

## **Funkce lesů: Hydricko-vodohospodářský management**

Forest functions: Hydric-water management

*Ilja Vyskot<sup>1</sup>, Alice Kozumplíková<sup>1</sup>*

*Ústav environmentalistiky a přírodních zdrojů, Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií, Mendelova univerzita v Brně<sup>1</sup>*

### **Abstrakt**

Současný stav českých lesů, pod vlivem spektra disturbancí, není dobrý. Výrazněji tak vstupují do povědomí dopady na životodárné a životozáchovné procesy lesních ekosystémů v krajině a prostředí tzv. celospolečenské funkce lesů. Vzhledem k problémům dlouhodobého sucha je rozhodné hospodaření s vodou v lesích, hydricko-vodohospodářská a související edaficko-půdoochranná funkce. V příspěvku je předložena metoda kvantifikace a hodnocení těchto funkcí lesních porostů i analýza a syntéza obhospodařování malých lesních povodí.

**Klíčová slova:** funkce lesů, funkce hydricko-vodohospodářská, lesní povodí, management

### **Abstract**

The current state of forests is not satisfying due to the influence of many disturbances in the Czech Republic. Effects on life-giving and life-stabilizing processes of forest ecosystems in the landscape and the environment so called “all-society forest functions” significantly enter the broad awareness. Water management in forests, hydric-water management and related edaphic-soil protection functions, are crucial in view of the issues of long-term drought. The paper presents the method of quantification and evaluation of these two forest functions as well as the analysis and synthesis of the management of small forest basins.

**Key words:** function of forests, hydric-water function, forest basins, management

### **Úvod**

Zákon o lesích č. 289/95 Sb. v §1 uvádí, že je třeba pečovat o les jako národní bohatství, tvořící nenahraditelnou složku životního prostředí, pro plnění všech jeho funkcí. Současný stav lesů, v důsledku celého spektra disturbancí, je však převážně nedobrý. Směřovat vinu na změny či extrémy přírodních podmínek je alibistické. Je dlouhodobě známo, že hospodaření v lesích je většinou v rozporu právě s charakterem přírodních podmínek i ekosystémovými zákonitostmi a principy. Surovinové, dominantně dřevoprodukční, pojetí přístupu k lesům vede k současným důsledkům ztrát jejich přírodní diverzity, ekologické stability a populační i

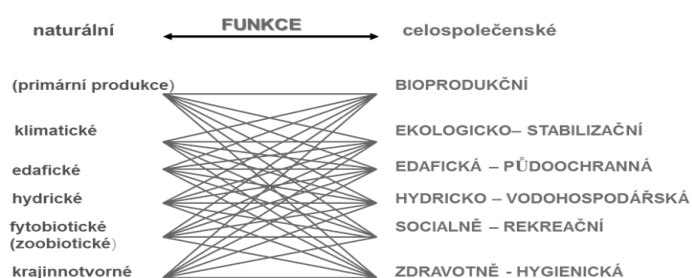
fyziologické odolnosti a disponibility. Na stavu lesů České republiky se samozřejmě podepisuje i tzv. změna klimatu, v projevech klimatických extrémů, především územního a časového, půdního i fyziologického sucha.

Období sucha lze v Česku očekávat i nadále. Udržet vodu v krajině a zabránit jejímu nežádoucímu odtoku je klíčovým nástrojem „Národního akčního plánu adaptace na změnu klimatu“ (Usnesení vlády č. 861/2015). Je zřejmé, že za dopady sucha u nás nemůže výhradně jen klimatická změna, ale i většinou nevhodný způsob hospodaření zemědělců, lesníků, vodohospodářů v rámci celých povodí. V současném krizovém období dominantně zaznívají obavy o produkci, tržnění dříví i finanční ztráty vlastníků. Výrazněji však vstupují do povědomí dopady na životodárné a životozáchovné procesy lesních ekosystémů v krajině a prostředí – tzv. celospolečenské funkce lesů.

