

9 Eesti Energia operatiivjuhtimissüsteem

9.1 Eesti Energia ajalugu ja tänapäev

9.1.1 Ajalugu

Teated elektrienergia kasutamisest Eesti territooriumil pärinevad 19. sajandi 80. aastatest. 1882 seati üles generaatorid Tallinnas F. Wiegandi tehases (hilisem Ilmarine) (3 kW) ja Narvas Kreenholmi Manufaktuuris (5 kW). Esialgu kasutati elektrienergiat ainult valgustuseks. Esimeseks tööstuslikuks elektrijaamaks võib pidada Kunda tsemenditehase 200 kW võimsusega elektrijaama, mis alustas tööd 1893. aastal. Järgnevatel aastatel rakendati paljudes tehastes tööle mõnekümne kuni mõnesaja kilovatised elektrijaamad, mis töötasid auru jõul. Kõik need jaamad tootsid alalisvoolu. Esimene 450 kW vahelduvvoolugeneraator võeti kasutusele Dvigateli tehases 1899.

Tallinna elektrijaama ehitust Suure Rannavärava läheduses alustati 1912. aasta alguses. Jaamas seati üles kolm 166 kW vahelduvvoolugeneraatorit. Jaama juurde kuulus elektrivõrk, milles oli 9 km 3 kV kõrgepingekaablit, 10 km madalpingekaableid ning 24 trafokioskit trafode koguvõimsusega 525 kVA. Esimene abonent ühendati elektrijaamaga 24. märtsil 1913. 1907. aastal alustas Pärnus tööd esimene üldkasutatav jaam Baltikumis, järgnesid jaamad Tartus (1910), Viljandis (1913), 1918. aastal Narvas. Rakvere sai 1918. aastast alates elektrienergiat Kunda-Aru elektrijaamast esimese 15 kV kõrgepingeõhuliini (16,5 km) kaudu. Üldkasutatavaid elektrijaamu ehitati seejärel veel Kuressaarde, Paldiskisse, Põltsamaale, Tapale, Petserisse, Haapsallu ja mujale.

Eesti Vabariigi esimese kümne algusaasta jooksul kasvas elektrijaamade ülesseatud võimsus üle 10 korra, olles 1930. aastal 35,5 MW. Ehitati või laiendati mitu elektrijaama:

- Tallinna Elektriyaam (19 200 kW, põlevkivi)
- Ellamaa Elektriyaam (8500 kW, turvas)
- Ulila Elektriyaam (5250 kW, turvas)
- Narva Hüdrolektriyaam (3520 kW)
- Püssi Elektriyaam (3800 kW, põlevkivi).

Samal ajal rajati elektriliine ja ehitati alajaamu. Esimene 35 kV liin Ellamaa Tallinna vahel võeti kasutusele 1924. aastal ja 55 kV liin Kreenholmi Kiviõli vahel 1931. aastal.

Kindlustamiseks energeetika arengut asuti ühtse elektrivõrgu väljaehitamisele. Koordineerivaks keskuseks sai 1936. aastal loodud Eesti Rahvuslik Jõukomitee. 1938 valmis üksikasjalik Eesti elektrifitseerimise plaan, mille aluseks said järgmised progressiivsed põhimõtted:

- luua ülemaaline ühtne elektrivõrk
- jagada koormus elektrijaamade vahel optimaalselt

- ühendada suuremad jaamad töökindluse tagamiseks magistraalliinidega. Kavandatud hakati kohe ellu viima. Algas kõrgepingevõrkude kiire areng. Elektri- jaamad koguvõimsus tõusis 1939. aastal 77 MW-ni ning kogutoodang 197 GWh-ni. Ühtsele juhtimisele allutati vabariigi energeetika 1939. aastal, mil loodi aktsiaselts Elektrikeskus. Plaanipärase arengu katkestas Eesti okupeerimine 1940. aastal ning sellele järgnenud Teine maailmasõda.

Sõja lõpuks oli Eesti energeetika põhjalikult purustatud. Enam-vähem tervena olid säilinud vaid Tallinna (17 MW) ja Ellamaa elektrijaama (7 MW). Algas taastamisajajärk. 1950. aasta lõpuks oli peale sõda loodud energeetikavalitsuse Eesti Energia elektri- jaamad koguvõimsus 50 MW, millele lisandus umbes sama palju Eesti Energiale mittealluvate jaamad võimsust.

Põlevkivi suurenergeetika areng algas 50. aastatel. Valmisid Ahtme (läks käiku 1951, lõplik võimsus 72,5 MW) ja Kohtla-Järve (1949, 48 MW) elektri ja soojuste koostootmisjaamad ning Ahtme–Tallinna ja Ahtme–Narva 110 kV elektriliinid. 1955. aastal võeti kasutusele Narva Hüdroelektri jaam võimsusega 120 MW, mis, tõsi küll, jäi Lenenergo alluvusse. Eesti oludes ülisuured Balti ja Eesti Soojus- elektri jaamad võimsusega vastavalt 1435 ja 1610 MW ehitati aastatel 1956...1973. Samal ajavahemikul vähendati juba amortiseerunud Ahtme ning Kohtla-Järve elektri jaama tegevust ning suleti Tallinna ja Püssi elektri jaam. Tallinna linna soojus- ja elektrienergiaga varustamiseks alustati 1974. aastal Iru koostootmisjaama ehitamist, mille võimsuseks kujunes 200 MW.

Elektri jaamad ehitamise kõrval arendati elektrivõrke. Aastatel 1960...1961 ühendati Balti Soojus- elektri jaam Eestis esimeste 220 kV liinidega Riia, Leningradiga ja Tallinnaga. Balti Soojus- elektri jaama Riia liin lülitati 1962. aastal pingele 330 kV. 330 kV liinide ehitamine jätkus: Eesti Elektri jaam–Paide–Kiisa (1970...1973), Eesti Elektri jaam–Valmiera (1973), Balti Soojus- elektri jaam–Püssi–Kiisa (1987). Koos liinide ehitamisega rajati alajaamu: Tartu 330/110/35/6 kV (1968), Aruküla 220/110/10 kV (1969), Paide 330/110/35/10 kV (1969), Kiisa 330/220/110/10 kV (1973), Sindi (1996). Seni diiselelektri jaamast elektrienergiat saanud Hiiumaa ja Saaremaa ühendamiseks ühtsesse elektrivõrku paigaldati aastatel 1964...1984 Suurde väina neli ja Soela väina kaks 35 kV merekaablit. 1990...1992 lisati Suurde väina veel kaks kaabelliini. Eesti kõrgeima pingega kaabelliiniks sai Mäe–Ranna 110 kV (2×4 km) liin, mis paigaldati Tallinnas 1980. aastal.

9.1.2 Tänapäev

Tänapäeval on praktiliselt kogu elektrienergia tootmine ja ülekandmine tarbijatele koondatud Eesti elektrisüsteemi, mis on riigiettevõtte Eesti Energia AS-i halduses. Süsteemi kuuluvad kõik Eestis töötavad suuremad elektri jaamad ja -võrgud. Elektri tootmist aastatel 1995...2000 iseloomustab tabel 9.1.

Tabel 9.1 Eesti Energia elektrienergia bilanss TWh/a

Aasta	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Tootmine	8,7	9,1	9,2	8,5	8,3	8,5
Import	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3
Tarbimine	5,1	5,4	5,6	5,1	4,8	5,0
Eksport	1,0	1,1	1,2	0,5	0,7	1,2
Jaamade omatarve	1,1	1,1	1,2	1,0	0,9	0,9
Kaod	1,8	1,7	1,5	1,6	1,5	1,2

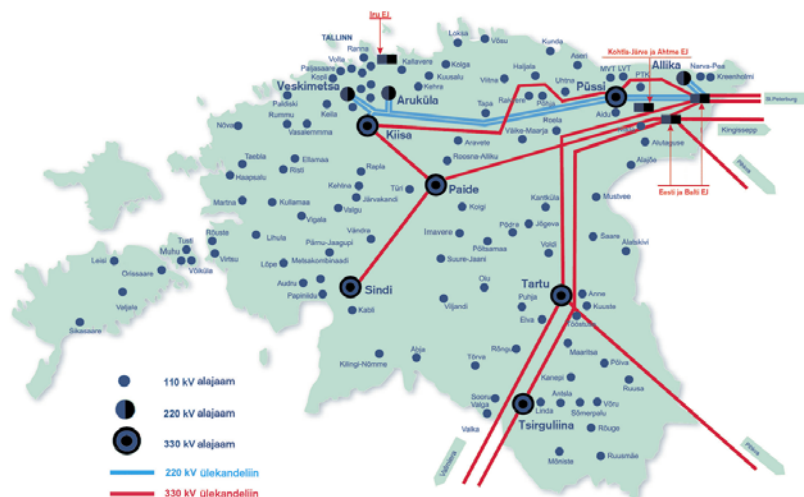
Eesti Energia AS on energeetikaettevõtte, mis kasutab elektrienergia tootmiseks peamiselt põlevkiviküttel soojuselektrijaamu (tabel 9.2). Võimsamad jaamad on kaks Narva lähedal paiknevat põlevkivijaama – Eesti Elektri ja Balti Elektri jaam, mis moodustavad Eesti Energia AS-i koosseisus ühe elektritootmise ettevõtte Narva Elektri jaamad, ning gaas- ja masuutkütusel töötav Iru Elektri jaam Tallinna lähedal. Ülejäänud soojuselektrijaamade osatähtsus on väike. Elektritootmist tervikuna iseloomustab tuginemine kodumaisele kütusele, põlevkivile, suur genereerivate võimsuste ülejääk elektri ekspordi järsu languse tõttu peale Eesti iseseisvumist, suur kontsentreeritus riigi idapiiri lähedale, jaamade kõrge vanus ja manöövervõimsuste (gaasiturbiinjaamade, hüdrojaamade) puudumine ning kohaliku väiketootmise väike osatähtsus.

