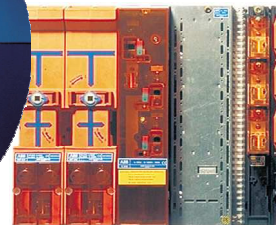
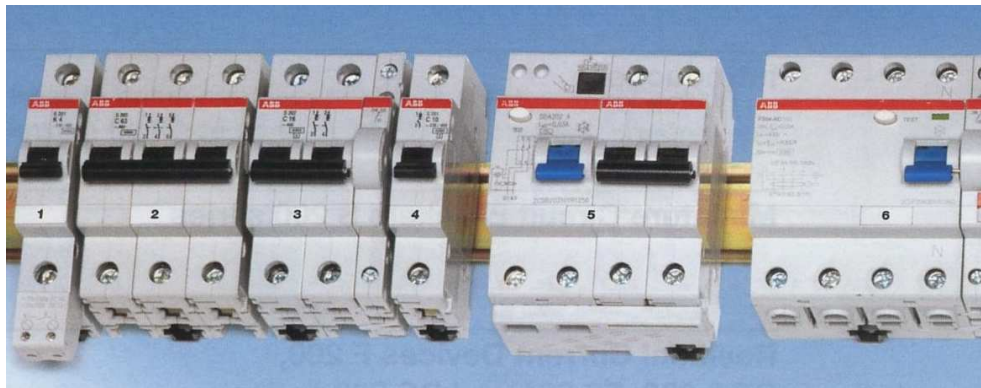


ELEKTRIAPARAADID



KIRJANDUST

- Elektriaparaadid. Loengukonspekt internetis.
Aadress: www.ene.ttu.ee/elektriamid > õppetöö > õppeained > AAR3340 Elektriaparaadid
- Rain Lahtmets. Kaitseaparaadid. TTÜ, 2005. 84 lk.
- Raivo Teemets. Kaitseülilitid. TTÜ, 1994. 92 lk.
- Tõnu Lehtla. Andurid. TTÜ, 1996. 124 lk.
- Endel Risthein. Madalpingepaigaldiste liigpingekaitse. Tallinn, Eesti Moritz Hermann Jacobi Selts, 2002. 72 lk.
- Endel Risthein. Kaitseviisid elektriohutuse tagamisel. Tallinn, EETEL-EKSPERT, 2002, – 112 lk.
- Raivo Teemets. Rikkevoolukaitse. Tallinn, EETEL-EKSPERT, 2004, – 72 lk.
- John R. Mason. Switch Engineering Handbook. McGraw-Hill, Inc., 1993. 496 p.
- Basics of Circuit Breakers. Rockwell Automation, 1996, 102 p., www.ab.com (2002).
- Arthur Wright & Gordon Newberry. *Electric Fuses. (IEE power & energy series, 49). 2004, 251 p.*
- Электрические аппараты защиты. Составитель Т. Лехтла. Таллинн: ТПИ, 1987. 112 с.
- Основы теории электрических аппаратов. Под ред. И. С. Таева. Москва: Высшая школа, 1987. 352 с.
- Родштейн Л. А. Электрические аппараты. Ленинград: Энергоиздат, 1981. 304 с.
- Чунихин А. А. Электрические аппараты. Общий курс. Москва: Энергоатомиздат, 1988. 720 с.

