PŘÍLOHA Č. 8: SPECIFIKA LESNICKÉ REKULTIVACE VÝSYPEK

autor: Ing. Martin Vokoun, DiS.

1. Legislativní rámec

Lze vyčlenit dva základní tematické okruhy, a to ochranu půdního fondu a kategorizaci lesů.

1.1. Ochrana půdního fondu

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, deklaruje zajištění ochrany přírody a krajiny mj. účastí na ochraně půdního fondu (§ 2 odst. 2 písm. h) a obnovou a vytvářením nových přírodně hodnotných ekosystémů, například při rekultivacích (§ 2 odst. 2 písm. j).

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů, v § 9 odst. 6 písm. d) uvádí plán rekultivace jako jednu z příloh žádosti o odnětí půdy zemědělskému půdnímu fondu. Vyhláška č. 271/2019 Sb., o stanovení postupů k zajištění ochrany zemědělského půdního fondu, v § 16 odst. 3 písm. b) požaduje u biologické rekultivace v případě zalesnění určit počty a plochy jednotlivých druhů dřevin na jednotlivých parcelách v kusech a v hektarech včetně informace o pěstebních a ochranných opatřeních.

V případě pozemků určených k plnění funkcí lesa § 14 zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů, ukládá při návrzích na stanovení stavebně dobývacích prostor povinnost navrhnout způsob následné rekultivace. Navazující vyhláška č. 77/1996 Sb., o náležitostech žádosti o odnětí nebo omezení a podrobnostech o ochraně pozemků určených k plnění funkcí lesa, definuje v § 2 podrobnosti plánu rekultivace; z požadavku určení druhové skladby budoucích porostů (a eventuální potřeby přihnojování) lze dovodit nutnost typologické klasifikace jednotlivých lokalit.

1.2. Kategorizace lesů

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, v § 7 odst. 1 písm. a) uvádí, že lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích (mj. odvaly a výsypky) se zařazují do kategorie lesů ochranných. Vyhláška č. 298/2018 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů, vymezuje následně soubory lesních typů, zahrnutých do CHS 01 – mimořádně nepříznivá stanoviště. Praxe ukazuje, že řada stanovišť nemá charakter lesa ochranného a vhodnější je řadit tyto lokality do lesa zvláštního určení se zvýšenou funkcí půdoochrannou, vodoochrannou, klimatickou nebo krajinotvornou ve smyslu § 8 odst. 2 písm. e) lesního zákona (Smejkal 2012).

2. Postup prací

Proces úpravy území, poškozeného antropogenními vlivy, představuje finančně (Routa 2009) i organizačně náročnou aktivitu. Problematika rekultivací vyžaduje komplexní přístup a řešení od úrovně konkrétního stanoviště až po krajinné měřítko (Treschevskaya et al. 2019). Navzdory neoddiskutovatelné degradaci životního prostředí je možné vnímat současné revitalizační kroky rovněž jako historickou příležitost pozitivně ovlivnit vzhled a další vývoj území obnovou a vytvářením nových přírodně hodnotných ekosystémů (Jacobs et al. 2015), a to i v kontextu globálních klimatických změn (Šrámek et al. 2015). Nedílnou součást řešení představuje zohlednění sociálního aspektu a spolurozhodování zainteresovaných zájmových skupin, zejména v blízkosti městských aglomerací (Stanturf et al. 2014, Štýs et al. 2014, Löf et al. 2019); v souvislosti s potřebou vytváření nových pracovních příležitostí z důvodu omezování důlní činnosti je významnou eventualitou pěstování energetických plodin a jejich zpracování v navazující infrastruktuře (Petříková 2002).

Během přípravy projektu rekultivace je nezbytné jasně definovat cílový stav vytvářeného ekosystému (Bažant 2010, Stanturf et al. 2014) včetně cestní sítě (Jonáš 1982, Minx et al. 2003) a následně stanovit kontrolovatelné kroky, potřebné k jeho dosažení. Jednu z hlavních otázek představuje v této souvislosti funkční zařazení nového porostu a dominantní způsob jeho využití (viz tab. 1). V případě příznivých vlastností stanoviště není důvod eliminovat produkci hospodářsky využitelných sortimentů (Jonáš 1981), nicméně ve většině lokalit se bude jednat především o porosty s funkcí půdoochrannou a protierozní (včetně omezení prašnosti v sídlech) (Minx et al. 2003) s důrazem na zlepšení charakteru ploch a celé krajiny v dlouhodobém horizontu (ekologicko-stabilizační funkce v rámci sítě ÚSES, bariérová funkce, rekreační potenciál) (Kovář et al. 2011). Podle lesního zákona (č. 289/1995 Sb.) by tato území (v případě prohlášení za pozemky určené k plnění funkcí lesa) bylo možné zařadit do kategorie lesů zvláštního určení se zvýšenou funkcí půdoochrannou, vodoochrannou, klimatickou nebo krajinotvornou (§ 8 odst. 2 písm. e), ev. lesů ochranných jakožto lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích

(§ 7 odst. 1 písm. a). Je vhodné tuto perspektivu zohlednit již během rozhodování o způsobu provedení rekultivace a přiměřeně uplatnit příslušné rámcové směrnice hospodaření; převod do kategorie lesů hospodářských je pravděpodobnější až během další generace lesa (Jonáš 1981). Jinou možností je využití vznikajících porostů jako loveckých prostor (Smolík et al. 2006), z pohledu lesního zákona by se pak jednalo o lesy zvláštního určení v uznaných oborách a samostatných bažantnicích (§ 8 odst. 2 písm. g).

Tabulka 1: Funkční zaměření porostů. Podle Štýs et al. 2014, upraveno

<table>
<tr><td rowspan="12">REKULTIVACE LESNICKÁ</td><td rowspan="3">LESY PRODUKČNÍ</td><td colspan="2">TRADIČNÍ POROSTY</td></tr>
<tr><td colspan="2">RYCHLEROSTOUCÍ LIGNIKULTURY</td></tr>
<tr><td colspan="2">ENERGETICKÉ</td></tr>
<tr><td rowspan="9">LESY ÚČELOVÉ</td><td colspan="2">PŮDOOCHRANNÉ</td></tr>
<tr><td colspan="2">ASANAČNÍ</td></tr>
<tr><td colspan="2">STABILIZAČNÍ</td></tr>
<tr><td colspan="2">HYDROLOGICKÉ</td></tr>
<tr><td colspan="2">AGROMELIORAČNÍ</td></tr>
<tr><td colspan="2">REKREAČNÍ</td></tr>
<tr><td colspan="2">LÁZEŇSKÉ</td></tr>
<tr><td rowspan="3">DOPROVODNÁ ZELEŇ
ROZPTÝLENÁ ZELEŇ
DOČASNÉ OZELENĚNÍ</td><td>DOPROVÁZEJÍCÍ KOMUNIKACE</td></tr>
<tr><td>DOPROVÁZEJÍCÍ VODNÍ TOKY</td></tr>
<tr><td>DOPROVÁZEJÍCÍ VODNÍ PLOCHY</td></tr>
</table>

V první fázi jsou často nutné technické zásahy v podobě terénních úprav (hydromeliorační práce, protierozní a stabilizační opatření, ev. provedení překryvu zúrodnitelnými zeminami) (Jonáš 1981, Minx et al. 2003). Samotná lesnická rekultivace pak zahrnuje soubor opatření s cílem založení a zajištění lesních porostů, a to buď formou navrácení pozemků plnění funkcí lesa po ukončení záboru pro jiné účely (podle § 13 odst. 3 písm. c) lesního zákona) nebo prvním zalesněním (bývalá sídla apod.). Přitom jsou využívány standardní lesnické postupy (Mauer et al. 2014); rozdíl je spíše v nutnosti provádění některých činností nad běžný rámec než v diametrálně odlišné metodice (Stanturf et al. 2014).