Tabel 9.2 Eesti energiasüsteemi suuremad elektrijaamad

Elektrijaam	Jaama käikulaskmise aeg	Projekt- võimsus MW	Nimi- võimsus MW
Kohtla-Järve Elektri jaam	1949...1959	50	39
Ahtme Elektri jaam	1951...1956	72	20
Balti Elektri jaam	1959...1966	1600	1390
Eesti Elektri jaam	1969...1973	1610	1610
Iru Elektri jaam	1978...1982	410	190

Suurtarbijate ja peamiste jaotuskeskuste elektrienergiaga varustamine ning Eesti elektrisüsteemi ühendus naabersüsteemidega toimub põhivõrgu vahendusel. Käesolevaks ajaks on põhivõrk suhteliselt hästi välja arendatud (joonis 9.1). Eesti elektrisüsteem on ühendatud Leningradi, Pihkva ja Läti elektrisüsteemiga ning nende kaudu endise Nõukogude Liidu ühtse energiasüsteemiga. Leningradi elektrisüsteemiga on Eesti elektrisüsteem ühendatud kolme, Pihkva elektrisüsteemiga kahe ning Läti elektrisüsteemiga kahe 330 kV elektriliiniga. 330 kV liinide kogupikkus on 1245 km ja summaarne läbilaskevõimega 3300 MW. Suured tarbimis- ja jaotuskeskused Püssis, Kiisal, Paides, Sindis, Tartus ja Tsirguliinas saavad 330 kV võrgu kaudu toite Narva Elektri jaamadest. Eesti Elektri jaama ja Püssi alajaama vahele projekteeritakse täiendavat 330 kV liini. 220 kV võrgu liinide kogupikkus on 572 km. Suhteliselt hästi on välja arendatud 110 kV võrk,

mille liinide kogupikkus on 3537 km. Plaanis on rajada kaabelliin Eesti ja Soome vahele. Palju tähelepanu pööratakse Balti piirkonna elektrisüsteemide koostööle nn Balti ringi kujundamisele. Käesoleval ajal on põhivõrgus 128 alajaama.



Joonis 9.1 Eesti Energia põhivõrk

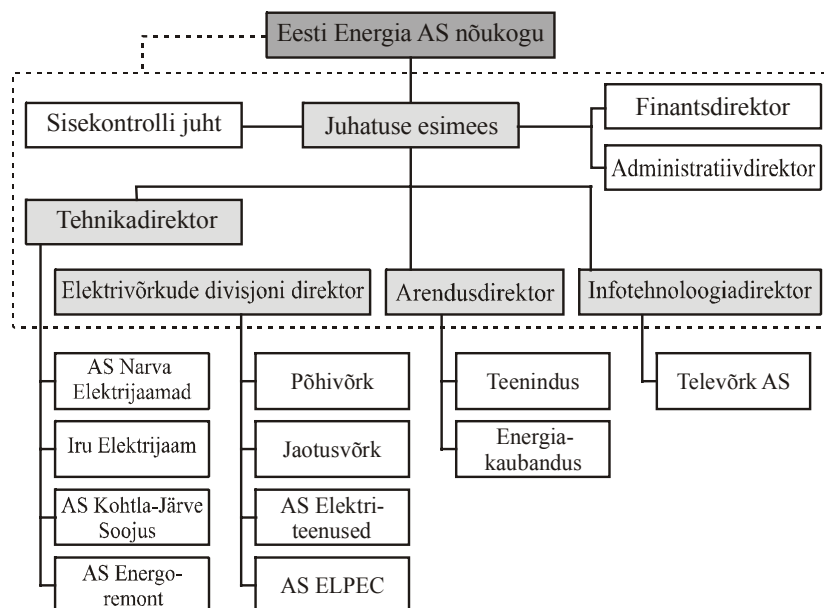
Elektrienergia jaotamine tarbijaile toimub jaotusvõrgu vahendusel. Seisuga 01.11.99 oli Eesti Energiale kuuluvas jaotusvõrgus 560 000 klienti (sh 198 suurklienti). Energia müük aastas ulatus 5100 GWh (sh suurklientidele 1 880 GWh).

Jaotusvõrk hõlmab Eestis keskpingevõrke nimipingega 35, 20, 15, 10 ja 6 kV ning 0,4 kV madalpingevõrke. Jaotusvõrgud saavad toite peamiselt põhivõrgu 110 kV alajaamadest. Põhi- ja jaotusvõrgu vaheliseks piiriks on 110 kV trafode kesk- ja alampinge läbiviikude välisklemmid, millest toidetakse keskpingejaotusvõrke. Kui keskpingejaotusvõrkude (6...35 kV) liinide kogupikkus on ca 22 tuhat km (sellest ca 3 tuhat km kaabelliine), siis madalpingejaotusvõrkude kogupikkus on üle 35 000 km (ca 2 tuhat km kaabelliine). Alajaamu on jaotusvõrgus üle 14 000 ja transformatoreid ligi 17 000.

Jaotusvõrgud on võrreldes põhivõrguga halvemas tehnilises seisukorras. Eriti halvas olukorras on suhteliselt pikkade liinidega madalpingevõrgud, mis põhjustavad suuri ja energia- ja pingekadusid. Suure osa jaotusvõrkude energiakadudest moodustavad kommertskaod. Keskpingejaotusvõrkudes on ajalooliselt välja kujunenud liiga palju nimipingeid. Seetõttu on perspektiivis likvideerida nimipinged 6, 15 ja 35 kV. 35 kV elektrivõrk viiakse üle 110 või 20 kV-le. Linnade 6 kV elektrivõrk viiakse üle 10 kV-le (kaabelliinid) ja maa ning asulate 6, 10 ja 15 kV elektrivõrk 20 kV nimipingele (õhuliinid). Uute alajaamade ehitamisel ja vanade rekonstrueerimisel seatakse üles nüüdisaegsed releekaitse ning andmehõive ja andmeside seadmed. Täielikult uuendatakse elektrienergia

kommertsmõõtesüsteem.

Riigiettevõtte Eesti Energia baasil asutati 1998. aasta märtsis Eesti Energia Aktsiaselts (AS). Eesti Energiat ja eriti elektrivõrkude juhtimist on oluliselt restruktureeritud. Eesti Energia struktuur 2000. aasta alguses on joonisel 9.2.



Joonis 9.2 Eesti Energia struktuur

Põhivõrgu Ettevõtte tegevuse eesmärk on siduda elektritootjad, suuremad tarbijad ja jaotusvõrgud ühtseks elektrisüsteemiks. Põhivõrgu Ettevõtte ostab elektrijaamadelt elektrienergiat, tagatud võimsust ja pöörlevat reservi. Põhivõrk müüb elektrienergiat ja võrguteenust jaotusvõrgule, Lätile ja teistele põhivõrguga liitunud tarbijaile. Põhivõrgu Ettevõtte müüb ka liitumisteenust elektrienergia tootjatele. Põhivõrku kuuluvad 330, 220 ja 110 kV elektriliinid ning alajaamad koos nende juurde kuuluvate releekaitse, telemehaanika ja avariautomaatika seadmetega, sidevõrguga ning reaktiivvõimsuse kompenseerimisseadmetega. Põhivõrgu Ettevõtte struktuuriüksusteks on

- elektrikaubanduse osakond – tegeleb elektrienergia vajaduse planeerimise, elektrienergia tellimise ja edasimüümisega suurl klientidele ning jaotusvõrgule ning ekspordi- ja imporditehingutega
- kõrgepingevõrgu osakond – vastutab võrgu käidu ja arendamise eest
- elektrisüsteemi juhtimiskeskus – tegeleb peamiselt elektrisüsteemi talitluse juhtimise ja seirega, talitluse arvutamise ja planeerimisega ning andmehõivega
- sideosakond – tegeleb kaug- ja telefonisidevõrgu hooldamise ja arendamisega

ning seire ja klienditeenindusega.

Jaotusvõrgu Ettevõtte loodi Eesti Energia AS-i tootmisdirektori haldusalasse kuuluva struktuuriüksusena 1999. aasta 1. aprillil. Jaotusvõrgu Ettevõtte vastutab elektrivõrgu operatiivkäidu ja arendamise ning elektri ostu-müügi ja klienditeeninduse eest. Elektrivõrku kuuluvad

- operatiivkäidu osakond
- käidu osakond
- arengu osakond
- regioonide elektrivõrgu osakonnad.

