

électrique de bord, Paris 1958. — F. G. Spreadbury, Electricity in aircraft, London 1958. — S. Popović, Oprema aviona, Beograd 1960. — G. Wakefield, Aircraft electrical engineering, New York 1956. — A. Weintann, Flugzeug-Elektrotechnik, München 1961. — A. И. Бертинов, Электрические машины авиационной автоматики, Москва 1961. — К. Н. Борисов, Основы авиационного электропривода, Москва 1962. — Д. Н. Саниро, Авиационные электрические аппараты и механизмы, Москва 1962. — С. П. Колосов, Элементы авиационных автоматических устройств, Москва 1963.

N. Marcikić

ELEKTROPRIVREDA I ELEKTROINDUSTRIJA. Elektroprivreda je grana energetske privrede (v. *Energetika*) koja se bavi proizvodnjom, prenosom i distribucijom električne energije, te koordinacijom njezine potrošnje, a izrazom »elektroindustrija« obuhvaćaju se industrijska preduzeća koja proizvode mašine, naprave i uređaje potrebne za proizvodnju, prenos, distribuciju i potrošnju električne energije.

ELEKTROPRIVREDA

Rad elektroprivrede na području određenog elektroenergetskog sistema (v. *Elektroenergetski sistem*) obuhvaća iznalaženje, ispitivanje i proučavanje potencijalnih izvora energije prikladnih za proizvodnju električne energije; izgradnju elektrana svih vrsta; izgradnju električnih dalekovoda svih napona, te transformatorskih i razvodnih stanica; izgradnju distribucijske mreže i njenih napojnih transformatorskih stanica; nadalje: pogon i održavanje svih postrojenja od elektrane do potrošača, raspodelu opterećenja unutar elektroenergetskog sistema prema tehničkim i ekonomskim kriterijima (dispečersku službu), prodaju električne energije potrošačima.

O proizvodnji električne energije u elektranama v. članak *Elektrane* (TE 3, str. 547). O povezivanju elektrana i njihovih opskrbnih područja u elektroenergetski sistem i o delovanju unutar tog sistema radi ekonomične proizvodnje dovoljne količine električne energije traženog kvaliteta i optimalne raspodele opterećenja među elektranama v. članak *Elektroenergetski sistem*. O prenosu električne energije v. članke *Dalekovodi*, *Električne mreže* (glava Mreže za prenos) i *Prenos električne energije*. O raspodeli električne energije v. članak *Električne mreže* (glava Mreže za distribuciju).

Organizacija elektroprivrede

Elektroprivreda nije u svim zemljama jednako organizovana i njezina se organizacija u različitim zemljama i različito razvijala, zavisno od privrednih i historijskih uslova. U nekim zemljama proizvodnjom, prenosom i distribucijom električne energije bave se samostalna preduzeća, najčešće akcionarska društva. Interes javnosti zaštićen je time što su opštine, gradovi, pokrajine (kantoni), država itd. i akcionari ili vlasnici (sami ili pored privatnika) tih preduzeća, i/ili time što je rad preduzeća vezan uz koncesiju koja ih obavezuje da na svoju mrežu priključe svakog potrošača koji za to ispunjava određene uslove. Tako u *Švedskoj* postoji jedno državno preduzeće, koje učestvuje sa ~50% u ukupnoj proizvodnji električne energije i ima dispečarski centar za celu zemlju, i 23 komunalna i privatna preduzeća. U *Švajcarskoj* takođe postoji veći broj elektroprivrednih preduzeća u vlasništvu komuna, kantona, federacije, privatnih i mešovitih društava; u nacionalnim okvirima obezbeđeno je slobodno energetska tržište, a zajedničko je svim preduzećima planiranje i dispečarska služba. U SR Nemačkoj postoji ~170 po veličini vrlo različitih elektroprivrednih preduzeća; vlada nastoji da u upravnim telima elektroprivrednih koncerna javne uprave imaju većinu. U nekim nemačkim gradovima elektroprivredna su preduzeća mešovita komunalna društva koja se osim proizvodnjom i raspodelom električne energije bave i snabdevanjem grada plinom, toplotom i vodom. Elektroprivredna preduzeća oformila su svoje udruženje (»Deutsche Verbundgesellschaft«) sa sedištem u Heidelbergu, koja ima zadatak da koordinira rad elektroprivrede u zemlji i održava veze s inostranstvom. Kao i u drugim zemljama, u Nemačkoj postoje pored »javnih« elektrana i industrijske elektrane koje proizvode električnu energiju za potrebe određene industrije i nemaju nikakvih obaveza prema javnosti. (U takvim elektranama proizvodi se u svetu ~30% ukupne električne energije.) Ti su »industrijski« proizvođači električne energije učlanjeni

u svoje udruženje (»Vereinigung Industrieller Kraftwerke« — VIK), koje koordinira njegov rad i štiti njihove interese.

U nekim drugim kapitalističkim zemljama elektroprivreda je nacionalizovana i njome se upravlja iz jednog centra. Tako je u *Francuskoj* od velikog broja različitih preduzeća stvorena jedinstvena državna organizacija »Électricité de France« (EdF), koja ima široku autonomnost u poslovanju i odlikuje se modernim osnovnim sredstvima (velikim hidroelektranama i termoelektranama, nuklearnim elektranama), racionalnim poslovanjem i odlično organizovanim naučno-istraživačkim radom. Elektroprivredom Francuske upravlja Administrativni savet EdF preko direkcija: za studije i istraživanja, za proizvodnju i prenos, za distribuciju, za investicionu izgradnju i opremu, za finansijske poslove i za personalne poslove. U operativnom pogledu jedinstvenim elektroenergetskim sistemom upravlja pet dispečarskih centara, čiji rad koordinira nacionalni dispečarski centar. Odgovornost u dispečerstvu je decentralizovana; nacionalna dispečarska služba obezbeđuje regulaciju frekvencije, rukovodi razmenom električne energije i brine se za to da proizvodnja energije u nacionalnom okviru bude ekonomski optimalna. U *Italiji* je 1962 elektroprivreda nacionalizovana i formirana je Nacionalna agencija za električnu energiju (Ente nazionale elettricità — ENEL), kojoj su podređena ranija preduzeća (njih 1074, od kojih je 931 bilo privatno). Agencija upravlja proizvodnjom, prenosom, distribucijom, prodajom, uvozom i izvozom električne energije preko osam direkcija. Nadzor nad njezinim radom obavlja Ministarstvo industrije i trgovine. ENEL obuhvaća ~70% ukupne italijanske proizvodnje električne energije; ostatak čine industrijska i posebna komunalna preduzeća. U organizacionom pogledu Italija je podeljena na osam elektroprivrednih regiona, regioni na područja, a područja na zone. Naučno-istraživačka i dispečarska služba osnovane su na modernim koncepcijama. Elektroprivreda *Engleske i Walesa* nacionalizovana je 1947. Savet elektroprivrede zadužen je za funkcionisanje elektroenergetskog sistema; on snosi odgovornost za finansiranje i planiranje investicija, predlaže tarife, prognozira potrošnju itd. Savet ima tri komiteta: za odnose u elektroprivredi, za komercijalne poslove i za istraživački rad. Centralna uprava za proizvodnju i prenos električne energije eksploatiše elektrane i prenosnu mrežu i odgovorna je za planiranje i izgradnju proizvodnih i prenosnih kapaciteta. Pored dvanaest regionalnih uprava za distribuciju električne energije postoje četiri grupe za projektovanje i izgradnju. Elektroenergetskim sistemom upravlja nacionalni dispečarski centar u Londonu i osam područnih dispečarskih centara. Prenosna mreža podeljena je na distrikte. Područne uprave za distribuciju odgovorne su za distribucijsku mrežu i vrše maloprodaju struje potrošačima. U *Austriji* je takođe 1947 elektroprivreda nacionalizovana i organizovano devet zemaljskih elektroprivrednih preduzeća koja imaju zadatak da snabdevaju električnom energijom svoja područja i vrše razmenu sa susjedima. Ta su preduzeća akcionarska društva čije su akcije u celini u rukama zemaljskih vlasti. Šest posebnih preduzeća bavi se izgradnjom i eksploatacijom većih elektrana i mreža kojima kapacitet prelazi potrebe pojedinih zemalja. Pored toga postoje i dva slična međunarodna preduzeća na Dunavu. U *Grčkoj* jedna elektroenergetska korporacija ima isključivo pravo da proizvodi, prenosi i distribuiše električnu energiju za javne potrebe i prodaju. Ta je korporacija u administrativnom i finansijskom pogledu autonomna, a radi pod kontrolom Ministarstva industrije. Zemlja je radi distribucije električne energije podeljena u pet zona. Javna elektroprivredna korporacija vodi jedinstveni elektroenergetski sistem i nadležna je za razmenu električne energije s inostranstvom.

U *Madžarskoj*, *Rumuniji* i *Bugarškoj* za pitanja elektroprivrede nadležna su ministarstva: u Madžarskoj Ministarstvo teške industrije, u Rumuniji Ministarstvo električne energije, a u Bugarskoj Ministarstvo za goriva i energetiku. U Madžarskoj centralna organizacija »Trust« upravlja preduzećima za proizvodnju i prenos električne energije; distribucijom se bave regionalna preduzeća. U Rumuniji su za organizovanje i upravljanje poslovanjem elektroprivrednih preduzeća odgovorne stručne službe ministarstva, a za planiranje i izgradnju elektroenergetskih postrojenja u jedinstvenom elektroenergetskom sistemu ima u Mi-

nistarstvu poseban projektantsko-istraživački institut. U Bugarskoj je elektroenergetski sistem tehnološki jedinstven i organizovan kao kompaktna, centralno upravljana elektroprivredna celina. Sve tri navedene zemlje imaju jedinstvene nacionalne dispečerske centre koji rade u okviru grupe elektroenergetskih sistema Saveta za uzajamnu ekonomsku pomoć (SEV, v. *Elektroenergetski sistem*, TE 4, str. 354) te njihov rad koordinira međudispečerski centar u Pragu.