3. Zakládání porostu

3.1 Limitující faktory prostředí

Mezi přírodní faktory, významně určující způsob lesnické rekultivace (tab. 2), patří charakter substrátu (Kubát 2010, Pietrzykowski et al. 2015, Dimitrovský et al. 2017), nadmořská výška stanoviště a klimatické podmínky (Bažant et al. 2011, Štýs et al. 2014, Vavříček et al. 2017, Treschevskaya et al. 2019) (včetně stupně znečištění ovzduší, které však v současné době nepřekračuje zásadním způsobem stanovené limitní hodnoty) (Kupka et al. 2011). Vlastnosti substrátu jsou ovlivněny především jeho původem, tj. zda se jedná o zeminy pouze převrstvené, nebo jde o vedlejší energetické produkty (popeloviny), případně jejich směsi. Z praktického hlediska je nezbytné zejména vyhodnocení fytotoxicity (Řehoř et al. 2020), kdy jsou problematické zvláště popeloviny a produkty odsíření; v případě popelovin byl potvrzen příznivý dopad odkladu zalesnění (neutralizace toxicity, zlepšení mechanických vlastností slehnutím substrátu) (Minx et al. 2003). Důležitým faktorem je dále mikroklima výsypek s typickými vlastnostmi holin, avšak se značně vyšší intenzitou (teplotní extrémy, absence zastínění, rychlost proudění vzduchu atd.). Specifikem nevyvinutých půd je pak nevytvoření funkčního kapilárního systému – jediným zdrojem vláhy jsou atmosférické srážky (z důvodu nepřítomnosti porostu zejména srážky vertikální).

Vzhledem k zakládání první generace lesa je typická i absence humusové vrstvy (Lžičař et al. 2013, Pietrzykowski 2019). Ostatní půdní vlastnosti (mechanické a chemické) jsou posuzovány standardními postupy lesnické typologie a určují rámec pro další postup rekultivačních prací.

Tabulka 2: Přírodní faktory rekultivace. Podle Štýs et al. 2014, Vavříček et al. 2017, upraveno

<table>
<tr><td>GEOGRAFICKÁ POLOHA</td><td colspan="5">KLIMATICKÉ PÁSMO</td></tr>
<tr><td>NADMOŘSKÁ VÝŠKA</td><td colspan="5">VÝŠKOVÁ ZONALITA</td></tr>
<tr><td rowspan="7">LITOSFÉRA</td><td rowspan="6">RELIÉF</td><td rowspan="2">EXPOZICE</td><td>SLUNEČNÁ</td><td rowspan="6">ODOLNOST</td><td rowspan="3">VŮČI EROZI</td></tr>
<tr><td>VĚTRNÁ</td></tr>
<tr><td colspan="2">INKLINACE</td></tr>
<tr><td colspan="2">ČLENITOST</td><td rowspan="4">VŮČI SESUVŮM</td></tr>
<tr><td colspan="2">VÝŠKOVÝ VZTAH K OKOLÍ</td></tr>
<tr><td colspan="2">UMÍSTĚNÍ VE SVAHU</td></tr>
<tr><td>HORNINOVÉ PROSTŘEDÍ</td><td colspan="4">BONITA HORNIN A ZEMIN JAKO PŮDOTVORNÝCH SUBSTRÁTŮ</td></tr>
<tr><td rowspan="14">ATMOSFÉRA</td><td rowspan="10">KLIMATIČTÍ ČINITELÉ</td><td rowspan="8">MAKROKLIMA</td><td rowspan="2">SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ</td><td>SVĚTLO</td></tr>
<tr><td>TEPLO</td></tr>
<tr><td colspan="2">VYZAŘOVÁNÍ</td></tr>
<tr><td colspan="2">TEPLOTA</td></tr>
<tr><td colspan="2">ATMOSFÉRICKÉ SRÁŽKY</td></tr>
<tr><td colspan="2">VÝPAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">VLHKOST VZDUCHU</td></tr>
<tr><td colspan="2">RYCHLOST A SMĚR VĚTRU</td></tr>
<tr><td colspan="4">MEZOKLIMA</td></tr>
<tr><td colspan="4">MIKROKLIMA</td></tr>
<tr><td rowspan="3">KONTAMINACE</td><td colspan="4">KVALITA</td></tr>
<tr><td colspan="4">KVANTITA</td></tr>
<tr><td colspan="4">VZTAHY KE KLIMATU</td></tr>
<tr><td rowspan="3">HYDROSFÉRA</td><td rowspan="3">VODY PODZEMNÍ</td><td colspan="4">HLOUBKA</td></tr>
<tr><td colspan="4">VZLÍNÁNÍ</td></tr>
<tr><td colspan="4">PRŮSAK</td></tr>
</table>

	VODY POVRCHOVÉ	VODY STOJATÉ	MOKŘADY
		VODY TEKOUCÍ	
	KONTAMINACE	KVALITA	
		KVANTITA	
PEDOSFÉRA	VLASTNOSTI	MINERALOGICKÉ	
		MECHANICKÉ	
		FYZIKÁLNÍ	
		FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ	
		CHEMICKÉ	
		BIOLOGICKÉ	
		KONTAMINACE	KVALITA
			KVANTITA
BIOSFÉRA	BIOGEOGRAFICKÁ ZONALITA	EKOSYSTÉMY	FYTOCENÓZY
			ZOOCENÓZY
			MIKROCENÓZY

V případě nevhodnosti substrátu pro zalesnění (fytotoxicita) je doporučováno převrstvení zúrodnitelnou zeminou (cca 0,3 m) s následnou homogenizací (promísením) do hloubky 0,5 m (Minx et al. 2003, Řehoř et al. 2019). Při rekultivacích složišť popelů byl opakovaně potvrzen horizontální růst kořenového systému (včetně dřevin, pro které je typický kůlový kořen) do hloubky pouze 0,3 m (Jonáš 1981, Minx et al. 2003); je proto vhodné, aby hranice mezi popelovinami a překryvným substrátem nebyla ostře vymezená a jednolitá (Minx et al. 2003, Kubát 2010). Jako doplňující opatření je požadována aplikace organických hmot (kompostů), zapravených do hloubky 0,3 m, a následný dvouletý agrocyklus (tzv. zelené hnojení (Jonáš 1981, Petříková 2002, Minx et al. 2003, Řehoř et al. 2019); podle Urban et al. (2003) však nadměrné množství přípravných bylin může ztížit ujímání sazenic v důsledku fytotoxicity meziproduktů rozkladu biomasy a konkurencí o vodu, ev. zhoršením kontaktu semen s půdou). V případě silně alkalických substrátů (sádrovec) byla popsána příznivá reakce na zapravení aditiv pro mírné okyselení zeminy (síran amonný) (Minx et al. 2003). Z důvodu finanční náročnosti těchto zásahů bývají však prováděny spíše na rozsáhlejších lokalitách; u menších ploch se předpokládá postupné zlepšení půdních vlastností vlivem okolních porostů.

3.2. Lesnicko-typologická klasifikace rekultivovaných lokalit

Lesnicko-typologická klasifikace lokality by měla být samozřejmou součástí základního šetření během přípravy projektu rekultivace (Jonáš 1981, Bažant 2010, Lžičař et al. 2013).