S. SISSEJUHATUS

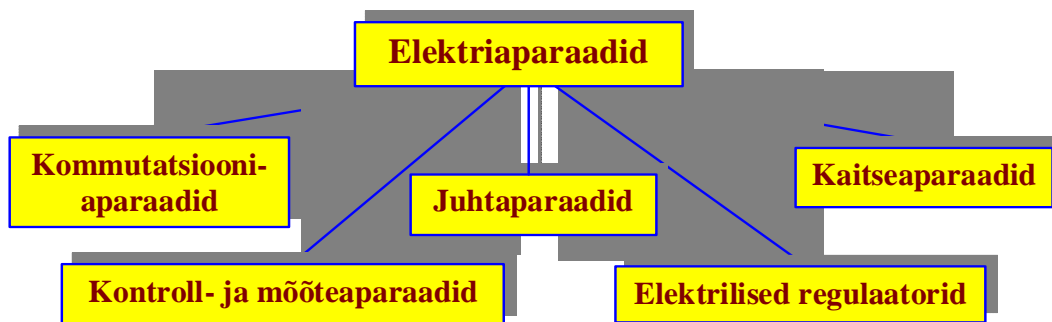
S1. ELEKTRIAPARAADI MÕISTE JA KLASSIFIKATSIOON

Eeltoodust selgub **elektriaparaadi mõiste**.

Elektriaparaat (EA) on elektrotehniline seade elektriahelate ja -seadmete **kaitseks, kommutatsiooniks, kontrolliks, juhtimiseks või reguleerimiseks**.

Kuidas klassifitseerida elektriaparaate?

Kaasaegne EA on enamasti keeruline tehniline seade, mis võib täita mitmeid eeltoodud funktsioone. Seetõttu on EA klassifitseerimine raske ülesanne. Levinum on EA klassifitseerimine otstarbe e. *põhifunktsiooni* järgi (joonis S1).



Joonis S1. Elektriaparaatide klassifikatsioon põhifunktsiooni järgi

1. **Kaitseaparaadid** on mõeldud elektriahelate kaitseks liigvoolude, liig- ja alapingete eest, aga ka elusolendite kaitseks elektrilöögi eest, samuti ka kaitselahutamiseks. Sellesse gruppi kuuluvad *sulavkaitsmed, kaitselülitid, kaitsereled, liigpingepiirikud* jt.
2. **Kommutatsiooniaparaadid** on mõeldud elektriahelate kommutatsiooniks, s.o. sisse-, välja- ja ümberlülitamiseks. Sellesse gruppi kuuluvad mitmesugused *lülitid, ümberlülitid, kontaktorid* jms.
3. **Juhtaparaadid** on ette nähtud mitmesuguste objektide talituse juhtimiseks (*juhtnupud, reled, juhtkellad, taimerid, kontrollid* jms.).
4. **Kontroll- ja mõõteaparaadid** on mõeldud elektriliste või mitteelektriliste suuruste kontrolliks või mõõtmiseks. Siia kuuluvad mitmesugused *reled* (pinge-, voolu, sageduse jt. reled), *muundurid* (voolu- ja pingetraford) ja *andurid* (temperatuuri, rõhu, liikumise jt.

andurid), aga ka arvestid (nt rahvakeeles voolumõõtljad) ja *mõõteriistad* (nt amper- ja voltmeetrid).

5. **Elektrilised regulaatorid** on mõeldud elektriahelate mitmesuguste parameetrite (pinge, vool, sagedus jt.) reguleerimiseks.

Sageli puudub kindel piir erineva põhifunktsiooniga aparaatide vahel, s.o. üks aparaat võib oma omaduste poolest kuuluda üheaegselt mitmesse gruppi. Näiteks võib kaitselüliteid mõningatel tingimustel kasutada ka kommutatsiooniparaatidena.

Ühe grupi piires võivad EAd omakorda jaotuda (tabel S1).

Tabel S1 **Elektriparaatide liigitus mõnede kõrvalnäitajate järgi**

Elektriparaadi liigitamise aluseks olev tunnus				
Pinge	Voolu liik	Kaitstuse aste	Tööpõhimõte	Muu näitaja
madalpinge < 1000 V	alalisvool, vahelduv- vool:	lahtised, kaitstud, pritsmekindlad, veekindlad, hermeetilised, plahvatusohutud EAd	elektromagnetilised, magnetelektrilised, induktsioon-, induktiiv-, mahtuvuslikud, termilised, elektronilised EAd	kontakt-, kontaktivabad, kiiretoimelised, automaatsed, mitteautomaatsed EAd
kõrgepinge ? 1000 V	a) $f = 50$ Hz b) $f \neq 50$ Hz			

S2. ÜLDNÕUDED ELEKTRIAPARAATIDELE

- Elektriparaadi vooluahel *peab normaaltalitluses laskma läbi nimivoolu kui tahes pika aja jooksul*. Selle nõude täitmiseks ei tohi aparaat kuumeneda üle piirtemperatuuri, mis on lubatud kas aparaadile tervikuna või tema üksikdetailidele.

