

## **Klimatické a hydrické determinanty zdravotně-hygienické a sociálně-rekreační funkce lesů na příkladu příměstských zón Hl. města Prahy**

Schneider, J.  
Vyskot, I.  
Smítka, D.  
Melicharová, A.

### **Summary**

Sanitary–hygienic and social–recreational forest functions are quantified on ecosystem base by original method Vyskot, I. et al.: Quantification and Quantitative Evaluation of All–Society Forest Functions (Ministry of Environment of the CR, 1999–2003). Potentials of forest ecosystem units (stand types) to produce said human effects are determined by parameters of ecosystem criteria. Determination climatic figures of stand surroundings are precipitation (mean annual total, annual total in growing season, mean number of rain days,...), temperature (mean annual temperature, mean temperature in growing season, annual maximum air temperature, sum of mean day temperatures and so on), potential evapotranspiration, numbers of tropical, summer and ice days, duration of growing season, physiological temperature and others. Hydric figures are being continued by data of components of stand evapotranspiration and values of infiltration, runoff and soil permeability.

In the framework of the project of Ministry of Environment of the CR, effectiveness of suburban forest of capital Prague was quantified and its zones with qualitative modification considering European standards were delimited.

*Key words: climatic, hydric parameters, forest functions, suburban forests of agglomerations*

### **Abstrakt**

Zdravotně-hygienická a sociálně-rekreační funkce lesa je kvantifikována na ekosystémovém základě originální metodou Vyskot, I. a kol.: Kvantifikace a kvantitativní hodnocení celospolečenských funkcí lesů (MŽP ČR, 1999-2003). Schopnosti lesních ekosystémových jednotek (porostních typů) produkovat uvedené humánní účinky jsou determinovány parametry ekosystémových kritérií. Určujícími klimatickými veličinami porostního prostředí jsou srážky (prům.roč.úhrn, prům.úhrn za vegetační období, prům.počty srážkových dnů, atd.), teploty (prům.roč.teplota, prům.teplota ve vegetačním období, roční max.teplota, suma prům.denních teplot atd.), potenciální evapotranspirace, počty tropických, letních a ledových dnů, délka vegetačního období, fyziologická teplota a další. Hydrické veličiny navazují údaji složek porostní evapotranspirace a hodnot vsaku, odtoku a propustnosti půdy.

V rámci projektu VaV MŽP ČR byla kvantifikována účinnost příměstských lesů Hl.města Prahy a vymezeny jejich zóny s kvalitativní modifikací vzhledem k evropským standardům.

*Klíčová slova: klimatické, hydrické parametry, funkce lesů, příměstské lesy aglomerací*

### **Úvod**

Účinnost příměstských lesů Hl. města Prahy byla kvantifikována v rámci projektu VaV MŽP ČR. Zóny příměstských lesů byly vymezeny s kvalitativní modifikací vzhledem k evropským standardům. Dosavadní zóny byly vymezovány empiricky bez znalosti funkčních účinků a závazných evropských standardů. Ty

však ošetřují podrobně pouze rekreační lesy sídel do 100 000 obyvatel. Pro potřeby úkolu VaV 640/07/03 byly doplněny pro sídla s 1 000 000 obyvatel (Hl. m. Praha). Vzhledem k v ČR zavedené a všeobecně uznávané metodice hodnocení celospolečenských funkcí lesů „Kvantifikace a kvantitativní hodnocení celospolečenských funkcí lesů v ČR“ byly standardy EU přetransformovány do kategorií výše zmíněné

metodiky. Nové vymezení zón vychází z evropských standardů, ty jsou však námi modifikovány z hlediska kvantifikace a funkčních účinků sociálně-rekreační (SR) a zdravotně-hygienické (ZH) funkce.

Zdravotně-hygienická a sociálně-rekreační funkce lesa je kvantifikována na ekosystémovém základě originální metodou Vyskot, I. a kol.: Kvantifikace a kvantitativní hodnocení celospolečenských funkcí lesů (MŽP ČR, 1999-2003).