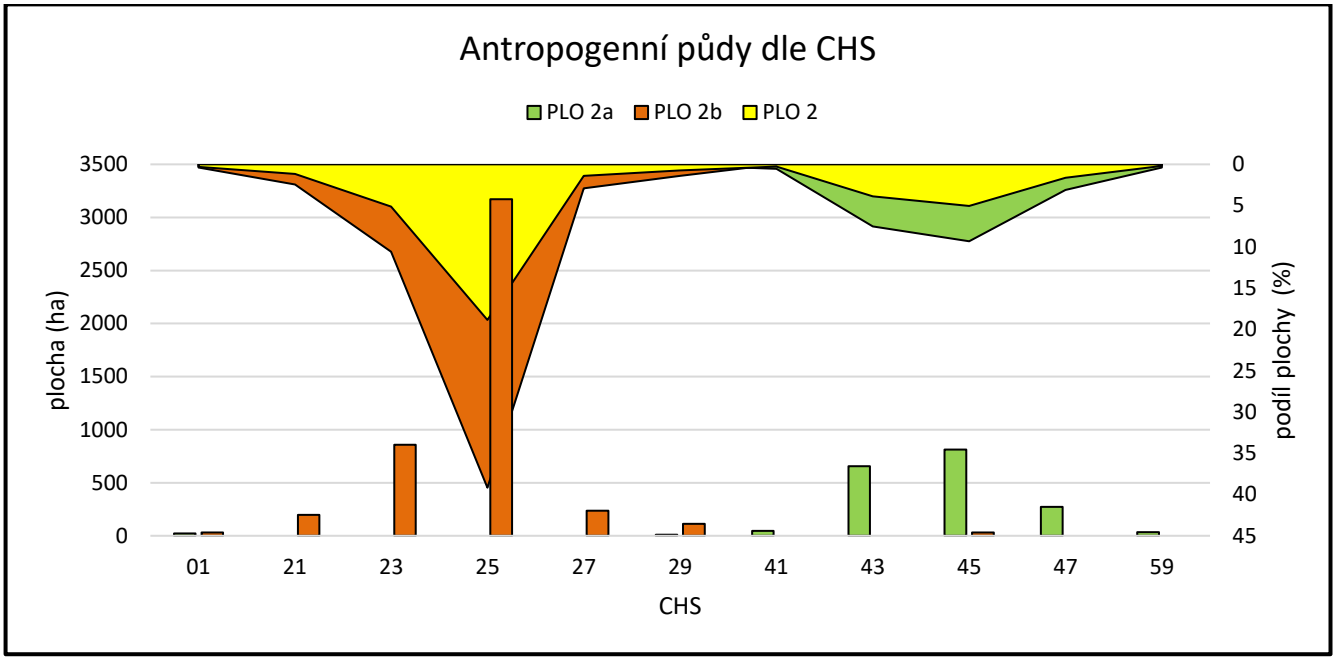
V rámci jednotného lesnicko-typologického klasifikačního systému lesů v ČR, jehož garantem je Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, jsou antropogenní lokality rekultivovaných výsypek, odvalů, zemníků, odkališť apod. označovány jako iniciální stadia lesních společenstev. Jedná se o území s velmi velkou variabilitou výchozího půdotvorného substrátu, různé intenzity technické rekultivace a významné členitosti terénu (svahy, plošiny, bezodtokové mísy apod.). Neméně důležité jsou také rozdílné klimatické a vlhkostní poměry. Jednotlivé lokality (segmenty) jsou přiřazeny souborům lesních typů dle příslušného lesního vegetačního stupně, trofnosti, ovlivnění vodou, skeletnatosti, a odlišeny od vyvinutých stanovišť společným indexem „0“ (např. 3K0 – iniciální stadia kyselých dubových bučin). Půdy označujeme jako antropozem s litozemním, kambickým, hnědozemním, luvizemním, pelozemním, podzolovým, pseudoglejovým nebo glejovým vývojem.

V souvislosti s vyhláškou č. 298/2018 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů, jsou pro tato antropogenní stanoviště v rámcových směrnicích hospodaření (RSH) vylišeny samostatné hospodářské soubory (HS): 014ez, 017ez, 254ez, 257ez, 454ez, 457ez (viz Syntéza a návrhy, kapitola 4.4 Tabulky RSH).

Vzhledem k iniciálnímu stádiu pedogeneze bude dále nutné klasifikaci půd periodicky revidovat (cca po 20 letech), zejména na lokalitách, kde může dojít ke změně vláhových poměrů (vývojem porostů, „sedáním“ půdního profilu apod.) (Smejkal 2012, Lžičař et al. 2013).

S ohledem na očekávaný další vývoj charakteristik stanoviště v důsledku zalesnění je vhodné založení výzkumných ploch (pedogeneze, vláhové poměry, reakce rostlin na jednotlivé typy substrátů apod.) a uplatnění zjištěných skutečností v praxi.

V PLO 2 plocha lesnicky rekultivovaných výsypek průběžné narůstá. V době aktualizace OPRL pro PLO 2 tato plocha dosahovala téměř 6,5 tis. ha (z toho 1 854 ha v podoblasti 2a a 4 640 ha v podoblasti 2b). Zastoupení cílových hospodářských souborů na antropogenních půdách obou podoblastí uvádí graf 1.



Graf 1: Zastoupení jednotlivých CHS na antropogenních půdách PLO 2. Zdroj: DS ÚHÚL 2020

3.3 Volba dřevin

U substrátů s příznivými vlastnostmi je vhodné vycházet z funkčního určení budoucích porostů a šetření lesnické typologie. Vzhledem k zásadně změněným ekologickým charakteristikám není vhodná snaha o prostou obnovu dřevinné skladby z doby před započetím těžebních prací; výběr musí reflektovat současné i očekávané podmínky prostředí na konkrétní lokalitě (Stanturf et al. 2014). V souvislosti s rozsahem a rychlostí probíhající globální klimatické změny je vhodné zmínit také úlohu lesnické genetiky (Jacobs et al. 2015) a potřebu podpory jednotlivých druhů dřevin v časových horizontech kratších než během přirozené evoluce (identifikace lépe přizpůsobených druhů a proveniencí – asistovaná migrace) (Stanturf et al. 2014, Jacobs et al. 2015). Obecně jsou preferovány druhy s širokou ekologickou amplitudou, schopné adaptace na extrémní půdní a mikroklimatické podmínky (Minx et al. 2003, Kupka et al. 2011), s dobrou regenerační vlastností, kvalitním opadem listové biomasy (Podrázský et al. 2019) s rychlou dekompozicí (Horodecki et al. 2017), a bohatým kořenovým systémem; rychlost růstu se ve světle posledních výzkumů jeví méně významná než ujímavost sazenic (díky odolnosti vůči stresu) (Kupka et al. 2011, Jacobs et al. 2015). Nestabilita vlastností stanoviště (půdních, mikroklimatických) znesnadňuje stanovení cílových dřevin – za vhodnější je považováno rozdělení na dřeviny hlavní (zajišťují funkce porostu) a pomocné (s podpůrnou úlohou – meliorační, zápojnou, ochrannou apod.) (Tesař 1994, Minx et al. 2003, Lžičař et al. 2013). V minulosti bylo obvyklé zakládání porostů pionýrských či přípravných (melioračních) dřevin (Jonáš 1981, Smejkal 2007, Bažant 2010, Vráblíková et al. 2010, Pietrzykowski et al. 2019), aktuálně je doporučována výsadba kombinací komplementárních druhů (*nurse-facilitated species* – pozitivní interakce a minimální kompetice na základě odlišných nároků) (Pretzsch et al. 2013, Jacobs et al. 2015, Šach et al. 2015, Löf et al. 2019, Navarro-Cano et al. 2019) s funkcemi dřevin cílových, pomocných i melioračních. V případě přípravných porostů by nicméně při výběru dřevin s meliorační schopností a současně rychlým růstem mohla být do určité míry kompenzována ekonomická náročnost celého procesu uplatněním biomasy jakožto obnovitelného zdroje energie

(Petříková 2002); v této souvislosti je zajímavé zjištění, že u výsadeb topolových kultivarů byla pozorována vyšší vitalita v případě pěstování s výplňovou dřevinou (Kubát 2010).

