

**VAASAN YLIOPISTO**

**TEKNILLINEN TIEDEKUNTA**

**SÄHKÖTEKNIikka**

Janne Paavola

**SÄHKÖVERKON VALVONTAMALLIN MUUTOSTEN VAIKUTUS SEIVER-  
KOT OY:LLE**

Diplomityö, joka on jätetty tarkastettavaksi diplomi-insinöörin tutkintoa varten

Vaasassa 19.2.2018

Työn valvoja

Professori Kimmo Kauhaniemi

Työn ohjaaja

Diplomi-insinööri Martti Ijäs

Työn tarkastaja

Professori Timo Vekara

## ALKULAUSE

Tämä diplomityö on tehty toimeksiantona Seiverkot Oy:lle. Toimin kesätyöntekijänä Seiverkot Oy:llä, jonka jälkeen jatkoin töitä diplomityön parissa. Diplomityön valvojana toimi professori Kimmo Kauhaniemi ja työn tarkastajana professori Timo Vekara. Työn ohjaajana toimi Seiverkot Oy:ltä diplomi-insinööri Martti Ijäs.

Kiitos Seiverkot Oy:lle ja erityisesti Martti Ijäkselle mahdollisuudesta tehdä tämä diplomityö ja neuvoista, joita annoit työn tekemisen aikana. Kiitos myös Ari Luoma-aholle, joka opasti minua kesätöiden ja diplomityön tekemisen aikana lukemattomia kertoja.

Kiitos opiskelukavereilleni Juholle ja Akselille, perheelleni sekä kihlatulleni Emmille tuesta ja avusta opiskeluaikana.

Vaasassa 19.2.2018

Janne Paavola

## SISÄLLYSLUETTELO

ALKULAUSE	2
TIIVISTELMÄ	8
ABSTRACT	9
1. JOHDANTO	10
2. SÄHKÖVERKKOLIIKETOIMINNAN VALVONTA	11
2.1 Valvonnan tausta	11
2.2 Valvonnan tavoitteet	12
2.3 Energiavirasto	13
2.4 Valvonnan yleiset periaatteet	14
3 SEINÄJOEN ENERGIA OY	15
3.1 Seiverkot Oy	15
3.2 Sähköverkon rakenne	16
3.2.1 Maakaapelointi	17
3.2.2 Komponenttien keski-ikä ja pitoajat	19
3.2.3 Ympäristöolosuhdeluokat	20
4 ENERGIAVIRASTON VALVONTAMENETELMÄT	23
4.1 Valvontamalli	23
4.2 Valvontatiedot	25
4.3 Kohtuullinen tuotto	26
4.4 Sähköverkkoon sitoutunut omaisuus	27
4.4.1 Nykykäyttöarvo	27
4.4.2 Pitoajat	28
4.4.3 Keski-ikä tiedot	28
4.4.4 Ympäristöolosuhdeluokat	29
4.5 Kohtuullinen tuottoaste	31
4.6 Toteutunut oikaistu tulos	33
4.7 Verkkotoiminnan tuotot ja kustannukset	34
4.8 Kannustimet	34
4.8.1 Investointikannustin	35
4.8.2 Laatumittauskannustin	36
4.8.3 Tehostamiskannustin	39

4.8.4	Innovaatiokannustin	41
4.8.5	Toimitusvarmuuskannustin	42
5	UUDEN VALVONTAJAKSON VAIKUTUS VERKON NYKYKÄYTTÖARVOON	45
5.1	Ojapituudet ja kaivuolosuhteet	45
5.2	Ikätiedottomien verkon komponenttien arvon aleneminen	51
5.3	Pitoajan määrittäminen	51
5.4	Uudet yksikköhinnat	53
5.5	z-komponentti	54
5.5.1	Nousu pylväspäätteelle	54
5.5.2	Nousu kojeistopäätteelle	55
5.5.3	Nousu pienjännitekeskukselle	55
5.5.4	Maaston korkeuserot	56
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	58
6.1	Ojapituudet ja kaivuolosuhteet	58
6.2	Ikätiedottomien komponenttien arvon aleneminen	59
6.3	Pitoajan määrittäminen	60
6.4	Uudet yksikköhinnat	60
6.5	z-komponentin vaikutus kaapeliverkon pituuteen	61
7	YHTEENVETO	62
	LIITTEET	67

## SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

*Symbolit*

$AJK_t^{KJ}$	Keskijännitejakeluverkon aikajälleenkytkennöistä aiheutunut vuosienergioilla painotettu keskeytysmäärä [kpl]
$C_D$	Vieraan pääoman kohtuullinen kustannus
$C_E$	Oman pääoman kohtuullinen kustannus
$D$	Verkkotoimintaan sitoutunut oikaistu korollinen vieraspääoma
$DP$	Vieraan pääoman riskipremio
$E$	Verkkotoimintaan sitoutunut oikaistu pääoma
$h_{AJK}$	Aikajälleenkytkennöistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle (€/kWh)
$h_{E,odott}$	Odottamattomista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysajalle (€/kWh)
$h_{E,suunn}$	Suunnitelluista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysajalle (€/kWh)
$h_{PJK}$	Pikajälleenkytkennöistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle (€/kWh)
$h_{W,odott}$	Odottamattomista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle (€/kWh)
$h_{W,suunn}$	Suunnitelluista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle (€/kWh)
$JHA_i$	Komponentin $i$ jälleenhankinta-arvo
$k$	Vuosi 2016, 2017, 2018 tai 2019
$KA_{odott,t}^{KJ}$	Keskijännitejakeluverkon odottamattomista keskeytyksistä aiheutunut vuosienergioilla painotettu keskeytysaika [h]

$KA_{suunn,t}^{KJ}$	Keskijännitejakeluverkon suunnitelluista keskeytyksistä aiheutunut vuosienergioilla painotettu keskeytysaika [h]
$KAH_{ref,k}$	Keskeytyksistä aiheutuneen haitan vertailutaso
$KAH_{t,k}^{KJ}$	Keskijännitejakeluverkon toteutuneet keskeytyskustannukset vuonna t vuoden k rahanarvossa [€]
$KHI_k$	Kuluttajahintaindeksi vuonna k
$KM_{odott,t}^{KJ}$	Keskijännitejakeluverkon odottamattomista keskeytyksistä aiheutunut vuosienergioilla painotettu keskeytysmäärä [kpl]
$KM_{suunn,t}^{KJ}$	Keskijännitejakeluverkon suunnitelluista keskeytyksistä aiheutunut vuosienergioilla painotettu keskeytysmäärä [kpl]
$LP$	Likvidittömyyspremio
$määrä_i$	Verkkokomponentin i verkossa oleva kokonaismäärä
$NKA_i$	Komponentin i nykykäyttöarvo
$pitoaika$	Komponentin teknistaloudellinen pitoaika
$PJK_t^{KJ}$	Keskijännitejakeluverkon pikajälleenkytkennöistä aiheutunut vuosienergioilla painotettu keskeytysmäärä [kpl]
$R_m$	Markkinoiden keskimääräinen tuotto
$R_m - R_r$	Markkinariskipremio
$R_r$	Riskitön korkokanta
$t$	Vuosi 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 tai 2015
$T_t$	Tuntien lukumäärä vuonna t
$WACC_{post-tax}$	Kohtuullinen tuottoaste verojen jälkeen
$WACC_{pre-tax}$	Kohtuullinen tuottoaste ennen veroja
$W_k$	Siirretyn energian määrä vuonna k [kWh]
$W_t$	Siirretyn energian määrä vuonna t [kWh]

$yksikköhinta_i$	Verkkokomponentille $i$ määritetty yksikköhinta
$yvk$	Yhteisöverokanta
$\beta_{velallinen}$	Velallinen beeta-kerroin

### *Lyhenteet*

CAP	Capital Asset Pricing Model, käyttöomaisuuden hinnoittelumalli
CLC	Corine Land Cover -karttapohja-aineisto
JHA	Jälleenhankinta-arvo
JHATP	Jälleenhankinta-arvon oikaistu tasapoisto
KAH	Keskeytyksistä aiheutunut haitta
KOPEX	Kontrolloitavissa olevat kohtuulliset kustannukset
NKA	Nykykäyttöarvo
SKOPEX	Kohtuullisten operatiivisten kustannuksien vertailutaso
SLICES	Helikopterilennoilla kuvattu maanpinta
WACC	Kohtuullinen tuottoaste (Weighted average cost of capital)
VATI	Valvontatietojärjestelmä

## VAASAN YLIOPISTO

**Teknillinen tiedekunta**


---

<b>Tekijä:</b>	Janne Paavola	
<b>Diplomityön nimi:</b>	Sähköverkon valvontamallin muutosten vaikutus Seiverkot Oy:lle	
<b>Valvojan:</b>	Professori Kimmo Kauhaniemi	
<b>Ohjaajan:</b>	Diplomi-insinööri Martti Ijäs	
<b>Tarkastaja:</b>	Professori Timo Vekara	
<b>Tutkinto:</b>	Diplomi-insinööri	
<b>Oppiaine:</b>	Sähkötekniikka	
<b>Opintojen aloitusvuosi:</b>	2011	
<b>Diplomityön valmistumisvuosi:</b>	2018	<b>Sivumäärä: 74</b>

---

**TIIVISTELMÄ**

Sähköverkkoliiketoiminta on Suomessa tarkkaan säädeltyä, koska sähköverkkoyhtiöt toimivat alueellaan monopoliasemassa. Yhtiöille sallitaan monopoliasema, koska näin saavutetaan yhteiskunnalle kustannustehokkain tilanne. Sähköverkkoliiketoimintaa valvoo Energiavirasto. Sähköverkkoliiketoiminnan valvonnalla taataan asiakkaille laadukasta sähköverkkopalvelua kohtuulliseen hintaan ja samalla kannustetaan verkkoyhtiöitä kehittämään sähköverkojaan.

Tämän diplomityön tarkoituksena oli tarkastella neljännen valvontajakson valvontamenetelmien muutosten vaikutus Seiverkot Oy:n nykykäyttöarvoon. Työssä selvitettiin kolmannen ja neljännen valvontajaksojen valvontamenetelmien merkitsevimmät eroavaisuudet ja niiden vaikutukset verkon nykykäyttöarvoon. Eroavaisuuksien vaikutusta tutkittiin laskemalla verkon nykykäyttöarvo kolmannen ja neljännen valvontajakson valvontamallin mukaan ja vertailemalla saatuja lukuja.

Työn alussa esitettiin yleisesti Seiverkot Oy sekä tarkasteltiin työlle merkitsevimpiä sähköverkon teknisiä tietoja. Tämän jälkeen perehdyttiin sähköverkkoliiketoiminnan valvonnan taustaan ja tavoitteeseen. Valvonnan tarkoituksen ja valvontamenetelmien esittelyn jälkeen tarkastellaan neljännen valvontajakson valvontamallin kokonaisuutta.

Työssä selvitettiin neljännen valvontajakson merkitsevimmät muutokset valvontamallissa verrattuna kolmannen valvontajakson valvontamalliin ja miten se vaikuttaa verkkoyhtiön nykykäyttöarvoon. Merkitsevimpänä muutoksena löydettiin ojaapituuksien määrityksen siirtyminen yhteiskäyttökertoimilla lasketusta arvioidusta ojaapituudesta todelliseen ojaapituuteen, joka lisäsi Seiverkot Oy:n sähköverkon ojaapitua huomattavasti.

---

**AVAINSANAT:** sähköverkkoliiketoiminta, valvontamalli, nykykäyttöarvo



---

**UNIVERSITY OF VAASA****Faculty of technology**

<b>Author:</b>	Janne Paavola
<b>Topic of the Thesis:</b>	The impact of changes the regulation model for distribution system operators on Seiverkot Oy
<b>Supervisor:</b>	Professor Kimmo Kauhaniemi
<b>Instructor:</b>	M.Sc Martti Ijäs
<b>Evaluator:</b>	Professor Timo Vekara
<b>Degree:</b>	Master of Science in Technology
<b>Major of Subject:</b>	Electrical Technology
<b>Year of Entering the University:</b>	2011
<b>Year of Completing the Thesis:</b>	2018

**Pages: 74**

---

**ABSTRACT**

The electrical network business is regulated accurately in Finland because the electrical network companies operate in their area in the monopoly status. To the companies a monopoly position is allowed because this way the most cost-efficient situation is reached in the society. Electrical network business is supervised in Finland by Energiavirasto. With the regulation of the electrical network business a high-quality electrical network service is guaranteed to the customers at a moderate price and at the same time electrical network companies are encouraged to develop their grid.

The purpose of this master thesis is to examine regulation methods of the fourth supervision period and the effect of changes on the current replacement cost of Seiverkot Oy. In the work it was clarified the most significant differences of the regulation methods between the third fourth period and their effects on the current replacement cost of the network. The effect of the differences was studied by calculating the present value of the network according to the regulation model of the third and fourth supervision periods and by comparing the values.

At the beginning of the work Seiverkot Oy was generally presented and the most significant technical information of the electrical networks to the work was supervised. After this the background and objective of the regulation of the electrical network business were studied. After the purpose of the regulation and after the introduction of regulation methods the wholeness of the regulation model of the fourth supervision period was examined.

In the work the most significant changes in the fourth supervision period in the regulation model compared to in the regulation model of the third supervision period were clarified and how it affects the current replacement cost of the network company. The most significant change was found in the ditch lengths where estimated ditch lengths were translated to real ditch lengths, which increased the ditch length of the electrical network of Seiverkot Oy considerably.

---

**KEYWORDS:** Electrical network company, regulation model, replacement cost

## 1. JOHDANTO

Sähköverkkoliiketoiminta Suomessa on viranomaisvalvottua monopolitoimintaa, jota valvoo työ- ja elinkeinoministeriön alaisuudessa toimiva Energiavirasto. Energiavirasto valvoo verkkoyhtiöiden toimintaa taloudellisten ja teknisten lukujen avulla, jotka verkkoyhtiöiden tulee toimittaa vuosittain. Energiavirasto käyttää valvonnan apuna valvontamallia, jolla saadaan selville verkkoyhtiöiden siirtohintojen kohtuullisuus suhteessa sähköverkkoon tehtyihin investointeihin ja olemassa olevan sähköverkon käyttöarvoon. Valvontaa suoritetaan neljän vuoden jaksoissa, joista tällä hetkellä on käynnissä neljäs valvontajakso, joka käsittää vuodet 2016-2019. (Energiavirasto 2015: 9.)

Diplomityö käsittelee sähköverkon jälleenhankinta- ja nykykäyttöarvon muodostumista Energiaviraston valvontamallin avulla. Työssä tutkitaan valvontamallin neljännen valvontajakson merkitsevimpien muutosten vaikutusta Seiverkot Oy:n nykykäyttöarvoon. Tarkastelun avulla saadaan tietoon ennen rakennetietoilmoituksen jättämistä, kuinka verkon arvo tulee muuttumaan siirryttäessä kolmannelta valvontajaksolta neljännelle valvontajaksolle.

Diplomityön toisessa luvussa tutustutaan syihin, miksi sähköverkkoliiketoimintaa valvotaan. Lisäksi esitetään sähköverkkoliiketoimintaa valvova taho sekä määräykset.

Kolmannessa luvussa esitellään Seiverkot Oy yleisesti sekä työlle merkitsevimmät tekniset tiedot. Luvussa neljä käydään läpi Energiaviraston neljännen valvontajakson valvontamallin kokonaisuus ja miten se ohjaa verkkoyhtiöiden liiketoimintaa. Valvontamallista esitetään kohtuullinen tuotto sekä toteutunut oikaistu tulos ja niiden sisältämät kokonaisuudet.

Diplomityön viidennessä luvussa selvitetään neljännelle valvontajaksolle tulleiden jälleenhankinta- ja nykykäyttöarvoa määrittävien muutosten vaikutusta Seiverkot Oy:lle. Neljännelle valvontajaksolle merkitsevimpiä muutoksia ovat ojaipituuksien uusi laskutapa, ikätiedottomien komponenttien arvon aleneminen, pitoajan valitseminen sekä uuden valvontajakson uudet yksikköhinnat. Näiden lisäksi tutkittiin z-komponentin huomioon ottamisen kannattavuutta kaapelipituudessa.

## 2. SÄHKÖVERKKOLIIKETOIMINNAN VALVONTA

Sähköverkot ovat iso osa yhteiskunnan infrastruktuuria. Sen tehtävänä on siirtää sähköä voimaloista sähkökäyttäjille. Suomessa sähköverkkoyhtiöt saavat toimia toimialueellaan monopoliasemassa, koska kilpailu sähköverkkopalveluissa ei olisi kansantaloudellisesti perusteltua. Monopoliaseman vuoksi sähköverkkoliiketoimintaan vaikuttaa regulatio, jolla säädelään ja valvotaan sähköverkkopalvelujen hinnoittelun kohtuullisuutta. (Adato 2016.) Tässä luvussa tarkastellaan sähköverkkoliiketoiminnan valvonnan taustaa ja tavoitteita sekä yleisesti energiaviraston jakeluverkon valvontamallia.

### 2.1 Valvonnan tausta

Suomessa toimivat sähköverkkoyhtiöt jaotellaan kanta-, alue- tai jakeluverkkoyhtiöiksi, joita on Suomessa tällä hetkellä lähes sata. Sähköverkkoliiketoiminta on luvanvaraista monopolitoimintaa, minkä vuoksi sen edellytyksenä on Energiaviraston myöntämä verkkolupa. Verkkoluvassa on määritelty jakeluverkkoyhtiöille omat maantieteelliset vastuualueensa, jossa ne saavat suorittaa sähkönjakelua ja rakentaa sähköverkkoa. Kanta- ja alueverkonhaltijoille ei sen sijaan ole määritelty erillistä maantieteellistä vastuualuetta. Verkkolupa tuo verkonhaltijoille velvollisuuden verkon ylläpitoon ja kehittämiseen, sähkökäyttöpaikkojen ja tuotantolaitosten liittämiseen sekä sähkönsiirtoon. Lisäksi verkkoyhtiöt vastaavat oman sähköverkkonsa kunnosta sekä toimittamansa sähkön laadusta. (Lakervi & Partanen 2009: 19–23; Elovaara & Haarla 2011: 58.)

Sähkön hinta koostuu pääasiassa sähköenergian hinnasta, sähköverkkopalvelusta sekä veroista. Sähköenergian voi asiakas hankkia haluamaltaan myyjältä, mutta sähköverkkopalvelua ei pysty kilpailuttamaan vaan sähköverkkopalvelusta vastaa paikallinen jakeluverkkoyhtiö. Sähkönsiirron hinta määräytyy siirretyn energian määrästä, tehontarpeesta sekä liittymispisteen jännitetasosta. Sähkönsiirtomaksu kattaa lisäksi myös muut verkonhaltijalle aiheutuvat kustannukset, kuten ympärivuorokautisen vikapalvelun, asiakaspalvelun sekä verkon kunnossapidon ja kehityksen. (Adato 2016.)

Sähkömarkkinalain (588/2013) 24 § mukaan verkkopalvelujen hinnoittelun tulee olla kohtuullista ja tasapuolista. Sen vuoksi sähköverkkopalvelun hinnoittelussa liittymispisteen etäisyys ei saa vaikuttaa siirtohintojen suuruuteen. Verkkoon liittymisen hinnoittelu määräytyy puolestaan liittymispisteen sijainnin mukaan, joka perustuu verkkoyhtiöiden asettamiin vyöhykkeisiin. (Elovaara & Haarla 2011: 52–53.)

