

PRIENERGIAJ PRIPENSETOJ

Inĝ. JUDr. Miroslav Tůma, CSc.

Nia civilizacio baziĝas sur grandskala eluzo de energifontoj. Energikonsumado havas kreskantan tendencon, kiun oni povas simpligite esprimi per la sekvanta ekvacio:

$$K_t = K_0 \left(\frac{100 + p}{100} \right)^t$$

K_0 - konsumado en la komenca jaro

p - procenta jara alkresko de la konsumado

$0, 1, 2, \dots, t$ - nombro de la jaroj ekde determinita komenca jaro

La energikonsumado kaj bezono kreskas pli rapide ol loĝantarnombro, por kiu normale validas la sama ekvacio supoze de iaj simpligoj.

Energiprovizoj, kiel oni ilin trovas en natura stato, estas plejparte neeluzablaj por ekonomia vivo. Oni devas ilin prepari por la eluzo laŭ bezono de diversaj konsumantoj. Ju pli estas la energifonto adaptita, des pli multekosta estas ĝia unuo kaj samtempe pli larĝa estas ĝia eluzo. Oni nomas tiel adaptitan energion - nobligitan.

La plej nobligita formo de energio estas nuntempe la elektra energio. Ĝi estas nun necesa ĉie, kie ĝi estis hieraŭ nur utila. Ĝia bezono estas tiel urĝa, ke oni produktas ĝin en varmeluzantaj elektrejoj kun kondensvaporturbinoj, kiuj pli ol duonon de la varmenenergio transdonas senutile al kondens-turoj.

Malgraŭ tio, ke la tempo por ĉi tiu prelego estas vere tre mallonga, mi opinias, post mia diskuto kun multegaj homoj, ke estas necese enkonduki vin en la mondon de dimensioj de nuntempa energibezono kaj konsumado.

Nia respubliko konsumas pli ol 60 000 milionojn kWh/jaro (62 746 milionojn kWh en la jaro 1976), tio signifas pli ol 4 000 kWh/jaro je unu loĝanto. La instalita kapacito estas pli ol 14 000 MW (14 552 MW en la jaro 1976). Oni povas diri, ke al ni mankas minimume unu elektrejo kun la kapacito 1000 MW (1 GW). La sama kapacito instalita prezentas ĉiujaran bezonon de nova kapacito en la dua duono de okdekaj jaroj nur en nia malgranda patrujo. Por komparo mi volas rimarkigi, ke la tuta instalita kapacito de akvaj elektrejoj en Slovakio en la jaro 1976 estis 8'73 MW. Kaj ni ĉiuj scias, ke la rivero Váh estas jam preskaŭ tute eluzita.

Nia respubliko kun pli ol 4000 kWh/jaro je unu loĝanto estas nur en malsupera duono de la listo de evoluintaj landoj. Usono havas pli ol 10 000 kWh/jaro je unu loĝanto kaj Norvegujo pli ol 20 000 kWh/jaro je unu loĝanto (precize 20 439 kWh/jaro je unu loĝanto en la jaro 1976) kaj ilia konsumado ĉiujare kreskas.

Tio signifas, ke oni ankoraŭ nun ne povas paroli pri ia fina absnluta satureco de la bezono de elektra energio. Por saturi la bezonon de la elektra energio kaj de la

energio entute servas energifontoj, kiujn oni povas dividi en du grupojn:

1. renoviĝantaj fontoj kaj
2. nerenoviĝantaj fontoj.

Al la unua grupo apartenas la energio gajnata el fotosintezaj procesoj, el rekta eluzado de suna radiado, el eluzado de akva kaj venta energio ktp.

Al la dua grupo apartenas hidrokarbonidaj brulaĵoj, kiel ekzemple karboj, kruda nafto, torfo, brulemaj ardezoj, nukleaj materialoj ktp.

Bedaŭrinde la renoviĝantaj fontoj ne estas teĥnike tro facile ĉerpeblaj. Ekzemple nur la ekipaĵo por eluzado de la suna energio estas nun je komenco de sia evoluo.

