

*Ing. Rastislav Pěgřimek, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s. Most*  
*Ing. Václav Valášek, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s. Most*

## Projekt Phare D5/93

### Analytická podpora čistým uhelným technologiím

#### Analytische Unterstützung den Clean-Coal Technologien

Auf Grund des Erfolges in einer Ausschreibung war das Braunkohlenforschungsinstitut, AG Most, beauftragt, das Phare Projekt D5/93 mit Bezeichnung "Analytische Unterstützung den Clean Coal Technologien" zu bearbeiten. Diese Bearbeitung verlief im Jahre 1997 bei einer engen Zusammenarbeit mit der Technischen Universität-Bergakademie Ostrava, DBI-AUA GmbH Freiberg, BRD, DMT mbH, Essen, BRD und Cerchar, Mazingarbe, Frankreich.

In Arbeit wurden disponible Vorräte der Braun- und Steinkohle bewertet und aus denen sich ergebende mögliche Jahresförderungen in Bezug auf prognostizierte Bedarfe der Elektroenergetik und Heizkraftwirtschaft.

Weiter waren bisherige Kenntnisse über ausgewählte Spurenelemente (As, Be, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, F, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Te, Ti, V, Zn) in tschechischen Kohlesorten bewertet. Die wurden verglichen mit Gehalten, die durch die Analysen der neu entnommenen Proben der Braun-, sowie Steinkohle festgestellt wurden. Die Analysen wurden parallel in drei Arbeitsstellen der analytischen Chemie durchgeführt, und zwar in VÚHU Most, Bergakademie Ostrava und DBI-AUA Freiberg.

Die gewonnenen Angaben wurden mit entsprechenden Angaben von DMT Essen für ausgewählte in den Kraftwerken von BRD und EU einschließlich USA und Australien verbrannten Kohlesorten verglichen. Es wurde festgestellt, daß die tschechischen Kohlesorten völlig mit den in EU-Ländern verbrannten Kohlenarten vergleichbar sind, stellen in diesem Sinne einen besseren Durchschnitt vor, und das

betrifft sich auch den grundlegenden Qualitativparametern.

In vier Kesseltypen in ČR wurde die Distribution der Spurenelemente während des Verbrennungsprozesses untersucht.

Im Rahmen des Projektes wurde auch die Gesetzgebung der ČR und EU im Bezug auf Spurenelemente in der Kohle und Verberennungsreststoffen beurteilt. Es ist festzustellen, daß die Rechtsnormen von ČR nicht im grundsätzlichen Widerspruch zu den Normen von EU liegen.

#### Project Phare D5/93- Analytical support for coal clean technologies

On the basis of success in selection negotiation The Brown Coal Research Institute j.s.c. Most was authorized to process the project Phare D5/93 with the title "Analytical support to clean coal technologies". The elaboration of the task run in 1997 in close cooperation with Mining University - TU Ostrava; DBI - AUA GmbH, Freiberg, Germany; DMT mbH, Essen, Germany and Cerchar, Mazingarbe, France.

In work there were evaluated the available reserves of brown and hard coal and from them following possible levels of annual minings in relation to prognosed needs of electro-energetics and heating-industry.

Further there were evaluated hitherto knowledge about the contents of selected trace elements (As, Be, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, F, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Te, Ti, V, Zn) in CZ coal. These were compared with the contents determined by the analysis of newly taken samples of hard and brown coal. At which the analyses were executed in paralel way at three workplaces of analytical chemistry, that is in VÚHU Most, VŠB Ostrava and DBI-AUA Freiberg.

The gained data were compared with similar data from the firm DMT Essen for selected sorts of coal burnt in power stations in Germany and EU including coal from U.S.A. and Australia. It was stated that the Czech coals are fully comparable with coal burnt in EU countries, they represent in this direction better average and that also regarding the basic qualitative parameters.

It was investigated the distribution of trace elements at four types of boilers in CZ during the burning process.

It was compared also CZ and EU legislation relating to trace elements in coal and combustion products. It was stated that CZ legal standards are not in this direction in basic discrepance with EU standards.

Проект Phare D5/93 - Аналитическая поддержка чистым угольным технологиям

На основе успешного участия в конкурсе была на Научно-исследовательский институт бурого угля (ВУГУ) возложена разработка проекта Phare D5/93 под названием "Аналитическая поддержка чистым угольным технологиям". Разработка осуществилась в 1997 году в тесном сотрудничестве с Горным институтом - Техническим университетом в Остраве, институтами DBI-AUA GmbH в г. Фрейберг и DMT mbH в г. Эссен (ФРГ) и институтом Cerchar в г. Мазенгарб (Франция).

В рамках работ были оценены имеющиеся в распоряжении запасы бурого и каменного угля и вытекающие из них возможные объемы годовой угледобычи в соответствии с прогнозированными потребностями электроэнергетики и производства тепла.

Была также дана оценка имеющихся до сих пор сведений по содержанию выбранных рассеянных элементов (As, Be, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, F, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Te, Tl, V, Zn) в чешских углях. Их содержания сравнивались с содержаниями, идентифицированными при помощи анализов новоотобранных проб каменного и бурого угля. Анализы

при этом проводились параллельно на трех рабочих местах по аналитической химии: ВУГУ Мост, Горного института в Остраве и DBI-AUA в г. Фрейберг.

Полученные данные сравнивались с аналогическими данными института DMT Эссен для выбранных марок угля, сжигаемого в электростанциях ФРГ и ЕС, включительно углей из США и Австралии. Было констатировано, что чешские угли полностью сопоставительны с углями сжигаемыми в странах - членах ЕС, причем представляют они в данном направлении лучшие чем средние величины, даже что касается основных параметров качества. На четырех типах котлов в Чешской Республике исследовалось распределение рассеянных элементов в течение процесса сгорания. Сравнению подвергались также законодательные нормы Чешской Республики и Европейского Содружества, относящиеся к рассеянным элементам в угле и продуктах сгорания. Было констатировано, что законодательство Чешской Республики в данном направлении не находится в принципиальном противоречии с нормами ЕС.

Projekt Phare D5/93 - Analytická podpora čistým uhelným technologiím

Na základě úspěchu ve výběrovém řízení byl Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s. Mst pověřen zpracováním projektu Phare D5/93 s názvem "Analytická podpora čistým uhelným technologiím". Zpracování úkolu proběhlo v r. 1997 za úzké spolupráce s Vysokou školou báňskou - TU Ostrava; DBI - AUA GmbH, Freiberg, SRN; DMT mbH, Essen, SRN a Cerchar, Mazingarbe, Francie.

V práci byly zhodnoceny disponibilní zásoby hnědého a černého uhlí a z nich vyplývající možné výše ročních těžeb ve vztahu k prognózovaným potřebám elektroenergetiky a teplárenství.

Dále byly vyhodnoceny dosavadní znalosti o obsahu vybraných stopových prvků (As, Be, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, F, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Te, Tl, V, Zn) v uhlí ČR. Ty byly

porovnány s obsahy, zjištěnými rozbořem nově odebraných vzorků černého a hnědého uhlí. Přitom analýzy byly prováděny paralelně na třech pracovištích analytické chemie, tj. ve VÚHU Most, VŠB Ostrava a DBI-AUA Freiberg.

Získané údaje byly porovnány s obdobnými údaji od fy DMT Essen pro vybrané druhy uhlí spalovaného v elektrárnách SRN a EU včetně uhlí z USA a Austrálie. Bylo konstatováno, že česká uhlí jsou plně srovnatelná s uhlím spalovaným v zemích

EU, představují v tomto směru lepší průměr a to i co se týče základních kvalitativních parametrů.