Sähköverkkoyhtiöllä ei ole luontaista kilpailua, joten verkon kehittämiseksi ja toiminnan tehostamiseksi ei tule ulkoista painetta. Tästä saattaisi seurata jakeluverkon kunnossapidon laiminlyönti ja palvelun laadun heikkeneminen. Ilman valvontaa sähköverkkoyhtiöiden toiminta saattaisi olla kustannustehotonta ja sitä saatettaisiin kompensoida korkeammilla verkkopalveluhinnoilla. Kustannustehokkuutta pyritään parantamaan erilaisilla kannustimilla, jotka esitellään tarkemmin luvussa 4. (Energiavirasto 2015: 9.)

## 2.2 Valvonnan tavoitteet

Sähköverkkoliiketoiminnan valvonnalla on vaikutusta niin asiakkaille kuin sähköverkkoyhtiöille. Asiakkaille halutaan taata laadukasta sähkönsiirtoa kohtuulliseen hintaan. Sähköverkkoyhtiöille halutaan valvonnalla varmistaa vakaa ja ennustettava liiketoimintaympäristö sekä kohtuullinen tuotto sijoittamalleen pääomalle. Sähköverkkoyhtiöille on taattava toiminnan jatkuvuus sallimalla yhtiöille sellaiset tuotot, joilla saadaan kunnossapidettyä ja parantaa olemassa olevaa verkkoa. (Adato 2016.)

Valvonnalla halutaan luoda tasapuolinen ja syrjimätön liiketoimintaympäristö kaikille sähköverkkoyhtiöille. Sen tulee ohjata sähköverkkoyhtiöitä hinnoittelemaan sähkön siirron kohtuullisesti ja parantamaan sähköverkkoaan järkevästi. Valvonnan tulee olla pitkäjänteistä ja jatkuvasti ennustettavaa, jolloin yhtiöiden on mahdollista harjoittaa liiketoimintaa valvontamallin määräysten mukaisesti. (Energiateollisuus 2014.)

### 2.3 Energiavirasto

Sähkömarkkinoiden valvontaa suorittaa Energiavirasto, joka on työ- ja elinkeinoministeriön alaisuudessa toimiva asiantuntijavirasto. Energiavirasto on aloittanut toimintansa nimellä Sähkömarkkinakeskus vuonna 1995, jolloin sen tehtäväkuvaan kuului sähkömarkkinoiden valvonta. Valvontatoimintaa lisätiin vuonna 2000, jolloin mukaan tuli myös maakaasumarkkinoiden valvonta. Vuonna 2014 vastuualuetta laajennettiin energiatehokkuuden ja uusiutuvien energianlähteiden edistämiseksi, ja nimeksi vaihdettiin Energiavirasto. (Energiavirasto 2016.)

Sähköverkkoliiketoiminnan valvonta perustuu Energiaviraston virkamiestyönä laatimiinsa valvontamenetelmiin. Valvontamenetelmät on jaettu valvontajaksoihin, joista ensimmäinen oli kolmen vuoden pituinen ja se sisälsi vuodet 2005–2007. Muiden valvontajaksojen pituus on ollut neljä vuotta. Tällä hetkellä on käynnissä neljäs valvontajakso, joka sisältää vuodet 2016–2019. Valvontamenetelmät pohjautuvat seuraaviin lainsäädäntöihin ja esityksiin (Energiavirasto 2015: 5):

- sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvontaa koskeva laki (590/2013)
- sähkömarkkinalaki (588/2013)
- hallituksen esitys sähkö- ja maakaasumarkkinoita koskevaksi lainsäädännöksi (HE 20/2013 vp)
- talousvaliokunnan mietintö (TaVM 17/2013 vp)
- sähkömarkkinalain nojalla annetut muut säädökset.

Energiaviraston tehtävänä on valvoa, että yhtiöt noudattavat sähkö- ja maakaasumarkkinalakia, ja edistää samalla markkinoiden toimintaa. Energiavirasto kerää vuosittain sähköverkkoyhtiöiden teknisiä ja taloudellisia lukuja, joiden avulla valvotaan yhtiöiden toimintaa. Taloudellisessa valvonnassa seurataan erityisesti tuoton määrää sekä sähkönsiir-

ron hinnoittelun kohtuullisuutta. Teknisillä luvuilla seurataan verkonhaltijan sähköverkon komponenttien määrää, keski-ikää, pitoaikaa sekä verkonhaltijan investointien määrää. (Lakervi & Partanen 2009: 19–23.)

Energiavirasto määrittää vuosittain jokaiselle sähköverkkoyhtiölle kohtuullisen tuoton tason. Kohtuullinen tuotto määräytyy verkkoon sitoutuneen pääoman mukaan, johon puolestaan vaikuttaa sähköverkon nykykäyttöarvo, oma pääoma sekä korollinen vieras pääoma. Kohtuullisen tuoton muodostumista käsitellään tarkemmin luvussa 4. (Elovaara & Haarla 2011: 51–52.)

#### 2.4 Valvonnan yleiset periaatteet

Sähköverkkoyhtiöiden verkon arvo perustuu sen sähköverkon komponentteihin. Energiavirasto seuraa verkkoyhtiöiden verkkokomponenttien määrää ja keski-ikää vuosittain tehtävän rakennetietoilmoituksen kautta. Energiavirasto on määrittänyt sähköverkon komponenteille yksikköhinnat, joiden avulla lasketaan sähköverkkoyhtiön sähköverkon jälleenhankinta-arvo (JHA). Neljännelle valvontajaksolle asetetut komponenttien yksikköhinnat, komponenttijaottelut sekä pitoaikavälit on esitetty liitteessä 1. Jälleenhankinta-arvolla on se hinta, joka syntyy siitä, mikäli vastaava verkko uusittaisiin kerralla. Verkon jälleenhankinta-arvoa käytetään verkon nykykäyttöarvon (NKA) laskennassa, joka vastaa verkon todellista arvoa. Verkon nykykäyttöarvon laskennassa otetaan huomioon verkkokomponenttien vanheneminen ja niiden keskimääräinen pitoaika. Komponenttien vanheneminen huomioidaan komponenttien keski-ikä tietojen perusteella. Keski-ikällä tarkoitetaan verkkokomponentin kaikkien komponenttien keskimääräistä ikää. Pitoaika kuvaa aikaa, jonka verkkokomponentti on käytössä ennen sen korvaamista. Neljännen valvontajakson alussa verkonhaltijat saavat määrittää uudelleen komponenttiansa pitoajat. (Adato 2016.)

### 3 SEINÄJOEN ENERGIA OY

Seinäjoen Energia Oy on Seinäjoen alueella toimiva konserniyhtiö, jonka omistaa Seinäjoen kaupunki. Yhtiön liiketoimintoihin kuuluvat sähköverkkoliiketoiminta, sähköenergian tuotanto ja myynti, lämpöliiketoiminta ja vesiliiketoiminta.

Seinäjoen kunnan sähkölaitos on perustettu 16.4.1927 tuomaan vastinetta kasvavalle sähkön tarpeelle. Yhtiön alkutaipaleella liiketoiminta olikin sähköntuotantoon ja siirtoon keskittyvää toimintaa. Vuonna 1979 mukaan tuli myös kaukolämpöliiketoiminta. Seinäjoen Energia Oy:n kaukolämpöverkosto kattaa Seinäjoen lisäksi myös Peräseinäjoen ja Nurmon alueet. Vuonna 1994 sähkölaitos siirtyi täysin Seinäjoen kaupungin omistamaksi yhtiöksi ja samalla nimeksi tuli Seinäjoen Energia Oy. Seiverkot Oy eriytettiin Seinäjoen Energia Oy:stä vuonna 2007 vastaamaan Seinäjoen alueen sähköverkkoliiketoiminnasta. Konserni kasvoi vuonna 2011, jolloin siihen liittyi Seinäjoen Vesi Oy. Seinäjoen Energia Oy:n liikevaihto on noin 70 M€ ja se työllistää noin 110 henkilöä. (Seinäjoen Energia 2016.)

#### 3.1 Seiverkot Oy

Seinäjoen Energian sähköverkkoliiketoiminta eriytettiin emoyhtiöstä vuonna 2007 sähkömarkkinalain vuoksi, joka määräsi eriyttämään sähkön siirron ja tuotannon omiin yhtiöihinsä. Sähköverkkoliiketoimintaa varten perustettiin Seiverkot Oy, joka vastaa Seinäjoen alueen sähkönsiirrosta, sähköverkon rakentamisesta, käytöstä ja kunnossapidosta. Seiverkot Oy omistaa vuoden 2013 jälkeen rakennetun sähköverkon ja sitä ennen rakennetun sähköverkon se vuokraa konsernilta. Seiverkot Oy:llä työskentelee tällä hetkellä 33 työntekijää, joista 11 on toimihenkilöä. (Seinäjoen Energia 2016.)

Seiverkot Oy:n sähkönjakelun toimialue rajautuu Seinäjoen kantakaupungin alueeseen, johon kuuluu hieman yli 25000 asiakasta. Kuntaliitosten mukana Seinäjokeen liittyneet

Nurmo ja Ylistaro kuuluvat Elenia Oy:n jakeluverkkoalueeseen ja Peräseinäjoki puolestaan Caruna Oy:n jakelualueeseen. Kuvassa 1 on esitetty Seinäjoen alueella olevien sähköverkkoyhtiöiden vastuualueet. (Seinäjoen Energia 2017.)



**Kuva 1.** Seiverkot Oy:n sähköjakelualue (Seinäjoen Energia 2017).

### 3.2 Sähköverkon rakenne

Seiverkot Oy:n sähköjakelualueella on kuusi 110/20 kV sähköasemaa, kun 2016 vuoden lopussa valmistui Kärmeskydön sähköasema itäisen ohikulkutien varteen. Uudella sähköasemalla on suuri vaikutus sähköjakelualueen toimitusvarmuuden parantamiseksi.



Eteläisen Seinäjoen ilmajohtot tullaan kääntämään uudelle sähköasemalle ja jakorajat muilta asemilta tullaan sijoittamaan asemakaava-alueen rajoille. Tällä tavalla kaava-alueen toimitusvarmuus paranee, koska vika-aluetta saadaan pienennettyä. Myös kaava-alueen ulkopuolen toimitusvarmuus paranee lisääntyneiden varasyöttömahdollisuuksien kautta. Sähköasemilla on käytössä yhteensä seitsemän päämuuntajaa, joista Itikan sähköasemalla on käytössä kaksi päämuuntajaa ja muilla yksi päämuuntaja asemaa kohden. Yhteensä kaikkien päämuuntajien muuntokapasiteetti on 148 MVA. 110 kV verkkoa on yhtiön omistuksessa yhteensä noin 4,3 km, joista 2,7 km ilmajohtoa ja 1,6 km maakaapelia. Seiverkot Oy:n liittymisestä Fingridin kantaverkkoon vastaa EPV alueverkko Oy. (Seiverkot 2016.)

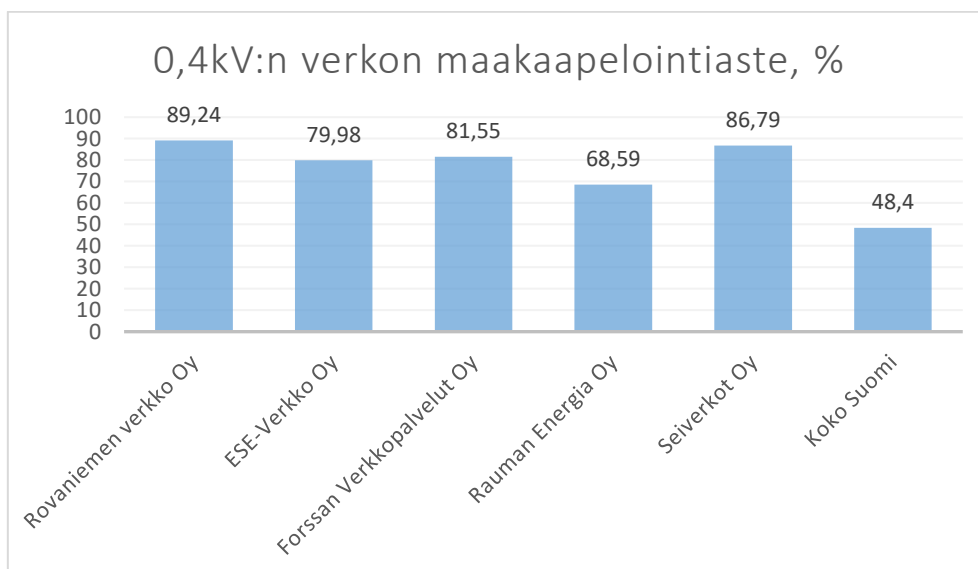
### 3.2.1 Maakaapelointi

Seiverkot Oy:n sähköjakelualue koostuu pääosin kaupunki- ja taajama-alueista, joten suurin osa sähköverkosta on rakennettu maakaapelilla. Taulukossa 1 on esitetty Seiverkot Oy:n ilmajohto- ja maakaapelipituudet sekä kaapelointiasteet eri jännitetasoilla.

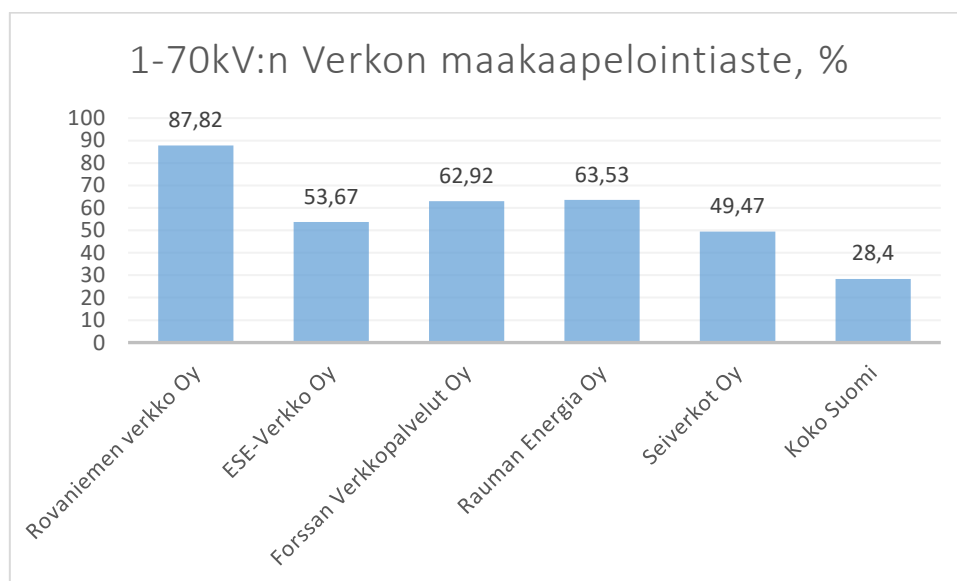
**Taulukko 1.** Seiverkot Oy:n ilmajohto- ja maakaapelipituudet sekä kaapelointiasteet vuonna 2016 (Trimble NIS 2016).

0,4 kV:n ilmajohto (km)	0,4 kV:n maakaapeli (km)	0,4 kV:n kaapelointiaste (%)	20 kV:n ilmajohto (km)	20 kV:n maakaapeli (km)	20 kV:n kaapelointiaste (%)
92	741	88,1	129	161	55,5

Kuviin 2 ja 3 on kerätty Energiaviraston sivuilta sähköverkkoyhtiöitä, joiden verkoston pituus, asiakkaiden määrä ja toimitetun sähköenergian määrä on samaa luokkaa kuin Seiverkot Oy:llä ja esitetty näiden maakaapelointiasteet pien- ja keskijänniteverkossa.



**Kuva 2.** Samankokoisten sähköverkkoyhtiöiden 0,4 kV:n maakaapelointiasteet vuonna 2014 (Energiavirasto 2014).



**Kuva 3.** Samankokoisten sähköverkkoyhtiöiden 1–70 kV:n maakaapelointiasteet vuonna 2014 (Energiavirasto 2014).

Kun verrataan Seiverkot Oy:n pienjänniteverkon kaapelointiastetta koko suomen kaapelointiasteen keskiarvoon, voidaan todeta Seiverkot Oy:n kaapelointiasteen olevan melkein kaksi kertaa suurempi. Myös keskijänniteverkossa Seiverkot Oy:n kaapelointiaste on lähes kaksinkertainen verrattuna koko Suomen kaapelointiasteen keskiarvoon. Saman-

kokoisiin sähköverkkoyhtiöihin verrattuna Seiverkot Oy:n kaapelointiaste on korkeimpien joukossa pienjännitepuolella. Keskijännitepuolella kaapelointiaste on puolestaan pienempi kuin muilla samankokoisilla yhtiöillä.

### 3.2.2 Komponenttien keski-ikä ja pitoajat

Sähköverkon komponenttien keski-ikä tietojen, määrien, pitoaikojen ja yksikköhintojen avulla lasketaan sähköverkkoyhtiöiden sähköverkon nykykäyttöarvo. Sähköverkkoyhtiöiden tulee selvittää vuosittain sähköverkkonsa komponenttien määrät ja ikätiedot, jotka ilmoitetaan valvontatietojärjestelmän kautta Energiavirastolle. Verkonhaltijat valitsevat komponenttien pitoajat yksikköhintaluettelon pitoaikaväleiltä. Taulukossa 2 on esitetty Seiverkot Oy:n vuoden 2016 ilmoittamat komponenttien keski-ikä- ja pitoaikatiedot. (Energiavirasto 2015: 26.)

**Taulukko 2.** Seiverkot Oy:n komponenttien keski-ikä tiedot vuonna 2015 (VATI 2016).

Komponentti	Keski-ikä (v)	Pitoaika (v)
Pylväsmuuntamo	23,2	35
Puistomuuntamo	18,2	38
Kiinteistömuuntamot	22	40
Muuntajat	19,8	40
20 kV avojohdot	24,2	40
20 kV PAS-ilmajohdot	14,3	40
20 kV maakaapelit	19,1	40
Erottimet	15,1	25
Kauko-ohjattavat erottimet	12,3	25
0,4 kV maakaapelit	19,3	40
0,4 kV ilmajohdot	23,5	35
Jakokaapit	21,6	35

Taulukosta 2 huomataan, että Seiverkot Oy:n verkkokomponentit ovat keski-ikänsä noin puolessa välissä valittua pitoaikaansa. Keski-ikänsä vanhimpia komponentteja ovat 0,4 kV ja 20 kV avojohdot. Seiverkot Oy korvaa vuosittain vanhoja avojohtolinjoja maakaapeleilla parantaakseen verkon toimitusvarmuutta sekä ylläpitääkseen verkon nykykäyttöarvoa.

### 3.2.3 Ympäristöolosuhdeluokat

Ympäristöolosuhdeluokkia käytetään maakaapeliverkon kaivuolosuhteiden määrittelyyn. Olosuhdeluokat määritellään valvontamallissa helppoon, tavalliseen, vaikeaan ja erittäin vaikeaan olosuhdeluokkaan, joista Seiverkot Oy:n alueella ei ole erittäin vaikean olosuhteen alueita. Olosuhdeluokat otetaan huomioon laskettaessa maakaapeliverkon jälleenhankinta- ja nykykäyttöarvoa. Taulukossa 3 on esitetty Seiverkot Oy:n 0,4 kV ja 20 kV maakaapeliverkon osuudet eri olosuhdeluokissa vuonna 2015.

