

080450000 Sähkömarkkinoiden seminaari

SEMINAARITYÖ

14.3.2003

Matti Jantunen

0077634

Säte 5

## **Käytönvalvontajärjestelmä SCADA; ominaisuudet ja käyttö**

## **Tiivistelmä**

Tekijä: Jantunen, Matti  
Nimi: Käytönvalvontajärjestelmä SCADA; ominaisuudet ja käyttö  
Osasto: Sähkötekniikan osasto, Sähkömarkkinat  
Vuosi: 2003  
Paikka: Lappeenranta

Seminaarityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 16 sivua ja 2 kuvaa.

Tarkastaja: Professori Jarmo Partanen  
Hakusanat: käytönvalvontajärjestelmä, SCADA, sähköjakeluautomaatio

Seminaarityössä tarkastellaan SCADA-käytönvalvontajärjestelmän ominaisuuksia ja käyttöä osana sähköjakeluautomaatiota.

## **Abstract**

Author: Jantunen, Matti  
Subject: SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition); usage and properties  
Department: Electrical engineering, Electrical markets  
Year: 2003  
Place: Lappeenranta

Seminar paper. Lappeenranta University of Technology. 16 pages and 2 pictures.

Supervisor: Prof. Jarmo Partanen  
Keywords: SCADA, distribution automation

The aim of the present study is to clarify the usage and properties of SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) –system as a part of the distribution automation.

## SISÄLLYSLUETTELO

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET .....	2
1. Johdanto .....	3
2. Yleistä käytönvalvontajärjestelmästä .....	3
2.1 Laitteet .....	3
2.2 Ohjelmistot .....	4
2.3 Perustoiminnot.....	4
2.4 Tietokannat .....	4
3. SCADA:n käyttö sähkönjakelussa.....	5
3.1 SCADA:n rooli .....	5
3.2 SCADA:n toiminnot.....	6
4. SCADA:n rakenne .....	7
4.1 Perussysteemi .....	7
4.2 Sovellusohjelmat .....	8
4.3 Sovelluskohteet.....	8
5. SCADA:n tietoliikenne .....	10
5.1 Tietotyypit.....	10
5.2 Kommunikointi ala-asemien kanssa.....	12
5.3 Kommunikointi käytöntukijärjestelmän kanssa .....	12
6. Yhteenveto.....	13
LÄHDELUETTELO .....	14

**KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET**

ABB	Asea Brown Boweri
AI	Analog Input
AC	Alarm Control
AO	Analog Output
ATJ	asiakastietojärjestelmä
BI	Binary Input
BO	Binary Output
BS	Bit Stream
DI	Digital Input
DB	Double Binary
DO	Digital Output
HMI	Human-Machine Interface, käyttöliittymä
KVJ	käytönvalvontajärjestelmä
LAN	Local Area Network, lähiverkko
LON	Local Operating Network, ala-asematason tietoliikenneväylä
PC	Pulse Counter
RTU	Remote Terminal Unit
SCADA	Supervisory, Control And Data Acquisition
SCIL	ABB:n kehittämä ohjelmointikieli
SPA	ala-asematason tietoliikenneväylä
SPACOM	suojaraherperhe
SRIO	tiedonsiirtoyksikkö
TCP/IP	tiedonsiirtoprotokolla
VTJ	verkkotietojärjestelmä

## 1. Johdanto

Käytönvalvontajärjestelmästä (KVJ) käytetään usein englanninkielistä nimeä SCADA, joka tulee sanoista Supervisory, Control And Data Acquisition (valvonta, ohjaus ja tiedon hankkiminen). SCADA on mikrotietokonepohjainen, ohjelmoitava ja hajautettu käytönohjaus- ja valvontajärjestelmä. Tässä seminaarityössä keskitytään tutkimaan käytönvalvontajärjestelmän käyttöä ja ominaisuuksia sähköjakeluautomaatiossa. Kohdissa 4. SCADA:n rakenne sekä 5. SCADA:n tietoliikenne tarkastellaan ABB:n MicroSCADA käytönvalvontajärjestelmän rakennetta.

## 2. Yleistä käytönvalvontajärjestelmästä

Käytönvalvontajärjestelmät soveltuvat energianhallintaan, automaattiseen mittarinluentaan, sähkö- ja kaukolämpöverkkojen kaukokäyttöön, sähköasema- ja verkostoautomaatioon sekä lämpökeskusautomaatioon. Lisäksi ne soveltuvat myös esimerkiksi erilaisten teollisuusprosessien, vedenpuhdistuksen, liikenteen yms. järjestelmien käytönohjaus- ja valvontajärjestelmiksi.

