

Short Rotation Woody Crops (SRC) plantations for local supply chains and heat use

Project No: IEE/13/574



Kritéria udržitelnosti a doporučení pro pěstování rychle rostoucích dřevin v České republice

WP 2 – D 2.4

Listopad 2015



Autoři: Ioannis Dimitriou, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden
Dominik Rutz, WIP Renewable Energies, Germany

Příspěvatelé: Rita Mergner, WIP Renewable Energies, Germany
Ioannis Eleftheriadis, Centre for Renewable Energy Sources and Saving, Greece
Stefan Hinterreiter, Biomassehof Achental GmbH & C. KG, Germany
Dagnija Lazdiņa, Latvian State Forest Research Institute "Silava", Latvia
Ilze Dzene, Ekodoma, Latvia
Željka Fištrek, EIHP, Croatia
Ing. Miroslava Knotková, Energy Agency of the Zlín Region, Czech Republic
Laurie Scrimgeour, Community of Towns of Trièves, France
Gordana Toskovska, Secondary School of Agriculture Car Samoil Resen, Macedonia

Kontakt: Ioannis Dimitriou
Swedish University of Agricultural Sciences
Email: ioannis.dimitriou@slu.se
Ullsvåg 16, Box 7043,
756 51 Uppsala, Sweden.

Dominik Rutz
Email: dominik.rutz@wip-munich.de, Tel: +49 89 720 12 739
Sylvensteinstr. 2
81369 Munich, Germany
www.wip-munich.de

Projekt SRCplus (Plantáže rychle rostoucích dřevin pro místní dodavatelské řetězce a energetické využití) je podporován Evropskou komisí v rámci programu Inteligentní Energie Evropy. Výhradní odpovědnost za obsah tohoto dokumentu je na jeho autorech. Obsah nemusí nutně reflektovat názor Evropské unie. EASME ani Evropská komise nenesou žádnou odpovědnost za využití informací v obsažených v tomto dokumentu. Projekt SRCplus trvá od března 2014 do dubna 2017 (Číslo kontraktu: IEE/13/574).

Stránky projektu: www.srcplus.eu



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Obsah

1	Úvod	4
1.1	Obecná charakteristika RRD	4
1.2	Udržitelnost RRD	5
1.3	Synergie se zemědělskými a ekosystémovými službami	5
2	Změny ve využívání půdy	5
2.1	Vlivy využití půdy	5
2.2	Doporučení týkající se změny ve využívání půdy	8
3	Rozmanitost rostlin	8
3.1	Dopady na rozmanitost rostlin	8
3.2	Doporučení týkající se rozmanitosti rostlin	9
4	Rozmanitost zvířecích druhů	11
4.1	Dopady na rozmanitost zvířat	11
4.2	Doporučení týkající se rozmanitosti druhů zvířat	13
5	Půda	14
5.1	Vlivy na půdu	14
5.2	Doporučení týkající se půdy	15
6	Voda	17
6.1	Vliv na vodu	17
6.2	Doporučení týkající se vody	18
7	Změny krajiny	18
7.1	Dopady na krajinné změny	18
7.2	Doporučení ohledně krajinných změn	18
8	Závěr	20
	Zdroje	21

1 Úvod

Projekt SRCplus propaguje udržitelnou produkci dřevní štěpky z krátkodobého obmytí rychle rostoucích dřevin, a to v různých evropských regionech. Je několik aspektů, které souvisí s udržitelností produkce RRD, a které jsou uvedeny v tomto dokumentu s ohledem na environmentální a ekologické, ale také ekonomické otázky. Cílem tohoto dokumentu je poskytnutí obecného přehledu o udržitelnosti pěstování RRD v návaznosti na informování majitele plantáží a dalších zúčastněných stran o tom, jak nastavit a jak vést plantáže RRD nejlepším možným způsobem.

Tento dokument bere v potaz všechny environmentální přínosy, které mohou být dosaženy pěstováním RRD, stejně jako postupy pěstování RRD a jejich interakce s dosaženými environmentálními přínosy. Výsledkem je množství doporučení pro pěstování RRD, které poskytnou přehled o věcech, které by se měly zvážit při pěstování RRD a postupech udržitelného pěstování RRD. V příslušné literatuře byly výsledky výzkumu popsány hlavně pro vrby a topoly, protože jsou to nejčastěji využívané druhy RRD v Evropě.

Nicméně, v tomto dokumentu jsme se snažili o zahrnutí dalších výsledků výzkumů, které se týkají udržitelnosti pěstování ostatních druhů RRD, jako je olše, jasan, bříza, blahovičnick a akát. Snažíme se uvádět výsledky tak, aby se dala identifikovat všeobecně udržitelnost pěstování RRD a tato doporučení se dala použít ve většině oblastí Evropy.



Obrázek 1: Plantáž topolu v zemědělské krajině, rozdíly v morfologických a fyziologických funkcích mezi RRD a zemědělskou plodinou – různý dopad na krajinu v okolí. (Foto: Nils-Erik Nordh)

1.1 Obecná charakteristika RRD

Víceleté rychle rostoucí dřeviny jsou dřevnaté druhy, patří mezi ně například vrba, topol, akát a další. Jsou výbornou alternativou jednoletých plodin a mohou doplňovat stávající zemědělský systém.

Pěstování RRD je samo o sobě zemědělskou činností s nízkými vstupy, která implikuje nízké emise skleníkových plynů díky limitovaným aplikacím chemikálií, ale také díky tomu, že plodiny jsou pěstovány po řadu let, což zároveň vede k limitovaným managementovým zásahům. Použití pesticidů je mizivé a v mnoha případech nulové. Důvodem není absence chorob či hmyzu, ale převážně je to kvůli nízké ekonomické hodnotě produkce ve srovnání s konvenčními zemědělskými plodinami, protože biomasa je použita pro výrobu energie. Použití hnojiv je limitováno ve srovnání s konvenčními plodinami: hnojení stromů není obvyklou praxí, a plodiny jsou víceleté a rostou několik let před sklizní a využívají živné látky kolující v půdním systému ze spadaneho listí a odumírajících kořenů. I v případech, kdy

hnojení dusíkem je doporučeno (např. pro vrbu je doporučeno cca 80 kg N na hektar), jsou doporučené hodnoty významně nižší v porovnání s tradičními zemědělskými plodinami. Navíc, technické vybavení potřebné pro hnojení nebude možné ve vysazené plantáži použít každý rok, protože to neumožní ani hustota výsadby ani výška stromů. Pohyb těžké mechanizace po povrchu půdy se provádí jen v období zakládání a sklizně plantáže.