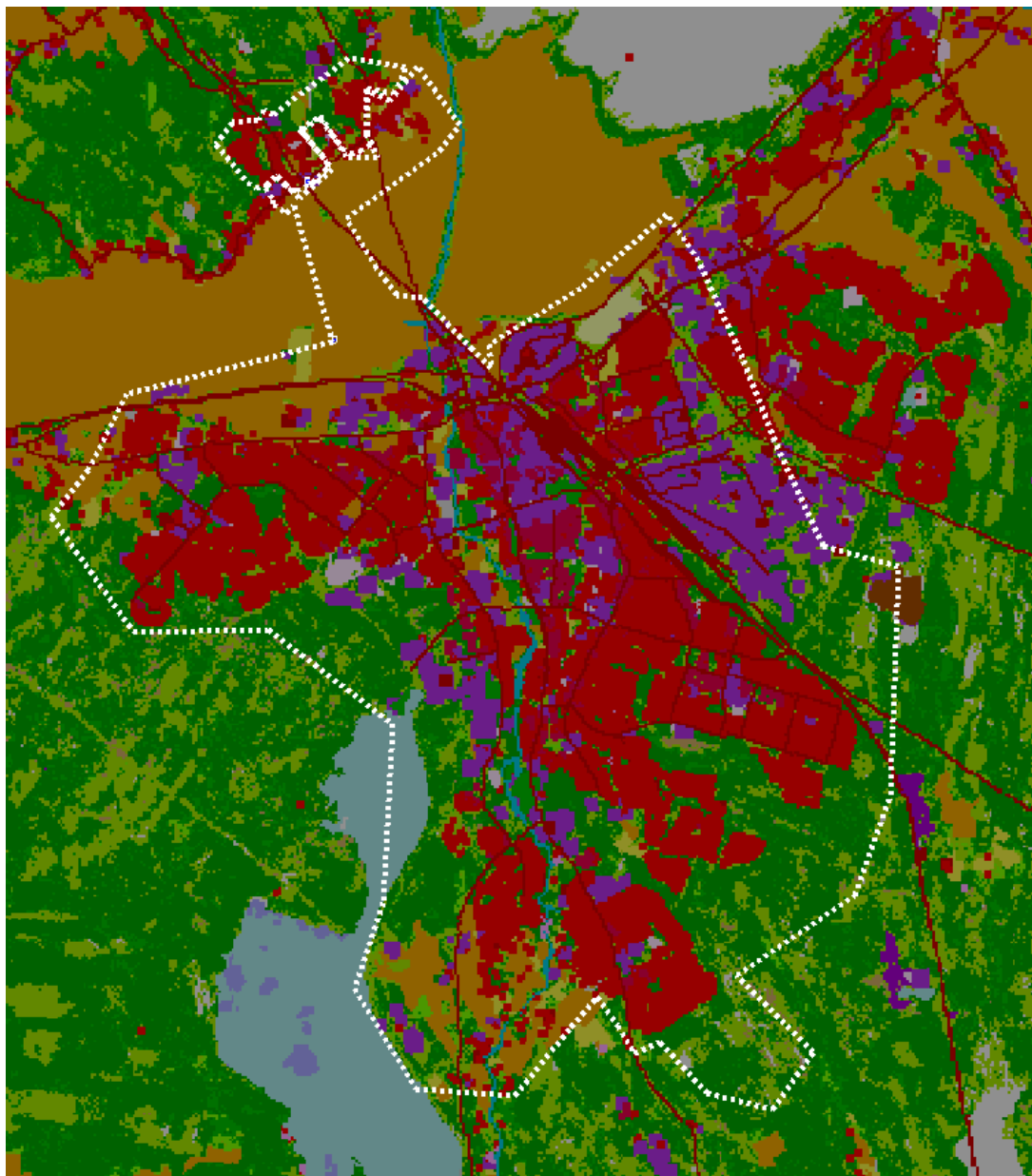
**Taulukko 3.** Seiverkot Oy:n maakaapelien ympäristöolosuhdeluokat vuonna 2015 (VATI 2016).

Olosuhdeluokka	20 kV maakaapelien olosuhteet (%)	0,4 kV maakaapelien olosuhteet (%)
Helppo	38,4	22
Tavallinen	17,3	52,6
Vaikea	44,3	25,4

Taulukon olosuhteiden prosenttiosuudet perustuvat CLC-aineistoon (Corine Land Cover), jossa on väreittäin esitetty eri olosuhdeluokkien alueet. Kuvassa 4 on esitetty Seiverkot Oy:n asemakaava-alueen raja sekä CLC-aineisto, jonka mukaan maakaapelien ympäristöolosuhdeluokat jakautuvat. Asemakaava-alue koostuu suurimmaksi osaksi punaisesta eli väljästi rakennetusta asuinalueesta, violetista teollisuuden ja palveluiden alueesta sekä vihreästä metsäalueesta. Lisäksi tummanpunaiset liikennealueet ovat oleellinen osa maakaapelien ympäristöolosuhdeluokittelussa. Kuvassa 5 on esitetty kaikki CLC-aineistossa käytettävät värikoodit ja niiden määrittelyt. (Energiamarkkinavirasto 2010.)

Metsäalueet luokitellaan helppoon ympäristöolosuhdeluokkaan, joita esiintyy asemakaava-alueen reunoilla. Myös haja-asutusalueet kuuluvat helppoon olosuhdeluokkaan. Väljästi rakennetut alueet kuvaavat pääasiassa tavallista olosuhdetta. Nämä alueet voivat kuulua myös vaikeaan olosuhdeluokkaan riippuen alueen maankäytöstä ja maanpeitteestä. Teollisuuden ja palveluiden alueet sekä liikennealueet luokitellaan vaikeaan tai

erittäin vaikeaan olosuhdeluokkaan. Tavallisesti tällaiset alueet ovat kaupunkien keskusta-alueet, joissa on paljon päällystettyä tietä, muita verkostoja, liiketoimintaa ja toimistoja. (Energiamarkkinavirasto 2010.)



**Kuva 4.** CLC-aineisto Seiverkot Oy:n asemakaava-alueelta (Trimble NIS 2016).

### CLC2000 maankäyttö/maanpeite (25m)

	111 Tiiviisti rakennetut asuinalueet		311 Lehtimetsät
	112 Väljästi rakennetut asuinalueet		312 Havumetsät
	121 Teollisuuden ja palveluiden alueet		313 Sekametsät
	122 Liikennealueet		321 Luonnonniityt
	123 Satama-alueet		322 Varvikot ja nummet
	124 Lentokenttäalueet		324 Harvapuustoiset alueet
	131 Maa-ainesten ottoalueet		331 Rantahietikot ja dyynialueet
	132 Kaatopaikat		332 Kalliomaat
	133 Rakennustyöalueet		333 Niukkakasvustoiset kangasmaat
	141 Taajamien viheralueet ja puistot		411 Sisämaan kosteikot
	142 Urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet		412 Avosuot
	211 Pellot		421 Merenrantakosteikot
	222 Hedelmäpuu- ja marjapensasviljelmät		511 Joet
	231 Laidunmaat		512 Järvet
	243 Pienipiirteinen maatalousmosaiikki		523 Meri

**Kuva 5.** CLC-aineiston maankäytön ja maanpeitteen värikoodit (Energiamarkkinavirasto 2010).

## 4 ENERGIAVIRASTON VALVONTAMENETELMÄT

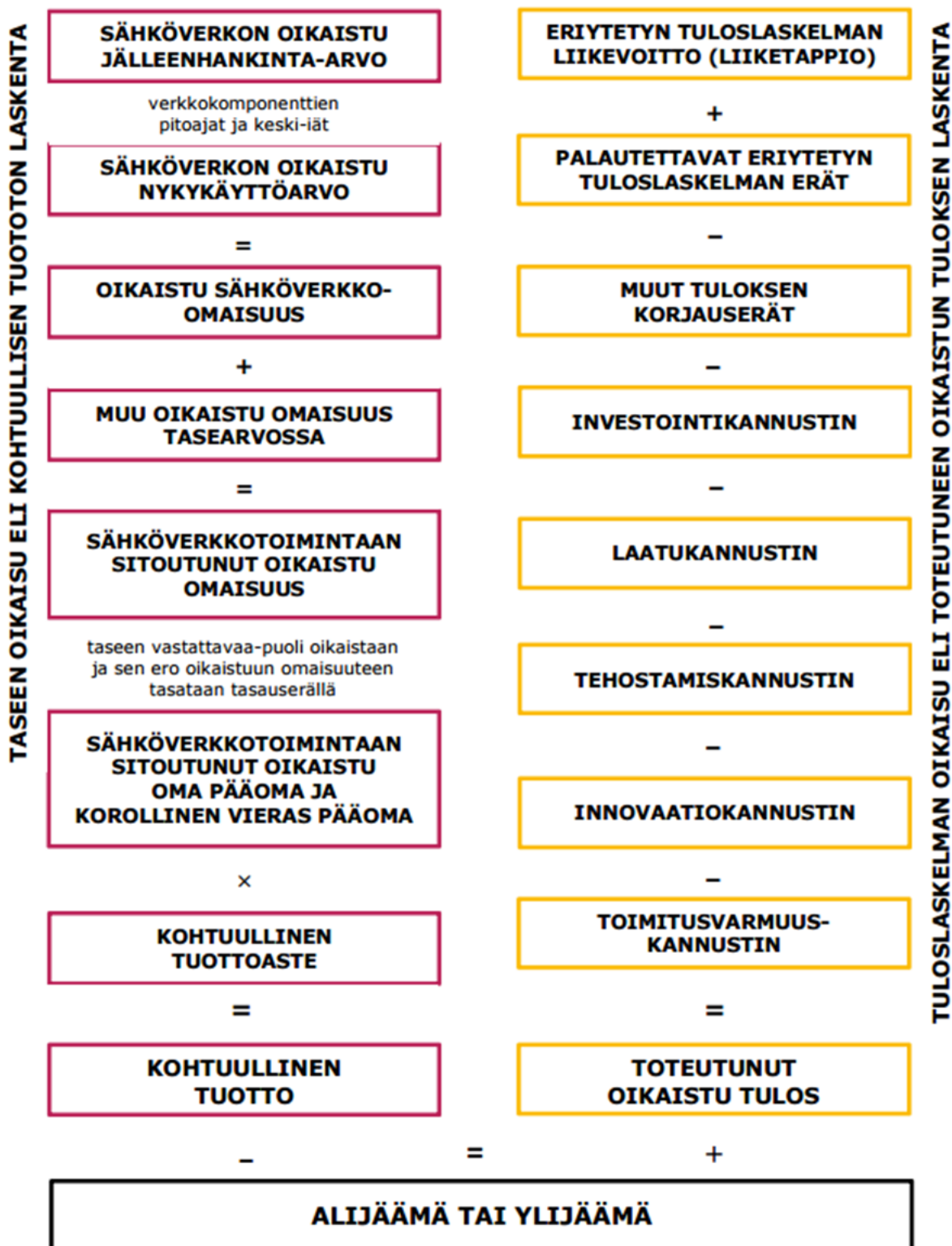
Sähköverkkoliiketoimintaa valvoo Energiavirasto. Valvontaa suoritetaan valvontamenetelmien avulla neljän vuoden valvontajaksoissa. Tässä luvussa esitetään neljännen valvontajakson valvontamallin eri osat.

### 4.1 Valvontamalli

Energiavirasto ohjaa verkonhaltijoiden toimintaa valvontamallin avulla. Valvontamalli muodostaa kokonaisuuden, joka sisältää useita eri menetelmiä. Valvontamalli on kokonaisuus, jonka yksittäisiä osia pystytään tutkimaan itsenäisesti. Kuvassa 6 on esitetty neljännen valvontajakson valvontamenetelmäkokonaisuus.

Kuvan 6 vasemman puolen kohdat kuuluvat taseen oikaisun eli kohtuullisen tuoton laskentamenetelmiin. Kohtuullisen tuoton määrä saadaan kertomalla sähköverkkotoimintaan sitoutunut oikaistu oma pääoma ja korollinen vieras pääoma kohtuullisen tuottoasteen kertoimella (Weighted Average Cost of Capital, WACC). Kohtuullisen tuoton muodostumista tarkastellaan tarkemmin alaluvussa 4.3. (Energiavirasto 2015: 7.)

Kuvan 6 oikealla puolella olevat kohdat ovat tuloslaskelman oikaisun eli toteutuneen oikaistun tuloksen laskentakaava. Toteutuneen oikaistun tuloksen laskentaan tarvitaan eriytetyn tuloslaskelman liikevoitto tai -tappio, johon summataan palautettavat eriytetyn tuloslaskelman erät. Summasta vähennetään muut tuloksen korjauserät ja kannustimien vaikutus, jolloin tuloksena saadaan oikaistu tulos. (Energiavirasto 2015: 7.)



**Kuva 6.** Energiaviraston neljännen valvontajakson valvontamalli (Energiavirasto 2015).



Vähentämällä kohtuullinen tuotto toteutuneesta oikaistusta tuloksesta saadaan selville, onko verkkoyhtiön tuotto yli- vai alijäämäinen. Positiivinen tulos tarkoittaa, että tuotto on ylijäämäinen. Negatiivinen tulos kertoo puolestaan tuoton olevan alijäämäinen. Koko valvontajakson yli- tai alijäämä saadaan laskemalla jakson vuosien toteutuneet oikaistut tulokset yhteen, josta vähennetään samojen vuosien kohtuullisten tuottojen yhteenlaskettu määrä. Yli- ja alijäämä huomioidaan seuraavassa valvontajaksossa sallitun kohtuullisen tuoton määrässä. Ylijäämää kompensoidaan takaisin asiakkaille laskemalla sähkönsiirron hintoja seuraavalle valvontajaksolle. Alijäämää saa verkonhaltija vastaavasti kompensoida seuraavalla valvontajaksolla korkeammilla siirtohinnoilla. Mikäli ylijäämää on valvontajakson päätyttyä kertynyt yli viisi prosenttia, täytyy verkonhaltijan maksaa ylijäämästä korkoa. Korko määräytyy oman pääoman kohtuullisen kustannuksen keskiarvon perusteella. (Energiavirasto 2015: 8.)

#### 4.2 Valvontatiedot

Energiavirasto valvoo verkkoyhtiöiden taloudellisia ja teknisiä lukuja. Tietoja kerätään valvontatietojärjestelmän (VATI) kautta, johon yhtiöt syöttävät Energiaviraston pyytämät valvontatiedot. Tärkeimmät valvontajakson aikana kerättävät tiedot ovat: (Energiavirasto 2015: 13):

- tilinpäätöksen tiedot
- verkon rakennetiedot
- taloudelliset ja tekniset tunnusluvut
- yksikköhintakyselyllä selvitettävät verkkokomponenttien kustannustiedot.

Näiden annettujen tietojen pohjalta Energiavirasto laskee vuosittain (Energiavirasto 2015: 19–20):

- sähköverkko-omaisuuden oikaistun jälleenhankinta-arvon

- sähköverkko-omaisuuden oikaistun nykykäyttöarvon
- sähköverkko-omaisuuden oikaistun tasapoiston
- sähköverkkotoimintaan sitoutuneen oikaistun oman pääoman
- sähköverkkotoimintaan sitoutuneen oikaistun korollisen vieraan pääoman
- sähköverkkotoimintaan sitoutuneen oikaistun korottoman vieraan pääoman
- sähköverkkotoimintaan sitoutuneen oikaistun pääoman
- kohtuullisen tuoton
- toteutuneen oikaistun tuloksen
- alijäämän tai ylijäämän
- voitonjakoluonteiset erät.

#### 4.3 Kohtuullinen tuotto

Kohtuullinen tuotto saadaan laskemalla ensin verkkotoimintaan sitoutunut oikaistu omaisuus eli eriytetyn taseen vastaava-puoli ja verkkotoimintaan sitoutuneen pääoman oikaisu eli vastattava-puoli. Vastaava-puoli kertoo sähköverkkoon sitoutuneen omaisuuden arvon, johon kuuluu pysyvä sähköverkko-omaisuus, pysyvä muu omaisuus ja vaihtuva omaisuus. Eriytettyä vastattavaa-puolta oikaistaessa saadaan verkkotoimintaan sitoutunut oikaistu pääoma, joka koostuu omasta pääomasta, korollisesta ja korottomasta vieraasta pääomasta sekä tasauserästä, joka on verkkotoimintaan sitoutuneen omaisuuden ero eriytetyn taseen vastaavaa-puolen arvoon. Kohtuullinen tuotto saadaan kertomalla verkkotoimintaan sitoutunut pääoma kohtuullisen tuottoasteen (WACC- %) kanssa. (Energiavirasto 2015: 7.)

#### 4.4 Sähköverkkoon sitoutunut omaisuus

Kohtuullisen tuoton laskennassa on merkittävässä osassa sähköverkkoon sitoutunut omaisuus, joka on verkkoyhtiöiden suurin omaisuuden osa. Sähköverkkoon luetaan sähkön siirtoon tai jakeluun kuuluvat komponentit. Sähköverkkoon sitoutuneen omaisuuden arvon selvittämiseksi Energiavirasto kerää vuosittain jokaisen sähköverkkoyhtiön komponenttien lukumäärä- sekä keski-ikä tiedot, joiden avulla saadaan laskettua jokaiselle verkolle sen oikaistu jälleenhankinta- ja nykykäyttöarvo. Oikaistu jälleenhankinta-arvo saadaan laskettua valvontajaksolle määritettyjen standardiyksikköhintojen ja sähköverkon komponenttien lukumäärien avulla. Komponenttikohtainen jälleenhankinta-arvo  $JHA_i$  saadaan laskettua yhtälöllä

$$JHA_i = yksikköhinta_i \cdot määrä_i, \quad (1)$$

missä  $yksikköhinta_i$  on verkkokomponentille  $i$  määritetty yksikköhinta, joka on esitetty liitteessä 1.  $Määrä_i$  on verkkokomponentin  $i$  verkossa oleva kokonaismäärä. Koko sähköverkkoon omaisuuden jälleenhankinta-arvo  $JHA$  saadaan summaamalla komponenttikohtaiset jälleenhankinta-arvot yhteen yhtälöllä (Energiavirasto 2015: 32)

$$JHA = \sum_{i=0}^n (JHA_i). \quad (2)$$

##### 4.4.1 Nykykäyttöarvo

Sähköverkon nykykäyttöarvo kertoo verkkoon sitoutuneen todellisen sähköverkkoon omaisuuden arvon. Nykykäyttöarvo saadaan vähentämällä jälleenhankinta-arvosta komponentin keski-ikä ja pitoajan välistä suhdetta vastaava arvon aleneminen. Komponenttikohtaisen nykykäyttöarvon  $NKA_i$  laskentaan käytetään yhtälöllä

$$NKA_i = \left(1 - \frac{keski-ikä_i}{pitoaika_i}\right) \cdot JHA_i, \quad (3)$$

missä *keski-ikä<sub>i</sub>* on komponentin *i* kaikkien komponenttien keski-ikä, *pitoaika<sub>i</sub>* on verkonhaltijan verkkokomponentille *i* antama pitoaika. Koko verkon nykykäyttöarvo *NKA* saadaan summaamalla kaikkien verkkokomponenttien nykykäyttöarvot yhtälöllä (Energiavirasto 2015: 33)

$$NKA = \sum_{i=1}^n (NKA_i). \quad (4)$$

#### 4.4.2 Pitoajat

Sähköverkon nykykäyttöarvoon vaikuttaa verkkokomponenttien pitoaika. Pitoajalla tarkoitetaan verkkokomponenttien tosiasiallisessa käytössä olevaa keskimääräistä aikaa. Toisin sanoen aikaväliä, jonka verkkokomponentti on käytössä asennuksesta sen korvaamiseen. Energiavirasto on määrittänyt yksikköhintaluetteloon jokaiselle verkkokomponentille pitoaikavälin, josta verkonhaltijan on valittava haluamansa pitoajat. Verkonhaltijoiden tuli ilmoittaa neljännelle valvontajaksolle valitsemansa pitoajat vuoden 2017 maaliskuun lopussa tehtävän rakennetietoilmoituksen yhteydessä. (Energiavirasto 2015: 26.)

