

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

Komise pro jadernou techniku  
České vědeckotechnické společnosti

Komisia pre jadrovú techniku  
Slovenskej vedeckotechnickej  
spoločnosti

Československá komise pro atomovou energii

V. CELOSTÁTNÍ KONFERENCE O JADERNÉ ENERGETICE

Piešťany, 1. - 2. prosince 1970

MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ JADERNÝCH TEPLÁREN

V ČSSR

Ing František Stránský  
Ing František Dlouhý

Energoprojekt,  
Praha 7 - Bubenická 1

Důvody pro využití jaderné energie v teplárenství a cesty řešení.

---

Vzájemná souvislost mezi životní úrovní obyvatel a mezi jejich měrnou spotřebou energie je známá stejně tak jako fakt, že tempo zvyšování spotřeby energie se všude zrychluje a zvláště v zemích socialistického tábora. To se týká všech forem energie, tedy jak energie elektrické, tak energie dodávané ve formě tepla. Energie potřebná k zásobování měst a průmyslu teplem reprezentuje přitom značnou část celkové spotřeby energie v našich zemích.

Důvodů pro zkoumání možností využití jaderné energie též pro účely zásobování teplem je u nás několik. Hlavní motivy je možno shrnout v těchto heslech :

- nárůst spotřeb tepla vyvolaný novou bytovou výstavbou, výstavbou nových závodů i modernizací stávajících objektů
- snaha po zvýšení čistoty ovzduší, zlepšení kultury práce a prostředí
- snaha dosáhnout úspor dovozu fosilních paliv a využít vlastních zásob jaderné palivové suroviny
- úspora fosilních paliv pro jejich využití v chemickém průmyslu
- zlevnit cenu tepelné energie vyráběné pro potřeby obyvatelstva a průmyslových závodů
- zájem o vyšší využití čs. strojírenského průmyslu na úseku jaderné energetiky.

Současný stav v zásobování bytů a průmyslu teplem u nás není, - jak známo - uspokojivý ani z hlediska kapacit zdrojů, ani hygieny, ani z hlediska ekonomického a je třeba hledat cesty k rozvoji a zlepšení tohoto úseku po všech stránkách.

aniž bychom chtěli být nevděční našemu dosavadnímu hlavnímu zdroji tepla - uhlí - musíme přiznat, že tento zdroj nese s sebou vážné a stále se prohlubující obtíže. Většina uhlí vykazuje vysoký obsah popele a síry, zapříčiňující neúnosně velké znečišťování ovzduší a obtěžování okolí a klade vysoké, těžko řešitelné nároky na dopravu i ukládání popelovin. I při těchto špatných kvalitách uhlí není cena tepla obsaženého v tomto palivu nízká - pohybuje se kolem 35 Kčs/Gcal v palivu - a ani při nejjednodušších opatřeních ke snížení exhalací v tepelných centrálách neumožňuje rentabilní centralizované zásobování teplem, to jest bez trvalých dotací nebo bez zvyšování ceny tepla pro spotřebitele. K těmto nepříznivým okolnostem přistupují ještě známé prognózy o blízkém se vyčerpání našich zásob uhlí.

Topné oleje (mazut) dovážíme. Cena tepla obsaženého v těchto palivech se pohybuje od 40 do 50 Kčs/Gcal v palivu na místě spotřeby - (podle VOC a v závislosti na obsahu síry v rozmezí od běžných 3% k 0,7 % S).

Pokud jde o dovážený zemní plyn zůstane patrně i nadále převážně cennou surovinou pro chemický a jiný průmysl a pro vytápění bude používán zřejmě jen v menším měřítku.

Vytápění elektrinou nepřijde u nás patrně ještě příštích 10 - 20ti letech v širším měřítku v úvahu, poněvadž výrobní ceny proudu z elektráren v současné době projektovaných se budou pohybovat v rozmezí 170 až 250 Kčs/MWhod (v závislosti na typu tepelné elektrárny, na metodice ekon. výpočtů a na předpokladech způsobu financování). Tomu by odpovídal ekvivalent 200 až 290 Kčs/Gcal - ovšem na prahu elektrárny a nikoliv u malospotřebitele.

Za této situace se zdá, že i na úseku zásobování teplem by mohlo být použití jaderné energie schůdnou - a doufáme ne nikoliv příliš dlouhou - cestou k řešení.

Nehledě ke kvalitativní změně v otázkách zajištění čistoty ovzduší, dopravy paliv a podobně nabízí řešení jadernou energií i využití vlastní bohaté palivové základny a levnější teplo v jaderném palivu. Již při dnešním stupni vývoje jaderné techniky je cena tepla obsaženého v jaderném palivovém článku podstatně nižší než cena tepla obsaženého ve všech zmíněných fosilních palivech a činí méně než 20 Kčs/Gcal. I když dnešní lehkovodní reaktory vyžadují obohacování uranu v zahraničí, znamená tedy použití jaderného paliva oproti dovozu topných olejů radikální snížení dovozních nákladů za paliva.