## Materiál

Funkce lesů jsou chápány ve dvou odlišných pojetích. Ve většinovém pojetí antropocentrickém jde o užitky, které člověk od lesů účelově vyžaduje, tzv. ekosystémové služby (ecosystem services). Rozumí se jimi služby: a) zásobovací (potrava, voda, dřevo, palivo, atp.); b) regulační (podnebí, regulace záplav, nemoci, kvalita vody apod.); c) kulturní (estetické, duchovní, vzdělávací, rekreační); c) podpůrné (oběh živin, tvorba půdy, primární produkce atp.).

V pojetí ekosystémovém jde stěžejně o přirozené účinky, které lesní ekosystémy pro svoji existenci a život produkují (přírodní zákony a ekosystémové procesy). Funkční účinky lze rozčlenit na: a) klimatické (aerotechnické, filtrační, antiradiační, krajinně – hygienické); b) hydrické (vodní režim, vodní bilance), c) edafické (půdotvorné, půdoochranné); d) fytobiotické/zoobiotické (primární produkce, diverzita ekosystémů, ekosystémů, ekologická rovnováha); e) krajinnotvorné (krajinně-stabilizační, krajinně-kreativní). Účinnostní skupiny celospolečenských funkcí lesů na bázi ekosystémových funkčních synergií jsou uvedeny na Obr. 1.



Obr. 1 Účinnostní skupiny celospolečenských funkcí lesů na bázi ekosystémových synergií

### ***Hydricko-vodohospodářské funkce lesů***

V období sucha a následných územních a fyziologických disturbancí je rozhodný vztah les a voda. Lesy představují 33,4 % území ČR, 90 % je jich v pahorkatinných a horských oblastech, akumulují 60 % celkových atmosferických srážek, s adicí srážek horizontálních. Lesy České republiky, s.p. (LČR s.p.) spravují cca 39 000 km drobných toků, 820 malých vodních nádrží, ale především 1,3 mil. ha lesů. Stromy, lesy a jejich „vodní“ účinky podporují vznik srážek, navyšují srážkové úhrny vyčesáváním horizontálních srážek, jsou přirozené chladicí systémy, generují toky vzduchu a vlhkosti, zabraňují povrchovému odtoku vody, retendují a akumulují vodu v půdě, přispívají k zásobování podzemních vod, regulují vodní toky, zmírňují dopady záplav.

Hydrická funkce lesa znamená naturální ekosystémové schopnosti, zejména přirozený vodní režim a přirozenou vodní bilanci lesního ekosystému.

Vodohospodářská funkce je cílená lesnická modifikace přírodních procesů, tj. úprava a ovlivňování přirozeného vodního režimu a vodní bilance k cíleným vodohospodářským účelům.

Stěžejním účinkem vodohospodářské funkce lesů je schopnost převést co největší množství disponibilní (srážkové) vody co nejefektivněji do porostní půdy jako fyziologického, ekofyzikálního, užitného a distribučního zdroje a odtud dále.

Poznatky klasické lesnické hydrologie uvádějí, že podstatnou složkou lesních ekosystémů v jejich působení na srážko-odtokové poměry je jen charakter lesní půdy. Ostatní složky – zejména druhová skladba, struktura, či věk nejsou tak rozhodným faktorem hydrických účinků lesů. Lesnická vodohospodářská praxe však pokládá kvalitu lesních porostů, především jejich druhovou skladbu a strukturu za zásadní faktor ovlivňující schopnost infiltrace – modifikací půdního prostředí, tvorbou nadložního humusu, jeho mocností a formou. Proces infiltrace srážkové vody do lesní půdy záleží na složení, věku, zakmenění a struktuře („konstrukci“) porostů, jejich fyziologii, morfologii i zdravotnímu stavu. Důležitý vliv při formování vodního režimu a vodní bilance lesních porostů především v iniciačních povodích mají i antropogenní impakty: vnější - klimatické změny, imisní zátěže, degradace půd; a vnitřní - jednostranné hospodářské požadavky (charakter zpřístupnění lesa, technologie těžby dřeva a jeho přibližování, způsoby obnov porostů, volba dřevinné skladby, výchova porostů, atd.).

