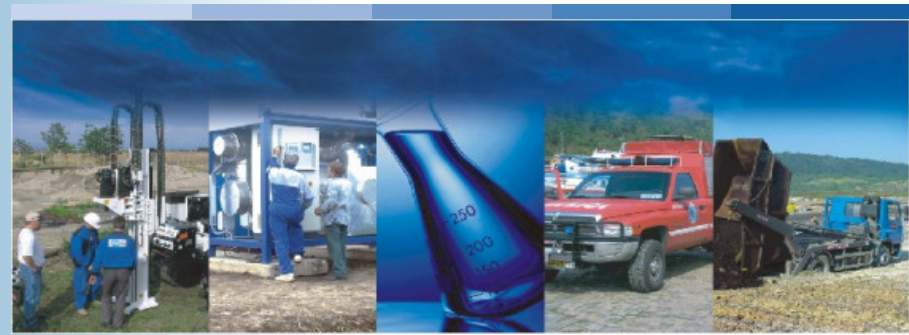


Zpracování a interpretace dat z
průzkumných a sanačních prací IV

28. listopadu 2007, Litomyšl



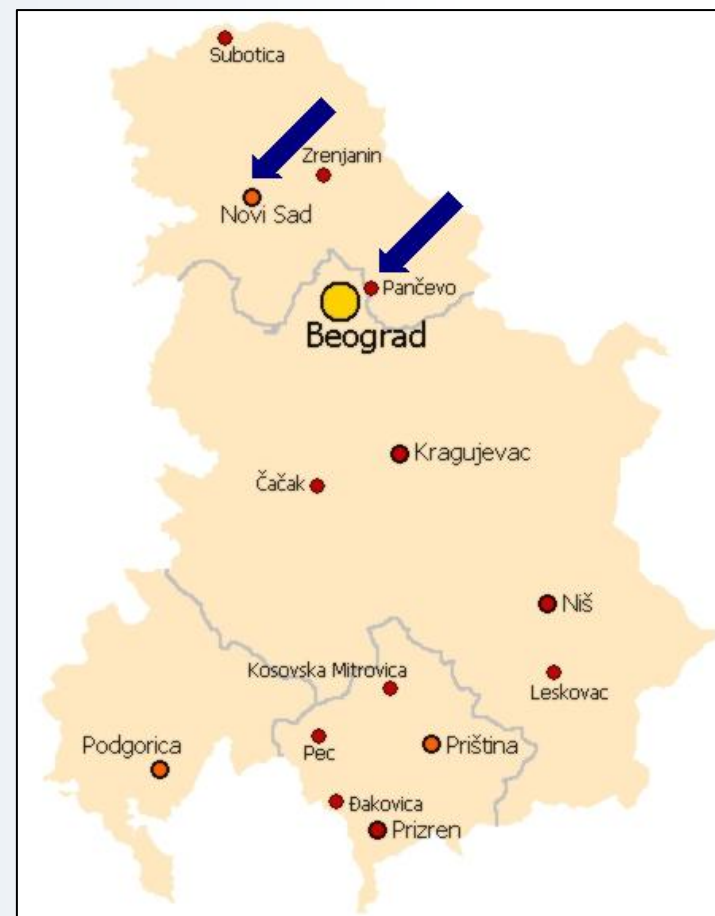
MONITORING BIODEGRADAČNÍCH PROCESŮ KONTAMINOVANÝCH ZEMIN V RÁMCI PILOTNÍCH TESTŮ V RAFINÉRIÍCH PANČEVO A NOVÝ SAD, SRBSKO

Žáčková Petra, Musil Vojtěch

DEKONTA, a.s.

Základní informace

- Strategické letecké útoky NATO v roce 1999 ⇒ závažné ekologické problémy na území Srbska
- Nejrizikovější lokality (hodnocení UNEP) – Pančevo a Novi Sad (NIS Oil Refinery)
- Únik velkého množství ropných produktů ⇒ kontaminace saturované a nesaturované zóny
- Projekt ZRS – „Řešení prioritních sanačních projektů rozpracovaných organizací UNEP v Srbsku a Černé Hoře“; 2005 – 2007, MŽP ČR



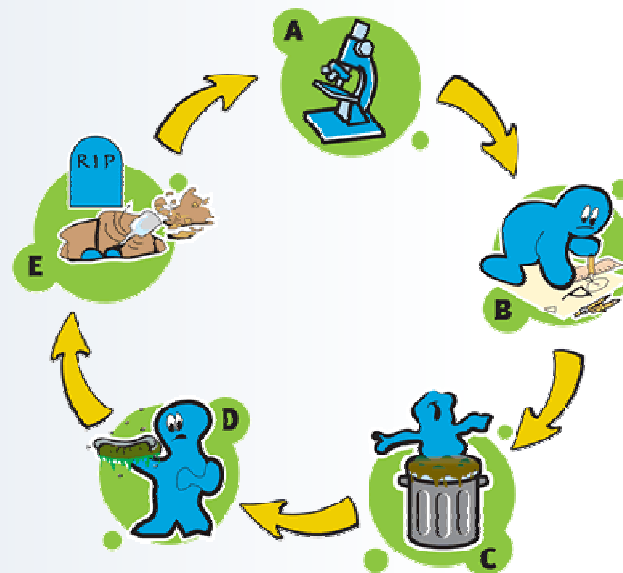
Pilotní testy bioremediace znečištěných zemín