#### 4.4.3 Keski-ikä tiedot

Energiaviraston valvontamenetelmien mukaan verkonhaltijoiden on selvitettävä verkon eri komponenttien todelliset ikätiedot jokaisen valvontavuoden loppuun mennessä. Todellisella ikätiedolla tarkoitetaan aikaa, joka on kulunut komponentin käyttöönottohetkestä tai valmistusvuodesta tarkasteluhetkeen mennessä. Todellisten ikätietojen avulla saadaan selvitettyä verkkokomponenteille keski-ikä tiedot, joiden avulla saadaan laskettua sähköverkon jälleenhankinta-arvosta todellista verkkoon sitoutunutta omaisuutta vastaava nykykäyttöarvo. (Energiavirasto 2015: 26–27.) Keski-ikä vaikuttaa nykykäyttöarvon laskennassa, jonka vuoksi verkonhaltijat joutuvat kohdistamaan verkkoinvestointeja vanhentuneisiin verkkokomponentteihin. Tällä tavalla saadaan laskettua verkkokomponenttien keski-ikää, joka puolestaan vaikuttaa suoraan verkon nykykäyttöarvoon.

Laskettaessa verkon keski-ikää, tulisi verkonhaltijoilla olla tiedossa kaikkien verkkokomponenttien ikätiedot. Jos komponentin ikätietoa ei ole, komponentin ikänä käytetään neljännellä valvontajaksolla 90 % komponentille annetusta pitoajasta. Ikätiedottomien komponenttien arvo tulee laskemaan neljännelle valvontajaksolle, koska kolmannella valvontajaksolla ikätiedottomien komponenttien ikänä käytettiin 70 % pitoajasta. (Energiavirasto 2015: 26.) Mikäli verkonhaltijalta löytyy paljon ikätiedottomia komponentteja, tulee uusi valvontajakso laskemaan verkon nykykäyttöarvoa ja samalla sallitun kohtuullisen tuoton määrää. Ikätiedottomien komponenttien vaikutusta Seiverkot Oy:n nykykäyttöarvoon selvitetään luvussa 5.

Komponenteille, joiden ikä on ylittänyt komponentille asetetun pitoajan, käytetään ikätietona verkonhaltijan asettamaa pitoaikaa. Verkon vanheneminen rajoittuu siis määritettyyn pitoaikaan. Uusien komponenttien kohdalla tulee luonnollisesti käyttää komponentin todellista ikää, mutta käyttöönottopäivämäärän puuttuessa asetetaan komponentin iäksi 0,5 vuotta. Sähköaseman kojeiston saneerauksissa käytetään keski-ian määrittämisen apuna Empower Oy:n tekemää raporttia, jossa on esitetty kojeiston vaihdettavien osakomponenttien hintojen osuudet kokonaishinnasta. (Energiavirasto 2015: 26.)

#### 4.4.4 Ympäristöolosuhdeluokat

Sähköverkon jälleenhankinta-arvon määrittämisessä otetaan huomioon verkonhaltijan maantieteellisen toimialueen ympäristöolosuhteet. Ympäristöolosuhdeluokat määritellään pääasiassa asemakaava-alueiden ja uusimman CLC-aineiston perusteella. CLC-aineisto on karttapohjainen tietolähde, josta saadaan selville koko Suomen maankäytön ja maanpeitteen tiedot. CLC-aineistoa tulisi päivittää EU:n tavoitteen mukaan 3–5 vuoden välein, mutta tämän hetken uusin aineisto on vuodelta 2006, jonka Energiavirasto on katsonut riittävän tarkaksi ja oikeudenmukaiseksi käyttää myös neljännellä valvontajaksolla ympäristöolosuhdeluokkien määrittämiseksi. (Energiamarkkinavirasto 2010: 17–18.)

Ympäristöolosuhdeluokat otetaan huomioon valvontamenetelmissä määrättyjen verkkokomponenttien kanssa, joita ovat (Energiavirasto 2015: 27):

- 0,4 kV ja 20 kV maakaapeliverkon ojat
- 110 kV maakaapeliverkon ojat

ja lisäksi niitä käytetään soveltaen myös

- 110 kV ilmajohtojen johtoaluekorvauksiin
- 110 / 20 kV sähköasematontteihin.

Verkonhaltijoiden tulee selvittää toimialueensa ympäristöolosuhdeluokat Energiaviraston määräämille verkkokomponenteille. Ympäristöolosuhteet on pystyttävä todentamaan Energiavirastolle niitä vaadittaessa. Mikäli todentaminen ei ole mahdollista CLC- aineiston avulla, saa verkkonhaltija käyttää ympäristöolosuhteina vain helppoa tai tavallista olosuhdetta. (Energiavirasto 2015: 28.)

CLC-aineistoon on mahdollista tehdä korjauksia vain hyvin perustein. Aineistossa täytyy olla laaja alueella oleva eroavaisuus nykytilanteeseen, jotta muutos tehdään. Energiavirasto ei katso järkeväksi korjata pieniä aineistossa esiintyviä virheitä, koska niitä syntyy niin verkkonhaltijan hyödyksi kuin haitaksikin. Ympäristöolosuhteet jaetaan neljännessä valvontajaksossa seuraaviin neljään luokkaan (Energiavirasto 2015: 28):

- helppo olosuhde: muu alue eli asemakaava-alueen ulkopuolinen alue
- tavallinen olosuhde: asemakaava-alue
- vaikea olosuhde: CLC-aineiston luokat, jotka virasto on valvontatietojärjestelmän ohjeissa määrittänyt vaikeaan olosuhteeseen kuuluviksi
- erittäin vaikea olosuhde: määritys tehdään käyttäen sanallisia määrittämiä sekä CLC-aineistoa viraston valvontatietojärjestelmän ohjeiden mukaisesti.

Olosuhdeluokkien avulla määritetään verkonhaltijan maakaapeliverkolle keskimääräinen kaivuolosuhteiden yksikköhinta, joka lisätään maakaapelien yksikköhintoihin laskettaessa verkon nykykäyttö- ja jälleenhankinta-arvoa. Ensimmäisellä ja toisella valvontajaksolla oja pituudet arvioitiin Energiaviraston yhteiskäyttösuuskertoimilla. Kolmannella valvontajaksolla oja pituuksien määrittäminen tehtiin pääsääntöisesti todellisilla oja pituuksilla, mutta määrittäminen sai suorittaa myös yhteiskäyttösuuskertoimilla. Neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla verkonhaltijoiden tulee selvittää todelliset käytössä olevat oja pituudet eikä yhteiskäyttökertoimilla laskettuja oja pituuksia saa enää käyttää. Todelliset oja pituudet voidaan selvittää verkkotietojärjestelmää apuna käyttäen ja ne voidaan lisätä dokumentoitujen maakaapelien yhteyteen, jolloin ei tarvitse suorittaa paikkakohtaista tarkastusta. (Energiavirasto 2015: 28.)

#### 4.5 Kohtuullinen tuottoaste

Kohtuullista tuottoastetta käytetään verkonhaltijoiden kohtuullisen tuoton laskemiseen. Kohtuullinen tuottoaste määritetään pääoman painotetun keskikustannuksen mallin avulla. Pääoman painotetun keskikustannuksen laskentaan selvitetään verkonhaltijan oman ja vieraan pääoman kohtuulliset kustannukset. Oman pääoman kohtuullinen kustannus lasketaan CAP-mallilla (Capital Asset Pricing Model), jolla saadaan kuvattua sitä riippuvuutta, joka on sijoituskohteen ja sen sisältämän riskin välillä. Oman pääoman kohtuullinen kustannus  $C_E$  lasketaan yhtälöllä

$$C_E = R_r + \beta_{\text{velallinen}} \cdot (R_m - R_r) + LP, \quad (5)$$

missä  $R_r$  on riskitön korkokanta,  $\beta_{\text{velallinen}}$  on velallinen beeta-kerroin,  $R_m$  on markkinoiden keskimääräinen tuotto,  $R_m - R_r$  on markkinariskipremio ja  $LP$  on likviditeettipremio. (Energiavirasto 2015: 40.)

Vieraan pääoman kohtuullinen kustannus  $C_D$  saadaan yhtälöstä

$$C_D = R_r + DP, \quad (6)$$

missä  $R_r$  on riskitön korkokanta ja  $DP$  vieraan pääoman riskipremio. (Energiavirasto 2015: 44–45.)

Kohtuullisena tuottoasteena käytetään veroja edeltävää lukua, jolloin yhteisöverot saadaan huomioitua laskennassa. Ennen veroja täytyy ensin laskea kohtuullinen tuottoaste verojen jälkeen  $WACC_{\text{post-tax}}$  yhtälöllä

$$WACC_{\text{post-tax}} = C_E \cdot \frac{E}{E+D} + C_D \cdot (1 - yvk) \cdot \frac{D}{E+D}, \quad (7)$$

missä  $E$  on verkkotoimintaan sitoutunut oikaistu pääoma,  $D$  verkkotoimintaan sitoutunut oikaistu korollinen vieras pääoma ja  $yvk$  on voimassa oleva yhteisöverokanta. (Energiavirasto 2015: 47.)

Kohtuullinen tuottoaste ennen veroja  $WACC_{\text{pre-tax}}$  saadaan oikaisemalla verojen jälkeisen kohtuullinen tuottoaste käyttämällä yhtälöä

$$WACC_{\text{pre-tax}} = \frac{WACC_{\text{post-tax}}}{(1-yvk)}. \quad (8)$$

Kohtuullisen tuottoasteen määrittämisessä on käytössä kiinteä pääomarakenne, missä pääomille on annettu erilliset painoarvonsa pääoman laskennassa. Omalle pääomalle on asetettu 60 % painoarvo ja vieraalle pääomalle 40 % painoarvo. Painoarvot otetaan huomioon käytettävän kohtuullisen tuottoasteen laskennassa. Lopullinen tuottoaste saadaan yhtälöllä (Energiavirasto 2015: 46–47)

$$WACC_{\text{pre-tax}} = \frac{C_E \cdot 0,60}{(1-yvk)} + C_D \cdot 0,40. \quad (9)$$



#### 4.6 Toteutunut oikaistu tulos

Verkkoliiketoiminnan toteutuneen oikaistun tuloksen laskenta aloitetaan selvittämällä lii-  
kevoitto tai -tappio. Kun liikevoitto tai -tappio on laskettu, tulos oikaistaan ottamalla huo-  
mioon kannustimien ja korjauserien vaikutus. Tästä saadaan tulokseksi toteutunut oi-  
kaistu tulos, minkä laskenta on esitetty kuvassa 7. (Energiavirasto 2015: 7–8.)

#### **VERKKOTOIMINNAN ERIYTETYN TULOSLASKELMAN LIIKEVOITTO (LIIKETAPPIO)**

- + Palautettavat eriytetyn tuloslaskelman erät
    - + Palautuskelpoisten liittymismaksujen nettomuutos
    - + Maksetut verkkovuokrat
    - + Suunnitelman mukaiset poistot liikearvosta
    - + Muihin kuluihin kirjattu verkonosuuden myyntitappio
    - Muihin tuottoihin kirjattu verkonosuuden myyntivoitto
    - + Suunnitelman mukaiset poistot ja arvonalentumiset sähköverkon hyödyk-  
keistä
  - Tuloksen korjauserät
    - + Rahoitusomaisuuden kohtuulliset kustannukset
  - Investointikannustin
    - + Sähköverkko-omaisuuden oikaistut tasapoistot
  - Laatukannustin
    - + Keskeytyskustannusten vertailutaso
    - Toteutuneet keskeytyskustannukset
  - Tehostamiskannustin
    - + Tehostamiskustannusten vertailutaso
    - Toteutuneet tehostamiskustannukset
  - Innovaatiokannustin
    - + Tutkimus- ja kehittämistoiminnan kohtuulliset kustannukset
  - Toimitusvarmuuskannustin
    - + Ennenaikaisista korvausinvestoinneista aiheutuvat NKA-jäännösarvon  
alaskirjaukset
    - + Kunnossapito- ja varautumistoimenpiteiden kohtuulliset kustannukset
- = TOTEUTUNUT OIKAISTU TULOS**

**Kuva 7.** Toteutuneen oikaistun tuloksen laskenta (Energiavirasto 2015: 98).

#### 4.7 Verkkotoiminnan tuotot ja kustannukset

Verkkotoiminnan oikaistu liikevoitto/-tappio saadaan sen tuotoista ja kustannuksista. Verkkotoiminnan tuottoihin luetaan verkkopalvelumaksujen tuotot, verkkotoimintaan liittyvien muiden palveluiden tuotot, ei-palautuskelpoiset liittymismaksut, yhteiskäyttöpöytävuokratuotot sekä näihin rinnastettavissa olevat tuotot. Tuottoihin lisätään palautettavat korjaukset, joita ovat palautuskelpoisten liittymismaksujen vuosittainen nettomuutos, verkkovuokrat, pysyvien vastaavien sähköverkko-omaisuuden suunnitelman mukaiset poistot, liikearvosta tehdyt suunnitelman mukaiset poistot sekä verkonosuuden myynnistä aiheutuva myyntitappio. (Energiavirasto 2015: 56.)

Sähköverkkotoiminnan kustannukset syntyvät normaaleista sähköverkkotoiminnoista, joita ovat:

- sähköverkon suunnittelu, rakentaminen, ylläpito ja käyttö
- asiakkaiden sähkölaitteiden liittäminen verkkoon
- sähkön mittaus
- muut sellaiset sähkön siirtoon tarvittavat toimenpiteet, jotka ovat tarpeen sähkön siirtoa ja muita verkon palveluja varten

Lisäksi vakiokorvaukset sekä operatiiviset kustannukset kuuluvat verkkotoiminnan kustannuksiin. Operatiiviset kustannukset on avattu tarkemmin luvussa 4.8.3. (Energiavirasto 2015: 58–59.)

#### 4.8 Kannustimet

Sähköverkkotoiminnan valvonnan haasteena on saada verkonhaltijat toimimaan yhteiskunnan edun mukaisesti, vaikka toiminnasta ei syntyisi suurta taloudellista hyötyä. Valvontamallin kannustinjärjestelmän avulla halutaan kannustaa verkonhaltijoita tähän toi-

mintaan. Neljännen valvontajakson kannustinjärjestelmä sisältää investointi-, laatu-, tehostamis-, innovaatio- ja toimitusvarmuuskannustimet, jotka käydään tarkemmin läpi luvussa 4.8. (Gaia Group Oy 2014c.)

#### 4.8.1 Investointikannustin

Investointikannustimella pyritään kannustamaan verkonhaltijoita tekemään investointinsa kustannustehokkaasti sekä mahdollistamaan riittävien korvausinvestointien tekemisen. Investointikannustin koostuu kahden osan yhteisvaikutuksesta, jotka ovat yksikköhintoihin perustuva kannustinvaikutus sekä jälleenhankinta-arvosta laskettu tasapoisto. Yksikköhinnoista muodostuvalla kannustinvaikutuksella halutaan tehostaa verkonhaltijan investointeja. Mikäli verkonhaltijan toteutuneet investoinnit ovat kustannustehokkaampia verrattuna yksikköhinnoista saataviin investointeihin saa verkonhaltija investoinneilleen todellisia kustannuksia suuremman arvon. (Energiavirasto 2015: 64.)

Jälleenhankinta-arvosta laskettavat tasapoistot kannustavat verkonhaltijoita ylläpitämään ja käyttämään verkkoaan asettamiensa pitoaikojen mukaisesti. Investointikannustimen tasapoistot mahdollistavat tarvittavien ja ennaaikaisten korvausinvestointien tekemisen. Verkonhaltijoille sallitaan vuosittainen poistotaso, joka määräytyy keskimääräisen oikaistun tasapoiston mukaan. Laskennallinen tasapoisto sallitaan komponenteille niin kauan kuin ne ovat tosiasiallisessa käytössä, myös pitoajan ylittäneillä komponenteilla. Tasapoisto  $JHATP_i$  lasketaan yhtälöllä

$$JHATP_i = \frac{JHA_i}{pitoaika_i}, \quad (10)$$

missä  $JHA_i$  on verkkokomponentin  $i$  oikaistu jälleenhankinta-arvo ja  $pitoaika_i$  on verkkokomponentin  $i$  teknistaloudellinen pitoaika. Koko verkon oikaistut tasapoistot saadaan summaamalla komponenttien lasketut oikaistut tasapoistot yhteen. (Energiavirasto 2015: 64–65.)

#### 4.8.2 Laatukannustin

Sähkönsiirron ja -jakelun laatua pyritään parantamaan laatukannustimella. Kannustimen tavoitteena on saada verkkoyhtiöiden toimitusvarmuuden taso vähintään sähkömarkkina- lain asettamalle tasolle. Energiavirasto haluaa ohjata laatukannustimella verkonhaltijoita myös omatoimiseen sähkönsiirron laadun parantamiseen. Kolmannessa valvontajaksossa laatukannustimessa otettiin huomioon puolet keskeytyskustannuksista ja toinen puoli huomioitiin tehostamiskannustimessa. Neljännessä valvontajaksossa laatukannustimessa käytetään kokonaisia keskeytyskustannuksia, jonka myötä laatukannustimen merkitys on kasvanut. Keskeytyskustannuksista käytetään yleisemmin nimeä keskeytyksistä aiheutunut haitta (KAH), jonka laskennassa otetaan huomioon verkonhaltijan valvontatiedoissa ilmoittamat keskeytysten lukumäärät ja keskeytysajat. Neljännellä valvontajaksolla keski-jännitejakeluverkon keskeytyksistä otetaan laskennassa huomioon (Energiavirasto 2015: 66):

- suunniteltujen keskeytysten lukumäärä ja keskeytysaika
- odottamattomien keskeytysten lukumäärä ja keskeytysaika
- pikajälleenkytkentöjen lukumäärä
- aikajälleenkytkentöjen lukumäärä.

Näille edellä mainituille sähköjakelun keskeytyksille on määritelty omat yksikköhinnat, joiden avulla määritetään keskeytyksestä aiheutuneen haitan arvo. Taulukossa 4 on esitetty keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinnat.

**Taulukko 4.** Yksikköhinnat keskeytyksille (Energiavirasto 2015: 68).

Odottamaton keskeytys		Suunniteltu keskeytys		Aikajälleen- kytkentä	Pikajälleen- kytkentä
$h_{E,odott}$	$h_{W,odott}$	$h_{E,suunn}$	$h_{W,suunn}$	$h_{AJK}$	$h_{PJK}$
€/ kWh	€/ kW	€/ kWh	€/ kW	€/ kW	€/ kW
<b>11,0</b>	<b>1,1</b>	<b>6,8</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>0,55</b>

Yksikköhinnat vastaavat vuoden 2005 rahanarvoa, joten niitä päivitetään inflaation mukaan tarkasteluvuoden kuluttajahintaindeksin avulla. Gaia Consulting Oy on tehnyt selvityksen yksikköhintojen soveltuvuudesta, joka osoittaa keskeytyksistä aiheutuvan haitan yksikköhintojen oikeellisuudesta. Tämän vuoksi Energiavirasto jatkaa samojen yksikköhintojen käyttöä myös neljännessä valvontajaksossa. (Gaia Consulting Oy 2014a: 52–56.)

Laatukannustimen vaikutus saadaan laskettua selvittämällä ensin keskeytyskustannusten vertailutaso, josta vähennetään toteutuneet keskeytyskustannukset. Vertailutaso keskeytyskustannuksille saadaan kahdeksan edellisen vuoden toteutuneiden keskeytyskustannusten keskiarvosta. Saatu laatukannustin vähennetään toteutuneesta oikaistusta tuloksesta. (Energiavirasto 2015:69.)