Přestože vzhledem k heterogennosti výsypkového prostředí nelze u rekultivačního sortimentu dřevin nastavit univerzální schéma, je možné vymezit dvě základní skupiny substrátů (Jonáš 1981, Bažant 2010):

- Texturálně těžší zeminy, jíly, substráty překryté melioračními sorbenty (sprašové hlíny apod.)

Pro zalesnění těchto stanovišť je vhodný dub letní *Quercus robur*, dub zimní *Quercus petraea*, dub červený *Quercus rubra*, lípa srdčitá *Tilia cordata*, jasan ztepilý *Fraxinus excelsior*, javor mléč *Acer platanoides*, javor klen *Acer pseudoplatanus*, jilm vaz *Ulmus laevis*, habr obecný *Carpinus betulus*, olše lepkavá *Alnus glutinosa*, olše šedá *Alnus incana*, bříza bělokorá *Betula pendula*, topol osika *Populus tremula*, topol černý *Populus nigra*, jeřáb ptačí *Sorbus aucuparia*, borovice lesní *Pinus sylvestris*, borovice černá *Pinus nigra,* modřín opadavý *Larix decidua*.

- Texturálně lehčí zeminy, minerálně deficitní (omezeně až fytotoxické)

Zde je preferován topol osika *Populus tremula*, dub červený *Quercus rubra*, olše šedá *Alnus incana*, lípa srdčitá *Tilia cordata*, javor klen *Acer pseudoplatanus*, javor babyka *Acer campestre*, jasan ztepilý *Fraxinus excelsior*, habr obecný *Carpinus betulus*, bříza bělokorá *Betula pendula*, borovice lesní *Pinus sylvestris*, modřín opadavý *Larix decidua*.

Vhodná volba dřevin zásadním způsobem ovlivní délku období nutného pro vytvoření příznivého půdního prostředí a stabilitu zakládaného ekosystému, čímž zvýší úspěšnost rekultivace (Horodecki et al. 2017). Společensky akceptovaná míra zastoupení introdukovaných druhů může v této souvislosti sloužit jako směs přípravných dřevin pro domácí druhy (Jacobs et al. 2015); podle § 5 odst. 4 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, je však záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny možné jen s povolením orgánu ochrany přírody (u lesnických rekultivací je toto povolení součástí územní dokumentace).

3.4 Druh a forma smíšení

3.4.1 Monokultury

Stejnorodé porosty byly zakládány na lokalitách s extrémními vlastnostmi, umožňujícími použití pouze jednoho druhu dřeviny (Minx et al. 2003). V takových případech vznikaly porosty topolové či olšové (na extrémně kyselých substrátech (Kupka et al. 2011) modřín opadavý *Larix decidua* nebo borovice černá *Pinus nigra*) jakožto přípravných dřevin s následnou podsadbou hlavními dřevinami (ve věku porostu 20–30 let). Tento postup se již v praxi neuplatňuje a je preferován jednorázový meliorační zásah (fyzikální, chemický) před započetím biologické rekultivace (Minx et al. 2003).

3.4.2 Smíšené porosty

Porosty nestejnorodé mají na antropogenních půdách největší perspektivu z hlediska melioračních účinků (Minx et al. 2003, Pretzsch et al. 2013), biodiverzity a úspěchu zalesnění (Melichar et al. 2019). Na základě historických zkušeností s odumíráním různých druhů dřevin (bříza, jasan, smrk, borovice atd.) je žádoucí co nejpestřejší druhová a prostorová struktura lesních porostů, neboť takový stav preventivně snižuje pravděpodobnost vzniku rozsáhlých kalamit (Mac Donald et al. 2015, Šrámek et al. 2015, Pietrzykowski et al. 2019). Při tvorbě směsí je tedy využíván co nejširší sortiment stanovištně vhodných druhů při podílu hlavních dřevin (tj. plnících zvolené funkce porostu) cca 70 % (Minx et al. 2003).

3.4.2.1 Listnaté dřeviny

Dobré provozní zkušenosti jsou s vytvářením skupin dřevin rychlerostoucích (topoly, olše, vrby, jasan, bříza) odděleně od dřevin s pomalým růstem. Pro skupinovité míšení se osvědčily kombinace (osika + bříza + jasan) nebo (duby + lípa + habr); při střídání druhů v řadách je vhodné, aby obě dřeviny vykazovaly přibližně stejnou vitalitu růstu (Kubát 2010) (doporučené kombinace při jednotlivém míšení listnatých dřevin shrnuje tabulka 3). Řady topolů lze vysazovat při patě hrází. Vhodná je i podpora zastoupení keřů (růže, líska, jeřáb, hloh) (Jonáš 1981) do okrajů lesních komplexů, na extrémních lokalitách (svahy) (Pietrzykowski et al. 2019) či v lesích s významným rekreačním využitím (lesoparky) (Jonáš 1981).

Tabulka 3: Doporučené kombinace dřevin v nově zakládaných jednotlivě smíšených listnatých porostech. Zdroj: Kubát 2010, Bažant 2010

	DB									
DB	×	DBZ								
DBZ	*	×	HB							
HB	*	*	×	JL						
JL	-	-	-	×	JS					
JS	-	-	-	*	×	JV				
JV	-	-	-	*	-	×	KL			
KL	-	-	-	*	-	-	×	LP		
LP	*	*	*	*	-	-	-	×	OL	
OL	-	-	-	*	*	*	*	*	×	OLS
OLS	-	-	-	*	*	*	-	-	-	×

Pozn.: Zkratky dřevin dle Přílohy č. 4 vyhl. č. 84/1996 Sb.

Vysvětlivky:

* kombinace vhodná

- kombinace nevhodná

U této tabulky je nutné upozornit, že zásadní vliv na vitalitu růstu mají půdní vlastnosti, které se významně mění v případě biologické aktivizace substrátu; proto lze tato data použít pouze při zakládání první generace porostů na holých plochách (Kubát 2010).

3.4.2.2 Listnaté a jehličnaté dřeviny

Z důvodu podpory příznivého vývoje půdy je nutná maximalizace podílu listnatých dřevin (doporučeno 60–80 %), které přirozenou cestou stimulují regeneraci půdního prostředí (Bažant 2010, Józefowska et al. 2016, Kacálek et al. 2017). Volba vhodných směsí při zakládání kultur listnato-jehličnatých je problémem složitějším než tvorba směsí dřevin listnatých. Pro pěstování jehličnanů a listnáčů v řadách je třeba, aby obě dřeviny vykazovaly přibližně stejnou vitalitu růstu (Kubát 2010). Při skupinovém míšení listnato-jehličnatých kultur byl potvrzen zásadní vliv velikosti založené skupiny na vzrůst jehličnatých dřevin bez rozdílu druhu; nejlepších výsledků bylo dosaženo v případě malých skupin (různých tvarů). Přednosti tohoto postupu jsou patrné i během dalšího vývoje porostu (listnaté dřeviny vytváří kvalitní okrajovou clonu a zlepšují vlhkostní podmínky, což se projevuje na rovnoměrném přírůstu jehličnatých dřevin) (Kubát 2010). Jednotlivé smíšení (v poměru 1:1) s dobrými výsledky bylo popsáno u modřínu opadavého *Larix decidua* v kombinaci s habrem obecným *Carpinus betulus*, olší lepkavou *Alnus glutinosa*, olší šedou *Alnus incana*, jilmem horským *Ulmus glabra*, nebo lípou srdčitou *Tilia cordata*. Doporučována je také výsadba modřínu v liniích podél cest (Bažant 2010).

