

1 Sissejuhatus

Elektrisüsteemi iseärasuseks on ööpäevaringne paralleeltöö elektrijaamade ja tarbijate vahel, kusjuures igal ajahetkel peab olema tagatud elektri tootmise ja tarbimise tasakaal. Suurt tähelepanu tuleb pöörata elektrisüsteemi talitluskindlusele, sest on olemas oht avarii kiireks levimiseks laial territooriumil. Elektritarbijate seisukohast on oluline katkematu toide kvaliteetse elektrienergiaga. Elektrivarustuskindlus saavutatakse elektrisüsteemi asjakohase projekteerimisega ja ehitamisega ning talitluse hoolika planeerimisega ja operatiivse juhtimisega.

Elektrisüsteemi operatiivjuhtimine algas koos elektrisüsteemide tekkega 1930. aastate lõpul. Esialgu oli dispetšerite käsutuses telefon ja staatiline juhtkilp, lisaks mõni analoogtehnikal põhinev kaugmõõtelin. Juhtimissüsteemide areng toimus koos arvutus- ja sidetehnika täiustumisega. Omalt poolt mõjutasid operatiivjuhtimise arengut elektrivarustuse kiire kasv ja elektrisüsteemide laienemine ning teisalt suured süsteemiavariid.

Elektrivõrgu operatiivjuhtimistehnika areng on mikroelektronika kiire arengu tõttu viimase 10...15 aasta jooksul läbi teinud olulisi muutusi. Eriti suured on muutused olnud jaotusvõrkudes, kuhu varem reaalajas töötav arvutus- ja sidetehnika praktiliselt ei ulatunud. Teiseks oluliseks teguriks on vaba elektriturg, mis vajab samuti operatiivjuhtimist.

Elektrienergia ülekandmise tootjalt tarbijatele tagab põhivõrk. Põhivõrgu juhtimiskeskus vastutab kogu elektrisüsteemi töökindla ja otstarbeka toimimise eest, kindlustades aktiiv- ja reaktiivvõimsuse tasakaalu ning talitluskindluse. Põhivõrk tegeleb pingega ja sageduse reguleerimisega ja rikete kõrvaldamisega ning hoolitseb piisava genereeriva võimsuse reservi eest. Uute elektriliinide ja alajaamade ehitamise kõrval on nüüdisajal oluline koht jõuelektronika põhinevatel juhtimis- ja reguleerimisseadmetel. Elektritarbija seisukohast on otsustav tähtsus jaotusvõrgul ja selle juhtimisel, kuna seal kujuneb lõplikult välja elektrienergia kvaliteet ja hind.

Välised tegurid (äike, liinidesse tuule või lumega paindunud oksad, linnud, loomad, seadmete tõrked, inimtegevus jne) põhjustavad elektrivõrkudes rikkeid ja avariitalitlusi, mida iseloomustab protsesside kiire kulg, seadmete ja inimeste võimalikud vigastused, elektrivarustuse häired ja oht talitluse stabiilsusele. Protsesside kiirus välistab enamasti inimeste sekkumise võimaluse, mistõttu vajalikud lülitused teeb releekaitse ja süsteemiautomaatika. Elektrisüsteemi töökindluse tagamise meetmete tõttu esineb suuri süsteemiavariisid harva, enamuse avariidest moodustavad kohaliku tähtsusega rikked.

Elektrivõrgu operatiivjuhtimise tuum on dispetšisüsteem, mis võimaldab jälgida võrgu talitlust ja koguda mõõteandmeid ja signaale, pidada arvet sündmuste ja alarmide kohta ning juhtida lüliteid, trafoastmeid ning muuta releekaitse sätteid.

Operatiivjuhtimiseks vajalik info lähtub ennekõike alajaamadest ja lülituspunktidest, kus toimub andmehõive, täidetakse kaugjuhtimiskorraldusi, toimib releekaitse ja automaatika. Jaotusvõrgu juhtimiseks on eriti efektiivsed kaugjuhitavad lülituspunktid, mis võimaldavad kiiresti saada infot rikke lokaliseerimiseks ja teha vajalikud ümberlülitused tarbijate toite taastamiseks.