Jaotusvõrgu Ettevõtte koosseisu kuuluvad 11 regionaalset elektrivõrku, mis on grupeeritud Põhja-Eesti, Lääne-Eesti ja Lõuna-Eesti piirkonnaks.

9.2 EE põhivõrgu operatiivjuhtimissüsteem

9.2.1 Ajalugu

Põhivõrgu nüüdisaegse dispetšisüsteemi eelkäija oli 1983. aasta sügisel kasutusele võetud tehniliste vahendite kompleks, mis koosnes väikearvutitest SM-4 (põhi- ja reservarvuti), mikroarvutitest SM-1800, mis ohjasid juhtkilpi, ning sideserveritest EPT-80. 1984. aasta alguses käivitus programmipakett, millega oli võimalik täita mõningaid dispetšjuhtimise tegevusi. Kompleksi väljatöötajaks oli N Liidu Energeetika Ministeeriumi instituut ja esmajuurutajaks Eesti Energia.

Dispetšisüsteem võimaldas reaajas jälgida 256 telemõõtmist ja 256 telesignaali ning registreerida kuni 512 operatiivsündmust. Andmeid talletati jooksvasse, minuti- ja tunniandmete arhiivi. Võimalik oli kontrollida telemõõtmiste püsimist lubatud piirides ja jälgida genereeritava võimsuse vastavust kavandatud graafikule. Veidi hiljem lisandus võimalus juhtida graafilisi kuvareid ja teha kauglülitamisi. Eesti Energia programmeerijad koostasid tarkvara mõõteandmete ja signaalide esitamiseks kuvatavatel elektriskeemidel.

Järgnevatel aastatel uuendati tarkvara korduvalt, mis suurendas jälgitavate telemõõtmiste arvu 1024-ni ning tõstis töökiirust. Koostati programmid elektrisüsteemi põhiseadmete ja liinide oleku jälgimiseks, võrgukadude arvutamiseks ning mõõtesüsteemi korrasoleku kontrollimiseks. Elektrisüsteemi talitluse arvutamiseks loodi vahendid andmete ülekandmiseks ja säilitamiseks suurarvutil, milleks oli tolleaegne ühtsusseeria arvuti ES-1033.

1991. aastal uuendati dispetšisüsteemi keskseadmed. Koostöös Tallinna Tehnika-ülikooliga juurutati programmipaketid elektrivõrgu talitluse estimeerimiseks ja koormuse optimaalseks jaotamiseks. Samal aastal hakati talitluse arvutamisel kasutama personaalarvuteid. Selleks töötati välja reaajas toimiv süsteem andmete ülekandmiseks ja säilitamiseks arvutivõrgu serveritel.

Aja jooksul senine dispetšisüsteem vananes nii füüsiliselt kui moraalselt. Süsteemi põhilised puudused:

- mõõteseadmete täpsusklassid ei rahuldanud
- olemasolevad kaugterminalid ei vastanud nõuetele
- sideprotokollid ei võimaldanud andmeid edastada nõutava kiirusega ja vajalikus mahus
- sideserverid ei võimaldanud uuendada sideprotokolle
- dispetšikeskusesse edastatavate kaugmõõtmiste ja -signaalide hulk ei olnud piisav
- andmetöötlemistarkvara oli aegunud ja riistvarapõhine
- süsteem ei võimaldanud luua sidet uue, mikroprotsessoripõhise releekaitsega andmetöötluse tehnoloogia nõudis suuri käidukuluseid riist- ja tarkvara ülalpidamiseks ning andmete administreerimiseks.

1997. aastal kuulutati välja konkurss uue operatiivjuhtimissüsteemi hankimiseks. Enne seda oli välismaiste konsultantide abiga koostatud süsteemi eelprojekt ja tehniline spetsifikatsioon. Pakkumise esitasid neli firmat, kellest valiti välja USA firma *GE Harris*. 3. aprillil 1998 kirjutati alla leping uue operatiivjuhtimissüsteemi XA/21 ning 13 D20 tüüpi kaugterminali ostmiseks *GE Harris*elt.

Operatiivjuhtimissüsteem XA/21 seati üles põhivõrgu juhtimiskeskuse uutesse ruumidesse (joonis 9.3) Tallinnas Kadaka teel, kus ta alustas tööd 1999. aasta 15. novembril. Uuendati ka väljaspool Tallinna paiknev reservjuhtimiskeskus.



Joonis 9.3 Eesti Energia põhivõrgu juhtimiskeskus

9.2.2 Operatiivjuhtimissüsteem XA/21

Harrise väljatöötatud XA/21 oli üheksakümnendate lõpus üks eesrindlikumaid operatiivjuhtimissüsteeme. Erinevalt paljudest konkurentidest kasutati avatud arhitektuuri, mille tõttu XA/21 oli ja on veelgi üks müüdavamaid süsteeme. Enne Eesti Energiat oli sama süsteemi ostnud Soome põhivõrk Fingrid, Leedu Lietuvos Energija, Tšehhi CEP ning veidi hiljem ka Rootsi Svenska Kraftnät ja Läti Latvenergo.

Põhivõrgu operatiivjuhtimissüsteem XA/21 põhineb SUN-riistvaral – kõik tööjaamad ja serverid on SUNi *Ultra* seeriast. Andmehõiveseadmed on tootnud *Motorola*. Praegusel ajal koosneb süsteem kuuest tööjaamast, viiest rakendus- ja kasutajaliidese serverist ning kahest sideserverist, lisaks printerid, logerid, ruuterid jm. Andmete salvestamine ja arhiveerimine põhineb RAID-tehnoloogial. XA/21 võimaldab vajaduse korral kasutada ka IBM, HP või teiste firmade riistvara.

Süsteemi XA/21 serverid võib jagada kolme gruppi:

- rakendusserverid, mille ülesanne on käivitada rakendusprogrammid ja edastada tulemused teistesse serveritesse, juhtida andmebaase, jälgida süsteemi korrasolekut ja konfiguratsiooni, avastada ja kõrvaldada vigu ning juhtida perifeeriaseadmeid ja muid ressursse
- sideserverid, mis töötlevad mõtteandmeid ja signaale ning edastavad kaugjuhtimiskorraldusi, kontrollivad andmete püsimist lubatud piirides, organiseerivad andmevahetust teiste dispetšisüsteemidega, määravad õige aja ja sageduse
- kasutajaliidese serverid, mis töötlevad ja salvestavad kuvafaile ning säilitavad andmebaasis tööjaamakohaseid koopiaid.

Süsteem XA/21 kasutab kohtvõrguna dubleeritud *Ethernet*'i. Kohtvõrgu kaudu edastatakse dünaamiliselt muutuvat informatsiooni. Staatilised ja struktuursed andmed, nagu andmebaaside kirjeldused ja parameetrid, kuvade definitsioonid ja andmed, mida kasutatakse vaid spetsiifilistes süsteemi sõlmedes, on salvestatud lokaalsetesse serveritesse.

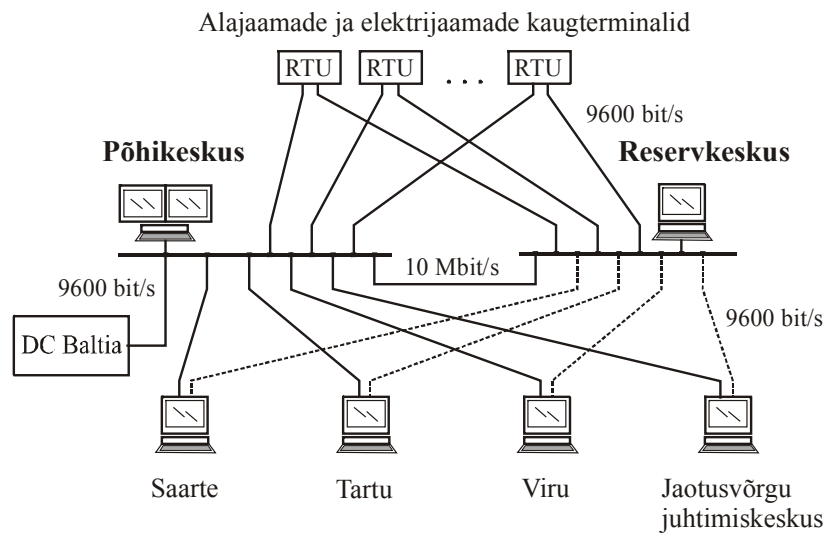
Süsteem XA/21 on varundatud nii, et ühe serveri väljalangemine ei põhjusta süsteemikriitiliste funktsioonide lakkamist ega andmevahetuse katkemist. Kõik seadmed peale tööjaamade on varundatud kas teise protsessori, kohtvõrgu või ruuteri kaudu.

Süsteemi XA/21 tarkvara võib jaotada järgmiselt:

- dispetšisüsteem (SCADA)
 - andmehõivesüsteem
 - andmebaasisüsteem
 - kasutajaliides

- põhivõrgu juhtimise tugi (EMS)
 - energia tootmise ohjamine
 - elektrivõrgu talitluse tugi
 - agregaatide koosseisu planeerimine
 - koormuse prognoosimine
- lisavahendid
 - dispetsivalmendi
 - elektrituru tugi
 - veebipõhise andmeedastuse vahendid.

