

UHELNÉ ELEKTRÁRNY SKUPINY ČEZ



OBSAH

UHLÍ – STÁLE PERSPEKTIVNÍ PALIVO	5
Postavení uhelné energetiky v České republice	6
ANATOMIE UHELNÉ ELEKTRÁRNY	11
Palivový cyklus	12
Vodní hospodářství	14
Elektročást uhelné elektrárny	15
Čištění kouřových plynů a vedlejší energetické produkty	17
Řízení a regulace	22
UHELNÉ ELEKTRÁRNY SKUPINY ČEZ	25
Zahraniční akvizice roku 2006: dvě elektrárny na jihu Polska, jedna v Bulharsku	31
Elektřinu či teplo? Nejlépe obojí!	32
ZVYŠOVÁNÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI = SNÍŽENÍ EMISÍ CO₂	35
Během dvaceti let obnovit uhelky	36
Výstavba nových tzv. nadkritických bloků	38
Návrat k uhelné energetice	42





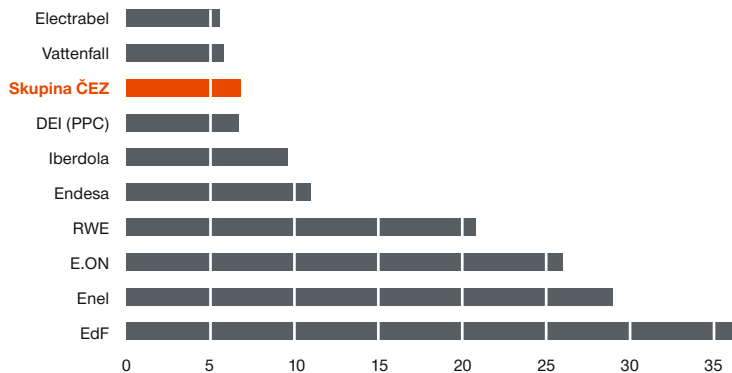
UHLÍ – STÁLE PERSPEKTIVNÍ PALIVO

Dominantní složku energetické spotřeby stále tvoří fosilní paliva. Celosvětové zásoby uhlí přitom budou podle statistiky British Petroleum vyčerpány za 200 let, zatímco zásoby ropy vystačí na 40 a zemního plynu na 65 let. V současné době se ve světě z uhlí vyrábí více než 44 % veškeré spotřebovávané elektrické energie, v Evropě přibližně jedna třetina.

V České republice se uhelné elektrárny Skupiny ČEZ podílejí na výrobě elektrické energie z více než 50 %. Předpokladem jejich dalšího rozvoje je schopnost držet krok s vědeckotechnickým pokrokem, zejména v oblasti zvyšování energetické účinnosti. Podmínkou je uskutečnit plánovaný program obnovy uhelných elektráren Skupiny ČEZ. Využití českých uhelných elektráren v příštích letech umožní jak očekávaný růst poptávky po elektřině v České republice a příznivý vývoj české ekonomiky, tak dobrá pozice Skupiny ČEZ na evropském trhu s elektrickou energií. K rozvoji uhelné energetiky přispívají i úspěšné zahraniční akvizice Skupiny ČEZ. Kromě 15 uhelných elektráren na území ČR ČEZ provozuje i 2 polské černouhelné elektrárny, které odkoupil

v roce 2006 od americké společnosti PSEG Global jako majoritní podíly v polských elektrárenských společnostech Elektrownia Skawina S. A. (Elektrárna Skawina) a Elektrociepłownia Chorzów Sp. z o. o. (Elektrárna Elcho). Elektrárny Skawina a Elcho leží v jižním Polsku a vyrábějí kombinovaně elektřinu a teplo. Jejich společný výkon je 830 MW. Instalovaná výrobní kapacita Skupiny ČEZ ve Slezsku se tak téměř zdvojnásobila a na celkovém instalovaném výkonu Skupiny ČEZ se podílí cca 13 % (v rámci uhelného portfolia činí necelou pětinu).

Úspěšné jsou i akvizice v jihovýchodní Evropě. Nákupem černouhelné elektrárny v bulharské Varně se celkový instalovaný výkon elektráren Skupiny ČEZ rozšířil o dalších 1260 MW.



Skupina ČEZ – silné evropské uskupení

Energetická Skupina ČEZ je nejziskovější v České republice. Současně patří také mezi 10 největších energetických uskupení v Evropě, a to jak z hlediska instalovaného výkonu, tak podle počtu zákazníků. Na trhu s elektřinou ve středoevropském regionu zaujímá přední pozici. Po rozšíření o tři bulharské a jednu

Skupina ČEZ působí v různých oborech – od těžby surovin přes výrobu elektřiny a její distribuci až po obchod. Kromě jiného se řadí i mezi tři největší výrobce tepla v České republice. Téměř veškerá dodávka tepla je založena na kombinované výrobě elektřiny a tepla. Na konci roku 2005 tvořilo Skupinu ČEZ 93 firem, z toho 74 českých a 19 zahraničních. V roce 2003 se Skupina ČEZ významně rozší-

Rozšíření Skupiny ČEZ o regionální energetické společnosti významně obohatilo aktivity Skupiny a posílilo její postavení na energetickém trhu. Regionální energetické společnosti, které patří do Skupiny ČEZ, dodávají elektřinu pro téměř 3,5 milionu odběrných míst v České republice.

Skupina ČEZ v roce 2004 posílila získáním tří bulharských distribučních firem, které obhospodařují 1,9 mil. zákazníků. V roce 2005 pak počet zákazníků na celkových 6,8 milionu doplnilo 1,4 milionu zákazníků rumunské distribuční společnosti Electrica Oltenia. Skupina ČEZ se tak vyšvihla na osmou příčku mezi evropskými energetikami podle tohoto kritéria.

Skupina ČEZ chce být jedničkou na trzích s elektřinou střední a jihovýchodní Evropy

rumunskou distribuční společnost se stala energetickým uskupením s mezinárodní působností s ambicí stát se jedničkou na trzích s elektřinou střední a jihovýchodní Evropy. Jádrem Skupiny ČEZ je největší výrobce elektřiny v České republice a provozovatel významné části českých elektráren využívajících obnovitelné zdroje – akciová společnost ČEZ, která se z někdejšího převážně výrobního podniku transformovala na obchodně výrobní firmu. ČEZ zabezpečuje stabilní podmínky dodávek elektřiny v České republice a dodává zákazníkům elektřinu včetně podpůrných služeb a tepla nejvyšších kvalitativních parametrů. Část výroby elektřiny uplatňuje na evropských trzích. Tržní hodnota ČEZ v únoru 2005 poprvé překročila hranici 10 miliard dolarů a ČEZ se tak zařadil mezi největší světové hráče.

řila nákupem majetkových podílů v regionálních energetických společnostech. Při této transakci získal ČEZ většinový majetkový podíl v Severočeské energetice (SČE), v Severomoravské energetice (SME), Středočeské energetické (STE), Východočeské energetice (VČE) a Západočeské energetice (ZČE). Skupina ČEZ je tak nejen největším výrobcem, ale i dodavatelem elektřiny v České republice. Provázáním výroby elektřiny, její distribuce a obchodu ve Skupině ČEZ se česká energetika přiblížila struktuře obvyklé v zemích západní Evropy. Tamní společnosti jsou často propojeny tak, že pokrývají celý energetický řetězec od těžby surovin přes výrobu elektrické energie až po její prodej. Nová struktura české elektroenergetiky je výhodnější také pro spotřebitele elektřiny a je plně v souladu s platnými normami Evropské unie.

POSTAVENÍ UHELNÉ ENERGETIKY V ČESKÉ REPUBLICE

ČR nemá primárních energetických zdrojů nazbyt. I když v blízké budoucnosti těžba hnědého uhlí narazí na ekologické limity, je Česká republika v zásobách uhlí soběstačná. Zásoba by měla uspokojit potřebu výroby elektrické energie i v roce 2030. Tedy v době, kdy se předpokládá, že Evropská unie bude až 70 % potřebné energie dovážet.

- Skládka vápence v Elektrárně Prunéřov
- Biologická čistírna vody v Elektrárně Mělník

Hlavní oblasti těžby uhlí v České republice leží na Ostravsku (Ostravsko-karvinská pánev, tj. jižní část Hornoslezské pánve, zasahující k nám z Polska) a v Podkrušnohoří. V hlubinných dolech Ostravska se těží koksovatelné černé uhlí, v převážně povrchových dolech Podkrušnohoří se těží uhlí hnědé. V obou podkrušnohorských hnědouhelných pánvích je sice k dispozici více než 8,2 mld. tun geologických a více než 5,6 mld. tun využitelných zásob, avšak vytěžitelné zásoby dosahují pouze 2 mld. tun. Z nich je v rámci stanovených limitů k dispozici 1,18 mld. tun a dalších 870 mil. tun pouze při racionálním přehodnocení územně ekologických limitů, o kterém se zmiňuje usnesení vlády č. 211 ke Státní energetické koncepci z března 2004. Tato koncepce počítá s optimálním využitím domácích energetických surovin v dlouhodobé perspektivě, a to prodloužením životnosti domácích zásob tuhých paliv, především hnědého uhlí, v souladu se čtyřicetiletou životností nových uhelných elektráren s vyšší účinností.

Mezi nejvýznamnější uhelné revíry patří Ostravsko-karvinský revír (roční těžba okolo 14 mil. tun černého uhlí), Severočeský hnědouhelný revír (roční těžba okolo 38 mil. tun hnědého uhlí a lignitu) a Sokolovský hnědouhelný revír (roční těžba okolo 7 mil. tun hnědého uhlí a lignitu).



Po roce 1989 nastal v důsledku poklesu poptávky útlum těžby uhlí. Podíl na tom měla i ekologizace našich elektráren, resp. trvalé odstavení některých zastaralých neodsířených bloků. Současná úroveň těžby se v ČR pohybuje okolo 60 mil. tun uhlí ročně.

Uhelné elektrárny stále největšími výrobci elektrické energie v ČR

Dominantním palivem českých tepelných elektráren je hnědé uhlí. Téměř výhradně je těženo v povrchových dolech. Strategickým krokem k naplnění záměrů ČEZ v oblasti rozvoje uhelného elektrárenství bylo získání dominantního podílu v akciové společnosti Severočeské doly; to je také jednou z podmínek úspěšné realizace obnovy uhelných elektráren Skupiny ČEZ.

Uhelné elektrárny se – i přes skokové rozšíření instalovaného výkonu v jaderných elektrárnách



vovaly celkový instalovaný výkon přesahující 6500 MW.

Výhodou uhelných elektráren je poměrně dobrá možnost regulace výkonu. Najíždění uhelných elektrárenských bloků sice trvá několik hodin, odstavit je však lze téměř okamžitě (i když je to dost neekonomické).

dominantním palivem českých tepelných elektráren je hnědé uhlí

v důsledku uvedení do provozu Jaderné elektrárny Temelín – podílejí na výrobě elektrické energie zhruba z 55 %. Většina z nich je z praktických důvodů situována do bezprostřední blízkosti hnědouhelných dolů v severních a v severozápadních Čechách. Uhelné elektrárny Skupiny ČEZ (bez zahraničních akvizic) provozované počátkem roku 2006 předsta-

Výhodou je i umístění většiny uhelných elektráren přímo v místě těžby uhlí umožňující ušetřit náklady za dopravu paliva. Nevýhodou současných uhelných elektráren je poměrně nízká účinnost výroby do 34 %. Tato nevýhoda přestane platit po dokončení obnovy uhelných elektráren Skupiny ČEZ, která zvýší účinnost bloku nad hranici 40 %.

Krátké ohlédnutí do novodobé historie

České uhelné elektrárny prošly několika obdobími. V době jejich výstavby – zejména v 60. a 70. letech minulého století – to bylo období charakteristické nedostatkem elektrické energie pro rozvoj poválečného hospodářství. Výstavbu elektrárenských kapacit, která navázala na skvělou tradici předválečného československého elektrárenství, doprovázel rozvoj sítě přenosové soustavy. Ten umožnil dovést elektrickou energii tam, kde jí bylo v té době nejvíce třeba, tj. do průmyslových oblastí. Šlo o léta, kdy se elektřina vyráběla bez zásadních analýz vlivu na životní prostředí. To způsobilo poměrně rozsáhlé ekologické škody, především v oblasti severních Čech. Největší událostí v historii české uhelné

- Elektrárna Počerady
- Doprava uhlí z povrchového dolu pásem až do elektrárny
- Z výstavby odsiřovacího zařízení – kulové mlýny na vápenec v Elektrárně Tušimice

elektroenergetiky se proto stalo „vyčištění“ elektráren, tj. uvedení všech uhelných energetických zdrojů do takového technického stavu, který by další devastaci životního prostředí vyloučil. V letech 1992–1998 elektrárenská společnost ČEZ realizovala patrně nejrozsáhlejší a nejrychlejší ekologický a rozvojový program v Evropě. V rámci tohoto programu v hodnotě 46 miliard korun přímých investic a cca 65 miliard investic souvisejících

„vyčištění“ uhelných energetických zdrojů ČEZ v letech 1992–1998 vyloučilo další poškozování životního prostředí

bylo v elektrárnách společnosti instalováno celkem 28 odsiřovacích jednotek a 7 fluidních kotlů, došlo k rekonstrukci odlučovačů popílku a modernizaci řídicích systémů elektráren. Součástí programu bylo také ukončení provozu některých nevyhovujících zdrojů. Díky uskutečnění programu odsíření se podařilo oproti úrovni na počátku 90. let snížit emise SO_2 o 92 %, pevných částic popílku o 95 %, emise oxidů dusíku o 50 % a oxidu uhelnatého o 77 %. Téměř 90 % vedlejších energetických produktů z procesu odsíření již nepatří do kategorie odpadů, ale lze je dále využít.







