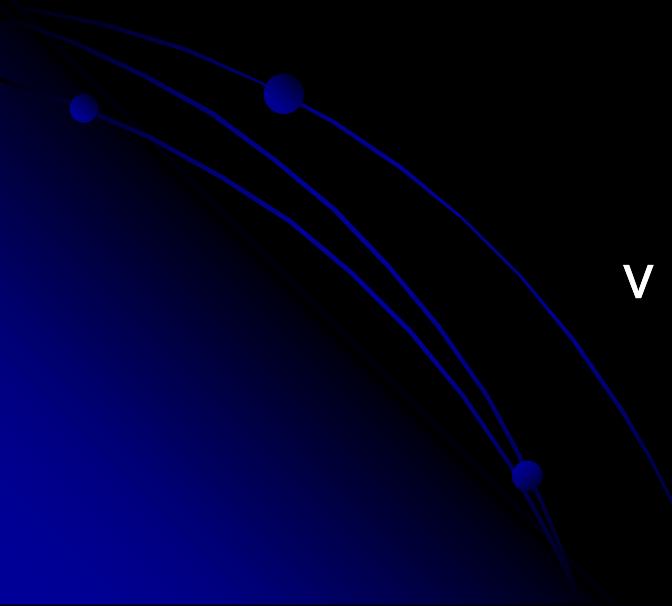


Následky těžby a zpracování uranových rud –  
aneb minulost, přítomnost a budoucnost oblastí těžby  
a chemických úprav uranových rud v ČR.

*The consequences of the uranium ore mining and processing –  
The past, present and future of the uranium wet metallurgy  
mining areas in Czech Republic.*

Jaroslav Švehla  
Katedra aplik. chemie  
Zemědělská fakulta  
Jihočeská universita  
v Českých Budějovicích



# Wismut - Německo



## Backfilling of the Lichtenberg Open Pit



1990



2007

- | Operation: 1958 – 1977
- | Area: 160 ha
- | Length: 2 km
- | Width: 1 km
- | Volume: 150 Million m<sup>3</sup>



# Zátěže po těžbě uranu v ČR:

([www.diamo.cz](http://www.diamo.cz))

- 1. Stráž pod Ralskem
- 2. Hamr
- 3. Křižany
- 4. Příbram
- 5. Mydlovary
- 6. Okrouhlá Radouň
- 7. Dyleň
- 8. Vítkov
- 9. Zadní Chodov
- 10. Horní Slavkov
- 11. Nejdek - odkaliště
- 12. Jáchymov - odkaliště Eliáš
- 13. Hájek - výsypka lomu
- 14. Rožná
- 15. Olší
- 16. Brzkov
- 17. Pucov
- **18. Licoměřice**



## Stráž pod Ralskem

Těžba probíhala v letech 1967 až 1996.  
Od roku 1996 je uran exploatován jako vedlejší produkt sanace ložiska Stráž. Na ložisku bylo odvrtno 2210 průzkumných a 7 684 těžebních vrtů. Založeno 35 vyluhovacích poli na ploše 700 ha. Plocha dobovacího prostoru je 24,1 km<sup>2</sup>.  
Do roku 1996 vytěženo celkem 15 562 t uranu.

Hloubka dobování byla 220 m pod povrchem.  
Druh činnosti: **Chemická těžba uranu** – metoda podzemní loužení uranové rudy vrty z povrchu (ISL). Kyselou loužení (loužící činidlo: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, oxidační látka: HNO<sub>3</sub>).

Současný stav: Probíhá likvidace a rekultivace vyluhovacích poli a rozsahla sanace zasaženého horninového prostředí s cílem

- vyvesti uranem obohacené technologické roztoky z podzemí,
- revitalizovat horninové a životní prostředí v oblasti ovlivněné chemickou těžbou.

## Environmentální problém a jeho řešení

### Důlní vody

Podzemní vody cca 186 mil. m<sup>3</sup> v cenomanském a 80 mil. m<sup>3</sup> v turonském horizontu jsou kontaminovány po chemické těžbě uranu. Do podzemí bylo během těžby vtlačeno 4 100 kt H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (z toho 80 % zreagovalo s horninou a 800 kt je zde ve formě volné H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), dále

312 kt HNO<sub>3</sub>, 112 kt NH<sub>3</sub>, 26 kt HF a 1,5 kt HCl.

### Sanace je

řešena řízeným čerpaním a čištěním vod na stanici likvidace kyselých roztoků a neutralizační dekontaminační

stanici. Technologie odpařování vody o kapacitě 5,5 m<sup>3</sup>.min.<sup>-1</sup> s následnou krystalizací,

rekrystalizací

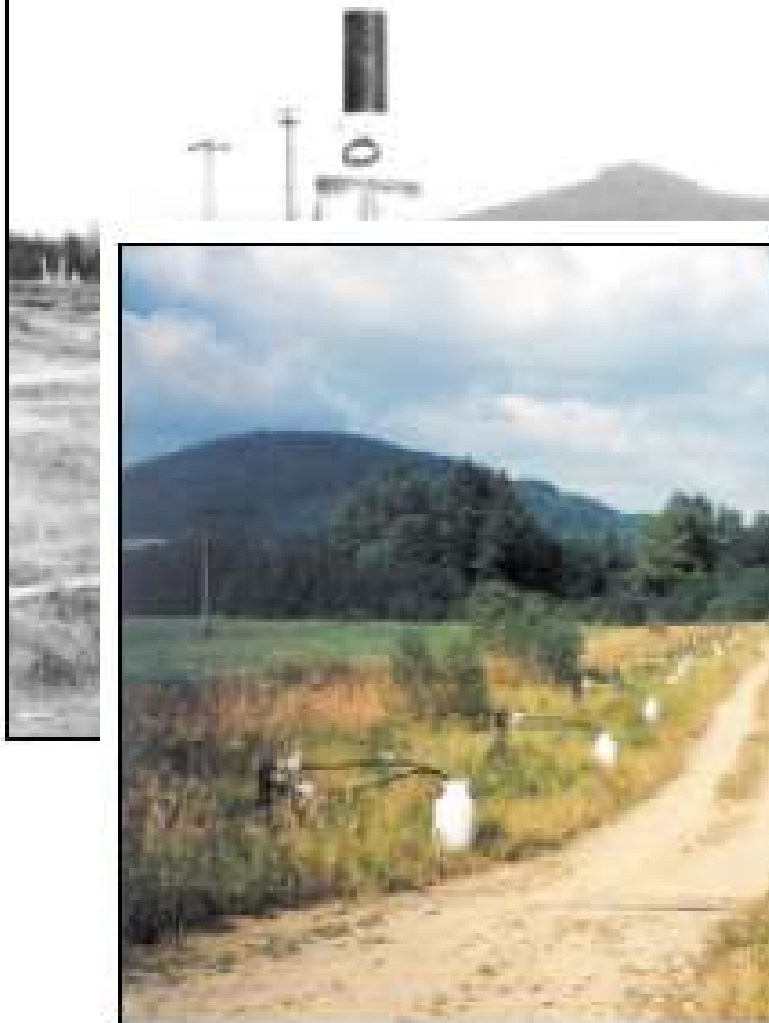
(krystalicky siran hlinito - amonny) a sražením soli a kovů

o kapacitě 5,5 m<sup>3</sup>.min.<sup>-1</sup> s přepracováním na využitelné

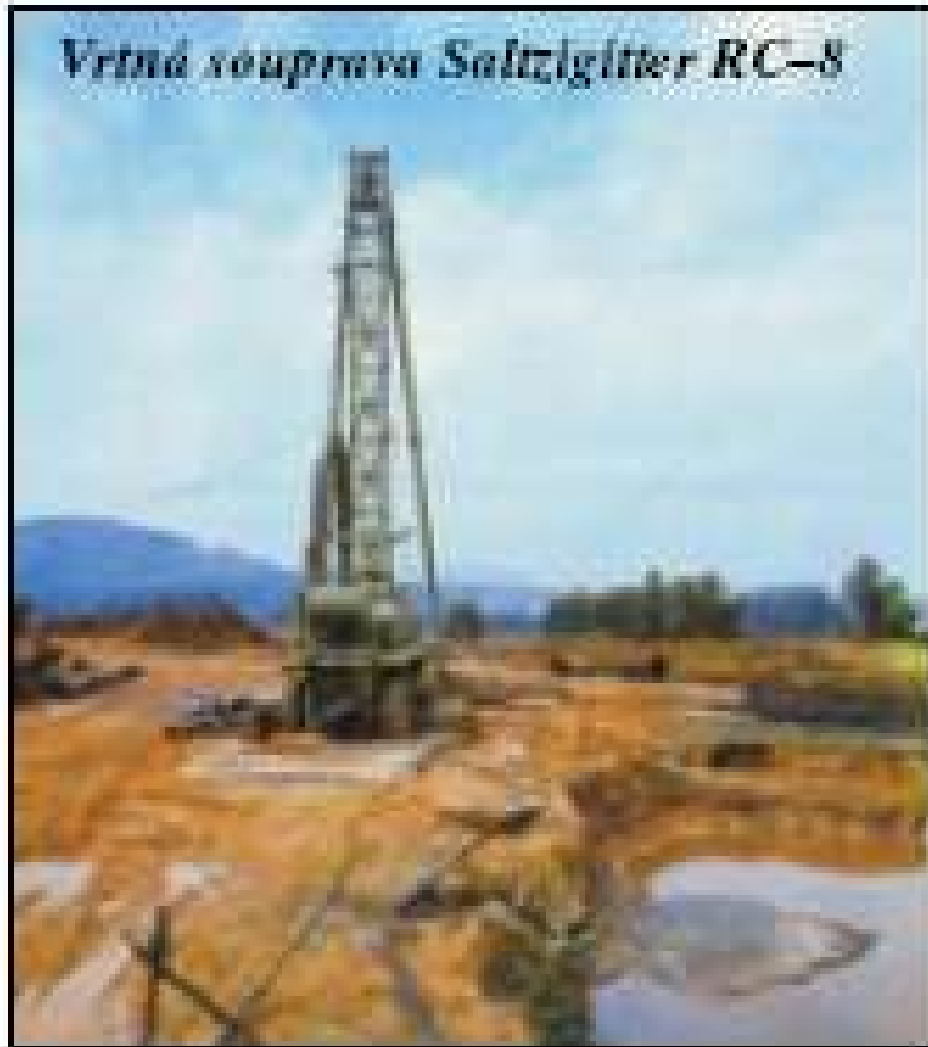
i nevyužitelné produkty. Vyčištěná voda je vypouštěna do toku Ploučnice.

# Foto z těžebních polí (DIAMO, Stráž p.R.)

*Řada těžebních vrtů (airliftů) na VP-10A*



*Vrtná souprava Saltzglitter RC-8*



# Letecký pohled na odkaliště rmutu u Stráže pod Ralskem



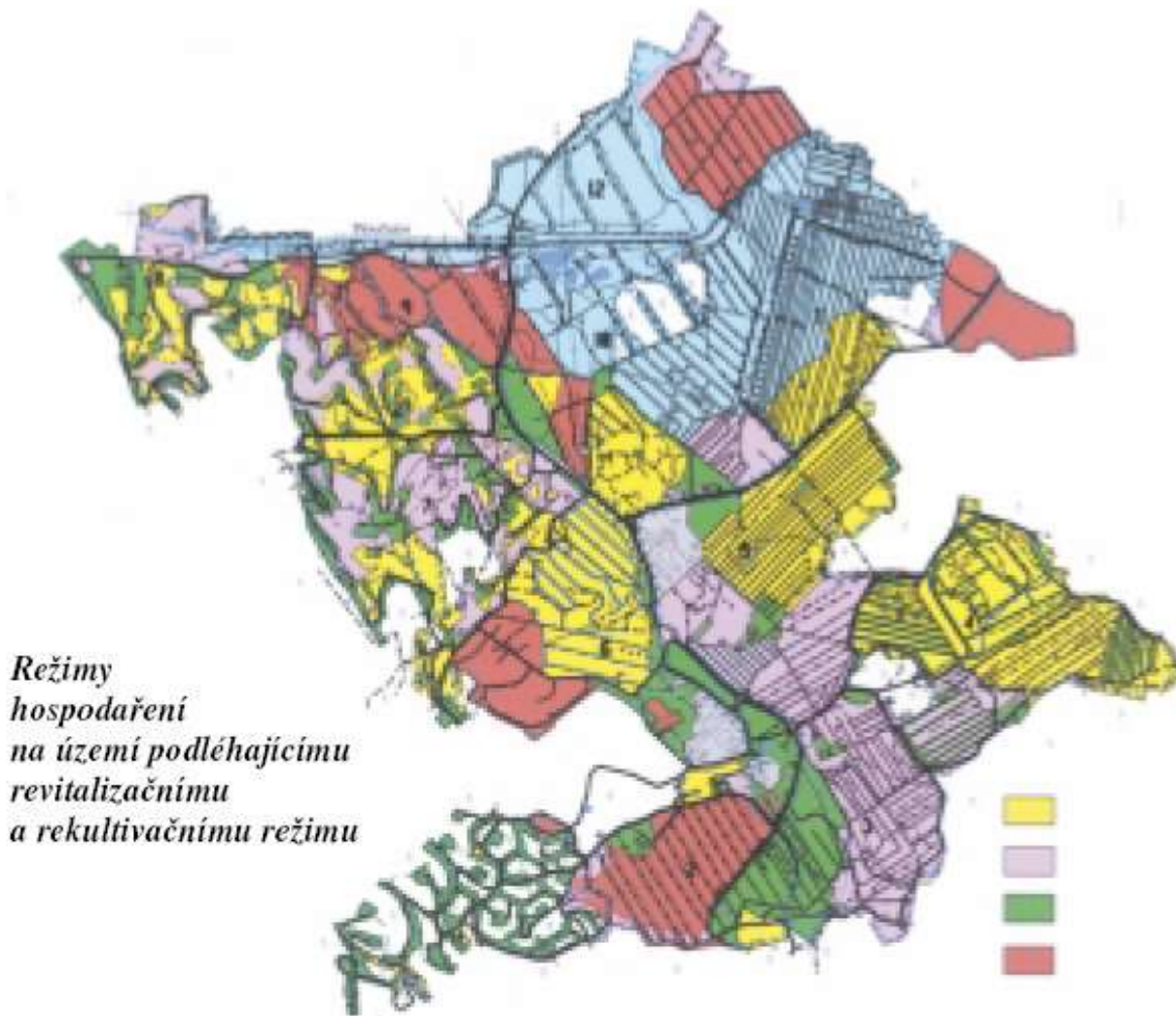
# Foto úpravny (Občasník DIAMO s.p., 2006)