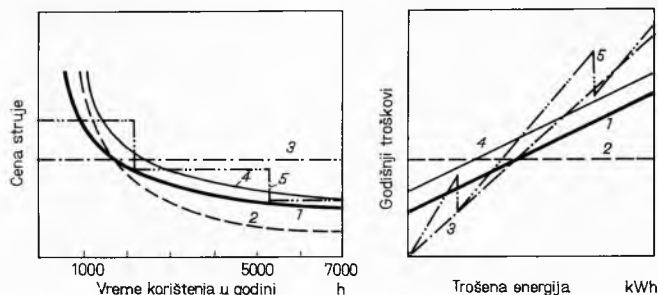
Organizacija elektroprivrede u navedenim zemljama predstavlja tipove kojima se više ili manje približava organizacija elektroprivrede u drugim zemljama. O organizaciji elektroprivrede u Jugoslaviji v. dalje.

Prodajna cena električne energije

Kupci električne energije mogu se podeliti na elektroprivredna prenosna preduzeća, potrošače koji su priključeni izravno na prenosnu mrežu, elektroprivredna distribucijska preduzeća i potrošače koji su priključeni na mrežu distribucijskih preduzeća. Cena koštanja električne energije različita je na različitim mestima gde se ona prodaje navedenim različitim vrstama kupaca; već zbog toga i cena po kojoj se električna energija prodaje različitim potrošačima ne može biti jednaka. Međutim, cena koštanja električne energije zavisi takođe od vremena kada i kroz koje se ona proizvodi (i troši), od količine koja se ukupno ili u određeno vreme proizvodi i troši, od broja potrošača, od razine napona struje koja se prodaje potrošaču, od faktora snage $\cos \varphi$. Zbog toga je korisno i često preko potrebno ustanoviti diferencirani cenovnik — tarifu — kojim se uzimaju u obzir te okolnosti i kojim se stimulišu potrošači ne samo da upotrebljavaju električnu energiju nego i da je upotrebljavaju na način koji će uzrokovati najnižu cenu koštanja.

Najvažnije tarife. *Paušalna tarifa* je najjednostavniji oblik tarife: potrošač plaća određenu pristojbu nezavisnu od potroška, s time da se obavezuje ne trošiti više od određenog maksimuma. Prednost je te tarife što nije potrebno brojilo i što je obračun vrlo jednostavan. Nedostatak je što nema kontrole o tome troši li potrošač više od ugovorenog maksimuma; taj se nedostatak može ukloniti time što se priključak snabde limitatorom struje, koji prekoračenje maksimalne snage na pogodan način signalizuje i kratko vreme nakon toga potrošača isključuje. *Paušalna* je tarifa prikladna kad je potrošak struje prilično jednoličan. Ona stimuliše potrošača da ugovori dobavu što manje maksimalne električne snage i dobavljenu snagu što potpunije i što jednoličnije iskorištava.

Radna ili kilovatčasovna tarifa (tarifa potroška po brojilu). Po toj tarifi električna se energija kao roba prodaje po određenoj ceni za jedinicu energije i od potrošača naplaćuje prema potrošku koji je izmeren brojiлом. Utvrđivanje potroška je pri toj tarifi srazmerno jednostavno, ali zahteva tačna brojila, očitavanje brojila i individualni obračun. Nedostatak je te tarife u vezi s time što iznos koji potrošač plaća za kupljenu energiju brže raste s količinom te energije nego cena koštanja, pa je teško utvrditi jedinstvenu cenu koja nije pri niskim potrošcima za proizvođača nerentabilna, a pri visokim potrošcima za potrošača nepovoljna



Sl. 1. Upoređenje različitih tarifa s troškovima proizvodnje. 1 Troškovi proizvodnje, 2 paušalna tarifa, 3 radna tarifa, 4 tarifa s osnovnom pristojbom, 5 stepenovana tarifa

(sl. 1). Da bi se izbegao taj nedostatak, po *stepenovanoj (stupnjevanoj) tarifi* cena se energije s porastom potrošnje stepenasto snižuje. Po *tarifi na osnovu prekomernog potroška* električna se

energija do određenog ugovorenog potroška obračunava po nižoj ceni nego energija koja taj potrošak premaši. Ta tarifa zahteva montiranje posebnog brojila viška (pretička, v. *Brojila*, TE 2, str. 536). Ona se primenjuje kad povremeno povećano opterećenje od strane pojedinih potrošača zahteva od elektrane da ona bude spremna dobiti taj višak energije, i time proizvođaču uzrokuje dodatne troškove. Po *višestrukoj* (dvojnoj, trojnoj ili četvornoj) *tarifi*, dan, sedmica i/ili godina podeljeni su na vremenske intervale unutar kojih su cene električne energije različite. Pri dvojnoj tarifi razlikuju se časovi običnog normalnog vremena trošenja struje od časova večernje vršne potrošnje, koja se višom cenom nastoji ograničiti, ili vreme normalnog trošenja od popodnevnog i noćnog trošenja, koje se nižom cenom nastoji stimulisati. U trojnoj tarifi postoje tri cene energije: za dnevne časove, časove večernje vršne potrošnje (povišena cena) i noćne časove (snižena cena). Mogu se razlikovati takođe leto i zima, radni dani i nedelje. Radi primene višestruke tarife potrošak se električne energije meri vremenskim višetarifnim brojiłima, u kojima se pomoću posebnih sklopnih satova ili iz centralnog mesta pomoću uređaja za tonfrekventno mrežno upravljanje merenje prebacuje na različite tarifne položaje brojčanika (v. *Brojila*, TE 2, str. 535).

Tarifa s osnovnom taksom (pristojbom) danas se najčešće primenjuje jer se može najbolje prilagoditi strukturi troškova proizvodnje električne energije. Cena se struje po toj tarifi sastoji od osnovne takse (pristojbe) koju potrošač plaća i ako ne troši energiju, a koja odgovara stalnim troškovima proizvodnje, i jednog iznosa koji je proporcionalan potrošenoj energiji i odgovara troškovima rada elektrane (promenljivim troškovima proizvodnje). Tarifa s osnovnom pristojbom može se kombinovati s drugim oblicima tarife, može se varirati i na različite načine prilagoditi posebnim prilikama. Osnovna se taksa u kućanstvu određuje prema broju prostorija u stanu, prema nazivnoj snazi instalisanih trošila i sl.; kod većih potrošača na osnovu maksimalnog opterećenja u razdoblju od petnaest minuta ili proseka većeg broja vršnih opterećenja, koja u tom slučaju treba meriti (*tarifa snage*, v. *Brojila*, TE 2, str. 536), kod poljoprivrednih pogona u zavisnosti od iskorištene poljoprivredne površine, itd. Kod jednog istog potrošača običava se razlikovati tarifa za osvetljenje i tarifa za snagu.

U iznimnim slučajevima ugovaraju se *posebne tarife*, naročito s industrijama kojima je potrebna veća količina električne energije, a ugovorom se obavezuju i na vremenski određeno opterećenje mreže. Posebna je tarifa takođe *tarifa jalove energije i tarifa prividne snage*. Niski faktor opterećenja pogoršava iskorišćenje postrojenja i vodova, te time povećava troškove proizvodnje. Stoga se od potrošača koji smanjuju faktor opterećenja mreže može posebno naplatiti potrošak jalove i prividne energije, koje se u tim slučajevima mere posebnim brojiłima ili mernim agregatima brojiłala jalove i prividne energije (v. *Brojila*, TE 2, str. 534).

Elektroprivreda Jugoslavije

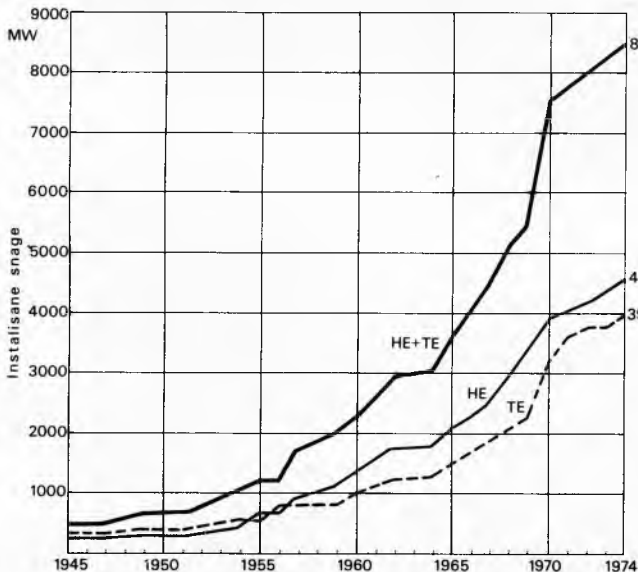
Elektroprivreda Jugoslavije bila je u toku svog razvoja i rasta različito regulisana i organizovana. Ekonomski regulativi zavisili su od stepena razvoja elektroprivrede, a organizacija njene reprodukcije od privrednog i društvenog sistema zemlje.

U razdoblju administrativnog načina upravljanja privredom, organizacija reprodukcije elektroprivrede, kao i drugih privrednih grana, osnivala se na centralizaciji odluka o proizvodnji, investicijama, cenama, raspodeli i finansiranju. Proširena reprodukcija elektroprivrede bila je na osnovu planova izgradnje finansirana gotovo isključivo sredstvima budžeta. U to vreme nije bilo problema oko sredstava za nove investicije, pa je elektroprivreda postigla najveći stepen ekspanzije svoje proizvodnje. Od sistema administrativnog načina upravljanja privredom prelazi se na sistem privredivanja i odlučivanja na principu tzv. privredno-računskih preduzeća. Elektroprivreda je u tom sistemu privredivanja tretirana posebno. Proglašena je javnom službom pa je u takvom svojstvu delovala sve do reforme 1965. Oblik organizacije elektroprivrede se propisivao. Cena električne energije nije bila u tim uslovima regulator proizvodnje elektroprivrede. Potrebna sredstva za dalju izgradnju elektroenergetike dodeljivana su ili bespovratno, mimo cene, ili u obliku dugoročnih investicionih kredita uz povoljne kamate, i to samo za izgradnju elektrana, a ponekad i za visokonaponske vodove prenosa. U cilju usmeravanja privredno-računskih preduzeća ostalih grana privrede na veću samostalnost i njihovu direktnu zavisnost od realizacije proizvodnje, opći ekonomski regulativi menjali su se u toku tog razdoblja više puta, pa su i cene pojedinih proizvođača rasle i sve više se približavale troškovima proizvodnje. Međutim, administrativno depresirana cena električne energije, prenta iz administrativnog u novi sistem privredivanja, neznatno se menjala do reforme tek nakon višegodišnjih «zamrzavanja». Vlastita sredstva elektroprivrede sve više su se, u tim uslovima, smanjivala za veličinu općeg porasta zavisnih cena. Pri tome su i uslovi investicionih kredita postepeni, a i volumen kreditnih sredstava sve više je zaostajao za volumenom novih investicija.