ANATOMIE UHELNÉ ELEKTRÁRNY

Většina uhelných elektráren je uspořádána do tzv. výrobních bloků. Elektrárenský výrobní blok znamená samostatnou jednotku skládající se z kotle, turbíny a příslušenství, z generátoru, odlučovačů popílků, chladicí věže, blokového transformátoru a v novější době také z odsiřovacího zařízení. Zařízením, které může být společné několika blokům, je zauhlování, vodní hospodářství (přiváděče, čerpadla a chemická úprava vody), komín, pomocná zařízení k odběru popílků a odsiřování. Naprostou většinu výrobních bloků uhelných elektráren Skupiny ČEZ tvoří bloky o instalovaném výkonu 200 MW (elektrárny Tušimice II, Počerady, Prunéřov II, Chvaletice a Dětmárovice). Do portfolia výrobních kapacit patří i několik bloků o instalovaném výkonu 110 MW (Mělník II, Prunéřov I, Ledvice, Tisová); bloky o nižším instalovaném výkonu jsou spíše výjimkou. Blokem s největším instalovaným výkonem je 500MW blok v Elektrárně Mělník (Mělník III).

Základní princip fungování uhelné elektrárny je založen na přeměně energie tepelné na mechanickou a mechanické na elektrickou. Teplo uvolněné v kotli ohřívá vodu procházející trubkami uvnitř kotle a mění ji v páru. Pára

proudí do turbíny, jejím lopatkám předá svou pohybovou energii a roztočí ji. Vzhledem k tomu, že je turbína pevně spojena s generátorem, roztáčí se i ten a přeměňuje mechanickou energii na elektrinu. Pára vycházející z turbíny je poté vedena do kondenzátoru, kde zkondukuje, tj. z plynu se stane opět kapalina. Z kondenzátoru je voda vedena zpět do kotle, kde celý cyklus začíná znovu. Pára vyrobená v kotli nemusí být využita pouze k výrobě elektřiny, může sloužit i k vytápění přilehlých obcí a měst.

Celou elektrárnu můžeme rozdělit na několik funkčních okruhů, kterým se říká „hospodářství“ (uhelné, vodní, elektrické a ekologické hospodářství).

- ▣ Skládka paliva uhelné elektrárny
- ▣ Jedno z obřích korečkových velkorypadel
- ▣ Schéma uhelné elektrárny

PALIVOVÝ CYKLUS

Sedmdesát milionů let se na různých místech Země ukládaly do močálů stromovité kapradorosty. Po dalších asi 350 milionech let tato místa objevil člověk a začal zuhelnatělé přesličky a plavuně dobývat. Aby je spalil.

Deset vlaků uhlí denně

Uhelná elektrárna spotřebuje přibližně 1 tunu uhlí na každou vyrobenou MWh elektrické energie. Množství spáleného paliva záleží na druhu uhlí a na jeho výhřevnosti. Hnědé energetické uhlí má výhřevnost 8–12 MJ/kg, černé uhlí až 22 MJ/kg. Lze říci, že 200MW elektrárenský blok spálí přibližně 200 tun hnědého uhlí za hodinu. To znamená, že průměrná elektrárna

průměrná elektrárna spotřebuje denně okolo deseti vlaků uhlí po třiceti vagónech

spotřebuje denně okolo deseti vlaků uhlí po třiceti vagónech. Pokud stojí elektrárna poblíž zdroje paliva, dopravuje se uhlí do elektrárny přímo z povrchového dolu pásovými dopravníky. V areálech elektráren jsou sklady paliva, které musí udržovat určitou rezervu. Velikost pohotovostní skládky se řídí vzdáleností elektrárny od dolu a pohybuje se od sto tisíce do jednoho milionu tun uhlí. Na skládce pracují bagry a další pásové dopravníky, které přesouvají uhlí do zásobníku kotlů.

Než uhlí přiložíme do kotle

Uhlí nelze použít v surovém stavu. Musí projít drtící stanicí a uhelnými mlýny, které jej rozemelou na jemný prášek. V zimě je navíc někdy třeba uhlí rozmrazovat (většinou již při vykládání z vagónů) a sušit. Pro sušení, které probíhá před mletím nebo při něm, se využívá horkého proudu spalin o teplotě 950 °C. Jemný uhelný prach se poté spolu s předehřátým vzduchem vhání práškovými hořáky do spalovací komory kotle. Tady palivo hoří – čím jemnější je uhelný prášek, tím víc spalování připomíná hoření plynu. Dnes se používají prášková ohniště, dříve se užívala i roštová (podobná jako v obyčejných domácích kamnech na uhlí). Uhlí rozemleté na prášek hoří velmi intenzivně, intenzivní je i přestup tepla do

výhřevných ploch. Práškové spalování umožňuje stavět kotle velkých výkonů – největší kotel v České republice (výška 130 m, výkon 1600 tun páry za hodinu) je v elektrárně Mělník III, kde je součástí 500MW bloku. Z hlediska konstrukce mohou být elektrárenské kotle válcové, granulační, výtavné, věžové, fluidní.

Zbytky na skládku i k dalšímu využití

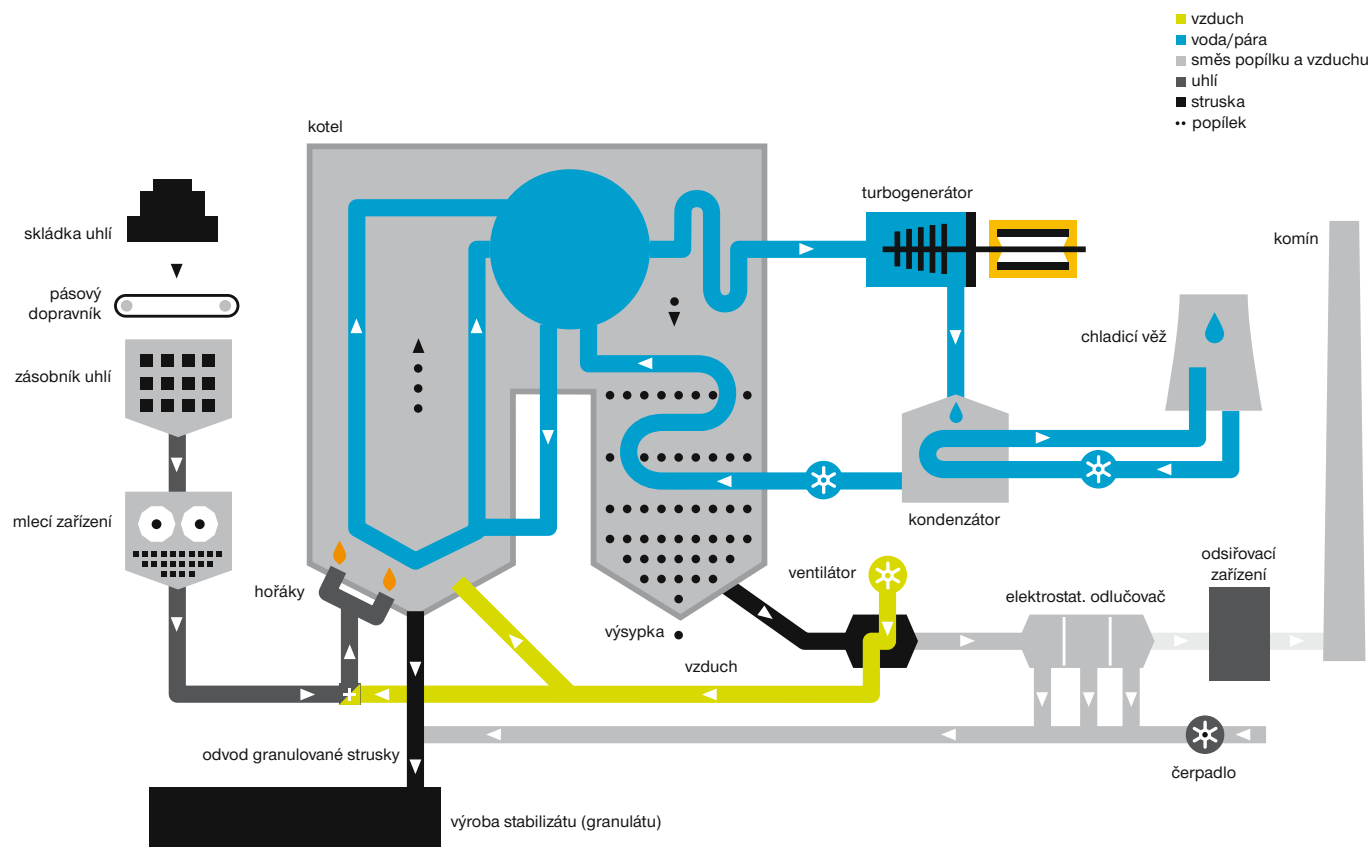
Hořící uhelný prach předá svou energii vodě ve výparníku a páře v přehřívácích. Zbytky vyho-

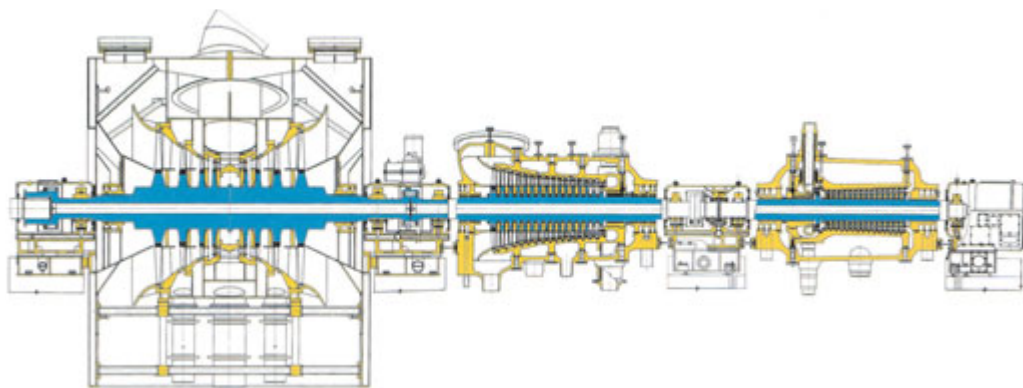
řelého paliva padají dolů jako struska nebo jsou unášeny spalinami jako popílek. Struska padá do výsypky, chladí se, vynašeč ji dopraví do drtiče a odtud pak putuje do zásobníků pro další použití nebo na skládku. Skládka či odkaliště je součástí elektrárny, i když bývá někdy vzdálené i několik kilometrů. Po ukončení ukládání se překryje zeminou a zrekultivuje.

Součástí moderních uhelných elektrárenských bloků jsou velké samostatné odlučovače popílku. Používají se různé typy: odlučovače elektrostatické, cyklónové, textilní, popř. i jejich vzájemné kombinace.

■ Cyklónový odlučovač využívá účinku odstředivých sil ve válcovém a kuželovém prostoru, do něhož se velkou rychlostí ze strany vhnějí kouřové spaliny. Těžší částičky se ve víru dostanou na okraj a padají do zužující se části cyklónu, lehčí plyn odchází vzhůru. Účinnost takových odlučovačů pro lehké částičky však není dostatečná.

■ Elektrostatický odlučovač je v podstatě soustavou drátěných nabíjecích elektrod a deskových sběrných elektrod. Kouřové spaliny proudí rychlostí 1–2 m/s okolo záporných nabíjecích (sršicích) elektrod, do nichž se přivádí stejnosměrný proud o napětí 40–70 kV. Částice prachu se nabíjí a pak jsou přitahovány kladnými sběrnými deskovými elektrodami. Popílek se mechanicky oklepává ze sběrných





elektrod a padá do výsypek. Odlučovače se stavějí v několika sekcích za sebou a dosahují účinnosti i více než 99 %. Přestože napětí na elektrodách je velmi vysoké, proud se pohybuje v řádu setin ampéru, takže vlastní spotřeba elektřiny je zanedbatelná.

■ K zachycení elektrárenského popílku ve spalínách slouží i tkaninové filtry; ty fungují stejně jako u domácího vysavače. Aby odolaly vysokým teplotám musí však být ze speciálních vláken. Mívají tvar rukávu a za provozu se čistí ofukováním vzduchem. Mívají lepší odoluvost než elektrostatické filtry, ale vyšší spotřebu proudu na pohon kouřových ventilátorů.

VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

Elektrárna spotřebuje velké množství vody. V uzavřeném okruhu kotel–turbína–kondenzátor–kotel obíhá voda jako teponosné médium. Kondenzátor je chlazen vodou jako chladicím médiem. Další vodu elektrárna spotřebovává na plavení strusky a popílku, další při odsiřování.

Velkovýrobní páry

Do kotlů se vhání čerpadly voda zbavená všech nečistot a chemicky upravená tak, aby nezpůsobovala korozi. Kotel 220MW bloku je schopen vyrábět až 660 tun páry za hodinu při tlaku téměř 18 MPa.

Moderní elektrárenské kotle bývají tzv. průtlačného typu. Spalovací komora kotle je velký dutý prostor, jehož stěny i strop jsou tvořeny trubkami o průměru 36 mm. Nejprve voda vstupuje do tzv. ekonomizéru, kde se předehřívá, pak teprve do výparníku, což jsou trubky tvořící stěny kotle. Ve výparníku se voda v trubkách žárem spalovaného uhlí mění na páru. Ve speciálních svazcích trubek, které jsou vysu-

v kotli, kde se opět zvýší její teplota. Pak se znovu vede do turbíny, nejprve do její středotlaké a pak do nízkotlaké části. Ze středotlakého a nízkotlakého dílu jsou spodem vyvedena potrubí regeneračních odběrů páry pro ohřev napájecí vody před vstupem do kotle. Všechny části turbíny jsou uloženy na společné hřídeli. Rozváděcí lopatky jsou nehybnivé, spojené se statorem a vytvářejí systém

turbína je velmi přesný výrobek, vůle součástí se pohybuje v desetinách milimetru

nuté do proudu spalín, se předhřívá na teplotu 530–550 °C a vede do turbíny.

Proč se pára předhřívá na tak vysokou teplotu? Důvod je jednoduchý – pára vzniká pouhým varem vody je tzv. sytá pára a obsahuje málo energie. Přehřátím z ní vyrobíme tzv. ostrou páru, kterou už se vyplatí pustit do turbíny. Moderní průtlačné kotle mají větší teplosměnnou plochu a voda v nich protéká nuceným oběhem.

Turbína mění vnitřní energii páry na mechanickou energii rotoru

Turbín je mnoho druhů. Jedna z nejpoužívanějších je třítělesová kondenzační parní turbína 200MW turbogenerátoru.