3.5 Způsob založení porostu

3.5.1 Obnova umělá

3.5.1.1 Výsadba

Požadavky na kvalitu reprodukčního materiálu definuje §1 vyhl. č. 29/2004 Sb., a ČSN 48 2115 (2012). Vzhledem k nepříznivým vlastnostem substrátu (povýsadbový šok) je důležité dbát o co nejvyšší kvalitu sazenic (aplikace antitranspirantů a antidesikantů, inokulace mykorhizními houbami) i provedené práce (prokypření zhutněných půd). Experimentální výsadby výsypkovými potomstvy vykazovaly nízkou mortalitu (do stadia zajištění kultury) i velmi dobrý přírůst, lze u nich tedy předpokládat určitý stupeň adaptace na tyto extrémní půdní podmínky (Kubát 2010). Lepších provozních výsledků bylo dále dosaženo použitím obalované sadby (Minx et al. 2003, Šrámek et al. 2015). V případě nepříznivých charakteristik substrátu lze při výsadbě rovněž dodat organické látky (kompost). Nižší mortalita byla popsána u sazenic do tří let věku (nižší transpirace). Sazenice by měly být zakryté zeminou 2 cm nad kořenový krček, čímž se sníží riziko odkrytí kořenů po slehnutí nebo odplavení zeminy a podpoří se tvorba adventivních kořenů (Minx et al. 2003). Šetření prokázala vhodnost provádět zalesnění ihned na jaře po ukončení nezbytných terénních úprav, tj. v období, kdy jsou recentní útvary nezabuřenělé a vlivem zimních mrazů je zemina částečně nakypřená (Kubát 2010). Vzhledem k absenci buřeně a nevhodnému hydrickému režimu není doporučeno použití poloodrostků a odrostků (Baláš et al. 2018).

Pro základní dřeviny lze přiměřeně využít počty sazenic (v tis. ks/ha) podle přílohy č. 6 k vyhlášce č.139/2004 Sb. (viz tab. 4); u keřů je doporučen počet 10 tis. ks/ha.

Tabulka 4: Minimální počty vybraných sazenic. Zdroj: vyhláška č. 139/2004 Sb.

Dřevina	Stanoviště		Ks (tis./ha)
SM	Vodou neovlivněná		4
	Vodou ovlivněná		3,5
MD	-		3
BO	Exponovaná, kyselá	Nižší polohy	9
		Střední polohy	8
	Vodou ovlivněná		8
BOC	-		7
DB, DBZ	-		8
BK	-		8
LP, JV, JS	-		6
OS, OL	-		4
BR, JR	-		6

Pozn.: Zkratky dřevin dle Přílohy č. 4 vyhl. č. 84/1996 Sb.

Doporučuje se jako nejvhodnější spon obdélníkovitý a zalesňování v řadách, které zaručuje přehlednost a kontrolu výsadeb, nepůsobí negativně na vzájemný růst dřevin a usnadňuje používání mechanizačních prostředků při zakládání i další péči o výsadby (Bažant 2010). Vzhledem k problematickému růstu kořenů (Kubát 2010, Pietrzykowski et al. 2019) je vhodné řady zakládat kolmo na směr převládajících větrů i u dřevin obvykle hluboko kořenících. Vzdálenost řad se navrhuje v rozpětí 1,4 až 0,6 m (pro sadbu i síji); rozestup rostlin v řadách vychází z počtu na hektar.

3.5.1.2 Výsev

Podle dostupných poznatků lze síji semen doporučit na antropogenních půdách zejména u dubu (všech druhů), javoru (všech druhů), břízy bradavičnaté a osiky. Dobrých výsledků bylo dosaženo při výsevu semene břízy a osiky v kompostovém

substrátu. U jedinců z přímého výsevu (ev. náletu) na antropozemích byla popsána přirozená architektonika kořenového systému (Bažant 2010).

3.5.2 Obnova přirozená

Obnova přirozenou cestou je v podmínkách výsypek jen minimální vzhledem k absenci dospělých stromů. Postupná sukcese dřevin je také omezována velkými výkyvy teplot a vlhkostních poměrů na povrchu složiště, nehledě k nedostatku živin (v případě překrytí výsypky vrstvou úrodnější zeminy je naopak limitujícím faktorem značný výskyt buřeně). Přirozenou obnovu lze očekávat v příznivých stanovištních podmínkách spíše na plochách po větším proředění nebo odtěžení první generace lesa. Pokud se na složištích vyskytnou přirozené nálety stromů a keřů dřevin, je třeba je chránit, neodstraňovat a využít jako indikátor stanovištních podmínek při dalším zalesňování (Mudrák et al. 2016). Rámcové stanovení minimálního podílu ploch ponechaných přirozené sukcesi se nedoporučuje (Řehoř et al. 2017).

4. Následná péče o porosty

4.1 Charakter stanoviště

Specifické stanovištní podmínky rekultivovaných pozemků významným způsobem ovlivňují zdravotní stav dřevin. Nepříznivé či ne zcela optimální půdní poměry, které se negativně projevují na dynamice růstu dřevin (Frouz et al. 2015) a statické stabilitě, bývají umocněny extrémními mikroklimatickými charakteristikami jednotlivých lokalit (vysýchavost, teplotní výkyvy). Za účelem zlepšení vlastností substrátu se doporučuje ponechávat vyžnutou buřeň jako mulčovací vrstvu biomasy v širším okolí sazenic pro omezení výparu z povrchu půdy a obohacení organickými zbytky. Rok po výsadbě je rovněž vhodné provést rozbory půdních vzorků a na jejich základě zvážit možnost dalšího přihnojování kultur (tzv. profylaktické, udržovací hnojení) (Minx et al. 2003, Novotný et al. 2020).

4.2 Ochrana

Poškození výsadeb zvěří může rozhodujícím nepříznivým způsobem ovlivnit celkový výsledek biologické rekultivace (Minx et al. 2003, Bažant et al. 2011, Šrámek et al. 2015). Odlehlost lokalit, nerušené a převážně slunné prostředí a dostatek potravy představuje atraktivní habitat pro řadu organismů (Lžičař et al. 2013); přestože může takto sloužit i jako útočiště ohrožených druhů a přispívat k lokální biodiverzitě (Prach et al. 2011, Řehounková et al. 2016), vysoká míra koncentrace zvěře zákonitě vyvolává velký rozsah poškození. Odolnější jsou pouze některé rychle rostoucí dřeviny s vysokou regenerační schopností (zejména břízy a osiky). Vzhledem k vysoké finanční náročnosti ochrany porostů před zvěří byly v minulosti časté výsadby pro zvěř neatraktivního smrku pichlavého *Picea pungens*, který ovšem není vhodnou dřevinou z hlediska tvorby souvislých porostů a musí představovat pouze přechodné stadium v procesu rekultivace (vytváření vhodných mikroklimatických podmínek pro následné podsadby hlavními dřevinami) (Vráblíková et al. 2010, Lžičař et al. 2013); pěstební zásahy nicméně mohou částečně zlepšit ekonomickou bilanci rekultivace díky využitelnosti tyčkovin na vánoční stromky.