Avoin hajautettu järjestelmärakenne mahdollistaa liitännät myös muihin järjestelmiin. Kolmannen osapuolen liitännöistä voidaan mainita eri tukiohjelmistoihin toteutetut liitännät: esim. käytöntukijärjestelmät, verkkokäskeyhjelmito, energianhallintaohjelmisto ja asiakastietojärjestelmä. Paikallisverkkoliitääntä toimistoverkkoon mahdollistaa myös PC-ohjelmistojen ja kaukokäytön välisen tiedon välityksen. Avoin rakenne antaa mahdollisuuden käyttää kaukokäytön tietokantaa muissa sovelluksissa. Sen kautta on toteutettavissa muiden tietokantojen hyödyntäminen kaukokäyttösovelluksissa ja tehokkaat liitännät myös suoraan eri toimittajien sovellusten välillä. /1/,/2/

### 2.1 Laitteet

Järjestelmän perusratkaisussa valvomossa on skaalattavat palvelin-/ työasematietokoneet. Tietoliikennettä varten on oma tietokone, johon tietoliikenneyksiköt voidaan asentaa. Tietoliikenneyksikkö on omalla prosessorilla ja muistilla varustettu itsenäinen yk-

sikkö, jota käytetään ala-asemien ja tulostuslaitteiden liitännään. Sekä tietoliikenneyksiköt että tietokoneet voidaan haluttaessa myös varmentaa. /1/

## 2.2 Ohjelmistot

Valvomo-ohjelmistot koostuvat perusohjelmistoista ja sovelluksista. Ohjelmistojen käyttöliittymät (HMI, Human-Machine Interface) ovat täysgraafisia. Perusohjelmiston lisäksi on käytössä työkaluohjelmilla rakennettuja sovelluksia. Sovellus sisältää tietyn sovellusalueen (esim. sähkö tai kaukolämpö) kuvat, tietokannat, raportit jne. Vakiosovelluksia ovat erilaiset kirjastoidut ratkaisut. Esim. prosessiohjaukseen (sähköverkko, katkaisijat, erottimet ja muut toimilaitteet) on kehitetty toimintolohkot, jotka ovat nopeasti muokattavia, toimivia ja testattuja osakokonaisuuksia. Lämpöverkon tarpeisiin on olemassa myös vastaava kirjasto (lämpöverkko, lämpökeskukset yms.). /1/

Ohjelmistot tukevat sovellusten kuumavarmennusta. Kuumavarmennetussa järjestelmässä käytössä olevaa reaaliaikaista sovellusta vastaavaan varjostavaan sovellukseen päivitetään kaikki muuttuvat sovelluskohtaiset tiedot. Päivitys koskee sekä levytiedostoja että keskusmuistissa olevia tietoja. Järjestelmässä voidaan myös reaaliaikaista toimintaa häiritsemättä ottaa tietokantojen eheyden varmistamiseksi sovelluksesta varmuuskopioita ja testata uusia sovelluksia. Lisäksi ohjelmistossa on usein WatchDog-sovellus, joka valvoo muiden sovellusten toimintaa. /1/

## 2.3 Perustoiminnot

Järjestelmän perustoimintoja ovat tiedon hankinta prosessista, tietojen ja arvojen näyttäminen, tiedon käsittely valvomossa, ohjausten välittäminen prosessiin, hälytysten käsittely, tietojen ja arvojen säilyttäminen ja raportointi, tapahtumien ja toimintosekvenssien tallennus, laskentatehtävät ja ala-asemien lisätoiminnot. /1/,/3/

## 2.4 Tietokannat

Käytönvalvontajärjestelmään kerättävät tiedot ovat luonteeltaan reaaliaikaisia ja nopeasti muuttuvia. Näitä tietoja säilytetään SCADA:n tietokannoissa. Jatkuvan tiedon virtaus verkosta asettaa tietokantaan tallennettaville tiedoille sekä luotettavuuden että rakenteen suhteen omat vaatimuksensa. Koska mittaustietoja tulee jatkuvasti, tallennetaan tietokantaan vain uusimmat tiedot tietyltä ajanjaksolta.

