

Valtteri Aaltonen

# SÄHKÖISTYKSEN KUSTANNUSARVIOT

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2019

## SÄHKÖISTYKSEN KUSTANNUSARVIOT

Aaltonen, Valtteri  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2019  
Sivumäärä: 23  
Liitteitä: -

Asiasanat: kustannusarvio, sähkötoiminto, teollisuus

---

Tässä insinööriyössä selvitettiin parhaita käytäntöjä luotettavan kustannusarvion luomiseksi. Työn ohessa luotiin myös työohje sekä päivitettiin kustannusarviotyökälun vanhentuneita hintatietoja. Työ tehtiin Neste Engineering Solutions Oy:n sähkötoiminnolle.

Työssä pureuduttiin aluksi yleisesti kustannusarvioihin ja niiden luomiseen. Teoria osuuden jälkeen tutustuttiin myös muihin kaupallisiin ratkaisuihin. Työohje luotiin, koska työkalun käyttöön liittyvät hyväksi todetut työtavat ja ohjeet eivät olleet dokumentoidut.

Nestimator-työkalun hintatiedot päivitettiin, jotta jatkossakin voidaan tuottaa laadukkaita ja tarkkoja kustannusarvioita.

## ELECTRIFICATION COST ESTIMATES

Aaltonen, Valtteri

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical engineering

May 2019

Number of pages: 23

Appendices: -

Keywords: cost estimate, electrification, industrial

---

The purpose of this thesis was to find out the best practice methods for creating a reliable cost estimate operation. Also, internal work instructions were created, and the outdated price data's in the cost estimate tool were updated. The work was done for the electrical department in Neste Engineering Solutions Oy.

Theoretical part of the work focused on the basis and process of cost estimate operation. After the theory part, work focused on the other commercial solutions. The internal work instructions were created because of the proven working methods and instructions for using the tool were not documented earlier.

The price information for the Nestimator tool was updated to allow to produce high-quality and accurate cost estimates also in the future.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	NESTE ENGINEERING SOLUTIONS OY.....	6
3	KUSTANNUKSET .....	7
3.1	Yleisesti .....	7
3.2	Kustannuslajit .....	7
3.2.1	Kiinteät ja muuttuvat kustannukset.....	8
3.2.2	Välittömät ja välilliset kustannukset .....	10
3.2.3	Kokonaiskustannukset.....	11
3.2.4	Yksikkökustannukset .....	11
4	KUSTANNUSARVIOT .....	13
4.1	Yleisesti .....	13
4.2	Prosessi .....	13
4.3	Kustannusarvion tarkkuus projektin eri vaiheissa .....	17
5	KUSTANNUSARVION TYÖKALUT.....	19
5.1	Nestimator.....	19
5.2	Muut kaupalliset ratkaisut .....	20
5.2.1	JCAD-ohjelmisto .....	20
6	YHTEENVETO .....	22
	LÄHTEET .....	23
	LIITTEET	

# 1 JOHDANTO

Kustannusarviot ovat tärkeä osa sähköistyksen projekteja. Luotettavia sähköistyksen kustannusarvioita voidaan laatia, jos niiden tekemiseen suunnitellut työkalut ovat ajan tasalla ja niiden ohjeistukset selkokieleisiä. Opinnäytetyön on tilannut Neste Engineering Solutions Oy, ja se pureutuu sähköistyksen kustannusarvioihin.

Neste Engineering Solutions Oy:n Suomen sähkötoiminto tekee kustannusarvioita eri projektivaiheissa omasta projektiosuudestaan lähtöaineistoksi kustannuslaskijoille. Arvio muodostuu tuntiarviosta sekä useimmiten Nestimator-työkalulla tuotettavasta materiaali- ja asennuskustannusraporteista. Nestimator on suunniteltu varta vasten Neste Engineering Solutions Oy:n omaan käyttöön.

Lähtötilanne on se, että kustannuslaskentaan käytettävä työkalu Nestimator on olemassa ja käytössä, mutta sen käyttämiseen liittyvät työtavat ja ohjeistukset eivät ole dokumentoidut. Käytännössä tämä tarkoittaa, että tarvittava tietotaito siirtyy suullisesti ja työkalun omatoiminen opettelu on haastavaa sekä aikaa vievää. Ongelmia aiheuttaa myös osaltaan se, että Nestimator-työkalun hintatiedot ovat vanhentuneet. Hintatietojen vanhentuminen hidastaa arvioiden luontia, sekä tuottaa myös poikkeavia arvioita riippuen miten, jos lainkaan, näitä on laskelmassa huomioitu.

Toteutettavalla päättötyöllä on tarkoitus korjata jo edellä mainittuja ongelmia. Yleisenä tavoitteena on luoda menestyksekkäs päättötyö ja myös sellainen pohjatyö, joka helpottaa sähköistyksen kustannusarviotyökalun käyttöönottoa ja itse arvioiden tekemistä. Pohjatyö sisältää mm. Nesteen työohjeen luonnin ja hintatietojen päivittämisen. Tässä työssä keskitytään sähköalan yleisiin kustannuslaskentamenetelmiin, niiden vaihtoehtoisiiin ratkaisuihin sekä saatavilla olevaan yleiseen dataan.

## 2 NESTE ENGINEERING SOLUTIONS OY

Neste Engineering Solutions Oy on suunnittelutoimisto, joka tarjoaa maailman kärkeä kiosaamista vaativiin teknologia-, suunnittelu- ja projektinjohtamishankkeisiin. Neste Engineering Solutionsin asiakkaisiin kuuluu öljynjalostajien lisäksi kaasu-, petrokemian ja kemianteollisuuden sekä biotekniikan yritykset maailmanlaajuisesti. (Neste www-sivut 2018.)

Neste Engineering Solutions sai alkunsa Neste Oy:n suunnitteluosastona. Vuonna 1999 suunnitteluosasto yhtiöitettiin ja se sai nimekseen Neste Engineering Oy. Vuonna 2004 Neste Engineering Oy sai osakkaakseen Jacobs Engineering Inc:in. Täten syntyi suunnittelutoimisto Neste Jacobs Oy. Syyskuussa vuonna 2017 Neste ja Jacobs Engineering sopivat, että Neste ostaa Jacobs Engineeringin 40 % osuuden Neste Jacobsista ja omistaa täten 100 % yrityksestä. Yrityskaupan seurauksena tammikuussa 2018 Neste Jacobs Oy muutti nimensä Neste Engineering Solutions Oy:ksi. Samalla brändi muuttui Nesteen konsernin mukaiseksi. (Neste www-sivut 2019.)