Na čtyřech typech kotlů v ČR byla zkoumána distribuce stopových prvků v průběhu spalovacího procesu.

Porovnána byla také legislativa ČR a EU vztahující se ke stopovým prvkům v uhlí a spalinách. Bylo konstatováno, že právní normy ČR nejsou v tomto směru v zásadním rozporu s normami EU.

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s. Most se v posledních letech zúčastnil, vedle své obvyklé činnosti, také zpracování projektů v rámci programu Phare, zaměřeného na pomoc zemím střední a východní Evropy.

Prvním z těchto projektů byla "Strategie rozvoje severních Čech", zpracovaná ve spolupráci s řeckou firmou Euroconsultants S.A. Thessaloniki (Solun). Tato studie, vyskládaná v únoru 1995, vycházela z rozboru stavu regionu, vyplývajících z transformace společnosti a útlumu těžby uhlí a energetiky a vytýčila zásadní směry a konkrétní aktivity, vedoucí k rozvoji regionu v rozhodujících oblastech lidské činnosti.

Druhým projektem byla "Studie sektoru uhlí" (Coal Sector Study) z listopadu r. 1995, zpracovaná ve spolupráci s ViP s.r.o. Praha, jako projekt Phare D2/92. V části, týkající se hnědého uhlí, byla provedena bilance zásob hnědého uhlí, vyhodnoceny dopady tzv. územně ekologických limitů dle usnesení vlády ČR na disponibilní zásoby a možné důsledky na rozvoj elektroenergetiky a teplárenství. Byla provedena rešerše a výběr tzv. čistých uhelných technologií (CCT), nejvhodnějších pro česká uhlí. Doplněk tohoto projektu z června 1996 pak specifikoval podmínky strategie vhodné k udržení optimální úrovně produkce uhlí, zejména hnědého, ve velmi dlouhém časovém úseku (min. rok 2020), a to při užití CCT.

Třetím a zatím posledním v řadě byl projekt Phare D5/93 s názvem "Analytická podpora čistým uhelným technologiím". Zpracováním projektu byl, na základě úspěchu ve výběrovém řízení, pověřen VÚHU Most, který pro řešení projektu sestavil sedmnáctičlenný pracovní tým z managementu a odborných pracovníků ústavu a z řad předních pracovníků Vysoké školy báňské v Ostravě. Na smluvní bázi spolupracovaly s VÚHU tři organizace ze zemí Evropské unie:

- DBI - AUA Analytik-Ökotoxikologie, GmbH, Freiberg, Sachsen, SRN
- DMT - Gesellschaft für Forschung und Prüfung, mbH, Division Fuel Tec, Essen, SRN
- Cerchar - Centre d' études et de recherches du charbon, Mazingarbe, Francie

Krátkodobě se řešení dílčích úkolů projektu zúčastnili i další odborníci z České republiky, a to zejména ze Sokolovské uhelné, a.s. Sokolov, z a.s. ČEZ - Elektrárna Počerady a Elektrárna Tisová, INPEK Praha, ViP, s.r.o Praha atd.

Hlavním cílem projektu bylo ověřit, zda a do jaké míry vyhovují česká černá a hnědá uhlí svým obsahem stopových (minoritních) prvků pro perspektivní využití

v tzv. čistých technologiích spalování (CCT) a dosažené výsledky porovnat s platnou legislativou EU pro tuto oblast.

Pro zachování kontinuity s předchozími projekty Phare, bylo při posouzení současné úrovně vývoje palivoenergetické situace státu, zejména při hodnocení využitelných a vytěžitelných zásob uhlí, vycházeno ze Studie sektoru uhlí I. a II. část, zpracované v r. 1995 a 1996 s tím, že zásoby byly aktualizovány na stav 12/96.

Projekt dokončený a vyskladněný v prosinci 1997 je členěn do několika tématických okruhů.

## 1. Zásoby hnědého a černého uhlí

Studie sektoru uhlí (PHARE, listopad 1995) potvrdila, že dlouhodobá prognóza výroby elektrické energie v České republice musí předpokládat trvalé zvyšování její úrovně. Integrace České republiky do celoevropských struktur, specializace průmyslové výroby, ale i změna životního stylu, budou spojeny s rostoucí spotřebou elektrické energie, a to i při trvale se snižující energetické náročnosti českého hospodářství jako celku.

Protože ČR nedisponuje s výjimkou ložisek hnědého a černého uhlí jinými významnými zdroji prvotní energie, je nepochybné, že zásoby uhlí z hnědouhelných a černouhelných pánví budou hrát i v dlouhodobé perspektivě mimořádnou roli při zabezpečování energetické bilance státu. Orientační stav zásob k 31.12.1996 je uveden dále.

### 1.1 Hnědé uhlí a lignit

Ve třech činných pánvích jsou k dispozici tyto zásoby uhlí (v mil. t):

|                                     | Geologické | Využitelné | Vytěžitelné |
|-------------------------------------|------------|------------|-------------|
| Severočeská hnědouhelná pánev (SHP) | 8 486      | 5 675      | 4 362       |
| Sokolovská pánev (SP)               | 829        | 661        | 544         |
| Jihomoravská lignitová pánev (JLP)  | 168        | 89         | 49          |
| Celkem HU a lignit                  | 9 465      | 6 425      | 4 955       |

Vytěžitelné zásoby ve výši 4 955 mil. t však představují pouze teoreticky vytěžitelné zásoby, od nichž je nutno odečíst zásoby vázané v ochranných pilířích obcí, komunikací a závodů, ale i těžební ztráty. Od zbývajících zásob je však ještě nutno odečíst zásoby, vázané vládními usneseními č. 444 a 331/91 pro SHR a 490/91 pro SR k tzv. územně-ekologickým limitům těžby. Ty představují

|                                          |              |
|------------------------------------------|--------------|
| - v Severočeské hnědouhelné pánvi celkem | 1 144 mil. t |
| - v Sokolovské pánvi                     | 177 -"       |
| Celkem                                   | 1 321 mil. t |

K těžbě na činných lokalitách tak zbývá

|         |              |
|---------|--------------|
| - v SHP | 1 089 mil. t |
| - v SP  | 327 -"       |
| - v JLP | 49 -"        |
| Celkem  | 1 465 mil. t |

To pak znamená, že pokud nedojde ke zrušení příslušných vládních usnesení, skončí těžba hnědé uhlí v ČR přibližně v roce 2035. Veškeré prvotní energetické zdroje by pak musely být zajištěny dovozem. Při uvolnění územních limitů a otvírce tří perspektivních tzv. výhledových lokalit v SHR by naopak těžba mohla pokračovat, byť po roce 2050 se snižujícími se výkony, až za rok 2060.

## 1.2 Černé uhlí

Ve dvou činných pánvích jsou k dispozici tyto zásoby černého uhlí (mil. t):

|                            | Geologické | Využitelné | Vytěžitelné |
|----------------------------|------------|------------|-------------|
| Hornoslezská pánev         | 6 536      | 3 884      | 1 216       |
| Kladensko-rakovnická pánev | 1 572      | 27         | 14          |
| Celkem ČU                  | 8 108      | 3 911      | 1 230       |

Po odečtení zásob blokováných v ochranných pilířích a na dolech zastavených z důvodu útlumu těžby, je stav reálně vytěžitelných zásob černého uhlí na činných lokalitách následující:

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| Hornoslezská pánev         | 419 mil. t  |
| Kladensko-rakovnická pánev | 14 -"-      |
| Celkem                     | 433 mil. t. |

Těžba uhlí by tak po r. 2015 začala prudce klesat až na úroveň cca 2 mil. t po roce 2030 a zcela ukončena by byla po r. 2045. Pouze za předpokladu dvou nových otvírek by i těžba černého uhlí mohla pokračovat, obdobně jako u hnědé uhlí, za rok 2060.