4.3 Pěstební zásahy

Způsob výchovy je nutné podřídit cíli rekultivace, kdy se nepředpokládá produkce cenných sortimentů a zásahy směřují k podpoře vitality porostu. V prořezávkách i probírkách je navrhován pozitivní výběr (uvolňování jedinců nejlépe odrůstajících, v dobrém zdravotním stavu) (Jonáš 1981, Kubát 2010). Od zanedbaných, přeštíhlených a přehoustlých porostů nelze očekávat dlouhodobé plnění funkcí lesa (statická nestabilita, vysoká kompetice, houbové patogeny) (Dragoun 2016). Vytvořením příznivého mikroklimatu je rovněž podpořena plynulá dekompozice opadu (zlepšení půdních podmínek, zabránění hromadění surového humusu) (Lžičař et al. 2013). Vytěženou biomasu je vhodné po zpracování (nakrácení, štěpkování) ponechat na místě k obohacení půdního profilu (Minx et al. 2003, Šrámek et al. 2015), případně ji lze využít na dosud nezalesněných plochách pro zlepšení mikroklimatických podmínek stanoviště (krytí, zvýšení vodní kapacity) při výsadbě (ev. podpoře přirozené obnovy) (Oreja et al. 2020). Vzhledem k potenciálnímu výskytu houbových patogenů a možnosti vývoje a šíření z těchto dřevních zbytků je v souladu s principem předběžné opatrnosti doporučováno provádět štěpkování během zimního období (tj. mimo hlavní sezonu fruktifikace patogenu) na nejjemnější možnou frakci (Zahradník et al. 2014). V případě smrkových porostů a rizika napadení kloubnatkou smrkovou *Gemmamyces piceae* touto cestou je však (vzhledem k vývoji na živých pletivech a dominantně anemochorickému šíření) riziko infekce zanedbatelné (Šrámek et al. 2015).

U porostů určených ke zvyšování biodiverzity je vhodné zvolit spontánní sukcesi doplněnou lokálními disturbancemi (podpora pionýrských druhů); v takovém případě je vítané rekreační zatížení těchto lesů (Řehounková et al. 2016).

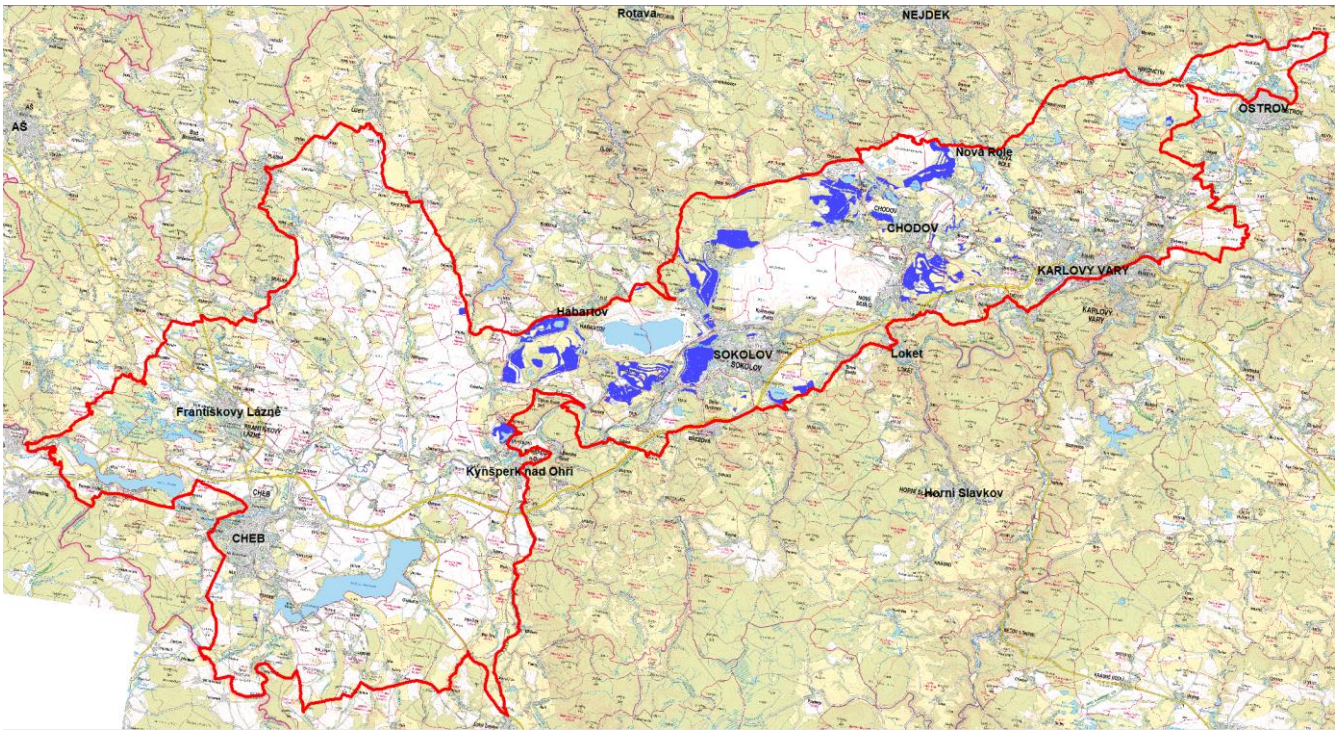
4.4 Rekonstrukce (přeměny, převody, přestavby)

Obecně lze předpokládat zkrácený životní cyklus dřevin v první generaci lesa (Minx et al. 2003). V případě plošně významného odumření rostlin je nutné přistoupit k rekonstrukci porostu pomocí druhů, které na konkrétním stanovišti prosperují. Pokud se na lokalitě vyskytují jedinci s dobrým zdravotním stavem, budou použiti jako základ nového porostu. V porostech přípravných dřevin na konci životnosti se doporučuje využití jejich příznivého ovlivnění růstového prostředí redukcí na 50 % (Kubát 2010) a provedením podsadeb či prosadeb (Jonáš 1981). Nová dřevinná skladba je volena z druhů cílové dřevinné skladby, v případě nutnosti dalšího upravení vlastností stanoviště je sadba provedena druhy tzv. přechodnými biomelioračními (mající za cíl usnadnění přeměn z technického, ekonomického, biologického hlediska – revitalizace a stabilizace narušených ekotopů) (Bažant 2010).