Řešení zásobování teplem a technologickou parou vykazuje oproti výrobě elektřiny kondenzačním způsobem některé zvláštnosti, vyvolané nerovnoměrností a postupným narůstáním odběru tepla, potížení s delším transportem tepla ke spotřebitelům, vedoucími k řešení jednotlivých izolovaných, navzájem nepropojených oblastí a k nutnosti umísťování zdrojů v malé vzdálenosti od spotřebitelů atd.

U jaderných centrál, které se vyznačují nízkou palivovou složkou ceny energie, avšak stále ještě vyššími měrnými investičními náklady než zdroje konvenční a kde měrné investiční náklady rychleji klesají se stoupajícím jednotkovým výkonem je třeba otázkám vhodné volby zařízení věnovat zvláštní pozornost. Rovněž tak je třeba zajistit nejvyšší hygienu, bezpečnost<sup>a</sup> provozní spolehlivost centrály - a to počínaje volbou všestranně spolehlivého a osvědčeného zařízení a palivových článků až po doplňková ochranná zařízení jako je na příklad bezpečnostní plášť celé jaderné části centrály.

Zdroje tepla je za současného stavu jaderné techniky a při uvedených podmínkách nejvýhodnější řešit jako centrály pro současnou výrobu a dodávku tepelné a elektrické energie - teplárny. Tam kde nejsou podmínky pro stavbu centrály s velkými reaktorovými jednotkami a velkou kondenzační výrobou el. proudu (kde je např. nedostatek chladicí vody) je třeba použít jednotek menších, které však musí býti teplárensky co nejvíce využity a mohou tak vykazovat vysoké celkové účinnosti (například 90%) a které

dosahují vysokého využití reaktoru. Vysokého teplotárenského využití jde při tom docílovat na příklad vhodnou spoluprací se špičkovými konvenčními zdroji ve společném teplotárenském systému.

Nutnost aplikace osvědčeného a dosažitelného typu reaktoru vedou i na úseku jaderných teplotáren v současné době k doporučení reaktorů lehkovodních na mírně obohacený uran, jmenovitě pak reaktorů s tlakovou vodou sovětského typu VVER používaného v zemích RVHP pro jaderné elektrárny.

Problematikou použití a koncepce jaderných teplotáren včetně volby hlavního zařízení se u nás zabývalo několik studií. Bylo doporučeno - podle místních podmínek - použít buď reaktoru typu VVER odvozeného od reaktoru VVER-2 - Rheinsberg o výkonu ekvivalentním 150 MWe (510 MW tepelných) a s palivovými články, regulačními orgány a parametry VVER-400 nebo reaktoru odvozeného z reaktoru VVER - 400 o výkonu ekvivalentním 400 až 500 MWe. Zařízení primárního okruhu je přizpůsobeno a zabezpečeno dvojitým ochranným pláštěm a dalším potřebným bezpečnostním opatřením pro umístění v blízkosti města.

Spolupráce na problematice jaderné teplotárny s reaktorem odvozeným od VVER - 2 (150 MWe) s organizacemi SSSR byla již navázána. Spolupráce se SSSR na úpravu reaktorovny VVER-400 bude teprve projednávána a bude zřejmě též závislá na dalším programu reaktorů VVER (řádu 500 MWe nebo přechodem na výkonový stupeň 1000 MWe.).

Je vždy žádoucí, aby nový typ centrály, nebo alespoň "atomový kotel" nezůstal ojedinělým případem, nýbrž aby byl opakován. Prvním soustavnějším průzkumem možnosti použití jaderných teplotáren v ČSSR je v současné době zpracovávána studie Energoprojektu objednaná čs. Komisí pro atomovou energii. Studie má ukázat, ve kterých oblastech se rýsují nadějně podmínky pro uplatnění jaderné centrály a na něž by bylo vhodné provést individuální studie. Zároveň tato práce naznačuje o kolik případů a v které době by šlo.

Způsob průzkumu lokalit, v nichž by bylo možno uvažovat s aplikací jaderných centrál.

---

Při hledání vhodných lokalit v rámci zpracovávané studie se uvažovalo zatím zejména o použití zmíněných tlakovodních reaktorů typu VVER a to buď středního výkonu nebo velikosti dnes zaváděných elektráren VVER-400. Výkony těchto reaktorů jsou poměrně velké a v prvním přiblížení lze říci, že jejich uplatnění pro teplofikaci lze očekávat prakticky jen ve velkých městech (kde se plánuje velká teplofikace nově budovaných sídlišť) anebo ve velkých průmyslových závodech chemického, hutního, gumárenského či papírenského průmyslu). Na takovéto lokality byla proto soustředěna pozornost studie. Jelikož - podle získaných informací - v současné době se neuvažuje výstavba nějakého zcela nového velkého průmyslového závodu s velkou spotřebou tepla, přichází v úvahu eventuelní použití jaderného zdroje v závodních teplárnách spíše až po dožití stávajících zdrojů a nebo při rozšiřování a rekonstrukcích závodů.