## 2. Vyhodnocení dosavadních znalostí o obsahu stopových prvků v uhlí

Podle zadání projektu je předmětem sledování těchto 18 stopových (minoritních) prvků: As, Be, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, F, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Te, Tl, V, Zn.

Obsah těchto stopových prvků v uhlí ČR se sleduje již od počátku 60. let. Teprve od 80. let jsou však informace o těchto prvcích v uhlí součástí výpočtů zásob. Na rozdíl od síry není však obsah stopových prvků aplikován do vlastních výpočtů. Jejich hodnocení se omezuje pouze na konstatování obsahu analyzovaných prvků, případně na jednoduché statistické vyhodnocení. Hlavním důvodem této skutečnosti je nedostatečná hustota vrtné sítě se stanovením obsahu stopových a minoritních prvků, která neumožňuje provést výpočet zásob s potřebnou přesností. Prostorová hustota analýz je pouze na úrovni vyhledávacího průzkumu.

Přesto, že sledování těchto prvků nepředepisuje žádná legislativní norma, jejich obsah v českém hnědém a černém uhlí je vyhodnocován ve všech rozhodujících činných pánvích. Vlastní způsob sledování se v jednotlivých pánvích liší. Zatím co v Severočeské hnědouhelné pánvi a Hornoslezské pánvi je obsah stopových prvků sledován především v rámci geologického průzkumu, v Sokolovské pánvi je obsah sledován ve výsledných obchodních druzích.

Dosavadní znalosti o obsahu stopových prvků jsou shrnuty do tabulek, v členění u hnědé uhlí buď dle charakteristických pánevních oblastí (SHP) nebo podle těžebních lokalit (SP). Výsledky jsou porovnány s provedenými analýzami 5 nově

odebraných vzorků uhlí z SHP a dvou vzorků uhlí ze SP. Výsledky nových analýz vykazují až na výjimky nižší hodnotu obsahu prvků oproti doposud známým výsledkům.

Obdobně u černého uhlí jsou dosavadní výsledky porovnány s analýzami 5 nově odebraných vzorků z OKR a 4 vzorků z Kladenského revíru. Jako u HU, i zde byly výsledky nových analýz převážně nižší, než vyplývá z archivních údajů.

Pro porovnání jsou v této části projektu uvedeny i klarkové hodnoty obsahu sledovaných prvků v zemské kůře.

### 3. Srovnávací a kontrolní vzorky a rozborů

Jak již bylo uvedeno v předchozím odstavci, byly v rámci projektu provedeny odběry nových vzorků uhlí, které byly analyzovány nejmodernějšími metodami.

Do řešení analytické části byla zapojena tři pracoviště:

- akreditovaná laboratoř analytické chemie VÚHU, a.s. Most, ČR
- laboratoř analytické chemie a ekotoxikologie DBI - AUA, GmbH Freiberg, SRN
- centrální analytická laboratoř Vysoké školy báňské - TU, Ostrava, ČR.

#### 3.1 Srovnávací vzorky

Pro ověření míry srovnatelnosti výsledků analýz jednotlivých laboratoří, provedla napřed všechna tři pracoviště analýzu vždy jednoho vzorku uhlí z OKR a tří vzorků z SHP, a to s použitím následujících analytických metod.

| Laboratoř    | Příprava vzorků               | Stanovení jedn. prvků                                          |
|--------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| VÚHU Most    | rozklad mikrovlnnou technikou | AAS, ISE (fluor),<br>ICP (brom),<br>odměrné stanovení (chlór)  |
| VŠB Ostrava  | rozklad mikrovln.technikou    | AAS, ICP, XRF                                                  |
| DBI Freiberg | rozklad mikrovlnnou technikou | ICP-MS,ISE (fluor)<br>iontová chromatografie<br>(chlór a brom) |

Pozn.: AAS atomová absorpční spektrofotometrie

ISE iontově selektivní elektroda

ICP spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

MS hmotnostní detekce

XRF rentgenová fluorescenční analýza

Výsledky srovnávacích rozborů byly vyhodnoceny a bylo konstatováno, že s výjimkou dvou prvků, lze shodu všech tří laboratoří hodnotit jako dobrou.

#### 3.2 Kontrolní rozborů vzorků uhlí z dolů s dlouhou životností

Pro porovnání s dosavadními znalostmi o obsahu stopových prvků byly provedeny u dolů s dlouhodobou životností odběry 2 vzorků ze SP, 5 ze SHP, 5 z OKR

a 4 z Kladenského revíru. Šlo vždy o jeden reprezentativní vzorek z dané lokality. Analýza byla pak provedena stejnými metodami, popsány již výše.

Souhrnně lze konstatovat, že až na malé výjimky, byly nově provedenými rozbory zjištěny nižší obsahy stopových prvků v českém uhlí, než jaké vykazují archivní data.

#### 4. Srovnání zahraničních a českých uhlí z hlediska obsahu stopových prvků

Pro posouzení, do jaké míry jsou kvalitativní znaky a obsah stopových prvků v českém uhlí přiměřené, bylo nutno získané výsledky za české uhlí porovnat s kvalitativními znaky a obsahy v reprezentativních druzích zahraničních hnědých a černých uhlí, spalovaných v zemích EU.

#### 4.1 Základní kvalitativní znaky

##### 4.1.1 Hnědé uhlí

Pro srovnání s uhlím z SHR a SR bylo vybráno uhlí ze tří hlavních hnědouhelných revírů SRN (Rýnský, Laubag, Mibrag) a dále uhlí řecké a španělské. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1.

**Tab. 1 - Srovnání základních kvalitativních parametrů HU**

|                             | Těžba<br>v<br>r.1996<br>(mil.t) | Výhřevnos<br>t<br>$Q_i^r$<br>(MJ.kg <sup>-1</sup> ) | Obsah<br>popela<br>$A^d$<br>(%) | Obsah<br>vody<br>$W_t^r$<br>(%) | Obsah síry<br>$S^d$<br>(%) | Měrná<br>síratost<br>g.MJ <sup>-1</sup> |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|
| ČR - Severočeský            | 48,0                            | 9,0 - 19,0                                          | 10,5 - 50,0                     | 25,0 - 34,0                     | 0,30 - 2,31                | 0,23 - 2,10                             |
| - Sokolovský                | 12,0                            | 10,9 - 13,8                                         | 4,8 - 45,0                      | 37,0 - 48,0                     | 0,20 - 1,40                | 0,18 - 1,01                             |
| Vážený průměr <sup>1)</sup> |                                 | 9,4 - 18,0                                          | 9,4 - 49,0                      | 27,5 - 37,0                     | 0,30 - 2,13                | 0,22 - 1,88                             |
| SRN - Rýnský (Rheinbraun)   | 103,0                           | 7,8 - 10,5                                          | 1,5 - 8,0                       | 50,0 - 60,0                     | 0,15 - 0,50                | 0,19 - 0,48                             |
| - Lužický (Laubag)          | 63,0                            | 8,4 - 9,0                                           | 4,0 - 8,0                       | 52,0 - 58,0                     | 0,30 - 1,00                | 0,20 - 1,11                             |
| - Středoněmecký<br>(MIBRAG) | 17,0                            | 9,0 - 11,5                                          | 6,5 - 8,5                       | 48,0 - 52,0                     | 1,50 - 2,20                | 1,85 - 1,91                             |
| Vážený průměr <sup>1)</sup> |                                 | 8,1 - 10,1                                          | 2,8 - 8,0                       | 50,5 - 58,6                     | 0,30 - 0,80                | 0,37 - 0,79                             |
| Řecko <sup>2)</sup>         | 57,0                            | 4,0 - 10,5                                          | 12,0 - 20,0                     | 40,0 - 60,0                     | 0,50 - 1,30                | 1,24 - 1,25                             |
| Španělsko <sup>2)</sup>     | 10,7                            | 8,4 - 8,8                                           | 15,8 - 30,0                     | 41,1 - 48,0                     | 1,30 - 2,50                | 1,55 - 2,84                             |

Pozn.:

- <sup>1)</sup> - vážené průměry jsou vypočteny podle výše těžby v r.1996  
 - u SRN nejsou započteny revíry Helmstedtský, Hesenský a Bavorský s celkovou těžbou cca 4,1 mil. t, tj. jen cca 2 % z celkové těžby

- <sup>2)</sup> - údaje r. 1995

Srovnání bylo vyjádřeno také grafickou formou.