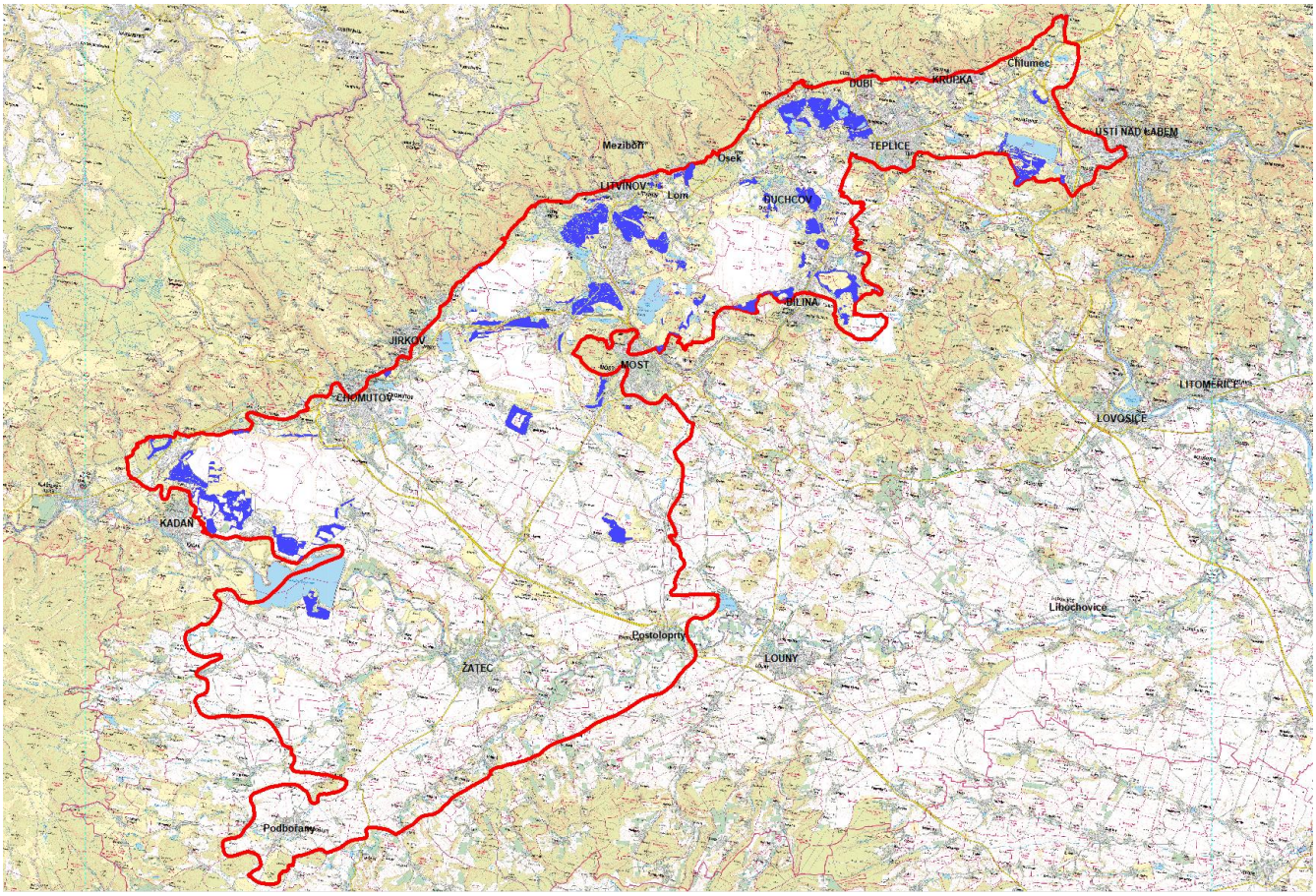
5. Lokalizace výsypek v PLO 2

Lesy na výsypkách představují 21 % lesa podoblasti 2a a 60 % lesa podoblasti 2b. Jejich současný výskyt je znázorněn v následujících přehledových mapkách modrou barvou. Jedná se o výběr ploch lesních typů s indexem „0“ (antropogenní půdy).

Podoblast 2a



Podoblast 2b



6. Použité zdroje

Baláš, M., Nárovcová, J., Nárovec, V., Kuneš, I., Burda, P., Machovič, I., Martinů, V., 2018. Postupy pro zalesňování degradovaných a rekultivovaných stanovišť s využitím poloodrostků a odrostků nové generace. Certifikovaná metodika (osvědčení č. 58576/2017-MZE-16222/M146). Lesnický průvodce 1. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. ISSN 0862-7657.

Bažant, V., 2010. Růstové vlastnosti dřevin na výsypkových stanovištích Mostecké pánve (Severočeské hnědouhelné pánve). Disertační práce. ČZU v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce doc. Ing. Martin Slávik, CSc.

Bažant, V., Janeček, V., 2011. Vliv klimatických faktorů na přírůsty dřevin výsypkových stanovišť Mostecké pánve. In: Salaš, P. (ed): Rostliny v podmínkách měnícího se klimatu. Lednice 20.–21. 10. 2011, Úroda, vědecká příloha, p. 716–725. ISSN 0139-6013.

Dimitrovský, K., Kunt, M., Vanc, O., 2017. Funkční potenciál lesa na antropogenních substrátech výsypkových stanovišť Sokolovska a Chomutovska. Zpravodaj Hnědé uhlí 4. ISSN 1213-1660.

Dragoun, L., 2016. Produkční a ekologický potenciál borových porostů na antropogenních půdách post-těžebních lokalit. Disertační práce. ČZU v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce doc. Ing. Ján Merganič, Ph.D.

Frouz, J., Dvorščík, P., Vávrová, A., Doušová, O., Kadochová, Š., Matějíček, L., 2015. Development of canopy cover and woody vegetation biomass on reclaimed and unreclaimed post-mining sites. Ecological Engineering 84, p. 233–239. ISSN 0925-8574.

Horodecki, P., Jagodziński, A. M., 2017. Tree species effects on litter decomposition in pure stands on afforested postmining sites. Forest Ecology and Management 406, p. 1–11. ISSN 0378-1127.

Jacobs, D. F., Oliet, J. A., Aronson, J., Bolte, A., Bullock, J. M., Donoso, P. J., Landhäusser, S. M., Madsen, P., Peng, S., Rey- Benayas, J. M., Weber, J. C., 2015. Restoring forests: What constitutes success in the twenty-first century? New Forests 46, p. 601–614. ISSN 0169-4286.

Jonáš, F., 1981. Ochrana půdy a rekultivace – část rekultivace. Praha: Vysoká škola zemědělská v Praze.

Jonáš, F., 1982. Cvičení z ochrany půdy a rekultivace (část rekultivace). Praha: Vysoká škola zemědělská v Praze.

Józefowska, A., Woś, B., Pietrzykowski, M., 2016. Tree species and soil substrate effects on soil biota during early soil forming stages at afforested mine sites. Applied Soil Ecology 102, p. 70–79. ISSN 0929-1393.

Kacálek, D., Mauer, O., Podrázský, V., Slodičák, M, Houšková, K., Špulák, O., Souček, J., Novák, J., Jurásek, A., Leugner, J., Dušek, D., 2017. Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o. ISBN 978-80-7458-102-1, 978-80-7417-148-2.

Kovář, P., Štibinger, J., Janeček, M., Čermák, P., Křovák, F., Kasl, M., Novotná, J., Vaššová, D., Hrabalíková, M., Pánková, E., 2011. Metodika optimalizace rekultivačních a sanačních postupů pro těžbou devastované krajinné celky s důrazem na ochranu vod a ekologickou stabilitu. Projekt MZe – NAZV QH 92091. Praha: ČZU.

Kubát, J., 2010. Vliv antropogenních substrátů výsypek na Sokolovsku na obnovu lesa. Disertační práce. ČZU v Praze. Fakulta lesnická a environmentální. Vedoucí práce prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Kupka, I., Dimitrovský, K., 2011. Výsledky testování vybraných dřevin pro lesnické rekultivace na Sokolovsku: Review. Zprávy lesnického výzkumu 56 (special), p. 52–56. ISSN 0322-9688.

Löf, M., Madsen, P., Metslaid, M., Witzell, J., Jacobs, D. F., 2019. Restoring forests: regeneration and ecosystem function for the future. New Forests 50, p. 139–151. ISSN 0169-4286.

Lžičař, J., Bartoň, R., Šidlák, M., 2013. Zařízení lesnické typologie na lesních majetcích Sokolovské uhelné společnosti (technická zpráva). Brandýs nad Labem: ÚHÚL. Interní dokument.

Macdonald, S. E., Landhäuser, S. M., Skousen, J., Franklin, J., Frouz, J., Hall, S., Jacobs, D. F., Quideau, S., 2015. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions. New Forests 46, p. 703–732. ISSN 0169-4286.

Mauer, O., Leugner, J., 2014. Péče a ochrana kultur po obnově lesa a zalesňování. Certifikovaná metodika (osvědčení 76179/2014-MZE-16222/M87). Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-154-3.