- ❖ *Normaaltalitus* on talitus, mille puhul aparaadi talitusparameetrid (pinge, vool, talitluse tüüp, keskkonnatingimused jms) vastavad valmistaja poolt antud näitajatele.
- ❖ Kuumeneda võivad nii tööjuhid, juhtivosad (metallist) kui ka mittejuhtivosad (nt kinnitusdetailid ja kest, mis ei pruugi olla metallist).

- Elektriparaadi *tundlikkus peab olema nii kõrge*, et ta reageeriks jälgitava parameetri väikestele hälvetele.

- ❖ Sõltuvalt aparaadi otstarbest nõutakse selle reageerimist teatud sisendsuuruse või selle muutumise miinimumväärtusele, mis määrabki ära seadme tundlikkuse.

3. Elektriaparaat *peab taluma rikke- või avariitalitluses* (liigkoormus, lühis) tekkivate *suurte termiliste ja elektrodünaamiliste koormuste mõju* ilma jääkdeformatsioonideta, mis takistaksid ta edasist normaalset tööd.

- ❖ Lühisel ületavad aparaati läbivad voolud sadu kuni tuhandeid kordi seadme nimivoolu, tekkivad termilised ja dünaamilised mõjud on aga võrdelised voolude ruuduga ning on seetõttu tohutult suuremad võrreldes normaaltalitlusega. Nende mõjuga arvestatakse aparaatide projekteerimisel ja valmistamisel.

4. Elektriaparaadi *kontaktid peavad tagama piirlühisvoolude lahutamise*. Pärast piirlühisvoolude lahutamist peab elektriaparaat *olema uuesti töökõlblik* normaaltalitluseks.

- ❖ Selle nõude täitmisega on määratud aparaadi *lahutusvõime*: aparaat peab olema võimeline kustutama lühisvoolude lahutamisel tekkivat elektrikaart ja sellega katkestama vooluahelat. Seda asjaolu on vaja tingimata arvestada elektriaparaadi valikul vooluahelas tekkida võiva suurima lühisvoolu arvutamise või mõõtmise kaudu.

5. Elektriaparaadid peavad olema piisavalt *kiiretoimelised*, et vältida rikke- või avariitalitlusest tingitud kahjustusi, õnnetusjuhtumeid ja purustusi, aga ka tagada juhtimisfunktsiooni edukas täitmine.

- ❖ Kiiretoimelisust nõutakse näiteks kiiretoimelistelt kaitseaparaatidelt, mis on võimelised piirama lühisvoolu kasvu enne selle tõusu siinuse maksimumini.
- ❖ Juhtaparaadi (nt anduri) kiiretoimelisus tagab tehnoloogilise protsessis vajalike siirdeprotsesside kulgemise tõhususe ja nõutava kvaliteedi.

6. Elektriaparaadist kaarekustutusprotsessi ajal välja paiskuvate kuumade *ioniseeritud gaaside ala peab olema minimaalne*, mis vähendab jaotusseadmete mõõtmeid ning tõstab teeninduse ohutust.

- ❖ Elektriahela lahutamisel tekkiva elektrihaare kustutamisel kasutatakse tihti nn kaare elektrilist puhumist, mille puhul elektrihaar surutakse magnetvälja abil kontaktide vahelt kaarekustutuskambrisse ja sealt edasi aparaadist välja. Kustunud kaar kujutab endast ioniseeritud gaasi pilve, mis võib jaotusseadme voolujuhtivate osade vahele sattudes tekitada tõsise avarii (lühise).

