ing. J. Kulhavý, CSc.

Ing. M. Bíba, CSc.

Ing. M. Tesař, CSc.