Keskeytyskustannusten vertailutaso lasketaan yhtälöllä

$$KAH_{ref,k} = \frac{\sum_{t=2008}^{2015} [KAH_{t,k}^{KJ} \cdot \left(\frac{W_k}{W_t}\right)]}{8} \quad (11)$$

ja toteutuneet keskeytyskustannukset yhtälöllä (Energiavirasto 2015: 70–71.)

$$KAH_{t,k} = \left( \begin{array}{l} KA_{odott,t}^{KJ} \cdot h_{E,odott} + KM_{odott,t}^{KJ} \cdot h_{W,odott} + \\ KA_{suunn,t}^{KJ} \cdot h_{E,suunn} + KM_{suunn,t}^{KJ} \cdot h_{W,suunn} + \\ AJK_t^{KJ} \cdot h_{AJK} + PJK_t^{KJ} \cdot h_{PJK} \end{array} \right) \cdot \left(\frac{W_t}{T_t}\right) \cdot \left(\frac{KHI_k}{KHI_{2005}}\right), \quad (12)$$

missä

$KAH_{ref,k}$  = keskeytyskustannusten vertailutaso vuodelle k [€]

$KAH_{t,k}^{KJ}$  = keskijännitejakeluverkon toteutuneet keskeytyskustannukset vuonna t vuoden k rahanarvossa [€]

$W_k$  = siirretyn energian määrä vuonna k (kWh)

$W_t$  = siirretyn energian määrä vuonna t (kWh)

k = vuosi 2016, 2017, 2018 tai 2019

t = vuosi 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 tai 2015

$KA_{odott,t}^{KJ}$  = keskijännitejakeluverkon odottamattomista keskeytyksistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysaika [h]

$h_{E,odott}$  = odottamattomista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysajalle (kWh)

$KM_{odott,t}^{KJ}$  = keskijännitejakeluverkon odottamattomista keskeytyksistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysmäärä [kpl]

$h_{W,odott}$  = odottamattomista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle (kWh)

$KA_{suunn,t}^{KJ}$  = keskijännitejakeluverkon suunnitelluista keskeytyksistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysaika [h]

$h_{E,suunn}$  = suunnitelluista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysajalle (kWh)

$KM_{suunn,t}^{KJ}$  = keskijännitejakeluverkon suunnitelluista keskeytyksistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysmäärä [kpl]

$h_{W,suunn}$  = suunnitelluista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle (kWh)

$AJK_t^{KJ}$  = keskijännitejakeluverkon aikajälleenkytkennöistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysmäärä [kpl]

$h_{AJK}$  = aikajälleenkytkennöistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle (kWh)

$PJK_t^{KJ}$  = keskijännitejako- ja pikajälleenkytkennöistä aiheutunut vuosienergioilla painotettu keskeytysmäärä [kpl]

$h_{PIJK}$  = pikajälleenkytkennöistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle (kWh)

$T_t$  = tuntien lukumäärä vuonna t

$KHI_k$  = kuluttajahintaindeksi vuonna k

$KHI_{2005}$  = kuluttajahintaindeksi vuonna 2005.

Laatukannustimen vaikutusta kohtuullistetaan asettamalla sille raja-arvot, jonka ylimenevää kannustinvaikutusta ei oteta huomioon toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa. Verkonhaltijoiden on mahdollista saada toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa laatukannustinvaikutusta enintään 15 % laatubonusta laadun parantumisesta tai laatusanktiota laadun huonontumisesta verkkonhaltijan saman vuoden kohtuullisesta tuotosta. (Energiavirasto 2015: 75.)

#### 4.8.3 Tehostamiskannustin

Energiaviraston valvontamallin yhtenä tavoitteena on verkkonhaltijoiden toiminnan tehostaminen. Valvontamalli sisältää tehostamiskannustimen, jolla pyritään verkkonhaltijoiden toiminnan tehostamiseen. (Energiavirasto 2015: 75.)

Tehostamiskannustimen vaikutus saadaan laskettua vertaamalla Energiaviraston asettaman kontrolloitavissa olevien operatiivisten kustannusten vertailutasoa SKOPEX verkko-yhtiön toteutuneisiin operatiivisiin kustannuksiin KOPEX. Asetettu SKOPEX vertailutaso saadaan yleistä tehostamistavoitteesta sekä yritys-kohtaisesta tehostamistavoitteesta. Yleisellä tehostamistavoitteella kannustetaan kaikkia verkkonhaltijoita tehostamaan toimintaansa, vaikka toiminta olisikin ollut tehokkaaksi havaittua. Kolmannella valvontajaksolla käytettiin yleisenä tehostamistavoitteena 2,06 prosenttia, mutta neljännelle valvontajaksolle se asetettiin 0 prosenttia, jolloin saadaan kompensoitua verkkonhaltijoille uusista tehtävistä ja toimintatavoista syntyneet kustannukset. Tämän vuoksi vertailutaso

neljännellä valvontajaksolla määräytyy suoraan yrityksille asetettujen tasojen mukaan. Neljännellä valvontajaksolla vuosittain selvitettävä kohtuullisten operatiivisten kustannuksien vertailutaso  $SKOPEX_t$  lasketaan yhtälöllä (Energiavirasto 2015: 76–77, 85.)

$$SKOPEX_t = I\hat{R}^{StoNED}(x_t, y_t) \cdot \exp(\hat{\delta}z_t) \cdot (1 - YL)^4 \cdot (KHI_t/KHI_{2014}) \cdot (1 - X_{2016-2019})^{t-2020}, \quad (13)$$

missä

$I\hat{R}^{StoNED}$  = tuotosten ja  $SKOPEX$ :n maksimoivan varjohintaprofiilin mukaisten varjohintojen tulo

$\exp(\hat{\delta}z_t)$  = toimintaympäristömuuttujan ja tehottomuuden odotusarvon vaikutus

$KHI_t$  = kuluttajahintaindeksi vuonna t

$KHI_{2014}$  = kuluttajahintaindeksi vuonna 2014

$(1 - X_{2016-2019})^{t-2020}$  = siirtymäajan vaikutus

$(1 - YL)^4$  = tekninen kehitys ajanjaksolla 2016–2019, joka ei vaikuta neljännellä valvontajaksolla, koska yleinen tehostamistavoite  $YL$  on nolla

t = vuosi 2016, 2017, 2018 tai 2019.

Toteutuneet tehostamiskustannukset koostuvat vuosittain laskettavista kontrolloitavissa olevista operatiivisista kustannuksista  $KOPEX$ , jotka saadaan laskettua yhtälöllä (Energiavirasto 2015: 62.)

*$KOPEX = Aineet, tarvikkeet ja tavarat$*

*+ Varastojen lisäys tai vähennys*

*+ Henkilöstökulut*

*+ Verkkovuokriin ja verkon leasingmaksuihin sisältyvät käytön ja*

*kunnossapidon kulut*

*+ Vuokratkulut*

*+ Muut ulkopuoliset palvelut*



- + *Sisäiset kulut*
- + *Muut liiketoiminnan muut kulut*
- + *Maksetut vakiokorvaukset (elleivät sisälly muihin kuluihin)*
- + *Kuluiksi kirjattujen komponenttien kustannukset (elleivät sisälly muihin yllä oleviin eriin)*
- *Häviöenergian hankintakulut*
- *Valmistus omaan käyttöön* (14)

Tehostamiskannustimen vaikutusta on kohtuullistettu asettamalla sille suurimmat ja pienimmät oikaistun tuloksen laskentaan vaikuttavat arvot. Tehostamiskannustin voi suurimmillaan vaikuttaa 20 % tehostamisbonuksena tai -sanktiona verkonhaltijan kyseisen vuoden kohtuullisesta tuotosta. (Energiavirasto 2015: 91.)

#### 4.8.4 Innovaatiokannustin

Innovaatiokannustimella halutaan mahdollistaa verkonhaltijoille sähköverkon innovatiivisten teknisten ja toiminnallisten ratkaisujen kehittämisen ja käyttämisen omassa verkotoiminnassaan. Kannustinta tarvitaan, koska tutkimus- ja kehitystyöstä voi syntyä verkonhaltijalle ylimääräisiä kustannuksia, jolloin kannustimen puuttuessa ei verkonhaltijoilla ole intressiä uusien teknologioiden kehittelyyn. (Energiavirasto 2015: 92.)

Innovaatiokannustimen kannustinvaikutus lasketaan vähentämällä hyväksytyt kohtuulliset tutkimus- ja kehityskustannukset suoraan oikaistun tuloksen laskennassa. Kohtuulliseksi tutkimus- ja kehityskustannuksiksi sallitaan enintään 1 % osuus verkonhaltijan valvontajakson eriytettyjen tuloslaskelmien verkkotoiminnan liikevaihtojen summasta. Tutkimus- ja kehityskustannuksien hyväksyntä edellyttää, että hankkeet ovat julkisia ja muiden verkonhaltijoiden käytettävissä. Lisäksi tutkimus- ja keskeytyskustannusten on liitettävä suoraan verkkotoiminnan parantamiseen, kuten uuden tiedon tai teknologian muodossa. Kustannuksien on kirjattava eriytetyn tuloslaskelman kuluiksi, jotta ne hyväksytään mukaan laskentaan. (Energiavirasto 2015: 92.)

#### 4.8.5 Toimitusvarmuuskannustin

Sähkömarkkinalaki velvoittaa sähköverkkoyhtiöitä saavuttamaan toimitusvarmuuskriteerien mukaisen tason lain määrittämässä määräajassa. Osa sähköverkkoyhtiöistä pääsee vaadittuun toimitusvarmuustasoon helpommin kuin toiset. Esimerkiksi kaupunkiverkkoyhtiöt pääsevät vaadittuun toimitusvarmuuteen helpommin ja pienemmillä investoinneilla kuin haja-asutusalueilla toimivat verkkoyhtiöt. Tämä huomioidaan toimitusvarmuuskannustimen avulla. Toimitusvarmuuskannustin toimii kannustimena pääasiassa sellaisille verkonhaltijoille, joilla on haasteita saavuttaa sähkömarkkinalain asettamat laatuvaatimukset määräajassa ilman suuria ennen aikaisia korvausinvestointeja. Toimitusvarmuuskannustimessa huomioidaan sellaiset korvausinvestoinnit, jotka joudutaan tekemään ennen kuin komponentti saavuttaa määritetyn pitoaikansa, jotta verkonhaltija saavuttaa määrätty toimitusvarmuuskriteerit. Tarkoituksena ei kuitenkaan ole, että korvausinvestoinneissa keskityttäisiin enemmän pitoajan sisällä oleviin komponentteihin kuin pitoajan ylittäneisiin komponentteihin. (Energiavirasto 2015: 93.)

Kannustimella saadaan korvattua komponentin jäännösarvosta syntyvät kustannusmenetykset tilanteissa, joissa verkonhaltija joutuu purkamaan komponentin käytöstään ennen pitoajan ylittymistä. Nykykäyttöarvon jäännösarvo saadaan laskettua käyttämällä Energiaviraston antamien jälleenhankinta-arvojen ja pitoaikojen sekä komponentin iän perusteella. Toimitusvarmuuskannustimen alaskirjauksiin hyväksyttävien komponenttien tulee olla iältään pitoaikaa uudempi, koska pitoajan ylittäneet komponentit huomioidaan investointikannustimessa. Verkkokomponentit, joita alaskirjaus koskee, ovat:

- 20 kV ilmajohdot
- 20 kV ilmajohtoverkon erottimet ja katkaisija
- 20 / 0,4 kV ilmajohtoverkon pylväsmuuntamot
- 0,4 kV ilmajohdot.

Alaskirjaukseen tulee olla myös hyvin perusteltu syy, joten jo ennestään lain vaatimuksiin pääsevillä verkonhaltijoilla ei ole mahdollista käyttää tätä kannustinta. Lisäksi toimenpiteiden tulee olla laajoja toimitusvarmuuteen tähtääviä investointiprojekteja. Yksittäisten komponenttien alaskirjauksia ei hyväksytä kannustimeen. Käytöstä poistetut komponentit ei saa käyttää muualla sähköverkossa vaan se tulee romuttaa, jotta alaskirjaus toteutuu. (Energiavirasto 2015: 93–95.)

Verkonhaltijoiden tulee ilmoittaa Energiavirastolle kattava selvitys toimitusvarmuuskannustimen alaskirjauksista. Selvityksen tulee sisältää tietoja niistä kohteista, joissa verkon uudistamista on suoritettu. Selvityksessä tulee ilmetä kohteet missä verkon ennen aikaista purkamista on suoritettu, tieto komponenttien romuttamisesta, selvennys kohteiden kulumisesta toimitusvarmuuden parantamiseksi aloitettuihin hankkeisiin sekä montako asiakasta toimenpiteellä saatiin toimitusvarmuuskriteerin sisään. Lisäksi verkonhaltijan tulee ilmoittaa romutettujen komponenttien alaskirjauksen laskentaan vaadittavat tiedot. Selvitystiedot annetaan Energiavirastolle rakennetietoilmoituksen yhteydessä valvontatietojärjestelmän kautta. (Energiavirasto 2015: 95.)

Toimitusvarmuuden parantamiseksi tehtävät kunnossapito- ja varautumistoimenpiteillä kuten vierimetsän hoidon, harvennuksen ja yksittäisten vaarapuiden poistamisella saadaan nostettua verkon toimitusvarmuutta, jonka vuoksi tästä syntyneet kustannukset otetaan huomioon toimitusvarmuuskannustimessa. Verkonhaltijan tulee ilmoittaa eriytetyn tilinpäätöksen liitetiedostona toimitusvarmuuden kunnossapitoon- ja varautumiseen kuuluvat kustannukset, jotta Energiavirasto huomio ne toimitusvarmuuskannustimessa. Liitetiedostossa tulee ilmetä tarkat tiedot siitä, mitä toimenpiteitä on tehty ja mitkä ovat olleet niiden kustannukset. Toimitusvarmuuskannustimeen sisällytetyjä kustannuksia ei huomioida tehostamiskannustimen laskennassa eikä niitä voi sisällyttää innovaatiokannustimeen. (Energiavirasto 2015: 96.)

Toimitusvarmuuskannustimen vaikutus saadaan laskettua summaamalla hyväksytyjen ennenaikaisten korvausinvestointien nykykäyttöarvon jäännösarvon alaskirjaukset koh-

tuullisten kunnossapito- ja varautumistoimenpiteiden kustannusten kanssa. Saatu kannustinvaikutus vähennetään laskettaessa toteutunutta oikaistua tulosta. (Energiavirasto 2015: 96.)

## 5 UUDEN VALVONTAJAKSON VAIKUTUS VERKON NYKYKÄYTTÖARVOON

Tässä luvussa tutkitaan neljännen valvontajakson valvontamallin vaikutusta verkon nykykäyttöarvoon. Tutkittavia osia ovat maakaapelin kaivuuoajat, ikätiedottomat verkko-komponentit, komponenttien pitoajat sekä uudet yksikköhinnat. Merkittävimpänä muutujana voidaan pitää maakaapeliverkon ojapituuden määrittämisen muutosta yhteiskäyttökertoimista todellisiksi ojapituuksiksi. Lisäksi tutkitaan z-komponentin vaikutusta verkon kokonaispituuteen.

### 5.1 Ojapituudet ja kaivuolosuhteet

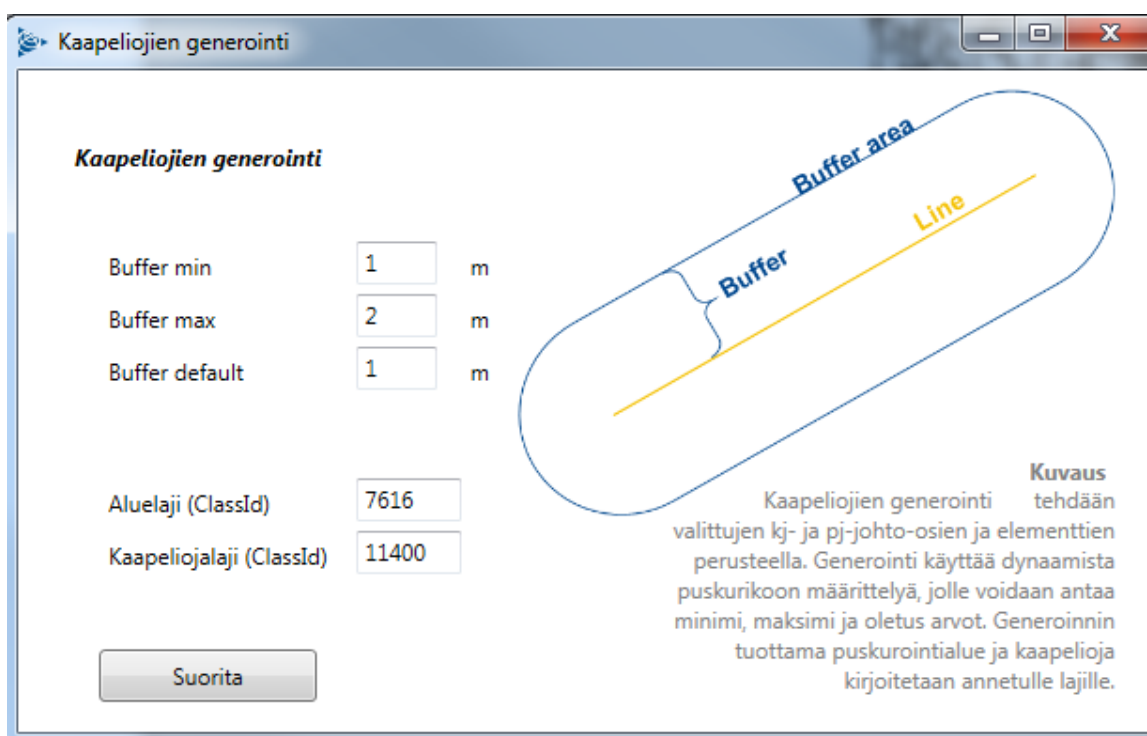
Maakaapeliverkon arvosta osa muodostuu maakaapelien kaivuolosuhteista. Maakaapelioja ei vanhene, joten sen arvo määritellään jälleenhankinta-arvona. Tämän vuoksi kaivuusuus on erotettu omaksi ryhmäkseen sähköverkon rakennetietojen laskennassa.

Kaapeliojapituuksien ja ympäristöolosuhdeluokkien määrittelyt on tarkastettu neljännelle valvontajaksolle. Kaapeliojia ei enää lasketa taulukossa 5 esitettyjen yhteiskäyttökertoimien avulla, joita on käytetty kaapeliojan pituuden arvioimiseen. Neljännellä valvontajaksolla yhteiskäyttökertoimia ei enää käytetä, vaan kaapeliojat on ilmoitettava todellisina ojapituuksina. (Energiavirasto 2015: 28.)