Elektroprivreda je tek propisima privredne reforme iz 1965 izjednačena u pogledu uslova privredivanja s ostalom privredom. Međutim, kako u to vreme nije bilo moguće uz ovu odluku osigurati elektroprivredi odjedanput i adekvatne privredne regulative, prelaznim odredbama Osnovnog zakona o elektroprivredi iz 1965 utvrđena je stanovitost postupnost prilagođavanja novim uslovima privredivanja. S tim u vezi, cene električne energije nisu bile dovedene 1965 u paritetni odnos s cenama elemenata reprodukcije elektroprivrede (tzv. zavisnim cenama), pa su povećane samo za ~34%. Za manjak između troškova proizvodnje i realizacije po novim cenama električne energije, elektroprivrede pojedinih republika primile su regres iz sredstava federacije.

Cena električne energije, a s time u vezi i veličina vlastitih sredstava elektroprivrede (amortizacija i poslovni fond iz dohotka), uzročno je vezana s veličinom investicionih kredita i njihovih uslova. Ove dve veličine zavise od obima investicija, a taj obim od stalnog porasta potrošnje električne energije, koji je kauzalno vezan uz rast i razvoj privrede i standarda.

Proizvodnja električne energije u Jugoslaviji. Osnovna orijentacija u razvoju elektroprivrede posle drugog svetskog rata bila je intenzivna izgradnja većih hidroelektrana i termoelektrana. Na sl. 2 grafički je prikazan porast instalisanih snaga u razdoblju od 1945 do 1974. Kretanje instalisanih snaga u raz-



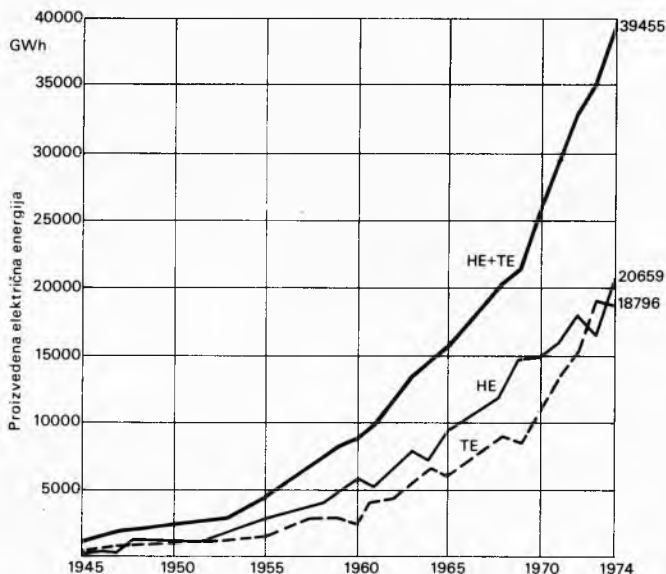
Sl. 2. Instalirane snage hidro- i termoelektrana Jugoslavije 1945—1974

Tablica 3
POVEĆANJE JEDINIČNE SNAGE AGREGATA
U TERMoeLEKTRANAMA
od 1956 do 1972

Godine	1956	1960	1965	1969	1972	1974
Snaga, MW	32	75	125	200	275	275

1,3%, u 1968 bilo je iskorišteno ~18%, a posle 1973 je iskorišteno ~36%. Povećanje jedinične snage agregata u termoelektranama Jugoslavije od 1956 do 1974 pokazuje tabl. 3.

Kretanje proizvodnje električne energije u Jugoslaviji od 1939 do 1974 i njezina struktura prikazani su na sl. 3, ukupnu proizvodnju u tom razdoblju po republikama i po godinama pokazuje tabl. 4, a po republikama i po nameni elektranâ tabl. 5.



Sl. 3. Proizvodnja električne energije u Jugoslaviji i njezina struktura 1945—1974

Tablica 1
KRETANJE INSTALISANIH SNAGA
od 1939 do 1974 u megavatima

Republika	1939	1950	1955	1960	1965	1970	1974
BiH	56	71	202	449	742	1254	1654
Crna Gora	1,6	5,2	13	89	217	218	218
Hrvatska	158	188	327	470	890	1393	1393
Makedonija	10	20	40	143	181	341	406
Slovenija	133	214	352	614	663	996	1263
Srbija	148	175	286	702	1024	2679	3467
Jugoslavija	507	673	1220	2467	3717	6881	8401

Tablica 4
UKUPNA PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE
od 1939 do 1974 u gigavatčasovima

Republika	1939	1950	1955	1960	1965	1971	1974
BiH	121	241	661	1 837	3 056	6 374	7 761
Crna Gora	0,9	5,6	25	142	865	890	989
Hrvatska	419	577	1 021	1 671	3 391	4 957	6 298
Makedonija	8	45	127	413	586	1 197	1 491
Slovenija	350	937	1 555	2 655	3 590	4 439	5 921
Srbija	275	602	950	2 210	4 035	11 652	16 995
Jugoslavija	1 174	2 408	4 339	8 928	15 523	29 509	39 455

doblju od 1939 do 1974 po republikama i po godinama prikazuje tabl. 1. Instalisanu snagu elektrana SFRJ po republikama, po nameni i po vrsti pokazuje tabl. 2. Od hidropotencijala Jugoslavije za proizvodnju električne energije bilo je 1939 iskorišteno

Tablica 2
INSTALISANA SNAGA ELEKTRANA SFRJ PO REPUBLIKAMA, NAMENI I VRSTI
krajem 1974, u megavatima

Republika	Elektrane			Hidroelektrane			Termoelektrane		
	sve	udružene	ostale	sve	udružene	ostale	sve	udružene	ostale
BiH	1 654	1 529	125	722	706	16	932	823	109
Crna Gora	218	190	28	197	190	7	21	—	21
Hrvatska	1 600	1 447	153	1 035	998	37	565	449	116
Makedonija	406	349	57	366	349	17	40	—	40
Slovenija	1 263	1 186	77	533	505	28	730	681	49
Srbija	3 481	3 264	217	1 786	1 758	28	1 695	1 506	189
SFRJ	8 622	7 965	657	4 639	4 506	133	3 983	3 459	524

Prenos električne energije u Jugoslaviji. Razvoj prenosne mreže u Jugoslaviji karakteriše uvođenje pojedinih naponskih nivoa kao i broj i veličina objekata koji služe za prenos električne energije. Do 1960 postojali su samo objekti mreže 110 kV. Mreža

od 110 kV služila je za povezivanje energetske nivoa sa potrošačkim centrima. U godini 1958 formiran je zajednički elektroenergetski sistem. S obzirom na geografsku rasprostranjenost i potrebu prenosa većih snaga uveden je viši naponski nivo od 220 kV. Ova mreža povezuje sva područja i predstavlja vezu sa susjednim sistemima s kojima je u pripremi elektroprivredna saradnja i paralelan rad (Italija 1974).

Ukupna dužina svih vodova 220 kV u pogonu krajem 1974 iznosila je 4 338 km, a instalisana snaga transformatorskih stanica 5 750 MVA, dok je ukupna dužina 110-kilovatnih dalekovoda dostigla 10 360 km, a instalisana snaga transformatorskih stanica 9 803 MVA.

Počela je i izgradnja mreže od 380 kV; 1970 pušten je u pogon dalekovod HE Đerdap—Beograd 203 km sa transformatorskim stanicama 380/220 kV snage 800 MVA, a do 1974 Đerdap—Niš—bugarska granica 258 km sa transformatorskim stanicama snage 300 MVA. Cilj izgradnje mreže 380 kV je čvršće povezivanje svih područja Jugoslavije, povećanje sigurnosti snabdevanja električnom energijom i postizanje ekonomičnijeg prenosa, takođe povezivanje našeg elektroenergetskog sistema sa sistemima susjednih zemalja radi paralelnog rada s njima.

Razvoj električne prenosne mreže u proteklom periodu prikazuje sl. 4.

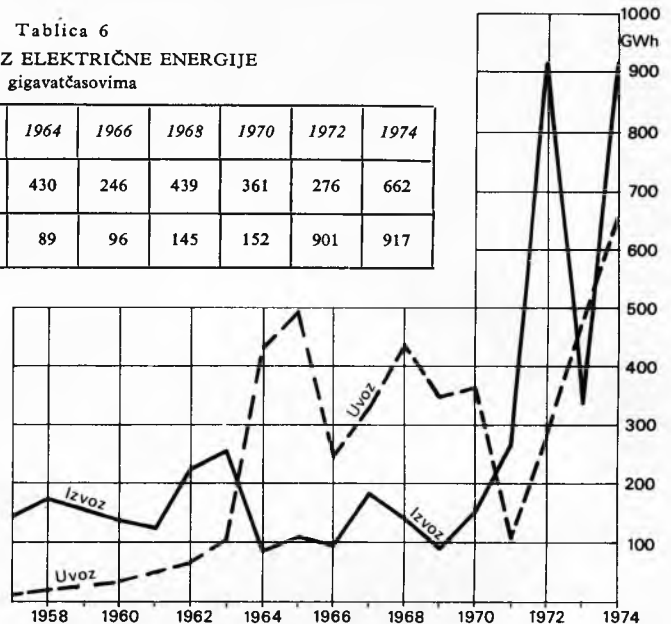
Mreža 380 kV biće osnova elektroenergetskog sistema Jugoslavije koji će povezivati sve naše socijalističke republike i pokrajine koje imaju neujednačene proizvodne mogućnosti i potrebe potrošnje.