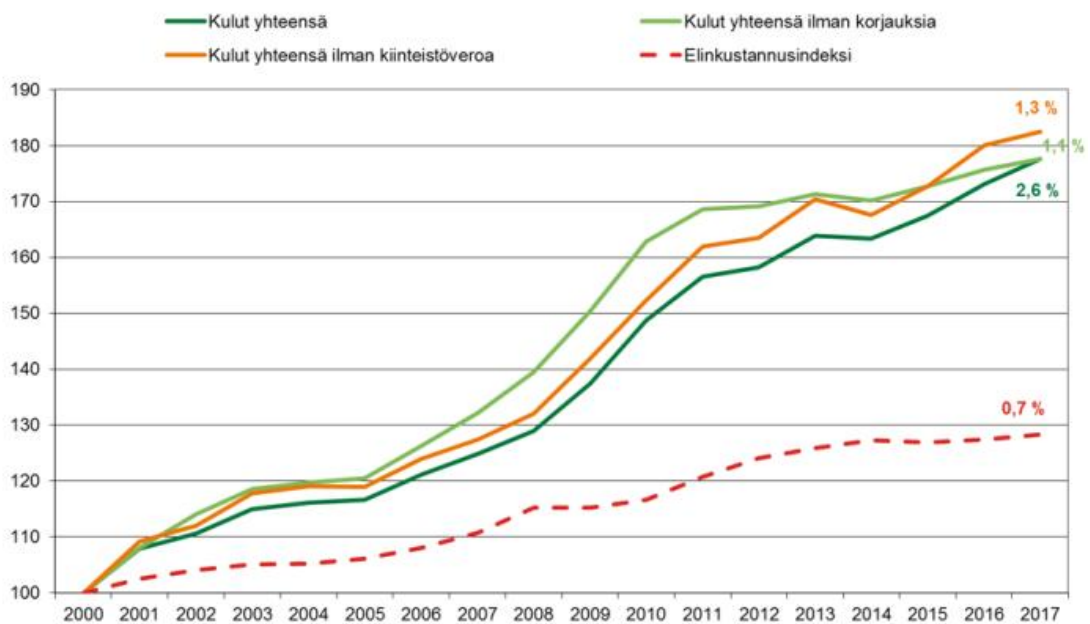
Neste Engineering Solutions Oy:n henkilöstömäärä vuonna 2017 oli 1055 ja liikevaihto oli 183 030 000 € Liiketulos oli yli 16 miljoonaa euroa. (Kauppalehti www-sivut 2019.)

Neste Engineering Solutions Oy:llä on toimipisteitä Suomessa muun muassa Turussa, Kotkassa ja Porvoossa. Ulkomailla toimipisteitä on esimerkiksi Abu Dhabissa, Singaporessa ja Rotterdamissa. (K. Lauaksen mukaan, henkilökohtainen tiedonanto 15.2.2019.)

### 3 KUSTANNUKSET

#### 3.1 Yleisesti

Yritykselle muodostuu kustannuksia tuotteiden ja palveluiden valmistamisesta ja hankkimisesta. Kustannuksia ja maksuja ei tule sekoittaa keskenään, sillä jos esimerkiksi yritys ostaa uudet toimitilat, on toimitilojen kauppahinta ja nykyinen arvo samat ja täten yrityksen varallisuus ei ostohetkellä vähene. Vaikka yrityksen varallisuus ei ostohetkellä vähene, muuttaa se kuitenkin muotoaan. Jos kiinteistö vanhenee ja rapistuu, niin oletettavasti kiinteistön arvo tästä johtuen myös laskee. Tästä johtuen alkaa myös yritykselle syntyä kustannuksia. Kustannukset ovat siis yrityksen tuotteiden tai palveluiden luomisesta syntyviä rahassa mitattavia menetyksiä. Kuvassa 1 on esitetty toimistokiinteistön ylläpitokustannusten nousu.



Kuva 1. Toimistokiinteistöjen ylläpitokustannusten nousu (Tilastokeskus 2018)

#### 3.2 Kustannuslajit

Kustannuksen voidaan jakaa monella tapaa eri kustannuslajeihin. Tavanomaisimmalla jakoperiaatteella kustannukset voidaan muodostumisperusteensa mukaan jakaa kiinteisiin sekä muuttuviin kustannuksiin. Yrityksen toiminta-aste määrittelee kuu-

luuko kustannus kiinteisiin, vaiko muuttuviin kustannuksiin. Toiminta-aste on mittari, joka kuvaa yrityksen tuotantomäärää aikayksikössä. Toiminta-asteessa yksikkönä voidaan käyttää tiettyä mittayksikköä suhteessa aikayksikköön, ja yleisesti mittayksikkönä käytetään liikevaihtoa (M€/a). Sähköistyksessä voidaan myös käyttää miestuntia vuodessa (h/a) tai esimerkiksi myytyä sähköä vuodessa (GWh/a). (Tilisanomat www-sivu 2019, Tapaninen & Ruppala s.59.)

Kustannuslajit voidaan myös jakaa kuvan 2 tavalla kohdistettavuutensa perusteella kahteen eri ryhmään. Nämä ovat välilliset ja välittömät kustannukset.



Kuva 2. Kustannusten ryhmittely (Selanderoy www-sivut 2019)

### 3.2.1 Kiinteät ja muuttuvat kustannukset

Kiinteät kustannukset ovat kustannuksia, joiden suuruus ei riipu myytyjen suunnittelupalveluiden määrästä. Sähkösuunnittelutoimistossa tämänkaltaisia kustannuksia ovat esimerkiksi työntekijöiden kuukausipalkat, vakuutuskustannukset, vuokratkustannukset, markkinointikustannukset sekä hallintokustannukset. Tärkeä seikka kiinteissä kustannuksissa on se, että ne eivät ole riippuvaisia meneillä olevien suunnitteluprojektien määrästä tai laajuudesta, vaan ne syntyvät ajan kuluessa, kuten kuvasta 3 ilmenee. Kiinteätkin kustannukset voivat toki muuttua; muutos voi johtua esimerkik-