Tarkvara tugineb operatsioonisüsteemile *Unix*, mis on reaalajasüsteemides üldkasutatav. Põhivõrgu dispetsisüsteemis on tegemist versiooniga *Sun Solaris* 2.6.1, sideserverites kasutatakse versiooni IBM AIX.

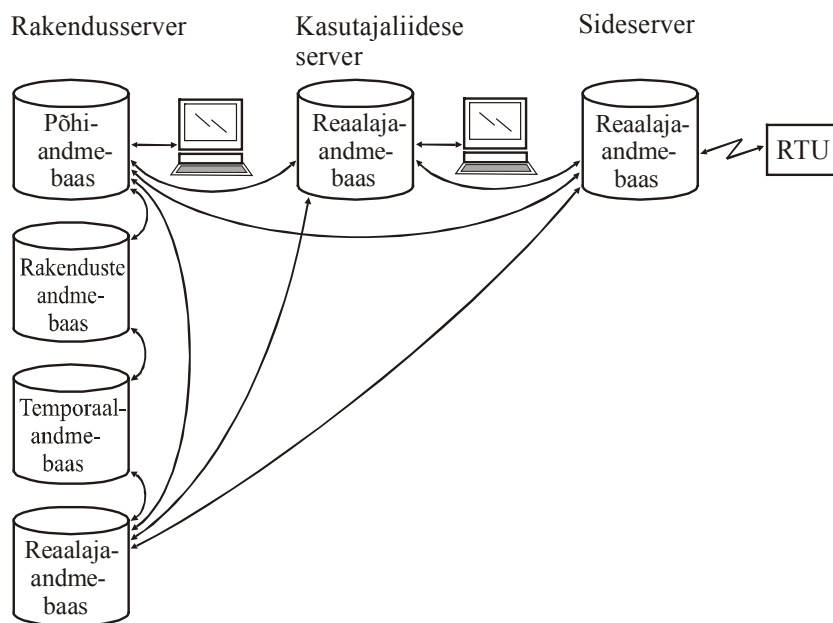


Joonis 9.4 Põhivõrgu dispetsisüsteemi andmevahetus

Andmehõivesüsteem kogub ja töötleb mõõteandmeid ja signaale ning edastab juhtimiskorraldusi. Siia kuulub andmete õigsuse ja terviklikkuse kontroll, talitlusparameetrite lubatavuse kontroll, alarmide genereerimine. Kaugjuhtimistegevusteks võib lisaks lülitustele olla juhitavate suuruste (nt pinge) üles- ja allareguleerimine ning releekaitse ja automaatika sätete muutmine. Põhivõrgu dispetsisüsteemi andmehõive toimub jaotusvõrgu regionaalsete keskustega ning elektrijaamade ja alajaamade kaugterminalide kaudu (joonis 9.4). Sidet peetakse reservkeskusega, jaotusvõrgu juhtimiskeskusega ning Balti ühtse juhtimiskeskusega DC Baltia, mis asub Riias. Sidekanalite töökiirus on enamasti 9600 bit/s, mis piisab mõõteandmete ja signaalide edastamiseks.

XA/21 andmebaasisüsteem on lihtsustatult joonisel 9.5. Esmase tähtsusega on

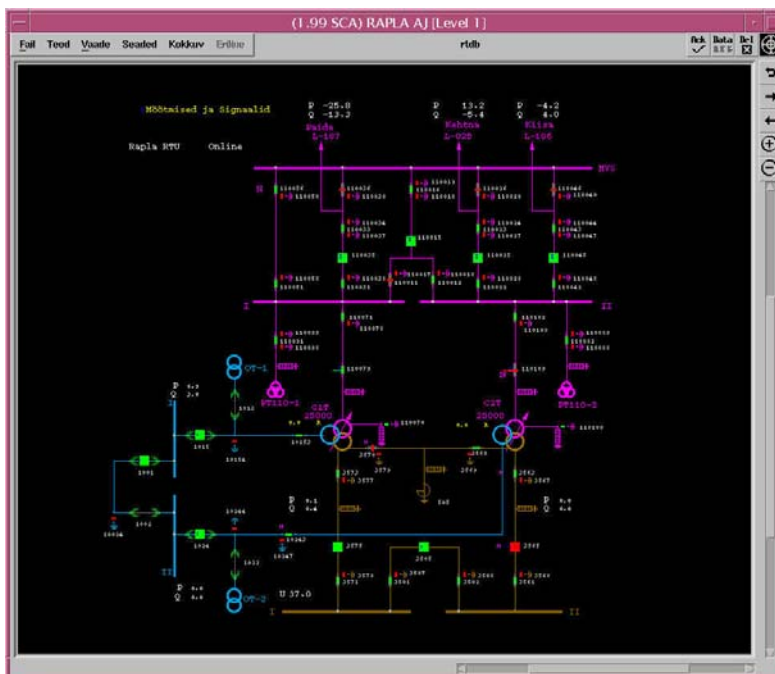
sideserveris paiknev reaalaajaandmebaas, kuhu salvestatakse andmeedastussüsteemi kaudu saabuvad mõõteandmed ja signaalid. Seda andmebaasi kopeeritakse ka kasutajaliidese ja rakendusserveritesse. Rakendusserverites paiknev *Oracle*-tüüpi põhiandmebaas haarab operatiivjuhtimiseks vajalikud jooksvad andmed ja seadmete parameetrid. Rakendusprogrammide genereeritud andmed paiknevad rakendusandmebaasis. Jooksvaid andmeid, talitluse planeerimistulemusi ning arhiivandmeid säilitatakse temporaalandmebaasis. Lisaks esitatule on süsteemis veel kuvafailide andmebaas, kasutajate poolt defineeritud andmebaasid jm. Reaalaajaandmebaas on objektorienteeritud, muud relatsioonilised. Lihtsustamaks rakendustele juurdepääsu andmetele on koostatud andmeredaktor, mis kujutab füüsiliselt hetrogeenset andmebaasisüsteemi ühtse loogilise süsteemina. Rakendused suhtlevad selle süsteemiga klient-server-põhimõttel SQL-keele abil. Andmeredaktor võimaldab moodustada ka hajusandmebaasisüsteemi. Lisaks tavapärasele andmete semantilisele ja süntaksilisele kontrollile võimaldab XA/21 andmebaasisüsteem süvendatud kontrolli teadmusbasis paiknevate heuristiliste reeglite alusel.



Joonis 9.5 XA/21 andmebaasisüsteem

Kasutajaliidese abil saab visualiseerida elektrisüsteemi seisundeid ja täita juhtimiskorraldusi. Kasutusel on *X-Windows*'i aknatehnika. Esitatavaid pilte (joonis 9.6) on võimalik panoraamida, suumida ja detailiseerida. Piltide kujundamisel kasutatakse raalprojekteerimissüsteemi *AutoCAD*. Kasutajaliidese tarkvara võimaldab rakendada projektsioonekraane.

Energiatootmise ohjamise põhifunktsioon on genereeriva võimsuse automaatjuhtimine (AGC), mille eesmärk on reguleerida elektrisüsteemi sagedust ja vahetusvõimsust. Lisaks kuulub siia kütuse ja heitmete ohjamine, genereeriva- ja vahetusvõimsuse juhtimine, reservide ohjamine, energia maksumuse arvestamine jm.



Joonis 9.6 Põhivõrgu alajaama skeem

Elektrivõrgu talitluse tugisüsteem annab operatiivpersonalile talitluse analüüsimise ja optimeerimise vahendid. On võimalik välja selgitada nii jooksvate kui saabuvate talitluste nõrkused ja võimalused avariiolukordade ennetamiseks. Süsteemi võimalused:

- pinge ja reaktiivvõimsuse planeerimine ja reguleerimine
- häiringuanalüüs
- talitluse estimeerimine
- võrgu konfiguratsiooni määramine
- püsiseisundi arvutamine.

Agregaatide koosseisu planeeritakse, et minimeerida kulusid, arvestades kütusekulu ja -piiranguid, planeeritud vahetusvõimsusi ja reserve ning heitmete minimeerimise vajadust.

Koormuse lühiajaline (kuni 7 päeva) prognoos on aluseks nii agregaatide koosseisu kui elektrivõrgu talitluse planeerimisel. Kasutusel on murdlineaarne regressiooni-

mudel, mida adapteeritakse jooksva talitluse andmetel. Mudel arvestab ilmastiku-tingimusi ja erandpäevi.

Dispetšivalmendi võimaldab operatiivpersonalil harjutada elektrisüsteemi juhtimist nii normaal- kui avariisituatsioonis. Valmendit rakendatakse ka uue tarkvara testimisel ning elektrivõrgu talitluse planeerimisel. Valmendi põhikomponentideks on instruktoriliides, mis imiteerib võrgu talitlust ja võimalikke sündmusi, ning elektrisüsteemi komponentide (generaatorid, koormus, regulaatorid, releekaitse jm) simulaatorid. Muus osas kasutatakse ära traditsiooniline dispetšjuhtimise riist- ja tarkvara.

Elektrituru toe abil hinnatakse põhivõrgu ülekandevõimet ja arvutatakse kulutused erinevates turusituatsioonides.