1.2 Udržitelnost RRD

Pěstování RRD nabízí další specifické a důležité environmentální a ekologické výhody, které mohou být optimalizovány, pokud se určité akce a rozhodnutí vezmou v potaz již při plánování projektu založení plantáže RRD. V tomto dokumentu je shrnutí vlivu RRD na životní prostředí, např. biodiverzitu, půdu, a vodu, je zde také prezentován seznam činností ke zvážení, aby se zajistil pozitivní vliv RRD na životní prostředí.

Vzhledem k tomu, že je důležité vzít v úvahu, že pojem udržitelnost zahrnuje i ekonomický rozměr, je třeba vzít v úvahu jak krátkodobé hledisko zemědělce pro maximální zisk, tak i společenské hledisko jako dlouhodobou perspektivu projektu RRD v environmentální oblasti.

Tento dokument bere v úvahu sociální dopady, které nastanou, když jsou do určité oblasti nově zavedeny plantáže RRD. Plantáže RRD jsou vizuálně odlišné od ostatních plodin, které se vyskytují na zemědělských půdách (kde se předpokládá většina výsadeb RRD v Evropě). Jsou to porosty stromků, které dosahují v době sklizně výšky okolo 8 m. Veřejností jsou vnímány jako nový krajinný prvek. Plochy plantáží s RRD se obvykle vyskytují blízko koncových uživatelů, jako jsou kotelny nebo vlastní elektrárny a do určité míry spoluvytvářejí krajinu v těchto oblastech. Proto tento dokument navrhuje způsoby jak se vyhnout negativním a podpořit pozitivní dopady plantáží RRD z hlediska tvorby krajiny.

1.3 Synergie se zemědělskými a ekosystémovými službami

Pokud jsou plantáže RRD obhospodařovány udržitelným způsobem, mohou RRD generovat významnou synergii s dalšími zemědělskými praktikami, s ekosystémovými službami a měřítky ochrany přírody.

Kromě sklizení pro produkci energie, pěstování RRD má mnoho výhod ve srovnání s ročními plodinami. RRD pomáhají zlepšit kvalitu vody, podporují biodiverzitu, nabízejí ekosystémové služby (lovení, včelařství, dodávka vody, ochrana před požárem), zmenšují míru přenosu nemocí zvířat mezi farmami, působí preventivně proti erozi, redukuje vstupy cizorodých látek do ekosystému a zmírňují změnu klimatu díky ukládání uhlíku. Tyto výhody musí být propagovány tak, aby se zvýšila jak podpora produkce dřevní štěpky z RRD, tak pozitivní dopady RRD na životní prostředí.

2 Změny ve využívání půdy

2.1 Vlivy využití půdy

Dopad RRD na životní prostředí závisí na předchozím využívání půdy. Dopady krajinných změn jsou klasifikovány jako přímé změny využití půdy (dLUC – direct landuse change) a nepřímé změny využití půdy (iLUC – indirect landuse change), jsou jedny z nejdůležitějších dopadů v jakémkoliv bioenergetickém řetězci, který je založen na plodinách, a v budoucnu se z využívání půdy stává soutěž, díky které porostou limity pro všechny komodity. Cílem tohoto dokumentu není prodiskutování všech těchto dopadů podrobně, ale soustředit se na specifické otázky přímých změn využívání půdy ve spojení s pěstováním RRD. Nepřímé změny využití půdy se zde neřeší.

S cílem navrhnout doporučení pro udržitelné pěstování RRD, je důležité znát minulé využití půdy, které má vliv na potenciální pozitivní i negativní dopady. Rozlišuje se, zda plantáž RRD má vzniknout na:

- **Stávající orné půdě:** výnos závisí na kvalitě půdy a dosažitelnosti vody
- **Stávající TTP:** rozdíl mezi intenzivně obhospodařovanými a extenzivně udržovanými trvale travními porosty je podstatný
- **Lesní půda:** v mnoha zemích se nesmí pěstovat RRD na lesních půdách (jak z právního úhlu pohledu, tak i z environmentálního hlediska)
- **Marginální půda:** Existují různé definice „marginální půdy“. Některé půdy jsou ekonomicky klasifikovány jako „marginální“ a mají přitom vysokou ekonomickou hodnotu.
- **Chráněná půda:** pěstování RRD na chráněných půdách záleží na ochranném statusu a cílech ochrany.

K tomu, abychom dosáhli efektivního zdroje produkce biomasy z RRD, je nevhodnější vysoce hnojená zemědělská půda, kdy tato půda produkuje nejvyšší výnosy biomasy na jednotku (a výnos pro zemědělce) s příslušným managementem. Jak je zmíněno výše, dále bude analyzováno zavedení plantáží RRD ve zmíněných oblastech, jaké jsou zde možné pozitivní dopady, hlavně pokud jde o kvalitu vody a půdy, biologické rozmanitosti a to ve srovnání s běžnými zemědělskými plodinami, které jsou obvykle pěstovány na úrodných půdách.

Nicméně, se současnými cenami dřeva a energie jsou RRD v mnoha regionech méně konkurenceschopné ve srovnání s klasickými systémy obdělávání půdy na orné půdě, a tak se farmáři častěji zajímají o založení plantáží RRD převážně na opuštěných zemědělských pozemcích či travních porostech. Změna využití půdy z travního porostu na RRD může být poněkud kontroverzní, vzhledem ke snahám evropského zemědělství chránit a vyhnout se snížení ploch uhlíkových sekvestračních ekosystémů nebo ekosystémů s vysokou hodnotou biologické rozmanitosti, jako jsou louky a pastviny. RRD jsou víceletou plodinou s minimálními vstupy pesticidů, jsou více podobné travním porostům než ostatní plodiny na orné půdě, alespoň pokud jde o jejich management. V následujících částech tohoto dokumentu je uvedeno relevantní srovnání, které je analyzováno, aby bylo známo, kdy změna půdního využití musí být provedena opatrně, aby se zajistil soulad s cíli ochrany prostředí.