**Taulukko 5.** Yhteiskäyttöosuuksille asetetut yhteiskäyttökertoimet (Energiamarkkina-  
virasto 2011: 17).

<b>Kaivuolosuhde</b>	<b>Yhteiskäyttöosuus</b> (maakaapelipituus / kaapeliojapituus)	
	<b>20 kV</b>	<b>0,4 kV</b>
<b>Helppo</b> (esim. haja-asutusalue)	1,1	1,5
<b>Tavallinen</b> (esim. taajama)	1,2	1,75
<b>Vaikea</b> (esim. kaupunki)	1,3	2,0
<b>Erittäin vaikea</b> (esim. suurkaupungin ydinkeskusta)	2,0	3,0

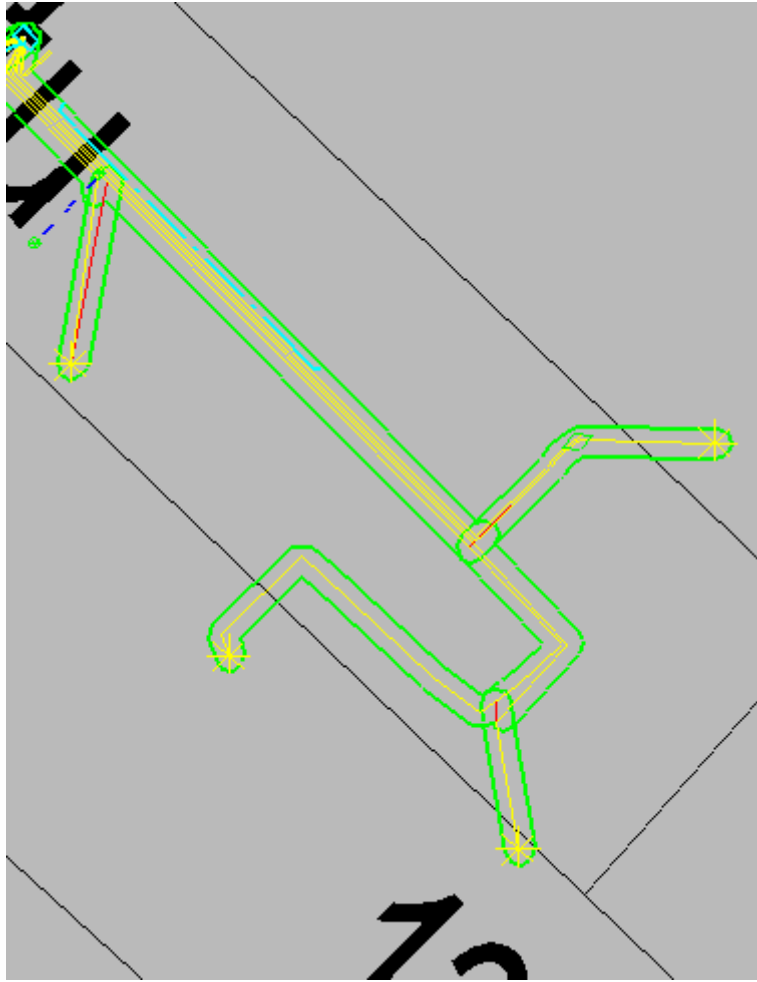
Todelliset ojapituudet saadaan selville verkkotietojärjestelmän avulla. Seiverkot Oy:llä on käytössä Trimble NIS -verkkotietojärjestelmä, jonka kaapeliojagenerointi-toiminnolla saadaan laskettua todelliset ojapituudet. Kaapeliojien luominen järjestelmään perustuu verkkotietojärjestelmään dokumentoituihin maakaapeleihin ja niiden sijainteihin. Kaapeliojien generointi-toiminto käyttää dynaamista puskurikoon määrittelyä, missä generoinnille annetaan minimi-, maksimi- ja oletusarvot. Näiden arvojen perusteella määritellään, kuinka laajalta alueelta kaapelit huomioidaan samaan kaapeliojaan. Kuvassa 8 on kaapeliojien generointi-ikkuna, johon syötetään halutut puskurialueen arvot.



**Kuva 8.** Kaapelioiden generointi-ikkuna (Trimble NIS 2016).

Kaapelioiden generoinnissa käytettävien arvojen syöttäminen aloitetaan valitsemalla oletusarvo (Buffer default), joka on kaapelioiden keskimääräinen leveys. Oletusarvo valitaan minimi- ja maksimiarvojen (Buffer min, Buffer max) väliltä, jolloin järjestelmä oletusarvoisesti luo yhtenäistä kaapelioiden. Mikäli kaapeleiden etäisyys kasvaa yli oletusarvon, järjestelmä luo yhtenäistä kaapelioiden buffer max arvoon asti. Tämän arvon ylitettyään järjestelmä luo kaapelille oman kaapelioiden. Järjestelmään luoduille kaapelioiden on olemassa oma aluelaji ja kaapeliolaji, joiden avulla kaapelioiden on mahdollista laskea.

Kaapelioiden generointi suoritetaan puskurialuemuunnoksen jälkeen valitsemalla halutut kaapelit ja painamalla suorita-painiketta kaapelioiden generointi-ikkunassa. Kuvassa 9 on esimerkki luodusta kaapelioiden verkkojärjestelmästä.



**Kuva 9.** Esimerkki kaapeloijan kuvaustekniikasta (Trimble NIS 2016).

Kuvassa oleva vihreä alue kuvaa puskurialuetta, jonka mukaan kaapeleille luodaan kaapeloijat. Kaapeloija generoituu yksittäisen johtoalkioreitin kanssa samoihin koordinaatteihin. Jos useampia kaapeleita luodaan samaan kaapeloijaan, generoituu kaapeloija vain yhdelle kaapelille. Koko verkon kaapeloijapituus saadaan laskettua verkkotietojärjestelmästä, kun kaikille kaapeleille on luotu kaapeloijat.

Kaapeloijien jakautuminen eri olosuhdeluokkiin on tehty Trimble NIS-verkkotietojärjestelmän kaivuolosuhderaportin avulla. Myös vuoden 2016 kaapeloijien ympäristöolosuhdejaottelu tehdään tästä raportista saatavan jaottelun perusteella. Taulukossa 6 on esitetty kaapeloijien jakautuminen eri olosuhdeluokkiin vuonna 2015.



**Taulukko 6.** Vuoden 2015 olosuhdeluokkajaottelut maakaapeleille (VATI 2016).

Olosuhdeluokka	Kaapeliojan osuus (%)
Helppo	29,6
Tavallinen	43,6
Vaikea	26,8

Näiden olosuhdeluokkajaotteluiden pohjalta on laskettu yhteiskäyttökertoimilla maakaapeleiden ojapituudet. Vuonna 2015 lasketut kaapeliojapituudet eri jännitetasoilla on esitetty taulukossa 7. Kokonaismäärä vuoden 2015 kaapeliojapituudeksi tulee 508,3 km.

**Taulukko 7.** Vuoden 2015 20 kV ja 0,4 kV kaapeliojapituudet (VATI 2016).

Olosuhdeluokka	Kaapeliojan osuus (km)
Helppo	150,6
Tavallinen	221,4
Vaikea	136,3

Vuonna 2015 Trimble NIS -verkkotietojärjestelmän olosuhteraportti luokitteli olosuhteet kokonaan CLC-aineiston perusteella. Vuoden 2016 ilmoituksessa raporttia on muutettu kuvaamaan olosuhdeluokkien sanallisia määräyksiä. Määrittelyn mukaan asemakaava-alue kuuluu kokonaisuudessaan vähintään tavalliseen olosuhdeluokkaan ja sitä vaikeammat kaivuulosuhteet huomioidaan CLC-aineiston perusteella. Tavallisen olosuhteen osuus kokonaismäärästä tulee siis kasvamaan ja helpon puolestaan pienenee, koska Seiverkot Oy:n verkkoalue on lähes kokonaan asemakaava-alueen sisäpuolella. Asemakaava-alueen ulkopuoliset alueet määritellään ensisijaisesti helppoon olosuhdeluokkaan, mutta CLC-aineiston perusteella vaikeaan olosuhdeluokkaan kuuluvat alueet huomioidaan vaikeana olosuhteenä. Kaapeliojien jakautuminen eri olosuhdeluokkiin päivitettyillä määrittelyillä on esitetty taulukossa 8.

**Taulukko 8.** Kaapeliojan jakautuminen kaivuolosuhdeluokkiin päivitettyillä määrittelyillä (Trimble NIS 2016).

Olosuhdeluokka	Kaapeliojan osuus (%)
Helppo	7,0
Tavallinen	63,7
Vaikea	29,3

Kun verrataan taulukossa 6 olevia vuoden 2015 olosuhdeluokkajaottelua taulukon 8 olosuhdeluokkajaotteluun, huomataan, että helpon olosuhdeluokan määrä vähenee huomattavasti. Ero syntyy olosuhdeluokkien määrittelyn vuoksi ja, koska maakaapelit sijoittuvat pääasiassa asemakaava-alueelle. Samalla tavallisen ja vaikean olosuhteen osuudet nousevat.

Kaapeliojagenerointiin käytettävät puskurialueen arvot valittiin testaamalla muutamaa eri puskurialuetta ja valitsemalla niistä todellisuutta vastaava alue. Todellisuutta vastaavaksi kaapeliojapituudeksi saatiin 591,6 km. Kaapeliojagenerointi suoritettiin Seiverkot Oy:n maakaapeliverkolle kuvan 8 asetettujen puskurialueiden mukaan. Näillä arvoilla suoritettu kaapeliojagenerointi vastasi tarkastelujen perusteella parhaiten todellisia kaapeliojiojia. Jos kaapeliojat laskettaisiin uuden olosuhdeluokkajaottelun ja yhteiskäyttökertoimien avulla saataisiin vuonna 2016 ojapituudeksi 461,4 km. Yhteiskäyttökertoimilla laskettu kaapeliojapituus on siis 130,2 km lyhyempi kuin generoitu todellinen ojapituus. Tästä voidaan päätellä, että edellisillä valvontajaksoilla käytetyt yhteiskäyttökertoimet ovat olleet Seiverkot Oy:n verkkoalueella liian suuret.

## 5.2 Ikätiedottomien verkon komponenttien arvon aleneminen

Verkkokomponenttien keski-ikä määrittämisessä pyritään ensisijaisesti löytämään kaikille komponenteille niiden todelliset ikätiedot. Mikäli komponentille ei ole olemassa ikätietoa, valitaan ikätiedoksi lähiverkon komponenttien ikä. Jos tämä vaihtoehto ei ole mahdollinen, lasketaan komponentin ikätiedoksi neljännellä valvontajaksolla 90 % komponentin pitoajasta. Esimerkiksi 40 vuoden pitoajan omaaville ikätiedottomille komponenteille annetaan vuonna 2016 ikätiedoksi vuosi 1980. Kolmannella valvontajaksolla ikätiedottomien komponenttien ikätiedoksi annettiin 70 % pitoajasta. Kolmannella valvontajaksolla 70 % pitoajasta annettu ikätieto vuonna 2016 olisi 1988. (Energiavirasto 2015: 26.)

Verkkokomponenttien keski-ikä laskennassa Seiverkot Oy on käyttänyt ikätiedottomien komponenttien pitoajasta laskettavaa ikätietoa myös niillä komponenteilla, joille on olemassa ikätieto, mutta se on vanhempi kuin pitoajasta laskettu ikä. Esimerkiksi vuonna 2016 laskettavien ikätiedottomien 0,4 kV maakaapelien ikätiedoksi annetaan vuosi 1980 ja kaikkien tätä vanhempien maakaapeleiden ikätieto nostetaan laskennassa vuoteen 1980. Vanhojen verkkokomponenttien ikätietojen parannus on tehty myös muiden komponenttiryhmien kohdalla. Verkkokomponenttien ikä ei rakennetietoilmoituksen laskennassa ole siis verkkokomponentin pitoajasta laskettua ikää vanhempi.

Neljännellä valvontajaksolla ikätiedottomien verkkokomponenttien ikätieto tulee siis muuttumaan 70 %:sta 90 %:in komponentin pitoajasta. Tällöin etenkin niiden komponenttiryhmien, joiden keski-ikä on korkea, nykykäyttöarvo tulee laskemaan. Näitä komponentteja ovat esimerkiksi 20 kV ja 0,4 kV ilmajohdot ja pylväsmuuntamot.

## 5.3 Pitoajan määrittäminen

Verkkokomponentin pitoajalla tarkoitetaan sitä aikaa, jonka verkkokomponentti on käytössä ennen sen korvaamista. Pitoaika määritetään Energiaviraston asettamilta pitoaika-  
väleiltä. Neljännen valvontajakson pitoaikavälit on esitetty liitteessä 1. (Energiavirasto

2015: 26.) Pitoajan vaikutusta nykykäyttöarvoon voidaan testata esimerkiksi muuntamoiden avulla, joiden viime vuonna ilmoitetut pitoajat on esitetty taulukossa 9.

**Taulukko 9.** Muuntamoiden pitoajat vuoden 2015 rakennetietoilmoituksessa (VATI 2016).

<b>Muuntamot</b>	<b>Pitoaika</b>
1-pylväsmuuntamo	35
2-pylväsmuuntamo	35
4-pylväsmuuntamo	35
Puistomuuntamo: kevyt	30
Puistomuuntamo: ulkoa hoidettava, PJ-keskuksen nimellisvirta max 630 A	38
Puistomuuntamo: ulkoa hoidettava, PJ-keskuksen nimellisvirta yli 630 A	38
Puistomuuntamo: sisältä hoidettava	38
Kiinteistömuuntamo	40

Lasketaan muuntamoiden nykykäyttöarvoa vuoden 2016 muuntamoiden määrien ja keski-ikäen mukaan vaihtaen pitoaikoja. Mikäli jatkettaisiin samoilla pitoajoilla kuin vuoden 2015 rakennetietoilmoituksessa tulisi muuntamoiden nykykäyttöarvoksi 4 392 862,2 euroa. Neljännellä valvontajaksolla annetut pitoaikavälit ovat nousseet puistomuuntamoiden kohdalla 40-50 vuoteen, joka nostaa niiden pitoajan suoraa vähintään 40 vuoteen. Pitoajan muutoksen myötä muuntamoiden nykykäyttöarvoksi tulee 4 519 716,7 euroa, mikä on lähes 127 000 euroa enemmän kuin alkuperäisillä pitoajoilla. Mikäli pitoaikaa nostettaisiin muillakin muuntamoilla vuoteen 40, saataisiin muuntamoiden nykykäyttöarvoksi 4 606 935,5 euroa, joka on noin 215 000 euroa enemmän kuin alkuperäisillä pitoajoilla. Edellä mainituista lukemista voidaan päätellä, että pitoajan määrittelyllä on vaikutusta jo pienilläkin pitoaikojen muutoksilla. Pitoajan määrittelyä tehdessä on otettava kuitenkin huomioon, että pitoajan nostaminen pienentää jälleenhankinta-arvosta laskettavaan tasapoiston määrää, joka lasketaan jakamalla komponentin jälleenhankinta-arvo sen pitoajalla. Tasapoiston pieneneminen laskee suoraa investointikannustimen vaikutusta.

#### 5.4 Uudet yksikköhinnat

Energiavirasto määrittää sähköverkkokomponenttien yksikköhinnat, joiden mukaan lasketaan verkon jälleenhankinta- ja nykykäyttöarvo. Neljännellä valvontajaksolla käytetään liitteen 1 mukaisia yksikköhintoja. Energiavirasto tekee verkkoyhtiöille yksikköhintakyselyjä, joihin verkkokomponenttien yksikköhinnat ja pitoaikavälit perustuvat. Kaikkien verkkokomponenttien yksikköhintoihin sisältyy kaikki investointiin oleellisesti liittyvät kustannukset, joita ovat:

- sähköinen suunnittelu, maastosuunnittelu ja rakennesuunnittelu
- luvat ja sopimukset korvauksineen
- korvaukset työnaikaisista vahingoista
- rakentaminen ja työkonestikustannukset sekä asentaminen
- rakennuttaminen
- materiaalit ja kuljetuskustannukset
- käyttöönotto ja dokumentointi.

Yksikköhinnat kuvaavat verkkokomponenttien keskimääräistä kustannusta keskimääräisissä olosuhteissa. Joidenkin verkkokomponenttien sisältömääräykset on jätetty tulkinanvaraa ja joustavuutta, jotta määräykset olisivat syrjimättömiä. Energiavirasto päivittää yksikköhinnat valvontajaksolle yksikköhintakyselyn avulla, jossa huomioidaan verkkokomponenttien kehittyminen sekä mahdolliset muutokset komponenttien kustannuksissa. Hintoja ei indeksikorjata, koska inflaation vaikutus huomioidaan kohtuullisessa tuottoasteessa. Aiemmissa valvontajaksoissa yksikköhinnat indeksikorjattiin vuosittain. (Energiavirasto 2015.)

Energiavirasto on tarkistanut verkkokomponenttien yksikköhinnat sekä jaottelun neljännelle valvontajaksolle. Jaottelua on muutettu tarkemmaksi erottelemalla komponenttiryhmän komponentteja yksittäisiksi ja näille on annettu myös omat yksikköhintansa.

## 5.5 z-komponentti

Sähköverkon komponentit dokumentoidaan verkkotietojärjestelmään satelliittimittauksien ja paikannuslaitteiden avulla, joilla saadaan tarkka tieto verkossa olevien komponenttien sijainneista. Paikannuslaitteet antavat kohteelle x- ja y-koordinaatit ETRS-GK23 koordinaattijärjestelmään, joka on Seiverkot Oy:llä käytössä oleva koordinaattijärjestelmä. Seiverkot Oy:llä ei ole käytössä korkeusjärjestelmää, joten esimerkiksi maakaapelin pituuden mittauksessa ei oteta huomioon maaston muotoja z-koordinaatin avulla. Tämän vuoksi maakaapelin todellisesta johtopituudesta jää pois korkeusero. Paikkoja, joissa z-komponentin vaikutus on suurimmillaan, ovat pylväspäätteelle nousut, suuret maastolliset korkeuserot sekä maakaapelin nousu kaapeliojasta muuntamon päätteelle tai jakokaapin jonovarokeytkimelle.

### 5.5.1 Nousu pylväspäätteelle

Maakaapeliverkon yhdistäminen ilmajohtoverkkoon voidaan tehdä pylväspäätteen avulla. Pylväspäätte sijaitsee pylvässä noin 6 metrin korkeudella maantasosta. Lisäksi nousua kaapeliojasta maantasoon tulee noin 1 metri. Maakaapelin nousua päätteelle ei huomioida tällä hetkellä Seiverkot Oy:n rakennetietolaskelmissa, koska z-komponenttia ei ole digitoitu järjestelmään.

Seiverkot Oy:n sähköverkosta löytyy 149 pylväspäätettä. Mikäli jokaisen nousun pituus maakaapeliojasta pylväspäätteelle on 7 metriä, saadaan koko verkkoalueen pylväsnousujen pituudeksi 1 043 metriä. Lasketaan tälle pituudelle jälleenhankinta-arvo valitsemalla kaapeliksi 185 mm<sup>2</sup> poikkipinta-alalla olevan kaapeli, joka on yleisin Seiverkot Oy:n sähköverkossa käytetty 20 kV kaapelikoko. Yhtälöllä

$$JHA_i = \text{yksikköhinta}_i \cdot \text{määrä}_i, \quad (16)$$

saadaan pylväspäätteelle nousevien kaapeleiden jälleenhankinta-arvoksi

$$JHA = 36\,200 \text{ €/km} \cdot 1,043 \text{ km} = 37\,756,6 \text{ €}. \quad (17)$$

Ottamalla laskennassa huomioon maakaapelien nousut kaapeliojasta pylväspäätteelle, saadaan verkon jälleenhankinta-arvoa lisättyä 37 756,6 euroa. Pylväspäätteisiin nousevat kaapelipituudet on helppo laskea ja niiden keski-ikä on saatavissa suoraa pylväspäätteiden keski-ikästä, joten ne ovat kannattavia ottaa mukaan maakaapelien pituuden laskentaan.

### 5.5.2 Nousu kojeistopäätteelle

Pylväspäätteiden lisäksi myös puistomuuntamoiden ja sähköasemien päätteille tulee nousua kaapeliojasta. Tämän nousun korkeusero on noin 2 metriä. Seiverkot Oy:n jakelualueella on kojeistopäätteitä vuoden 2016 lopun ajanhetkellä tarkasteltuna 1 037 kappaletta. Näille päätteille tulevien z-komponenttien kokonaispituudeksi saadaan 2 074 metriä. Kyseiselle kaapelipituudelle saadaan jälleenhankinta-arvo valitsemalla 185 mm<sup>2</sup> poikkipinta-alaisen kaapelin yksikköhinnan ja laskemalla yhtälöllä

$$JHA = 36\,200 \text{ €/km} \cdot 2,074 \text{ km} = 75\,078,8 \text{ €}. \quad (18)$$

Maakaapelin nousu muuntamon päätteelle lisää maakaapelien kokonaispituutta 2 074 metrillä ja jälleenhankinta-arvoa 75 078,8 euroa.