#### 4.1.2 Černé uhlí

Obdobné porovnání bylo provedeno mezi černým uhlím z OKD a uhlím SRN z revíru Ruhrkohle a dováženým uhlím do EU z USA a Austrálie - viz tabulka 2.

**Tab. 2 - Porovnání základních kvalitativních parametrů ČU**

| Země - revír  | Výhřevnost<br>$Q_i^r$<br>(MJ.kg <sup>-1</sup> ) | Popel<br>$A^d$<br>(%) | Voda<br>$W_t^r$<br>(%) | Síry<br>$S^d$<br>(%) | Měrná sirnatost<br>g.MJ <sup>-1</sup> |
|---------------|-------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| CZ - OKD      | 22 - 28                                         | 8 - 40                | 0,8 - 6,6              | 0,4 - 9,9            | 0,18 - 0,32                           |
| D - Ruhrkohle | 33 - 35,5                                       | 3 - 8                 | 3,0 - 10,0             | ≈ 1,0                | 0,28 - 0,30                           |
| USA           | 28 - 32                                         | 5 - 10                | x                      | 0,6 - 2,0            | 0,21 - 0,63                           |
| Austrálie     | 25 - 30                                         | x                     | x                      | 0,4 - 0,8            | 0,16 - 0,27                           |

Pozn.: x - údaje nejsou k dispozici

Na základě tohoto srovnání českých a zahraničních uhlí z hlediska základních kvalitativních parametrů je možno konstatovat, že česká uhlí jsou plně srovnatelná se zahraničními.

Výjimkou je obsah popela, kde je u českých uhlí jeho nadprůměrný obsah doprovázen podprůměrným obsahem vody u hnědého uhlí. Tento jev má svůj původ v odlišných podmínkách sedimentace, která se vyznačovala vysokým přínosem anorganických materiálů.

Naopak nadprůměrně vysoká výhřevnost u českých hnědých uhlí je výsledkem vyššího stupně prouhelnění.

Pokud se týká obsahu síry a měrné sirnatosti u hnědých uhlí, tyto se pohybují v širokém pásmu rozpětí od absolutního minima až téměř k nadprůměrné hodnotě, kterou však vysoce překračuje uhlí španělské.

S výjimkou zmíněného obsahu popela jsou tedy ostatní parametry českého černého uhlí na úrovni lepšího průměru.

#### 4.2 Obsah stopových prvků

Údaje o obsahu stopových prvků ve vybraných druzích zahraničního hnědého a černého uhlí shromáždila spolupracující firma DMT Essen na základě rozborů 27 vzorků hnědého uhlí spalovaného v elektrárnách SRN, 29 vzorků HU spalovaného v elektrárnách EU, 114 vzorků ČU z USA a neudaného počtu vzorků ČU z Austrálie.

Pro každý typ zahraničního uhlí pak byla stanovena rozpětí daného ukazatele a průměrná hodnota.

Stejným způsobem bylo vyhodnoceno i české uhlí na základě výsledku rozborů 7 vzorků HU a 9 vzorků ČU.

Porovnání obsahu stopových prvků u 4 druhů zahraničního a dvou druhů českého uhlí (celkem tedy 6 druhů uhlí) bylo pak provedeno ohodnocením pořadí podle výše průměrného obsahu daného prvku šestibodovou stupnicí tak, že za nejvyšší obsah byl přidělen 1 bod, za nejvyšší 6 bodů. Výsledek je uveden v tabulce 3.

Tab. 3 - Porovnání obsahu stopových prvků v českém a zahraničním uhlí

| prvek                     | druh uhlí      |                |                    |                   |                     |            |
|---------------------------|----------------|----------------|--------------------|-------------------|---------------------|------------|
|                           | české<br>hnědé | české<br>černé | energetické<br>SRN | energetické<br>EU | severo-<br>americké | australské |
| As                        | 3              | 1              | 5                  | 4                 | 6                   | 2          |
| Be                        | 4              | x              | 2                  | x                 | 3                   | 1          |
| Cd                        | 1              | 2              | 2                  | 2                 | 3                   | 2          |
| V                         | 5              | 2              | 6                  | 4                 | 3                   | 1          |
| Co                        | 6              | 2              | 5                  | 4                 | 3                   | 1          |
| Cr                        | 4              | 2              | 6                  | 5                 | 3                   | 1          |
| Cu                        | 5              | 4              | 6                  | 2                 | 1                   | 3          |
| Zn                        | 2              | 1              | 4                  | 3                 | 6                   | 5          |
| Hg                        | 2              | 4              | 2                  | 3                 | 2                   | 1          |
| Mn                        | 4              | 6              | 2                  | 3                 | 1                   | 5          |
| Ni                        | 4              | 3              | 5                  | x                 | 2                   | 1          |
| Pb                        | 1              | 3              | 6                  | 4                 | 5                   | 2          |
| Sb                        | 1              | 4              | 2                  | 5                 | 3                   | x          |
| Se                        | 2              | 3              | 4                  | 6                 | 5                   | 1          |
| Tl                        | 1              | 4              | 2                  | x                 | 3                   | x          |
| F                         | 3              | x              | 2                  | x                 | 1                   | x          |
| Počet<br>hodnoc.<br>prvků | 16             | 14             | 16                 | 12                | 16                  | 13         |
| součet<br>umístění        | 48             | 42             | 61                 | 45                | 50                  | 26         |
| průměr                    | 3              | 3              | 3,812              | 3,75              | 3,125               | 2          |
| umístění                  | 2. až 3.       |                | 6.                 | 5.                | 4.                  | 1.         |

Je zřejmé, že česká uhlí z tohoto hodnocení vycházejí velmi dobře, přičemž nejprůzračněji vychází z hodnocení uhlí australské.

Porovnání pro každý prvek zvlášť bylo provedeno i grafickou formou.

Celkově je tedy možno konstatovat, že ve srovnání se sledovanými druhy uhlí ze zahraničí, jsou česká uhlí, jak co se týče základních kvalitativních parametrů, tak obsahu stopových prvků, přibližně na průměrných hodnotách uhlí, využívaného v EU.

## 5. Vhodné čisté uhelné technologie pro česká hnědá uhlí

Převážná část hnědého uhlí je spalována ve velkoelektrárnách a centrálních teplárnách, které jsou tak největším zdrojem znečištění ovzduší. Pro rychlé řešení nepříznivé situace byla v České republice zvolena cesta realizace odsíření a denitrifikace spalin. K 1.1.1999 musí všechna tato zařízení splňovat nové emisní limity.