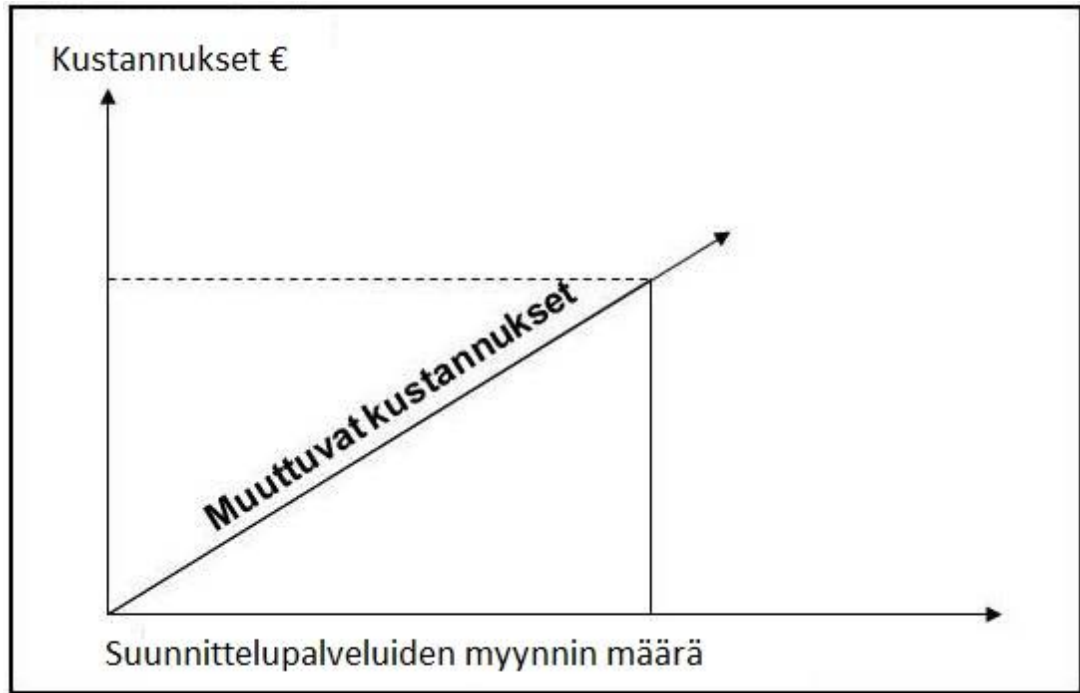


si rekrytoinneista, vuokrien noususta tai esimerkiksi yrityksen strategian muutoksesta. Tietynä ajanjaksona yritys saattaa panostaa moninkertaisesti esimerkiksi markkinointiin, joka taas lisää markkinoinnin kuluja. (Osaava yrittäjä www-sivut 2019.)



Kuva 3 Kiinteät kustannukset (Osaava yrittäjä www-sivut 2019.)

Muuttuvat kustannukset ovat kustannuksia, jotka riippuvat suoraan suunnittelupalveluiden myynnin määrästä. Näitä kustannuksia ovat suunnittelutoimistossa esimerkiksi konsulttiyritysten palkkakulut. Jos on useita samanaikaisia projekteja, joita kaikkia ei ehditä oman yrityksen väen voimin toteuttaa, voidaan palkata konsulttiyrityksestä suunnitteluapua. Kun projekti saadaan päätökseen, ei suunnitteluapua enää tarvita ja täten ei konsulttiyritys enää laskuta tuntejakaan. Muuttuvat kustannukset ovat yritykselle suotuisia juuri siksi, että ne laskevat yrityksen myynnin laskiessa, kuten kuvasta 4 näemme. (Osaava yrittäjä www-sivut 2019.)



Kuva 4. Muuttuvat kustannukset. (Osaava yrittäjä www-sivut 2019)

### 3.2.2 Välittömät ja välilliset kustannukset

Kustannusten jaottelussa muuttuvat ja kiinteät kustannukset voidaan vielä ryhmitellä välittömiin ja välillisiin kustannuksiin. Tätä ryhmittelyä tarvitsemme, kun haluamme jaotella kustannuksia tuote- tai suorituskohtaisesti.

Välittömät kustannukset aiheutuvat suoraan jostakin tietyistä toimenpiteistä, kuten esimerkiksi suunnittelutyön suunnittelijan palkkakustannukset aiheutuvat suoraan suunnittelutyön tekemisestä. Välittömiä kustannuksia laskiessa tulee huomioida, että laskennassa käytetään vain niitä kustannuksia, jotka kyseinen laskentakohde on aiheuttanut.

Välilliset kustannukset aiheutuvat nimensä mukaisesti välillisesti jostakin toimenpiteestä. Näitä ovat esimerkiksi suunnittelutoimiston vuokra- tai lämmityskustannukset. Ne ovat välttämättömiä suunnittelutyön toteuttamiseksi, mutta niitä ei voida suoraan katsoa kohdistuvat tietylle toimenpiteelle. Välillisiä kustannuksia ovat myös henkilösivukulut, joita ovat mm. lakisääteiset vuosilomakorvaukset, eläke- ja vakuutusmaksut. (Tapaninen & Ruppala 2015 s.62.)

