

Prienergiaj pripensoj

Ing. JUDr. Miroslav Tůma CSc

Prienergiaj pripensoj

Bonvolu permesi al mi prezenti miajn pripensojn pri la energio, pri ĝia bezono kaj utileco al la homaro kaj pri la problemoj, kiujn ĝia kronsumado kaj eluzado alportas. Mi ne volas al vi prezenti ian sciencan verketon, sed nur rezultojn de mia propra konsiderado post mia 35-jara praktiko en la maŝinkonstrua industrio, fabrikanta ekipaĵojn – vaporturbinojn, vaporkaldronojn kaj nukleajn ekipaĵerojn, en komprenebla formo al ĉiu normala homo.

Ekde la komenco de la tutmonda energia krizo post la jaro 1973 estas la temo pri la eluzado de energiaj fontoj tre aktuala. Bedaŭrinde oni devas ankaŭ aŭskulti multajn propagandajn paroladojn pri eblecoj de la eluzado de tute novaj energiaj fontoj kaj pri geniaj ŝparemaj aranĝaĵoj, kiuj misorientas multfoje normalajn homojn, nefakulojn. Ofte apartenas tiaj ideoj en kompetencon de la teknika fantazio kaj ilia realigo estos ebla iam en malproksima estonteco.

Nuntempa abruta kaj senĉese akcelanta teknika evoluo devigas ĉiun penseman homon konsideri pri la tutmonda estonteco. Ŝajnas al ni, ke antaŭ ni malfermiĝas brilanta bonstato, kiu estas ombrigita per ĉiama ebleco de senaviza danĝero de tutmonda katastrofo. Bedaŭrinde eĉ nia feliĉo kaj kontenteco, eĉ nia malfeliĉo kaj katastrofo estas plene materie kondiĉotaj per la teknika evoluo. La substanco kaj ĉefa kondiĉo de la plua pozitiva historia evoluo de la homaro estas nia morala respondeco. Ĝi ĉiam estis grava por ekzistado de la homaro, sed tamen neniam dum ĝis nun konata homara historio estis koncentritaj tiel supermezuraj detruaj fortoj, kapablaj neniigi ĉion vivan, kiel nun. Nur kredante, ke la homaro kapablos entute trovi dum la plej proksima tempo necesan moralan forton por sia propra spirita evoluo al tutmonda kaj tuthomara kompreniĝo, harmonio, amikeco kaj paco en bona volo kaj racio, oni povas pripensi pri la plua teknika evoluo kaj pri la estonta vivo de venontaj generacioj. Ĉi tio estas la sola bazo por la teknika kaj ekonomia planado, ebliganta eluzi realan sciencan fantazion.

La pripensoj pri la teknikaj eblecoj de la evoluo kaj pri ilia pozitiva influa ai la vivnivelo ne nur en materia, sed ankaŭ en epirita senco estas vere utiiaj, ĉar ili montras, kiom la homaro ŝuldas al la postrestantaj kaj iam eĉ forgesitaj sciencoj de la filozofio kaj moraieco.

La korpaj fortoj de la homaro estas vere tre modestaj. Ili jam de longe ne povis garantii deziratajn vivbezonojn de homoj.

Nuntempa materia bazo kaj kultura matureco de la homaro rezultas de jarmila evoluo. Rimarkinda kaj karakteriza por la tuta evoluo estas la realeco, ke la homaro laŭvice eluzadis ĉiam pli multe por siaj bezonoj kaj celoj laborkapablecon de diversaj vivaj kreaĵoj kaj finfine ankaŭ naturajn elementajn energiajn fontojn.

Precipe mallonga homara historio de du lastaj jarcentoj estas plenigitaj per serio de principaj eltrovoj de maŝinoj eluzantaj naturajn fontojn, kiuj reprezentas templimon de la industria kaj teknika revolucio.

La rapideco de la evoluo havas akcelantan tendencon, kion montras precipe datoj de ĉi tiuj eltrovoj:

en la jaro

vapormaŝino	
bruligaj motoroj (Otto; Diesel)	1878; 1897
vaporturbinoj	1884
nuklea elektrejo	1954

Post la eltrovo kaj konstruo ĉiuj de nomitaj ekipaĵoj notis sian propran evoluon kaj aplikadon por diversaj celoj de la teknika kaj ekonomia vivo.

La eluzado de la naturaj energiaj fontoj en la industria fabrikado kaj en la normala publika kaj familia vivo ebligas precipe al altnivele evoluintaj nacioj gajni la tempon por pripensado, scienco, tekniko, kulturo kaj arto. Kiam ĉi tiu altnivela homa agado estis samtempe ankaŭ pozitiva, morale bona kaj nobla, ĉiam la homaro registris la plialtigon de la vivnivelo, ekfloron de la kulturo kaj arto, kaj memkompreneble ankaŭ la progreson de la fabrikado kaj ĝia organizo. Tiam oni ne postulis sensencajn materiajn oferojn aŭ homajn viktimojn.

Kontraŭe la teknika evoluo kaŭzita per militaj aferoj estis ĉiam altpreze pagita. Nun ĝi minacas detrui ĉion vivan.