Pro první orientaci byly lokality zkoumány jen z hlediska plánovaných spotřeb tepla a el.energie. V dalším přiblížení byla pak u nadějných lokalit zkoumány další faktory, které by mohly ovlivnit realizaci jaderné teplárny v daném místě jako na př.: druh teplonosné látky, požadované parametry technologické páry, trend nárůstu potřeb, rovnoměrnost odběru tepla, první názory na výběr staveniště, možnost vyvedení el.výkonu a jedna z nejdůležitějších podmínek - zajištění chladicí vodou. Navržené lokality nebyly ještě vyhodnocovány z hlediska ekonomie ani nějak detailněji propracovávány, neboť to bude předmětem dalších prací zaměřených již konkrétně na doporučené případy. Každá lokalita, která se má objektivněji i po ekonomické stránce posoudit, si vyžaduje daleko hlubšího propracování se zachycením všech souvislostí.

Dále jsou uvedeny některé lokality zajímavé z hlediska použití jaderného zdroje, tak jak vyplývaly z rozpracované studie v říjnu 1970.

## Praha

V rámci alternativních návrhů teplofikace Prahy a v rámci prvních námětů na použití jaderného zdroje bylo vypracováno již několik úvah a studií. Především to jsou dvě rozvahy od EGP a dvě studie SVUSS, z nichž druhá se v současné době zpracovává a předpokládá umístění jaderného zdroje v místě dnešní holešovické elektrárny. Jinak celé území Prahy lze v zásadě rozdělit na následující teplárenské oblasti :

### Praha - sever

V současné době se ukazuje, že budované tepelné kapacity v teplárně Třeboradice asi nebudou stačit, protože se na tuto soustavu předpokládá napojit ještě oblast (Čakovice a Kbely), se kterou se v systému Praha-sever zatím nepočítalo. Z hlediska časových možností lze snad perspektivně uvažovat s použitím jaderné teplárny v této oblasti tak, že by tvořila jeden z posledních zdrojů soustavy při jejím dobudování. Pro možnost event. budoucího zapojení jaderného zdroje by bylo výhodnější, kdyby nově budované konvenční zdroje byly poměrně levné (a ne nákladné vysokotlaké teplárenské bloky), neboť by ve spolupráci s jaderným zdrojem byly pak méně využívány. Jinak lze s jaderným zdrojem počítat asi až pro vzdálenější budoucnost jako s náhradou za současné zdroje po jejich dožití. Z hlediska potřeb tepla by byla tato soustava - řádu 1000 Gcal/hod (ve šp čce) - pro ekonomické uplatnění jaderného zdroje dostatečně velká.

### Praha - jih

V této oblasti se v současné době uvažuje pro bytový konzum se zemním plynem jako zdrojem tepla. Oproti původně uvažovanému průběhu výstavby bytů v této oblasti však dochází ke značnějším časovým skluzům, což umožňuje předpokládat, že jaderná teplárna by se dala zařadit do systému zdrojů této soustavy snad ještě při výstavbě soustavy.

Soustava je opět pro tento záměr dosti velká.



#### Praha - východ

V této oblasti bude růst potřeb tepla ukončen prakticky asi rokem 1976. Celkový výkon soustavy by sice umožňoval uvažovat s použitím jaderného zdroje, v současné době je však rozšiřována teplárna Malešice o moderní teplárenskou část a plánuje se ještě další rozšíření. Umístění jaderného zdroje by rovněž nebylo příliš výhodné. Z těchto hledisek se tedy použití jaderné teplárny v této oblasti v blízkém výhledu nejeví nadějně, snad by se dalo perspektivně uvažovat o jejím použití po dožití konvenčního zdroje.

#### Praha - západ

Jde o oblast asi mezi Motolem a Radotínem. Tato zástavba však bude mít asi trochu odlišný sídlištní charakter a předpokládá se kompletní plynofikace. Jelikož se však jedná o výstavbu ve vzdálenější perspektivě, koncepce ještě může doznat změny a podle dnešních znalostí se nedá říci, zda tato oblast je či není vhodná pro upletnění jaderného zdroje.

Souhrnně lze v současné době k otázce použití jaderného zdroje pro teplofikaci Prahy říci, že výhledové potřeby tepla jsou zde tak velké, že bude možno použít dnes připravovaných dokonpletovaných reaktorů typu VVER. Podaří-li se umístit jaderné centrály blíže Vltavy, bude patrně možno použít velkých elektrárenských bloků (s reaktorem řádu 500 nebo 1000 MWe). Pro staveniště vzdálenější od zdroje vody - a při zajištění dobrého teplárenského využití jaderného zdroje vhodnou spoluprací v SCZT - by přišel patrně v úvahu spíše menší reaktor VVER navrhovaný v současné době pro Brno. Otázka však není jednoduchá a oprávněnost těchto prognóz mchou prokázat podrobné porovnávací studie. První oblastí, na kterou by bylo záhodno se v tomto smyslu zaměřit, jsou "Praha-Jih" a "Praha-Sever".