Přehřátá ostrá pára přichází z kotle parovody a vstupuje do vysokotlakého dílu, kde předá první část energie. Z něj se vrátí do přehříváku

kanálů, v nichž dochází k expanzi páry a zvýšení její rychlosti na 300 m/s i více. Kanály statoru směřují proud páry na oběžné lopatky rotoru, na nichž může navíc docházet k další expanzi páry. Z oběžných lopatek vstupuje pára do rozváděcích lopatek dalšího stupně turbíny. Rotory turbíny jsou uloženy v kluzných ložiskách.

Na vstupu páry do vysokotlakého a středotlakého dílu jsou nainstalovány rychlouzávěrné a regulační ventily, kterými se reguluje výkon a které zabezpečují turbínu proti překročení dovolených otáček tím, že zavrou ve zlomku sekundy přívod páry.

Turbína je velmi přesný výrobek, vůle součástí se pohybuje v desetinách milimetru. Při teplotách přes 500 °C dochází k teplotním dilatacím, při počtu otáček 3000 za minutu k obrovskému namáhání rotorů i těles. Konce

- Řez třítělesovou parní turbinou
- Chladicí věže Elektrárny Dětmarovice
- Strojovna Elektrárny Prunéřov I

oběžných lopatek se pohybují nadzvukovými rychlostmi. To vše musí turbína spolehlivě vydržet. Při provozu se sledují teploty a tlaky páry, oleje, otáčky, teploty kovů a ložisek, relativní posuvy rotorů vůči tělesům statoru, chvění, excentricita apod. S chodem turbíny tak souvisí celá řada dalších zařízení a pomocných provozů, např. olejové hospodářství pro mazání ložisek atd.

Pára, která vykonala práci, odchází do kondenzátoru, kde se ochladí, zkondenzuje na vodu a systémem čerpadel se vrací do kotle. K tomu, aby pára zkondenzovala opět na vodu, je třeba dalšího okruhu chladicí vody. Je-li v blízkosti elektrárny velká řeka, bere se chladicí voda odtud, pak se hovoří o průtočném chlazení. Není-li, odvádí se chladicí voda z kondenzátorů do chladicích věží, kde se rozstříkuje a chladí protitahem vzduchu. V obou případech se teplo bez užitku ztratí.

ELEKTROČÁST UHELNÉ ELEKTRÁRNY

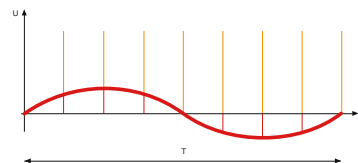
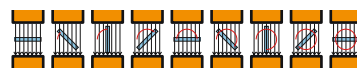
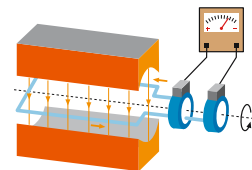
Princip získávání elektřiny

Základním fyzikálním jevem, na němž je ve většině typů elektráren založena výroba elektrického proudu, je elektromagnetická indukce. Veškerá složitá zařízení uhlých, plynových,



- ✓ Turboalternátor
- ✓ Odkrytý stator generátoru v Elektrárně Tušimice
- ✓ Vyvedení výkonu z elektrárny

- ✓ Princip vzniku střídavého proudu pohybem vodiče v magnetickém poli



vodních nebo jaderných elektráren jsou – zjednodušeně řečeno – určena pouze k tomu, aby otáčela smyčkou elektrického vodiče v magnetickém poli. Podle zákona o elektromagnetické indukci se pak na koncích smyčky indukuje střídavé elektrické napětí. Uzávěme-li obvod, prochází smyčkou střídavý elektrický proud. Podle Faradayova zákona o elektromagnetické indukci platí, že čím rychleji vodičem v mag-

elektřina se vyrábí v třífázových synchronních alternátorech

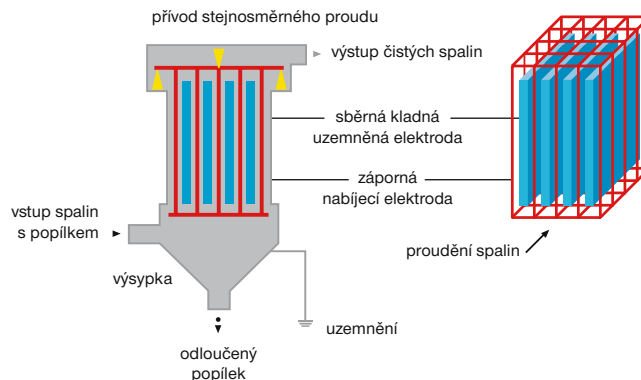
netickém poli pohybujeme, tím je indukované napětí větší.

Tento snadno pochopitelný zákon našel uplatnění i v uhelných elektrárnách, kde se tepelná energie získaná spalováním uhlí předává vodě a pára pak roztáčí parní turbínu; ta roztáčí generátor (alternátor) vyrábějící elektřinu. V elektrárněnském generátoru rotuje magnet (elektromagnet). Vinutí, v němž se indukuje napětí a proud, je umístěno na statoru okolo něj. Tepelná elektrárna je dobrým příkladem různých způsobů přeměn jednotlivých typů energie – chemická energie ukrytá ve fosilním palivu se mění na tepelnou, tepelná na mechanickou, mechanická energie na elektrickou.

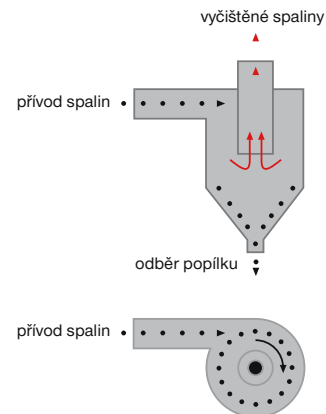
Elektřina se v elektrárně vyrábí v třífázových synchronních alternátorech. Alternátor je



☑ Elektrostatický odlučovač popílku



☑ Schéma cyklonového odlučovače



spojen s turbínou společnou hřídelí a tvoří dohromady tzv. turboalternátor. Celé soustrojí se otáčí rychlostí 3000 otáček za sekundu.

Od stejnosměrného ke střídavému proudu

Alternátor se skládá ze statoru a rotoru. Stejný proud v budícím vinutí otáčejícího se rotoru vytváří silné magnetické pole, které velkou rychlostí protíná vodiče navinuté na statoru a tím vytváří střídavý elektrický proud. Statorová vinutí jsou uspořádána tak, že se generují tři napětí vzájemně posunutá o 120 stupňů, neboli tři fáze. Dříve se k výrobě elektřiny používala dynama, generátory stejnosměrného proudu. Střídavý proud má však oproti proudu stejnosměrnému velkou výhodu – lze ho transformovat na vyšší napětí a přenášet na větší vzdálenosti s menšími ztrátami. Proto generátory střídavého proudu zvítězily.

Pomocí vývodového transformátoru se napětí transformuje z původních 10–15 kV na 400 kV a odvádí venkovním vedením do rozvodné sítě. Elektrárna však proud jen nevyrábí, ale také sama spotřebovává v různých pomocných provozech a zařízeních (úpravny vody, ventilátory, mlýny, čerpadla, odlučovače, dopravníky atd.). Na vývod alternátoru je proto připojen také odbočkový transformátor vlastní spotřeby.

ČIŠTĚNÍ KOUŘOVÝCH PLYNŮ A VEDLEJŠÍ ENERGETICKÉ PRODUKTY

Dlouhá léta byly kouřící komíny symbolem pokroku. Postupně však začalo být množství kouře na obtíž. Dnes můžeme říci, že jsme udělali pro ekologizaci uhelných elektráren co bylo třeba. Všechny splňují národní i mezinárodní limity na množství produkovaných škodlivin, v mnoha případech produkují výrazně méně škodlivin, než normy stanovují.

Tuhé prachové částice

První přišla na řadu zařízení na odstraňování popílku a poléťavého prachu. Zachycení tuhých prachových částic je velmi důležité, neboť se na ně váží těžké kovy, radioaktivní

Ten je třeba, pokud ho nelze využít jako tzv. druhotný energetický produkt, z elektrárny odstranit a uložit. V souvislosti s odsiřením kouřových spalín v 90. letech minulého století ustoupily elektrárny od hydraulického plavení popílku na odkaliště a přešly na tzv. suchý odběr; ten je předpokladem pro další využití elektrárenského popílku jako cenné druhotné energetické suroviny. Suchý popílek se po částečné úpravě může použít na výrobu betonu nebo umělého kameniva, zčásti se používá na vyplňování prázdných prostor ve vytěžených dolech. Největší uplatnění však nachází při výrobě tzv. stabilizátu a aglomerátu. Stabilizát je směs suchého popílku, odvodněné strusky s energosádrovcem, vzniklým v průběhu procesu odsiřování, a vápnem. Je vhodný pro sanaci důlních výsypků a k revitalizaci krajiny. Stabilizát je chemicky velmi stálý a nemá žádné

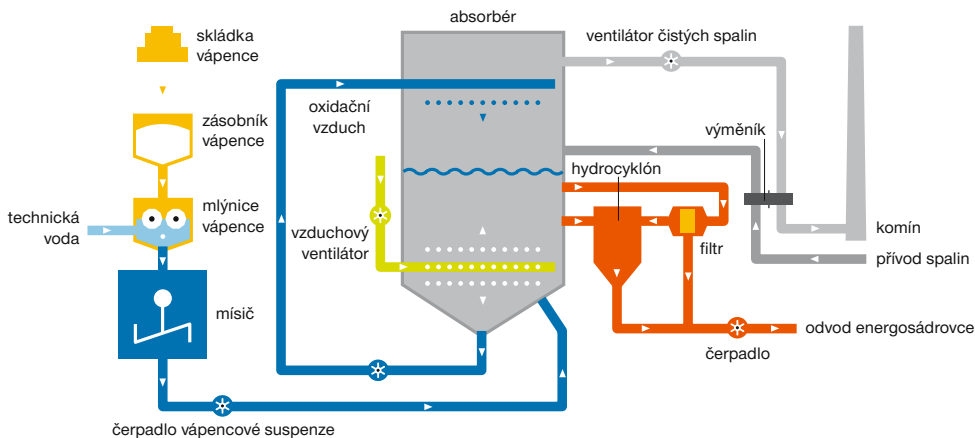
všechny uhelné zdroje ČEZ splňují národní i mezinárodní limity emisí

prvky a další škodlivé látky. Obsah popílku ve spalínách z kotle je za normálních podmínek v průměru 30 g v jednom metru krychlovém plynu. Požadavky – stejné jako v jiných vyspělých zemích světa – na zachycení tuhých látek stanovuje v České republice příslušný zákon. Uhlí, které se spaluje v elektrárnách Skupiny ČEZ, po sobě zanechává nespálitelný podíl v hodnotě 25–30 % původního objemu paliva.

negativní vlivy na životní prostředí. Některé popílky se používají jako účinné náplně filtrů pro čištění odpadních vod (životnost náplně je 10–20 let). Čištění je vysoce účinné při likvidaci patogenních bakterií, těžkých kovů a PCB.

Jak na síru

Těžším úkolem bylo zbavit kouřové plyny síry, resp. jejího oxidu (SO_2). Vzhledem k tomu,



že veškerá síra ve spalínách pochází z paliva, je prvním opatřením vybrat takové palivo, které bude obsahovat sirných sloučenin co nejméně. Ropa a zemní plyn obsahují síry nejméně, černé uhlí o něco víc, hnědé uhlí nejvíce – běžně 1 až 2,5 % celkové hmoty. Tam, kde nelze změnit druh paliva, nezbyvá než se síry zbavit dodatečně. Bud' zvolit takový způsob spalování, při němž vznikne jen minimum plynných oxidů síry, nebo kouřové plyny vyčistit dodatečně. Mnoho lidí si představuje odsiřovací zařízení jen jako filtr v komíně. Tak tomu ale není. Odsiřovací zařízení je ve skutečnosti velmi složitá chemická továrna vestavěná do areálu uhelné elektrárny. Zjednodušeně lze odsiřovací procesy rozdělit na regenerační a neregenerační a ty pak na suché, polosuché a mokré. Celkem je ve světě známo asi dvě stě odsiřovacích metod. Nejrozšířenější jsou neregenerační procesy. V mokřích se SO_2 zachycuje v kapalinách, v polosuchých se aktivní látka rozstříkuje v proudu horkých spalin ve formě vodní suspenze, kapalina se odpaří a produkt reakce vychází z procesu jako tuhá látka. Při suché metodě reaguje SO_2 v suchém stavu a produktem je opět suchá látka. V České republice se u více než 80 % instalovaného výkonu uhelných elektráren používá tzv. mokrá vápencová vypírka. Odsiřovací jednotka, ve které proces probíhá, se říká také

pračka nebo absorbér. Je to nádoba vyšší než 40 m o průměru 15 m. V pračce procházejí kouřové plyny několikastupňovou sprchou, která rozstříkuje vápencovou suspenzi (roz-míchaný rozemletý vápenec ve vodě). Oxid siřičitý chemicky reaguje a vzniká hydrogensířičitan vápenatý, který dále oxiduje na dihydrát síranu vápenatého. Vzniklému produktu se říká energosádrovec. Energosádrovec, který je velmi čistý (vzniká krystalizací z roztoku), může plně nahradit přírodní sádrovec a najít své uplatnění při výrobě sádry a ve stavebnictví. U některých elektráren