Pěstování RRD na lesní půdě legislativa v mnoha státech nepovoluje.

Všechny tři typy hospodaření s půdou (orná půda, travní porosty, lesy) mohou být řízeny různě. Záleží na managementových postupech, stejně jako na půdě a klimatických podmínkách, „marginální půda“ může být ve všech těchto typech půdního využití.

Marginální pozemky by mohly mít mírně nebo velmi kontaminovanou půdu, mohly by to být záplavové oblasti, pozemky pod elektrickým vedením, kolem železnic a na pozemcích, kde hrozí sesuvy půdy. V některých zemích je možné pěstovat RRD i v těchto oblastech, ačkoliv očekávaná produkce biomasy a efektivita půdního využití bude nízká.

Všechny tři typy využití půdy také mohou mít ochranný status, příslušný k určitým místním, národním a evropským ochranným kategoriím. V případě, že existuje takový status kvůli určitým ekosystémům, stanovištím či chráněným druhům, jsou pro pěstování RRD stanoveny přesné podmínky. V případě chráněných oblastí, které jsou určeny pro ochranu krajiny, musí být vždy specifikované cíle ochrany, aby konečný vliv pěstování RRD mohl přispět naplnění cílů ochrany v těchto oblastech.

V tabulce 1 je uveden přehled různých dopadů pěstování RRD ve třech různých typech využití půdy.

Tabulka 1: Dopady pěstování RRD na zemědělské půdě, travních porostech a lesních půdách (Převzato z BUND 2010)

Kritérium	Zemědělská půda	Travní porosty	Lesy
Použití pesticidů	Během přípravné fáze a odstraňovací fáze podobné běžnému použití půdy. Během doby životnosti dřevin není potřeba.	Během přípravné a odstraňovací fáze podobné konvenčním travním porostům. Během doby životnosti dřevin není potřeba.	Vyšší
Použití hnojiv	Výrazně nižší	Výrazně nižší	Vyšší
Eroze půdy	Výrazně nižší	Během přípravné a odstraňovací fáze vyšší než u travních porostů. Během doby životnosti dřevin podobné travním porostům.	Mírně vyšší
Biodiverzita	Obvykle mnohem vyšší než na intenzivně využívané půdě. Na extenzivně používané zemědělské půdě může být vyšší nebo nižší.	Záleží na intenzitě využívání travních porostů stejně jako složení druhů.	Záleží na typu lesa a návrhu RRD. Ve srovnání s přírodními lesy je biodiverzita RRD spíše nižší.
Klima a voda	Vyšší evaporace, vyšší zachycení, vyšší ochrana proti větru a vyvážení teploty, redukce prachu a polutantů.	Vyšší evaporace, vyšší ochrana proti větru a vyvážení teplot.	Spíše negativní vlivy
Sekvestrace uhlíku	Výrazně vyšší	Vyšší či stejné, záleží na managementu	Ukládání CO ₂ podstatně nižší, ale roční sekvestrace vyšší

Důležitým faktorem, který ovlivňuje udržitelnost využití půdy pro pěstování RRD je energetický výstup z RRD na hektar v porovnání s ostatními plodinami a tak potenciální přispění ke zmírnění změny klimatu. Ačkoliv je to velmi specifické měřítko, které záleží na území, kde RRD pěstujeme, průměrné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 2. Dále, údaje o energetické bilanci jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tabulka 2: Roční energetický výstup z RRD, energetických plodin a lesů v kWh/ha

RRD	Kukuřice (bioplyn)	Řepka (bionafta)	Lesy
16,000 – 60,000	37,000 – 55,000	11,000 – 21,000	10,000 – 27,000

Tabulka 3: Energetická bilance poměru vstupů a výstupů vybraných plodin (Börjesson & Tufvesson 2011)

RRD (vrba)	Kukuřice (celá rostlina)	Řepka (celá rostlina)	Pšenice (včetně slámy)
24	11	9	11

Kromě půdního typu, je dále důležitá také velikost a tvar plantáže RRD. V závislosti na ekonomické životaschopnosti a s ohledem na konkrétní lokaci (mohou být rozdíly v jednotlivých zemích EU) jsou minimální potřebné plochy pozemků o velikosti 2 – 5 hektarů, aby byla zajištěna ekonomická životaschopnost plantáží.

2.2 Doporučení týkající se změny ve využívání půdy

Následující doporučení slouží k zabránění negativních a ke zvýšení pozitivních dopadů změny ve využívání půdy:

- Cíle ochrany chráněných oblastí musí být respektovány. RRD by se neměly pěstovat na pozemcích, které jsou chráněny kvůli výskytu stanovišť ohrožených druhů a biotopů.
- Obecně vzato topoly a vrby rostou lépe než mnoho jednoletých plodin na marginálních půdách, které jsou charakterizovány jako humidní půdy s častými záplavami.
- Pěstování RRD na vysoce ceněných mokřadech a rašeliništích (bez zemědělského využití) bychom se měli vyhnout.
- Pěstování RRD v intenzivně zemědělsky využívaných krajinách, s minimálním zastoupením lesů a krajinných prvků by mělo být podporováno. Obecně pěstování RRD v takové krajině je pozitivním přínosem.
- Většina vhodných ploch pro RRD jsou zemědělské půdy využívané k pěstování běžných jednoletých plodin. Dopady změny kultury je třeba pečlivě posoudit a v případě, že převažují negativní, je lepší se pěstování RRD vyhnout.
- Měl by se taky zvážit tvar a velikost plánované plantáže tak, aby zapadl do krajinného rázu. Obecně, z environmentálního úhlu pohledu, jsou vhodnější menší výměry.
- RRD jsou velmi vhodné k sanaci antropicky kontaminovaných půd (např. skládky, výkopové oblasti), neboť „recyklují“ půdu.
- V oblastech, kde jsou ochranná vodní pásma, mohou RRD přispět ke zvýšení kvality spodních vod.
- Na půdách, které sousedí s vodními útvary, může pěstování RRD přispět ke zmírnění půdní eroze, mohou působit jako konstrukční prvek v krajině.