## Bratislava

Případ hlavního města Slovenska se jeví vhodný pro perspektivní použití jaderného zdroje a to jak z hlediska potřeb tepla pro plánovanou velkou bytovou výstavbu (zejména v oblasti Petržalka) tak z hlediska vzrůstajících požadavků na elektrickou energii, jakož i z hlediska možností zásobování chladicí vodou. Je to jedna z mála lokalit v ČSSR, kde by se dalo použít průtočné chlazení. Jaderný zdroj by zde přinesl též nesporně zlepšení hygienických podmínek.

Potřeba tepla z navrhované SCZT ve výhledu by dosahovala cca 765 Gcal/h a byla by topenářského charakteru. Dříve předpokládané velké dodávky tepla pro technologii - zvláště pro Slovnaft - se naopak ukazují malé. Je to dáno hlavně tím, že ve Slovnaftu při zpracování ropy je dosti odpadních tuhých olejů, které se tam dají vhodně spalovat pod kotlí. V oblasti Bratislava se jeví značný schodek v bilanci el.energie.

Naznačené údaje opravňují k předpokladům, že v Bratislavě by se dalo uvažovat o velké jaderné elektrárně s dodávkou tepla.

Elektrárna by mohla mít dva bloky, jejichž elektr.výkon by mohl být řádu 500 nebo i 1000 MWel. Reaktory by měly využívat zkušeností z dnešních VVER-400. Nasazení takovýchto jednotek přizpůsobených pro hustě obydlené oblasti nepřijde však asi v úvahu před obdobím 1980 - 85.

Těmito problémy i otázkou slučitelnosti s nyní projektovaným konvenčním zdrojem (Bratislava IV), řešením některých místních nepříznivých podmínek - jako jsou málo vhodné zakládací podmínky nebo otázka převedení tepla z levého břehu řeky na Petržalku a dalšími problémy by se měla zabývat zvláštní podrobná studie.

### Brno

Tato lokalita byla dosud nejhluběji prozkoumána a typ reaktoru uvažovaný pro Brno se stal jedním z měřítek pro úvahy o ostatních zkoumaných lokalitách, zvláště o lokalitách s malými zdroji vody jako je Brno.

V květnu 1970 byla přepracována technická část studie s ohledem na zpomalený trend nárůstu tepla a zhoršené využití systému CZT. Na druhé straně se naopak ukázala o něco příznivější situace v zásobování chladicí vodou. V současné době se má v EGP přepracovávat ekonomická část studie s ohledem na upřesněné ceny jaderného paliva a zařízení.

Početněji o uvažované jaderné teplárně byla technická veřejnost již seznámena na teplárenském symposiu v Tatranské Lomnici v roce 1969. Proto jen připomeňme několik základních dat: Jaderná teplárna by pracovala s jedním reaktorem o tepelném výkonu řádu 500 MW<sub>tep</sub>. Reaktor je tlakovodní (typ VVER) pracující s mírně obohaceným palivem. Celá primární část je umístěna v dvojitém kontejmentu. Teplárna je navržena pro krytí základní části tepelného zatížení a to v zimě 370 Gcal/hod při současné výr. bě cca 50 MW<sub>el</sub> energie (v létě 125 Gcal/h s cca 110 MW<sub>el</sub>). Ostatní nároky na teplo by byly zajištěny stávajícími i novými kotli spalujícími většinou topný olej. Charakter křivky trvání tepla je topenářský se špičkou přes 1000 Gcal/hod po roce 1985.

### Plzeň

Pro tuto lokalitu byly vypracovány 3 ideové studie, zabývající se možnostmi uplatnění jaderného zdroje, který má vyřešit zásobování města event. i závodu Škoda teplem.

Ve dvou z těchto studií byla snaha využít stávající modelovou nádobu reaktoru elektrárny A 1. Tento reaktor měl pracovat v jaderné výtopně.

Třetí studie pak uvažovala 2 tlakovodní reaktory. Každý blok měl výkon cca 350 - 380 Gcal/h a jednu protitlakou turbínu 50 MW.

Použití modelové nádoby z el.A 1 se ukázalo jako neschůdné. Proti návrhu teplárny byly ze strany oponentů vzneseny námitky, zejména s ohledem na ekonomii a časovou nerealizovatelnost.

Perspektivně se v oblasti města Plzně uvažuje vybudování několika přehrad. V případě realizace těchto přehrad by stálo v budoucnu za úvahu znovu přešetřit tuto lokalitu, zda by zde spíše nešla uplatnit velká jaderná kondenzační elektrárna s dodávkou tepla.