*Výstavba odpařovací stanice SLKR I – letecký pohled*



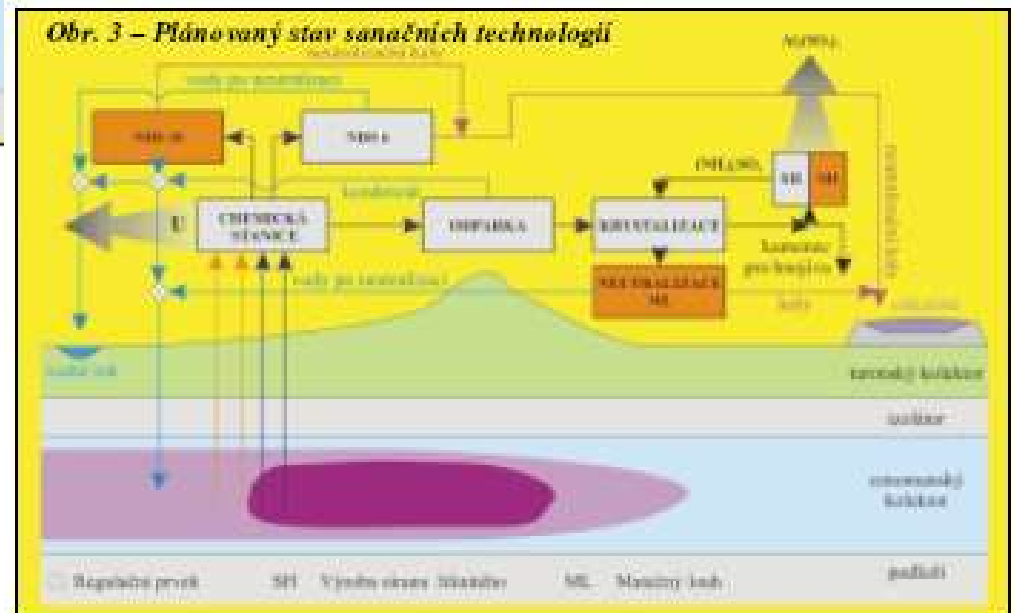
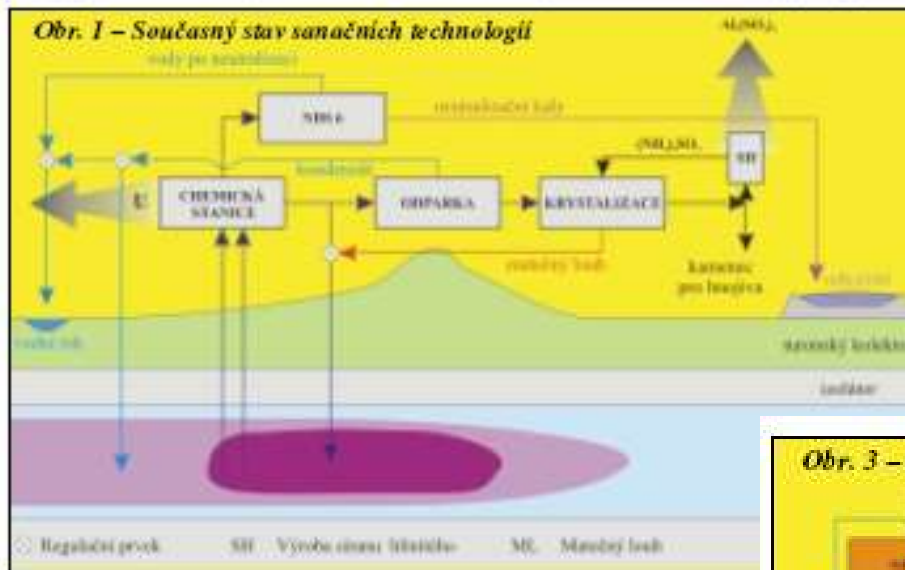


# Předpokládané typy rekultivací oblasti chemické těžby uranu u Stráže pod Ralskem

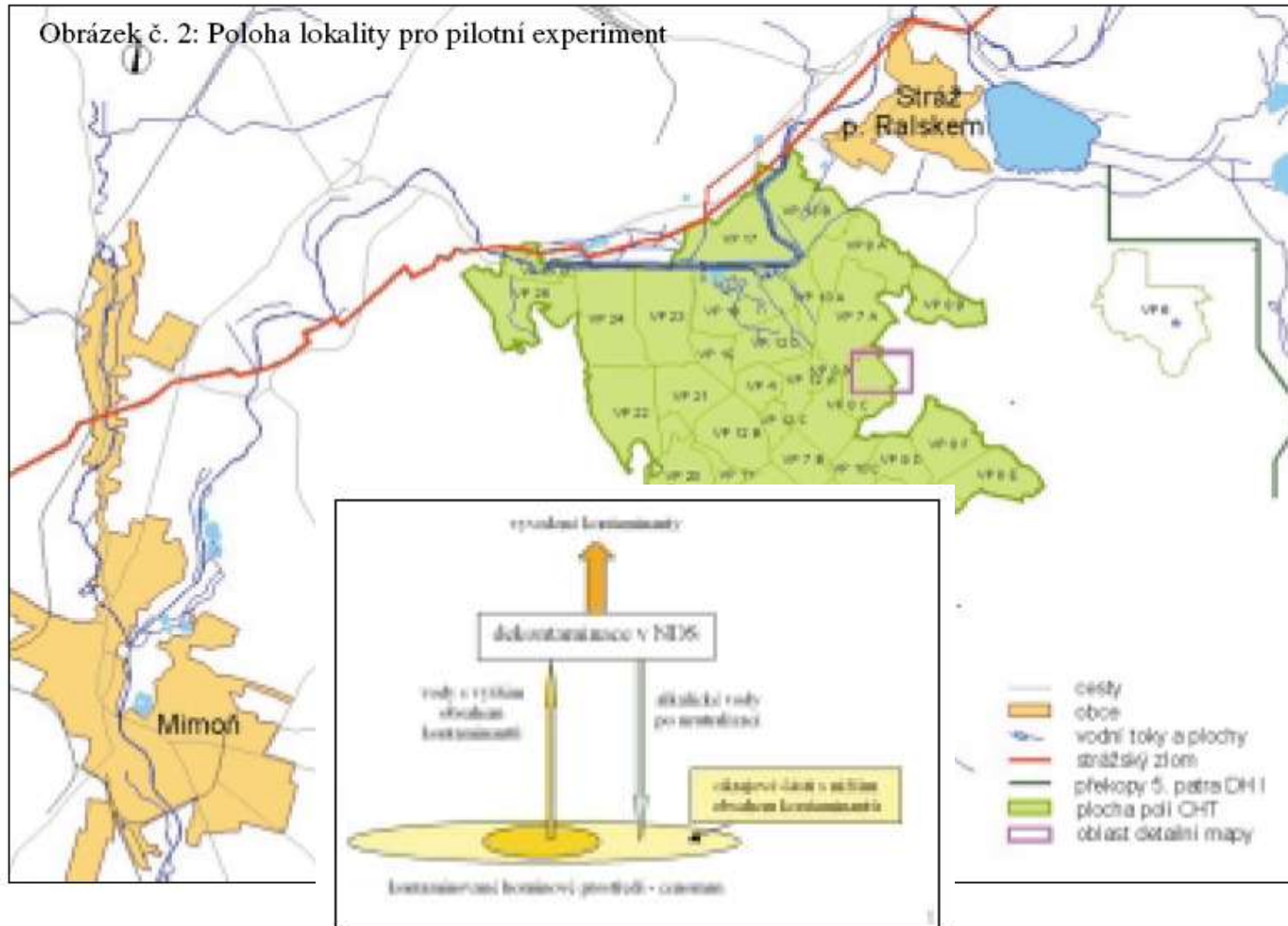


- **LEGENDA:**
- **Žlutě** = cílená výchova stávajících porostů
- **Fialově** = revitalizace s využitím přírodních prvků
- **Zeleně** = lesnické rekultivace
- **Hnědě** = zemědělské rekultivace

# Přítomné a budoucí sanační technologie ve Stráži p.Ralskem: (DIAMO,2006)

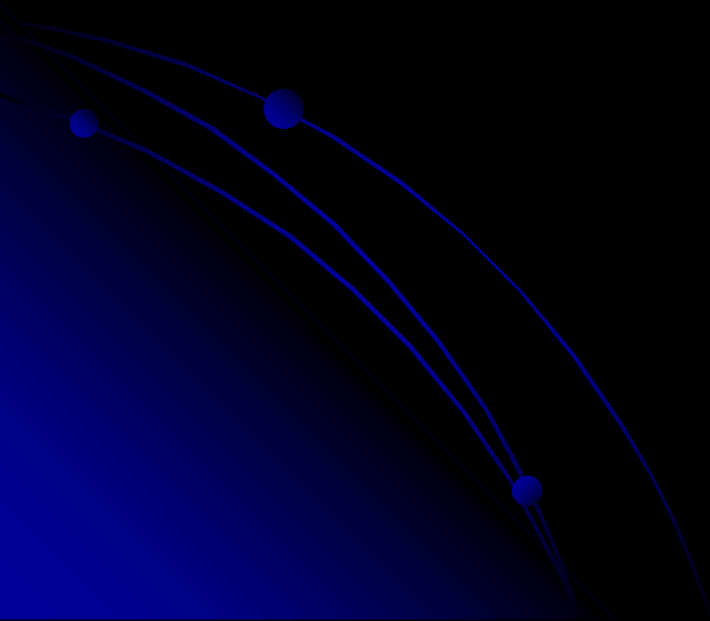


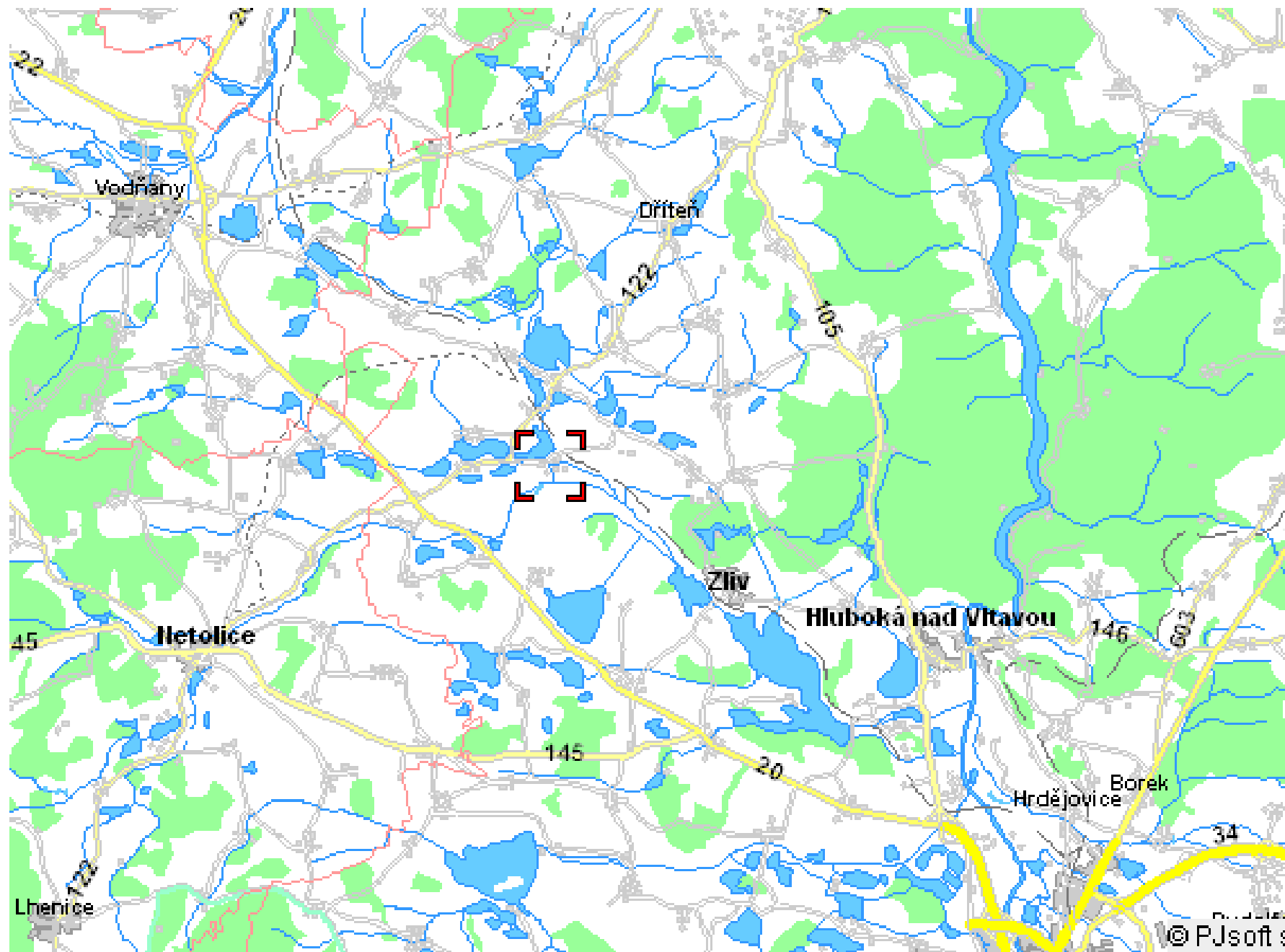
# Pilotní experiment immobilizace kontaminantů v podzemí jejich neutralizací in situ (DIAMO, 2007)



# MAPE-Mydlovary

- = stará ekologická zátěž  
v oblasti bývalé chemické  
úpravny uranových rud  
na Svobodných (Zbudovských) Blatech