Lesnické vodní hospodaření se dostatečně nezabývá „vlastní“ hydrickou a vodohospodářskou účinností lesních porostů (vodní bilancí a vodním režimem lesních ekosystémů). Není provozně řešen vodní režim porostů, jejich vodní bilance, nejsou uplatňována lesnická opatření k ovlivňování a modifikaci hydrických a vodohospodářských účinků dřevin a jejich porostů. Vodohospodářská funkce lesních porostů je „respektována“ pouze v kategorii, resp. v subkategoriích „lesů zvláštního určení“; v lesích „hospodářských“ není provozně cíleně zajišťována ani podporována. Pouhou reminiscencí je např. dávná směrnice MLVH č.13/1972 o hydrických a vodohospodářských aspektech hospodaření v lesích.

Jako příklad uvádíme modelovou vodní bilanci porostů a její typy (Tab 1).

$$H_S = (H_S + H_{TR} + H_{IN} + H_{VP}) + (H_{OP} + H_{VS}) = H_{ETR} + H_{CO}$$

$$H_{ETR} (100 \%) = H_{TR} (60 \%) + H_{IN} (30 \%) + H_{VP} (10 \%)$$

$$H_{CO} (100 \%) = H_{OP} (\geq 0 \%) + H_{VS} (\leq 100 \%)$$

kde  $H_S$  = celkový úhrn srážek;  $H_{TR}$  = transpirační výpar;  $H_{IN}$  = intercepční výpar;  $H_{VP}$  = výpar z půdy;  $H_{OP}$  = povrchový odtok;  $H_{VS}$  = infiltrační odtok;  $H_{ETR}$  = celková evapotranspirace;  $H_{CO}$  = celkový odtok;  $k_o$  = koeficient odtoku

Tab. 1 Typy vodní bilance

		Produkční funkce	Vodohospodářská funkce
Pasivní	$H_S < H_{ETR}$	–	–
Vyrovnaná	$H_S = H_{ETR}$	+/-	0
Pozitivní	$H_S > H_{ETR}$ ( $k_o < 0,5$ )	++	+
Vysoce pozitivní	$H_S > H_{ETR}$ ( $k_o > 0,5$ )	++	++

Identifikací typu vodní bilance v diferencovaných klimatických, růstových a porostních podmínkách, lze lesnicky erudovaně konstituovat druhovou, věkovou i prostorovou strukturu lesů, ve prospěch optimalizace vodního režimu a vodní bilance porostů. Komplexy „pasivních“ a nápravných opatření v lesích, by často nebyly potřebné, kdyby byly „fyziologické a fyzikální“ vazby vody, dřeviny, stromu, populace, porostu a půdy pod odbornou lesnickou péčí a kontrolou. Je proto nezbytné v souvislostech s konkrétním hospodařením v lesních porostech, umět posoudit jejich hydrickou a vodohospodářskou

účinnost. Nerada je např. přijímána skutečnost, že za určitých okolností mohou specifické lesní porosty negativně ovlivňovat vodní zdroje.

## **Metoda**

Lesnickému managementu jsou nápomocné metody hodnocení hydricko-vodohospodářské funkce lesů, které praktologicky kvantifikují a klasifikují schopnosti porostů bilančně i režimově „hospodařit“ s vodou. V rámci kompetencí MŽP ČR je certifikována aplikační metoda: „Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky“ (Vyskot a kol., 2003) a „Ekologické a ekonomické hodnocení funkcí variantně strukturálních typů lesů“ (Vyskot a kol. 2014). Součástí „funkčního“ posuzování lesů je problematika „les-půda-voda“, synergie účinnosti funkcí hydricko-vodohospodářské a edaficko-půdoochranné.

Hydricko-vodohospodářská funkce lesa je determinovaná schopnost lesních ekosystémů prostřednictvím hydrických účinků utvářet a modifikovat vodní režim a vodní bilanci (vodohospodářský zájem). Edaficko-půdoochrannou funkcí lesa pak schopnost lesních ekosystémů modifikovat půdní vlastnosti, ovlivňovat pedogenetické procesy, pedohydrické procesy, chránit půdní povrch a svrchní horizonty před erozními procesy a eliminovat změny fyzikální i chemické. Kvantifikace a hodnocení těchto synergických tangovaných funkcí lesů se děje ve dvou vymezených úrovních.

1. Stanovení reálného potenciálu funkcí = kvantifikované funkční schopnosti (hodnoty produkovaných funkcí) v optimálně možných ekosystémových podmínkách.
2. Stanovení reálného efektu funkcí = aktuální kvantifikované funkční účinky lesů v reálných aktuálních ekosystémových podmínkách.