Razmena električne energije između Jugoslavije i susjednih zemalja. Jugoslovenski elektroenergetski sistem nalazi se između zapadnog sistema UCPTE i sistema mreže SEV na istoku (v. *Elektroenergetski sistem*, TE 4, str. 354).

Između Jugoslavije, Austrije i Italije, koje tvore regionalnu grupu SUDEL organizacije UCPTE, izgrađen je SUDEL-

Tablica 6
UVOZ I IZVOZ ELEKTRIČNE ENERGIJE
u gigavatčasovima

	1958	1960	1962	1964	1966	1968	1970	1972	1974
Uvoz	2	31	68	430	246	439	361	276	662
Izvoz	175	135	224	89	96	145	152	901	917



Sl. 5. Jugoslovenski izvoz i uvoz električne energije 1960—1974

opskrbe potrošača električnom energijom obavlja danas u Jugoslaviji 31 elektrodistributivno preduzeće različite veličine. SR Crna Gora i SR Makedonija imaju po jedno preduzeće, SR Slovenija i SR Bosna i Hercegovina imaju po pet, SR Hrvatska sedam i SR Srbija dvanaest preduzeća (v. str. 40).

Republike sa više elektrodistributivnih preduzeća imaju svoja poslovna udruženja. U razmerima Jugoslavije elektrodistributivna preduzeća i njihova poslovna udruženja koordinuju svoj rad u koordinacionom odboru elektrodistribucije SFRJ.

Struktura mreže razvoda i distribucije u eksploataciji elektrodistributivnih preduzeća u godini 1968 prikazana je u tabl. 7.

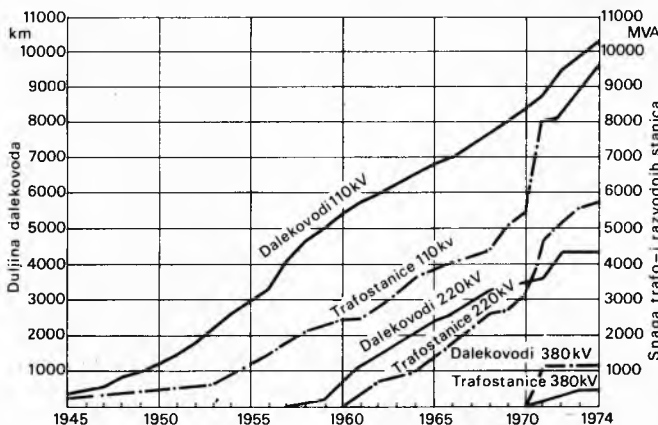
Tablica 5
BRUTO PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE U SFRJ (NA GENERATORU) PO
REPUBLIKAMA I PO NAMENI I VRSTI ELEKTRANA
1974, u gigavatčasovima

Republika	Elektrane			Hidroelektrane			Termoelektrane		
	sve	udružene	ostale	sve	udružene	ostale	sve	udružene	ostale
BiH	7 761	7 090	671	3 076	2 960	116	4 685	4 130	555
Crna Gora	989	867	122	889	967	22	100	—	100
Hrvatska	6 298	5 928	370	4 233	4 135	98	2 065	1 793	272
Makedonija	1 491	1 296	195	1 385	1 296	87	108	—	108
Slovenija	5 921	5 586	335	2 373	2 250	123	3 548	3 336	212
Srbija	16 995	16 148	847	8 705	8 596	109	8 290	7 552	738
SFRJ	39 455	36 915	2 540	20 661	20 204	555	18 796	16 811	1 985

prsten dalekovodova za napon 220 kV i pripremljen za paralelan rad. Prve jače interkonekcije sa Rumunijom i Bugarskom biće na naponu 380 kV, a verovatno i sa Mađarskom i ostalima.

Kretanje uvoza i izvoza električne energije za period od 1960 do 1974 pokazuju tabl. 6 i sl. 5.

Distribucija električne energije u Jugoslaviji. Delatnost razvoda električne energije, distribucije električne energije i



Sl. 4. Razvoj jugoslovenske električne prenosne mreže 1955—1974

Tablica 7
STRUKTURA DISTRIBUTIVNE I RAZVODNE MREŽE
krajem 1968

110 kV	Duljina vodova km			Instalisana snaga transformatora MVA		
	35 kV	10 kV	0,4 kV	110/35 kV	35/10 kV	10/0,4 kV
571	16 386	58 854	160 840	715	6 132	6 958
0,24%	6,93%	24,87%	67,96%	5,18%	44,42%	50,40%

Elektroenergetska opskrbna mreža razvoda i distribucije snabdeva oko 4,5 miliona potrošača sa 75% ukupne potrošnje električne energije.

Od ukupno 11 735 090 MWh prodane energije u 1968 otpada na potrošače na naponu 35 kV 15,6%, potrošače na naponu 10 kV 28,8% domaćinstva 39,6% i ostale potrošače na naponu 0,4 kV 16,0%.

Potrošnja električne energije u Jugoslaviji rasla je u posleratnim godinama do 1955 veoma naglo. Od te godine potrošnja raste sporije. Stope rasta opadaju, što je i normalno, jer se proces elektrifikacije naše zemlje privodi kraju. Godišnji porast potrošnje električne energije u Jugoslaviji za razdoblje od 1952 do 1968 vidi se iz tabl. 8.

Za potrošnju električne energije u Jugoslaviji karakteristične su i njezine strukturne promene. U periodu od 1958 do 1968

zapaža se npr. porast potrošnje u domaćinstvima. U tom desetogodišnjem periodu godišnja potrošnja domaćinstava porasla je na četiri puta veći iznos. To je prvenstveno u vezi sa elektrifikacijom naselja i domaćinstava i povećanom primenom kućanskih aparata. Međutim, već 1970 elektrificirano je 95% svih naselja i 92% svih domaćinstava, te se i zbog toga smanjuje godišnja stopa rasta potrošnje. Strukturu potrošnje električne energije u Jugoslaviji prikazuje za 1974 grubo sl. 6, a za 1973 detaljnije sl. 7.

Najintenzivniji rast potrošnje u periodu 1960—1968 ostvaren je u domaćinstvima, gde je godišnja stopa rasta iznosila 17,3%, u industriji i građevinarstvu 10,2%, u električnoj vuči 13,5% i za ostale potrošnje (trgovina, zanatstvo, poljoprivreda, javno osvetljenje, vodovod, ustanove, itd.) 10,4%.

Potrošnja električne energije po stanovniku u toku godine dana za pojedine republike SFRJ prikazana je u tabl. 9.

Tablica 8
RAZVOJ I GODIŠNJA STOPA
PORASTA POTROŠNJE
ELEKTRIČNE ENERGIJE
od 1952 do 1968

Godina	Potrošnja GWh	Porast %
1952	2 588	—
1953	2 833	9,5
1954	3 225	23,8
1955	4 150	28,7
1956	4 763	14,8
1957	5 812	22,0
1958	6 863	18,0
1960	8 564	14,7
1962	10 705	13,5
1964	13 964	9,8
1966	16 653	8,9
1967	17 968	7,9
1968	20 068	11,7
1969	22 798	13,6
1970	25 128	10,2
1971	27 863	10,9
1972	31 168	11,9
1973	33 287	6,7

Strukturu sredstava investiranih u elektroprivredu do kraja 1968 pokazuje tabl. 11.

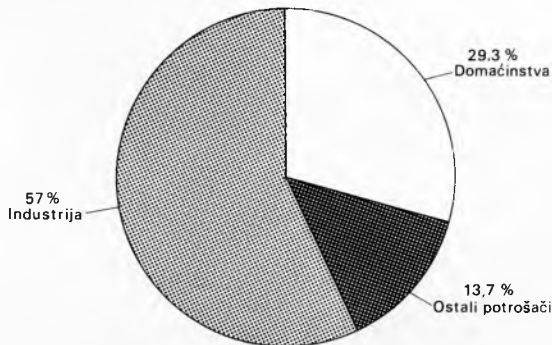
Tablica 9
GODIŠNJA POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE PO STANOVNIKU
I PO REPUBLIKAMA
(kWh)

Republika	1951	1955	1959	1965	1968	1971	1973
BiH	83	164	299	538	601	901	995
Crna Gora	18	46	198	632	701	1 023	2 308
Hrvatska	183	265	438	735	982	1 244	1 388
Makedonija	38	75	225	497	868	1 340	1 512
Slovenija	402	589	1 127	1 883	2 354	2 733	3 061
Srbija	72	112	224	492	689	978	1 200
Jugoslavija	126	193	363	675	883	1 199	1 412

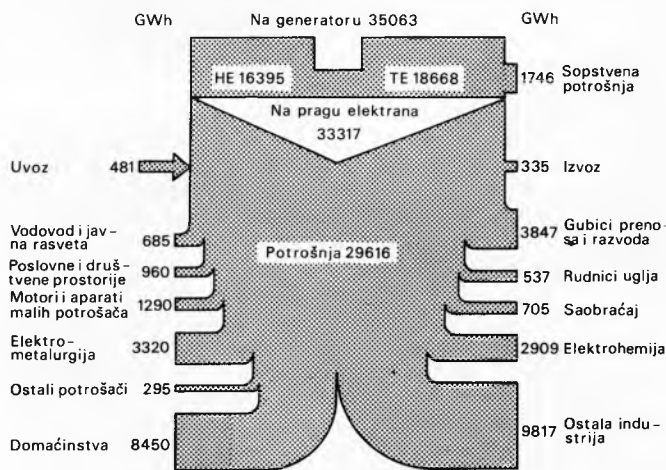
Tablica 10
INVESTICIONA ULAGANJA U ELEKTROPRIVREDI
od 1960 do 1972, u milionima dinara

	HE	TE	Prenos	Distribucija	Ukupno
1960	234,5	199,6	128,2	179,4	741,7
1961	308,2	162,0	138,6	197,4	806,2
1962	308,6	176,8	113,7	192,6	791,7
1963	345,1	156,5	104,2	185,0	790,8
1964	648,9	240,2	158,8	175,0	1 222,9
1965	967,6	270,9	105,7	317,3	1 661,5
1966	1 002,9	460,6	83,9	536,1	2 083,5
1967	999,1	703,4	170,5	464,4	2 337,4
1968	1 031,1	1 212,9	261,6	612,9	3 118,5
1969*	1 030,4	604,7	400,4		2 035,5
1970*	2 020,7	384,9	385,7		2 791,3
1971	1 258,3	295,1	345,8	999,8	2 899,0
1972	992,2	244,1	410,2	1 316,4	2 962,9

* Bez investicija u distribuciji



Sl. 6. Struktura potrošnje električne energije u Jugoslaviji 1974



Sl. 7. Bilans proizvodnje i potrošnje električne energije u Jugoslaviji 1973

Vrednost osnovnih sredstava jugoslovenske elektroprivrede. Visoka stopa porasta potrošnje električne energije uslovlja je veliki obim investicionih ulaganja u energetiku u celini, a posebno u elektroprivredu, što pokazuju podaci za period 1951—1965. Od ukupnih investicija za energetiku uloženo je u elektroprivredu 67,8%, u proizvodnju ugljena 20,4% i u proizvodnju nafte 11,8%.

Investiciona ulaganja u elektroprivredu po godinama u periodu 1956—1968 prikazuje tabl. 10.

Tablica 11
OSNOVNA SREDSTVA ELEKTROPRIVREDE
(1973) nabavna vrednost, bez distribucije

	HE	TE	Prenos	Zajedničke službe	Ukupno
Milioni dinara	23 490,2	10 990,2	5 729,3	122,7	40 332,4
%	58,24	27,25	14,20	0,31	100

Organizacija jugoslovenske elektroprivrede. Posle drugog svetskog rata izvedene su dve nacionalizacije, i to zakonima od 5. decembra 1946 i 28. aprila 1948, na bazi kojih su sva postrojenja elektroprivrede postala opšta narodna imovina. Takvom stanju sledile su razne organizacione forme na koje je uticalo tadašnje privredno stanje kao i kadrovske mogućnosti i stepen elektrifikacije, koji je bio u to doba prilično nizak.

God. 1951 donesen je zakon o radničkom samoupravljanju, koji utiče i na promenu organizacije elektroprivrede. Organizaciona pitanja kao »veće ili manje elektroprivredno preduzeće« i, dalje, da li organizovati »po delatnosti ili po području« bile su dileme koje su tražile odgovarajuća rešenja.

Do 3. juna 1963 postojale su republičke zajednice elektroprivrednih preduzeća, koje su objedinjavale delatnost proizvodnje, prenosa i distribucije električne energije, obavljale poslove dispečiranja, kupoprodaje i obračuna isporuke električne energije, starale se o izgradnji novih elektroenergetskih kapaciteta, vršile raspodelu zajedničkog ukupnog prihoda na udružena preduzeća itd.

Zakonom od 1. jula 1963 distributivna su preduzeća izdvojena iz udružene elektroprivrede.

Stupanjem na snagu osnovnog zakona o elektroprivredi i njegovom primenom od 1. jula 1965 došlo je do ukidanja republičkih zajednica. Zakon utvrđuje koja elektroenergetska postrojenja obuhvata proizvodnja, prenos i distribucija električne energije, i to prema nameni i naponskom nivou. Ovakvi principi omogućili

su da se na teritoriji SFRJ formiraju raznovrsni organizacioni oblici radnih organizacija.

Danas u Jugoslaviji postoji 9 preduzeća za proizvodnju električne energije, i to 4 sa hidroelektranama i 5 sa termoelektranama, 2 preduzeća za prenos električne energije, 5 preduzeća za proizvodnju i prenos električne energije, 3 udružena elektroprivredna preduzeća za proizvodnju i prenos električne energije.

Elektroprivredne organizacije koje se bave proizvodnjom i prenosom električne energije udružene su u Zajednici jugoslovenske elektroprivrede kao najviše samoupravne asocijacije u elektroprivredi. Tri naučno-istraživačka elektroprivredna instituta u Beogradu, Zagrebu i Ljubljani, a tako i projektantske organizacije, samostalni su i dobrovoljno učlanjeni u organizaciji elektroprivrede.

Ukupan prihod što su ga u godini 1968 ostvarila elektroprivredna preduzeća za proizvodnju i prenos u svim svojim delatnostima iznosio je 1967 miliona dinara. Struktura tog prihoda bila je 1968 ova: troškovi goriva 20,9%; amortizacija 25,5%, kamate i doprinosi 17,2%, ostali troškovi 15,3%, neto-dohodak 21,1%.

Prosečne troškove proizvodnje i prenosa električne energije prikazuje tabl. 12.

Tablica 12
TROŠKOVI PROIZVODNJE I PRENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE
u parama po kilovatčasu

Godine	HE	TE	Preno.	Proizvodnja i prenos
1960	2,26	10,68	0,69	6,36
1965	3,76	13,32	1,26	9,48
1969	6,13	13,30	1,50	10,79
1973	11,91	29,32	2,65	19,76

Prodajne cene električne energije u Jugoslaviji utvrđuju se po tarifnim stavovima što ih određuje elektroprivredno preduzeće prema propisanom tarifnom sistemu. Tim se sistemom utvrđuju osnovni tarifni elementi i način njihova primenjivanja. Za sada tarifni sistem u SFRJ propisuje Savezno izvršno veće koje može propisati i najviše tarifne stavove za prodaju električne energije na prenosnoj mreži.

Prema naponu na mestu predaje električne energije postoji tarifa za visoki napon (1 kV i više) i tarifa za niski napon. U tarifi za visoki napon tarifni su stavovi prema sezoni i mesecima različiti. Niži sezonski stavovi obavezni su u martu, aprilu, maju i junu, a viši sezonski stavovi obavezni su u septembru i oktobru. Poznato je, naime, da su u nas meseci septembar i oktobar sušni meseci.

Tarifni stavovi prema dobu dana takođe su različiti, pa postoje viši dnevni stavovi i niži dnevni stavovi. Časove za koje se obračunava električna energija po višim dnevnim stavovima za prodaju u distributivnoj mreži utvrđuje isporučilac.

Cene električne energije i njihovo kretanje u razdoblju od 1960 do 1968 po naponu, mestu prodaje i vrsti potrošača prikazane su u tabl. 13.

Tablica 13
KRETANJE CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE
u parama po kilovatčasu

Naponi i vrste potrošača	1960	1965	1968	1972	1973
Na naponu 110 kV i 35 kV direktni potrošači distribucija SREDNJA CENA	4,82 7,93 6,40	7,78 11,18 10,55	8,37 11,03 10,32	12,53 16,66 15,58	15,37 20,15 19,89
Mreža distribucije potrošnja na 35 kV potrošnja na 10 kV potrošnja na 0,4 kV domaćinstva ostali potrošači SREDNJA CENA	12,30 14,87 6,61 21,20 11,52	13,95 21,30 25,34 31,50 23,10	15,46 22,96 20,26 35,55 22,73	20,21 28,60 29,81 49,19 31,16	

Dispečerska služba jugoslovenske elektroprivrede organizovana je u dva nivoa i podeljena na nacionalni (savezni) dispečerski centar (SDC) i više regionalnih dispečerskih centara (DC).

Nacionalni dispečerski centar nalazi se u Zajednici jugoslovenske elektroprivrede. On ima u odnosu na dispečerske službe preduzeća koordinujuću ulogu, vrši prenošenje informacija, stara se o međusobnim isporukama električne energije i vodi brigu o ugovorenim obavezama prema susjednim zemljama.

U regionalnim dispečerskim centrima vrše dispečerske službe pojedinih preduzeća operativnu kontrolu pogona energetskog sistema na svom području. U zavisnosti od konkretne pogonske situacije, a u okviru ugovora o međusobnoj razmeni, sastavljaju svakog dana za naredni dan plan angažovanja izvora, isporuka električne energije potrošačima i međusobnih isporuka.

U dispečerskim su centrima predviđene sve potrebne telekomunikacione veze (bežične, žične i one koje se koriste dalekovodima za prenos informacija). One služe za vezu sa nacionalnim centrom, sa drugim regionalnim centrima, sa elektranama i drugim postrojenjima elektroenergetskog sistema. Za prenos informacija služe teleprinteri, telefoni i uređaji za daljinsko merenje pogonskih veličina (napona, struje, snage itd.) i uređaji za daljinsku signalizaciju pogonskih stanja i kvarova. Tu su takođe uređaji za daljinsko upravljanje automatizovanih postrojenja. Radi poboljšanja ove službe, donošenja pravilne odluke u slučaju kvarova, optimizacije pogona i postizanje najnižih troškova, predviđeni su u centrima i elektronički računari. Za automatsko održavanje normalne frekvencije predviđene su i posebne sekundarne normale frekvencije (v. *Električni satovi*, TE 4, str. 113). Te su naprave u nacionalnom dispečerskom centru u Beogradu i u regionalnim dispečerskim centrima u Beogradu, Zagrebu i Sarajevu.

U dispečerskim centrima služba je neprekidna. U jednoj smeni rade obično po dva inženjera, a u centru zaposleno je obično 8-10 inženjera.

V. Korošec

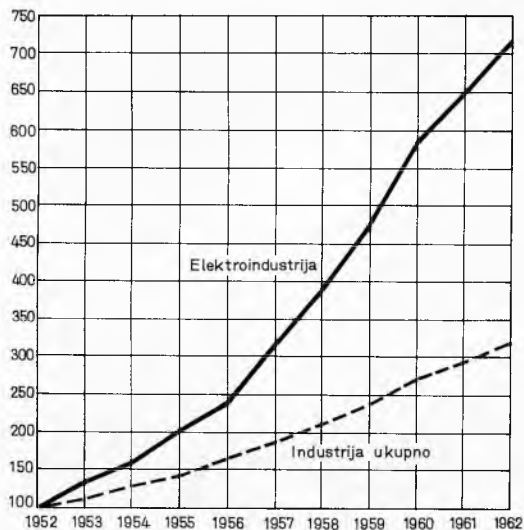
ELEKTROINDUSTRIJA

Elektroindustrija se može podeliti u ove grupacije: elektromašingradnja, proizvodnja aparata za domaćinstvo, kabelaška industrija, elektronička i telekomunikacijska industrija, ostala elektroindustrija. (Tako se vode preduzeća elektroindustrije u Saveznom zavodu za statistiku SFRJ.) Preduzeća elektromašingradnje proizvode prvenstveno rotacione električne mašine (generatore i motore), sklopne aparate i uređaje, transformatore; ona redovito projektiraju, proizvode i montiraju cela energetska postrojenja. O tim proizvodnjama v. članke *Električni strojevi*, *Električni sklopni aparati*, *Transformatori*. O proizvodima fabrikâ aparatâ za domaćinstvo v. članak *Električni kućanski strojevi*, *aparati i naprave*. Kabelaška industrija proizvodi, osim kabela, i ostale izolovane elektroprovodnike, navedene u članku *Električni vodovi*. Elektronička i telekomunikaciona industrija proizvodi elemente, aparate i uređaje o kojima je reč u člancima *Elektronika*, *Elektronika, sastavni dijelovi*, *Elektronika, uređaji*; osim toga telegrafsko i telefonske uređaje, električna brojila (v. *Brojila, električna*), uređaje za automatsku regulaciju, električne satove (v. *Električni satovi*), elektroakustičke aparate, uređaje i proizvode (v. *Elektroakustika*), rendgenske aparate i druge aparate medicinske elektronike itd. U grupaciji Ostala elektroindustrija nalazi se industrija sijalica, takođe industrija svetiljaka (v. *Električno osvetljenje*), industrija elektroinstalacionog materijala (v. *Električne instalacije*), proizvodnja akumulatora (v. *Akumulator*) i proizvodnja galvanskih elemenata i baterija (v. *Baterija, električna*). Ovamo se mogu ubrojiti takođe proizvođači elektropročelana, izolacionog materijala, ugljenih četkica i elektroda, električnih peći i grejačkih elemenata, dalekovodnih stubova.

Svetska elektroindustrija razvila se u 80-tim godinama prošlog veka. Naročito brz bio je njezin razvoj u USA i u Nemačkoj. Skoro od samog početka u tim je zemljama elektroindustriju monopolizovalo nekoliko velikih industrijskih preduzeća, koja su i do današnjeg dana zadržala vodeći položaj u toj industrijskoj grani na svetu. To su u USA u prvom redu General Electric Company, Westinghouse Electric and Manufacturing Company, Allis-Chalmers, a u Nemačkoj Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft i koncerni Siemens-Schuckert i Siemens-Halske.

Elektroindustrija Jugoslavije

Elektroindustrija Jugoslavije se 1938 sastojala od 22 radionice, opremljene starijim mašinama, koje su proizvodile zanatski, uglavnom sklapale uvezene delove, vršile usluge i opravke. Postepeno se pored industrije kabela obrazovala mala industrija sijalica, instalacionog materijala i elektromašinske opreme s primitivnim standardnim i veoma uskim asortimanom, naročito za potrebe elektroprivrede. Svega 1% ukupne proizvodnje otpadalo je na proizvodnju električnih mašina, i to za sitne elektromotorne pogone. Intenzivna elektrifikacija i industrijalizacija zemlje posle rata uputile su elektroindustriju Jugoslavije na specifičan razvojni put, različit od puta normalnog razvoja te industrije u svetu. Elektroindustrija je u prvim posleratnim godinama nužno bila orijentisana na podmirenje samo osnovnih potreba, i to prvenstveno u teškoj elektroopremi. Manje se razvijala proizvodnja za potrebe transformacije i prenosa električne energije, a zapostavljena je proizvodnja za potrebe distributivne mreže, artikala za široku potrošnju i električna tehnika u celini. Ova neusklađenost kapaciteta, koja je imala za posledicu takođe njihovo nedovoljno korišćenje i znatan uvoz, razmerno se brzo ublažavala kako se elektroindustrija Jugoslavije u pedesetim godinama preorijentisala od gotovo isključive proizvodnje teške elektroopreme na razvoj drugih zaostalih njezinih grana. Naročito je u tom periodu napredovala proizvodnja kabela, te proizvodnja radio- i telekomunikacionih uređaja. Velik su napredak ostvarili i kapaciteti koji proizvode opremu za osvetljavanje, uključujući i opremu za fluorescentno osvetljenje. Na polju proizvodnje proizvoda za ličnu potrošnju dostignut je nivo koji je omogućio normalan dalji razvoj usklađen s predviđenim porastom društvenog standarda. U tom periodu, zbog nedovoljne proizvodnje kooperacije i nedostatka specijalizovanih preduzeća i preduzeća za proizvodnju sastavnih delova, reprodukcioni materijal za neke grane elektroindustrije (npr. za električnu tehniku i proizvodnju aparata za domaćinstvo) uglavnom se uvozio, te su te grane industrije imale velikih montažnih karakter. Na prelazu od pedesetih na šezdesete godine preduzeća elektroindustrije proširila su proizvodnju kooperaciji i obrazovala poslovna udruženja i kombinata, a proizvodnja sopstvenog reprodukcionog materijala uticala je na smanjenje uvoza tog materijala.



Sl. 8. Indeks obima proizvodnje elektroindustrije Jugoslavije

Istraživačko-razvojnog radu u elektroindustriji od početka je posvećivana velika pažnja. Odeljenja za razvoj vodećih elektroindustrijskih preduzeća prešla su u elektrotehničke institute. Sopstveni istraživački kadar je, ipak, bio nedovoljan da bi se održao korak s tehničkim napretkom u svetu, pogotovo s obzirom na sve brojnije odlazanje visokokvalifikovanih stručnjaka na rad u inostranstvo. To se donekle nadoknađuje tehničkom saradnjom i proizvodnom kooperacijom s vodećim svetskim firmama (Siemens, AEG, Westinghouse, Philips, Asea, Magrini, Sprecher & Schuh, Brown - Boveri, Asoerofrigo, Carol Emag, Delle, Zanussi). Na taj način je u poslednjem desetletju asortiman svim proizvodima elektroindustrije obogaćen, a njihova konstrukcija i oblikovanje su

Tablica 14
PROSEČNE GODIŠNJE STOPE RASTA
ELEKTROINDUSTRIJE 1956—1963 i 1963—1971

Grupacija	1956—1963	1963—1971
Elektromašingradnja	17,6%	16,7%
Kabelska industrija	24,2%	6,8%
Aparati za domaćinstvo	26,2%	17,5%
Elektronička industrija	39,4%	10,3%
Ostala elektroindustrija	13,3%	5,8%
ELEKTROINDUSTRIJA	21,4%	11,9%

usavršeni. Fizički obim proizvodnje u elektroindustriji posle rata znatno je brže rastao nego u industriji Jugoslavije u celini, kako se razabire na grafikonu sl. 8. (Industrija kao celina imala je u periodu 1953—1962 prosečnu stopu rasta fizičkog obima proizvodnje 12,2%, a elektroindustrija 22,6%). Pojedine grupacije imale su različite stope rasta. Tabl. 14 pokazuje prosečne godišnje stope rasta pojedinih grupacija elektroindustrije 1956—1963 i 1963—1971. Kako se vidi iz te tablice, do 1963 elektromašingradnja imala je nižu stopu rasta od elektroindustrije u celini; posle 1963 stope rasta svih grupacija su opadale, kao i ukupna stopa rasta elektroindustrije, ali je stopa rasta elektromašingradnje opala samo

vrlo malo, tako da je za period 1963—1971 bila veća od ukupne stope rasta elektroindustrije i druga iza industrije aparata za domaćinstvo. Posmatrano po grupama proizvoda, najviše je porasla proizvodnja frižidera, a zatim televizijskih prijemnika. Od proizvodnje pojedinačnih artikala najveći porast je ostvarila proizvodnja mašina za pranje rublja: god. 1962 proizvedeno je 937 t zastarelih neautomatizovanih mašina, a 1971 god. 29 546 t savremenih mašina, većinom superautomatizovanih. Kretanje obima proizvodnje po važnijim grupama proizvoda od 1963 do 1971 prikazano je u tabl. 15.

Tablica 15

OBIM PROIZVODNJE VAŽNIJIH PROIZVODA ELEKTROINDUSTRIJE
1963 — 1971

Grupa proizvoda	Jedinica mere	1963	1965	1967	1969	1971	Indeks 1971/1962
Rotacione mašine	1000 t	9,3	11,0	13,1	15,3	25,9	292
Transformatori	"	10,5	12,5	20,9	21,3	18,3	197
Olovni kabeći	"	53,7	56,8	59,4	62,6	73,3	158
Ostali izolovani	"	18,7	23,6	31,7	26,9	38,8	232
proizvodnici	"	5,9	11,9	11,1	19,7	28,2	530
Akumulatori	"	404	623	842	671	855	203
Brojila	1000 kom.	377	504	240	282	236	82
Radio-prijemnici	"	117	254	252	334	317	441
TV-prijemnici	"						
Sijalice za jaku struju	miliona kom.	21,2	29,4	28,6	37,8	41,3	199
Fluorescentne cevi	"	1,4	1,5	1,2	1,9	3,4	340
Telefonski aparati	1000 kom.	88	94	76	130	260	338
Telefonske centrale	1000 priklj.	119	186	250	369	553	517
Tehnički aparati*	1000 t	20,2	19,9	27,9	38,6	49,9	318
Frižideri	1000 kom.	122	173	188	382	427	570

* Mašine za pranje rublja, bojleri, štednjaci, grejalice.

U god. 1971 učešće elektroindustrije u ostvarenom društvenom proizvodu cele jugoslovenske industrije iznosilo je 6,7%, a u ukupnom prihodu industrije i ostvarenom dohotku 7,1%. Elektroindustrija je znatno produktivnija od industrije u celini (1957 u elektroindustriji je nacionalni dohodak po 1 kWh bio 4,5 puta, a po 1 radniku 1,64 puta veći nego u industriji kao celini).

Strukturu preduzeća jugoslovenske elektroindustrije karakteriše nisko učešće malih industrijskih preduzeća. U 1971 u elektroindustriji bilo je ukupno 82 preduzeća, i to u grupaciji elektromašingradnje 21, industriji aparata za domaćinstvo 6, kabelskoj industriji 4, električkoj i telekomunikacionoj industriji 15 i ostaloj elektroindustriji 36. Unutar tih grupacija pretežan deo proizvodnje ostvaruje po nekoliko većih preduzeća.

U elektromašingradnji: Poduzeće za proizvodnju električne opreme, projektiranje i montažu postrojenja «Rade Končar», Zagreb; Preduzeće za projektovanje i izgradnju energetskih i industrijskih postrojenja «Energoinvest», Sarajevo i Preduzeće za projektovanje, proizvodnju i montažu energetskih i industrijskih postrojenja «Minel», Beograd, ostvaruju ~ 80% proizvodnje.

U grupaciji proizvođača aparata za domaćinstvo veća preduzeća su: Tovarna gospodinske opreme «Gorenje», Velenje; Elektroindustrija «Oboda», Cetinje; Preduzeće «Sloboda», Čačak; Elektrostrojno podjetje «Tiki», Ljubljana. Pored njih, iako se ne vode u ovoj grupaciji, aparate za domaćinstvo proizvode takođe preduzeća «Rade Končar», Zagreb; Elektronska industrija, Niš; Združeno podjetje «Iskra», Kranj i «Energoinvest», Sarajevo.

Kabelsku industriju čine tri velika preduzeća: Fabrika kablova «Moša Pi-jade», Svetozarevo; Novosadska fabrika kablova (Novkabel), Novi Sad i Tvornica električnih kabela i vodova «Elka», Zagreb.

Preko 90% proizvodnje električke i telekomunikacione industrije ostvaruju: Industrija za elektromehaniku, telekomunikacije, elektroniku, automatiko in elemente, Združeno podjetje «Iskra», Kranj; Tvornica telekomunikacionih uređaja «Nikola Tesla», Zagreb; Elektronska industrija, Niš; Fabrika za elektromehaniku i elektroniku «Čajavec», Banja Luka i Radio-industrija «RIZ», Zagreb.

U ostaloj elektroindustriji su proizvođači sijalica: Tvornica električnih žarulja «TEŽ», Zagreb i Fabrika sijalica «Tesla», Pančevo; proizvođači električnog instalacionog materijala: Tvornica elektroinstalacionog materijala i regulacionih sklopova «Elektrokontakt», Zagreb; Tovarna elektromaterijala «Elmas», Ljubljana-Črnuče i Industrija elektroinstalacionog materijala «Nopal», Bačka Palanka; proizvođači akumulatora: Tvornica akumulatora i gumenih proizvoda «Munja», Zagreb; Tovarna akumulatorjev «Vesna», Maribor; Fabrika akumulatora «Trepča», Kosovska Mitrovica; Tvornica akumulatora «Nikola Tesla», Brčko i Industrija za proizvodnju akumulatora «Svetlost», Bujanovac; proizvođači galvanskih elemenata: Tvornica baterija, svjetiljaka i prigušnica «Croatia», Zagreb; Tovarna baterija «Zmaj», Ljubljana i Tvornica baterija «Nikola Tesla», Gospić.

Razmeštaj elektroindustrije Jugoslavije vidi se na sl. 9.

Stepen korišćenja kapaciteta u jugoslovenskoj elektroindustriji veoma je različit po pojedinim grupacijama i iznosi od 60 do 90%. U proseku, u 1970 korišćeno je 78% kapaciteta.

Udeo izvoza jugoslovenske elektroindustrije u proizvodnji do 1970 stalno je rastao. Dok je proizvodnja elektroindustrije od 1956 do 1962 narasla za faktor 3,15, izvoz je proizvođač elektroindustrije narastao u istom periodu za faktor 5,21. Kako se dalje kretao udeo izvoza u proizvodnji pokazuje tabl. 16. Učešće elektroindustrije u ukupnom jugoslovenskom izvozu industrijskih proizvoda povećano je od 5,4% u 1962 na 8,5% u 1971. Uvoz je proizvođač elektroindustrije stalno veći od izvoza. Do 1965

on je u odnosu prema rastu domaće industrije bio sve niži: u periodu od 1956 do 1962 on je narastao samo za faktor 2,32. Iza 1965 domaće se potrošnja proizvoda elektroindustrije, prvenstveno elektroopreme, sve više podmiruje iz uvoza, a sve manje iz domaće proizvodnje, pre svega zato što inostrane firme nude povoljnije kredite i ostale uslove prodaje mašina i opreme nego domaći proizvođači.

Tablica 16
ODNOSI PROIZVODNJE, UVOZA, IZVOZA I POTROŠNJE
ELEKTROINDUSTRIJSKIH PROIZVODA
1963 — 1971

	1963	1965	1967	1969	1971
Potrošnja iz domaće proizvodnje	100	100	100	100	100
iz uvoza	79	82	74	72	66
Izvoz u odnosu na proizvodnju	14,9	18,1	21,7	20,6	27,8
Uvoz u odnosu na proizvodnju	23	18,4	27,3	29,5	36,9
Pokriavanje uvoza izvozom	64,9	98,4	79,6	60,0	75,5

Najveći deo uvoza elektroindustrijskih proizvoda čine elektrotermičke peći, elektromotori od 10 do 1000 kW, otvorene razvodne ploče i pultovi, transformatori snage, generatori snage iznad 1000 kW, turbogeneratori i agregati sa benzinskim motorom, zatim različiti električni proizvodi i uređaji za automatizaciju.

Električne peći se uvoze radi dopunjavanja asortimana domaće proizvodnje. Od rotacionih mašina do 1000 kW uvoze se uglavnom one koje se ne proizvode u zemlji usled neekonomičnosti proizvodnje (specijalnih tehničkih zahteva). Delove generatora, motora, transformatora i ispravljača razvodnih uređaja uglavnom je uvozila elektromašinogradnja za svoje potrebe, kao delove za ugradnju. Takođe su uvoženi niskonaponski i visokonaponski prekidači koji se ne proizvode u zemlji. Transformatori, agregati sa benzinskim motorom, turboagregati i generatori snage iznad 1000 kW uvoženi su jer su inostrani proizvođači nudili povoljnije uslove prodaje nego domaća elektroindustrija. U širokom asortimanu električnih proizvoda i uređaja za automatizaciju dobar deo se još ne proizvodi u zemlji i zato se uvozi. Jugoslavija uvozi elektroindustrijske proizvode uglavnom iz zapadnih industrijski razvijenih zemalja. Samo ~ 15% tog uvoza dolazi iz istočnoevropskih zemalja, članica SEV.

Proizvodi kableske industrije čine pretežan deo ukupnog izvoza elektroindustrije Jugoslavije do 1969, kada su iznosili 55%. Međutim, u 1971 učešće kableske industrije u ukupnom izvozu elektroindustrije bilo je samo 29,5%. Izvoz proizvoda elektroindustrije, bez kableske industrije, imao je dvostruko veću stopu rasta od izvoza kableskih proizvoda (26% : 12%). Od ukupnog izvoza elektroindustrije, bez kabela, u 1971 godini 53% otpada na konvertibilno područje, 39% na zemlje SEV, a 8% na ostale zemlje klirinškog područja. Od ukupnog izvoza u zapadne zemlje, gotovo 3/4 otpada na sledećih pet grupa proizvoda: elektromotore do 50 W; električne rotacione mašine do 10 kW; delove generatora, transformatora, motora i ispravljača; električne rotacione mašine od 10 do 1000 kW; otpornike i reostate. U zapadne industrijski razvijene zemlje izvoze se u stvari isključivo serijski proizvodi — delovi za ugrađivanje i elementi električnih uređaja, pretežno u okviru kooperacionih tehničko-ekonomskih aranžmana s inostranim firmama. U zemlje SEV izvozi se teška elektroenergetska oprema (transformatori, razvodni uređaji i prekidači za visoki napon). U zemlje u razvoju izvozi se oprema za hidro- i termoelektrane, koje su jugoslovenska preduzeća gradila u tim zemljama. Najveći uvoznik proizvoda jugoslovenske elektroindustrije je SSSR. Od ukupno ostvarenog izvoza elektroindustrije 1971, gotovo 24% je realizovano u SSSR (~ 480 miliona dinara). Najveći deo izvoza u SSSR čine kabeći (46%, odnosno ~ 220 miliona dinara).

Dalji razvoj elektroindustrije usko je vezan za razvoj i modernizaciju proizvodnje i potrošnje električne energije, saobraćaja (železničkog, drumskog i PTT), kao i razvoj bazične industrije.



Sl. 9. Teritorijalni razmeštaj elektroindustrije Jugoslavije 1971

Pošto se u periodu do 1975 predviđa puštanje u pogon novih kapaciteta bazične industrije (aluminijum, bakar, hemijska industrija i dr.), koja je veliki potrošač električne energije, to se i elektromašinogradnji stvaraju mogućnosti da poveća proizvodnju za potrebe elektroprivrede i bazične industrije. Modernizacija saobraćaja (železničkog, PTT i drumskog) zahteva modernu vuču, sigurnosne uređaje, telefonske i telegrafske centrale, kao i ostale uređaje elektronike i telekomunikacija, što stvara uslov za razvoj proizvodnje u oblasti elektronike i telekomunikacija. Predviđa se i dalji porast proizvodnje trajnih potrošnih dobara, kako za potrebe domaćeg tržišta tako i za izvoz. Povećanje izvoza omogućavaju već zaključeni ugovori o dugoročnoj kooperaciji. S obzirom na visoki tehnički nivo ovih proizvoda, predviđa se i povećanje izvoza takođe u direktnoj prodaji gotovih proizvoda i delova.

Na osnovu tih faktora i dostignutog nivoa razvoja, izgrađenih kapaciteta i raspoloživih kadrova, predviđa se da će proizvodnja elektroindustrije u periodu do 1975 rasti po godišnjoj stopi od 10·12%.