#### Záluží u Mostu

Chemické závody ČSSP jsou velkým chemickým komplexem, zaměřeným převážně na výrobu motorových paliv.

S ohledem na to, že tento závod nemá vlastních palivových odpadů z technologie výroby (jako např. Slovnaft), nýbrž je odkázán na dovoz hnědého uhlí ze severočeské pánve, zdálo se zde vhodné blíže prozkoumat možnost event. uplatnění jaderného zdroje. Trvalé, prakticky celoroční využití (jen s nepatrným vlivem klimatických podmínek), dává velmi vhodné podmínky pro užití jaderného zdroje.

Hrubým odhadem lze usoudit, že už z hlediska dnešních spotřeb tepla a elektřiny by se zde pravděpodobně uplatnily 2 reaktory uvažované pro Brno.

Zájem o jaderný zdroj je zde dán jednak myšlenkou ušetřit hnědé uhlí jako důležitou chemickou surovinu a nepoužívat ho jako paliva. Kromě toho je zde sledován cíl ozdravení ovzduší, neboť jak známo, je tato oblast jednou z oblastí nejvíce postižených popílkem a kysličníkem siřičitým. Tyto hygienické důvody jsou tak závažné, že se uvažuje o snížení exhalací tím, že technologický proces karbonisace má být nahražen procesem na bázi štěpení ropy. Tento přechod na ropu se předpokládá již v nejbližší době. Tím hnědé uhlí jako chemická surovina bude nahraženo ropou. Pro teplárny však zůstává dosud hnědé uhlí jako palivo.

Potíž by však v této oblasti byla s výběrem vhodného staveniště, neboť nejbližší okolí závodu je buď poddolováno nebo jsou zde uhelná ložiska.

Ještě závažnější otázkou je však to, že celý chemický závod leží na uhelných ložiscích a že ve výhledové studii se uvažuje o jeho přemístění do prostoru elektrárny Počeradý.

Tato nová lokalita by si vyžádala samostatnou studii chemického závodu s event. jaderným zdrojem. Předpoklady pro jaderný zdroj z hlediska potřeb tepla a el.energie by zde byly poměrně příznivé

#### Pardubice - Semtín

Oblast Pardubice - Semtín s velkým chemickým závodem lze výhledově teplárensky řešit nejrůznějšími způsoby, obzvláště s přihlédnutím k blízkosti se nacházející elektrárně Opatovice, která má dodávat teplo v horké vodě Pardubicím a do Hradce Králové. Tím tato lokalita vlastně variantně zasahuje i Hradec Králové.

V blízkosti Pardubic je v Semtíně velký chemický závod VCHZ Semtín. Nejdříve byly proto zkoumány možnosti jaderné teplárny pro vlastní závod VCHZ v Semtíně. Nároky na teplo ve výhledu k roku 1990 však byly cca jen 267 Gcal/hod špičkového zimního výkonu. Teplo je rozváděno po závodě ve formě páry. Tyto spotřeby jsou pro uplatnění jaderného zdroje o tepelném výkonu současného reaktoru cca 500 MWt v teplárenském zapojení poměrně malé. Proto byl udělán předpoklad ve výhledu připojit k této potřebě město Pardubice. I takto soustředěné požadavky na teplo však nepřesáhnou ve výhledu cca 600 Gcal/h špičkového výkonu. S ohledem na to, že velká část tohoto tepla je pro topení, by jaderná teplárna pracovala s nízkým teplárenským součinitelem a její provoz by byl podle současných kritérií a možností asi neekonomický. Bylo by možno ještě blíže prozkoumat uplatnění velkého jaderného kondenzačního elektrárenského dvojbloku, zásobujícího VCHZ a Pardubice. V uvedené oblasti však spíše přichází v úvahu velký jaderný zdroj (dvojblok) jako náhrada v budoucnu dožitě Opatovické centrály se zásobováním Pardubic a Hradce Králové horkou vodou. Semtín by však s ohledem na vzdálenost Opatovic a požadavek dodávky tepla ve formě páry nebylo možno připojit. K tomu nutno

poznámenat, že elektrárna Opatovice byla uvedena do provozu v r.1958, při životnosti kotlů 25 roků by kotle v Opatovicích dožily v roce 1983. Ve výhledu (asi r.1990) by potřebný příkon pro Pardubice a Hradec Králové byl  $294+317 = 611$  Gcal/h. S ohledem na tato fakta lze říci, že prozkoumání možnosti náhrady elektrárny Opatovice velkou jadernou elektrárnou s dodávkou tepla se zdá být na místě a dají se předpokládat dobré výsledky.

Zásobování vodou by ve všech variantách nemělo činit potíže, celou oblastí protéká Labe s dostatečným průtokem z hlediska potřeb vody pro výstavbu jaderné elektrárny.