Potenciály funkcí lesů jsou zpracovány pro lesy celé ČR podle přírodních lesních oblastí, hospodářských souborů a typů porostů. Širokospektrální podkladové údaje jsou zdrojovány z lesnických, taxačních, klimatických, hydrologických i dalších specifických podkladů ČR.

Hodnocení reálných potenciálů hydricko-vodohospodářské a edaficko-půdoochranné funkce lesa je založeno na hodnotovém vyjádření reálných potenciálů ( $RP_{HV}$ ,  $RP_{EP}$ ) hodnocením determinačních kritérií obou funkcí. Determinační kritéria jsou přímá a nepřímá. Přímá kritéria zahrnují reálnou druhovou skladbu, porostní typ, lesní typ v návaznosti na soubory lesních typů a lesní vegetační stupně. Nepřímá determinační kritéria jsou údajově funkčně specifická (Tab. 2)

Tab. 2 Nepřímá determinační kritéria pro edaficko-půdoochrannou a hydricko-vodohospodářskou funkci

<b>Edaficko-půdoochranná funkce</b>	<b>Hydricko-vodohospodářská funkce</b>
Dešťový faktor	Průměrný srážkový úhrn
Charakteristická půdní typ	Potenciální vřak
Faktor sklonu svahu	Potenciální odtok
Hloubka půdy	Průměrná hodnota intercepce
Geologicko-pedologický faktor	Průměrná hodnota evapotranspirace
Intenzita humifikace	Propustnost půdy
Forma nadložního humusu	

Hodnoty reálných potenciálů funkcí hydricko-vodohospodářské a edaficko-půdoochranné lesů ČR podle hospodářských souborů a porostních typů jsou zpracovány, klasifikovány a přímo odečitatelné (dle Tab. 3) v publikaci Vyskot a kol. (2003).

Tab. 3 Hodnotová klasifikace reálných potenciálů funkcí lesů ČR

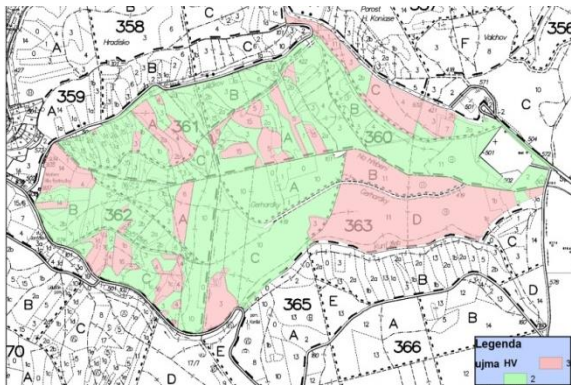
Hodnotový stupeň	Hodnotový funkční interval	Reálný potenciál
0	$\leq 10$	Funkčně nevhodný
1	11 – 30	Velmi nízký
2	31 - 45	Nízký
3	46 – 55	Průměrný
4	56 – 70	Vysoký
5	71 – 90	Velmi vysoký
6	$\geq 91$	Mimořádný

Reálné efekty hydricko-vodohospodářské a edaficko-půdoochranné funkce ( $RE_{HV}$ ,  $RE_{EP}$ ) jsou aktuální účinností produkované funkce (míra naplňování funkčního potenciálu porostů 0 - 100 %). Závisí na aktuálním stavu posuzovaných porostů. Aktuální stav porostu je hodnocen podle tzv. funkčně-redukčních kritérií. Jsou jimi parametry zdravotního stavu (dle IPC Forest), věkové a prostorové struktury porostů. Hodnoty funkčně-redukčních kritérií jsou zdrojovány z Hospodářských knih a Hospodářských evidencí a přímými terénními šetřeními.