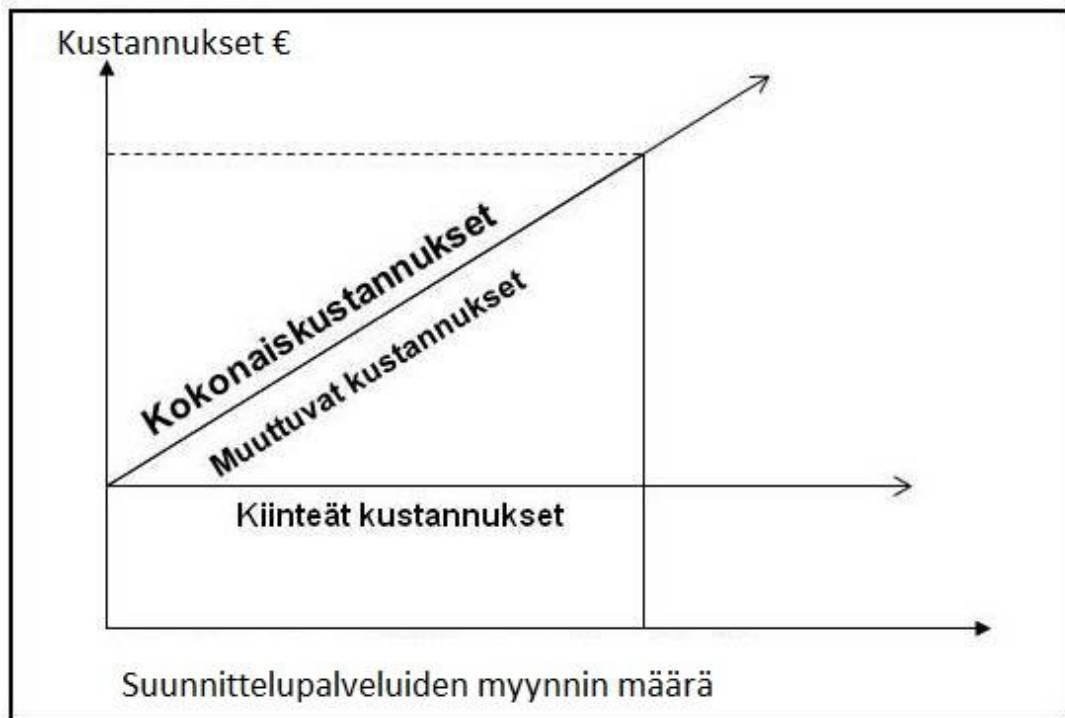
### 3.2.3 Kokonaiskustannukset

Kokonaiskustannuksella tarkoitetaan yhteenlaskettuja muuttuvia ja kiinteitä kustannuksia tietyssä ajanjaksona.

Kaava 1

$$\text{Kokonaiskustannus} = \text{Kiinteät kustannukset} + \text{Muuttuvat kustannukset}$$

Kiinteät kustannukset olivat riippumattomia suunnitteluprojektien määrästä, mutta muuttuvat kustannukset kasvoivat. Kuvasta 5. voimme huomata että kokonaiskustannus kasvavat suunnitteluprojektien lisääntyessä.



Kuva 5. Kokonaiskustannukset (Osaava yrittäjä www-sivut 2019.)

### 3.2.4 Yksikkökustannukset

Yksikkökustannukset ovat yhdelle tuotteelle muodostuvat kustannukset. Sähkösuunnittelussa yksikkökustannuksien tuotteena voidaan pitää esimerkiksi loppudokumenttaatioita ja niiden määrää.

Esimerkki 1.

Muuttuvien kustannusten yksikkökustannuksen laskeminen.

Teollisuuden yritys tilaa suunnittelutoimistolta AS BUILT -loppudokumentaation puhtaaksi piirtämisen. Päivitettävien dokumenttien määrä on 100 kpl ja työtunteja tähän kuluu 150h. Suunnittelutoimistolla ei työn tekemiseksi omat resurssit riitä. Konsulttiyritys laskuttaa työn tekemisestä 80€/h. Näin ollen voimme laskea muuttuvien kustannusten yksikkökustannuksen dokumentaatiolle seuraavasti:

Kaava 2

$$Yksikköhinta = \frac{Työtunnit}{Dokumenttien\ määrä} * Tuntiveloitus$$

Joten:

$$\frac{150h}{100kpl} * 80€/h = 120€/dokumentti$$

Näin saimme yhden dokumentin muuttuvien kustannusten yksikköhinnaksi 120€

## 4 KUSTANNUSARVIOT

### 4.1 Yleisesti

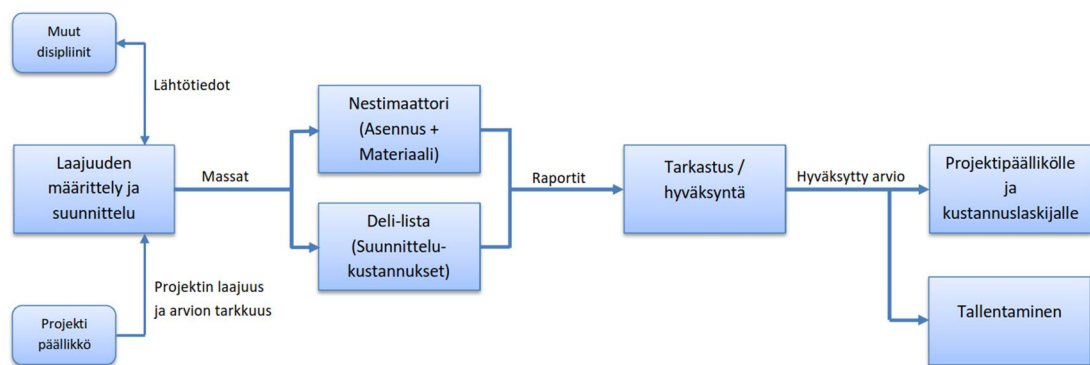
Neste Engineering Solutions Oy:n sähkötoiminto luo projekteille kustannusarvioita eri projektivaiheissa omasta projektiosuudestaan lähtöaineistoksi kustannuslaskijoille. Tämä arvio tuotetaan Nestimator-työkalulla ja se sisältää materiaali- ja asennuskustannusraportit. Kokonaisuudessa arvio koostuu suunnittelun, materiaalien ja asennusten kustannuksista. Mahdollisimman tarkkaa kustannusarviota luodessa oleellista ovat yksityiskohtaiset lähtötiedot. Öljynjalostamon sähkösuunnittelu tarvitsee muilta toiminnoilta putkisto- ja laitehankkeissa esimerkiksi putki- ja laiteluettelot, moottoridatalehdet, putkiston sijoituskuvat sekä isometrit. Ilman kunnollisia lähtötietoja on mahdotonta mitoittaa ja laskea luotettavasti oikeat metrimäärät, kokeistot ja asennustunnit. Kunnolliset lähtötiedot sekä ajan tasalla oleva laskentatyökalu takaavat arvion halutun tarkkuuden. Kustannusten ylittyminen voidaan ehkäistä luotettavalla ja tarkalla kustannusarviolla. (Neste työohje 2019.)