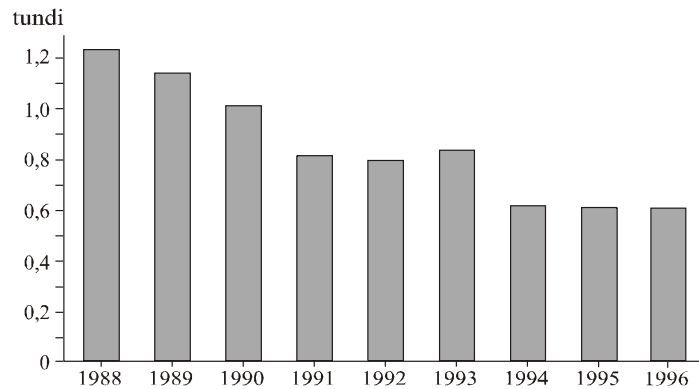
Andmeedastuseks on vaja sidesüsteemi. Kuna elektrivõrgud paiknevad laiald territooriumil ja edastatavad andmehulgad võivad graafiliselt esitatud andmete korral olla suured, on probleemiks sideliinide läbilaskevõime. Kuigi kiudoptilised kaablid tagavad nii vajaliku läbilaskevõime kui ka suure häirekindluse, ei ole need veel piisavalt levinud. Teine probleem on, kuidas eri aegadel ja erinevate ettevõtete toodetud sideaparatuuri kokku sobitada. Alles viimasel ajal on hakatud andmevahetust korraldavaid sideprotokolle standardiseerima.

Elektrivõrku juhitakse juhtimiskeskustest (dispetšikeskustest), kus paiknev riist- ja tarkvara võimaldab elektrivõrgu juhtimiseks vajalikke andmeid säilitada ja töödelda ning operatiivpersonalile sobivas vormis edastada. Oluline on jooksvate andmete esitamine graafiliselt skeemide ja diagrammide näol. Tähtis on sündmuste, eriti alarmide haldamine. Juhtimiskeskustest lähtuvad ka korraldused lülititele ning releekaitse- ja automaatikaseadmetele. Dispetšerid suhtlevad operatiivjuhtimisüsteemiga arvutite sisend-väljundseadmete abil. Traditsiooniliselt kasutusel olnud juhtkilp on viimasel ajal taandumas suuremõõtmelise projektsioonekraani ees.

Elektrivõrgu operatiivjuhtimine tugineb nüüdisaegsele arvutus- ja sidetehnikale. Kasutusel on nii üldlevinud personaalarvutid kui suuremate võimalustega tööjaamad ja serverid. Operatiivjuhtimise tarkvara toetub reaaliajatoeks sobivale operatsioonisüsteemile. Andmehõive ja kasutajaliidesega seotud tarkvara ning lülitite ja muude seadmete kaugjuhtimise vahendeid kuuluvad dispetšisüsteemi. Elektrivõrgu talitluse analüüsimiseks ning selle talitluskindluse, ökonoomsuse ja elektrienergia kvaliteedi tagamiseks vajalikud keerukad programmid moodustavad talitluse tugisüsteemi. Arvutusteks vajalikud jooksvad (dünaamilised) andmed hangib dispetšisüsteem. Staatilisi andmeid saab infosüsteemidest. Ennekõike on vajalikud võrguinfosüsteem, geoinfosüsteem ja kliendiinfosüsteem.

Nüüdisaegse operatiivjuhtimisüsteemi hankimine ja käit on väga kulukad. Seetõttu tuleb tõsiselt tähelepanu pöörata operatiivjuhtimisüsteemi majanduslikule põhjendatusele nii tervikuna kui ka üksikute tegevuste kaupa. Operatiivjuhtimisüsteemi täiustamise üheks põhjenduseks on vähendada kulutusi. Uue tehnika rakendamine võimaldab vähendada ülesseatavate elektriliinide ja seadmete võimsust. Alajaamade kaugjuhtimine vähendab personali vajadust. Kuna elektritarbijate asukoht võrgus ja nende võimsus muutub, tuleb vastavalt muuta ka elektrivõrgu struktuuri. Mõnigi kord õnnestub automaatikaseadmete abil vältida kulukat jõuseadmete uuendamist. Nüüdisaegne juhtimistehnika tõstab tunduvalt võrgu töökindlust. Nii vähendab mikroprotsessoritel põhinev releekaitse lühiste kestust ja seadmete ülekoormamise ohtu. Otsustavalt on võimalik lühendada

toitekatkestuste aega, kui jaotusvõrgus kasutada kaugjuhitavaid lahküliteid ja kaugloetavaid rikkeindikaatoreid. Joonisel 1.1 on näidatud toitekatkestuste keskmise aja vähenemine ühes Soome jaotusvõrgus peale seda, kui seal 1988. aastal alustati nüüdisaegsete seadmete ülesseadmist. Samal ajal vähenes vajalike operatiivbrigaadide arv kahelt ühele.