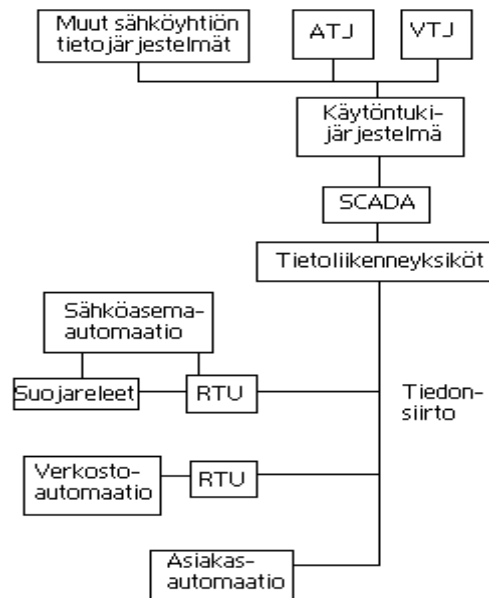
Käytönvalvontajärjestelmän tietokannalta vaaditaan, että verkon tilamuutokset on saatava vietyä mahdollisimman tehokkaasti ja luotettavasti tietokantaan ja toisaalta tietokannan rakenteen on oltava mahdollisimman joustava, jotta siihen saadaan liitettyä erilaisia sovelluksia. /1/

### 3. SCADA:n käyttö sähköjakelussa

Käytönvalvontajärjestelmä on yleensä yhden sähkölaitoksen järjestelmä, jonka laajuus riippuu sähkölaitoksen koon lisäksi valvottavien kohteiden määrästä. Käytönvalvontajärjestelmä mahdollistaa sähköjakeluprosessin hoitamisen yhdestä pisteestä eli yleensä keskusvalvomosta. /3/

#### 3.1 SCADA:n rooli

SCADA:lla on keskeinen rooli sähköjakeluautomaatiojärjestelmässä, kuten kuvasta 1.1 huomataan. SCADA:n tärkeimmät tehtävät ovat sähköjakelun reaaliaikainen valvonta, tietojen haku ja automaatiojärjestelmän ohjaus.



Kuva 1.1 SCADA:n rooli sähköjakeluautomaatiojärjestelmässä. /4/

SCADA kerää tietoa ala-asemilta ja ohjaa prosessia tietoliikenneyksiköiden ja RTU (Remote Terminal Unit) -yksiköiden kautta. Ala-asemilla tarkoitetaan järjestelmässä esimerkiksi sähköasemia ja jakeluverkon kauko-ohjattuja erotinasemia.

Operaattorille, käytöntukijärjestelmälle (KTJ) ja muille sähköaseman tietojärjestelmille SCADA tarjoaa reaaliaikaista tietoa verkon tilasta, sekä välittää operaattorin ja käytöntukijärjestelmän tekemiä ohjauksia verkkoon ja sähköasemille. /4/

### **3.2 SCADA:n toiminnot**

SCADA:n toimintoihin sähköjakelujärjestelmässä kuuluvat esim. kaukomittaukset, tapahtumatiedot, kaukoasettelut, kauko-ohjaukset, raportointi sekä verkon kytkentätilan hallinta.

Kaukomittauksiin kuuluvat mm. sähköaseman kiskojännite, lähtöjen virrat, suojureleiden mittaamat vikavirrat, suojureleiden asetteluarvot, verkossa olevien vianilmaisimien läpi mennyt virta ja asiakkaiden vuosienergia.

Tapahtumatietoina saadaan kytkinlaitteiden kytkentätilat, hälytykset sekä vianilmaisimien, suojureleiden ja käämikytkimen toiminta.