3 Rozmanitost rostlin

3.1 Dopady na rozmanitost rostlin

V oblastech s plantážemi RRD, většinou ve Švédsku a Německu, ale i v jiných zemích byla provedena série experimentů ohledně rozmanitosti rostlin (fytodiverzity), aby se identifikovaly, změřily a vyhodnotily rozdíly mezi RRD a alternativním využitím půdy, například produkcí obilovin a trávy na zemědělské půdě, byly zjištěny také rozdíly mezi RRD a lesy. Přehled zjištění je uveden zde:

- Plantáže rychle rostoucích dřevin mohou přispět rozmanitosti rostlin v zemědělské krajině a působit jako doplňkový krajinný prvek.
- RRD poskytují útočiště druhům odlišné druhové skladby než okolní prostředí a může tak zvýšit druhovou rozmanitost, a to zejména v oblastech, kde převažuje orná půda a jehličnaté lesy.
- Druhové složení RRD je směs travních porostů, ruderálních druhů (druhy, které jako první kolonizují narušené místa) a lesních druhů, zatímco na orné půdě se vyskytují převážně ruderální druhy a druhy pěstované na orné půdě.

- RRD byly vyčísleny jako třikrát bohatší na množství rostlinných druhů nežli orná půda a v několika případech byly RRD prokazatelně bohatší než jehličnaté a smíšené lesy.
- Přispění RRD k druhové diverzitě zemědělské krajiny se mění v čase. Se sníženou prostupností světla na zem vzrůstá procento lesních druhů. Takže druhy nasazených stromů, hustota rostlin a plantáže a doba obmytí ovlivňuje druhovou skladbu.
- Vrbové plantáže jsou více vhodné pro podporu lesních druhů nežli topolové plantáže a to z důvodu vyšší prostupnosti světla v topolové plantáži.

3.2 Doporučení týkající se rozmanitosti rostlin

Následující doporučení jsou preventivní proti vzniku negativních vlivů, ale také slouží k podpoře pozitivních vlivů na rostlinnou rozmanitost.

- Je třeba se vyhnout zakládání plantáží v oblastech s vysokým ekologickým statutem (např. chráněné přírodní oblasti, oblasti se vzácnými druhy, mokřady, rašeliniště, močály).
- Vysoká strukturní heterogenita poskytuje stanoviště pro různé rostlinné požadavky a tak vzrůstá diverzita. Vysoká diverzita na plantáži RRD může být dosažena těmito způsoby:
 - Sazení různých druhů stromů a různých klonů
 - Sklizení v různých časech tak, aby stromy měly odlišnou dobu obmytí v rámci jedné oblasti.
- Okraje plantáží RRD mají velkou druhovou rozmanitost a výsadba několika menších plantáží místo jedné velké plantáže RRD se doporučuje proto, že menší plantáže mají delší okraje, než ty větší. Pokud to není možné, výsadba dlouhé obdélníkové plantáže může také poskytnout více výhod a zvýšení biodiverzity.
- Pokud chceme zvýšit množství lesních druhů, můžeme toho dosáhnout tak, že redukuje intenzitu záření dosahujícího země. To může být dosaženo delším obmytím, vyšší hustotou rostlin a sazením vrb místo topolů. Další možností je vyrovnání výsadby řádků ve směru východ – západ, aby se dosáhlo redukce záření dosahujícího zemní vegetaci a došlo ke stínění plodin.
- Okraje plantáže musí zůstat přístupné sklizení a měly by být široké, jak je to možné, aby umožnily domorodým kvetoucím rostlinám přilákat hmyz. Cyklus sečení meziřádků by měl být nastaven tak, aby se maximalizoval přínos pro životní prostředí.



Obrázek 2: Topolové pole obsahuje různé klony, které vytváří variaci v krajině (Foto: Norbert Lamersdorf)



Obrázek 3: Okraj vrbového pole sousedící s pšenicí ozimou, zvýšená fyto-diverzita je evidentní (Foto: Nils-Erik Nordh)



Obrázek 4: Sousedící vrbová pole s širokými okraji, umožňují tak růst několika dalších druhů (Foto: Nils-Erik Nordh)

Obrázek 5: Vrbové pole osázené dvěma různými klony, počet druhů se může zvýšit. (Foto: Martin Weih)

- Druhové složení v plantážích RRD je ovlivněno slunečním zářením (viz výše) a půdními vlastnostmi. Vysoce kvalitní humus a dostupnost živin podporuje druhové indikátory dusíku. Zvýšení půdní kyselosti prospívá indikačním druhům pro kyselé půdní reakce.
- Podíl pokrytí druhů je více heterogenní a vyšší nežli na orných půdách.
- Čím je okolí rozmanitější, tím menší je podíl druhů na plantáži RRD vzhledem k počtu druhů v krajině (gamma-diverzita, např. celková druhová rozmanitost v krajině v dané oblasti).
- Čím vyšší je počet typů stanovišť, tím vyšší je gamma diverzita a nižší podíl druhů na plantáži RRD v rámci gamma diverzity.
- Druhové složení půdní semenné banky má vliv na RRD, ale tento vliv klesá s rostoucím věkem plantáže RRD.