Do, oni devas nur konstati, ke estus necesa per la pozitiva evoluo prizorgi por la homaro vivbezonojn kaj vivrimedojn. Oni ja devas saturi homojn per nutraĵo, vestaĵo, ebligi al ili la loĝadon kaj plenumi iliajn kulturajn postulojn laŭ ilia evolua ŝtupo konforma al la epoko kaj klimato. La vivbezonoj de unu normala homo ne prezentas ian fiksan kaj daŭran valoron. Ĝi estas ŝanĝanta valoro laŭ nivelo de la civilizacio kaj kulturo, kaj laŭ la laborkapableco de la samtempa homa socio. Certe estus dezirinda, ke ĝi havu kreskantan tendencon.

Ĉio, kio ebligas kaj garantias la vivon de la homaro, bezonas energion. Ĝia bezono ĝis nun ĉiujare kreskis pli rapide ol proporcie kun la kreskado de la loĝantarnombro.

Jara energikonsumado havis ĝis nun kreskantan tendencon dum normalaj senmilitaj kaj senkrizaj tempepoko. Ĉi tio validas por la tuta mondo kaj por unuopaj ŝtatoj egale por altevoluintaj, kiel por evoluantaj. Oni povas ĉi tiun rilaton simpligite esprimi per sekvanta ekvacio:

$$K_t = K_o / \frac{100 + p}{100} / t$$

K_o – Konsumado en la komenca jaro de la taksata tempepoko

K_t – Konsumado en la fina jaro de la taksata tempepoko

p – Procento de la jara alkresko de la energikonsumado

0, 1, 2, . . . t – Nombro de la jaroj ekde determinita komenca jaro

Energion oni bezonas:

por la hejtado same kiel por la malvarmigado,

- por la teknologio de la industria fabrikado same kiel por la produktado en terkulturado kaj arbarkulturado,

- por ĉiuspeca transporto,

- por la konservado de nutraĵproduktoj aŭ de kulturaj valoroj

- por lacigaj aŭ por kontoraj laboroj same kiel por hejmaj aŭ kulturaj laboroj,

- por la televido, radio kaj diversaj reguligaj aŭ administraj procezoj.

Ĉiu brulaĵspeco havas alian varmvalpron, kiu estas esprimita per la varmigeo /kcal/kg aŭ kcal/m³/. La varmigeo indikas, kiom da varmo kapablas unu kilograno (aŭ la volumeno da 1 m³ aŭ 1 Nm³) da brulaĵo eldoni. Ĝi ebligas la komparon de diversaj brulaĵoj kaj la sumigon de konservitaj energioj en naturaj brulaĵprovizoj. La valoroj de la varmigeoj por unuopaj brulaĵspecoj estas jenaj:

<u>Speco de brulaĵo</u>	<u>kcal/kg</u>	<u>kcal/Nm³</u>
brunaj karboj	2500 - 5300	
nigraj karboj	6300 - 7800	
nafto	10000 - 10500	
metano, tergazo	11950	8550

La varmvaloron de diversaj brulaĵoj oni povas ankaŭ esprimi en tonoj de la specifa brulaĵo. Kiel la specifan brulaĵon oni konsideras la nigran karbon, kies varmigeo estas:

$$7 \cdot 10^6 \text{ kcal/t.}$$

Oni signu ĝin pluen per skribsignoj s. b.

Por kalkulaj konsideroj pri la energio estas utilaj ĉi tiuj rilatoj inter la energiaj unuoj:

$$1 \text{ Tcal} = 10^{12} \text{ cal} = 10^9 \text{ kcal} = 10^6 \text{ Mcal} = 10^3 \text{ Gcal}$$

$$1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ kWj} = 7,5 \cdot 10^6 \text{ kcal} - \text{kWj signifas kilovatjaro}$$

$$1 \text{ t s. b.} = 7 \cdot 10^6 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ TWh} = 10^{12} \text{ Wh} = 10^9 \text{ kWh} = 10^6 \text{ MWh} = 10^3 \text{ GWh}$$

$$1 \text{ kWj} \pm 1,07 \text{ t sb}$$

$$1 \text{ t sb} = 0,93 \text{ kWj}$$

$$1 \text{ Q} = 0,25 \cdot 10^{18} \text{ kcal}$$

$$1 \text{ Q} = 2,91 \cdot 10^{14} \text{ kWh} = 33,3 \cdot 10^9 \text{ kWj}$$

En la jaro 1970 konsistis la tutmonda konsumo de primara energio el sekvaj fontoj:

karbo	34 %
nafto	41 %
tergazo	20 %
akvaj kaj nukleaj fontoj	5 %

100 %

En la mezo de sepdekaj jaroj de nia jarcento plialtiĝis la partopreno de gazo kaj nafto je 67 %. Ĉi tiu evoluo vere ne estas tro favora por la ekspluatado de nature plej nobligitaj brulaĵprovizoj.

Nun oni ekspluatadas en la mondo ĉirkaŭ $6,5 \cdot 10^9$ t s.b. [tio estas $45 \cdot 10^{15}$ kcal].

Tio signifas, ke oni konsumas ĉirkaŭ 2 t s. b. je unu loĝanto dum unu jaro. Sed la konsumo estas tre diferenca:

	t s. b. /l loĝanto . 1 jaro
Usono	10,0
Ĉeĥoslovakujo	6,8
Hindujo	0,2

Ĉeĥoslovakujo staras sur la sesa placo en la mondo. Tio atestas interalie la altan industriigon de nia ŝtato.

Dum la epoko de jaroj 1860 – 1956 estis la jara alkresko de la konsumo de energio ĉirkaŭ 3,75 %. Sed estis ankaŭ tempsekcioj, kiam ĝi atingis ĉi tiun valoron $p = 5$ ĝis 6 %. La konsumado de energio je unu loĝanto ne estas ĝis nun dum nuntempaj kondiĉoj ankoraŭ saturita kaj oni konsideras, se nenio ŝanĝus, kun la ekspluatado de ĝis

25. 10⁶ t s.b. en jaro 2000 tutmonde.

Energiprovizoj, kiel oni ilin trovas en natura stato, estas plejparte neeluzablaj por ekonomia vivo. Oni devas ilin prepari por la eluzado laŭ bezono de diversaj konsumantoj. Tio postulas investajn elspezojn en preparan industrion kaj en energieluzajn konstruaĵverkojn. 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.

Oni devas antaŭprepari brulaĵojn por motoroj uzataj precipe en veturiloj kaj transportiloj kaj por bruligaj turbinoj. La brulaĵmaterialo por nukleaj reaktoroj bezonas tre malmodestan kaj multekostan preparadon.

La plej nobligita formo de energio estas nuntempe la elektra energio. Ĝi estas nun necesa ĉie, kie estis hieraŭ nur utila. Ĝia avantaĝo estas en ĝia transformebleco en aliajn energiformojn, ĝi estas bone regebla kaj regulebla, la manipulado estas pura. Ĝia plej granda malvantaĝo estas, ke oni ne povas ĝin konservadi kaj produkti ĝiajn provizojn. La tutmonda tendenco estas transŝovo de la bezono kaj konsumo al la pli nobligitaj formoj de energio ol antaŭe. La preparado de brulaĵoj de ĉiu nova speco postulis ĝis nun ĉiam pli multe da laborkapablecon ol antaŭe kaj en estonteco tio verŝajne ne estas aliel inkluzive de nuklea brulaĵo. Oni malrapide, sed entute certe forlasas hejtadon kaj kuiradon en unuopaj hejmaj fornoj uzante vaporon, varman akvon, diversajn gasojn aŭ elektran ener-gion. Eĉ la plej grandaj ŝparemuloj ne scias imagi al si ama- | san revenon al la perligna hejtado aŭ uzado de karbo modeste en unu ejo de la tuta loĝejo. Sed tamen ĉi tiu okazis tute nor-? male antaŭ ne longa tempo. La energieluzado de brulaĵoj prak-tike forigis ĉevalojn en altevoluitaj landoj. Ekzemple en Ĉeĥoslovakujo estis en la jaro 1948 ĉirkaŭ 750.000 ĉevaloj, nun en la jaro 1981 restis nur 45.000.

La vojo reen ne estas ebla, ĉar ĝi signifus sorton de Ĉinujo en ĝia epoko de rikŝoj, kiam homo per sia korna laborkapableco anstataŭis beston en transportaj laboroj, ĉar por ambaŭ ne estis sufiĉe da nutraĵo. Sed tio tute ne signifas, ke la vojo antaŭen, sekvanta teknikan kaj sciencan evoluon estos sen problemoj. Malgajaj spertoj de la ĝisnuna evoluo senkonsice postulas solvi ĉiujn problemojn surbaze de la profunda kono kaj scio de naturaj leĝoj por scii majstri ilin.

Ĉar la elektra energio estas la plej nobligita kaj ankaŭ pro tio, ke ĝi reprezentas tre grandan kaj ĉiam kreskantan parton de la tuta energikonsumado estos utila enkonduki vin en la mondon de dimensioj de nuna bezono kaj konsumo de ĉi tiu energi-speco.

Nia respubliko konsumis preskaŭ 73. 10⁹kWh/jaro [72732. 10⁶kWh en la jaro 1980], tio signifas 4759 kWh/jaro je unu loĝanto. La instalita kapacito estis en la sama jaro 1980 16, 6 GW. Oni tamen povas diri, ke al ni ankoraŭ mankas minimume unu elektrejo kun la kapacito de 1GW. Pri ĉi tio atestas ankaŭ tio, ke oni devas tre severe reguli konsumadon de la elektra energio. Por la komparo de la mankanta kapacito estas rimarkinda, ke la tuta instalita povumo de akvaj elektrejoj en Slovakio en la jaro 1980 estis 0, 878 GW.

Nia respubliko kun 4469 kWh/jaro 1979 je unu loĝanto estis nur en la mezo de la listo de evoluitaj landoj. Laŭ indikoj de la jaro 1979 estas:

Ŝtato	1937	1979	1979
	10 ⁶ kWh	10 ⁶ kWh	kWh/l loĝanto
Norvegujo	9 276	89 010	21 870
Kanado	30 009	336 337	14 197
Svedujo	7 782	95 063	11 467
Usono	146 476	2 318 783	10 512
Finnlando	2 786	37 151	7 805
Svisujo	6 942	42 708	6 715
Aŭstralio	3 972	93 696	6 498

Fed. Germanujo	28 736	372 182	6 068
Dem. Germanujo	14 000	96 845	5 785
Aŭstrujo	2 890	40 464	5 388
Grandbritujo	24 231	299 991	5 368
Belgujo	5 649	52 248	5 304
Japanujo	30 391	-	4 909
Sovetunio	36 173	1 238 196	4 700
Nederlando	3 485	64 464	4 595
Francujo	19 975	271 128	4 509
ĈSSR	4 115	68 092	4 469
Danujo	1 104	22 204	4 337
Bulgarujo	266	32 495	3 681
Polujo	3 628	117 468	3 334
Italujo	15 430	180 528	3 171
Rumanujo	1 130	64 933	3 945
Jugoslavio	930	54 996	2 482
Hungarujo	1 348	24 519	2 292

La tabuleto montras, ke oni ankoraŭ nun ne povas paroli pri ia fina absoluta limo de satureco de la bezono de elektra energio dum samtempaj kondiĉoj. La konsumado ĉie, eĉ en la plej evoluintaj ŝtatoj ĉiujare ĝis nun kreskis.

Estas rimarkenda, ke la kvieta funkciado de ĉiuj produktantaj industriaj sekcioj bezonas tempan antaŭŝovon de la konstruado de elektrejoj.

Por la konsumado de la elektra energio validas la sama rilato, kiel por la konsumado de la energio entute:

$$K_{et} = K_{eo} / \frac{100 + p_e}{100} / t$$

K_{eo} – Konsumado de la elektra energio en la komenca jaro de la taksata tempepoko

K_{et} – Konsumado de la elektra energio en la fina jaro de la taksata tempepoko

p_e – procento de la jara alkresko de la konsumado de elektra energio

0, 1, 2, . . . t – nombro de jaroj ekde komenca jaro

La granda diferenco inter la specifa jara konsumo de energio de unu loĝanto inter altevoluintaj landoj kaj landoj nur evoluantaj, same kiel la fakto, ke eĉ la jam altevoluintaj landoj registras pluajn jarajn alkreskojn de la konsumo, atestas, ke oni ankoraŭ nun ne povas paroli pri ia fina absoluta satureco de la energibezono. Ĉi tio validas por la elektra energio same kiel por la energio entute.

Plilarĝigo de la energikonsumado kaj pligrandigo de energi-oferto estas ebla ne nur per jaraj alkreskoj de oferataj energifontoj, sed ankaŭ per malplialtigo de la postulo kaŭzata per plialtigita efikeco de la energiaj ekipaĵoj kaj maŝinoj eluzantaj energion. Ĝis nun estis la dua vojo malpli decidona, ĉar energiaj ekipaĵoj estas konstruitaj por la 30-jara eluzado kaj teknologiaj ekipaĵoj eluzantaj energion por 8 ĝis 20 jaroj. Ekonomiaj kondiĉoj ne estas ĉiam tiel favoraj, ke oni povus renovigi aŭ anstataŭigi tuj ekzistantan, kutime multekostan kaj ankoraŭ servantan ekipaĵon. Renovigo havas malgraŭ la akcelanta scienca kaj teknika evoluo longtempe laŭvican kaj laŭgradan relative malrapidan procedon.

Por saturi la energibezonon servas naturaj energifontoj, kiujn oni povas dividi en du grupojn:

1/ renovigantaj fontoj kaj

2/ nerenovigantaj fontoj.

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

Renovigantaj energifontoj

Akvo

Energio de riverfluo estis ĝis nun kaj ankoraŭ longe restos (minimume ĝis la jaro 2000 aŭ 2020) la plej favora por ekonomia eluzado. La trafluo de la akvo dum la periodo de unu jaro povas esti konsiderata kiel konstanta kaj estas reguligebla per akvaj provizuroj. La ŝanĝiĝon de la traflua intenso dua la jarperiodo oni devas respekti, kiam oni difinas povumon kaj specon de elektrejo por la projekto. Artefaritaj lagoj, kiuj servas kiel rezervujoj de akvo por elektrejoj, plibonigas klimatajn kondiĉojn de larĝa ĉirkaŭaĵo kaj ebligas la vivon por la akva faŭno. Akvaj turbinoj havas emitentan komercan efikecon de 94 %. Ne ekzistas perdoj similaĵ al perdoj de kondensigaj turoj de vaporelektrejoj. La ĉirkaŭaĵo estas neniel ĝenata.

La povumo de la akva turbino dependas de sekvantaj grandaĵoj laŭ ĉi tiu ekvacio:

$$P_{ef} = \eta \delta g Q H \text{ [kg.m}^2\text{.s}^{-2}\text{]}$$

η – koeficiento de la efikeco, kies valoro estas ĉiam < 1

δ – specifa maso de medio /akvo/ $[\text{kg.m}^{-3}]$

Q – trafluo $[\text{m}^3\text{.s}^{-1}]$

H – deklivo, kiu prezentas la diferencon inter la suba kaj supera niveloj de la akvo /m/

g – terakcelo $[\text{m.s}^{-2}]$

En ĉi tiu ekvacio estas la grandaĵoj η , δ , g preskaŭ konstantaj. La grandaĵoj Q , H dependas de lokaj kaj naturaj kondiĉoj.

Laŭ ĉi tiu ekvacio profitigas konstrui akvan turbinon sur tia loko, kie la produkto de la deklivo kaj trafluo estas ekonomie akceptebla, tio signifas, ke minimume nun el ĉi tiuj du grandaĵoj devas esti sufiĉe granda. Oni ne devas forgesi, ke valbaraĵoj kun aliaj necesaj terenlaboroj reprezentas la plej altan parton de investaj kostoj. Tial oni povas al si ekspliki, ke favoraj lokoj estas jam per akvaj elektrejoj okupitaj kaj energie eluzitaj.

La uzado de riverakvaj energifontoj estas preferenda ĉie, kie tio estas ebla. Sed bedaŭrinde oni supozas, ke la teknike eluzebla energio de ĉiuj akvaj energifontoj en la tuta mondo estas nur ĉirkaŭ 5 Twh/jaro. Ĉi tiu valoron superis la tutmonda konsumo jam en la jaro 1971. La konsumo de la elektra energio el akvaj elektrejoj en nia respubliko en la jaro 1976 estis nur 5,53 %, en la jaro 1980 6,55 %. Oni povas atendi en la estonteco, ke la procento nur malkreskos.

La akvaj turbinoj havas en la elektra sistemo grandan avantaĝon antaŭ ĉiuj aliaj ekipaĵoj, ĉar oni povas starti ilin sen antaŭlonga preparado, kompreneble dum kondiĉo, ke en la lago super la valbaraĵo estas sufiĉe granda rezervo da akvo. Ĉi tiun econ oni eluzas por saturi pintojn en la taga diagramo de energi-liverado aŭ por mallongtempaj riparoj de varmeluzantaj elektrejoj precipe en altevoluintaj landoj, kiuj estas malriĉaj je akvaj fontoj. En ĉi tiuj kazoj devas esti dimensiitaj ekipaĵoj laŭ lokaj kondiĉoj kaj laŭ la celo. Por la pintado estas destinitaj specialaj ekipaĵoj kun transĉerpantaj akvaj turbinoj, kiuj eluzas superfluan elektran energion de varmelektrejoj por la

fundamenta ŝarĝo.

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

Vento

La venta energio estas nekonstanta kaj dum normalaj kondiĉoj estas ĝia spaca denso por energia eluzo tro malgranda. Oni eluzadis ĝin dum la epoko kun pli modestaj energiaj bezonoj por movigi ventmuelejoj. Nun oni uzas ĝin sukcese por helicoj de etaj kabanaj eletrejoj. Sed eĉ la projektita ventelektrejo kun rado 300 m en diametro, turalteco 300 m kaj kapacito 100 MW ne povas esti decidona. La realigo de ĉi tiu projekto ne estus facila pro supernormala ventforto, kion oni devas de tempo al tempo atendi.

Suno

La suna energio estas laŭ niaj modestaj homaj mezuriloj neelĉerpebla. Nia Tero akceptadas povumon de

$1.5 \cdot 10^{11}$ MW de la

Suno. Tio prezentas proksimume 10^5 oblan povumon ĉie ĉiuj samtempe instalitaj elektrejoj en la mondo. Sed tamen la eluzado de ĉi tiu energifonto ne estas facila por teknikaj kaj ekonomiaj celoj.

Ĝia denso estas malgranda, ĉar dum la suna tago ĝia falo je 1m^2 de la tera surfaco estas nur 1 kW. Ĝia eluzado estas ĉian grandarea problemo, egale ĉu oni elektas projekton kun la koncentrado de la suna lumo kaj kun cikloj de varminterŝanganta medio aŭ fotoelektran vojon al la direkta ŝanĝo de la suna energio en la elektran. La ekipaĵoj laborantaj sur la tersurfaco havas nekonstantan povumon dum la periodo de unu tago kaj de unu jaro. Pli favoraj kondiĉoj estas en la kosmo. Tie jam ne ekzistas atmosfera absorbado kaj la povumo je unu kvadrata metro estas 1,5 kW. En sufiĉa distanco de la Tero [35870 km laŭ unu projekto] estas akceptita povumo konstanta kaj tera ombro daŭras nur 72 min. La direkta transformado de la suna energio en la elektran estos favora, ĉar oni ne bezonas movantajn maŝinerojn.

Jam nun ekzistas sukcese laborantaj ekipaĵoj eluzataj por hejtado de domoj, sensaligo de akvo kaj produktado de pli malgrandaj multoj de elektra energio en regionoj kun suna vetero, kie aliaj specoj de la elektra energio mankas.

Grandskala aluzado de la suna energio el elektrejoj kun utila povumo super 1 GW estas ankoraŭ la afero de la estonteco. Ĝia realigo bezonas multe da laboro sur la kampo de la scienco kaj teknika evoluo. Estas necesa establi grandan ekonomie profitan produktadon de pila materialo (pura silicio aŭ kombinaĵoj de galio), solvi problemojn de la energitransformado en la kosmo kaj sur la Tero, transporti ekipaĵojn sur orbiton, instali ilin en la kosmo, solvi kaj eksperimente elpruvi energitransdonon sur la Teron kaj garantii sekurecon de la ĉirkaŭaĵo de la surteraj ekipaĵoj.

La eluzado de la suna energio por la produktado de elektra energio estos eĉ en la estonteco la sekundara afero por la homaro, ĉar ĝia primara tasko restos asimilado en la regno de vegetaĵoj.

La komuna signo de ĉiuj novaj konceptoj de eluzado de nekutimaj energispecoj estas la bezono de koncentritaj ejoj supernormale grandaj povumoj de la noblita energio kaj de profundaj scioj pri naturaj leĝoj eksperimente elpruvitaj.

Nerenovigantaj fontoj

La ĉefa ŝarĝo de la energikonsumado estas sur la nerenoviĝantaj energifontoj, tio signifas – klasikaj kaj nukleaj. La evoluo de la klasikaj instalaĵoj staras antaŭ sia lasta epoko, la nukleaj ekipaĵoj komencas sian komercan evoluon.

Fosiliaj brulaĵoj kaj ilia eluzo, kiel energia fonto

La provizoj de la fosiliaj brulaĵoj estas nun komence de la okdekaj jaroj de nia teknike revolucie evoluanta jarcento ankoraŭ ĉiam la plej grava fonto de la energio. Oni uzas ilin:

- a/ kiel la brulaĵon por la hejtado en unuopaj domoj kaj hejmoj,
- b/ kiel la brulaĵon por diversaj motoroj kaj movigmaŝinoj, kiuj povas servi en trafiko aŭ por diversaj aliaj celoj. La efikeco de la ekipaĵoj estas difinita laŭ termodinamikaj cikloj de uzitaj maŝinoj.
- c/ kiel la energian bazon por la produktado de la nuntempe plej nobligita energispeco – de la elektra energio, en elektrejoj sen varmeluzo kaj kun varmeluzo. La efikeco de la ekipaĵo estss plejparte difinita per la turbino, precipe kiam ĝi laboras en pura kondensigo de laborvapor.
- d/ kiel la brulaĵon por varmigejoj hejtantaj publikajn kaj privatajn domojn,
- e/ kaj finfine kiel la neeviteblan komponenton por diversaj teknologiaj procezoj en la industrio, precipe en la metalurgio kaj kemio.

Primaraj energiaj fontoj uzitaj en ĈSSR en unuopaj jaroj de la fino de jarkvinoj estas jenaj:

Valoroj estas en miloj de tunoj de specifaj brulaĵoj!

jaro	brulaĵoj solidaj	likvaj	gasa j	entute	varmo + el. ener.	energio entute
1960	50566	3454	1618	55638	285	55923
1965	59139	8070	1025	63234	736	68970
1970	60960	14702	2765	78433	1036	79569
1975	61994	23573	5165	90715	1317	92032
1980	63315	27039	9155	100009	2864	102873
1980	62,03%	26,28%	8,91%	97,23	2,78%	100,00%
<u>1980</u> 1960	1,26	7,82	9,66	1,8	10,05	1,84

La jara alkresko dum 20 jaroj estas 3,09 %.

Preskaŭ ĉiu energio en ĈSSR devenas el fosiliaj brulaĵoj. La granda alkresko de la konsumo de likvaj brulaĵoj estis precipe kaŭzita per la alkresko de motoraj veturiloj, kiu estis sekvanta:

jaro	pers. aŭtoj	liver. aŭtoj	ŝarg. aŭtoj	spec. aŭtoj	aŭtobusoj	moto-cikloj
1970	826	24	123	51	20	909
1975	1505	48	145	68	24	732
1980	2274	57	189	94	30	684
<u>1960</u> 1970	2,75%	2,28%	1,54%	1,34%	1,50%	0,75%

/Veturiloj estas en 1000 pecoj/

En ĈSSR estis en la jaro 1980 nur 45 000 ĉevaloj.

Interesa estas ankaŭ la strukturo de la brulaĵkonsumo por la produktado de la varma kaj elektra energio en ĈSSR en la jaro 1980.

Indikoj estas en procentoj!

brulaĵo	produktado de la varmo kaj de la varmo por la elektra energio	produktado de la elektra energio en varmeluzantaj elektrejoj
entute	100 %	100 %
nigra karbo	18,3	18,9
bruna karbo	58,4	71,1
koakso	0,1	0
aliaj solidaj brulaĵ.	0,9	0
likvaj brul.	14,7	5,8
gasaj brulaĵ.	7,6	4,2

La plej granda ŝarĝo estas sur la bruna karbo. La duan lokon havas la nigra karbo.

Por gajni la pli detalan bildon de la divido al diversaj ĉefaj sektoroj konsumantaj nigrajn kaj brunajn karbojn servas la sekvanta tabuleto:

Indikoj estas de ĈSSR en procentoj!

Celo	Nigraj karboj		Brunaj karboj	
	1975	1980	1975	1980
por elektra energio	19,7	21,4	47,6	50,6
por vaporo	19	21	24,4	24,6
por koakso	50,7	47,7	–	–
por lumgaso	–	–	3,3	2,7
por fervojo	1,7	0,1	1	–
por loĝantaro	3,3	4,4	9,4	9,9

Oni povas vidi, ke la direkta konsumo de la loĝantaro prezentas relative malgrandan parton de la entuta konsumo de nigraj kaj brunaj karboj.

Estas necese rimarki, ke simpla bruligado por gajni energion, estas la plej malfavora procezo, kiam oni volas konsideri ekonomie pri la brulaĵeluzo ne forgesante estontecon. Oni ja tiel konsumas altkvalitan pernature preparitan krudaĵon, kies bezono en kemia kaj metalurgia industrioj estas malfacile anstataŭigebla. Sed bedaŭrinde provizoj de fosiliaj brulaĵoj estas en la mondo jam por ĉiam por ni limigitaj.

La tutmondaj provizoj de nigraj karboj estas taksataj je 5 ĝis 6 milionoj Tg. Se ni supokus ekde nun nur linearan ekspluatadon, la provizoj sufiĉus proksimume por 2000 ĝis 3000 jaroj. Sed la konsumado bedaŭrinde neniam estis lineare konstanta. Se la plialtiĝo inter unuopaj jaroj estus nur samtempe minimuma (1,6 %), tiam la ekspluatado daŭrus nur 230 ĝis 280 jarojn. La 5%-a interjara alkresko de la konsumado signifus la finon de 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 tiuj konsideroj povas esti pozitive korektitaj per trovoj de novaj ĝis nun nekonataj provizoj de fosiliaj brulaĵoj, sed eĉ la plej favora trovo ne povas ŝanĝi la fakton de proviz-limigo sur nia tergloba. Tial necesas ĉi tiujn provizojn ekonomie eluzadi, kun ili ŝpareme disponadi kaj se nur estas iom ebla ilian uzon anstataŭigi per aliaj pli riĉaj kaj neelĉerpeblaj fontoj.

Nun ekzistas krom kemio kaj metalurgia sekvaj ĉefaj regionoj de brulaĵkonsumado:

- 1/ movigado de motoroj,
- 2/ eluzado por la varmigo,
- 3/ produkado de elektra energio,
- 4/ produkado de elektra energio kun samtempa eluzo de varmo.

La komuna signo de ĉiuj kvar grupoj estas:

- a/ la ekipaĵoj por eluzo de la varmenergio el fosiliaj brulaĵoj estas la rezulto de longtempa teknika kaj scienca evoluo kaj tial ili nun registras altegan ŝtupon de teknika kaj ekonomia efikeco.
- b/ ili reprezentas grandegan vere tre malfacile anstataŭigeblan povumon, bezonantan por funkcionado de industrio, terkulturado kaj ĉiuj servoj por la loĝantaro.
- c/ por la projektado, konstruado kaj produktado de varmeluzantaj ekipaĵoj staras multaj, grandaj kaj multekostaj uzinoj, kiuj scias saturi kontentige bezonojn de la ekonomia vivo laŭ nuntempaj severaj valorigmezuriloj.

La plua evoluo kaj renovigo de menciitaj kvar ekipaĵgrupoj estas sekvanta:

al 1/ La plej granda parto de movigmaŝinoj estas bruligmotoroj en veturiloj por transporto de personoj kaj diversaj ŝarĝoj. Krom plibonigo de ekonomiaj valormontriloj oni dediĉas daŭran atenton:

- al plimalaltigo de specifa brulaĵkonsumo,
- al forigo de ĉirkaŭaĵĝenado.

La longdaŭra evolucelo estas la entuta ŝango de koncepta principo plenumanta precipe ĉi tiajn kondiĉojn:

- uzi anstataŭ la likvan fosilia brulaĵo ian alian, kiu ne malsufiĉas,
 - kiu ne ĝenus pergase sian ĉirkaŭaĵon kaj
- kiu havus almenaŭ proksimume la samajn ekonomiajn rezultajn valorojn en komparo kun ĝisnuna koncepto.

al 2/ La hejtado en unuopaj ĉambroj estas ĝis nun la plej ŝparema, se oni konsideras nur elspezojn de brulaĵo. Sed tamen la hejtado per varmigretoj kunigitaj kun varmigejoj estas preferenda pro sia komforteco, pureco kaj pro ŝparemo de personaj elspezoj.

La perdoj de varmenergio estas proporciaj al la surfaco de kondukantaj tubaroj kaj aliaj necesaj, sed ne funkciaj areoj, kies ekonomio estas difinita per la projekto. La plej grandaj kaj unusolaj ŝparrezervoj de brulaĵo ekzistas:

- en enkonduko de aŭtomataj reguligistemoj de temperaturo en hejtataj ejoj,
- en fidindaj reguligventiloj de la tuta sistemo.

al 3/ La produkado de elektra energio en elektrejoj eluzantaj varmon de fosiliaj brulaĵoj sen varmigaj sistemoj por hejtado aŭ teknologiaj procezoj estas en sia efikeco substance influata per la efikeco de vaporturbina laborciklo. Se oni volas ricevi maksimuman povumon por transformo en elektran energion, do oni devas plialtigi enirparametrojn kaj malplialtigi elirparametrojn de la vaporturbino (temperaturon kaj premon de eniro – temperaturon de malvarmigakvo de eliro). La rezulto de ĉi tiu kondensa precezo estas, ke oni devas el la alkondukita varmo al la vaporturbino forkonduki sur malvarmigturon ĝis la fordukita varmo kun malalta temperaturo reprezentas sendube tre grandan kaj substancan

perdon el la alkondukita energio. Ĝi estas tre malfacile ekonomie eluzebla. Ĝia influo al la ĉirkaŭaĵo ne estas ĉiam favora. La elektra energio estas urĝe bezona kaj petata, sed por la varmenenergio ne estas precipe dum la somera sezono debito. Instalado de distribuaj retoj estas ĉiam multekosta, sed ĝi tamen havas sian sencon tie, kie estas konsumantoj en teknike kaj ekonomie akceptebla distanco.

Ĝisnuna teknika evoluo de ĉi tiuj ekipaĵoj celis:

- al unuoj kun pli granda povumo, kiu ĝis sepdekaj jaroj de nia jarcento dum 7 ĝis 10 jaroj duoblis,
- al unuoj kun pli altaj enirparametroj (temperaturo, premo), kiuj estas limigitaj precipe per ecoj de konstruaj materialoj en kaldrono kaj turbino,
- al longtempa fidindeco dum la funkciado.

Ĉi tiu evoluvo alportas samtempe procente malgrandan, sed certan kaj tre deziratan ŝparon de brulaĵoj.