Veebipõhine andmeedastus on ette nähtud teabe edastamiseks reaajas nii põhivõrgu enda mitteoperatiivsetele üksustele kui väljapoole võrguettevõtet. Andmed edastatakse Interneti või intraneti kaudu HTML-vormingus nii, et neid võib vastu võtta ja käsitleda tavalise brauseriga. Probleemiks on andmeturve, mistõttu tuleb rakendada tulemüüri ja teisi turvet tagavaid vahendeid.

9.3 EE jaotusvõrgu operatiivjuhtimissüsteem

9.3.1 Ajalugu

Kuni aastani 1961 tegeles kogu Eesti elektrivõrgu operatiivjuhtimisega energia-süsteemi keskdirigekeskus. Vajalikud toitekatkestused kooskõlastas tarbijatega Energiämüügi talitusgrupp. Balti elektrijaama ja uute 220...330 kV liinide käikuandmise ning elektrivõrkude pideva kasvu tõttu tekkis vajadus luua dispetšitalitus võrguettevõtte juurde, sest keskdirigekeskuse töökoormus oli kasvanud liiga suureks. Detsentraliseeritud dispetšjuhtimine oli vajalik ka tolleaegsete sidevahendite küündimatuse tõttu.

Tallinnasse loodi tolleaegse Põhja Kõrgepingevõrkude dispetšipunkt 1961. aasta oktoobris. Dispetšipunkti asukohaks sai Veskimetsa alajaam, kuhu aja jooksul sisustati vajalik ruum ja paigaldati seadmed, muuhulgas elektrivõrkude makett-skeem ja dispetšikommutaator. 1973. aastal paigutati sinna Leningradi tehase *Elektropult* mosaiiktüüpi dispetšikilp võrgu mnemoskeemiga ja juhtimispuul. Samalaadsed dispetšipunktid moodustati ka Tallinna linnavõrkude juhtimiseks ning Tartusse, Jõhvi ja Kuressaarde. Dispetšjuhtimise operatiivsus tõusis tunduvalt pärast raadioside juurutamist Tallinna piirkonnas 1962. aastal ja hiljem ka mujal. Süstemaatiline mitme vahetusega dispetšiteenistus jaotusvõrkudes hakkas kujunema aastast 1966 jaotusvõrkude operatiivpunktide moodustamisega.

Dispetšitalituse põhiülesanded:

- seadmete talitluse jälgimine (võrguelementide koormused ja ülepinged)
- elektrienergia kvaliteedi (pinge) kontrollimine ja reguleerimine
- operatiivlülitamiste juhtimine

- seadmete remonti ja reservi viimine või töölepanemine
- avariide lokaliseerimine ja nende likvideerimise juhtimine.

Tehnilise varustatuse suhtes kujunes dispetšitalitlustes pöördepunktiks 1985. aasta, mil lasti käiku jaotusvõrkude esimene kaasaegne dispetšisüsteem tolleaegse nimega operatiivinformatsiooni kompleks (OIK). Dispetšisüsteem tugines miniarvutile CM-4, millele lisandus 4 mikroarvutit CM-1800. Andmehõive põhines kaugterminalidel TM-120 ja MKT. Kasutajaliides tugines kuvaritele, mis võimaldasid tuua ekraanile automaatselt või küsitluse alusel mitmesugust teavet, mis võis olla nii võrgu jooksva talitluse kohta kui ka retrospektiivne. Võimalikuks sai seadmete kaugjuhtimine. Kuvaril esitati alajaamade skeeme ning mitmesuguseid tabeleid, nimekirju ja signaale nagu

- mõõteandmed – liinide ja trafode aktiiv- ja reaktiivvõimsused või voolud ning trafode pinged
- signaalid – lülitusaparaatide asendid
- alarmid, lubatud piire ületanud talitlusparameetrid, võimsuslülitite operatiiv-asendite muutused jm.

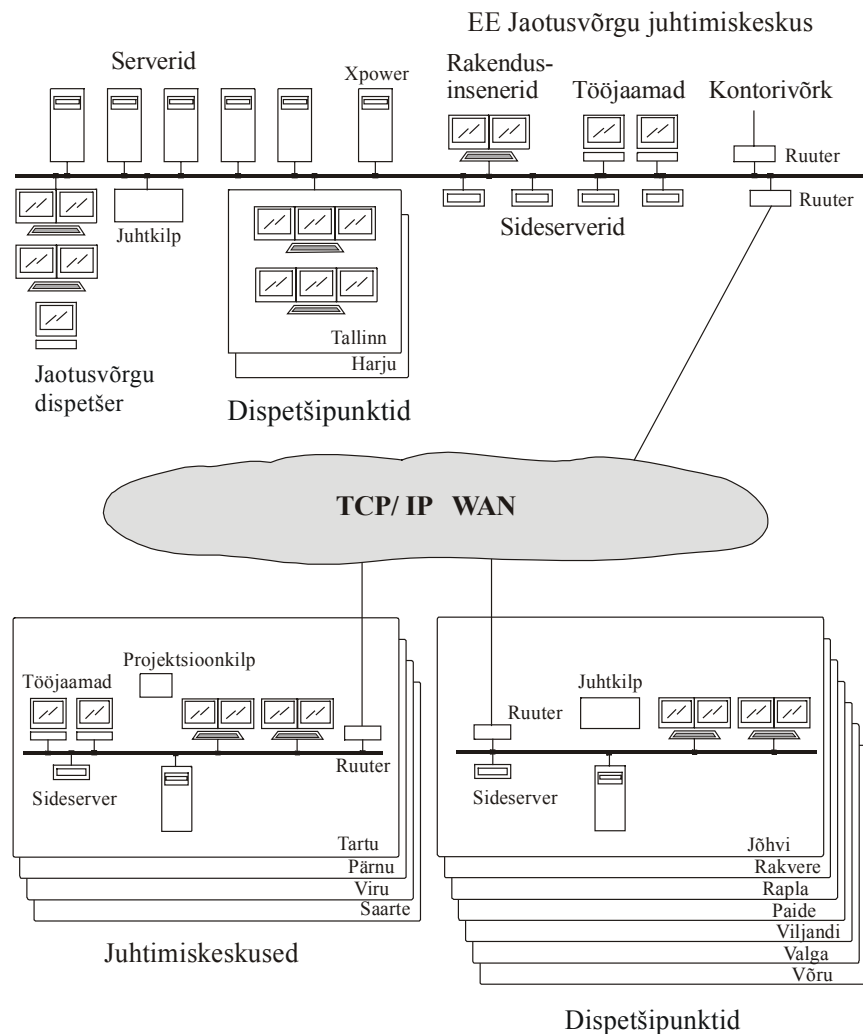
Aja jooksul vananes palju aastaid töötanud süsteem füüsiliselt ja moraalselt ning tema remondiks ja hoolduseks kulus palju aega ja vahendeid. 1996. aasta lõpul käivitati Põhja Elektrivõrkudes firma ABB dispetšisüsteem *MicroSCADA*, mille sobitas olemasoleva andmehõivesüsteemiga Eesti ettevõtte AS Martem. Uus personaalarvutitel töötav süsteem oli esimene omataoline Balti riikides. Dispetšisüsteem *MicroSCADA*, mille uuendatud versioon on kasutusel ka tänapäeval, võimaldab jälgida ja juhtida tolleaegse Põhja Elektrivõrkude teenindusterritooriumil paiknevat jaotusvõrku. Dispetšisüsteemil *MicroSCADA* on senisega võrreldes palju tehnilisi eeliseid ja lisavõimalusi elektrivõrgu talitluse analüüsimiseks ja juhtimiseks. Samasugune dispetšisüsteem seati 1998. aastal üles ka tolleaegses Viru Elektrivõrkudes.

9.3.2 Dispetšisüsteem *MicroSCADA*

Nüüdisajal moodustab Eesti Energia jaotusvõrk ühtse 560 tuhande kliendiga ettevõtte, mille teenindusterritoorium on 40,9 tuhat km², 0,4...35 kV õhuliine on 51 tuhat km, kaabelliine 5 tuhat km, alajaamu 14,4 tuhat ja trafosid 16,5 tuhat. Teeninduspiirkond on jagatud 7 regiooniks, milles on kokku 11 juhtimiskeskust või dispetšipunkti. Kogu 35 kV võrku juhitakse jaotusvõrgu juhtimiskeskusest, piirkondlikud keskused juhivad kohalikke 6...20 kV kõrgepinge- ja madalpingevõrke. Oma teeninduspiirkonna juhtimise kõrval osutab jaotusvõrk juhtimisteenust ka põhivõrgule nende 110 kV radiaalliinide ja trafode osas, mis toidavad jaotusvõrku.