Yhdysvaltain hallituksen tilintarkastusvirasto (GAO) määrittelee kustannusarvion seuraavasti: ”Yksittäisten kustannuselementtien yhteenlasku, käyttäen vakiintuneita menetelmiä ja päteviä tietoja, jotta voidaan arvioida suunnitelman tulevia kustannuksia tämän päivän tietoihin perustuen.” (GAO Cost Estimating And Assessment Guide, March 2009)

### 4.2 Prosessi

Neste Engineering Solutions Oy:n sähkötoiminnon tuottama kustannusarvio alkaa aina projektin laajuuden määrittämisellä. Tässä vaiheessa voimme hyödyntää muilta toiminnoilta saatuja lähtötietoja sekä projektipäällikön selventämää laajuutta ja tarkkuutta. Kun projektin laajuus, tarkkuus ja lähtötiedot ovat määritelty, voidaan lähtötietojen perusteella määrittää tarvittava materia ja arvioida niihin tarvittavaa henkilö-

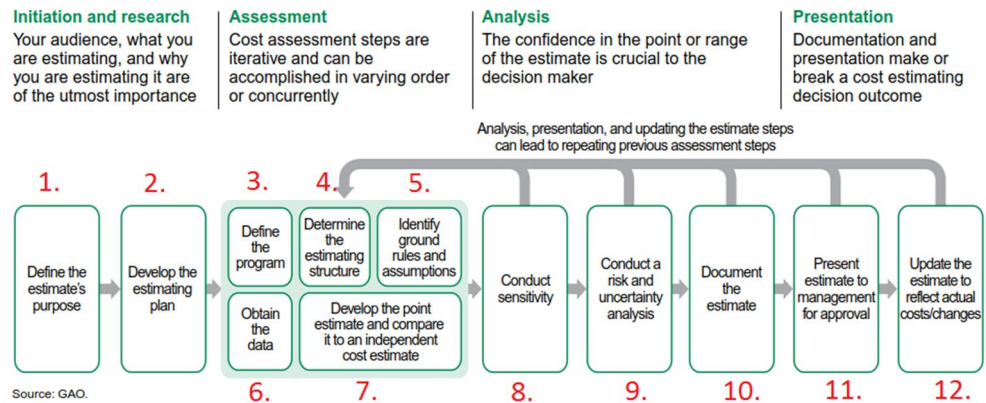
tuntimäärää. Esimerkiksi sähkösaattolämmitystä suunniteltaessa sähköistys saa lähtötietona mm. PI-kaavion ja putkiluettelon. PI-kaavion avulla voidaan sähkösaatot jakaa piireiksi. Putkiluettelosta selviää putken saattotarkoitus (sulapito, ylläpito tai lämpötilan nosto), saatettavan kohteen kriittisyys, käyttölämpötila ja suunnittelulämpötila. Edellä mainitut ovat tärkeitä teknisiä tietoja ja ominaisuuksia joiden avulla voidaan määrittää esimerkiksi saattokaapelin tyyppi sekä ohjaustapa saattopiirille. Kuvassa 6 on esitetty opinnäytetyön yhteydessä tuotettu vuokaavio kustannusarvion luonnin eri vaiheista.



Kuva 6. Kustannusarvio prosessin vuokaavio (Neste työohje 2019.)

Yhdysvaltain hallituksen tilintarkastusvirasto (GAO) on luonut 12-vaiheisen ohjeistuksen ”The Twelve Steps of a High-Quality Cost Estimating Process” laadukkaasti kustannusarvion luomiseksi (kuva 7). Ohjeesta käy ilmi parhaat käytännöt, jotka muodostavat prosessin, jonka avulla laadukas kustannusarvio luodaan. GAO:n mukaan laadukas kustannusarvio luodaan vakiintuneilla ja toistettavissa olevilla menetelmillä, jotka ovat kattavia, tarkkoja ja joita on helppoa sekä selkeää päivittää, jäljittää ja jäljentää. (GAO Cost Estimating And Assessment Guide, March 2009.)

Figure 1: The Cost Estimating Process



Kuva 7. Kustannusarvioprosessin vaiheet numeroituna (GAO Cost Estimating And Assessment Guide, March 2009, GAO-09-3SP.)

*Step 1. Määritetään kustannusarvion tarkoitus.* Tässä vaiheessa määritellään kustannusarvion tarkoitus, tarvittavien yksityiskohtien taso sekä kokonaislaajuus.

*Step 2. Kehitetään arviointisuunnitelma.* Tässä vaiheessa määritetään työryhmä ja kehitetään kustannusarviolle aikataulu. Tässä vaiheessa hahmotetaan myös lähestymistapa arvion luomiseksi ja kehitetään aikajana arviolle.

*Step 3. Määritetään suunnitelman erityispiirteet.* Tunnistetaan suunnitelman tarkoitus sekä järjestelmät ja suorituskyvyn ominaisuudet. Selvitetään mahdolliset teknologiset vaikutukset sekä suunnitelman hankinnan aikataulu ja strategia. Selvitetään myös mitä tukitoimia hankinta vaatii ja miten se on yhteensopiva olemassa olevien laitteiden ja järjestelmien kanssa. Tässä vaiheessa myös pureudutaan käyttöönotto- ja huoltosuunnitelmiin.

*Step 4. Määritetään kustannusarvion rakenne.* Määritetään WBS eli Work Break-down Structures (työnositus) ja jokaiselle sen osalle paras arviointitapa. Tunnistetaan ja tarkastetaan mahdollisuudet hinta- ja aikataulutekijät. Laaditaan myös tarkastuslista kustannusarviointiin.

*Step 5. Määritetään perussäännöt ja oletukset.* Määritetään selkeästi mitä kustannusarvio sisältää ja mitä se ei sisällä.

*Step 6. Tiedon keräys.* Suunnitelma tiedon keräämiselle. Tutkitaan tiedon lähteet ja luotettavuus sekä varastoidaan tieto tulevia projekteja varten.

*Step 7. Kustannusarvion luonti ja vertailu.* Luodaan kustannusmalli, jossa arvioidaan kustannukset erikseen jokaiselle työnositukselle (WBS). Yhteenlasketut työnositusten kustannusarviot muodostavat kokonaisarvion. Vertaillaan saatua tietoa lähtötietoihin ja varmistetaan kustannusarvion oikeellisuus.

*Step 8. Laaditaan herkkyysanalyysi.* Tutkitaan kustannuselementtien herkkyyttä muutoksille kun lähtöarvoja muokataan. Selvitetään mitkä oletukset ovat tärkeimpiä kustannustekijöitä ja mitkä kustannustekijät ovat eniten alttiita muutoksille.

*Step 9. Riskien ja epävarmuuksien analysointi.* Määritetään riskit kullekin työnositukselle kunkin alan ammattilaisen kanssa. Analysoidaan jokaisen riskin vakavuus ja todennäköisyys sekä olisi hyvä luoda riskienhallintasuunnitelma riskien seuraamiseksi ja lieventämiseksi.