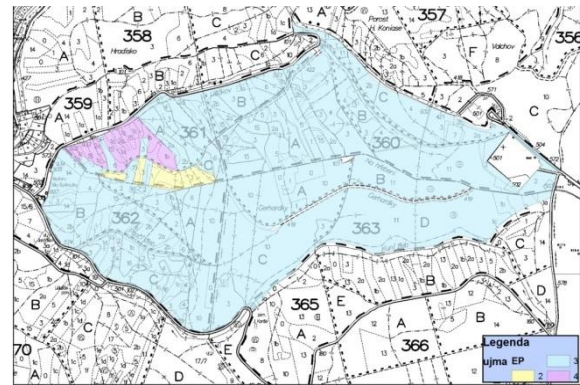
### Výsledky

Hodnoty reálných potenciálů a reálných efektů (účinků) funkce hydricko-vodohospodářské a edaficko-půdoochranné byly zpracovány pro řadu území lesů v České republice i v zahraničí. Výsledky funkční kvantifikace a klasifikace na výřezu obrysové mapy 1:10 000 v příkladovém modelovém (anonymním) území jsou znázorněny na obr. 2 až 5. Je zjevné, jak

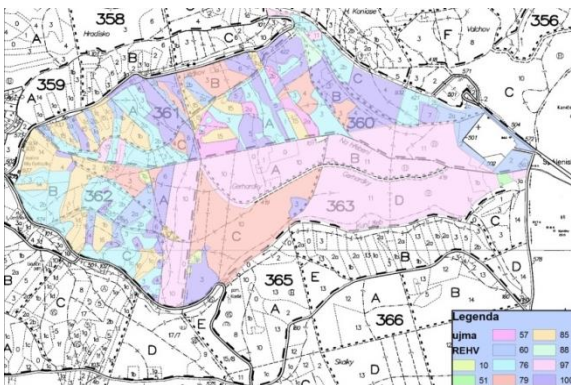
vzhledem k přírodním podmínkám, typům porostů a jejich aktuálního stavu, jsou jejich potenciální schopnosti diferencované, a jak výrazně rozlišné jsou aktuální funkční účinky.



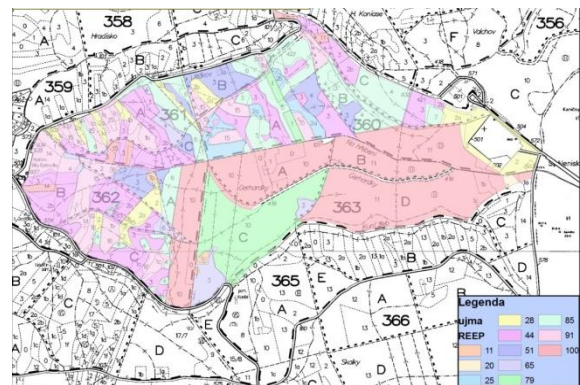
Obr. 2 Potenciální funkční schopnosti lesních porostů funkce hydrocko-vodohospodářské



Obr. 4 Potenciální funkční schopnosti lesních porostů funkce edaficko-půdoochranné



Obr. 3 Aktuální funkční účinnost lesních porostů funkce hydrocko-vodohospodářské



Obr. 5 Aktuální funkční účinnost lesních porostů funkce edaficko-půdoochranné

## Diskuse

Lesohospodářské ovlivňování hydrocko-vodohospodářské a edaficko-půdoochranné účinnosti je třeba zajišťovat ve dvou rovinách:

### I. Skladba a struktura lesních porostů

- a) dlouhodobá lesnická opatření v porostech – (druhovú skladba, porostní struktura, technologie porostních obnov, výchovy, těžebně dopravní činnosti a další) – co nejvyšší přiblížení reálných funkčních účinků funkčním schopnostem.
- b) integrace problematiky „dřevina-strom-populace-porost-půda-voda“ v synergii účinnosti funkcí hydrocko-vodohospodářské a edaficko-půdoochranné do „běžné“ strategie, koncepce a způsobů hospodaření v lesích i krajinném prostředí.

### II. Malá lesní povodí – Management hydrocké a vodohospodářské účinnosti lesních povodí

Vodohospodářská opatření v lesních povodích v aspektu kvantitativním (vliv na množství a jakost vody a kvalitativním (zabezpečení rovnoměrného odtoku, regulace bezeškodného odtoku extrémních vod, ochrana půdy, vyrovnanost průtoků ve vodních tocích, bezpečné tání sněhu). Návrhová analýza i syntéza pro rozhodovací proces opatření jsou předloženy v následujícím schématu.