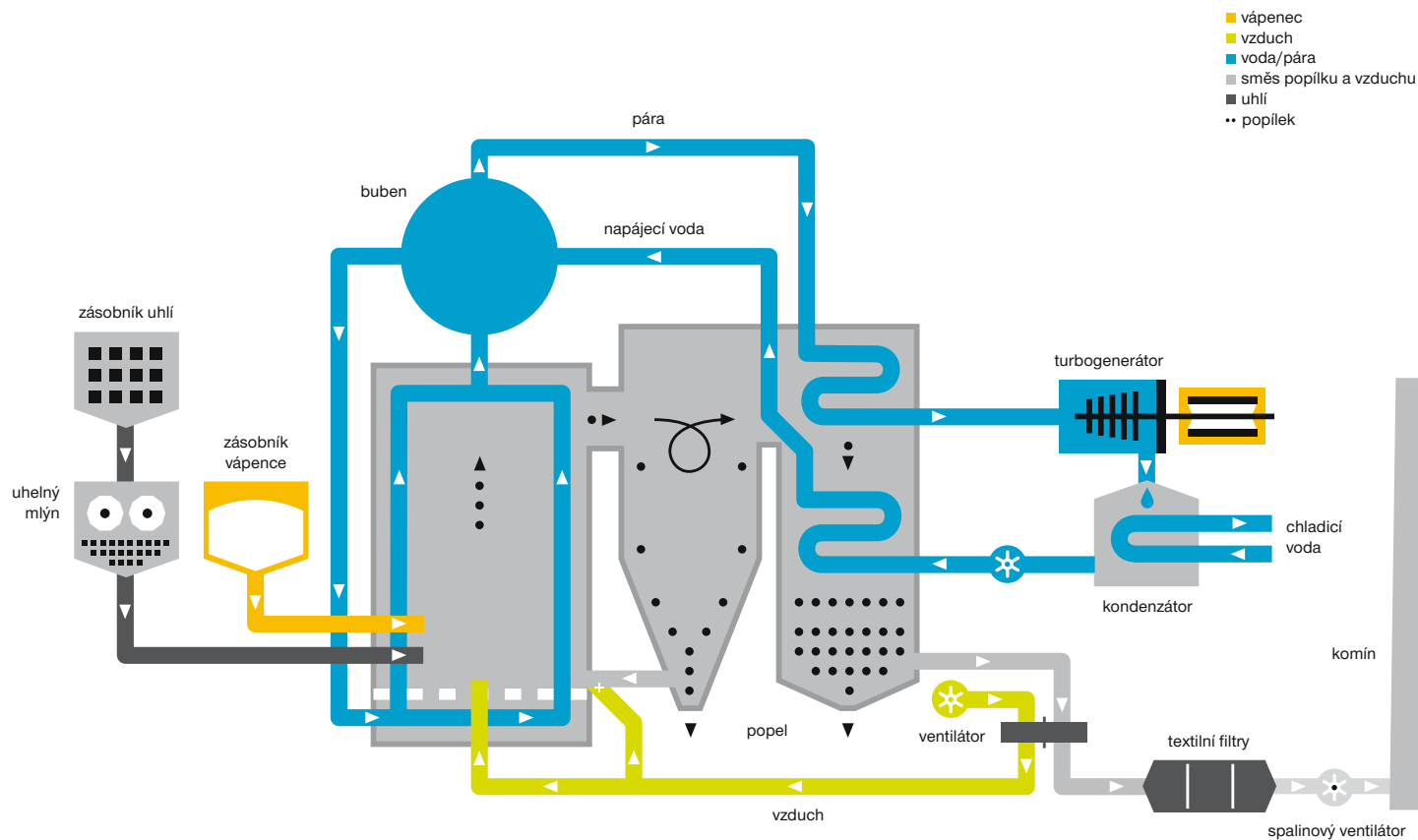
Trápí i oxidy dusíku

Zvládnout je třeba i oxidy dusíku. Ve spalínách je přibližně 95 % oxidu dusnatého NO , asi 5 % oxidu dusičitého NO_2 a při teplotách pod 900 °C vzniká i oxid dusný N_2O (souhrnně se oxidy dusíku označují jako NO_x). Organický dusík je obsažen v palivu (v černém uhlí je ho cca 1 %, v hnědém uhlí i více) a ve vzduchu při spalování. Kolik se ho oxidací atmosférického dusíku dostane do spalin, to závisí na teplotě a na obsahu kyslíku v zóně hoření. Metody snížení obsahu NO_x jsou dvojí: primární, kdy se snažíme zabránit jejich vzniku

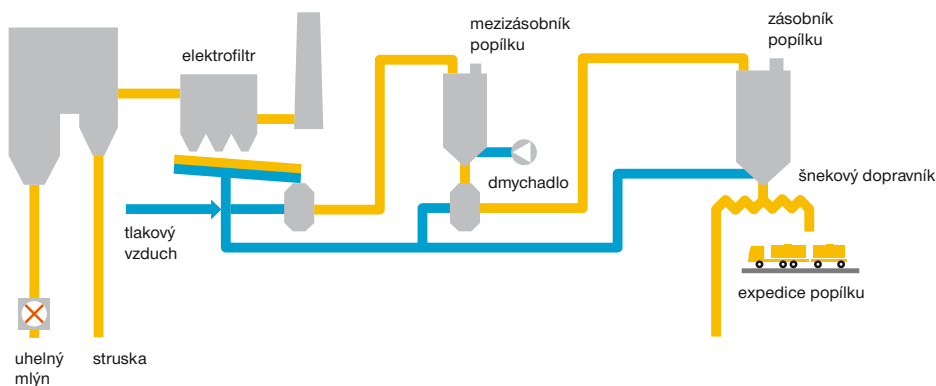
odsiřovací zařízení je velmi složitá chemická továrna

(např. u Elektrárny Počerady nebo Elektrárny Mělník) pracují linky na výrobu sádrokartonových stavebních dílů, po kterých je ve stavebnictví velká poptávka. Další uplatnění nachází energosádrovec při výrobě cementu, ve směsi s popílčkem pak tvoří stabilizát. Odsiřování mokrou vápencovou vypírkou dokáže odstranit z kouřových plynů více než 95 % oxidu síry. Jen pro představu: 200MW kotel hnědouhelného bloku vyprodukuje za hodinu asi 1 050 000 metrů krychlových spalin, kde v každém kubiku je okolo 6500 mg SO_2 . Na jejich odsíření se spotřebuje 9 tun vápence a získá se 15 tun energosádrovce.

řízením průběhu spalování a konstrukcí kotlů (je tak možné při relativně nízkých nákladech snížit emise NO_x o 40 až 60 %), a sekundární, kdy se likvidují již vzniklé oxidy dusíku. K tomu se používají selektivní katalytické a nekatalytické redukce. Selektivní katalytické redukce probíhá ve speciálním reaktoru, katalyzátorem jsou oxidy vanadu, molybdenu nebo wolframu na nosiči z oxidu titaničitého. Do spalin se vstříkuje amoniak a směs se vede přes katalyzátory, kde vzniká elementární dusík a voda. Metoda je dražší, ale obsah NO_x ve spalínách tak lze snížit o 80 až 90 %. Oxidy dusíku z elektrárenských emisí se daří úspěšně odstraňovat. Ekologickým strašákem



❑ Schéma suchého odběru popílku



však zůstává automobilový provoz, který jejich obsah v ovzduší stále zvyšuje.

Fluidní spalování – „elegantní“ odsiřovací řešení

Kromě klasických odsiřovacích jednotek přistávených k elektrárenským kotlům existují i další moderní způsoby odsíření, kdy se škodliviny z kouřových plynů odstraní přímo při spalování, nebo lépe řečeno kdy škodliviny vůbec nevzniknou. Jednou z metod, která to umožňuje, je technologie fluidního spalování. Fluidní kotel je zařízení, které spaluje uhlí speciálním způsobem, a to ve vznosu na tzv. fluidním loži. Uhlí není namleto na prach, ale jen na zrnitost okolo 20 mm a přivádí se do kotle společně s vápencem. Na vrstvě popele, vápence a případně i inertního písku pak doslova vře a víří díky proudu vzduchu, který se pod něj vhání. Palivo se chová v podstatě jako kapalina (odtud dostala metoda svůj název). Při tomto způsobu spalování vyhořívá palivo z více než 90 %. Vápenec reaguje přímo v kotli s oxidem siřičitým a tuhý produkt se stává součástí popela. Teplota spalování je nižší než v klasických kotlích (od 700 do 900 °C), takže vzniká i podstatně méně oxidů dusíku. Kouřové plyny tak ve srovnání s klasickým spalováním obsahují jen 3 % oxidu síry a 25 % oxidů dusíku.

Vysoká účinnost spalování znamená také vysokou účinnost výroby elektřiny. Nevýhodou fluidního spalování je trvalé spojení sádky s popelem, který nelze využít ve stavebnictví. Fluidní technologie se hodí pro menší výkon. V České republice je tento typ kotlů instalován v elektrárnách Tisová, Ledvice, Hodonín a Poříčí.

Certifikát EMS pro české elektrárny

Vztah k životnímu prostředí vyjádřila v roce 2002 akciová společnost ČEZ získáním certifikátu EMS (Environmental Management System) od firmy DNV CERTIFICATION B.V., THE NETHERLANDS. Tento certifikát na dobu tří let potvrdil shodu řízení ochrany životního prostředí v uhelných elektrárnách společnosti s požadavky norem pro systém environmentálního managementu ISO 14001:1996. Plnění podmínek pro udržení certifikátu, platného pro výrobu a dodávku elektrické a tepelné energie klasické energetiky, ověřil v květnu 2003 první periodický audit. Tento audit byl součástí tříletého cyklu ověřování shody EMS společnosti s požadavky ČSN EN ISO 14001.

Využití vedlejších energetických produktů v uhelných elektrárnách ČEZ

Ze spalovacích procesů probíhajících při výrobě elektřiny a tepla vznikají vedlejší ener-

getické produkty, které se stávají za předpokladu splnění technických a zákonných podmínek surovinou pro další zpracování a výrobu.

■ Jedním z vedlejších certifikovaných výrobků **Elektráren Pruněřov** je tzv. stabilizát, který se používá jako zásypový materiál pro vyplňování vytěžených důlních prostor a tvarové úpravy reliéfu krajiny při rekultivacích.

■ Vedlejší energetické produkty vznikající v **Elektrárnách Tušimice** jsou certifikované výrobky, které lze využít ke stavebním účelům (popílek, struska a deponát). Deponát je dopravován do vytěžených prostor k revitalizaci krajiny po důlní činnosti, certifikovaná struska bude využívána i k asanaci bývalého ložiska Tušimice a samotný certifikovaný popílek je nabízen ke komerčnímu využití.

■ Vedlejší energetické produkty vznikající v **Elektrárně Mělník** slouží především při výrobě sádkokartonových desek (energosádrovec) a dále jako surovina při výrobě stavebních hmot (popílek) a jako podkladový materiál pro stavbu silnic a zpevněných ploch (aglomerát). Použití těchto výrobků ve stavebnictví snižuje náklady na výstavbu v sektoru stavebnictví. Mezi výrobky Elektrárny Mělník počítáme energosádrovec, popílek, aglomerát a v blízké budoucnosti i strusku.

■ **Elektrárna Tisová** je v současné době držitelem tří platných certifikátů: na stabilizát

- Fluidní kotel v Elektrárně Poříčí
- Elektrárna Počerady



z fluidního popela k vyplňování vytěžených povrchových důlních prostor, na stabilizát z popela a energosádrovce a na stabilizát z fluidního popela k užití pro zemní konstrukce a podkladové vrstvy staveb pozemních komunikací.

■ V **Elektrárně Počerady** se z energosádrovce produkuje briketovaný sádrovec, který se prodává do cementáren pro výrobu cementu, a sypaný sádrovec, který je možné použít také pro výrobu cementu a navíc se zkouší jeho využití při výrobě průmyslových hnojiv. Dalším produktem je sádra, ze které se vyrábějí ve společném podniku s firmou KNAUF sádrokartonové desky. Dále se sádra ve velké míře přidává do omítkových směsí. Popílek je zde základní surovinou pro výrobu stabilizátu a granulátu, který se využívá k rekultivaci odkaliště a odváží se do Mostecké uhelné, a. s.; ta ho používá jako výplňkový materiál do vyuhlených šachet. Popílek v menší míře slouží i jako přísada při výrobě betonových směsí.

■ V **Elektrárně Hodonín** se vyrábějí tři druhy vedlejších energetických produktů, z toho dva certifikované. Prvním certifikovaným produktem je suchý ložový popel, který pod názvem RESAN EHO částečně nahrazuje písek a zeminu a dá se využít pro záspy výkopů, obsypy inženýrských sítí, podkladové vrstvy komunikací, výrobu betonových směsí a jako přídavek rekultivačního substrátu.





Druhým certifikovaným produktem je stabilizát REHAS EHO a REHAS II EHO. Jde o popelovou maltu (zvlhčená popelová směs), kterou lze využít pro výstavbu hrázových těles, vyrovnávání terénních nerovností před rekultivací skládek, jako podložní materiál silnic, umělé kamenivo, přídavnou směs pro výrobu cihel a podkladový materiál pod základy při stavbě domů. Dosud necertifikovaným – i když zcela bezpečným – produktem je úletový popílek; ten je možné využít pro výrobu betonových směsí, cemento-popílkové suspenze a jako přídavek do surovin k výrobě hurd.

■ Vedlejší energetické produkty vznikající v **Elektrárně Chvaletice** jsou využívány ve stavebnictví jako materiál pro základy staveb, silnic a železnic, pro úpravy krajiny, terénu a stavby protizáplavových valů. Využíváním

leticích, do původní podoby. Elektrárna Chvaletice se stala z tohoto hlediska „bezodpadovou elektrárnou“, neboť všechny certifikované suroviny jsou obchodně využívány.

■ V **Elektrárně Ledvice** se odpady z procesu spalování a odsíření také přepracovávají na druhotnou surovinu – stabilizát – využitelnou zejména ve stavebnictví. Kromě jiného slouží i pro rekultivaci vytěženého lomu Fučík.

■ Jedním z příkladů užití přepracovaných odpadů z **Elektráren Poříčí** je struskopopílkové odkaliště Debrné. Tam, kde dříve existovalo pouze odkaliště s černou směsí vody a popílku, je dnes dopravován popílek z fluidních kotlů potrubím ve formě zahuštěné směsi, která ve styku s ovzduším homogenizuje a tuhne v nepropustný stabilizát. Certifikovaný stabilizát se zde používá pro tvarové úpravy krajiny.

ze spalovacích procesů vznikají suroviny pro další průmyslové využití

těchto certifikovaných produktů dochází k nezanedbatelným úsporám přírodních surovin, hlavně pro stavebnictví (kamenivo, cihlářská hlína, přírodní sádrovec, pisky). Stabilizát je ukládán na složiště, kde je rozhrnován a hutněn. Nepropustnost a nízká vyluhovatelnost stabilizátu umožňuje jeho ekologické ukládání v rámci vlastního projektu „Krajinotvorba“, který vrací krajinu, zdevastovanou těžbou pyritu v Mangano-kyzových závodech ve Chva-

■ **Elektrárna Dětmárovice** vyprodukuje ročně cca 250 000 tun vedlejších energetických produktů. Z tohoto množství je 80 % jemného popele, který je certifikován a ze 70 % využíván ve stavebnictví jako přísada do cementu nebo betonu. Zbytek je ukládán na úložiště jako odpad. Struska, již je z celkové produkce popelovin okolo 10 %, je využívána k výrobě cihel a přebytek jsou rovněž ukládány, stejně jako energosádrovec.