# Situace okolí

1 : 25 000

Dřiteň **JETE Temelin**

Umístění odkališť:

vlečka chemické úpravy nádraží

Zemník C III

KIV/C2

KIV/D

KIV/C1Z

K III

KIV/R

ANDV

ANKV

KIV/E

ČOV

Triangl váha

ČOV

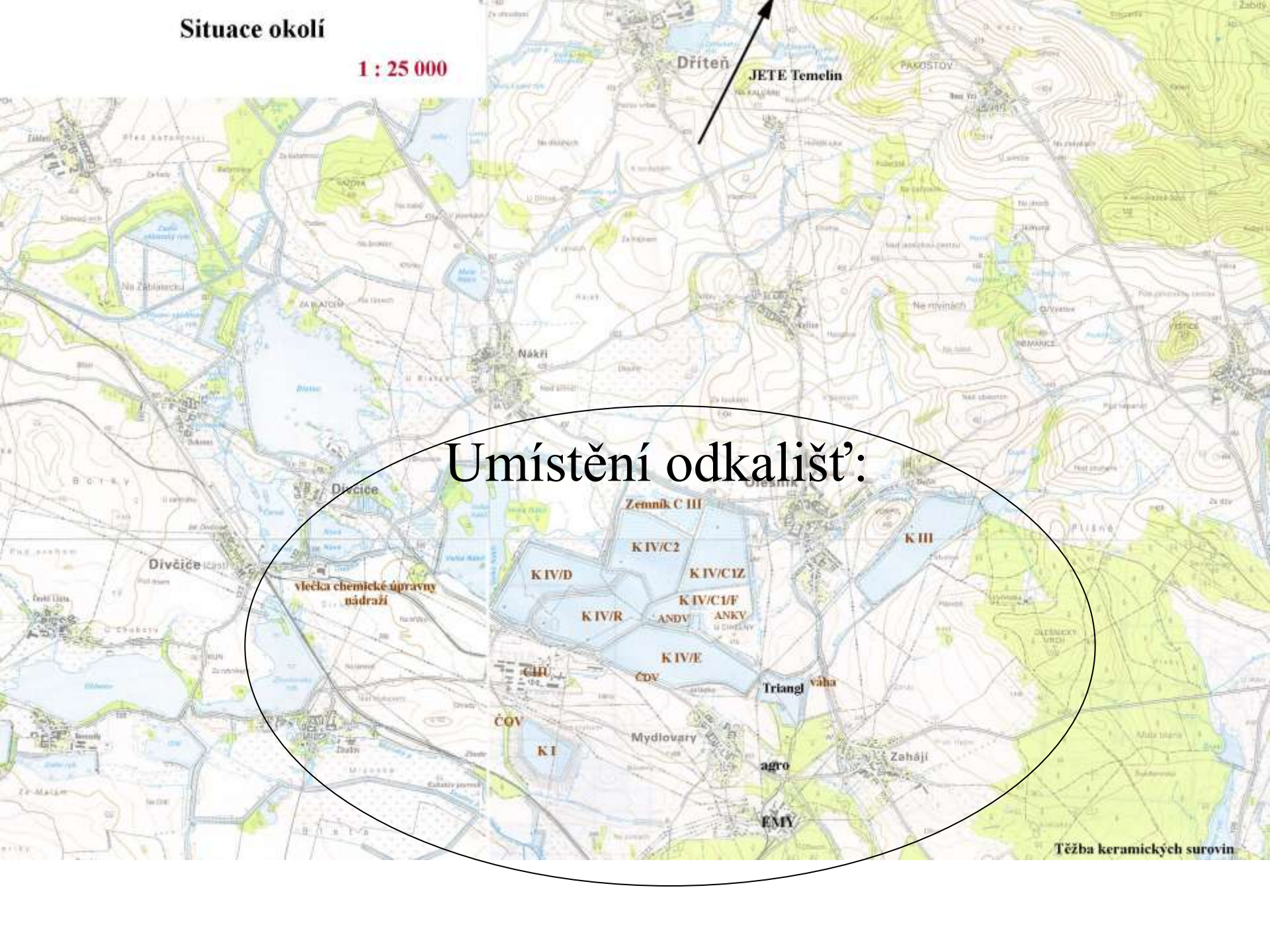
KI

Mydlovary

agro

EMY

Těžba keramických surovin



# Letecký snímek oblasti z roku 1952

Letecké mapování z roku 1952



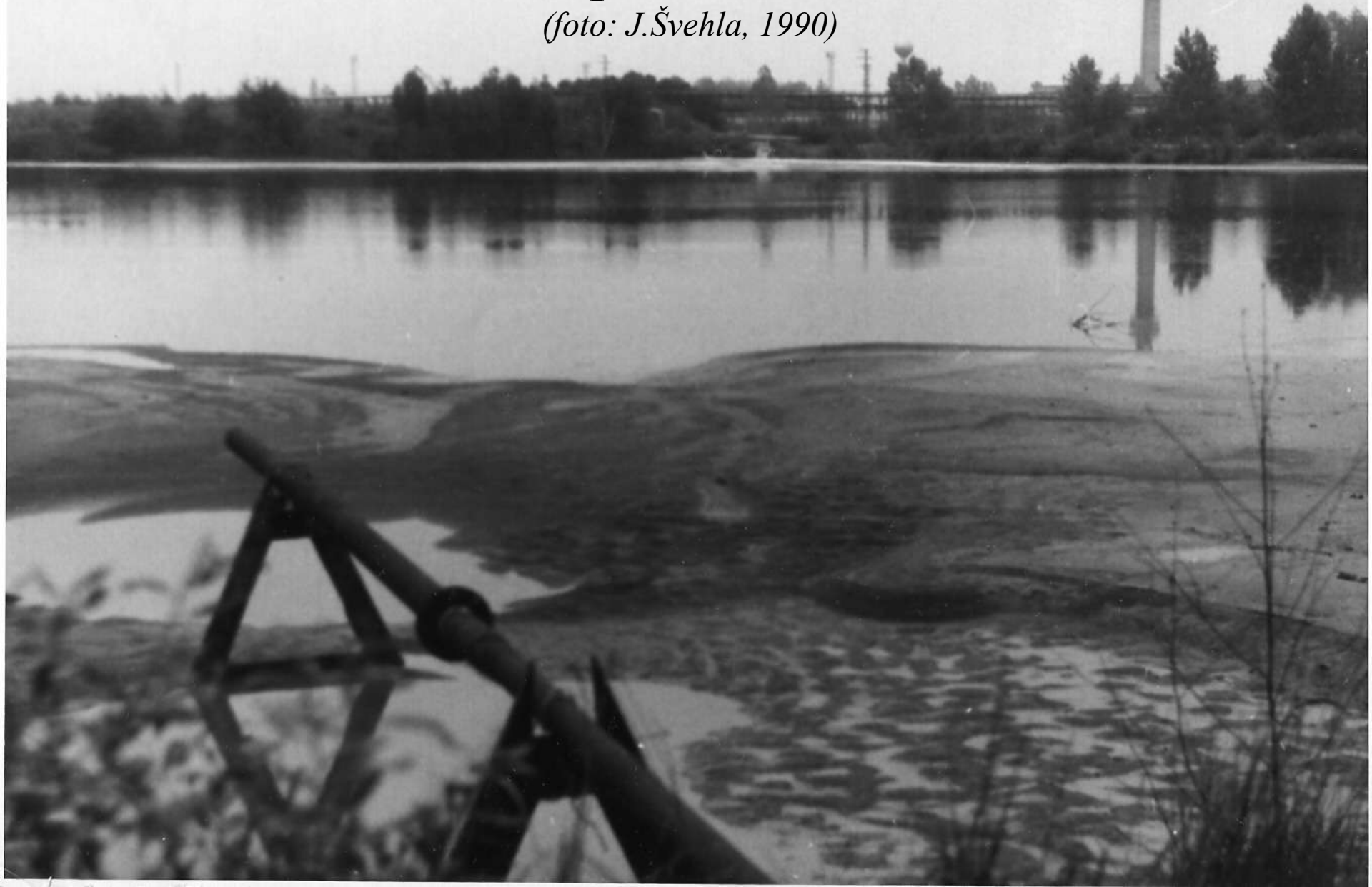
Po 40-ti letech budování... (1988)





# Pohled na MAPE přes odkaliště rmutu „K2“

*(foto: J.Švehla, 1990)*



# Pohled na „pláž“ vyschlého odkaliště K-3

u obce Olešník (foto: J.Švehla, 1992)



# Jak šel čas ...

- **1990:** šíří se různé „poplašné“ zprávy v denním tisku od Greenpeace ...
- x naprostá bagatelizace všech obav ze strany KHS Č.Budějovice !
- - **Studie UKE ČSAV-** „*Příspěvek k hodnocení radiační situace v okolí CHÚUP – MAPE Mydlovary*“ – „... Odpady z MAPE tvoří zdroj možného dlouhodobého radiačního vlivu na životní prostředí, což vyžaduje jeho regulaci vhodným zadržením a uzavřením... Koncentrace 226-radia ve vzorcích půd mimo závod převyšují 10 000 Bq/kg ... pozadí činí 60-80Bq/kg“ (Mondspiegel a kol., 1990)
- - ***Radio-ecological investigations in the surroundings of MAPE*** ... (P.Bossew, OEI Wien, 1990)... „Z radiačního hlediska by MAPE nesmělo být v Rakousku ani NSR provozováno!“ ...
- **1991:**
- ***Prognóza dlouhodobého vývoje vodní bilance odkališť MAPE po ukončení činnosti.*** (ČSÚP) ... str.6- „...do roku 2004 lze zlikvidovat veškerou volnou vodu z rekultivovaných kalojemů přirozeným výparem, za předpokladu likvidace drenážních vod.“ str.26-“V případě, že DV nebudou likvidovány, nelze rekultivaci kalojemů nikdy dokončit...“ !!!!!!!
- ***Ekologické problémy chemických úpraven uranové rudy.*** (E.Hanslík, VÚv Praha, Vodní hospodářství 7/1991) Str.243... „Další zátěž pro živé organismy představují emise radonu do volného ovzduší nad odkališti...byla naměřena koncentrace Rn 420 Bq/M<sup>3</sup> ...přípustné koncentrace v budovách je 100 bq/m<sup>3</sup>,...šíření rozpadových produktů radonu do okolí a potravních řetězců by mělo být omezováno.“

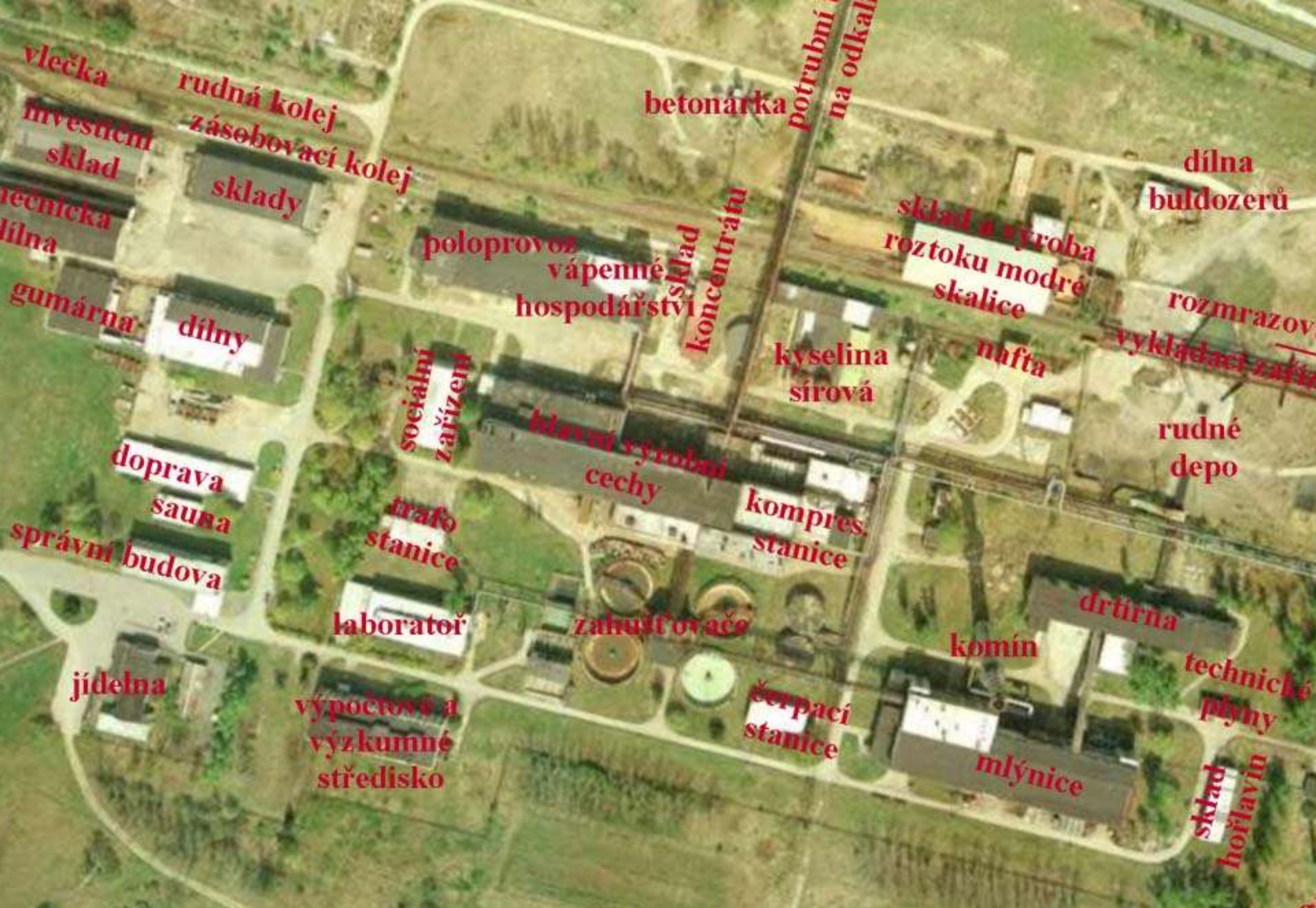
# A čas šel dál...

- **1992: *Revize vlivu MAPE Mydlovary na životní prostředí.*** (MEGA, Stráž pod Ralskem, Dr.Anděl), „...DOMĚNKU O VYSOKÉ KONTAMINACI DNOVÝCH SEDIMENTŮ Bezdreva z MAPE je možné s vysokou pravděpodobností zamítnout. Vyšší koncentrace radia jsou dány nejpravděpodobněji přímým hnojením vod Bezdreva anorganickými hnojivy s obsahem U a Ra.“
- - tzv. **“Modrá kniha“ životního prostředí ČR** (Academia, 1992), ...na str. 196, tab.7 uvádí, že „hmotnostní aktivita 226-Ra v kalojemech pro lokalitu Příbram a Mydlovary je v rozmezí 2-19 Bq/kg.“ – x - skutečně naměřené hodnoty = 14-27 kBq/kg, což je o tři řády (1000x) více !!!
- **1993-4** Náhradní výrobní programy (pigmenty, koagulanty, teoretizovalo se i o loužení zlata, atd. )
- 1994 ukončení všech provozů
- **R-E-K-U-L-T-I-V-A-C-E ... ???**
- **2000-2001, proces EIA** (Dokumentace o hodnocení vlivu na ŽP..., SOM s.r.o., Ing.Tomášek, 2001)
- **2004 Investiční záměr Svazku obcí Blata na sanaci a rekultivace MAPE**
- 2005, US Studie f.PAH o ekonomice a alternativních metodách sanace odkališť MAPE
- **2006, Studie komplexního řešení kontaminace podzemních vod...**(ENACON-Praha)
- **2007 – tzv. nová EIA**
- **2008 – příslib dotace pro DIAMO (asi 500 mil ) z EU pro urychlení sanací do r. 2024**

# Detailní snímek celého areálu s odkališti (rok 2000)

**Letecký snímek zájmové oblasti  
současný stav (2000)**





Situace Chemické úpravny

Detail z byvale technologicie (sklad čpavku, kyselin, etc.)



Pohled do výroby ...“žlutého koláče“, jak se zde říkalo produktu diuranát



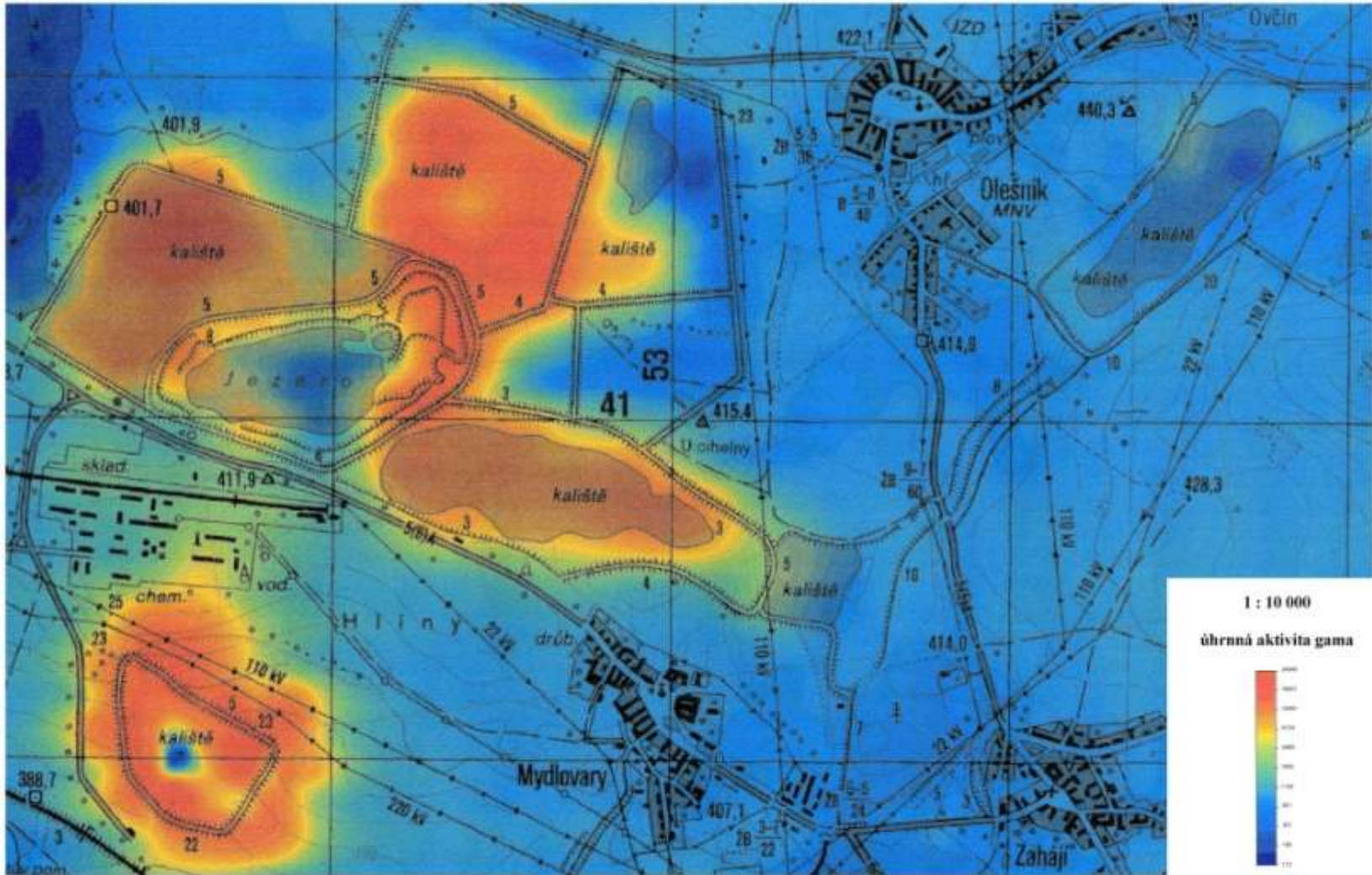


# Co se ví?

(EIA, Tomášek, 2001, str. 233-234)

- **„Současný stav ekologické zátěže je významně ovlivněn:“**
  - 1. Prašností objektů bývalého MAPE – především periodicky vysušovaných „pláží“ odkališť, což vede k uvolňování přírodních radionuklidů především vzduchem.
  - 2. pokračující kontaminací podzemních vod.
  - 3. Průsaky a vývěry důlních vod do vod povrchových
  - 4. Emisí radonu a šířením jeho dceřiných produktů (tj. toxických těžkých kovů jako je olovo, bizmut apod. )
- **„Biologické vlivy stávajícího stavu nejsou prokázány a jsou (podle zpracovatele) i neprokazatelné.“**

# Radiokontaminace půd a sedimentů:



**K IV/C1/F**

**ANDV**

**ANKV**

U CIHELNY

**TRIANGL=Úložiště popílku  
z teplárny Mydlovary**

**K IV/E**

**Triangl váha**

skládky

Zahájí

lovary

420

408

402

**agro**

Zahájí

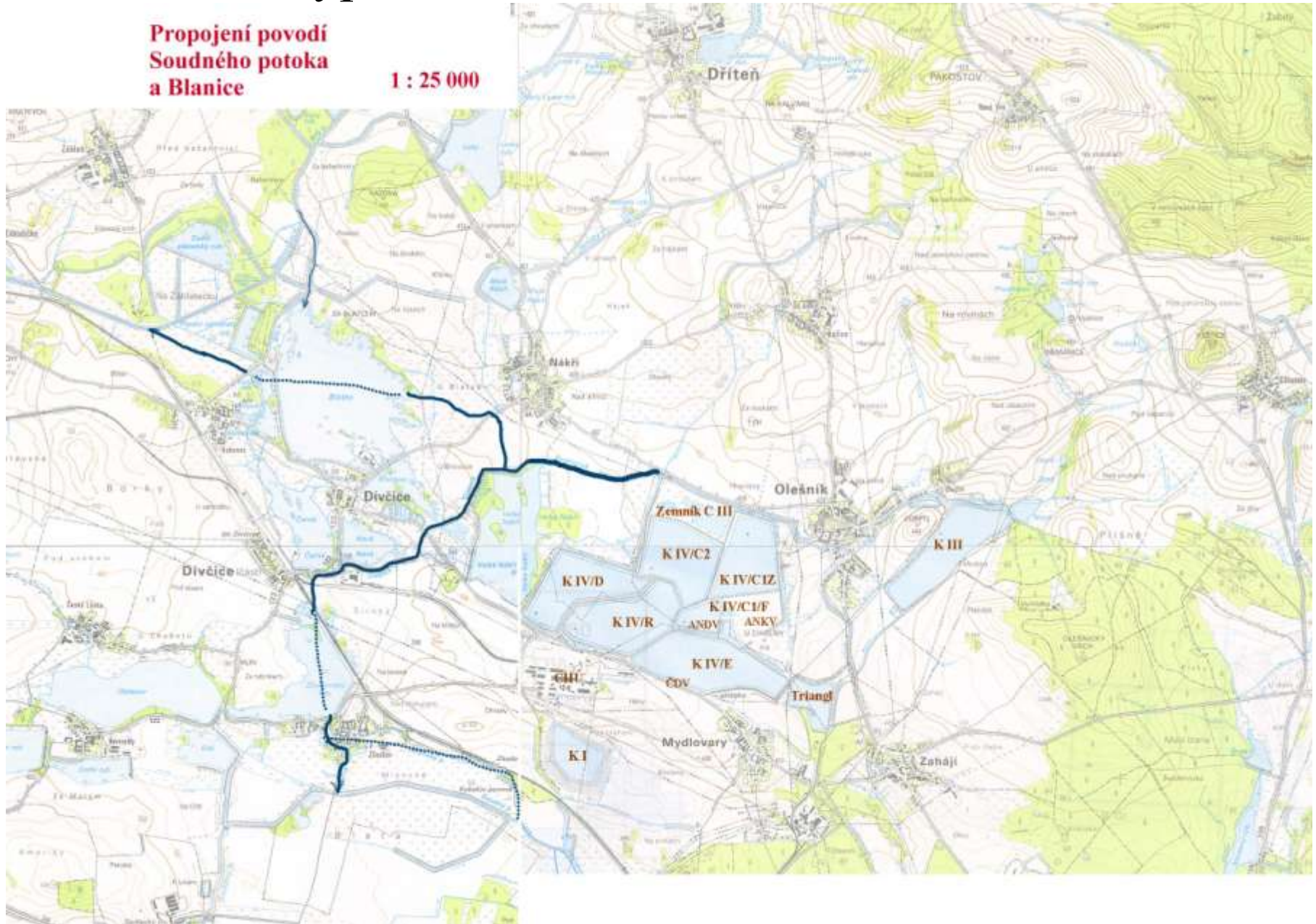
**EMY**

D11

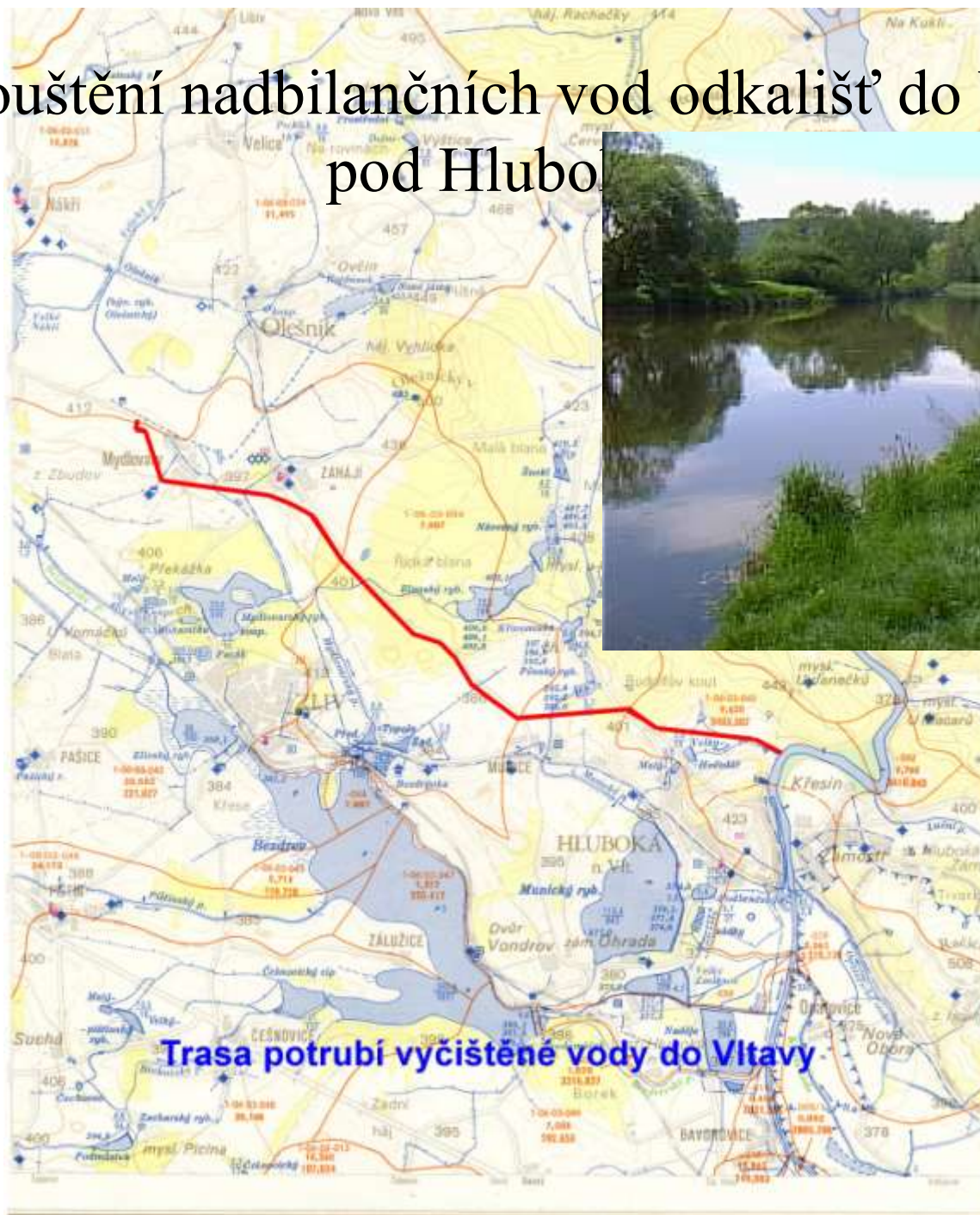
# Výpustě vod z MAPE do vodotečí:

**Propojení povodí  
Soudného potoka  
a Blanice**

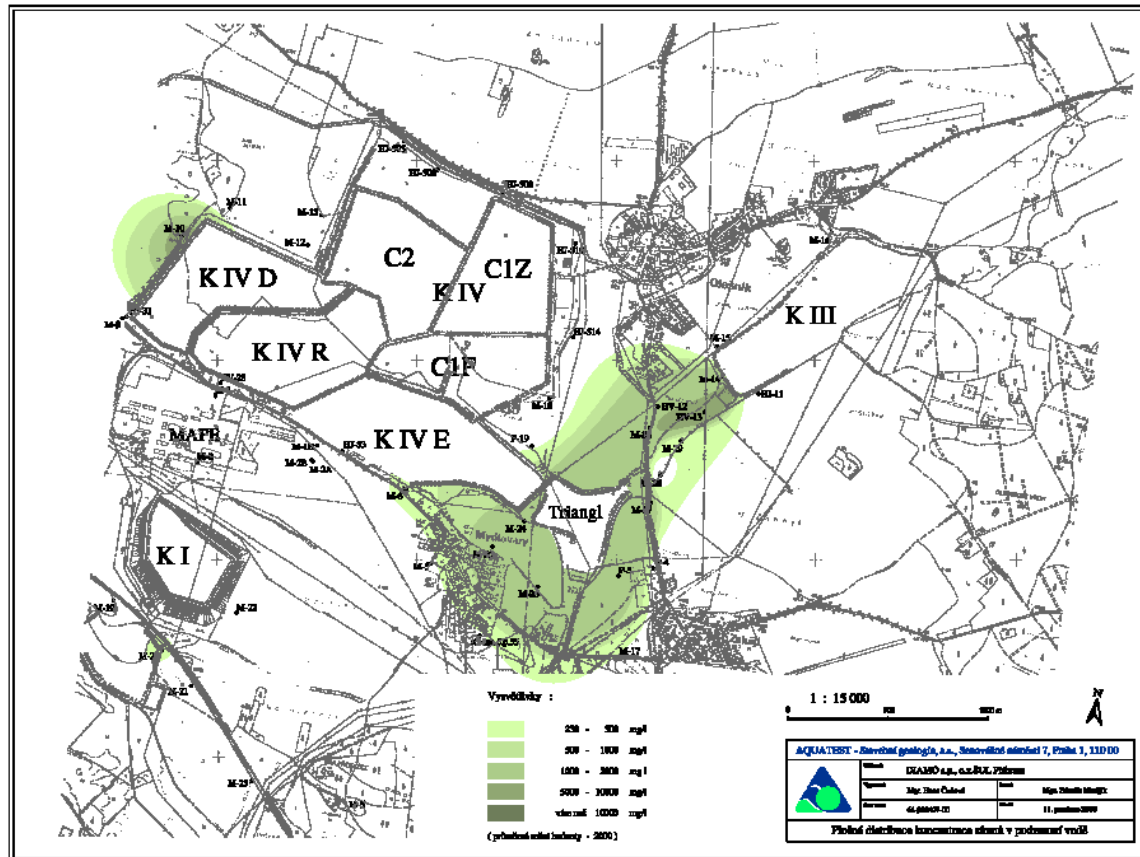
**1 : 25 000**



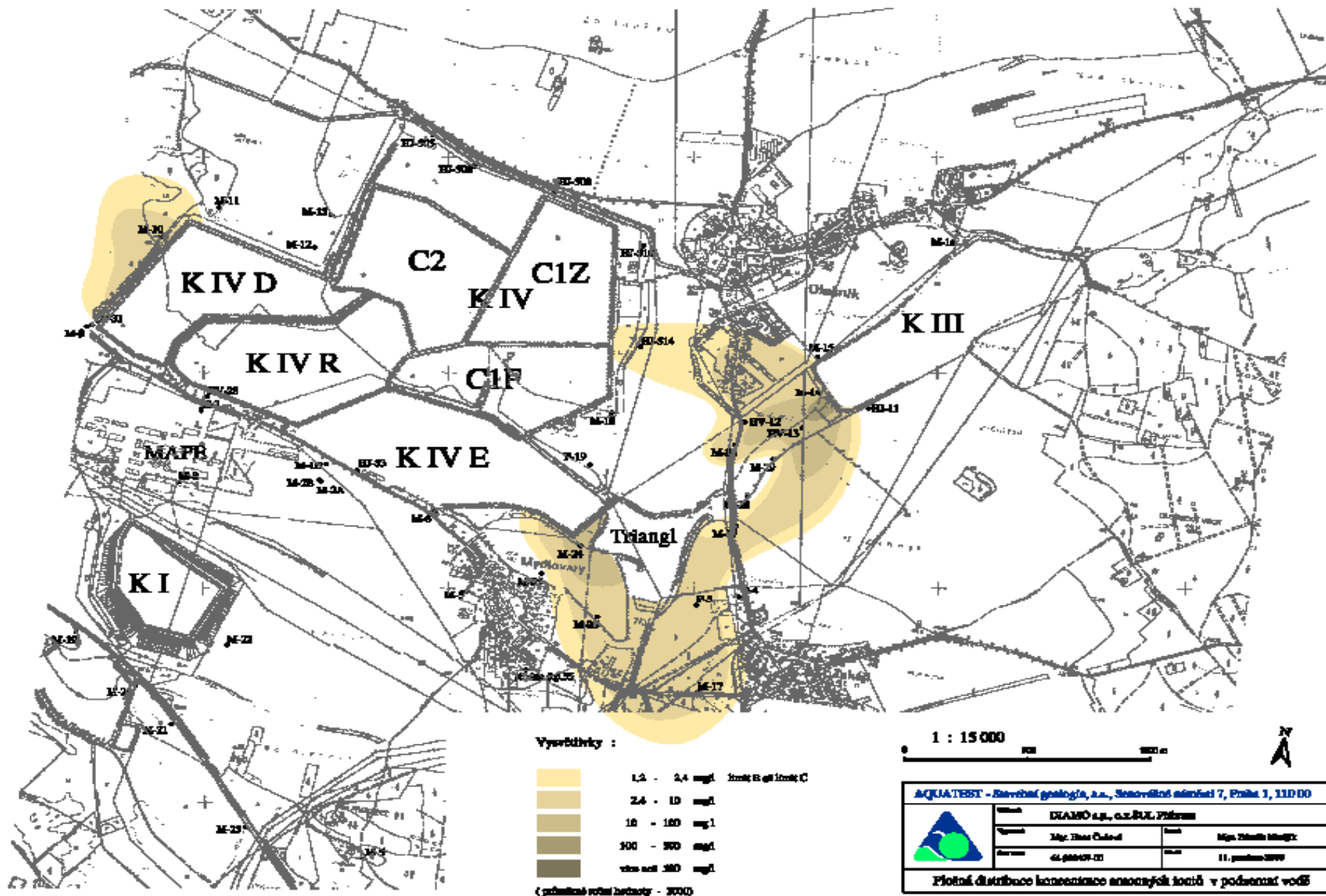
# Vypouštění nadbilančních vod odkališť do Vltavy pod Hlubokou



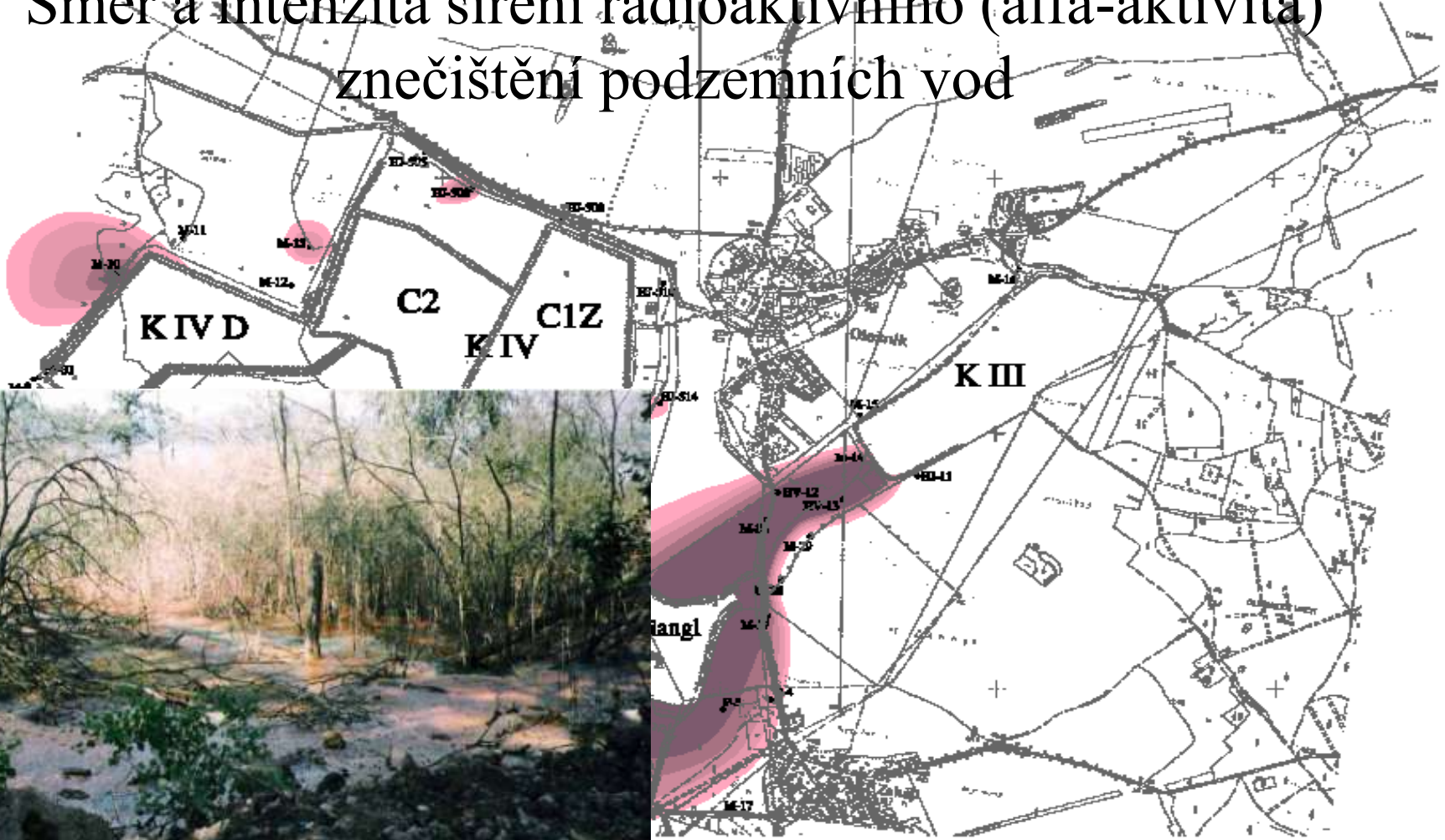
# Šíření síranů ve spodních vodách:



# Šíření amonných iontů v podzemní vodě



# Směr a intenzita šíření radioaktivního (alfa-aktivita) znečištění podzemních vod



1 : 15 000



0.5 - 0.5	DgI	Intenzita B
0.5 - 1.0	DgI	Intenzita C
1.0 - 1.5	DgI	
1.5 - 2.0	DgI	
víše než 2.0	DgI	

(přibližná početní hodnota - 3000)

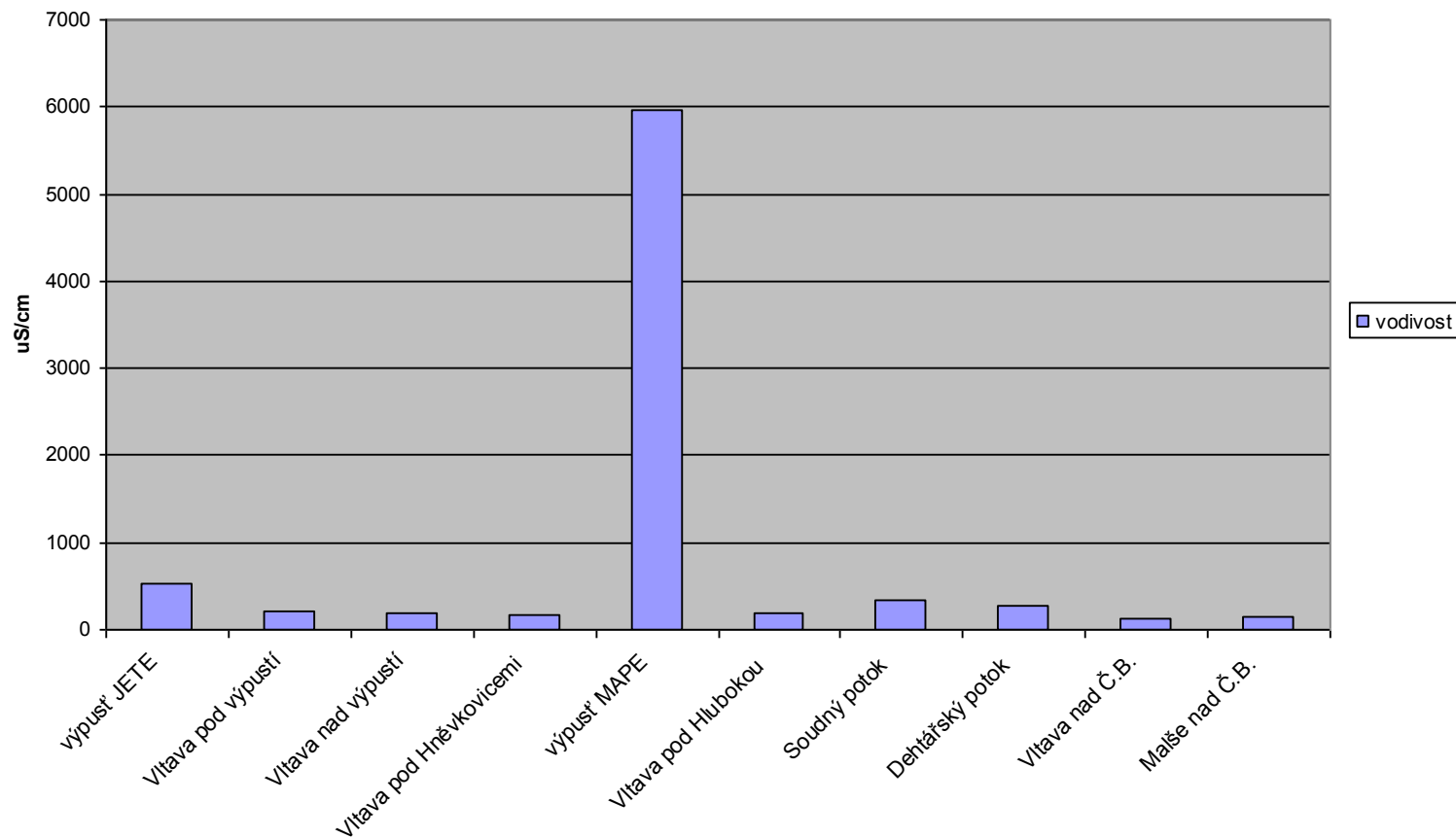
**AQUATEST - Stavěná geologie, a.s., Senovická ulice 7, Praha 3, 110 00**

	<b>DIAMO a.s., o.z.ÚJL. Příbram</b>	
Mgr. Jana Čížková	Mgr. Zdeněk Hájek	
64.00007.01		11. prosinec 2009

**Číslovd. objemvd. aktivita alfa podzemní vody**

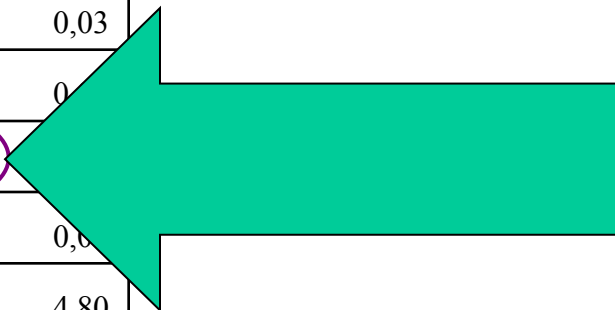


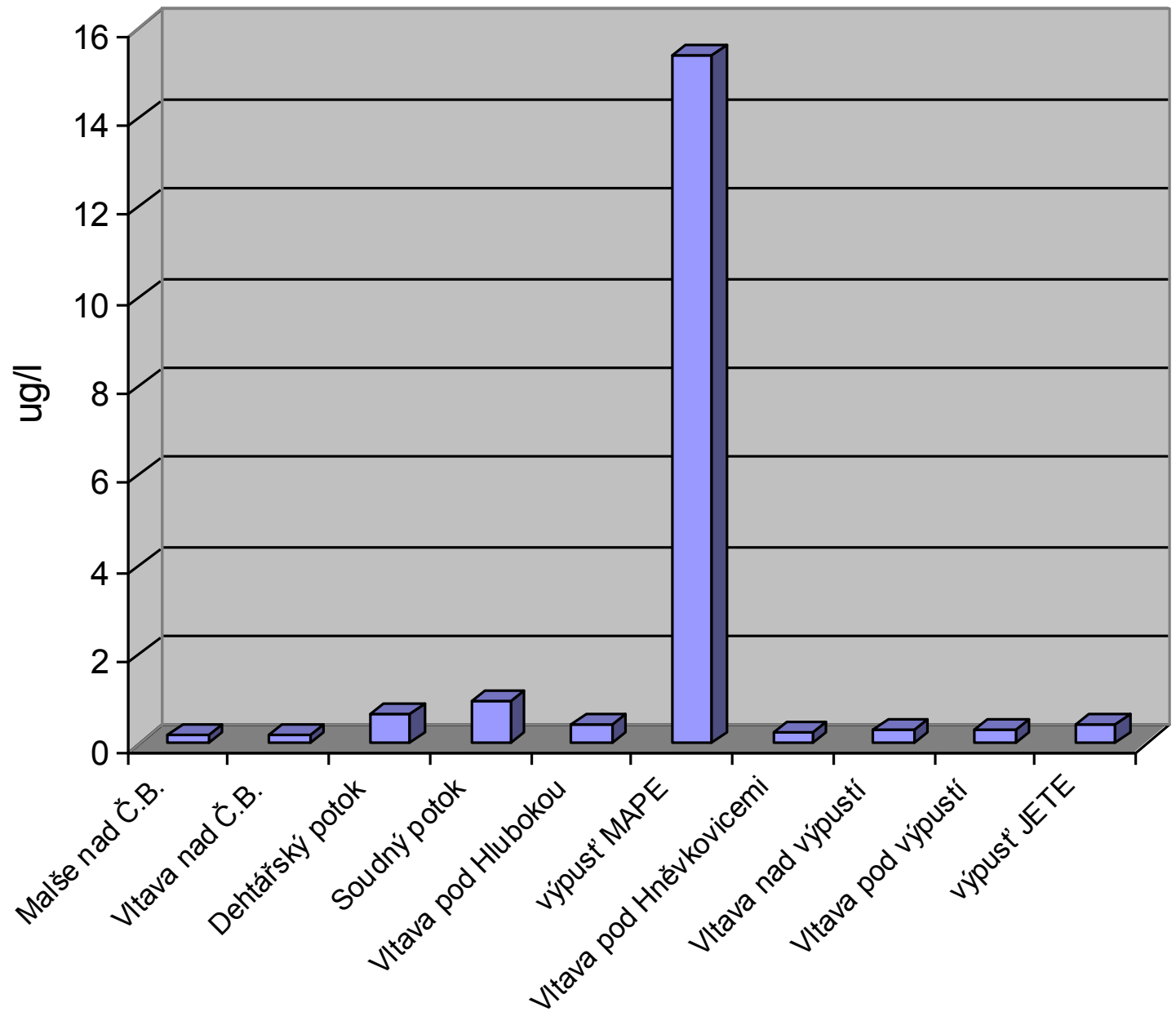
### Průměrné vodivosti vod Vltavy a přítoků v roce 2002



# Průměrné koncentrace uranu ve vodě Vltavy a jejích přítocích: (data KCH ZF JU, 2002)

profil toku – mikrogramy/litr	<b>238U</b>	
<b>rok 2002</b>	<b>x</b>	<b>sd</b>
Malše nad Č.B.	0,20	0,03
Vltava nad Č.B.	0,21	0,03
Dehtářský potok	0,65	0,03
<b>Soudný potok</b>	<b>0,94</b>	0,03
Vltava pod Hlubokou	0,44	0,03
<b>výpusť MAPE do Vltavy</b>	<b>15,40</b>	4,80
Vltava pod Hněvkovicemi	0,27	0,02
Vltava nad výpustí	0,33	0,02
Vltava pod výpustí	0,31	0,04
výpusť JETE do Vltavy	0,42	0,31

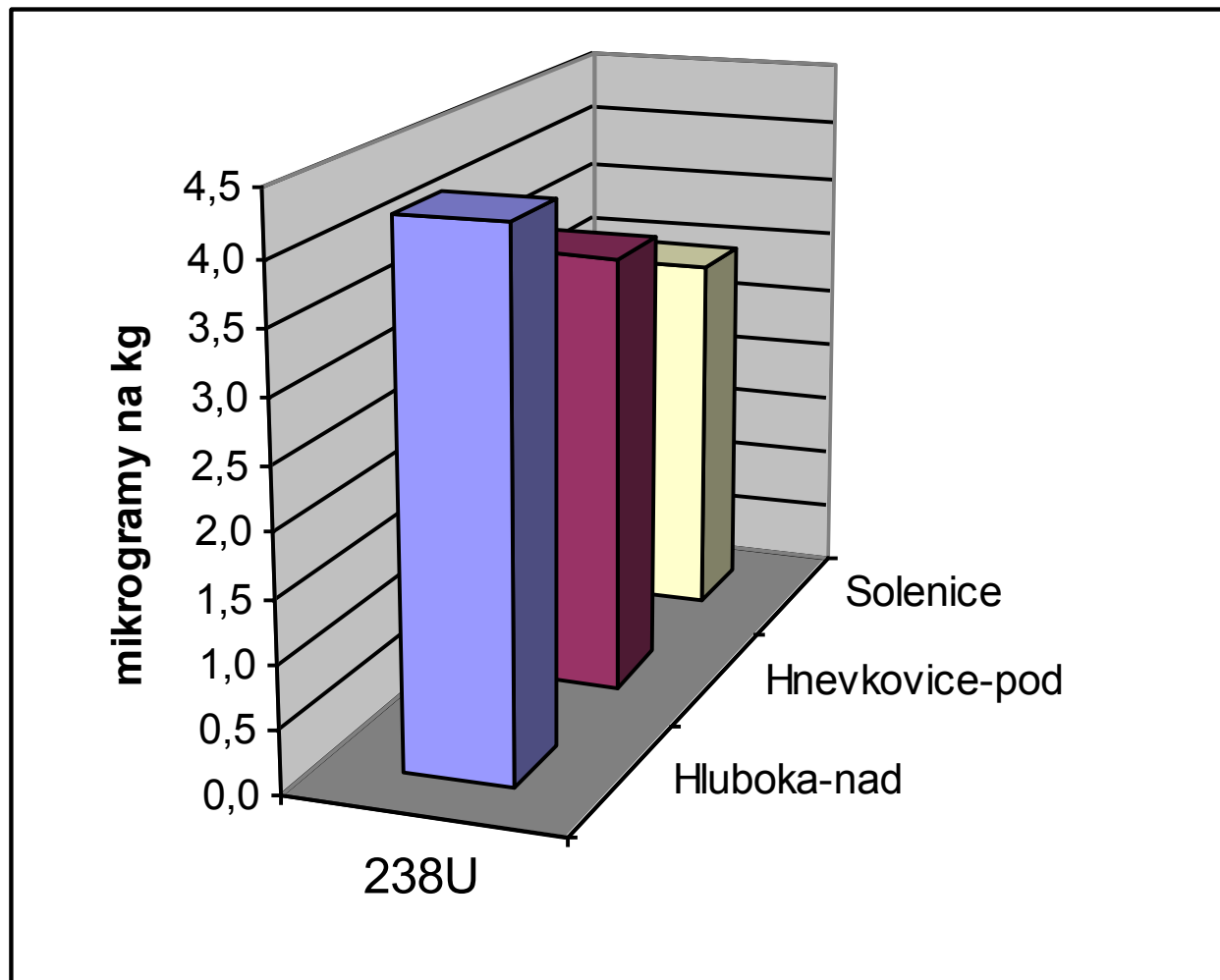






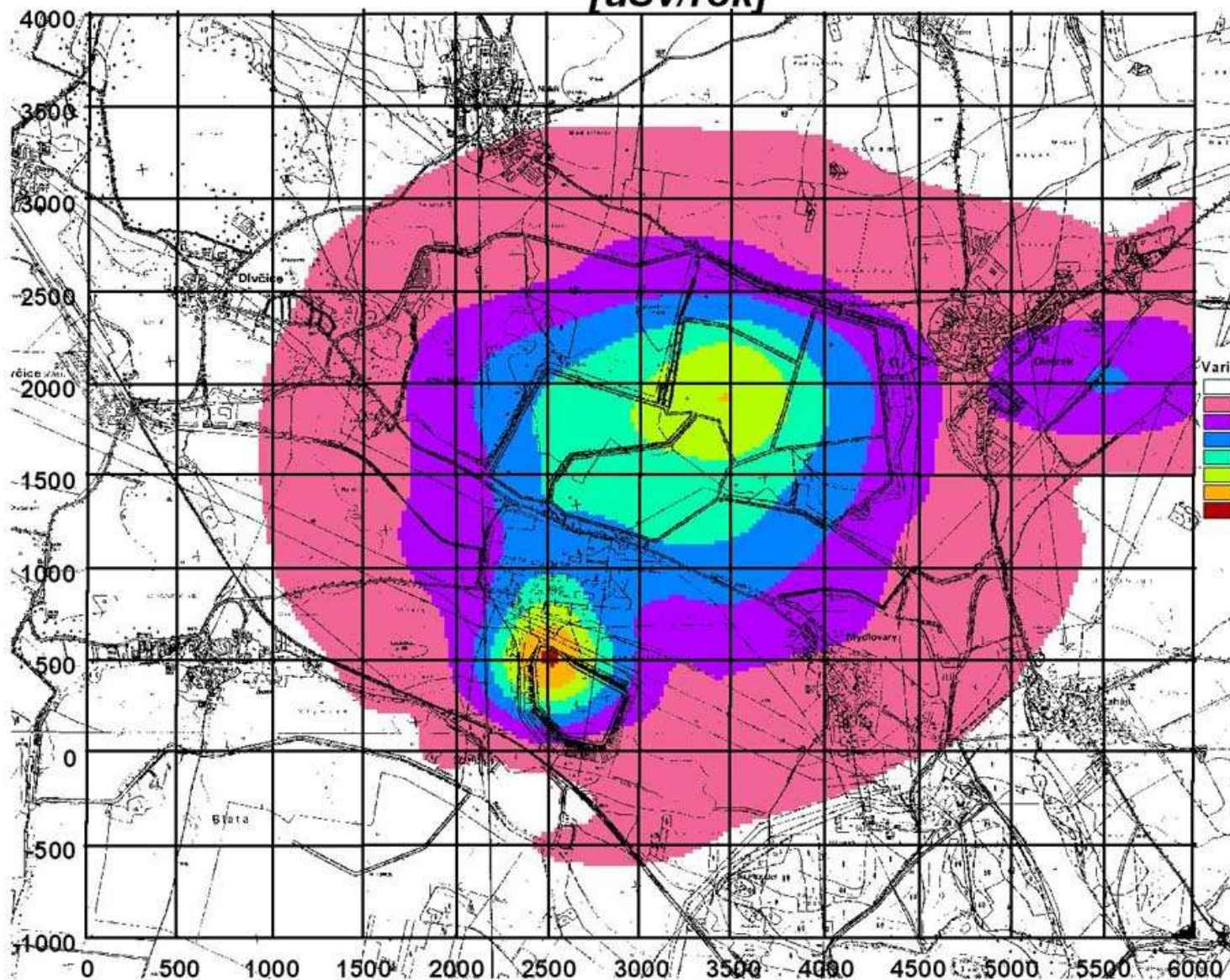
# Obsah uranu v bentosu Vltavy r.2005

(dosud nepublikovaná data)



# Varianta stávající stav

[ $\mu\text{Sv}/\text{rok}$ ]