7. Elektriaparaadid peavad tagama kaitse *selektiivsuse*, s.t. nad peavad lülitama elektrivõrgust välja ainult kahjustatud vooluahela osa (liini, seadme või seadmerühma).

- ❖ Selektiivsuse tagamiseks tuleb kaitseaparaadid valida nii, et toiteallikast kõige kaugemal asuv aparaat on kõige tundlikum (kas nt voolu suuruse või kiiretoimelisuse järgi).

8. Elektriaparaatide põhilised *tunnussuurused* (nimivool, rakendamisstunnumäär jt.) *peavad olema stabiilsed* kogu kasutusaja jooksul. See tagab nende õige töö.

- ❖ Stabiilsuse tagavad valmistajad oma tehnoloogiaga, mis ei luba tavalisi kaitselüliteid avada ega nende tundlikke elemente reguleerida ega vahetada. Teatud hajuvus tunnussuurustel siiski on, kuid see jääb lubatu piiresse ja sellest teavitatakse tarbijat.

9. Elektriaparaadil peab olema teatav *nõutav töökindlus*, s.o. tõrketa töö kestus, ning *tööiga*, s.o. ajavahemik aparaadi kasutamise algusest kuni aparaadi kasutuskõlbmatuks muutumiseni.

- ❖ Töökindlus ja tööiga on elektriseadmete töötamise seisukohalt väga olulised näitajad, mis tagavad nende ohutu ja kvaliteetse töö võimalikult pika aja jooksul.

10. Igal elektriaparaadil peavad olema *võimalikult väiksed mõõtmed, mass ja maksumus*, samuti *lihtne ehitus*; teda peab olema *mugav käsitleda ja tehnoloogiline toota*.

- ❖ See nõue viis valmistajaid nn moodulpõhimõtte väljatöötamise ja juurutamiseni, mis tagab EADE kompaktse ehituse ja mugavuse nende kasutamisel ja vahetamisel.

11. Elektriaparaat peab olema *ohutu*, s.t. vastama teatavatele elektriohutuse nõuetele.

- ❖ Aparaat ei tohi selle kasutajale kujutada mingit ohtu, mis tema sees ka ei juhtuks.

12. Elektriaparaadi *ehitusviis peab vastama kasutuskeskkonnale*. See nõue on oluline elektriaparaadi kaitseastme valikul.

- ❖ Selleks tuleb valida antud keskkonda sobiva *kaitseastmega* IP aparaat, mis välistaks keskkonna kahjuliku mõju aparaadile (nt niiskus) või aparadi kahjuliku mõju keskkonnale (plahvatusoht). Kui seda ei ole võimalik teha aparadi valikuga, tuleb aparaat paigutada keskkonda sobiva kaitseastmega kaitsekesta.

Mainitust järeldeb, et elektriaparaatide talitus on seotud mitmete füüsikaliste nähtustega, millest olulisemad on

- **elektrodünaamilised jõud,**
- **kuumenemine,**
- **elektrikaar,**
- **kontaktide kulumine,**
- **liigpinged.**

Kõigi mainitud nähtustega tuleb arvestada nii elektriaparaatide projekteerimisel, valmistamisel kui ka käidul*.

***Käit (эксплуатация).**

Igasugune, sealhulgas töötoiminguid sisaldav tegevus elektripaigaldise talitluses hoidmiseks. See hõlmab selliseid toiminguid nagu lülitamised, juhtimine, seire ja hooldamine ning nii elektri- kui ka mitteelektritööd.

Järgnevatel lähipeatükkides käsitlemegi lähemalt neid protsesse.

Nii on edaspidi kergem mõista elektriaparaatide tööõhimõtet, ehitust, paigaldamist ja kasutamist.