Pouze pro některé elektrárenské a teplárenské provozy byly zvoleny novější čisté uhelné technologie, a to:

- atmosférické fluidní spalování (AFBC) v elektrárnách Tisová, Hodonín, Ledvice, Poříčí a v Teplárně Komořany,
- integrovaný paroplynový cyklus (IGCC) v elektrárně Vřesová Sokolovské uhelné a.s.

Současné, byť odsířené a modernizované velkoelektrárny, morálně i fyzicky dožijí v období kolem roku 2015. V případě dostatečného uvolnění uhelných zásob, vázaných doposud územně ekologickými limity, bude možné je nahradit moderními elektrárenskými provozy s využitím čistých uhelných technologií.

Již Studie sektoru uhlí (1995) proto doporučila zaměřit pozornost na detailní propracování následujících systémů:

- atmosférické fluidní spalování (AFBC)
- tlakové fluidní spalování (PFBC)
- práškové spalování s odsířením spalín a se superkritickými parametry páry
- zplyňování uhlí pro výrobu energoplynu s jeho následným použitím v kombinovaných elektrárnách s paroplynovým cyklem (IGCC)
- tlakové fluidní zplyňování včetně posouzení českého projektu ATEKO Hradec Králové.

Zřejmě ani v nejbližších desetiletích však nelze uvažovat o průmyslovém zkapalňování uhlí v ČR či s výrobou syntetických paliv a chemických produktů na bázi zplyňování uhlí, snad pouze ze směsi uhlí a zbytků ze zpracování ropy (coprocessing).

Vhodnost českých hnědých uhlí pro užití čistých uhelných technologií zachycuje tab. 4.

**Tab. 4 - Vhodnost hnědé uhlí ČR pro čisté technologie užití uhlí**

| Základní vlastnosti uhlí                                             | Vhodné technologie                                                               |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| >6 MJ.kg <sup>-1</sup> , <60 % A <sup>d</sup> (vysocepopelnatá uhlí) | atmosférické fluidní spalování                                                   |
| <40 % A <sup>d</sup> (výšepopelnatá uhlí)                            | atmosférické fluidní spalování                                                   |
|                                                                      | paroplynový cyklus s tlakovým fluidním spalováním                                |
|                                                                      | práškové spalování s odsířením a denitrifikací                                   |
| <30 % A <sup>d</sup> (středněpopelnatá uhlí)                         | tlakové fluidní zplyňování se spalováním zbytku pro výrobu elektřiny IGCC (IPPC) |
|                                                                      | výroba syntetických paliv a chemikálií                                           |
| (+ ropné zbytky)                                                     | coprocessing                                                                     |
| <20 % A <sup>d</sup> (nížepopelnatá uhlí)                            | tlakové fluidní zplyňování                                                       |
|                                                                      | výroba elektřiny IGCC (IPPC)                                                     |
|                                                                      | výroba syntetických paliv a chemikálií                                           |
| (+ ropné zbytky)                                                     | coprocessing                                                                     |
|                                                                      | práškové spalování s odsířením, denitrifikací a superkritickými parametry        |
| (vysoká dehtovitost)                                                 | pyrolýza                                                                         |
|                                                                      | plyn pro přímé přeměny                                                           |
| <15 % A <sup>d</sup> (nizkopopelnatá uhlí)                           | hořákové zplyňování                                                              |
|                                                                      | výroba elektřiny IGCC (IPPC)                                                     |
|                                                                      | výroba syntetických paliv a chemikálií                                           |
| (+ ropné zbytky)                                                     | coprocessing                                                                     |
|                                                                      | hluboká úprava uhlí                                                              |
| (briketovací vlastnosti)                                             | briketování                                                                      |
| <10 % A <sup>d</sup> vysoká dehtovitost                              | zkapalňování hydrogenací a extrakcí                                              |
| <5 % A <sup>d</sup> (uhelná hmota)                                   | uhlí pro přímé přeměny (průmyslově neověřeno)                                    |

## 6. Distribuce stopových prvků v průběhu spalovacího procesu

Cílem etapy, zabývající se přenosem toxických prvků v procesu spalování, bylo shromáždění a shrnutí základních poznatků o pohybu těchto prvků, obsažených ve vsázkovém hnědém uhlí, při výrobě elektřiny a tepla na vybraných druzích spotřebičů.

Přenos stopových prvků v procesu spalování byl sledován na spotřebičích, které využívají rozdílných spalovacích technik:

- práškový kotel
- fluidní kotel
- paroplynový cyklus
- fluidní kotel o výkonu 0,75 MW.

Je nutno konstatovat, že vstupních podkladových materiálů pro danou problematiku je nedostatek. Sledované veličiny vykazují nestejnou váhu i různou citlivost přístrojové techniky na straně vstupů a výstupů. Rovněž v odborné literatuře zatím existuje velmi málo informací o chování kovů při procesech spalování.

V práci jsou použity dostupné podklady rutinního sledování, které zajišťují provozovatelé spotřebičů na hnědé uhlí jak na straně vsázky paliva, tak i pro produkované odpady z technologického procesu (struska, popílek, voda a emise).

U sledovaných spotřebičů je stručně specifikována technologie výroby a jsou vytipovány možnosti přenosu toxických prvků obsažených v uhlí do produktů a meziproduktů spalování. Jsou stanoveny bilance toku stopových prvků (vstupy, výstupy), přesnost bilance na základě údajů provozovatele zařízení a i s ohledem na výstupy řešeného úkolu Phare.

U jednotlivých typů spalovacích technik byl zjištěn následující stav:

### *a) Práškové kotle - elektrárna Počerady*

Bilance toku stopových prvků ve spalovacím procesu je značně rozkolísaná a neurovnaná. Za vyrovnanou lze považovat bilanci Ba, Be, Cu, Pb, V, Co, Cr a Ni. Pro Mn a Zn jsou vypočtené hodnoty, vzhledem ke vstupnímu uhlí, vyšší. Teoreticky byla stanovena průměrná koncentrace prvků emitovaných do spalín před jejich odsířením, u kterých byla překročena dohodnutá přesnost bilance.

### *b) Fluidní kotel - elektrárna Tisová*

Sestavená bilance stopových prvků je značně zkreslená. V bilanci zcela absentují údaje o vápenci, který je používán k aditivaci a jehož stopové prvky se přímo účastní spalovacího procesu a podílí se na jejich výsledném obsahu v ložovém popelu a odloučeném popílku.

I přes výše uvedené nedostatky lze konstatovat vyrovnanou bilanci toku stopových prvků pro V, Cr, Cu, Pb, Ni a Ba. Nižší obsahy ve vypočtené bilanci než má vstupní uhlí vykazuje Be, Cd, Co, Hg a Zn. Tyto prvky jsou emitovány do spalín. Vyšší obsah ve výpočtu bilance, než vykazuje vsázkové uhlí, byl stanoven pro As, Mn a Zn a je třeba uvažovat o možných zdrojích jejich dotace do produktů spalování.

Dle teoreticky stanovených hodnot průměrných koncentrací toxických prvků ve spalínách po odsíření lze konstatovat, že nejsou překročeny povolené platné emisní limity.

*c) Paroplynový cyklus - Vřesová*

Porovnáním shromážděných údajů pro emise a povolených emisních limitů znečišťujících látek lze konstatovat, že obsahy těžkých kovů ani F a Cl nedosahují povolených hodnot. Obsahy As, Be, Co, Cr a Tl jsou ve spalínách pod mezí detekce.

*d) Fluidní kotel 0,75 MW - Rychnov u Jablonce n. N.*

Získané údaje z měření na malém fluidním kotli FK-075 vypovídají o tom, že obsahy těžkých kovů v emisích nepřekračují vyhlášené platné emisní limitní hodnoty. Pouze hodnota pro F je nad limitem. Tento stav je technicky řešitelný přidáním vhodného filtru.

## **7. Legislativní opatření a jejich eventuální vliv na zásoby energetického paliva České republiky**

V předcházejících kapitolách bylo prokázáno, že se koncentrace stopových prvků v českém uhlí vyskytují prakticky ve stejném rozsahu jako u zahraničních druhů energetických paliv, spalovaných v elektrárnách zemí Evropské unie. Až na několik výjimek jsou jen malé rozdíly mezi českým, německým, "evropským", americkým a australským uhlím. Z toho pohledu tedy nic nebrání užití českého uhlí k výrobě elektrické energie a v centralizovaném teplotě.

Je ale třeba ještě porovnat legislativní rámec předpisů a norem pro těžbu, úpravu a užití uhlí. Pro potřeby zpracování projektu D5/93 byly legislativní nástroje rozděleny do dvou základních skupin, a to na:

- a) zákony a zákonná opatření zaměřená na ochranu a využití nerostného bohatství
- b) zákony a zákonná ustanovení vztahující se na podmínky technologického zpracování a využití uhlí z hlediska ochrany životního prostředí.

Z hlediska skupiny zákonů a) byla pozornost věnována dvěma právními normám, a to Hornímu zákonu a vyhlášce o evidenci zásob.

Ve skupině b) byla pozornost věnována osmi právními normám (zákon o životním prostředí, zákon o posuzování vlivů na životní prostředí, stavební zákon, zákon o ovzduší, zákon o státní správě ochrany ovzduší, vyhláška k ochraně ovzduší, zákon o odpadech, zákon o státní správě ve vodním hospodářství).

Ve zmíněných legislativních normách bylo sledováno jakým způsobem je ošetřeno řešení problematiky, která je předmětem zkoumání projektu PHARE D5/93. V první skupině bylo zjištěno, že pro hodnocení uhelných zásob nejsou stanovena kritéria pro sledování a vykazování obsahu toxických prvků. Ve druhé skupině je pro technologické procesy spalování uhlí určena povinnost periodicky sledovat koncentrace stopových prvků ve spalínách, nejsou však stanoveny jejich emisní limity. V ustanovení zákona o odpadech je pro ukládání tuhých odpadů předepsáno sledovat jejich toxicitu.

Česká republika usiluje o přiblížení svých právních norem legislativním podmínkám uplatňovaným v Evropské unii. Z tohoto pohledu byly analyzovány 3 směrnice (o integrované prevenci a integrovaném řízení znečištění, o boji proti znečišťování ovzduší z průmyslových zdrojů, o omezení emisí některých znečišťujících látek z velkých spalovacích zařízení). Pro vysvětlení hierarchie právních norem

uplatňovaných v EU je nutné připomenout, že "směrnice" má největší význam, neboť její ustanovení jsou závazná pro všechny členské země.

- Z obsahu směrnice 96/61/EEC o integrované prevenci a integrovaném řízení znečištění vyplývá, že seznam znečišťujících látek, vyžadovaných pro licenční řízení a stanovení emisních limitů, obsahuje kovy a jejich sloučeniny.
- Ve směrnici 84/360/EEC o boji proti znečišťování ovzduší z průmyslových závodů jsou mezi nejdůležitější znečišťující látky zahrnuty těžké kovy a jejich sloučeniny. Emisní limity pro ně však nejsou stanoveny. Požadavky této směrnice, týkající se schvalovacích procesů, jsou v podstatě ekvivalentní s českou legislativou (zákon o ovzduší, zákon o posuzování vlivu na životní prostředí).
- Směrnice 88/609/EEC o omezení emisí některých znečišťujících látek do ovzduší z velkých spalovacích zařízení, stanoví emisní limity pro spalování tuhých paliv v nových zařízeních pro SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> a tuhé znečišťující látky. Po posouzení obsahu této směrnice je možné konstatovat, že případné zapracování jejich požadavků do právního systému ČR nevyvolá žádná omezení využití domácích hnědých a černých uhlí.

Také Evropská hospodářská komise se zabývá otázkou emisí těžkých kovů. V červnu 1997 publikovala Ekonomická a sociální rada v Ženevě "Návrh protokolu o těžkých kovech" a k němu skupina odborníků ze 16 zemí a 3 nevládních organizací připravila "Návrh technických příloh k návrhu Protokolu o těžkých kovech".

Zatím se uvažuje o sledování emisí kadmia, olova a rtuti, a to při filozofii, že signatáři "Protokolu" se zaváží k určitému datu snížit emise o určité množství, ve srovnání s rokem výchozím. Roky ani míra snížení nejsou stanoveny.

Lze předpokládat, že schválení a ratifikace "Protokolu" si vyžádá řadu let a s ohledem na jeho filozofii nelze předpokládat "hrozbu" těžbě a užití uhelných zásob České republiky.

Z uvedených analýz tedy vyplývá, že

- členské země EU nemají stanoveny limity na emise stopových toxických prvků ze spalování uhlí,
- EHK připravuje podklady pro snižování emisí 3 těžkých kovů,
- existující právní normy, uplatňované v této oblasti v ČR, nejsou v zásadním rozporu s normami EU,
- případná harmonizace existujících norem nevyvolá vážné problémy.

Z výše uvedeného konstatování vyplývá, že

- není nutné a účelné zahájit práce na přípravě dokumentů, určujících limity emisí stopových prvků, dříve než k tomu dojde ve státech EU, případně členských státech EHK,
- využití zásob uhlí, uložených na území ČR, není a zřejmě ani v budoucnu nebude vážně ohroženo.

## 8. Význam tuzemského uhlí pro rozvoj české energetiky

V předcházejícím textu bylo konstatováno, že výroba elektrické energie v ČR bude mít z dlouhodobého pohledu do r. 2040 trvale vzestupný trend a že uhlí, především hnědé, bude nejvýznamnějším zdrojem prvotní energie ještě celá příští desetiletí.

### 8.1 Současný stav české energetiky

Současný stav instalovaného výkonu české energetiky zachycuje tab. 5.

**Tab. 5 - Instalovaný výkon českých elektráren /MWe, MWt/**

| elektrárny a teplárny |    | parní<br>(PE) | vodní<br>(VE) | jaderné<br>(JE) | ostatní<br>(OST) | celkem |
|-----------------------|----|---------------|---------------|-----------------|------------------|--------|
| ČEZ                   |    | 6 792         | 1 872         | 3 760           | -                | 12 424 |
| závodové              |    | 1 790         | 30            | -               | 49               | 1 869  |
| ostatní výrobci       |    | 1 896         | 60            | -               | -                | 1 958  |
| celkem                | MW | 10 478        | 1 964         | 3 760           | 49               | 16 251 |
|                       | %  | 64,5          | 12,1          | 23,1            | 0,3              | 100,0  |

V tabulce je zahrnuto znovuuvedení do provozu odsířených 330 MW v elektrárně Tušimice I, odstavení bloku 200 MW v Ledvicích a uvedení do provozu Temelínské jaderné elektrárny. Tabulka tedy vystihuje stav těsně po roce 2000, tj. výchozího období pro další hodnocení.

Prognózovaný vývoj výroby elektrické energie (a tepla) pak ukazuje tab. 6.