■ **Energetika Vítkovice** je držitelem certifikátu pro využití popílku a škváry ke stavebním účelům. Hydrosměs je čerpána do popílkových nádrží mimo areál teplárny a po odvodnění je popílek těžen a využíván odběrateli k rekultivační činnosti nebo ukládán do odvalu.

ŘÍZENÍ A REGULACE

Ani sebedokonalejší uhelná elektrárna by nefungovala sama o sobě. Srdcem řízení elektrárny je blokova dozorna, která je v některých elektrárnách společná více blokům. Bezpečnost a spolehlivost provozu elektrárny závisí na přesných průběžných měřeních a sledování důležitých parametrů a samozřejmě na jejich regulaci. Okamžitý přístup ke všem důležitým datům umožňují propojené počítačové sítě. Každá elektrárna elektrinu nejen vyrábí, ale také spotřebovává. Vlastní spotřebu elektrárny řídí centrální dozorna, která je přímým partnerem celostátního dispečinku. Jednotlivá uhelná elektrárna je jen kaménkem v mozaice energetických zdrojů Skupiny ČEZ. Celkové řízení elektrizační soustavy ČR s mnoha zdroji není jednoduché a vyžaduje nejen dokonalá technická zařízení, ale i zkušenost personálu. Naše republika je protkána sítí elektrických vedení. Délka všech linek je 5 388 km, z toho 66 % představují linky o na-

- ▣ Sklad vedlejších energetických produktů v Elektrárně Mělník
- ▣ Rekultivace v okolí Elektrárny Tušimice II
- ▣ Rekultivace v okolí Elektrárny Chvaletice

pětí 400 kV a 33 % linky vedení 220 kV. Zbytek jsou linky 100 kV.

Elektřina je zvláštní zboží, které nelze skladovat. Musí se jí tedy v daném okamžiku vyrobit tolik, kolik právě vyžaduje spotřeba. Schopnost regulovat soustavu je o to lepší, čím více lze soustavu vzájemně propojit s většími sítěmi. Česká republika takovou možnost využila v roce 1995, kdy se spolu s Polskem, Maďarskem a Slovenskem v rámci sdružení Centrel propojila se západoevropskou elektrizační soustavou UCTE. Připojení české elek-

elektřiny se musí v daném okamžiku vyrobit tolik, kolik právě vyžaduje spotřeba

trizační soustavy k západoevropské bylo současně prvním reálným krokem České republiky do spojené Evropy.

V souvislosti s liberalizací evropského vnitřního trhu s elektřinou velmi vzrůstá význam přeshraničních obchodů. Nařízení č. 1228/2003 Evropského parlamentu a rady o podmínkách pro přístup k síti pro přeshraniční výměny elektřiny je zaměřeno na stanovení spravedlivých pravidel pro tyto výměny. Dané nařízení zahrnuje ustanovení kompenzačního mechanismu pro přeshraniční toky a soubor sladěných principů přeshraničních poplatků a lokací (přidělení) dosažitelné kapacity propojení mezi národními přenosovými systémy.







UHELNÉ ELEKTRÁRNY SKUPINY ČEZ

Skupina ČEZ provozuje na území Čech a Moravy 15 uhelných elektráren. Do portfolia uhelných energetických zdrojů patří i 3 elektrárny v zahraničí. Většina z nich spaluje severočeské hnědé uhlí. Elektrárna Dětmarovice, Energetika Vítkovice a zahraniční elektrárny spalují uhlí černé.

Všechny energetické zdroje Skupiny ČEZ jsou provozovány v souladu s pravidly ochrany životního prostředí.

Technologie a parametry pro snížení emisí látek znečišťujících ovzduší, které se používají v ČR, odpovídají úrovni nejlepších dostupných technik doporučených Evropskou unií a umožňují plnit požadavky nových právních předpisů pro ochranu ovzduší. Součástí ochrany ovzduší je zjišťování jeho kvality v měřicích imisních stanicích; ty jsou umístěny tak, aby bylo na základě měření možné objektivně posoudit vliv provozu uhelných elektráren na stav ovzduší. Stanice jsou vybaveny moderním zařízením zejména pro měření imisí oxidu siřičitého a oxidů dusíku. Naměřené hodnoty přejímá Imisní informační systém kvality ovzduší ČR.

V řadě uhelných elektráren Skupiny ČEZ se spolu s uhlím spaluje bio-

masa. Nejdéle se spaluje v Elektrárně Hodonín, kde se spolu s jihomoravským lignitem začaly spalovat nejprve otruby, poté proběhly zkoušky s lesní štěpkou a i s dalšími produkty ze zpracování dřeva. Již během roku 2000 bylo v Hodoníně tímto způsobem spáleno více než 2400 tun biomasy. Následovaly spalovací zkoušky u fluidních kotlů v Tisové, Poříčí a Ledvicích. V prvním pololetí roku 2004 byla biomasa zkušebně spalována v práškovém kotli ve Chvaleticích. Zkoušky prokázaly, že je možné spalovat biomasu ve fluidních kotlích přibližně na úrovni 20 % tepelného obsahu směsi a v roštových kotlích i při větším podílu. Problémem je určit optimální roční množství biomasy, tak aby se vyplatilo dlouhodobě investovat do úprav dopravy paliva a do dalších opatření pro kontinuální spoluspalování. Výroba elektriny je regionálně vázána především na velké elektrárenské bloky. Z tohoto důvodu dosahuje nejvyšší hodnoty na severu Čech. Celková roční produkce elektrické energie spálením biomasy v elektrárnách ČEZ s fluidními kotli dosáhla v roce 2005 115 337 MWh.



Elektrárny Pruněřov

Elektrárny Pruněřov jsou největším uhelným elektrárenským komplexem v České republice. Leží na západním okraji severočeské hnědo-uhelné pánve v blízkosti Chomutova. Starší část, Elektrárna Pruněřov I, byla uvedena do provozu v letech 1967 až 1968. V rozpětí let 1987 až 1992 prošly její čtyři 110MW bloky rozsáhlými rekonstrukcemi a zbývající dva bloky byly v rámci útlumového programu začátkem 90. let odstaveny. Každá turbína má sedm neregulovaných odběrů páry pro regeneraci a dva neregulované odběry pro dodávku tepla. Elektrárna Pruněřov II je nejmladší uhelnou elektrárnou ČEZ, a.s. Má pět 210MW bloků, které byly uvedeny do provozu v letech 1981–1982. Zdrojem technologické vody pro obě elektrárny je řeka Ohře. Palivo, energetické hnědé uhlí, se těží v ložech Dolů Nástup Tušimice (Severočeské doly, a.s.), odkud se dopravuje po železniční vlečce. Pruněřov I a Pruněřov II byly v letech 1995–1996 odsířeny. U obou byla použita metoda mokré vápencové vypírky.

Elektrárny Tušimice

Počátek výroby elektřiny v lokalitě Tušimice se datuje do let 1963–1964, kdy byla uvedena do provozu Elektrárna Tušimice I (ETU I) s šesti 110MW bloky. S plným instalovaným výkonem ETU I pracovala až do začátku 90. let, kdy byla

zařazena do útlumového programu. V letech 1991–1993 byly odstaveny tři bloky, zbývající tři bloky koncem roku 1998. V srpnu 1999 bylo rozhodnuto ETU I zlikvidovat. Byl zpracován projekt, který obsahuje odstranění všech objektů a technologických zařízení, pro které se nenašlo využití. Cílem je vyčistit a připravit lokalitu vybavenou veškerou infrastrukturou pro další průmyslové využití. Její umístění v centru výskytu a těžby hnědého uhlí ji k tomu předurčuje.

ETU II se čtyřmi 200MW bloky byla uvedena do provozu v letech 1974–1975. Postavena byla, shodně jako ETU I, přímo u zdroje paliva Dolů Nástup Tušimice, odkud přichází palivo pásovou dopravou až do kotelny. Snižování emisí oxidů síry zajišťuje odsiřovací zařízení postavené v letech 1994–1997, které pracuje na principu mokré vápencové vypírky. V současné době ETU spravuje i malou vodní elektrárnu Želina na řece Ohři, která je pozoruhodnou architektonickou a technicko-historickou památkou. V roce 2004 byla zahájena příprava komplexní obnovy ETU II.

Elektrárna Mělník

Elektrárna Mělník leží přibližně třináct kilometrů pod soutokem Labe a Vltavy. Skládá se ze tří technologických celků, vybudovaných postupně v rozmezí 60. a 70. let jako komplex kondenzačních elektráren spalujících hnědé

uhlí dopravované vlaky ze severočeských a západočeských dolů. Elektrárna Mělník I není od roku 1993 ve vlastnictví ČEZ, a.s.

Čtyři bloky Elektrárny Mělník II byly uvedeny do trvalého provozu v listopadu roku 1971. V rámci ekologického a modernizačního programu energetické společnosti ČEZ prošly v letech 1994–1996 dva bloky celkovou rekonstrukcí. Odsiřovací zařízení využívající metodu mokré vápencové vypírky bylo uvedeno do provozu v druhé polovině roku 1998. Zbývající dva bloky byly v této době trvale odstaveny.

Elektrárna Mělník III s blokem 500 MW byla uvedena do trvalého provozu v roce 1981. Tento blok je největším uhelným blokem v České republice. Díky své technické koncepci se stal jedním z nejelekonomičtějších energetických bloků uhelných elektráren. V průběhu let prošel většími modernizacemi a rekonstrukcemi.

Cílem investičně náročného období v letech 1994–1998 bylo prodloužení životnosti Elektrárny Mělník na dalších minimálně 20 let při dosažení nejen konkurenceschopnosti provozně-ekonomických parametrů výroby, ale i ekologicky šetrného provozu.

Elektrárna Tisová

Elektrárna Tisová leží u řeky Ohře téměř v geometrickém středu lázeňského trojúhelníku Kar-

- Z Elektrárny Pruněřov
- Komin Elektrárny Pruněřov
- Elektrárna Tisová
- Elektrárna Mělník



lovy Vary–Mariánské Lázně–Františkovy Lázně. Hnědé uhlí je do elektrárny dopravováno pásovou dopravou přímo z třídírny Sokolovské uhelné a. s.

Historie elektrárny začíná v lednu 1953, kdy bylo rozhodnuto o výstavbě a začala se zpracovávat projektová dokumentace a příprava staveniště. Vlastní výstavba elektrárny byla rozdělena do dvou technologických celků Tisová I a Tisová II. Výstavba Elektrárny Tisová I byla zahájena v roce 1954.

Elektrárna Tisová se svým celkovým instalovaným výkonem 512 MW stala ve své době první československou velkoelektrárnou a byly v ní poprvé instalovány a v provozu ověřeny bloky o výkonu 100 MW. V letech 1983 až 1987 proběhly rozsáhlé rekonstrukce prvního technologického celku Elektrárny Tisová I týkající se přestavby na kombinovanou výrobu elektřiny a tepla.

V 90. letech byly v Elektrárně Tisová I nahrazeny kotle K 125 t/h dvěma fluidními kotli. Pro zapalování všech kotlů se v elektrárně používá zemní plyn. V Elektrárně Tisová II byla v letech 1995–1997 instalována na bloku 100 MW odsiřovací jednotka, která pracuje na principu mokré vápencové vypírky. V rámci ekologizace elektrárny byla realizována rovněž i chemická čistírna odpadních vod. Elektrárna Tisová patří mezi elektrárny ČEZ, které vyzkoušely společné spalování uhlí s biomasou.





Elektrárna Počerady

Elektrárna Počerady leží v severozápadní části České republiky poblíž měst Louny, Žatec a Most. Podle projektu, který se začal připravovat v říjnu 1959, byla Elektrárna Počerady postavena jako klasická kondenzační elektrárna na uhelné palivo s šesti 200MW bloky. Základní technická koncepce výrobních bloků je stejná – všechny bloky jsou řízeny z jedné společné technologické dozorny. Velín slouží jako řídicí centrum technologických procesů přímo spojených s výrobou elektrické energie (kotelna, strojovna, elektrofiltr) a některých dalších provozů (odsiřování, vodní hospodářství). Palivem je v Elektrárně Počerady hnědé energetické uhlí, které se dopravuje po železnici z povrchových dolů mostecké pánve z lokality Vršany. Zásobárnou vody je řeka Ohře. V letech 1994–1996 zde bylo instalováno odsiřovací zařízení pracující na principu mokré vápencové vypírky. První blok byl i prvním odsiřovacím blokem v rámci celé energetické společnosti ČEZ. Menší množství vyrobeného tepla využívá elektrárna pro vytápění vlastních provozů. V rámci útlumového programu uhelných elektráren byl v roce 1994 jeden výrobní blok z provozu trvale odstaven.

Elektrárna Hodonín

Elektrárna Hodonín byla postavena ve dvou etapách v letech 1951–1957 v blízkosti lignitových





dolů a řeku Moravu. V době svého vzniku byla jednou z největších a nejmodernějších uhelných elektráren v tehdejší elektrizační soustavě, dnes je nejstarší a nejmenší elektrárnou ČEZ. V roce 1980 byla zahájena její přestavba na teplárenský provoz, v roce 1993 bylo rozhodnuto o její rekonstrukci na fluidní spalování. V letech 1994–1997 byla dokončena výstavba dvou nových fluidních kotlů o jmenovitém výkonu 170 t/h páry, byla instalována odběrová turbína TG 3 (40 MW) a byl zahájen provoz nové chemické úpravy vody. V provozu zůstala odběrová turbína TG 4. Rekonstrukce a odsíření podstatně snížilo vliv elektrárny na životní prostředí, emise škodlivin v kouřových plynech např. poklesly na desetinu. Odpadní produkt z fluidního spalování je využíván ve stavebnictví, po ukončení hydrodopravy popelovin elektrárna nevypouští do vodoteče žádné odpadní vody. Elektrárna Hodonín stojí uprostřed města, a proto jsou všechna ekologická opatření o to významnější. Hodonín patří mezi elektrárny ČEZ, které kromě uhlí spalují i biomasu.