Obrázek 6: Topolová plantáž používaná pro produkci biomasy a také pro pastvu skotu (Foto: Ioannis Dimitriou)



Obrázek 7: Vrbová plantáž umístěná uprostřed zemědělské krajiny, touto cestou RRD podporují větší druhovou diverzitu v krajině (Foto: Nils-Erik Nordh)

4 Rozmanitost zvířecích druhů

4.1 Dopady na rozmanitost zvířat

Pro zoodiverzitu (druhová rozmanitost zvířat) byly zjištěny a analyzovány podobné informace, jako jsou ty výše zmíněné informace pro rozmanitost rostlin. Vrbové plantáže ve Švédsku jsou známé tím, že lákají jeleny a spousta plantáží byla založena za účelem lovu. Jeleni, zajáci a králíci mohou způsobit problémy v plantážích RRD a někdy i nárůst jejich počtu může být negativní a může způsobit zničení plantáže. Nicméně, počet zajíců může klesat, pokud by se zakládání plantáží rozšířilo, protože tento druh upřednostňuje smíšené zemědělské pozemky a je nepravděpodobné, že se mu bude dařit v hustě vysázených porostech.



Obrázek 8: Srnčí nachází ve vrbové plantáži krmení a i útočiště (Foto: Nils-Erik Nordh)

Proběhlo několik jednání o zvýšení počtu ptáků v krajině se založenými plantážemi RRD. Podrobný seznam těch nejdůležitějších poznatků souvisejícího výzkumu je zde:

- RRD jsou obecně bohatší na ptačí druhovou rozmanitost a hojnost ve srovnání s ostatními ornými půdami, kde se nevyskytují žádné speciální ptačí druhy.
- Ptáci, kteří se vyskytují na plantážích RRD jsou převážně běžní a proto nedošlo k žádnému ohrožení těchto druhů.
- Ohrožené druhy ptáků se vyskytují v malém měřítku a jsou převážně omezeny na mladé RRD nebo na okraj plantáží RRD.
- Vhodnost stanoviště RRD pro život ptáků je obecně silně závislé na věku a struktuře vysázených vrb/topolů, a různé druhy ptáků jsou spojeny s různými věkovými kategoriemi RRD.
- Vzhledem k tomu, že věk plantáže a výška stromů se zvyšuje, složení ptactva se mění nejdříve z ptáků, kteří se přesouvají z otevřené krajiny, na ptáky, kteří obývají spíše keřové patro a pak jsou druhy, které obývají spíše lesní stanoviště.
- Nejvyšší druhová rozmanitost a hojnost byla zaznamenána v porostu starém 2 – 5 let.
- Ptačí rozmanitost a četnost je také spojena s hustotou výsadby a se zvýšeným počtem plevelů.

- Různé počty ptačích druhů jsou zapříčiněny různými faktory, jako je například různorodost velikosti areálů, intenzita managementu, krajinný kontext a fond regionálních druhů. Krajinný kontext je také klíčový pro vliv RRD na ptačí diverzitu v zemědělských oblastech.
- Celkový efekt na rozmanitost zvířecích druhů bude záviset do značné míry na tom, co plantáže RRD budou nahrazovat a jaká je okolní krajina.

Pokud vznikne značné množství homogenní a intenzivně obhospodařované krajiny (např. 20 %) s rychle rostoucími dřevinami, potom zde bude více:

- Druhů ptáků, protože RRD mohou poskytnout nová stanoviště.
- Ptáků, kteří se obvykle vyskytují v lesích, pokud některé oblasti RRD vyrostou do stromového stadia (výška topolů/ vrby > cca 8 m)
- Ptáků, kteří se obvykle vyskytují v keřovém patru, pokud některé oblasti budou v keřové velikosti s velkým nárůstem výšky vegetace a hustoty (výška topolů/ vrb > cca 1 m)
- Žádný kvalitativní rozdíl mezi zemědělskou půdou pro ptáky, kteří vyžadují otevřená pole a stanoviště pro hnízdění a hledání potravy.
- Ptačích druhů, které potřebují ekoton a těží z okrajových stanovišť (kraje mezi stromy, keři a volnou půdou), tento jev se zvyšuje s malými a podlouhlými plantážemi RRD.
- Více ptáků, kteří profitují z malých, neudržovaných pastvin, kde jsou nesekané plochy s vysokými travinami a bylinami a na hranici s RRD.
- Mírně vyšší počet ohrožených druhů, kvůli klasickým RRD strukturám (např. vysoká bylinná vegetace, ekotony) nebo vyšší množství strukturální bohatosti.

Dalším pozitivním vlivem RRD je rozmanitost bezobratlých, jako např. žížal, pavouků, brouků a motýlů, kteří byli nalezeni v RRD a to jak v nadzemní biomase, tak i v půdě. Zvýšení počtu žížal v zavedených plantážích je po řadu let zaznamenáváno (ve srovnání s ornou půdou), zatímco v intenzivně obdělávaných kulturách je nepravděpodobné poskytnout botanicky bohaté stanoviště pro bezobratlé. To je podpořeno zejména obecně nízkým vstupem techniky a pesticidů v RRD.

Jako speciální ekosystémovou službu poskytují RRD následující výhody pro včely (medonosné, solitérní a komunální včely):

- Jako plodina s nízkými vstupy ve srovnání s jednoletými plodinami, je ideální pro včely, které jsou citlivé na agrochemikálie a tak v tomto případě těží z malého užití pesticidů na RRD.
- Speciálně vrby poskytují včelám časný jarní pyl, který je důležitý pro včely po zimní přestávce.
- Balzám z topolu a pupenů olše je důležitým zdrojem propolisu. Propolis je pryskyřičná směs, kterou včely sbírají z pupenů stromů, mízy, nebo jiných rostlinných zdrojů. Propolis je užíván včelami jako antiseptický materiál sloužící k udržení hygieny v úlu, stejně jako tmel pro nežádoucí otevřené prostory v úlu.
- Doprovodná vegetace v bylinném patru plantáže poskytuje důležitý zdroj nektaru.
- Květy akátu produkují velké množství nektaru a tak poskytují cenný zdroj krmiva pro včely.
- Většina plantáží RRD vyžaduje plochy pro průjezd sklízecích strojů, které nejsou osázeny RRD, ale mohly by být zasázeny původními divokými květinami, což by mohlo poskytnout včelám potravu.