**Tab. 6 - Dlouhodobý trend výroby elektrické energie**

| Rok                                                                |          | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 |
|--------------------------------------------------------------------|----------|------|------|------|------|------|
| Výroba elektřiny                                                   | (TWh)    | 66,7 | 82,8 | 88,4 | 93,5 | 97,5 |
| - z toho zařízení mimo PE                                          | (Twh)    | 21,2 | 29,8 | 30,0 | 18,0 | 18,1 |
| - zhývá na PE                                                      | (Twh)    | 45,5 | 53,0 | 58,4 | 75,5 | 79,4 |
| k tomu spotřeba HU                                                 | (mil. t) | 46,0 | 54,1 | 54,6 | 68,3 | 71,9 |
| Možnosti těžby HU celkem při optimalizované variantě <sup>1)</sup> | (mil. t) | 50,2 | 47,5 | 45,0 | 45,0 | 41,0 |
| - z toho pro energetiku                                            | (mil. t) | 44,2 | 43,5 | 42,0 | 42,0 | 38,0 |
| Možná výroba elektřiny z HU a ČU                                   | (Twh)    | 48,7 | 49,1 | 50,2 | 50,2 | 44,4 |
| při optimaliz. variantě                                            | (%)      | 73,0 | 59,3 | 56,8 | 53,7 | 45,6 |
| - nekryto při optimaliz. variantě                                  | (%)      | -    | 3,9  | 8,2  | 25,3 | 34,9 |
| Možná výroba elektřiny z HU a ČU                                   | (Twh)    | 48,7 | 47,0 | 42,8 | 31,5 | 4,5  |
| při útlumové variantě <sup>2)</sup>                                | (Twh)    | -    | 6,0  | 15,6 | 44,0 | 74,9 |
| nekryto při útlumové variantě                                      | (TWh)    | -    | 6,0  | 15,6 | 44,0 | 74,9 |

Pozn.: <sup>1)</sup> varianta těžby HU bez omezení tzv. územně-ekologickými limity dle usnesení vlády č. 444 a 490/91

<sup>2)</sup> varianta těžby HU pouze v hranicích dle těchto vl. usnesení

Ve výkonech energetických zařízení je již zakotveno prodloužení životnosti Dukovan o 10 let a uvedení do provozu nového bloku 300 MW v Dětmarovicích na černé uhlí. V závěru sledovaného období je převážná část ještě těženého černého uhlí využívána pro energetické účely. Plné uvedení elektrárny Temelín do provozu je uvažováno těsně po roce 2000.

## 8.2 Vazba mezi stoupající potřebou elektrické energie a domácími palivoenergetickými zdroji

Jak vyplývá z tab. 5, 64,5 % veškerého instalovaného výkonu české elektrizační soustavy tvoří parní elektrárny na hnědé, a v menší míře i černé uhlí. Tyto elektrárny vyrobily v r. 1996 téměř 75 % veškeré elektřiny a jsou tedy jejím nejvýznamnějším producentem v ČR. Z tohoto objemu el. energie, vyrobené z tuhých paliv, bylo z hnědého uhlí vyrobeno 60 % a z černého 15 %. Je tedy zřejmé, že dominantní podíl má výroba elektřiny z hnědého uhlí.

Nepříjemným znakem elektráren, spalujících hnědé a černé uhlí, je však jejich vysoké průměrné stáří. Převážná jejich část byla totiž uvedena do provozu v období od 2. poloviny padesátých let do konce sedmdesátých let. Pouze elektrárny Pruněrov II a Mělník III byly uvedeny do provozu v letech 1981-82.

Z toho vyplývá, že i "nejmladší" elektrárenské kapacity dožijí přibližně v rozmezí let 2010-2020. Pokud pak nemá být rostoucí spotřeba elektřiny kryta výhradně dovozem (bud' paliv, nebo přímo el. energie), musí být v tomto období dožívající kapacity nahrazeny novými uhelnými elektrárnami druhé generace. Protože jejich minimální životnost by neměla klesnout pod 30 let, je nutno mít pro rozhodovací proces o jejich výstavbě jistotu, že minimálně po tuto 30-letou životnost bude garantována dodávka paliva, to znamená alespoň do r. 2040-2050.

I když i v budoucnu je nutno počítat s pokračujícím využíváním také černého uhlí, dominantní postavení v tomto směru bude mít i nadále hnědé uhlí ze severozápadní oblasti Čech, především pak ze severočeské hnědouhelné pánve, kde jsou jeho zásoby největší. Zásoby lignitu v Jihomoravské lignitové pánvi se na celkových vytěžitelných zásobách hnědého uhlí totiž podílejí jen cca 1 % a mají tedy pouze regionální význam.

Naproti tomu potenciálně vytěžitelné zásoby uhlí v sokolovském a severočeském hnědouhelném revíru zde k 12/96 představují celkem 4 955 mil. t. Z nich cca 2 055 mil. t se nachází v tzv. výhledových lokalitách, vyznačujících se složitými báňsko-technickými a územními podmínkami a z dnešního hlediska i problematickou ekonomikou těžby. Další zásoby jsou blokovány v ochranných pilířích a koridorech dle vl. usnesení č. 1077/63. Úvahy o případném využití těchto dvou kategorií zásob tak mohou přijít na pořad dne až ve vzdálenější budoucnosti, a to pouze v případě akutní energetické krize.

Poslední, povýtce neuváženou blokadou zásob, je jejich blokáda za hranicemi tzv. územně-ekologických limitů, dle usnesení české vlády č. 444/91 pro severočeský a 490/91 pro sokolovský revír. Tato usnesení, přijatá jako reakce na poškozené životní prostředí v obou pánevních oblastech a pod silným tlakem ekologických iniciativ, vycházela bohužel z převážně emotivní argumentace, bez důkladného a objektivního posouzení všech ostatních souvislostí. Objem takto blokováných a jinak bez výrazných technických potíží a nezvládnutelných ekologických dopadů vytěžitelných zásob činí 970 mil. t. V důsledku všech těchto blokad pak představují skutečně vytěžitelné zásoby v současnosti provozovaných těžebních lokalit jen cca 1 089 mil. t.

Při prognózované těžební kapacitě současných těžebních lokalit, budou tyto zásoby, nacházející se v hranicích těžebně ekologických limitů, až na nepatrné zbytky, dotěženy podle tzv. "útlumové varianty" mezi lety 2030-35 (dle výše skutečné těžby). To tedy znamená, že nejpozději kolem roku 2035 skončí těžba hnědého uhlí v ČR a veškeré takto odpadlé zdroje prvotní energie budou muset být nahrazeny buď dovozem jiných zdrojů, nebo přímým dovozem el. energie, se všemi důsledky na zahraničně obchodní bilanci státu.

Znamená to také, že nebude možno garantovat dodávku paliva pro novou generaci uhelných elektráren, postavenou jako náhrada za dožívající kapacity, po dobu jejich minimální třicetileté životnosti.

Jedinou cestou, jak zajistit garantovatelnou dodávku paliva po celou dobu životnosti druhé generace hnědouhelných elektráren, je pouze zrušení územně-ekologických limitů dle vl. usnesení č. 444/91 a 490/91.

Tímto opatřením se pouze v severočeském hnědouhelném revíru uvolní pro těžbu stávajících těžebních lokalit 793 mil. tun a v relativně bezproblémových třech výhledových lokalitách dalších 451 mil. t, tj. celkem v SHR cca 1 244 mil. t. V sokolovském revíru se pak jedná o cca 40 mil. t na jediné, dosti problematické lokalitě.

Těžba by se pak mohla rozvíjet podle tzv. "optimalizované varianty", která je uvedena v tab. 6 (kap. 8.1) a představuje reálnou možnost zvýšení, ale také prodloužení uhelných těžeb.

Porovnání těžeb dle útlumové varianty (s těžbami v hranicích ekolimitů) a optimalizované varianty s těžbami, které by umožnily pokrýt veškeré přírůstky el. energie pouze ze zdrojů hnědého uhlí, je uvedeno v tab. 7.