*Step 10. Kustannusarvion dokumentointi.* Dokumentoidaan kustannusarvioin kaikki askeleet jotta arvio on helposti luotavissa uudelleen samoin lopputuloksin. Dokumentoidaan myös kunkin työnosituksen arviot erillisenä mahdollisimman tarkasti.

*Step 11. Esitetään arvio johdolle hyväksyttäväksi.* Keskitytään loogisesti suurimpiin kustannuselementteihin ja –tekijöihin. Katsotaan, että sisältö on selkeää jotta vähemmän hankkeen parissa olleetkin pääsevät asiaan kiinni. Dokumentoidaan saatu palaute ja toimitaan sen mukaan.

*Step 12. Päivitetään kustannusarviota nykyhetkeen.* Päivitetään kustannusarviota jatkuvasti kun saavutetaan hankkeen eri vaiheita. Dokumentoidaan hankkeen aikana tulleet muutokset sekä miten ne vaikuttivat kustannusarvioon. Dokumentoidaan myös mahdolliset tekijät jotka muuttivat toteutuneita kustannuksia tai aikataulua niin, että ne eriyvät arvioidusta.



### 4.3 Kustannusarvion tarkkuus projektin eri vaiheissa

On tärkeä huomata, että kustannusarvion tarkkuus riippuu tietojen saatavuudesta. Tietojen saatavuus loogisesti kasvaa projektin edetessä. Kun hankesuunnitelma kehittyy, saadaan lisää tietoa, jotta budjettiarviot tai yksityiskohtaiset lopulliset arviot ovat mahdollisia. Neste Engineering Solutions Oy on työhöjessään jakanut kustannusarviot viiteen eri luokkaan (kuva 8) :

1. Pre study estimate (+50 % / -30 %)
  2. Feasibility study estimate (+35 % / -20 %)
  3. Feed study estimate (+25 % / -15 %)
  4. Detail engineering estimate (+15 % / -10 %)
  5. Definitive estimate (+10 % / -5 %)
- (Neste Engineering Solutions Oy työhöje 2019)

ESTIMATE CLASSES:	Class V	Class IV	Class III	Class II	Class I
DESCRIPTIONS:	Order of Magnitude Estimate	Preliminary Estimate	Budget Estimate	Control Estimate	Definitive Estimate
PROJECT STAGE:	Pre-Study	Feasibility	FEED	Detail Engineering	
ALSO CALLED:	Curve Quality Estimate or Cost Capacity Estimate	Equipment Factored Estimate or Conceptual Estimate	Conceptual Estimate	Project Estimate	Detailed Estimate or Check Estimate
TYPICAL PURPOSE:	Early cost indication/planning	Studies/Planning/Evaluate alternative processes	Studies/Planning/Some AFEs	AFE Estimates/Cost-Plus Bids	Lump Sum Bids
METHOD OF PREPARATION:	Cost-Capacity Curves, historical or published data	TIC factored from equipment cost using Lang/Gutrie factors	Estimating programs with minor amount of manual estimating. Equipment pricing based on quotes.	Manual estimating. Equipment pricing based on quotes.	Primarily manual, using in-house programs.
NJ Cost Estimate ACCURACY RANGE:	50 % / -30 %	35 % / -20 %	25 % / -15 %	15 % / -10 %	10 % / -5 %
<b>GENERAL INFORMATION</b>	V	IV	III	II	I
<b>ELECTRICAL</b>	V	IV	III	II	I
Electrical Equipment List			IFD	IFC	IFC
Electrical User Load List			IFD	IFC	IFC
Electrical Layouts/Sketches			IFD	IFC	IFC
Electrical Equipment and motor schedules			IFD	IFC	IFC
Cable Schedule			IFD	IFC	IFC
Electrical Equipment Pricing			IFI	IFI	IFI
Electrical One-Line Drawings			IFD	IFC	IFC
Electrical Bulk MTOS			IFD	IFC	IFC
Electrical Bulk-Pricing			IFI	IFI	IFI
Electrical Manhours			IFI	IFI	IFI

Kuva 8. Neste Engineering Solutions Oy:n sähköistysten kustannusarvioluokat. (Neste Engineering Solutions Oy työhöje 2019)

Kuitenkin Neste engineeringin sähköistystoiminnon yleisimmin käytetyt kustannusarvioluokat ovat:

*Pre study estimate (esiselvitysarvio).* Esiselvitysarviossa otetaan huomioon alustavat laitekustannukset, jotka hinnoitellaan Project Control (PC) ohjelmistoilla tai edeltävien samankaltaisten projektien laitekustannusten perusteella. Tarvikkeet, joita ei näihin liity, hinnoitellaan ja lisätään erikseen. Esiselvitysarvion tarkkuus on noin 25 - 35 %.

*Feasibility Study estimate (selvitysarvio).* Selvitysarviossa laitteet hinnoitellaan laite-toimittajien tarjouksien, aiemmin hankittujen vastaavien laitteiden hintojen sekä talon sisäisten arviointityökalujen avulla. Bulk-materiaalin hinta määritetään hinnoittelutyökalun avulla. Arvio sisältää myös asennustyötunnit sekä muut lisäkustannukset, jotka todennäköisesti toteutuvat kokemusten perusteella. Suorat kustannukset tarkistetaan vertailemalla niitä aiemmin toteutettuihin vastaaviin hankkeisiin. Selvitysarvion tarkkuus on noin 20 %.

*Basic engineering estimate (perussuunnittelu-arvio).* Perussuunnittelu-arviossa pystytään jo hyödyntämään yksityiskohtaisempia laitetietoja. Tässä vaiheessa voidaan jo hyödyntää hankintatiimin kanssa pyydettyjä sitovia tarjouksia luotettavilta toimittajilta. Paljon käytettyjen laitteiden kohdalla voidaan edelleen hyödyntää hintatietoja aikaisemmilta laitehankinnoilta. Bulk-materiaali sekä asennustyötunnit perustuvat tarkempaan määrittelyyn, mutta ne hinnoitellaan kuitenkin kuten selvitysarviossa. Perussuunnittelu-arvion tarkkuus on noin 10 %. (Neste työohje 2019.)