Elektrárna Chvaletice

Elektrárna Chvaletice leží v Polabí, asi dvacet kilometrů na západ od Pardubic. Postavena byla v letech 1973–1979. S výstavbou souviselo dobudování Labské vodní cesty, protože severočeské hnědé uhlí, které se ve Chvaleticích spaluje, sem bylo do poloviny roku 1996

dopravováno z Lovosic po řece. Z ekonomických důvodů byla lodní doprava uhlí od roku 1996 nahrazena dopravou po železnici. Raritou a chloubou Elektrárny Chvaletice je automatický výklopník paliva uvedený do provozu v roce 1996, který obrací a vysypává najednou celé vagóny s uhlím. Elektrárna disponuje čtyřmi 200MW bloky, které jsou řízeny ze dvou blokových dozorů. Kotle mají výkon 655 tun páry za hodinu, turbíny roztáčejí pára o tlaku 16,8 MPa a teplotě 540 °C. Emise oxidu siřičitého se snížily díky odsiřovacímu zařízení, které pracuje na principu mokré vápencové vypírky. V rámci modernizace byly výrazně sníženy i emise oxidů dusíku a prachu. Zvláštností odsiřovacího zařízení je vyvedení odsiřených spalin do chladicích věží. Elektrárna provozuje stanici měření emisí, která je součástí systému Automatického imisního monitoringu Českého hydrometeorologického ústavu. Čistička odpadních vod elektrárny prošla v letech 1998 a 1999 rozsáhlou rekonstrukcí.

Elektrárna Ledvice

Elektrárnu Ledvice najdeme na úpatí východní části Krušných hor mezi lázeňskými městy Teplice a Bílina. Postavena byla v letech 1966–1969. Její celkový instalovaný výkon je 640 MW. K 1. 2. 1994 byl ukončen provoz bloku č. 5 a 31. 12. 1998 ukončil provoz i blok č. 1. Dva bubnové

kotle bloků Elektrárny Ledvice byly nahrazeny kotly průtlačnými. V letech 1996–1998 se pak uskutečnila generální oprava turbíny bloku č. 4 a výstavba fluidního kotle. V roce 1998 byl zahájen zkušební provoz bloku č. 4 jako energetického zdroje v blokovém uspořádání turbíny s fluidním kotlem. V letech 1992–1994 byly u 110 MW bloků č. 2 a 3 vyměněny turbíny. Alternátory bloků jsou třífázové, s přímým chlazením statorových plechů vodíkem.

Tři bloky, s jejichž provozem se počítá i nadále, prošly rozsáhlými úpravami. Cílem bylo snížit dopad výroby elektriny na životní prostředí. K blokům č. 2 a 3 bylo přistavěno odsiřovací zařízení, emise oxidů dusíku se snižují pomocí primárních opatření při spalování, úplně byly rekonstruovány elektroodlučovače. V roce 1995 byl nainstalován nový vyhodnocovací systém měření koncentrací znečišťujících látek ve spalinách. Nová technologie řeší celý komplex emisí plynů, oxidu siřičitého, oxidů dusíku i oxidu uhelnatého a emisí prachových částic. Uhlí je do elektrárny dopravováno pásovými dopravníky ze sousední úpravy uhlí Ledvice. Hlavním zdrojem vody je řeka Labe, záložním Všechná nádrž.

Elektrárny Poříčí

První – dnes je již odstavená – elektrárna v Poříčí u Trutnova byla uvedena do provozu již v roce 1914. Elektrárna Poříčí II zahájila provoz



v roce 1957 se šesti kotli, každý o výkonu 125 tun páry/hod. Další rozvoj Elektrárny Poříčí II byl úzce spjat s orientací na kombinovanou výrobu elektřiny a tepla a na odběr uhlí ze Sva-toňovické uhelné pánve.

V polovině 90. let bylo rozhodnuto modernizovat kotle a přispět tak k ekologizaci výroby. Jako nejvhodnější řešení byla vybrána varianta výstavby dvou fluidních kotlů o jmenovitém výkonu 250 t/h namísto dožitých čtyř kotlů původních. Fluidní spalování probíhá při teplotách 830 až 850 °C, při nichž ve spalínách vzniká podstatně méně oxidů dusíku a síry. Po uvedení fluidních kotlů do provozu klesly emise z původních 10 000 tun/rok na pouhých 1500. Elektrárna Poříčí II patří k tzv. systémovým elektrárnám – díky svému umístění sehrává důležitou roli při udržování dobrých napěťových poměrů v severovýchodních Čechách.

Elektrárna Dětmarovice

Elektrárna Dětmarovice byla postavena v letech 1972–1976 a svým výkonem 800 MW je největší klasikou elektrárnou na Moravě. Elektrárna spaluje černé uhlí z Ostravsko-karvinské pánve.

V elektrárně jsou instalovány 4 výrobní bloky, každý o výkonu 200 MW. Průměrná denní spotřeba paliva na jeden blok je cca 1600 tun uhlí, což představuje cca 32 železničních

vagonů. Každý z kotlů má výšku 60 m, pára teplotu 540 °C a tlak 17 MPa. Technologické zařízení elektrárny je chlazeno uzavřenými chladicími okruhy doplňovanými vodou z řeky Olše.

Všechny spaliny elektrárny jsou čištěny od oxidů dusíku, síry a popílku. Účinnost opatření na ekologický provoz elektrárny je nezávisle a kontinuálně sledována a podléhá pravidelným kontrolám orgánů státní správy a ochrany životního prostředí.

Energetika Vítkovice

V roce 2003 se stala součástí Skupiny ČEZ i společnost Energetika Vítkovice, a.s. Založena byla 28. 3. 2000. Historie podniku však sahá až do předminulého století – dostavbou a zprovozněním první elektrické ústředny v roce 1897 začala elektrifikace tehdejších železáren.

Mezi hlavní předměty podnikání společnosti patří výroba a distribuce tepla, elektrické energie a stlačeného vzduchu. Firma se zabývá rovněž distribucí zemního a koksárenského plynu, čištěním odpadních vod, údržbou veřejné kanalizační sítě, úpravou a distribucí provozní vody.

Hlavními zdroji výroby tepla jsou parní kotle s granulačním topeništěm, přirozenou cirkulací vody s horním bubnem. Základním palivem je černé energetické uhlí. Pro zapalování a stabili-

zaci je používán koksárenský, resp. zemní plyn. V kotlích je vyráběna přehřátá pára o tlaku 7,55 MPa, resp. 9,42 MPa a teplotě 510 °C, resp. 540 °C. Teplota přehřáté páry je regulována zástríkem vody. Jmenovitá množství vyrobené páry jsou 2 × 125 t/h a 1 × 215 t/h, resp. 2 × 91 MW_t a 1 × 159 MW_t. Vyrobená přehřátá pára z kotlů se rozděluje přes sběrnice do jednotlivých protitlakých turbín turbogenerátorů, resp. záskokových redukčních stanic. Celkový instalovaný výkon strojovny turbogenerátorů představuje 79 MW_e.

Firma provozuje čistírnu odpadních vod včetně akreditované vodohospodářské laboratoře a je držitelem certifikátu renomované společnosti Det Norske Veritas (DNV) na systém integrovaného řízení, který je v Energetice Vítkovice, a.s., tvořen systémem jakosti, bezpečnosti a péče o životní prostředí. Jako první v České republice společnost splnila zákonnou povinnost, když ji DNV ověřila hlášení o emisích CO₂ za rok 2005.

Svým zákazníkům společnost nabízí široké portfolio komplexních energetických služeb, mezi něž především patří služby veřejného osvětlení a provozování energetických hospodářství. Firma nyní provozuje „Energetické hospodářství Mohelnice“ a „Energetické hospodářství Colorlak“ ve Starém Městě u Uherského Hradiště.

ZAHRANIČNÍ AKVIZICE ROKU 2006: DVĚ ELEKTRÁRNY NA JIHU POLSKA, JEDNA V BULHARSKU

V polovině roku 2006 dokončila energetická společnost ČEZ akvizici v polských elektrárnách firmách Elektrownia Skawina S. A. (Elektrárna Skawina) a Elektrociepłownia Chorzów Sp. z o. o. (Elektrárna Elcho), jejichž majoritní podíly koupila od americké společnosti PSEG Global. Ve výběrovém řízení uspěla v konkurenci 11 světových energetických společností. Elektrárenské společnosti leží v jižním Polsku. Společný výkon elektráren Skawina a Elcho 830 MW je větší než výkon velkých elektráren jako jsou Dětmarovice nebo Chvaletice. Přibližně 75% podíl akcií v elektrárnách Skawina a Elcho vlastní Skupina ČEZ prostřednictvím společnosti ČEZ Silesia B. V. a ČEZ Distribution B. V.

Současně s uzavřením privatizační smlouvy na nákup černouhelné bulharské elektrárny Varna, k němuž došlo v květnu 2006 v Sofii mezi energetickou společností ČEZ a bulharskou Privatizační agenturou, se ČEZ zavázal investovat i do bulharských energetických projektů.





■ **Elektrárna Skawina** Instalovaná kapacita černouhelné elektrárny Skawina činí 592 MW, elektrárna ročně vyrobí zhruba 2,8 TWh elektřiny. Elektřinu dodává několika lokálním distribučním a obchodním společnostem v Polsku.

■ **Elektrárna Elcho** Elektrárna Elcho se nachází 8 km severozápadně od Katovic. Spalováním černého uhlí vyrábí kombinovaně elektřinu a teplo ve dvou moderních blocích o celkové instalované kapacitě 238 MW. Odběratelem elektřiny vyrobené v elektrárně je ze 100 % provozovatel polské přenosové soustavy PSE.

■ **Elektrárna Varna** Instalovaný výkon černouhelné elektrárny Varna je 1260 MW. Skupina ČEZ hodlá v rámci akvizice uplatnit své zkušenosti s obnovou uhelných elektráren a s realizací ekologických opatření. Projekt privatizace tepelné elektrárny ve Varně je velmi důležitý pro udržení trvalého rozvoje a jistoty dodávek bulharského energetického sektoru před vstupem země do Evropské unie.

ELEKTŘINU ČI TEPLŮ? NEJLÉPE OBOJÍ!

Klasické elektrárenské zdroje se dělí na kondenzační elektrárny a na teplárny. Kondenzační elektrárny slouží pouze k výrobě elektřiny, tzn., že veškerá pára přivedená

do turbíny po vykonání práce zkondenzuje v kondenzátoru na vodu. Teplárny na rozdíl od kondenzačních elektráren dodávají kromě malého množství elektrické energie především energii tepelnou na vytápění, ohřev vody apod. (horká pára je z turbíny vedena k tepelným spotřebičům). Výhodou tepláren je vyšší hospodárnost, nevýhodou je skutečnost, že elektrický výkon je závislý na okamžitém odběru páry tepelnými spotřebiči. Nevýhodou je i to, že je lze budovat jen v místech koncentrovanější spotřeby tepla. V současné době prakticky všechny uhelné zdroje Skupiny ČEZ vyrábějí kromě elektrické energie i teplo. Kombinovaná výroba elektřiny a tepla v jednom cyklu – tzv. kogenerace – není sama o sobě zdrojem energie, ale prostředkem k dosažení úspor. Společná výroba elektřiny a tepla v jednom cyklu snižuje spotřebu paliva na vyrobenou jednotku energie, a šetří tak i životní prostředí.

Výroba tepla v uhelných elektrárnách Skupiny ČEZ

■ **Elektrárny Pruněřov** patří k největším výrobcům elektřiny. Kromě výroby elektrické energie plní též úlohu základního tepelného zdroje pro města Chomutov, Jirkov, Klášterec nad Ohří a průmyslovou zónu Industrial Park Verne.

■ **Elektrárny Tušimice** zajišťují dodávky

tepla pro odběratele v nejbližším okolí a prostřednictvím teplárenské společnosti United Energy zásobují teplem město Kadaň. Celková roční dodávka tepla odběratelům je cca 750 TJ. Instalovaný výkon pro dodávku tepla je 120 MW_t.

■ **Elektrárna Mělník** dodává teplo horkovodem do města Mělník a do obce Horní Počaply a dále odběratelům v areálu a v blízkosti elektrárny. Celková roční dodávka je cca 500 TJ při maximálním výkonu 80 MW_t. Z turbín je však možné odebrat tepelný výkon až 340 MW_t. Kromě tepelného napáječe provozuje elektrárna i primární a sekundární rozvody v Mělníku a Horních Počaplech. V budově dispečinku tepla v Mělníku bylo zřízeno zákaznické centrum, kde lze získat informace o možnostech připojení, dodacích podmínkách, cenách a podobně.

■ **Elektrárna Tisová** je upravena pro teplárenský provoz a zajišťuje významné dodávky tepla. Roční prodej tepla odběratelům přesahuje 1000 TJ. Celkový instalovaný výkon pro dodávku tepla ve výši 324 MW_t umožňuje tento prodej dále rozšířit. Zařízení pro rozvod tepla provozované elektrárnou tvoří především páteční parovod do města Sokolova a primární rozvody po městě v délce 38 km. Hlavními odběrateli jsou tedy město Sokolov, obce na trase parovodu a podniky průmyslu a služeb v regionu.

- **Polská Elektrárna Skawina** spalující černé uhlí
- **Z provozu Elektrárny Poříčí** (fluidní kotel)



■ **Elektrárna Počerady** zajišťuje teplo pouze pro vlastní potřebu a menší množství prodává firmám v areálu elektrárny. Možnosti dodávek tepla z elektrárny jsou však značné. Po určitých úpravách a doplnění technologie by bylo možné dodávat až 360 MW_t, což při obvyklém využití představuje roční dodávku ve výši cca 3000 TJ.

■ **Elektrárna Hodonín** se řadí mezi zdroje s rozvinutým teplárenským provozem. Zásobuje teplem města Hodonín a Holič (SR) a provozuje páteřní parovody, horkovodní napáječ i primární tepelné sítě. Kromě podniků dodává teplo pro 9000 domácností. Celková roční dodávka tepla je cca 1100 TJ a instalovaný výstupní tepelný výkon 250 MW_t. Elektrárna má značnou rezervu pro navýšení současných dodávek a připojení dalších odběratelů. Jako jediná elektrárna v Evropě dodává teplo zahraničním odběratelům.