Melichar, J., Pavelčík, P., Kohlová, M. B., Frouz, J., Máca, V., Kaprová, K., Karel, J., 2019. Metodika pro hodnocení alternativních způsobů obnovy post-těžební krajiny. Výzkumný projekt TD03000249 Nové koncepční nástroje v plánování post-těžební krajiny: socioekonomické posouzení různých způsobů obnovy. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí, Univerzita Karlova (COŽP UK).

Minx, A., Haniš, J., Navrátil, P., Gabzdil, J., Jurásek, A., Soukup, F., Liška, J., Čermák, P., Mauer, O., Prášek, J., 2003. Metodika pro jednotný a optimální způsob zajištění biologických rekultivací složišť VEP ČEZ, a.s. Brandýs nad Labem: ÚHÚL. Interní dokument.

Mudrák, O., Doležal, J., Frouz, J., 2016. Initial species composition predicts the progress in the spontaneous succession on post-mining sites. Ecological Engineering 95, p. 665–670. ISSN 0925-8574.

Navarro-Cano, J. A., Goberna, M., Verdú, M., 2019. Using plant functional distances to select species for restoration of mining sites. Journal of Applied Ecology 56 (10), p. 2353–2362. ISSN 1365-2664.

Novotný, R., Valenta, J., Fadrhonsová, V., 2020. Použití nově vyvinutých hnojiv v lesních porostech. Certifikovaná metodika (aplikovaný výstup projektu TH02030785). Lesnický průvodce 4. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. ISSN 0862-7657.

Oreja, B., Goberna, M., Verdú, M., Navarro-Cano, J. A., 2020. Constructed pine log piles facilitate plant establishment in mining drylands. Journal of Environmental Management 271. ISSN 0301-4797.

Petříková, V., 2002. Zkušenosti s biologickou rekultivací pozemků po průmyslové devastaci. Biom.cz [online]. 2002-01-08 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z WWW: <https://biom.cz/czt/odborneclanky/zkusenosti-s-biologickou-rekultivaci-pozemku-po-prumyslove-devastaci>. ISSN: 1801-2655.

Pietrzykowski, M., Socha, J., van Doorn, N. S., 2015. Scots pine (Pinus sylvestris L.) site index in relation to physico-chemical and biological properties in reclaimed mine soils. New Forests 46, p. 247–266. ISSN 0169-4286.

Pietrzykowski, M., 2019. Tree species selection and reaction to mine soil reconstructed at reforested post-mine sites: Central and eastern European experiences. Ecological Engineering: X 3. ISSN 2590-2903.

Podrázský, V., Kunt, M., Dimitrovský, K., Vacek, S., Vacek, Z., Remeš, J., Pulkrab, K., 2019. Využití multifunkčního potenciálu rekultivačního lesnického arboreta Antonín – Sokolov. Závěrečná zpráva projektu GS LČR č. 13/2016. Praha: ČZU.

Prach, K., Řehounková, K., Řehounek, J., Konvalinková, P., 2011. Ecological restoration of central european mining sites: a summary of a multi-site analysis. Landscape Research 36 (2), p. 263–268. ISSN 0142-6397.

Pretzsch, H., 2013. Facilitation and Competition in Mixed-Species Forests Analyzed along an Ecological Gradient. Nova Acta Leopoldina NF 114 (391), p. 159–174. ISSN 0369-5034.

Routa, M., 2009. Ekonomická náročnost sanace a rekultivace v oblasti Sokolovska. Disertační práce. ČZU v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce prof. Ing. Karel Pulkrab, CSc.

Řehoř, M., Žižka, L., Novák, V., Schmidt, P., 2017. Příspěvek k diskusi o zakládání ploch ponechaných přirozené sukcesi v podmínkách mostecké pánve. Zpravodaj Hnědé uhlí 2. ISSN 1213-1660.

Řehoř, M., Vráblík, P., 2019. Rekultivace a sukcese na lokalitách Severočeských dolů a.s. Studia Oecologica 13 (1), p. 26–36. ISSN 1802–212X.

Řehoř, M., Schmidt, P., 2020. Aktuální pedologická problematika rekultivovaných lokalit oblasti Severočeských dolů a.s. Zpravodaj Hnědé uhlí 2. ISSN 1213-1660.

Řehounková, K., Čížek, L., Řehounek, J., Šebelíková, L., Tropek, R., Lencová, K., Bogusch, P., Marhoul, P., Máca, J., 2016. Additional disturbances as a beneficial tool for restoration of post-mining sites: a multi-taxa approach. Environmental Science and Pollution Research 23, p. 13745–13753. ISSN 0944-1344.

Smejkal, J., 2007. Typologické hodnocení antropogenně silně ovlivněných lokalit z pohledu typologického systému ÚHÚL. In: Neuhöferová, P. (ed.): Problematika lesnické typologie IX. Typologické hodnocení antropogenně ovlivněných lokalit. Kostelec nad Černými lesy: ČZU v Praze, p. 15–24. ISBN 978-80-213-1618-8.

Smejkal, J., 2012. Antropogenně ovlivněné lokality v typologickém systému ÚHÚL. Lesnická práce 91 (9), p. 14–15. ISSN 0322-9254.

Smolík, D., Dirner, V., 2006. Význam rekultivace jako proces obnovy narušené biosféry. In: Environmentální vzdělávání. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, p. 342-383. ISBN 80-248-1113-8.

Stanturf, J. A., Palik, B. J., Dumroese, R. K., 2014. Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. Forest Ecology and Management 331, p. 292–323. ISSN 0378-1127.

Šach, F., Černohous, V., 2015. Hydraulický lift buku pro smrk: potenciálně významný ekosystémový proces pro pěstování smrkových porostů v souvislosti s klimatickou změnou oteplování. Zprávy lesnického výzkumu 60 (1), p. 53–63. ISSN 0322-9688.

Šrámek, V., Balcar, V., Buriánek, V., Havránek, F., Jurásek, A., Liška, J., Novák, J., Slodičák, M., et al., 2015. Lesnické hospodaření v Krušných horách – Aktualizace studie. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.

Štýs, S., Bízková, R., Ritschelová, I., 2014 Proměny severozápadu. Praha: Český statistický úřad. ISBN 978-80-250-2556-7.

Tesař, V., 1994. Dřeviny hlavní. Dřeviny pomocné. Slovníkové heslo. In: Lesnický slovník naučný I. díl. Praha: MZe ČR, p. 152. ISBN 80-7084-111-7.

Treschevskaya, E., Tichonova, E., Golyadkina, I., Malinina, T., 2019. Soil development processes under different tree species at afforested post-mining sites. International Jubilee Scientific and Practical Conference "Innovative directions of development of the forestry complex" 4–5 October 2018, Voronezh, Russian Federation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 226, 012012.

Urban, J., Šarapatka, B., et al., 2003. Ekologické zemědělství. Praha: MŽP. ISBN 80-7212-274-6.

Vavříček, D., Kučera, A., 2017. Základy lesnického půdoznalství a výživy lesních dřevin. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-80-7458-103-8.

Vráblíková, J., Jureková, Z., Vráblík, P., 2010. Udržitelné hospodaření v krajině Podkrušnohoří. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně. ISBN 978-80-7414-322-9.

Zahradník, P., Holuša, J., Janauer, V., Jurásek, A., Kacálek, D., Novák, J., Pešková, V., Slodičák, M., Šrámek, V., Zahradníková, M., 2014. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-80-7458-057-4.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon), v platném znění

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění

Vyhláška č. 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin, v platném znění

Vyhláška č. 77/1996 Sb., o náležitostech žádosti o odnětí nebo omezení a podrobnostech o ochraně pozemků určených k plnění funkcí lesa, v platném znění

Vyhláška č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa

Vyhláška č. 298/2018 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů