

# Výběr lokality a staveniště HÚ v ČR

*Analýza území ČR  
Fáze regionálního mapování  
Zpráva část A*

ENERGOPRŮZKUM PRAHA, spol. s r.o.

J. Piskač, P. Šimůnek,  
I. Prachař, D. Tucauerová, B. Romportl, J. Blažek

Březen 2003



# Obsah

1	Úvod .....	4
1.1	Terminologie, definice .....	4
1.2	Použité zkratky .....	5
1.3	Smluvní podklady.....	6
1.4	Postavení a význam procesu výběru lokality a staveniště HÚ RAO .....	7
1.5	Hodnocení dříve provedených prací.....	7
2	Koncepce a plánování výběru lokality .....	8
2.1	Legislativní podklady, mezinárodní zkušenosti a doporučení .....	8
2.2	Časové relace výběru lokality a staveniště HÚ .....	9
2.3	Hlavní metodické principy výběru lokalit HÚ .....	10
3	Analýza území ČR – určení možných lokalit HÚ .....	13
3.1	Vyloučení nevhodných území - Prvý krok výběru.....	13
3.2	Výběr oblastí s vhodnými geologickými podmínkami – druhý krok výběru.....	21
3.3	Vyloučení oblasti z důvodu vylučujících kritérií .....	60
3.4	Čtvrtý krok výběru – uplatnění předností.....	66
3.5	Pátý krok výběru – vyhodnocení.....	72
3.6	Doporučení zpracovatele pro další průzkum.....	73
4	Použité podklady .....	90
4.1	Data požitá v projektu: .....	90
4.2	Zpracovatelský tým: .....	90
4.3	Seznam literatury.....	93
4.4	Mezinárodní doporučení a zákonné normy ČR.....	98

## Obrazové přílohy v textu zprávy

1	Základní geologické jednotky střední Evropy.....	1 : 3 000 000
2	Průběh MOHO diskontinuity v Českém masivu a okolí.....	1 : 3 000 000
3	Tíhový obraz Českého masivu na území ČR.....	1 : 3 000 000
4	Neotektonicky významné linie a zóny.....	1 : 3 000 000
5	Základní rozdělení Českého masivu.....	1 : 1 000 000
6	Významné zlomy.....	1 : 1 000 000
7	Leukokrátň granitoidy.....	1 : 1 000 000
8	Melanokrátň granitoidy.....	1 : 1 000 000
9	Metamorfity.....	1 : 1 000 000
10	Mezozoické sedimenty.....	1 : 1 000 000
11	Terciérň vulkanity.....	1 : 1 000 000
12	Terciérň sedimenty.....	1 : 1 000 000
13	Výběr horninového prostředí – 1 a 2 krok výběru.....	1 : 1 000 000

## Velkoformátové mapy – svazek B – samostatná příloha

Nevhodná území.....	krok 1
Mapa ČR – 1 : 500 000	
Oblasti s předpokladem vhodných geologických podmínek.....	krok 2
Mapa ČR - 1 : 500 000	
Plošná vylučující kritéria dle zákona 114/1992 Sb. ....	krok 3a
Mapa 1 : 200 000, list 23 – Jihlava	
Plošná vylučující kritéria dle Vyhlášky SÚJB 215/1997 Sb. ....	krok 3b
Mapa 1 : 200 000, list 23 – Jihlava	
Plošná vylučující kritéria z hlediska chráněných zájmů.....	krok 3c
Mapa 1 : 200 000, list 23 – Jihlava	
Plošná vylučující kritéria dle zákona 114/1992 Sb. ....	krok 3a
Mapa 1 : 200 000, list 22 – Strakonice	
Plošná vylučující kritéria dle Vyhlášky SÚJB 215/1997 Sb. ....	krok 3b
Mapa 1 : 200 000, list 22 – Strakonice	
Plošná vylučující kritéria z hlediska chráněných zájmů.....	krok 3c
Mapa 1 : 200 000, list 22 – Strakonice	
Plošná vylučující kritéria dle zákona 114/1992 Sb. ....	krok 3a
Mapa 1 : 200 000, list 11 – Karlovy Vary a 12 - Praha	
Plošná vylučující kritéria dle Vyhlášky SÚJB 215/1997 Sb. ....	krok 3b
Mapa 1 : 200 000, list 11 – Karlovy Vary a 12 - Praha	
Plošná vylučující kritéria z hlediska chráněných zájmů.....	krok 3c

Mapa 1 : 200 000, list 11 – Karlovy Vary a 12 - Praha	
Plošná vylučující kritéria dle zákona 114/1992 Sb. ....	krok 3a
Mapa 1 : 200 000, list 13 – Hradec Králové	
Plošná vylučující kritéria dle Vyhlášky SÚJB 215/1997 Sb. ....	krok 3b
Mapa 1 : 200 000, list 13 – Hradec Králové	
Plošná vylučující kritéria z hlediska chráněných zájmů.....	krok 3c
Mapa 1 : 200 000, list 13 – Hradec Králové	
Plošná vylučující kritéria dle zákona 114/1992 Sb. ....	krok 3a
Mapa 1 : 200 000, list 13 – Hradec králové a 14 - Šumperk	
Plošná vylučující kritéria dle Vyhlášky SÚJB 215/1997 Sb. ....	krok 3b
Mapa 1 : 200 000, list 13 – Hradec Králové a 14 - Šumperk	
Plošná vylučující kritéria z hlediska chráněných zájmů.....	krok 3c
Mapa 1 : 200 000, list 13 – Hradec Králové a 14 - Šumperk	
Plošná vylučující kritéria dle zákona 114/1992 Sb. ....	krok 3a
Mapa 1 : 200 000, účelová část listu 23 – Jihlava a 24 - Brno	
Plošná vylučující kritéria dle Vyhlášky SÚJB 215/1997 Sb. ....	krok 3b
Mapa 1 : 200 000, účelová část listu 23 – Jihlava a 24 - Brno	
Plošná vylučující kritéria z hlediska chráněných zájmů .....	krok 3c
Mapa 1 : 200 000, účelová část listu 23 – Jihlava a 24 - Brno	
Plošná vylučující kritéria dle zákona 114/1992 Sb. ....	krok 3a
Mapa 1 : 200 000, list 32 – České Budějovice	
Plošná vylučující kritéria dle Vyhlášky SÚJB 215/1997 Sb. ....	krok 3b
Mapa 1 : 200 000, list 32 – České Budějovice	
Plošná vylučující kritéria z hlediska chráněných zájmů .....	krok 3c
Mapa 1 : 200 000, list 32 – České Budějovice	
Hustota obyvatel dle EU .....	krok 4
Mapa ČR - 1 : 1 000 000	
Mapa krajinného pokryvu .....	krok 4
Mapa ČR - 1 : 1 000 000	
Radiometrická mapa .....	krok 4
Mapa ČR - 1 : 1 000 000	
Mapa radonového rizika .....	krok 4
Mapa ČR - 1 : 1 000 000	
Výběr lokalit .....	krok 5
Mapa ČR - 1 : 1 000 000	

# 1 Úvod

Předkládaná zpráva je vypracována na základě smlouvy o dílo č. 02-002-000, uzavřené mezi Správou úložišť radioaktivních odpadů a Energoprůzkumem Praha spol. s r.o. dne 21.1.2002. Smlouva původně koncipovaná na širší rozsah prací byla věcně i termínově omezena dohodou smluvních stran na etapy:

1. Výběr lokality a staveniště HÚ RAO – hodnocení dříve provedených lokalizačních prací, termín plnění 27.7.2002
2. Výběr lokality a staveniště HÚ RAO – hodnocení území ČR, termín plnění 31.3.2003.

Smlouva bude ukončena 30.6.2003.

## 1.1 Terminologie, definice

Obsahem této kapitoly jsou pouze termíny (názvy), jejichž definice nejsou součástí obecně závazného předpisu vztahujícího se k dané problematice.

### Podmínka (kritérium s.l.)

je vyjádřena požadavkem nebo kritériem s.s., které nelze nesplnit, nebo překročit. Podmínka se může vztahovat na hmotné předpoklady (parametry) nebo funkce.

### Indikátor geologické vhodnosti.

představuje parametr, který popisuje vlastnosti a stav horniny a podzemní vody, pro který existují site-specific hodnoty, jež mohou být použity v jedné nebo několika etapách prací na umístování, pro doložení, že požadavek nebo preference jsou splněny.

### Limit (kritérium s.s.)

pro hodnocení lokality představují hodnoty indikátorů vhodnosti, které mohou být v dané etapě použity pro stanovení, zda lokalita splňuje určená doporučení a preference. Stanovení limitů (přípustných mezí) je vázáno na stupeň znalosti a může se měnit v různých fázích prací.

### Parametr

fyzikální nebo chemická kvantita významná pro HÚ (vlastnost, stav, proměna, rys).

### Funkce

funkcí HÚ je účel, kterému má sloužit (izolační, retardační, ochranný apod.).

## Preference

parametr nebo funkce, která by měla, ale nemusí být splněna. V případě neplnění má nulovou hodnotu. Preference definuje to, co je dobré, výhodné, ale ne nezbytné.

## Splnění (performance)

vyjadřuje míru či rozsah služby funkce.

## **1.2 Použité zkratky**

ČBÚ	Český báňský úřad
EPP	Energoprůzkum Praha, spol.s r.o.
GIS	geografický informační systém
EDU	elektrárna Dukovany
ETE	elektrárna Temelín
EU	Evropská unie
EVP	ekologicky významný prvek
EVSP	ekologicky významný segment krajiny
HÚ	hlubinné úložiště
HÚ RAO	hlubinné úložiště radioaktivních odpadů
CHKO	chráněná krajinná oblast
JE	jaderná elektrárna
IAEA	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
MPO	ministerstvo průmyslu a obchodu
MŽP	ministerstvo životního prostředí
NP	národní park
NPP	národní přírodní památka
NPR	národní přírodní rezervace

PP	přírodní park
PR	přírodní rezervace
s.l.	„v širším slova smyslu“
s.s.	„v užším slova smyslu“
QA	projekt kvality
RAO	radioaktivní odpad
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
SVJP	sklad vyhořelého jaderného paliv
SVP	sklad vyhořelého paliva
ÚJV	ústav jaderného výzkumu
ÚSES	územní systém ekologické stability
UV ČR	usnesení vlády ČR
VAO	vysoce radioaktivní odpad
VJP=PJP	vyhořelé jaderné palivo – použité jaderné palivo
VKP	významný krajinný prvek
VVN	velmi vysoké napětí

### **1.3 Smluvní podklady**

Práci předcházela výzva Správy úložišť radioaktivních odpadů ze dne 5.11.2001, č.j. 0/2531/01 k podání nabídky na veřejnou zakázku „Konzultační činnost při výběru lokality pro jaderné zařízení“, nabídka stejného názvu z listopadu 2001 a navržená smlouva o dílo č. 02-002-000 ze dne 21.1.2002.

Smlouvou se Energoprůzkum Praha zavázal doložit „Výběr lokality a staveniště HÚ RAO - hodnocení území ČR“ do 31.3.2003.



## **1.4 Postavení a význam procesu výběru lokality a staveniště HÚ RAO**

Výběr lokality a staveniště každého jaderného zařízení včetně HÚ RAO je prvním, z hledisek bezpečnostních a ekonomických nejdůležitějším krokem jeho realizace. Současně je i velmi závažným a obtížným úkolem sociálně – politickým. Transparentnost postupů a všech kroků výběru lokality a staveniště jsou proto nezbytným předpokladem plnění tohoto úkolu.

Stejně obtížné, ne-li obtížnější než řešení problematiky výstavbové a provozní, je při lokalizaci jednání v souladu s principem trvale udržitelného rozvoje, nezatěžování životního prostředí nad únosnou míru, a v souladu s postojem obyvatelstva blízkého regionu.

Proces úspěšného výběru lokality a staveniště HÚ RAO musí vycházet z celého území ČR. Musí být vícestupňový, prováděný v definovaných krocích předem stanoveného obsahu na základě jednoznačně určených podmínek a musí dovolit návraty do již provedených fází při zjištění nových skutečností. S výsledky etap výběru musí být seznámena veřejnost, a to nejen v dotčených lokalitách.

## **1.5 Hodnocení dříve provedených prací**

Od roku 1992 bylo provedeno několik pokusů o ideový návrh lokalit HÚ. Práce připravované MŽP měly společného jmenovatele v téměř výhradním zaměření na geologické aspekty dané problematiky. Výsledkem tohoto zúženého pohledu byla v roce 1991 práce ČGÚ, v té době i medializovaná, která obsahovala návrhy umístění 32 lokalit HÚ.

V následujících letech navazovala na tuto výběrovou studii řada dalších prací, které zúžily předchozí výběr na 13 lokalit. V roce 1998 byla v ÚJV Řež provedena „Kritická rešerše archivovaných geologických informací – závěrečné hodnocení“, autor RNDr. F. Woller et al., která vytypovala 8 navržených lokalit. Opět byly téměř výhradně zpracovány poznatky a hlediska geologická.

V roce 2001 byla jména navržených lokalit zveřejněna a pracovníci SÚRAO seznámili orgány samosprávy a místní obyvatele s důvody tohoto výběru.

Vzhledem k tomu, že výběr lokalit byl proveden netransparentně a obyvatelé jednotlivých lokalit se o nominaci své lokality dozvěděli až z hromadných sdělovacích prostředků, byla reakce části veřejnosti velmi negativní. V plné míře se projevil známý postoj obyvatelstva ke stavbám tohoto typu – „ne na mém dvorku, ne za našimi humny“. Část obcí reagovala negativními stanovisky svých zastupitelů, část sepsáním protestních petic občanů proti lokalizaci HÚ. V některých lokalitách vznikla sdružení občanů, mající za cíl své činnosti jediný úkol – znemožnit umístění HÚ.

## 2 Koncepce a plánování výběru lokality

### 2.1 Legislativní podklady, mezinárodní zkušenosti a doporučení

SÚRAO, jako řídicí pracoviště a objednatel práce, určila za hlavní metodický podklad pro vypracování systému výběru lokality a staveniště HÚ RAO Bezpečnostní návod Mezinárodní agentury pro atomovou energii č.11-G-4.1 Siting of Geological Disposal Facilities, Vienna 1994.

Základními legislativními oporami prvních fází výběru v ČR jsou:

- **Zákon č. 18/1997 Sb.**, o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů ve znění zákona č. 83/1998 Sb., zákona č. 71/2000 Sb., zákona č. 132/2000 Sb., a zákona č. 13/2002 Sb.
- **Vyhláška SÚJB č. 215/1997 Sb.** o kritériích na umístování jaderných zařízení a velmi významných zdrojů ionizujícího záření
- Další vyhlášky SÚJB č. 142/1997 Sb., 143/1997 Sb., 144/1997 Sb., 145/1997 Sb., 146/1997 Sb., 147/1997 Sb., 184/1997 Sb., 214/1997 Sb., 219/1997 Sb., 106/1998 Sb., 11/1999 Sb., 307/2002 Sb. a dále pak i souvisejícími (podřízenými) předpisy,
- **Zákon č. 114/1992 Sb.**, zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny ve znění zákonného opatření č. 347/1992 Sb., zákona č. 289/1995 Sb., nálezu Ústavního soudu č. 3/1997 Sb., zákona č. 16/1997 Sb., zákona č. 123/1998 Sb. zákona č. 161/1999 Sb., zákona č. 238/1999 Sb. a zákona č. 132/2000 Sb.
- **Zákon č. 109/2001 Sb.**, úplné znění zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 103/1990 Sb., zákonem č. 425/1990 Sb., zákonem č. 262/1992 Sb., zákonem č. 43/1994 Sb., zákonem č. 19/1997 Sb., zákonem č. 83/1998 Sb., nálezem Ústavního soudu uveřejněným po č. 96/1998 Sb., zákonem č. 132/2000Sb., zákonem č. 151/2000 Sb., zákonem č. 239/2000 Sb. a zákonem č. 59/2001 Sb. ve znění pozdějších změn provedených zákonem č. 254/2001 Sb., zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- **Zákon č. 439/1992 Sb.**, předsednictvo ČNR vyhláší s působností pro Českou republiku úplné znění zákona č. 44/1988 o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), se změnami a doplňky provedenými zákonem ČNR č. 541/1991 Sb., ve znění pozdějších změn provedených zákonem č. 10/1993 Sb., zákonem č. 168/1993 Sb., zákonem č. 132/2000Sb., zákonem č. 258/2000 Sb., zákonem č. 315/2001 Sb., a zákonem č. 61/2002 Sb. který byl novelizován a doplněn zákony číslo:
- **Vyhláška Českého báňského úřadu č. 99/1992 Sb.**, o zřizování, provozu, zajišťování a likvidaci zařízení pro ukládání odpadů v podzemních prostorech.

Do řešení jednotlivých dílčích problematik pak vstupuje celá řada zákonů speciálních.

Umístění lokality a staveniště v místě vhodném a přijatelném pro realizaci a provoz HÚ RAO je z dosud prováděných lokalizačních prací úkol nejobtížnější a nejsložitější.

Povrchový areál HÚ musí splňovat všechna kritéria a podmínky vyhlášky SÚJB č. 215/1997 Sb. a SÚJB s jeho umístěním musí vyslovit souhlas na základě zadávací bezpečnostní zprávy. U podzemní ukládací části pak musí být doložena její izolační funkce na dobu řádově  $10^{5-6}$  let. Tyto podmiňující skutečnosti se pak musí vyskytovat na téměř shodném místě se středovou odchylkou povrchové a podzemní části max. 5 km.

Ve světě je ve výběru a výzkumu několik lokalit a stavenišť HÚ. Rozvinuté práce v tomto oboru má Kanada, Švédsko, Francie, Belgie, Švýcarsko a USA. V minulých dnech byl povolen provoz v lokalitě Yucca Montana v Nevadské poušti pro všechny vysoce radioaktivní odpady a vyhořelé jaderné palivo USA. Finsko má vybranou lokalitu schválenou parlamentem.

Příklady a zkušenosti může však v oblasti lokalizace čerpat ČR přednostně v zemích s obdobnou geologickou stavbou jakou má Český masiv. Ten je klasickou součástí hercynského orogénu Mesoevropy, formovaného variskou orogenezí, s germanotypním zmlazením povrchu v důsledku alpinské orogeneze. Příklady, poučení a spolupráci pro lokalizaci a problematiku geologické stavby bychom mohli proto hledat ve Francii, SRN, případně v Belgii.

## 2.2 Časové relace výběru lokality a staveniště HÚ

Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR, schválená vládou ČR usnesením č. 487 ze dne 15.5.2002, předpokládá:

- Realizovat výstavbu skladů VJP v souladu s usnesením vlády ČR č. 12/1997 v roce ..... 2005 a dále.
- Podporovat a koordinovat zapojení výzkumných pracovišť v oblasti vývoje nových technologií přepracování vyhořelého jaderného paliva transmutací ..... průběžně
- Na základě provedení příslušných geologických prací a vyhodnocení výsledků<sup>1</sup> zařadit do územních plánů dvě lokality (hlavní a záložní) pro hlubinné úložiště .....rok 2005
- Na základě provedení příslušných geologických prací a vyhodnocení výsledků doložit vhodnost jedné lokality pro umístění hlubinného úložiště .....rok 2025

---

<sup>1</sup> Ačkoliv se jedná o materiál odsouhlasený vládou ČR, ani tento nestojí nad zákony. Proto použitou formulaci obsaženou v těchto postupných etapách – „na základě provedení příslušných geologických prací a vyhodnocení výsledků“ je nutné chápat a uplatnit ve formě - „na základě zákony předepsaných průzkumů a dalších prací a vyhodnocení jejich výsledků“

- Připravit veškerou projektovou a podpůrnou dokumentaci pro zahájení výstavby jaderné laboratoře a realizaci dlouhodobých experimentů pro doložení a potvrzení bezpečnosti hlubinného úložiště .....rok 2030
- Výstavba HÚ, zahájení .....rok 2050
- Provoz HÚ, zahájení.....rok 2065

S přistoupením ČR k EU se objevuje problematika termínového zadání pro HÚ Evropské komise. To může výrazně změnit postupné termíny podle původní „Koncepce“.

Evropská komise předkládá ke schválení „Směrnici o nakládání s RAO a VJP.

Tato směrnice požaduje urychlit konečnou likvidaci RAO a VJP. Návrh upřednostňuje hlubinné ukládání odpadů jako nejbezpečnější metodu ukládání na současné úrovni znalostí. Členské státy by měly přijmout národní programy ukládání radioaktivních odpadů, především vysoceaktivních. Požaduje se, aby vybraly vhodné lokality a získaly povolení pro potřebné výzkumné a vývojové práce nejpozději do roku 2008. V případě HÚ pro ukládání dlouhodobých odpadů bude toto povolení podmíněno delším obdobím studia v podzemí. Práce by měly být vedeny tak, aby úložiště získala povolení k provozu nejpozději do roku 2018. Řešení úložiště nízkoaktivních a krátkodobých odpadů by mělo být dokončeno do roku 2013.

## 2.3 Hlavní metodické principy výběru lokalit HÚ

Výběr a nalezení lokality a staveniště HÚ RAO má oporu v Koncepti nakládání s RAO a vyhořelým jaderným palivem, která byla schválena usnesením vlády ČR č. 487 dne 15.5.2002.

Při plánování a provádění lokalizačních prací je nutné dodržovat zásady maximální bezpečnosti (konzervativnosti zadání i jednotlivých průkazů), zásadu variantnosti řešení a zásadu postupných kroků a etapovitosti prací.

Při konkretizaci jednotlivých etap a kroků je možno se přidržit bezpečnostních návodů IAEA, případně dalších osvědčených vzorů. Z důvodů pozdějšího prokazování a přijatelnosti pro veřejnost je nejlépe, aby to byly vzory evropské.

Výběrový postup „krok za krokem“ vede k návrhu lokality a staveniště, které s větší pravděpodobností budou potvrzeny i v dalších etapách průzkumu.

Pokud nevyhoví některým požadavkům, neznamená to definitivní vyřazení. Lokalita je posunuta v čase, ale v budoucnu je s ní možno uvažovat, bude-li takový požadavek, a případně se změní podmínky (legislativní či technologické).

Struktura výběrového procesu musí uvažovat návrat k předchozím krokům výběru.

Výběrový proces neuplatňuje nárok zabývat se všemi v úvahu přicházejícími územími.

## 2.3.1 Výběr lokality a staveniště HÚ RAO – postup prací

### I. Etapa koncepce a plánování

#### I. A. Koncepce

Krok
1. Shromáždění a studie domácích a relevantních zahraničních informací
2. Sestavení dílčího programu zajištění jakosti
3. Přijetí hlavních metodických principů výběru lokalit HÚ
4. Zpracování rámcového zadání kritérií a podmínek výběru
5. Vypracování požadavků na lokalitu <ul style="list-style-type: none"> <li>a) odhad dopadů vývoje palivového cyklu</li> <li>b) odhad dopadů nové legislativy ČR a EU</li> <li>c) odhad dopadů rozvoje občanské společnosti</li> <li>d) citlivostní analýza vstupních dat</li> <li>e) soubor kritérií a požadavků s možnými variantami</li> </ul>

Postup pro aplikaci kritérií a variantnost řešení

Výchozí zásady

velmi dlouhá funkce

technická proveditelnost

V časovém období 2002- 2065

Může být nepřetržitě doplňována podle měnících se podmínek a skutečností v čase.

#### I.B. Plánování

Krok 1
Výchozí údaje produkce RAO

variantně

Krok 2
Koncepce nakládání s RAO a hlavní časové relace

varianty

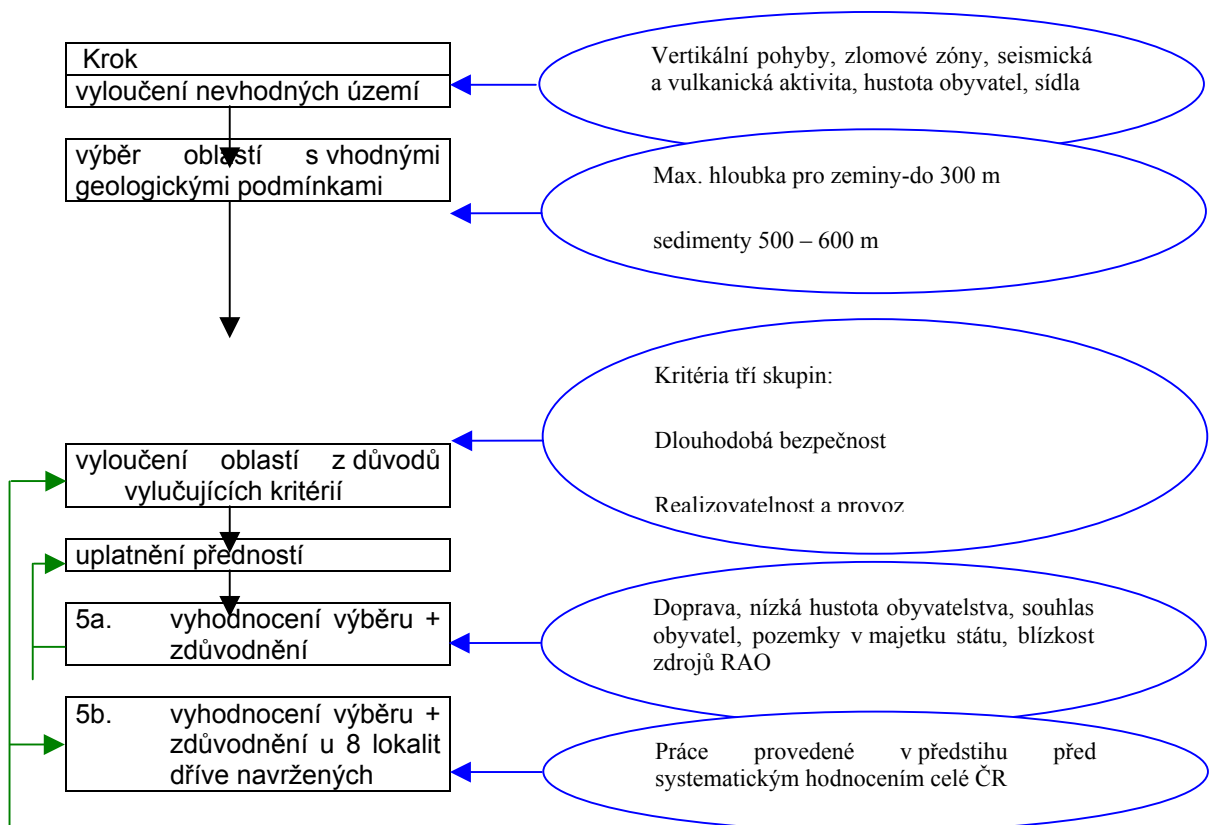
Krok 3
Věcný a časový program prací, včetně variant řešení

Harmonogram prací

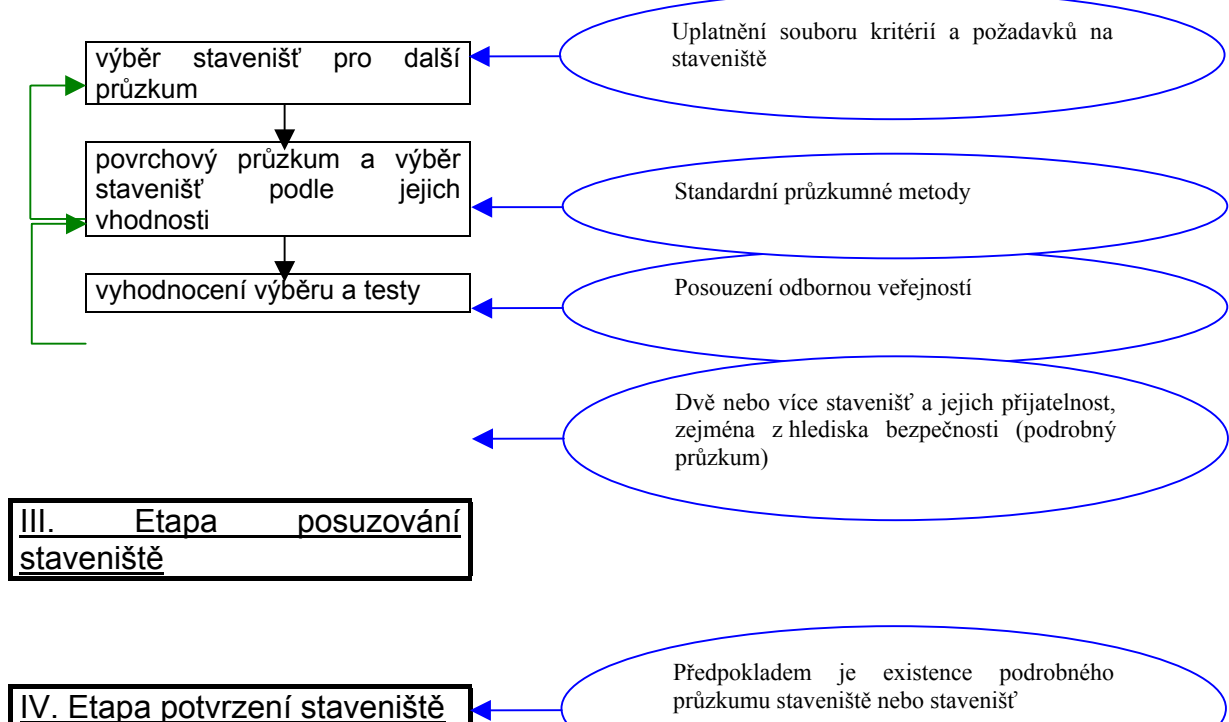
Krok 4
Odhad ceny i varianty, cenová optimalizace

### II. Etapa posuzování oblasti

#### II. A. Analýza oblastí (České republiky) k určení částí s možnými lokalitami (fáze reg. mapování)



**II.B. Studijní a průzkumné práce k výběru možných stavenišť HÚ pro budoucí podrobný průzkum ( fáze výběru potenciálního staveniště)**



Velmi konzervativní zadání, tzn. přecenění množství radioaktivních odpadů a zvláště vyhořelého jaderného paliva, významně ovlivňuje možnost nalezení vhodné lokality a staveniště HÚ.

Je proto nutné připustit i méně konzervativní varianty, více sledující budoucí technický pokrok a vývoj.

V souvislosti s kap. 2.2. a možným urychlením přípravy HÚ je nutno zvážit i některá alternativní řešení konce palivového cyklu JE. Možné varianty řešení výrazně zvyšují a zrychlují nalezení vhodné lokality a staveniště HÚ.

- A. Hledá se favoritní (1) a záložní (2) lokalita pro produkci RAO a VJP podle Koncepce“ (základní varianta).
- B. Favoritní lokalita (1) na celou produkci podle „Koncepce“, záložní lokalita (2) na množství RAO s uplatněním přepracování VJP.
- C. Favoritní lokalita (1) na množství RAO vyprodukované jaderně energetickými zdroji a institucemi, záložní lokalita (2), (lépe snad druhá lokalita, při čemž těsné sousedství není vyloučeno) pro vyhořelé jaderné palivo s předpokladem jeho opětovného vyzvednutí a využití v poměrně krátkém čase stovek let.
- D. Řešení časové. Dlouhodobý podzemní sklad (1) pro RAO i VJP na dobu cca 100 let odsune potřebu HÚ do doby jeho možné přípravy nebo až do příštího století, tedy do doby jejíž technologie lze těžko určit. Z hlediska využití nebo zpracování odpadů budou však výrazně pokročilejší.

Variantní přístupy nemají za následek zvýšení počtu zkoumaných lokalit, ale výrazně zvyšují pravděpodobnost kladného výsledku včasného nalezení optimální lokality a staveniště HÚ.

## **3 Analýza území ČR – určení možných lokalit HÚ**

### **3.1 Vyloučení nevhodných území - Prvý krok výběru**

Pro první krok výběru lokality HÚ je možné přijmout pouze nejvýznamnější nezpochybnitelné důvody vyloučení území značného plošného rozsahu, které přímo ovlivňují jeho bezpečnost a realizovatelnost. Takové je možné nalézt pouze mezi vnějšími přírodními vlivy, vylučujícími umístění HÚ.

Vylučujícím přírodním vlivům může být naroveň postaveno pouze významné ohrožení sociálních a právních jistot obyvatel ČR a neporušitelnost mezinárodních dohod.

Identifikaci jevů, vylučujících umístění lokality HÚ je nutno provést v souladu s legislativou ČR a doporučeními bezpečnostních návodů IAEA. Z těch je nejlépe použitelný Safety Guide No. 11-G-4.1, příslušný do programu RADWASS (Radioactive Waste Safety Standards). Metodicky využitelné, vzhledem k příbuznosti

přírodních podmínek, jsou návody Federálního ministerstva životního prostředí, ochrany přírody a jaderné bezpečnosti SRN, vypracované organizací AKEND (Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte).

V souladu s výše uvedeným náleží mezi vylučující podmínky:

- denudace úložiště a s tím související redukce bariér.
- změny v podmínkách proudění nebo množství podzemní vody.
- výrony plynů nebo roztoků uvnitř úložiště.
- intruze magmatu v úložišti.
- rozšíření poruch, vzniklých těžbou nerostných surovin do úložiště.
- proniknutí povrchové vody.
- významné zvýšení teploty hornin, ve kterých je úložiště umístěno.
- seismická a tektonická aktivita geologické stavby.

K eliminaci významného ohrožení základních právních a sociálních jistot obyvatel ČR bylo v prvním kroku výběru přijato kritérium nedotknutelnosti intervilánů měst a obcí výstavbou a provozem HÚ. (Toto se nevztahuje na vytýčení lokality, které neznamená žádný zásah do vlastnických práv. Tím je až vytýčení staveniště).

V souladu se závěrem bezpečnostních návodů IAEA, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management (1995), „Žádný vliv jaderného zařízení nesmí přesáhnout na území sousedního státu“ bylo přijato kritérium vyloučení příhraničního území z výběru umístění lokality HÚ.

V podmínkách ČR je možno všechna tato hlediska podložit dostatkem existujících hodnověrných podkladů. Výsledné pracování je shrnuto v mapě 1 : 500 000, příloha č. 1 této zprávy. V zájmu přehlednosti přílohy jsou vyznačeny pouze intravilány krajských měst. Zásada vyjmutí se však vztahuje na všechna města a všechny obce ČR.

### **3.1.1 Uplatnění hlediska tektonické stavby a její pohybové aktivity**

Vlivy geologické a seismické, případně jejich vzájemné kombinace, jsou nejvýznamnějším přírodním faktorem ohrožení jaderných zařízení. Vzhledem ke své pevné vazbě na topografickou a geologickou pozici je možné je vhodným umístěním lokality a staveniště HÚ zcela eliminovat nebo významně snížit jejich vliv. V procesu výběru se používají jako prvá vylučující kritéria.

Vzhledem k zachování nutné doby izolace RAO od životního prostředí řádově  $10^5 - 6$  let, je horninové prostředí jedinou bariérou s důkazy podepřenou schopností zachovávat své vlastnosti (tedy i izolační schopnosti) v takto určeném časovém intervalu. U inženýrských bariér disponujeme důkazy časové stálosti v horizontu max.  $10^3$  let.



Nepřetržité působení vnějších i vnitřních sil formulujících povrch planety způsobuje, že jednotlivé části geologického prostředí neustále mění svůj napjatostní stav, rychlost a směr pohybu, nebo tvar. Změny jsou významně ovlivněny reologickou nehomogenitou a anisotropií horninového masivu a mimořádně významně jeho tektonickou stavbou. Ta je výsledkem starších, cyklicky opakovaných a vzájemně provázaných horotvorných procesů vývoje Země a její kůry. Nové horotvorné procesy téměř vždy znamenaly oživení pohybů na strukturách starších, které tak částečně vtiskly svůj tektonický styl do struktur nově vznikajících.

Pohyby opakovaně realizované na jednotlivých významných tektonických liniích, existující i v současnosti, můžeme rozdělit na pomalé (geodetické) a rychlé (seismické). Prvý typ pohybů, doložitelný geodetickými měřeními, podmiňuje vertikální i horizontální deformace zemského povrchu v čase. Rychlé pohyby se kromě deformací mohou projevit i vznikem zemětřesení.

Mechanické síly uvnitř každého horninového masivu mají povahu všesměrného nebo orientovaného napětí (stressu), nebo napětí smykového. Všesměrný tlak uvnitř horninového masivu se mění s hloubkou pod povrchem. Do hloubek existence pórů a otevřených puklin v horninách (vrt Kola prokázal hloubku větší než 12 km), současně existují vedle sebe větší tlak litosférický a menší všesměrný tlak hydrostatický. Litosférický tlak se jako všesměrný může uplatnit v případě, že jím vyvolané namáhání přesáhlo meze pevnosti hornin. K tomu však může dojít i skokem při zrušení nebo snížení hydrostatického vztlaku a uplatněním celé hodnoty tlaku litosférického.

K tlakům výše popisovaným přistupuje tlak směrově orientovaný, vyvolané nejčastěji endogenními silami tektonické povahy. Tyto tlaky jsou příčinou současně orientované napjatosti a dynamických změn ve struktuře zemské kůry. Mohou způsobit objemovou i tvarovou deformaci. Ve většině případů a také v Českém masivu jsou násobně větší než tlak litosférický. Napětí masivů ve směru některé horizontální složky všesměrného napětí bývá i vícenásobně větší než ve vertikální složce pohybů.

Průsečíky velkých zlomů a tektonických linií s povrchem území jsou z více důvodů místem nevhodným pro umístění velké inženýrské stavby a zvláště pak stavby jaderného zařízení. Zlomové linie s opakovanou pohybovou aktivací jsou často doprovázeny pásmy drcených hornin, projevy intensivního zvětrávání, hydrotermálními změnami, blízkými zlomy doprovodnými i odštěpnými. Porušené pásmo hornin zvýšené propustnosti může dosahovat šíře stovek metrů až několika km. Při strmých úklonech jsou takovéto zlomy nejkratší spojnicí hlubších horninových pásem s povrchem území. Pokud se na zlomové linii realizuje i současný pohyb vertikální nebo horizontální, může být doprovodná deformace i příčinou poruchy stavby.

Dalším projevem nahromaděného napětí a pohybu podél ploch nespojitosti je vznik ohniska zemětřesení. Podle klasické Reidovy hypotézy z roku 1911 je ohnisko zemětřesení chápáno jako trhlina v napjaté kůře, podél které náhle nastává posun boků trhliny. Teorie, předložené na počátku sedmdesátých let dvacátého století byly vypracovány v SSSR (teorie lavinovitě nestabilního vzniku trhlín) a v USA (dilatačně

difúzní teorie). Některé další teorie (KASAHARA, 1981) zvažují i vlivy tření na zlomech či nasycení horninového masivu vodou, a více se přibližují reálné situaci.

Další část je převzata z práce PROCHÁZKOVÁ, ROTH (1996):

Výzkum zemětřesných ohnisek v posledních letech ukázal, že v důsledku existence nehomogenit ve stavbě geologického prostředí geologická stavba nepředstavuje jednotnou oblast napjatosti (tzv. asperitu), jejíž napjatost se náhle uvolní při zemětřesení, ale že je nutno ohnisko zemětřesení považovat za soubor několika asperit různých rozměrů.

Možnost vytvoření různých souborů asperit či různě prostorově rozložených bariér (tj. oblastí s menší napjatostí nebo s vyšší mezí pevnosti materiálu) je pravděpodobně příčinou velké rozmanitosti ohniskových procesů (PROCHÁZKOVÁ 1984, 1988, 1993). Podle práce (SMALLEY, TURCOTTE, SOLLA 1984), „stick – slip“ chování většiny zlomů může souviset s rozdělováním asperit podél zlomů, přičemž pod pojmem zlom je rozuměna zlomová zóna.

Za předpokladu, že porušení horninového masivu je výsledek dlouhodobé deformace masivu, představujeme si obvykle, že čím delší dobu se otřes připravoval, tím nerovnoměrněji je uvnitř masivu rozložena pohotová seismogenní energie. Tvoří ji potenciál energie pružných deformací.

Z fyzikálních důvodů první otřes uvolní v rozsahu ohniska pružnou energii ze všech složek, tj. ze složek kompetentnějších i méně kompetentních. Dále od ohniska již krátce po otřesu elasticky vyčerpané (málo kompetentní) složky masivu svírají jako plášť v sobě kompetentnější složky masivu dosud plné pružné energie, poněvadž je obklopují a navzájem oddělují. I když se tyto pružné složky pružnou expanzí snaží k otřesu přispět svou energií, jsou bržděny a jejich pružná expanze je opožděna a tlumena. Pokles pružné napjatosti může sahat jen do určité vzdálenosti od ohniska.

Tektonický pohyb, který způsobil lokální vyzáření pružné seismické energie, zpravidla i po otřesu pokračuje. Další náhlé uvolnění pružné energie v těsném sousedství ohniska je jím buď uvolňováno znovu, nebo utlumováno. V každém případě se při dalším pohybu pružná energie v různých složkách masivu v ohniskové oblasti hromadí.

Energie seismických vln je jen malou částí (asi 1/100 – 1/10) uvolněné energie každého tektonického děje. Část energie se přemění i při odpružení na trvalou deformaci, neboť každá reálná hmota projevuje při odpružení větší či menší hysterezi, která způsobuje, že část deformace je nevratná, trvalá. V horninovém masivu se toto projevuje v různých jeho částech v různé míře.

Vedle přímých dílčích pohybů částic masivu, tj. pohybu bez aktivních atomových, iontových a molekulárních vazeb, je možno v seismogenním prostředí mnohdy počítat i s určitým podílem nepřímých pohybů, při nichž dochází k relativně velkým změnám atomových iontových i molekulárních vazeb mezi částicemi (viz např. kompakce horniny vytlačováním stressům vystavených pohybových zón (VOLAROVIC et al., 1979).

Význam faktorů, které mohou provázet vysokotlaké látkové změny v geologickém prostředí, je dosud málo prozkoumán.

Shrnutí dříve uvedených poznatků vede k formulaci hypotézy, že při seismogenním procesu může nejdříve dojít k pohybu ker podél zlomů a teprve po určité době k vyzáření nahromaděné potenciální energie. Předpoklad o existenci zpožděného odpružení kompetentních partií skalního masivu při seismogenezi umožňuje okolnost, že uznávaným příznakem blížícího se zemětřesení je přízlová dilatance, jejímž projevem je např. zesílený výstup hlubinných plynů (radonu, hélia apod.) do půdy, pokles hladiny podzemní vody, změny elektrické vodivosti a rychlost seismických vln v okolí (KASAHARA, 1981).

Dokladem vzájemné nezávislosti dilatance a seismogeneze jsou výsledky, které dokládají, že dilatanční jevy a výrony tekutin provázejí i neseismogenní procesy (SIJANISJAN a SMIRNOV, 1988) i laboratorní vysokotlaké bezotřesové porušení hornin (VOLAROVIC et al., 1979). Dilatance se projevuje zvýšením pórovitosti a propustnosti geologického prostředí při tektonickém pohybu. Otřes dilatanci potlačí (pružným rozepnutím okolí). Jinak je dilatance trvalá i při vysokém napětí (VOLAROVIC et al., 1979).

Platí-li výše uvedená hypotéza, proběhne tektonický pohyb z velké části nepozorován. Rozsáhlé a náhlé uvolnění potenciální elastické energie relativně kompetentního fundamentu zemětřesením v některých případech nastává i delší dobu po tektonickém pohybu ker. Uvolnění energie může být vyvoláno tektonickým snížením napjatosti, tj. dilatancí ve zlomové zóně (tzv. „načechráváním“ nově otevřených puklin, viz KASAHARA, 1981).

Dalším dokladem pro předložení výše uvedené reologické hypotézy je okolnost, že otřes vždy obnoví mnohé původní parametry prostředí, které předchází dilatance výrazně porušila. Zvláště výrazné je při tom vytlačování vody, eventuálně radonu při otřesu, geodetické změny i změny rychlosti seismických vln a elektrické vodivosti, které naznačují, že při otřesu dochází z velké části k odstranění projevů roztažení (dilatance) náhlou kompresí, způsobenou seismogenním uvolněním pružné deformace. *Konec citace.*

Zvážíme-li možnost výše popsaných procesů v časovém horizontu  $10^{5-6}$  let, je nutno tektonizovaná pásma těmito procesy postižitelná, považovat za území nevhodná pro výstavbu HÚ, protože v nich mohou být v čase měněny vlastnosti horninového masivu a na ně navazující děje významné pro funkci HÚ. Propustnost, nasycení vodou, spádové poměry apod.

Problémem zůstává vytipování seismotektonicky aktivních linií, jejich klasifikace a vlastní šíře vyloučeného pásma, které linii obklopuje. Problém výběru a klasifikace seismicky aktivních tektonických struktur je nutno řešit seismotektonickou analýzou, např. v souladu s návodem IAEA, 50-SG-S1, rev. 1.

Pro zpracování geologických a seismotektonických podkladů prvního výběrového kroku byly využity, kromě odborné literatury, zvláště archivní materiály seismotektonických a inženýrsko-seismologických hodnocení výběrových studií prognózních stavenišť i stavenišť zvolených pro výstavbu jaderně-energetických zařízení na území bývalé ČSSR a ČR z let 1980 – 2000. Tyto materiály jsou uloženy v archivu EPP. Základní tektonické a seismotektonické hodnocení přímo použité pro potřeby prvního kroku výběru lokality HÚ je převzato z práce EPP (1994): „Lokalita výstavby JE Temelín – doplňující průzkumy, I. díl tektonika, II. díl seismické ohrožení“ Práce byla v roce 1995 oponována komisí, složenou ze sedmi oponentů. Jejimi členy byli: Prof. RNDr. J. Kalvoda DrSc., Prof., ing J. Novotný DrSc., Ing. R. Masopust CSc., RNDr. V. Rudajev, DrSc., Prof. RNDr. M. Suk DrSc., RNDr. V. Schenk DrSc., RNDr. Z. Koukal DrSc. Současně byla schválena expertní misí IAEA v roce 1994 a opakovaně v roce 2003.

Stanovení šířky vyloučeného pásma po obou stranách zlomu je dáno expertní úvahou překrývající následující předpoklady a nejistoty:

- nejistota přesné lokalizace zlomu
- nejistota ve stanovení úklonu zlomu a jeho směr v hloubce
- proměnná šíře zlomového pásma (poruchová pásma a doprovodné zlomy)
- možnost výskytu přízlovové dilatance
- seismické účinky zesilované v pásmu zlomu

Šíře vyloučeného pásma byla stanovena na 5 km po obou stranách linie zlomu. Doprovodné pásmo by mohlo být zúženo pouze na základě podrobným průzkumem prokázaných skutečností, přesvědčivě vylučujících možnost výskytu výše uvedených jevů.

Při situování HÚ do hloubek  $\leq 250$  m do plastických zemin a poloskalních hornin (jíly, jílovce, slíny neogénu) je možno vyloučené pásmo omezit pouze na vlastní linii zlomu zjištěnou průzkumem. Stejný postup může být přijat i pro umístění podzemní části „umělé geologické struktury“ vhodné pro HÚ.

Jedním z projevů tektonické aktivity v neotektonickém období, případně v kvartéru, je tvorba morfologicky patrných lokálních vrás (antiklinál i synklinál). Současná tektonická aktivita těchto území bývá někdy provázána i aktivitou seismickou nízké intenzity, často doprovázenou zvukovými efekty (např. oblast Vysokého Mýta). Údaje k vyřazení těchto oblastí v prvním kroku výběru byly převzaty z Neotektonické mapy ČSSR (KOPECKÝ, 1972). Důvodem vyřazení z výběru je možná pohybová a seismická aktivita geologické stavby.

### **3.1.2 Uplatnění faktoru seismického zatížení**

Vyhláška SÚJB č. 215/1997 Sb. v kritériích umístění jaderného zařízení či zdroje významného ionizujícího záření stanoví lokální intenzitu 8° MSK-64 jako vylučující kritérium, intenzitu 7° MSK-64 jako podmiňující kritérium umístění jaderného zařízení.

V případě HÚ RAO je nutné konstatovat, že seismické ohrožení se v plné míře může projevit pouze u stavebních konstrukcí a na technologickém vybavení povrchové části tohoto zařízení, tedy na zařízení omezené životností 20 – 50 let. Je proto možné pro určení maximální intenzity postupovat stejně jako u ostatních jaderných zařízení. Podzemní stavba HÚ je na seismické vlivy (účinky seismických vln) velmi málo citlivá až inertní. Proto není nutno zvažovat možné intenzity v celé době trvání funkce HÚ. Pro prognózy  $I_{\max}$  v době  $10^5 - 10^6$  let by ostatně nebyl dostatek hodnověrných podkladů.

Při nízké seismicitě Českého masivu, kdy  $I = 7^\circ$  MSK-64 představuje vyjímečné zatížení, vyskytující se pouze v malém plošném rozsahu, zvolili jsme tuto nižší hodnotu dle vyhlášky 215/1997 Sb. za hodnotu vylučující. Při umístování HÚ v oblastech seismicky aktivních by jistě byla zvolena hodnota podstatně vyšší ( $8^\circ$  MSK-64). V ČR by však takováto hodnota představovala nezdůvodněné riziko.

Pro vymezení vyloučených oblastí byla použita mapa seismických oblastí, verze 1987 (KÁRNÍK et al. (1987)).

K oblastem dle této mapy bylo přiřčeno v tomto podkladu neuvedené území při jižní hranici Moravy mezi Znojmem a Břeclaví, kam podle práce GUTDEUTSCHE (1990) mohlo zasáhnout zemětřesení u Neulngbachu z 15.9.1590 intenzitou až  $7^\circ$  MSK-64. V současnosti konaná přístrojová měření skutečného útlumu intenzity se vzdáleností rakouských zemětřesení, šířících se do Českého masivu, tento předpoklad však nepotvrzují. Jedná se o krok předběžné opatrnosti a v budoucnu, po získání dostatečných podkladů, by tato oblast mohla být uvolněna.

Problematika umělé seismicity je v prvním kroku výběru řešena plošně pouze v oblasti vysokých (více než 50 m) nebo mimořádně rozsáhlých údolních přehrad. Podél údolních nádrží těchto přehrad je vytýčena 5 km široká zóna, ve které by rychlé snižování nebo zvyšování hladiny vody (přitěžování, odlehčování) působilo jako spouštěcí mechanismus zemětřesení s mělce umístěným ohniskem. Tato zóna je pro umístění úložiště nevhodná.

Problematika důlních otřesů bude řešena v rámci kritérií třetího kroku výběru vhodné lokality.

### **3.1.3 Uplatnění faktoru vulkanické a postvulkanické aktivity**

Ve shodě se světově uznávanou praxí, popsanou např. odbornou komisí pro vyhledávání staveníšť úložiště jaderných odpadů Federálního ministerstva životního prostředí, ochrany přírody a jaderné bezpečnosti SRN, je vulkanická a postvulkanická činnost považována za vylučující kritérium umístění HÚ z titulu nepříznivých geologických podmínek. Kritérium „vulkanická aktivita“ se používá pro čtvrtohorní nebo pravděpodobně očekávaný (současný) vulkanismus v regionu úložiště. Je nutno se zabývat následujícími otázkami:

- s jakou pravděpodobností je možné očekávat opětovné zahájení vulkanické činnosti v periodě 1 milion let (funkce úložiště).

- kde je možné očekávat centrum erupcí.
- jaký další efekt je možný.

Pokud dojdeme k závěru trvání podmínek možného výskytu vulkanické aktivity, je nutné se zabývat:

- zdvihy nebo poklesy území, které mohou nastat na plošně rozsáhlém území.
- možnými vulkanickými otřesy.
- lesními požáry, které mohou zasáhnou oblast 50 – 200 km<sup>2</sup>.
- vznikem lávových proudů a jezer v oblastech 50 – 200 km<sup>2</sup>.
- v blízkosti erupce do vzdálenosti 5 km mohou nastat výrony a erupce horkých vod a s nimi pak související bahenní proudy.

V podmínkách Českého masivu se jedná téměř výhradně o jevy postvulkanické, tj. výrony plynů (CO<sub>2</sub>) a termálních vod.

V kvartérní periodě (1,7 milionů let) existovala doznívající sopečná činnost, spojená s výraznými tektonickými liniemi, ve dvou oblastech. V západních Čechách na Chebsku a na severní Moravě na Bruntálsku. Je však skutečností, že významná vulkanická činnost přetrvávala s přestávkami v tzv. oháreckém riftu od konce oligocénu do staršího pleistocénu, tj. 22 milionů let.

### **3.1.4 Uplatnění hlediska nedodržení základních sociálních a právních jistot obyvatel ČR.**

Plošné uplatnění tohoto hlediska výběru lokality již v prvním kroku posuzování předchází mnoha dalším kritériím a podmínkám, které se vztahují k infrastruktuře území, požadavkům demografickým a podobně. V prvním kroku výběru ve vztahu ke staveništi jsou vyloučena všechna území intervilánů měst a obcí na území ČR. To znamená s vahou vylučujícího kritéria, že stavba svou povrchovou částí ani vlivem částí podzemních nesmí ovlivnit intervilány a vyvolat změnu současných majetkových poměrů.

V následujících krocích výběru budou uplatňovány další požadavky vztahující se k demografickým specifickým území.

### **3.1.5 Uplatnění hlediska neporušitelnosti mezinárodních smluv a závazků**

Z předešlých studií možných rozměrů havarijních zón založených na rozborech havarijních scénářů vyplývá konzervativní stanovení možné zóny havarijního plánování na okruh 15 km okolo HÚ: Tento scénář se odvíjí od pádu letadla na zařízení horké komory, její porušení a následný požár. Nemusí být použit při úpravě horké komory (konstrukcí nebo umístěním) odolné na pád letadla s četností výskytu větší než 10<sup>-7</sup>.

Z tohoto předpokladu se odvíjí vyloučení příhraničního pásma o šířce 15 km od státní hranice. Preventivní vyloučení je automatickým plněním podmínek vylučujícího kritéria § 14, pís. (b) vyhlášky SÚJB č. 215/1997 Sb. a zásad bezpečnostních návodů IAEA.

### **3.2 Výběr oblastí s vhodnými geologickými podmínkami – druhý krok výběru**

HÚ RAO je možné umístit pouze do vhodného geologického prostředí. Zcela určující je schopnost izolovat uložené radioaktivní látky od okolního prostředí po extrémně dlouhé časové období  $10^{5-6}$  let. Termín „extrémně dlouhá životnost“ je používán ve vztahu k inženýrským stavbám, nikoliv v časových dimenzích geologických. V souladu se světovou praxí jsou za vhodná geologická prostředí považována:

- A. vyvřelé horniny hlubinné granitického typu
- B. vyvřelé horniny charakteru tufů a tufitů
- C. metamorfované horniny - granulity, ortoruly, migmatity
- D. sedimentární horniny – jílovité břidlice, jílovce, slínovce
- E. solné pně
- F. zeminy – jíly a slíny.

Pro vhodnost příslušného horninového prostředí je rozhodující mineralogické složení horniny, její struktura, textura, celková geologická a tektonická stavba, litologický sled, popisné a fyzikální vlastnosti hornin, vlastnosti hydrogeologické struktury lokality, morfologie, nikoliv ale stáří hornin.

Základ možnosti výběru vhodného horninového prostředí na územích ČR jsou znázorněny na obrázcích č. 1 – 13, včetně doprovodných vysvětlivek a komentářů.

#### **3.2.1 Formulace podmínek**

Formulace základního požadavku na parametry hostitelského prostředí HÚ je dána obsahem Vyhlášky SÚJB č. 215/1997 Sb., §4, odst.a) a 307/2002 Sb., §52.

Izolační a retenční vlastnosti inženýrských bariér ve vzájemné kombinaci musí být takové, že uložený inventář radionuklidů nezpůsobí po transportu bariérami, včetně horninového prostředí, takovou kontaminaci dotčených složek životního prostředí, že v žádném kalendářním roce průměrná efektivní dávka u kritické skupiny obyvatel nepřesáhne 250  $\mu$ Sv.

<b>podmínka</b>	<b>indikátor</b>
Příznivá prostorová a velikostní konfigurace horninového masivu	a) potřebný plošný a hloubková dosah horninového masivu. b) vhodné morfologické podmínky.
Dobrá poznatelnost a popsatelnost horninového masivu	a) jednoduchá strukturní stavba. b) petrografická homogenita a homogenita fyzikálních vlastností. c) minimum druhotných změn doprovázených změnou fyzikálních vlastností. d) nízký stupeň tektonického porušení. e) absence ložisek nerostných surovin i akumulací, které by v budoucnu mohly ložisko tvořit.
Předpoklad dlouhodobé stability horninového masivu	a) horninový masiv musí být geodynamicky stabilní, s popsatelnými neotektonickými projevy a recentně tektonicky stabilní b) horninový masiv musí ležet v seismicky neaktivní oblasti a seismické zatížení od vzdálených ohnisek nepřesáhne 6° MSK-64
Horniny hostitelské formace mají pro HÚ příznivé vlastnosti	a) zajištění dlouhodobé izolace RAO b) podmínky zajišťující realizaci podzemní části HÚ c) dobrá tepelná vodivost a nízká roztažnost
Jednoduché a popsatelné hydrogeologické poměry	a) nízká propustnost b) popsatelné cesty a možnosti proudění podzemní vody
Příznivé geochemické a hydrochemické podmínky v úrovni HÚ	a) chemická rovnováha b) vhodné pH (7 - 8) c) redukční podmínky d) minimální obsah komplexujících látek e) kompatibilita přírodního prostředí s materiály předpokládaných inženýrských bariér
Vysoká retenční schopnost hornin pro radionuklidy	a) sorpce
Dobrá odolnost proti tlaku plynů	a) tlak plynů v úložišti
Malá tendence k vytváření zón preferenčního proudění	a) popisné a fyzikální vlastnosti zemin a hornin b) tvorba plastických deformací

*Tab. 1: Podmínky pro hostitelské zeminy HÚ a jejich indikátory*



V tabulce č. 2 jsou uvedeny podmínky a indikátory z tabulky 1 a k nim příslušné meze – limity.

podmínka	indikátor	limit (kritérium s.s.)
1.	a)	U vyvřelých a metamorfovaných hornin minimální plocha horninového masivu 10 km <sup>2</sup> , hloubkový dosah 1500 m. V sedimentárních horninách 25 km <sup>2</sup> , minimální mocnost formace vhodná pro ukládání 100 m.
	b)	Morfologické poměry území nesmí znemožňovat realizaci a provoz HÚ.
2.	a),b),c),d),e)	Pro výběr vhodného území v druhém kroku výběru lze uvedené indikátory posuzovat pouze z hlediska regionálně-geologických znalostí a existujících geologických podkladů. V ČR je tento postup možný.
3.	a)	Území budované sedimentárními horninami musí být seismotektonicky stabilní min. 500 000 let.
	b)	Vyhl. SÚJB č. 215/1997 Sb., 4 e) a §5c). Pro výběr HÚ je použita přísnější hodnota.
4.	a),b),c)	Klasifikaci a posouzení je možné provést pouze z obecných charakteristik a vlastností hornin, z analogie, nebo expertních stanovisek.
5.	a), b)	Odhad vlastností lze provést na základě existujících dat, zkušeností a z analogie.
6.	a),b),c),d),e)	Ve většině případů nelze kritéria stanovit ani rámcově.
7.	a)	Obecná aplikace kvantitativního kritéria vhodných geologických podmínek je velmi obtížná. Kritéria musí být odvozena ze znalostí podmínek staveniště a koncepce ukládání.
8.	a)	Geologické poměry musí být posouzeny z hlediska nárůstu tlaku plynů, který znamená nebezpečí pro integritu bariérového systému. Ověření na základě údajů o staveništi a koncepci nakládání.
9.	a)	Je možno stanovit na základě existujících dat a analogie.
	b)	Je možno stanovit pouze teoreticky, rámcově.

Tab. 2: Podmínky - indikátory a jejich meze

Následující tabulka uvádí podmínky a indikátory z tabulky č. 2, pokud jsou relevantní pro druhý krok výběru lokality HÚ a pokud je v současnosti je možné stanovit.

Podm.	Indik.	limit (kritérium s.s.)	
1.	a)	Vyvřelé a metamorfované horniny Pro umístění podzemní části HÚ musí být v hloubce 600 – 800 m pod povrchem reálná existence kvazihomogenního bloku v subhorizontální rovině min. 1,5 x 2,0 km (pro jednopatrové úložiště). <u>Pro sedimentární horniny a zeminy</u> musí být minimálně 100 m mocná homogenní vrstva příznivých hostitelských vlastností přítomna v hloubce min. 100 m a max. 600 m. Rozměr v subhorizontální vrstvě 1,5 x 2 km.	
	b)	Morfologické poměry nadějně lokality musí zabezpečovat dopravní obslužnost v době výstavby a provozu a umístění povrchového areálu na ploše 10 – 30 ha. Musí být vyloučeny sesuvy a skalní řícení. Dále musí být splněna Vyhláška SÚJB č. 215/1997 Sb., §5, písmeno i).	
2.	a)	Archivní data a analogie musí umožňovat konstatování o jednoduché strukturní stavbě nadějně lokality.	
	b)	Existující petrografické popisy musí umožňovat konstatování o petrografické homogenitě, přičemž monotypní složení není podmínkou. Podmínkou je blízká shoda fyzikálních vlastností.	
	c)	V prostoru nadějně lokality nesmí být známé rozsáhlé hydrotermální nebo jiné horninu degradující přeměny, známá přítomnost žil, vrstev či ker odlišných hornin musí být minimální.	
	d)	Existující znalost a analogie dovolují předpokládat nízký stupeň tektonického porušení a rozpukání.	
	e)	V prostoru nadějně lokality (užší lokality dle Vyhl. 215/1997 Sb.) nesmí být známa ložiska jejichž dobývání by mohlo narušit izolační i ostatní vlastnosti přírodní bariéry. Neměly by se vyskytovat ani bohaté akumulace nerostů, u nichž lze předpokládat, že by se v budoucnu mohly stát předmětem dobývání. Plnění vylučujících kritérií Vyhl. 215/1997 Sb, § 4, písmeno n), o).	
3.	a)	Dostupné informace musí dovést k závěru o typu a rozsahu neotektonické aktivizace a recentní stability lokality i jejího okolí, v časovém intervalu nejméně 500 000 let.	
	b)	Studie seismotektonického ohrožení lokality musí prokazovat splnění kritérií Vyhl. 215/1997 Sb., §4, písm.e), §5 písm.c).	
4.	a),b),c)	Existující data musí umožňovat předběžné hodnocení, že indikátory budou s největší pravděpodobností naplněny po získání relevantních dat.	
5.	a), b)	Z existujících dat a analogie musí být možno vyslovit reálný předpoklad, nízké propustnosti, nízké rychlosti proudění a v důsledku toho vysokého stáří podzemní vody v horninovém masivu lokality a jejího blízkého okolí. Koeficient propustnosti $k < 10^{-9}$ Materiál SRN AKEND 2001 předpokládá následující vlastnosti:	
		Koeficient propustnosti	Hydraulický gradient
		$10^{-12} \text{ m.s}^{-1}$	0,05 m/m
$10^{-11} \text{ m.s}^{-1}$	0,005m/m		
6.	a),b),c), ,d),e)	Existující informace, resp. analogie nesmí vyvracet předpoklad, že v hloubce úložiště existují příznivé hydrochemické podmínky.	
7.	a)	Obecně platí předpoklad, že horniny obsahující hydroxidy Mn, Fe, Al, nebo jejich oxidy mají dobré sorpční vlastnosti.	
8.	a)	Pro ochranu integrity a funkčnosti skalní zóny ve formacích nasycených vodou nepřevyšší vzniklý tlak 20% hydrostatického tlaku v úložišti.	
9.	a)	Teoretické předpoklady podporují kladné hodnocení.	

Tab. 3: Geologické podmínky, indikátory a limity (kritéria výběru s.l.)

### 3.2.2 Popis vhodných geologických prostředí

Výběr vhodného horninového prostředí pro umístění HÚ je součástí 2 kroku výběru lokality HÚ. Podstatou tohoto kroku je zevrubné posouzení geologické stavby území ČR a vymezení skupin (typů) hornin vhodných jako prostředí pro ukládání RAO.

Stanovení vhodnosti jednotlivých hornin je odrazem zejména jejich vlastností příznivých pro naplnění základního účelu HÚ, tj. bezpečné oddělení radioaktivního inventáře od životního prostředí na potřebnou dobu. Obecné otázky výběru vhodného geologického prostředí řeší zejména bezpečnostní předpis IAEA č. 111-G-4.1 „Siting of Geological Disposal Facilities“ (1994). Zásadní vlastnosti přírodního prostředí, které mohou mít vliv na bezpečnost úložného systému, jsou podrobněji vyjádřeny formou tzv. FEP's - „Features, Events, Processes“ = vlastnosti, události, procesy – tj. charakteristické parametry objektů nebo jejich interakcí (srov. NEA/OECD, 2000).

Z hlediska základních požadavků na horninové prostředí, relevantních k 1 a 2. kroku výběru, jsou posuzovány, v prvním, nejobecnějším přiblížení, dva významné parametry:

- (a) Geologický stav prostředí, kdy jsou zohledňovány zejména geometrické, fyzikální a chemické charakteristiky horninové prostředí v jejich vzájemné kombinaci a z hlediska jejich dostatečnosti k přijetí úložiště. Na regionální úrovni jsou posuzována zejména látková, strukturní a stratigrafická data horninových masívů, jejich základní chemické, fyzikální a mechanické, příp. termické vlastnosti.
- (b) Změny přírodního prostředí, tj. zejména možná rizika spojená s budoucími geodynamickými procesy (klimatické změny, neotektonika, seismicita, vulkanismus) v rozsahu, který by nepřijatelně zhoršil izolační kapacitu úložného systému. V lokálním i globálním měřítku jsou hledány indicie možných neotektonických procesů, průběh významných zlomů a je prováděn odhad charakteristik maximálního fyzikálně možného zemětřesení na seismotektonickém základě.

Prioritní geologická prostředí jsou v zemích realizujících projekt konečného ukládání RAO odlišná. Rozšířena jsou dvě pojetí: ukládání v saturované zóně v krystalinických, sedimentárních (jílovitých) a evaporitových formacích nebo v nesaturované zóně v tufitické formaci (viz IAEA-TECDOC-1109: „Use of natural analogues to support radionuclide transport models for deep geological repositories for long lived radioactive wastes“, 1999).

V České republice lze nalézt přijatelné podmínky pouze v prostředí krystalinických a sedimentárních – jílovitých hornin. Evaporitové formace se v Českém masívu, který bude převážnou část území ČR, nevyskytují a lokalizace v tufitických horninách (tufech stratovulkánu Doupovských hor) je problematická.

Krystalinické horniny představují v podmínkách ČR poměrně staré formace intruzního (magmatického) nebo metamorfního původu. Jde o horniny obecně pevné, avšak křehké, s nízkou pórovitostí a propustností. Zlomové struktury a další lokální

diskontinuity je rozdělují na bloky, které mohou mít odlišné hydrogeologické vlastnosti, a tyto diskontinuity mohou vytvářet preferenční zóny s vyšší propustností.

Krystalinické horniny jsou preferovány v konceptech HÚ vedle České Republiky také např. v Argentině, Kanadě, Finsku, Francii, Indii, Japonsku, Korei, Ruské Federaci, Španělsku, Švédsku, Švýcarsku, na Tchajwanu, Ukrajině a v UK. Ukládací prostory jsou obvykle situovány do hloubky 500 -1000 m.

Sedimentární - jílovité formace (jíly, prachovce, slíny, břidlice) představují v podmínkách ČR formace platformního pokryvu, které vytvářejí poměrně rozsáhlé i dostatečně mocné útvary. V těchto útvarech lze nalézt relativně stejnorodé bloky, s předvídatelnými vlastnostmi a díky velké hloubce uložení i s nízkou pórovitostí a obsahem vody. Jílovité horniny jsou průlinově propustné, disponují rovněž určitou plasticitou a tím i nízkým výskytem lokálních diskontinuit. Sedimentární horniny s vyšším stupněm kompakce však mohou být rovněž postiženy rozpukáním a disponovat tak i puklinovou propustností.

K zemím, které zvažují lokalizaci HÚ v jílovitých formacích, patří např.: Belgie, Francie, Itálie, Japonsko, Ruská Federace, Španělsko, Švýcarsko a USA.

Solné formace jsou potenciálně vhodnými geologickými útvary, neboť disponují velmi nízkou hydraulickou vodivostí, nepřítomností volně mobilní podzemní vody, relativně vysokou tepelná vodivostí a nízkou pórovitostí. Jejich využití je zvažováno např. v Dánsku, Francii, Německu, Nizozemí, Ruské Federaci, Španělsku, na Ukrajině a v USA.

Tufitické formace představují popelovou fázi efuzivního vulkanismu. Za příznivých podmínek mohou disponovat poměrně nízkou propustností, zejména jsou-li primární póry zaplněny sekundárními produkty – zeolity nebo jílovými minerály. Příkladem možného využití tufitických hornin k uložení RAO je Yucca Mountain v semi-aridní oblasti jižní Nevady v USA. Úložiště je situováno v nesaturované zóně 200-400 m nad dnešní hladinou podzemní vody (viz „An International Peer Review of the Yucca Mountain Project TSPA-SR, OECD 2002).

Možnost aplikace různých horninových prostředí v koncepci výběru HÚ v ČR byla zahrnuta i do provádění 2. kroku výběru lokality HÚ. Potenciálně vhodná horninová prostředí České republiky byla pro toto hodnocení rozdělena podle původu, stáří, látkového a litologického charakteru do 8 skupin:

1. Leukokráttní granitoidy předvariského stáří
2. Leukokráttní granitoidy variského stáří
3. Melanokráttní granitoidy a bazické plutonity
4. Granulity
5. Migmatity a ortoruly
6. Mezozoické sedimenty
7. Terciérní vulkanity (neovulkanity)
8. Neogénní sedimenty

Výsledky 2. kroku výběru jsou prezentovány formou mapových podkladů a příslušného komentáře. Mapové podklady zahrnují trojici map ČR v měřítku 1 : 3 000 000, které přibližují geologické parametry regionální povahy.

Parametry geologické stavby České republiky, jako je blokové členění Českého masívu, výskyt hlavních zlomových linií a výskyt jednotlivých skupin potenciálně vhodných horninových prostředí, jsou prezentovány na mapách 1 : 1 000 000. Závěrečné shrnutí s návrhem možných lokalit je rovněž součástí souboru map v měřítku 1 : 1 000 000. Druhý krok výběru je dále dokumentován na mapě ČR v měřítku 1 : 500 000 (Svazek B).

### **Regionální geologické parametry**

Za regionální geologické parametry jsou považovány:

- 1) Topologie základních geologických jednotek střední Evropy.
- 2) Průběh MOHO diskontinuity ve střední Evropě.
- 3) Tíhový obraz Českého masívu.
- 4) Průběh hlavních seismogenních zón ve střední Evropě.

Tyto parametry, s ohledem právě na jejich regionální charakter, byly hodnoceny vně hranic České republiky, v území pokrývajícím v podstatě plošné rozšíření dominantní geologické jednotky České Republiky – Českého masívu.

### **Základní geologické jednotky střední Evropy**

Výběr vhodného horninového prostředí pro umístění HÚ je zaměřen na Český masív, který jednak zaujímá převážnou část území státu a zároveň představuje poměrně stabilní epihercynskou platformu. Český masív je tedy součástí evropského hercynského orogénu. Evropské hercynidy představují zbytek široké, vyvrásněné, mobilní zóny vklíněné mezi východoevropskou čili fenosarmatskou platformu, na západě lemovanou epikaledonskou platformou, a mezi severní okraj evropských alpid (MISAŘ et al., 1983). Alpidy jsou tvořeny na jih od Českého masívu Alpami a na jihovýchodě a východě Karpaty. Hlubkový styk alpid s jejich platformním předpolím je plošný. Představuje jej ploché tektonické přesunutí příkrovů a bloků Alp a Karpat na jižní okraj platformy. Zanořená hercynská platforma sahá, podle geologických a geofyzikálních dokladů, které jsou potvrzeny vrty, až do vzdálenosti 30 - 40 km od čela alpid pod Alpy (ROTH, PROCHÁZKOVÁ, 1988). Povrchová hranice je vztahována k dosahu zvrásněných formací alpsko-karpatské soustavy, označovaná jako alpínská fronta nebo alpsko - karpatská předhlubeň. Ta probíhá od Janova, přes oblouk Švýcarských Alp mezi Bernem a Curychem, pokračuje podél Dunaje v Rakousku, dále ke Znojmu, Ostravě, ohýbá se pod Krakovem a podél Karpat pokračuje k jihu, kde končí v oblouku Východních Karpat u Dunaje. Hranice Českého masívu na severu, vůči platformním jednotkám, je dána řadou hlubinných zlomů, z nichž některé (např. oderský lineament), jsou považovány za limitující.

Do východní části České republiky zasahuje mladší geologická jednotka – Karpaty, která je součástí alpinského horotvorného cyklu. Karpaty tvoří mohutný oblouk, který se táhne z údolí Dunaje směrem k severovýchodu, na slovensko-polském pomezí dostává směr západ – východ, v Zakarpatské Ukrajině se stáčí do jihovýchodního směru, v Rumunsku do směru sever – jih a nakonec přechází obloukem do směru východ – západ. Za západní hranici Karpat se považuje raabská linie.

Na styku s Českým masívem se nachází Karpatská předhlubeň, jejíž stáří je akvitán až torton, která zasahuje zálivovitě přes okraj Českého masívu (MÍSAŘ, 1987). Tvoří úzký pás lemující okraj Karpat, částečně od východu překrytý příkrovy karpatského flyše. Jejich přesah přes sedimenty předhlubně činí několik desítek km.

Geologický vývoj Českého masívu je dále ovlivňován vývojem na jihu sousedící geologické jednotky – Alp. Alpský orogén vytváří výrazný horský oblouk mezi pobřežím Janovského zálivu a Panonskou nížinou. S Českým masívem sousedí, resp. je přes něj přesunuta dílčí jednotka alpského orogénu - Východní Alpy. Na východě je pak tato jednotka ohraničena Vídeňskou pánví, která omezuje i Karpaty.

Pozice hlavních geologických jednotek zájmové oblasti je znázorněna na mapovém podkladu č.1.

### **Průběh MOHO diskontinuity**

Obraz o pozici jednotlivých základních geologických jednotek zájmové oblasti poskytuje též průběh diskontinuity MOHO. Ta, v centrální části Českého masívu (v oblasti moldanubika), dosahuje hloubek 30 – 40 km, odtud hloubka uložení klesá do prostoru Východních Alp až na 50 km a naopak stoupá na úroveň 27 km v oblasti saxothuringika. V jižní části lugika dosahuje 30 – 35 km a na severovýchod od oderské linie znovu hloubka uložení vzrůstá až k okraji fenosarmatie (BUCHA a BLÍŽKOVSKÝ, 1994). Průběh Moho diskontinuity je zakreslen do mapového podkladu 2.

### **Obraz tíhového pole v Českém masívu**

Obraz tíhového pole Českého masívu je zachycen na státní gravimetrické mapě ČSSR 1 : 500 000 (BUDAY et al., 1969), nově pak v digitální formě na „Souboru geologických map ČR“ (ČGS, 2002). Na obou podkladech se Český masív, z pohledu tíhového pole, rozpadá na čtyři zóny:

- záporně anomální zónu s Krušnými horami, Krkonošemi a Jizerskými horami,
- kladné pásmo v oblasti bohemika,
- záporně se projevující oblast Moldanubika a na ni navazující výběžek u Králíků a Žulové,
- kladně anomální oblast na V od přibyslavského hlubinného zlomu a ramzovské linie (hl. zlomu Červenohorského sedla).

Průběh tíhového pole potvrzuje představu o zonální a obloukové stavbě Českého

masivu, kde jsou, s výjimkou Českého lesa, Bavorského lesa a lugické oblasti, převažující struktury JZ-SV. Ve výše jmenovaných oblastech převládají struktury k tomu směru kolmé, tj. SZ-JV.

Pozitivní gravitační anomálie v Českém masívu odpovídají hojným základním masívům a vulkanickým útvarům. Naopak, negativní gravitační anomálie odpovídají oblastem se stoupající tendencí, které jsou spjaté s rozsáhlým granitickým magmatismem.

Dle hodnocení BUCHY a BLÍŽKOVKÉHO (1994) pozitivní anomálie v saxothuringické oblasti jsou způsobeny volkanosedimentárními paleozoickými formacemi a ovlivněny i nízkou hustotou triasových a neogenních sedimentů. Záporné anomálie oblasti Krušných hor a Krkonoš jsou přičítány tělesům granitoidů a ortorul krušnohorského plutonu (překrytých pánevními sedimenty) a masívům granitoidů Krkonoš a Jizerských hor. V této souvislosti se předpokládá mocnost granitů karlovarského plutonu přinejmenším 10 - 15 km. Pozitivní anomálie v oblasti barrandienského proterozoika, uspořádané do paralelních pásů JZ-SV směru, odpovídají především rozložení bazických komplexů – mariánsko-lázeňského, kdyňského a nejižněji ležícího jílovského pásma. Pozitivní anomálie v napříč ležící oblasti Železných hor jsou pak přičítány zejména metamorfovanému proterozoiku a paleozoiku, ale také zčásti bazickým granitoidům Železnohorského plutonu.

Oblasti s negativními hodnotami tíhového pole představují v moldanubické oblasti struktury obou hlavních plutonů – středočeského a moldanubického. Výrazně se na tíhovém obrazu Českého masívu oblasti projevuje přibyslavský hlubinný zlom, nejvýrazněji v moldanubické oblasti, zřetelně však i v severně ležících oblastech bohemické a lugické. Na východ od přibyslavického hl. zlomu je zřetelná oblast s pozitivními hodnotami tíhového pole zasahující moldanubickou oblast i moravikum s hluboko uloženými bazickými masivy, bazičtějšími granitoidy Brněnského plutonu a přilehajícím krystalinikem. V lužické oblasti probíhají dvě zóny Z-V směru, pozitivní a negativní. Negativní zóna zahrnuje Lužický pluton a žuly Strzegomského masívu, pozitivní pak oblast v hloubce uloženého proterozoického vulkanismu a dále pak oblasti rozšíření permokarbonského a křídového platformního pokryvu. V jihovýchodní části lugika, vých. od přibyslavického zlomu, je oblast slabě negativních anomálií spjatá se skrytými tělesy granitoidů, ověřených vrty.

Pozitivní anomálie v sileziku jsou přičítány zejména kulmským horninám a patrně i bazickým horninám Jeseníků a sobotíského amfibolitového tělesa.

V karpatské oblasti, příkrovově přesunutě přes východní okraj Českého masívu, je na území ČR zřetelná negativní anomálie odrážející pravděpodobně kombinaci velké mocnosti a nízké hustoty sedimentárních formací karpatských příkrovů.

Obraz tíhového pole demonstruje mapový podklad č. 3.

### **Průběh hlavních seismogenních zón**

Nedílnou součástí výběrového procesu je také stanovení seismického potenciálu území, základního východiska pro hodnocení seismického ohrožení stavby HÚ. Vzájemné srovnání regionálních poznatků o geologicky nedávných změnách orientace a o

relativních velikostech hlavních napětí v kůře, o neotektonickém vývoji území a o geodeticky zjištěných recentních pohybech s historickou seismicitou ukazuje, že epicentra zemětřesení (srov. mapy epicenter zemětřesení, např. SCHENKOVÁ et al. 1979, Geofyzikální ústav ČSAV) se v oblasti střední Evropy koncentrují především do oblastí podél linií - významných zlomových struktur, které oddělují samostatně se vyvíjející strukturně-tektonické jednotky (PROCHÁZKOVÁ, ROTH, 1996). Na těchto závěrech, tj. že ohniska zemětřesení jsou spojena s aktivními zlomy, je založen regionální seismotektonický model a deterministické odhady seismického potenciálu (blíže viz PROCHÁZKOVÁ a ŠIMŮNEK, 1998).

V Českém masívu a v přilehajícím okraji Karpat (moravsko-slovenské přechodné zóně) lze seismický potenciál spojovat s tektonickou aktivitou následujících významných seismotektonických linií (číselní označení je převzato z výše citované práce):

- |       |                                     |  |
|-------|-------------------------------------|--|
| 1.4.1 | Vitický zlom                        | rakouská část přibyslavského hl. zlomu porušujícího Moho diskontinuitu |
| 1.6   | Dunajský zlom                       |  |
| 2.1   | Mariánsko-lázeňský zlom             | v bohemické oblasti v saxothuringické obl. (jako Erfurtský zlom)       |
| 2.3.1 | Železnohorský zlom                  |  |
| 3.2   | Krušnohorský zlom                   |  |
| 3.3   | Středosaský hl. zlom                | porušující Moho diskontinuitu  |
| 3.5   | Jáchymovský zlom                    | na něm. území vystupuje jako zlom Finne (3.10) a zlom Kyffhauser (3.9) |
| 3.6   | Středosaské nasunutí                | zlom oddělující bohemikum a lugikum                                    |
| 3.7   | zlom Flöha                          |  |
| 4.2   | Hronovsko-poříčský zlom             |  |
| 4.6   | Přibyslavský zlom                   | sev. část mimo území ČR, v lugické oblasti                             |
| 4.13  | zlom Haldensleben                   |  |
| 5.3   | Hlubinný zlom Červenohorského sedla |  |
| 5.6.2 | Kvasický zlom                       | součást zlomového pásma Hané   |
| 5.7   | Holešovský zlom                     |  |



- 5.14 okrajový zlom Jeseníků
- 6.1 Uherčický zlom
- 6.5 Těšínský lineament
- 6.6 Záhorský zlom

Z hlediska seismického potenciálu je mnohem významnější oblast Východních Alp, známá výskytem silných historických zemětřesení. Přestože jejich ohniska leží mimo území ČR, jejich makroseismické účinky se zde projevují (propagují). Jde zejména o seismogenní zóny:

- 7.1.1 Linie Mur-Mürz
- 7.1.2 Linie Semmeringu
- 7.1.3 Linie Leitha
- 7.2 Linie Molln-Neulmbach

Za pokračování linie Mur-Mürz-Leitha lze považovat peri-pienininský lineament (8.1), který porušuje Moho.

Seismicky nejaktivnější oblastí v blízkosti území České republiky je nepochybně seismoaktivní pásmo (zóna) Mur-Mürz-Leitha-Žilina, které se u Semmeringu kříží s kvarnersko-vídeňskou zónou uzavírající na jihu vídeňskou pánev. Seismická aktivita je přičítána levému posunu Alpského bloku a jeho koincidenci s Karpaty, ke které došlo asi v pontu a dáku (před 5 Ma). Propagace zemětřesení vzniklých v této oblasti (na linii řeky Mur a jejím pokračování k Semmeringu a Wiener Neustadtu) zasahuje na území ČR izoseistami 5° a 4° MSK-64. Epicentra spojená s linií Molln-Neulmbach se mohou propagovat na území ČR izoseistami 6°, 5° a 4° MSK-64.

Souhrnný vliv zemětřesení zachycuje mapa seismického zónování (KARNÍK et al., 1988), která je i součástí novelizované ČSN 73 0036. Výše uvedené zlomové linie a zóny jsou pak prezentovány na mapovém podkladu 4.

## **Strukturně-tektonický obraz území České republiky**

### **Blokové rozdělení Českého masívu**

Český masív lze charakterizovat jako polyfázově vzniklou geologickou jednotkou, určenou sice prvky hercynského stáří, ale také se znaky starších geotektonických cyklů, tedy kaledonských, kadomských a předkadomských. Obecně je přijímána teze, že

horotvorná fáze hercynského geotektonického cyklu koncem paleozoika ukončila v Českém masívu jeho předplatformní etapu vývoje. (blíže viz MÍSAŘ et al., 1983).

Hercynský geotektonický cyklus ovlivnil prakticky všechny části Českého masívu, i když každou jeho jednotku různou měrou. Cyklus proběhl v prostoru Českého masívu v úplném rozsahu, od sedimentace geosynklinálních sedimentů devonu a spodního karbonu v moravskoslezské oblasti, včetně bazického vulkanismu, přes vznik plutonů až k molasové sedimentaci v hornoslezské černouhelné pánvi. Konečnou podobu dal Českému masívu postgeosynklinální cyklus vznikem limnických permo-karbonských pánví. Celý hercynský cyklus byl tak zákonitě uzavřen vytvořením mladé epihercynské platformy.

Alpínský geotektonický cyklus je v oblasti Českého masívu spojen se saxonskou tektogenezí epihercynské platformy. Mnohé předneoidní zlomy byly oživeny zvláště v okrajových horských pásmech (Šumava, Krkonoše, Jeseníky, Krušné hory). V řadě případů vertikální složka pohybu na zlomech převažovala nad složkou horizontální. Proto např. krkonoško-jizerské krystalinikum a lužický pluton jsou přesunuty přes okraj křídové pánve podobně, jako je krystalinikum Železných hor přesunuto přes křídové sedimenty "Dlouhé meze". Přesmykový charakter má i dunajský zlom.

Pro blokovou stavbu Českého masívu jsou nejdůležitější dva systémy zlomů, a to krušnohorský (SV - JZ) a sudetský (labský, SZ - JV). Méně častý je směr S - J (vltavský, jizerský) a SSV - JJZ (systém boskovické brázdy). Tyto systémy rozdělují oblast Českého masívu na bloky (kry) různé velikosti, různého řádu, důležitosti i stáří. Současný obraz této zlomové tektoniky je na jedné straně značně ovlivněn poslední neoidní tektogenezí, která postihla konsolidovanou epihercynskou platformou, avšak na druhé straně neoidní tektogeneze si pouze ojediněle vytvořila své vlastní zlomové systémy, v mnoha případech pouze oživila staré tektonické linie a zóny.

Rozdělení Českého masívu na regionální jednotky je odrazem jeho geotektonického vývoje, přičemž dále je respektován charakter kůry a hloubka Moho diskontinuity, tíhové a geomagnetické anomálie a bloková stavba daná průběhem hlavních zlomových systémů. Pro účely této práce se přidržíme plošného členění podle MALKOVSKÉHO (1979). Z tohoto pohledu základními jednotkami Českého masívu jsou:

**Moldanubikum**, které patří k nejstarším jednotkám Českého masívu. Na severozápadě je ohraničeno středočeským zlomem, na východě moravsko - slezským zlomovým pásmem, na jihu pokračuje až do údolí Dunaje. Tato oblast je budována různými horninovými soubory, převážně katazonálně metamorfovanými, pouze místy jsou v malém rozsahu soubory slaběji metamorfované. Součástí moldanubika jsou i rozsáhlé masívy granitoidních plutonických hornin, které intrudovaly převážně v období hercynské orogeneze.

Pro oblast moldanubika je charakteristický vysoký stupeň metamorfózy, přítomnost některých specifických metamorfních typů (granulity, serpentinity, eklogity), vysoký stupeň migmatizace a proniknutí celého masívu granitoidními tělesy. V prostoru moldanubika je sedimentární pokryv málo mocný nebo téměř chybí.

**Lugikum** je na jihozápadě odděleno středosaským nasunutím od saxothuringika a částí litoměřického a jílovického zlomu od bohemika. Na východě je omezeno moravsko-slezským zlomovým pásmem. Směrem k severu se noří pod platformní pokryvy mesozoického až kvartérního stáří.

Lugická oblast je ve velkém rozsahu pokryta sedimenty permokarbonu. Její trias je počátkem platformního vývoje Českého masívu. Saxonská tektonogeneze se zlomy směru SZ - JV ovlivnila morfologický vývoj této oblasti i vývoj sedimentace platformního pokryvu.

**Bohemikum** lemuje obloukovitý severní okraj moldanubika. Pro tuto oblast je charakteristická téměř úplná přítomnost kadomského geotektonického cyklu. Je reprezentován sedimentárně vulkanickým komplexem s bazickými spility a diabasy, zvláště v centru oblasti. Oblast nebyla postižena kaledonskou orogenezí. Hercynský geotektonický cyklus se zachoval jako mediotypně zvrásněné paleozoikum, které je na kadomském patře uloženo se zřetelnou úhlovou diskordancí.

Oblast je na západě omezena mariánsko - lázeňským zlomem, na severozápadě litoměřickým zlomem, na severovýchodě lužickým, jílovickým a kynšperským zlomem, na jihu středočeským zlomem a tišnovským zlomem, na východě moravsko - slezským zlomovým pásmem.

**Saxothuringikum** je zde chápáno v užším slova smyslu. Je to složitá geologická jednotka, kadomsky zvrásněná a konsolidovaná a pokadomsky regenerovaná. Tomu odpovídá geosynklinální paleozoikum a alpinotypní hercynské vrásnění. Na jihovýchodě je ohraničeno litoměřickým zlomem, na severovýchodě středosaským nasunutím.

**Moravosilezikum** je na západě omezeno moravsko - slezským zlomovým pásmem proti lugiku, bohemiku a moldanubiku. Na severu se noří pod platformní sedimenty, pravděpodobně však pokračuje až k oderskému lineamentu. Na jih a východ zasahuje oblast do podloží alpsko - karpatské předhlubně. U moravosilezika je doložena přítomnost předkadomského patra. U keprnických rul silezika se předpokládá stáří až 1,05 miliardy let. Ve vertikálním členění je patrné oddělení patra hercynského a předdevonského, tvořeného kadomským krystalinikem. Podle rozdílného litofaciálního vývoje devonských sedimentů je moravsko-slezská oblast rozdělena na část severní, charakterizovanou kulmským vývojem a bazickými vulkanity drahansko-jesenické oblasti, a část jižní, s typickým karbonátovým vývojem Moravského krasu. Hranice mezi oběma oblastmi probíhá podél konických zlomů.

Blokové dělení Českého masívu na území ČR je zakresleno do mapového podkladu 5.

### **Základní systém tektonických linií**

Současný obraz zlomové tektoniky je do značné míry ovlivněn poslední neoidní tektogenezí, která postihla konsolidovanou epihercynskou platformou. Neoidní

tektogeneze si pouze ojediněle vytvořila své vlastní neoidní zlomové systémy, ale neoidní pohyby v mnoha případech oživily staré tektonické linie a zóny.

Základní systém významných tektonických linií, jakými jsou např. jáchymovský zlom, labské zlomové pásmo, centrální saský hlubinný zlom, dále zlomy středočeský, přibyslavský a litoměřický, se vytvořil podle MISAŘE et al. (1983) patrně již během kadomského geotektonického cyklu. Řada těchto zlomů se uplatnila i v hercynském geotektonickém cyklu. Řada zlomů zvláště ve směru SV - JZ byla v tehdejší kadomské mobilní zóně patrně výraznými rozhraními mezi morfotektonickými prvky, které se projevíly různým typem vulkanismu. Zlomy, jako středočeský a jáchymovský zlom ve své krušnohorské části, litoměřický hlubinný zlom v krkonošské části, přibyslavský zlom a zlom centrálního masívu Českomoravské vysočiny ve své moldanubické části, stejně jako většina zlomů při jz. okraji Českého masívu, se staly příhodnými místy pro průniky granitoidních plutonů hercynského stáří. Sehrály roli i při zakládání limnických pánví; hercynská tafrogenní fáze zanechala v Českém masívu kromě izometrických příkopových bazénů dvě výrazné lineární vložené deprese označované jako brázdy blanická a boskovická. Brázdy byly zaplňovány v permokarbonu po asturské fázi.

Spojení starých zlomových systémů s neoidní tektogenezí lze v Českého masívu prokázat na mnoha případech. Během neoidní tektogeneze měl patrně velký význam litoměřický hlubinný zlom podmiňující terciérní riftovou podkrušnohorskou soustavu (KOPECKÝ, 1978). Stejně tak jsou se zlomy krušnohorského směru prostorově spojená centra alkalického bazaltového vulkanismu. Také chebsko-domažlický příkop terciérního stáří je zřetelně spojen se zlomem mariánskolázeňským a tachovským a jihočeská svrchnokřídová a terciérní oblast vznikla jako složitá tektonická struktura v místech křížení zlomů jáchymovského směru s blanickou brázdou. Podobně vnitřní zlomový systém lugika se podílel na vzniku kralického příkopu a okrajový zlom lugika má své pokračování v bělském zlomu Hrubého Jeseníku a dále směřuje až k centřům kvartérního bazaltového vulkanismu v Nížkém Jeseníku.

Řada zlomů v platformním pokryvu má i charakter přesmyků. Např. hronovský zlom, lužický zlom i železnohorský zlom zapadají strmě k SV. Severní kry byly podle nich vyzdviženy směrem k J, vesměs přes křídové sedimenty.

Hlavní zlomové systémy Českého masívu s nomenklaturou zlomů jsou prezentovány na mapovém podkladu 6. Číselné kody odpovídají následujícím zlomům:

**Moldanubická oblast:** 1.1 – Středočeský hlubinný zlom, 1.2.1 – Kaplický zlom, 1.2.2. – Zlomy blanické brázdy, 1.3 – Centrální zlom Českomoravské vrchoviny, 1.4 – Přibyslavský zlom, 1.4.1 – Vitický zlom, 1.5 – Hlubocký zlom, 1.7 – Durynsko-bavorský lineament.

**Bohemická oblast:** 2.1 – Mariánsko-lázeňský zlom, 2.2 – Tachovský zlom, 2.3 – Poděbradský zlom (2.3.1 - železnohorský zlom, 2.3.2 – tišnovský zlom), 2.4 – Jizerské zlomy, 2.6 - Přibyslavský zlom.

**Saxothuringická oblast:** 3.1 – Litoměřický hl. zlom, 3.2 – Krušnohorský zlom, 3.3 – Středosaský zlom (mimo mapu), 3.4 – Mariánsko-lázeňský zlom, 3.5 – Jáchymovský zlom, 3.6 – Středosaské nasunutí, 3.7 – Zlom řeky Flöha, 3.9 Zlom Kyffhäuser, 3.10 Zlom Finne.

**Lugická oblast:** 4.1 – Jílovický zlom, 4.2 – Hronovsko-poříčský zlom, 4.3 – Vnitřní zlom lugika, 4.4 – Okrajový zlom lugika, 4.5 – Oderský lineament (mimo mapu), 4.6 – Příbyslavský hl. zlom, 4.7 – Krkonošský hl. zlom, 4.13 – zlom Haldensleben (mimo mapu)

**Moravsko-slezská oblast:** 5.1 – Bítešský zlom, 5.2 – Zlomy boskovické brázdy, 5.3 – Hl. zlom Červenohorského sedla, 5.4 – Šternbersko-benešovský zlom, 5.5 – Okrajový zlom Oderských vrchů, 5.6 – Hlubinné zlomové pásmo Hané, 5.6.1 – Nektavské zlomy, 5.6.2 – Kvasický zlom, 5.7 – Holešovský zlom, 5.8 – Temanínský zlom, 5.9 – Bělský zlom, 5.10 – Opavský zlom, 5.13 – Těšínský lineament (mimo mapu), 5.14 – Okrajový zlom Jeseníků, 5.15 – Lednická zóna, 5.16 – Nesvačilský zlom.

**Moravsko-slovenská přechodová zóna:** 6.1 – Uherčický zlom, 6.2 – Nezdenický zlom, 6.4 – Myjavsko-tatranské rozhraní (mimo mapu), 6.6 – Záhorský zlom (mimo mapu), 8.1 Peri-pienininský lineament.

### **Identifikace horninových prostředí**

Tato kapitola představuje stručný přehled z obecného pohledu vhodných horninových prostředí na území České republiky. Preferovány jsou krystalinické horniny geneticky spjaté s hercynskou (příp. starší) orogenezí, které jsou na území České republiky hojně rozšířeny. Tyto horniny také představují prostředí, v němž s velkou pravděpodobností lze nalézt po všech stránkách vhodnou strukturu k ukládání RAO. Ze sedimentárních hornin platformního pokryvu lze pozornost obrátit především, resp. pouze na slínovce České křídové tabule. Vedle těchto, do jisté míry favorizovaných horninových typů, jsou popsány pro úplnost i typy s méně příznivými předpoklady (terciérní jíly, tufitické vulkanity). Popis je doplněn o vulkanity 3. neovulkanické fáze, jejichž výskyt je indicií velmi mladé vulkano-tektonické aktivity daného území, a popisem kvartérních uloženin, pokud některý z výše uvedených horninových typů doprovázejí. Popisy byly zpracovány s využitím encyklopedické publikace PETRÁNKA et al. (1983) a publikace MÍSAŘE et al. (1983)<sup>2</sup>.

Horninová prostředí jsou prezentována na mapových podkladech 7 – 12.

---

<sup>2</sup> Odkazy převzaté z těchto publikací, uvedené v následujícím textu, nejsou zařazeny do seznamu literatury. Jedná se převážně o publikace vymezené diskutovanou tělesa. Dostupná bibliografie je samozřejmě mnohem rozsáhlejší.

## **Leukokrátní granitoidy předvariského stáří**

### **1 hanovský masív**

(ZOUBEK, 1951; podle obce Hanova j. od Města Teplé) protáhlé intruzivní těleso (délka 16 km při průměrné šířce 1/2 - 1 km), značně diferencované; obsahuje různé typy usměrněných granitů, od apliticko-pegmatitických, muskovitických až po plagioklasové žuloruly bohatší biotitem (usměrněné křemenné diority). Intruduje do svorových a dvojslídnych rul. Intruze se odehrála současně s regionální metamorfózou okolního krystalinika, je patrně prevariská. S hanovským masívem jsou těsně spjaty žily pegmatitů kříženecko-nezdického pásma.

### **2 lestkovský masív**

(KRATOCHVÍL, VACHTL, ZOUBEK, 1951; podle obce Lestkov v z. Čechách - 25 km<sup>2</sup>) vystupuje v okrajové části tepelského krystalinika. Je tvořen biotitickým granodioritem až tonalitem a aplitickou okrajovou facií. Představuje podle ZOUBK (1962) intruzivní člen granitické série, k níž patří tepelská žulorula, hanovský granodiorit a lestkovský granodiorit. Je patrně prekambriického stáří (cca 365 mil. let).

### **3 mráčnicko-jeníkovický masív**

(VOJTĚCH, 1936; podle Mrácnice s. od Domažlic), též mráčnicko-jeníkovické těleso. Tvoří asi 20 km<sup>2</sup> ve svorech domažlického krystalinika. Přebývá v něm leukokrátní dvojslídny granit, v okrajové zóně zčásti usměrněný. Je pronikán žilami pegmatitu a amfibolických dioritů (VEJNAR et al., 1962). Genetická příslušnost není jasná.

### **4 rozvadovský masív**

(THOMAS, 1971; podle Rozvadova v z. Čechách) leží v antiklinální struktuře moldanubika tachovské části Českého lesa. Býval považován za součást tirschenreutského masívu, ale podle THOMASE (1971) tvoří samostatné, komplikované členěné těleso, tvořené dvěma intruzemi: starší intruze hrubozrnné biotit-muskovitické cordieritické žuly a mladší s dvěma typy granodioritů, lišící se hlavně rozdílným podílem muskovitu a biotitu. Petrochemicky tvoří přechod mezi variskými plutonity moldanubika a Krušných hor.

### **5 stodský masív**

(podle obce Stod v jz. Čechách) intruduje do západočeského svrch. proterozoika jz. od Plzně, které kontaktně metamorfuje. Je výrazně protažen směrem sj., k J se zužuje; je přibližně 20 km dlouhý, 3-7 km široký a zaujímá plochu cca 80 km<sup>2</sup>. V masívu jsou zastoupeny hlavně dva typy vyvřelin, které se liší svým stářím. Starší je biotiticko-amfibolický granodiorit (merklínský). Je to středně zrnitá, světlá hornina, složená z amfibolu, biotitu, andezínu, mikroklinu a křemene. Mladší leukokrátní biotitická žula (drnovská) je středně zrnitá až hrubozrnná, světle žlutá, místy s miarolitickou texturou. Skládá se z mikroklinu, který silně přebývá nad plagioklasem (oligoklas), křemene a

biotitu. Oba typy se složitě prstovitě pronikají. Žilný doprovod masívu je jednoduchý; je zastoupen aplity, porfyry a lamprofyry (spessartity i odinity). Stáří není geochronologicky určeno zcela jednoznačně; merklínský granodiorit je patrně kadomský (asi 535 mil. let), drnovská žula je variská.

## **6 tiský (čistecko-jesenický)**

(podle Čisté a Jesenice u Kralovic) potektonický granitoidní masív o rozloze nejméně 120 km<sup>2</sup> v proterozoiku Barrandienu, které kontaktně metamorfuje. Skládá se ze tří částí. Západní (tiská) a severní (petrohradsko-jesenická) jsou tvořeny hrubozrnnou biotitickou žulou (tiský granit, ORLOV 1932), jižní, čistecká, biotitickým granodioritem, který k okrajům přechází do tiského granitu. KLOMINSKÝ (1963) v čisteckém masívu zjistil výskyty kankrinitického alkalického syenitu, které KOPECKÝ et al. (1970) považuje za fenity vzniklé alkalickou metasomatózou mylonitizovaných granitických hornin. Čistecko-jesenický masív je součástí lounského plutonu a je i podle K-Ar dat variského stáří.

## **7 lounský pluton**

lounský pluton je rozsáhlé těleso granitoidů v podloží české křídové pánve u Loun. Je výrazně protaženo souhlasně se směry okolního proterozoika sv.-jz. směrem. Na JZ vystupují jako jeho výběžky - masívy čistecký a jesenický, jímž látkově celý pluton odpovídá. MALKOVSKÝ et al. 1977; Klominský a Dudek 1978.

## **8 granity jíloveckého pásma**

jílovské pásmo (podle Jílového u Prahy) pruh stlačených a ve značné míře též metamorfovaných eruptiv, široký průměrně 3 km a dlouhý více než 60 km. Horniny jsou petrograficky velmi pestré. Uplatňují se zejména metabazity (amfibolity a více nebo méně přeměněné amfibolické porfyry), horniny gabrového charakteru, křemenné keratofyry a porfyry, stlačené často v porfyroidy, albitizované křemenné diority (tzv. plagiaplity) apod.

## **9 neratovický pluton**

ve svrchním proterozoiku Barrandienu sv. od Prahy vystupuje na ploše 3,5 km<sup>2</sup> mezi Neratovicemi, Byškoviciemi a Kojeticemi petrograficky pestré plutonity; autorem popisu a názvu je RÖHLICH (1962). Podle FEDIUKA et al. (1966) jsou to hlavně diority a tonality, méně hojná jsou gabra a granodiority, vesměs svrchnoproterozoického stáří. Jsou interpretovány jako součást většího plutonu. K plutonu lze řadit tzv. hoštický masív, který popsal RÖHLICH (1960) ve svrch. proterozoiku Barrandienu u Hoštic a Odoleny Vody s. od Prahy. Jde o výskyty biotitických a pyroxen-amfibol-biotitických granodioritů. V podloží křídových sedimentů tvoří souvislý masív, který kontaktně metamorfuje horniny svrch. proterozoika.

## 10 lužický pluton

Lužický pluton je po centrálním plutonu moldanubika druhé největší těleso hlubinných eruptiv v Českém masívu. Leží v prostoru mezi Drážďany a Zhořelcem (Görlitz). Na J a JZ hraničí podél lužické poruchy saxonského stáří s křídovou tabulí a s tektonicky vyvlečenými ostrůvky jury a permu; rovněž na Z je omezen tektonickou linií - tzv. západolužickým přesmykem - proti plášti míšeňského syenitu. Na S se noří jednak pod staré proterozoické a paleozoické sedimenty Severolužického břidličného pohoří, jednak pod sedimenty kvartérní. Na V se stýká s krystalinikem severní větve Jizerských hor.

Lužický pluton není těleso homogenní. Skládá se z několika horninových typů. Jsou to: 1. Lužický granodiorit, označovaný též jako západolužický. Je typem plošně nejrozšířenějším a zaujímá západní a střední část plutonu. Je variský. Je to stejnoměrně zrnitá hornina středního zrna s biotitem. 2. Seidenberský granodiorit (též východolužický nebo seidenbersko-dohnský) je petrograficky téměř shodný s lužickým granodioritem. 3. Dvojslídňá žula, vyvinutá v západní části plutonu, vznikla nejspíše intenzivní granitizací z drob. 4. Rumburská žula, omezená na jv. část plutonu. Je prokazatelně předdevonského stáří a přechází plynule do ortorul Jizerských hor. Vyskytuje se ve stejnoměrně zrnité i porfyrické facii, z tmavých minerálů obsahuje biotit. 5. Brtnická žula je menší těleso na české straně plutonu a zřejmě je jen facii rumburské žuly. 6. "Stock-granity" jsou nejmladší intruzivní tělesa, známá od Königsheimu a Stolpenu. Poněkud připomínají porfyrický typ žuly krkonošsko-jizerského plutonu a jsou patrně pozdně karbonského stáří. Z hornin žilného doprovodu jsou zastoupeny zejména aplity, pegmatity, lamprofyry, porfyry, různé druhy porfyritů a křemenné žily.

## 11 chvaletický masív

(KAŠPAROVÁ, 1931; podle Chvaletic v Železných horách) tvoří menší těleso na sz. okraji Železných hor. Je protáhlé ve směru SZ- JV v délce 12 km, při šířce maximálně 1,8 km. Leží na styku železnohorského krystalinika a svrch. proterozoika. V masívu převládá středně zrnitý biotitický granit masově červené barvy, poněkud přeměněný. SVOBODA (1963) uvádí též dvojslídňý granit tzv. semtěšský. Stáří je prekambrikové.

## 12 novohrádecký masív

(KODYM, 1952; podle Nového Hrádku jv. od Náchoda; dříve též nazýván žulovým masívem čermenským) leží v sz. cípu Orlických hor a intrudoval do svrchní části novoměstské série; fylity série jsou v plášti masívu kontaktně ovlivněny. Masív je 6 km dlouhý a až 2,5 km široký, značně jednotvárný. Hlavní petrografický typ je tvořen poměrně hrubozrnným leukokratním albitickým granodioritem. V malém rozsahu je ve střední části zastoupen i tmavší muskoviticko-biotitický albitický granodiorit (spíše perlová rula). Stáří masívu je problematičné.



### **13 litický masív**

(podle Litic u Potštejna) tvoří menší těleso, přes které transgredují permské a křídové sedimenty. Jeho stáří není bezpečně určeno. „Litický granodiorit“ je jemnozrná, leukokratní hornina šedé nebo růžové barvy. Je více postižen druhotnými přeměnami - ze všeho biotitu vznikl chlorit, živce jsou rozloženy a impregnovány hematitem.

### **14 tonality zábřežské série**

Jsou součástí zábřežského krystalinika. Tvoří polohy biotiticko-amfibolických a amfibolických křemenných dioritů-tonalitů. Jsou běžné v s. úseku krystalinika, kde vytvářejí ve svém plášti široké lemy perlových rul a páskovaných migmatitů. Diority jsou konformní s břidličnatostí a mívají zřetelné vnitřní usměrnění. Jsou patrně kadomského stáří.

### **15 javornický masív**

Javornický masív proráží krystalické břidlice v nejzápadnějších výběžcích Rychlebských hor. Táhne se v pruhu průměrně 0,5 km širokém a v délce 10 km směrem SV - JZ. Hlavní horninou je biotitický granodiorit, pouze v j. části se objevují tonalitické horniny s amfibolem a pyroxenem. Z žilných hornin jsou na masív vázány granodioritové porfyrity, aplity a pegmatity. Stáří je patrně kaledonské.

### **16 masív hornomoravského úvalu**

drobné masívy (výchozy) granodioritu až dioritu – čelechovický, krčmaňský a hněvotínský z podloží devonu a svrchního karbonu v hornomoravském úvalu jv. od Olomouce. Patří nejspíše k brněnskému plutonu.

### **17 brněnský masív**

brněnský masív tvoří povrchovou až připovrchovou součást velkého granitoidního tělesa brunnie (brněnského plutonu), která vystupuje zvláště na Z (brněnský masív), na J (dyjský masív) a v podobě několika menších masívů či apofýz (ponejvíce jz. od Olomouce u Čelechovic, Krčmaně a Hněvotína). Brněnský masív tvoří výraznou klenbu - komplikované megaantiklinorium. Má podobu protáhlého trojúhelníku se základnou na JV a s vrcholy sv. od Boskovic, v. od Brna a s. od Miroslavi. Má rozlohu asi 550 km<sup>2</sup>. Je složen z řady hlubinných eruptiv, počínaje velmi kyselými granity, přes velmi hojně zastoupené granodiority, diority až k bazickým horninám. Brněnský masív je beze sporu předdevonského stáří (transgreduje přes něj devon) a na základě geotektonické pozice a radiometrických dat (DUDEK, SMEJKAL, 1968) je assyntský. Protože horniny brněnského masívu byly ovlivněny paleozoickými orogenními fázemi, jsou zpravidla intenzivně deformačně porušeny a metasomaticky přeměněny.

## 18 dyjský masív

(podle řeky Dyje) je součást brněnského plutonu, tvořící jádro dyjské klenby. Zasahuje od Únanova a Tvoříhráze na Znojemsku, přes Pulkau až k řece Kamp v Rakousku. Převládající horninou je biotitický granit, dále je zastoupen granodiorit (tasovická žula), amfibol-biotitické křemenné diority, aplity a pegmatity a při z. okraji zbytky migmatitizovaného pláště masívu.

## Leukokrátň granitoidy variského stáří

### 19 smrčinský masív

(podle pohoří Smrčiny) zaujímá 380 km<sup>2</sup> a táhne se v délce 45 km od ZSZ k VSV. Převážná část masívu leží mimo území naší republiky. Na území ČR se rozlišují: 1. porfyrický biotitický granit (smrčinský), 2. dvojslídňý granit a muskovitický granit (facie dvojslídňého granitu). Granity jsou slabě usměrněny souhlasně s protažením tělesa. Plášť masívu tvoří krystalické břidlice, na Z a J ordovické fylity a svory, na S svorové ruly. Na V transgredují přes masív terciérň sedimenty Chebské pánve. Masív je variský (VEJNAR, 1959).

### 20 karlovarský pluton

tvoří hlavní plutonické těleso v západň části krušňohorského plutonu. Masív vystupuje na povrch na ploše cca 1000 km<sup>2</sup> v podobě souvislého výchozu esovitě protaženého ve směru SZ- JV. Jeho součástí jsou další satelitň tělesa (např. nejdecký masív, blatenský m., masív Krudum, masív Lesň-Lysina, masív, kynžvartský a mariáňsko-lázeňský). Příčňou tektonikou krušňohorského směru je masív rozdělen na dva morfologicky samostatné celky - nejdecko-eibenstockou část (600 km<sup>2</sup>) z poloviny v SRN a část Slavkovského lesa (350 km<sup>2</sup>). V prostoru tektonického pásma krušňohorského zlomu (okolí Karlových Var) je masív zakryt terciérň sedimenty Sokolovské pánve a zčásti je pohřben pod terciérňmi vulkanity. Tyto bazaltoidň horniny prorážejí na různých místech vlastní masív. Jako celek se masív projevuje negativň anomálii v tíhovém poli Českého masívu. Největší gradient gravitačňho pole leží v j. části masívu a indikuje hlubinné zakořenění tělesa. Mocnost masívu se odhaduje v řádech do 10 km.

Plášť masívu tvoří proterozoické pararuly a migmatity, fylity staršího paleozoika v Krušňých horách a bazika tepelského krystalinika. Výchoz masívu tvoří dvě časově oddělené intruze. Obě se skládají z několika fází lišících se charakterem geologických hranic, minerálním obsahem, zrnitostí i geochemickým složením. Obě intruze mají samostatný žilň doprovod, složený z aplitů, pegmatitů, žulových porfyrů a lamprofyrů. Starší intruzivň komplex - horská žula (300 mil. let) tvoří plášť mladšímu intruzivňmu komplexu. Vystupuje na povrch ve středň a jižň části masívu. Hlavní intruzivň fází je středně zrnitý muskoviticko-biotitický adamellit až porfyrický biotitický granodiorit (loketská žula). Lokálně se vyskytují i drobná tělesa dioritů až gabrodioritů různě geneze. Mladší intruzivň komplex - krušňohorská žula (270 mil. let) má charakter trhlinových granitů hlubinné povahy. Převládá v s. části masívu. Tvoří však také drobné

satelitní masívky a pně v jeho j. části. Hlavní intruzivní fází je hrubozrnná až středně zrnitá, místy porfyrická žula. Lokálně se vyskytují greiseny a albitity.

## **21 flájský masív**

flájský masív proniká u Flájí do rul východních Krušných hor na českém území na ploše asi 30 km<sup>2</sup>. Podle SATTRANA (1960) je tvořen středně zrnitou biotitickou žulou, která na J a JZ přechází do středně zrnité porfyrické odrůdy. Je většinou považována za žulu horského typu. Masív je po celé délce proražen loučensko-flájskou žilou žulového porfýru.

## **22 borský masív**

(podle města Bor jv. od Tachova) protáhlé těleso hlubinných vyvřelin severo-j jižního směru (180 km<sup>2</sup>), dlouhé 38 km; vystupuje podle tektonické linie mariánskolázeňského zlomu, při kontaktu tepelsko-barrandienského bloku a krystalinika Českého lesa. Intruduje na svém východním okraji do metamorfovaných pelitů a metabazitů různého metamorfního stupně, jejichž zóny (granátu, staurolitu, kyanitu) přesekává. Vnitřní stavba je však konformní s pláštěm. Západní kontakt masívu je migmatitový. Masív se skládá: 1. z bazičtější části tvořené diority, monzodiority, křemennými diority a melagranity (od biotiticko-amfibolických do biotitických), 2. z porfyrických granodioritů a granitů horského typu. Žilný doprovod je z aplitů a aplitických granitů. V granitoidech masívu jsou četné xenolity moldanubických metamorfitů (sillimanitické ruly, amfibolity aj.). K/Ar metodou bylo určeno stáří dioritu na 556 mil. let, horského granitu na 375 a 334 mil. let a dvojslídneho leukokratního granitu na 278 mil. let (vesměs na biotitu).

## **23 babylonský masív**

(podle obce Babylonu u Domažlic) granitický masívek (okolo 12 km<sup>2</sup>) na hranici tepelsko-barrandienského a moldanubického bloku. Je tvořen hrubozrnným porfyrickým biotitickým granitem s velkými porfyrickými živci (do 5 cm); podřízeně je zastoupen neporfyrický typ s přechody do dvojslídneho. Horniny lze srovnávat s moldanubickými nebo krušnohorskými granitoidy. Stáří porfyrického granitu určené K/ Ar metodou (biotit) odpovídá 340 mil. let.

## **24 kladrubský masív**

(podle města Kladruby jz. od Stříbra) těleso granitoidních hornin (90 km<sup>2</sup>) protažené severojižním směrem; intruduje do svrch. proterozoických hornin metamorfovaných v chloritové a kyanitové zóně a představuje zčásti epizonální, zčásti mezozonální masív. Masív je tvořen porfyrickým biotitickým granodioritem (kladrubským) a podřízeně kyselejšími dvojslídnyými granodiority v okrajové části. V j. části se k masívu přimyká samostatný okrouhlý sedmihorský peň s koncentrickou stavbou. Stáří určené K/Ar metodou je 370 mil. let pro kladrubský granodiorit, 295-330 mil. let pro sedmihorský peň (oboji na biotitu). Na masív jsou vázány lamprofyrové žíly.

## 25 středočeský pluton

komplex hlubinných vyvřelin, který se rozkládá na jih od Prahy mezi Říčany, Příbramí, Klatovy, Horažďovicemi, Tábořem a Voticemi. Svou rozlohou přes 3000 km<sup>2</sup> je po moldanubickém plutonu a po lužickém plutonu třetím největším intruzivním tělesem Českého masívu, a protože oba první plutony leží z větší části již mimo území naší republiky, je vůbec největším intruzivním tělesem ČR. Jde o složitý, petrograficky pestrý komplex, v němž se podílejí rozmanité typy vyvřelin od velmi kyselých až po ultrabazika, převládající horninou jsou však granodiority.

V rámci plutonu jsou rozlišovány tyto typy:

říčanský: tvoří zjevně jedno z nejmladších dílčích těles, má rozlohu asi 80 km<sup>2</sup> a je převážně tvořen biotitickou žulou, často s velkými porfyrickými vyrostlicemi draselných živců;

sázavský: nejrozšířenější hornina plutonu, zaujímá asi 710 km<sup>2</sup> a má převážně povahu biotiticko-amfibolického tonalitu, často s hojnými bazickými peckami;

okrajový: ponejvíc biotitická žula, stejnoměrně zrnitá i porfyrická, světlých barev a většinou hrubšího zrna; zaujímá asi 55 km<sup>2</sup>;

těchnický: porfyrická žula s biotitem a amfibolem a růžovými vyrostlicemi draselných živců; rozloha asi 60 km<sup>2</sup>;

požárský: převážně biotitický stejnoměrně zrnitý granodiorit; rozloha asi 65 km<sup>2</sup>;

benešovský: stejnoměrně zrnitý biotitický granodiorit, rozloha asi 175 km<sup>2</sup>, patrně nejstarší prvek plutonu, možná kadomský;

maršovický: biotitický granodiorit místy s muskovitem nebo i cordieritem; rozloha asi 45 km<sup>2</sup>.

sedlčanský: porfyrický granodiorit až žula s bělavými vyrostlicemi živců, rozloha asi 100 km<sup>2</sup>;

Čertova břemene: melanokrání amfibolicko-biotitický granodiorit, granit a kvarcsyenit (durbachit), často s hojnými vyrostlicemi bělavých živců, rozloha asi 220 km<sup>2</sup>;

sedlecký: biotitický granodiorit až granit, stejnoměrně zrnitý, rozloha asi 25 km<sup>2</sup>;

táborský: melanokrání biotiticko-amfibolický, popř. pyroxenický (s orto- i klinopyroxenem) kvarcsyenit; rozloha asi 60 km<sup>2</sup>;

červenský: biotitický až amfibolicko-biotitický granodiorit poměrně tmavších barev; rozloha asi 185 km<sup>2</sup>;

blatenský: stejnoměrně zrnitý biotitický granodiorit, k okrajům přecházející v amfibolicko-biotitickou odrůdu. Rozlohou asi 500 km<sup>2</sup> představuje druhou nejrozšířenější odrůdu plutonu;

zvíkovský: složením i stavbou blízký blatenskému; rozloha asi 130 km<sup>2</sup>;

kozlovický: stejnoměrně zrnitý biotitický granodiorit, místy s muskovitem a cordieritem, rozloha asi 25 km<sup>2</sup>;

klatovský: biotiticko-amfibolický granodiorit stejnoměrně zrnitý i porfyrický; rozloha asi 160 km<sup>2</sup>.

aplitické žuly: tvoří několik oddělených těles v celkové rozloze asi 80 km<sup>2</sup>, hlavně jsou rozšířeny na v. straně plutonu;

bazické masívy: převládající horninou je gabro (Pecerady, Todice, Vavřetice, Tužinka aj.); jsou zastoupeny v mnoha drobných tělesech hlavně mezi Milínem a Mnichovicemi.

Kromě toho se uvádějí ještě další typy, představující buď facie typů výše uvedených, nebo menší separátní tělesa: bohutínský, padrt'ský, něčinský, kšelský, dehetnický, Kosovy Hory apod. Např. padrt'ský masív představuje drobný výskyt amfibol-biotitického křemenného dioritu u Padrt'ského rybníka sz. od Rožmitálu v pokračování tělesa bohutínského křemenného dioritu ve svrchním proterozoiku Barrandienu. Kšelský granit (podle obce Kšely jv. od Českého Brodu) tvoří drobné těleso vystupující z podloží permokarbonu z. od Kouřimi v zóně blanické brázdy. Petrograficky se nejvíce blíží benešovskému granodioritu. Hlubinné horniny plutonu mají často žilný doprovod, v němž se uplatňují zejména aplity a pegmatity, žulové a syenitové porfyry, granodioritové a dioritové porfyry a lamprofyry (hlavně minety a kersantity). V těsném sepětí s plutonem jsou tzv. ostrovy, což jsou kontaktně metamorfované denudační zbytky pláště proterozoických a staropaleozoických sedimentů.

## **26 moldanubický pluton**

Moldanubický pluton je největší hlubinné těleso Českého masívu. Skládá se ze dvou větví, které vybíhají z ústředního tělesa ve Waldviertelu. Jedna větev má směr SSV - JJZ a tvoří střed Česko-moravské vrchoviny (tzv. centrální masív Česko-moravské vrchoviny). Táhne se od Světlé nad Sázavou přes Novou Bystřici a Gmünd až k Dunaji. Druhá větev vybíhá k SZ na Šumavu a sahá až k Řeznu. Je méně souvislá než větev českomoravská. Moldanubický pluton intrudoval do vysoce metamorfovaných krystalických břidlic, převážně plagioklasových pararul, které byly již v předintruzivním stadiu za zvýšeného teplotního gradientu přeměněny na cordieritické ruly a částečně i migmatizovány.

Moldanubický pluton je rozšířen patrně i v podloží větší části moldanubického krystalinika. Patří k němu řada dílčích těles. Ve východní části moldanubika jsou to zejména masív jihlavský, třebešsko-meziríčský a rastenberský (v Rakousku), ve střední části masív melechovský a centrální masív Českomoravské vrchoviny, v západní části

moldanubika a na Šumavě masív klenovský, netolický, prášilský, Plechého, volarský a rozvadovský. V dílčích masívech moldanubického plutonu jsou zastoupeny různé horninové typy, celkově je však méně pestrý než středočeský pluton. Charakteristický je pro něj zvýšený obsah  $K_2O$  a převaha hornin blízká svým složením granitickému eutektiku. Hlavní typy, seřazené podle stáří, jsou:

Olivínovce, gabra a diority - většinou jen zjištěny jako uzavřeniny v granitech ve Waldviertelu. Gabra a diority tvoří i drobné pně v cordieritických rulách, hlavně v Rakousku. U nás u Korolup sz. od Podhradí nad Dyjí.

Z granitoidů je nejstarší weinsberský granit. Je porfyrovitý s tlustě tabulkovitými vyrostlicemi draselného živce, biotitický. Je rozšířen hlavně v Rakousku, na naše území zasahuje v masívu Luzného na Šumavě. Odrůdou weinsberského granitu je melanokrání amfibolicko-biotitický rastenberský granit, blízký syenitu, s pyroxenem. Tvoří samostatné těleso jv. od Gmündu. U nás se mu velmi podobají horniny třebíčsko-meziříčského masívu.

Freistadtský granodiorit, jehož těleso leží mezi Kaplicemi a Freistadtem a na naše území zasahuje málo. Někdy k němu bývá řazen i tzv. ševětínský granodiorit (Ševětín u Hluboké n. Vltavou; AMBROŽ, 1935), který však podle nových výzkumů patří spíše do skupiny eisgarnského granitu. V tělese freistadtského granodioritu jsou zastoupeny světlé, středně zrnité horniny, které svým složením kolísají od tonalitu až ke granitu bohatému plagioklasem; typický je pro něj idiomorfne omezený biotit.

Dalším členem intruzivní řady je biotitický až dvojslídny mauthausenský granit, který je rozšířen patrně pouze mimo území ČR (v Rakousku při Dunaji). Jeho odrůdou je granit schardinský.

Nejmladším typem je granit eisgarnský, který buduje téměř celou českomoravskou část moldanubického plutonu. U nás je označován jako žula čiměřská (V. Zoubek) nebo mrákotínská (VI. Koutek). Je to světlá, středně zrnitá dvojslídna hornina s vyrostlicemi tence tabulkovitého draselného živce. Nejsevernější oddělená část centrálního masívu Česko-moravské vrchoviny z. od Havlíčkova Brodu se označuje někdy jako melechovský (světelský) masív. Petrograficky je rozdělován na jemnozrnější žulu lipnickou a hrubozrnější žulu melechovskou (světelskou). Čiměřské žule je velmi příbuzná žula plockensteinská, vystupující v oblasti Plechého (Plekenštejna) na Šumavě. Diferenciátem čiměřské žuly, který tvoří těleso v. a sv. od Nové Bystřice, je žula landštejnská (V. Zoubek). Je hrubozrnější a bohatší muskovitem. Je zřejmě identická se žulou melechovskou a žulou vystupující v masívu Čeříнку záp. od Jihlavy.

Žilný doprovod plutonu je zastoupen hlavně aplity, pegmatity, žulovými porfýry a lamprofýry; vystupuje velmi hojně i mimo masív v krystalických břidlicích pláště i dost daleko od výchozů mladých masívů. Stáří moldanubického plutonu nebylo jednoznačně určeno, je obecně považován za variský.

Významnější oddělené masívy:

prášilský masív (podle městečka Prášíly u Železné Rudy na Šumavě) součást šumavské větve moldanubického plutonu. Zaujímá asi 100 km<sup>2</sup> v povodí říčky Křemelné, na S je omezen tektonicky, při j. okraji proniká četnými apofýzami do krystalických břidlic šumavského moldanubika, jejichž metamorfózu ovlivnil. V sv. části převládá hrubozrnný biotitický granit s muskovitem (blízký eisgarnskému typu), v jz. tmavší porfyrický granit weinsberského typu.

vyderský masív (KUNSKÝ, 1938; podle říčky Vydra) masív na státní hranici mezi Srním, Modravou a Rokytými slatěmi na Šumavě a je součástí šumavské větve moldanubického plutonu. Na českém území je skoro 12 km dlouhý a téměř 3 km široký a je tvořen hrubozrnným, místy porfyrickým biotitickým a muskovit-biotitickým granitem typu Srní (KODYM et al., 1961), který patří k eisgarnskému typu.

volarský masív (KODYM jun. et al.; 1961, podle Volar na Šumavě) zaujímá plochu více než 100 km<sup>2</sup>. Je tvořen melanokráním porfyrovitým amfibol-biotitickým granitem (rastenberský typ) s hojnými krami ortorul a uzavřeními typu dioritu. Podle složitého průběhu hranice, rozmístění apofýz a usměrnění vyrostlic se předpokládá, že má tvar etmolitu. Je součástí šumavské větve moldanubického plutonu.

plekenštejnský masív (podle hory Plechý – Plockenstein; HOCHSTETTER, 1954). Masív tvořící Plechý, Třístoličnick a Hvozď na Šumavě. Má na českém území asi 130 km<sup>2</sup>. Je tvořen dvojslídovým hrubozrnným granitem typu eisgarn. Je součástí šumavské větve moldanubického plutonu.

lipenský masív (ČECH et al., 1962, podle Lipna v Pošumaví) - žulový masív protažený mezi Výtoní, Lipnem a Rožmberkem v délce asi 15 km a šířce až 5 km. Je tvořen dvojslídovým granitem odpovídajícím typu eisgarn, stáří 349 mil. let. Masív je součástí šumavské větve moldanubického plutonu.

klenovský masív (ZELENKA, 1923; podle Klenové u Deštné na Soběslavsku) tvoří úzké samostatné těleso, protažené rovnoběžně s centrálním masívem mezi Kamenicí n. Lipou a Ševětínem, zčásti zakryté sedimenty Třeboňské pánve a permokarbonu u Českých Budějovic. Přebírají v něm dvojslídové granity (typ mrákotínský), místy přecházející do biotitických granodioritů (typ ševětínský). Je porušen četnými s.-j. tektonickými zónami.

melechovský masív (podle vrchu Melechov v Posázaví) nejsevernější část moldanubického plutonu na Českomoravské vrchovině, která bezprostředně u Větrného Jeníkova navazuje na centrální masív. Z. ohraničení je tektonické, v., s. a j. je nezřetelné, protože granity obsahují při okraji množství uzavření pararul a migmatitů a naopak do okolí v četných apofýzách pronikají. V masívu jsou zastoupeny středně až drobně zrnitý granit mrákotínského typu, označovaný zde též jako světelský granit a v centrální části masívu hrubozrnný, místy porfyrický, dvojslídový granit (tzv. melechovský typ), které však mají shodné chemické složení.

## 27 železnohorský pluton

Železnohorský pluton (též nasavrcký masív, centrální masív Železných hor, sečsko-nasavrcký masív, skutečsko-nasavrcký masív - rozloha asi 200 km<sup>2</sup>) komplikované těleso hlubinných vyvřelin gabro-diorit-granodioritové řady ve střední části Železných hor mezi Vápenným Podolem, Skutčí a Hlinskem. Má přibližně tvar trojúhelníka, protaženého od Z k V, který se přimyká ke kutnohorsko-svrateckému krystaliniku při styku moldanubického a západosudetského bloku Českého masívu. Vystupuje mezi hlineckou zónou, chrudimským starším paleozoikem a ohebským krystalinikem. Na S a Z se masív stýká se spodnopaleozoickými (ordovickými, kambriickými nebo i prekambriickými?) fylity. S. hranice je komplikována stlačeným pruhem kyselých paleovulkanitů (tzv. lukavická série), místně těsně spjatých s granitoidy. Na V se masív stýká s rulami železnohorského krystalinika a na J sousedí s baziky až ultrabaziky ranského masívu, který je oddělen úzkým pruhem platformních křídových sedimentů. Severovýchodní část masívu je zakryta křídovými sedimenty, pod nimiž pokračuje zřejmě daleko k S.

Masív se skládá ze tří částí: střední (hlavní) část je ze středně zrnitých šedých biotitických až amfibolicko-biotitických granodioritů až tonalitů (skutečský, nasavrcký typ), které jsou doprovázeny baziky. Severní část je tvořena skupinou světlejších, hrubozrnějších, často narůžovělých, převážně biotitických granitů a granodioritů (žuberský, křížanovický, kvítecký typ) a také jižní část je tvořena kyselejšími, ale jemnozrnějšími granitoidy (např. všeradovský typ / též všeradovská ortorula). Specifickou horninou masívu jsou kulovité diority od Vrbatova Kostelce. Převládají amfibolické typy bazik. Stáří hlavního typu je pokládáno za variské, někteří autoři jej považují za starší. Stáří určené K/Ar metodou (celková hornina) odpovídá 329-366 mil. let pro granitoidy střední části masívu a 288 mil. let pro žuberský granit. V okolí Skutče způsobují granitoidy kontaktní metamorfózu silurských sedimentů. Žilné horniny jsou zastoupeny aplity, méně pegmatity nebo lamprofyry. Železnohorský pluton má četné analogie s gabro-diorit-granodioritovou řadou středočeského plutonu; představuje obdobný "hraniční pluton" na styku velkých bloků.

## 28 šumperský masív

Šumperský masív tvoří menší těleso v.j. části keprnické klenby v území mezi Bludovem, Šumperkem a Horní Temenicí. Petrograficky je to jednotvárné granitové těleso, odpovídající granodioritovým horninám v rozmezí leukokratního granodioritu až leukokratního adamellitu (Mísař, 1958). Šumperský granodiorit je výrazně usměrněn. Jeho kontaktní účinky jsou v plášti metamorfovaných hornin většinou velmi nepatrné, pouze v okolí Bludova jsou kontaktně přeměněny vápence v sérii svorů. Šumperský masív je hercynského stáří a náleží do stejné komagmatické provincie jako masív žulovský.

## 29 žulovský masív

(podle města Žulová - Frýdberk - ve Slezsku; dříve byl označován též frýdberský) masív vystupující v krystalických břidlicích silesika (78 km<sup>2</sup>), při s. okraji keprnické



klenby. Je s nimi v kontaktu na JV, tektonicky je vůči nim omezen na JZ a na S je zakryt kvartérním pokryvem. Je známý klasickými kontakty (erlány) s karbonátovými horninami. Skládá se z těchto intruzí (od starších k mladším): 1. granodiority a amfibolicko-biotitické křemenné diority; granit s hojným draselným živcem (tzv. okrajový); 2. biotitický granodiorit (žulovský) - hlavní hornina, bohatá křemenem, 3. kontaminované granitoidy bohaté xenolity; leukogranit v okrajové části masívu. Masív je pokládán za variský, protože v okolních fylitech byla nalezena devonská fauna. Na masív jsou vázány žíly křemenných dioritových porfyrů a aplitů (starších než hlavní intruze), biotitických pegmatitů a aplitů.

### **30 krkonoško-jizerský pluton**

Jde o těleso hlubinných vyvřelin o celkové rozloze přibližně 1100 km<sup>2</sup>. Na české území připadá z toho asi 680 km<sup>2</sup>, na polské 420 km<sup>2</sup>. Na dnešním povrchu má tvar připomínající ležatou osmičku. Je protažen východo-západním směrem, ve kterém dosahuje maximální délky 70 km. V severojižním směru je minimální šířka přibližně uprostřed tělesa v okolí Harrachova (pouze 8 km), kdežto dále na východ i na západ se pluton rozšiřuje až asi na 20 km (linie Sněžka – Jelenia Góra a Jablonec nad Nisou - Hejnice). Zeměpisné ohraničení plutonu je na české straně dáno linií: Hejnice - Chrastava - Jablonec n. N. - Tanvald - Harrachov - Špindlerův Mlýn - Sněžka. Pluton má tvar desky, jejíž průměrná tloušťka se odhaduje na 4-5 km. Hlavní horninou je poměrně světlá biotitická žula, vytvářející dvě odrůdy: porfyrickou, známou též pod názvem normální krkonošská žula a stejnoměrně zrnitou, které se často říká žula hřebenu (Kammgranit). Ostrou hranici: mezi oběma odrůdami nelze vést, protože jsou většinou spojeny plynulými přechody. Porfyrický 1 typ je hojnější a převládá hlavně v západní části tělesa, stejnoměrně zrnitá odrůda tvoří zejména hlavní hřeben Krkonoš a zčásti i hřeben kamienogórský. Při z. části j. okraje plutonu, mezi Tanvaldem a Dlouhým Mostem, se k normální biotitické žule přimyká protáhlé těleso asi 20 km dlouhé a v průměru 2 km široké, složené ze stejnoměrně zrnité dvojslídne žuly. Z dalších odrůd je nutno jmenovat ještě amfibolicko-biotitický granodiorit od Fojtky s. od Liberce, tvořící těleso obklopené ze všech stran normální žulou. K žilnému doprovodu plutonu patří aplity, pegmatity, žulové porfyry, žilné syenity, dioritové porfyry a lamprofyry. Podle toho, že některé z těchto žil pronikají na slezské straně do kulmských sedimentů, přičítá se plutonu variské stáří.

### **Melanokrátň granitoidy**

#### **31 Durbachity střeđočeského plutonu (táborský typ a typ Čertova břemene)**

Durbachitem (SAUER, 1891; podle Durbachu ve Schwarzwald, SRN) je označován melanokrátň amfibolicko-biotitický (též biotiticko-amfibolický) syenit. V české literatuře se název vžil jako souborné označení pro melanokrátň granodiority, syenity, monzonity a někdy až žuly tvořící samostatná tělesa. Vystupují ve střeđočeském plutonu (typ Čertovo břemeno) a v masívu Knížecího stolce, v moldanubickém plutonu především v třebíčsko-meziříčském masívu a v jihlavském masívu.

Typ Čertova břemene tvoří poměrně velké těleso (rozloha asi 220 km<sup>2</sup>) na východní straně středočeského plutonu. Jde o komplex složený z melanokrátního amfibolicko-biotitický granodioritu, granitu a kvarcsyenitu. Na toto těleso navazuje tzv. tábořský masív (tábořský typ) o rozloze asi 60 km<sup>2</sup>. Tvoří jej melanokrátní biotiticko-amfibolický, popř. pyroxenický (s orto- i klinopyroxenem) kvarcsyenit.

### **32 netolický masív, masív Velkého Mehelníku, masív Knížecího stolce**

Netolický masív (ZOUBEK, 1951, podle Netolic v Pošumaví) je asi 30 km<sup>2</sup> velký, a je tvořen porfyrickým amfibol-biotitickým melanokrátním granitem rastenberského typu. Spolu s ostatními drobnějšími tělesy na Prachaticku – masív Knížecího stolce (VRÁNA, 1958) a Vodňansku (HEJTMAN, 1949) naznačuje spojení mezi šumavskou částí moldanubického plutonu a mehelnickým masívem (podle vrchu Mehelník jv. od Písku) ve středočeském plutonu na Písecku.

### **33 jihlavský masív**

(podle města Jihlavy v jv. Čechách - 45 km<sup>2</sup>) vystupuje v moldanubických biotitických pararulách východně od centrálního moldanubického masívu, protažen SSZ-JJV směrem. Je tvořen biotiticko-pyroxenickými až biotiticko-amfibolickými křemennými monzonity. Horniny masívu jsou relativně málo variabilní; východní část je poněkud jemnozrnější s amfibolem, západní část ze středně zrnitých hornin s pyroxenem.

### **34 třebíčský masív**

(též třebíčsko-meziríčský masív) těleso trojúhelníkového tvaru, které leží zhruba mezi Jaroměřicemi nad Rokytnou, Velkou Bíteší a Polnou. Zaujímá plochu asi 560 km<sup>2</sup>. Styk s pláštěm je většinou diskordantní (BUBENÍČEK, 1968), pouze v sz. výběžku tělesa je konkordantní (KRUPÍČKA, 1968). Intruduje do moldanubických krystalických břidlic, při z. straně a j. cípu plutonu silně migmatizovaných. Na V se masív tektonicky stýká podél bítešské dislokace s horninami moravika. Geneticky patří k třebíčskému masívu nepochybně ještě drobné masívky sv. od Velké Bíteše.

Třebíčský masív je těleso značně homogenní. Je tvořen tmavým porfyrickým, amfibolicko-biotitickým granitem. Významný zlom směru V-Z v údolí Jihlavy (třebíčský zlom) dělí masív na dvě odlišné části. Výskyty výrazně odchylných petrografických typů nejsou hojné. Nejrozšířenější je aplitická žula, která v nesouvislém úzkém pruhu (až 3 km širokém) lemují těleso na S, Z a nepatrně i na V. Ojedinelý je výskyt pyroxenického dioritu (žíla sv. od Třebíče), amfibolického syenitu (u Naloučan) a dvou pňů porfyrické leukokrátní žuly u Přištpa. Žilný doprovod plutonu tvoří různé typy aplitů a turmalinických aplitů a zejména žíly pegmatitů. Žíly lamprofyrů a žulových porfyrů jsou vzácné.

Vnitřní stavba masívu je patrná podle uspořádání vyrostlic draselného živce, které jsou usměrněny paralelně s kontaktem, uvnitř tělesa však vytvářejí samostatné struktury. V masívu jsou hojně vyvinuty kataklastické a mylonitové zóny, které se začleňují do jeho

zlomové stavby. Mylonity jsou hojné, zejména s. od třebíčského zlomu, v pásmu mezi Třebíčí, Vladislavi a Tasovem.

## **Bazické plutonity**

### **35 poběžovický komplex (vč. mutěnínského a hvožd'anského pně)**

poběžovický masív (KODYM st., 1948; podle Poběžovic sz. od Domažlic) bazické intruzivní těleso vázané spolu s dalšími bazickými masívy na hlubinný zlom českého křemenného valu, které proniká do svorů a pararul domažlického krystalinika a mění je v granát-cordieritické a hypersten-cordieritické rohovce. Je asi 10 km dlouhé a nejvýše 5 km široké, protáhlé ve směru SV - JZ. Těleso má zonální stavbu s nejbazičtějším typy ve střední části. Jeho horniny tvoří tři samostatné vývojové etapy: nejstarší zahrnuje olivín-pyroxenická gabra a gabrodiority s podřízeným peridotitem, troktolitem a pyroxenity, střední je tvořena hlavně křemennými diority a trondhjemity a nejmladší je reprezentována uralitickými gabry a amfibolickými diority. Vznik bohaté škály petrografických typů je vysvětlován frakcionovanou krystalizací primárního magmatu, blízkého tholeiitu; krystalizace probíhala blízko pod někdejší povrchem, takže masív zaujímá přechodní postavení mezi vulkanity a plutonity. Stáří masívu je s největší pravděpodobností kadomské (VEJNAR, 1973).

### **36 kdyňský komplex**

kdyňský bazický komplex zahrnuje strukturně i petrograficky velmi složitý soubor vulkanogenních i plutonických hornin převážně intermediárního bazického charakteru, ležících v místě křížení dvou hlubinných zlomů ssz. a sv. směru (tj. tektonické zóny českého křemenného valu a středočeského švu). Vulkanogenní horniny komplexu jsou postiženy kadomskou regionální metamorfózou, místy překrytou mladší termální rekrystalizací. Původní horniny (spilitové tufy, tufity, spility atd.) byly tak změněny v zelené břidlice, amfibolity a amfibolické rohovce.

Z plutonických hornin převládá amfibol - biotitický křemenný diorit a pyroxen - amfibolický diorit. Menší tělesa jsou tvořena olivinickým gabronoritem a uralitickým gabronoritem. Z okolí Orlovice jsou známy drobné výskyty hortonolitovce. Intruze jsou patrně pozdně kadomského (kambrického) stáří. Komplex je prořat systémem sz. a sv. poruchových zón, v kterých jsou zčásti uloženy žíly žulového porfýru, dioritového porfýritu a gabrového porfýritu.

### **37 ranský masív**

(podle Starého Ranska, 11 km vjv. od Chotěboře) masív bazických a ultrabazických vyvřelin, zhruba oválného tvaru, o rozloze 4,5 x 6 km, který intrudoval na průsečíku dvou významných hlubinných zlomů - železnohorského a přibyslavské zlomové zóny. Podle geofyzikálních výzkumů zasahuje nejméně do hloubky 10 km. Těleso má složitou stavbu vnitřně diferencovaného pně s několika generacemi hornin. Hlavní typy zastoupené v masívu jsou: dunity, peridotity, živcové peridotity, troktolity, olivinická gabra a anortozity, které tvoří starší vývojovou fázi; mladší fáze je zastoupena gabry,

amfibolickými gabry a gabrodiority. Do masívu pronikají ještě menší tělesa křemenných dioritů, žilné porfýry a vznikají v něm různé typy metasomatických hornin. Stáří masívu je patrně spodnokambrické (Mísař et al., 1974). Za ekvivalent ranského masívu je považován drobný masív dioritů, gabrodioritů a gaber, ale i anortozitických hornin u Ronova n. D. – tzv. svatokřížský masív. Je pravděpodobně také kadomského stáří.

## **Granulity**

### **38 prachatický granulit**

(podle města Prachatic) tvoří samostatné těleso v šumavském moldanubiku. Je tvořeno převážně slídnatými granulity, granulity, amfibolity, pyroxenickými granulity, ale také např. polohami grafitických rul (HEJTMAN, 1952). Má antiklinální vnitřní stavbu.

### **39 kříšťanovský granulit**

(podle městečka Kříšťanov u Volar) jedno ze tří hlavních těles jihočeských granulitů. Na J sousedí s volarským masívem, na V je omezeno tektonicky a na S a Z je spjato s horninami moldanubické jednotvárné série.

### **40 granulit Blanského lesa**

Granulit Blanského lesa je nejznámější výskyt granulitů v šumavském moldanubiku, pojmenovaný podle Blanského lesa, který tvoří horský masív Kleti. Jsou v něm zastoupeny typické granulity, slídnaté granulity, pyroxenické granulity a hadce (Křemže), ale i eklogitické horniny, skarny, amfibolity a amfibolické granulity. Výrazná je mladší rekrystalizace za podmínek amfibolitové facie. Granulit Blanského lesa tvoří podle KODYMA jun. (1972) stratiformní čočku v pestré sérii moldanubika, která se však při metamorfóze chovala jako plastické těleso.

### **41 líšovský granulit**

(podle města Líšov v. od Českých Budějovic). Složitě těleso s výskyty granulitů v pestré skupině moldanubika na Líšovském prahu. Kromě granulitů jsou v něm zastoupeny granulitické ruly (jen zčásti rekrystalované), pyroxenické granulity, hadce, amfibolity, ale i pararuly střídající se s granulity v metrových polohách. Líšovský granulit souvisle pokračuje v podloží třeboňské pánve do krystalinika Dunajovického hřbetu a k Nové Včelnici, stejně jako pestrá skupina v jeho sousedství.

### **42 borský granulit**

(STEJSKAL, 1925; podle Dolních Borů s. od Velkého Meziříčí) význačné těleso granulitů v jižní části strážeckého moldanubika. Kromě typických granulitů jsou zastoupeny biotitem bohaté typy ("granulitové rohovce") a horniny rekrystalované při mladší "periplutonické" metamorfóze moldanubika (vznik cordieritu, sillimanitu, biotitizace granátu). Stáří je kaledonské.

V pararulách strážeckého moldanubika se dále nachází drobné, SZ-JV směrem protažené tělísko granátického i pyroxenického drahonínského granulitu (podle obce Drahonín, 10 km sv. od Křižanova).

### **43 náměšťský granulit**

(podle Náměště nad Oslavou). Těleso granulitů v moravském moldanubiku mezi Náměští n. Oslavou a Moravským Krumlovem. Jde nejspíše o metamorfovaná kyselá efuziva a jejich tufy.

### **Migmatity a ortoruly**

#### **44 gföhlské ruly (západomoravské)**

gföhlské rula (Gföhl = obec v Dolních Rakousích, ve v. části Waldviertlu, sz. od Kremsu; F.E Suess). Světle šedá, plástevnatá, často šmouhovitá, někdy i graniticky všesměrná žulorula, bohatá na křemen a živec převážně draselný; s proměnlivým, vcelku však nízkým obsahem biotitu; často obsahuje i granát a sillimanit. Podle DUDKA et al. (1974) jsou gföhlské ruly leukokratními rulami s migmatitovými texturami, které v moldanubiku vznikly zejména proniknutím sedimentární série granitickým materiálem, vytvořením migmatitových textur bez přínosu při rekrystalizaci primárně leukokratních hornin (granulitů, ortorul a světlých pararul) nebo metamorfózou granitů. Největší výskyty gföhlských rul jsou ve Waldviertlu a na jz. Moravě, kde mají určité stratigrafické postavení v moldanubickém vrstevním sledu. V českém moldanubiku jsou k tomuto typu počítány leukokratní ruly v Pošumaví (Netolice, Vodňany, Český Krumlov) a část hornin podolského a popovického komplexu.

#### **45 gföhlské ruly (migmatity popovického komplexu)**

(ZELENKA, 1926; podle obce Popovice jz. od Vlašimi) komplex migmatitů (typu gföhlských rul) při s. okraji sušicko-votické skupiny. Podle zbytků vložek (amfibolity, kvarcity, krystalické vápence, erlány) lze soudit, že výchozí horniny patřily k pestré skupině moldanubika a byly migmatitizovány granitickým materiálem.

#### **46 migmatity až ortoruly krušnohorského krystalinika**

červené ruly krušnohorské (rote Gneise) je označení pro ortoruly (migmatity) vystupující především v klenbových strukturách krušnohorského krystalinika. Tyto ortoruly (migmatity) se často střídají nebo přecházejí do šedých, dvojslídých rul "freiberské" skupiny.

#### **47 tepelská žulorula**

(ZOUBEK, 1951; podle města Teplé). Těleso tepelské žuloruly je protaženo ve směru SV- JZ, má délku 8 km, maximální šířku 3 km a zaujímá plochu 14 km<sup>2</sup>. Hornina je hrubozrnná, s hojnými velkými (1-3 cm) porfyroblasty mikroklin-mikroperthitu, uloženými v jemnozrnnější směsi křemene, antiperthitického plagioklasu a biotitu.

Vznikl pneumatolytickou imbibicí a metasomatózou původních sedimentů (autochtonní granit), která byla současná s regionální metamorfózou okolního krystalinika. Stáří je patrně kadomské.

#### **48 kouřimské ortoruly až migmatity**

(KREJČÍ, 1860, KOUTEK, 1933; podle města Kouřim) monotónní komplex nepravidelného tvaru v kutnohorském krystaliniku na jz. od Kolína, zhruba mezi Kouřimí, Nechybou na Sázavě, Zbraslavicemi a Kutnou Horou. Jsou to dvojslídne ortoruly (žuloruly) a migmatity, s několika pásmy hybridních rul a svorů, se vzácnými vložkami a s masívky amfibolitů, eklogitů a granátických serpentínů. Podle KODYMA st. (1954) a KOUTKA (1967) jde o synkinematické intruze, které proterozoickým stářím i složením jsou ekvivalentem červených krušnohorských rul. V jádrech jednotlivých těles se v nich často vyskytují podle Koutka reliktní struktury žul, v okrajových částech převládají migmatity.

#### **49 – 52 ortoruly blanického typu**

49 Blanická ortorula (ČECH, 1939; podle vrchu Blaník u Vlašimi) je leukokratní rula žulového složení, obsahující muskovit, biotit, sillimanit, granát a turmalín. Hornina má většinou paralelní nebo fluidální texturu, je středně až hrubě zrnitá. Tvoří asi 18 km dlouhý pruh zv. směru, paralelní s okolními pararulami. K témuž typu patří obdobné horniny v moldanubiku u Hvozdna a Hluboké a na Soběslavsku, ruly na Choustníku a u Příbyslavic.

50 Příbyslavická ortorula (KRATOCHVÍL, 1947; podle Příbyslavic j. od Čáslavi) je drobné těleso ležící v moldanubickém krystaliniku, tvořené bílou nebo růžovou, středně až hrubě zrnitou horninou, při okrajích výrazně paralelně strukturovanou. Ortorela je složena z ortoklasu, plagioklasu (oligoklas, méně i albit), křemene, muskovitu, turmalínu a biotitu.

51 Hlubocká ortorela (AMBROŽ, 1935; nazvána podle Hluboké n. Vltavou) je význačné těleso v pararulách jednotvárné série moldanubika v údolí Vltavy s. od Českých Budějovic mezi Hlubokou a Poněšicemi na ploše asi 30 km<sup>2</sup>. Převládá v něm dvojslídne ortorela s turmalínem a granátem (blanický typ) a při jv. okraji biotitické horniny migmatitového vzhledu.

52 Choustnická ortorela tvoří protáhlý masív (3 km dlouhý a 1/2 km široký) v dvojslídne pararulách, často fibrolitických, v Pacovské pahorkatině u Choustníku jv. od Tábora. Je dvojslídne, často turmalinická.

#### **53 ortorely doprovázející železnohorský pluton**

(běstvinská, uhelnopříbramská, ohebská, bílečká ortorela) Jde o menší výskyty ortorely v oblasti kutnohorského krystalinika, příp. moldanubika, které doprovázející (obklopují) těleso železnohorského plutonu. V malínské skupině k.k. u Běstviny se nachází běstvinská "ortorela"; což je texturně nejednotný soubor hornin (okaté a perlové ruly,

nebulitické migmatity s hojnými relikty masívních pararul a erlánů). Samostatně, v moldanubických pararulách, jz. od Uhelné Příbrami je uložena uhelnopříbramská ortorula; tj. biotitická ortorula s migmatitovými texturami, blízká ortorule běštinské. U obce Bílek u Chotěboře, při hranici moldanubika a čáslavského krystalinika, se nachází bílečná ortorula. V ohebském krystaliniku pak vystupuje ohebská ortorula (CULEK, 1952). Je to dvojslídňá ortorula s turmalínem a s typickými fibrolitovými nodulemi.

#### **54 mirotická ortorula**

(KETTNER, 1931; podle Mirotic vých. od Blatné) tvoří jižní část mirovického metamorfovaného ostrova, kde navazují na jílovské pásmo a tvoří těleso asi 22 km dlouhé a maximálně 9 km široké. Mirotické ortoruly jsou petrograficky shodné se starosedelskými ortorulami, se kterými mají též stejnou tektonickou pozici, a s ortorulami u Hudčic. Jsou též analogické s některými horninami podolského komplexu v moldanubiku. Jsou to velmi leukokratické horniny vyvinuté v několika odlišných typech, které do sebe přecházejí (aplitické, dvojslídňé, biotitické a amfibolitické ortoruly). Podle KODYMA sen. (1954) jsou zbytkem pláště středočeského plutonu a lze je nejspíše srovnat s ortorulami kutnohorského krystalinika.

#### **55 starosedelská ortorula**

(KETTNER, 1931; podle St. Sedla u Orlíka) tvoří jz. pokračování sedlčansko-krásnohorského metamorfovaného ostrova a jejich těleso je téměř 9 km dlouhé a 3 km široké. Jsou v něm zastoupeny hlavně dva typy ortorul; světlé biotitické ortoruly (složené z oligoklasu, ortoklasu, křemene, biotitu a malého množství amfibolu) a bezslídňé aplitické ortoruly. Obsahují polohy amfibolitů velmi rozmanitého složení. KODYM sen. (1954) je považuje za zbytky pláště středočeského plutonu, které jsou patrně příbuzné s ortorulami kutnohorského krystalinika. Jsou snad prekambrikové.

#### **56 ortoruly podolského komplexu**

(KODYM sen., 1954) rozsáhlý komplikovaný horninový komplex při j. okraji středočeského plutonu v údolí Vltavy, na Písecku a v Pošumaví (Helfenburk). Je tvořen převážně migmatitizovanými horninami ortorulového vzhledu (často obsahujícími kromě biotitu i amfibol) a horninami, které petrograficky odpovídají biotitickým granodioritům. Podolský komplex dále zahrnuje i horniny granulitového vzhledu, jejichž relikty je znám od Žďárských Chalup jv. od Písku.

#### **57 bechyňská ortorula**

těleso ortoruly v jádře antiklinální struktury v pararulách moldanubika u Bechyně. Převládá muskovito-biotitická ortorula se sporadickým sillimanitem, granátem a turmalínem. Podle zjištění FEDIUKA (1976) je na Z ohraničena ostře vůči pararulám, na V do nich povlně přechází v široké migmatitové zóně. Rb/Sr metodou bylo zjištěno stáří primární homogenizace 470 mil. let.

## **58 strážská ortorula**

## **59 bítešská rula svratecké klenby (svratecká rula)**

(F. E. SUESS, 1897, podle Velké Bíteše) charakteristický člen moravika, zastoupený v dyjské i svratecké klenbě. V typickém vývoji je to světlá až leukokratní okatá ortorula s výraznou lavicovitou nebo deskovitou odlučností, nehojně i masivní. Oka velká nejčastěji 0,5 cm jsou tvořena draselným živcem a vzácněji též plagioklasem. Jemnozrnná základní tkáň je složena z křemene, živce (albitu nebo kys. oligoklasu, ortoklasu) a biotitu. Bítešská rula je hornina značně homogenní v celém prostoru svého rozšíření. Pouze v kontaktní zóně těsně při styku s vranovsko-olešnickou sérií v ní bývají četné vložky biotitických amfibolitů a pararul, uložené rovnoběžně s břidličnatostí. Bítešské ruly mají zřetelné metamorfní struktury a textury překryté navíc strukturami mylonickými a kataklastickými. (MÍSAŘ et al., 1983).

## **60 vírská rula**

Vírská ortorula (žulorula) představuje těleso leukokratních žulorul s granátem a kyanitem uložené konkordantně v poličském krystaliniku sv. od Víru (MÍSAŘ, 1963). Horniny mají úzké vztahy k tzv. "červeným" ortorulám svrateckého krystalinika.

## **61 bítešská rula dyjské klenby**

Bítešská rula tvoří deskovité těleso, které se táhne na délku 125 km od Hostěradic až téměř k Dunaji. Její mocnost nepřesahuje patrně 4 km. Těleso je uloženo velmi ploše mezi nadložní vranovsko-olešnickou sérií a podložní sérií Bílého potoka. Styk s oběma sériemi je s největší pravděpodobností intruzivní. Bítešská rula vznikla patrně dislokační metamorfózou z ložních intruzí porfyrického granitu, granitporfyru nebo z porfyrických kyselých vulkanitů (FRASL, 1971). Stáří není bezpečně prokázáno, je zřejmě prevariské, nejspíše kadomské.

## **Mezozoické sedimenty České křídové tabule**

### **sedimenty svrchního turonu a senonu (62) a sedimenty středního a spodního turonu (63)**

Sedimenty české křídové pánve pokrývají valnou část s. poloviny Českého masívu mezi krušnohorským zlomem a státní hranicí na Z a výchozy jednotek moravskoslezské oblasti na V. Na J je omezení pánve převážně atektonické - v křivolaké průsečnici transgresní plochy s terénem nebo v myšlené spojnici izolovaných relictů. Toto omezení lze sledovat z Doupovských hor na Z přes Rakovník, Beroun, Kouřim a Chotěboř do okolí Blanska na V. Na S je hranice pánve zčásti tektonická (tvoří ji lužický zlom), zčásti opět křivolakou hraniční výchozovou linií s. od Jičína k Trutnovu a Hronovu. Vně takto vymezené české křídové pánve leží svrchní křída dolnoslezské permokarbonské pánve a křída kralického příkopu.



Svrchnokřídové sedimenty jsou zakryty mladšími předkvarténními formacemi jen v malé míře, a to výhradně na Z, kde jsou rozsáhlé výskyty sedimentů a neovulkanitů neogénu. Vzhledem k částečnému zakrytí lze celkovou rozlohu české křídové pánve jen odhadovat, a to na hodnotu nepříliš přesahující 14 000 km<sup>2</sup>. Nezakrytá plocha činí 12 500 km<sup>2</sup> (KLEIN A SOUKUP, 1964).

Výplň pánve má všude neúplnou mocnost, která dosahuje maximální hodnoty 964 m ve vrtu Kerhartice u České Kamenice (cenoman až santon). Od České Kamenice k Děčínu se mezi minus 500 m a minus 600 m n.m. prostírá nejhlubší část pánevního dna. Druhá oblast větších hloubek a mocností je v osní části pánve mezi s. okolím Mladou Boleslaví a Litomyšlí, kde je dno mezi minus 500 m a minus 400 m n.m. a mocnost kolísá mezi 400 m a 500 m (MALKOVSKÝ et al., 1974). K obvodu pánve mocnost postupně klesá.

V české křídové pánvi jsou zastoupeny stupně cenoman až santon. Dle litostratigrafického členění (ČECH et al., 1980) se vyčleňují následující souvrství:

**Perucko-korycanské souvrství** (stáří ?alb; cenoman) obsahuje litologicky pestré sedimenty, reprezentující nejstarší - kontinentální - fázi sedimentace a její přechod přes oscilačně marinní nebo brakický interval do nejstarších sedimentů mořské transgrese.

**Perucké vrstvy** (mocnost 60 m) jsou výrazně cyklicky uspořádané říční, jezerní, bažinné, deltové a lagunární usazeniny cenomanu, které spočívají na zvětralinovém plášti fundamentu. Většinou jde o pískovce a aleuropelity provázené polohami jílovců, uhelných jílovců až jílovitého uhlí. Vystupuje především mezi Rakovnickem a tokem Labe, mezi Prahou a Č. Brodem a mezi Vysokým Mýtem a jv. omezením pánve.

**Korycanské vrstvy** (cenoman) dosahují na Děčínsku mocnosti až 130 m. Na rozdíl od předešlých pokrývají jejich mělkovodní mořské sedimenty téměř celou pánevní plochu. Ve spodní části vrstev jsou mělkomořské křemenné pískovce s kaolinitovým pojivem, lokálně pak slepence nebo brekcie. Výše jsou vápnité nebo jílovité pískovce, příp. prachovce a jílovce.

**Bělohorské souvrství** (mocnost 30-130 m, stáří spodní turon) tvoří mělkovodní mořské slínovce obvykle s vysokým podílem spikul hub (spongility), místy ještě s akcesorickým glaukonitem. Při krušnohorském zlomu a podél Labe jim odpovídají křemenné, zčásti kvádrové pískovce. U Bíliny a mezi Prahou a Železnými horami nacházíme písčito-vápnité usazeniny příbojového prostředí.

**Jizerské souvrství** (mocnost 15-400 m, stáří střední turon). Sedimenty jsou mělkomořské, písčité facie zasahuje od lužického a jílovického zlomu přes Hřensko (skalní město), Ústěk, Mimoň a Doksy až k Mělníku. Hrubo zrnité pískovce až slepence jsou charakteristické pro oblast podél lužického zlomu. Vně této písčité faciální oblasti k J a V se v celé pánvi vyskytuje monotónní facie slínovcová až slínito-písčité. Největší mocnost jednotky byla zjištěna v okolí Č. Lípy.

**Teplické souvrství** (mocnost 30-110 m, stáří svrchní turon a spodní koniak). Jednotku reprezentují mělkomořské, monotónní komplexy vápňitých jílovců, slínů až jílovitých vápenců. Největší mocnost má jednotka v osní části pánve mezi Mladou Boleslaví a Vysokým Mýtem.

**Rohatecké vrstvy** (stáří koniak). Jsou to mělkomořské vápňité jílovce až slínovce s vložkami silicifikovaných nebo karbonátových sedimentů, obvykle označované jako „inoceramové opuky“.

**Březenské souvrství** (mocnost 250 m, stáří střední a svrchní koniak). Pro jednotku jsou typické flyšoidní nebo písčité sedimenty. Tvoří známá skalní města u Turnova, Mnichova Hradiště a Jičina (Prachovské skály). Ve středu a v z. části pánve je zastoupena vápňitými jílovci až slínovci. V písčitém vývoji stoupá mocnost jednotky až na 460 m a na V dokonce na 560 m.

**Merboltické souvrství** (mocnost až 150 m, stáří santon). Jsou to mělkomořské, středně až jemně zrnité kaolinické pískovce s polohami prachovců a jílovců.

### **Terciérní vulkanity (neovulkanity)**

#### **64 terciérní vulkanity "Českého středohoří"**

Hlavní vulkanická činnost v Českém středohoří patří 1. neovulkanické fázi (oligocén - miocén, 35-17 mil. let), která začala po sedimentaci starosedelského souvrství podkrušnohorských pánví, tj. koncem oligocénu. Za centrum vulkanismu se považuje okolí Roztok n. Labem s podpovrchovými tělesy essexitu, rongstockitu a sodalitického syenitu (KOPECKÝ, 1977). Činnost začala produkcí pyroklastik (tufy, tufové aglomeráty). Komplex těchto pyroklastik (tzv. bazální pyroklastika) je sledován masívními efuzívy. Nejstarší výlevy jsou bazické až ultrabazické bazalty, olivinické bazalty a nefelinity, které jsou vystřídány tefritickými lávami; nakonec se rozlily trachyty a fonolity (SHRBENÝ, MACHÁČEK, 1973). Prostorově se kupí bazika a ultrabazika (bazalty, melilitity) při krušnohorském a středohorském zlomu; intermediární vyvěřeliny jsou jen v centru Českého středohoří, zatímco tefritické vyvěřeliny nacházíme všude. Neovulkanity 2. neovulkanické fáze (pliocén, 6 mil. let) - bazika a ultrabazika - jsou ve formě pravých žil a místních lávových příkrovů známé jen ve výběžcích severočeské pánve u Světce a Ohníče.

Neovulkanity se vyskytují (zejména v české křídové pánvi) i jako izolované výskyty rozptýlené daleko od Českého středohoří. Morfologicky výrazná je troska stratovulkánu olivinického nefelinitu Vinařická hora u Kladna (s xenolity svrchní křída v přírodních kanálech, dále pak tělesa Řípu a vrchu Kopeč u Odolené Vody (obojí je hauynický nefelinit). Východně od Labe jsou zajímavé rozsáhlé žíly melilitických nefelinitů s olivínem u Českého Dubu (Velká a Malá Čertova zeď), znělcové kupy Malého a Velkého Bezdězu, komínové brekcie vrchů Dědek a Baba u Mladé Boleslavi, čedičové proudy a příkrovy Kozákova a okolí Semil (posledně uvedené překrývají mladotřetihorní říční terasu) a lakolit sodalit-tefritového znělce Kunětická hora u Pardubic. Nejsevernější neovulkanity na území ČR jsou sz. od Rumburka, nejižnějším

a pro Čechy i nejvýhodnějším neovulkanitem je olivinický nefelinit vrchu Košumberk u Luže na Chrudimsku.

### **65 terciérní vulkanity "Doupovských hor"**

Komplex neovulkanitů Doupovských hor vytváří okrouhlý útvar, zcela oddělující sokolovskou pánev od pánve severočeské. Komplex, lokalizovaný na křížení zlomu sv. směru (j. okrajový zlom sokolovské pánve, střezovský zlom) se zlomem hlubinného pásma jáchymovského (vyznačujícím sv. hranici karlovarského plutonu), je na SZ uťat krušnohorským zlomem a na V přesahuje jen mírně přes podbořanský zlom a jeho jz. pokračování. Neovulkanické produkty Doupovských hor zasahují jako vyклиňující se jednotka daleko k Z do sokolovské pánve. Směrem k V lze neovulkanity Doupovských hor ve vrtech sledovat podél střezovské hrástě a v jejím pokračování severočeskou pánví až k Českému středohoří. V centru Doupovských hor činí maximální mocnost láv a pyroklastik podle geologických řezů necelých 1000 m. Je to mocnost neúplná, denudační.

Komplex Doupovských hor vznikl v 1. neovulkanické fázi (oligocén - miocén, 35-17 mil. let) jako jednoduchý stratovulkán s centrálně situovaným přívodním kanálem u Doupova (KOPECKÝ, 1977). Kanál je vyplněn essexitem. Naspodu komplexu je litologicky pestrý soubor převážně subakvatických pyroklastik (tzv. bazální pyroklastika – tufy - tufity, tufitické jíly), který přechází do pyroklastik subaerických. Ve vyšších polohách se v nich objevují lávové příkrovy, které se pak s pyroklastikou střídají. Uvádí se, že na stavbě stratovulkánu se podílejí lávy z 20 % a pyroklastika z 80 %. Výlevy láv začínají ultrabazickými leucitity; další jsou bazické lávy tefritového charakteru a nakonec bezolivinické čediče. Stratovulkán je prořat četnými, radiálně uspořádanými žilami nefelinitu a leucititu. Zlomové porušení je nepatrné.

Základní znaky celého erupčního sledu se shodují se znaky 1. neovulkanické fáze v Českém středohoří. Další, 2. a 3. neovulkanická fáze nejsou v Doupovských horách zastoupeny.

### **66 terciérní vulkanity Ostravska**

Na Moravě jsou neovulkanity Českého masívu výhradně na S, kde se kupí ve dvou liniích sz. směru. Početnější a morfologicky výraznější jsou tělesa jižnější linie, která vznikla v 3. neovulkanické fázi Českého masívu (viz odstavec 68). Spodnomiocénní nefelínický bazanit od Kobeřic a spodnomiocénní neovulkanity z Ostravska patří k linii severnější. Vznikly vesměs v 1. neovulkanické fázi. Na Ostravsku jde o čediče a čedičové brekcie prorážející uhlonosný karbon. Z pravých žil se do uhelných slojí mnohde odštěpují žíly ložní, provázené přírodním koksem.

### **67 západočeské vulkanity 3. neovulkanické fáze**

V západních Čechách jsou ke 3. neovulkanické fázi (pliocén-pleistocén, 2,7-0,9 mil. let) řazeny jen kužely struskových pyroklastik a žilná tělesa. Nejznámější je „Komorní hůrka“ jz. od Františkových Lázní. Je to kužel pyroklastik melilititu, prořatý žilou

nefelinitu. „Železná hůrka“ jv. od Chebu má stejnou formu a složení, chybí však žíla nefelinitu. Za dozvuky 3. neovulkanické fáze se považují i recentní výrony CO<sub>2</sub> na rašeliništi Soos u Františkových Lázní.

### **68 vulkanity 3. neovulkanické fáze Nízkého Jeseníku**

K vulkanitům 3. neovulkanické fáze (pliocén-pleistocén, 2,7-0,9 mil. let) v Nízkém Jeseníku náleží čtyři nejvýznamnější stratovulkány – „Malý a Velký Roudný“, „Venušina sopka“ a „Uhlířský vrch“ - seřazené mezi Leskovcem n. Moravici a Bruntálem. Plošně největší (8 km<sup>2</sup>) a nejvyšší (780 m) je Velký Roudný s několika lávovými proudy, z nichž jeden je téměř 5 km dlouhý, 50 m mocný a složený z bazanitu a čediče. Tento proud spočívá na štěrkopísku terasy Moravice, a proto byl Velký Roudný již dávno považován za velmi mladý neovulkanit Českého masívu. Lávové proudy Venušiny sopky provázené až 60 m pyroklastik (BARTH, 1977) mají bazanitové až nefelinitové složení. Uhlířský vrch (bazanit) je proslulý až 45 m mocnými pyroklastiky s typickými pumami. Mimo čtyři uvedené stratovulkány jsou v Nízkém Jeseníku ještě další drobné pliocénní až pleistocénní efuze bez pyroklastik. Daleko k Z, do Rychlebských hor, je vysunut nefelinický bazanit ze Zálesí. Výrony CO<sub>2</sub> jsou známy jak v Nízkém Jeseníku (Bruntál, Krnov, Rýmařov), tak z dolu Jan Šverma v OKR.

### **Neogénní sedimenty**

#### **69 miocénní sedimenty Chebské pánve**

Chebská pánev představuje nejzápadnější část podkrušnohorské příkopové propadliny mezi Chebem, Františkovými Lázněmi, Kynšperkem n. O. a N. Hrozňatovem. Františkolázeňským koridorem zasahuje do SRN. Výplň tvoří drobné reliktické paleogenního starosedelského souvrství, převládající miocénní "spodní jílovito-písčité souvrství", hlavní slojové a cyprisové souvrství a nejmladší vildštejnské souvrství (mladý pleistocén?). Svrchnoburdigalská až helvetská hnědouhelná sloj dosahuje mocnosti až 32 m. Holocénního stáří je křemelina a rašelina u Hájku (Soos).

#### **70 miocénní sedimenty Sokolovské pánve**

Sokolovská pánev leží v jz. křídle podkrušnohorské příkopové propadliny. Od chebské pánve je oddělena hřbetem krystalických břidlic u Chlumu n. Ohří, od severočeské pánve neovulkanity Doupovských hor. Patří k ní též výskyt terciéru u Hroznětína. Příčné zlomy rozdělují Sokolovskou pánev na části sokolovskou, chodovsko-staroralskou a karlovarsko-otovickou. Výplň tvoří paleogenní bazální starosedelské souvrství a miocénní sedimenty, v nichž jsou rozlišována souvrství hnědouhelné sloje Josef, vulkanogenní souvrství, hlavní slojové souvrství se slojemi Anežka a Antonín a cyprisové souvrství.

#### **71 miocénní sedimenty Severočeské pánve**

Severočeská pánev se rozkládá se mezi Krušnými horami, Doupovskými horami a Českým středohořím. Patří k ní části mostecká, teplická a chomutovská. Výplň tvoří

sedimenty oligocenní (podbořanské kaolinické písky) a miocenní (vulkanogenní souvrství s jíly, tufy a tufity, uhelnými slojkami a diatomity), podložní souvrství, souvrství hnědouhelných slojí a nadložní souvrství, tvořené jílovci nebo písky (žatecká facie), popř. šterky (tzv. rakovnické nebo hlavačovské).

## 72 mořský miocén karpatské předhlubně

Výchozy předhlubňových sedimentů vytvářejí pruh od státní hranice s Rakouskem u Znojma k hranici s Polskem mezi Opavou a Karvinou. Západní hranice pruhu je dána křivolakou transgresní linií sedimentů předhlubně na horniny výchozové části Českého masívu. Místy, jako např. mezi kulmem Oderských vrchů a mořským miocénem Moravské brány, je laločnatá transgresní hranice nahrazena přímočarým stykem zlomovým. Původně však tyto sedimenty výrazně překračovaly tuto hranici, o čemž svědčí řada reliktnů (např. v údolí Svratky, u Ústí n. Orlicí a Lanškrounu). Současná východní hranice pruhu se kryje s průběhem čel karpatských příkrovů. Na východě pokračují sedimenty předhlubně pod příkrovy na vzdálenost až přes 28 km.

Časově reprezentují sedimenty mořského miocénu stupně eggenburg až baden. Nejmenší rozšíření z nich mají sedimenty stupňů eggenburg - ottang, největší sedimenty badenu. Souhrnná mocnost všech miocénních sedimentů je asi 1 600 m.

Sedimenty intervalu eggenburg - ottang (mocnost 600 m) jsou reprezentovány jen místně se vyskytujícími bazálními klastiky, vápnitými jíly až jílovci s vložkami písků a pískovců. Sedimenty stupně karpát (mocnost 600 m) začínají bazálními klastiky, nad nimiž jsou charakteristické jemně písčité vápnité jíly (tzv. šlír) a písky. Usazeniny stupně baden (mocnost 400 m) náleží spodní části stupně. Jejich výchozy vytvářejí sv. orientovaný pruh podél čel karpatských příkrovů, jehož šířka přesahuje v úsecích Znojmo - Vyškov a Přerov - Suchdol n. Odrou jen výjimečně 10 km. Přesahem nejen sedimentů karpátu, ale i hornin starších formací dokazují spodnobadenské sedimenty svoji výrazně transgresní povahu. Nad bazálními klastiky jsou vyvinuty vápnité jíly (tzv. tégl) a místně i mělkovodní vápnité pískovce nebo lithothamniové vápence.

## Kvartérní pokryv

**Kvartérní pokryv (73)** je významný zejména v nížinné oblasti moravských úvalů, kde zaujímá povodí středních a dolních toků Moravy, Svratky a Dyje. Charakterizují jej mocné spraše a výrazné svahoviny (hlavně z měkkých sedimentů terciéru při v. okraji oblasti). Rozsáhlejší váté písky jsou mezi Hodonínem a Břeclaví. Spraše lemují v mocných komplexech jv. okraj výchozové části Českého masívu od Znojma až k Přerovu a Olomouci. Jsou v nich výrazné tmavé půdní obzory. Terasové stupně a jejich šterkopísky se vyskytují málo; většinou jsou při řekách vtékajících do úvalů z výchozové části Českého masívu. Ve shodě se slabým zastoupením teras se vyskytují i malé hodnoty maximálního zahloubení řek pod úroveň nejvyšší terasy.

### 3.3 Vyloučení oblasti z důvodu vylučujících kritérií

S ohledem na charakter uložených radioaktivních materiálů je nutná jejich izolace od biosféry na dobu v řádu desítek až stovek tisíc let. K zajištění tohoto požadavku bude použit multibariérový systém, tzn. kombinace přírodní bariéry geologického prostředí a několika technických bariér. Konečné uložení radioaktivních odpadů si klade za cíl dva základní principy:

- dlouhodobá ochrana lidí a životního prostředí před úniky z uložených odpadů
- eliminace možné zátěže příštích generací.

Kritéria popsaná v tomto kroku se nevztahují pouze k zajištění bezpečnosti HÚ RAO a jeho technologického zařízení, ale k zajištění obou výše uvedených aspektů v souladu s platnou legislativou ČR i mezinárodními doporučeními. Účelem tohoto kroku je, z oblastí, vybraných z hlediska příznivých geologických podmínek, vyloučit území na základě tzv. „kritéria tří skupin“. Jedná se o kritéria zahrnující:

- dlouhodobou bezpečnost
- realizovatelnost a bezpečný provoz
- demografická skupina + ochrana životního prostředí

Umístění stavby hlubinného úložiště vysoce radioaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva v ČR je technicky, legislativně i občansky složitý a komplikovaný problém. Při jeho realizaci je nutno upřednostnit multidisciplinární přístup.

Bezpečnostní zásady specifikované IAEA (1997) *Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management* a IAEA (1995) *Safety Series No. 111-F The Principles of Radioactive Waste Management* byly shrnuty do těchto bodů:

1. Ochrana zdraví – s radioaktivními materiály musí být nakládáno takovým způsobem, aby byla zaručena přijatelná ochrana zdraví.
2. Ochrana životního prostředí - s radioaktivními materiály musí být nakládáno takovým způsobem, aby byla zaručena přijatelná ochrana životního prostředí.
3. Ochrana v nadnárodním měřítku – při nakládání s radioaktivními odpady mají být vzaty do úvahy možné dopady na zdraví a na životní prostředí za hranicemi státu.
4. Ochrana budoucích generací - s radioaktivními materiály musí být nakládáno takovým způsobem, aby bylo zaručeno, že předpověditelné dopady na zdraví nepřevýší odpovídající úroveň dopadů, jež jsou přijatelné v současnosti.
5. Zatížení příštích generací - s radioaktivními materiály musí být nakládáno takovým způsobem, aby nebylo přenášeno nepatřičné zatížení na budoucí generace.
6. Národní právní rámec - s radioaktivními materiály má být nakládáno v rámci odpovídajícího národního právního prostředí, včetně jasného přiřazení odpovědností a existence nezávislých dozorových funkcí.
7. Řízení vzniku radioaktivních odpadů – vznik radioaktivních odpadů má být udržován na prakticky dosažitelném minimu.

8. Vztahy mezi vznikem radioaktivních odpadů a nakládání s nimi - vztahy mezi vznikem radioaktivních odpadů a způsobem nakládání s nimi mají být vhodným způsobem zohledněny.
9. Bezpečnost zařízení – bezpečnost zařízení pro nakládání s RAO má být odpovídajícím způsobem zajištěna po celou dobu jejich používání.

### 3.3.1 Kritéria dlouhodobé bezpečnosti

V České republice je základním zákonným opatřením, které vytváří legislativní rámec a primární podmínky bezpečného využívání jaderné energie a ionizujícího záření zákon č.18/1997 Sb., *o mírovém využití jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon)* a navazující vyhláška SÚJB 215/1997 Sb. *o posuzování vhodnosti lokality pro umístění jaderných zařízení z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany*. Umístění jaderného zařízení nebo velmi významného zdroje ionizujícího záření musí být provedeno v souladu s touto vyhláškou, kterou SÚJB stanoví ve smyslu § 47, odst. 7, zákona 18/1997 Sb. rozhodující kritéria pro posouzení vhodnosti vybírané lokality při umístění jaderných zařízení a významných zdrojů ionizujícího záření z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany. Vylučující a podmiňující kritéria, stanovená podle § 3 vyhl. 215/1997 Sb. je nutno uplatnit již v počátečních fázích výběru. V případě umístění HÚ je možný logický přesun kritérií podmiňujících do skupiny kritérií vylučujících, případně průkaz nepoužitelnosti některých kritérií.

Vyhl. 215/1997 Sb. stanoví v §4a) za vylučující kritérium „předpokládané překročení stanovených průměrných ročních efektivních dávek ozáření jednotlivců z kritické skupiny obyvatel nacházející se v lokalitě odpovídající předpokládanému umístění během provozu jaderného zařízení nebo pracoviště s velmi významným zdrojem ionizujícího záření (dále jen záření nebo pracoviště)“. Za dobu provozu HÚ je nutno považovat celou dobu plnění jeho základní funkce, to znamená izolování RAO od životního prostředí. Pro tuto dobu musí být garantováno dodržování výše uvedeného kritéria.

U HÚ RAO je nutné zvážit riziko ozáření u povrchové stavby v době aktivního provozu, ke kterému může dojít při přejímce kontejnerů a u stavby podzemní, kdy vlivem netěsnosti bariér může dojít k úniku radionuklidů do životního prostředí.

Přírodními zdroji záření jsou kosmické záření, přirozené radionuklidy vázané na horniny zemské kůry a plynný radon. Podíl jednotlivých složek na sumární hodnotě efektivního dávkového ekvivalentu je variabilní a odráží přírodní konkrétní podmínky dané lokality.

Podíl kosmického záření je proměnlivý s nadmořskou výškou, pro ČR je udávána průměrná hodnota 0,20 – 0,23 mSv/rok. Aktivita půdního horizontu a horninového prostředí je způsobena především přítomností čtyř přirozených radionuklidů  $^{40}\text{K}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$  a je proměnlivá v závislosti na obsahu těchto prvků v matečné hornině.

Optimalizací radiační ochrany, systémem limitů pro omezování ozáření a obecnými limity se zabývá vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb. v § 17, 18, 19.

Doba nutná k izolaci RAO od biosféry se stanovuje v rámci bezpečnostních rozborů. Rozdělení jednotlivých RAO podle stupně aktivity, poločasů rozpadu a vlastní toxicity je velmi žádoucí. Po celou dobu izolace RAO musí zůstat funkční alespoň jedna bariéra v rámci multibariérového systému.

Obecně je možno konstatovat, že bariéry geologické (přírodní) mají větší životnost než bariéry inženýrské (umělé). U uranových ložisek je geologická bariéra schopna zabránit negativním vlivům na přírodní prostředí v časově relativně neomezeném úseku. Tato představa nemá absolutní hodnotu, ale hodnotu doby průkazu. Není však možné zanedbat podmínku setrvání současných nebo jim blízkých podmínek geologických (přírodních) procesů. S tímto předpokladem se dostáváme do časových relací  $10^3 - 10^4$  let. V žádném případě v podmínkách Českého masivu nepřekročíme časový interval  $10^6$  let. Rizikové analýzy, používané v jaderné energetice, považují za zanedbatelnou až událost s pravděpodobností výskytu nižší než  $10^{-7}$  let.

U bariéry inženýrské je možno se odvolat na průkazy a zkušenosti několika desítek, max. stovek let. Při hodnocení tohoto kritéria je nutné zvažovat tři možné cesty průniku RAO do biosféry:

- plyny procházejícími horninovým prostředím k povrchu masivu,
- podzemní voda (vodní roztoky), prostupující průlinovým nebo puklinovým prostředím k povrchu území,
- odkrytí HÚ působením přírodních endogenních či exogenních vlivů.

Izolační a retenční vlastnosti inženýrských bariér ve vzájemné kombinaci musí být takové, že uložený inventář radionuklidů nezpůsobí po transportu bariérami, včetně horninového prostředí, takovou kontaminaci dotčených složek životního prostředí, že v žádném kalendářním roce průměrná efektivní dávka u kritické skupiny obyvatel nepřesáhne  $250 \mu\text{Sv}$ .

Mimořádně je pro tuto oblast důležitá transparentnost důkazů a jejich využití k ovlivnění veřejného mínění.

Dalším vylučujícím kritériem je nerealizovatelnost včasného zavedení a úplného uskutečnění všech neodkladných opatření pro ochranu obyvatelstva za podmínek radiační havárie zařízení nebo pracoviště, zejména vzhledem k rozložení obyvatelstva a přítomnosti sídelních útvarů nacházejících se v lokalitě odpovídající předpokládanému umístění (Vyhl. 215/1997 Sb., §4b).

Kritérium se vztahuje pouze na dobu provozu. Po uzavření úložiště a ukončení monitorování není reálné. Podmínky pro sestavení vnějšího havarijního plánu upravuje § 98 Vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb. o požadavcích na zajištění radiační ochrany.

Následující text je nutno chápat jako metodické doporučení EPP, vyplývající z dvacetiletých zkušeností s umístováním jaderných zařízení. Tento text zahrnuje i



výklad spoluautora vyhlášky SÚJB č. 215/1997 Sb. k obsahu některých ve vyhlášce obsažených kritérií.

Při výběru staveniště musí být vzhledem k vyhl. č. 215/1997 Sb. a zvláště §4, písmenu b) uplatněn princip preventivní opatrnosti. V této etapě výběru, kdy není známo umístění vlastního staveniště povrchového areálu, není možno provést potřebnou demografickou studii. Je však nutno mít na zřeteli, že vysoká průměrná hustota obyvatel na km<sup>2</sup> a blízkost velkých městských center jsou podmínky významně zhoršující možnosti umístění jaderného zařízení. Za nepřijatelnou hustotu obyvatel může být považován  $n$  násobek průměrné hustoty na území státu (např. >150/km<sup>2</sup>), což automaticky přináší i zvětšení vzdálenosti staveniště a městských akumulací. Stanovení této vzdálenosti je nezbytné pro praktický výběr. V pokročilých fázích výběru budou pro tyto účely vypracovány speciální studie bezpečnostní, demografické a meteorologické. Ty prokáží skutečné potřeby. Na uplatnění této předběžné opatrnosti již v prvých fázích výběru nemají SÚRAO a EPP jednotný názor.

Dalším omezujícím faktorem umístění jaderné stavby je průběh státní hranice. V souvislosti s mezinárodními závazky, návody IAEA a vylučujícím kritériem §4, písmena b) vyhl. SÚJB 215/1997 Sb. nelze umístit jaderné zařízení tak, aby existovala možnost negativního dopadu provozu zařízení na zdraví a životní prostředí za hranicemi státu.

EPP proto nebude pro potřeby úkolu hodnocení dosud navržených lokalit navrhovat „bezpečné vzdálenosti“, s výjimkou příhraničního pásma, kde vzdálenost 10 km od hranic souseda považuje z výše uvedených důvodů za minimální. Vyloučené pásmo 10 km je možno uplatnit k hranici lokality (ve smyslu ÚJV 1998) nikoliv staveniště.

### **3.3.2 Kritéria realizovatelnosti a provozu**

Do skupiny kritérií, která nesouvisí přímo s jadernou bezpečností, patří dále kritéria hydrogeologická. Ta se vztahují k výskytu a ochraně podzemních vod prostých i minerálních, a k možnosti monitorování pohybů a kvality podzemních vod v okolí jaderného zařízení. Formulace základního požadavku na ochranu podzemních vod i jaderné stavby před vlivy podzemních vod je dána vyhl. SÚJB č. 215/1997 Sb., §4j), §5d).

Z dalšího výběru jsou dále vyloučena i území v ochranných pásmech vodárenských nádrží a omezujícím prvkem jsou i ochranná pásma vodárenských toků. Do této kategorie je možno přiřadit i chráněné oblasti přírodní akumulace povrchových a podzemních vod, ve kterých vlivem příznivých přírodních podmínek dochází k tvorbě vyšších specifických odtoků i jejich přirozené regulaci, a které významně přispívají k vodnatosti významných toků.

Mezi kritéria skupiny „realizovatelnost a provoz“ náleží především střet s oblastmi surovinových zdrojů nebo jiných přírodních bohatství. Z dalšího zkoumání budou vyloučena území s výskytem staré důlní činnosti, kde hrozí důsledky poddolování, průvaly důlních vod a bořivé účinky velkých důlních, event. horských otřesů (vyhl.

SÚJB 215/1997 Sb., §4n) a území, kde je „výskyt těžby surovin v užších lokalitách“, který by měl nepříznivé dopady na výstavbu a provoz zařízení (vyhl. 215/1997 sb., §4o).

Dále jsou podmíněčně vyloučena území s výskytem ložisek nerostů nebo akumulací, která by v budoucnu mohla ložisko tvořit. Vyloučena jsou i chráněná ložisková území, vymezená podle horního zákona.

Z dalších kritérií, důležitých pro tento krok výběru, je nutno upozornit na zasahování ochranných pásem letišť, zejména jejich vzletových a přistávacích prostorů a objektů leteckých zařízení do užších lokalit, §5, písmeno n). V tomto bodě je možné se přidržet bezpečnostního návodu IAEA 50-SG-S5 (1981), který vylučuje přítomnost letišť do vzdálenosti:

jakékoliv letiště..... do 10 km od zařízení

civilní letiště s malým provozem .....do 16 km od zařízení

vojenské letiště ..... do 30 km

Návod dále určuje vzdálenosti od letových koridorů, letového prostoru letišť, od okraje letových cest, stejně tak od leteckých střelnic a bombardovacích polygonů. Uvedené vzdálenosti je nutno v tomto kroku pouze zvažovat, větší váhu mají při posuzování staveniště povrchového areálu.

Ochranná pásma dle vyhl. SÚJB 215/1997 Sb., chránící jaderný zdroj, vyžadují některé objekty průmyslové výroby. Orientační šířka ochranných koridorů je následující:

- energetické zdroje, hlavní silniční železniční a vodní dopravní trasy a skladování nebezpečných látek: 2– 3 km,
- objekty, které by mohly za nepříznivých okolností ohrozit zařízení nebo pracoviště, např. muniční sklady, přeprava nebezpečných látek, chemický průmysl, zvláště rafinerie ropy a výroby trhavin, nebo velká skladiště těchto látek: předběžně – 10 km

Ochranná pásma průmyslových objektů se vztahují pouze k povrchové stavbě HÚ RAO.

Vycházíme-li ze způsobu skladování VJP ve 130 tunových kontejnerech a obecných podmínek provozu jaderných zařízení v ČR, je potřebné přivedení železniční vlečky do povrchového areálu HÚ. Tato potřeba představuje významné omezení možnosti umístění a, i když v tomto kroku nepatří k vylučujícím podmínkám, je nutné při posuzování oblasti brát v úvahu i hustotu železniční sítě. Železniční vlečku je možno odbočit ze železniční trati pouze ve stanici a jen zcela vyjímečně z volné trati. Při dlouhém zavlečkování by výkup pozemků od desítek, možná stovek majitelů byl časově a administrativně nepřekonatelnou překážkou projednání staveniště v potřebném čase. Optimální vzdálenost staveniště od hlavních silnic a železnic je větší než 2 – 3 km a menší než 10 km.

Pokud je v textu použit termín „hlavní silnice, železnice“ a pod, jsou tím míněny dálnice, rychlostní komunikace, rychlostní železniční koridory a elektrifikované železniční trati, na kterých nelze provést výluky z přepravy nebezpečných látek, např. vojenských transportů, nebezpečných chemických látek apod.

### 3.3.3 Kritéria demografická a ochrany životního prostředí

Demografická kritéria zahrnují sociální, kulturní a ekonomická působení výběru staveniště a pozdějšího provozování úložiště. Zahrnují např. ekonomický potenciál oblasti a jeho další vývoj, kvalitu života v oblasti, kulturní potenciál a domácí mír. Zahrnují rovněž aspekt „dobrovolnosti“, tj. tolerance s výběrem staveniště místní samosprávou. V tomto kroku výběru jsou nejdůležitější omezení ta, která vyplývají ze zákona č. 114/1992 Sb., *o ochraně přírody a krajiny* (čísla novelizovaných verzí a prováděcí vyhlášky jsou uvedena v kap. 2.1.)

Celková koncepce a filozofie zákona sleduje udržení a obnovu přírodní rovnováhy v krajině, ochranu rozmanitostí forem života, přírodních krás a šetrné hospodaření s přírodními zdroji. Funkce ochrany je chápána jako ochrana celého ekosystému, jehož abiotickou složku tvoří horninové, vodní a půdní prostředí. Při posuzování aktivit je nezbytné sledovat vlivy na všechny složky prostředí. Cílem je jednak obecná ochrana přírody a krajiny a jednak uchování zvláště chráněných území. V této etapě výběru je účelné zabývat se hlavně velkoplošnými chráněnými územími, tj. národními parky a chráněnými krajinnými oblastmi.

Národní parky se vyhláší zákonem ČNR. Jedná se o rozsáhlá území, jedinečná v národním či mezinárodním měřítku, jejichž značnou část zaujímají přirozené nebo lidskou činností málo ovlivněné ekosystémy, v nichž rostliny, živočichové a neživá příroda mají mimořádný vědecký a výchovný význam. Ze zákona je zakázáno povolovat a umisťovat zde nové stavby.

Chráněné krajinné oblasti (CHKO) Jedná se o rozsáhlá území s harmonicky utvářenou krajinou, charakteristicky vyvinutým reliéfem, s významným podílem přirozených ekosystémů lesních a trvalých travních porostů, s hojným zastoupením dřevin, popřípadě s dochovanými památkami historického osídlení. CHKO vyhláší vláda republiky nařízením.

Tato velkoplošná chráněná území jsou dále členěna na zóny (NP na tři, CHKO vyjimečně až na čtyři zóny). Zákazy ze zákona, uvádějí mj. zákaz umisťovat a povolovat nové stavby na území 1. zóny, které má nejpřísnější režim ochrany.

Maloplošná chráněná území nejsou z pohledu výběru vhodných lokalit podstatná, charakter vylučujících kritérií mají až při výběru staveniště.

Jistá ochrana ze zákona 114/1992 Sb., charakterizovaná ve stupni „preferenční“ dle kapitoly 1.2. se vztahuje i na další dva fenomény dle zákona 14/1992 Sb., a těmi jsou územní systém ekologické stability (ÚSES) a přírodní park (PPK).

Územní systém ekologické stability krajiny je vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Rozlišují se 3 kategorie ÚSES (místní, regionální a nadregionální) které spadají do působnosti různých stupňů orgánů státní správy nebo ochrany přírody.

PPK - jedná se o krajinný ráz území s významnými soustředěnými estetickými a přírodními hodnotami, který není zvláště chráněn. PPK vyhláší orgán ochrany přírody a stanovuje omezení takového využití území, které by znamenalo zničení, poškození nebo rušení stavu tohoto území.

Při úvahách o ochraně přírody a krajiny je nutno zvažovat perspektivy příštích 50 – 80 let, tedy i všechna území k ochraně navržená nebo zvažovaná.

Podrobnější požadavky ochrany přírody a životního prostředí jsou řazeny do dalších etap a kroků výběru lokality a zvláště staveniště HÚ RAO.

### **3.4 Čtvrtý krok výběru – uplatnění předností**

Na rozdíl od prvního a třetího vylučujícího kroku a podmiňujícího krok druhého, má být ve čtvrtém kroku uplatněn systém předností. Ty mají spolupůsobit při stanovení pořadí vhodnosti lokalit pro HÚ, podle kterého budou prováděny další lokalizační práce.

Splnění tohoto úkolu je podmíněno určitým stupněm rozpracování technického řešení „stavby“ obecně i v konkrétních podmínkách každé lokality a to pro její podzemní i povrchovou část, komunikační napojení, zdroj „surovin“ a energií apod. V obecné rovině pak v možnostech jejího působení na okolní prostředí. V předkládané práci musí být tato část podkladů nahrazována zralou inženýrskou úvahou dodavatele. To může být v budoucnu příčinou možných změn a dodatků.

Při nedostatku konkrétních projektových studií byly pro uplatnění předností využity následující údaje zpracované pro celé území ČR.

#### **3.4.1 Hustota osídlení**

Při uplatnění obecně platných zásad lokalizace jaderných zařízení, konzervativního pojetí principů bezpečnosti a pracovních postupů tyto principy uplatňujících (např. ALARA) je nízká hustota obyvatelstva považována za výhodu lokality.

V příloze č. 24 je předložena mapa hustoty osídlení ČR dle metodiky EU podle okrsků přenesené správy („malé okresy“). Hustota zalidnění je rozdělena do tří kategorií:

< 50 obyvatel/km<sup>2</sup>

50 – 100 obyvatel/km<sup>2</sup>

> 100 obyvatel/km<sup>2</sup>

preferance lokality klesá s počtem obyvatel na km<sup>2</sup>

< 50 obyvatel /km <sup>2</sup>	50 – 100 obyvatel/km <sup>2</sup>	> 100 obyvatel/km <sup>2</sup>
1. Lubenec- Blatno	2. Pačejov-nádraží	6. Budišov (není reprezentativní)
8. Teplá	3. Božejovice-Vlksice	
9. Zbytiny	4. Pluhův Žďár – Lodhěřov	
10. Opatovice-Silvanka	5. Rohozná-Růžená	
	7. Borohrádek	
	11. Lodín-Nový Bydžov	

Tab. 4: Hustota obyvatel v jednotlivých lokalitách

### 3.4.2 Krajinový pokryv

Příloha číslo 25 zobrazuje čtyři typy ploch:

1. Urbanizovaná území
2. Zemědělsky využívané plochy
3. Lesní plochy a plochy přirozené vegetace
4. Vodní plochy

Tento pohled na území ČR je velmi schematický. Může však být použit z hlediska bezpečnostních, produkčních a zprostředkovaně i vlastnických vztahů. Lze přijmout předpoklad, že většina lesních ploch je v držení státu nebo větších pozemkových vlastníků.

Pokud vycházíme z předpokladu, že urbanizované plochy jsou pro lokalizaci vyloučené nebo málo vhodné až nevhodné, vodní plochy vyloučené a zemědělské plochy je nutné posuzovat podle druhu pěstovaných plodin, mají jistou preferenci lesní plochy. Za málo vhodné musí být považovány zemědělské pozemky s pěstováním plodin přímé spotřeby (ovoce, zelenina, krmivo), zatímco pozemky s převahou pěstování technických plodin (řepka, len atd.) mají jistou preferenci. Formulace předností může být následující:

Zásobování obyvatelstva potravinami rostlinného i živočišného původu vyjádřené poměrem těchto druhů potravin do lokality dovážených ze vzdálenějších oblastí k objemu stejných druhů potravin na území lokality vyrobených, nebo k celkovému objemu těchto druhů potravin na území lokality spotřebovaných s předností lokality pro kterou je první nebo druhý poměr nejvyšší.

Obecná charakteristika zemědělské výroby území v okolí staveniště, vyjádřená poměrem zemědělské výroby určené pro potravinářské účely a zásobení obyvatel k objemu zemědělské výroby pro jiné účely s předností staveniště, pro které je tento poměr nejnižší nebo s možností jeho dalšího snížení.

Příznivé podmínky	Průměrné podmínky	Zatěžující podmínky
1. Lubenec- Blatno	2. Pačejov-nádraží	3. Božejovice-Vlksice
7. Borohrádek	4. Pluhův Žďár – Lodhěřov	5. Rohozná-Růžená
8. Teplá	6. Budišov	11. Lodín-Nový Bydžov
9. Zbytiny		
10. Opatovice-Silvanka		

Tab. 5: Posouzení lokalit z hlediska krajevého pokryvu

### 3.4.3 Dávkový příkon gama záření horninového prostředí, radonové riziko

Z hlediska lokalizace jaderného zařízení je velmi obtížné hodnocení významu dávkového příkonu gama záření hornin (součást přírodního prostředí) a radonového rizika. Tyto otázky jsou však vždy předmětem diskuse veřejnosti a používaným argumentem proti umístění jakéhokoliv jaderného zařízení. V průměru je každý obyvatel Země vystaven záření z přírodních i umělých zdrojů. Průměrné dávky jsou v následující tabulce.

	<b>kosmické záření</b>	<b>0,25</b>
<b>přírodní zdroje záření</b>	potraviny a nápoje	0,30
	záření z půdy a budov	0,35
	přírodní aktivita ovzduší	1,30
	celkem přírodní zdroje	2,2

	<b>lékařské vyšetření roentgenem</b>	<b>0,30</b>
<b>umělé zdroje záření</b>	spad radioaktivních látek ze zkoušek jaderných zbraní	0,01
	lety ve velkých výškách	0,01
	jaderná energetika	0,001
	celkem umělé zdroje	0,32
	celkem přírodní a umělé zdroje	2,52

Tab. 6: Průměrný příkon záření na jednoho obyvatel v mSv/rok

#### Funkce zadání přednosti:

Výpočtové hodnoty kolektivních dávek ekvivalentů u obyvatelstva ve sledovaném území, včetně expozice z ostatních člověkem vytvořených zdrojů ionizujícího záření, až do vzdálenosti 100 km od alternativních lokalit s předností lokality s nejnižším kolektivním dávkovým ekvivalentem

V podmínkách ČR má mezi přírodními zdroji záření nadprůměrné postavení záření z půdy a budov a přírodní aktivita ovzduší. Je to důsledkem zvýšeného zastoupení minerálů obsahujících radioaktivní prvky, zvláště uran v horninách Českého masivu.

Jak je patrné z výše uvedené tabulky, jsou vlivy jaderné energetiky o tři řády nižší než vlivy přírodního záření. V této souvislosti jsou vedeny diskuse o škodlivosti nárůstu i o

nekonečně nízkou dávkou. Je však nutno připomenout, že přestěhování se z oblasti české křídly do některé „krajinařsky atraktivní“ lokality, jako je např. okolí Chyšek, Božejovic, Pačejova nebo Velkého Meziříčí zvyšuje přírodní zdroj záření, které absorbuje lidské tělo až 34 x. K tomu je nutné připočítat i radonové riziko ze špatně izolovaných a špatně větraných budov.

V následující tabulce jsou pro jednotlivé lokality uvedeny průměrné hodnoty příkonu gama záření hornin (1 m nad zemským povrchem) v nGy/h (Grey) a stupeň radonového rizika. Rozměrem radonového rizika jsou kBq.m<sup>-3</sup>.

lokality	nGy/h	stupeň radonového rizika
Teplá	15	1 – 2
Borohrádek	25 - 35	2
Zbytiny	45	3
Lodín-Nový Bydžov	45 - 55	1
Opatovice-Silvanka	65-75	3
Pluhův Žďár-Lodhěřov	65-75	4
Rohozná-Růžená	75 - 85	4
Lubenec - Blatno	75 - 85	4
Pačejov nádraží	85 - 105	4
Božejovice-Vlksice	110 - 130	4
Budišov	170	4

Tab. 7: Příkon gama záření a radonové riziko pro jednotlivé lokality

Radonové riziko je nutné zvažovat i jako indikátor hlubšího dosahu existujících puklinových systémů v horninovém prostředí a jejich netěsnosti.

### Podmínky výstavby a provozu HÚ

Zahrnují v sobě možnosti umístění, výstavby a provozu jaderného zařízení – HÚ. A to povrchového i podzemního areálu, dopravních cest, zásobování potřebnými medii, vlivů na okolní životní prostředí, i ekonomiku výstavby a provozu. V následujících tabulkách je zahrnuta značná míra nejistot.

dobré	průměrné	obtížné
1. Lubenec-Blatno	5. Rohozná-Růžená	3. Božejovice-Vlksice
2. Pačejov-nádraží	10. Opatovice-Silvanka	7. Borohrádek (výstavba)
6. Budišov	11. Lodín-Nový Bydžov	4. Pluhův Žďár
	8. Teplá	9. Zbytiny (provoz)

Tab. 8: Podmínky výstavby a provozu

<b>dobré</b>	<b>průměrné</b>	<b>zhoršené</b>
6. Budišov	10. Opatovice-Silvanka	8. Teplá
5. Rohozná (Růžená ne)	2. Pačejov nádraží	9. Zbytiny
4. Pluhův Žďár	3. Božejovice-Vlksice	11. Lodín-Nový Bydžov
	1. Lubenec-Blatno	
	7. Borohrádek	

Tab. 9: Dopravní vzdálenosti, délka vlečky (bez přepracování VJP)

<b>dobré</b>	<b>průměrné</b>	<b>zhoršené</b>
1. Lubenec-Blatno	3. Božejovice-Vlksice	7. Borohrádek
2. Pačejov-nádraží	4. Pluhův Žďár-Lodhěřov	9. Zbytiny (provoz)
8. Teplá	5. Rohozná (ne Růžená)	11. Lodín-Nový Bydžov
	10. Opatovice-Silvanka	6. Budišov

Tab. 10: Dopravní vzdálenosti, délka vlečky (s přepracováním VJP)

<b>malé</b>	<b>průměrné</b>	<b>na hranici přijatelnosti</b>
10. Opatovice-Silvanka	1. Lubenec-Blatno	5. Růžená -Rohozná
11. Lodín-Nový Bydžov	2. Pačejov nádraží	3. Božejovice-Vlksice
7. Borohrádek	4. Pluhův Žďár	9. Zbytiny
	6. Budišov	
	8. Teplá	

Tab. 11: Vlivy na životní prostředí a krajinný ráz

Komplexní vyjádření k ekonomice staveb v jednotlivých lokalitách není možné. Zcela chybí jakákoliv studie staveb a jejich proveditelnosti pro jednotlivé lokality. Tato absence vážně ohrožuje argumentaci v diskusích s veřejností o umístění stavby.

Je možno pouze konstatovat zvýšení nákladů na dopravní stavby u lokalit:

5. Růžená

7. Borohrádek

11. Lodín – Nový Bydžov

Zvýšení nákladů na výstavbu povrchových areálů a spojovacích cest s podzemím je možno očekávat u lokalit:

3. Božejovice – Vlksice

7. Borohrádek



## Zvýšení nákladů na podzemní stavbu u lokalit:

3. Božejovice – Vlksice

7. Borohrádek

Ke srovnání alternativních lokalit a stavenišť HÚ může sloužit i následující soubor ukazatelů:

Zásobení obyvatelstva pitnou vodou vyjádřené poměrem počtu obyvatel zásobovaných pitnou vodou z veřejných vodovodů s podzemními kontrolovanými zdroji v širším okolí staveniště, k počtu obyvatel zásobovaných z vlastních individuálních nebo společných neveřejných zdrojů s předností lokality, pro kterou je tento poměr nejvyšší nebo s možností jeho zvyšování

Zásobení území užitkovou vodou, vyjádřené poměrem objemu vody čerpané ze zdrojů, které nemohou být kontaminovány z provozu jaderných zařízení, k objemu vody čerpané z vodního toku, do kterého jsou vypouštěny technologické odpadní vody, nebo odpadní vody vzniklé přečistěním nízkoaktivních odpadů s předností lokality, pro kterou je tento poměr nejvyšší nebo s možností jeho zvyšování

Plošný rozsah trvalého a dočasného záboru půdy pro výstavbu jaderného zařízení, s předností staveniště, pro které je trvalý nebo dočasný zábor půdy co nejmenší

Charakteristika využívání oblastí s vyhlášeným zvláštním režimem v okolí jaderného zařízení, s předností staveniště, pro které je nejnižší

- hospodářské využívání nejbližšího okolí staveniště, vyjádřené finančním objemem výroby z této činnosti vyplývající
- nutnost přesídlení obyvatelstva, vyjádřená jeho počtem

Geomorfologická a mezoklimatická charakteristika území způsobující vznik meteorologických situací nepříznivě ovlivňujících rozptyl radioaktivních i tepelných exhalací v ovzduší území okolo staveniště (četnost výskytu tepelných inverzí a stavu bezvětří) s předností staveniště, na němž je četnost výskytu takovýchto jevů nejnižší

Geomorfologická charakteristika staveniště jaderného zařízení, vyjádřená objemem nezbytně nutného přemístění zemin pro jeho úpravu s předností staveniště, pro které je tento objem nejnižší

Charakteristika stupně ochrany a jedinečnosti chráněných území v zájmových lokalitách s předností lokality s nejnižším počtem a nejmenší plochou chráněného území.

Náročnost zavlčkování staveniště jaderného zařízení, vyjádřená součinem vzdálenosti od železničního uzlu železniční sítě (km) a celkové přepravní výšky (m) s předností staveniště, pro které je tento parametr nejnižší.

### 3.5 Pátý krok výběru – vyhodnocení

Pátý krok výběru je syntézou kroků předchozích. Prvé tři kroky určují možné lokality bez nároku na jejich konečný počet, čtvrtý krok má přispět ke stanovení pořadí jejich vhodnosti. Ve výběru HÚ RAO v ČR chybí pro úspěšnou realizaci čtvrtého kroku většina studijních i projektových podkladů. Podle zadání předrealizační etapy průzkumných prací, časově do 06/2005, nejsou tyto práce jejím předmětem.

Předložený návrh výběru je doporučením zpracovatele, založený na více než pětadvaceti letech zkušenostech s výběrem lokalit a stavenišť jaderných zařízení, rozsáhlých databázových materiálech EPP a řadě projektových studií, bezpečnostních rozborů, rizikových analýz a terénních rekognoskací, provedených mimo rámec zadání úkolu.

Určení definitivního pořadí lokalit, navržených k průzkumu, je úkolem SÚRAO. Zpracovatel výběru garantuje metodicky správné a úplné využití všech existujících materiálů a podkladů, stejně tak soulad pracovních postupů a jejich výsledků s platnou legislativou ČR, návody a doporučeními MAAE a využití relevantních zkušeností průmyslově vyspělých států světa.

Výběr umístění lokalit HÚ RAO a VJP na území celé ČR, provedený v souladu s metodikou popsanou v kapitole 2.3. této zprávy, vede k následujícímu výsledku.

poř. č.	č. lokality	jméno lokality	kraj
V prostředí granitoidních masivů (označení G)			
1.	G/1	Lubenec-Blatno	Ústí nad Labem
2.	G/2	Pačejov nádraží	Plzeňský
3.	G/3	Božejovice-Vlksice	Jihočeský
4.	G/4	Pluhův Žďár -Lodhěřov	Jihočeský
5.	G/5	Rohozná – Růžená	Vysočina
6.	G/6	Budišov	Vysočina
7.	G/7	Borohrádek	Pardubický
V prostředí metamorfovaných hornin (ortorul, migmatitů, granulitů), označení M			
8.	M/1	Teplá	Karlovy Vary
9.	M/2	Zbytiny	Jihočeský
10.	M/3	Opatovice - Silvána	Středočeský
V prostředí sedimentárních hornin (slínovce, písčité slínovce, jílovce), označení S			
11.	S/1	Lodín – Nový Bydžov	Hradec Králové
Umělá lokalita jako záložní řešení (označení U), etapa Technické údaje jsou uvedeny v závěru kapitoly			
12.	U/1	Severočeská pánev	Ústí nad Labem

Tab. 12: Možné lokality umístění HÚ

### 3.6 Doporučení zpracovatele pro další průzkum

Jako doporučení pro další průzkum jsou navrženy varianty snížení počtu lokalit 8+1, 6+1

#### Varianta 8+1

poř. č.	č. lokality	jméno lokality	kraj	poznámka
1.	G/1	Lubenec-Blatno	Ústí nad Labem	
6.	G/6	Budišov	Vysočina	
2.	G/2	Pačejov nádraží	Plzeňský	
5.	G/5	Rohozná – Růžená	Vysočina	pouze Rohozná
10.	M/3	Opatovice - Silváňka	Středočeský	
8.	M/1	Teplá	Karlovy Vary	
4.	G/4	Pluhův Žďár –Lodhěřov	Jihočeský	
11.	S/1	Lodín-Nový Bydžov	Hradec Králové	

+12.	U/1	Severočeská pánev	Ústí nad Labem	ověření reálnosti
------	-----	-------------------	----------------	-------------------

#### Varianta 6+1

poř. č.	č. lokality	jméno lokality	kraj	poznámka
1.	G/1	Lubenec-Blatno	Ústí nad Labem	
6.	G/6	Budišov	Vysočina	
2.	G/2	Pačejov nádraží	Plzeňský	
10.	M/3	Opatovice - Silváňka	Středočeský	
5.	G/5	Rohozná – Růžená	Vysočina	pouze Rohozná
4.	G/4	Pluhův Žďár-Lodhěřov (var. Lodín-Nový Bydžov)	Jihočeský Hradec Králové	

+12.	U/1	Severočeská pánev	Ústí nad Labem	ověření reálnosti
------	-----	-------------------	----------------	-------------------

### 3.6.1 Popis lokalit

V následující tabulce jsou přehledně uvedena čísla mapových listů, na kterých se jednotlivé lokality nacházejí. Pokud se jedna lokalita vyskytuje na dvou mapových listech, jsou v tabulce uvedena obě čísla.

poř. č.	jméno lokality	kraj	chráněná území dle zák. 114/1992 Sb.	ochrana dle vyhl. 215/1997 Sb.	ostatní chráněné zájmy
1.	Lubeneč-Blatno	Ústí nad Labem	9	10	11
2.	Pačejov nádraží	Plzeňský	6	7	8
3.	Božejovice-Vlksice	Jihočeský	6	7	8
4.	Pluhův Žďár-Lodhěřov	Jihočeský	3	4	5
5.	Rohozná-Růžená	Vysočina	3, 18	4, 19	5, 20
6.	Budišov	Vysočina	15, 18	16, 19	17, 20
7.	Borohrádek	Pardubický	15	16	17
8.	Teplá	Karlovy Vary	9	10	11
9.	Zbytiny	Jihočeský	21	22	23
10.	Opatovice- Silváňka	Středočeský	12	13	14
11.	Lodín- Nový Bydžov	Hradec Králové	12, 15	13, 16	14, 17

Tab. 13: Názvy lokalit a čísla příloh

#### 1. Lubeneč – Blatno

Lokalita Lubeneč má tvar nepravidelného kosočtverce s výběžkem k západu. Je situována mezi obce Lubeneč (severozápadní okraj), Tis u Blatna (jihozápadní okraj) a Blatno (východní okraj již mimo vymezenou lokalitu). Severovýchodní omezení je vedeno paralelně se státní silnicí I. třídy Karlovy Vary – Praha, zhruba 500 m severovýchodně od této komunikace. Délka lokality ve směru s.-j. je zhruba 5 km, ve směru v.-z. 4 km. Oblast patří do tzv. tiského úseku čistecko-jesenického masivu, který je součástí vyšší plutonické jednotky zvané lounský masiv. Rozloha lokality je 19 km<sup>2</sup>.

Pokračování čistecko-jesenického masivu k severu až severovýchodu je někdy označováno jako lounský masiv. Do svého pláště proniká masiv velmi složitě četnými apofýzami a pravděpodobně obsahuje řadu kontaktních rohovců. Ze severu a východu zasahují do lokality karbonské sedimenty, ze západu sericitické fylity.

Názory na stáří čistecko-jesenického masivu se u různých autorů liší. Podle Šmejkal je jeho stáří variské (zhruba 310 mil.let), většina autorů mu připisuje stáří kadomské (CHÁB 1971, MÍSAŘ 1983). Existují rovněž teorie, podle kterých byl kadomský masiv tiský proražen raně variskou intruzí čisteckého masivu. Granitové těleso tiského masivu má tvar desky neznámé mocnosti, podle geofyzikálních podkladů tvoří rozsáhlé a v hloubce spojitě těleso, které vystupuje na současný povrch v několika místech.

Převažujícím granitoidem lokality je modrošedý, porfyrický alkalicko-vápenatý monzogranit blízký syenodioritu se znaky granitoidu typu S. Hornina má všesměrnou

stavbu, je stejnoměrně zrnitá a jen místy se objevuje náznak porfyrického vývoje. V minerálním složení převládá křemen, perthitický mikroklin a plagioklas, biotit tvoří asi 10%. Z akcesorií jsou nejhojnější zirkon, apatit, titanit, a rutil. Při východním okraji se v granitu objevuje vedle biotitu i muskovit a lze pozorovat též hybridizaci.

Kromě tohoto převládajícího typu se vyskytují lokální facie tiského granitu, vyvinuté při západním okraji tělesa. Jedná se o dvojslídny granit, který se od převládajícího typu liší přítomností muskovitu a dále hybridní biotitický granodiorit, který se vyznačuje jemnozrnnou strukturou a zvýšeným podílem biotitu.

Po stránce mechanických vlastností patří tato hornina svými fyzikálně-mechanickými vlastnostmi mezi nejlepší granitoidy českého masivu. Významnou předností je nepatrný podíl inhomogenit v podobě xenolitů a šlír a rovněž mimořádně nízký počet hornin žilného doprovodu.

Severně od obce Tis u Blatna prochází ve směru východ – západ tzv. kračínsko-tiské zlomové pásmo. Nachází se mimo lokalitu, blízko za její jižní hranicí. Podél této zlomové linie proráží tiským granodioritem terciérní bazaltoidy. Podle FEDIUKA (1990, 1991) zde bylo nalezeno pět výskytů alkalických neovulkanitů, tři intruzivní a dva efuzivní. Vesměs se jedná o analcimizované olivinické nefelinity s mírnými přesahy do nefelinických bazanitů.

Styk granitoidů s karbonskými sedimenty na západě je tektonický podle zlomů směru SSV-JJZ. V lokalitě jsou podle výsledků mapování předpokládány další dvě poruchy směru SSV-JJZ mezi kótou Kapucín a kótou 589 a SZ-JV od obce Strohaře podél jihozápadního svahu kóty Čertovka. Kromě toho se zde nachází výše popsaná linie kračínsko-tiská.

Při východním okraji vytýčené lokality se nachází biocentrum, na které navazují dva biokoridory ve směru k západu a jihovýchodu. Od jihu zasahuje do lokality dvěma výběžky přírodní park Horní Střela.

Těsně při východním omezení lokality se nachází přírodní rezervace Blatenský vrch. Má rozlohu 13,78 ha a předmětem ochrany je starý suťový porost na žulovém podkladu.

Lokalita není ve střetu s kritérii dle vyhl. 215/1997 Sb. ani hledisky ostatních chráněných zájmů.

Generel umístění stavby je dobře řešitelný i ve variantách.

## **2. Pačejov-nádraží**

Je situována mezi obce Pačejov – nádraží a Defurovy Lažany, její rozloha je 20 km<sup>2</sup>. Lokalita se nachází v jihozápadní části středočeského plutonu. Pluton zde vytváří dva laločnaté výběžky, protažené ve směru sv.-jz. Výběžky jsou označeny jako apofýza chanovická, která tvoří vlastní lokalitu a severozápadně od ní apofýza klatovská. Oba

výběžky jsou odděleny pruhem moldanubických hornin, které zde tvoří protáhlý záliv, označený jako kasejovicko-plánický pruh.

Chanovická apofýza je z hlediska petrografického monotónní. Z největší části je tvořena granitem až granodioritem blatenského typu. Je to relativně stálá homogenní hornina, jejíž standardní minerální složení je dáno asociací plagioklas – draselný živec – křemen, biotit – obecný amfibol. Makroskopicky je stejnoměrně zrnitá, střednězrná, barvy šedé, v čerstvém stavu namodralé.

Základní horninotvorné minerály, křemen, živec a tmavá slída jsou makroskopicky rozpoznatelné. Biotit bývá často jediným tmavým minerálem. Z akcesorií se vyskytují pyrit, titanit, lokálně epidot. Průměrná velikost zrn kolísá v rozmezí 2 – 3 mm.

Lokálně se vyskytují facie, u kterých dochází ke zvětšení zrn draselného živce na velikost 2 – 3 cm, a zároveň je pro ně charakteristická i přítomnost amfibolitu. Tato varianta je označována jako blatenský typ porfyrický a vyskytuje se i v okolí Pačejova.

Markantním znakem blatenského typu je velmi pravidelné rozpukání se strmými a sevřenými puklinami **S** s.-j. směru, se strmými a rozevřenými puklinami **Q** v.-z- směru a se subhorizontálními puklinami **L** (WOLLER 1998). Na základě praxe, prověřené dlouhodobou těžbou kamene na Blatensku je možné konstatovat, že technické vlastnosti horniny jsou dobré, pravidelní kvádrové rozpukání není husté a s hloubkou ubývá.

Žilné horniny v blatenském granodioritu jsou aschistní i diaschistní s různými přechody. Jejich délka je až několik set metrů, šířka do 20 m. Uplatňují se především leukokratní žuly, pegmatity, aplity a žilný křemen. V morfologii krajiny se projevují jako nápadné hřbítky, protažené ve směru v.-z. až vjv.-zsz. Mezi Pačejovem a Defurovými Lažany je jejich podíl poměrně nízký, větší měrou se uplatňují směrem k východu.

Z výsledků starších mapovacích prací vyplývá tektonické porušení převládajícího směru SZ – JV, až S-J. S přihlédnutím k tomu, že se jedná o apofýzu plutonických hornin, není možné na základě současných znalostí jednoznačně určit její hloubkový rozsah.

V lokalitě se nenachází žádné území chráněné dle zák. 114/1992 Sb.

Uvnitř vymezení lokality, těsně podél jejího jihozápadního okraje prochází plynovod. Do východní části zasahuje ochranné pásmo letiště ve Tchořovicích.

Umístění povrchové i podzemní stavby je technicky řešitelné.

### **3. Božejovice (Vlksice)**

Lokalita Božejovice byla vymezena v jižním až jv. okraji oblasti „severovýchodně od Milevska“. Lokalita má tvar nepravidelného čtyřúhelníku, v jehož vrcholech se nacházejí obce Božetice, Drahnětice a Jistebnice. Čtvrtý vrchol je severně od obce Vlksice. Obec Božejovice, po které má lokalita název, leží těsně na její jižní hranici. Celková rozloha činí 18 km<sup>2</sup>. Z pohledu střetů zájmů v oboru ochrany přírody a krajiny

a především možnosti dopravního napojení připadá v úvahu z celé oblasti „severovýchodně od Milevska“, vymezené v Kritické rešerši, pouze tato lokalita.

Lokalita je součástí středočeského plutonu. Je to variský komplex hlubinných vyvřelin, petrograficky značně složitý a heterogenní. V jeho složení se uplatňují rozmanité typy intruzivních hornin, od kyselých až po bazika. Zčásti jsou to samostatné intruze, zčásti do sebe plynule přecházející diferenciály. Jednotlivými autory bylo v minulosti vyčleněno několik typů, označených různými názvy. Převládajícím horninovým typem je granodiorit.

Lokalita Božejovice je umístěna v masivu Čertovo břemeno, podle kterého byl pojmenován i převládající horninový typ. Je to těleso eliptického tvaru s delší osou ve směru východ – západ. Na severu a severozápadě hraničí toto těleso s horninami metamorfovaného ostrova sedlčansko-krásnohorského, na západě se starosedelskými ortorulami, na jihu s dalším typem granodioritů středočeského plutonu (granodiority blatenské a červenské) a metamorfovanými horninami pestré série moldanubika, na jihovýchodě s tělesem tábořského syenitu a východní omezení tvoří krystalinikum moldanubika.

V rámci středočeského plutonu je granodiorit typu Čertovo břemeno petrograficky a geochemicky blízký sedlčanskému granodioritu a tábořskému syenitu. Na základě této podobnosti byl HOLUBEM ET AL. (1995) vymezen tzv. milevský masiv, který shrnuje všechny tři výše zmíněné typy.

V průběhu geologicko-průzkumných prací, prováděných v širším okolí zájmového území převážně v druhé polovině minulého století, byla různými autory použita značně nejednotná petrografická klasifikace. V předložené zprávě jsou popisy geologických i petrografických poměrů převzaty z práce WOLLER ET AL. (1998).

Horniny tělesa Čertovo břemeno patří k ultrakaliovým horninám durbachitové série. Souhrnně se označují jako lamproidy a vyznačují se vysokým podílem silně hořčnatých tmavých minerálů (zejména biotitu a amfibolitu), vysokým podílem K-živce a proměnlivým podílem křemene.

Převládajícím horninovým typem je amfibol-biotitický melagranit typu Čertovo břemeno. Vyznačuje se nápadnými tabulovitými vyrostlicemi K-živce, které jsou často paralelně orientované. Hornina je tmavě šedá, což je způsobeno vysokým obsahem tmavých minerálů (tmavé minerály tvoří čtvrtinu až třetinu objemu všech minerálů).

Stejně petrografické složení, ale menší velikost zrna má drobnozrný až středně zrnitý amfibolicko-biotitický melagranit typ Čertovo břemeno, pro které je někdy užíváno označení Dehetník. Jeho zastoupení je výrazně menší (uvádí se až desetkrát) než předchozího porfyrického typu. Přejít mezi tímto typem a porfyrickým melagranitem probíhá ve směru východ – západ zhruba 200 m severně od obce Božejovice.

Žilné horniny jsou orientovány převážně směrem V – Z. Převládajícím horninovým typem je žilný leukogranit. V krajině se obvykle projevují jako morfologicky nápadnější

prvky. Světlé minerály křemen, mikroklin a plagioklas jsou zastoupeny ve stejném poměru, dále hornina obsahuje malé množství biotitu, lokálně muskovitu a turmalinu. Mocnost těchto žil je v rozmezí metry až prvé desítky m, délka až 3 km. Kromě leukogranitů byly cca 800 m severně od Božejovice vymapována žíla aplitů a pegmatitů, dlouhá přes 1 km, max. mocnosti desítek metrů. V zájmové lokalitě jsou žíly odchylného složení častější než v severní části oblasti.

Četné výskyty vložek odchylného složení způsobují, že povrchový obraz nezajišťuje potřebnou petrografickou homogenitu prostředí. Kromě toho, i když s jistou rezervou, je nutné vzít v úvahu názor HAMTILOVÉ (1969, 1971), která na základě nálezu rohovců a rohovcových rul ve dvou vrtech vyslovila názor, že komplex, který vypadá na povrchu homogenně se ve vertikálním profilu ukazuje výrazně diferencovaně. Lokalita je pouze podmíněně přijatelná podle výběrového kroku 2.

Do lokality zasahuje od severovýchodu již vyhlášená oblast klidu Jistebnické vrchoviny, která by se v budoucnu měla spojit s navrženou oblastí klidu Nadějkov.

Lokalita není ve střetu s kritérii dle vyhl. 215/1997 Sb. ani hledisky ostatních chráněných zájmů.

Řešení rozmístění povrchové i podzemní části stavby je velmi obtížné.

#### **4. Pluhův Žďár - Lodhěřov**

Perspektivní lokalita Lodhěřov se nachází severovýchodně od Kardašovy Ředčice, východně od Lodhěřova. Má zhruba tvar obdélníku, protaženého směrem sv.-jz. Delší strana měří 5,6 km, kratší 2,8 – 3,2 km. Její celková rozloha činí 18 km<sup>2</sup>.

Lokalita je situována v tzv. klenovském masivu. Je to na povrchu území samostatné granitoidní těleso, protažení ve směru JZ – SV v prostoru mezi Lomnicí nad Lužnicí a Kamenicí nad Lipou. Na jihozápadním okraji je masiv překryt sedimenty třeboňské pánve, zbytek obklopují moldanubické horniny, které se v podobě drobných ostrůvků objevují i uvnitř masivu. Moldanubický pruh směru SV-JZ a délky cca 600 m byl vymapován jihozápadně od Lodhěřova, podél jz. okraje Laštůvkova lesa, druhý relikt moldanubika se nachází při východním okraji Velkého loděřovského rybníka. V obou případech je moldanubikum tvořeno migmatitizovanými biotitickými a sillimanit-biotitickými pararulami

I když na geologických mapách vystupuje klenovský masiv jako samostatné těleso, lze předpokládat, že se jedná o mimořádně mohutnou apofýzu, která se v nevelkých hloubkách napojuje na hlavní těleso centrálního plutonu moldanubika. K tomuto předpokladu opravňuje celkový styl kontaktu plutonu s jeho metamorfním pláštěm a shodná povaha granitoidů klenovského masivu a centrálního moldanubického plutonu.

Klenovský masiv se jeví jako značně homogenní těleso, tvořené granitem mrákotínským (některými autory je označován jako eisgarnský). Stáří klenovského masivu je variské, u mrákotínského typu je předpoklad, že se jedná o nejmladší intruzi



centrálního moldanubického plutonu. KLOMÍNSKÝ (1994) uvádí jeho stáří na 321 - 298 mil. let.

Dominantní horninou je peraluminiový dvojslídny mesogranit typu Mrákotín. Převládající facie je stejnoměrně zrnitá.. Jen místy se objevují větší zrna živců nebo shluky biotitu. Hornina má světle šedou barvu, je drobně až středně zrnitá. Zhruba ve stejném podílu je zastoupen křemen, draselný živec a plagioklas, z dalších minerálů se vyskytují biotit a muskovit. Akcesoricky je přítomen apatit, zirkon, ojediněle rutil a granát. Vedlejší facie se vyznačují vyšší bazicitou a obsahují porfyrické vyrostlice živců.

Hornin žilného doprovodu je velmi málo. Podle DOLEŽALOVÉ (1979) se vyskytují spíše v obrubě klenovského masivu a souvisejí s uranovým zrudněním. I po stránce petrografického složení jsou v porovnání se středočeským plutonem relativně fádni. Jsou reprezentovány žilnými leukogranity, aplity a pegmatity.

Tektonické porušení masivu je malé, významnější je pouze tektonická linie směru S – J, mezi obcemi Studnice a Lodhěřov a linie směru ssv.-jjz. Která prochází přibližně středem lesa západně od Lodhěřova.

Podél východního omezení lokality prochází biokoridor, který spojuje biocentrum severovýchodně a jižně od lokality.

Do prostoru lokality zasahuje ochranné pásmo letiště Jindřichův Hradec. Zhruba v severní třetině území prochází vymezeným prostorem lokality Pluhův Žďár ve směru v.-z plynovod. V lokalitě jsou vymezena dvě lokální ochranná pásma vodních zdrojů II. stupně.

Lokalizace povrchového areálu je obtížná, předurčena omezujícími prvky.

## **5. Rohozná, Růžená**

I když se jedná v podstatě o dvě lokality, jsou popsány v jedné kapitole, protože jejich okraje jsou od sebe vzdáleny pouhých 600 – 800 m.

Lokalita Růžená byla vymezena západně od Třeště, při jejím jihovýchodním okraji se nachází obec Mrákotín, v severozápadním cípu je vesnice Batelov. Lokalita je omezena hranicí tvaru obdélníku, protaženého ve směru sv.-jz., který se směrem k východu rozšiřuje. Vymezená lokalita měří na délku 15 km, na šířku 4 – 5 km. Celková plocha je 62 km<sup>2</sup>.

Zájmové území je situováno v severní části moldanubickém plutonu, zvané centrální masiv. Toto těleso značného plošného rozsahu probíhá od Nové Bystřice a Slavonic směrem SSV přes vrcholovou část Českomoravské vysočiny do Posázaví. Je to nejmladší část plutonu, která je tvořena kyselými dvojslídny granity, které se vyznačují relativní petrografickou stálostí. Podle geofyzikálních měření (IBRMAJER 1989) se jedná o těleso velkého hloubkového dosahu.

Centrální masiv je v úseku „Západně Třeště“ omezen z východu i západu laloky a výběžky metamorfovaných hornin moldanubika, které se objevují uvnitř granitoidů jako kry a ostrovy, které poněkud komplikují geologickou situaci lokality. Podle WOLLERA (1998) lze důvodně předpokládat, že do hloubky podíl těchto metamorfítů klesá a kromě toho v důsledku silného periplutonického přehřátí v době intruze plutonu přeměněny v migmatity až anatektické granity, takže po geotechnické stránce vykazují s vlastními granity značnou konvergenci.

Granity moldanubického plutonu jsou zde zastoupeny dvěma typy. Jednoznačně převládající jsou granity mrákotínského typu. Je to dvojslídny granit drobně až střednězrnitý, bělavě šedý až světle šedý, se všesměrnou texturou. Hlavními minerály jsou křemen, draselný živec a plagioklas. Celkové množství slíd nepřesahuje 10 %, jejich vzájemný poměr kolísá. Běžnou akcesorií je apatit, zirkon a andaluzit.

V tělese jihozápadně od obce Řásná vystupuje menší okrouhlé těleso, tvořené lokální odrůdou granitu, označovanou jako granit Řásná. Je to dvojslídny až muskovit-biotitický granit, středně zrnitý, často porfyrický. Vyrůstlice draselného živce dosahují až 3 cm. Rozdíly v minerálním složení se oproti mrákotínskému typu prakticky neprojevují.

Žilné horniny jsou v této části masivu zastoupeny pouze podružně. Většinou jsou tvořeny tenkými žilkami aplitů nebo čočkami pegmatitů.

Jak bylo uvedeno výše, tvoří západní i východní okraj plutonu metamorfity moldanubika. V naprosté většině je zde moldanubikum tvořeno rulovými horninami, které byly postiženy širokou škálou migmatitizace až anatexe (WOLLER, 1998). Stupeň migmatitizace může vrcholit vznikem až anatektických hybridních granitů, koncentrovaných především v plášti plutonu. Hranice mezi horninami plutonu a pláště je velmi nejasná, rovněž mineralogickým složením jsou si oba typy velmi blízké.

Lokalita je tektonikou postižena jen slabě. Dominujícím negativním prvkem je tektonická zóna, probíhající od Batelova k Mrákotínu.

V následujícím přehledu jsou uvedena malopošná chráněná území, která se vyskytují v prostoru lokality Růžená.

stupeň ochrany	název	rozloha ha	důvod vyhlášení
PP	Ještěnice	1,46	malé rašeliniště s typickou flórou
PR	Roštýnská obora	31,88	starý listnatý porost s převahou buku
PP	Lukšovská	21,7	podmáčené lesní porosty s bohatým podrostem
PR	Rašeliniště Bazaltka (Bažantka)	9,26	slatiniště a vlhké louky s hnízdištěm bekasiny otavní
PR	Velký pařezitý rybník	26,06	podmáčené lesní porosty na okraji rybníka
PP	Horní Mekolov	18,2	zbytek bukového porostu se smrkem a klenem
PR	Mrchatina	10,07	přírozený bukový porost
PR	Štamberk a kamenné moře	14,1	přírozený bukový les na kamenném moři
PP	Michova skála	0,2	izolované žulové skalisko

Všechna tato maloplošná chráněná území jsou součástí rozsáhlého biocentra, který pokrývá jihozápadní část lokality. Růžená.

V lokalitě byla vymezena následující chráněná ložisková území:

- Ložisko Řásná - stavební kámen
- Ložisko Rácov - stavební kámen
- Ložisko Vanov – stavební kámen
- Ložisko Mrákotín –kámen pro kamenickou výrobu

V žule v okolí Mrákotína se vyskytují drobné křemenné žilky, na které je sporadicky vázán výskyt stříbra. Tato naleziště neměla svůj praktický význam ani v minulosti a představují spíše mineralogické nálezy.

V lokalitě jsou vymezena dvě ochranná pásma vodních zdrojů II. stupně, a to severozápadně od obce Řásná a jihovýchodně od Nové Vsi.

Severně od Batelova, těsně podél severního ohraničení lokality, prochází produktovod.

Přivedení vlečky a umístění povrchového areálu bez vážného zásahu do krajinného rázu je neřešitelné.

## Rohozná

Lokalita se nachází zhruba 800 m ssv. od předchozí. Je situována mezi obce Dolní Cerekev a Cejle na východním ohraničení a obec Rohozná na západním ohraničení. Stejně jako předchozí lokalita má zhruba obdélníkový tvar, protažený ve směru sv.-jz. Její delší strana měří 6,8 km, kratší 2,8 km v jižní části s rozšířením na 3,6 km v části severní. Zaujímá plochu 20 km<sup>2</sup>.

Lokalita se nachází v severní části centrálního masivu moldanubika. Tato oblast se vyznačuje jednoduchou geologickou stavbou a monotónním petrografickým složením. Širší okolí zájmové oblasti tvoří, stejně jako předchozí lokalitu, dvojslídne granity

drobně až středně zrnité, označované jako mrákotínský granit. Vlastní lokalita Rohozná je situovaná do prostředí tzv. masivu Čeříнку. Je to oválné, morfologicky nápadné těleso, rozměru 6x 4 km. Masiv Čeříнку je tvořen dvojslídnyými granity středně až hrubě zrnitými, označovanými jako landštejnský nebo melechovský granit. Oproti mrákotínskému typu se vyznačuje hrubozrnější stavbou. Po mineralogické stránce je pro tuto odrůdu charakteristická snížená bazicita plagioklasů a zvýšený poměr muskovit – biotit. Pokud se týče jeho pozice vzhledem k mrákotínskému granitu, převládá názor, že se jedná o pozdní, na pneumatolitické látky bohatší diferenciat téhož magmatu (WOLLER, 1998).

Větší část lokality náleží přírodnímu parku Čeřínek s biocentrem severovýchodně od obce Rohozná. V rámci tohoto biocentra byla vymezena následující maloplošná chráněná území.

stupeň ochrany	název	rozloha ha	důvod vyhlášení
PP	Přední skála	13,14	ruťová skála – mrazový srub
PP*	Na skalce	29,73	nápadná skupina žulových skal
PP**	Čertův hrádek	28,82	jedlobukový les na skalnatém podkladu
NPP**	Hojkovské rašeliniště	4,91	slatiniště s typickou květenou

\*nachází se na severovýchodní hranici lokality

\*\*leží těsně za hranicí lokality

Drobné výskyty stříbra, zmíněné u předchozí lokality, byly zaznamenány i v lokalitě Rohozná.

U obce Cejle a při severním omezení lokality jsou ochranná pásma vodních zdrojů II. stupně.

Mezi Dolní Cerekví a jižním omezením lokality Rohozná prochází produktovod.

Umístění stavby je možné. Vážnou komplikací je velmi roztříštěné pozemkové vlastnictví, významná výroba potravin v blízkém okolí, zásah do krajinného rázu.

## 6. Budišov

Lokalita Budišov je vymezena ve východní polovině třebíčsko-meziríčského masivu, cca 5 km jihozápadně od Velkého Meziříčí, severozápadně od obce Budišov. Ohraničení lokality má tvar nepravidelného polygonu, po jehož obvodu leží obec Budišov, Rudíkov, Vlčatín a uvnitř obec Hodov. Nejdlejší vzdálenost ve směru severojižním i východozápadním je cca 5 km. Rozloha území je 19,8 km<sup>2</sup>.

Třebíčský masiv je rozměrné intruzivní těleso trojúhelníkového tvaru, které na severu hraničí se žďársko-strážeckým moldanubikem, na západě s moravským moldanubikem a na východě s gföhlskými ortorulami moldanubika. Převládajícím horninovým typem jsou středně zrnité až porfyrické melanokratické amfibolicko-biotitické granity až syenodiority, souhrnně označované jako durbachity. Třebíčský pluton představuje největší souvislé těleso plutonitů durbachitové série v České masivu (WOLLER 1998).

Podle nejnovějších studií (JELÍNEK, 1993) je mocnost masivu do 10 km, a kořenová zóna je uložena excentricky při západním okraji masivu. SEDLÁK et al. (1985) uvádí mocnost pouhé 2 km.

Jako durbachitová série je označována skupina hlubinných vyvřelin, která svým složením odpovídá ultrakaliovým horninám s běžným podílem křemene. Jedná se většinou o melanokratní horniny s vysokým podílem amfibolu a biotitu, vyrostlicemi draselného živce a zvýšeného množství apatitu.

Nejrozšířenějším typem je porfyrický amfibol-biotitický melanokratní granitoid s rozptylem od převládajících monzogranitů a kvarcmonzonitů k syenogranitům až kvarcsyenitům. Tato durbachitová vyvřelina se vyskytuje ve třech modifikacích. Většinu lokality zaujímá varieta středně zrnitá. Varieta porfyrická, ve které živcové vyrostlice dosahují velikosti až 4 cm, vytváří neostře ohraničené ostrůvky v prvním typu. V zájmové lokalitě vystupuje mezi obcemi Hodov - Rudíkov, severozápadně od Budišova. Drobnozrná facie se vyskytuje pouze v okrajových částech masivu.

Aplitické a leukokratní žuly jsou vázány výlučně na okraj masivu, aplity a pegmatity jsou hojněji zastoupeny v severní části třebíčsko-meziříčského masivu.

Tektonikou třebíčského masivu se podrobněji zabýval Bubeníček a na jeho práci navázali STÁRKOVÁ a ZRŮSTEK (1977). Schéma zlomové tektoniky třebíčského masivu je pak převzata i ve zprávě o hydrogeologickém průzkumu masivu (Krška 1988). Je nutné konstatovat, že velká část těchto linií je pouze předpokládána. Podle geologické mapy není zájmová lokalita porušena žádnou tektonickou linií. Předpokládána zlom směru SV – JZ končí jihozápadně od obce Hodov a na této linii je ukončen i předpokládaný zlom směru SZ – JV, který prochází jihozápadně od Rudíkova.

Někteří autoři (NĚMEC, 1946) uvádějí výskyt kataklastických hornin a mylonitů. Jedna z těchto linií je bez podrobnějšího popisu průběhu a přesné lokalizace popsána u Budišova jako hornina vzhledu nazelenalého porfyru, maltovitá, pyroklastická. Pravděpodobně na toto pásmo je vázána i zvodeň, zachycená hydrogeologickým vrtem Budišov. Voda je jímána v hloubce 65 m pod terénem, vydatnost je  $0,75 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ . Vodní zdroj se nachází zhruba 3,5 km jihovýchodně od okraje zájmové lokality.

Na základě stávající geologické mapy není lokalita Budišov tektonicky porušena ani se zde nevyskytují žilné horniny nebo vložky odchylného složení.

V rámci průzkumu Třebíčského masivu bylo ČSUP UP k.p. Liberec provedeno několik průzkumných vrtů (CHMELAR, DANĚK, 1989). Vrty se nacházejí zhruba 2,5 – 2,8 km jihovýchodně od Budišova, jejich hloubka je kolem 300 m. Největší hloubky dosáhl vrt BU-4, který byl ukončen v hloubce 710 m pod terénem. Celý profil vrtu je tvořen amfibolicko-biotitickými porfyrickými durbachity. Hornina je převážně šedá, místy slabě narůžovělá. Vyrostlice dosahují průměrné velikosti  $1,4 \times 0,6 \text{ cm}$ , maximálně  $2,0 \times 1,3 \text{ cm}$ . Na puklinách se místy vyskytují limonitizované povlaky. Převládají masivní, nebo jen slabě rozpukané horniny.

Lokalita se nachází ve východním výběžku přírodního parku Balínské údolí. V severozápadní části lokality Budišov je biocentrum a biokoridor.

Lokalita není ve střetu s kritérii dle vyhl. 215/1997 Sb. ani z hlediska ostatních chráněných zájmů.

Umístění povrchového areálu je možné ve variantách. Zásah do krajinného rázu zůstává v přijatelných mezích.

## **7. Borohrádek**

Lokalita je vymezena v prostoru mezi Holicemi na jihozápadě a Borohrádkem na severovýchodě. Má tvar pravidelného obdélníku rozměrů 2,8 1,9 km, její celková plocha činí 4,8 km<sup>2</sup>.

V této oblasti je zvažováno umístění HÚ do prostředí granitoidních hornin v podloží křídových sedimentů. Území mezi Holicemi a Borohrádkem náleží k východočeské křídové tabuli, kde vrstevní sled křídý je značně jednotvárný. Vrtným průzkumem byly zastiženy převážně slínovce a vápnité jílovce stratigrafického rozsahu turon až coniak. Bazální slepence nejsou vyvinuty, není vyvinut ani cenoman. Dokladem toho je starý vrt, situovaný přímo do studny v Holicích na náměstí. Vrt nezastihl bazální slepence, proto byl na návrh J. VODIČKY (1958) prohlouben. Vrtným průzkumem bylo zjištěno, že cenoman zde zcela chybí a bázi křídý budují žulovité horniny, které se nacházejí v hloubce 368,7 m. V práci MALKOVSKÉHO (1963) je uváděna mocnost křídových hornin v Borku u Holic 343 m, v Holicích 369 m a v Týništi nad Orlicí 513 m.

V podloží křídových hornin mezi Holicemi a Borohrádkem se nacházejí granodiority, které náležejí k železnohorskému plutonu. Tento pluton (označovaný v literatuře různými názvy) je komplikované těleso hlubinných vyvřelin gabro-diorit-granodioritové řady. Buduje střední část Železných hor a k severu se noří pod křídové sedimenty. Převládá názor o variském původu tohoto tělesa

Podle petrografických popisů hornin zastižených ve vrtu na náměstí v Holicích a severně od Týniště nad Orlicí se zde vyskytují světle šedé, místy narůžovělé horniny, jemnozrné, tvořené převážně z živců (plagioklas je v převaze nad ortoklasem), křemene a biotitu. Z akcesorií se nejčastěji vyskytuje apatit, zirkon a rutil. Hojnější zastoupení má šedá odrůda. Růžová odrůda má stejné složení, je však více postižena druhotnými přeměnami. Žilné horniny jsou zastoupeny aplity, méně pegmatity nebo lamprofyry.

V lokalitě se nenachází žádné území chráněné dle zák. 114/1992 Sb.

Lokalita není ve střetu s kritérii dle vyhl. 215/1997 Sb.

Severozápadní okraj lokality zasahuje malou částí do 2. ochranného pásma vodního zdroje.

Nízká úroveň znalostí o lokalitě a náročný geologický průzkum významně snižují hodnotu lokality.

## 8. Teplá

Lokalita je situována jižně od obce Teplá u Toužimě. V jejím severozápadním okraji se nachází obec Mrázov, na jižní hranici obec Klepkovice. Lokalita má tvar nepravidelného pětiúhelníku s nejdelším rozměrem ve směru v.-z. 5,4 km a ve směru s.-j. 3,2 km, celková rozloha činí 13,5 km<sup>2</sup>.

Zájmová oblast náleží Tepelskému krystaliniku, které je budováno metapelity a metapsamity proterozoického stáří. Metamorfóza těchto hornin stoupá od zóny biotitové až k zóně rutilové (MÍSAŘ ET AL. 1983). Petrograficky se jedná o soubor dvojslídých fylitů, granátických svorů, a dvojslídých i biotitických svorových rul. Při severozápadní hranici tepelského krystalinika vystupuje mariánsko-lázeňský metabazitový komplex.

Horniny tepelského krystalinika jsou proniknuty ložním tělesem biotitické ortoruly zčásti migmatitické, označované ve starší literatuře jako „tepelská žulorula“. Její masívek, protažený ve směru severovýchod – jihozápad, vystupuje jihovýchodně od Teplé u Toužimě. Představuje vrchol megaantiklinální elevace, obnažené denudací.

Tepelská žulorule je pravděpodobně „autochtonním granitem“, tj. vznikla na místě samém metasomatickou inpragnací původních pararul křemeno-živcovou hmotou. Usměrnění této žuly je strukturním znakem, sdíleným s původní pararulou (VEJNAR, ZOUBEK, 1962).

Tepelská žulorula je biotitická granitická rula většinou okatá, středně zrnitá až hrubozrná. Základní hmota, tvořená křemenem, živcem a biotitem obsahuje narůžovělé krystaly karlovarsky zdvojitěného perthitického mikroklinu. Základní hmota je tvořena plagioklasem křemenem a biotitem. Z akcesorií jsou hojněji zastoupeny apatit a zirkon. Hornina je jen slabě mechanicky porušená. Její stáří je pravděpodobně kadomské.

Původní parabřidlice obsahovaly lokálně hojné vložky amfibolitů. Metabazity se projevíly vůči granitizaci odolnější, důsledkem čehož jsou četné kry a xenolity amfibolitu v biotitické granitické rule. Změny způsobené granitizací se projevíly zvětšením zrn a masivnější texturou. Tyto horniny, zastižené vrtným průzkumem v okolí Teplé u Toužimě jsou černé až zelenočerné, masivního vzhledu, pevné, zdravé nebo jen slabě navětralé.

Těleso tepelské žuloruly je obklopeno pásmem hornin, které jsou označovány jako migmatity sdružené s tepelskou granitickou rulou. V tomto pásmu granitizace směrem od kontaktu postupně slábne a projevuje se vznikem migmatitů se zřetelně odděleným substrátem a metatektem.

V lokalitě se nenachází žádné území chráněné dle zák. 114/1992 Sb.

Od Teplé ke Klepkovicům, zhruba ve směru sz.-jv. prochází lokalitou plynovod, který se u Klepkovic stáčí směrem na západ a v délce zhruba 1,8 km sleduje jižní ohraničení lokality .

Do západní třetiny lokality zasahuje pásmo, vytyčené kolem mariánsko-lázeňského letiště.

Nízká geologická prozkoumanost snižuje postavení lokality ve výběru. Hlavní předností je velmi řídké osídlení a vlastnictví pozemků státem.

## 9. Zbytiny

Vymezená lokalita má zhruba kapkovitý tvar, protažený ve směru sz.-jv. Je situována jižně od železniční trati Volary – Prachatice. Severozápadní okraj se dotýká obce Zbytiny, při jihozápadním okraji je obec Křišťanov a uvnitř lokality se nachází osada Koryto. Ve své nejdélší části měří 7,2 km, v nejširší 3,8 km. Celková plocha lokality je 17,5.km<sup>2</sup>.

Lokalita je součástí granulitového ostrova křišťanovského (křišťanovského masivu), tvořeného kyselými (leukokratními) granulity. Jedná se o horniny, jejich stupeň metamorfózy byl vyšší než u okolních moldanubických hornin.Podle poslední hypotézy je vyšší stupeň metamorfózy granulitů důsledkem jejich původu v hlubokých částech zemské kůry (MLČOCH, ŠRÁMEK, VRÁNA, 1997). Vysouvaly se podél středně až příkře ukloněných zlomů a jejich geneze způsobila parciální tavení v okolních rulách.

Dominantním typem křišťanovského tělesa je granulit s nižším obsahem granátu. Je to bělavá až bělošedá jemnozrnná hornina, s výraznou plošně lineární stavbou, která byla způsobena mladší deformací. V jejím složení jsou zastoupeny především křemen, K-živce a sodný plagioklas. Akcesoricky se vyskytuje disthen.

Granulitový masiv křišťanovský je lemován pruhem bazických až ultrabazických hornin, především amfibolitů a serpentinitů, mocnosti několika dm až prvních stovek m.

V lokalitě se nachází přírodní rezervace Polučí, kde je chráněn přirozený lesní bukový porost. Další přírodní rezervace Miletníky (42,5 ha, zřízené na ochranu hadcového území s typickou květenou) se nachází těsně za východním ohraničením lokality.

Východně od osady Koryto prochází biokoridor, druhý ve směru sz.-jv. pokračuje od přírodní rezervace Polučí směrem k severovýchodu.

Podle přílohy č. se vsv. od Křišťanova nachází chráněné ložiskové území (CHLÚ). Dle údajů Geofondu se jedná o ložisko kamene pro hrubou a ušlechtilou výrobu (dekorační kámen), č. 3 228001 Křišťanov se stejnojmenným dobývacím prostorem č. 7/1066, který náleží organizaci Průmysl kamene a.s., Příbram.



Přírodní a klimatické podmínky jsou vážnou překážkou využití lokality. Parametry železničního napojení ne zcela vyhovují potřebě. Významný by byl i zásah do krajinného rázu.

## **10. Opatovice – Silvánka, kraj středočeský**

Lokalita Silvánka se nachází jihozápadně od Uhlířských Janovic. Je umístěna v lese, na jehož obvodě leží obce Ostašov, Staňkovice, Chlum, Smilovce, Opatovice, Mitrov. Lokalita má tvar čtyřúhelníka, protaženého ve směru sz.-jv., jehož jihovýchodní okraj je zalomen k severu. Ve směru sz.-jv. Má rozměr cca 4 km, ve směru sv.-jz. 1,4 – 1,6 km. Zaujímá plochu 4,8 km<sup>2</sup>.

Lokalita je vymezena v kutnohorském krystaliniku, které je součástí kutnohorsko-svratecké oblasti. Kutnohorské krystalinikum je možné v základu rozdělit na dvě skupiny. V centru území jsou dvojslídne svory a ruly, kolem tohoto centra vystupují v podkovovitém tvaru migmatity a ortoruly. Lokálně obsahují pásma hybridních rul a svorů, se vzácnými vložkami a s masivky amfibolitů, eklogitů a granátických serpentínů. Lokalita je umístěna v dvojslídnych ortorulách, označovaných jako ortoruly kouřimské.

Jsou to převážně středně zrnité, plástevnaté až stébelnaté ortoruly, místy až migmatity. Jsou většinou světle šedé, růžové nebo narůžovělé, dvojslídne, s hojným podílem draselného živce. Lokálně se vyskytují jemnozrné světlé polohy, které svým vzhledem jsou blízké granulitům.

V jejich petrografickém složení je hojně zastoupen křemen, ortoklas převládá nad kyselým oligoklasem, vyskytuje se biotit i muskovit. Z akcesorií jsou nejhojnější apatit a zirkon.

Do západního okolí Uhlířských Janovic zasahuje od severu výběžek křídových sedimentů, konkrétně cenomanských jílovců. V minulosti zde byl proveden průzkum na ověření možnosti těžby těchto sedimentů jako žárovzdorných jílu. Oblast byla označena jako neperspektivní vzhledem k malé mocnosti sedimentů a jejich nízké kvalitě.

V lokalitě se nenachází žádné území chráněné dle zák. 114/1992 Sb.

Lokalita není ve střetu s kritérii dle vyhl. 215/1997 Sb. ani hledisky respektování ostatních chráněných zájmů.

Řešení generelu stavby je možné.

## **11. Oblast Nový Bydžov – Lodín**

Perspektivní lokalita Nový Bydžov – Lodín byla vymezena 5 km východně od Nového Bydžova, mezi obcemi Janatov na severu a Kobylice na jihu, již mimo vymezený prostor. V severovýchodním rohu je obec Lodín. Lokalita má tvar lichoběžníku, jehož delší strana měří 2,2 km, kratší 1,9 km a výška je 1,9 km. Celková plocha činí 3,9 km<sup>2</sup>.

Tato oblast se nachází v geologicky jednotvárné centrální části české křídové pánve, pro kterou je charakteristický pelitický vývoj coniaku i turonu. Podle HYNIEHO (1961) náleží k labské slínovcové facií, kde je celý vrstevní sled budován prakticky nepropustnými slínovci a cenoman je buď silně redukován, nebo zcela chybí. Na severovýchodě je oblast omezena jižním úpatím Hořického hřbetu. Ve směru tohoto hřbetu prochází porucha jílovecká, na které je předpokládán pokles 160 – 200 m (KLEIN 1970). Směrem od této dislokace k jihu, tzn. do zájmového prostoru, není patrné významnější porušení. Lze předpokládat pouze porušení dílčích plochých elevací zlomy o malé výšce skoku, které patří systému labské linie a sledují průběh jílovecké poruchy (KLEIN, 1970).

V širším okolí Nového Bydžova je povrch území tvořen sedimenty svrchního turonu až coniaku. U sedimentů coniaku je charakteristický výskyt pelosideritové brekcie ve střední části souvrství..

Svrchní turon je v zájmovém prostoru tvořen šedými vápnitými jílovci, ve kterých se ojediněle vyskytují vložky slínovců.

Střední turon je reprezentován slínovci až pracovitými slínovci, které oproti nadložnímu souvrství mají vyšší podíl  $\text{CaCO}_3$ , lokálně obsahují i příměs klastického materiálu.

Svrchní souvrství spodního turonu je tvořeno pevnými, šedě zbarvenými písčítými slínovci až slinitými prachovci. Směrem dospodu ubývá prachovité složky a převládají slínovce s velmi slabou příměsí klastického materiálu. Na bázi turonu se nacházejí jemně písčité až prachovité slínovce. Rozhraní spodního turonu a cenomanu je výrazné a ostré.

Cenoman je ve vývoji vápnitójilovitých až slinitých prachovců s glaukonitickou příměsí. Na bázi je několik cm až dm mocná polohy prachovců s úlomky fylitů a živcovými zrny. Podloží křídové pánve je podle CHALOUPSKÉHO (1971) tvořeno starší algonkickou vulkanicko-sedimentární sérií se syenitovými a gabrovými intruzemi.

V rámci průzkumu české křídové tabule byl severovýchodně od Nového Bydžova proveden opěrný vrt NB-1, provozně označený jako Janatov 1 (KLEIN, 1970). Na základě popisu tohoto vrtu je sled křídových sedimentů v lokalitě Nový Bydžov – Lodín následující:

Mocnost	útvár	stručný petrografický popis
0,00 – 145,80	turon svrchní	vápnité jílovce, v hloubkách 66,3 – 70,8 a 76,2 – 77,0 se vyskytují silicifikované polohy a pecky
145,80 – 398,00	turon střední	slínovce,, v hloubce 170,0 – 185,8 se vyskytují polohy s vyšším obsahem CaCO <sub>3</sub> .
398,00 – 453,2	turon spodní	prachovité slínovce
453,20 – 462,50	cenoman	vápnitofilovitý prachovec, se slabou příměsí kaolinizovaného živce (5%), na spodu 10 – 20 cm mocná poloha stejné horniny s úlomky fylitů
462,50 – 493,50		sericitické fylity
493,50 – 498,30	algonkium	porfyrové a keratofyrové metatufy
498,30 – 550,00		střídání poloh fylitů a porfyroidů

Lokalitu téměř v celé její ploše překrývá biocentrum, ze kterého na severu vychází biokoridor.

Lokalita není ve střetu s kritérii dle vyhl. 215/1997 Sb. ani hledisky ostatních chráněných zájmů.

Řešení generelu stavby je možné. Překážkou je husté osídlení, blízkost velkých měst a intenzivní zemědělská výroba.

## 12. Umělá lokalita

Umělá lokalita je kombinací umělého (inženýrského) a přírodního hlubinného úložiště RAO se zachováním a využitím příznivých vlastností obou typů staveb a eliminací vlastností méně vhodných či nevhodných. Základním kladem je poznatelnost konstrukce izolačních prvků úložiště, tedy podrobná prostorová znalost všech vlastností bariér bránících úniku radioaktivních látek mimo úložiště a jejich pronikání do životního prostředí. U každé bariéry nebo její části je známé přesné prostorové rozmístění, homogennost, popisné a fyzikální vlastnosti, podmínky a doba funkce. Rizika jsou snižována vícebariérovým principem řešení, možností umělého ovlivnění funkčnosti a důsledně konzervativním přístupem k řešení. Dlouhodobá izolační funkce je dána použitím výlučně přírodních materiálů s časem prokázanou stabilitou vlastností v řádech 10<sup>7</sup> let.

Řešení vylučuje hlavní slabinu HÚ RAO v přírodních podmínkách, kde skutečné geologické a zvláště geotechnické podmínky jsou poznatelné pouze do určitého stupně. Průzkumné práce, nezbytné k jejich prokázání, nezřídka směřují přímo proti těsnícím vlastnostem masivu jako celku, stejně tak i vlastní výstavba úložiště. Umělou variantu je možné umístit do zcela zdevastované krajiny, čímž odpadají jednak všechna omezení, která souvisejí se zákony na ochranu přírody, jednak nesouhlasné stanovisko místních obyvatel.

Plošné a prostorové uspořádání stavby je organickou součástí technického řešení jako celku. Jako celek je stavba součástí rekultivace devastovaných území po těžbě hnědého uhlí. Hlavním argumentem proti použití tohoto typu je neexistence obdobné stavby

v jiných státech, což je ovšem podmíněno i neexistencí srovnatelných území devastovaných těžbou.

## **4 Použité podklady**

### **4.1 Data požitá v projektu:**

GIS ÚTP ČR (vydal ČVÚT 11/2000) – pořizovatelem bylo ministerstvo pro místní rozvoj OÚP.

Prezentovaný systém dÚTP ČR je průběžně a trvale aktualizovaný soubor dat, vyjadřující údaje o stavu a podmínkách využití území České republiky s návazností do území okolních států.

Pořizovatelem dÚTP ČR je odbor územního plánování ministerstva pro místní rozvoj.

Zpracovatelem dÚTP je České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury, ve spolupráci s Universitou Karlovou v Praze, fakultou přírodovědeckou a dalšími odbornými pracovišti.

Digitální ÚTP jsou územně plánovacím podkladem ve smyslu § 3 a §14 zákona č. 50/1976 Sb. (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů. Tento podklad je účelově zaměřen na shromáždění informací o stavu o využití území ve smyslu § 7 vyhl.č. 131/1998 Sb. umožnit využití zejména pro zpracování územně plánovací dokumentace , územně plánovacích podkladů, pro územní rozhodování a pro další potřeby veřejné správy.

Současně jsou dÚTP volně přístupné široké veřejnosti.

### **4.2 Zpracovatelský tým:**

České vysoké učení technické

Ing. Jiří Boháček

Mgr. Jiří Čtyroký

Ing. Filip Drda

Doc. Ing. Arch Karel Maier, CSc.vedoucí týmu

Ing. Arch. Jitka Mejsnarová

Ing. Arch. Jakub Vorel

Ondřej Voler

Universita Karlova – přírodovědecká fakulta

RNDr. Zdeněk Čermák

Ing. Petr Sklenička

Prof. RNDr. Karel Šťastný Csc.

Kooperující organizace

ARCDATA Praha s r.o.

Ing. Jan Vodňanský

Centrum dopravního výzkumu, divize Praha

Ing. Miroslav Vančura Csc.

Hydrosoft Veleslavín

Mgr. Josef Beneš

PROMIKA

Ing. Jaroslav Míka

Ing. Václav Pivoňka

ČTI MĚ PRO UŽIVATELE CD GIS ÚTP ČR

GIS ÚTP ČR jsou uloženy na dvou CD, označených CD-1 a CD-2. Obě CD obsahují metadata, textovou část a informativní texty.

CD-1 dále obsahuje geografická data a projekty GIS ÚTP ČR týkající se širší části a analytických vztahů. CD-2 obsahuje geografická data a projekty hodnocení problémových map, limity a střety.

Atlas map České republiky GOČR 500 (vydal: ČGÚ Praha 1998)

Atlas map České republiky ArcČR 500 (vydal: ArcData Praha)

Vytvoření dat v rámci projektu

Kromě analogových papírových výstupů bylo vyexportováno 28 „obrázkových map“ ve formátu JPG a BMP tak, aby bylo možno si papírové výstupy prohlédnout v digitální formě pomocí standardně vybaveného počítače. Rastrové mapové výstupy (celkem 28 mapových výstupů) se nacházejí v adresáři MAPY\_BMP (v rozlišení minimálně 120

DPI) ve formtu windows Bitmap (\*.BMP) a v adresáři MAPY\_JPG (v rozlišení minimálně 144 DPI a 100 quality) ve formátu JPEG (\*.JPG).

Veškeré mapové kompozice jsou vytvořeny v ArcView 3.2, tudíž kartografický výstup (jak je vytvořen) lze realizovat pouze s tímto softwarem. Prohlížení, editace, dotazy apod. lze samozřejmě realizovat v jakémkoliv softwaru (GeoMedia, Microstation, Autocad apod.).

V adresáři Programy je software ArcExplorer, který je volně šiřitelný a je nutno provést instalaci. Jedná se o jednoduchý desktop GIS pro prohlížení geografických dat, která mohou být ve většině formátů firmy ESRI a v několika formátech rastrových (verze 1.1.500 CZ). Adresář se nachází pouze na CD první verze projektu.

Mapy jsou prezentovány většinou ve vektorovém formátu, pouze Gravimetrická mapa, Digitální výškopis a Družicová mapa jsou rastrové. Všechny mapy jsou v souřadnicové soustavě JTSK a S42, vektorové mapy i v geografických souřadnicích.

K vydání CD s mapami ČR s rozlišením odpovídajícím měřítku 1 : 500 000 se spojily následující organizace:

Český geologický ústav (nyní Česká geologická služba) - Geologická mapa, Radiometrická mapa, Mapa radonového rizika, Geomagnetická mapa, Metalogenetická mapa, Mapa minerálních vod, redakce CD

Geofyzika, a. s. - Gravimetrická mapa, Digitální výškopis

GISAT - Družicová mapa, Mapa krajinného pokryvu

Zeměměřický úřad, Český úřad zeměměřický a katastrální, ARCDATA Praha, s. r. o. - Topografická mapa

PICODAS Praha, s. r. o. - tvorba GIS části CD

Ministerstvo životního prostředí umožnilo vydání díla finanční podporou technického zpracování a vylisování CD

Internet servis, a. s., vytvořil design úvodní stránky a HTML celého CD.

Grafické studio "AMOS" připravilo tiskové podklady pro obal CD..

CD bylo vylisováno v Gramofonových závodech v Loděnici.

### 4.3 Seznam literatury

- AKEND – Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandort: (2001)** : Progress Report – State of Discussion.- Federální ministerstvo životního prostředí, Berlín.
- BUBENÍČEK J. (1964)**: Geologická stavba třebečského masivu.- MS Uranový průzkum Příbram, Geofond P 18621.
- BUBENÍČEK J. (1968)**: Geologický a petrografický vývoj třebečského masivu.- Sborník geologických věd 13, 133 – 164, Praha.
- BUDNITZ R. J. (1995)**: Overview of Methodology for Probabilistic Seismic Hazard Analysis. In: Seismic Training for Eastern European Regulators.- US NRC, Washington.
- BUCHA V., BLÍŽKOVSKÝ M. (1994)**: Crustal structure of the Bohemian Massif and the West Carpathians.- 355 s., Academia Praha.
- DOLEŽALOVÁ M. (1979)**: Komplexní výzkum geofyzikálních polí a mineralogicko-geochemických aureol v moldanubiku jižních Čech.- MS UP Liberec, Geofond P 32 515
- DOMÁCÍ L. (1979)**: Vysvětlující text k základní geologické mapě Nepomyšl.- Geoindustrie Praha
- DRIMMEL J. (1980)**: On the resonance Effects of Strong Earthquakes and their Consideration in the Intensity Scales.- Arch. Met. Geophys. Bioklim., Ser. A, 29, 327-341.
- DUDEK A. (1980)**: The Crystalline Basement Block of the Outer Carpathians in Moravia: Bruno-Vistulicum.- Rozpravy ČSAV. - Academia, Praha, 96p.
- DUDEK A. (1981)**: The principal Features of the Geological Structure of Czechoslovakia with regard to Adjacent Region. In: Geoph. Syntheses in Czechoslovakia. - Veda, Bratislava, 19-26.
- FEDIUK F. (1990)**: Bazaltoidy v čistecko-jesenickém plutonu.- MS PřFUK Praha, Geofond P 72 285
- FEDIUK F. (1991)**: Mladé bazaltoidy prorážející čistecko-jesenickým plutonem.-Věst. ÚÚG 66, 141 – 150, Praha
- GUTDEUTSCH R. et al.(1990)**: Isoleismal Map of Earthquake in Neulengbach on Sept. 15.1590.- Universiti Viena.
- HAMTILOVÁ M. (1969)**: Plošná a hloubková variace ve východní polovině hlavního tělesa komplexu hornin typu Čertovo břemeno ve středočeském plutonu (s použitím statistických metod).-MS Geol. úst. ČSAV Praha, Geofond P 21020
- HAMTILOVÁ M. (1971)**: Petrographic study of plutonic rocks using statistical method.- Acta Univ. Carol.- Geol., 1, 63 - 77
- HOLUB F.V. (1995)**: Granites – guide book.- European network for laboratories. Prague
- HYNIE O. (1961)**: Hydrogeologie ČSSR – prosté vody.- Nakladatelství ČSAV Praha
- CHÁB J.(1971)**: Podloží k křídý a permokarbonu kladensko-rakovnické pánve.- ÚÚG Praha (Geofond P 22641)

- CHMELAŘ, DANĚK (1989):** Třebíčský masiv, úsek Budišov – Pyšel.- ČSUP UP k.p. Liberec.
- IBRMAJER J., Suk M. et al (1989):** Geofyzikální obraz ČSSR.- Nakladatelství ČSAV Praha.
- JELÍNEK E. et al. (1995):** Geologie a geochemie třebíčského masivu.-MS PřFUK Praha
- KÁRNÍK V., PROCHÁZKOVÁ D., SCHENK V., SCHENKOVÁ Z., BROUČEK I. (1988):** Seismic Zoning Map of Czechoslovakia - Version 1987.- Studia geoph. et geod., 32, 144-152.
- KÁRNÍK V., PROCHÁZKOVÁ D., SCHENK V., SCHENKOVÁ Z., BROUČEK I. (1988):** Seismic zoning map of Czechoslovakia.- Stud. Geophys. Geod., 32, 144-150, Praha.
- KASAHARA (1981), (1985):** Mechanika zemletresenij.- Mir, Moskva, 264 p. (rusky).
- KLEIN VL.(1970):** Geofyzikální opěrný bod Janatov.- ÚÚG Praha (Geofond P 22805).
- KLOMÍNSKÝ J. (1994)** Geologický atlas České republiky, stratigrafir.- Český geologický ústav Praha.
- KOPECKÝ A. (1972):** Neotektonická mapa ČSSR.- ÚÚG Praha.
- KOPECKÝ A. (1978):** Neoidic tafrogenic evolution and young alcaline volcanism of the Bohemian Massif.- Sbor. Ústř. Úst. Geol., Ř.G., 31, 91-107, Praha.
- KRŠKA R. (1988):** Závěrečná zpráva regionálního hydrogeologického průzkumu.- Geotest Brno, Geofond FZ 6282.
- KŘÍŽ J. et al.. (1991):** Geologický výzkum bezpečného uložení vysoce radioaktivního odpadu.- ČGÚ Praha.
- MALKOVSKÝ M. (1963):** Strukturní vrt do podloží křídý v Borku u Holic.- ÚÚG Praha. (Geofond P21374).
- MALKOVSKÝ M. (1979):** Tektogeneze platformního pokryvu Českého masivu.- Knih. Ústř. Úst. Geol., 53, Praha.
- MALKOVSKÝ M.(1985):** Geologie severočeské hnědouhelné pánve.- ÚÚG Praha.
- MÍSAŘ Z. (1987):** Regionální geologie světa.- 705 p., Academia Praha.
- MÍSAŘ Z., DUDEK A., HAVLENA V., WEISS J. (1983):** Geologie ČSSR I., Český masív.- 333 s., SPN Praha.
- MLČOCH, ŠRÁMEK, VRÁNA (1997):** Vývoj zemské kůry v západní části Čech během proterozoika a paleozoika.- ČGÚ, Geofyzika Brno (Geofond P 96046).
- NEA/OECD (2000):** Features, Events and Processes (FEPs) for Geologic Disposal of Radioactive Waste.
- NEA/OECD (2002):** An International Peer Review of the Yucca Mountain Project TSPA-SR., Total System Performance Assessment for the Site Recommendation.- NEA/OECD, Paris 2002).
- NĚMEC F. (1946):** Oblast hostákovských křemenců.-Sborním přírodovědeckého klubu Třebíč, 4,64 – 80, Třebíč



- PETRÁNEK J. et al. (1983):** Encyklopedický slovník geologických věd.- 1. a 2. díl, 851 s. / 917 s., Academia Praha.
- PISKAČ J., BLAŽEK J. (1999):** ÚRAO Richard – Návrh způsobu vyřazování z provozu.- EPP Praha
- PISKAČ J., ROMPORTL B. (1998):** CMVJP Skalka – dokumentace pro územní řízení k rozhodnutí o umístění souboru staveb CMVJP v lokalitě Skalka
- PRACHAŘ I., BLAŽEK J. (2002):** Bezpečnostní analýza Pracoviště Bratrství v Jáchymově.- EPP Praha
- PROCHÁZKOVÁ D. (1984):** Analýza zemětřesení ve střední Evropě.- GFÚ ČSAV Praha.
- PROCHÁZKOVÁ D. (1988):** Induced Seismicity and Associated Phenomena.- GFÚ ČSAV Praha.
- PROCHÁZKOVÁ D. (1991):** Seismické a seismotektonické ohrožení vybraných lokalit. I. Seismické a seismotektonické ohrožení lokalit v ČSFR. Zpráva pro ČSKAE.- GEOSCI, Praha, 58p.
- PROCHÁZKOVÁ D. (1993):** Earthquake Pattern in Central Europe.- Acta Univ. Carol., Math. et Phys., 34, 3-66.
- PROCHÁZKOVÁ D., DUDEK A. (1982):** Some Parameters of Earthquakes Originated in Central and Eastern Europe.- Travaux Géophysiques 1980, No 538. Academia, Praha.
- PROCHÁZKOVÁ D., KÁRNÍK V., eds (1978):** Atlas of Iseismal Maps for Central and Eastern Europe.- Geoph. Inst. Czechosl. Acad. Sci., Prague.
- PROCHÁZKOVÁ D., ROTH Z. (1993):** Complex Investigation of Earthquake Origin in Central Europe. In: Environmental Monitoring and Adjacent Problems.- ČEÚ a MŽP, Praha, 287-349.
- PROCHÁZKOVÁ D., ROTH Z. (1996):** Komplexní studium procesu vzniku zemětřesení.- Ústav mezinárodních vztahů Praha.
- PROCHÁZKOVÁ D., ŠIMŮNEK P. (1998):** Fundamental Data for Determination of Seismic Hazard of Localities in Central Europe.- ÚMV, Praha, 96p.
- PROUZA VL. (1968):** Strukturní vrt MJ-8 – průzkum na čené uhlí.- ÚÚG Praha (Geofond P20728)
- ROTH Z., PROCHÁZKOVÁ D. (1988):** Neotectonic movements and earthquakes in central Europe. In.: Induced seismicity and associated phenomena.- Geoph. Inst. Czechosl. Acad. Sci., 432-441, Praha.
- SEDLÁK ET AL. (1985):** Souhrnné zpracování geofyzikálních podkladů z oblasti Jindřichův Hradec – Brno.. MS Geofyzika Brno, Geofond P 53617
- SCHENK V., SCHENKOVÁ Z. (1981):** Relation between Intensity and Ground Motion Parameters.- Gerlands Beitr. Geophys., 90, 247 - 254.
- SMALLEY R.F., TURCOTTE D.L. SOLLA S.A. (1984):** A Renormalization Group Approach to the Stick – Slip Behaviour of Faults.- J.Geoph. Res., 90, 1884 – 1900.
- ŠIMŮNEK P. (1981):** Směrnice pro provádění geologických a inženýrsko-seismologických průzkumů pro potřeby projektové přípravy JE v ČSSR .- EGP Praha, 57 p.

- ŠIMŮNEK P. (1987):** Postupy provádění geologických a inženýrsko-seismologických průzkumů pro potřeby projektové přípravy, výstavby a bezpečného provozu jaderných elektráren a výtopen v ČSSR.- ČSKAE-UISJP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1991):** Trvalé ukládání radioaktivních odpadů do geologických struktur.- EGP Praha s.p..
- ŠIMŮNEK P. (1993):** Seismické hodnocení skladu vyhořelého paliva – lokalita Dukovany.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1994):** CMVJP Skalka – dokumentace pro územní řízení k rozhodnutí o umístění souboru staveb CMVJP v lokalitě Skalka.-EPP s.p. Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1994):** CMVJP Skalka – studie seismického rizika.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1994):** JE Temelín – JETE – doplňující geologické a seismické průzkumy – část A tektonika, část B seismické ohrožení.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1995):** CMVJP – síť seismických stanic – závěrečná zpráva.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1995):** CMVJP Pačejov – studie seismického rizika.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1997):** CMVJP Batelov – studie seismického rizika.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1997):** CMVJP Skalka – masiv Skalka – strukturně-geologický, hydrogeologický a geotechnický model.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1997):** CMVJP Skalka – vyhodnocení přípustnosti stavenišť po provedené III. Etapě průzkumných prací.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1997):** JE Mochovce – Předprovozní bezpečnostní zpráva – kap. 2.5 geologie, seismologie, geotechnika.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1998):** JE Temelín – Předprovozní bezpečnostní zpráva – kap. 2.5 geologie, seismologie, geotechnika.-EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1998):** Seismické hodnocení skladu vyhořelého paliva – lokalita Dukovany.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1999):** CMVJP Skalka – dokumentace pro územní řízení k rozhodnutí o umístění souboru staveb CMVJP v lokalitě Skalka.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1999):** Přehled kritérií geologických i negeologických pro umístění HÚ RAO a VJP.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. BLAŽEK J., PISKAČ J.(1999):** ÚRAO Richard – úvodní studie projektové přípravy realizace dodatečných inženýrských bariér vybraných sekcí v úložišti Richard u Litoměřic.- EPP Praha
- ŠIMŮNEK P. et al. (1994):** CMVJP Skalka – geologicko-průzkumné práce prováděné hornickým způsobem – projekt prací.- EPP Praha
- ŠIMŮNEK P. et al. (1994):** CMVJP Skalka – geologicko-průzkumné práce – areál průzkumného úseku – projekt pro účely stavebního řízení.- EPP Praha
- ŠIMŮNEK P. et al. (1995):** CMVJP – výběr stavenišť – program řízení a zajištění jakosti práce QA – vyhodnocení.- EPP Praha

- ŠIMŮNEK P. (1993):** CMVJP – Lokalizační studie – 1. + 2. Část.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P., BUBEN J., TUCAUEROVÁ D. (1994):** CMVJP – Základní studie seismického ohrožení.- EPP Praha
- ŠIMŮNEK P., PISKAČ J. (2000):** Parametry bezpečnosti pro výběr lokality a pro vývoj inženýrských bariér pro HÚ RAO a VJP.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P., PRACHAŘ I. (1993):** CMVJP – Základní studie přírodních podmínek 1.+2. Díl – klimatologie, hydrologie, ohrožení velkými vodami, pedologie, geologie, geofyzika,.- EPP Praha.
- ŠIMŮNEK P. (1993):** CMVJP – ověřovací práce širšího výběru lokalit – I. Etapa – projekt prací.- EPP Praha.
- ŠMEJKAL J. (1960):** Absolutní stáří některých granitoidů a metamorfitů Českého masivu.- Věstník ÚÚG 35 (441 – 448).
- VAVŘÍNOVÁ D. (1979):** Regionální hydrogeologický průzkum vysokomýtské synklinály.- Stavební geologie Praha (Geofond P29300).
- VEJNAR Z., ZOUBEK V. ET AL. (1962):** Vysvětlivky k přehledné geologické mapě M-33-XIX, M-33-XXV, Mariánské Lázně, Švarcava.- Geofond v nakladatelství ČSAV Praha.
- VODIČKA J. (1969):** Souhrnné zhodnocení výsledků výzkumu podloží české křídý ve třech vrtech severně od Železných hor.- ÚÚG Praha (Geofond P 21626).
- VOLAROVICH M.P. et al. (1979):** Mechanika gornych porod pri visokich davlenijach.- Nauka, Moskva, 152 p.
- WOLLER F. et al. (1998):** Kritická rešerše archivovaných geologických informací, č. úkolu 59 94 0001, Závěrečné zhodnocení.- ÚJV Řež.

## 4.4 Mezinárodní doporučení a zákonné normy ČR

**IAEA - TECDOC-724 (1993):** Probabilistic Safety Assessment for Seismic Events. IAEA, Vienna.

**IAEA (1989):** Safety Principles and Technical Criteria for the Underground Disposal of High Level Radioactive Wastes, Safety Series No 90, Vienna.

**IAEA (1995):** The Principles of Radioactive Waste Management, Safety Fundamentals, Safety Series No 111-F, Vienna

**IAEA (1997):** Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and of the Safety of Radioactive Waste Management, Vienna, 5 september 1997.

**IAEA 50-C-S (1978):** Safety in Nuclear Power Plant Siting. A Code of Practice.

**IAEA 50-SG-D10 (1984):** Fuel Handling and Storage System in NPP.

**IAEA 50-SG-D15 (1992):** Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants. A Safety Guide. IAEA, Vienna.

**IAEA 50-SG-S1 (1991):** Earthquakes and Associated Topics in Relation to Nuclear Power Plant Siting. IAEA, Vienna.

**IAEA 50-SG-S7 (1984):** Nuclear Power Plant Siting: Hydrogeologic Aspects.

**IAEA 50-SG-S9 (1984):** Site Survey for Nuclear Power Plants.

**IAEA- SG 111-G-4.1 (1994):** Siting of Geological Disposal Facilities. A Safety Guide.- Viena, 1994.

**IAEA-TECDOC-1109 (1999):** „Use of natural analogues to support radionuclide transport models for deep geological repositories for long lived radioactive wastes“.- Viena, 1999.

**Zákon 114/1992 Sb.,** o ochraně přírody a krajiny (a jeho pozdější novely).

**Zákon 18/1997 Sb.,** o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon).

**Zákon 109/2001 Sb.,** úplné znění zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

**Zákon 439/1992 Sb.,** předsednictvo ČNR vyhlašuje s působností pro Českou republiku úplné znění zákona č. 44/1988 o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon).

**Vyhláška ČBÚ 78/1988 Sb.** o chráněných ložiskových územích a dobývacích prostorech ve znění novel.

**Vyhláška Českého báňského úřadu 99/1992 Sb.,** o zřizování, provozu, zajišťování a likvidaci zařízení pro ukládání odpadů v podzemních prostorech.

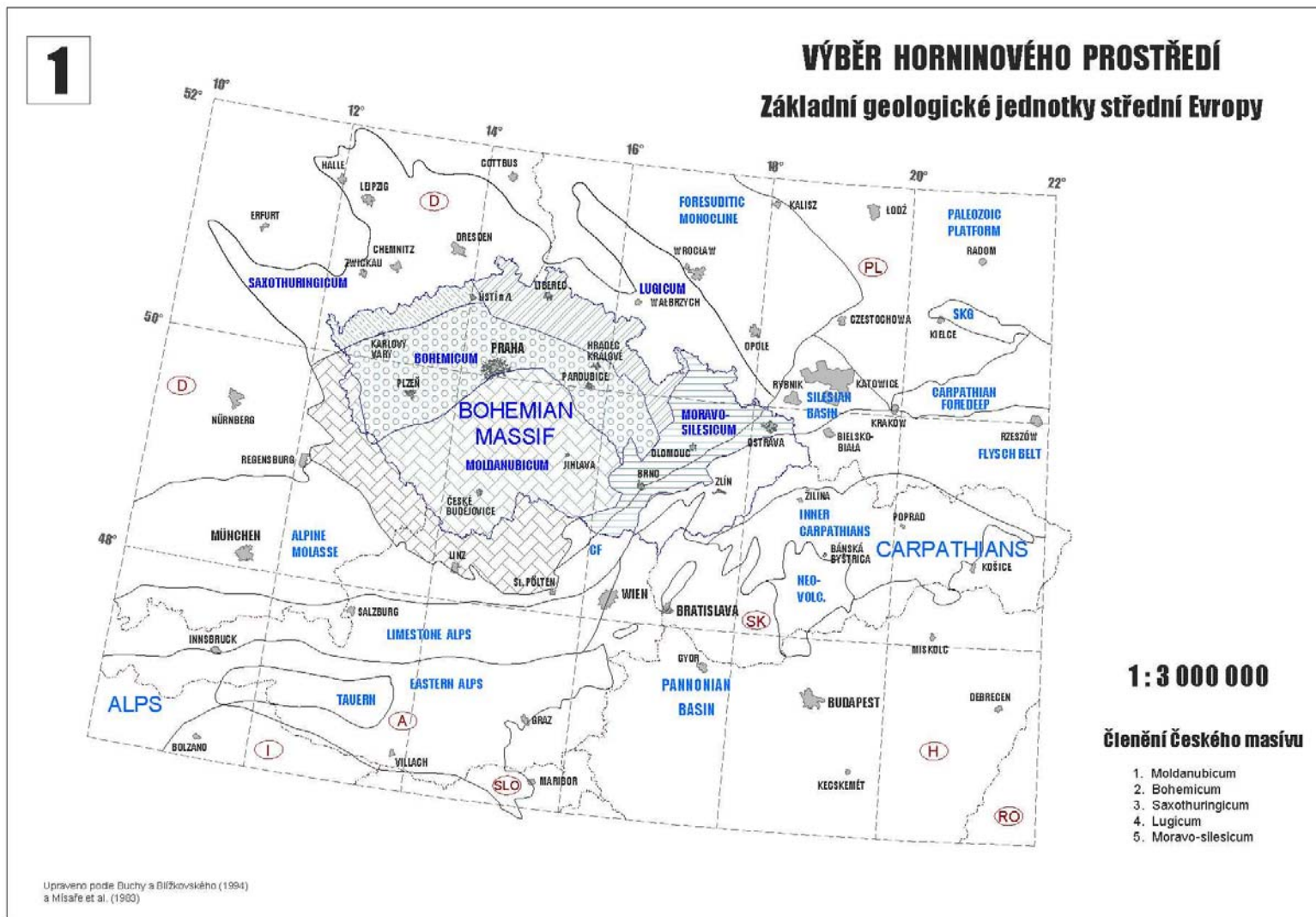
**Vyhláška MŽP 395/1992 Sb.,** kterou se provádějí některá ustanovení zák. č. 114/1992 Sb.

**Vyhláška SÚJB 184/1997 Sb.,** o požadavcích na zajištění radiační ochrany.

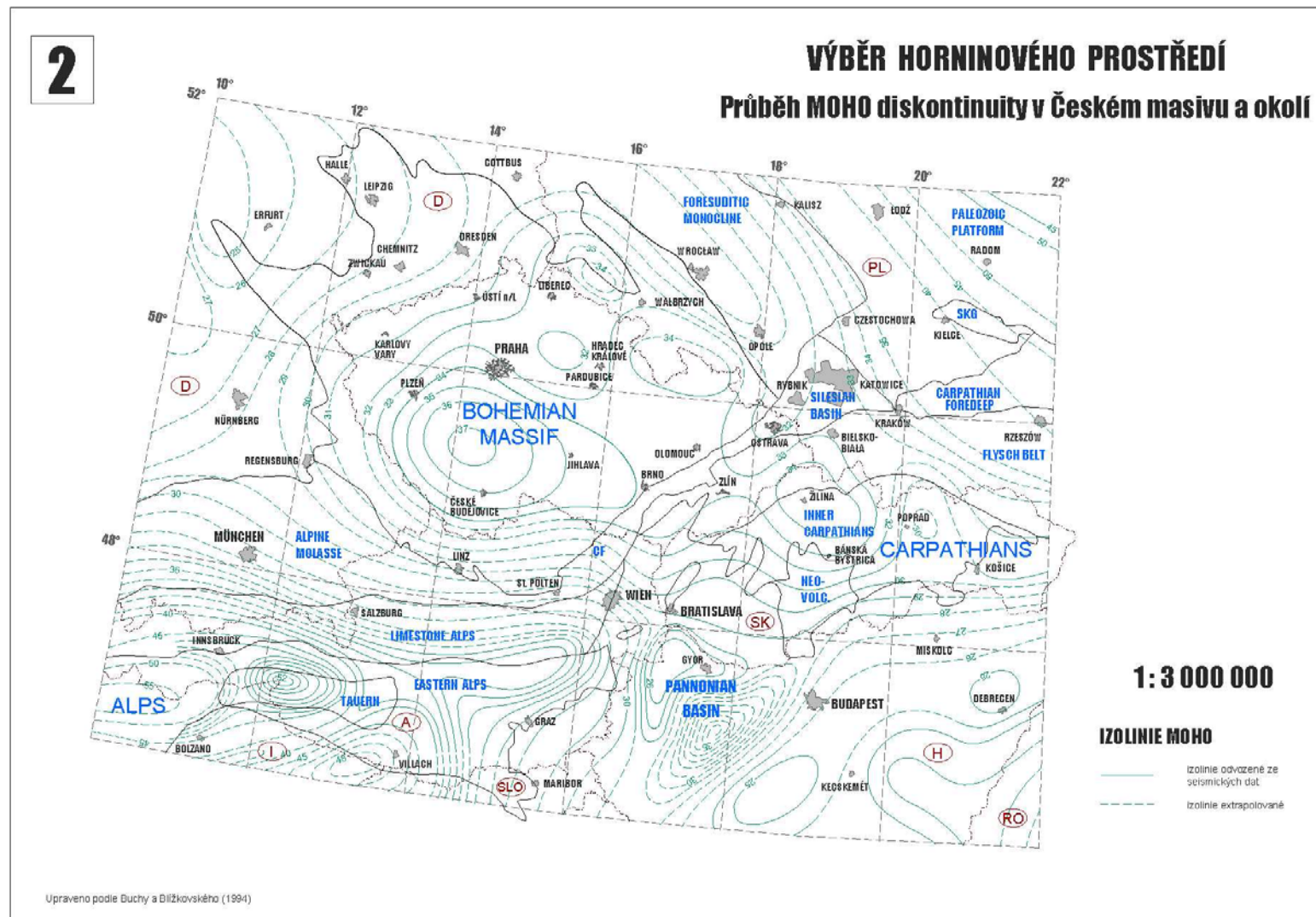
**Vyhláška SÚJB 215/1997 Sb.**, o kritériích na umístování jaderných zařízení a velmi významných zdrojů ionizujícího záření.

**Usnesení vlády ČR č. 487** dne 15.5.2002 - Koncepce nakládání s RAO a vyhořelým jaderným palivem.

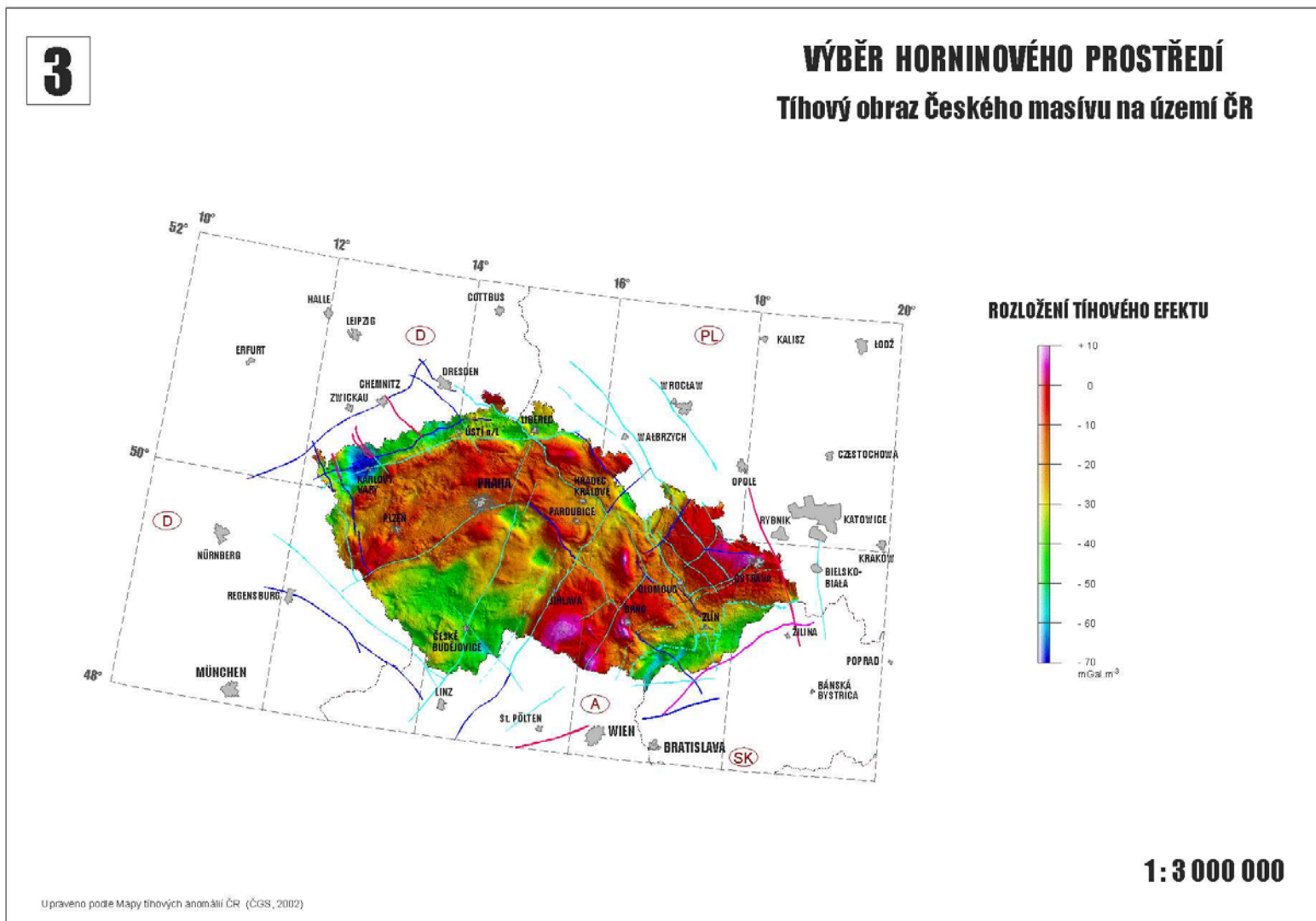
# Příloha 1 – Základní geologické jednotky střední Evropy



## Příloha 2 – Průběh MOHO diskontinuity v Českém masivu a okolí

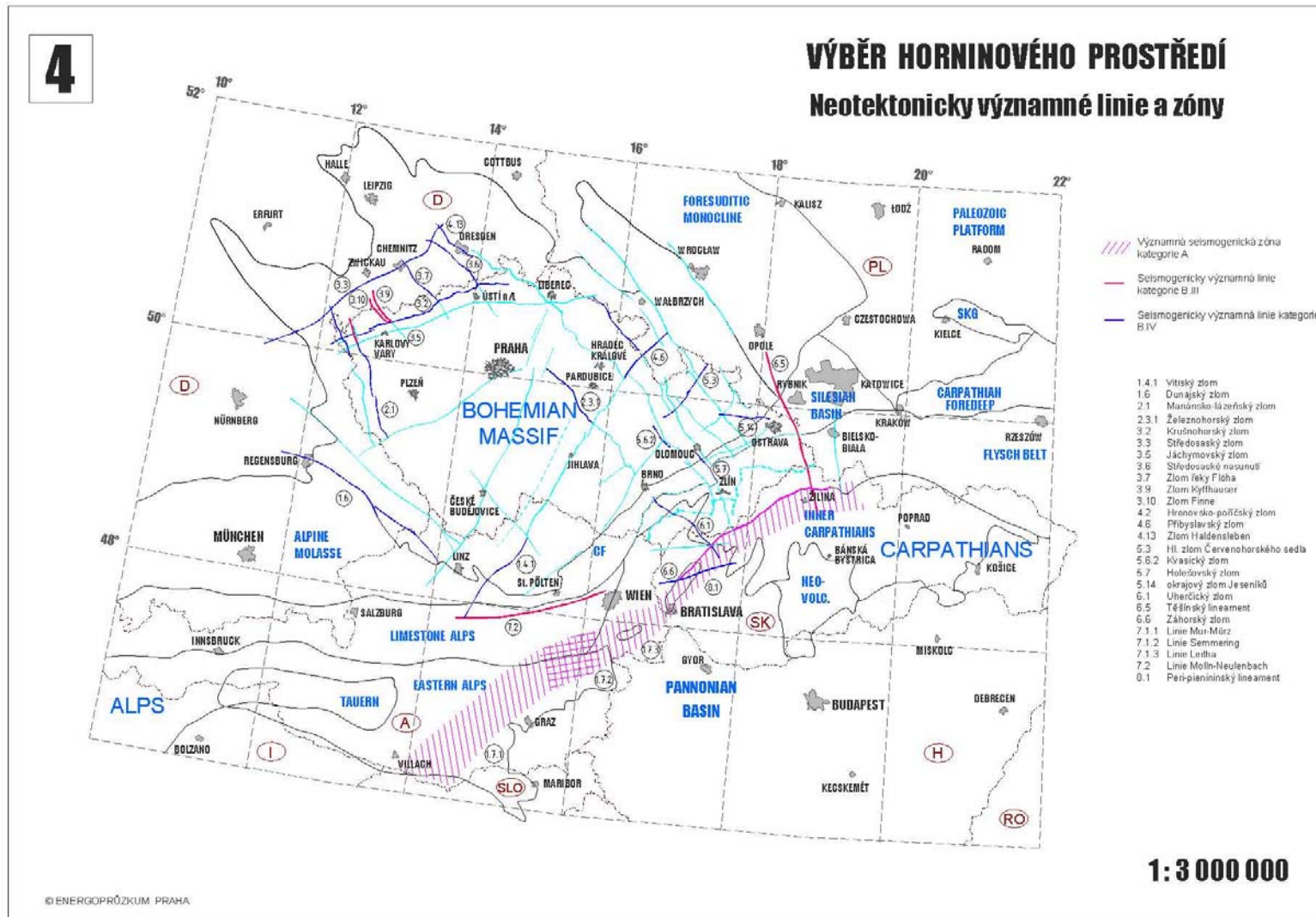


### Příloha 3 – Tíhový obraz Českého masívu na území ČR

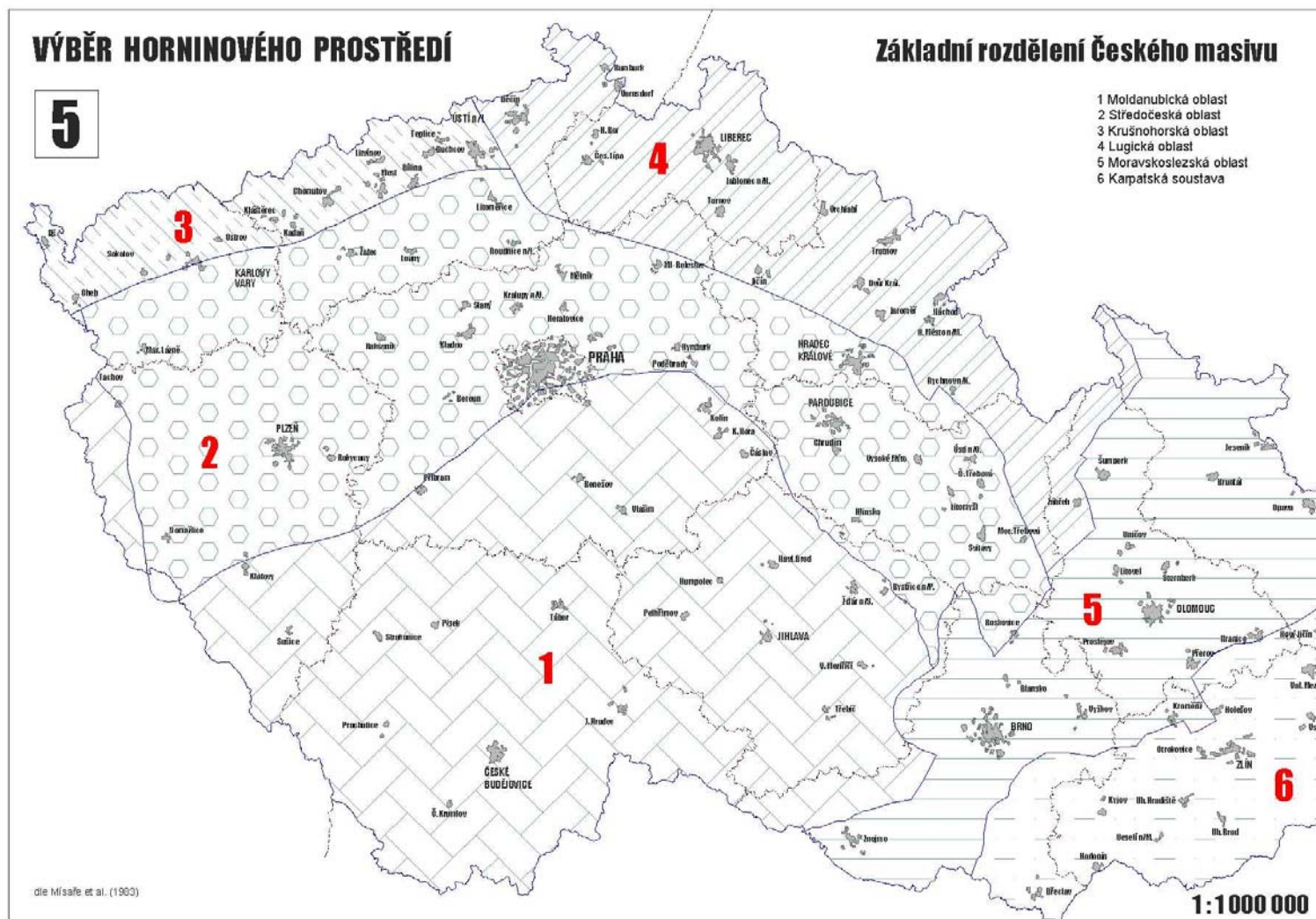




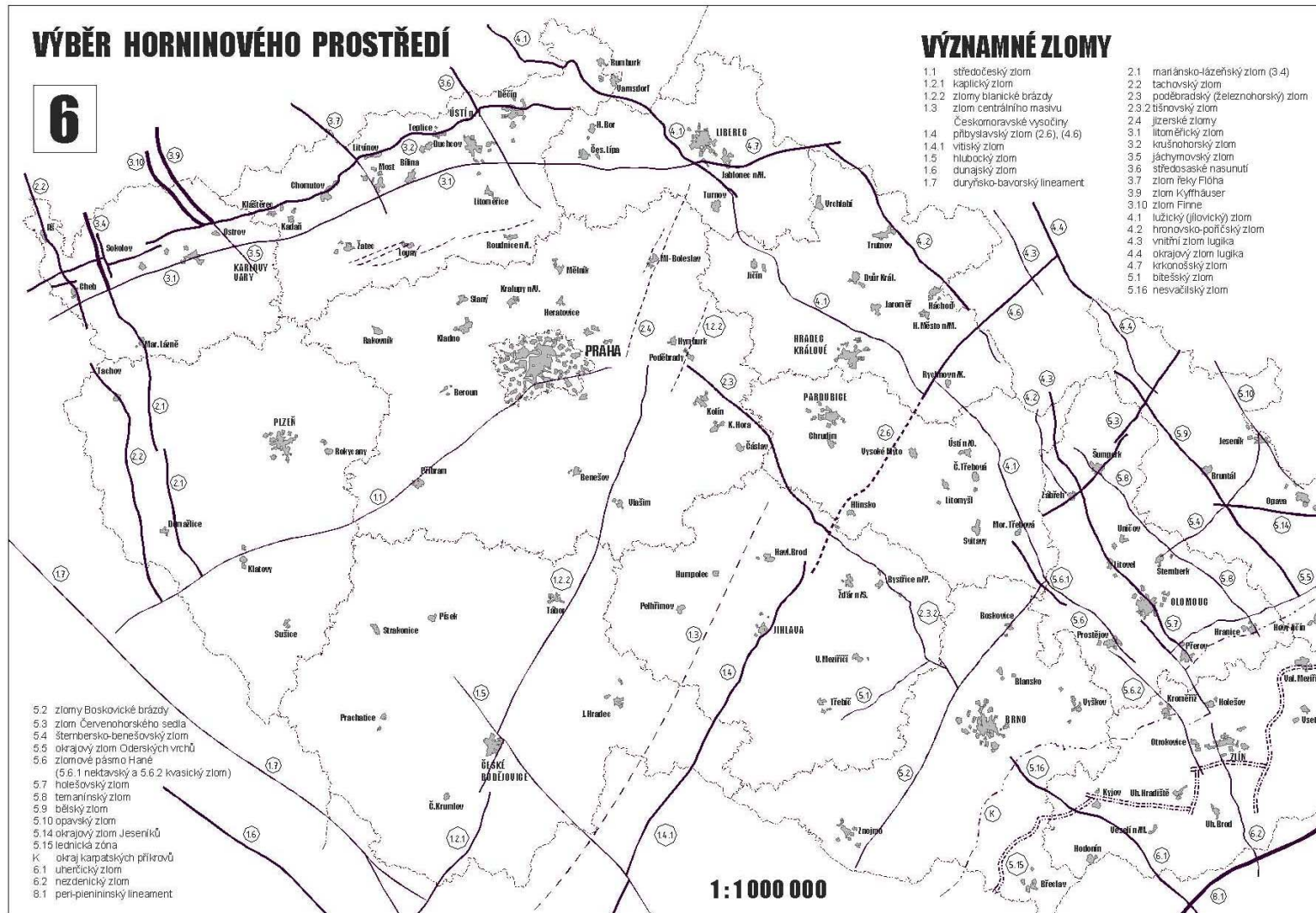
## Příloha 4 – Neotektonicky významné linie a zóny



## Příloha 5 – Základní rozdělení Českého masivu

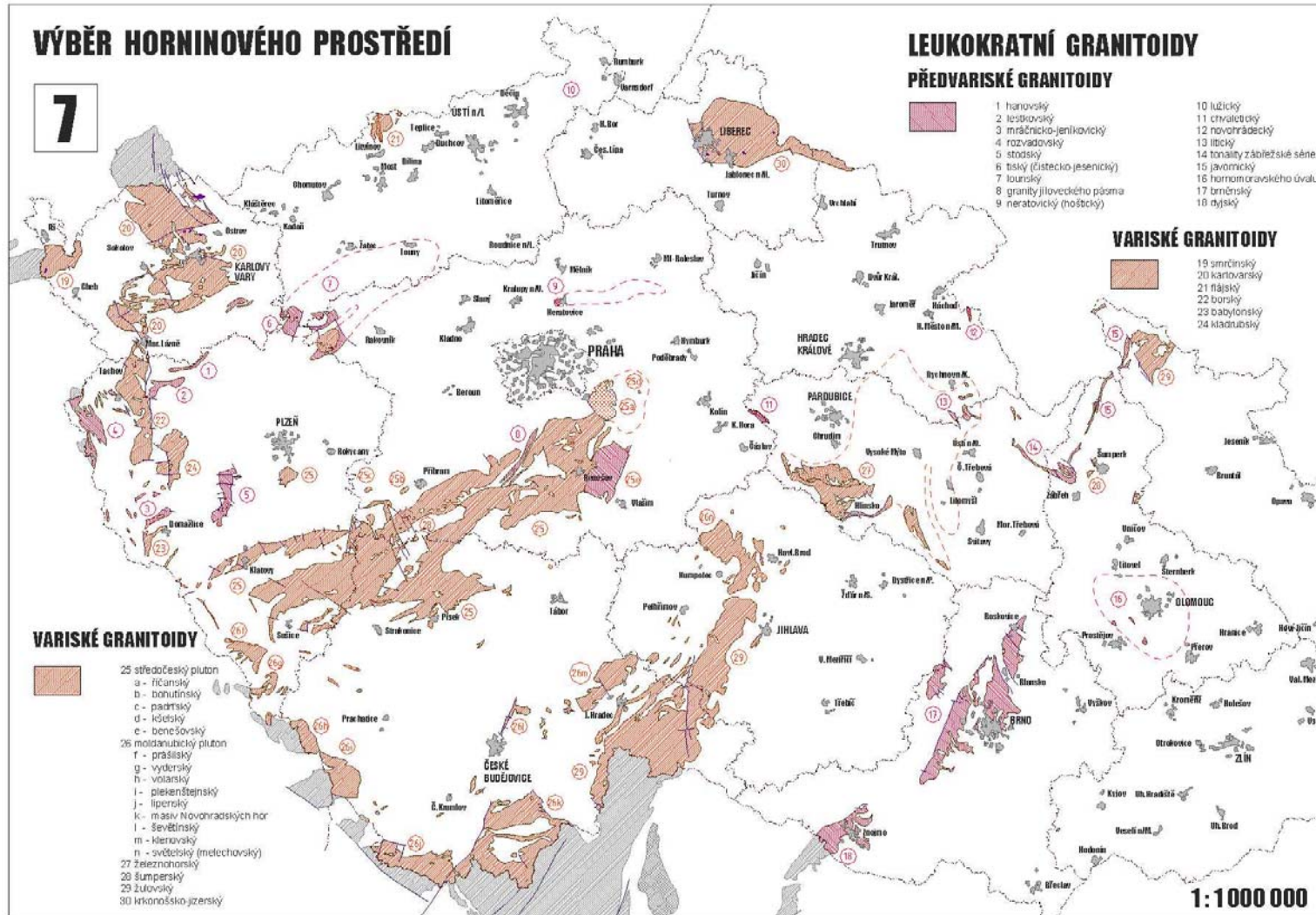


## Příloha 6 – Významné zlomy





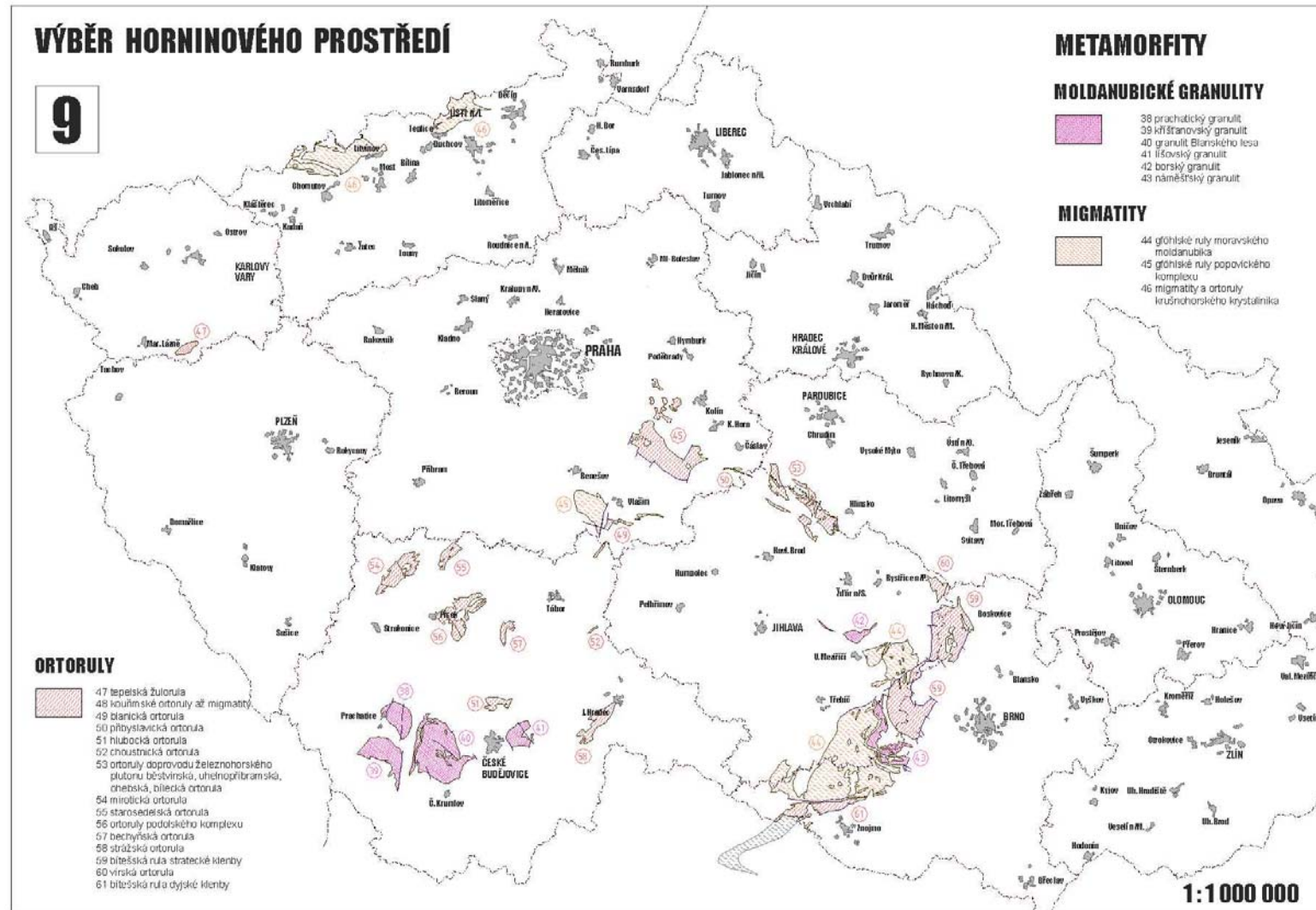
# Příloha 7 – Leukokrání granitoidy



# Příloha 8 – Melanokrátní granitoidy

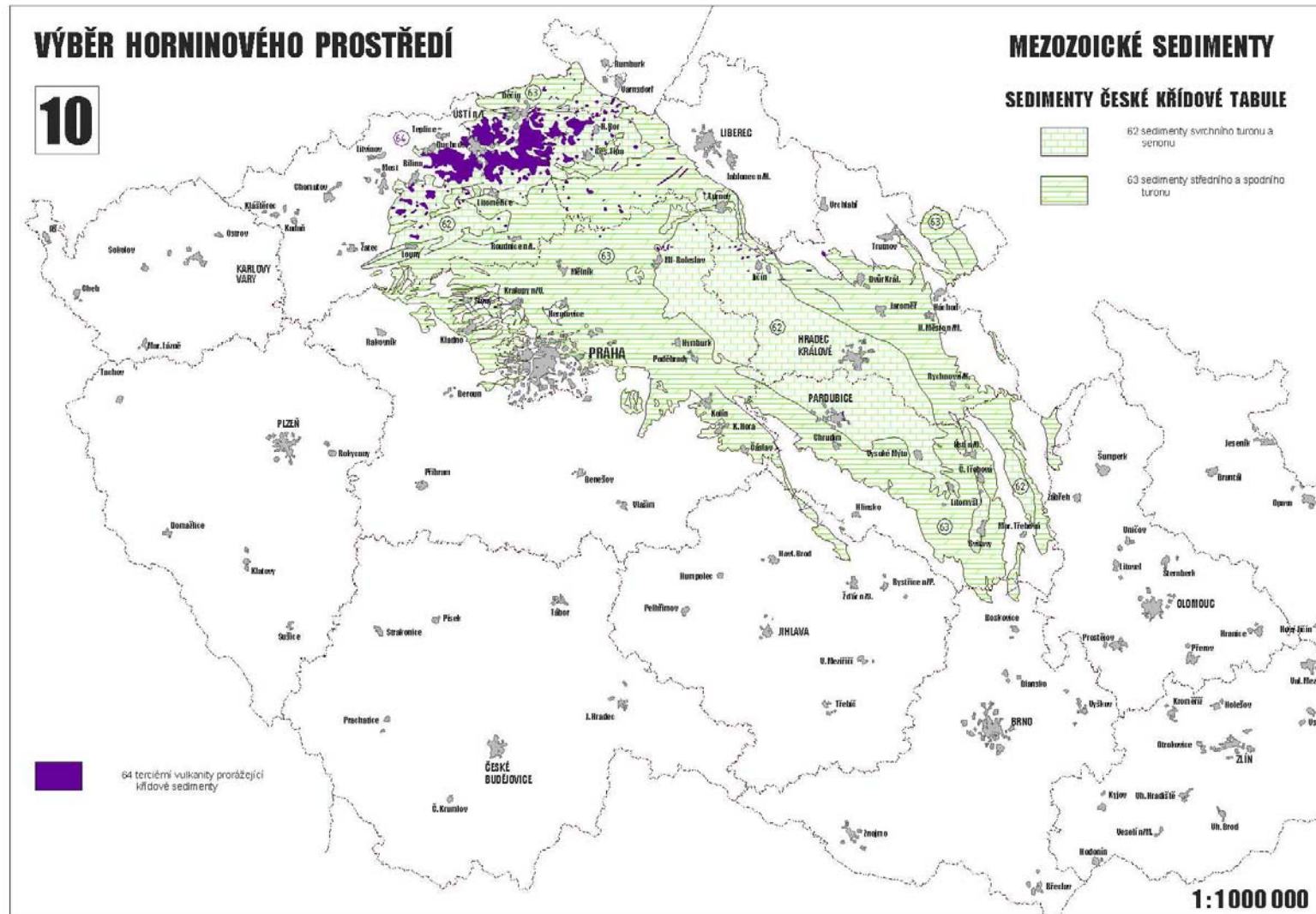


# Příloha 9 – Metamorfity

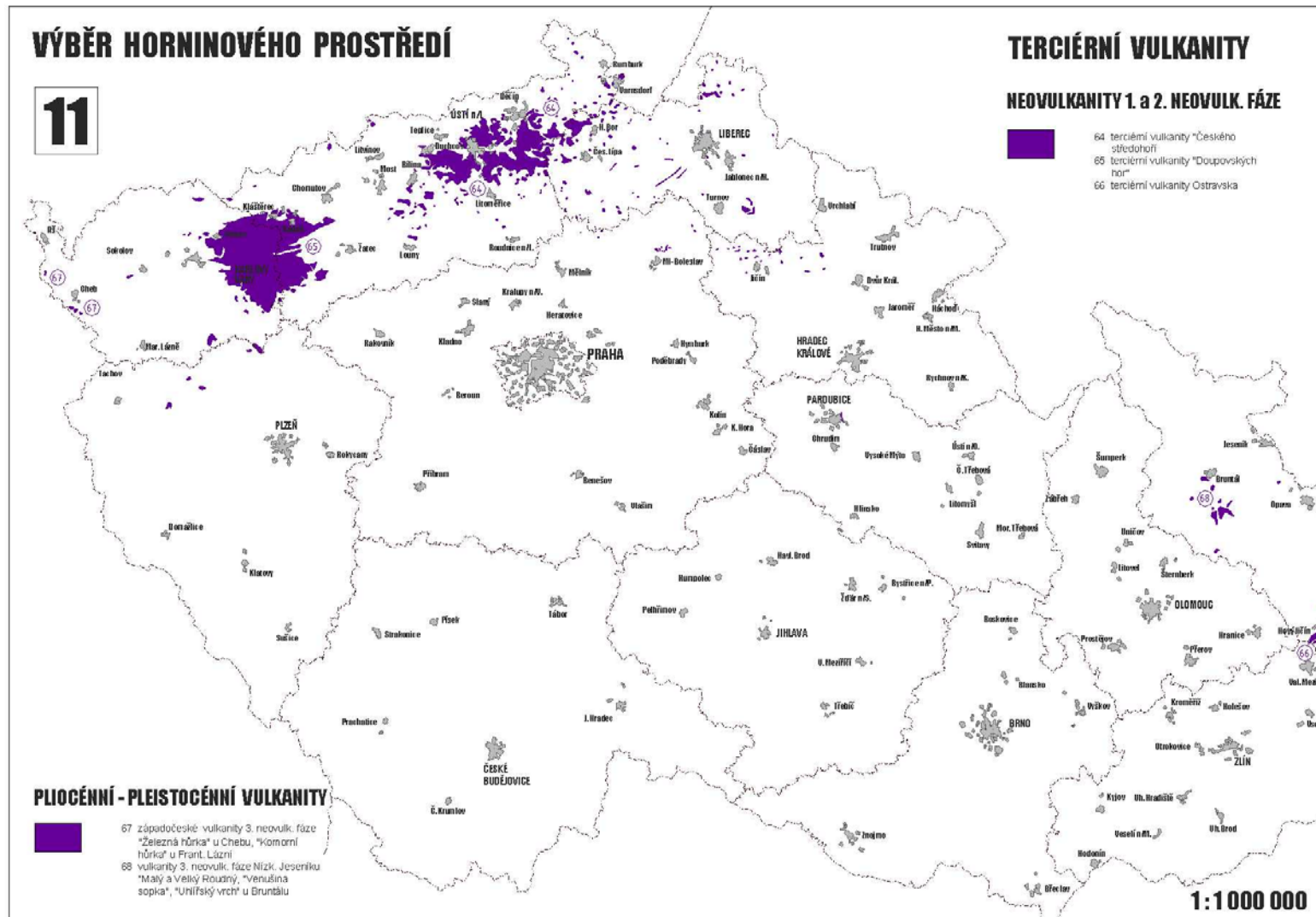




## Příloha 10 – Mezozoické sedimenty

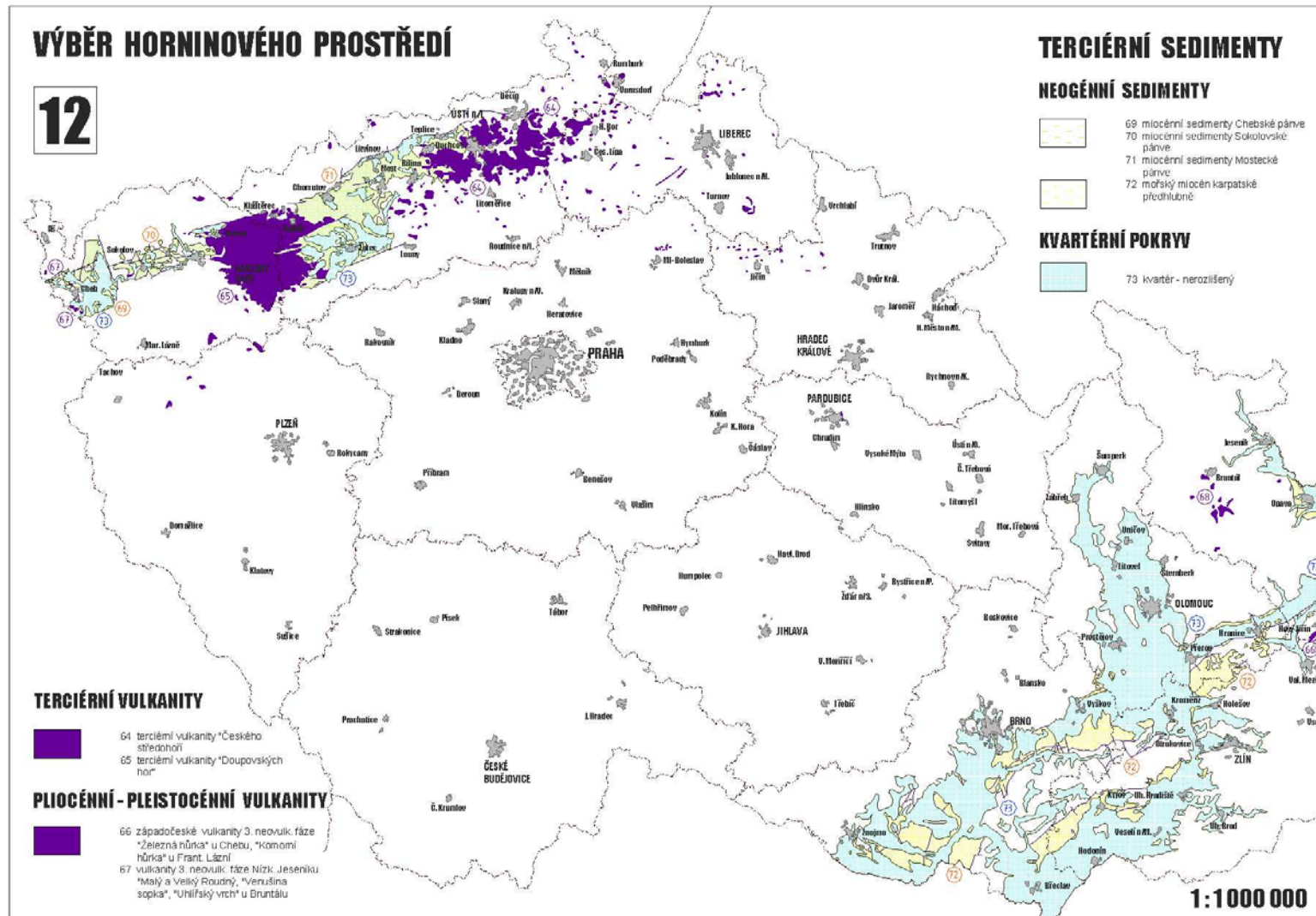


# Příloha 11 – Terciární vulkanity

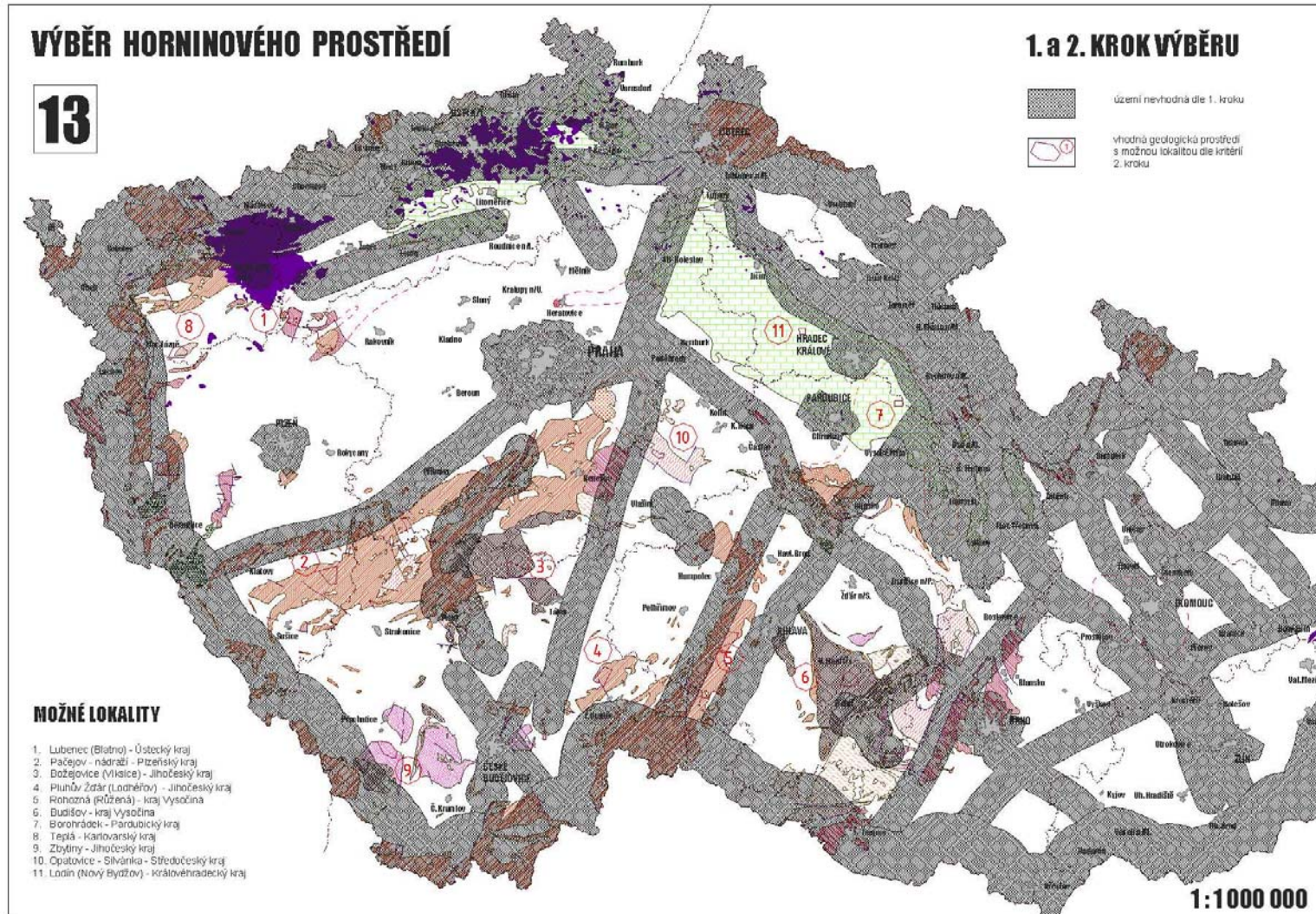




## Příloha 12 – Terciální sedimenty



## Příloha 13 – Výběr horninového prostředí – 1 a 2 krok výběru







Správa úložišť radioaktivních odpadů  
Dlážděná 6, 110 00 Praha 1  
Tel. 221 421 511  
E-mail: [info@rawra.cz](mailto:info@rawra.cz)  
[www.surao.cz](http://www.surao.cz)