## 5 KUSTANNUSARVION TYÖKALUT

Kustannusarvioiden luomista on helpotettu erinäköisten työkalujen avulla. Työkalut on luotu ajan ja vaivan säästämiseksi, sekä arvioiden tarkkuuden ja luotettavuuden parantamiseksi. Neste Engineering Solutions Oy:n sähköistystoiminto käyttää kustannusarvioiden tekemiseen avuksi Nestimator-työkalua, joka on luotu varta vasten Nesteen omaan käyttöön.

### 5.1 Nestimator

Nestimator on kustannusarviointiin käytettävä, alunperin Microsoft Access-pohjainen, työkalu. Ohjelma on yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Nestimatoriin on ladattu hintoja yleisimmin käytettävistä osista (parts) ja niistä voidaan luoda kokonaisuuksia eli paketteja (packets). Kustannusarvio siis luodaan keräämällä paketteja kyseisen projektin lehdelle. Pakettien hyödyntäminen säästää aikaa kustannusarviota luodessa, sillä niihin on sisällytetty kaikki laitteet ja työtunnit joita kyseisen kokonaisuuden rakentaminen vaatii. Kuvassa 9 on esimerkkipaketti 3-vaihesyötöstä.

Kuvaus	Kategoria	Määrä	yks.	a Hinta/Mat.	G3_Ra...	a Hinta/Työ
EX kytkin	FieldInstalla...	1,00	kpl	176,00 €	<input type="checkbox"/>	13,59 €
Kytkimen asennuslevy	Other	1,00	kpl	57,18 €	<input type="checkbox"/>	27,30 €
MCMK 4x6+6	Cable	230,00	m	2,28 €	<input type="checkbox"/>	1,95 €
MCMK 4x6+6 KYTK	CableConnect	1,00	kpl	0,29 €	<input type="checkbox"/>	7,09 €
Jakorasia_1	FieldInstalla...	1,00	kpl	0,00 €	<input type="checkbox"/>	27,30 €
Jakorasian asennuslevy	FieldInstalla...	1,00	kpl	28,59 €	<input type="checkbox"/>	27,30 €
Kilpi_1	Switchgear	1,00	kpl	2,20 €	<input type="checkbox"/>	2,73 €
Kaapelimekkejä	FieldInstalla...	1,00	kpl	4,77 €	<input type="checkbox"/>	5,01 €
Suojaputki 1"	Accessory	8,00	m	6,20 €	<input type="checkbox"/>	14,43 €
Syöttöyksikkö_1	Switchgear	1,00	kpl	1 303,35 €	<input type="checkbox"/>	123,18 €
Kaapelimekkejä	FieldInstalla...	1,00	kpl	4,77 €	<input type="checkbox"/>	5,01 €
					<input type="checkbox"/>	

Kuva 9. Kuvakaappaus Nestimatorin 3-vaihesyöttö paketin osista (Nestimator 2019)

Kun halutut paketit on lisätty, voidaan tulostaa kustannusarviosta raportti Excel-  
taulukkona. Kuvassa 10 on esitetty kustannusarvion tulostettu osaluettelo yksikkö-  
hintoineen.

NESTE		KUSTANNUSARVIO		9.4.2019 11:22:21	
Neste Engineering Solutions Oy		Tarkkuus ±10%	Projekti	Päätötyö	
Sähkösuunnittelu		Osaluettelon yksikköhinnat	Laatija	AALTOVAL	
Asiakas:	SAMK		Pvm	9.4.2019 11:12:46	
Kuvaus:	Päätötyö esimerkki		Hyv		
Projekti:	Päätötyö Esimerkki 1		Tark		
			Revisio	0	
			Valuutta	Euro	
			ALV	0	
Kuvaus	Määrä	Materiaali	Työ	Yhteensä	Tunnit (h)
----- Power Supply :					
Power Supply 3-phase/6mm2/230m	1	2 413 €	802 €	3 216 €	12
EX kytkin	1	176 €	14 €	190 €	0
Kytkimen asennuslevy	1	57 €	27 €	84 €	0
MCMK 4x6+6	230	787 €	449 €	1 235 €	7
MCMK 4x6+6 KYTK	1	0 €	7 €	7 €	0
Jakorasias_1	1	0 €	27 €	27 €	0
Jakorasian asennuslevy	1	29 €	27 €	56 €	0
Kilpi_1	1	2 €	3 €	5 €	0
Kaapelimekkejä	1	5 €	5 €	10 €	0
Suojaputki 1"	8	50 €	115 €	165 €	2
Syöttöyksikkö_1	1	1 303 €	123 €	1 427 €	2
Kaapelimekkejä	1	5 €	5 €	10 €	0

Kuva 10. Kuvakaappaus kustannusarvion osaluettelosta yksikköhintoineen.

