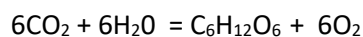


## Výpočet klimatických a ekosystémových služeb v lesích Vyšná Olšava v okrese Stropkov (kvantifikace zvýšení ukládání uhlíku do ekosystému, vytvoření vydatnosti vodních zdrojů a odčerpávání latentního tepla zvýšeným výparem)

### Teoretický výklad

Vycházíme ze základní rovnice fotosyntézy



Podle stechiometrie rovnice fotosyntézy: 264 gramů oxidu uhličitého a 108 gramů vody se spotřebuje na tvorbu 180 gramů cukru (celulózy) a 192 gramů kyslíku se uvolní.

Cukr/polysacharid/celulóza obsahuje 40% uhlíku (72gramů C ve 180 gramech cukru).

Voda uvedená v rovnici fotosyntézy se fotolyticky rozkládá na kyslík a vodík; kyslík se uvolňuje do prostředí a vodík je využit k redukci oxidu uhličitého. Rozklad vody na kyslík a vodík probíhá díky sluneční energii. Entalpie 1 molu vody = cca 286kJ. Za slunného dne dopadá na 1 m<sup>2</sup> až 1000W sluneční energie. Fotosyntézou se do rostlinné biomasy váže nejvýše 10W, tedy zhruba 1 %. Za rok v mírném pásmu dopadne na 1 m<sup>2</sup> 1000 – 1100kWh sluneční energie. Do rostlinné biomasy se fotosyntézou naváže méně než 1% této energie. Za optimálních podmínek se na 1m<sup>2</sup> vytvoří až 1kg rostlinné biomasy (vyjádřeno v sušině, tedy biomase vysušené při teplotě 90°C do konstantní váhy). 1kg rostlinné biomasy tvořené hlavně celulózou a ligninem má energetický obsah 14 – 16MJ.kg<sup>-1</sup> (3,9 – 4,5kWh). Toto množství energie se za optimálních podmínek naváže do biomasy vytvořené za rok na 1m<sup>2</sup>. Podle rovnice fotosyntézy obsahuje tato biomasa 0,4kg uhlíku a spotřebovalo se 1, 46 kg CO<sub>2</sub> (*množství spotřebovaného oxidu uhličitého je vyšší nežli 1, protože kyslík se při fotosyntéze vylučuje*).

Je nutné zdůraznit, že fotosyntéza rostlin je provázena mohutným procesem přeměny sluneční energie a tou je výpar vody porostem. Výpar vody rostlinou se nazývá transpirace, výpar z půdy a dalších povrchů se nazývá evaporace, celkový proces výparu vody porostem se nazývá evapotranspirace. Jde o proces přeměny skupenství z kapalného na plynné, provázený spotřebou latentního tepla výparu (2,45MJ.kg<sup>-1</sup>= 0,68kWh/kg, výpar při teplotě 20° C). Na každou molekulu přijatého oxidu uhličitého vypaří rostlina až několik set molekul vody. Celoroční bilance se vyjadřuje tzv. transpiračním koeficientem, tj. počtem kilogramů vody vypařené na vytvoření jednoho kilogramu rostlinné biomasy (sušina). Transpirační koeficient má hodnotu několika set kilogramů. Na vytvoření jednoho kilogramu biomasy vypaří tedy rostlina několik set kg vody. V pojmech energetické bilance na 1kg biomasy obsahující 4,5kWh sluneční energie, vypaří rostlina 100 – 4272kWh/100 kg vody, přičemž se na výpar vody spotřebovalo 68kWh až 272kWh. Procesu evapotranspirace se v posledních dekádách věnuje málo pozornosti, přitom je to nejmohutnější proces přeměny sluneční energie v ekosystémech a biosféře. Uvedené rámcové hodnoty evapotranspirace se nevztahují na rostliny vodní/ponořené a na sukulenty CAM, které mají velmi nízkou primární produkci.

Produkce rostlin, tedy tvorba rostlinné biomasy a sekvestrace oxidu uhličitého jsou často limitovány nedostatkem vody. Dostatek vody je podmínkou růstu rostlin i dlouhodobého ukládání rostlinné biomasy do půdy. Odvodněná půda má nízkou rostlinnou produkci a rostlinný detrit (opad, tj. listy, jehličí, drobné větvičky i kořeny) v odvodněné půdě podléhá rychlejšímu rozkladu, protože v odvodněné půdě se střídá vlhko po dešti a vyschnutí, což vede k rozkladu organických látek. V půdě trvale vlhké s vysokou hladinou podzemní vody se organické látky rozkládají velmi pomalu, hromadí se; názorným příkladem jsou rašeliniště, nivní louky, lužní lesy.