2000. aasta lõpus hankis Eesti Energia täiendava *Windows NT*-põhise dispetšisüsteemi *MicroSCADA*, mis koos varasemaga rahuldab kogu jaotusvõrgu vajadused. Rajatav ühtne operatiivjuhtimissüsteem töötab hajutatuna arvutite laivõrgus,

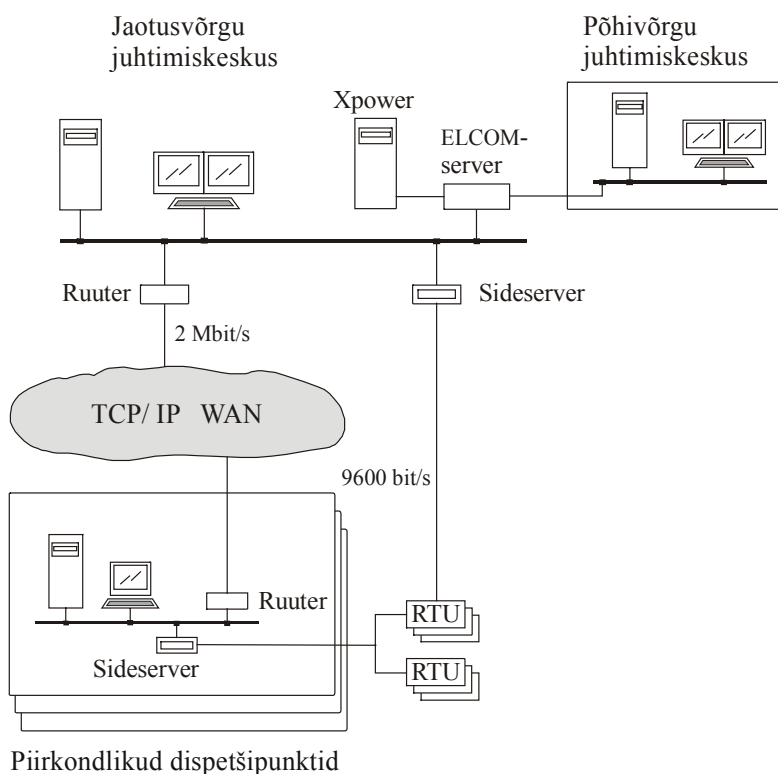
mis võimaldab kohalikel keskustel täita neile ettenähtud juhtimis- ja jälgimis-funktsioone iseseisvalt. Laivõrku kasutatakse info vahetuseks, süsteemi hooldamiseks ja vajadusel ühe juhtimiskeskuse funktsioonide üleandmiseks teisele keskusele (joonis 9.7). Kuna dispetšisüsteem ei haara jaotusvõrgu kõiki liine ja alajaamu, täidab juhtimise ja jälgimise funktsioone telemehhaniseerimata võrgu osas firma *Tekla* infohaldussüsteem *Xpower*.



Joonis 9.7 Eesti Energia jaotusvõrgu dispetšisüsteemi skeem

Kohalikud dispetšipunktid töötavad kas sõltumatute keskustena või mõne keskuse kaugterminalina. Kaugterminali variant on küll odavam, kuid sõltuv side kvaliteedist. Kaugterminalideks on ennekõike optilise sidekaabli trassile jäävad

dispetšikeskused või -punktid, mis jaotusvõrgu tehnilise seisundi paranedes lõpetavad oma tegevuse. Kohaliku sõltumatu dispetšipunkti riist- ja tarkvara koosneb dispetšerite töökohtade arvutitest, süsteemiserverist (SYS-500), millele on liidetud sideserveri (COM-500) funktsioonid. Süsteem töötab 100 Mbit/s kohtvõrguna, millel on 2 Mbit/s ühendused teiste keskustega. Süsteemi võib olla liidetud dispetšikilp või projektsioonekraan. Suuremates keskustes on ette nähtud ka rakendusinseneri ja süsteemihalduri töökoht ning veebibrauserite ühendused. Üldjuhul kaugterminale ei dubleerita, kohalikes dispetšikeskustes kasutatakse töökindluse suurendamiseks RAID-süsteeme või serverite täielikku dubleerimist.



Joonis 9.8 Eesti Energia jaotusvõrgu dispetšisüsteemi andmevahetus

Kuna *Xpower* suudab suhelda vaid ühe ELCOM-kliendiga, koondatakse vajalik info jaotusvõrgu keskuse serverisse, mille abil toimub kogu infovahetus. Sama ELCOM-server korraldab infovahetust ka põhivõrgu dispetšisüsteemiga XA/21 (joonis 9.8). Andmevahetuse protokolliks *Xpower*'iga on TCP/IP, XA/21-ga X-25. Laivõrgus IEC 6870-5-104 protokolliga kasutamine võimaldab muuta kogu süsteemi hoolduse ja rakenduste loomise eriti paindlikuks. Ühes kohas loodud andmebaasi ja rakenduse osi saab peegeldada mujale, liites nõnda rakendusi ja andmebaase.

Laivõrk võimaldab kontsentreerida süsteemi haldust ja tehnilist tuge, suurendades operatiivsust ilmnunud probleemide lahendamisel ja vähendades eriväljaõppe saanud personali vajadust. COM-500 kasutamine sideks alajaamade kaug-terminalidega loob võimaluse laivõrgu reserveerimiseks telefonivõrgu kaudu, kuna see võimaldab info jagamist erinevatesse suundadesse erinevate protokollidega, sealhulgas ka protokolliga IEC 6890-5-104.

9.4 Jaotusvõrgu infohaldussüsteem *Xpower*

Infohaldussüsteem *Xpower* on Soome firma *Tekla OYJ* toode, mille üheks eesmärgiks on toetada koostöös dispetsisüsteemiga jaotusvõrgu operatiivjuhtimist. *Xpower* võib toimida ka iseseisva võrguinfosüsteemina, mida kasutatakse varade haldamisel ja elektrivõrgu arengu ning remontide planeerimisel. *Xpower*'i vahendid sobivad põhimõtteliselt mis tahes tasemega elektrivõrkude käsitlemiseks. Põhirõhk on siiski jaotusvõrkudel, mis piirnevad toitealajaamadega ning teisalt madalpinge- ja välisvalgustusvõrkudega (joonis 9.9). Ülesannete lahendamisel kasutatakse ära võrgu staatiline ja dünaamiline (talitluse) info ja ka andmed elektritarbijate kohta (kliendiinfo).

	Toite- alajaamad	Keskpinge- võrk	Jaotus- alajaamad	Madalpinge- võrk	Välis- valgustus
Varade haldamine	Infosüsteem				
Elektrivõrgu planeerimine	Talitluse arvutused				
		Tehnilis-majanduslik planeerimine			Koormus- graafikute redaktor
Rajatiste projekteerimine	Rajatiste planeerimine				
Operatiivjuhtimise tugi	DMS			Rikketelefon	
Hoolduse planeerimine	Võrgu hoolduse ja ülevaatuse planeerimine				

Joonis 9.9 Jaotusvõrgu infohaldussüsteemi *Xpower* struktuur

9.4.1 Infosüsteem

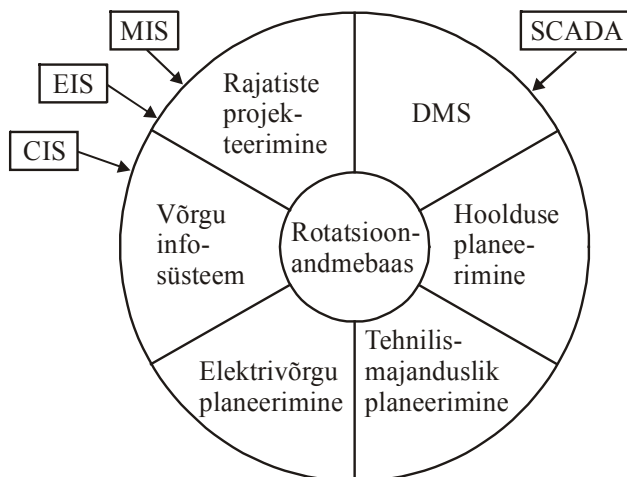
Xpower'i keskmeks on relatsioonandmebaas (nt *Oracle* või *OpenIngres*). Täiendavat teavet saadakse ennekõike dispetsisüsteemist (*SCADA*), aga ka kliendiinfo-

süsteemist (CIS) ning materjalide infosüsteemist (Material Information System, MIS) ja majandusinfosüsteemist (Economic Information System, EIS). Joonisel 9.10 on Xpower'i komponendid.

Kuigi Xpower'i lähtekohaks on geinfosüsteem (GIS), on tegemist laiema tervikuga, mille lisavõimalusteks on

- elektrivõrgu planeerimise, käidu ja hoolduse tugi
- võrgu elutsükli jälgimise tugi
- rakenduste integreeritus
- liidesed muude vajalike infosüsteemidega.

Seetõttu nimetatakse Xpower'it **elektrivõrgu infohaldussüsteemiks** (Network Information Management System, NIMS).



Joonis 9.10 Elektrivõrgu infohaldussüsteem

Xpower kasutab ühtset andmebaasi, kuhu andmed salvestatakse ainult üks kord. Tänu sellele on välistatud andmete liiasus ning vasturääkivused. Samade andmete põhjal on rakendustes võimalik esitada võrgukaardid kui elektriskeemid, alajaamade ja jaotlate skeemid jm.