### 5.5.3 Nousu pienjännitekeskukselle

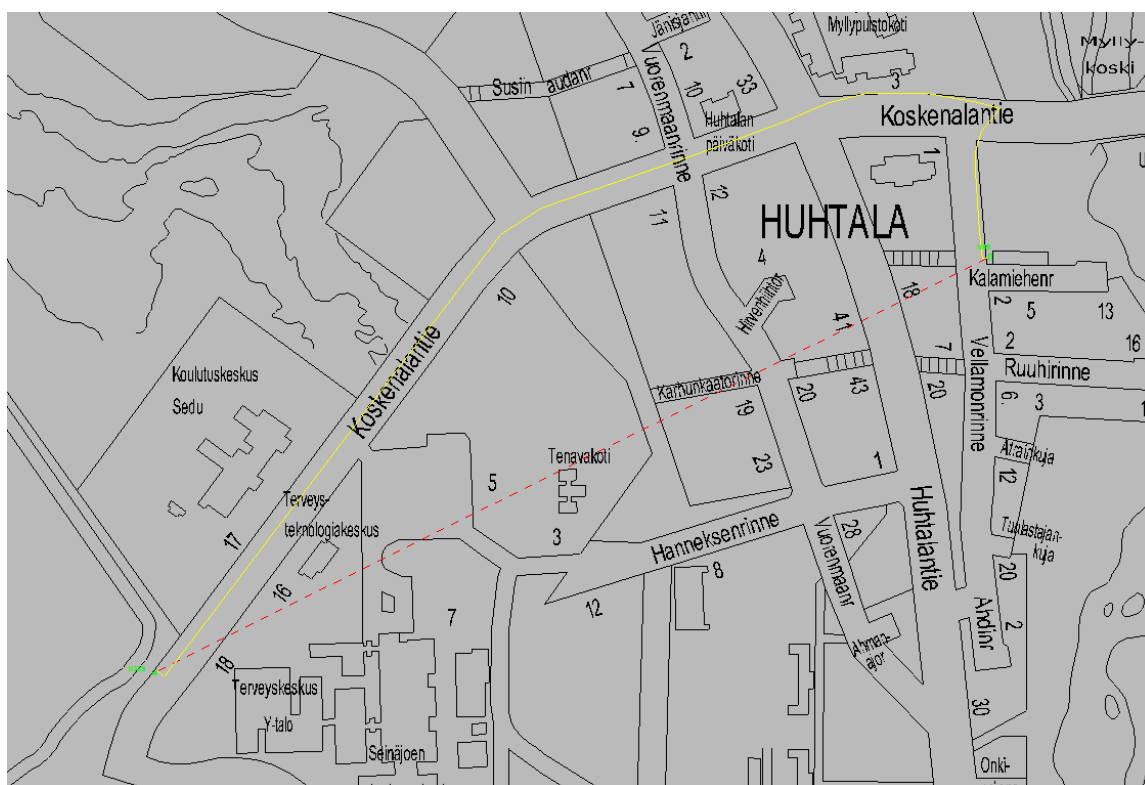
Seiverkot Oy:n sähköverkossa on vuoden 2016 lopun ajanhetkellä katsottuna 10 752 jonoaroketta ja 1 764 suoraan kiskoon tehtyä kiskoliitintä. Yhteensä nousuja pienjännitekeskuksille tulee 12 516 kappaletta. Korkeusero maakaapeliojan ja kiskoliitännän välillä on 1,2 metriä. Kokonaispituus pienjännitekeskuksen kiskoliitännän nousuille tulee 15 019,2 metriä. Pienjänniteverkossa määrällisesti eniten on käytetty poikkipinta-alaltaan 25 mm<sup>2</sup> tai sitä pienempiä maakaapeleita, joten valitaan jälleenhankinta-arvo laskettaessa tämän kaapelin yksikköhinta. Jälleenhankinta-arvo pienjännitekeskuksen nousuille saadaan yhtälöllä

$$JHA = 8\,500 \text{ €/km} \cdot 15,019 \text{ km} = 127\,661,5 \text{ €}. \quad (19)$$

Pienjänniteverkon maakaapeliin nousut jakokaappien kiskoliitännälle lisää pienjänniteverkon maakaapeliin kokonaispituutta 15 019,2 metriä ja lisää niiden jälleenhankintarvoa 127 661,5 eurolla.

#### 5.5.4 Maaston korkeuserot

Trimble NIS-verkkotietojärjestelmässä on mahdollista käyttää myös z-akselin tietoja komponentin sijainnissa. Seinäjoen alue sisältää vähän suuria korkeuseroja, mutta tällaisiakin paikkoja esiintyy muutamia. Maaston muotojen vaikutusta maakaapelin pituuteen tarkasteltiin kuvitteellisessa tilanteessa, missä muuntamolta M69 kaapeloidaisiin yhteys muuntamolalle M389. Kaapelille suunniteltu reitti on esitetty kuvassa 10.



**Kuva 10.** Kaapelireitti muuntamolalta M69 muuntamolalle M389. (Trimble NIS 2016)



Reitin kokonaispituus kaksiulotteisessa koordinaatistossa on 1420,2 metriä. Kyseinen reitti valittiin, koska Kyrkösjärvelle vievällä Koskenalantiellä on yksi Seinäjoen suurimmista korkeuseroista. Korkeuseroa tälle matkalle tulee 30,9 metriä.

Simulointi suoritettiin tekemällä kaksi rinnakkaista reittiä, joista toiselle annettiin z-komponenttien arvot. Tämän jälkeen johtoalkioille luotiin johto-osat, joista saatiin selville kaapelin kokonaispituus. Kuvassa 11 on esitetty kaksiulotteisessa tasossa digitoidun kaapelin johto-osan sijaintitiedot. Tämän kaapelin pituudeksi saatiin 1420,2 metriä.

Sijainti			
x1	6962965.500	x2	6963431.699
y1	23490603.777	y2	23491542.777
z1	0.000	z2	0.000
Pituus (m)	1420.223		

**Kuva 11.** Kaapelin pituus, kun z-komponentti on nolla.

Kuvassa 12 on myös z-komponentin sisältävän kaapelin johto-osan sijaintitiedot, jonka kokonaispituudeksi tuli 1421,98 metriä.

Sijainti			
x1	6962965.156	x2	6963431.199
y1	23490603.414	y2	23491542.793
z1	81.600	z2	50.700
Pituus (m)	1421.982		

**Kuva 12.** Kaapelin pituus, kun z-komponentti on asetettu maaston korkeuden mukaan.

Pituuseroa kaksi- ja kolmiulotteisten digitointien välillä tuli siis 1,76 metriä, mikä on 0,12 % kokonaispituudesta. Tästä voidaan päätellä, että Seinäjoen alueella ei ole tarpeellista dokumentoida maakaapeleiden z-komponenttia maastollisten korkeuserojen vuoksi, koska dokumentoinnista saatu hyöty on pieni verrattuna dokumentointiin vaadittavaan työhön.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 6.1 Ojapituudet ja kaivuolosuhteet

Seiverkot Oy:n maakaapeliverkot ojapituudet laskettiin vuonna 2016 ensimmäistä kertaa todellisina ojapituuksina verkkotietojärjestelmän avulla. Lisäksi verkkotietojärjestelmän olosuhdeluokkajaotteluiden määrittelyksen muuttuivat järjestelmän kautta vastaamaan määryksiä.

Todellisten ojapituuksien avulla laskettu kaapeliojan pituus kasvoi 130,2 kilometriä verrattuna yhteiskäyttökertoimilla laskettuun ojapituuteen. Yhteiskäyttökertoimet laskevat samaan ojaan enemmän kaapeleita, mitä todellisuudessa on. Myös olosuhdeluokkajaotteluiden muutos vaikuttaa merkittävästi kaapeliojan arvoon, koska olosuhdeluokkien yksikköhinnat nousevat helposta vaikeaan olosuhdeluokkaan mentäessä. Taulukossa 10 on esitetty olosuhdeluokkien yksikköhinnat.

**Taulukko 10.** Olosuhdeluokkien yksikköhinnat. (VATI 2016)

Olosuhdeluokka	Kaapeliojan yksikköhinta (€)
Helppo	10 700
Tavallinen	24 200
Vaikea	77 200

Verkkotietojärjestelmän olosuhdeluokkamäärittelyjen muutoksen vuoksi suuri osa helposta olosuhdeluokasta vaihtui tavalliseen olosuhdeluokkaan, joka nostaa kaapeliojan arvoa. Arvon nousu on huomattavissa, kun verrataan vuoden 2015 ja 2016 kaapeliojakilometrin arvoa. Vuonna 2015 kaapeliojakilometrin arvo oli 19 271 euroa ja vuonna 2016 arvo on 27 693 euroa. Eroa kaapeliojakilometrien arvojen välille tulee hieman yli 8000 euroa, joka vaikuttaa 591 ojakilometrissä huomattavasti.

Seiverkot Oy:n verkon arvo laskettiin käyttämällä yhteiskäyttökertoimia ja todellisia oja-pituuksia. Yhteiskäyttökertoimilla lasketun verkon arvoksi saatiin 42 117,6 k€ ja todelli-silla oja-pituuksilla verkon nykykäyttöarvoksi saatiin 45 015,2 k€. Nykykäyttöarvon muu-tokseksi tuli lähes 3 miljoonaa euroa. Voidaan todeta, että olosuhdeluokkien muuttumi-nen määräyksien mukaisiksi ja todellisten oja-pituuksien ottaminen käyttöön oli merkit-tävä vaikutus Seiverkot Oy:n nykykäyttöarvoon.

## 6.2 Ikätiedottomien komponenttien arvon aleneminen

Ikätiedottomien komponenttien vaikutus Seiverkot Oy:n nykykäyttöarvoon saatiin las-kettua VATI-järjestelmän avulla. Järjestelmään sijoitettiin kaikkien komponenttien keski-iat siten, että ikätiedottomien komponenttien iäksi oli laskettuna 70 prosenttia ja 90 prosenttia komponentin pitoajasta.

Kun ikätiedottomien komponenttien iäksi laskettiin 70 prosenttia komponentin pitoajasta, saatiin koko verkon nykykäyttöarvoksi 47 058,5 k€ ja verkon nykykäyttöarvoprosentiksi 56,3 prosenttia. Vuoden 2016 ilmoituksessa ikätiedottomien iäksi laskettiin 90 prosenttia pitoajasta, jolloin verkon nykykäyttöarvoksi saatiin 44 654,3 k€ ja verkon nykykäyttöar-voprosentiksi 53,4 prosenttia. Ikätiedottomien komponenttien arvon aleneminen laskee Seiverkot Oy:n nykykäyttöarvoa 2,4 miljoonaa euroa ja nykykäyttöarvoprosenttia 2,9 prosenttia.

Muutos ikätiedottomien komponenttien iän määrittämisessä oli merkitsevä. Syyt muutok-sen vaikutukseen ovat ikätiedottomien komponenttien määrän suuruus sekä verkon ikä. Ikätiedottomia komponentteja esiintyi eniten maakaapeleilla sekä ilmajohdoilla. Ilmajoh-dot ovat myös verkon vanhimpia komponenttiryhmiä. Komponenttien vanhuuden vuoksi niiden keski-ikä laskee muutoksen myötä, vaikka ikätieto olisikin tiedossa, koska näiden komponenttien ikänä on käytetty 70 prosenttia pitoajasta. Ikätiedottomien komponenttien vaikutusta nykykäyttöarvoon voidaan vähentää selvittämällä komponenttien ikätietoja tai saneeraamalla verkkoa. Mikäli komponentin ikätieto on mahdoton selvittää, on kyseisille

komponenteille tulossa ikätiedon pudotus viidennellä valvontajaksolla, jolloin niiden iäksi määritetään komponentin pitoaika.

### 6.3 Pitoajan määrittäminen

Sähköverkkokomponenttien pitoaika kuuluu tärkeänä osa nykykäyttöarvon laskentaa. Pitoaika vaikuttaa niin nykykäyttöarvoon sekä jälleenhankinta-arvosta saatavaan tasapoistoon. Pitoajan määrittämisessä todetaan, että sen on vastattava komponentin todellista pitoaika.

Seiverkot Oy:n pitoaikoja tutkittaessa huomattiin pitoaikojen vastaavan hyvin komponenttien todellisia pitoaikoja. Lisäksi, jos pitoaika nostetaan, saadaan nostettua nykykäyttöarvoa, mutta samalla investointikannustimen tasapoisto laskee. Pitoaikojen muuttaminen suuremmaksi kuin todellisuutta vastaavaksi ei olisi järkevää, joten ne valittiin samoiksi kuin edellisessä rakennetietoilmoituksessa.

### 6.4 Uudet yksikköhinnat

Neljännelle valvontajaksolle energiavirasto on muuttanut yksikköhintaluettelon jaotteluja tarkemmiksi. Lisäksi luetteloon on lisätty uusia komponentteja kuten puistomuuntamotyyppiset erotinasemat. Komponenttien jakaminen omiksi yksikköhinnoikseen auttaa nykykäyttöarvon laskentaa vastaamaan paremmin todellista verkon arvoa. Verkkoyhtiöiden on kannattavaa pyrkiä tehostamaan toimintaansa niin, että kustannukset jäävät alle yksikköhintojen, jolloin investointikannustimesta saadaan kannustinta yksikköhinnan ja todellisen kustannuksen verran.

## 6.5 z-komponentin vaikutus kaapeliverkon pituuteen

z-komponentin vaikutusta tutkittiin nousuissa pylväs- ja kojeistopäätteille, nousuissa pienjännitekeskuksen jonovarokkeille sekä maaston korkeuseroissa. Nousuissa pylväs ja kojeistopäätteille tuli maakaapeliverkon pituutta lisää 3,1 kilometriä. Pienjännitekeskuksen jonovarokkeille noustaessa pituutta pienjänniteverkkoon tulee 15 kilometriä.

z-komponentilla saadut pituudet ovat suhteessa koko verkon pituuteen pieniä, joten niistä saatu hyöty jää myös pieneksi. Pituuksien huomioimista hankaloittaa myös z-komponentin puuttuminen verkon komponenteilta, joten ne tulisi lisätä kaikille verkon komponenteille tai lisätä nousujen määrät verkkotietojärjestelmästä saatuun määrään. Lisäksi näille kaapeleille tulisi selvittää niiden tyyppi ja asennusvuosi. Molemmat tavat ovat työläitä ja hankalia ja niiden hyöty jää pieneksi, jonka vuoksi on kannattavampaa olla ottamatta huomioon z-komponenttia laskettaessa verkon teknisiä tietoja.

## 7 YHTEENVETO

Diplomityö tehtiin toimeksiantona Seiverkot Oy:lle. Työn tarkoituksena oli selvittää, mitkä olivat merkitsevimmät muutokset uudella valvontajaksolla sekä tutkia, miten ne vaikuttavat Seiverkot Oy:n sähköverkon jälleenhankinta- ja nykykäyttöarvoon. Lisäksi tutkittiin z-komponentin vaikutusta verkon arvoon ja sen dokumentoinnin kannattavuudesta.

Työn teoriaosuudessa esitettiin sähköverkkoliiketoimintaa valvovat tahot ja määräykset, jotka ohjaavat verkkoyhtiöiden toimintaa. Samalla avattiin syyt sille, miksi sähköverkkoyhtiöiden liiketoimintaa valvotaan. Työn alussa esiteltiin Seiverkot Oy yhtiönä sekä tarkasteltiin verkkoyhtiön sähköverkon työlle merkitseviä teknisiä lukuja. Teoriaosuuden lopussa avataan sähköverkkoliiketoiminnan valvontaan käytettävä valvontamalli ja sen osat. Nämä valvontamallin osat määrittävät sähköverkkoyhtiön siirtohintojen kohtuullisuuden.

Työn tutkimusosassa selvitettiin valvontamallin merkitsevimpien muutosten vaikutusta Seiverkot Oy:n sähköverkon jälleenhankinta- ja nykykäyttöarvoon. Selvitys tehtiin VATI-järjestelmän avulla, laskemalla ensin koko sähköverkon arvo, jonka jälkeen yksittäisten muutosten vaikutusta pystyttiin arvioimaan vertaamalla saatuja lukuja sähköverkon laskettuun arvoon.

Verkon arvoon vaikuttavia merkitseviä muutoksia olivat: oja pituuksien määrittäminen todellisina oja pituuksina, ikätiedottomien komponenttien iän kasvaminen 70 prosentista 90 prosenttiin komponentin pitoajasta, pitoajan määrittämisen sekä uudet yksikköhinnat neljännellä valvontajaksolla. Lisäksi tutkittiin, kuinka paljon z-komponentti lisäisi kaapelipituutta ja samalla sähköverkon arvoa ja olisiko sen dokumentoiminen kannattavaa.

Oja pituuksien määrittämisen vaihtuminen yhteiskäyttökertoimilla lasketusta pituudesta verkkotietojärjestelmällä laskettuun todelliseen oja pituuteen lisäsi merkittävästi verkon arvoa. Tulos kertoo sen, että yhteiskäyttökertoimilla laskettu oja pituus ei ole siis vastan-

nut verkon todellista ojaipituutta. Ikätiedottomien komponenttien arvon aleneminen puolestaan laskee merkittävästi verkon arvoa, koska Seiverkot Oy:n sähköverkosta löytyy melko paljon ikätiedottomia komponentteja. Pitoaikojen muuttamista neljännelle valvontajaksolle ei katsottu järkeväksi, koska asetetut pitoajat vastasivat hyvin komponenttien käyttöaikoja ja pitoaikojen nostamisesta saatava hyöty olisi vähäistä. Komponenttien yksikköhintojen jaottelu eri komponenteille on tarkentunut ja yksikköhinnat ovat päivitetty vastaamaan komponenttien todellisia kustannuksia. Jaottelun tarkentumisen myötä verkon arvo saadaan paremmin vastaamaan verkon arvoa. z-komponentin dokumentoimisella saataisiin nostettua kaapelipituutta, mutta sen tekeminen tarkasti verkkotietojärjestelmään olisi hankalaa ja aikaa vievää. z-komponentin dokumentoimista ei tämän vuoksi katsottu järkeväksi.

Diplomityön avulla saatiin selville uuden valvontajakson vaikutukset Seiverkot Oy:lle ja sen avulla saatiin tietoon, ennen rakennetietoilmoituksen jättämistä, kuinka Seiverkot Oy:n sähköverkon arvo tulee muuttumaan. Seuraavaa rakennetietoilmoitusta varten on selvitetty myös ojaipituuksien laskentaan tarvittavat määritykset, joilla saadaan todellinen ojaipituus selville. Lisäksi saatiin z-komponentin dokumentoinnin kannattavuus.