Por akiri 1000 MW (1 GW) estas necese 1 km² de tersurfaco, se la procedo estus ideala. Praktike oni supozas ricevi el ĉi tiu areo nur 25 MW kaj post longtempaj spertoj eble la dekoblon. Ĉi tiu fonto estus nekonstanta dum periodo de unu jaro, same kiel dum unu tago.

La suneluzantaj elektrejoj en kosmo estas por praktika eluzado ankoraŭ malproksima estonteco. P. E. Glaser kaj A.D. Little prezentas jenan penson: Sur grandega satelito en alteco ĉirkaŭ 36000 km estos elektrejo 8000 MW kun suna kolektoro 2 x (5,3 x 4,3) km kaj anteno, el kiu surtera anteno prenos nur 5000 MW kaj donos en elektran reton. La surtera akceptejo havus 7,12 km en diametro. Por ĉi tiu grandega ekipaĵo oni kalkulas 30-jaran ekspluateblecon.

Kiom da energio en preta stato oni bezonus por povi realigi ĉi tiun planon de sana teknika fantazio? Kion farus tiel grandega sendrata energitransporto en nia atmosfero kaj en ĉirkaŭaĵo de la elektrejo?

La historia fakto estas, ke la ventenergio helpis realigi ekonomian ekfloron en Nederlando dum epoko de ventmuelejoj. Sed kian decidodonan signifon povas nun havi projekto de ventelektrejoj, kiam ili bezonas por la unuo kun kapacito 150 MW radon 300 m en diametro kaj turaltecon 300 m? Kun la supozo de realigo de tiaj projektoj ekzistas demando, kion farus kun ili la vento, kiaj estus naturaj difektoj kaj kian influon ili havus al la ĉirkaŭaĵo.

Kiel mi scias, ekzistas unu elektrejo, kiu eluzas la maran tajdon. Ĉi tiu elemento estas tre malfacile teĥnike kaj ekonomie eluzebla. Ĝia laborkapablo estas dum la periodo de unu tago nekonstanta. La forto de la maro estas entute tre malfacile superebla.

Pli favora por ekonomia eluzado estas la energio de river-fluoj. La trafluo de la akvo en la periodo de unu jaro povas esti konsiderata kiel konstanta. La ŝanĝiĝon de la traflua intenco dum la jarperiodo oni devas respekti, kiam oni difinas la povumon de elektrejoj por la projekto. Artefaritaj lagoj, kiuj servas kiel provizejoj de akvo por elektrejoj, plibonigas klimatajn kondiĉojn de larĝa ĉirkaŭaĵo. Samtempe iliaj valbaraĵoj kun iliaj necesaj teren-laboroj prezentas la plej altan parton de investaj kostoj.

La uzado de riverakvaj energifontoj estas preferenda ĉie, kie tio estas ebla. Sed bedaŭrinde oni supozas, ke la teĥnike eluzebla energio de ĉiuj akvaj energifontoj de la tuta mondo estas ĉirkaŭ 5.10¹² kWh/jaro (5 TWh/jaro), kaj ĉi tiun valoron superis la tutmonda konsumado jam en la jaro 1971. La konsumo de la elektra energio el

akvaj elektrejoj en nia respubliko estis en la jaro 1976 nur 5,53 %. Ĉi tiu procento en la estonteco malkreskos.

La ĉefa ŝarĝo de la energikonsumado estas sur varmeluzantaj elektrejoj, tio signifas - klasikaj kaj nukleaj. La evoluo de la klasikaj instalaĵoj staras antaŭ la lasta epoko, la nukleaj elektrejoj komencas sian komercan evoluon.

La provizoj de fosiliaj brulaĵoj por la klasikaj instalaĵoj estas nun, en la sepdekaj jaroj de nia teknike revolucia jarcento, la plej grava fonto de la energio. Estas necese rimarki, ke simpla bruligado por gajni energion estas la plej malfavora procedo, kiam oni volas konsideri ekonomie pri la krudaĵeluzo ne forgesante la estontecon. Oni ja tiel konsumas altkvalitan pernature preparitan krudaĵon, kies bezono en kemia kaj metalurgia industrioj estas malfacile anstataŭigeblaj. Sed bedaŭrinde la provizoj de fosiliaj brulaĵoj estas en la mondo jam por ĉiam limigitaj.