**Shrnutí:** zadržování vody v lesních porostech, které trpí přísuškem ve vegetační sezóně (typickým projevem klimatické změny) je podmínkou zvýšení produkce biomasy (sekvestrace oxidu uhličitého), ukládání uhlíku do půdy a vyrovnávání gradientů tlaku vzduchu a teplot evapotranspirací a udržování krátkého oběhu vody a kondenzací indukovanému pohybu vzdušných mas (biotická pumpa).

**Vysvětlení způsobu výpočtu v tabulce na příkladu revitalizace lesních porostech ve Vyšně Olšavě o rozloze 394,24 ha se zrealizováním 52 600 m<sup>3</sup> vodozadržných opatření, která dokážou zvýšit objem zadržené dešťové vody na úroveň 95% ročního průměrného srážkového úhrnu**

Vyšná Olšava Srážky Stropkov (666 mm) (mírně hluboké ilimerizované půdy	Plocha	Dosavadní přírůstky vsí dřevěné hmoty sušina	Srážky	Objem deště spadlý do území za rok	Současný stav produkování biomasy, uložený uhlík a spotřebované CO <sub>2</sub> v lesních porostech Vyšně Olšave					Navýšená produkce biomasy, uloženého uhlíku, spotřebované CO <sub>2</sub> a odčerpávání latentního tepla výparem v lesních porostech Vyšně Olšave vlivem revitalizace						
					Objem odtoké vody z území za rok	Vypařená voda	Produkována biomasa	Uložen uhlík	Spotřebováno CO <sub>2</sub>	Objem zadržené dešťové vody promítnutý do výparu	Objem zadržené dešťové vody promítnutý do zásob vodních zdrojů	Zvýšená produkce biomasy	Ukládání Uhlíku do Biomasy	Spotřeba CO <sub>2</sub>	Vytvořeno vodní zdroj	Odčerpávání tepla vypařem
					m <sup>3</sup> z plochy	m <sup>3</sup> z plochy	tuny/rok	tuny/rok	tuny/rok	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	tuny/rok	tuny/rok	tuny/rok	l/s	GWh
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Vyšná Olšava	394,24	5,55	666	2625638	875213	1750426	2188	875	3212	554301	277151	693	277	1012	8,8	388

1. Plocha území v ha
2. Přírůstky dendromasy vycházející z reálně měřených údajů přírůstků dendromasy v lesních porostech ve Vyšně Olšavě (10,42 m<sup>3</sup>) jsme se dopracovali k výpočtům, že roční přírůstek se pohybuje na úrovni 5,55 tun/ha
3. V nejbližší srážkoměrné stanici (Stropkov) dosahují průměrně srážky 666 mm
4. V průměru za rok padne do území 2,62 milionu. m<sup>3</sup> deště
5. V lokalitě není vodoměrný profil pro sledování průtoků a odtoků, proto jsme vycházeli z předpokladu, že z dané lokality odečte ročně 1/3 z padlého deště podzemním výtokem a při intenzivních deštích povrchových odtokem. Na základě CN křivek jsme pro extrémní srážku a při zrealizování
6. V území zůstává 2/3 objemu ze spadlého deště v půdě a tato voda z půdy se spotřebuje na výparu vegetací s podporou fotosyntézy.
7. Reálná fotosyntéza produkuje 2188 tun biomasy (sušina)
8. Ve vyprodukované biomase se nachází 875 tun uhlíku „C“ (v každém kilogramu nadzemní i podzemní biomase se nachází 0,4 kg uhlíku)
9. K uložení každého kilogramu uhlíku do ekosystému potřebujeme 3,67 kg CO<sub>2</sub> a ten je v atmosféře, což pro danou lokalitu je roční spotřeba CO<sub>2</sub> z atmosféry 3212 tun
10. Vytvořením vodozadržných opatření v objemu 52 600 m<sup>3</sup> se zajistí zvýšení vodozadržnosti až na 95 % ze spadlých srážek. 2/3 zadržené dešťové vody se promítne do fotosyntézy a výparu, což je 554 301 m<sup>3</sup>
11. Přibližně 95 % se spadlých srážek se promítne 1/3 zadržené vody se promítne do zásob podzemních vod
12. Zadržanou dešťovou vodou se vylepší vodní poměry a zvýší se roční přírůstky biomasy v sušině na lokalitě o 693 tun
13. Zvýší se každoroční ukládání uhlíku do ekosystému o 277 tun ročně
14. Na fotosyntéze se spotřebuje ročně více o 970 tun CO<sub>2</sub>
15. Zvýší se vydatnost vodních zdrojů o 8,8 sekundových litrů
16. Zvýšeným výparem se dosáhne odčerpávání tepla prostřednictvím transformace solární energie na latentní teplo o 388 GWh ročně z lokality.

Návrh kontroly funkce snímáním povrchových teplot a hodnocením časové řady  
satelitních snímků