**Zdravotně-hygienická funkce** představuje schopnost lesních ekosystémů produkovat hygienické účinky modifikující kvalitu prostředí a tlumící jeho extrémny a účinky ovlivňující hygienu a zdravotní stav organismu člověka.

Mezi zdravotně hygienické účinky patří hygiena klimatu (tlumení klimatických extrémů), filtrace tuhých, plynných a radioaktivních látek, kyslíkový režim ovzduší, ionizace vzduchu, biocidní profylaxe prostředí, zdravotně-hygienický účinek na lidský organismus, fotosyntetická aktivita vegetace, zdravotní prevence a profylaxe (produkce volatilních látek, fytoncidů), fyziologické klimatické optimum, produkce přírodních léčiv. Negativním aspektem je produkce alergenních látek (pyl, detrity, těkavé látky).

Zdravotně-hygienický potenciál je definován jako kvantifikovaná, maximálně možná funkční schopnost lesních ekosystémů (hodnota produkované funkce) v optimálních ekosystémových

podmínkách produkovat synergické zdravotně-hygienické účinky působící na hygienu prostředí a hygienu a zdraví člověka.

**Sociálně rekreační funkce** je chápána jako schopnost lesních ekosystémů produkovat účinky působící humánně-sociální uspokojení fyzických a psychických potřeb člověka (optimalizaci fyziologických procesů organismu).

Sociálně-rekreačními účinky jsou fyziologická optimalizace mikroklimatu, modifikace struktury biotického prostředí, modifikace vlastností biotického prostředí, modifikace potravinových a jiných zdrojů (př.lovná zvěř), produkce přírodnin.

Sociálně-rekreační potenciál lesa je kvantifikovaná, maximálně možná funkční schopnost lesních ekosystémů (hodnota produkované funkce) v optimálních ekosystémových podmínkách produkovat humánně sociální účinky k uspokojení fyzických a psychických potřeb člověka (optimalizaci fyziologických procesů organismu).

Celospolečenské funkce lesů jsou obecně kvantifikovány prostřednictvím tzv. determinálních kritérií, která jsou podle typu zdroje a zpracování členěna na přímá a nepřímá. Přímými kritérii jsou pro obě uváděné funkce reálná druhová skladba a lesní typ. Tabulka 1 uvádí nepřímá determinální kritéria. Tabulky 2 a 3 ukazují pro názornost stratifikaci klimatických podmínek ČR z hlediska funkční účinnosti.

**Tab. 1** Nepřímá determinální funkční kritéria (Vyskot a kol., 2003)

<b>Funkce zdravotně-hygienická ZH</b>
maximální teplota vzduchu, počet ledových dnů, počet tropických dnů, doba slunečního svitu, filtrační účinek dřevin, imisní zatížení, alergenní zátěž dřevin a bylin
<b>Funkce sociálně-rekreační SR</b>
teplota vzduchu ve vegetačním období, fyziologické klimatické optimum, počet letních dnů, počet srážkových dnů, počet dnů se sněhem, délka slunečního svitu, fyziologická biodiverzita dřevin, biodiverzita a pokryvnost bylinného patra

**Tab. 2** Klimatické parametry funkce zdravotně-hygienické a její hodnotová klasifikace (Vyskot a kol., 2003)

Stupeň	Funkční interval (%)	Ø roční maxim. teplota $T_{max}$ (°C)	Ø počet tropických dnů $D_t$ (den)	Ø počet ledových dnů $D_{led}$ (den)	Ø délka slunečního svitu ss (hod)
0	<11	<21,5	<1,5	<38	<1553
1	11-30	21,5-24,2	1,5-4,2	38-51	1553-1652
2	31-45	24,3-26,3	4,3-6,3	52-62	1653-1728
3	46-55	26,4-27,7	6,4-7,7	63-69	1729-1779
4	56-70	27,8-29,8	7,8-9,8	70-79	1780-1854
5	71-90	29,9-32,6	9,9-12,6	80-93	1855-1953
6	>90	>32,6	>12,6	>93	>1953

Pozn.:

- Funkční stupeň: 0 = funkčně nevhodný, 1 = velmi nízký, 2 = nízký, 3 = průměrný, 4 = vysoký, 5 = velmi vysoký, 6 = mimořádný

**Tab. 3** Klimatické parametry funkce sociálně-rekreační a její hodnotová klasifikace (Vyskot a kol., 2003)

Stupeň	Funkční interval (%)	Ø teplota vzduchu ve veget. obd. $T_{vo}$ (°C)	Ø počet fyziolog. optima $T_e$ (den)	Ø počet letních dnů $D_L$ (den)	Ø počet srážk. dnů (0,1mm+) $D_s$ (den)	Ø počet dnů se sněhem $V_{sp}$ (den)	Ø délka slunečního svitu ss (hod)
0	<11	<6,8	<17	<8	<125	<44	<1553
1	11-30	6,8-8,6	18-51	8-20	125-153	44-72	1553-1652
2	31-45	8,7-10,2	52-76	21-30	154-174	73-94	1653-1728
3	46-55	10,3-11,3	77-93	31-36	175-188	95-108	1729-1779
4	56-70	11,4-12,9	94-118	37-46	189-210	109-129	1780-1854
5	71-90	13,0-15,0	119-152	47-59	211-238	130-158	1855-1953
6	>90	>15,0	>152	>59	>238	>158	>1953

Pozn.:

- Funkční stupeň: 0 = funkčně nevhodný, 1 = velmi nízký, 2 = nízký, 3 = průměrný, 4 = vysoký, 5 = velmi vysoký, 6 = mimořádný

**Tab. 4** Hydrické parametry celospolečenských funkcí lesů

Stupeň	Interval %	Ø roční úhrn srážek $H_s$ mm	Ø roční úhrn horizont. srážek $H_{sh}$ mm	Potenciální vsak roční úhrn $W$ mm	Potenciální odtok odtoková výška za rok $H_o$ mm	Ø úhrn intercepce za rok $H_{ER}$ mm	Ø hodnota evapotranspirace za rok $H_{EV}$ mm	Propustnost půdy $K_p$ m/d
0	<11	<556	<84	<211	<187	<46	<60	<0,7
1	11-30	556-765	84-230	211-575	187-509	46-125	60-163	0,7-1,8
2	31-45	766-924	231-344	576-863	510-764	126-188	164-245	1,9-2,7
3	46-55	925-1028	345-421	864-1055	765-933	189-229	246-299	2,8-3,3
4	56-70	1029-1185	422-536	1056-1343	934-1187	230-292	300-381	3,4-4,2
5	71-90	1186-1396	537-689	1344-1726	1188-1527	293-375	382-490	4,3-5,4
6	>90	>1396	>689	>1726	>1527	>375	>490	>5,4

## Metodika

Účinnost příměstských lesů HL města Prahy byla kvantifikována v rámci projektu VaV MŽP ČR. Zóny příměstských lesů byly vymezeny s kvalitativní modifikací vzhledem k evropským standardům. Modifikované standardy příměstských rekreačních lesů vychází z uznaných standardů Evropské Unie. Ty však ošetřují podrobně pouze rekreační lesy sídel do 100 000 obyvatel. Pro potřeby úkolu VaV 640/07/03 byly doplněny pro sídla s 1 mil. obyvatel (HL. m. Praha). Standardy EU byly modifikovány prostřednictvím metodiky hodnocení celospolečenských funkcí lesů „Kvantifikace a kvantitativní hodnocení celospolečenských funkcí lesů v ČR“. Soubory dat pro sídla do a nad 100 000 obyvatel byly analyzovány prostřednictvím spojnicových grafů. Z nich byly vygenerovány spojnice trendů a regresní rovnice. Dosazením požadovaných x-ových hodnot (počtu obyvatel) do regresních rovnic byly stanoveny hodnoty příslušných standardů.