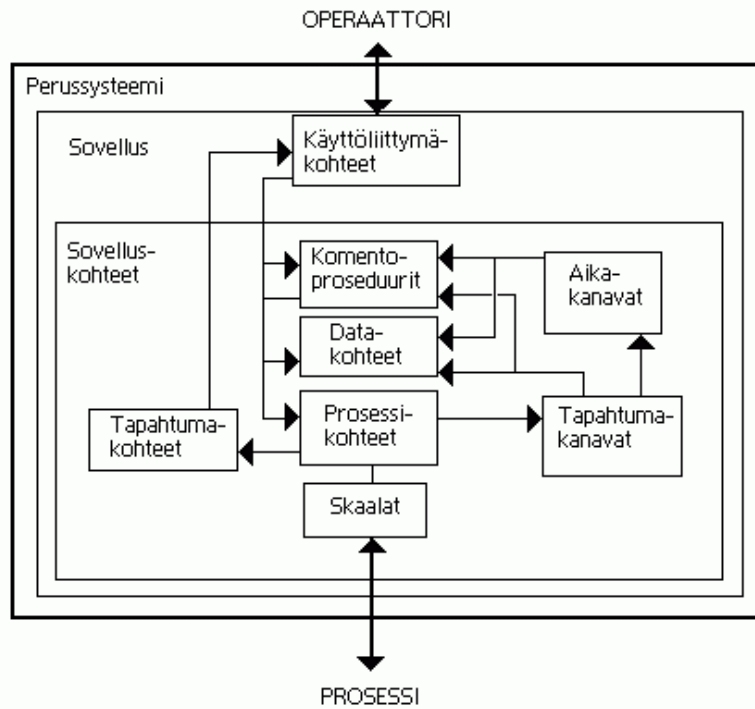
SCADA:n kautta voidaan kauko-ohjata sähköasemien kytkinlaitteita, kauko-ohjattavia erotinasemia, diesel-generaattoreita, asiakkaiden sähkölaitteita (esim. kiukaat, lämmitykset) sekä asiakkaiden sähkökuormia. Kaukoasettelua voidaan tehdä esim. suojureleiden asetteluparametreihin.

Mittauksista ja tapahtumista talletetaan tietoja tietokantoihin, joista voidaan tehdä käyttäjän määrittelemiä raportteja (esim. siirretty energia tietyllä sähköasemalla tietyllä ajanjaksolla). /4/



## 4. SCADA:n rakenne

Käytönvalvontajärjestelmä koostuu perussysteemistä ja yhdestä tai useammasta sovelluksesta. Kuvassa 1.2 on esitetty ABB:n MicroSCADA:n rakennetta.



Kuva 1.2 SCADA:n rakenne /2/

### 4.1 Perussysteemi

SCADA:n perusjärjestelmä koostuu tietokoneesta ja perusohjelmistosta. Perusjärjestelmän tietokoneena käytetään tavanomaista mikrotietokonetta, jossa on käyttöjärjestelmänä tavallisimmin Windows NT. Käyttöjärjestelmän lisäksi SCADA-järjestelmään kuuluu ydinosa, joukko apuohjelmia, sovellusohjelmointi- ja järjestelmänhallintatyökaluja, konfigurointiohjelmisto sekä sovellusohjelmisto.

Ydinosa eli perusohjelmisto on kaikissa perusjärjestelmissä samanlainen eikä riipu sovellusalueesta eikä käytön laajuudesta. Samoja ovat myös useimmat sovellusohjelmointi- ja järjestelmänhallintatyökalut. Käyttöjärjestelmä ja ydinosa muodostavat sovellusten käyttöympäristön, joka tarjoaa sovellusten tarvitsemat palvelut. /2/,/5/

## 4.2 Sovellusohjelmat

Perusjärjestelmä sisältää yhden tai useamman sovellusohjelmistopakettin, joka sisältää sovellusohjelmiston ja tietokannat. Sovellusohjelma määrittää miten SCADA-perusjärjestelmä toimii käytönohjaus- ja valvontajärjestelmänä. Jokainen sovellus on rakennettu tiettyä käytönvalvontaprosessia varten (esim. sähkön- tai lämmönjakelu). Kukin sovellus voi valvoa omaa prosessiaan ja sillä voi olla omat erilliset yhteydet prosessilaitteistoon tai se voi käyttää samaa laitteistoa kuin muut sovellukset.

Yksinkertaistaen voidaan sanoa, että sovellus koostuu joukosta ohjelmoitavia kohteita, jotka keskustelevat keskenään, käyttäjän kanssa ja prosessilaitteiston kanssa.