■ **Elektrárna Chvaletice** disponuje celkovým teplárenským výkonem 52,3 MW_t. Ročně prodá ze svého horkovodního rozvodu cca 80 TJ tepelné energie při maximálním výkonu 14 MW_t. Po započtení vlastní spotřeby zůstává pro připojení dalších odběratelů výkonová rezerva cca 20 MW_t. Od uvedení do provozu dodává elektrárna teplo z primárních rozvodů firmám podnikajícím v její těsné blízkosti a od ledna roku 1990 horkovodním napáječem zásobuje tepelnou energií i město Chvaletice,

a to až na úroveň konečných spotřebitelů. Elektrárna by po úpravách mohla tepelný výkon a dodávky tepla podstatně zvýšit – z jednoho bloku lze při určitém omezení výroby elektřiny odebrat až 150 MW_t, bez omezení pak až 50 MW_t. Přitom tepelný výkon 150 MW_t postačuje např. pro zásobení celé aglomerace Kolín, Kutná Hora, Čáslav.

■ **Elektrárna Ledvice** zajišťuje dodávky tepla pro odběratele v nejbližším okolí a prostřednictvím teplárenské společnosti United Energy dodává teplo pro města Teplice a Bílina. Celková roční dodávka tepla odběratelům je cca 1000 TJ při maximálním tepelném výkonu 150 MW_t. Instalovaný výkon pro dodávku tepla je 380 MW_t, kapacita chemické úpravy vody umožňuje dodat do tepelných sítí 270 MW_t. Značná výkonová rezerva umožňuje připojení dalších odběratelů (např. město Duchcov) a navýšení dodávek do stávajících lokalit.

■ **Elektrárny Poříčí** zásobují prostřednictvím tří parovodů a dvou horkovodů teplem celý trutnovský region. Jde o parovod Krkonoše (pro Trutnov, Mladé Buky, Svobodu nad Úpou, Janské Lázně a Maršov), parovod Poříčí a parovod Prefa, a dále horkovody Trutnov a Úpice. Dodávky tepla pokrývají asi 78 % tepelné potřeby trutnovského regionu a ve zdroji je výkonová rezerva pro připojení dalších odběratelů. Elektrárny dodávají teplo až na místo konečné spotřeby.

■ **Elektrárna Dětmorovice** dodává teplo především do města Orlová a současně s horkovodním napáječem provozuje i primární rozvod ve městě. Dále zásobuje teplem odběratele v okolí elektrárny. Celková roční dodávka představuje cca 600 TJ, instalovaný výkon výměňkových stanic v elektrárně je 120 MW_t. Výhledově lze dodávky tepla podstatně rozšířit – z turbin lze po úpravách odebrat tepelný výkon až 400 MW_t.

■ **Energetika Vítkovice** (umístěná v Ostravě-Vítkovicích) zásobuje teplem jak městský obvod Ostrava-Vítkovice, tak částečně městský obvod Ostrava-Zábřeh. Hlavními odběrateli jsou především průmyslové podniky, teplo odbírají také školy, úřady, domácnosti, ČEZ Aréna a Městský stadion ve Vítkovicích. Celková roční dodávka tepla představuje cca 1800 TJ. Instalovaný výkon kotlů je 341 MW_t. Zákaznickými výhodami je očekávaná cenová stabilita v porovnání s cenami tepla ze zdrojů spalujících dovážený zemní plyn a využívání komplexních energetických služeb dodavatele tepla, včetně služeb servisních.

■ **Elektrárna Skawina** zásobuje teplem město Skawina a západní část Krakova.

■ **Elektrárna Elcho** dodává teplo do Katovic a okolí.



ZVYŠOVÁNÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI = SNÍŽENÍ EMISÍ CO₂



Program obnovy uhelných elektráren je prakticky třetím velkým projektem v oblasti české novodobé elektroenergetiky. Prvním byla vlastní výstavba elektráren spalujících fosilní paliva, jejíž převážná část spadá do 60. až 80. let minulého století. Druhým byla modernizace a rozsáhlý program ekologizace uhelných elektráren (včetně trvalého útlumu některých „vysloužilých“ uhelných zdrojů) z 90. let minulého století.

Hlavním cílem třetí vlny modernizace jsou především důvody ekologicko-ekonomické související se zvýšením účinnosti nejen kotle, ale především celého bloku a tím zprostředkovaně – v rámci plnění závazků vyplývajících z Kjótského protokolu – s likvidací CO₂. Podle Kjótského protokolu by měla ČR do roku 2012 snížit oproti úrovni roku 1990 emise CO₂ o 8 %. Zatímco snížení emise SO₂ představuje významné zvýšení provozních nákladů (zvýší se vlastní spotřeba elektrické energie, finanční náklady vyplývají i ze spotřeby vápence), snížení emise NO_x přináší kromě ekologických pozitivních efektů také snížení tzv. komínové ztráty a tedy zvýšení účinnosti kotle. To má přímou souvislost se snížením spotřeby spalovaného paliva, což ve svém důsledku představuje

nejen nižší náklady na palivo, ale i snížení emisí CO₂. Proto je snížení množství spalovaného paliva, dosažené ať již zvýšením účinnosti kotle nebo turbíny tepelného cyklu apod., tak významné. Je totiž jedinou dosud úspěšnou metodou vedoucí ke snížení emise CO₂. Zatímco významné snížení všech ostatních emisí lze považovat za technicky zvládnuté, způsoby likvidace CO₂ jsou teprve v začátcích.

Jak uvedl komisař pro energetiku EK Andris Piebalgs: „Zlepšování energetické účinnosti je pro svět bezpochyby nejrychlejším, nejúčinnějším a finančně nejvýhodnějším způsobem ke zmírnění klimatických změn v důsledku emisí CO₂“. Vyšší účinnost tepelného cyklu je tedy rozhodujícím parametrem ke stanovení efektivnosti bloku a má největší vliv na zvýšení účinnosti výroby elektřiny v uhelných elektrárnách (na snížení spotřeby paliva) a tudíž i na množství emisí CO₂. Cesta k vyšší účinnosti tepelného cyklu vede pouze přes dosažení vysokých parametrů bloku, přes tzv. nadkritické parametry páry. Investičně náročná modernizace se přitom ekonomicky vyplatí pouze na blocích vyšších výkonů.



❑ Demolice téměř dvousetmetrového komína v Elektrárně Tušimice I – staré elektrárny ustupují novým
❑ Počítačová simulace nového 660MW bloku Elektrárny Ledvice – vlevo stávající stav, vpravo nový stav

BĚHEM DVACETI LET OBNOVIT UHELKY

Zahájený program obnovy uhelných elektráren ČEZ je kombinací výměny zastaralé technologie za moderní (tzv. retrofit), výstavby nových tepelných hnědouhelných elektráren a řízeného definitivního ukončení provozu některých technicky a tzv. morálně zastaralých bloků. Program v hodnotě cca 100 mld. korun je největším investičním projektem v novodobé historii české elektroenergetiky, který zajistí zachování naší energetické konkurenceschopnosti. Jde o jedinečný projekt v rámci celé Evropy. Nikde v zemích Evropské unie nebyl dosud zaznamenán projekt přispívající ke snížení emisí škodlivých látek z výroby elektrické energie v takovém rozsahu. Při zásadní modernizaci a instalaci nových technologií lze počítat s dobou provozu elektrárny na dalších 25 let, při výstavbě nových moderních bloků s výhledem jejich provozu na dalších 40 až 50 let. Většina současných uhelných elektráren energetické společnosti ČEZ pochází z konce 60. a z počátku 70. let minulého století. Před 10 lety byly elektrárny sice odsířeny a modernizovány a jejich životnost se tak prodloužila o 10 až 15 let (průměrné stáří uhelných elektráren je 24 let), po roce 2010 by však tak jako tak musely svůj provoz ukončit.

V důsledku stále větší poptávky po elektrické energii u nás i ve světě se proto ČEZ, a. s., rozhodl komplexně obnovit 11 bloků hnědouhelných elektráren (elektrárny v Tušimicích, Pruněřově a Počeradech), postavit 2 nové hnědouhelné bloky, každý o instalovaném výkonu 660 MW (elektrárny Ledvice a Počeradý), a ukončit provoz celkem 14 neefektivních hnědouhelných bloků. Předpokládaný pokles celkového instalovaného výkonu v uhelných elektrárnách by měl po obnově dosáhnout zhruba 1000 MW. Další pokles zhruba na polovinu současné kapacity přijde po roce 2030.

V devadesátých letech došlo ke snížení emisí SO_2 o devadesát procent; nové bloky tyto emise sníží dále o více než polovinu. Modernizace uhelných zdrojů povede i k dalšímu snížení emisí NO_x a budou naplněny standardy EU. Oproti současnému stavu by se účinnost modernizovaných elektráren ČEZ měla zvýšit cca o 15 %, u nově budovaných o 25 %. U dvou nových bloků by hrubá účinnost měla dosáhnout 47 %.

K první komplexní obnově dojde v Elektrárně Tušimice II. V případě Elektrárny Pruněřov II se při využití stejných parametrů páry kotle i turbogenerátoru, stejných emisních limitů a stejného paliva jako v případě komplexní obnovy Elektrárny Tušimice II předpokládá komplexní obnova čtyř 200MW bloků. V Elektrárně

Počeradý uvažuje projekt využít zkušenosti z komplexní obnovy Elektrárny Tušimice II a uskutečnit retrofit tří 200MW bloků. Komplexní obnova bloků představuje vynaložení podstatně nižších investičních nákladů, než jaké vyžaduje výstavba bloků nových, avšak dosažení pouze dílčích zlepšení v oblasti účinnosti a ekologizace bloku.

Z důvodu nedostatku paliva v lokalitě nebo neefektivity udržování úrovně ekologických parametrů bude ukončen provoz 14 bloků. Kromě Elektrárny Tušimice I odstavené již v roce 1998 hodlá ČEZ na přelomu let 2015 a 2016 zcela ukončit provoz Elektrárny Pruněřov I. Tato elektrárna by po roce 2015 bez zásadní rekonstrukce nevyhověla zpřísněným ekologickým parametrům podle nové legislativy. Navíc by pro ni v Dole Libouš na potřebnou dobu provozu nebyl dostatek uhlí.

Dalším zařízením, které definitivně mezi léty 2015 a 2020 zastaví provoz (také především z důvodu nedostatku uhlí), je Elektrárna Mělník III. Podobný osud postihne i Elektrárnu Chvaletice, jejíž životnost je plánována jen do roku 2020.

Projekt obnovy uhelných zdrojů byl zahájen v roce 2005, první konkrétní opatření ke snížení CO_2 se začala realizovat v roce 2006. Výsledky těchto opatření se projeví v průběhu období 2008–2012.

Předpokládaný vývoj instalovaného výkonu hnědouhelných elektráren ČEZ, a. s.

elektrárna	současný výkon	plán	plánovaný výkon	přírůstek nebo úbytek
Tušimice II	800 (4 × 200)	komplexní obnova všech bloků (do roku 2010)	800 (4 × 200)	0
Prunéřov I	440 (4 × 110)	ukončení provozu všech bloků (v letech 2015–2016)	—	-440
Prunéřov II	1050 (5 × 210)	obnova bloků (v letech 2010–2013)	800 (4 × 200)	-250
Ledvice	330 (3 × 110)	odstavení 2 bloků; výstavba 1 nového bloku 660 MW (do roku 2012)	770 (1 × 110; 1 × 660)	440
Počerady	1000 (5 × 200)	3 bloky obnoveny, 2 bloky odstaveny; výstavba 1 nového bloku 660 MW (v letech 2009–2012)	1260 (3 × 200; 1 × 660)	260
Mělník II	220 (2 × 110)	generální oprava, která umožní provoz do roku 2025	220 (2 × 110)	0
Mělník III	500 (1 × 500)	ukončení provozu elektrárny (v letech 2015–2020) z důvodu nedostatku uhlí	—	-500
Chvaletice	800 (4 × 200)	ukončení provozu elektrárny po roce 2015	—	-800
Tisová I	183,8 (3 × 57; 1 × 12,8)	pokračování provozu cca do roku 2030 (podle možností těžby)	183,8	0
Tisová II	112 (1 × 112)	pokračování provozu cca do roku 2030 (podle možností těžby)	112	0
Poříčí II *	183,3 (3 × 55)	pokračování provozu podle dostupnosti paliva, odstavení 1 bloku	110 (2 × 55)	-73,3
Hodonín	105 (1 × 50; 1 × 55)	pokračování provozu podle dostupnosti paliva	105	0
celkem	5724,1		4360,8	
celková změna instalovaného výkonu hnědouhelných elektráren ČEZ				-1363,3

*) součástí Elektrárny Poříčí je teplárna Dvůr Králové (hnědé uhlí, bloky: 1 × 6,3 MW + 1 × 12 MW) | Poznámka: Hodnoty jsou uváděny v MW





Elektrárna Tušimice II bude obnovena jako první

Elektrárna Tušimice II je kondenzační elektrárna tvořená čtyřmi bloky o instalovaném výkonu 200 MW s podkritickými parametry páry. Elektrárna je uspořádána blokově s vyvedením výkonu do přenosové soustavy 400 kV. Granulační kotle spalují hnědé uhlí z dolu Nástup Severočeských dolů. Komplexní obnova Elektrárny Tušimice II, která se jako první akce programu obnovy zdrojů ČEZ, a. s., uskuteční v letech 2007–2010, se týká všech hlavních technologických celků elektrárny od kotelny přes strojovnu až po odsíření. Proběhne při ní také obměna či modernizace systému kontroly a řízení, elektročásti, zahřívání, vnitřního spojovacího potrubí a venkovních provozů. Celá akce je rozdělena do dvou etap. V první budou demontovány bloky B 23 a B 24 a za současného provozu stávajících bloků 21 a 22 budou následně namontovány bloky nové. Po jejich uvedení do provozu se obnova stejným způsobem uskuteční na blocích B 21 a B 22.

Příklady technického řešení obnověného bloku

■ Nové řešení předpokládá kompletní demontáž kotle. Řešení nového kotle využívá stávající ocelové konstrukce. Zachována zůstane také koncepce dvoutahového uspořá-

dání a výška kotle tedy zůstane téměř nezměněna.

■ Nové řešení počítá s využitím celé řady původních zařízení. Kotel bude mít pouze jeden regenerační ohřívák vzduchu, jeden spalínový ventilátor a jeden vzduchový ventilátor.