Dle uváděné Metodiky byly pro příměstské lesy HL města Prahy stanoveny hodnoty reálných funkčních potenciálů a reálných efektů zdravotně-hygienické a sociálně-rekreační funkce. Reálný funkční potenciál  $RP_{\pi}$  představuje kvantifikované funkční schopnosti lesů v optimálně možných ekosystémových podmínkách. Reálný efekt  $RE_{\pi}$  je definován jako aktuální kvantifikované funkční účinky lesů v aktuálních ekosystémových podmínkách. Funkční efekt je pro potřeby společnosti u

lesů se specifickým užíváním hodnocen i mimoekosystémovými nadstavbovými parametry. Jedná se o tzv. aktuální společenský efekt funkcí lesů, kterým rozumíme společensky preferovaný funkční účinek vymezený ukazatelem váhy aktuálního společenského zájmu, který bývá často uplatňován v rozporu se schopnostmi ekosystémů. Hodnoty reálných potenciálů, které jsou zpracovány pro ekosystémové jednotky tzv. porostní typy, nabývají hodnot 0 – 6 od funkčně nevhodného až po mimořádný (Vyskot a kol., 2003). Komplexní postup stanovení reálných potenciálů ( $RP_{\pi}$ ) a reálných efektů ( $RE_{\pi}$ ) je podrobně uveden v monografii Vyskot a kol. (2003): Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky.

Na základě synergie jednotlivých variant řešení pro  $RP_{\pi SR}$  a  $RP_{\pi ZH}$  pak byla dle získaných koeficientů stanovena výsledná plocha rekreačních lesů.

## Výsledky

Výsledky kvantifikace zdravotně-hygienické a sociálně-rekreační funkce příměstských lesů HL města Prahy jsou uvedeny v tabulce 4 a 5. Z tabulek je zřejmé, že největší plochu zaujímají lesy s vysokým (31,81 %) a velmi vysokým (65,30 %) reálným potenciálem zdravotně-hygienické funkce. Průměrný  $RP_{\pi}$  sociálně-rekreační funkce mají porosty na 73,85 % plochy a vysoký  $RP_{\pi}$  na 21,44 % plochy.

**Tab. 5** Funkce zdravotně-hygienická – procentické zastoupení hodnotových stupňů reálného potenciálu

Hodnotový stupeň $RP_{\pi}$	0	1	2	3	4	5	6
Procentické zastoupení (%)	0,00	0,00	0,00	2,90	31,81	65,30	0,00

**Tab. 6** Funkce sociálně-rekreační – procentické zastoupení hodnotových stupňů reálného potenciálu

Hodnotový stupeň $RP_{\pi}$	0	1	2	3	4	5	6
Procentické zastoupení (%)	0,00	0,26	2,59	73,85	21,44	1,86	0,00

Hodnoty klimatických a hydrických parametrů ZH a SR funkce v plošně nejvýznamnějších hodnotových stupních reálného potenciálu lze vyčíst z tabulky 1 a 2 uvedených v úvodní části příspěvku.

Dle reálného potenciálu funkce zdravotně-hygienické při vysokém impaktu byla vypočtena plocha 7 960 ha zóny I polodenní příměstské rekreace a 53 140 ha zóny II a při velmi vysokém impaktu 8 547 ha zóny I polodenní příměstské rekreace 57 927 ha zóny II –

celodenní příměstské rekreace. Takto stanovená hodnota odpovídá optimálním porostním podmínkám, tj, je založena na potenciálních funkčních schopnostech lesních porostů, vyjádřených reálným potenciálem funkce zdravotně-hygienické  $RP_{\text{HZH}}$  a sociálně-rekreační  $RP_{\text{ISR}}$ . Stanovení tedy nezohledňuje aktuální stav tangovaných lesních porostů, vyjádřené reálným funkčním efektem.

Vzhledem k nutnosti vycházet s aktuálních funkčních schopností lesních porostů byla provedena analýza redukčních kritérií (věku, zakmenění a zdravotního stavu), jež svojí vypovídací hodnotou ovlivňují hodnotu reálného efektu celospolečenských funkcí lesů. Takto stanovená plocha zón rekreace je však velmi silně závislá na lesním hospodaření prostřednictvím redukčního kritéria věku. Proto bylo plošné zastoupení věkových tříd posuzováno z hlediska normálního rozdělení.