Staveniště jaderné elektrárny by bylo nejvhodnější z hlediska napojení na stávající horkovody vedle elektrárny Opatovice, potíže by při zakládání stavby činila vysoká hladina spodní vody a možná i vyskytující se písek.

#### Olomouc

V současné době sice ještě nejsou známy přesnější výhledové spotřeby tepla, ale dá se odhadnout, že ani ve výhledu nebudou vyšší než 400 Gcal/hod. Jelikož se jedná o charakter spotřeby tepla většinou topenářský, byla by dodávka tepla přicházející v úvodu z teplárensky koncipovaného jaderného zdroje, pracujícího jako zdroj základní, odhadem 100 až 150 Gcal/hod. Za předpokladu použití centrály s reaktorem cca 500 MWtep by zde teplárenské využití bylo nízké a teplárna by pracovala neekonomicky. V této lokalitě by byl totiž problém se zajištěním chladicí vody pro větší kondenzační výkon (i přídatné vody pro chladicí věže většího výkonu).

V případě realizace uvažovaného kanálu Odry - Dunaj, který by měl vést též městem Olomouc, by pak bylo asi vhodnější uvažovat v této lokalitě velkou jadernou kondenzační elektrárnu s dodávkou tepla.

### Ostrava

Současná Ostrava má celou řadu větších či menších energetických zdrojů a velikosti potřeb tepla a elektřiny by opravňovaly k použití jaderných zdrojů. Přesto situace pro event. využití jaderné energie je zde dosti obtížná. Prakticky téměř celé město se nachází v poddolované oblasti. Kromě toho celý střed města a většina průmyslových závodů je napojena na parní síť, přičemž parou zásobované oblasti se nacházejí v poměrně větších vzdálenostech od sebe, což vylučuje event. napojení na větší centrální zdroje. Jen nové oblasti se sídlitní výstavbou, zejména jih města, se předpokládají plně na horkovodní síť. Další překážkou je zde velký nedostatek vody. Na druhé straně zase jsou celé poddolované oblasti zaplavené důlní vodou o velké solnosti.

Pro event. situování jaderného zdroje z hlediska staveniště i z hlediska potřeb tepla se v současné době jeví jen vhodná oblast na jihu města. Zde by jaderný zdroj mohl zásobovat MHKG Kunčice s výhledovými spotřebami cca 350 Gcal/h a cca 300 Gcal/h pro topení "Jižního města".

V uvedené oblasti by asi bylo možné též napojit Frýdek-Místek, Vratimov a Lískovec. Variantně by se dalo uvažovat i o event. připojení horkovodní části spotřeb tepla z oblasti VŽKG.

Již hrubým odhadem lze říci, že z hlediska potřeb tepla by se zde uplatnil jaderný zdroj minimálně tak velký jako "brněnský".

Za úvahu by zde stálo i přešetřit možnost "odsolování" důlní vody a její použití i pro chladičí účely jaderné teplárny. Odsolování by se mohlo provádět odpařováním, kde by se dalo využít poměrně levného tepla z jaderného paliva. Tímto způsobem by se vysušily nežádoucí mokřiny a navíc by Ostrava získala zde tak cennou vodu. Tato myšlenka, jako vůbec celé teplofikační řešení této oblasti však vyžaduje velmi pečlivé zvážení, které zde bude vždy velmi komplikované.

### Žiar nad Hronom

V současné době se v Závodě SMP v Žiaru nad Hronom vyrábí  $Al_2O_3$  a hliník.

Závod předpokládá rozšíření výroby, přičemž se uvažuje rekonstrukce kysličnickárny na Bayerovskou metodu cca od r.1980 při maximálním využití stávajícího zařízení.

Těmto zvýšeným energetickým nárokům by stávající teplárna nestačila. Současně se zde poukazuje na špatné hygienické podmínky dané zejména exhalacemi z této teplárny. Proto se zde projevila snaha řešit nové energetické zdroje zdroji jadernými.

Po prošetření dostupných podkladů o uvedené lokalitě lze říci, že vzhledem k specifickému charakteru odběru energie závodem a to jak ve formě elektřiny, tak ve formě tepla se ukazuje vhodné uvažovat v této lokalitě o možnosti výstavby jaderného zdroje. Specifičnost se projevuje v malých výkyvech odběrů, což je z hlediska využití jaderného zdroje velmi vhodné. Jestliže dále uvážíme nutnost dokonalého zabezpečení dodávky el.energie do závodu, která převyšuje potřeby tepla, jeví se v současné době jako vhodné uvažovat s výstavbou jaderné elektrárny s dodávkou tepla o výkonu 2x cca 440 MWe. Vyplývá to z potřebných průměrných příkonů cca 410 MW v el.energii a cca 170 Gcal/hod tepla (vzato z průměru za rok 2000).