■ Řešení musí zajistit, aby nedocházelo ke struskování stěn ohniště a aby splnění přísného emisního limitu NO_x (max. 200 mg/Nm^3) spolehlivě zvládla pouze primární opatření k potlačení tvorby NO_x ve spalínové komoře. Principem těchto opatření je optimální rozptýření spalovacího vzduchu na jednotlivých spalovacích úrovních počínaje jádrem hoření.

■ Spalovací komora bude vybavena programovatelnými vodními ostřikovači; ty budou uváděny do provozu na základě vyhodnocení údajů čidel tepelného toku ve spalovací komoře tak, aby nedocházelo ke zbytečným teplotním šokům a ke snižování životnosti tlakového celku kotle.

■ Pro zvýšení účinnosti kotle bude strusková výsypka kotle řešena s fluidizací pomocí směsi primárního vzduchu a horkých recirkulovaných spalin dodávaných do výsypky radiálním recirkulačním ventilátorem. Hydraulická doprava strusky bude nahrazena mokrosučným odvodem (zbytky nespáleného paliva dohoří ve vznosu fluidizační směsi primárního

vzduchu a recirkulovaných spalin a struska je následně dochlazena ve vodním uzávěru spalovací komory). Struska bude vynesena řetězovým vynašečem strusky přes drtič a vibrační podavač, který zajistí odvodnění strusky na úroveň nižší než 50 % obsahu vody. Struska bude dopravována do míchacího centra stabilizátu mechanicky pomocí klasické pasové dopravy.

■ Odsíření je řešeno dvoublokově, tzn., že na jednu odsířovací jednotku jsou napojeny dva bloky. Kouřovody jednotlivých bloků jsou odděleny uzavíracími klapkami, které jsou těsněny tlakovým horkým vzduchem tak, aby se zabránilo nízkoteplotní korozi kouřovodů. Studené kouřovody odsířených spalin za odsířením jsou zapojeny do chladicích věží.

■ V rámci komplexní obnovy bude v technologickém souboru odsíření využito původního zařízení přípravy vápencové suspenze, odvodnění sádrovce, sklad vápence atd.

VÝSTAVBA NOVÝCH TZV. NADKRITICKÝCH BLOKŮ

Při předpokládaném provozu po dobu nejméně 40 let a při dodržení investičních nákladů na úrovni cca 40 000 Kč/kW instalovaného výkonu se jako jeden ze způsobů obnovy

Komplexní obnova změni provozní ekonomii i ekologii

parametry elektrárny	před obnovou	po obnově
účinnost kotle	86–87,6 %	min. 90 %
emise NO _x	320–440 mg/Nm ³	max. 200 mg/Nm ³
emise CO	0–50 mg/Nm ³	max. 250 mg/Nm ³
emise SO ₂	450–500 mg/Nm ³	max. 200 mg/Nm ³
emise prachu	60–100 mg/Nm ³	max. 20 mg/Nm ³
účinnost bloku	33–34 %	38,67 %
vlastní spotřeba elektrické energie	9 %	8,6 %
výhřevnost paliva	10–11 MJ/kg	8,5–11 MJ/kg
obsah vody v surovém palivu	32–38 %	31–34 %
obsah popele v surovém palivu	18–25 %	31,74 %
jmenovitý parní výkon kotle	660 t/h	547 t/h
jmenovitý tlak přehřáté páry	17,46 MPa	18,1 MPa
jmenovitý tlak přihřáté páry	4,06 MPa	3,81 MPa
jmenovitá teplota přehřáté páry	540 °C	575 °C
jmenovitá teplota přihřáté páry	540 °C	580 °C
teplota napájecí vody	253 °C	258 °C
výkon bloku	200 MW	200 MW
max. parní výkon	660 t/h	575 t/h
tlak přehřáté páry při max. parním výkonu	17,5 MPa	19,1 MPa
obsah popele v bezvodém palivu	42,98 %	35–46 %
obsah síry v bezvodém palivu	2,87 %	max. 3,5 %

uhelných zdrojů ČEZ vyplatí i výstavba nových bloků. V ČEZ byl vzhledem k podmínkám elektrizační soustavy ČR vybrán jako optimální typ bloku o instalovaném výkonu 660 MW. S výstavbou nových 660MW bloků se počítá v elektrárnách Ledvice a Počerady.

Elektrárna Ledvice

Nový ledvický blok bude spalovat severočeské hnědé uhlí z dolu Bílina. Elektrický výkon bude vyveden do linky přenosové soustavy 400 kV. Po ukončení výstavby budou trvale odstaveny původní dva granulační kotle 110 MW. Výstavba nového bloku proběhne v letech 2007–2012. Za dobu své životnosti vyrobí cca 160 000 000 MWh elektrické energie, což je zhruba tříletá spotřeba ČR.

Nový blok bude, stejně jako tomu bylo u utlumených bloků, dodávat do okolních obcí a měst i teplo. Vedlejší energetické produkty budou ukládány do vyuhlených dolů v lokalitě Ledvic.

Nejvyšší možná účinnost a nízké emise škodlivin

Realizací nového bloku v Elektrárně Ledvice vstoupí ČEZ, a. s., do skupiny provozovatelů nejmodernějších bloků s nejvyšší účinností a s velmi nízkými emisemi škodlivin. V současné době existuje v této kategorii bloků pouze řešení s kotli věžového typu s nadkritickými parametry



a s jedním přihřátím páry. Turbína bude kondenzační s možností vyvedení tepla v horké vodě i páře. Odsiřovací zařízení bude pracovat na principu standardní mokré vápencové vypírky.

Technické novinky
ledvického kotle

- Kotel bude využívat recirkulaci studených spalin odebíraných za elektroodlučovači, které se budou dopravovat radiálním ventilátorem do ústí sušek jednotlivých mlýnských okruhů. Kromě snížení emisí NO_x (snížení teploty v oblasti hořákového pásma) studené necirkulované spaliny zabezpečí i provozní bezpečnost mlýnských okruhů inertizací prostředí ve mlýně (pod 12 % O₂).
- Kotel bude disponovat osmi ventilátorovými mlýny, jejichž otáčky, ventilační účinek a tedy výstupní rychlost spalin za mlýnem budou regulovány hydrodynamickými spojkami. K provozu bloku na jmenovitém výkonu postačí sedm mlýnů.
- Kotel bude vybaven jedním spalinovým ventilátorem, vzduchovým ventilátorem a regeneračním ohřívákem vzduchu. Hořákový systém bude tvořit osm proudových nebo vířivých hořáků nasměrovaných tangenciálně na kružnici.
- Optimální velikost spalovací komory bude kontrolována pomocí výpočtů vycházejících z tepelného zatížení hořákového pásma. Tato

Srovnání vybraných technických údajů nového ledvického bloku
s nahrazovanými bloky 110 MW B2 a B3

	nový zdroj	bloky B2 a B3
výkon	660 MW	2 × 110 MW
parametry přehřáté páry	27,3 MPa/600 °C	12,8 MPa /540 °C
parametry přihřáté páry	4,9 MPa/610 °C	3,6 MPa /540 °C
emisní limity NO _x	200 mg/Nm ³	650 mg/Nm ³
SO ₂	150 mg/Nm ³	1700 mg/Nm ³
popílek	20 mg/Nm ³	100 mg/Nm ³
účinnost	cca 47 %	cca 37 %
spotřeba uhlí	656 kg/MWh	1130 kg/MWh
emise CO ₂	735 kg/MWh	1356 kg/MWh
NO _x	0,55 kg/MWh	2,11 kg/MWh
SO ₂	0,41 kg/MWh	5,01 kg/MWh
popílek	0,06 kg/MWh	0,08 kg/MWh

parametry paliva pro nový blok

výhřevnost	10,5–13,0 MJ/kg
obsah vody v surovém palivu	23–28 %
obsah popele v bezvodém vzorku	31–46 %
obsah síry v bezvodém vzorku	max. 1,8 %

parametry bloku a kotle

účinnost bloku netto	42,94 %
vlastní spotřeba el. energie	8 %
tepelný výkon kotle	1290 MW _t
max. parní výkon kotle	1712 t/h
jmenovitá teplota napájecí vody	296 °C
regulační rozsah kotle	50–100 %
účinnost kotle	93,63 %

velikost zajistí relativně nízkou teplotu ve spalovací komoře, což zabrání struskování stěn ohniště a zároveň sníží tvorbu NO_x.

■ Nad úrovní práškových hořáků jsou ve dvou výškových rovinách spalovací komory umístěny dyšny dohořívacího vzduchu. Do těchto dyšen

(cca 20 % z celkového množství spalovacího vzduchu) je přiveden horký vzduch o teplotě cca 300 °C, který zajistí postupné dohořívání paliva za optimální teploty spalin při optimální tvorbě NO_x.

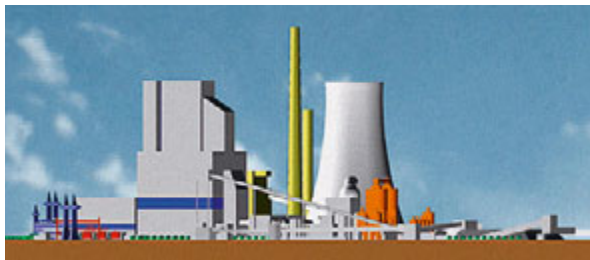
■ Podle jemnosti mletí a kvality spalování

tvoří podíl strusky z celkového množství popele 10–20 %. Struska bude postupně dohořívát na prohrabávacím dohořívacím roštu, který zajistí snížení množství nespáleného uhlíku ve strusce a tím snížení ztráty mechanickým nedopalem a zvýšení účinnosti kotle. Ke snížení rozhodující kotlové ztráty, tj. komínové ztráty, také vede snížení odchozí teploty spalin za kotlem spolu s minimalizací a řízením přebytku spalovacího vzduchu (snížení NO_x). Dosažovaná účinnost kotle na úrovni 93,63 % je pro hnědouhelné bloky spalující palivo o tak nízké výhřevnosti a vysoké popelnatosti vynikající.

■ Struska z dohořívacího roštu bude padat na mokrý řetězový vlnař, který ji odvodní a dopraví do drtiče. Odtud bude struska mechanicky dopravena do zásobníků a bude smíchána s popílčkem z elektroodlučovačů a ze spalinových výsypek regeneračních ohříváků vzduchu a ukládána jako granulát do vyuhleného dolu. Podle potřeb bude do aglomerátu přidáván produkt odsíření – energosádrovec.

■ Prachové částice budou ze spalin v elektrostatickém odlučovači odloučeny z původní koncentrace 63,43 g/Nm³ až na hodnotu max. 50 mg/Nm³. Odloučený popílek bude pneumaticky dopravován do zásobníků popílku a odtud po zvlhčení do míchacího centra a poté spolu se struskou do vyuhleného dolu.





Architektonická vize nové Elektrárny Ledvice

NÁVRAT K UHELNÉ ENERGETICE

Perspektivy uhelné energetiky jsou stále patrnější. Podle seriózních mezinárodních prognóz se uhlí stane hlavní energetickou surovinou 21. století. Konstatují to nejen futurologové, ale na základě vývoje svých zakázek např. i přední světoví výrobci elektrárenských zařízení Alstom, Siemens a General Electric. Tvrdí, že uhlínským elektrárnám ani zdaleka neodzvoni, a naopak předpovídají, že se chystá návrat světové elektroenergetiky od zemního plynu k uhlí. Plyn se ocitl v nemilosti kvůli zdražení i z důvodu obav o bezpečnost dodávek. Podle nezávislých odhadů Alstomu a Siemensu se ukazuje, že v příštích desetiletích se budou zakázky na turbíny pro uhelné elektrárny podílet na celkovém objemu jejich zakázek ze 40 %. Podíl zařízení na zemní plyn naproti tomu klesne na 25–30 %.

EU dnes těží 170 mil. tun černého a 382 mil. tun hnědého uhlí a lignitu ročně a je tak třetím největším těžebním regionem na světě. Návrat uhlí jako hlavního zdroje elektřiny je zvratem dosavadního trendu, kdy v předešlých letech dominoval jako preferované palivo jednoznačně plyn. K opětovnému příklonu k uhlí dopomáhají i technologické změny, které snižují znečištění a emise oxidu uhličitého z tohoto energetického zdroje.

Praktický význam pro další rozvoj uhelných technologií výroby elektřiny budou mít i zvýšené investice do výzkumu čistších uhelných technologií.

Nejbližší budoucnost české uhelné energetiky v evropském kontextu

Nejbližší období je charakterizováno postupným poklesem rezervy volných elektrárenských kapacit v západní Evropě. Důvodem je stále stoupající poptávka po elektrické energii a předstih ukončování provozu výroben

evropské elektrárny nyní disponují nevyužitou kapacitou, kterou však pro dosažení standardů Evropské unie bude ještě třeba často ekologizovat. Jejich příspěvek proto zřejmě nebude příliš významný, kromě toho je pro tuto oblast očekáván v příštích letech výrazný růst domácí poptávky.

Pokud jde o portfolio uhelných elektráren ČEZ, očekává se uplatnění instalovaného výkonu tohoto typu elektráren – v rámci vyváženého energetického mixu – výstavbou nových výrobních kapacit a na základě rozsáhlé moder-

ČEZ počítá s vyváženým energetickým mixem zdrojů energie

s vyčerpanou technickou životností před výstavbou nových zdrojů. Podle zástupců uhelného průmyslu sdružených v asociaci EURACOAL bude třeba do roku 2030 na kontinentu nahradit 300 GW stávajících elektrárenských kapacit a vystavět 200 GW kapacit nových. Případný nedostatek výrobních kapacit zde bude možné do určité míry nahradit dovozem elektřiny z nových a přistupujících zemí Evropské unie, zejména díky synchronizaci a propojení východní a západní části systému propojených soustav západoevropských energetických přenosových společností, k nimž došlo v roce 2004 (synchronní připojení sítě Ukrajiny a Ruska však nelze očekávat před rokem 2010). Východo-

nizace technologických zařízení na hranici životnosti. Předpokládá se útlum těch výroben elektřiny, jejichž obnova není z ekonomické hlediska výhodná. Rozsah realizace programu obnovy hnědouhelných elektráren akciové společnosti ČEZ a definitivní rozhodnutí o budoucích výrobních kapacitách v uhelných elektrárnách závisí do jisté míry na těžitelnosti zásob hnědého uhlí v ČR.



● vodní elektrárny ■ uhelné elektrárny ▲ jaderné elektrárny ▼ větrné elektrárny