Zároveň byla provedena celková obecná analýza vstupních podmínek, z níž vyplynul požadavek stanovení hodnoty plochy rekreačních zón pro sídla nad 1 200 000 obyvatel, čímž došlo ke zpřesnění statistického údaje o počtu obyvatel Hl. m. Prahy. Po prolongaci trendu vývojové křivky ploch zón rekreace v závislosti na velikosti sídla a následné modifikaci prostřednictvím reálných potenciálů funkce zdravotně-hygienické a sociálně-rekreační byla stanovena limitní plocha zóny I polodenní příměstské rekreace na 10 855 ha.

Statistickou analýzou hodnot redukčních kritérií byly zjištěny průměrné hodnoty pro tangovaný soubor dat:

- Prům. zakmenění.: 8
- Prům. věk: 58% doby obmýtí
- Prům. zdravotní stav: I – porosty středně poškozené

Na základě výše uvedených údajů bylo zjištěno, že aktuální funkční účinnost lesních porostů – reálný efekt dosahuje u funkce sociálně rekreační hodnoty  $RE_{\text{ISR}} = 76\%$  reálného potenciálu  $RP_{\text{ISR}}$  a funkce zdravotně-hygienické hodnoty  $RE_{\text{HZH}} = 70\%$   $RP_{\text{HZH}}$ . Při použití normálního rozdělení pro plošné zastoupení věkových tříd a respektování prům. hodnot pro věk a zdravotní stav byly průměrné hodnoty reálných efektů funkce sociálně rekreační a zdravotně hygienické následující:

- Reálný efekt funkce sociálně-rekreační:  
 $RE_{\text{ISR}} = 67,5\%$

- Reálný efekt funkce zdravotně-hygienické:  
 $RE_{\text{HZH}} = 63,5\%$

Výsledná hodnota zóny I polodenní příměstské rekreace při aktuálních funkčních účincích funkce sociálně rekreační z 67,5% potenciálních funkčních schopností a funkce zdravotně-hygienické z 63,5% činí 14 817 ha.

Vymezení maximální plochy rekreačních lesů bylo provedeno na základě výsledků získaných v dílčí etapě Stanovení hodnot standardů pro sídla na 1 000 000 obyvatel.

## Diskuze

Lokalizace dosavadních zón rekreačních lesů sídel v ČR byla prováděna na empirickém základě bez znalosti funkčních účinků a závazných evropských standardů. Nové vymezení zón vychází z evropských standardů, které jsou námi modifikovány z hlediska kvantifikace a funkčních účinků sociálně-rekreační a zdravotně-hygienické funkce. Toto řešení je zcela originální, protože evropské standardy jsou vymezeny pouze plochou bez ohledu na kvalitu a účinnost tangovaných lesů. Standardy příměstských rekreačních lesů sídelních aglomerací modifikované metodou Vyskot a kol. (Vyskot a kol., 1996 – 2003) zohledňují jak potenciální schopnosti lesních porostů plnit sociálně-rekreační a zdravotně-hygienickou, tak jejich aktuální funkční účinnost. Základním vstupním faktorem je analýza ekosystémových podmínek, včetně klimatických a hydrických faktorů. Jejich potenciální změny, podložené dostatečně reprezentativní řadou pozorování lze modulárně zapracovat do výsledného hodnocení funkčních schopností lesních porostů. Na základě aktualizovaných výsledků lze vždy dospět k objektivně stanovené ploše lesů, nezbytné pro zóny rekreace sídelních aglomerací.

Výše uvedené rezultáty umožňují přesnou a efektivní kategorizaci lesních porostů se všemi právními a hospodářskými důsledky pro účelové lesy (daně, dotace). Dochází tak k objektivizaci vlastnictví a hospodaření v lesích na straně jedné a veřejného zájmu na straně druhé.