Kohteita on kahta eri päätyyppiä:

- Käyttöliittymäkohteet, jotka muodostavat sovelluksen käyttöliittymän eli näkyvät kuvaruudulla (kuten kuvat, valintaikkunat ja niiden osat).
- Sovelluskohteet, joiden avulla määritetään ohjaustoiminnot, laskentarutiinit, tietojen tallennus, prosessinohjaus jne. Sovelluskohteet voivat olla prosessin datakuvauksia (prosessikohteet), raporttitietoja (datakohteet), ohjausohjelmia (komentoproseduurit) ja aktivoimismekanismeja (tapahtumakanavat, aikakanavat ja tapahtumakohteet). /2/

## 4.3 Sovelluskohteet

Kuvassa 1.2 esitettyjen sovelluskohteiden toimintaperiaatteet ja tarkoitus ovat esitetty seuraavassa tarkemmin:

1. Prosessikohteet kuvaavat järjestelmään liitettyjä prosessisignaaleja. Nämä kohteet tallentavat ja valvovat prosessin tilaa reaaliajassa. Prosessikohteisiin kuuluvat kaikki järjestelmän pisteet, joista tulee tietoa prosessista tai joita pystyy kauko-ohjata (esim. sähköasema, erotinasema, johtolähtö, lähdön lukitukset, katkaisijat, erottimet, muuntajat, käämikytkimet, jännitteen ja virran mittaukset, jne.).

2. Skaalat ovat algoritmeja, joita tarvitaan ala-asemien lähettämien prosessiarvojen muuntamiseksi käytetyn mittayksikön arvoiseksi. Esimerkiksi oletetaan REF-kennoterminalin mittaamaksi johtolähdön virran suuruudeksi 56 A. Mittaustuloksena SCADA:an lähetetään tietoliikenneyhteyksien kautta arvo 56 000. SCADA:ssa mittaustulos joudutaan skaalaamaan eli jakamaan tuhannella, jotta saadaan oikea arvo prosessitietokantaan sekä käyttöliittymäkohteisiin kuvaruudulle. Samoin skaalaus tehdään muille mitta-arvoille ala-asematyypistä riippuen.
3. Datakohteet kirjaavat ja tallentavat kerättyjä tai laskettuja tietoja. Datakohteisiin voidaan tallentaa esim. sähköaseman ostettu/myyty energia tai tietyn lähdön läpi mennyt energia. Energiapulssien erotus on aina tietyn suuruinen määrä pulssimittarin läpi mennyttä energiaa. Kun lasketaan pulssien lukumäärä, saadaan kokonaisenergia selville. Muita datakohteisiin talletettavia tietoja voivat olla esim. kiskostojännite, johtolähdön virta, ulkoilman lämpötila, jne. Datakohteista voidaan tehdä erilaisia raportteja sekä havainnollistavia kuvaajia.
4. Komentoproseduurit ovat joko automaattisesti tai manuaalisesti suoritettavia ohjelmia (SCIL-ohjelmia MicroSCADA:ssa). Niillä suoritetaan esim. kaikki kauko- käyttö-toimenpiteet prosessissa, kuten esim. katkaisimien ja erottimien kiinni/auki ohjaus sekä muuntajan käämikytkimen ylös/alas komennot. Myös tietojen haku ala-asemilta sekä käyttöliittymäkohteiden päivitys tapahtuvat komento-proseduureilla. Komentoproseduurit aktivoituvat automaattisesti joko aikakanavien, tapahtumakanavien, tapahtumakohteiden tai manuaalisesti operaattorin suoran ohjauksen kautta.
5. Aikakanavat ohjaavat automaattisesti tiettyjä aikaperusteisia kirjauksia ja ohjelmien suoritusta. Aikakanavilla voidaan ohjata esim. lähdön virtojen, kiskostojännitteen sekä muiden mittaustulosten ja tietojen hakua sekä kirjausta raporttietokantaan tietyn aikavälein (tyypillisesti kolmen minuutin välein.)

6. Tapahtumakanavat ohjaavat automaattisesti tapahtumaperusteisia kirjauksia ja ohjelmien suoritusta, esim. katkaisijan avautumisen kirjaantuminen tapahtumalistaan ja raporttitietokantaan.
7. Tapahtumakohteet käynnistävät tiettyjen tapahtumien pohjalta automaattisesti käyttöliittymäkohteissa suoritettavia ohjelmia. Esim. katkaisijan avautumisen päivittäminen näytölle: "katkaisija kiinni" –kuvan vaihtuminen "katkaisija au-ki"-kuvaan sähköaseman pohjakuvassa.