## LÄHDELUETTELO

- Elovaara, Jarmo & Liisa Haarla (2011). *Sähköverkot I. Järjestelmäteknikka ja sähköverkon laskenta*. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press / Otatieto.
- Energiamarkkinavirasto (2010). *Dnro 596/401/2009. Maakaapeloinnin kaivuolosuhteiden määrittäminen ja verkkokomponenttien keski-ikäkäsittelyjen käyttö verkonarvon määrittämisessä*. [Verkkójulkaisu] Helsinki: Energiamarkkinavirasto 2010 [viitattu 17.11.2016] Saatavissa [https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Maakaapeli\\_ja\\_keskiikahankkeen\\_raportti.pdf/94003143-183a-48f8-8b93-b408e2d3ff44](https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Maakaapeli_ja_keskiikahankkeen_raportti.pdf/94003143-183a-48f8-8b93-b408e2d3ff44)
- Energiamarkkinavirasto (2011). *Perustelumuuisto nro 2 (versio 3) / 2011 asiakirjalle: Sähkön jakeluverkkotoiminnan ja suurjännitteisen jakeluverkkotoiminnan hinnoittelun kohtuullisuuden valvontamenetelmien suuntaviivat vuosille 2012 – 2015*[Verkkójulkaisu]. Helsinki: Energiamarkkinavirasto 2011 [viitattu 15.11.2016]. Saatavissa: [https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Lahde\\_11\\_EMV\\_Perustelumuuisto\\_2\\_\(versio\\_3\)-2011.pdf/18914458-d0c8-4955-9ed4-1bb72ba832e6](https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Lahde_11_EMV_Perustelumuuisto_2_(versio_3)-2011.pdf/18914458-d0c8-4955-9ed4-1bb72ba832e6)
- Energiateollisuus (2016). *Sähköverkko*. [Verkkodokumentti] [Viitattu 13.10.2016] Saatavissa: <http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko>
- Energiavirasto (2015). *Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016 – 31.12.2019 ja viidennellä 1.1.2020 – 31.12.2023 valvontajaksolla*. [Verkkodokumentti] [Viitattu 10.10.2016] Saatavissa: [https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Liite\\_2\\_Valvontamenetelm%C3%A4t\\_S%C3%A4hk%C3%B6n\\_jakelu.pdf/c48d64d7-4364-4aa1-a91b-9e1cf1167936](https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Liite_2_Valvontamenetelm%C3%A4t_S%C3%A4hk%C3%B6n_jakelu.pdf/c48d64d7-4364-4aa1-a91b-9e1cf1167936)
- Gaia Consulting Oy (2014a). *Laatukannustimen kehitys: Selvitys laatukannustimen toimivuudesta ja kehitystarpeista vuosille 2016–2023*. [Verkkójulkaisu] Helsinki: Gaia Group Oy 2014 [viitattu 23.11.2016] Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Laatukannustimen+kehitys+-+loppuraportti.pdf/11438669-34a8-418d-b984-0ac9a9692a4b>



Gaia Consulting Oy (2014b). *Energiaviraston valvontamenetelmissä sovellettavan innovaatiokannustimen arviointi*. [Verkkojulkaisu] Helsinki: Gaia Group Oy [viitattu 30.11.2016] Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Valvontamenetelmiss%C3%A4%20sovellettavan+innovaatiokannustimen+arviointi+loppuraportti+%28ID+17618%29.pdf/fe347436-45a4-4853-9a51-b5fa87342928>

Gaia Consulting Oy (2014c). *Energiaviraston valvontamenetelmissä sovellettavan innovaatiokannustimen arviointi*. [verkkojulkaisu] Helsinki: Gaia Group Oy [viitattu 8.12.2016] Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Valvontamenetelmiss%C3%A4%20sovellettavan+innovaatiokannustimen+arviointi+loppuraportti+%28ID+17618%29.pdf/fe347436-45a4-4853-9a51-b5fa87342928>

Hallituksen esitys eduskunnalle sähkö- ja maakaasumarkkinoita koskevaiksi lainsäädännöksi (2013). HE 20/2013.

Lakervi, Erkki & Partanen, Jarmo (2009). *Sähkönjakelutekniikka*. 2. painos. Helsinki: Hakapaino.

Seinäjoen energia (2016). *Seinäjoen energian vuosikertomus*. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 5.11.2017] Saatavissa: <http://www.seinajoenenergia.fi/Vuosikertomukset>

Seinäjoen energia (2017). Seiverkot Oy. [Viitattu 18.10.2016] Saatavissa: [http://www.seinajoenenergia.fi/Seiverkot\\_Oy](http://www.seinajoenenergia.fi/Seiverkot_Oy)

Sähkömarkkinalaki. 9.8.2013/588

*Sähköverkkotoiminnan tekniset tunnusluvut vuodelta 2014* (2014). Energiavirasto. [Excel-tiedosto] Saatavissa: <http://www.energiavirasto.fi/tunnusluvut2014>

Seiverkot Oy 2016. *Toimitusvarmuuden kehittämissuunnitelma 2016*. [Word-tiedosto]

*Teknillisen tiedekunnan yleiset kirjoitusohjeet* (2014). Vaasan yliopisto. [Verkkodokumentti] Saatavissa: [http://www.uva.fi/fi/for/student/materials/writing\\_guidelines/technology/teknillisen\\_tiedekunnan\\_yleiset\\_kirjoitusohjeet\\_2014.pdf](http://www.uva.fi/fi/for/student/materials/writing_guidelines/technology/teknillisen_tiedekunnan_yleiset_kirjoitusohjeet_2014.pdf)

Trimble NIS. Verkkotietojärjestelmä.

*Valvontamenetelmien kehittäminen* (2014). Energiateollisuus. [PowerPoint esitys]

VATI. Valvontatietojärjestelmä.

*Verkkotoiminnan valvonta* (2016). Adato. [Verkkodokumentti] [Viitattu 25.10.2016]  
Saatavissa: <http://sahkoverkkoekstra.fi/verkkotoiminnan-valvonta/verkkopalveluiden-hinnoittelu>

## LIITTEET

Energiaviraston sähkönjakeluverkon yksikköhinnat sähköverkon komponenteille neljän-  
nelle valvontajaksolle (Energiavirasto 2015).

<b>JAKELUVERKON ILMAJOHTOVERKKO</b>			
<b>0,4 kV ILMAJOHDOT</b>			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
AMKA 16 - 25 mm <sup>2</sup>	km	16 600	35 - 45
AMKA 35 - 50 mm <sup>2</sup>	km	17 300	35 - 45
AMKA 70 mm <sup>2</sup>	km	19 600	35 - 45
AMKA 95 mm <sup>2</sup>	km	21 500	35 - 45
AMKA 120 mm <sup>2</sup>	km	23 300	35 - 45
<b>20 kV ILMAJOHDOT</b>			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Sparrow tai pienempi	km	21 800	40 - 50
Raven	km	25 100	40 - 50
Pigeon	km	29 100	40 - 50
AI 132 mm <sup>2</sup> tai suurempi	km	30 800	40 - 50
Päällystetty avojohto 35 - 70 mm <sup>2</sup>	km	31 300	40 - 50
Päällystetty avojohto 95 - 120 mm <sup>2</sup>	km	35 100	40 - 50
Päällystetty avojohto yli 120 mm <sup>2</sup>	km	36 500	40 - 50
Yleiskaapeli 70 mm <sup>2</sup> tai pienempi	km	45 900	40 - 50
Yleiskaapeli 95 mm <sup>2</sup> tai suurempi	km	52 100	40 - 50
<b>20 / 0,4 kV ILMAJOHTOVERKON JAKELUMUUNTAMOT</b>			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
1-pylväsmuuntamo	kpl	5 100	35 - 45
2-pylväsmuuntamo	kpl	6 400	35 - 45
4-pylväsmuuntamo	kpl	7 700	35 - 45

<b>20 kV ILMAJOHTOVERKON EROTTIMET JA KATKAISIJAT</b>			
<b>Verkkokomponentti</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta, euroa</b>	<b>Pitoaikaväli, vuotta</b>
<b>Johtoerotin: 1-vaiheisesti erotettavissa oleva 3-vaiheinen huoltoerotin</b>	<b>kpl</b>	<b>1 100</b>	<b>25 - 35</b>
<b>Johtoerotin: kevyt</b>	<b>kpl</b>	<b>3 400</b>	<b>25 - 35</b>
<b>Johtoerotin: katkaisukammiolla varustettu</b>	<b>kpl</b>	<b>6 100</b>	<b>25 - 35</b>
<b>Erotinasema: 1 kauko-ohjattu erotin</b>	<b>kpl</b>	<b>13 200</b>	<b>25 - 35</b>
<b>Erotinasema: 2 kauko-ohjattua erotinta</b>	<b>kpl</b>	<b>22 400</b>	<b>25 - 35</b>
<b>Erotinasema: 3-4 kauko-ohjattua erotinta</b>	<b>kpl</b>	<b>36 400</b>	<b>25 - 35</b>
<b>Pylväskatkaisija: kauko-ohjattu</b>	<b>kpl</b>	<b>26 700</b>	<b>25 - 35</b>
<b>45 kV ILMAJOHDOT</b>			
<b>Verkkokomponentti</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta, euroa</b>	<b>Pitoaikaväli, vuotta</b>
<b>Puupylväsjohto</b>	<b>kpl</b>	<b>48 000</b>	<b>45 - 55</b>
<b>Erotinasema: 1 erotin</b>	<b>kpl</b>	<b>20 100</b>	<b>40 - 50</b>

## JAKELUVERKON MAAKAAPELIVERKKO

### 0,4 kV MAAKAAPELIT

Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Maakaapeli 25 mm <sup>2</sup> tai alle	km	8 500	35 - 50
Maakaapeli 35 mm <sup>2</sup>	km	9 100	35 - 50
Maakaapeli 50 mm <sup>2</sup>	km	10 000	35 - 50
Maakaapeli 70 mm <sup>2</sup>	km	10 900	35 - 50
Maakaapeli 95 mm <sup>2</sup>	km	12 100	35 - 50
Maakaapeli 120 mm <sup>2</sup>	km	14 300	35 - 50
Maakaapeli 150 mm <sup>2</sup>	km	16 500	35 - 50
Maakaapeli 185 mm <sup>2</sup>	km	18 100	35 - 50
Maakaapeli 240 mm <sup>2</sup>	km	20 300	35 - 50
Maakaapeli 300 mm <sup>2</sup>	km	25 500	35 - 50
Vesistökaapeli 35 mm <sup>2</sup> tai alle	km	12 500	35 - 50
Vesistökaapeli 50 - 70 mm <sup>2</sup>	km	13 700	35 - 50
Vesistökaapeli 95 - 120 mm <sup>2</sup>	km	22 600	35 - 50
Vesistökaapeli 150 mm <sup>2</sup> tai yli	km	28 400	35 - 50

### 0,4 kV MAAKAAPELIVERKON JAKOKAAPIT JA HAAROITUSKAAPIT

Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
0,4 kV talovarokekotelo	kpl	320	30 - 45
0,4 kV haaroituskaappi	kpl	670	30 - 45
0,4 kV kaapelijakokaappi: enintään 400 A	kpl	1 400	30 - 45
0,4 kV kaapelijakokaappi: vähintään 630 A	kpl	1 800	30 - 45
0,4 kV jonovarokeytkin: enintään 160 A	kpl	300	30 - 45
0,4 kV jonovarokeytkin: 250 - 400 A	kpl	450	30 - 45
0,4 kV jonovarokeytkin: 630 A	kpl	670	30 - 45

<b>1,0 kV ERITYISKOMPONENTIT</b>			
<b>Verkkokomponentti</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta, euroa</b>	<b>Pitoaikaväli, vuotta</b>
<b>1,0 kV suojalaitteisto</b>	<b>kpl</b>	<b>2 600</b>	<b>25 - 35</b>
<b>20 kV MAAKAAPELIT</b>			
<b>Verkkokomponentti</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta, euroa</b>	<b>Pitoaikaväli, vuotta</b>
<b>Maakaapeli 70 mm<sup>2</sup> tai alle</b>	<b>km</b>	<b>24 300</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Maakaapeli 95 mm<sup>2</sup></b>	<b>km</b>	<b>28 300</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Maakaapeli 120 mm<sup>2</sup></b>	<b>km</b>	<b>29 600</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Maakaapeli 150 mm<sup>2</sup></b>	<b>km</b>	<b>31 000</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Maakaapeli 185 mm<sup>2</sup></b>	<b>km</b>	<b>36 200</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Maakaapeli 240 mm<sup>2</sup></b>	<b>km</b>	<b>39 000</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Maakaapeli 300 mm<sup>2</sup></b>	<b>km</b>	<b>44 500</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Maakaapeli 400 mm<sup>2</sup></b>	<b>km</b>	<b>52 800</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Maakaapeli 500 mm<sup>2</sup></b>	<b>km</b>	<b>61 100</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Maakaapeli 630 mm<sup>2</sup></b>	<b>km</b>	<b>71 900</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Maakaapeli 800 mm<sup>2</sup></b>	<b>km</b>	<b>86 100</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Vesistökaapeli 70 mm<sup>2</sup> tai pienempi: vakiorakenne</b>	<b>km</b>	<b>26 700</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Vesistökaapeli 70 mm<sup>2</sup> tai pienempi: armeerattu rakenne</b>	<b>km</b>	<b>58 600</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Vesistökaapeli 95 - 120 mm<sup>2</sup>: vakiorakenne</b>	<b>km</b>	<b>31 000</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Vesistökaapeli 95 - 120 mm<sup>2</sup>: armeerattu rakenne</b>	<b>km</b>	<b>68 200</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Vesistökaapeli 150 - 240 mm<sup>2</sup>: vakiorakenne</b>	<b>km</b>	<b>45 700</b>	<b>40 - 50</b>
<b>Vesistökaapeli 150 - 240 mm<sup>2</sup>: armeerattu rakenne</b>	<b>km</b>	<b>73 500</b>	<b>40 - 50</b>

<b>20 kV MAAKAAPELITARVIKKEET</b>			
<b>Verkkokomponentti</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta, euroa</b>	<b>Pitoaikaväli, vuotta</b>
Kojeistopääte	kpl	1 100	35 - 45
Pylväspääte	kpl	2 200	35 - 45
Jatkos	kpl	1 700	35 - 45
20 kV haaroituskaappi	kpl	3 400	35 - 45
<b>20 / 0,4 kV MAAKAPELIVERKON JAKELUMUUNTAMOT</b>			
<b>Verkkokomponentti</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta, euroa</b>	<b>Pitoaikaväli, vuotta</b>
Puistomuuntamo: kevyt	kpl	8 600	40 - 50
Puistomuuntamo: ulkoa hoidettava, PJ-keskuksen nimellisvirta max 630 A	kpl	22 900	40 - 50
Puistomuuntamo: ulkoa hoidettava, PJ-keskuksen nimellisvirta yli 630 A	kpl	28 700	40 - 50
Puistomuuntamo: sisältä hoidettava	kpl	43 900	40 - 50
Kiinteistömuuntamo	kpl	58 300	40 - 50
Kaksoismuuntamo	kpl	82 900	40 - 50
<b>20 kV MAAKAPELIVERKON EROTTIMET JA KATKAISIJAT</b>			
<b>Verkkokomponentti</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta, euroa</b>	<b>Pitoaikaväli, vuotta</b>
Erotinasema: puistomuuntamotyyppinen rakenne	kpl	21 400	40 - 50
Katkaisija: muuntamolla tai erotinasemalla	kpl	12 600	30 - 40
Kauko-ohjauslaitteisto: muuntamolla tai erotinasemalla	kpl	3 100	20 - 35
Vianindikointilaitteisto: muuntamolla tai katkaisijattomalla erotinasemalla	kpl	1 200	15 - 25
Tiedonsiirtolaitteisto muuntamolla tai erotinasemalla	kpl	4 800	15 - 30

<b>45 kV MAAKAPELIT</b>			
<b>Verkkokomponentti</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta, euroa</b>	<b>Pitoaikaväli, vuotta</b>
<b>30 - 45 kV maakaapeli 300 mm<sup>2</sup> tai alle, sisältäen kaivutyön</b>	<b>kpl</b>	<b>59 300</b>	<b>40 - 50</b>

<b>0,4 JA 20 kV MAAKAPELIEN YMPÄRISTÖOLOSUHDELUOKAT</b>			
<b>Verkkokomponentti</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta, euroa</b>	
<b>Maakaapelioja - helppo olosuhde</b>	<b>km</b>	<b>10 700</b>	
<b>Maakaapelioja - tavallinen olosuhde</b>	<b>km</b>	<b>24 200</b>	
<b>Maakaapelioja - vaikea olosuhde</b>	<b>km</b>	<b>77 200</b>	
<b>Maakaapelioja - erittäin vaikea olosuhde</b>	<b>km</b>	<b>151 200</b>	

## **JAKELUVERKON MUUNTAJAT**

<b>20 / 0,4 kV MUUNTAJAT</b>			
<b>Verkkokomponentti</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Yksikköhinta, euroa</b>	<b>Pitoaikaväli, vuotta</b>
<b>Muuntaja 16 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>3 400</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 30 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>3 600</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 50 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>3 700</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 100 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>4 500</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 200 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>6 100</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 315 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>7 800</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 400 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>8 700</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 500 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>9 600</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 630 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>11 500</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 800 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>13 300</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 1000 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>16 000</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 1250 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>20 500</b>	<b>35 - 45</b>
<b>Muuntaja 1600 kVA</b>	<b>kpl</b>	<b>21 800</b>	<b>35 - 45</b>



<b>JAKELUVERKON ERIKOISMUUNTAJAT JA JÄNNITTEENSÄÄTÖKOMPONENTIT</b>			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Kolmikäämimuuntaja 20 / 1,0 / 0,4 kV	kpl	10 500	35 - 45
Muuntaja 20 / 10 kV, 45 / 20 kV, 20 / 20 kV	kpl	159 000	40 - 50
Jännitteensäätöasema 20 / 20 kV	kpl	205 800	35 - 50
PJ-verkon jännitteenkorottaja	kpl	10 600	30 - 40

## **JAKELUVERKON ENERGIANMITTAUS**

<b>ENERGIANMITTAUSLAITTEISTOT</b>			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Energiamittari: etäluettava enintään 63 A	kpl	200	10 - 20
Energiamittari: etäluettava yli 63 A	kpl	570	10 - 20
Energiamittari: paikallisesti luettava enintään 63 A	kpl	180	10 - 25

## **JÄRJESTELMÄT JA VIESTIVERKOT**

<b>VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄ</b>			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Verkkotietojärjestelmä, perusosa	kpl	112 500	10
Asiakasmäärään perustuva osa	kpl	6,6	10
<b>ASIAKASTIETOJÄRJESTELMÄ</b>			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Asiakastietojärjestelmä, perusosa	kpl	75 500	10
Asiakasmäärään perustuva osa	kpl	9,5	10
<b>MITTAUSTIETO- JA TASEHALLINTAJÄRJESTELMÄ</b>			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Mittaustieto- ja tasehallintajärjestelmä,	kpl	138 000	10
Käyttöpaikkojen määrään perustuva osa	kpl	6,6	10
<b>KÄYTÖNVALVONTAJÄRJESTELMÄ</b>			

Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Käytönvalvontajärjestelmä, perusosa	kpl	301 300	10
Sähköasemien määrään perustuva osa	kpl	9 800	10
Kauko-ohjattavien muuntamoiden ja kauko-ohjattavien erotinasemien määrään perustuva osa	kpl	2 200	10
<b>KÄYTÖNTUKIJÄRJESTELMÄ</b>			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Käytöntukijärjestelmä, perusosa	kpl	21 900	10
Käytöntukijärjestelmään liitettyjen muiden järjestelmien määrään perustuva osa	kpl	21 900	10
Sähköasemien määrään perustuva osa	kpl	1 100	10
Kauko-ohjattavien muuntamoiden ja kauko-ohjattavien erotinasemien määrään perustuva osa	kpl	550	10
<b>KÄYTÖNVALVONTAJÄRJESTELMÄN VIESTIVERKOT</b>			
Verkkokomponentti	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaikaväli, vuotta
Viestiverkot, perusosa	kpl	89 800	20
Sähköasemien määrään perustuva osa	kpl	5 500	20