LIT.: R. Schneider, G. Schnaus, Elektrische Energiewirtschaft, Berlin 1936. — M. Wolf, H. Junge, Belastungskurven und Dauerlinien in der elektrischen Energiewirtschaft, 2. sv. djela M. Wolf (Herausg.), Enzyklopädie der Energiewirtschaft, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1959. — G. Oberdorfer, D. Schaller, Elektrische Energietechnik, u djelu: E. Philippow (Herausg.), Taschenbuch Elektrotechnik, Berlin 1966. — N. Ivošević, Elektroenergetika, Beograd 1970.

Podaci o elektroprivredi Jugoslavije nalaze se u godišnjacima i drugim publikacijama zajednice jugoslovenske elektroprivrede, Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije, Saveznog zavoda za statistiku i Saveznog zavoda za privredno planiranje. Poglavlje o elektroindustriji u ovom članku sastavljeno je, skraćeno, prema prikazima razvoja i stanja te industrije koji su 1957, 1963 i 1972 izašli u mesečniku »Jugoslavenski pregled, Informativno-dokumentarni priručnik o Jugoslaviji«. U toj će publikaciji i ubuduće periodski izlaziti dokumentirani zbirni prikazi razvoja i stanja jugoslovenske elektroindustrije.

R

ELEKTROSTATIČKE OPERACIJE, tehnološke operacije koje za razdvajanje smjesa i obrazovanje nekih proizvoda iz sirovina ili polufabrikata iskorištavaju djelovanja među jakim električnim poljima i električki nabijenim sitnim čvrstim tijelima ili kapljicama tekućine i usmjerenom kretanje električki nabitih čestica u električnom polju. Neke elektrostatičke operacije pri kojima se sitne čestice usmjeravaju u električnom polju blisko su srodne elektroforetskim operacijama, pri kojima se to isto čini (v. Elektroforetsko oblaganje i oblikovanje u čl. *Elektrokinetičke operacije*, TE 4, str. 400). Razlika je među jednim i drugim operacijama što se čestice pri elektrostatičkim operacijama električki nabijaju influencijom, trenjem, bombardiranjem ionima ili djelovanjem jakog polja, a pri elektroforezi one se nabijaju uslijed fizičko-kemijskog djelovanja medija na njih (v. *Elektrokinetičke operacije*, TE 4, str. 398). Uočljivo se i praktički razlikuju te dvije vrste operacija po tome što se elektroforeza provodi po pravilu u tekućem mediju, a elektrostatičke operacije u plinovitom (zraku).

Naziv »elektrostatičke operacije« opravdan je utoliko što električni naboj miruje u odnosu prema česticama na kojima je smješten i što kretanje nabijenih čestica u polju i njihovo izbijanje na elektrodi ne prate magnetske, kemijske ni toplinske pojave (v. *Elektricitet, statički*, TE 3, str. 580), ali nije uvijek u potpunosti opravdan ako se operacija promatra u cjelini: prenos naboja na česticama s jedne na drugu elektrodu predstavlja ipak (makar malu) struju, a nabijanje čestica bombardiranjem ionima nije nimalo statički proces. Stoga se npr. u SSSR, izbjegavajući naziv »elektrostatičke operacije«, govori o »elektroionskoj tehnologiji« i ova smatra dijelom tehnološke elektronike.

Elektrostatičkim se operacijama mogu podvrgnuti bilo kakvi pogodno dispergirani materijali, kako električki vodljivi tako i nevodljivi, čvrsti, tekući i paroviti. Odatle široko praktično značenje tih operacija.

Elektrostatičke se operacije redovito provode u tri stadija ili podoperacije: stvaranje električnog naboja na česticama obrađivanog materijala, kretanje nabijenih čestica u električnom polju, skupljanje produkta ili obrazovanje izratka na elektrodama ili u blizini elektroda.

Čestice obrađivanog materijala mogu se električki nabiti na više načina: kontaktom (»trenjem«: triboelektrički), influencijom ili bombardiranjem ionima. O stvaranju električnog naboja kontaktom (trenjem) i influencijom v. poglavlje Stvaranje statičkog elektriciteta u članku *Elektricitet, statički*, TE 3, str. 582. O nabijanju čestica bombardiranjem ionima (koronom) v. poglavlje Elektrostatički precipitatori (elektrofiltri) u članku *Čišćenje plinova*, TE 3, str. 120.

Nabijene čestice kreću se u električnom polju stvorenom naboja na elektrodama ili uz učešće prostornog ionskog naboja, pod djelovanjem kulonskih ili polarizacijskih sila, također u vlastitom polju čestica, ponekad uz istovremeno iskorištenje gravitacije ili aerodinamičkih sila (prosto usmjereno gibanje, gibanje uz istovremeno koaguliranje, orijentiranje ili deformiranje čestica).

Kad se kuglasta čestica s nabojem Q i polumjerom r postavi u električno polje jakosti E , na nju djeluje u pravcu električnog polja sila F_e koja je određena jakošću polja i nabojem čestice:

$$F_e = EQ. \quad (1)$$

Ubrzanju čestice pod djelovanjem sile F_e suprotstavlja se trenje F_d , koje je prema Stokesovu zakonu razmjerno viskozitetu medija η , brzini kretanja čestice v i njezinu polumjeru r :

$$F_d = 6\pi\eta rv. \quad (2)$$

Od trenutka kad uslijed porasta brzine sila trenja postane jednaka sili polja, čestica se dalje kreće jednoličnom brzinom v_1 , na koju je do tog trenutka bila ubrzana. Iz jednadžbe $F_d = F_e$ slijedi

$$v_1 = \frac{EQ}{6\pi\eta r}. \quad (3)$$

Ako je disperzijski medij zrak, čestica koja ulazi u proces postiže konačnu brzinu v_1 gotovo trenutčno.

Iz jedn. (3) vidi se da je, uz inače jednake uvjete, brzina v_1 (a time također produktivnost procesa i energija sudara s elektrodom taloženja) obrnuto razmjerna viskozitetu medija η . To je razlog zbog kojega su, po pravilu, samo elektrostatičke operacije u plinovitom mediju (zraku) ekonomično provedive. Uz dani viskozitet, brzina je v_1 upravo razmjerna jakosti polja E i naboju Q , a obrnuto razmjerna veličini čestice (r). Jakost se polja E može, radi povećanja brzine v_1 , gotovo po volji povećavati; naboju Q , naprotiv — kako je poznato — ne može se povećati iznad određenog maksimuma, a dimenzije čestica često su određene tehnološkim postupkom, ali moraju u većini operacija biti male.

Osim sila F_e i F_d , prikazanih jednadžbama (1) i (2), na česticu u električnom polju djeluje i mehanička sila izazvana nabojem na čestici, tzv. *ponderomotorna sila* F_p , koja iznosi

$$F_p = 4\pi \frac{\epsilon - 1}{\epsilon - 2} r^3 E \frac{dE}{dx}, \quad (4)$$

gdje je ϵ dielektričnost čestice, a x koordinata koje se smjer poklapa sa smjerom električnog polja. (Uspor. s jedn. (5).)

Iz prednje jednostavne analize može se razabrati koliko je povoljnije taložiti sitne čestice s pomoću elektrostatičkih sila nego s pomoću gravitacije ili centrifugalne sile. Tako npr. električno polje jakosti 600 V/cm u nekom dielektriku s relativnom dielektričnošću 2 djeluje na maksimalno nabijenu česticu jedinične gustoće i polumjera 200 μ m silom 15 puta većom od sile kojom na nju djeluje gravitacija, a 150, odn. 1500 puta većom ako je polumjer čestice 20, odn. 2 μ m. Da bi se jednaki učinci postigli primjenom centrifugalne sile, potrebne su neusporedivo veće energije i složenija oprema nego pri elektrostatičkim metodama.

Nabijene čestice, stignu li na elektrodu koja ima naboj suprotan naboju koji same nose, gube odmah taj svoj naboj ako su električki vodljive, a ako nisu vodljive, gube naboj sporije i prijanjaju uz elektrodu pod djelovanjem »zrcalne sile«. Ta razlika među ponašanjima čestica različite površinske vodljivosti, a isto tako i razlika među ponašanjima nevodljivih čestica koje su se uslijed različite dielektričnosti različito nabile, iskorištava se za njihovo razdvajanje.

Elektrostatičke se operacije mogu prema primjeni podijeliti na sedam grupa: a) Razdvajanje smjesa na osnovi razlika u uvjetima nabijanja čestica njihovih sastojaka, na osnovi različitog kretanja u električnom polju ili različitog prijanjanja čestica uz elektrodu: *električna separacija i oplemenjivanje ruda, polimernih materijala, sjemenki* i dr.; b) taloženje čestica materijala prostim upravljanjem njihova gibanja: *elektro-filtracija, elektrostatičko ličenje, glaziranje i emajliranje, električno dimljenje mesa i ribe, električno zaprašivanje biljki*, i dr.; c) stvaranje smjesa i formiranje izradaka u električnom polju ili na elektrodi uz djelovanje jednih nabijenih čestica na druge: *električno miješanje sipkih materijala, koagulacija u električnom polju*, i dr.; d) orijentiranje čestica u električnom polju po geometrijskim ili molekularnim osima i izrada na elektrodi proizvoda iz tih čestica: *elektrostatičko nanošenje vlakana na tkanine, papir* i dr., *prosjijavanje duguljastih čestica* (npr. *sjemenki*), *proizvodnja abrazivnih tkanina i papira, proizvodnja polarizacijskih filtara (polaroida)*, i dr.; e) deformiranje čestica u električnom polju u kombinaciji s procesima navedenim pod d): *elektrostatičko ličenje, elektrostatičko pređenje, oblikovanje elektreta*; f) druge kombinacije procesa navedenih pod a)···e); g) kombinacije tih procesa s djelovanjem topline ili kemijskih reagenata: *elektrostatičko oblaganje zaštitnim i drugim polimernim slojevima, taljenje ekstremno čistih metala suspendiranih u električnom polju* i dr. Time nisu iscrpene sve mogućnosti primjene elektrostatičkih operacija, tehnološke grane koja se još nalazi u razvoju.

Prve »elektrostatičke« operacije uvedene u tehničku praksu bile su elektrostatička separacija i elektrofiltracija. Te su se dvije operacije razvile otprilike istovremeno; u kasnijem razvoju nastao je izvjestan zastoj u primjeni elektro-