Použití několika reaktorů typu VVER - 500 MWtep. se jednak z hlediska ekonomického (relativně malý odběr tepla a vyšší měrné investiční náklady menších reaktorů), jednak z hlediska vyšších požadavků na energii ve formě elektřiny než tepla, nejeví v současné době vhodné.

Zdá se, že zajištění dostatečného množství přídatné chladicí vody z řeky Hron, u které je ZSNP postaven, nebude činit zvláštní potíže. Rovněž tak se jeví řešitelnou i otázka staveniště. Předpokládaná el.rozvodna 400 kV v blízkosti závodu a event. možnost dočasného snížení dodávky tepla pro technologii na cca 20 % v pří-



padě event.výpadku reaktoru dává příznivé předpoklady pro snížení výkonů nutných rezerv a tím snížení celkových investic. Rovněž již sám tak velký jednotkový výkon elektrárny, jako zde předpokládaných 2x cca 440 MW, opravňuje k očekávání relativně dobrého ekonomického efektu.

Vezme-li dále ještě v úvahu zlepšení hygieny ovzduší a současnou komplikovanou přepravu hnědého uhlí ze severu Čech přes celou ČSSR do závodní teplárny, lze říci, že lokalita "Žiar" se po tomto prvním průzkumu zdá velmi vhodná pro aplikaci jaderného zdroje. Tyto úvahy jsou ovšem založeny na předpokladu alespoň hrubého dodržení plánovaného vzrůstu výroby hliníku a kysličníku hlinitého (což je zase dále vázáno na zajištění bauxitu ze zahraničí a p.). Pro konečné vyhodnocení by byla samozřejmě nutná hlubší komplexní studie, vycházející hlavně z ověřených požadavků konsumenta energie.

- - - - -

Z dalších větších lokalit (z hlediska potřeb tepla a el.energie) byly dále posuzovány tyto : Kralupy nad Vltavou, Neratovice, Košice, Třinec, Kladno, Žilina, Sereď a četné další lokality.

Většina těchto lokalit však velikostí odběru tepla a využitím výkonu nedávají za současného stavu předpoklady k příznivým ekonomickým ukazatelům při aplikaci jaderného zdroje a nebyly proto podrobněji zkoumány.

- - - - -

#### Resumé

Studie Energoprojektu z října 1970 je první soustavnější prací tohoto druhu u nás. Ukázala obtížnost úkolu, která nespočívá jen v problematice jaderného zdroje vhodného pro zásobování teplem, nýbrž i v zásadních otázkách obecného charakteru.

Nevyjasněnost je hlavně :

- na úseku perspektivního konsumu tepla a ostatní energie
- na úseku srovnání s jinými (konvenčními) způsoby řešení i
- na úseku použitelné jaderné techniky.

Jak prognózy jednotlivých spotřebitelů tepla, tak předvídání nejvýhodnějšího řešení na velkou řadu let dopředu je velmi problematické.

Na úseku konsumu tepla pro průmysl se většinou setkáváme s dosud nejasnými a měnícími se plány dalšího rozvoje.

Požadavky bytové výstavby se předpovídají snad o něco lépe, ale i ty jsou závislé na mnoha ne vždy známých faktorech.

Nejasnost je rovněž v tom, jak se budou do definitivního rozhodnutí o event.výstavbě jaderného zdroje vyvíjet spolupracující konvenční zdroje - stávající i ty, které bude nutno ještě vybudovat.

Na úseku porovnání s jinými způsoby zásobování teplem - je třeba n.j. řešit i otázku, s čím srovnávat a jak zajistit všestrannou objektivitu. Největší nejasnost se jeví zatím právě u největšího možného "konkurenta" jaderné alternativy - u zemního plynu. Bude třeba ověřit, do jaké míry lze s tímto zdrojem na úseku teplofikace počítat a zjistit nezbytné ekonomické údaje. To se týká více méně i topných olejů, což rovněž souvisí s bilančními rozvahami celostátního nebo i mezinárodního charakteru.

Obtížně se předpovídají na dlouhou dobu dopředu rovněž koncepce jaderných zdrojů vhodných pro účely zásobování teplem a to jak po stránce technické, tak po stránce ekonomické, i z celkových hledisek národohospodářských a mezinárodní spolupráce.