Varianta stávající stav

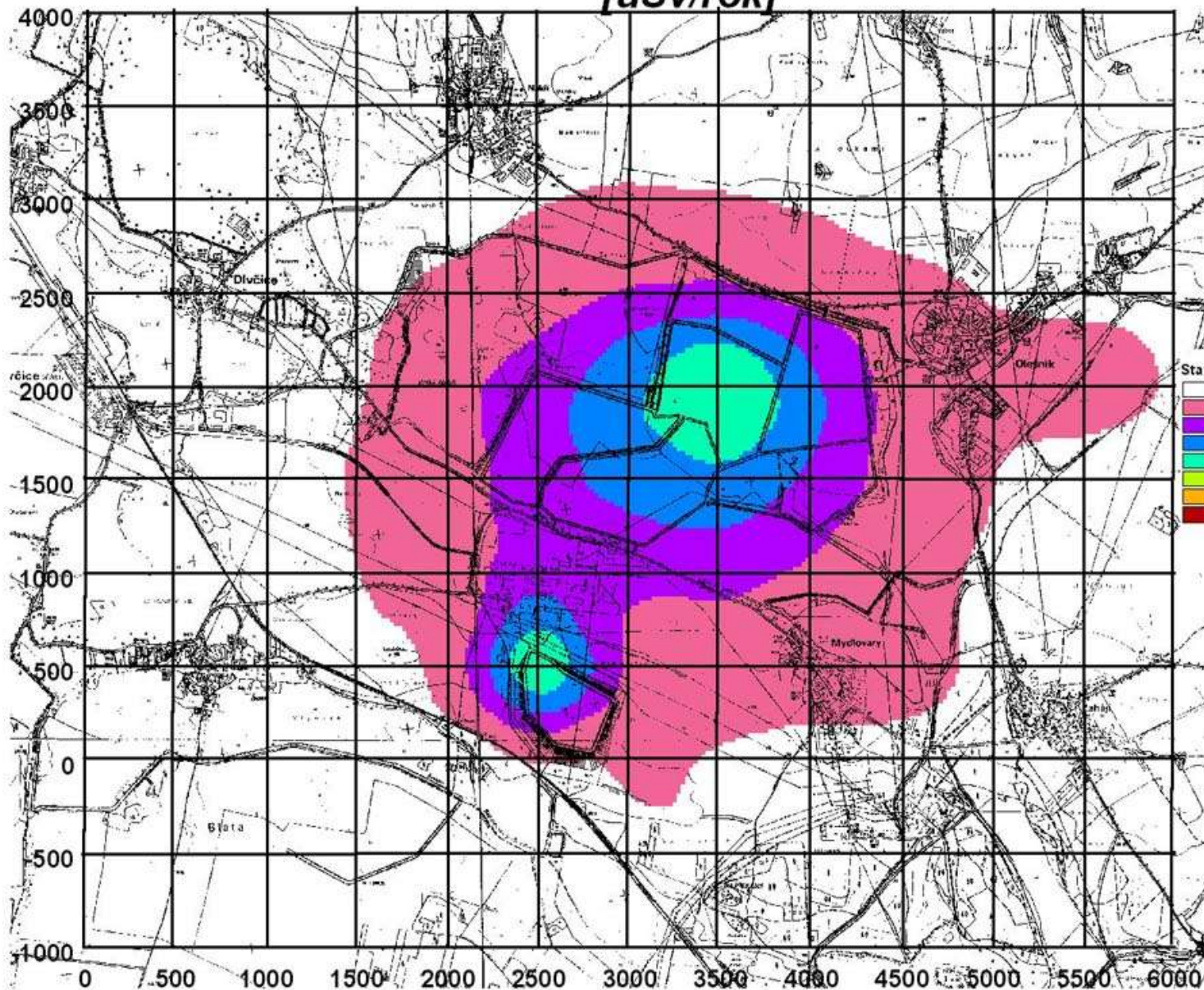
- 0 - 100  $\mu\text{Sv}/\text{rok}$
- 100 - 200  $\mu\text{Sv}/\text{rok}$
- 200 - 300  $\mu\text{Sv}/\text{rok}$
- 300 - 400  $\mu\text{Sv}/\text{rok}$
- 400 - 500  $\mu\text{Sv}/\text{rok}$
- 500 - 600  $\mu\text{Sv}/\text{rok}$
- 600 - 700  $\mu\text{Sv}/\text{rok}$
- 700 - 800  $\mu\text{Sv}/\text{rok}$



1:30000

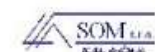


# Stav dle TPL Radonová výdajnost 0,6 Bq/m<sup>2</sup>.s [uSv/rok]



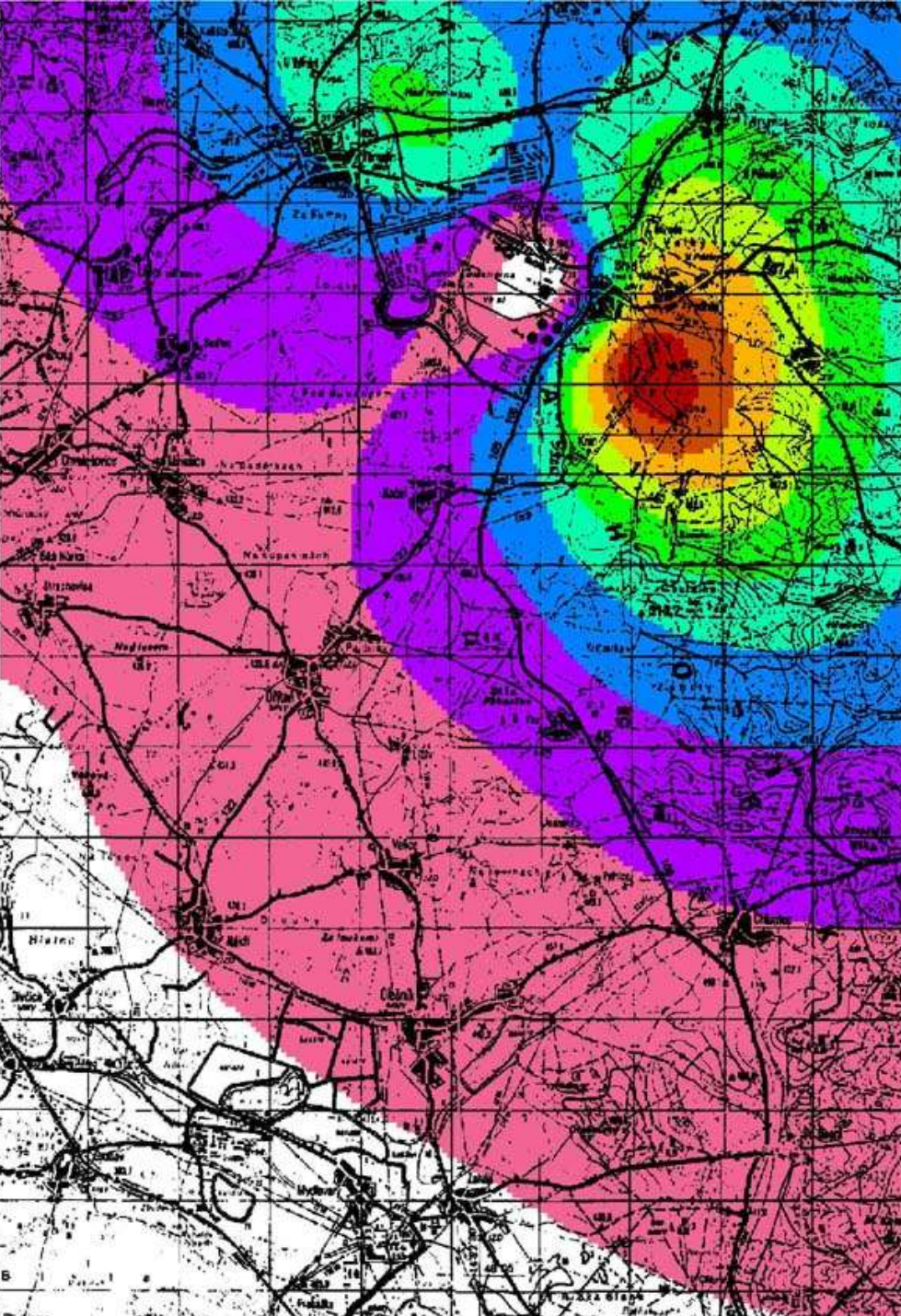
Stav dle TPL - Radonová výdajnost 0,6 Bq/m<sup>2</sup>.s

- 0 - 100 uSv/rok
- 100 - 200 uSv/rok
- 200 - 300 uSv/rok
- 300 - 400 uSv/rok
- 400 - 500 uSv/rok
- 500 - 600 uSv/rok
- 600 - 700 uSv/rok
- 700 - 800 uSv/rok



1:30000





# Efektivní dávka vzdušnou cestou

## Varianta příspěvek JETE

[uSv/rok]

1:50000

Efektivní dávka vzdušnou cestou - varianta podíl JETE

0 - 0.05 uSv/rok
0.05 - 0.1 uSv/rok
0.1 - 0.15 uSv/rok
0.15 - 0.2 uSv/rok
0.2 - 0.25 uSv/rok
0.25 - 0.3 uSv/rok
0.3 - 0.35 uSv/rok
0.35 - 0.4 uSv/rok
0.4 - 0.45 uSv/rok
0.45 - 0.5 uSv/rok

ENVI - CON

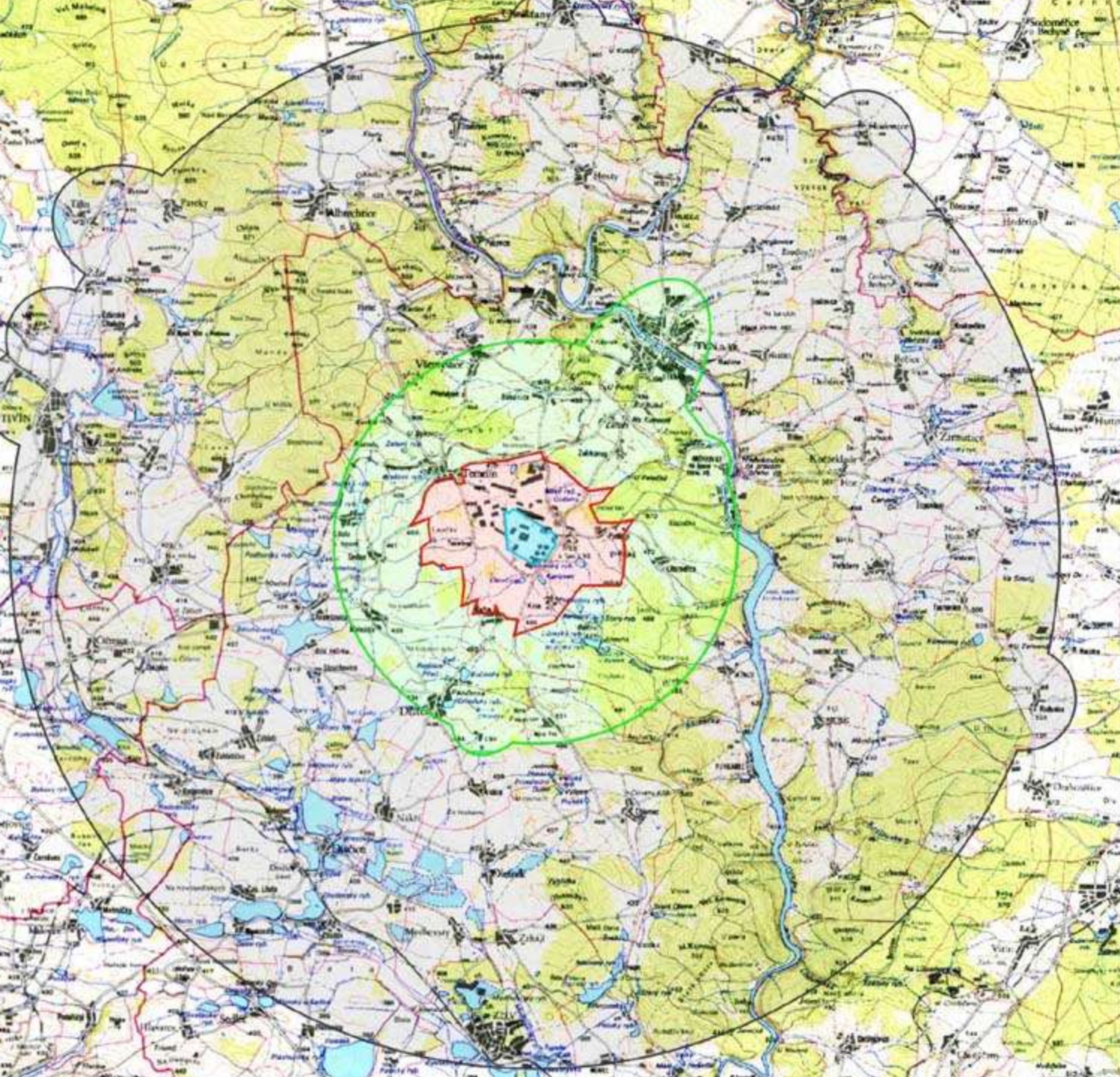
SCM s.r.o.  
Technická 100/100

ECO - ENVU  
CONSULT





Převzato z dokumentace JETE



-  areál elektrárny Temelín
-  ochranné pásmo elektrárny
-  vnitřní zóna 5 km,  
vymezení zájmového území
-  zóna havarijního plánování 13 km