Obrázek 9: Opylení je velice důležitá ekosystémová služba poskytovaná květy vrby (Foto: Nils Erik Nordh)

4.2 Doporučení týkající se rozmanitosti druhů zvířat

Následující doporučení slouží k prevenci negativních vlivů a ke zvýšení pozitivních vlivů na zoodiverzitu:

- Kde je to možné, plantáže RRD by měly být navrženy s velkým okrajem k poměru velikosti vnitřního prostoru.
- Měl by být použit mix odrůd a klonů.



Obrázek 10: Vrbová plantáž se dvěma různými klony, rozdíly v morfologii mohou znamenat různý dopad na zoodiverzitu a na větší dynamiku krajiny (Foto: Nils-Erik Nordh)



Obrázek 11: Vrbová pole sklizená v různých věkových kategoriích jsou přínosnější pro zoodiverzitu (Foto: Pär Aronsson)

- Přednost by měla mít rotační sklizeň ve smíšených věkových třídách bloků.
- Velikánské bloky RRD by měly být rozděleny např. živými ploty.
- Kde je možné sázet v případě vrb vrbové hybridy s různou dobou kvetení, těm by měla být dána přednost.
- Měli bychom se vyhnout použití pesticidů. Ke zmírnění rizika škůdců by měla pomoci biologická opatření.

- Procentuální podíl plochy rychle rostoucích dřevin by měl být rozdělen na malé stanoviště (habitaty), jako jsou pásy trávy a přístupné hranice.
- Nové RRD plantáže by neměly být zakládány na vysoce ceněných stanovištích, jako jsou mokřady, mokré louky, suché úhory a přírodní travní porosty.



Obrázek 12: Posed je umístěn na okraji vrbové plantáže; divokou zvěř, například jeleny a losy to do vrbové plantáže velmi láká (Foto: Ioannis Dimitriou)

5 Půda

5.1 Vlivy na půdu

Pokud se na pozemcích pěstují RRD místo zemědělských plodin, dochází k pozitivnímu efektu na kvalitu půdy, což je jedna z největších výhod implementování RRD do zemědělské krajiny. Detailní seznam výhod RRD je prezentován níže, bylo to vyzorováno na konkrétních případech, kdy plantáže RRD byly zakládány po několik let v zemědělské krajině (např. 15 let).

- Ukládání uhlíku C v půdní organické hmotě je vyšší při pěstování RRD, než při pěstování běžných zemědělských plodin, jako jsou obiloviny nebo tráva.
- Půdní organická hmota je stabilnější při pěstování RRD, než při pěstování běžných zemědělských plodin a podporuje sekvestraci uhlíku v půdě.
- Při pěstování RRD je eroze půdy menší než při pěstování konvenčních zemědělských plodin.
- Celkový půdní obsah N je vyšší a proporcionální dostupnost N pro růst rostlin je nižší, což je způsobeno zvýšeným poměrem C:N půdního organického materiálu při pěstování RRD než jak je tomu při pěstování konvenčních zemědělských plodin.
- Dostupnost fosforu pro rostliny je nižší při pěstování RRD než při pěstování konvenčních plodin.
- Objemová hmotnost je při pěstování RRD lehce vyšší nežli při pěstování konvenčních zemědělských plodin.
- Půdní pH může být o něco nižší při pěstování RRD než při pěstování běžných zemědělských plodin.
- Mikrobiální aktivita je o něco nižší při pěstování RRD a přispívá k akumulaci organického materiálu ve srovnání s půdou v konvenčním zemědělství.

- Koncentrace kadmia Cd je při pěstování RRD nižší než při pěstování běžných zemědělských plodin.



Obrázek 13: Vrbová plantáž v pozadí, vedle obdělávané orné půdy (vyfoceno na podzim) (Foto: Nils-Erik Nordh)

Navíc, obecně ke zhutnění půdy dochází při pěstování RRD méně, protože sklizeň probíhá mnohem častěji u ostatních běžných zemědělských plodin. Kromě toho, zhutnění půdy se lze vyhnout, pokud sklizeň bude provedena v mrazu v zimě, kdy je také poptávka po dřevě a po energii nejvyšší. Při pěstování topolů, vrb, bříz a blahovičníků je zvýšený výskyt mykorrhizy (symbiotické soužití hub a kořeny vyšších rostlin – ektomykorrhiza) ve srovnání se sousedními ornými půdami, což je prospěšné pro koloběh živin.

5.2 Doporučení týkající se půdy

Následující doporučení slouží ke snížení negativních dopadů a ke zvýšení pozitivních dopadů na kvalitu půdy.

- RRD by se mohly pěstovat v oblastech s nízkým počátečním obsahem organické hmoty v půdě, protože dokáží obsah organické hmoty zvýšit a s tím i plodnost a ukládání C v půdě.
- RRD by mohly být pěstovány v oblastech s vysokým rizikem erozí (ať už větrné či vodní), za předpokladu dodržování speciální pěstební technologie ke snížení ztráty úrodné ornice a živin.
- Při pěstování RRD lze aplikovat komunální zbytky například z čištění odpadních vod, aby se mohly recyklovat živiny. RRD mohou přispět k prevenci ztráty živin a dokáží efektivně extrahovat těžké kovy z půdy.
- RRD by měly být použity i na sanaci půdy se zvýšenými koncentracemi Cd, které mohou být způsobeny např. při dlouhodobém používání kadmia, které je obsaženo ve fosforových hnojivech nebo jiných zdrojích znečištění životního prostředí.
- Plantáže RRD by se měly zakládat na stejných místech po dobu nejméně tří obmytí, aby se dosáhlo zlepšení kvality půdy, vyššího ukládání C a příjmu Cd.
- RRD by se měly sklízet v zimě, kdy je půda zmrzlá, aby se zabránilo zhutnění půdy.