Joonis 1.1 Toitekatkestuste keskmine aeg jaotusvõrgus

Toitekatkestuse ajast sõltuvate kulude vähenemise kõrval võib kokkuhoidu saavutada ka elektri parema kvaliteedi ja kadude vähenemise arvel. Tabelis 1.1 on näidatud jaotusvõrgu juhtimisfunktsioonide seosed kulude põhjustega. Tabelis on X-iga märgitud otsesed seosed. Sulgudes esitatud seosed on kaudsed.

Tabel 1.1 Jaotusvõrgu juhtimisfunktsioonide mõju

	Pinge tase	Katkestuste arv	Kahjumi vähenemine	Tööjõukulud	Kadude maksimum	Investeeringud
Talitluse seire	X	(X)			(X)	X
Talitluse optimeerimine	X	(X)	(X)		X	X
Remontide planeerimine	(X)	(X)	X	X		
Rikete lokaliseerimine			X	X	X	
Rikete isoleerimine ja toite taastamine	(X)	(X)	X	X		X

Kasu, mida operatiivjuhtimissüsteemi abil võib saada, jaguneb otseseks ja kaudseks. Otsene sääst tuleneb järgmistest asjaoludest:

- investeringute vähenemine
- käidukulude vähenemine
- toitekatkestuste arvu vähenemine ja kestuse lühenemine
- võrgukadude vähenemine.

Sissejuhatus

Lisaks tuleb tähele panna operatiivjuhtimissüsteemi muid positiivseid mõjusid:

- elektri kvaliteedi paranemine
- elektritarbimise efektiivsuse tõus
- elektriettevõtte konkurentsivõime tõus.

Investeeringute vähenemine on operatiivjuhtimissüsteemi rakendamise üks põhilisi majanduslikke tulemusi. Kasu tuleneb siin tippvõimsuse võimalikust alanemisest, mis saavutatakse tarbimise ohjamisega, vajaliku reservvõimsuse vähendamisega ja alajaamade kaugjuhtimisega. Tarbimise ohjamine eeldab elektrivõrgu koormuse iseloomu tundmist. Ohjamine toimub elektritariifide kaudu. Võimalik on tarbimist ka otseselt juhtida. Toite reserv tähendab jaotusvõrgus täiendavate ülekandeseadmete (liinid, trafod) olemasolu. Kaugjuhitavate lahkülilitite ja reaktiivvõimsuse kompenseerimisseadmete juhtimise abil on võimalik olemasolevaid seadmeid paremini ära kasutada. Alajaamade kaugjuhtimine kaotab vajaduse hankida kohalikke juhtimisseadmeid. Investeeringuid on võimalik vähendada nii elektrivõrgu projekteerimisel kui ka laiendamisel. Võrgu efektiivsema juhtimisega ja kaitsega võib edasi lükata täiendavate või võimsamate liinide ja seadmete hankimise. Käidukulude alanemine saavutatakse (tipp)koormuse ja võrgukadude vähendamisega. Alajaamade kaugjuhtimine vähendab kulutusi tööjõule. Seadmete ülekoormuste vältimine vähendab remondikulutusi.

Soome Riiklikus Tehnikauuringute Keskuses (VTT) tehtud analüüs näitas, et saavutatava kokkuhoiu ja tehtud kulutuste suhe eri meetmete puhul on 2...10 (tabel 1.2). Arvestades meetmete elueaks 15 aastat, saame keskmiseks tasuvusajaks maal 3 ja linnas 2 aastat.

Tabel 1.2 Operatiivjuhtimistegevuste kulutuste ja saavutatava kokkuhoiu suhe

Tegevus	Suhe maal	Suhe linnas
Lahklüliti kaugjuhtimine	2,84	
Lahklülilitite asendisignaali edastamine	2,25	
Rikkekohta arvutuslik määramine	3,96	1,88
Trafode seisundisignaali edastamine		5,35
Suurklientide rikketeate edastamine	6,23	5,29
Reaktiivenergia kompenseerimine jaotusvõrgus	1,64	
Pingenivoode optimeerimine	>10	>10
Koormuste juhtimine	3,74	4,74
Koormuste jälgimine	>10	>10
Lülitamiste planeerimine, optimeerimine	>10	>10
Energiamõõtmiste kauglugemine, dünaamilised tariifid	2,17	>10
Keskmine	5,15	7,15