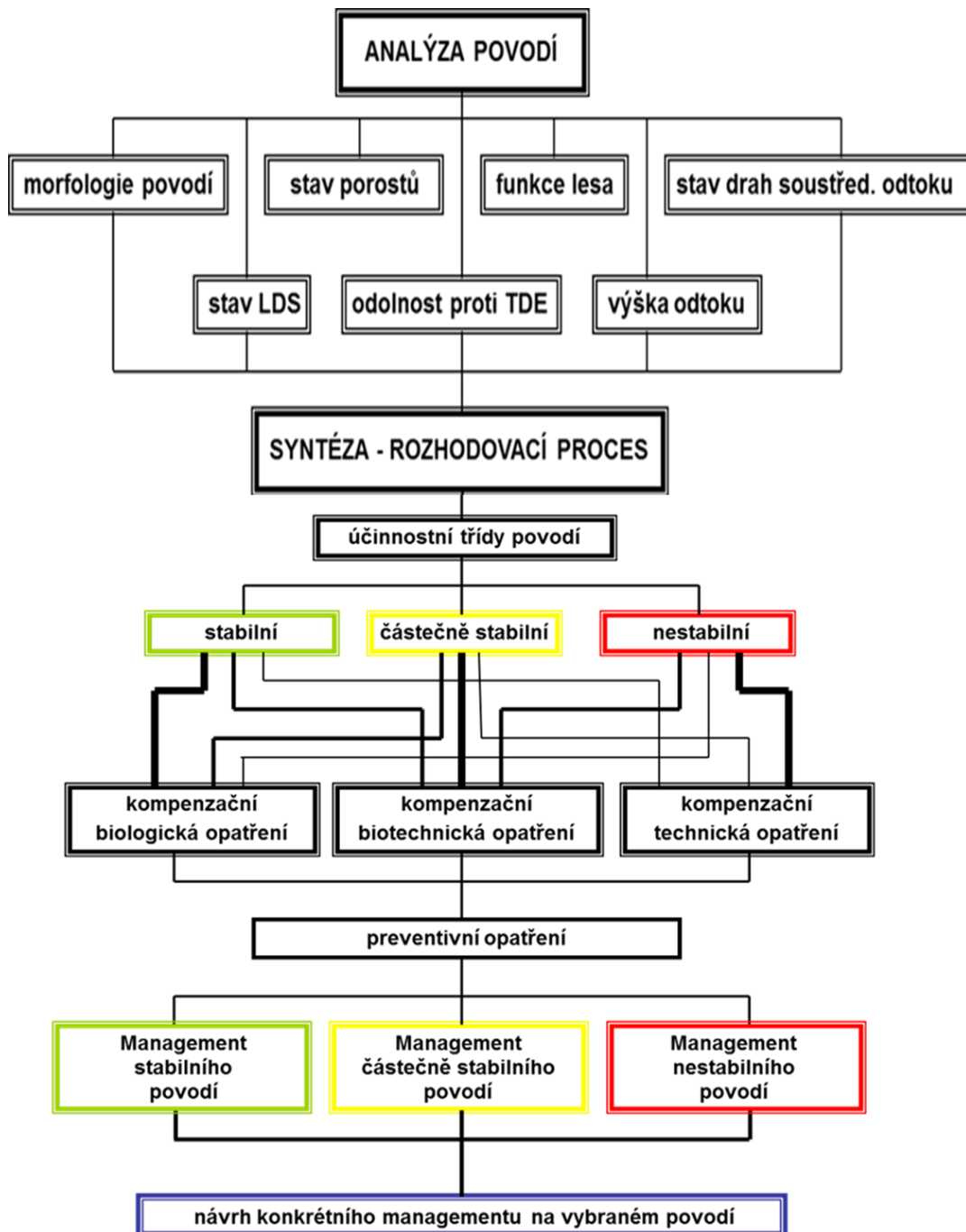


Schéma 1 Návrhová analýza i syntéza pro rozhodovací proces opatření



## **Závěr**

Lesnická vodohospodářská opatření v současnosti jsou zaměřována na akumulaci povrchových vod v lesích (např. projekt LAPV). Znamená budování malých vodních děl (retencí) v lesích, úpravy pramenišť, drobných toků a bystřín. Tyto aktivity jsou důležité, avšak pouze podpůrné. Hydricko-vodohospodářskou funkci lesů principiálně neřeší. Stěžejní je hospodaření s vodou ve vodním režimu a vodní bilanci lesních porostů a dostatek disponibilní vody v porostní půdě a porostním prostředí. Tyto atributy jsou v rukách nejen přírody, ale i moudrého lesníka.