Obrázek 14: Uvnitř vrbové plantáže RRD, půda je obohacena o uhlík, který získává z rozpadajících se popadaných listů (Foto: Ioannis Dimitriou)



Obrázek 15: Nově založená vrbová plantáž RRD na místě, kde se dříve těžila rašelina. RRD zde budou sloužit k obnově místa a ochraně před větrnou erozí. (Foto: Ioannis Dimitriou)



Obrázek 16: Aplikace čistírenských kalů (zde ve směsi dřeva s popelem) je již běžnou praxí ve Švédsku (Foto: Ioannis Dimitriou)



Obrázek 17: Nedávno založená plantáž topolů pro fytořemediaci půdy a rekultivaci bývalé skládky (Foto: Ioannis Dimitriou)



Obrázek 18: Zimní sklizeň vrbové plantáže – vyhnou se tak zhutnění půdy, extrakci živin z čerstvých částí a zároveň se uspokojí aktuální poptávka po dřevu (Foto: Ioannis Dimitriou)

6 Voda

6.1 Vliv na vodu

Při zjišťování vlivu RRD na vodu se výzkum zaměřil na problémy s kvalitou, které vznikají při vyluhování živin do podzemních vod (očekávaný dopad je obvykle pozitivní), ale také na množství vody, která prosakuje do podzemních vod a do okolních povrchových vod (kde očekávaný dopad je obvykle negativní a to zejména v oblastech, kde vody může být třeba v létě nedostatek). Podrobné závěry z pokusů prováděných na plantážích RRD v porovnání s jinými zemědělskými využitími z hlediska kvality a množství vody uvedeny zde:

- Vyluhování $\text{NO}_3\text{-N}$ do podzemních vod při pěstování RRD je podstatně nižší, než jak tomu je při pěstování tradičních zemědělských plodin.
- Vyluhování $\text{PO}_4\text{-P}$ do podzemních vod je téměř stejné nebo v některých případech lehce vyšší při pěstování RRD, nežli při pěstování tradičních zemědělských plodin.
- Mírně zvýšené vyluhování $\text{PO}_4\text{-P}$ do podzemních vod nijak nesouviselo s aplikací čistírenských kalů na RRD.
- RRD jako ochranné pásy slouží ke snížení difuzního znečištění pesticidy.
- Podstatně méně podzemní vody je odváděno z vrbového pole ve srovnání s loukami a pastvinami, tento účinek byl zaznamenán na spádové oblasti s 20 % RRD, negativní dopad na podzemní vody je mírný.
- Sklizeň vrbového pole vede ke zvýšení množství podzemních vod v prvním roce, protože méně vody je spotřebováno na transpiraci a méně vody je také zadrženo.



Obrázek 19: Vrbová plantáž zasazená blízko jezera, které se nachází v intenzivně využívané zemědělské oblasti. RRD tak působí preventivně (jako buffer zóna) před vyplavením živin a pesticidů z orné půdy do vody (Foto: Ioannis Dimitriou)



Obrázek 20: Vrbová plantáž ve středním Švédsku (v pozadí), zavlažovaná odpadní vodou z místní čistírny odpadních vod. (Foto: Pär Aronsson)

6.2 Doporučení týkající se vody

Následující doporučení pomáhají vyvarovat se negativních a zvýšit pozitivní dopady na vodu:

- RRD se mohou pěstovat v oblastech, které se nacházejí v blízkosti zdrojů N (např. v okolí zvířecích farem, ve zranitelných oblastech, v okolí čistíren odpadních vod apod.) a mohou tak snížit únik dusíku do přilehlých vodních útvarů.
- RRD by se měly pěstovat v potenciálně zaplavované oblasti a v blízkosti vodních ploch.
- Aplikace tuhých komunálních zbytků, např. z čištění odpadních kalů pro recyklaci živin nemá vliv na kvalitu živin, proto je třeba tento způsob podporovat.
- Častější sklízň jsou vhodné, protože vedou k vyššímu doplnění zásob podzemních vod a také vedou ke zmírnění negativních dopadů redukce doplňování zásob podzemních vod.

7 Změny krajiny

7.1 Dopady na krajinné změny

Je důležité vzít v potaz to, jak potenciální plantáže RRD změní v budoucnu krajinu, a jaké změny to přinese, obzvláště když plantáže RRD budou nasazeny blízko sebe kvůli tomu, aby byly co nejbližší většímu konečnému uživateli. Toto je velmi důležitá otázka, protože na ní závisí obecné přijetí RRD, jako další plodiny v zemědělské krajině, navzdory několika výše uvedeným pozitivním vlivům na další složky životního prostředí.

7.2 Doporučení ohledně krajinných změn

V další části je představeno několik faktorů, které by potencionální zakladatelé plantáže RRD neměli opomenout, aby se vyhnuli velkému narušení krajiny kvůli vysázení RRD, ale také, aby vzali v potaz kritéria týkající se výše uvedených vlivů na životní prostředí.

- Měla by být dána přednost sázení RRD v zemědělských oblastech v blízkosti lesů, protože to dává pocit přirozeného pokračování v krajině. Nicméně, bychom se měli vyhnout sázení pouze v lesních oblastech, abychom se vyhnuli "příliš lesní krajině", která by byla velmi homogenní.
- Při sklízň RRD vzniká více diverzní krajina, a rychlý růst RRD poskytuje krajině také dynamický charakter.
- Je potřeba se vyhnout výsadbě RRD v blízkosti významných kulturních památek.
- Shluky plantáží RRD jsou výhodné z ekonomických důvodů, které pak umožní nižší ceny pro managementové aktivity. Zemědělec může zvolit pro výsadbu různé klony, které obvykle rostou jinak, pokud jde o dynamičnost a mají také různé barvy, což vynikne zejména v průběhu podzimu. Otevřené prostory mezi poli navíc nabízí příležitost pro rekreaci v oblasti (např. procházky).
- RRD jsou velmi vhodné pro pěstování podél silnic s hustým provozem, protože tato půda se často nijak jinak nevyužívá. Je však potřeba vzít v potaz, že je třeba zvážit otázku bezpečnosti. Je důležité nechat řidiči dobrý výhled, např. v zatáčkách a křižovatkách, proto okraje plantáže musí být v těchto případech širší.
- Plantáže RRD by se měly pěstovat v blízkosti koncových uživatelů, aby náklady na dopravu byly co nejnižší. Obzvláště, když koncovým uživatelem je velké zařízení na výrobu tepla nebo energie, RRD tak v její blízkosti jsou vítány, protože poskytnou ekologičtější vyznění jejich činnosti, které obvykle v těchto oblastech chybí.