- Průzkum lokalit a laboratorní testy biodegradability (2005-2006)
⇒ zvoleno místo odtěžby kontaminovaných zemín na obou lokalitách
- Vybudování zabezpečených dekontaminačních ploch na obou lokalitách
- Instalace a zprovoznění mobilní biotechnologické laboratoře a biocentra
- Odtěžba a návoz znečištěných zemín na biodegradační plochy



Princip bioremediace ropných uhlovodíků

- Založeno na schopnosti mikroorganismů využívat ropné kontaminanty (alifatické i rozvětvené alkany, cykloalkany i aromatické sloučeniny) jako zdroj E a C a postupně je rozkládat až na neškodné konečné produkty, tj. voda a oxid uhličitý
- Lze využít pro čištění odpadních vod, podzemních vod, zemin, kalů a dalších odpadů; nevznikají nové odpady a nedochází k přesunu znečištění
- Řízený proces, tj. nutné zajištění optimálních podmínek pro průběh biologického odbourávání
 - aerobní proces
 - optimální teplota a pH
 - poměr C:N:P
 - optimální vlhkost materiálu



Pančevo – NIS Oil Refinery

- Zabezpečená plocha - cca 100 m²
- Odtěžba kontaminovaných zemin o objemu 80 m³; rozdělena na 4 podíly



Novi Sad – NIS Oil Refinery

- Zabezpečená plocha - cca 120 m²
- Odtěžba kontaminovaných zemin o objemu 100 m³



Mobilní laboratoř včetně biocentra

- Umístěna v rafinérii v Pančevu
- Mobilní kontejner (mikrobiologické vybavení); dva bioreaktory pro přípravu biopreparátů



Pilotní test biodegradace

Pančevo

- 07/2006 – 10/2007 \Rightarrow 15 měsíců
- Zemina rozdělena na 4 podíly:
 1. Bioaugmentace – objem zeminy 35 m³, NEL cca 15 000 mg/kg
 2. Podporovaná bioremediace (autochtonní MF) – objem zeminy 14 m³, NEL cca 10 000 mg/kg
 3. Bioaugmentace - objem zeminy 17 m³, NEL cca 85 000 mg/kg
 4. Bioaugmentace – jílovitá zeminy smíchaná s pískem (1:1), NEL cca 5 000 mg/kg

Novi Sad

- 11/2006 – 10/2007 \Rightarrow 12 měsíců
- Biodegradace zemin - bioaugmentace vs. podporovaná bioremediace; NEL cca 45 000 mg/kg



Základní kroky biotechnologického procesu

- Aplikace bakteriálního preparátu (bioaugmentace) – každý měsíc kromě zimních měsíců (teplota $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Dotace minerálních látek – na základě výsledků analýz
- Vlhčení zemin
- Kultivace zemin za účelem aerace (aerobní proces)
- Odběr vzorků zemin na chemické a mikrobiologické analýzy – před každou aplikací; transport vzorků do ČR
- Kontrola bakteriálního preparátu (čistota a koncentrace)
- Monitoring podzemní vody (s ohledem na možnost průsaku RL)

Monitoring procesu biodegradace

Chemické analýzy vzorků čištěných zemin

- koncentrace NEL metodou FTIR spektrometrie ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}_{\text{sušiny}}$)
- stanovení hodnoty pH
- stanovení elektrické konduktivity
- stanovení minerálních iontů (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-})

Mikrobiologické a respirační analýzy vzorků čištěných zemin

- koncentrace aerobních heterotrofních bakterií ($\text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$)
- intenzita mikrobiální respirace ($\text{mgCO}_2 \cdot 100\text{g}^{-1} \cdot 24\text{h}^{-1}$)

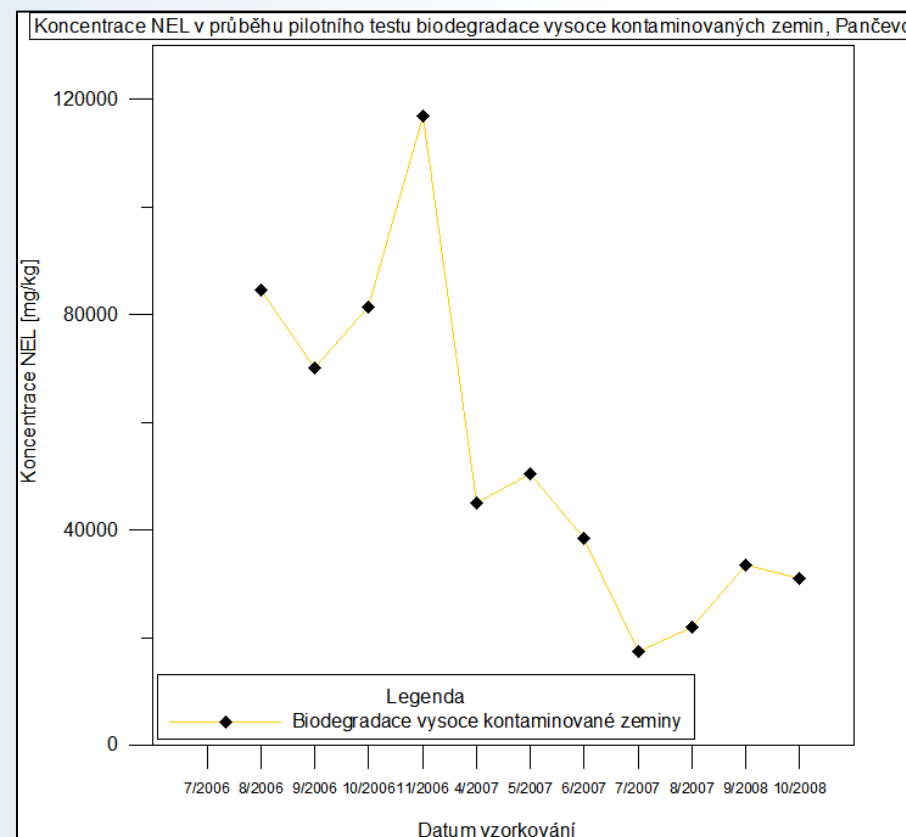
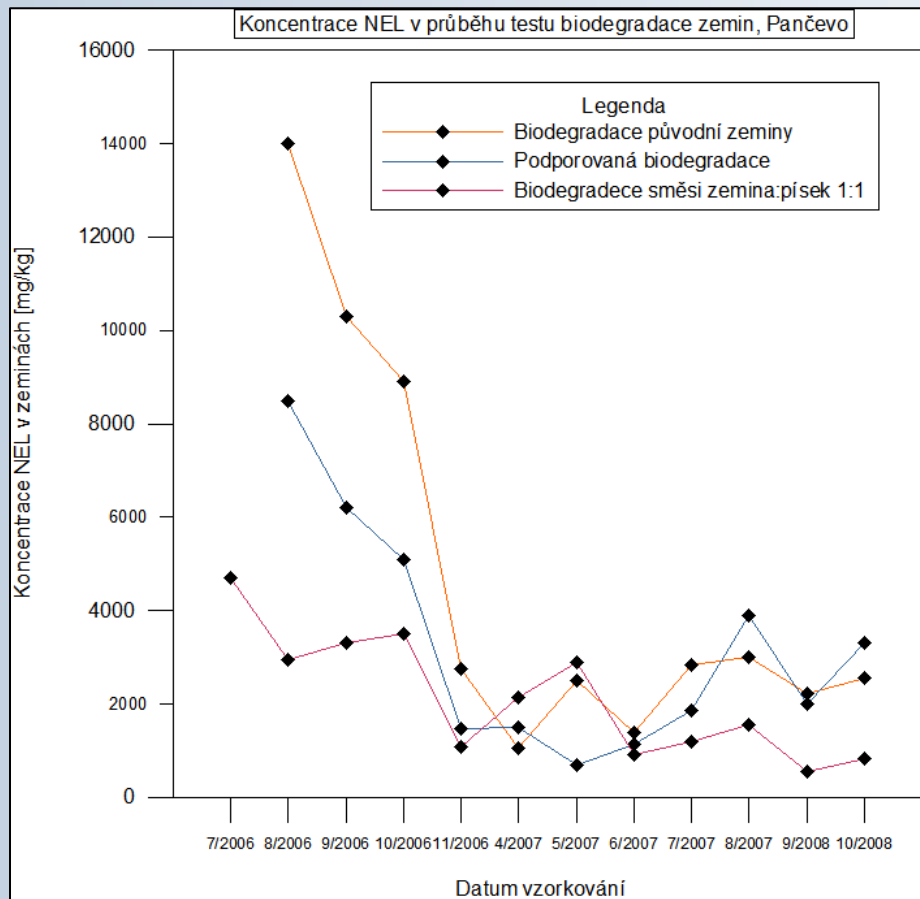


Výsledky a zpracování dat; Pančevo

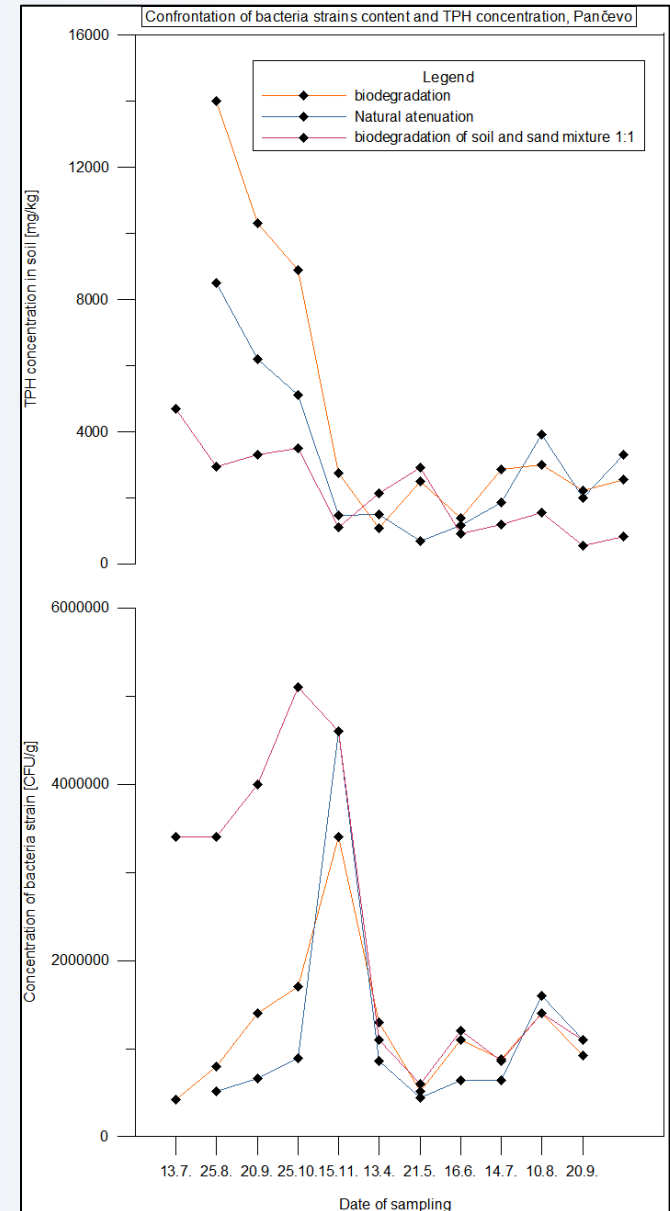
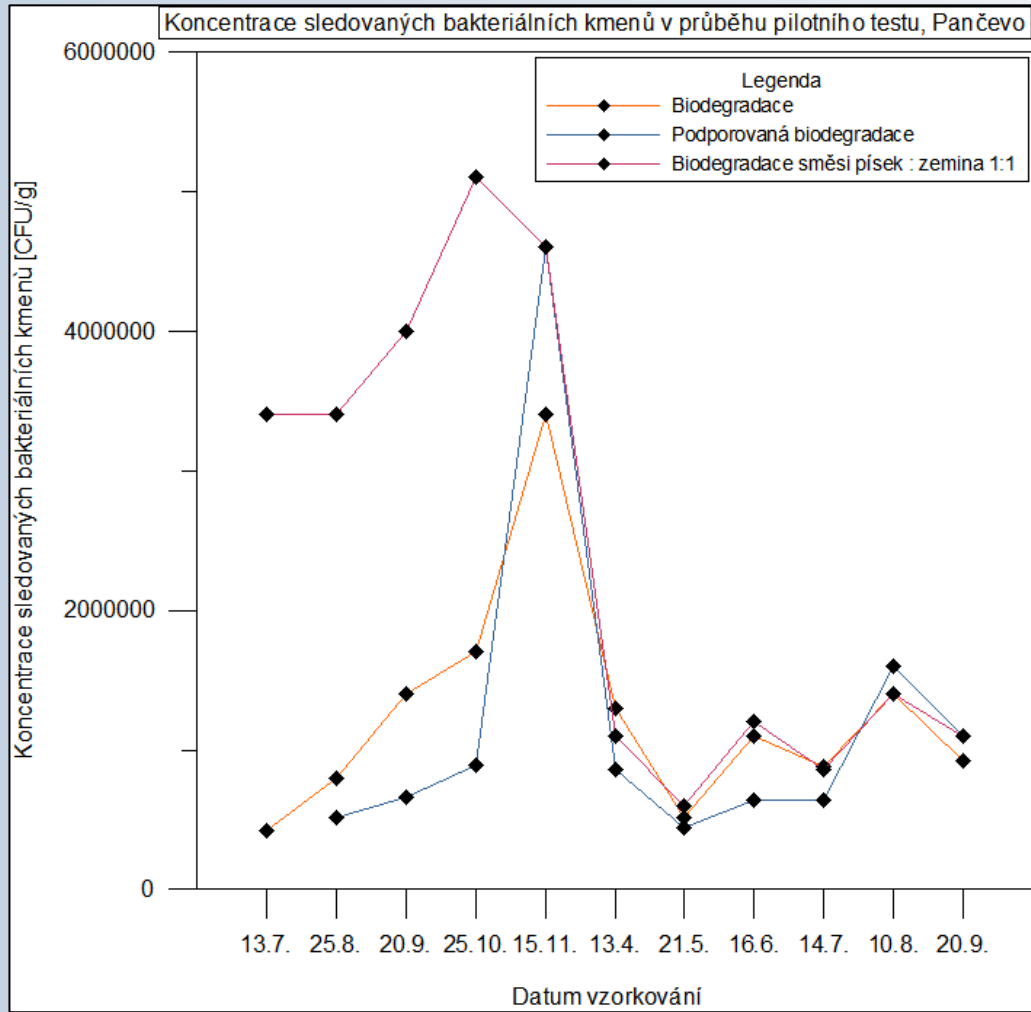
- Koncentrace NEL (mg/kg)

PANČEVO koncentrace NEL (mg/kg)	Varianta 1 Bioaugmentace		Varianta 2 Podporovaná bioremediace		Varianta 3 Bioaugmentace „topsoil“		Varianta 4 Bioaugmentace zemina:písek (1:1)	
	medián	průměr	medián	průměr	medián	průměr	medián	průměr
08/06	14000	12414	8500	7123	84500	84500	2950	3402
09/06	10300	11729	6200	5250	70000	76333	3300	3360
10/06	8900	8714	5100	5233	81300	78333	3500	3780
11/06	2750	8469	1475	1350	117000	98933	1100	9004
04/07	1070	916	1490	1403	45000	43833	2130	1764
05/07	2500	2666	690	1510	50500	50500	2900	4470
06/07	1390	1956	1150	1280	38500	42500	910	890
07/07	2850	3136	1870	3083	17500	20500	1200	1422
08/07	3000	3100	3900	3733	22000	18200	1550	1860
09/07	2230	2663	2000	1933	33500	25917	550	498
10/07	2550	2830	3300	3250	31000	28600	835	964
účinnost degradace (%)	81,8	77,2	61,2	54,4	63,3	66,2	71,7	71,7

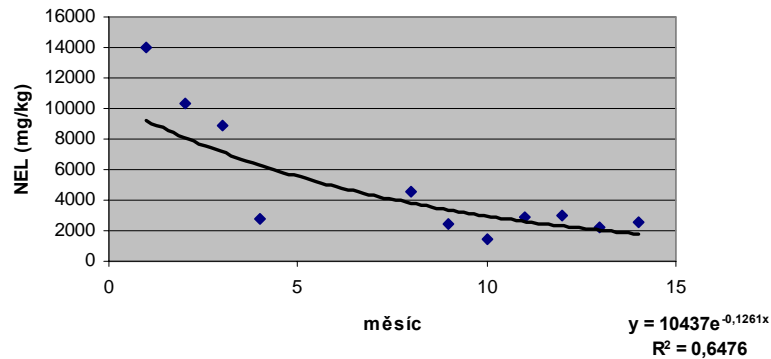
Pančevo (1); pokles kontaminace



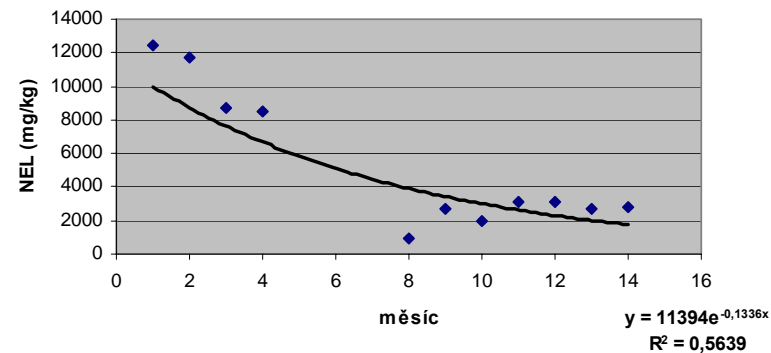
Pančevo (2); bakteriální osídlení



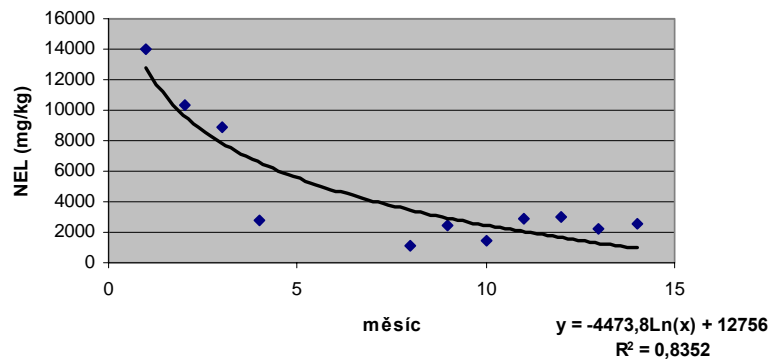
Varianta 1 - bioaugmentace; medián hodnot



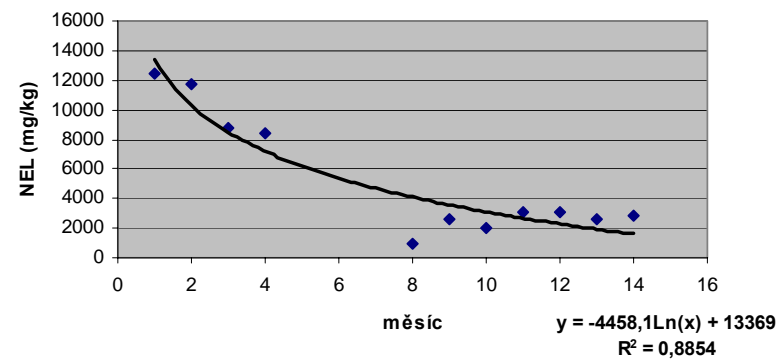
Varianta 1 - bioaugmentace; průměr hodnot