Příloha 8.2  
**PŘEHLEDNÁ SITUACE**

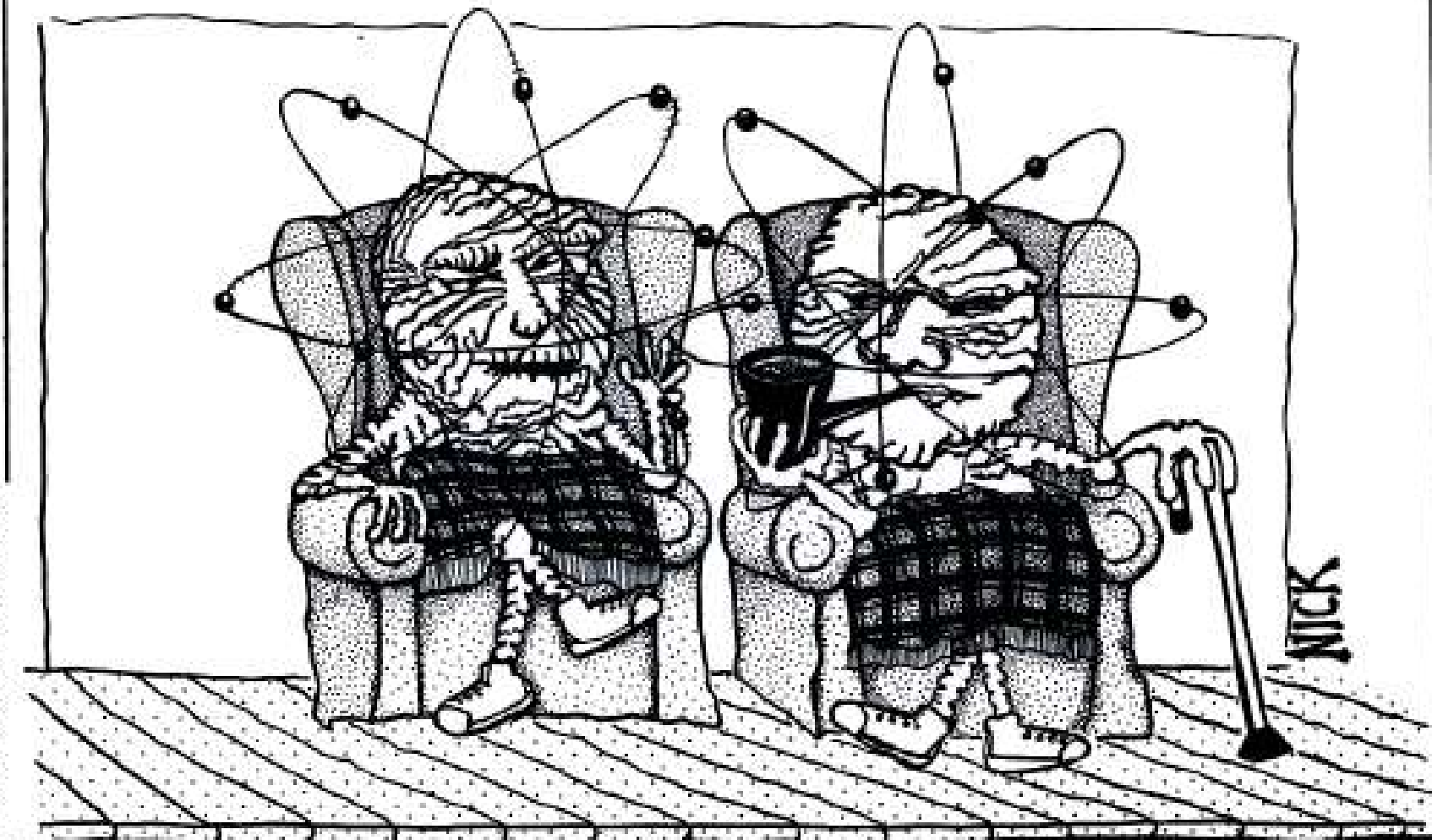


# Bioakumulace, monitoring a zdravotní rizika pro člověka...



- „Monitoring biosféry odkališť CHÚ-Mydlovary“ je od cca osmdesátých let prováděn Katedrou ekologie ZF JU (doc.Tetter a kol.) na objednávku podniku DIAMO s.p. (dříve Uranový průmysl Příbram),
- „Výzkumný projekt na bioakumulaci radionuklidů rostlinami“ probíhal v poslední době na Ústavu org.chemie a biochemie v Praze (Dr.R.Tykva, a kol.)
- „Analýza rizik - EIA 2001, str.14 přílohy 29, „...pro tzv. nulovou variantu je překročena kritická hodnota karcinogenního rizika ve všech hodnocených vesnicích (Mydlovary, Olešník, Zahájí)...“ (Tomášek, 2001)
- „ Třicetileté sledování výskytu tumoru u obyvatel některých obcí na Hlubocku.“ (MUDr. Jan Reban, 2005)

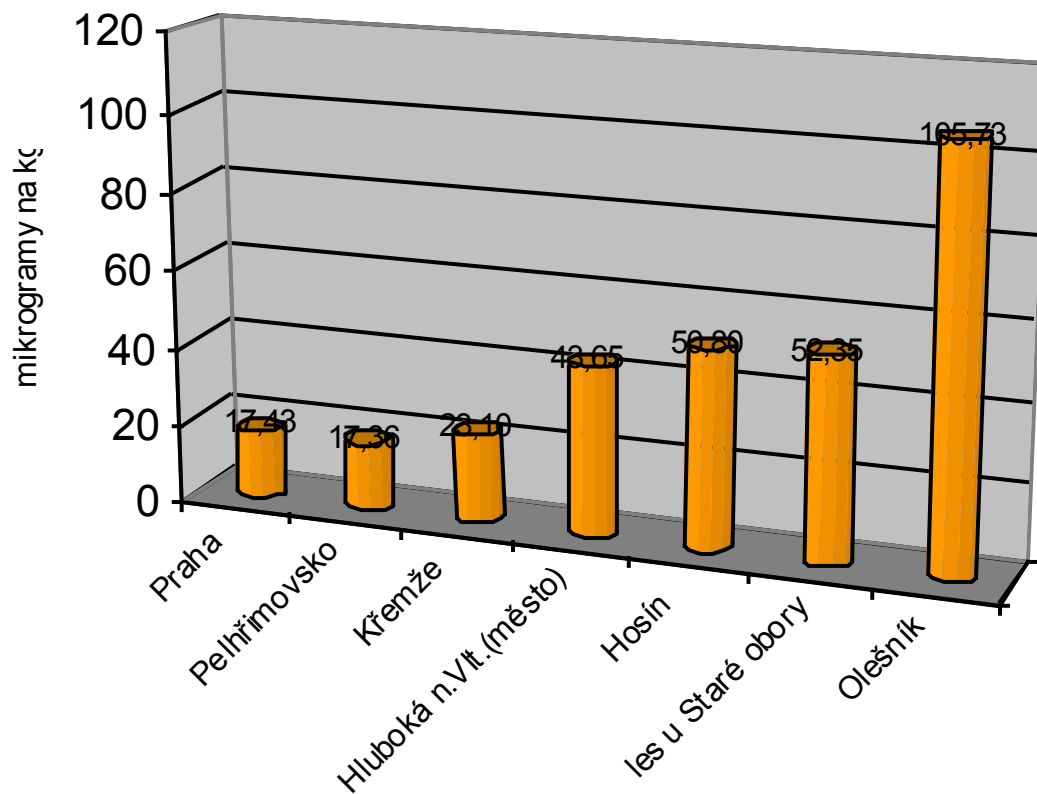
# AT THE HOME FOR OLD ATOMS...



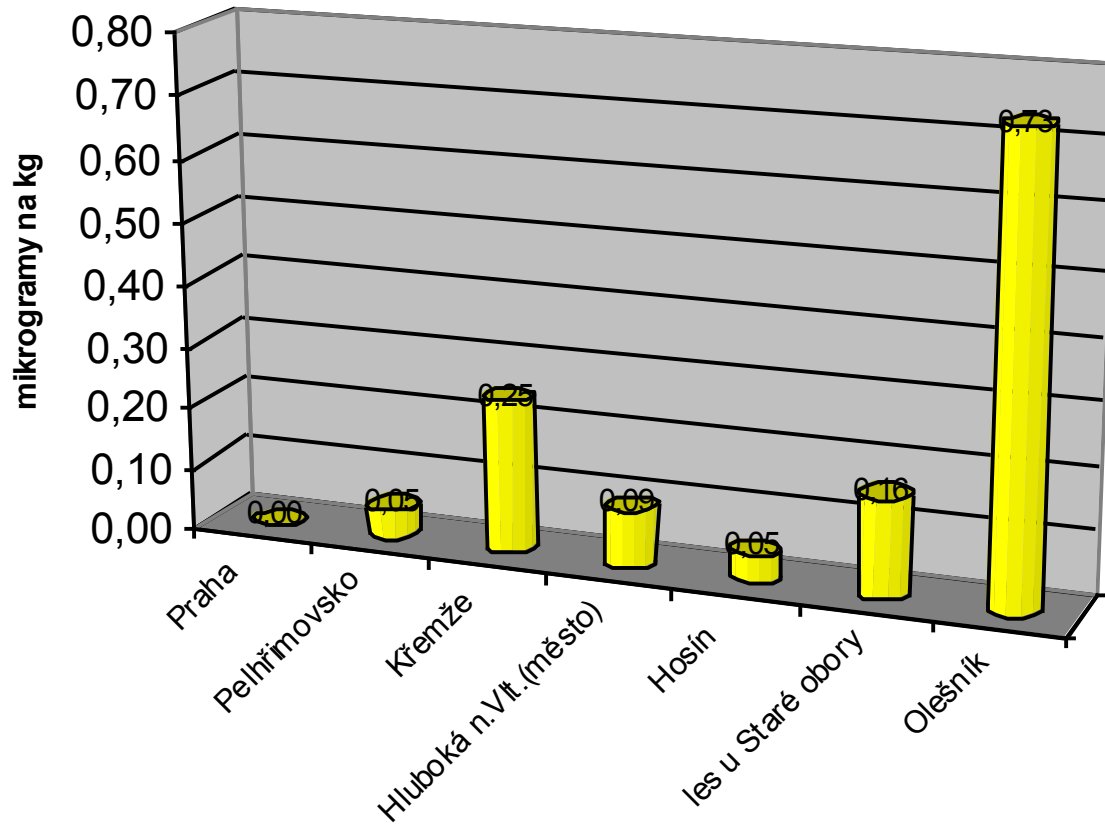
*"When I was young I used to feel so alive, so dangerous...! In fact, would you believe that I started out life as a Uranium-238? Then one day I accidentally ejected an alpha particle, and that's where it all began. Now look at me, a spent old atom of Lead-206. It seems that all my life since then has been nothing but decay, decay, decay...."*

# Obsah olova a uranu ve včelím medu

Obsah olova v medech z různých míst ČR



## Obsah uranu v medech



# Pokusy o sanaci a rekultivace...





# Návoz sanačních materiálů, listopad 2008





# Ukázka nových technologií sanací podobných problémů ve světě (US Studie f. PAU, 2005)



Geodetický ústav 278  
Královské náměstí 80



Datum: 14.05.2007  
Číslo: 14.05.2007

MAPE, listopad 2008

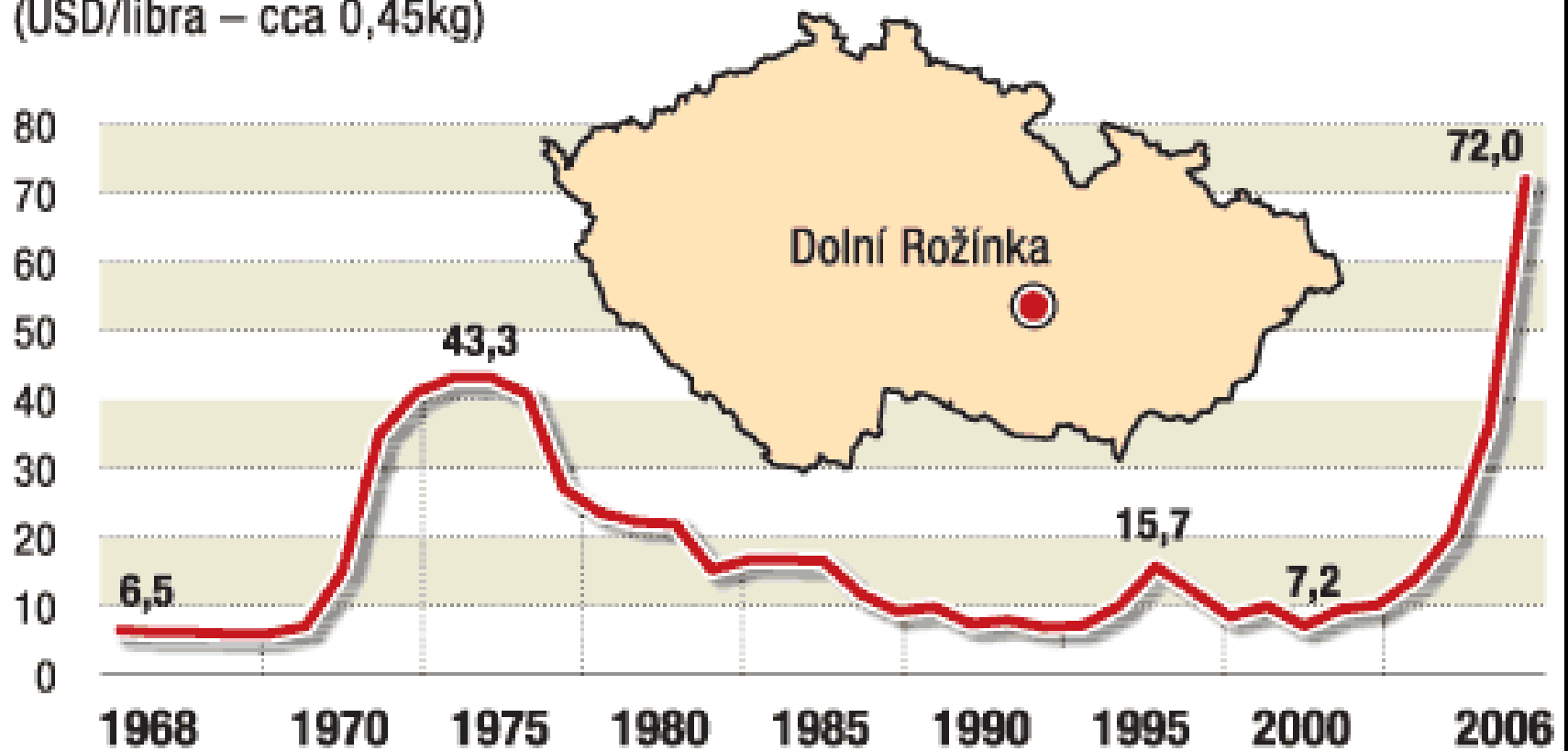


# Závěrem

- Nedopustit výstavbu dalšího velkého zdroje emitujícího znečištění ovzduší v oblasti – např. spalovny pevných odpadů v Mydlovarech a dalších bloků JETE!
- Urychlit kvalitní sanace a rekultivace odkališť – nové metody a technologie ( firma PAH navrhuje např přesun K3 do K4 a k odvodnění kalů použití geotextilních filtrů...)
- a následně použít vhodné biorekultivace s využitím nejnovějších poznatků o fytoemediacích  
...

# Vývoj cen uranu na světovém trhu

(USD/libra – cca 0,45kg)



„O peníze jde vždy až v první řadě...“

- světová cena uranu = 4000 Kč/kg (HN,2007)
- Náklady na těžbu = 1.400 Kč/kg (Ješ, 2007)
- +náklady na sanace = 65 mld Kč/110 mil Kg  
Tj. cca 600 Kč/kg
- Celkové náklady = asi 2000 Kč/kg
- ZISK ??? = cca 2000 Kč/kg

Děkuji vám za váš čas a pozornost !