- V otevřené krajině a oblastech, kde se pěstují běžné zemědělské plodiny, mohou RRD nabídnout změnu krajiny a také ochranu před větrem, což v mnoha případech může zvýšit celkovou produkci farmy.
- RRD by obecně měly být sázeny v oblastech s méně vnímaným vlivem na krajinu (např. v blízkosti lesa, v horských oblastech, daleko od kulturně významných míst), a to způsobem, který zapadne do okolí (např. menší úseky v lesních oblastech, větší pole v otevřených zemědělských oblastech, a přizpůsobené okolí v kopcovitých oblastech).



Obrázek 21: Obdélníkové vrbové pole založeno v zemědělské oblasti ale v blízkosti stávajícího lesa, takže proběhla jen mírná změna v krajině (Foto: Nils-Erik Nordh)



Obrázek 22: Nedávno sklizená vrbová plantáž umístěná mezi dvěma lesními porosty. Při růstu několik let po sklizni budou změny krajiny minimální, krátce po sklizni diverzita krajiny vzroste (pozitivní dopad) (Foto: Nils-Erik Nordh)



Obrázek 23: Vrbové plantáže různého věku a osázeny různými klony dávají různý charakter krajiny svou různou výškou a různými barvami, které jsou oceňovány lidmi v sousedství (Foto: Nils-Erik Nordh)



Obrázek 24: Plantáže RRD v blízkosti větších silnic by měly mít široké okraje, aby řidiči měli otevřený výhled na cestu (Foto: Nils-Erik Nordh)



Obrázek 25: Vrbová plantáž vysázená paralelně s venkovskou cestou; navzdory tomu, že je to dlouhé pole, vliv na řidičův výhled není velký, protože každá plantáž RRD musí mít poměrně široké okraje plantáže, aby byl zajištěn snadný management (např. při sklizni) (Foto: Nils-Erik Nordh)



Obrázek 26: Vrbová plantáž v blízkosti elektrárny, která využívá štěpku z vrby, nabízí lepší logistiku, ale také přirozenější jev v krajině, protože elektrárny jsou velmi často umístěny v průmyslových zónách, které většinou ve svém okolí nemají rozsáhlé zelené plochy. (Foto: Nils-Erik Nordh)



Obrázek 27: Vrbová plantáž mezi ornou půdou a lesem přispívá různorodosti krajiny a také ochraně proti větru (Foto: Nils-Erik Nordh)



Obrázek 28: Dva roky stará vrbová plantáž (v pozadí) v zemědělské krajině a větrná elektrárna, která byla také umístěna do oblasti (Foto: Ioannis Dimitriou)

8 Závěr

Pěstování a využití RRD jako zdroje energie může být obecně hodnoceno pozitivně, protože to představuje obnovitelný zdroj energie s relativně krátkým a uzavřeným životním cyklem ve srovnání s fosilními palivy.

Nicméně, hlavní překážkou jsou potenciální konflikty s ostatním využitím půdy a to buď při pěstování ostatních zemědělských komodit, anebo pro cíle ochrany přírody. To znamená, že vliv, který přinese změna ve využívání půdy, je velmi důležitý a je třeba ho posoudit individuálně pro každou nově plánovanou plantáž RRD a lze ho optimalizovat v návaznosti na doporučení uvedená v tomto dokumentu. Často bude výsledek velmi pozitivní, zvláště když se budou RRD pěstovat ve vysoce intenzivně využívané zemědělské krajině. Nicméně, na některých místech a v některých situacích by založení plantáže RRD

mohlo mít i negativní dopady, a těm je třeba se vyhnout nebo je alespoň minimalizovat. Stejně tak je třeba při zakládání nové plantáže maximalizovat pozitivní dopady.

Tento dokument si neklade za cíl poskytnout odpovědi na konkrétní případy, a nabídnout jednotlivá řešení. Spíše představuje různá doporučení a kritéria, která umožní zúčastněným osobám, které chtějí založit nové plantáže RRD, vytvořit si vlastní názor na tuto oblast a nakonec se rozhodnout zda pokračovat či nepokračovat s plánovaným projektem RRD.

Zdroje

- Baum, C., Leinweber, P., Weih, M., Lamersdorf, N., Dimitriou, I., (2009) Effects of short rotation coppice with willows and poplar on soil ecology. *Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research* 3 (59): 183-196.
- Baum S, Bolte A, Weih M (2012) High value of short rotation coppice plantations for phytodiversity in rural landscapes. *Global Change Biol Bioenergy* 4(6):728-738
- BfN (Hildebrandt C., Ammermann K.) (2012) *Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen.* – Bundesamt für Naturschutz
- Börjesson, P., Tufvesson L. (2011) Agricultural crop-based biofuels – resource efficiency and environmental performance including direct land use changes. *Journal of Cleaner Production*; 19(2–3), 108–120.
- BUND (2010) *Kurzumtriebsplantagen für die Energieholzgewinnung – Chancen und Risiken.* BUND Positionspapier
- Dimitriou, I., Mola-Yudego, B., Aronsson, P., Eriksson, J., (2012). Changes in organic carbon and trace elements in the soil of willow short-rotation coppice plantations. *Bioenergy Research* 5(3) 563-572.
- Dimitriou, I., Mola-Yudego, B., Aronsson, P., (2012). Impact of willow Short Rotation Coppice on water quality. *Bioenergy Research* 5(3) 537-545.
- Dimitriou I, Baum C, Baum S, Busch G, Schulz U, Köhn J, Lamersdorf N, Leinweber P, Aronsson P, Weih M, Berndes G, Bolte A (2011) Quantifying environmental effects of Short Rotation Coppice (SRC) on biodiversity, soil and water. *IEA, IEA Bioenergy* 43
- NABU (2012) *Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen.* - NABU-Bundesverband und Bosch & Partner GmbH