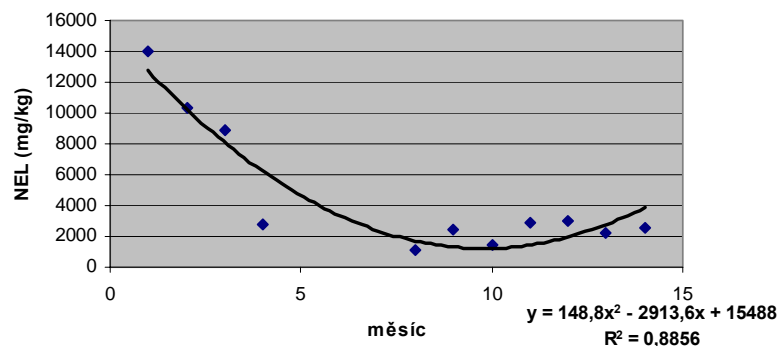
Varianta 1 - bioaugmentace; medián hodnot



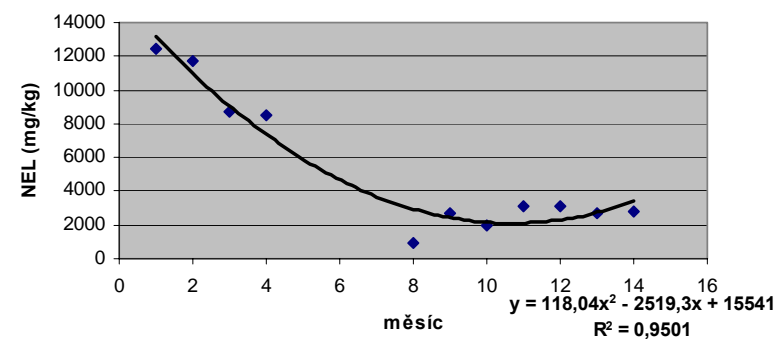
Varianta 1 - bioaugmentace; průměr hodnot



Varianta 1 - bioaugmentace; medián hodnot

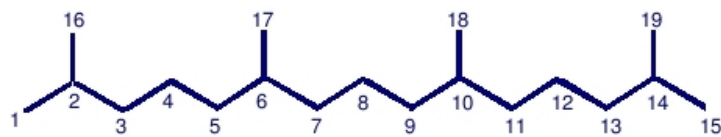
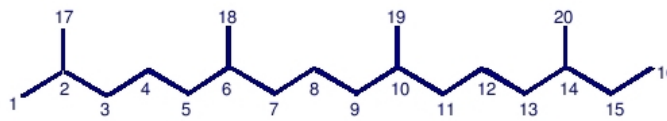
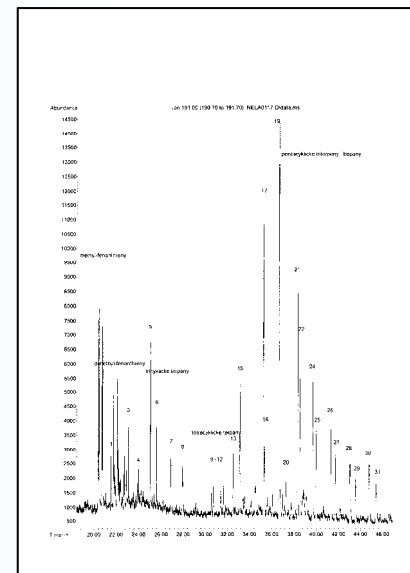


Varianta 1 - bioaugmentace; průměr hodnot



Predikce celkové úspěšnosti biodegradačního procesu

- Pomocí tzv. biomarkerů – perzistentní organické sloučeniny isoprenoidní povahy přítomné v ropných látkách
- Na jejich základě lze určit stupeň biodegradace ropné kontaminace
- Biomarkerní indexy – vztahy mezi degradací biomarkerů a degradací ostatních složek nebo mezi degradací jednotlivých biomarkerů
- Pristan, fytan (alifatické isoprenoidy); hopany (polycyklické isoprenoidy)