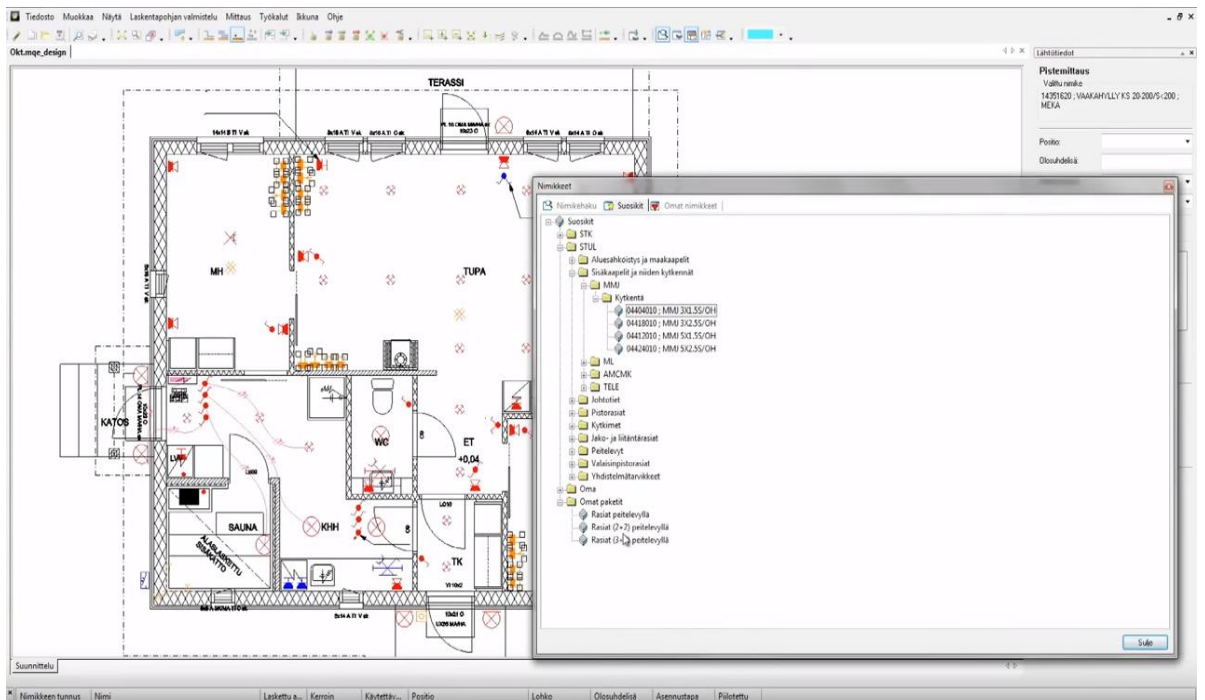
## 5.2 Muut kaupalliset ratkaisut

Markkinoilla on tarjolla monenlaista kustannuslaskentaan soveltuvaa ohjelmistoa. Ohjelmistot tarjoavat hienoja ratkaisuja kustannuslaskennan helpottamiseksi. Suurin osa ratkaisuista keskittyy kuitenkin talorakennuksen sähköistykseen eikä näin ollen juurikaan palvele teollisuuden sähkösuunnittelun tarpeita. Ohjelman tulisi olla toimiva, helposti muokattavissa oleva sekä sisältää useiden eri toimittajien osista koottuja asennuskokonaisuuksia.

### 5.2.1 JCAD-ohjelmisto

JCAD-ohjelmisto tarjoaa määrälaskentaan ja kustannusarvioiden laatimiseen helppokäyttöisen ja älykkään kokonaisuuden, joka muodostuu useammasta eri ohjelmistos-

ta. Ohjelma laskee materiaalmäärät suoraan pohjakuvista ja laskentakuviksi käyvät dwg -muotoiset cad-kuvat, paperilta skannatut rasterikuvat sekä pdf-kuvat. Määrien laskeminen on yksinkertaista ja ohjelma värjää jo lasketut kaapelit, hyllyt ja tarvikkeet. JCAD-ohjelmassa on myös kattavat laskentapaketit ja yleisimmät rekisterit. Tuotetut määrälaskennat voidaan hinnoitella ja tuoda reaaliajassa JCAD kustannuslaskenta sovellukseen. Määrälaskenta ja kustannuslaskenta keskustelevat keskenään, eli materiaalmääriin tehdyt muutokset päivittyvät automaattisesti kustannuslaskentaan.



Kuva 11. Kuvakaappaus JCAD-videolta. Materiaalmäärien laskeminen pohjakuvasta (JCAD www-sivut 2019.)

JCAD on erittäin hieno sähkösuunnittelijan ohjelmistokokonaisuus ja luo oivalliset puitteet kustannuslaskennan toteuttamiseksi. Kuitenkaan sähköistys teollisuudessa ja öljynjalostuksessa ei mielestäni pysty hyödyntämään ohjelmistokokonaisuuden kaikkia ominaisuuksia parhaalla mahdollisella tavalla. (JCAD www-sivut 2019.)

## 6 YHTEENVETO

Kustannusarviot ovat merkittävässä osassa projektin onnistumisen kannalta. Tässä insinööriyössä pyrittiin selvittämään menetelmiä, joilla laadukas ja luotettava kustannusarvio luodaan. GAO:n listaamia vakiintuneita ja hyväksi todettuja menetelmiä käyttämällä voidaan varmistua siitä, että kustannusarvion oikeellisuuteen voidaan luottaa.

Insinööriyön ohessa tuotettiin myös Nesteen työohje, jonka ansiosta hyvät toimintatavat ja ohjeistukset ovat nyt dokumentoidut. Työohje luotiin niin, että kustannusarvioita on mahdollista tuottaa myös suunnittelijoiden, joilla ei entuudestaan ole kokemusta kustannusarvioiden tekemisestä.

Nestimator –työkalun kaapelien hintatiedot päivitettiin myös nykyiselle hintatasolle. Joidenkin kaapelien hinnat olivat muuttuneet huomattavasti vuosien varrella, joka aiheutti sen, että kustannusarvion tarkkuuteen ei enää voitu luottaa. Päivitetyillä hinnoilla saadaan taas luotua luotettavia ja ajantasaisia kustannusarvioita.

## LÄHTEET

JCAD www-sivut. 2019. Viitattu 12.5.2019.<https://www.jcad.fi/>

Kauppalehti www-sivut. 2019. Viitattu 26.2.2019. <https://www.kauppalehti.fi/>

Lauas, K. 2019. Lead Desgin Engineer, Neste engineering solutions oy. Turku. Henkilökohtainen tiedonanto 15.2.2019

Neste Engineering Solutions Oy työohje. 2019. Työohje. Käyttäjän hallinnassa. Porvoo

Neste Oy työohje. 2019. Työohje. Käyttäjän hallinnassa. Porvoo

Neste www-sivut. 2019. Viitattu 28.2.2019. <https://www.neste.com/fi>

Osaava yrittäjä www-sivut. 2019. Viitattu 14.3.2019.  
<http://www.tieto.osaavayrittaja.fi>

Nestimator. 2019. Neste Oy. Viitattu 26.2.2019. Porvoo

Selander oy www-sivut. 2019. Viitattu 4.3.2019.<http://www.selanderoy.fi/>

Tapaninen & Ruppaa. 2001. Sähköalan talouslaskenta. Tampere: Tammertekniikka

Tilisanomat www-sivut. 2019. Viitattu 3.3.2019.<https://tilisanomat.fi/>

Tilastokeskus. 2018. Toimistokiinteistöjen ylläpitokustannusten nousu. Viitattu 3.3.2019. [https://www.tilastokeskus.fi/til/kyki/2018/04/kyki\\_2018\\_04\\_2019-03-19\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.tilastokeskus.fi/til/kyki/2018/04/kyki_2018_04_2019-03-19_tie_001_fi.html)

United States Government Accountability Office (GAO).2009.nest GAO COST ESTIMATING AND ASSESSMENT GUIDE, March 2009, GAO-09-3SP