## **Literatura**

Bengston, D.N. 1994. Changing forest values and ecosystem management. *Society and Natural Resources*, 7 (6), 515-533.

Boscolo, M., Vincent, J. R. 2003. Nonconvexities in the production of timber, biodiversity, and carbon sequestration. *Journal of Environmental Economics and Management*. 46, 251-268.

Costanza, R., D'arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van Den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 387, 253-260.

Duncker, F. S., Raulund-Rasmussen, K., Gundersen, P. et al. 2012. How Forest Management affects Ecosystem Services, including Timber Production and Economic Return: Synergies and Trade-Offs. *Ecology and Society*, 17(4). 50.

Führer, E. 2000. Forest functions, ecosystem stability and management. *Forest Ecology and Management*. 132(1), 29-38.

Garcia-Prats, A. Del Campo, A.D., Pulido-Velazquez, M. 2016. A hydroeconomic modeling framework for optimal integrated management of forest and water. *Water Resources Research*. 2(10), 8277-8294.

Hoevenagel, R., 1994. An assessment of the contingent valuation method. In *Valuing the Environment: Methodological and Measurement Issues*. R. Pethig, ed. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, pp. 195-227.

Nordström, E.M., Dolling, A., Skärbäck, E., Stoltz, J., Grahn, P., Lundell, Y. 2015. Forests for wood production and stress recovery: trade-offs in long-term forest management planning. *European Journal of Forest Research*. 134(5), 755-767.

Seják, J., Cudlín, P., Pokorný, J., Zapletal, M., Petříček, V., Guth, J., Chuman, T., Romportl, D., Skořepová, I., Vacek, V., Vyskot, I. a kol. Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů České republiky. 1. vyd. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2010. 197 s. ISBN 978-80-7414-235-2.

Schneider, J., Kupec, P., Kozumplíková, A., Domokošová, K., Vyskot, I. Usage of ecosystem forest functions evaluation for the assessment of investment project realization influence to forest ecosystems on the example of natural preserve Klanovický les – Cyrilov. Acta scientiarum polonorum. SGGW Warszawa. 2008. sv. 7, c. (2), s. 29–38. ISSN 1644-0757.

Stelfox, J.B. (ed.) 1995. Relationships between stand age, stand structure, and biodiversity in aspen mixedwood forests in Alberta. Jointly published by Alberta Environmental Centre (AECV95– R1), Vegreville, AB, and Canadian Forest Service (Project No. 0001A), Edmonton, AB. pp. 308.

Vyskot, I. a kol. 2003. Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky, MŽP ČR, Praha, s 218.

Vyskot, I., Kupec, P., Schneider, J., Klimánek, M. 2010. Optimalisation of forest management – model area of Special Protection Area of Soutok – Tvrdonicko, Forest Enterprise Zidlochovice, Forests of the Czech Republic. In: MACHAR, I. Biodiversity and target management of floodplain forests in Morava River Basin. 1. vyd. Olomouc: Nakladatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 172–181.

Vyskot, I., Schneider, J., Kupec, P., a kol. 2014. Ekologické a ekonomické hodnocení celospolečenských funkcí variantně strukturálních typů lesů. Certifikovaná metodika, MŽP ČR, 83 s.

Wang, S. 2004. One hundred faces of sustainable forest management. *Forest Policy and Economics*. 6(3), 205-213.

### **Poděkování**

Príspevek vznikl za podpory veřejné vědecké zakázky MŽP ČR „Posouzení stavu a funkcí lesů na vybraném lesním majetku v měnicích se ekosystémových podmínkách“ (CES 180040), MŽP ČR 2018.

**Kontakt**

Prof. Ing. Ilja Vyskot, CSc.

Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 1, 613 00 Brno

Tel: +420 545 136 284, E-mail: [vyskot@mendelu.cz](mailto:vyskot@mendelu.cz)