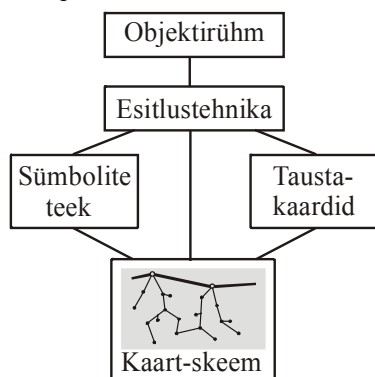
Xpower'is on kasutusel unikaalne andmete esitamise tehnika (andmemudel), mida võib iseloomustada kui koordinaat- ja objektseotuse segasüsteemi. Kõik objektid jagatakse klassideks ja need omakorda rühmadeks. Elektrivõrku kujutatakse eri tüüpi **vaadete** abil. Vaate all mõistetakse võrgu skeemi esitamise viisi ja andmete töötlemise vahendite kompleksi. Vaadeteks on näiteks

- digiteerimisvaade andmete sisestamiseks
- planeerimisvaade võrgu planeerimisülesannete lahendamiseks
- trükivaade kaartide ja skeemide väljatrukkimiseks.

Vaate aluseks on mingi etteantud objektide rühm, millele on lisatud viited objektide graafilise esituse kohta.

Xpower'i visualiseerimisvahendid koosnevad põhiliselt kahest kihist:

- taustakaartide kihist, millel on sõltuvalt mõõtkavast omakorda mitu kihti
- võrguelementide kihist, mis sisaldab erinevaid graafilisi objekte, mida presentatsioonitehnika abil defineeritakse võrguelementideks.



Joonis 9.11 Skeemide moodustamine *Xpower*'is

Nende kahe kihiga on võimalik lokaliseerida võrguelemente geograafiliselt ning kujutada visuaalselt elektrivõrgu skeemi ning dokumenteerida protsesse ja seisundeid, salvestada, printida jne. Graafilisi kujundeid andmebaasis otseselt ei säilitata. Näidatakse ära vaid objektide tüübid ja koordinaadid. Skeemid moodustatakse elektrivõrgu laadimisel arvutisse. Vajalikud graafilised kujundid saadakse sümbolite teegist, millele lisandub esitlustehnika (joonis 9.11). Elektrivõrgu taustakaardid võivad olla nii rasteri- kui vektoritüüpi. Lubatud on ka nende kombinatsioonid. Kogu elektrivõrk moodustub üksikutest elementidest, mille

seosed on ära näidatud. Seega ei ole ka võrgutopoloogia andmebaasis eraldi toodud, vaid moodustub programmi käivitamisel. Soovi korral arvestatakse võrgutopoloogia moodustamisel dispetšisüsteemi kaudu saadud reaalaandmeid.

Elektrivõrgu skeemi esitusvõimalused:

- geograafilised kaartskeemid
- võrgu kaartskeemid
- võrguskeemid
- alajaamade ja jaotlate skeemid.

Geograafilised kaartskeemid esitavad lisaks taustakaardile (teed, rajatised jm) võimalikult täpselt elektriliinide ja alajaamade asukohti. Võrgu kaartskeemil paiknevad elektrilised objektid taustakaarti kohaselt, kuid taust ise puudub. Kuna põhiorhk on pandud elektriliste ühenduste selgele kujutamisele, ei pruugi objektide asukohad kaartskeemidel olla täpsed. Võrgu ning alajaamade ja jaotlate skeemid on elektrilised. Objektide ruumilist asetust neil ei jälgita. Kaabelliinidele näidatakse soovi korral ära ka kaablikraavide lõiked.

Andmebaas jaguneb loogiliselt põhi- ja projektiandmebaasiks. Lisaks vaadeldakse veel virtuaalset andmebaasi. Põhiandmebaas sisaldab elektrivõrgu lähtevarianti, projektiandmebaas mitmesuguseid töövariante – plaane. Kuna põhiandmebaasi jooksvalt ei muudeta, siis ei ole ka takistusi selle ühiskasutuseks. Virtuaalandmebaasi moodustavad kasutaja arvuti põhimällu laaditud andmed. Sel teel tagatakse kuni tuhat korda suurem töökiirus, võrreldes korduva pöördumisega välismälus paikneva andmebaasi poole. Andmebaasi salvestatakse

- geograafilised andmed

- atribuutide andmed
- tehnilise seisukorra andmed
- ajaloolised andmed
- arvutustulemused.

Xpower’i kasutajaliides tugineb üldtuntud akna- ja menüütehnikale. Lisaks on võimalik

- väljastada aruandeid andmebaasisüsteemi *Access* vahendusel
- teha graafilist analüüsi, mis põhineb automaatselt moodustatavatel andmebaasipäringutel
- analüüsida võrgu planeerimise ja talitluse arvutamise tulemusi elektrivõrgu komponentide seire erivahendi, võrgunavigaatori abil.

Skeeme, kaarte ja graafilist materjali on võimalik printida näiteks piirkondade, vaadete, taustakaartide ja muul kujul. Graafiliste andmete sisestamine ja redigeerimine toimub tuntud vahendi *GISBase* abil. Võrguinfole pääseb juurde ka *Oracle*- ja *Access*-andmebaasi vahenditega. Dokumentatsioon võrguobjektide kohta võib sisaldada teksti, tabeleid ja pilte, mis on loodud väliste rakendustega näiteks *Word*, *Excel* jm. Võimalik on andmete jälgimine veebibrauseri vahendusel.

9.4.2 Elektrivõrgu ja rajatiste planeerimine

Elektrivõrgu ja rajatiste planeerimiseks on *Xpower*’is järgmised moodulid:

- alternatiivsete plaaniversioonide haldamine
- võrgu talitluste arvutamine
- koormusgraafikute redaktor
- tehnilis-majanduslik planeerimine
- rajatiste projekteerimine.

Plaaniversioonide haldamine tugineb juba mainitud andmebaasi loogilisele jaotamisele põhi- ja projektiandmebaasiks, mida töö käigus toetab veel virtuaalandmebaas. Põhiandmebaas sisaldab andmeid olemasoleva võrgu kohta. Jooksva plaaniversiooni andmeid säilitatakse selle käsitlemise ajal virtuaalandmebaasis. Käsitlemise lõppedes salvestatakse projektiandmebaasi ainult need andmed, mis erinevad põhiversioonist. Sel teel saab võimalikuks säilitada suurt hulka plaaniversioone, mis muuhulgas võivad kajastada muutusi võrgus pika ajavahemiku vältel.

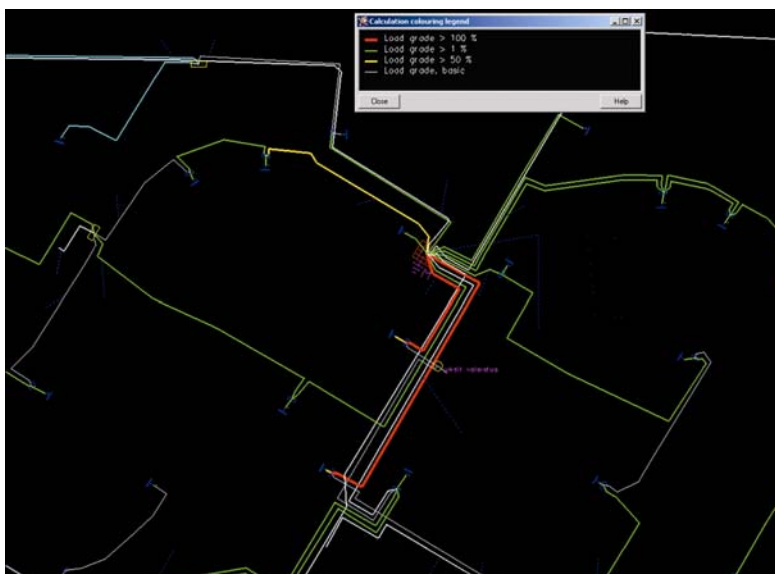
Võrgu talitluse arvutusmoodul on integreeritud elektrivõrgu erinevate versioonidega ja ka koormusgraafikute redaktoriga. Võimalik on arvutada normaaltalitlust ning lühis- ja maaühendusvoole. Normaaltalitlust arvutatakse, et leida võimsuste jagunemist, pingetaset ja -kadu ning võrgukadusid. Lühis- ja maaühendusvoolude alusel kontrollitakse releekaitse selektiivsust. Normaaltalitlust ja lühisvoole võib arvutada nii radiaal- kui silmusvõrgule. Radiaalskeemi kohaselt jaotusvõrgu tegeliku käidu alusel arvutatakse talitlus enamasti pikema ajavahemiku näiteks aasta igale tunnile. Seejuures arvestatakse koormuse muutusi tüüpgraafikute alusel. Koormust saab varieerida etteantud temperatuurihälbe ja

koormuse hajuvuse (ruuthälbe) järgi. Arvutustulemuste põhjal võib leida aasta raskeimad käidutingimused või integraalseid suurus, näiteks võrgukadusid. Lühis- ja maaühendusvoolude massilised arvutused võimaldavad kontrollida releekaitsetsätete sobivust etteantud ajavahemikus.

Silmusvõrgu arvutus toimub kas Gaussi-Seideli või Newtoni-Raphsoni meetodi kohaselt. Jaotusvõrgus on sellised arvutused vajalikud näiteks lahutuspunktide valikul või ümberlülitamistel tekkivate olukordade (sh releekaitse selektiivsuse) analüüsimisel.