**Tab. 7 - Porovnání potřebné těžby HU pro PE s těžbami možnými (mil. t)**

|                                                                                    | 2000  | 2010   | 2020   | 2030   | 2040   |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Prognózovaná potřeba HU pro PE                                                     | 46,0  | 54,1   | 54,6   | 68,3   | 71,9   |
| Možné dodávky HU pro PE při těžbě v rámci ekolimitů dle vl.usnesení                | 44,2  | 43,5   | 36,0   | 27,5   | -      |
| Možné dodávky HU pro PE při těžbě za hranicemi ekolimitů (optimalizovaná varianta) | 44,2  | 43,5   | 42,0   | 42,0   | 41,0   |
| Deficit při těžbě v rámci ekolimitů                                                | -     | -      | -      | -      | -      |
| dle optimalizované varianty                                                        | - 1,8 | - 10,6 | - 18,6 | - 40,8 | - 71,9 |
|                                                                                    | - 1,8 | - 10,6 | - 12,6 | - 26,3 | - 30,9 |

Z přehledu vyplývá zcela jednoznačně, že pokrytí celého přírůstku el. energie její výrobou v PE na hnědé uhlí není v silách hnědouhelného hornictví při jakékoliv těžební variantě.

Vzniklý deficit výroby el. energie v závislosti na obou možných těžebních variantách pak dle tab. 6 v kap. 8.1 činí /Twh/:

| Rok  | Varianta |                |
|------|----------|----------------|
|      | útlumová | optimalizovaná |
| 2000 | -        | -              |
| 2010 | 6,0      | 3,9            |
| 2020 | 15,6     | 8,2            |
| 2030 | 44,0     | 25,3           |
| 2040 | 74,9     | 34,9           |

Pro vyrovnání nebo alespoň minimalizaci tohoto deficitu přicházejí v úvahu v podstatě pouze tyto možnosti:

- přímý import elektrické energie.
- výstavba druhé generace elektráren na prvotní zdroje energie z dovozu (černé uhlí, plyn).

Obě tyto možnosti budou mít silně zhoršující vliv na platební bilanci zahraničního obchodu.

- výstavba dalších jaderných elektráren. To však předpokládá dořešit uspokojivým způsobem ukládání jaderného odpadu a přesvědčit nejen českou veřejnost o bezpečnosti jejich provozu.
- komplexní přechod nově budovaných uhelných elektráren na užití tzv. čistých uhelných technologií (CCT).

Tyto technologie zajišťují nejen výrazné snížení škodlivin v emisích, ale vykazují i výrazně vyšší účinnost termických přeměn.

Samozřejmým předpokladem při volbě kterékoliv z těchto možností musí být soustavný tlak na snižování energetické náročnosti celého hospodářství a úspory el. energie.

Pro podmínky ČR (vysoké náklady na dovoz energií v porovnání s relativně "malou" ekonomikou, existence domácího zdroje primární energie) se jako nejschůdnější jeví cesta dle bodu d), tj. užití čistých uhelných technologií (CCT) s vyšší účinností spalování. Proti práškovému spalování s denitrifikací a odsířením lze u těchto technologií počítat kolem r. 2010 s účinností u

- atmosférického fluidního spalování o 5,7 % vyšší
- tlakového fluidního spalování o 28,6 % vyšší
- u paroplynového cyklu se zplyňováním uhlí o 37,1 % vyšší.

Pokud by tedy druhá generace elektráren na hnědé uhlí využívala některou z vyjmenovaných čistých uhelných technologií, snížil by se deficit uhlí od r. 2020 uvedený v tab. 7 přibližně dle tab. 8 (mil. t):

**Tab. 8 - Snížení deficitu v těžbě hnědého uhlí při využití CCT**

|                                       | 2020   | 2030   | 2040   |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| Těžba v rámci ekolimitů:              |        |        |        |
| deficit - původní                     | - 18,6 | - 40,8 | - 71,9 |
| - při atm. fluid. spalování (AFBC)    | - 15,5 | - 36,9 | - 71,9 |
| - při tlakovém fluid.spalování (PFBC) | - 3,0  | - 21,3 | - 71,9 |
| - při PPC se zplyňováním uhlí         | + 7,6  | - 15,5 | - 71,9 |
| Těžba dle optimalizované varianty     |        |        |        |
| deficit - původní                     | - 12,6 | - 26,3 | - 30,9 |
| - při AFBC                            | - 9,5  | - 22,4 | - 26,8 |
| - při PFBC                            | + 3,0  | - 6,8  | - 10,3 |
| - při PPC se zplyňováním uhlí         | + 7,6  | - 1,0  | - 4,2  |

Je tedy zřejmé, že při zrušení tzv. územně-ekologických limitů a při využití progresivních způsobů spalování v nových elektrárnách, je možno deficit těžby uhlí oproti jeho předpokládané potřebě výrazně snížit, až zcela eliminovat.

### Závěrem

Projekt PHARE D5/93 s názvem "Analytická podpora čistým uhelným technologiím" se zabýval rozбором palivoenergetické situace státu a jejím vývojem, stavem zásob hnědého a černého uhlí v České republice, kvalitou těchto zásob s důrazem na obsah minoritních a stopových prvků v českém uhlí, současnou emisní situaci českých elektráren a současným stavem užití čistých uhelných technologií ve velkoenergetice a centralizovaném teplárenství, včetně návrhu vhodných technologií pro česká uhlí. Zaměřil se také na hodnocení kvality a možnosti ekologického užití uhelných zásob těch ložisek, která nejsou blokována vládními usneseními z roku 1991 a budou zcela jistě vyuhlena i při realizaci pouze útlumového programu českého uhelného hornictví.

V rámci doposud platných územně ekologických limitů těžby je k dispozici zhruba 1,8 miliardy tun vytěžitelných zásob hnědého a černého uhlí. Vně těchto demarkací však je dalších téměř 2,7 miliard tun.

Výsledky těchto prací lze shrnout do následujících závěrů:

- energetická politika státu musí i ve svém dlouhodobém pohledu počítat s optimálním využíváním tuzemských zdrojů primárních energií, tj. s českým uhlím, zejména hnědým,
- dlouhodobá palivoenergetická koncepce státu se neobejde bez využití těch uhelných zásob, jejichž výhledová těžba je dosud zablokována usneseními české vlády z roku 1991,
- základní kvalitativní charakteristiky českého hnědého a černého uhlí nijak zvlášť nevybočují z evropského průměru,
- obsahem minoritních a stopových prvků se české druhy uhlí, černého a hnědého neliší od uhlí spalovaného v německých elektrárnách, či elektrárnách zemí EU jako celku,
- v zemích EU neexistuje legislativa, zabývající se obsahem stopových prvků v uhlí,

- česká legislativa v oblasti užití uhlí pro velkovýrobu elektrické energie a tepla je v podstatě na shodné úrovni se zeměmi EU,
- dosavadní podklady vrtného průzkumu pro hodnocení výpočtů zásob z hlediska obsahu stopových prvků v uhlí lze hodnotit jako sotva dostatečné,
- současná úroveň sledování distribuce stopových prvků při spalovacím procesu (z uhlí, vápence, vody, vzduchu a vlastního výrobního zařízení) do produktů spalování (škváry, popela), odpadních vod a do ovzduší, je na každém provozu jiná a na všech neúplná či nedokonalá.

Jelikož lze očekávat, že jak v EU, tak návazně i u nás, bude v budoucnu otázkám obsahu stopových prvků v uhlí věnována zvýšená pozornost, je záhodno, aby práce v tomto směru projektem Phare D5/93 neskončily.