La tutmondaj provizoj de nigraj karboj estas taksataj je 5 ĝis $6 \cdot 10^{12}$ (5 ĝis $6 \cdot 10^6$ Tg). Se ni supozus la ĝisnunan linearan ekspluatadon, la provizoj sufiĉus proksimume por 2500 ĝis 3000 jaroj. Sed la konsumado neniam estis lineara. Se la plialtiĝo inter unuopaj jaroj estus nur la ĝisnuna (1,6%), tiam la ekspluatado daŭrus nur 230 ĝis 280 jarojn. La 5 % de interjara plialtiĝo de la konsumado signifas la finon por verŝajnaj provizoj jam post ĉirkaŭ cent jaroj.

La situacio rilate al la provizoj de brunaj karboj estas preskaŭ la sama.

La provizoj de la kruda nafto kaj tergaso estas supozataj nur por dudek ĝis tridek jaroj.

Ĉi tiu fakto, same kiel la bezono de la fosiliaj brulaĵoj por procedoj en la kemia industrio, kaj precipe la timo pro la estonteco devigas la homaron serĉi novajn fontojn de tiom energio, kiuj ne estus per sia absoluta volumeno limigitaj, kiuj ne ĝenus la hommedion, kaj finfine, kiuj estus samtempe ankaŭ pli malmulte kostaj.

La nukleaj provizoj estas konsiderinde pli grandaj ol la fosiliaj energifontoj. Laŭ la nuntempaj konsideroj almenaŭ centoble. Antaŭ la homaro nun staras la problemo de efika eluzo de nuklea energio el naturaj fontoj.

La reaktoroj konstruitaj surbaze de malrapidaj neŭtronoj permesas nur tre malaltan eluzon de la energio, kiun la nuklea urania brulaĵo enhavas. La natura uranio enhavas nur 0,7111 pezajn procentojn de U^{235} . La plua generacio de reaktoroj konstruitaj por la eluzo de rapidaj neŭtronoj (aŭ koncize rapidaj reaktoroj), kiuj estas samtempe en sepdekaj jaroj de nia jarcento en intensa evoluigo, povas kontentige solvi la problemon de la energio por la homaro.

Ĉi tiu vojo estas reala, ĉar laŭ informoj de ĉeĥoslovaka centrejo en Zbraslav por la jaro 1977 estis ĝis 31.12.1996 en la mondo konstruitaj kaj konstruataj 273 nukleaj elektrejoj de ĉiuj specoj kun povumo ĝis 1200 MW.

La venonta evoluo montriĝas tiel, ke la nukleaj elektrejoj centraloj estos grandegaj, certe pli grandaj ol la klasikaj. Ili estos ankaŭ pli ekonomiaj ol la varmelekcrejoj por folisilaj brulaĵoj ekde 1000 MW. Ilia povumo verŝajne kreskos ĝis 5000 MW kaj pli, kun blokoj super 1000 MW, eble super 2000 MW. Sed ankaŭ ekestos novaj problemoj. Certe

estos zorgoj pri la malvarmiga akvo pro ĝia manko, pri la sekureco de la aero, de la ĉirkaŭaĵo, pri jam eluzita brulaĵo kaj finfine pri malnovaj ekzistantaj elektrejoj.

Sed la plej grava estas la fakto, ke la provizoj de la nukleaj brulaĵoj estas tiel grandaj, ke ili donas sufiĉe grandan tempon por solvi la problemon de eluzo de novaj, ĝis nun al ni nekonataj formoj de energio por la plua evoluo de la tuta homaro.

Antaŭ la homaro estas klara estonteco, kiu nur kategorie kaj senkondiĉe postulas daŭran pacon. Alia vojo ne estas.