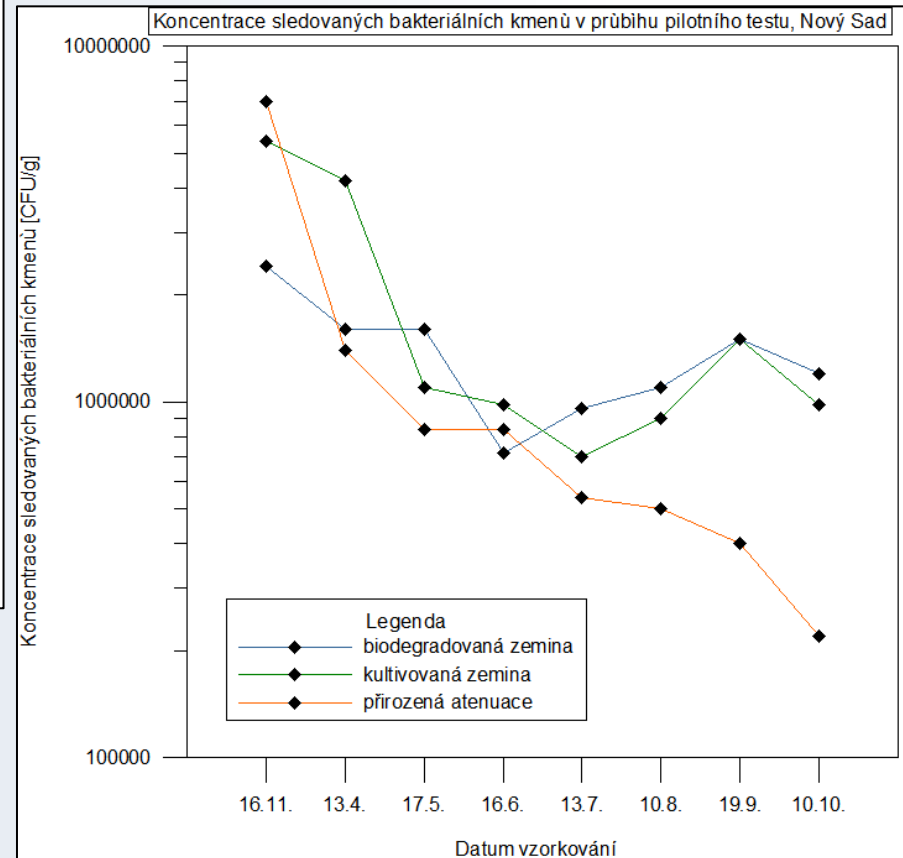
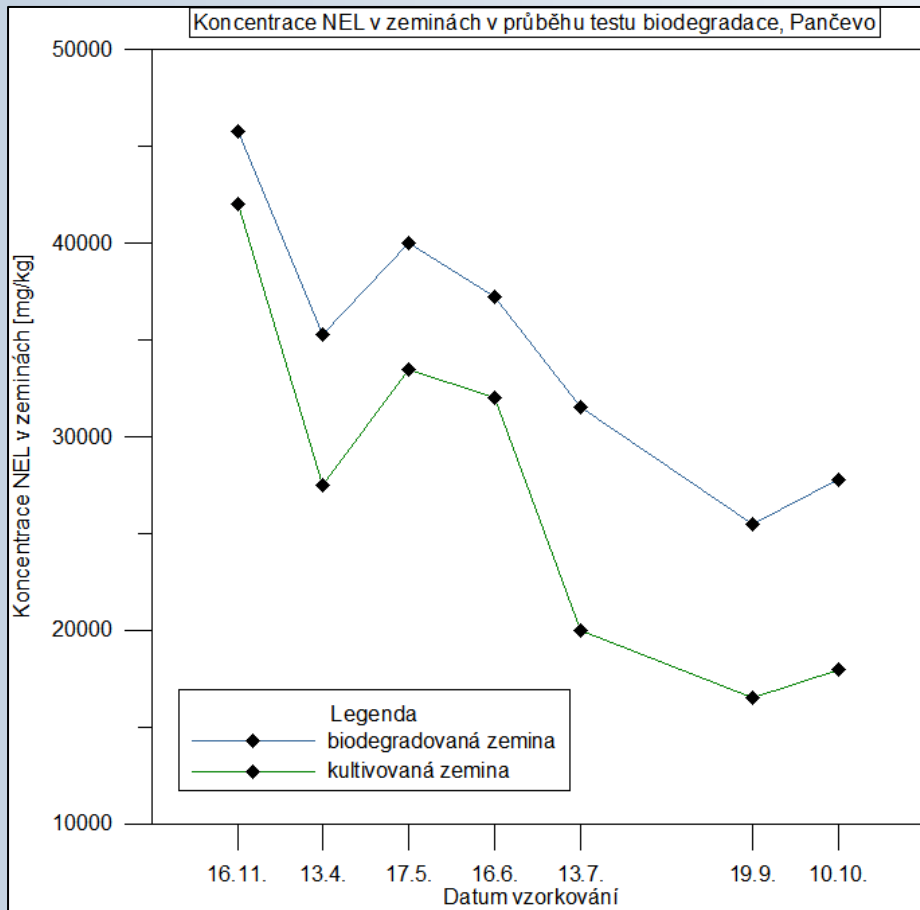
pristane C₁₉phytane C₂₀

Výsledky a zpracování dat; Novi Sad

- Koncentrace NEL (mg/kg)

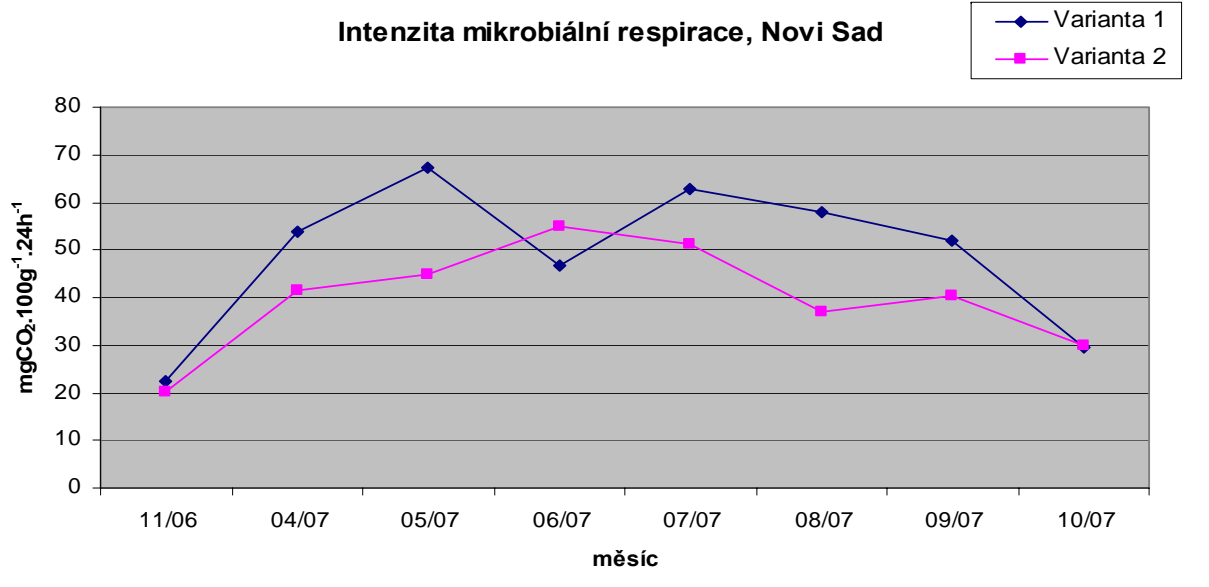
Novi Sad koncentrace NEL (mg/kg)	Varianta 1 Bioaugmentace		Varianta 2 Podporovaná bioremediace	
Datum analýzy	median	prumer	median	prumer
11/06	45750	45365	42000	40050
04/07	35250	34333	27500	29500
05/07	40000	41350	33500	35600
06/07	37250	38050	32000	29600
07/07	31500	31300	20000	22600
08/07	51750	55300	46000	47300
09/07	25500	25350	16500	18900
10/07	27750	27600	18000	19500
účinnost degradace (%)	39,3	39,2	57,1	51,3

Nový Sad (1); pokles kontaminace a bakteriální osídlení

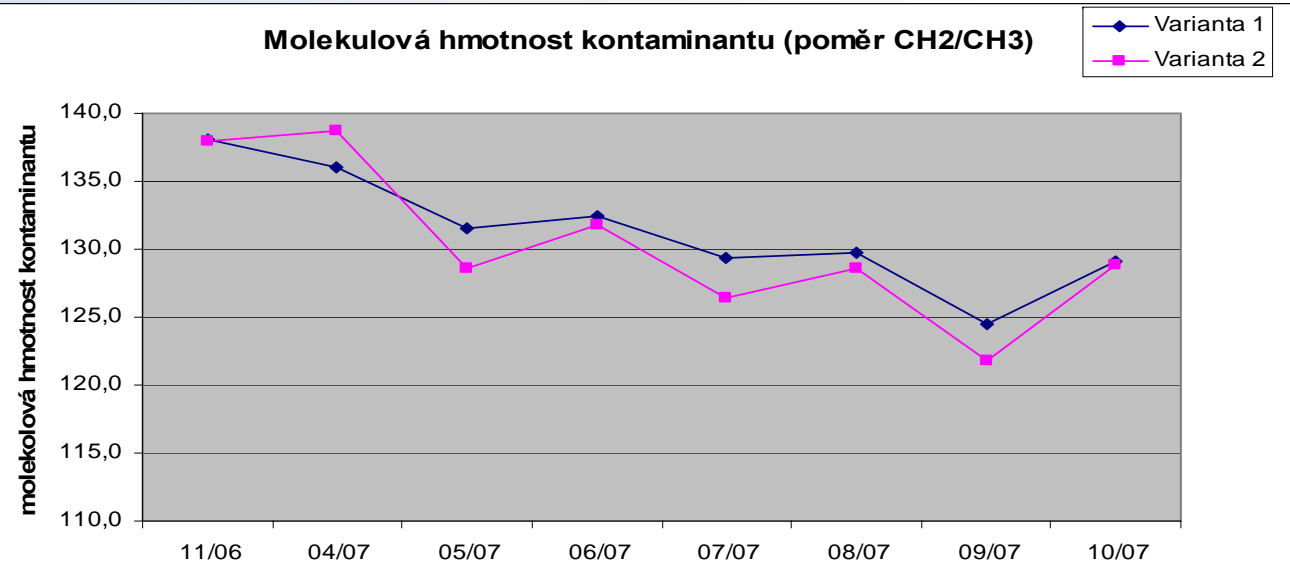


Nový Sad (2); respirace, pokles kontaminace

Intenzita mikrobiální respirace, Novi Sad



Molekulová hmotnost kontaminantu (poměr CH₂/CH₃)



Závěrem

- V rámci pilotních pokusů byly testovány různé přístupy bioremediace (bioaugmentace vs. podporovaná bioremediace) na dvou různých lokalitách (Pančevo, Novi Sad)
- Různé vstupní koncentrace ropných látek
- Potvrdila se vhodnost biotechnologie pro odstraňování znečištění na obou lokalitách (s účinností až 80% - bioaugmentace, Pančevo); odlišné výsledky účinnosti zvoleného přístupu
- Vysoký biodegradační potenciál autochtonní mikroflóry se potvrdil na obou lokalitách, zejména pak v rafinérii Novi Sad

Děkuji za pozornost!

DEKONTA, a.s.

Dřetovice 109, 273 42 Stehelčevy

Tel.: 312 292 968 Fax: 312 292 966

E-mail: info@dekonta.cz

www.dekonta.cz