Koormusgraafikute redaktor toetub koormuse lihtsustatud mudelile, mida on lähemalt kirjeldatud lisas L1.

Normaaltalitluse ja lühisvoolude arvutustulemusi on võimalik esitada erinevas vormingus. Joonisel 9.12 on elektriline kuvatud nende koormatuse järgi.



Joonis 9.12 Normaaltalitluse arvutustulemuste esitamine

Tehnilis-majanduslike arvutuste alusel koostab süsteem dokumentatsiooni, millele toetub otsuste langetamine ja projektide seire. *Xpower* võimaldab planeerimise käigus jälgida ressursside paigutust ja otstarbekust. Ühendused finants- ja kliendiinfosüsteemiga ning muude rakendustega kindlustavad ressursside kõige tulemuslikuma jaotuse. Investeeringute kõrval saab arvestada ka võrgukadude maksumust. Projekti arengut võib jälgida kogu elutsükli jooksul.

Peale võrgu arenguplaani valimist on loogiliselt järgmine samm rajatiste projekteerimine. Esimeses lähenduses määratakse projekti üldmaksumus objektide vaikehindade alusel. Järgmises etapis arvutusi täpsustatakse. Kulutused leitakse

objektide alternatiivseid lahendusi ja seadmete oodatavat tööaega arvestades. Viimases etapis määratakse objektide konkreetne konstruktsioon, valitakse materjalid ja tehakse projekti täpne kalkulatsioon muuhulgas materjalide infosüsteemi abil. Ühtlasi koostatakse kogu projekti dokumentatsioon.

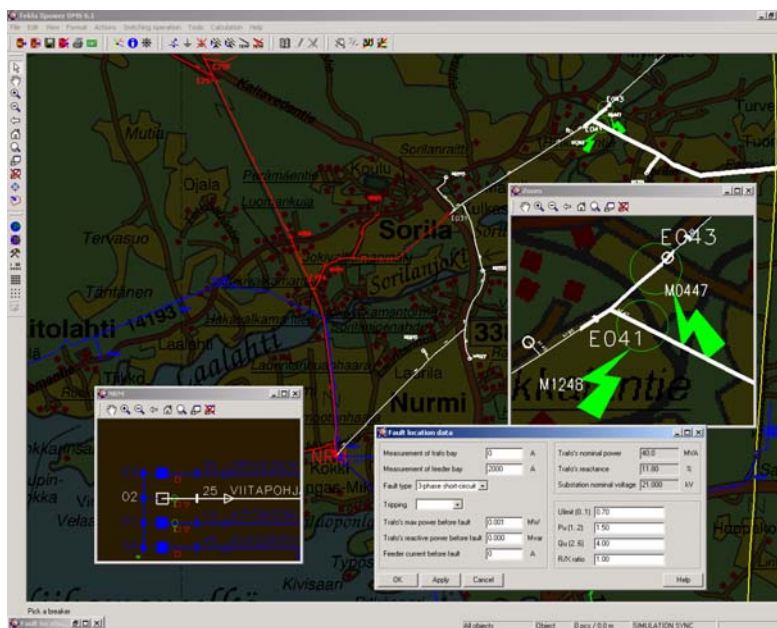
9.4.3 Operatiivjuhtimise tugisüsteem

Xpower pakub järgmisi jaotusvõrgu operatiivjuhtimise tugifunktsioone:

- võrgutopoloogia haldamine
- rikete asukoha lokaliseerimine
- rikete haldamine
- rikketelefon.

Traditsiooniliselt kuulub operatiivjuhtimise tugisüsteemi (DMS) funktsioonide hulka püsitalituse ja lühisvoolude arvutamine. *Xpower*'is on need tegevused arvatud elektrivõrgu planeerimismoodulisse, kuid on kasutatavad ka operatiivjuhtimisel.

Xpower'i andmebaas on läbi ühiste andmetabelite seotud dispetšisüsteemiga. Andmevahetus tugineb sideprotokollidele ELCOM-90 ja TCP/IP. Jaotusvõrgu lülituste jooksvat seisu saab jälgida otse kaardiaknast. Ajutised lülitid, maandused jms võib ära näidata ka käsitsi.



Joonis 9.13 Rikke lokaliseerimise tulemused

Võrgutopoloogia visualiseeritakse elektriliinide kujutamise ja eri värvitoonides ja erinevas vormingus:

- toiteta liine näidatakse valgena
- naaberfiidrid esitatakse eri värviga
- võrgusilmustesse kuuluvaid liine kuvatakse paksema joonega
- maandatud liine näidatakse punktiirjoonega, kusjuures joone paksus sõltub maanduste arvust.

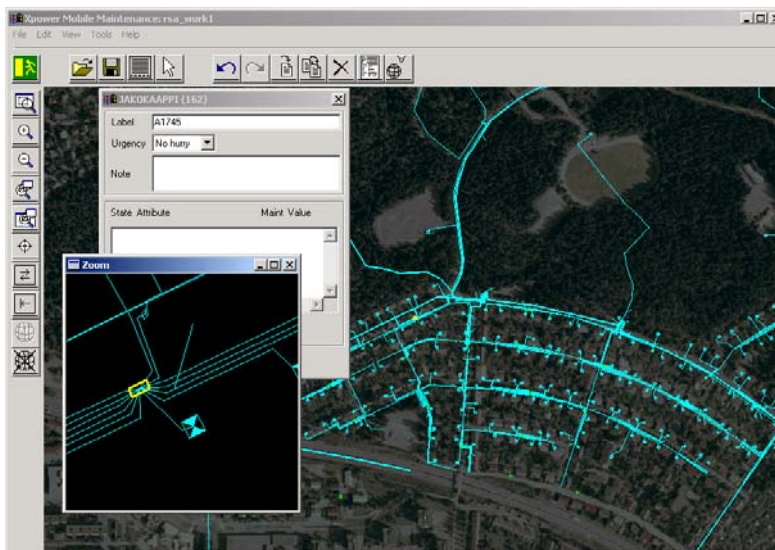
Samu visualiseerimise võtteid kasutatakse nii normaaltalitluse kuvamise kui ka rikete haldamise ja nende asukoha lokaliseerimise puhul.

Rikete asukoha lokaliseerimine põhineb dispetsisüsteemi kaudu saadud rikkevoolu ja releekaitse toimimise andmetel. Arvutusliku rikke asukohale lisaks näidatakse ära selle isoleerimiseks vajalikud lülitused. Joonisel 9.13 on rikke tagajärjel pingeta jäänud liinid esitatud valgena. Näidatud on kahte võimalikku rikkekohta ja nende isoleerimisel väljalülitamisele kuuluvaid lüliteid.

Rikete haldamine haarab lisaks rikkekohta lokaliseerimisele rikke isoleerimiseks ja toite taastamiseks vajalikke tegevusi. Lülituste plaani koostamisel tuginetakse lülituste imiteerimisele, mis tagatakse vajalike normaaltalitluse ja lühisvoolude arvutustega. Imiteerimine võimaldab optimeerida rikete haldamisega seotud tegevusi. Ühtlasi määratakse üksikute elektritarbijate toitekatkestuse aeg, andmata jäänud energia maksumus jms. Samad tegevused sobivad ka plaaniliste lülituste korral.

9.4.4 Hooldustööde haldamine

Xpower võimaldab lihtsalt ja aega säästvalt korraldada hooldustööde juhtimist ning kontrollida jaotusvõrke. Süsteemis on ette nähtud võrguelementide ülevaatus koos



Joonis 9.14 Madalpingejaotla kontrollimine väliarvutiga

seisukorra kirjelduste ja hooldustööde tellimisega. *Xpower* on suuteline töötama suure arvu võrgu komponentidega, mis on laiale territooriumile hajutatud.

Võrgu ülevaatamisel tuleb määrata kontrollitavate objektide nimekiri ning ülevaatuse iseloom ja tähtjad. Ülevaatuse tulemuseks on objektide seisundi kirjeldused ja klassifitseerimine. Vaja läheb ka eelmiste ülevaatuste tulemusi ja muid andmeid objektide kohta. Kuna kontrollitavate objektide arv on suur (üksnes elektriliini maste võib olla kümneid tuhandeid), kulub selleks traditsiooniliselt palju paberit. *Xpower*'is säilitatakse kõiki andmeid andmebaasis. Kohapeal võib seniseid andmeid jälgida ja uusi sisestada väliarvutite abil. Ühendades väliarvuti GPS-seadmega, on ülevaatuse käigus võimalik täpsustada ka objekti koordinaate. Kontoris ühendatakse väliarvutid kohtvõrgu kaudu keskse andmebaasiga, kus uuendatakse vananenud andmed ülevaatusel saadutega. Paber kandjat läheb vaja vaid lõpparuannete esitamiseks.

Joonisel 9.14 on kontrollitav võrk esitatud aerofoto taustal. Taustaks võib loomulikult olla ka geograafiline kaart. Elektriliinid on rohelised, kontrollitav objekt (madalpingejaotla) kollane. Andmevahetus toimub ekraanile ilmuva akna kaudu.