**Tab. 7** Standardy příměstských rekreačních lesů sídelních aglomerací nad 1 000 000 obyvatel

Základní ukazatele příměstské rekreace v lesích		STANDARDY	
		Zóna I	Zóna II
Redukce urbanizované plochy (r - km)		<b>9</b>	
Celková rekreační plocha území (km <sup>2</sup> )		<b>2 356</b>	<b>12 791</b>
Plocha aktuální rekreační utilizace (km <sup>2</sup> )		<b>1 133,2</b>	<b>4 163,8</b>
Plocha rekreačních lesů (ha)		<b>7 020</b>	<b>47 870</b>
<b>Plocha rekreačních lesů dle zdravotně-hygienického potenciálu lesních porostů (ZH RP<sub>n</sub>) (ha)</b>		<b>MODIFIKOVANÉ STANDARDY</b>	
<b>Impakt ŽP VYSOKÝ</b>	ZH RP <sub>n</sub> (5, 4)	<b>7 368</b>	<b>50 262,4</b>
	ZH RP <sub>n</sub> (2, 1)	<b>8 073</b>	<b>55 049,7</b>
<b>Impakt ŽP VELMI VYSOKÝ</b>	ZH RP <sub>n</sub> (5, 4)	<b>8 073</b>	<b>55 049,7</b>
	ZH RP <sub>n</sub> (2, 1)	<b>8 776</b>	<b>59 836,6</b>
<b>Plocha rekreačních lesů dle sociálně-rekreačního potenciálu lesních porostů (SR RP<sub>n</sub>) (ha)</b>		<b>MODIFIKOVANÉ STANDARDY</b>	
SR RP <sub>n</sub> vysoký (5, 4)		<b>7 020</b>	<b>47 869,9</b>
SR RP <sub>n</sub> nízký (2, 1)		<b>8 073</b>	<b>55 049,7</b>

Pozn.:

- Zóna I = zóna polodenní příměstské rekreace
- Zóna II = zóna celodenní příměstské rekreace
- (Zóna III = nestandardizována - tzv. volná krajina)

### Závěr

Kvantifikací zdravotně-hygienické a sociálně-rekreační funkce příměstských lesů Hl. města Prahy bylo zjištěno, že největší plochu zaujímají lesy s vysokým (31,81 %) a velmi vysokým (65,30 %) reálným potenciálem zdravotně-hygienické funkce. Průměrný RP<sub>FL</sub> sociálně-rekreační funkce mají porosty na 73,85 % plochy a vysoký RP<sub>FL</sub> na 21,44 % plochy. Tomu odpovídají i hodnoty klimatických a hydrických parametrů (tab. 2 a 3) - maximální teplota vzduchu, počet ledových dnů, počet tropických dnů, doba slunečního svitu, imisní zatížení, teplota vzduchu ve vegetačním období, fyziologické klimatické optimum, počet

letních dnů, počet srážkových dnů, počet dnů se sněhem. Modifikací standardů příměstských rekreačních lesů sídelních aglomerací metodou Vyskot a kol. (Vyskot a kol., 1996 – 2003) byla stanovena výsledná hodnota zóny I polodenní příměstské rekreace při aktuálních funkčních účincích funkce sociálně-rekreační a zdravotně-hygienické na 14 817 ha. Zóna I polodenní příměstské rekreace je základem pro vylišení lesů zvláštního určení. Na základě aktualizovaných výsledků, reflektujících změny klimatických podmínek, lze vždy dospět k objektivně stanovené ploše lesů, nezbytné pro zóny rekreace sídelních aglomerací.

### Literatura

- Vyskot, I.: Rekreační funkce lesů České republiky. LČR, Hradec Králové, 1998, 20 s.  
 Vyskot, I.: Příměstská rekreace v lesích jako součást vybavenosti typů městských aglomerací Slovenské republiky. MZLU Brno. Brno. 2001. 43s.  
 Vyskot, I. a kol.: Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky, MŽP ČR, Praha, 2003, 210 s. ISBN 80-900242-1-1  
 Standardy EU pro rekreační lesy sídelních aglomerací