Useimmat sovelluskohdetyypit talletetaan tietokantoihin (tietokanta on joukko toisiinsa liittyviä, rakenteisessa muodossa tallennettuja tietoja). Prosessikohteet, skaalat ja tyypimäärityskohteet tallentuvat prosessitietokantaan. Datakohteet, komentoproseduurit, aikakanavat ja tapahtumakanavat tallentuvat raporttitietokantaan, minkä vuoksi niitä kutsutaankin yhteiseltä nimeltään raporttikohteiksi. /2/

## **5. SCADA:n tietoliikenne**

Seuraavassa on esitelty MicroSCADA:n tietotyyppjä sekä kommunikointia ala-asemien ja käytöntukijärjestelmän kanssa.

### **5.1 Tietotyypit**

Tietyn prosessikohteen tyyppi riippuu siitä, minkä tyyppinen on vastaavan ala-aseman tulo/lähtöliitäntä sekä tiedonsiirtoon käytettävä protokolla. Esimerkiksi MicroSCADA tukee yhdeksää ennalta määrättyä tietotyyppiä:

1. Analogiatulo (Analog Input, AI): Asemalta tietoliikenneväylän kautta perusjärjestelmään tuleva analogiatulon arvo eli esim. mittausarvo (virta, jännite, integroidut energia-arvot, käämikytkimen asento jne.).
2. Analogialähtö (Analog Output, AO): Perusjärjestelmästä tietoliikenneväylän kautta asemalle menevä analogiatulon arvo, esim. asetusarvo, analoginen asetuspiste, yleinen lähtö.

3. Binääritulo (Binary Input, BI): Asemalta tietoliikenneväylän kautta perusjärjestelmään tuleva binäärinen signaali (0 tai 1), esim. kytkimen tilatieto tai hälytyssignaali.
4. Binäärilähtö (Binary Output, BO): Perusjärjestelmästä tietoliikenneväylän kautta asemalle menevä binäärinen ohjaussignaali (0 tai 1), esim. erottimien ja katkaisimien auki/kiinni-ohjaus tai käämikytkinportaan alas/ylös-ohjaus.
5. Digitaalitulo (Digital Input, DI): Asemalta tietoliikenneväylän kautta perusjärjestelmään tuleva digitaalinen tuloarvo, joka on kokonaisluku väliltä 0 – 65535 (16-bittinen).
6. Digitaalilähtö (Digital Output, DO): Perusjärjestelmästä tietoliikenneväylän kautta asemalle menevä digitaalinen lähtöarvo (digitaalinen asetusarvo), joka on kokonaisluku väliltä 0 – 65535 (16-bittinen).
7. Nelikriteeritieto (Double Binary Indication, DB): Esim. kytkimien ja erottimien tilat. MicroSCADAssa ensimmäinen bitti tarkoittaa "kiinni" ja toinen bitti "auki" eli
  - 00 = väliasento
  - 10 = kiinni
  - 01 = auki
  - 11 = vikatila.
8. Pulssilaskuri (Pulse Counter, PC): Aseman lähettämä pulssilaskurin arvo, esim. energiapulssilaskurin arvo.
9. Bittivirta (Bit Stream, BS): Bittijonotyyppinen lähtö- ja tulosaika, jonon pituus enintään 16 bittiä. /2/

## 5.2 Kommunikointi ala-asemien kanssa

Sähköasemien mikroprosessoripohjaiset releet, ohjauksyksiköt ja hälytyskeskukset kommunikoivat keskenään, jolloin näihin laitteisiin liittyvää tietoa saadaan kommunikointiväylälle myös muiden järjestelmään liitettyjen laitteiden käyttöön. Asematason kommunikaatioväylällä tarkoitetaan väylää, joka liittyy sähköaseman sisällä kaikki lähtötason laitteet ja hälytysyksiköt sekä paikallisen valvonta- ja monitorointijärjestelmän keskenään. Asematasolla käytetään useimmiten kommunikointimediana valokuituja, jolloin tiedonsiirto ei ole sähköisille häiriöille herkkä. Sähköasemalla on tiedonkeruuyksikkö, joka on liitetty asematason kommunikaatioon, mistä se kerää väylään liitetyiltä laitteilta tiedot ja välittää ne edelleen jollekin ylemmän tason järjestelmälle, kuten kaukokäyttö- tai prosessivalvontajärjestelmälle.