Na základě dnešních znalostí a možností se ve studii EGP předpokládalo, že by pro příštích několik desítek let bylo možno u nás použít lehkovodních reaktorů na obohacený uran, odvozených od dnešních sovětských reaktorů typu VVER a dokončených tak, aby je bylo možno umístit v hustě obydlených oblastech. Je třeba si přiznat, že takto upravený a doplněný reaktor VVER není doposud ani provozně ověřen ani detailně vyprojektován. Provozní zku-

šenosti s dnes stavěnými nebo připravovanými velkými reaktory VVLR - 400 budou k dispozici v zemích RVHP za několik let. Přitom je nezbytné - a to zvláště pro účely zásobování teplem - využít v maximální míře poznatků i kvalifikovaných návrhů zlepšení z dnes již provozovaných nebo v nejbližších letech spouštěných reaktorů tohoto typu. Bylo by žádoucí, aby pro doplňkové zařízení, umožňující umístění reaktorů ve městech, byla získána spolupráce od zahraničního partnera, který má nebo v nejbližší době bude mít zkušenosti z tohoto úseku. Rovněž je třeba, aby byla poskytnuta pomoc ze strany řešitelů reaktorů typu VVER a to alespoň v takovém rozsahu, jako byla přislíbena pro modifikaci reaktoru VVER č.2 - (Rheinsberg), navrženého pro jadernou teplárnu Brno.

Otázka koncepce jaderné centrály - na příklad zda spíše velká kondenzační elektrárna s odběrem tepla či teplárna "vyložená" převážně podle požadavků na dodávku tepla - závisí z velké části též na místních přírodních i odběratelských podmínkách a na poměru požadavků na dodávku tepelné a elektrické energie. Celkem lze předem odhadnout, že v případě, kde je dostatek chladičí vody - zvláště pro průtočnou kondenzaci - a kde je zájem o větší elektrický výkon bude zřejmě ekonomicky výhodnější velká kondenzační jad. elektrárna s odběrem tepla.

Tam, kde tyto podmínky splněny nejsou, je třeba zkoumat rentabilitu druhého řešení - s teplárensky koncipovaným zdrojem aneb jiným způsobem. Nicméně každý jednotlivý případ je třeba podrobně a všestranně posoudit. Tak i u alternativy velké kondenzační jaderné elektrárny je třeba zvážit, v jakém případě se vyplatí zdražení jaderné elektrárny vznikající její úpravou a spolehlivým zabezpečením vůči okolí a jejím zvláštním umístěním, zvážit rentabilitu přídavných teplárenských zařízení a tak podobně.

Studie EGP z října 1970 obsahuje pouze doporučení na podrobnější prozkoumání některých, relativně nadějných případů z hlediska uplatnění jaderného zdroje při zásobování teplem, dává námět na možné perspektivní řešení i určitý obraz o možné opakovatelnosti

jaderných zdrojů. Platnost předpovědí a doporučení učiněných v této studii je samozřejmě podmíněna shora uvedeným dnešním stavem vstupních informací a současných znalostí.

Pokud jde o zkoumání možnosti použití jaderných zdrojů v Praze a v Brně, bylo již dříve správně odhadnuto, že tato města se jeví v tomto ohledu nejnadějnější a jsou na ně již zpracovávány samostatné studie.

Počet dalších případů doporučených pro individuální studii je omezen jak z hlediska místních požadavků a podmínek, tak ze strany použitelných jaderných reaktorů, které je možno v současné době uvažovat a při jejichž aplikaci se dá očekávat ekonomická souměřitelnost s jinými způsoby řešení teplofikace. Kdyby byl například k dispozici poměrně menší a cenově únosný jaderný zdroj tepla, rozšířil by se značně okruh lokalit, jež by přicházely v úvahu, zmenšily by se problémy s nutnými rezervními zdroji, s nákladnými tepelnými napaječi a rozvody. Takové zdroje by bylo možno též stavět postupně, v závislosti na nárůstu spotřeby a větší opakovatelnost by vedla k atraktivnosti pro výrobce takovýchto zařízení. Proti této teoretické úvaze stojí však fakt, že takovéto zdroje v současné době neexistují a že měrná cena dnešních reaktorů silně stoupá s klesajícím jednotkovým výkonem.

Studie EGP z října 1970 doporučila dokončit individuální studie na Brno a Prahu. V případě Prahy by bylo účelné neomezovat se jen na určitou oblast či staveniště (Holešovice), nýbrž řešit otázku co nejkomplexněji - v souvislosti s celkovým teplofikačním generelem města.

Z dalších lokalit v ČSSR je možno k bližšímu prozkoumání výhodnosti použití jaderných zdrojů při zásobování teplem (a el. energií) doporučit: Bratislavu, Žilnu nad Hronom, eventuálně Ostravu.

Do další skupiny by pak - dle dnešního stavu znalostí - bylo možno zařadit oblast Pardubice - Semtín - Hradec Králové (Opatovice) a snad dále (za určitých podmínek) i Záluží, Olomouc, Plzeň, ev. další.

Není možno však zapomenout na nutnost paralelního vyjasňování vlastních vhodných jaderných zdrojů, které nebude jednoduchou a krátkodobou záležitostí.

Za současné situace na úseku perspektivních požadavků na zásobování teplem i na úseku vhodných kombinovaných jaderných zdrojů je možno usoudit, že trend nasazování takovýchto centrál v nejbližších pětiletkách nebude rychlý a že se bude jistě o určitý čas zpožďovat oproti nasazování normálních jaderných elektráren.