Karakteriza por ĉi tiuj ekipaĵoj estas:

- longa projekta, konstrua kaj produkta tempdaŭro (por la unuoj de 500 MW entute proksimume 6 – 8 jarojn/),
- multkosteco kaj laborpretendemo,
- longa vivkapableco en la ekspluatado.

Ĉiuj menciitaj karakterizaj ecoj de la ekipaĵo kaŭzas relative malrapidan renovigan ciklon de unuopaj tipoj aŭ ilian entutan ŝanĝon per simpla ekipaĵo kun varmeluzo aŭ grandskalan anstauigon de la tuta koncepto surbaze de iu alia movigmedio.

al 4/ La ekipaĵo por la produktado de la elektra energio kun samtempa varmeluzado havas la samajn karakterizajn evolutendencojn kiel la antaŭa grupo, nur la efikeco de la enirvarmo estas substance pli alta laŭ lokaj kondiĉoj. La realigo estas kondiĉata per ebleco de kontinua kaj konstanta varmbezono en larĝaj urbaj loĝlokoj kaj industriaj entreprenoj dum taga kaj jara periodoj. La distribua reto estas tre multekosta.

Estas dezirinde, ke la procenta parto de la povumo de ĉi tiu ekipaĵo kreskos.

Nukleaj energiaj fontoj

La nukleaj provizoj estas konsiderinde pli grandaj ol de la fosiliaj fontoj. Laŭ nuntempaj scioj 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 urania nuklea brulaĵo enhavas. La natura uranio enhavas nur 0,7111 pezajn procentoj de U-235. La plua evolugeneracio de reaktoroj konstruitaj por la eluzo de rapidaj neŭtronoj (aŭ koncize rapidaj reaktoroj), kiuj estas samtempe ankaŭ en evoluigo, povas kontentige solvi problemon de la energio por homaro por sufiĉe longa tempo.

Eko de la nukleaj elektrejoj ne estis tiel rapida, kiel oni antaŭe supizis. Ĉi tiun fakton oni entute ne devas konsideri kiel ian sukceson de la homaro, prefere male.

Malgraŭ tio la instalita povumo de nukleaj elektrejoj atingis en la jaro 1980 valoron de 123 GW. Tio estas 11 % pli multe ol en la antaŭa jaro 1979. Fine de la jaro 1980 laboris en la mondo 253 reaktoroj, kaj saturis 8 % de la bezono de elektra energio. La plej granda povumo de unuo estis 1200 MW. Samtempe estas en la produktado 230 reaktoroj kaj en la projektado 118 reaktoroj. Oni nun kalkulas, ke en la jaro 1990 estos la mondo satura el 13 % per la elektra energio de nukleaj

fontoj.

Jam nun estas nukleaj elektrejoj pli ekonomiaj ol la varmelektrejoj de fosiliaj brulaĵoj ekde la povumo 1000 MW. La venonta evoluo de nukleaj elektrejoj sen varmeluzado kaj kun ĝi, same kiam nukleaj varmigejoj havos similan evolutendencon en direkto al pli grandaj blokpojvumoj kaj pli altaj enirparametroj, kiel klasikaj ekipaĵoj. La povumo de nukleaj elektrejoj verŝajne kreskos ĝis 5000 MW kaj pli, kun blokoj super 1000 MW, eble super 2000 MW.

La energio de nukleaj elektrejoj kaj varmigejoj estas la sola energio de nerenovigantaj fontoj, kiu samtempe estas ne nur en sufiĉa multo por la dispo de la homaro, sed ĝi ĝis nun ne havas ian alian prudentan eluzon. Ĝi donas realan eblecon solvi urĝan prienergian problemon sen neproporcia severa ŝparado de energio malprofite de la homara vivnivelo. Sed tamen relative mallonga renoviga tempdaŭro por garantii energion el novaj fontoj per novaj ekipaĵoj bezonus:

- haltigi superfluan, senbezonan kaj senutilan pormilitan produkadon kaj ŝpari ĉi tian laboron, materialon, brulaĵon kaj energion por plua evoluo de paca vivo kaj de la vivnivelo de la popolo.
- koncentrigi la fundamentan sciencon kaj teknikan klopodon al eluzo de novaj energifontoj per novaj ekipaĵoj precipe el
- la suna energio en kosma spaco,
- la varmo de la eno de nia Tero,
- la varmo de oceanoj kaj maroj,
- la tajdo,
- la nuklea energio de pli altaj ŝtupoj (sintezo de malpezaj nukleoj), kaj pluaj,
- dediĉi bezonan atenton al la aŭtomatigo kaj robotigo de ĉiuj procedoj dum la energieluzo kun la celo de plialtigo de la teknika kaj ekonomia efikeco,
- plialtigi sekurecon de energieluzantaj ekipaĵoj, dum ilia funkciado kaj maksimume forigi ĝenadon de ilia ĉirkaŭaĵo.

Por fakuloj estas sufiĉe da laboro por solvi problemojn antaŭ la elĉerpo de nerenovigantaj energifontoj kaj konservi ĉi tiujn valorajn krudaĵojn por pli efikaj kaj bezonaj celoj kaj garantii al niaj posteuloj nome dignan kaj pli facilan vivon. Ĝisnuna misekspluatado kaj rabado de energifontoj misrespektanta ĉiujn naturajn kaj ekonomiajn leĝojn povas nur kaŭzi katastrofon. La sola vojo antaŭen estas la paco, porpaca kaj paca laboro.