Kommunikointia tiedonkeruulaitteelta kaukokäyttöjärjestelmään kutsutaan kaukokäyttökommunikaatioksi. Tiedonkeruuyksikkö toimii yksinkertaisimmillaan vain yhdyskäytävänä (gateway) asematason ja kaukokäyttökommunikaation välillä. Tiedonkeruuyksikkö voi toimia myös raportointiyksikkönä, jolloin siihen voidaan suoraan liittää tapahtumakirjoitin. Pollaavissa eli kyselevissä (esim. SPA-väylää käyttävissä) järjestelmissä tiedonkeruuyksikkö on sähköaseman kommunikaatiojärjestelmän isäntälaitte, kun taas spontaaneissa (esim. LON-väylää käyttävissä) järjestelmissä laitteet voivat autonomisesti lähettää tietoa väylälle ja kysellä tietoja toisilta laitteilta.

Tiedonvälitys- ja haku voi tapahtua jatkuvana, tapahtumiin tai aikaan perustuvana tietojen siirtona sekä käyttäjän antamina komentoina.

Tiedonsiirto sähköaseman ja valvomon välillä tapahtuu radiolinkin, valokuidun tai kiinteän yhteyden avulla. Valvomon ja verkon (esim. erotinasemat) välinen tiedonsiirto tapahtuu yleensä radiopuhelin- tai pakettiradioverkon välityksellä. /1/,/2/,/4/

## 5.3 Kommunikointi käytöntukijärjestelmän kanssa

Käytöntukijärjestelmä (KTJ) päivittää verkkotopologian sekä muut reaaliaikaiset prosessitiedot SCADA:n prosessitietokannasta (esimerkiksi katkaisimien, erottimien tilatiedot, vikavirtojen arvot sekä vianilmaisimien havahtuneisuus). KTJ:n kautta

tehtävät käyttötoimenpiteet, kuten esim. kauko-ohjaukset tapahtuvat pääsääntöisesti SCADA:n ohjausikkunoiden kautta.

SCADA:n ja käyttötukijärjestelmän tietokoneet ovat yhdistetty lähiverkkoon (LAN), jonka avulla laitteet voivat kommunikoida keskenään sekä muiden lähiverkkoon liitettyjen laitteiden kanssa. Liikennöintiin käytetään TCP/IP-protokollaa. /6/

## **6. Yhteenveto**

SCADA (Supervisory, Control And Data Acquisition) on mikrotietokonepohjainen, ohjelmoitava ja hajautettu käytönohjaus- ja valvontajärjestelmä. Sitä käytetään energianhallintaan, automaattiseen mittarinluentaan, sähkö- ja kaukolämpöverkkojen kaukokäyttöön, sähköasema- ja verkostoautomaatioon sekä lämpökeskusautomaatioon. Lisäksi se soveltuu erilaisten teollisuusprosessien, vedenpuhdistuksen, liikenteen, yms järjestelmien käytönohjaukseen ja valvotaan.

Järjestelmän perustoimintoja ovat tiedon hankinta prosessista, tietojen ja arvojen näyttäminen, tiedon käsittely valvomossa, ohjausten välittäminen prosessiin, hälytysten käsittely, tietojen ja arvojen säilyttäminen ja raportointi, tapahtumien ja toimintosekvenssien tallennus, laskentatehtävät sekä ala-asemien lisätoiminnot.

## LÄHDELUETTELO

- /1/ ABB:n TTT-käsikirja 2000-07 [Verkkodokumentti]. Teknisiä tietoja ja taulukoita käsikirja, luku 15, sähköjakeluverkon automaatio. Viitattu 6.3.2003.  
Saatavissa: [www.abb.com/fi](http://www.abb.com/fi)
- /2/ ABB Substation Automation Oy. MicroSCADA, Versio 8.4.2. Sovelluskohteet. Dokumenttiversio B/26.10.1999.
- /3/ Suoverinaho, Mika: Sähköjakeluverkon suojaruletoimintojen tarvemääritys. Diplomityö. TTKK. 1995.
- /4/ Sähköjakelutekniikan luennot. [Verkkodokumentti]. Opinnot – 080421200 Sähköjakelutekniikka – Sähköjakeluverkon käyttö. Viitattu 6.3.2003.  
Saatavissa:  
<http://www.ee.lut.fi/lab/sahkomarkkina/sahkomarkkinalaboratorio.htm>
- /5/ ABB Substation Automation Oy. MicroSCADA, Versio 8.4.2. Järjestelmäkohteet. Dokumenttiversio B/15.11.1999.
- /6/ ABB Transmit Oy. Käyttötukijärjestelmä Open++ Opera v 3.2. Käyttöohjeet. Versio A/2.5.2001