

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Přírodovědecká fakulta**



**Vývoj a predikce krajinných změn třeboňských pískoven**

Diplomová práce

**Bc. Kateřina Pěchotová**

Vedoucí práce: RNDr. Martin Hais, Ph.D.

Konzultantka: RNDr. Klára Řehouňková, Ph.D.

České Budějovice 2012

Pěchotová, K. (2012): Vývoj a predikce krajinných změn třeboňských pískoven. [Development and prediction of land change of sand pits in Třeboňsko, Mgr. Thesis, in Czech] – 61 pp. Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice.

Annotation:

This thesis brings new information about development of five chosen sand pits in CHKO Třeboňsko. It represents future state of the sand pits with different rate of near-natural restoration used during the reclamation. The results are accompanied by comparison of surface temperature of each category of land cover.

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Bc. Kateřina Pěchotová

## Abstrakt:

Tato práce se zabývá sledováním změn krajinného krytu na území pěti pískoven v CHKO Třeboňsko. K tomuto účelu využívá dat land coveru sestavených z leteckých snímků z roku 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010. Tato data byla analyzována v prostředí ArcGIS. Dále práce predikuje budoucí stav těchto pěti lokalit ve třech variantách s různým podílem přirozené obnovy a porovnává jejich finanční náročnost. Při vypracovávání výše zmíněného bylo užito dokumentací těžebních společností, literatury a programu SUCCESS. Bylo zjištěno, že v dlouhodobém horizontu není z hlediska krajinného krytu významný rozdíl mezi technickou rekultivací s ponecháním 20% plochy přirozené obnově a přirozenou obnovou aplikovanou na celé ploše dobývacího prostoru. Nejnákladnější variantou je technická rekultivace. Závěrem práce popisuje vývoj zájmových pískoven s využitím satelitních snímků (Landsat 5) a porovnává termální projevy dílčích jednotek krajinného krytu v čase i prostoru.

This thesis deals with monitoring the development of land cover of five chosen sand pits in CHKO Třeboňsko. To examine the evolution of the area land cover data were compiled from aerial photographs from 1952, 1988, 1997, 2004 and 2010. These data were analyzed using geographical information system (ArcGIS). The another aim of this thesis is predict the future state of the sand-pits in three variants with different rate of near-natural restoration and compare the expensiveness of the three variants. For elaboration of the three variants was used the documentation from mining companies, literature and program SUCCESS. The results show that there is no significant difference in land cover between reclamation with 20% of area reserved for near – natural restoration and near-natural restoration used on whole mining area. The most expensive variant is the reclamation. Last this thesis describes the evolution of the chosen sand-pits using satellite data (Landsat 5) and compares the temporal variations in thermal patterns of each category of land cover.

Největší dík patří RNDr. Martinu Haisovi, PhD. za odborné vedení, vstřícný přístup a bezbřehou trpělivost. Dále bych ráda poděkovala své konzultantce RNDr. Kláře Řehounkové, PhD. za všechny rady a RNDr. Jiřímu Žaloudíkovi, CSc. za pomoc se získáním dat. Za ochotu při poskytování dat a cenné informace děkuji RNDr. Miroslavu Hátlemu, CSc. z CHKO Třeboňsko, Ing. Pavlu Klimešovi z Českomoravského šterku a.s., řediteli výrobní jednotky Třeboňsko Petru Pilátovi a Ing. Josefu Charouzkovi ze společnosti GET, s.r.o.

## **Osnova:**

1. Úvod	7
2. Shrnutí současných znalostí	8
2.1. O rekultivacích	8
2.1.1. Přístup k rekultivacím ve světě	8
2.1.2. Přístup k rekultivacím v České republice	9
2.1.3. Přírodě blízká obnova	11
2.2. Pískovny	12
2.3. Využití geoinformatiky pro hodnocení narušených území	15
3. Cíle a hypotézy studie	17
4. Metodika	18
4.1. Charakteristika území	18
4.1.1. DP Novosedly, DP Pístina a DP Stráž nad Nežárkou	19
4.1.2. DP Cep II	20
4.1.3. DP Krabonoš	21
4.2. Získání dat	22
4.3. Metody ke zpracování	23
4.3.1. Zpracování leteckých a satelitních dat	23
4.3.2. Predikce stavu vybraných třeboňských pískoven v roce 2032	25
4.3.3. Finanční náročnost variantních řešení	26
5. Výsledky	28
5.1. Vývoj krajinného krytu na vybraných třeboňských pískovnách	28
5.2. Predikce stavu vybraných třeboňských pískoven v roce 2032	30
5.2.1. Stráž nad Nežárkou	30
5.2.2. Pístina	31
5.2.3. Novosedly	34
5.2.4. Cep II	35
5.2.5. Krabonoš	37
5.3. Finanční náročnost variantních řešení s různým podílem přirozené obnovy	41
5.4. Termální projev různých jednotek krajinného krytu	42
6. Diskuse	46
6.1. Diskuse vývoje krajinného krytu na vybraných třeboňských pískovnách	46

6.2. Diskuse predikce stavu vybraných třeboňských pískoven v roce 2032 s různým podílem přirozené obnovy	47
6.3. Diskuse finanční náročnosti variantních řešení	49
6.4. Diskuse teplotní změny jednotek krajinného krytu v čase i prostoru	49
7. Závěr	52
8. Použitá literatura	53
9. Seznam příloh	61

## 1. Úvod:

Těžba písku a štěrkopísku má na Třeboňsku dlouholetou tradici a její vliv na krajinu je v dnešní době nepřehlédnutelný. Tento vliv nemusí být nutně negativní, neboť těžba může zvyšovat geodiverzitu krajiny (Řehouňková & Řehounek 2010) a může být příčinou vzniku nových stanovišť, která by se jinak dnes již na našem území nevyskytovala (Řehounek & Hátle 2010). Zákon však ukládá povinnost rekultivovat lokality po těžbě, a to dle předem stanoveného plánu. Ten ne vždy počítá s nově vzniklými podmínkami a může tak způsobit zničení spontánně vzniklých hodnotných lokalit. Touto problematikou se u nás nezabývá příliš mnoho autorů. Komplexnější informace nám poskytují práce Matějčka (2001), Řehouňkové (2007) a Řehouňkové a Pracha (2008). Jejich výsledky se promítají i do zásad využívaných při rekultivaci na území CHKO Třeboňsko (Hátle 2008). Výše zmíněné práce hodnotí rekultivace především z biologického hlediska, nikoli z hlediska finančního, které by ovšem mohlo být v praxi též dobře využito. Jako další parametr hodnocení vývoje pískoven by bylo vhodné použít i termálních dat, neboť těžbou dochází ke změně v prostorové distribuci solární energie.

Proto jsem jako cíle své práce stanovila následující:

**Cíl 1:** Popsat vývoj a změny krajinného krytu vybraných pískoven

**Cíl 2:** Navrhnout variantní řešení rekultivace s různým podílem přirozené obnovy a porovnat jejich finančních náročnost

**Cíl 3:** Vyhodnotit teplotní změny jednotek krajinného krytu v čase i prostoru

## 2. Shrnutí současných znalostí

### 2.1. O rekultivacích

Rekultivace (*reclamation*) znamená zahlazení následků předchozího využívání lokality (Harris et al. 1996). Jejím provedením získává území opět schopnost plnit základní ekologické funkce (Walker & Moral 2003), neboť je dekontaminováno a je zajištěna jeho geologická stabilita (Harris et al. 1996).

Ristovič et al (2010) rozděluje celý proces rekultivace (*reclamation*) do dvou částí. První fáze je technická rekultivace zahrnující úpravu terénu a navezení živné půdy. Druhá fáze autorem nazvaná biologická rekultivace představuje například lesnické či zemědělské využití nově vytvořeného území. Tyto dvě fáze jsou většinou spojovány do jednoho pojmu – technická rekultivace (*reclamation*). Vráblíková (2010) používá i termín fáze ekotechnická, jenž také dělí na rekultivaci technickou a biotechnickou.

Další pojem související s rekultivací území je *rehabilitation*. Pro rehabilitovaná území se nepředpokládá využití k účelům k jakým sloužily před degradací (Whisenant 1999, Walker & Moral 2003). Petříček (2002) uvádí, že rehabilitovaná území nedosahují takových hodnot jako území přírodní a nemusí se na nich vyskytovat ani druhy původní. Takovéto lokality neposkytují primárně žádné živiny, avšak po pohnojení může lokalita sloužit třeba jako sportovní hřiště, park atd. Tyto plochy nejsou schopné autoregulace (Harris et al. 1996)

Zcela odlišný je přístup obnovy (*restoration*), jenž trvá nejen na schopnosti autoregulace lokality, ale i na jejím plném fungování v rámci celého okolního ekosystému (Harris et al. 1996). Princip obnovy souvisí s biodiverzitou, ekologickými procesy a strukturami a s historickým kontextem (SER 2004).

#### 2.1.1. Přístup k rekultivacím ve světě

V různých státech Evropy lze pozorovat odlišné přístupy k rekultivaci poškozených území. Spolková republika Německo, má podobně jako Česká republika zakotveno ve svém horním zákoně povinnost zajištění opětovného využití těžného povrchu.



Podrobnější stanovení podmínek je dáno díky německému právu pro specifické oblasti pomocí regionálního plánování a plánování sanace těžby (Tošner 2007). Ve spolkové republice Německo je ponechán prostor i pro spontánní sukcesí (Tischew 1998).

I dánská úprava zákona obsažená v zákoně o surovinách z roku 2004 směřuje k opětovnému využití těžbou narušeného pozemku. Samotnou těžbu musí ovšem schválit zastupitelstvo obce, na jejímž katastrálním území je těžba plánována. Navíc si zastupitelstvo může klást podmínky, aby nedoházelo ke znečištění podzemních vod a negativním dopadům těžby (Tošner 2007). Technická rekultivace není v tomto případě jediným možným řešením, které je nutno provést. Dánská legislativa umožňuje provádět rekultivaci s ohledem na využití pro ochranu přírody.

Velká Británie byla jednou z prvních zemí, kdy se úprava lokalit po těžbě začala řešit. Dnes rekultivaci narušených území určuje směrnice o plánování minerálů, která mimo jiné říká, že při plánování rekultivace je třeba zohledňovat specifika daného místa, historii těžby a budoucí využití degradovaného území. Tímto využitím může být i účel ochrany přírody a krajiny (Tošner 2007).

Spojené státy americké od roku 1977 přenechaly podmínky těžby a následnou rekultivaci na jednotlivých státech. Pouze dokument *Federal surface mining* z téhož roku dává jakési minimum, které řeší nakládání s vytěženou půdou s ohledem na vegetaci a hydrologický režim (Harris et al. 1996).

Země bývalého Sovětského svazu byly ve své historii nuceny k vysoké průmyslové produkci a o vyčerpanou půdu se již stát dále nezajímal. Rekultivace tedy probíhaly bez ohledu na vegetaci či hydrologický režim (Harris et al. 1996). Nejčastěji prováděnou rekultivací byla rekultivace technická (Schulz & Wiegler 2000), která dle tehdejšího názoru byla jedinou možnou (Štýs a Braniš 1999). Dnes ve střední a východní Evropě stále ještě jednoznačně převažuje rekultivace technická (Strzys 1996).

### **2.1.2. Přístup k rekultivacím v České republice**

V České republice je rekultivace těžbou narušených území zakotvena v zákoně (zákon č. 44/1988 Sb). K účelu této sanace je třeba vytvářet určitou finanční rezervu, jejíž hodnotu

stanovuje plán sanace a rekultivace vycházející ze souhrnného plánu sanace a rekultivace (vyhláška č. 172/1992 Sb). Ten musí být vypracován těžební společností před započítím prací a obsahuje mimo jiné i rozsah území určeného k sanaci a návrh způsobu jejího provedení (vyhláška č.104/1998 Sb). Pokud se jedná o těžbu nevyhrazeného nerostu, kam patří také písky či štěrkopísky, je postup odlišný. Plán sanace a rekultivace se v takovém případě nepředkládá. Při povolování takové těžby je však nutné povolení báňského úřadu, k němuž se musí přiložit plán zajištění a likvidace důlních děl a lomů (zákon č. 61/1988 Sb.). Před vydáním rezerv je třeba vyjádření dotčené obce a výčet důlních škod, odhad nákladů na jejich sanaci a časový rozvrh vynakládání prostředků (Starý et al. 2008).

Velmi častým typem rekultivace je u nás rekultivace lesnická (Vráblíková 2010). K lesnické rekultivaci dochází nejčastěji na lokalitách, které byly před těžbou též zalesněné. Tento princip vychází z lesního zákona (zákon č.289/1995 Sb.), který ukládá povinnost dbát o zachování lesa. Lesnická rekultivace znamená v naprosté většině vysázení borových monokultur. Nevýhodou takovýchto monokultur je poměrně pomalý rozklad kyselého odpadu, který se hromadí a tím znemožňuje vznik bylinného patra (Matějček 2001). Tím vznikají biologicky málo rozmanité a chudé ekosystémy (Matějček 1999).

Jinou možností je rekultivace zemědělská. Rekultivace zemědělská znamená, že po ukončení těžařské činnosti je terén upraven tak, aby se jednalo o nejlepší řešení z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu a ostatních zákonem chráněných obecných zájmů. Postupuje se samozřejmě podle předem schváleného rekultivačního plánu, který se snaží o navrácení zasažené půdy zpět do zemědělského půdního fondu (zákon č. 334/1992 Sb).

Dalším u nás běžným typem rekultivace je zavodnění důlního díla a vznik různě velkých lomových jezer. Nejčastěji je samozřejmě hydrická rekultivace prováděna při těžbě pod úrovní podzemní vody, kdy odvodnění těžební jámy je prakticky nemožné nebo velmi nákladné. Zavodněnou plochu lze užít k rekreačním účelům, je však více než nezbytné upravit sklon svahů, aby nedocházelo k abrazi (Hátle 2008, Kavina 2004). Vzniklé vodní plochy jsou z hlediska finanční nenáročnosti optimálním řešením pro investora. Bohužel velká lomová jezera představují oproti krajině před těžbou určité ochuzení různorodosti (Matějček 2001).

Pokud na těžbou degradovaném území vznikne hodnotná lokalita a její zachování je v rozporu s plánem rekultivace, lze danou lokalitu registrovat jako významný krajinný prvek dle zákona o ochraně přírody (zákon č. 114/92 Sb.). Zničení či poškození může zabránit i vyhlášení přechodně chráněné plochy (Tošner 2008). Výše zmíněná opatření neusnadňují provádění změn rekultivačních plánů vzhledem k aktuálnímu stavu.

### 2.1.3. Přírodě blízká obnova

Přírodě blízká obnova, český ekvivalent anglickému *near – natural restoration* (Prach 2006), je jedním z odvětví ekologie (Walker et al. 2007), které se zabývá znovuoživením narušeného nebo zničeného ekosystému s cílem zlepšit produkční schopnosti a přírodní hodnoty daného území (Hobbs & Norton 1996). Jedná se o aktivní proces, který napomáhá poničené lokalitě způsobem pro ni vlastním (SER 2004), a snaží se tak zachovat klíčové či ohrožené druhy, které se na území nacházeli před degradací (Harris et al. 1996, Harris & van Diggelen 2006). Vyskytují se i případy, kdy degradace systému je natolik rozsáhlá, že klíčové druhy vymřeli (Gunn 1991). Na poškozených lokalitách se pak usazují nové často chráněné druhy, jímž pozměněné prostředí vyhovuje svými oligotrofními podmínkami (Prach 2010) a zvýšenou heterogenitou krajiny (Prach et al. 2010). Těžební prostory se proto často stávají chráněnými oblastmi (Chuman 2010). Mezi území, kde přírodě blízká obnova představuje lepší řešení než rekultivace technická, často spojována se zalesněním (Schuster & Hutník 1987, Holl & Cairns 1994), patří pískovny (Řehouňková 2007), kamenolomy (Ursic et al. 1997, Tropek et al. 2010), rašeliniště (Konvalinková 2010) nebo dokonce i odkaliště (Rauch et al. 2010). Dle závěrů vyvozených na odborném semináři „Obnova těžbou narušených území“ (2008) a dle legislativy MŽP ČR se doporučuje ponechat přirozené obnově 20% narušeného území, a to především při rekultivaci opuštěných lomů, pískoven či ploch o rozměrech desítek až stovek m<sup>3</sup>. Výsledek přirozené sukcese nemusí být tak snadno předvídatelný jako u rekultivace technické (Sklenička et al. 2002).

Jednou z možností aplikace přístupu přírodě blízké obnovy je spontánní sukcese. Spontánní sukcesí dělíme na primární, která se odehrává na nově vzniklém území a na sekundární, která probíhá na území, které bylo již osídleno a následně určitým způsobem poničeno (Clements 1916). Rychlost sukcese závisí na dostupnosti živin (Prach et al. 1993), na velikosti území a na jeho izolovanosti (Golley 1977). Okolí hraje na

začátku celého procesu důležitou roli (Prach & Pyšek 2000), čím je systém izolovanější tím bývá sukcese pomalejší. Vliv okolní vegetace klesá v průběhu času (Walker & del Moral 2003, Řehouňková 2007). Již od 70. let bylo ve Velké Británii provedeno mnoho prací dokazujících vysokou biodiverzitu opuštěných lomů (Usher 1979, Jefferson 1984). Možnost využít samovolnou sukcesi k rekultivaci území zmiňuje na příklad Luken (1990) či Prach (2006). Spontánní sukcese se tak stává rovnocennou alternativou k technické rekultivaci (Hadačová 2002).

Dalším z přístupů přírodě blízké obnovy je sukcese řízená (Tischew 1998). Jedná se o metodu, kdy spontánní sukcesi určitými zásahy usměrňujeme (Prach et al. 2001). Podle Skleničky et al. (2002) je většina rekultivací provedených v České republice vedena řízenou sukcesí, kdy se napřed upraví terén, naveze substrát a pak se provádí výsev, který se ponechá sukcesi. S tím, že dodaná energie proces urychlí. Tento postup je identický s postupem při technické rekultivaci. Jinak vnímá řízenou sukcesi Prach (2010). Ten naopak vidí v navezení substrátu nevýhodu pro konkurenčně slabé druhy a řízenou sukcesí vnímá jako management území, který tyto druhy podporuje, tzn. mýcení invazních druhů popř. navrácení sukcese do primárních stádií. Navíc technická rekultivace nemusí vždy znamenat urychlení procesu, neboť nezačne ihned po ukončení těžby na rozdíl od přirozené sukcese (Prach 2010).

## 2.2. Pískovny

Písky a štěrkopísky patří mezi tzv. nevyhrazené nerosty, jejichž ložiska jsou součástí pozemků (zákon č. 44/1988 Sb.). Ložiska písku či štěrkopísků se v České republice nachází převážně v nivách velkých řek. Mezi nejvýznamnější lokality tedy patří Polabí, moravské úvaly (Dyje, Morava) a jižní Čechy povodí Lužnice (Kotecký 2000). Množství vytěženého štěrku a písku v České republice se mezi léty 2008 a 2010 odhaduje na 1000 až 1900 miliónů tun ročně (U.S. Geological Survey 2010, 2011).

Rekultivace pískoven se liší dle způsobu těžby. Pokud těžba probíhá pod hladinou vody je rekultivací zavodnění těžebního díla. O sukcesních procesech v hlubších vodách zatopených pískoven není mnoho známo (Prach et al. 2008). V případě, že se ložisko nachází nad hladinou podzemní vody, je dnes běžně používanou rekultivací rekultivace

lesnická, tedy vysázení stejně starých jedinců většinou borovice lesní (*Pinus sylvestris*) v jednotném sponu (Matějček 1999, Řehouňková & Řehounek 2010). Druhou alternativou je rekultivace zemědělská, v nížinných oblastech se jedná převážně o převod na ornou půdu, ve výše položených spíše na pastviny a louky. Těžbou písku také vznikají nové tvary georeliéfu, a to konkávní, konvexní a rovinné. První dva typy představují zvýšení geodiverzity, rovinný typ naopak reliéf homogenizuje (Řehouňková & Řehounek 2010).

Pískovny a šterkopískovny mají vysoký skoro 100% potenciál pro obnovu spontánní sukcesí (Prach et al. 2010). Výsledek sukcese ovlivní výška podzemní vody (Řehouňková & Řehounek 2010). Na vlhkých stanovištích se dřeviny uchycují velmi rychle, v některých případech hned první rok (Prach et al. 2008), ovšem přílišná vlhkost či dokonce zaplavení oblasti není žádoucí a dřevinám nesvědčí. Obecné schéma spontánní sukcese na pískovnách je následující (tab.č.1). Během iniciačních stádií se na lokalitách pískoven nejčastěji uchycují trávy a jednoleté byliny, poté nastupují vytrvalé byliny, které přetrvávají i do dalších stádií sukcese. Nakonec se na lokalitách usazují keře a pak jako nejstarší stádium i stromy (Řehouňková 2007).

Vzrůstající vlhkost	suchá stanoviště	suchá stanoviště	vlhká stanoviště	mělce zaplavená stanoviště
Klimatický region	teplý a suchý	studený a vlhký	jakýkoli	
Nadmořská výška	nížiny	vrchoviny	jakýkoli	
Využití krajiny	zemědělské (orná) a urbánní	lesní a zemědělské (pastviny)	jakýkoli	
Iniciační stádía (1 - 3 roky)	<b>jednoleté byliny a trávy</b> ( <i>Conyza canadensis</i> , <i>Trifolium arvense</i> , <i>Digitaria ischaemum</i> , <i>Filago minima</i> a <i>Apera</i> )		jednoleté graminoidy	
Mladá stádía (4 - 10 let)	<b>první vytrvalé byliny a trávy</b> ( <i>Poa palustris</i> a <i>Agrostis capillaris</i> )		<b>první vytrvalé graminoidy, byliny a první keře</b> ( <i>Juncus effusus</i> , <i>Phalaris arundinaceae</i> )	<b>první vytrvalé graminoidy</b> ( <i>Glyceria fluitans</i> )
Středně stará stádía (11 - 25 let)	<b>vytrvalé trávy a byliny</b> ( <i>Festuca ovina</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Calamagrostis epigejos</i> a <i>Achillea millefolium</i> )	<b>vytrvalé trávy, byliny, první keře a stromy</b> ( <i>Festuca ovina</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Calamagrostis epigejos</i> , <i>Achillea millefolium</i> a <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Rubus</i> )	<b>vytrvalé graminoidy, byliny, keře a první stromy</b> ( <i>Carex brizoides</i> , <i>Poa palustris</i> , <i>Deschampsia cespitosa</i> a <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Rubus fruticosus</i> )	<b>vytrvalé graminoidy</b>
Pozdní stádía (26 - 40 let)	<b>vytrvalé trávy a první keře</b> ( <i>Betula pendula</i> a <i>Pinus silvestris</i> )	<b>stromy, vytrvalé trávy a byliny</b> ( <i>Betula pendula</i> a <i>Pinus silvestris</i> )	<b>keře a stromy</b> ( <i>Populus tremula</i> , <i>Salix caprea</i> , <i>Salix cinerea</i> a <i>Alnus glutinosa</i> )	<b>vytrvalé graminoidy</b>
Stará stádía (více jak 41 let)	<b>vytrvalé trávy a keře</b> ( <i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Securigera varia</i> , <i>Festuca vaginata</i> , <i>Festuca valensiaca</i> a <i>Prunus spinosa</i> , <i>Crateagus monogyna</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Prunus avium</i> <i>Robinia</i> )	<b>stromy</b> ( <i>Quercus robur</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> atd. a <i>Poa nemoralis</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> )	<b>stromy a keře</b> ( <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Salix purpurea</i> , <i>Salix viminalis</i> a <i>Carex acuta</i> , <i>Carex vesicaria</i> , <i>Scirpus sylvaticus</i> , <i>Typha latifolia</i> , <i>Phragmites australis</i> )	<b>vytrvalé graminoidy a porosty orobince</b>

**Tabulka č.1:** Obecné schéma spontánní sukcese na lokalitách pískoven ve dvou klimatických regionech České republiky (upraveno dle Řehouňková 2007).

Řehouňková (2007) dokázala, že podstatně více ovlivní přirozenou sukcesí na písčivých prázecích okolní vegetace než fyzikální a chemické vlastnosti půdy, jako je pH či dostupnost živin. Přítomnost okolních rostlinných druhů by tak usnadnila a urychlila celý proces přirozené obnovy a technická rekultivace by v takovýchto případech nebyla nutná. Někdy je třeba přirozené sukcesí pomoci, ať už úpravou terénu (Hátle 2008) či mýcením agresivních invazních druhů, na lokalitách písčoven nejčastěji akátu (Řehouňková & Řehounek 2010). Správa CHKO Třeboňska podporuje využití přírodě blízké obnovy při rekultivaci písčoven a tak stanovila základní zásady při postupu rekultivace z hlediska ochrany přírody. Jedná se o stanovení budoucího využití písčoven po rekultivaci, aby již samotné provedení rekultivace bylo účelné, dále je třeba evidovat cenné lokality zvláště po ukončení těžby či při jejím rozšíření. Po uzavírce lomu je třeba odstranit veškerá technická zařízení, jako jsou betonové plochy, stroje, budovy ale i skládky. Významnou roli hraje úprava terénu. Při zavodnění lomu je třeba upravit svahy a snažit se o snížení hloubky jezera, aby nedocházelo k sesuvům. Důraz je kladen především na členitost, výhodou jsou meandry pobřeží či ostrůvky. Též by měla být ponechána volná pláž jako prostor pro přirozenou sukcesí. Ta by měla být aplikována na místech, kde je technická rekultivace nevhodná. Při lesnické rekultivaci by měl být brán zřetel na původní druhy (Hátle 2008).

Na lokalitách písčoven a štěrkopísčoven panují mnohdy extrémní podmínky, jakými mohou být na příklad sucho či nižší obsah živin (Henenberg 2001). Tyto vlastnosti písčoven nejsou nevýhodou při využití přirozené obnovy, jak uvádí Sklenička et. al. 2002, ale mohou být velmi užitečné, neboť mohou poskytnout útočiště na příklad konkurenčně slabým druhům (Prach 2010, Konvička 2012). Také druhy, jejichž stanoviště jsou v dnešní antropogenní krajině vzácná, nacházejí na území písčoven náhradní lokality (Řehounek & Hátle 2010). Písčovny tak nabízejí útočiště rostlinám vázaných na písčiny a oligotrofní mokřady (Ryšavá 2001), vzácným houbám či vážkám. Dolný a Krupíková (2004) poukazují, že v biotopech s vlastnostmi písčoven se může vyskytovat až 53% druhů vážek vyskytujících se na území České republiky. Kolmé stěny písčoven představují významná a prakticky dnes jediná stanoviště pro břehule říční (*Riparia riparia*), které dříve hnízdily v norách po stržených březích řek. Po regulaci většiny toků, však takovéto lokality zanikly. Polovina lokalit výskytu ropuchy krátkonohé (*Epidalea calamita*) se nachází právě v písčivých (Řehouňková & Řehounek 2010). Zde zmíněné druhy jsou pouze malým vzorkem druhové bohatosti písčoven.

Zdařilou ukázkou řízené sukcese je rekultivace pískovny u Dračice, kde se při údržbě volných ploch s písčitém substrátem potlačuje sukcese dřevin za účelem udržení obnažených písčitých ploch (<http://www.calla.cz/piskovny/praxe-dacice.php>). Další rekultivací, kde byl využit princip přirozené i řízené sukcese, je pískovna Vlkov u Veselí nad Lužnicí. Zde zaměřili aktualizovaný rekultivační plán nejen na těžbu surovin a rekreaci, ale právě i na ochranu přírody a krajiny ([http://www.heidelbergcement.com/cz/cs/country/udrzitelny\\_rozvoj/rekultivace.htm](http://www.heidelbergcement.com/cz/cs/country/udrzitelny_rozvoj/rekultivace.htm)). V biocentru Cep o rozloze 6 ha, které bylo ponecháno spontánní sukcesí, byl namodelován povrch pro cílové organismy. Nachází se zde tůňky pro obojživelníky, ale i kolmé stěny pro břehule říční (*Riparia riparia*), písčiny i mokřady pro vegetaci otevřených písčitých málo úživných ploch (<http://www.calla.cz/piskovny/praxe-lesy-cep.php>).

### 2.3. Využití geoinformatiky pro hodnocení narušených území

Burrough (1986) definuje GIS (geografické informační systémy) jako výsledek paralelního vývoje mnoha disciplín zabývajících se zpracováním prostorových dat. Slouží především k analýze prostorových dat, k sběru, uchování, transformaci a zobrazení údajů reálného světa pro rozličné účely, na příklad katastrální či kartografické mapování, tematickou kartografií, dálkový průzkum země atd.

GIS lze využít i k mapování, plánování a modelování současného stavu krajiny i k rekonstrukci jejího vývoje v minulosti (Matějka 2009). Využívání krajiny v čase tak díky historickým mapám i leteckým snímkům sledoval Petit & Lambin (2002), Kodratyev et al. (1996) či Lipský (1995). GIS mohou být užitečné i při predikci budoucího stavu nejrůznějších ekosystémů (Matějka 2009, Šrédli 2005). Predikce dalšího vývoje území byla prováděna na příklad Markatosem et al. (2007) na řeckých černouhelných výsypkách či Hickeyem & Jankowskim (1997) v Butte - Montana při řešení toxicity tavných hutí. Santo & Sancheš (2002) vyhodnocovali proměnu zemského pokryvu dobývacího prostoru na těžbu písku v Paraíba - Brazílie během let 1962, 1986/88 a 1997/1998. Tato práce ukázala, že data v podobě leteckých snímků jsou efektivními nástroji na zjištění změn kategorií „land cover“ v těžebních prostorách. Výsledky poukázaly na výrazné zmenšení ploch travnatých porostů, které celému území dominovaly. Naopak s časem se zvětšovala celková plocha lesa a celková vodní plocha, a to především v důsledku zaplavení prostor

po těžbě. Dále se svou rozlohu zvětšovaly urbanistické lokality a samozřejmě samotný dobývací prostor (Santo & Sánchez 2002). Stav území před a po revitalizaci zaznamenala i Prokopová (2010). V prostředí GIS byly určeny také lokality vhodné k rekultivaci přístavu New York – New Jersey, kde se nalézají mokřady hodné ochrany (Kunert 2005).

Využití GIS spolu s dálkovým průzkumem Země může být užitečným nástrojem k hodnocení krajiny (Vinciková et al. 2010). Jednou z mnoha důležitých informací pro kontrolu fyzikálních, chemických i biologických procesů, které nám poskytují satelitní snímky, je teplota zemského povrchu (Li & Becker 1993). Termální kanál satelitních snímků použil Hais et al. (2005) ve své práci o změnách rovnováhy energie v hnědouhelné pánvi na místě bývalého Komořanského jezera. Výsledky přinesly mimo jiné zjištění, že nejvyšší teploty lze naměřit v zastavěných lokalitách, avšak ještě o něco vyšší hodnoty byly naměřeny v otevřených prostorách těžby. Nejnižší hodnoty pak vykazovala vodní plocha. Nízké hodnoty teplot poukazují i na vysokou míru evapotranspirace (Brom et al. 2012). Pokorný (2001) dospěl k podobnému závěru, a to že lokality bez vegetace snadno podléhají přehřívání, které má za následek větší odnos materiálu z vysušených míst a vytváří nepříznivé podmínky pro znovu uchycení vegetace (Pražák et al. 1994). Naproti tomu místa pokrytá rostlinstvem jsou charakteristická přeměnou slunečního záření na latentní teplo pomocí procesu evapotranspirace a vytváří tak daleko příznivější klima bez výrazných extrémů (Ripl et al. 1996), což značí správně fungující ekosystém (Ripl 2003, Hayden 1998).



### **3. Cíle a hypotézy studie**

**Cíl 1:** Popsat vývoj a změny krajinného krytu vybraných pískoven

**Cíl 2:** Navrhnout variantní řešení rekultivace s různým podílem přirozené obnovy a porovnat jejich finančních náročnost

**Hypotéza 2:** Standardní postupy rekultivace jsou finančně náročnější, v dlouhodobém horizontu je výsledek standardních přístupů a spontánní sukcese z hlediska krajinného krytu srovnatelný

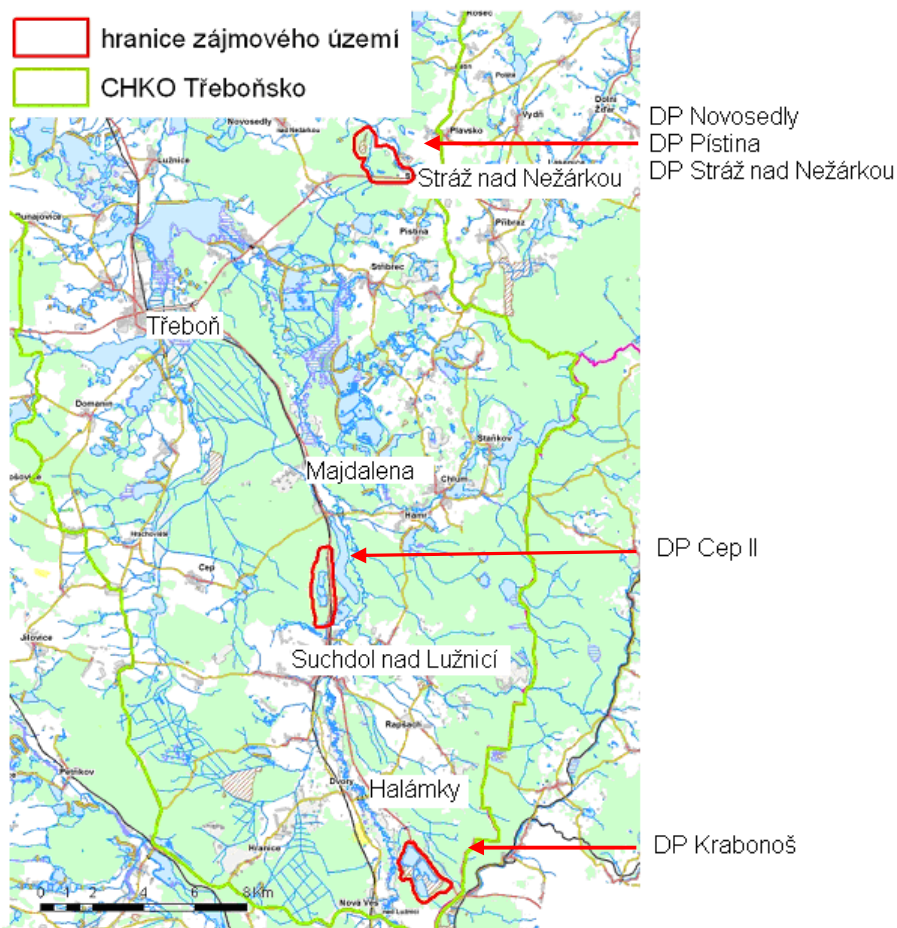
**Cíl 3:** Vyhodnotit teplotní změny jednotek krajinného krytu v čase i prostoru

**Hypotéza 3:** Jednotky krajinného krytu se liší v teplotním projevu, tento odpovídá jejich změnám v čase

## 4. Metodika

### 4.1. Charakteristika území

Zájmové území se rozkládá v CHKO Třeboňsko mezi městy Veselí nad Lužnicí, Jindřichův Hradec a České Velenice (mapa č. 1).



**Mapa č.1:** Znáznornění zájmových území v CHKO Třeboňsko

Pro účely této práce jsem si vybrala pět pískoven. Jedná se o dobývací prostor (dále jen DP) Cep II poblíž Suchdolu na Lužnici, o DP Krabonoš mezi obcí Halámky a Českými Velenicemi a o soustavu tří dobývacích prostorů u Stráži nad Nežárkou. Důvodem k výběru těchto lokality bylo, že všechny jsou těženy velkoplošně významnými těžařskými společnostmi (Českomoravský šterk a.s., LB minerals s.r.o.) a zahrnují dobývací prostory těžené suchou cestou i dobývací prostory těžené pod úrovní podzemní vody. Dále se vybraná území nachází v různých stádiích těžby (viz. obr.č. 1), což umožnilo porovnání

predikovaných variant pro různě staré lokality. Všechny vybrané lokality leží v mírně teplé a velmi vlhké klimatické oblasti MT 4 se srážkovým úhrnem 600 - 750 mm/rok (Quitt 1971).



**Obrázek č.1:** Časová osa znázorňující dobu trvání těžby na jednotlivých dobývacích prostorech

#### 4.1.1. DP Novosedly, DP Pístina a DP Stráž nad Nežárkou

Na území DP Novosedly a DP Pístina se nyní nachází technická rekultivace borovicí lesní (*Pinus sylvestris*). Ta dominuje i v okolí. Místy lze vidět duby (*Quercus robur*, *Q. petraea*), břízu bělokorou (*Betula pendula*), krušinu olšovou (*Frangula alnus*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) či bez černý (*Sambucus nigra*). V jižní části lesa je přimíšen smrk ztepilý (*Picea abies*). V podrostu lze nejčastěji nalézt keříčky brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinky (*Vaccinium vitis-idaea*), vřesu obecného (*Calluna vulgaris*), místy převažuje metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*). V bylinném patře se objevuje netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), vrbovka úzkolistá (*Epilobium angustifolium*). Při lesním okraji nebo na cestách se nachází jestřábník chlupáček (*Hieracium pilosella*), ostřice (*Carex sp.*), bika ladní (*Luzula campestris*), osívka jarní (*Erophila verna*), huseníček rolní (*Arabidopsis thaliana*) a šťovík (*Rumex sp.*) (Vorlová 2007). DP Stráž nad Nežárkou se z větší části nachází na půdě, jež byla obhospodářována coby pole. Potenciální vegetaci tvoří doubravy místy s mokřadními olšinami či doubravy bikové (Bělohávek 2005).

Na zájmovém území převládají živočišné druhy běžně se vyskytující v širokém okolí, z kriticky ohrožených byl sledován netopýr velký (*Myotis myotis*), ze silně ohrožených ropucha zelená (*Bufo viridis*), blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), ještěrka obecná (*Lacerta agilis*), slepýš křehký (*Anguis fragilis*), křepelka polní (*Coturnix coturnix*), netopýr ušatý/dlouhouchý (*Plecotus auritus/austriacus*) a netopýr rezavý (*Nictaus noctula*). Z ohrožených druhů pak byly sledovány koroptev polní (*Perdix perdix*)

a následující bezobratlí: střevlík polní (*Carabus arvensis*), svižník (*Cicindella sp.*), čmelák (*Bombus sp.*) a mravenec luční (*Formica truncorum*) (Bartonička 2007).

#### 4.1.2. DP Cep II

Území má zcela rovinatý ráz s minimálním relativním převýšením. Na lokalitách nedotčených těžbou se nachází převážně borový les s podrostem brusnice brusinky (*Vaccinium vitis-idaea*), brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*), vřesu obecného (*Calluna vulgaris*) a hasivky orličí (*Pteridium aquilinum*). Z ostatních dřevin je též hojný smrk ztepilý (*Picea abies*) a bříza bělokorá (*Betula pendula*), méně často se zde vyskytuje vrba jíva (*Salix caprea*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), topol osika (*Populus tremula*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*) a jedle bělokorá (*Abies alba*). Z bylin lze nalézt nejčastěji biku (*Luzula pilosa*, *L. luzoloides*), bezkoleneček rákosovitý (*Molinia arundinaceae*), třtina rákosovitá (*Calamagrostis villosa*) a pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*). Na opuštěných a neosázených březích jezera vzniklého těžbou se spontánně uchycují vrby (*Salix sp.*), z bylin hojně sítiny (*Juncus bufonius*, *J. effus*), psárka kolénkatá (*Alopecurus geniculatus*) a druhy vegetací vysokých ostríc či rákosin (Vlachová et al. 2005). Z biogeografického hlediska se jedná o lokalitu s převažujícími mokřadními společenstvy. Potenciální vegetaci tvoří acidofilní doubravy, bory, olšiny a rašeliniště (Bělohlávek 2005).

Z fauny se zde vyskytují běžní zástupci různých živočišných říší, a to i různého stupně ohrožení. Těžbou byly dotčeny následující živočichové: ropucha obecná (*Bufo bufo*), skokan štíhlý (*Rana dalmatina*), čolek obecný (*Triturus vulgaris*), ještěrka obecná (*Lacerta agilis*), ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*), užovka obojková (*Natrix natrix*) a slepýš křehký (*Anguis fragilis*). Z bezobratlých se těžbou narušily populace svižníka lesomil (*Cicindela sylvicola*), svižníka polního (*Cicindela campestris campestris*) a mravenců (*Formica sanguinea* a *F. cunicularia*). Břehule říční je jediný druh, jehož populace je úzce vázána přímo na písčité stěny v území dobývacího prostoru (Daďourek et al. 2005).

### 4.1.3. DP Krabonoš

Na místech nezasažených těžbou tvoří dominantní porost borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Pouze místy lze nalézt jiné dřeviny jako duby (*Quercus petraea*, *Q. robur*), břízu bílou (*Betula pendula*), smrk ztepilý (*Picea abies*). V severovýchodní části zájmového území byl do porostu přimíšen dub červený (*Quercus rubra*). Z velké části jednotvárně působí i podrost, kde dominuje brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a vřes obecný (*Calluna vulgaris*). Tyto keřky doplňuje brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) ojediněle ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus*). Ve východní části v blízkosti přeshraniční komunikace začíná v podrostu expandovat hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*). Na drobných pasekách, průsecích, při cestách nebo jiných světlinách nalezneme druhy běžné pro paseky jako třtinu křovištní (*Calamagrostis epigejos*), metličku křivolakou (*Avenella flexuosa*) nebo druhy světlejších lesů a písčín jako je jestřábník chlupáček (*Hieracium pilosella*) a kostřavu vláskovitou (*Festuca filiformis*). V drobných terénních depresích na pasekách či při cestách rostou sítiny (*Juncus tenuis*, *J. effusus*) (Vorlová 2005). Ve vodách jižního jezera je porost rákosu obecného (*Phragmites australis*). Z biogeografického hlediska se jedná o lokalitu s převažujícími mokřadními společenstvy. Potenciální vegetaci tvoří acidofilní doubravy, bory, olšiny a rašeliniště (Bělohlávek 2005).

Na zájmovém území převládají živočišné druhy běžně se vyskytující v širokém okolí plochy. Výjimkou by mohl být silně ohrožený lelek lesní (*Caprimulgus europaeus*), kterému by pro hnízdění vyhovovaly mozaiky pasek a mladých borových výsadeb. Jeho výskyt však nebyl potvrzen. Ze zvláště chráněných druhů obojživelníků a plazů lze očekávat výskyt ropuchy obecné (*Bufo bufo*) a ještěrky obecné (*Lacerta agilis*) (Vojar a Šálek 2005).

## 4.2. Získání dat

Pro digitalizaci land cover kategorií dle leteckých snímků z 50. let jsem použila wms službu geoportálu cenia:

[http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia\\_rt\\_ortofotomapa\\_historicka/mapserver/WMSServer?](http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia_rt_ortofotomapa_historicka/mapserver/WMSServer?)

Letecké snímky (černobílé) v papírové podobě z roku 1988 a 1997 jsem naskenované získala od CHKO Třeboňsko.

Letecké snímky z roku 2004: Zdrojová data: letecké snímky – Gefos a.s., Praha (České Budějovice), ortofotomapy: © GEFOS (letecké snímky 2004). Vlastníkem těchto dat je Biologické centrum AV ČR, v.v.i. (Hydrobiologický ústav), České Budějovice.

Pro digitalizaci land cover kategorií dle leteckých snímků z roku 2010 jsem použila wms službu geoportálu ČUZK:

[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(5zyjjh3zt1zgj45radnbz45\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba&head\\_tab=sekce-03-gp&menu=3118](http://geoportal.cuzk.cz/(S(5zyjjh3zt1zgj45radnbz45))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba&head_tab=sekce-03-gp&menu=3118)

Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) – polohopis – Český úřad katastrální a zeměměřický, Praha.

Družicové snímky jsem získala na stránkách U. S. Geological survey:

USGS 2012: Global Visualization Viewer: <http://glovis.usgs.gov/>

## 4.3. Metody ke zpracování

### 4.3.1. Zpracování leteckých a satelitních dat

Letecké snímky z let 1988 a 1997 byly oskenovány a převedeny do formátu tif. pomocí programu Adobe photoshop. Snímky z let 1988 a 1997 byly georeferencovány v programu ArcGIS (ESRI 1994). Bylo vybráno 12 - 15 dobře definovaných pozemních bodů (křižovatky silnic, rohy budov, solitérní stromy atd.), které byly vztaženy k snímkům z roku 2004, které jsem obdržela již georeferencované. U snímků z let 1988, 1997 a 2004 byl zadefinován souřadnicový systém S-JTSK.

Hranice jednotlivých dobývacích prostorů jsem získala jako nákresy ve formátu pdf. přímo od těžebních společností. Pomocí programu Adobe photoshop jsem je převedla do formátu tif. a v programu ArcGIS georeferencovala k referenčním snímkům z roku 2004. Poté jsem hranice digitalizovala.

Vektorová data ZABAGED (23-33-18, 23-33-19, 33-11-14, 33-11-19, 33-13-05) a letecké snímky z roku 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010 jsem použila jako pozadí pro digitalizaci důležitých charakteristik zájmového území vytýčeného hranicemi dobývacích prostorů v programu ArcGIS. Jednalo se o sedm land cover kategorií:

***Lesní porost*** – zahrnuje veškerý porost se stromy, bez ohledu na jejich stáří, vyjma porostu v urbánních lokalitách (hřbitov)

***Travnatý porost*** – zahrnuje louky, pastviny a lesní paseky

***Orná půda*** – zahrnuje plochy polí

***Holá plocha*** – zahrnuje místa těžby, písčité pláže či jinou půdu bez vegetace

***Vodní plocha*** – zahrnuje řeky, rybníky, jezera a tůně

***Areál účelové zástavby*** – zahrnuje hřbitov, skládku a areál dětského letního tábora

***Budova*** – zahrnuje budovy pro těžební účely a soukromé budovy

Kategorie areál účelové zástavby a budova lze klasifikovat jako urbánní plochy. Digitalizace byla prováděna dle hranic dobývacích prostorů s obalovou zónou 100 m z důvodu využití většího území při analýze povrchových teplot. Po ukončení digitalizace jsem provedla kontrolu své práce pomocí topologických pravidel – „must not overlap“, „must not have gaps“ pro všechny land cover kategorie.

Pro získání údajů o rozloze dílčích kategorií pro jednotlivé pískovny jsem pomocí nástroje „clip“ v programu ArcGIS ořízla digitalizované plochy dle hranic jednotlivých pískoven. Tímto vzniklo pro každou pískovnu sedm tříd land cover u nichž v atributové tabulce byla uvedena rozloha. Databáze a tvorba grafů byla provedena pomocí programu Excel.

Všechny mnou použité satelitní snímky byly pořízeny družicí Landsat 5 a byly vybrány s ohledem na jejich kvalitu, množství oblačnosti v zájmovém území a roky pořízení snímků leteckých užitých pro digitalizaci (viz výše). Těmto kritériím vyhovovaly snímky z let 1986, 1994, 2003 a 2009. Pro vyloučení vlivu výrazných fenologických odlišností jsem použila družicové scény pouze v rozmezí června až července. Zdrojová data měla rozlišení 30 x 30 m, což vzhledem k pořizovací družici Landsat 5 značí, že data byla převzorkována z původního prostorového rozlišení 120 x 120 m.

Kontrola prostorového rozlišení byla provedena v programu ArcGIS. V programu Geomatica (Geomatica Algorithm Reference 2003) byly pořízeny výřezy zájmového území. Dále jsem v tomto programu pracovala s 6. kanálem, který obsahuje data z dlouhovlnného infračerveného záření, a které lze přepočítat podle Stephan Boltzmannova vztahu na teploty zemského povrchu:

$$I = \sigma T^4$$

kde  $I$  = celková intenzita záření [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ]

$\sigma$  = Stephan Boltzmannova konstanta ( $5,670400 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ )

$T$  = termodynamická teplota (K)

Získala jsem tak rastr, jehož hodnoty buněk odpovídaly teplotám povrchu. Snímky jsem si převedla do formátu tif. V programu ArcGIS jsem funkcí „extract by rectangle“ vyextrahovala ze všech satelitních snímků stejný čtverec území, který zahrnoval všechny mé lokality. Poté jsem v programu Geomatica provedla standardizaci dat za účelem vyloučení vlivu rozdílných teplot při odlišné radiaci v době snímání.



Standardizace byla vypočtena podle vztahu:

$$x' = \frac{x - \bar{x}}{Sx}$$

kde  $x$  = původní hodnoty teplot

$Sx$  = směrodatná odchylka

$\bar{x}$  = průměrné hodnoty teplot

$x'$  = standardizované hodnoty

Pomocí nástroje „conversion raster to point“ jsem vytvořila bodový soubor, jehož každý jeden bod představoval hodnotu jedné buňky rastru, ze kterého byl vytvořen. Tento bod ležel vždy uprostřed buňky. Body tedy nesly informaci o termální odezvě povrchu. Dále jsem použila „select by location“ a exportovala body, které náležejí přímo do mého zájmového území. Pomocí funkce „spatial join“ jsem spojila bodový soubor pro zájmová území s polygonovým souborem, který určoval kategorie krajinného krytu. U každého bodu jsem tedy znala jeho hodnotu termální odezvy a do jaké land cover kategorie patří. Pro sledování termální odezvy jednotlivých kategorií land cover jsem měla v každém roce 8 312 bodů, do této analýzy nebyly zahrnuty kategorie budova a areál účelové zástavby. Jedná se o urbánní plochy, které nevypovídají o přírodních podmínkách na lokalitě. Pro pozorování změny teplot lesního porostu jsem vybrala lokalitu, kde probíhala lesnická rekultivace a bylo tak zaručeno stejné stáří jedinců. Aby byl počet bodů co nejvyšší vybrala jsem DP Pístina s dominantní lesnickou rekultivací. Z tohoto důvodu jsem do analýzy nezahrnula rok 1986, kdy nebyla pískovna ještě těžena. Pro pozorování změny teplot lesního porostu jsem získala 38 bodů a pro pozorování změny teplot v závislosti na změně krajinného krytu jsem pro první lokalitu se sledem jednotek les-les-těžba-voda získala 4 body a pro lokalitu se sledem les-těžba-les-les 9 bodů.

Termální data pro jednotlivé jednotky jsem statisticky srovnala v programu Statistika (Beranová 2008). Abych zjistila, zda je signifikantní rozdíl v termální odezvě mezi dílčími kategoriemi land cover v jednotlivých letech měření použila jsem neparametrický Kruskal-Wallisův test, neboť nelze předpokládat normální rozložení, vzhledem k nezávislým proměnným, které představují kategorie land coveru.  $H(0)$ : mediány ve všech skupinách v jednom roce se rovnají.

#### **4.3.2. Predikce stavu vybraných třeboňských pískoven v roce 2032**

Predikce stavu pískoven v roce 2032 dle rekultivačního plánu byla provedena za pomoci souhrnných plánů sanace a rekultivace (dále jen SPSR), které mi poskytly těžební společnosti. Predikci vývoje vegetace lokalit, která jsou v SPSR určena pro spontánní sukcesí, jsem predikovala pomocí programu SUCCESS a literatury (Řehouňková 2007).

Predikce stavu pískoven v roce 2032 v případě, že by bylo ponecháno 20% rozlohy přirozené obnově, byla provedena pouze pro DP Novosedly a DP Pístina. Neboť SPSR DP Stráž nad Nežárkou, DP Cep II a DP Krabonoš byly vypracovávány s ohledem na ochranu přírody a ve spolupráci s CHKO Třeboňsko, a tudíž jimi navrhované řešení obsahuje vždy min. 20% pro přirozenou obnovu. Jedná se především o litorální pásmo a břehové partie. Dále v těchto souhrnných plánech sanace a rekultivace ponechávají část závěrných svahů spontánní sukcesí. K predikci stavu DP Novosedly a DP Pístina s využitím 20% plochy pro přirozenou obnovu jsem využila materiálů, které mi byly poskytnuty těžebními společnostmi o charakteristice území, programu SUCCESS a literatury (Řehouňková 2007). Dále jsem se inspirovala SPSR pro DP Stráž nad Nežárkou, DP Cep II a DP Krabonoš.

K tomu, jakby lokality vypadaly v roce 2032 ponechané přirozenému vývoji, jsem využila dokumentací od těžebních společností, které mi poskytly cenné informace o roce opuštění lokality. Toto mi pomohlo ke zjištění stáří vegetace a mohla jsem tak odhadnout její vývoj za využití programu SUCCESS a literatury (Řehouňková 2007).

#### **4.3.3. Finanční náročnost variantních řešení**

Pro zjištění finančních náročností rekultivace pískoven dle rekultivačního plánu jsem využila informací přímo od těžebních společností, které čerpaly především z katalogu orientačních cen stavebních prací – Porings s.r.o. K dispozici jsem měla finanční rozpočet všech vybraných dobývacích prostorů krom DP Pístina. Odhad finančních nákladů vynaložených na rekultivaci této pískovny dle SPSR jsem provedla přímou úměrou financí a rozlohy rekultivace DP Novosedly, rekultivovaného stejným způsobem a ve stejnou dobu jako DP Pístina.

Odhad finanční náročnosti DP Novosedly byl vytvořen v roce 1988, a tudíž bylo třeba přepočítat tehdejší měnu na současnou. Toto jsem provedla pomocí porovnání inflací od roku 1988 do roku 2010. Ceny byly přepočteny dle vzorce:

$$P_n = P \cdot \prod_{i=1}^n \frac{1+T_i}{100}$$

kde P = cena v počátečním roce

$T_i$  = inflace v roce i, pro i = 1...n roky

$P_n$  = cena v roce n

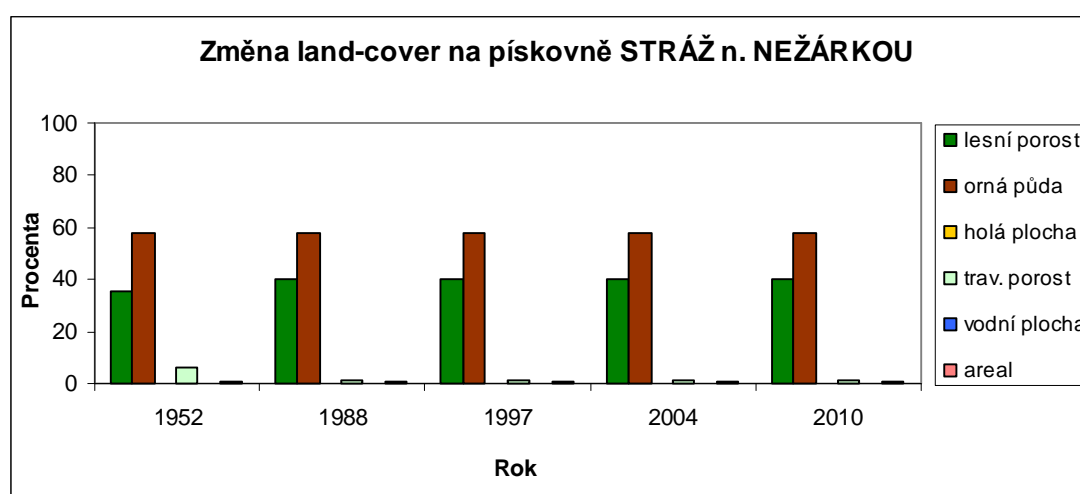
Informace o hodnotě inflace v jednotlivých letech jsem získala od Českého statistického úřadu ([http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mira\\_inflace](http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mira_inflace)). Podobnou transformaci jsem provedla i u DP Stráž nad Nežárkou, jehož finanční odhad byl z roku 2006 a u DP Cep II kde finanční náročnost byla počítána v roce 2008. Všechny finance tak byly srovnatelné.

Pro odhad finanční náročnosti rekultivace DP Pístina a DP Novosedly pokud by se 20% a 100% plochy ponechalo přirozené obnově, jsem použila materiálů o finanční náročnosti DP Stráž nad Nežárkou a přepočet inflace dle výše uvedeného vztahu.

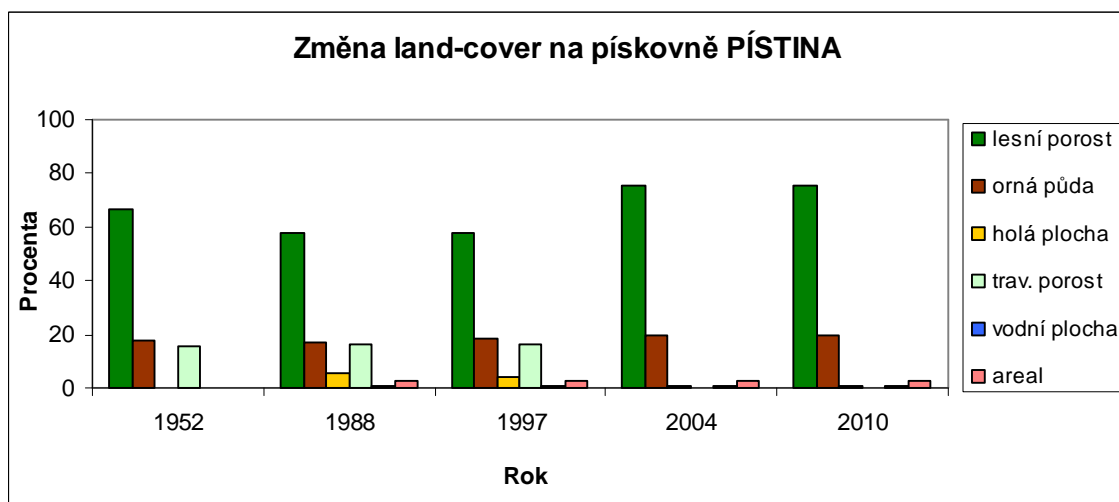
## 5. Výsledky

### 5.1. Vývoj krajinného krytu na vybraných třeboňských pískovnách

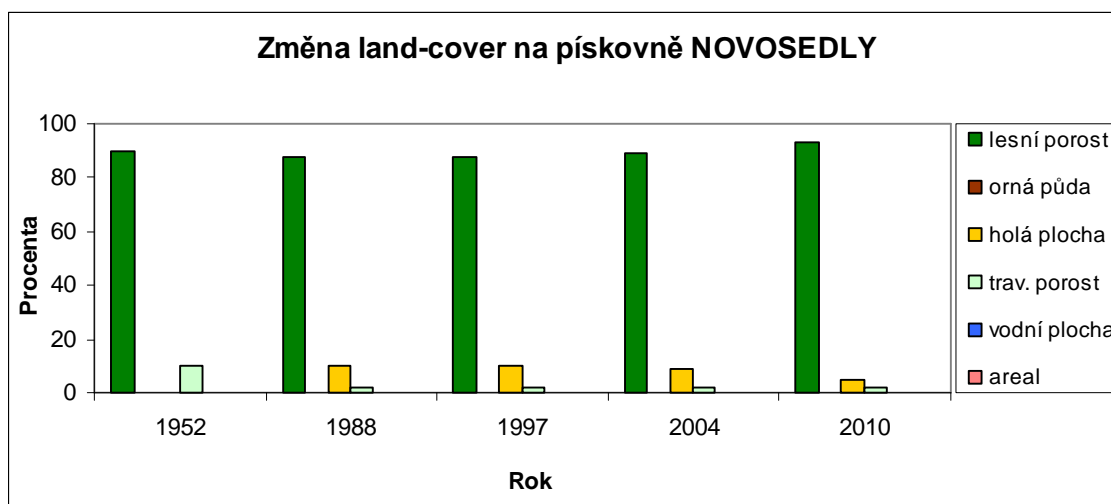
Na zájmovém území došlo během let 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010 ke změnám v krajinném krytu, jak lze vidět v příloze č.1. Nejvíce jsou na vybraných pískovnách zastoupeny kategorie lesa a vodní plochy. V roce 1952 byl zastoupen i travnatý porost, který se během let zmenšil či zcela zanikl. Změny procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií krajinného krytu jsou vyneseny do grafů č.1. – č.5.



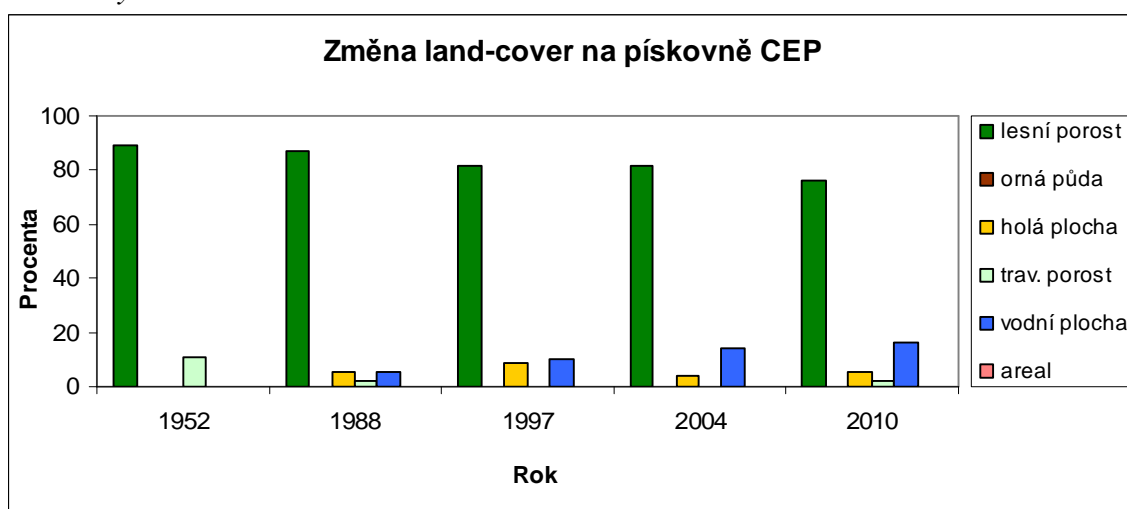
**Graf č.1:** Změna procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií krajinného krytu v DP Stráž nad Nežárkou



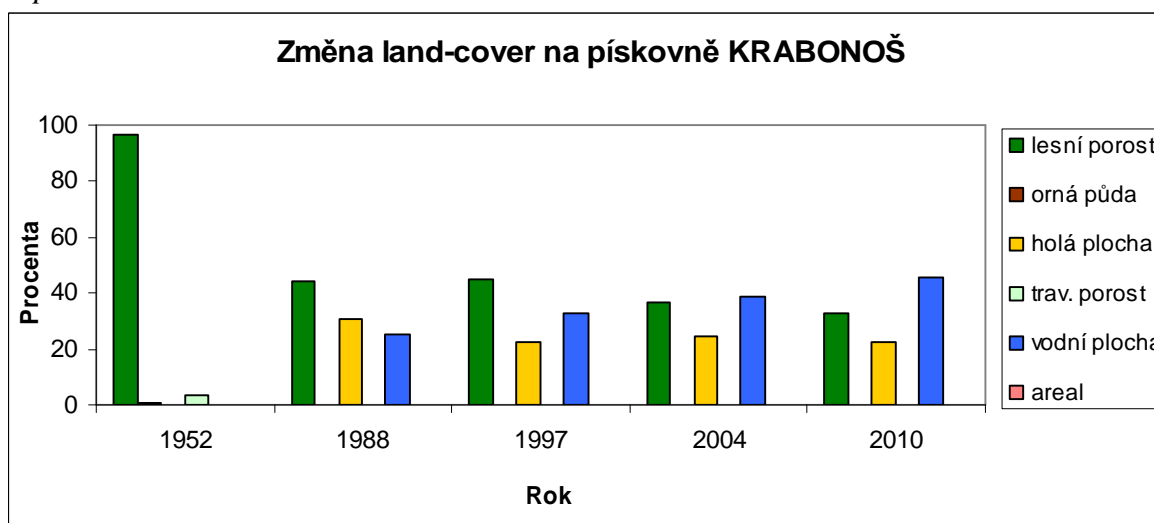
**Graf č.2:** Změna procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií krajinného krytu v DP Pístina



**Graf č.3:** Změna procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií krajinného krytu v DP Novosedly



**Graf č.4:** Změna procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií krajinného krytu v DP Cep II



**Graf č.5:** Změna procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií krajinného krytu v DP Krabonoš

## 5.2. Predikce stavu vybraných třeboňských pískoven v roce 2032

### 5.2.1 Stráž nad Nežárkou:

Těžba v tomto dobývacím prostoru začala roku 2010 a její ukončení je plánováno na rok 2024. V roce 2032 budou tedy na lokalitě sukcesní stádia stará 7 – 22 let. Těžba bude postupovat od západu na východ (Bubák 2007).

#### Dle SPSR:

Celý proces rekultivace má dvě základní fáze, sanaci, která spočívá v úpravě terénu a dále biologickou rekultivaci, která má za úkol výsadbu na vytvořených plochách .

Sanací vzniknou dvě jezera (viz příloha č.3. mapa č.1). Východní o rozloze 1,48 ha a Západní jezero o rozloze 1,97 ha. Dna obou dvou jezer budou profilována do svahu o sklonu cca 1:2, což je vzhledem k podložnímu materiálu sklon bezpečný. Nad vodní hladinou bude sklon terénu mírnější cca 1:3 a v místech, kde bude vytvořeno litorální pásmo, bude sklon ještě pozvolnější. Hloubka vody v litorálním pásmu nebude přesahovat 60 cm, sklon bude 1:15. Jižně od dvou velkých jezer budou vytvořeny menší vodní plochy rozdílné velikosti a různé hloubky (max. 1,5 m). Je pravděpodobné, že tyto vody budou sezónního charakteru. Severní břeh velkých jezer bude upraven pro účely rekreace vytvořením písčitých málo členitých pláží. Nezatopené dno pískovny bude zvlněné, deprese budou převážně v blízkosti vodních ploch, zatímco elevace budou vytvořeny dále od vody. Celkový rozdíl převýšení nepřesáhne 2 m. Dále bude k celému komplexu upravena komunikace a vytvořeno parkoviště pro rekreaty (Charouzek 2007).

Dno a svahy pod úrovní vodní hladiny se ponechají při rekultivaci spontánní sukcesi, stejně jako litorální pásmo, které je velmi důležité pro obojživelníky, ryby i zooplankton. Sanací vytvořená malá jezírka, tůně, ostrovy, poloostrovy a laloky se též ponechají spontánní sukcesi (Charouzek 2007). Kolem vod tůní a jezírek porostou různé ostřice (*Carex sp.*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), rákos obecný (*Phragmites australis*) (SUCCESS), sítina rozkladitá (*Juncus effusus*) či chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinaceae*). Vody tůní může obývat lakušník vodní (*Batrachium aquatile*) (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>). Pláže pro účel rekreace budou neosázené, ale dařit se tam bude převážně druhům vázaných na primární stádia sukcese, jako je na příklad chmerek vytrvalý (*Scleranthus perennis*) (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>), turanka

kanadská (*Conyza canadensis*), jetel rolní (*Trifolium arvense*), rosička krvavá (*Digitaria ischaemum*) a chundelka metlice (*Apera spicaventi*) (Řehouňková 2007). Nezatopené dno pískovny, vyjma lokalit pro sukcesi, bude zatravněno.

Na místech, kde proběhne lesnická rekultivace, budou desetileté stromy geograficky původních druhů (viz příloha č.2. tab.č.1). Ve skupinové výsadbě bude poměr stromů a keřů 60:40 stejně jako na svazích zalesněných plošně. Na lokalitách s mírnějším sklonem bude v plošné výsadbě poměr stromů a keřů 80:20.

#### 100% plochy dobývacího prostoru ponechané přirozené obnově:

Terénní úpravy pro zajištění bezpečnosti a pro zvýšení heterogenity povrchu budou provedeny ve stejném duchu, jako je nastíněno v SPSR.

Na písčitéch plážích a kolem tůní a jezírek poroste vegetace stejná jako ve variantě dle SPSR, neboť v SPSR jsou tyto lokality ponechané spontánní sukcesi.

Z dřevin se ve vlhkých částech budou uchycovat vrby (*Salix sp.*) a olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) (Řehouňková 2007). Na suché stráně nalétnou z okolí břízy bělokoré (*Betula pendula*) a především borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (SUCCESS). V podrostu těchto poroste na příklad smil písečný (*Helichrysum arenarium*). Na suchých trávnících poroste kostřava ovčí (*Festuca ovina*), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a řebříček obecný (*Achilea millefolium*) (Řehouňková 2007).

V okolí Východního jezera bude porost velmi podobný, jen o pár let mladší. Pravděpodobně se tam v roce 2032 nebude nalézat příliš mnoho dřevin.

#### **5.2.2. Píština:**

Těžba v tomto dobývacím prostoru započala roku 1989. Tato pískovna se dotěžila v roce 2010 v rámci otevření nového DP Stráž nad Nežárkou. Na lokalitě se tak budou nacházet sukcesní stádia stará až 43 let. Ve východní části bude porost mladší – 22 let.

#### Dle SPSR:

V roce 2032 bude dle výsadby na většině území borovice lesní (*Pinus sylvestris*). V podrostu se předpokládá výskyt brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*) a vřesu obecného (*Calluna vulgaris*). Kolem jezírka v jižní části dobývacího prostoru zůstane

nezarostlá pláž každoročně narušovaná rekreanty. Zde se bude nalézat na příklad chmerek vytrvalý (*Scleranthus perennis*) (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>), turanka kanadská (*Conyza canadensis*), jetel rolní (*Trifolium arvense*), rosička krvavá (*Digitaria ischaemum*) a chundelka metlice (*Apera spicaventi*) (Řehouňková 2007). Ve vlhčích lokalitách při břehu jezírka může růst sítina rozkladitá (*Juncus effusus*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) či vrbina kytkokvětá (*Lysimachia thyrsoiflora*) (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>, Řehouňková 2007). Tato vegetace zde vyrostе spontánně.

#### 20% plochy dobývacího prostoru ponechané přirozené obnově:

V jižní části by se nacházelo jezírko o velikosti necelých 6 ha. Po jeho obvodu by bylo vytvořeno členité litorální pásmo s hloubkou max. 60 cm a se sklonem 1:10 s nejrůznějšími laloky a výčnělky. Na litorální pásmo by navazovaly břehové partie. Zde by se vytvořily tůňky různé velikosti a hloubky, nejspíše sezónního charakteru. V rámci získání co nejrozmanitějších stanovišť by byl na některých místech ponechán strmější břeh, jinak by na celém území byl vytvořen sklon 1:3. Celé území pískovny by bylo zvlněné, deprese by byly převážně v blízkosti vodní plochy, zatímco elevace dále od vody. Severo-východní část pískovny a východní část pískovny byla v historii zatravněna. Proto bych v této variantě ponechala prostor pro spontánní sukcesi a umožnila tak běžným travním druhům, aby zde našly své stanoviště. Západní část území je lemována Novou řekou. V této lokalitě by bylo vhodné ponechat porost spontánní sukcesi (viz příloha č.3. mapa č.2). Východní část by zůstala bez výrazných elevací.

Litorální pásmo, které je velmi důležité pro obojživelníky, ryby i zooplankton, se ponechá spontánní sukcesi. Sanací vytvořené tůně a různé laloky se též ponechají spontánní sukcesi. Jejich břehy zarostou ostřicí štíhlou (*Carex acuta*), ostřicí měchýřkatou (*Carex vesicaria*), skřípinou lesní (*Scirpus sylvaticus*), orobincem širokolistým (*Typha latifolia*) či rákosem obecným (*Phragmites australis*) (Řehouňková 2007). Pláž pro účel rekreace, která se bude nacházet na západní straně, jezera bude neosázená, vyhovovat by měla druhům vázaných na primární stadia sukcese, jako je na příklad chmerek vytrvalý (*Scleranthus perennis*) (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>), turanka kanadská (*Conyza canadensis*), bělolist nejmenší (*Filago minima*), jetel rolní (*Trifolium arvense*),



rosička krvavá (*Digitaria ischaemum*) a chundelka metlice (*Apera spicaventi*) (Řehouňková 2007). Na severo-východě území se dříve nacházely louky, proto navrhuji, aby se zde ponechal prostor pro vznik travnatého porostu. Na těchto suchých trávnících poroste převážně ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), čičorka pestrá (*Securigera varia*), kostřava pochvatá (*Festuca vaginata*) a kostřava walliská (*Festuca valesiaca*). Z dřevin se bude vyskytovat trnka obecná (*Prunus spinosa*), hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna*) či růže šípková (*Rosa canina*) (Řehouňková 2007). Západní území poblíž řeky Nové řeky ponechané spontánní sukcesi zaroste vrbami (*Salix sp.*) a olšemi lepkavými (*Alnus glutinosa*), které budou staré kolem 40 let (SUCCESS).

Plochy v širším okolí jezírka budou zalesněny dle standardních postupů borovicí lesní (*Pinus silvestris*) s příměsí dubu letního (*Quercus robur*), buku lesního (*Fagus sylvatica*), lípy srdčité (*Tilia cordata*) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*). Tyto budou v roce 2032 staré necelých 40 let. V podrostu se bude nalézat kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) či vřes obecný (*Calluna vulgaris*) (Řehouňková 2007). Zalesnění bude na jihu oddělovat území pískovny od silnice E 551 Lišov – Humpolec.

#### 100% plochy dobývacího prostoru ponechané přirozené obnově:

Terénní úpravy pro zajištění bezpečnosti a pro zvýšení heterogenity povrchu budou provedeny stejně jako při ponechání 20% plochy přirozené obnově.

Vegetace kolem tůní a jezírka, na plážích a na suchých trávnících na severo-východě území bude stejná jako při variantě 20% přirozené obnovy. Stejně tak spontánní porost na západě kolem Nové řeky.

Východní část dobývacího prostoru bude zarůstat vegetací jako je kostřava ovčí (*Festuca ovina*), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) či řebříček obecný (*Achillea millefolium*) (Řehouňková 2007). Vyrůstat budou břízy bělokoré (*Betula pendula*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (program SUCCESS). Celá tato lokalita však bude více zarůstat borovicí lesní (*Pinus silvestris*) než DP Stráž nad Nežárkou ve variantě 100% plochy pro přirozenou obnovu, neboť v okolí jsou blíže bory. V podrostu starších jedinců se bude nacházet brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), vřes

obecný (*Calluna vulgaris*), hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*) či brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*).

### 5.2.3. Novosedly:

DP Novosedly začal být těžen v roce 1989 a o rok později začala postupná rekultivace. Těžba skončila roku 1991 a 1992 byla též ukončena i rekultivace. Nejstarší sukcesní stádia na lokalitě budou v roce 2032 stará přes 40 let.

#### Dle SPSR:

Na lokalitě byla provedena lesnická rekultivace borovicí lesní (*Pinus sylvestris*). Tato se zde bude nacházet i v roce 2032. Vzhledem k tomu, že lokalita má sklony k zamokřování, v podrostu porostou převážně sítiny (*Juncus bufonius*, *J. effusus*) či psineček obecný (*Agrostis capillaris*). Ve východní části území poblíž Nové řeky budou spontánně nalétlé vrby (*Salix sp.*) a olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) (SUCCESS). Kolem malého jezírka poroste sítina rozkladitá (*Juncus effusus*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), vrbina kytkokvětá (*Lysimachia thyrsiflora*) či mochna bahenní (*Potentilla palustris*) (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>) (Řehouňková 2007).

#### 20% plochy dobývacího prostoru ponechané přirozené obnově:

Pokud by mělo území obsahovat minimálně 20% ponechaných přirozené obnově, navrhuji následující řešení.

V západní části se v současnosti nachází malé jezírko. Toto navrhuji zvětšit, tak aby plocha nového jezera byla 7 ha. Po jeho obvodu by bylo vytvořeno členité litorální pásmo s hloubkou max. 60 cm a se sklonem 1:10 s nejrůznějšími laloky a výčnělky pro zvýšení rozmanitosti stanovišť. Na litorální pásmo by navazovaly břehové partie. Zde by se vytvořily tůňky různé velikosti a hloubky. V rámci získání co nejrozmanitějších stanovišť by byl na jiho-východní straně jezera ponechán strmější břeh. Celé území pískovny by bylo zvláště, deprese by byly převážně v blízkosti vodní plochy zatím co elevace dále od vody. Východní část pískovny by byla ponechána spontánní sukcesi, ostatní plochy by byly zalesněny standardními postupy (viz příloha č.3 mapa č.3)

Litorální pásmo, které je velmi důležité pro obojživelníky, ryby i zooplankton, se ponechá spontánní sukcesi stejně tak sanací vytvořené tůně a různé laloky. Na těchto lokalitách poroste sítina rozkladitá (*Juncus effusus*) a chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinaceae*) (Řehouňková 2007). Východní území poblíž Nové řeky ponechané spontánní sukcesi zaroste náletem vrb (*Salix sp.*) a olší lepkavých (*Alnus glutinosa*). V bylinném patru se bude nacházet ostřice štíhlá (*Carex acuta*), ostřice měchýřkatá (*Carex vesicaria*), skřípina lesní (*Scirpus sylvaticus*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*) či rákos obecný (*Phragmites australis*) (Prach et al. 1999). Severně od tohoto území by byla louka, též ponechána spontánní sukcesi.

Na plochy určené pro zalesnění budou vysázeny borovice lesní (*Pinus silvestris*) s příměsí dubu letního (*Quercus robur*), buku lesního (*Fagus sylvatica*), lípy srdčité (*Tilia cordata*) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*). V podrostu se bude dařit brusnici borůvce (*Vaccinium myrtillus*), kapradi samci (*Dryopteris filix-mas*) či vřesu obecnému (*Calluna vulgaris*) (Řehouňková 2007, Prach et al. 1999). Celý les vytvořený rekultivací bude cca 40 let starý.

#### 100% plochy dobývacího prostoru ponechané přirozené obnově:

Terénní úpravy pro zajištění bezpečnosti a pro zvýšení heterogenity povrchu budou provedeny ve stejném duchu, jako je navrženo ve variantě s 20% plochy pro přirozenou obnovu.

Vegetace bude stejná jako ve variantě 20% ponechaných spontánní sukcesí, pouze dřeviny se budou lišit dle vlhkosti a jejich rozmístění nebude pravidelné. Na suchá místa nalétnou břízy bělokoré (*Betula pendula*) či borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (program SUCCESS). Na vlhkých lokalitách se budou vyskytovat vrby (*Salix sp.*) a olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) (Řehouňková 2007).

#### **5.2.4. Cep II:**

Těžba v tomto DP začala již roku 1980 a její ukončení je plánováno na rok 2032. V roce 2032 budou tedy na lokalitě jednak primární sukcesní stádia a jednak stádia stará 52 let. Dle nového SPSR z roku 2005 bude ložisko dobýváno nejprve ve své jižní části

(11 let), poté se těžba přesune na sever (8 let) a jako poslední bude těžena východní část s úpravnou (5 let). Přetěžování stávajícího jezera bude trvat 3 roky (Bělohlávek 2005).

#### Dle SPSR:

Po těžbě vznikne jedno velké jezero (viz příloha č.3 mapa č.4). Po jeho obvodu bude vytvořeno litorální pásmo s hloubkou max. 60 cm a se sklonem 1:10. Část tohoto pásma (5 m) bude zasahovat do vody jezera, druhá část (5 m) bude pobřežní, celé bude velmi členité, díky nejružnějším poloostřvkům, lalokům apod. Na litorální pásmo budou navazovat břehové partie s různými tůnkami, jezírky a mokřady. V rámci získání co nejrozmanitějších stanovišť bude na některých místech vytvořen strmější břeh. V jižní části centrálního jezera bude ostrov o rozměrech 90 m x 60 m. Na závěrných svazích, které jsou určeny k zalesnění, bude vytvořen sklon 1:2 či 1:3. Na východní straně DP budou vytvořeny další dvě stěny pro hnízdění břehulí. Jedna je již vybudována na západní straně DP na jihu poloostrova. Dále bude vybudována vyhlídka a upravena příjezdová komunikace (Bělohlávek 2005).

Litorální pásmo a břehové partie budou sloužit pro účel ochrany přírody. Zde se vyskytující rychle se prohřívající vody jsou velmi důležité pro obojživelníky, ryby i zooplankton (Bělohlávek 2005). Spolu s břehovými partiemi, které budou spontánně porostlé vrbami (*Salix sp.*), sítinami (*Juncus bufonius*, *J. effus*), psárkou kolénkatou (*Alopecurus geniculatus*) a druhy vegetací vysokých ostřic či rákosin (Vlachová et al. 2005, SUCCESS), bude litorální pásmo ponecháno spontánní sukcesi. Spontánní sukcesi bude ponechán i terén vyhlídky. Závěrné svahy budou zalesněny (viz příloha č.2 tab.č.2). Mezi strojově vysázené dřeviny budou nepravidelně začleněné dřeviny meliorační.

V roce 2032 nebude celá ploch dobývacího prostoru rekultivována. Je pravděpodobné, že k rekultivaci bude zbývat ještě oblast technického zázemí.

#### 100% plochy dobývacího prostoru ponechané přirozené obnově:

Terénní úpravy pro zajištění bezpečnosti a pro zvýšení heterogenity povrchu budou provedeny ve stejném duchu jako je to již nastíněné v SPSR.

Písčité ne příliš exponované pláže bude porůstat koleneček morisonův (*Spengula morisonii*). Na plážích určených k rekreaci bude porost narušován. Dařit se na těchto místech bude například chmerku vytrvalému (*Scleranthus perennis*) (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>), turance kanadské (*Conyza canadensis*), jeteli rolnímu (*Trifolium arvense*), rosičce krvavé (*Digitaria ischaemum*) a chundelce metlici (*Apera spicaventi*). Na březích tůňek porostou vrby (*Salix sp.*), z bylin hojně sítiny (*Juncus bufonius*, *J. effusus*), psárka kolénkatá (*Alopecurus geniculatus*) a druhy vegetací vysokých ostřic či rákosin (Vlaková 2005). Vlhčí místa budou osídlena například vrbinou kytkokvětou (*Lysimachia thyrsoflora*). (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>).

Svahy na západní straně budou porostlé již skoro 34letými borovicemi lesními (*Pinus sylvestris*), které nalétnou z okolí. Jejich porost bude promíchán s břízou bělokorou (*Betula pendula*) a v jejich podrostu se bude dařit brusnici brusince (*Vaccinium vitis-idaea*), brusnici borůvce (*Vaccinium myrtillus*) či vřesu obecnému (*Calluna vulgaris*) (program SUCCESS). Na jižní straně bude porost 16letý a skládat se bude převážně z bylin, jako je kostřava ovčí (*Festuca ovina*), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a řebříček obecný (*Achillea millefolium*) (Řehouňková 2007). Vyrůstat budou malé břízy bělokoré (*Betula pendula*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) či pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*) (SUCCESS). Východní břeh bude porůstat mladými stádii sukcese, zhruba 5letými. Vyskytovat se budou byliny lipnice bahenní (*Poa palustris*) a psineček obecný (*Agrostis capillaris*). Na vlhčích lokalitách kolem tůňek poroste sítina rozkladitá (*Juncus effusus*) a chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinaceae*). Lokalita úpravny bude čerstvě opuštěna a sanována. Vyskytovat se zde tudíž budou iniciální stádia sukcese, jako je turanka kanadská (*Conyza canadensis*), jetel rolní (*Trifolium arvense*), rosička krvavá (*Digitaria ischaemum*), bělolist nejmenší (*Filago minima*) a chundelka metlice (*Apera spicaventi*) (Řehouňková 2007).

#### **5.2.5. Krabonoš:**

Těžba v tomto DP začala již roku 1968 a její ukončení je plánováno na rok 2030. V roce 2032 budou tedy na lokalitě jednak primární sukcesní stádia a jednak stádia stará 64 let. Z aktuálního DP, do kterého není zařazena severní část Severního jezera a západní část Jižního jezera, bude jako první provedena sanace Prostředního jezera a přilehlých břehů. Dále pak bude rekultivace postupovat na jižní břehy Severního jezera, východní břehy Východního jezera, partie mezi východními břehy Východního jezera a silnicí č. I/24, jižní

břehy Východního jezera, plochy poloostrova a ostrovů mezi Východním a Jižním, resp. Prostředním jezerem. Jako poslední bude sanován prostor úpravny suroviny a zázemí provozovny (Charouzek 2012).

#### Dle SPSR:

Rekultivací vzniknou čtyři velká jezera a malé tůňky (viz příloha č.3 mapa č.5) o celkové rozloze vodní plochy 189,89 ha. Severní jezero bude mít celkovou plochu 35,57 ha. Dnes je v DP pouze 20,8 ha, zbytek plochy je z DP vyjmut a je již plně rekultivován. Upravovat se tedy bude pouze jižní břeh, kde se svahy urovnají do sklonu 1:15. Východní jezero bude včetně přilehlých ostrovů rozlehlé 88,06 ha. Jeho poloha se oproti stavu z roku 2012 neposune, neboť dotěžení bude probíhat suchou cestou. Svahy se upraví do sklonu 1:2,2, východní svah od silnice bude pozvolný, kopírující přírodní poměry. Na severovýchodním břehu jezera budou vytvořeny tůňky a jezírka periodického charakteru. Na některých místech bude ponechán strmý břeh pro zvýšení členitosti terénu.

Severní břeh Východního jezera je již dokončený a zarostlý borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), dále duby (*Quercus petraea*, *Q. robur*), břízu bílou (*Betula pendula*) či smrkem ztepilým (*Picea abies*) (Vorlová 2012). Jižní břeh bude sloužit především k rekreaci a bude upraven na písčité pláže. Dalším jezerem je jezero Prostřední o budoucí rozloze 9,39 ha. V jeho jižní části budou vytvořeny ostrůvky a stejně tak na jeho východní straně směrem k Východnímu jezeru. Zde bude odbagrována dnešní šíje. Posledním čtvrtým jezerem je Jižní jezero o celkové rozloze 23,11 ha. V DP prostoru se však k roku 2012 nachází pouze 4,6 ha. Na tomto jezeře už těžba neprobíhá a probíhat nebude, a tak je morfologie jezera konečná. Na severo – východě dojde pouze k propojení s jezerem Východním. Toto jezero má mělké vody, max. 4 m hloubky. Jižní část bude sloužit k rekreaci (Charouzek 2012).

Severní jezero bude sloužit jako zdroj pitné vody, jeho severovýchodní břeh směrem k silnici bude porostlý borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) (Charouzek 2012). Přes toto jezero povede biokoridor, který bude spojoval lokální biocentrum v dobývacím prostoru s nivou řeky Lužnice, která tvoří biocentrum regionální. Do biocentra bude zahrnuto Jižní jezero, kde se vyskytuje rozsáhlý porost rákosu (*Phragmites australis*), Prostřední jezero a ostrovy mezi Prostředním a Východním jezerem. Východní jezero bude převážně ponecháno spontánní sukcesi (Charouzek 2012). Na jeho písčitéch plážích lze v roce 2032 očekávat

podmínky primárního stádia sukcese, které svědčí chmerku vytrvalému (*Scleranthus perennis* (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>), turance kanadské (*Conyza canadensis*), jeteli rolnímu (*Trifolium arvense*), rosičce krvavé (*Digitaria ischaemum*) a chundelce metlici (*Apera spicaventi*) (Řehouňková 2007).

10% celé plochy DP bude rekultivováno zpětně na les. Ten se bude rozkládat na jihu Východního jezera a na svazích o větším sklonu. Jako podklad před výsadbou bude terén rovnoměrně pokryt vrstvou skrývkového materiálu, tento proces se zcela vynechá u míst, která jsou určena k spontánní sukcesi. Zalesňovat se nebude blíže jak 10 m od břehu jezera. Výsadba bude probíhat geograficky i geneticky příbuznými druhy (viz příloha č.2 tab.č.3). Na poloostrovech bude vysázena borovice lesní (*Pinus sylvestris*), dub zimní (*Quercus petraea*), dub letní (*Quercus robur*), krušina olšová (*Frangula alnus*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), javor mléč (*Acer pseudoplatanus*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*) či bříza bělokorá (*Betula pendula*). Výsadba vrb bude probíhat z řízků provedených v okolí (Charouzek 2012). Ostrovy se zcela ponechají samovolnému vývoji a budou tak spontánně zarostlé náletem vrb (*Salix sp.*) či olší lepkavých (*Alnus glutinosa*) (SUCCESS).

V roce 2032 nebude rekultivace zcela ukončena, pravděpodobně nebude ještě rekultivována oblast úpravny a technického zázemí.

#### 100% plochy dobývacího prostoru ponechané přirozené obnově:

Terénní úpravy pro zajištění bezpečnosti a pro zvýšení heterogenity povrchu budou provedeny ve stejném duchu jako je to již nastíněné v SPSR.

Severní břeh Severního jezera bude porostlý převážně borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), dále duby (*Quercus petraea*, *Q. robur*), břízu bílou (*Betula pendula*) či smrkem ztepilým (*Picea abies*) (Vorlová 2012). V podrostu se bude nalézat brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a vřes obecný (*Calluna vulgaris*) (SUCCESS). Jiho-západní břeh Severního jezera bude tvořen tůňkami a laloky. Vytvoří se zde vlhké podmínky, které budou svědčit sítinám (*Juncus tenuis*, *J. effusus*), chřastici rákosovité (*Phalaris arundinaceae*), vrbině kytkokvěté (*Lysimachia thyrsoflora*) či mochně bahenní (*Potentilla palustris*) (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>, Řehouňková 2007). Z dřevin se budou vyskytovat vrby (*Salix sp.*) či olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) (Řehouňková 2007). Prostřední jezero bude mít porost obdobného složení i stáří. Ostrůvky mezi Prostředním

a Východním jezerem budou mladé a vyskytovat se zde bude vegetace primárních stádií sukcese, jako jsou chmerek vytrvalý (*Scleranthus perennis*), turanka kanadská (*Conyza canadensis*), jetel rolní (*Trifolium arvense*), rosička krvavá (*Digitaria ischaemum*) a chundelka metlice (*Apera spicaventi*). Ve vodách Jižního jezera bude významný porost rákosu obecného (*Phragmites australis*). Břehy Jižního jezera budou porostlé staršími stádii sukcese, převážně dřevinami. Vyskytovat se bude borovice lesní (*Pinus sylvestris*), dub letní (*Quercus robur*) či jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) (Řehouňková 2007, Prach et al. 1999). V podrostu bude dominovat brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), vřes obecný (*Calluna vulgaris*), kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*) či brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) (Vorlová 2012). Východní břeh Východního jezera bude mladý a jeho písčité pláže tak bude osidlovat chmerek vytrvalý (*Scleranthus perennis*), (<http://www.calla.cz/piskovny/zivot.php>), turanka kanadská (*Conyza canadensis*), jetel rolní (*Trifolium arvense*), rosička krvavá (*Digitaria ichaemum*) či břehy vyhledávající šater zední (*Gypsophila muralis*), ve vlhčích lokalitách pak sítina cibulkatá (*Juncus bulbosus*) či psárka plavá (*Alopecurus aequalis*) (Řehouňková 2007). Jižní břehy Východního jezera porostou lipnicí bahenní (*Poa palustris*) a psinečkem obecným (*Agrostis capillaris*). V tůních u vody poroste sítina rozkladitá (*Juncus effusus*) a chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*).



### 5.3. Finanční náročnost variantních řešení s různým podílem přirozené obnovy

Následující tabulka č.2 ukazuje přehled předpokládaných financí vynaložených na rekultivace dle rekultivačního plánu. Za názvem jednotlivých dobývacích prostorů je v závorce uvedena rozloha dobývacího prostoru. Ceny jsou již přepočítány na hodnotu peněz v roce 2010. Lze si všimnout, že s rostoucím podílem přirozené obnovy využití při rekultivaci klesá nákladnost celé rekultivace. Podrobné tabulky s náklady na rekultivace jednotlivých pískoven a finanční částky před přepočtem jsou uvedeny v příloze č.4 v tabulkách č.1 – č.5.

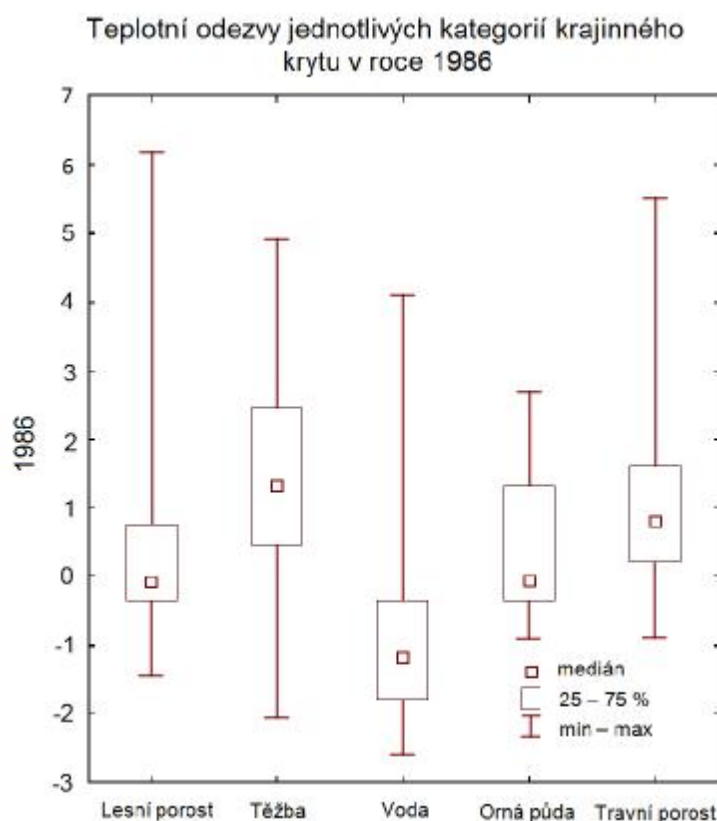
Dobývací prostor (rozloha)	dle SPSR (mil.Kč)	20% př. obnovy (mil.Kč)	100% př. obnovy (mil.Kč)
Stráž (12,63 ha)	10,95	x	5,24
Pístina (85,70 ha)	64,63	58,77	37,59
Novosedly (26,42 ha)	21,06	19,25	12,72
Cep II (99,65 ha)	8,62	x	6,00
Krabonoš (176,9 ha)	6,89	x	6,67

*Tabulka č.2: Finanční náročnost variantních řešení s různým podílem přirozené obnovy*

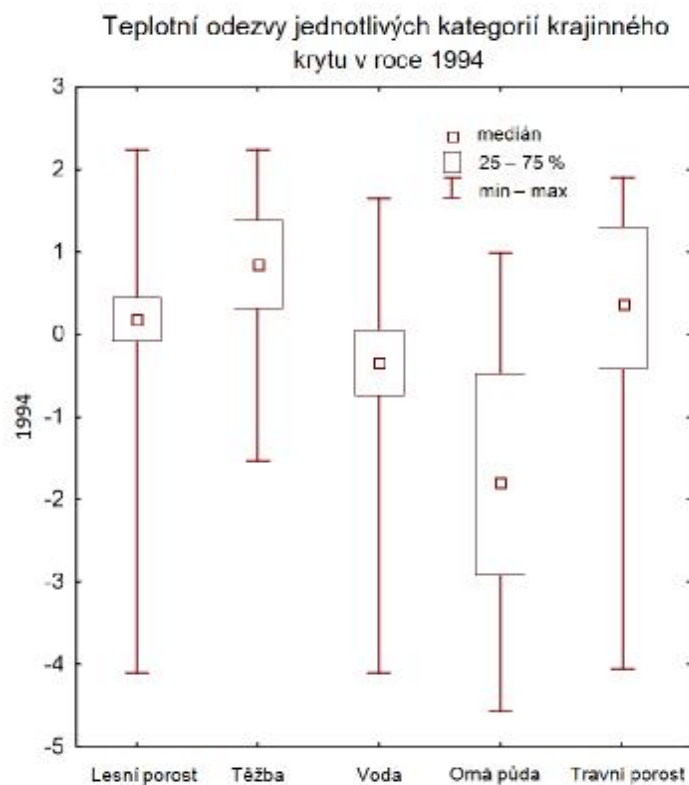
#### 5.4. Termální projev různých jednotek krajinného krytu

Kruskal-Wallisův test umožnil zamítnutí nulové hypotézy na 5% hladině významnosti pro všechny roky sledování ( $p < 0,001$ ).

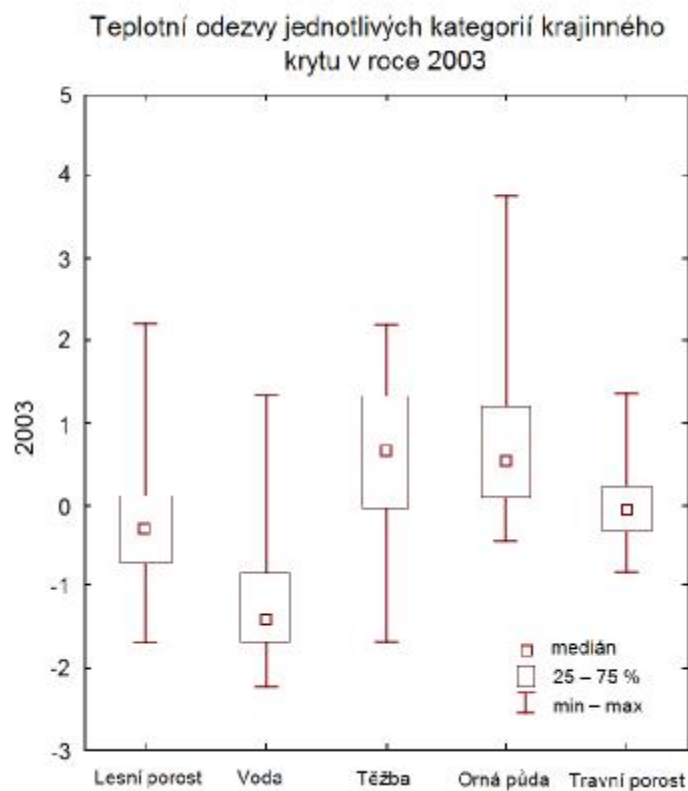
Následující grafy č.6 – č.9 zobrazují, kterak se liší teplota povrchu kategorií land cover v jednotlivých letech měření. Je patrné, že vodní plocha má nejnižší hodnotu vyjma roku 1994. Zde nabývá nezvyklých hodnot kategorie orná půda. Vyšších hodnot dosahuje především kategorie těžba. Kategorie budova a areál účelové zástavby nebyly jako urbánní plochy do srovnání termálních projevů zahrnuty, neboť nevypovídají o přírodních podmínkách.



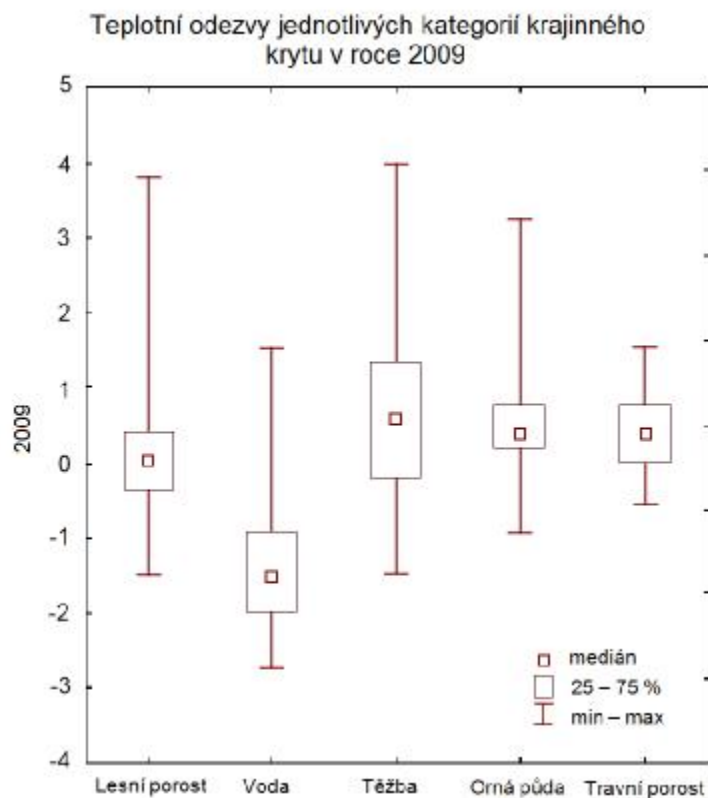
*Graf č.6: Relativní hodnoty teploty povrchu kategorií land cover v roce 1986*



*Graf č.7: Relativní hodnoty teploty povrchu kategorií land cover v roce 1994*

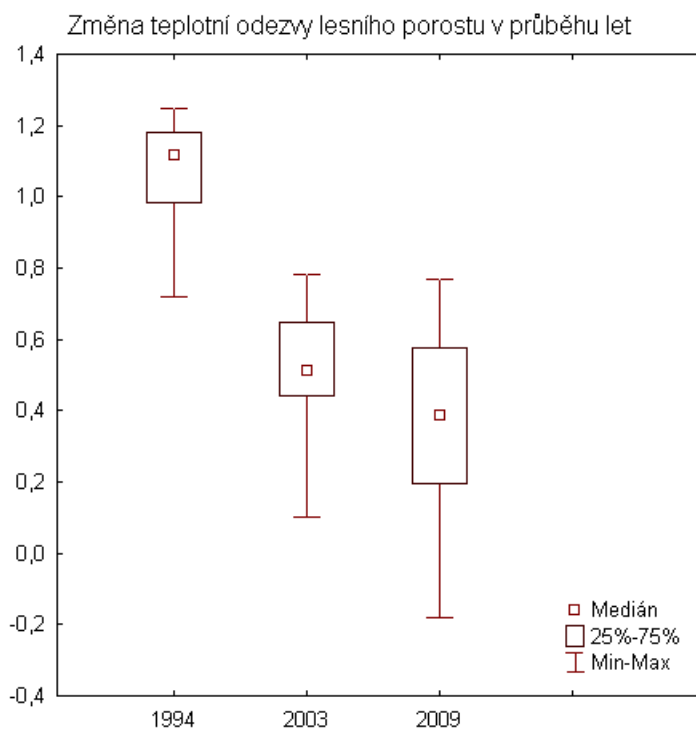


*Graf č.8: Relativní hodnoty teploty povrchu kategorií land cover v roce 2003*



**Graf č.9:** Relativní hodnoty teploty povrchu kategorií land cover v roce 2009

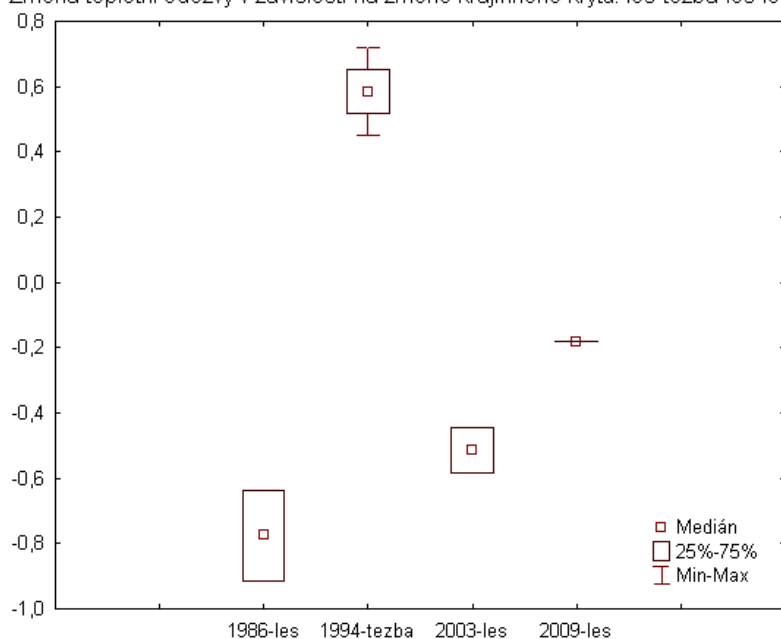
Následující graf č.10 ukazuje, kterak se mění teplota povrchu, na kterém je stále tentýž lesní porost.



**Graf č.10:** Relativní hodnoty teplot lesního porostu během let 1994 - 2009

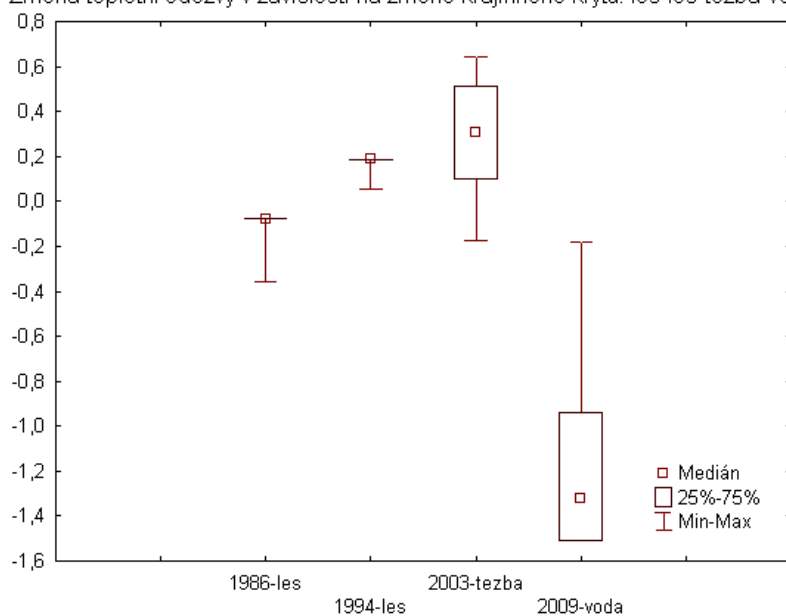
Následující grafy č.11 a č.12 znázorňují změnu teploty povrchu na dvou vybraných lokalitách, kde došlo v průběhu let 1986 – 2009 ke změně krajinného krytu.

Změna teplotní odezvy v závislosti na změně krajinného krytu: les-těžba-les-les



**Graf č.11:** Relativní hodnoty teplot pro lokalitu kde došlo během let 1986 - 2009 ke změně krajinného krytu z lesního porostu na těžbu a zpětnou rekultivaci opět na lesní porost.

Změna teplotní odezvy v závislosti na změně krajinného krytu: les-les-těžba-voda



**Graf č.12:** Relativní hodnoty teplot pro lokalitu kde došlo během let 1986 - 2009 ke změně krajinného krytu z lesního porostu na těžbu a rekultivaci následně na vodní plochu.

## 6. Diskuse

Těžba písku a štěrkopísku významně zasáhla do historie Třeboňské pánve. Přístup k rekultivacím na vytěžených plochách je tudíž zásadní pro zachování funkční krajiny. Smysluplnost určitých rekultivačních opatření je nejlépe porovnávat za desítky let, kdy se naplno projeví, jaký vliv měl zásah na krajinu. Navíc každý rekultivační pracovník, alespoň v duchu, pracuje s odhady vývoje jím navrženého řešení (Prokopová 2010). Proto mi přijde správné nejprve zjistit vývoj zájmového území v čase a stav lokalit před těžbou. Následnou predikcí jsem chtěla ověřit souvislost výše vynaložené peněžní částky s výsledným stavem. Jako kvantitativní parametr popisu vývoje pískoven a vlivu rekultivací na krajinu, jsem použila porovnání termálních projevů jednotlivých land cover kategorií.

### 6.1. Diskuse vývoje krajinného krytu na vybraných třeboňských pískovnách

Výsledky sledování krajinného krytu ukázaly, že se na zájmových lokalitách měnilo zastoupení kategorií krajinného krytu. Během let došlo ke snížení plochy nebo úplnému zániku lesních luk a pasek, které v roce 1952 byly na územích hojné. Důvodem je pravděpodobně začátek těžby a následná rekultivace, kdy zalesňování probíhalo v jednotném sponu a bez prostoru pro lesní louky. Snížení travnatých ploch zjistili i Santo & Sanchez (2002), kteří též sledovali změny krajinného krytu po těžbě písku. Lokalita jimi vybraná, byla z převážné většiny již před zahájením těžby tvořena rozsáhlými travnatými plochami, na kterých následně došlo ke vzniku důlního díla.

Z mých výsledků lze konstatovat, že na Třeboňsku dochází ke zvyšování zastoupení vodních ploch po těžbě, kdy se na všech studovaných lokalitách v průběhu let objevilo nebo zvětšilo jezero či tůň. Zvětšování vodních ploch dokázali i Santo & Sanchez (2002), kdy z důvodu těžby v nivě řeky Paraíba do Sul, došlo k zaplavení opuštěných důlních děl. Na DP Cep II a DP Krabonoš probíhá těžba pod úrovní podzemní vody, a tak dochází také k zavodnění důlního díla. Na těchto lokalitách vznikají poměrně rozsáhlá lomová jezera. Velká lomová jezera dle Matějčka (2001) představují ochuzení, neboť na takovýchto lokalitách byla před těžbou vyšší mozaikovitost krajiny. Mé výsledky s tímto tvrzením nekorespondují, neboť na výše zmíněných DP Cep II a DP Krabonoš dominoval před těžbou lesní porost. Vznik jezera a s tím souvisejícího litorálního pásma lokalitu obohatil.

DP Novosedly, DP Pístina a DP Stráž nad Nežárkou jsou v blízkosti řeky Nežárky a Nové řeky, jedná se tedy o vlhké lokality, kde těžba snížila terén do té míry, že v depresích došlo k zaplavení.

Výrazné změny zaznamenala i kategorie „lesní porost“. Na DP Pístina a DP Novosedly proběhla lesnická rekultivace, která zvýšila procentuální zastoupení lesa a snížila nebo způsobila zánik ostatních jednotek krajinného krytu. Matějček (2001) studoval změny krajiny v důsledku těžby na Nymbursku, kde nejčastěji docházelo k zakládání těžby na polích a následnou zvolenou rekultivací bylo zalesnění, čímž se také zvyšovalo zastoupení lesa v krajině. V případě Nymburska však vznikaly spíše mozaikovitě porosty, což zvyšovalo heterogenitu krajiny, na rozdíl od celoplošného zalesnění v případě DP Pístina a DP Novosedly. Na DP Krabonoš a DP Cep II se procento lesa naopak snižuje, právě proto, že těžba probíhá na území, které bylo zalesněné a následně hydriky rekultivované.

DP Stráž nad Nežárkou nezaznamenal od roku 1952 do roku 2010 žádné výrazné změny, neboť těžba začala pravděpodobně až po snímkování v roce 2010.

## 6.2. Diskuse predikce stavu vybraných třeboňských pískoven v roce 2032 s různým podílem přirozené obnovy

Turner et al. (1998) či Davis & Slobodkin (2004) zastávají teorii, že sukcese je ovlivňována příliš mnoha faktory, než aby se její cílový stav dal předpovědět. Jiného názoru je Zlatník (1973), který poukazuje na určité pravidelnosti ve spontánním vývoji. Prach et al. (1999) byli schopni vytvořit expertní systém SUCCESS, který na základě převážně abiotických faktorů předpovídá typ sukcesní řady a hlavní zástupce rostlinné říše. Využila jsem tento program při predikci stavu vybraných pískoven v roce 2032 spolu s prací Řehouňkové (2007), která se zabývala spontánní sukcesí přímo na třeboňských pískovnách.

Výsledky predikce variantních řešení rekultivace ukázaly, že v dlouhodobém horizontu je výsledný stav dle SPSR a se 100% ponechanými přirozené obnově srovnatelný. Toto lze s jistotou tvrdit u DP Krabonoš, DP Cep II a DP Stráž nad Nežárkou, kdy souhrnné plány sanace a rekultivace jsou z let 2006 a dále a byly vypracovávány s ohledem na životní prostředí. Po opuštění plochy je zde samozřejmě velký rozdíl, neboť lesnická rekultivace ihned ozelení danou lokalitu (Sklenička et al. 2002), zatímco

spontánní sukcese vyžaduje delší čas (Řehouňková 2007). Mé výsledky poukázaly, že za 20 a více let není z hlediska krajinného krytu znát, který lesní porost byl vysázen a který vyrostl samovolně. Navíc spontánní porosty ať už lesní či jakékoli jiné jsou z biologického hlediska hodnotnější a poskytují rozmanitější stanoviště rostlinným i živočišným druhům (Prokopová 2010). Ve spontánních porostech žije více druhů než v porostech technicky rekultivovaných (Řehouňková et al. 2012). U DP Pístina a DP Novosedly je situace odlišná. Zde je rozdíl mezi výsledkem dle SPSR a s 20% ponechanými přirozené obnově. Není ovšem vůbec žádný rozdíl mezi výsledným stavem v roce 2032 s 20% a se 100% ponechanými přirozené obnově. Důvod je takový, že SPSR pro tyto dobývací prostory pochází z roku 1988, kdy rekultivace těžbou narušených území byla v počátcích. Navíc v této době převažoval názor, že technická rekultivace je ideálním přístupem (Štýs et al. 1981), čímž docházelo k výraznému zalesňování těžbou degradovaných ploch (Charvátová & Sklenička 2005). Proto byl i dobývací prostor Novosedly a Pístina nákladně odvodněn a následně byla na celou plochu nasázena borovice lesní (*Pinus silvestris*). V případě využití spontánní sukcese by bylo daleko vhodnější uzpůsobit terén novým podmínkám a vytvořit tak jezera a členitý povrch, který by stejně jako u DP Krabonoš, DP Cep II a DP Stráž nad Nežárkou vyhovoval větší škále druhů. Na takovém to terénu by za 40 let vyrostl spontánní porost, který by samozřejmě obsahoval i borovice lesní (*Pinus sylvestris*), neboť se v okolí vyskytuje dostatečný zdroj semen z okolních stromů. Pro variantu s 20% pro přirozenou obnovu by z hlediska krajinného krytu opět nebyl rozdíl mezi lesním porostem vysázeným a lesním porostem vyrostlým samovolně za 40 a více let. Potvrdila se tedy hypotéza, že v dlouhodobém horizontu je výsledek dle SPSR a s podílem přirozené obnovy srovnatelný. Obdobně spěje k lesnímu klimaxovému stádiu (Zlatník 1973).

Tato predikce má své nedostatky. Samozřejmě nepočítá se zastavením sukcese či jejím vychýlením od standardního vývoje nepředvídatelnými faktory. Navíc přes veškerou snahu o objektivitu, mohou být výsledky rešeršního typu s využitím programu SUCCESS do určité míry subjektivní. Na toto úskalí poukázala i Prokopová (2010), která ale zdůraznila, že se jedná o jedinou možnost porovnání výsledků rekultivací, a to ne jen pár let po jejím ukončení.



### 6.3. Diskuse finanční náročnosti variantních řešení

Finanční náročnost postupů dle SPSR je jednoznačně vyšší, než postupy s podílem přirozené obnovy. Lze si tedy klást otázku, zda vynaložené peníze na vysazování dřevin nejsou zbytečné, pokud za 20 a více let na daném území spontánně vyrostou též lesní porost (viz příloha č.3). U DP Novosedly a DP Pístina, pro něž jsem vypočetla nákladnost všech tří variant, je patrné, že finance vynaložené na rekultivaci s využitím 20% plochy pro přirozenou obnovu jsou nižší než zcela technické řešení, a to z důvodu zalesnění menší plochy. SPSR z roku 1988 diktoval zalesňovat pouze borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), zatímco mnou navržené řešení s 20% pro přirozenou obnovu obsahuje nejen cenu sazenic borovice lesní (*Pinus sylvestris*), ale krom jiného i buku lesního (*Fagus sylvatica*) či lípy srdčité (*Tilia cordata*), jejichž sazenice jsou dražší. Přesto lze říci, že využití byť 20% přirozené obnovy má smysl z biologického hlediska, neboť přispívá ke zvýšení heterogenity lokality (Hátle 2008). U DP Krabonoš se nákladnost varianty dle SPSR a se 100% přirozené obnovy příliš neliší. Důvod je ten, že došlo ke změně rozlohy dobývacího prostoru. Náklady uvedené v tabulce č.3 „Finanční náročnost variantních řešení s různým podílem přirozené obnovy“ a v příloze č.4 (tabulka č.5) představují částku na rekultivaci aktuálního dobývacího prostoru, který zahrnuje převážně vodní plochy, litorální pásma a jiné lokality určené v SPSR ke spontánní sukcesi. Části pískovny Krabonoš, kde proběhla lesnická rekultivace, byly součástí starého dobývacího prostoru a v aktuálním se již nevyskytují. Informace o financích, které byly vynaloženy na toto zalesnění, se mi nepodařilo získat.

### 6.4. Diskuse teplotní změny jednotek krajinného krytu v čase i prostoru

Nulovou hypotézu,  $H(0)$ : Průměry teplot pro dílčí krajinné kryty se v jednotlivých letech neliší, testovanou Kruskal-Wallisovým testem jsem na 5% hladině významnosti zamítla. Z tohoto jsem vycházela pro svá další porovnání teplot.

Relativní hodnoty letních denních teplot dílčích kategorií krajinného krytu mají v skoro každém roce (1986, 2003 i 2009) podobné schéma. Teplota vody je vždy nejnižší a naopak hodnota ploch těžby nabývá hodnot nejvyšších. Obdobných výsledků dosáhl Hais et al. 2005 i Pokorný 2001, tedy že na plochách bez rostlinstva dochází snadno k přehřívání z důvodu absence evapotranspirace. Brom et al. (2012) ve své práci zaměřené

na těžební prostory na Karlovarsku poukazují, že teploty nad 50°C značí neschopnost povrchu se ochlazovat, tedy absenci evapotranspirace. Ta je ovlivňována mnoha faktory, jako je počasí, vegetační perioda, vlhkost povrchu či množství a kondice vegetace (Gates 1980). V mé práci jsem pro eliminaci vlivu počasí použila standardizaci dat (viz 4.3.1. Zpracování leteckých a satelitních dat) a pro eliminaci vlivu vegetační sezóny byly vybrány satelitní snímky v rozmezí června až července. V této práci zjištěné relativní hodnoty teplot tak vypovídají o vlhkosti povrchu a množství a kondici vegetace. Lesní porost na lokalitách studovaných v této práci vykazoval druhých nejnižších hodnot. Obdobných výsledků dosáhl i Brom et al. (2009), který dále poukazuje na vliv vegetace na klimatické a energetické poměry dané lokality. Koruny stromů totiž významně ovlivňují prostředí kolem sebe, především proudění vzduchu a sluneční záření (Macek 2009, Brom 2008), což přispívá k vyrovnanému teplotnímu režimu lesních porostů (Tesař et al. 2004).

Nejnižších hodnot nabývá kategorie vodních ploch. Ty mají vyšší tepelnou jímavost, což způsobuje pomalejší změny teplot, než vykazuje vzduch či holá plocha. Na těchto lokalitách tak nedochází k přehřívání a dlouhodobě dosahují v letním období nejnižších denních teplot (Petřík et al. 1986). Obecně platí, že vyšší vlhkost ať už ve vegetaci či půdě zmírňuje kolísání teplot (Brom 2008).

Relativní hodnoty kategorie orná půda se v jednotlivých letech liší. Je to proto, že kategorie orná půda může obsahovat různé zemědělské plodiny s různou teplotní odezvou. V roce 2009 nejsou rozdíly mezi relativními hodnotami teplot jednotek krajinného krytu tak výrazné jako v ostatních letech. Důvod může být ten, že ke snímkování došlo po dešti, kdy se teploty povrchu vyrovnají (Brom et al. 2012, Petřík et al. 1986).

Ono schéma rozdělení teplot patrné v letech 1986, 2003 a 2009 neplatí pro rok 1994. Vztah nejvíce zastoupených kategorií, tedy les, voda a těžební plochy odpovídá. Z těchto tří má opravdu nejnižší hodnotu voda a nejvyšší plochy bez vegetace. Kategorie travních ploch též souhlasí s výše uvedených schématem. Neodpovídají hodnoty orné půdy. To může být dáno tím, že nemáme teplotní data pro rok 1997, ze kterého pochází krajinný kryt. Mohlo tak dojít k záměně jednotek krajinného krytu, tudíž teploty z roku 1994 ukazují hodnoty jiné kategorie krajinného krytu. Toto vysvětlení podporuje i fakt, že tato rozporuplná kategorie vykazuje v roce 1997 nejširší kvartilové rozpětí.

Výsledky změny teploty jedné lokality, na které se nachází po celou dobu sledování tentýž lesní porost, ukazují, že jak se porost vyvíjí a stoupá zapojenost korun, jeho teplota klesá. Toto úzce souvisí s mírou evapotranspirace, která se skládá z evaporace

a transpirace. Tento celkový výpar dokáže ovlivnit teplotní režim dané lokality (Xu & Singh 2005). Transpirace se navíc zvyšuje s rostoucí vrstvou vegetace. Dalším vlivem, který způsobil ochlazování stárnoucího porostu stromů je intercepce. Její efektivita roste s věkem stromů, neboť dochází ke zvětšování koruny, a tak jsou stromy schopny zachytit a udržet více vlhkosti, která způsobí menší výkyvy teplot (Petrík et al. 1986).

Výsledky pozorování změn teplot na jedné lokalitě, kde se během let měnil krajinný kryt, korespondují s výsledky změn teplot krajinného krytu v jednotlivých letech. Na lokalitě, kde se v roce 1986 nacházel les, se teplota v roce 1994 zvýšila, neboť zde již započala těžba. Jak uvádím výše, lokality těžby se z důvodu absence vegetace silně přehřívají (Brom et al. 2012, Hais et al. 2005, Pokorný 2001). Po následné rekultivaci na les, teplota opět klesla, a to z důvodu nárůstu transpirace (Xu & Singh 2005) a intercepce (Petrík et al. 1986). Rozdíl teplot vysázeného lesa v roce 2003 a 2009 neodpovídá výsledkům analýzy změn teplot lesního porostu v průběhu let. Důvodem může být nízký počet pozorování pro danou lokalitu. Původní rozlišení satelitních snímků bylo 120 x 120 m, mnou použitá zdrojová data byla převzorkována na rozlišení 30 x 30 m. Při nízkém počtu měření tak mohlo dojít k nepřesnosti. Podobný problém lze pozorovat i na druhé sledované lokalitě, kde se změnil lesní porost na holou těžnou plochu a následně na vodu. Zde v roce 1986 má lesní porost nižší teplotu než lesní porost následující rok. Dále výsledky zcela odpovídají předchozím výsledkům i literatuře. Tedy že těžbou se teplota významně zvýší a následnou hydrickou rekultivací opět prudce klesne dolů.

## 7. Závěr

V průběhu sledování krajinných změn od roku 1952 – 2010 došlo na vybraných pískovnách ke změnám v krajinném krytu. Těžba šterkopísku ve všech případech výrazně změnila krajinný ráz vytvořením velkých lomových jezer či tůní a otevřených holých ploch. Tak došlo ke zvýšení různorodosti krajiny. Ze sledovaných krajinných jednotek vymizely během těžby pouze lesní paseky. Plocha lesního porostu se na lokalitách rekultivovaných hydricky snížila, při lesnické rekultivaci naopak vzrostla.

Ukázalo se, že v dlouhodobém horizontu není z hlediska krajinného krytu významný rozdíl mezi plochami, kde bylo při rekultivaci ponecháno 20% plochy přirozené obnově, a kde byl přístup přirozené obnovy aplikovaný na celou plochu dobývacího prostoru. Liší se však varianty s podílem přirozené obnovy a zcela technicky rekultivované. Hlavním důvodem je, že souhrnné plány sanace a rekultivace, které navrhovaly zcela technické řešení, pochází z počátků rekultivací v České republice a odpovídaly tehdejšímu názoru, že technická rekultivace je z biologického hlediska nejpřínosnější. Postupem času se ukázalo, že daleko vhodnější je ponechat prostor i přirozené obnově.

Jednoznačně platí, že s rostoucím podílem přirozené obnovy klesá nákladnost rekultivace. Poměry finančních náročností variant pro jednotlivé pískovny jsou dány charakterem rekultivované plochy.

Využití termálních dat se ukázalo jako vhodný kvantitativní parametr k popisu vývoje pískoven. Hodnoty teplot pro lesní porost korespondují s jeho sukcesním vývojem, tedy klesají v průběhu času.

## 8. Použitá literatura

**Bělohávek, J.** (2005): Cep II: Rozšíření dobývacího prostoru Cep II, Dokumentace, GET s.r.o., Praha

**Beranová, P.** (2008): Stručný manuál k ovládnání programu STATISTICA, StatSoft ČR s.r.o., 16 pp.

**Bubák, D.** (2007): Oznámení záměru: Hornická činnost v dobývacím prostoru Stráž nad Nežárkou, GET s.r.o., Praha.

**Bradshaw, A., D.** (2000): The use of natural processes in reclamation – advantages and difficulties. *Landscape and Urban Planning* 51: 89-100.

**Brom, J.** (2008): Úloha vegetace v kulturní krajině ve vztahu k disipaci sluneční energie. PhD. Thesis, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. České Budějovice, 159 pp.

**Brom, J., Nedbal, V., Procházka, J. & Pechárová, E.** (2012): Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2009 using satellite data analysis. *Ecological Engineering* 43: 45–52.

**Brom, J., Procházka, J. & Rejšková, A.** (2009): Evaluation of Functional Properties of Various Types of Vegetation Cover Using Remotely Sensed Data Analysis. *Soil and water research* 4(Special Issue 2): S49–S58.

**Burrough, P., A.** (1986): Principles of geographical information systems for land resources assesment. Clarendon Press, Oxford, 193 pp.

**Clements, F., E.** (1916): Plant succession: An analysis of the development of vegetation. Carnegie Institution of Washington, Washington, 654 pp.

**Dad'ourek, M., Müchenstein, P. & Čejka, J.** (2005): Průzkum fauny na území plánovaného rozšíření DP Cep II, Sdružení Krajina.

**Davis, A.M. & Slobodkin, L.B.** (2004): The Science and Values of Restoration Ecology. *Restoration Ecology* 12 (1): 1-3.

**Dolný, A. & Krupníková, A.** (2004): Ekologická analýza dílčích výsledků z projektu mapování vážek na území České republiky. Vážky 2004, Sborník referátů VII. Celostátního semináře odonatologů v Krušných horách. ZO ČSOP Vlašim, Vlašim.

**ESRI, ARC/Info 7** (1994): Environmental Systems. Research Institute Inc., Redlands, CA.

**Fraser, R., Abuelgasim, A. & Latifovic, R.** (2005): A method for detecting large-scale forest cover change using coarse spatial resolution imagery. *Remote Sensing of Environment* 4: Remote 414-427.

**Gates, D., M.** (1980): *Biophysical Ecology*. Dover Publications Inc., Mineola, NY, 635 pp.

**Geomatica Algorithm Reference** (2003): PCI Geomatics. 50 West Wilmot Street, Richmond Hill, Ontario, Canada, L4B 1 M5.

**Golley, F., B.** (1977): *Ecological succession*. Benchmark Papers in Ecology, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, 388 pp.

**Gunn, A., S.** (1991): The restoration of species and natural environments. *Environmental Ethics* 13: 291 – 310.

**Hadačová, D.** (2002): Spontánní sukcese vs technická rekultivace na mosteckých výsypkách. Dipl.práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta Biologická, Česká republika.

**Hais, M., Pecharová, E. & Svoboda, I.** (2005): Energy balance of the area influenced by brown coal mining in three phases. The fourteenth international symposium on mine planning and equipment selection. Banff. Alberta. Canada. 414 – 423pp.

**Harris, J., A. & van Diggelen, R.** (2006): Ecological restoration as a project for global society. Van Andel J. & Aronson J. [eds.]: *Restoration Ecology*. Blackwell Publishing, 3-15 pp.

**Harris, J., A., Birch, P. & Palmer, J., P.** (1996): *Land restoration and reclamation, principles and practise*. Longman, Harlow, 227 pp.

**Hátle, M.** (2008): Zásady sanace a rekultivace těžeben štěrkopísku z hlediska ochrany přírody na území CHKO Třeboňsko (příloha Plánu péče CHKO Třeboňsko na roky 2008–2017).

**Hayden, B., P.** (1998): Ecosystems feedback on climate at the land scale. *Philosophical Transaction of the Royal Society London B* 353: 5-18.

**Hendl, J.** (2004): Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat. Portál, Praha, 584 pp.

**Henenberg, P.** (2001): Size of sand grains as a significant factor affecting the nesting of bank swallows (*Riparia riparia*). *Biologia (Bratislava)* 56: 205–210.

**Hickey, R. & Jankowski, P.** (1997): GIS and environmental decisionmaking to aid smelter reclamation planning. *Environment and Planning A* 29: 5-19.

**Hlásný, T.** (2007): Geografické informačné systémy – Priestorové analýzy. Zephyros & Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 160 pp.

**Hobbs, R., J. & Norton, D., A.** (1996): Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology* 4: 93–110.

**Holl, K., D. & Cairns, J., Jr.** (1994): Vegetational community development on reclaimed coal surface mines in Virginia. *Bulletin of the Torrey Botanical club* 121: 327 – 337

**Charouzek, J.** (2007): Souhrnný plán sanace a rekultivace dobývacího prostoru Stráž nad Nežárkou, GET s.r.o., Praha

**Charouzek, J.** (2012): Souhrnný plán sanace a rekultivace výhradního ložiska živcových a stavebních písků Halámky (B3 142300) v dobývacím prostoru Krabonoš (600324), GET s.r.o., Praha

**Charvátová, E. & Sklenička, P.** (2005): Development of landscape pattern and river systems in a post-mining landscape. *Book of Abstracts of the 11th International Symposium on Society and Resource Management*, June 16-19 2005 Östersund, Sweden, 171-172 pp.

**Kavina, P.** (2002): Surovinové zdroje české republiky. MŽP, Geofond, Praha, 180 pp.

**Kondratyev, K., Ya., Buznikov, A., A. & Pokrovsky, O., M.** (1996): Global change and remote sensing. Praxis Publishing Ltd. Chichester, West Sussex, England, 370 pp.

**Konvalinková, P.** (2010): Rašelinště. In: Řehounek J., Řehouneková K., Prach K. (eds.) (2010): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice.

**Kotecký, V.** (2000): Potenciál alternativ k těžbě stavebního kamene, šterkopísků a vápenců v České republice. Hnutí DUHA, 91 pp.

**Kunert, K.** (2005): A GIS approach to habitat restoration site selection and prioritization in the New York – New Jersey harbor estuary. Ms.thesis Duke University, Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, 45 pp.

**Li, Z., L. & Becker, F.** (1993): Feasibility of land surface temperature and emissivity determination from AVHRR data. *Remote sensing of Environment* 43: 67 – 85.

**Lipský, Z.** (1995): The changing face of the czech rural landscape. *Landscape and urban planning* 31: 39 – 45.

**Luken, J., O.** (1990): Directing ecological succession. Chapman & Hall, London.

**Macek, M.** (2009): Variabilita vegetace dubohabrových lesů na jemné škále. Bak. práce depon in Přírodovědecká fakulta, Karlova univerzita, Praha, 37pp.

**Markatos, N., Stamou, A., Beltro, J., Panagopoulos, T., Helmis, C., Stamatiou, E., Hatzopoulou, A. & Antunes, M., D., C.** (2007): A GIS-based decision support system for revegetation and reclamation of Opencast Coal Mine spoils. *EEESD '07: Proceedings of the 3rd IASME/WSEAS. International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development*, 471-479 pp.

**Matějček, T.** (1999): Hodnocení vytěžených pískoven na okrese Nymburk z krajinně-ekologického hlediska. *Vlastivědný Zpravodaj Polabí* 33: 145–154.

**Matějček, T.** (2001): Krajinně – ekologické zhodnocení vytěžených pískoven na okrese Nymburk. Ms. (Diplomová práce), Univerzita Karlova, Praha.

**Matějka, K.** (2009): Vyhodnocení krajinných transektů Šumavy v historické perspektivě. *Integrovaný dopravní systém*, Praha.

**Petit, C., C. & Lambin, E., F.** (2002): Impact of data integration technique on historical land-use/land-cover change: Comparing historical maps with remote sensing data in the Belgian Ardennes. *Landscape ecology* 17: 117 – 132.

**Petrík, M., Havlíček, V. & Uharský, I.** (1986): *Lesnícka Bioklimatológia. Příroda*, Bratislava, 346 pp.

**Petříček, V.** (2002): Co dělat? In Petříček, V. (2002): *Tvář naší země-krajina domova*. 6, Rehabilitace krajiny, Sborník příspěvků ke konferenci konané ve dnech 8.-11. října 2002 v Praze a Průhonicích, Studio JB, 60-62 pp.

**Pokorný, J.** (2001): Dissipation of solar energy in landscape-controlled by management of water and vegetation. *Renewable energy* 24: 641 – 645.

**Prach, K.** (2003): Spontaneous succession in Central-European man-made habitats: What information can be used in restoration practice? *Applied Vegetation Science* 6: 125–129.

**Prach, K.** (2006): Ekologie obnovy jako mladý obor a uplatnění botaniky v něm. *Zprávy České Botanické Společnosti* 41, *Materiály* 21: 89-105.

**Prach, K. (ed.)** (2010): Ekologie obnovy ukazuje možnosti obnovy cenných biotopů. In: Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K. (eds.) (2010): *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, Česke Budějovice.

**Prach, K., Bartha, S., Joyce, C., B., Pyšek, P., van Diggelen, R. & Wiegand, G.** (2001): The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. *Applied Vegetation Science* 4: 111-114.

**Prach, K., Bastl, M., Konvalinková, P., Kovář, P., Novák, J., Pyšek, P., Řehouňková, K. & Sádlo J.** (2008): Sukcese vegetace na antropogenních stanovištích v České republice – přehled dominantních druhů a stadií. *Příroda*, Praha, 26: 5–26.

**Prach, K. & Pyšek, P.** (2000): Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from central Europe. *Ecological Engineering* 17: 55–62.

**Prach, K., Pyšek, P. & Šmilauer, P.** (1999): Prediction of vegetation succession in human-disturbed habitats using an expert system. *Restoration Ecology* 7: 15-23.



**Pražák, J., Šír, M. & Tesař M. (1994):** Estimation of plant transpiration from meteorological data under conditions of sufficient soil-moisture. *Jurnal of Hydrology* 162: 409 – 427.

**Prokopová, M. (2010):** Hodnocení revitalizačních akcí z hlediska biodiverzity a plnění ekosystémových služeb. PhD. (Disert. práce), Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 147 pp.

**Quitt, E. (1971):** Klimatické oblasti Československa, *Academia, Studia Geographica* 16, GÚ ČSAV v Brně, 73 s.

**Rauch, O., Kovář, P., Tropek, R. & Řehounek, J. (eds.) (2010):** Odkaliště In: Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K. (eds.) (2010): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, Česke Budějovice.

**Ripl, W., Pokorný, J., Eiseltová, M. & Ridgill, S. (1996):** Holistický přístup ke struktuře a funkci mokřadů a jejich degradaci. In: Eiseltová, M. (ed.): *Obnova jezerních ekosystémů – holistický přístup. Wetlands International* 32: 16 – 35.

**Ripl, W. (2003):** Water: the bloodstream of the biosphere. *Philosophical Transaction of the Royal Society London B* 358: 1921–1934.

**Ristović, M., I., Stojaković, M., P. & Vulić, M., I. (2010):** Recultivation and Sustainable Development of Coal Mining in Kolubara Basin. *Thermal science* 3: 759 – 772 pp.

**Ryšavá, K. (2001):** Sukcese vegetace v obnovené přírodní rezervaci Chomutovské jezero. Ms. (Dipl.práce), Univerzita Palackého, Olomouc

**Řehounek, J. & Hátle, M. (2010):** Obnova těžebních prostorů v ČR. In Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K. (eds.) (2010): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, Česke Budějovice.

**Řehouňková, K. (2007):** Variability of spontaneous vegetation succession in disused gravel-sand pits: importance of environmental factors and surrounding vegetation. PhD. Thesis [in English], University of South Bohemia, Faculty of Biological Sciences. Česke Budějovice, Czech Republic, 100 pp.

**Řehouňková, K., Bogusch, P., Boukal, D., Boukal, M., Čížek, L., Grycz, F., Hesoun, P., Lencová, K., Lepšová, A., Máca, J., Marhoul, P., Řehounek, J., Schmidtmayerová, L. & Tropek, R. (2012):** Sand pit for Biodiversity at Cep II quarry, Quarry Life Award 2012.

**Řehouňková, K. & Prach, K. (2008):** Spontaneous vegetation succession in gravel-sand pits: A potential for restoration. *Restoration ecology* 16: 305 – 312.

**Řehouňková, K. & Řehounek, J. (2010):** Pískovny a šterkopískovny. In Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K. (eds.) (2010): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, Česke Budějovice.

**Santo, E., L. & Sánchez, L., E.** (2002): GIS applied in environmental impact indicators made by sand mining in a floodplain in southeastern Brazil. *Environmental Geology*, 41: 628 – 637.

**Schulz, F. & Wieglab, G.** (2000): Development options of natural habitats in postmining landscape. *Land degradation & Development* 11: 99 – 110.

**Schuster, W., S. & Hutnik, R., J.** (1987): Community development on 35 – year – old planted minespoil banks in Pennsylvania. *Reclamation and revegetation research* 6: 109 – 120.

**Sklenička, P., Bejček, V. & Přikryl, I.** (2002): Využití procesů přirozené sukcese při obnově krajiny po těžbě nerostů. In Petříček, V. (2002): *Tvář naší země-krajina domova*. 6, Rehabilitace krajiny, Sborník příspěvků ke konferenci konané ve dnech 8.-11. října 2002 v Praze a Průhonicích, Studio JB, 60-62 pp.

**Society for Ecological Restoration** (2004): The SER International Primer on ecological restoration. Version 2 ([www.ser.org](http://www.ser.org))

**Starý, J., Kavina, P., Vaněček, M., Sitenský, I., Kotková, J. & Nekutová, T.** (2008): Surovinové zdroje České republiky, nerostné suroviny (2007). MŽP, Geofond, Praha, 413 pp.

**Strzyszczyk, Z.** (1996): Recultivation and landscaping in areas after brown-coal mining in middle-east european countries. *Water Air Soil Pollut* 91: 145 – 157pp.

**Šrédli, V.** (2005): Využití GIS pro hodnocení krajiny-modelování přírodního rekreačního potenciálu v Národním parku České Švýcarsko. Ms. [Dipl. práce], Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 76 pp.

**Štýs, S. & Braniš, M.** (1990): Czech school of land reclamation. *Acta Universitatis Carolinae – Environmentalica* 13: 99 – 109.

**Štýs, S. et al.** (1981): Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha, 678 pp.

**Tesař, M., Šír, M. & Zelenková, E.** (2004): Vliv vegetace na vodní a teplotní režim tří povodí ve vrcholovém pásmu Šumavy. *Aktuality šumavského výzkumu II*, Srní, 84-88pp.

**Tischew, S.** (1998): Sukzession als mögliche Folgenutzung in sanierten Braunkohletagebauen. *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen – Anhalt*. Halle SH 1: 42 – 53.

**Tošner, O.** (2008): Komentovaný návrh změn české legislativy týkající se obnovy těžbou narušených území ve vztahu k jejím přírodě blízkým formám. *Calla – Sdružení pro záchranu prostředí*.

**Tošner, O.** (2007): Analýza legislativy ve vybraných evropských státech ve vztahu k obnově těžbou narušeného území. *Calla – Sdružení za záchranu prostředí*.

**Tropek, R., Tichý, L., Prach, K. & Řehounek, J. (eds.)** (2010): Kamenolomy. In: Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K. (eds.) (2010): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice.

**Turner, M.G., Baker, W.L., Peterson, C.J. & Peet, R.K.** (1998): Factors influencing succession: lessons from large, infrequent natural disturbances. *Ecosystems* 1: 511–23.

**Ursic, K., A., Kenkel, N., C. & Larson, D., W.** (1997): Revegetation dynamics of cliff faces in abandoned limestone quarries. *Journal of Applied Ecology* 34: 289 – 303.

**U.S. Geological Survey** (2010): Mineral commodity summaries 2010. U.S. Geological Survey, United States Government Printing Office, Washington, 193 pp.

**U.S. Geological Survey** (2011): Mineral commodity summaries 2011. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia, 198 pp.

**Vinciková, H., Hais, M., Brom, J., Procházka, J. & Pecharová, E.** (2010): Use of remote sensing methods in studying agricultural landscapes – a review. *Journal of Landscape Studies* 3: 53 – 63.

**Vlachová, B., Pohlová, R., Klouda, L. & Jaček, M.** (2005): Cep II: Rozšíření dobývacího prostoru Cep II, Floristický průzkum, GET s.r.o., Praha

**Vojar, J. & Šálek, M.** (2005): Zoologický průzkum na lokalitě „Halámky – Krabonošský obecní les“, In: Bělohávek, J. (2005): Cep II: Rozšíření dobývacího prostoru Cep II, Dokumentace, GET s.r.o., Praha

**Vorlová, B.** (2005): Botanický průzkum lokality Halámky ve vztahu k záměru „Přeložka technického koridoru a účelové komunikace v prostoru ložiska Halámky“, In: Bělohávek, J. (2005): Cep II: Rozšíření dobývacího prostoru Cep II, Dokumentace, GET s.r.o., Praha

**Vorlová, B.** (2007): Botanický průzkum, In: Bubák, D. (2007): Dokumentace: Hornická činnost v dobývacím prostoru Stráž nad Nežárkou, GET s.r.o., Praha

**Vráblíková, J.** (2010): Rekultivace území po těžbě uhlí na příkladu severních Čech. *Životní Prostředí* 1: 24 – 29.

**Walker, L., R. & del Moral, R.** (2003): Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press, Cambridge, 429 pp.

**Walker, L., R., Walker, J. & Hobbs, R., J.** (2007): Linking restoration and ecological succession. Springer. New York, 190 pp.

**Whisenant, S., G.** (1999): Repairing Damaged Wildlands, A process-Orientated, Landscape-Scale Approach. Cambridge University Press, 312 pp.

**Xu, C., Y. & Singh V. P.** (2005): Evaluation of three complementary relationship vapotranspiration models by water balance approach to estimate actual regional vapotranspiration in different climatic regions. *Journal of Hydrology* 308, 105–121.

**Zlatník, A. a kol.** (1973): *Základy ekologie*. SZN, Praha, 280 pp.

**Vyhláška ČBÚ č. 104/1988 Sb.**, o hospodárném využívání výhradních ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem, ve znění vyhlášky ČBÚ č. 242/1993 Sb., vyhlášky ČBÚ č. 434/2000 Sb. a vyhlášky č. 299/2005 Sb.

**Vyhláška ČBÚ o dobývacích prostorech**, ve znění vyhlášky č. 351/2000 Sb.

**Zákon č. 114/1992 Sb.**, o ochraně přírody a krajiny

**Zákon č. 334/1992 Sb.**, o ochraně zemědělského půdního fondu

**Zákon č. 44/1988 Sb.**, o ochraně a využití nerostného bohatství, (horní zákon)

**Zákon č. 61/1988 Sb.**, o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě

**Zákon č.289/1995 Sb.**, o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon)

Calla – občanské sdružení: <http://www.calla.cz/piskovny>

Český statistický úřad: <http://www.czso.cz>

Heidelberger – těžební společnost:

[http://www.heidelbergcement.com/cz/cs/country/o\\_skupine/cms/index.htm](http://www.heidelbergcement.com/cz/cs/country/o_skupine/cms/index.htm)

USGS 2012: Global Vizualization Viewer: <http://glovis.usgs.gov/>

## 9. Seznam příloh

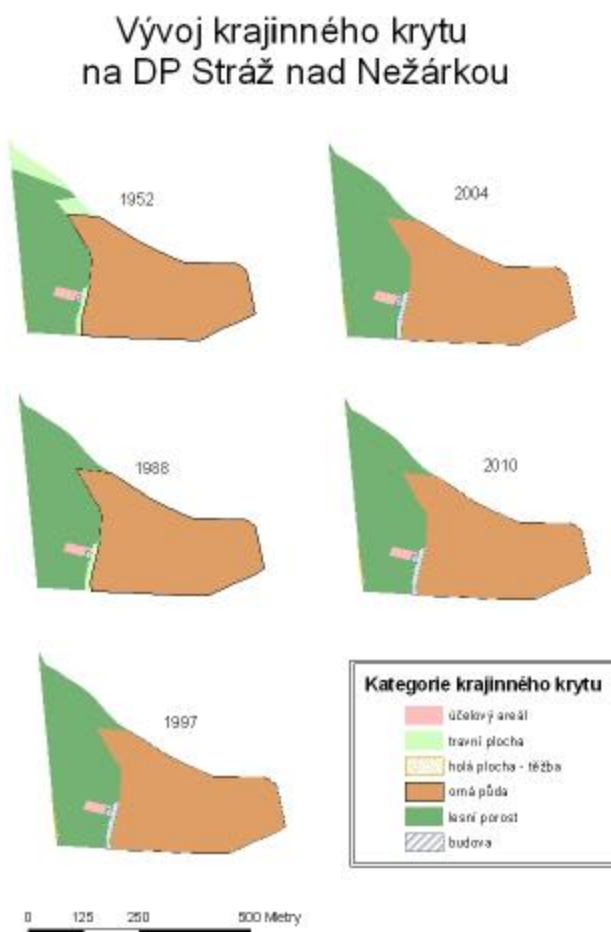
- Příloha č.1 Tabulky a mapy vývoje krajinného krytu vybraných pískoven
- Příloha č. 2 Tabulky dřevin k výsadbě při rekultivaci dle SPSR
- Příloha č. 3 Mapy variantních řešení jednotlivých pískoven s různým podílem přirozené obnovy
- Příloha č. 4 Podrobné tabulky finanční náročnosti rekultivací jednotlivých pískoven s různým podílem přirozené obnovy

## Přílohy

**Příloha č.1:** Tabulky a obrázky znázorňující vývoj jednotlivých pískoven v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010. Pořadí zájmových pískoven je Stráž nad Nežárkou, Pístina, Novosedly, Cep II a Krabonoš. Nejprve je vždy uvedena tabulka s patřičnými hodnotami a následuje obrázek změn krajinného krytu.

Stráž	1952		1988		1997		2004		2010	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
lesní porost	4,44	35,13	5,06	40,05	5,06	40,05	5,07	40,17	5,07	40,17
orná půda	7,28	57,67	7,28	57,68	7,28	57,68	7,28	57,68	7,28	57,68
holá plocha	0,00	0,00	0,01	0,11	0,01	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
travnatý porost	0,78	6,15	0,14	1,11	0,14	1,11	0,14	1,11	0,14	1,11
vodní plocha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
účelový areál	0,12	0,92	0,12	0,92	0,12	0,92	0,12	0,92	0,12	0,92
budova	0,02	0,13	0,02	0,13	0,02	0,13	0,02	0,13	0,02	0,13

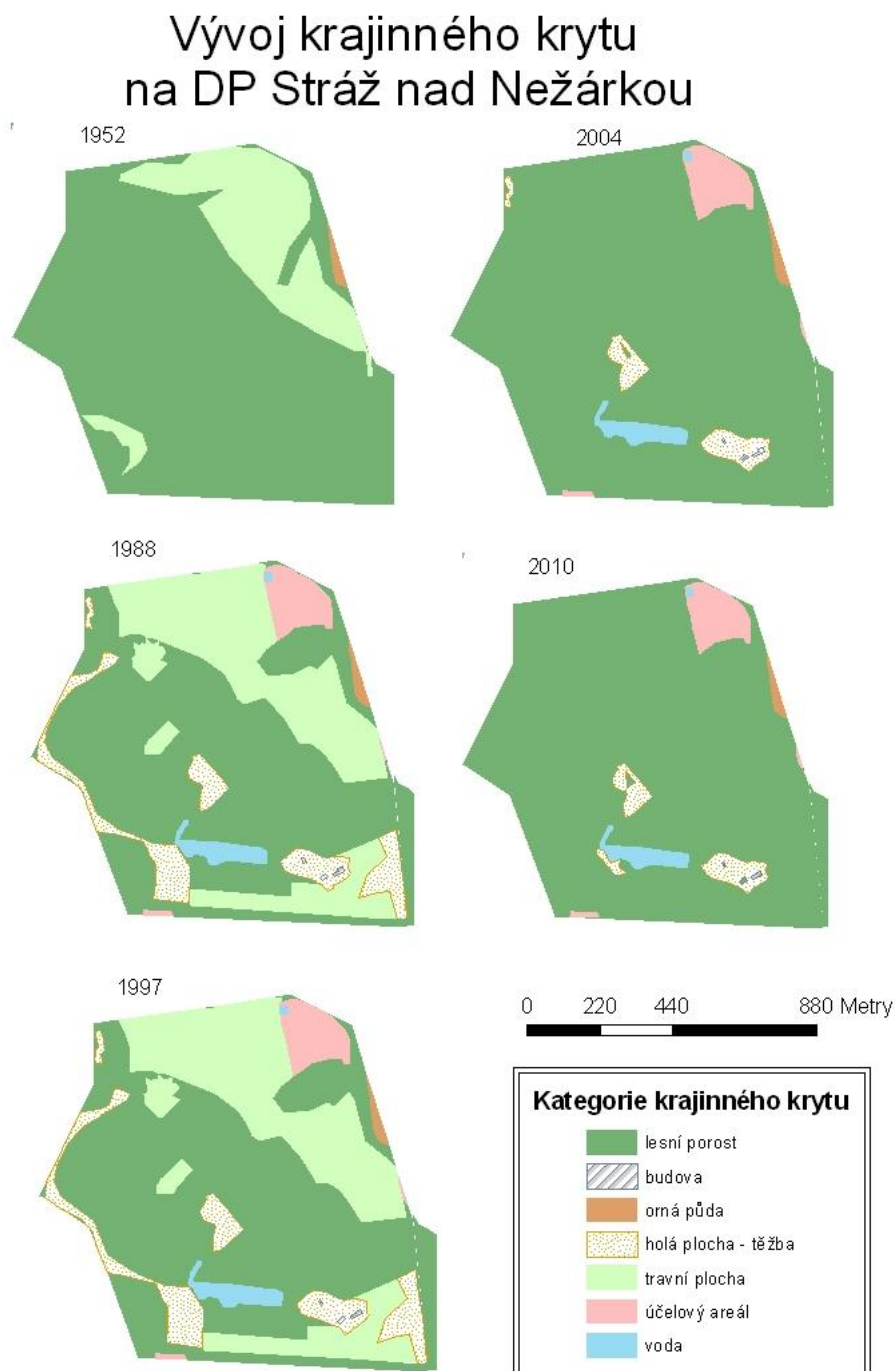
**Tabulka č 1. :** Rozlohy jednotlivých kategorií krajinného krytu v DP Stráž nad Nežárkou v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010.



**Mapa č.1:** Krajinný kryt DP Stráž nad Nežárkou v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010.

Pístina	1952		1988		1997		2004		2010	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
lesní porost	69,00	80,51	49,27	57,49	49,29	57,51	78,32	91,40	78,30	91,36
orná půda	0,37	0,43	0,37	0,43	0,37	0,43	0,37	0,43	0,37	0,43
holá plocha	0,01	0,01	7,46	8,70	7,35	8,58	2,50	2,91	2,53	2,95
travnatý porost	16,32	19,05	24,10	28,12	24,18	28,22	0,00	0,00	0,00	0,00
vodní plocha	0,00	0,00	1,46	1,70	1,46	1,70	1,46	1,70	1,46	1,70
účelový areál	0,00	0,00	2,97	3,47	2,98	3,47	2,98	3,47	2,98	3,47
budova	0,00	0,00	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08

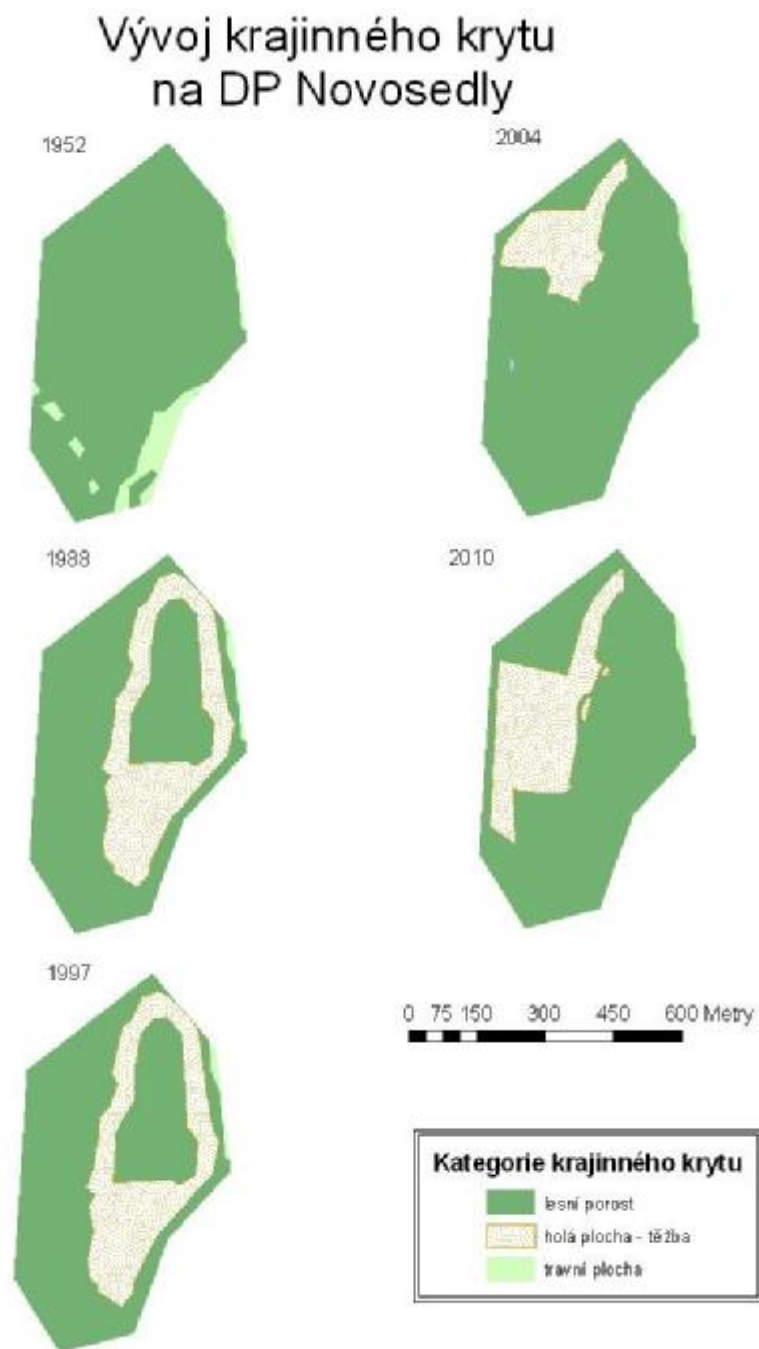
**Tabulka č.2:** Rozlohy jednotlivých kategorií krajinného krytu v DP Pístina v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010.



**Mapa č.2:** Krajinný kryt v DP Pístina v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010.

Novosedly	1952		1988		1997		2004		2010	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
lesní porost	24,69	93,47	18,51	70,06	18,51	70,06	19,62	74,28	22,67	85,80
orná půda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
holá plocha	0,00	0,00	7,72	29,21	7,72	29,21	6,60	25,00	3,54	13,39
travnatý porost	1,72	6,53	0,19	0,72	0,19	0,72	0,19	0,72	0,19	0,72
vodní plocha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09
účelový areál	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
budova	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabulka č.3 :** Rozlohy jednotlivých kategorií krajinného krytu v DP Novosedly v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010.



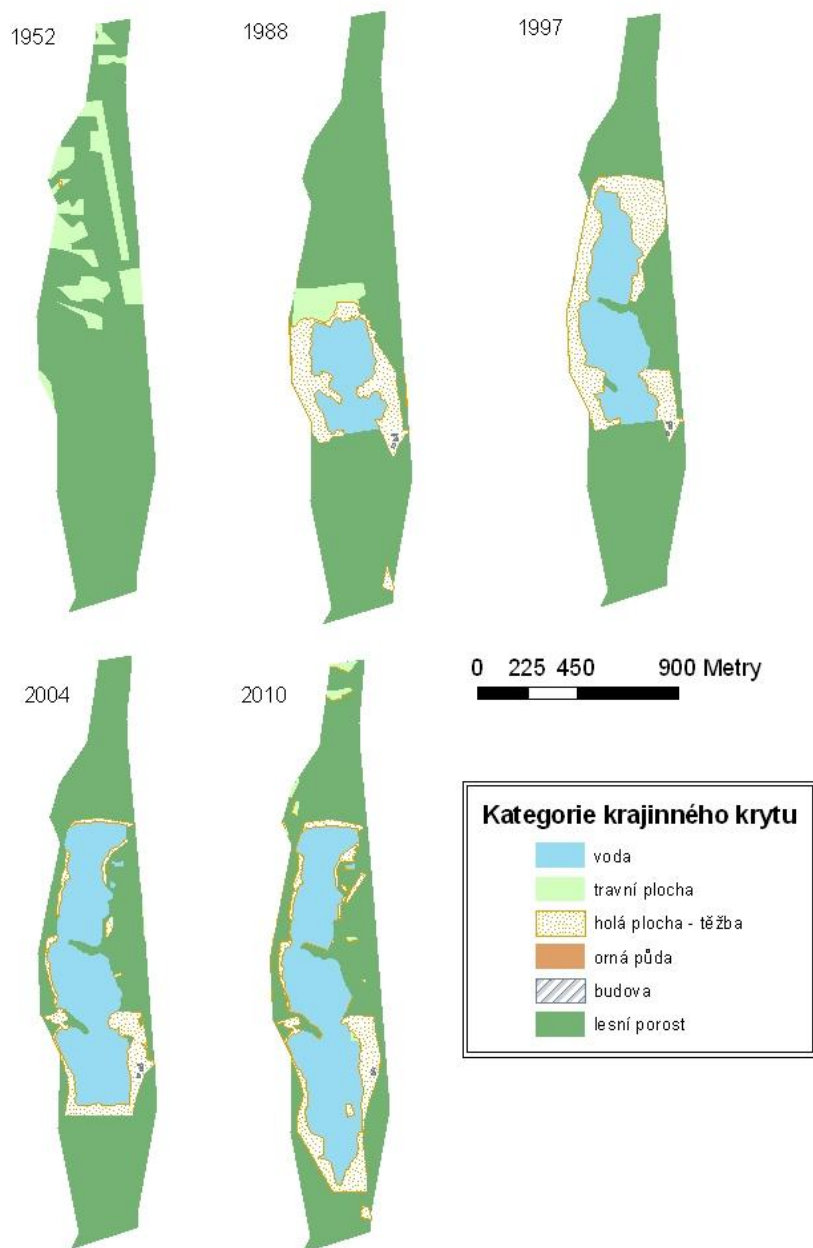
**Mapa č.3:** Krajinný kryt na DP Novosedly v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010.



Cep	1952		1988		1997		2004		2010	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
lesní porost	86,20	86,50	72,21	72,46	58,55	58,75	59,08	59,28	50,21	50,39
orná půda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
holá plocha	0,04	0,04	11,50	11,54	18,65	18,72	8,90	8,93	12,28	12,32
travnatý porost	13,42	13,46	3,79	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	1,25
vodní plocha	0,00	0,00	12,10	12,14	22,40	22,48	31,63	31,74	35,89	36,01
účelový areál	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
budova	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03

**Tabulka č.4:** Rozlohy jednotlivých kategorií krajinného krytu v DP Cep II v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010.

## Vývoj krajinného krytu na DP Cep II

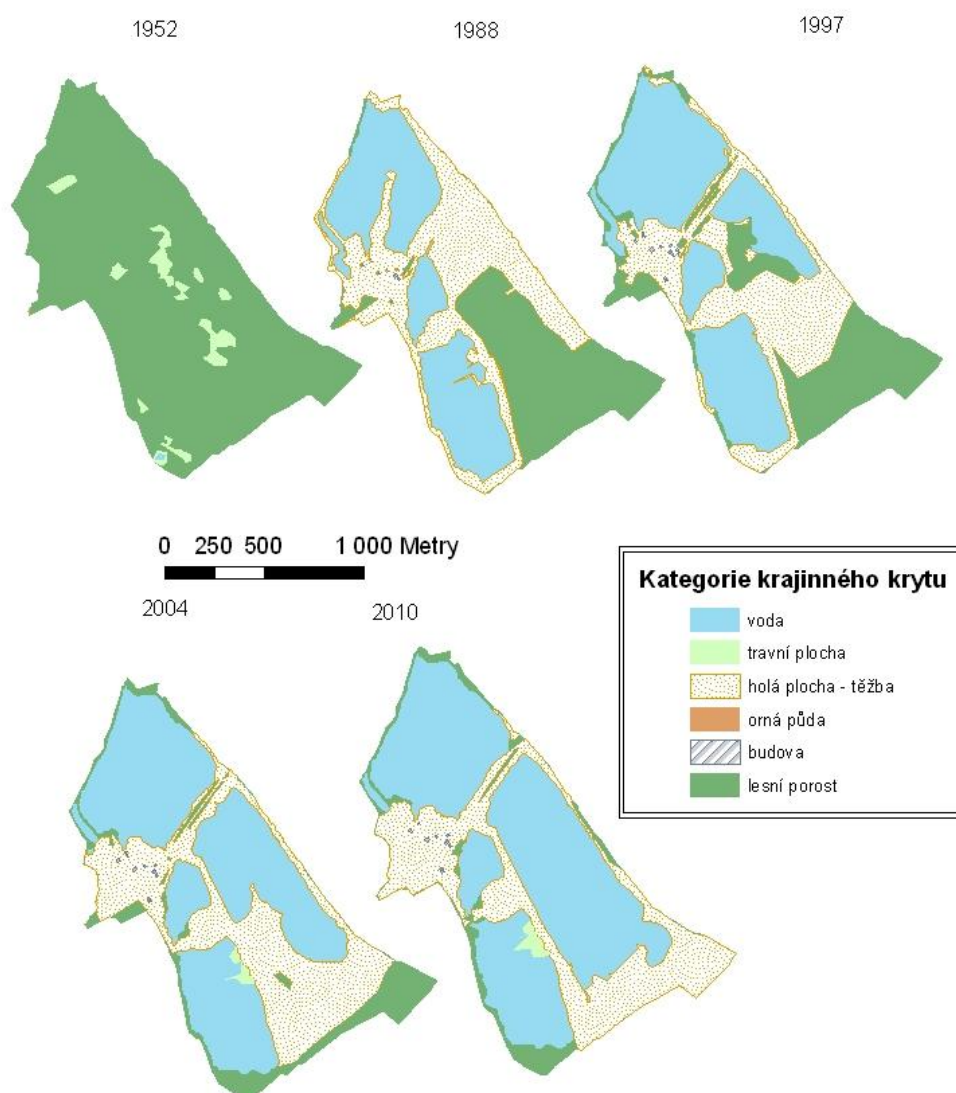


**Mapa č.4:** Krajinný kryt na DP Cep II v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010.

Krabonůš	1952		1988		1997		2004		2010	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
lesní porost	168,83	95,44	51,56	29,15	44,92	25,39	21,29	12,03	11,59	6,55
orná půda	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
holá plocha	0,00	0,00	63,26	35,76	52,70	29,79	60,09	33,97	53,01	29,97
travnatý porost	7,86	4,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,52	1,44	0,82
vodní plocha	0,15	0,09	61,89	34,99	79,10	44,71	94,44	53,39	110,70	62,58
účelový areál	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
budova	0,00	0,00	0,19	0,11	0,19	0,11	0,17	0,09	0,16	0,09

**Tabulka č.5:** Rozlohy jednotlivých kategorií krajinného krytu v DP Krabonůš v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010.

## Vývoj krajinného krytu na DP Krabonůš



**Mapa č.5:** Krajinný kryt na DP Krabonůš v letech 1952, 1988, 1997, 2004 a 2010.

**Příloha č.2:** Detailnější informace k výsadbě dřevin při predikci stavu vybraných třeboňských pískoven v roce 2032 dle souhrnného plánu sanace a rekultivace.

Druh	Zastoupení ve skupinové výsadbě (%)	Zastoupení v plošné výsadbě
<b>Stromy</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> )	x	50
Dub zimní ( <i>Quercus patraea</i> )	20	10
Dub letní ( <i>Quercus robur</i> )	20	10
Buk lesní ( <i>Fagus sylvatica</i> )	10	5
Olše lepkavá ( <i>Alnus glutinosa</i> )	10	5
Jeřáb ptačí ( <i>Sorbus aucuparia</i> )	10	5
Jedle bělokorá ( <i>Abies alba</i> )	10	10
Lípa malolistá ( <i>Tilia cordata</i> )	10	5
Habr obecný ( <i>Carpinus betulus</i> )	5	5
Javor klen ( <i>Acer pseudoplatanus</i> )	5	x
Bříza bělokorá ( <i>Betula pendula</i> )	šíje	5
<b>Keře</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Střemcha obecná ( <i>Padus avium</i> Mill.)	12,5	12,5
Kalina planá ( <i>Viburnum opulus</i> L.)	12,5	12,5
Líska obecná ( <i>Corylus avellana</i> L.)	12,5	12,5
Trnka obecná ( <i>Prunus spinosa</i> L.)	12,5	12,5
Hloh obecný ( <i>Crataegus laevigata</i> )	12,5	12,5
Růže šípková ( <i>Rosa canina</i> )	12,5	12,5
Krušina olšová ( <i>Frangula alnus</i> Mill.)	12,5	12,5
Svída krvavá ( <i>Cornus sanguinea</i> )	12,5	12,5

**Tabulka č.1 :** Seznam dřevin navržených pro zalesnění DP Stráž nad Nežárkou (převzato z Charouzek 2007)

Druh	Zastoupení na svazích (%)	Plocha ve svazích (ha)	Zastoupení v rovině (%)	Plocha v rovině (ha)
Borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> )	70	0,7	70	0,35
Dub zimní ( <i>Quercus patraea</i> )	25	0,25	15	0,075
Jeřáb ptačí ( <i>Sorbus aucuparia</i> )	5	0,05	5	0,025
Dub letní ( <i>Quercus robur</i> )	x	x	5	0,025
Javor mléč ( <i>Acer platanoides</i> )	x	x	2	0,01
Lípa malolistá ( <i>Tilia cordata</i> )	x	x	3	0,015

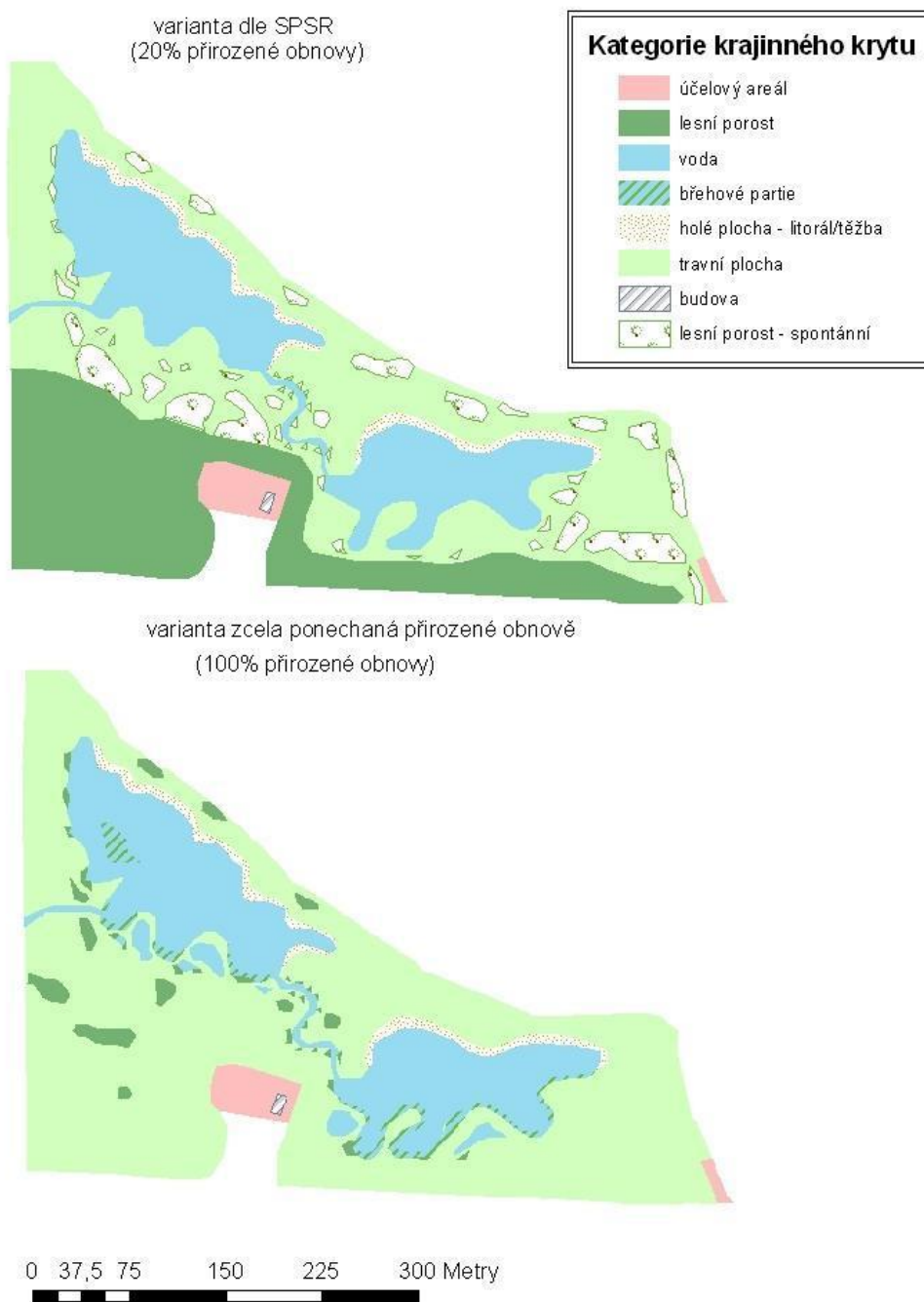
**Tabulka č.2 :** Seznam dřevin pro zalesnění DP Cep II (převzato z Charouzek 2012)

Druh	Zastoupení v kultuře (%)	Plocha (ha)
Borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> )	50	2,770
Smrk ztepilý ( <i>Picea abies</i> )	20	1,108
Dub letní ( <i>Quercus robur</i> )	10	0,554
Buk lesní ( <i>Fagus sylvatica</i> )	4	0,222
Jeřáb ptačí ( <i>Sorbus aucuparia</i> )	4	0,222
Lípa malolistá ( <i>Tilia cordata</i> )	4	0,222
Osika obecná ( <i>Populus tremula</i> )	4	0,222
Bříza bělokorá ( <i>Betula pendula</i> )	4	0,222

**Tabulka č.3:** Seznam dřevin navržených pro zalesnění DP Krabonoš (převzato z Bělohlávek 2005)

**Příloha č.3:** Obrazové materiály krajinného krytu vybraných pískoven v roce 2032 s různým podílem přirozené obnovy. Pískovny jsou uváděny v pořadí Stráž nad Nežárkou, Pístina, Novosedly, Cep II a Krabonoš.

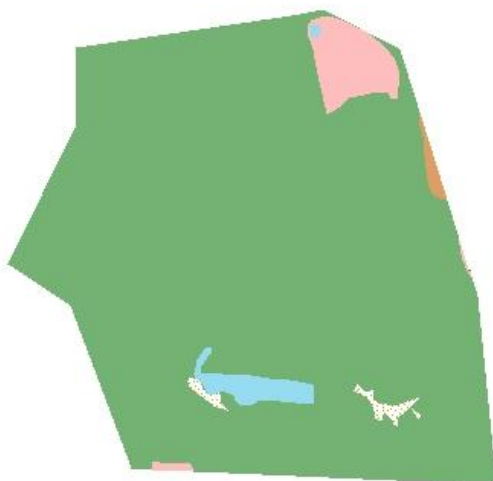
## DP Stráž nad Nežárkou predikce variantních řešení



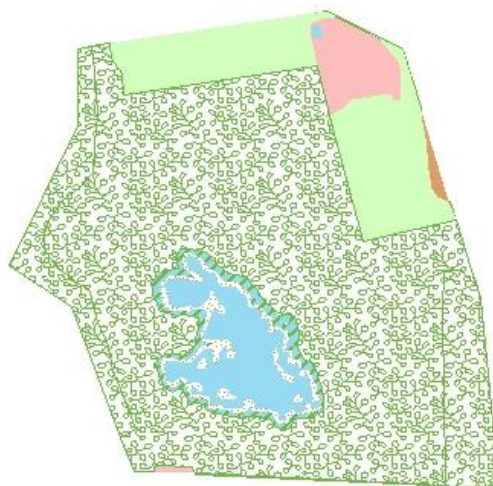
**Mapa č.1:** Krajinný kryt variantních řešení DP Stráž nad Nežárkou v roce 2032.

## DP Pístina - predikce variantních řešení

varianta dle SPSR  
(0% přirozené obnovy)



varianta zcela ponechaná přirozené obnově  
(100% přirozené obnovy)



0 100 200 400 600 800 Metry

varianta s 20% ponechanými přirozené obnově  
(20% přirozené obnově)



### Kategorie krajinného krytu

- voda
- účelový areál
- travní plochy
- holá plocha - litorál/těžba
- orná půda
- lesní porost - spontánní
- lesní porost

Mapa č.2: Krajinný kryt variantních řešení DP Pístina v roce 2032.

## DP Novosedly - predikce variantních řešení

varianta dle SPSR  
(0% přirozené obnovy)



varianta zcela ponechaná přirozené obnově  
(100% přirozené obnovy)



0 62,5 125 250 375 500 Metry

varianta s 20% ponechanými přirozené obnově  
(20% přirozené obnově)



### Kategorie krajinného krytu

- travní plocha
- holé plocha - litorál/těžba
- břehové partie
- voda
- lesní porost
- lesní porost - spontánní

**Mapa č.3:** Krajinný kryt variantních řešení DP Novosedly v roce 2032.

## DP Cep II - predikce variantních řešení

varianta dle SPSR  
(20% přirozené obnovy)

varianta zcela ponechaná přirozené obnově  
(100% přirozené obnovy)



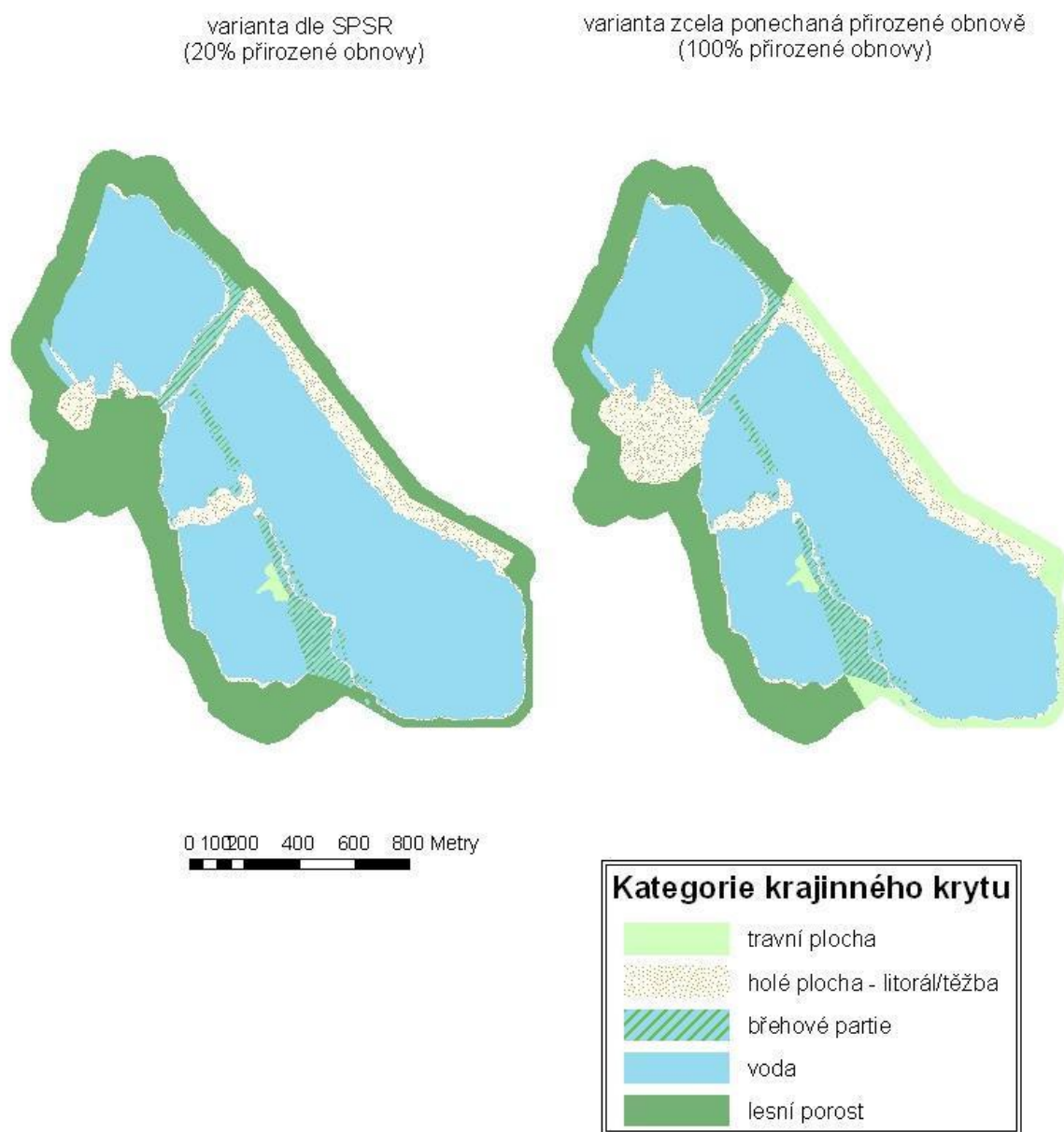
0 100 200 400 600 800 Metry



**Mapa č.4:** Krajinný kryt variantních řešení DP Cep II v roce 2032.



## DP Krabonoš - predikce variantních řešení



*Mapa č.5: Krajinný kryt variantních řešení DP Karbonoš v roce 2032.*

**Příloha č.4:** Tabulky podrobně vypsanych nákladů na jednotlivá variantní řešení stavu pískoven v roce 2032.

Stráž (12,63 ha) - dle SPSR (2006)	dle SPSR		100% přirozené obnovy
	částka (Kč) - 2006	částka (Kč) - 2010	částka (Kč) - 2010
<b>Sanace</b>	<b>4 677 631,00</b>	<b>5 240 102,16</b>	<b>5 240 102,16</b>
náklady na vykopání jezírek	101 049,00	113 199,84	113 199,84
modelace plochy pláže k rekreaci	233 957,00	262 089,63	262 089,63
modelace plochy pláže k sukcesi	313 638,00	351 352,03	351 352,03
modelace poloostrovy, ostrovy, laloky	179 911,00	201 544,76	201 544,76
modelacenezatopené dno	1 467 860,00	1 644 365,78	1 644 365,78
modelace 1.etáže	2 344 741,00	2 626 689,11	2 626 689,11
komunikace	30 714,00	34 407,27	34 407,27
parkoviště	5 761,00	6 453,74	6 453,74
<b>Biologická rekultivace</b>	<b>5 092 612,00</b>	<b>5 704 983,39</b>	x
<i>Nazatopené dno</i>			
zatravnění dna	1 533 171,00	1 717 530,24	x
skupinová výsadba - sazenice	166 232,00	186 220,90	x
skupinová výsadba - rekultivace	247 138,00	276 855,61	x
plošná výsadba - sazenice	375 061,00	420 160,97	x
plošná výsadba - rekultivace	588 183,00	658 910,25	x
<i>Svahy</i>			
svahy - travní směsi	6 148,00	6 887,28	x
svahy - rekultivace	900 364,00	1 008 630,08	x
skupinová výsadba - sazenice	101 945,00	114 203,58	x
skupinová výsadba - rekultivace	151 745,00	169 991,88	x
plošná výsadba - sazenice	358 622,00	401 745,22	x
plošná výsadba - rekultivace	527 530,00	590 963,91	x
keřový pás - sazenice	67 956,00	76 127,51	x
keřový pás - rekultivace	68 517,00	76 755,96	x
<b>celkem</b>	<b>9 770 243,00</b>	<b>10 945 085,55</b>	<b>5 240 102,16</b>

*Tabulka č.1: Finanční náročnost variantních řešení DP Stráž nad Nežárkou.*

Pístina (85,70 ha) - dle SPSR (1988) odhad	dle SPSR		20% přirozené obnovy	100% přirozené obnovy
	částka (Kč)	částka (Kč) - 2010	částka (Kč) - 2010	částka (Kč) - 2010
<b>Sanace</b>	<b>8 494 158,21</b>	<b>42 397 100,38</b>	<b>37 588 156,11</b>	<b>37 588 156,11</b>
úprava terénu - celkem	7 599 024,19	37 929 195,99	37 553 748,85	37 553 748,85
úprava terénu - vykopání jezírek	x	x	10 468 726,94	10 468 726,94
úprava terénu - tvorba pláží	x	x	3 965 390,50	3 965 390,50
úprava terénu - modelace laloků, ostrovů	x	x	2 369 001,36	2 369 001,36
úprava terénu - modelace svahů	x	x	20 750 630,04	20 750 630,04
odvodnění	888 240,60	4 433 497,12	x	x
komunikace	6 893,41	34 407,27	34 407,27	34 407,27
<b>Biologická rekultivace</b>	<b>4 454 427,80</b>	<b>22 233 494,82</b>	<b>21 185 302,85</b>	x
zalesnění - celkem	4 315 877,30	21 541 944,33	21 185 302,85	x
zalesnění - sazenice	0,00	0,00	8 573 603,26	x
zalesnění - rekultivace	0,00	0,00	12 611 699,58	x
zemědělská	138 550,50	691 550,49	x	x
<b>celkem</b>	<b>12 948 586,00</b>	<b>64 630 595,19</b>	<b>58 773 458,96</b>	<b>37 588 156,11</b>

*Tabulka č.2: Finanční náročnost variantních řešení DP Pístina – odhad.*

Novosedly (26,42 ha) - dle SPSR (1988)	dle SPSR		20% přirozené obnovy	100% přirozené obnovy
	částka (Kčs) - 1988	částka (Kč) - 2010	částka (Kč) - 2010	částka (Kč) - 2010
<b>Sanace</b>	<b>2 845 992,00</b>	<b>14 205 269,74</b>	<b>12 722 745,73</b>	<b>12 722 745,73</b>
úprava terénu - celkem	2 342 663,00	11 692 991,34	11 577 246,73	11 577 246,73
úprava terénu - vykopání jezírek	x	x	3 227 348,49	3 227 348,49
úprava terénu - tvorba pláží	x	x	1 222 469,28	1 222 469,28
úprava terénu - modelace laloků, ostrovů	x	x	730 326,91	730 326,91
úprava terénu - modelace svahů	x	x	6 397 102,05	6 397 102,05
odvodnění	273 831,00	1 366 779,39	x	x
komunikace	229 498,00	1 145 499,00	1 145 499,00	1 145 499,00
<b>Biologická rekultivace</b>	<b>1 373 232,00</b>	<b>6 854 246,59</b>	<b>6 531 105,03</b>	<b>x</b>
zalesnění - celkem	1 330 519,00	6 641 052,15	6 531 105,03	x
zalesnění - sazenice			2 643 110,83	x
zalesnění - rekultivace			3 887 994,20	x
zemědělská	42 713,00	213 194,45	x	x
<b>celkem</b>	<b>4 219 224,00</b>	<b>21 059 516,33</b>	<b>19 253 850,76</b>	<b>12 722 745,73</b>

*Tabulka č.3: Finanční náročnost variantních řešení DP Novosedly.*

Cep II (99,65 ha) - dle SPSR (2008)	dle SPSR		100% přirozené obnovy
	částka (Kč) - 2008	částka (Kč) - 2010	částka (Kč) - 2010
<b>Sanace</b>	<b>5 449 640,00</b>	<b>5 586 698,45</b>	<b>5 586 698,45</b>
<b>Biologická rekultivace</b>	<b>2 963 033,90</b>	<b>3 037 554,20</b>	<b>x</b>
zásahy pro zvláště chráněné organismy	400 000,00	410 060,00	410 060,00
zalesnění - sazenice	364 969,80	374 148,79	x
zalesnění rekultivace	2 156 695,70	2 210 936,60	x
dubové stromořadí - sazenice	7 948,50	8 148,40	x
dubové stromořadí - rekultivace	33 419,90	34 260,41	x
<b>celkem</b>	<b>8 412 673,90</b>	<b>8 624 252,65</b>	<b>5 996 758,45</b>

*Tabulka č.4 : Finanční náročnost variantních řešení DP Cep II.*

Krabonoš (176,90 ha) - dle SPSR (2010)	dle SPSR	
	částka (Kč)	částka (Kč)
<b>Sanace</b>	<b>4 646 311,00</b>	<b>4 646 311,00</b>
<b>Biologická rekultivace</b>	<b>219 150,00</b>	<b>x</b>
sazenice	12 750,00	x
rekultivace	206 400,00	x
rezervy	2 026 539,00	2 026 539,00
<b>celkem</b>	<b>6 892 000,00</b>	<b>6 672 850,00</b>

*Tabulka č.5: Finanční náročnost variantních řešení DP Krabonoš.*