



Jaakko Virtanen

ABB Large Motors and Generator- sin Helsingin tehtaan koekentän kustannuslaskenta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Tradenomi

Liiketalous, monimuoto

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Jaakko Virtanen
Otsikko:	ABB Large Motors and Generatorsin Helsingin tehtaan koekentän kustannuslaskenta
Sivumäärä:	50 sivua + 2 liitettä
Aika:	Huhtikuu 2024
Tutkinto:	Tradenomi
Tutkinto-ohjelma:	Monimuoto
Suuntautumisvaihtoehto:	Liiketalous
Ohjaaja:	Lehtori Tero Hujala

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ABB Large Motors and Generatorsin koekentän kustannusrakennetta ja selvittää erilaisten testien hinnoittelua tehtaan sisäiseen käyttöön. Opinnäytetyö koostuu kustannuslaskennan ja kustannusten kohdistamisen teoriasta sekä koekentän kustannusrakenteen selvittämisestä.

Teoriaosuudessa selvitettiin erilaisten kustannuslaskentametodien periaatteita ja niiden hyviä ja huonoja puolia. Tarkasteltavana olivat vakiokustannuslaskenta, tuotekohtainen kustannuslaskenta ja toimintolaskenta. Koekentän kustannuslaskenta -osuudessa laskettiin yksittäisten testien ja testikokonaisuuksien hintoja eri menetelmillä. Koska opinnäytetyö on julkinen ja yrityksen rahaliikenne on liikesalaisuus, laskenta suoritettiin suhdelukuja käyttämällä. Yritys osaa muuttaa suhdeluvut euroiksi.

Kustannuslaskennan teoriaa käsittelevää kirjallisuutta oli tarjolla runsaasti. Lähteinä käytettiin tutkimus- ja oppilaitoskirjallisuutta. Koekentän kustannuksia laskettaessa materiaaleina käytettiin vuoden 2023 toteutuneita testejä ja niistä kerättyä tilastotietoa sekä vuoden 2023 toteutuneita budjetteja. Tilastoista pyrittiin selvittämään erilaisten testien tilastollisia kestoajoja ja eri testien vaikutuksia kokonaistestausaikaan. Tilastanalyysi oli kevyt määrällinen tutkimus. Tilasto käsitti yhden vuoden, joten tulokset eivät ole yleistettävissä. Tilastotarkastelut löytyvät opinnäytetyön liitteistä.

Tutkimuksessa havaittiin, että suurin osa koekentän kustannuksista on kiinteitä kustannuksia. Koska koekenttä ei ole tuottava yksikkö vaan kustannuksia tuova yksikkö, koekentän tehokkuutta on syytä tarkastella kriittisesti. Tutkimus tunnisti kalleimmat testit, eli tärkeimmät tehostamiskohteet. Testit ovat selvästi eri hintaisia. Tätä voidaan käyttää hyödyksi valmiiden tuotteiden loppuhinnoittelussa

Avainsanat:	Kustannuslaskenta, tuotekohtainen kustannuslaskenta, toimintolaskenta, yleiskustannuslisä, työntajakulut, työntajan sivukulut, työehtosopimus, kate
-------------	---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla

Abstract

Author: Jaakko Virtanen
Title: Cost calculation of ABB Large Motors and Generators at the Helsinki factory test field
Number of Pages: 50 pages + 2 appendices
Date: April 2024
Degree: Bachelor of Business Administration
Degree Programme: Economics and Business Administration
Specialisation option:
Instructor: Tero Hujala, Senior Lecturer

The thesis aimed to investigate the cost structure of ABB Large Motors and Generators test field and to estimate prices of different tests for internal factory use. The thesis consists of the theory of cost calculation and cost allocation and the actual examination of test field cost structure.

In the theory section, different kinds cost calculation methods principles and their pros and cons were examined. The methods included standard cost calculation, product-based cost calculation and action-based cost calculation. The test field cost structure section focused on pricing individual tests and test collections using different methods. Since the thesis is public and the company's transactions are commercial secrets, the calculation was performed using key figures. The company knows how to translate key numbers into euros.

Cost calculation theory literature was widely available. Research and course literature were used. Test field cost calculation was based on test field statistics and realized budgets for 2023. Statistic times of different tests and their effect on total test times were estimated with a light quantitative analysis. Statistics included only one year so results aren't disseminated. Statistical analyses are found in the appendices.

Investigation revealed that the majority of the test field costs are fixed costs. Since the test field is not a productive unit but a cost creating unit, the efficiency of the test field does need critical observation. The investigation identified the costliest tests, which need to be developed. Different tests have clearly different costs. This is important information for the final pricing of completed end products.

Keywords: Cost calculation, product-based cost calculation, action-based cost calculation, abc-calculation, overhead expenses, employer cost, collective agreement, cover

The originality of this thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teollisen työpaikan kustannukset	2
2.1	Palkkakulut	2
2.1.1	Työntekijöiden henkilöstöryhmän peruspalkan muodostuminen	5
2.1.2	Toimihenkilöiden henkilöstöryhmän peruspalkan muodostuminen	7
2.1.3	Ylempien toimihenkilöiden henkilöstöryhmän peruspalkan muodostuminen	9
2.1.4	Vuosiloma ja lomarahat	10
2.1.5	Työnantajan sivukulut	10
2.2	Yleiskustannukset	12
2.3	Poistot	13
3	Kustannusten kohdistaminen	13
3.1	Standardikustannuslaskenta	14
3.2	Kustannusten määrittäminen tuotekohtaisen kustannuslaskennan avulla	14
3.3	Kustannusten määrittäminen toimintolaskennan avulla	18
3.4	Kustannuslaskenta tiivistettynä	24
4	Kate	24
5	ABB	26
5.1	ABB Oy lyhyesti	26
5.2	ABB Large Motors and Generators, Helsinki	26
6	ABB Large Motors and Generatorsin koekenttä	27
6.1	Koekentän kapasiteetti	27
6.2	Koekentän henkilöstö	27
6.2.1	Koekentän insinöörit	28
6.2.2	Koekentän ylläpito	28
6.3	Induktiokoestamo	28
6.4	Tahtikoestamo	28
6.5	Koekentän infrastruktuuri	29

7	Koekentän tarjoamat koestukset	29
7.1	Induktiokoestamo	29
7.1.1	Induktiomoottorin rutiinikoestusohjelma	29
7.1.2	Induktiomoottorin lajikoestusohjelma	30
7.1.3	Induktiomoottorin räätälöity koestusohjelma	31
7.2	Tahtikoestamo	31
7.2.1	Tahtikoneen rutiinikoestusohjelma	32
7.2.2	Tahtikoneen lajikoestusohjelma	32
7.2.3	Tahtikoneen räätälöity koestusohjelma	33
8	Koekentän kustannuslaskenta	34
8.1	Käytettävät kustannusluvut	34
8.2	Koekentän työtunnit	35
8.3	Standardikustannushinta työtunnille	36
8.3.1	Laskennallinen tuntihinta 2023	36
8.3.2	Toteutunut tuntihinta 2023	39
8.4	Testiohjelmakohtainen laskennallinen tuntihinta	40
8.5	Koekentän toimintolaskenta	42
8.5.1	Induktiokoestamon testikohtaiset hinnat	42
8.5.2	Tahtikoestamon testikohtaiset hinnat	43
8.6	Pohdinta koekentän kustannuslaskennan tuloksista	45
9	Päätäntö	46
9.1	Yhteenveto kustannuslaskennasta	46
9.2	Yhteenveto ABB Large Motors and Generatorsin koekentän kustannuslaskennasta	47
9.3	Loppusanat	48
	Lähteet	49
	Liitteet	
	Liite 1. Induktiokoestamon tilastotietoja	
	Liite 2. Tahtikoneiden tilastotietoja	

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty ABB Large Motors and Generators -yksikölle. Opinnäytetyössä tarkastelen sähkökonetehtaan koekentän kustannusrakennetta. Tarkoituksena on määritellä koekentän tuotannon, eli käytännössä koekentän testien, kustannukset.

Opinnäytetyössä selvitän aluksi erilaisia tapoja tehdä kustannuslaskentaa ja kustannusten arviointia sekä kustannusten kohdistamista. Samalla tarkastelen tuotannon katetta, koska lopputuotteen on tuotettava voittoa enemmän kuin kustannuksia, sillä muutoin tuotanto ei ole kannattavaa. Koska kysymys on sisäisestä kustannuslaskennasta, katetta käsitellään vain yleisellä tasolla.

Teoriaosuuden jälkeen kerron ABB:stä ja tarkemmin Pitäjänmäen sähkökonetehtaan koekentästä, sen toiminnasta ja henkilöstörakenteesta. Sitten luettelen koekentän tarjoamat testit. Tarkoituksena on määritellä eri testeille hintoja erilaisilla laskutavoilla ja verrata näitä tuloksia keskenään.

Tässä työssä ei ole mahdollista käyttää tarkkoja lukuja eli tarkkoja euromääriä kustannuksia, koska ne ovat liikesalaisuuksia. Toteutuneet kustannukset vuonna 2023 ovat tiedossa. Eri kustannukset on laskentaa varten muutettu suhdeluvuiksi, joita käyttäen työn kustannuslaskenta on tehty.

Laskenta perustuu koekentän tuotantoon, eli käytännössä koekentän tekemisiin testeihin vuonna 2023. Tilastojen yhteenveto ja itse tekemäni tilastoanalyysin yhteenveto löytyy liitteistä 1 ja 2.

2 Teollisen työpaikan kustannukset

Työsuoritus maksaa työnantajalle. Hinta muodostuu palkkakuluista, työnantajan sivukuluista ja työpaikan ylläpitokuluista. Ylläpitokuluista suuren osan muodostavat infrastruktuurin ylläpito ja poistot. Kustannukset voiva olla luonteeltaan välittömiä tai välillisiä.

Välittömät kustannukset voidaan kohdistaa suoraan tuotteeseen tai palveluun (Uusi-Rauva & Haverila & Kouri 1994, 149). Välittömiä kustannuksia ovat raaka-ainekustannukset. Tuotannon palkkakustannuksia voi kohdistaa suoraan tuotteille, mutta toisaalta palkat ovat kiinteitä. Jos tuotanto vaihtelee usein, palkkakustannusten kohdistaminen on vaikeaa.

Välilliset kustannukset ovat kustannuksia, joita ei voi suoraan kohdistaa työhön tai työvaiheeseen (Uusi-Rauva ym. 1994, 149). Näitä kustannuksia kutsutaan usein myös yleiskustannuksiksi tai yleiskustannuslisäksi (Uusi-Rauva ym. 1994, 161). Välillinen yleiskustannus koekentällä on esimerkiksi infran ylläpitobudjetti ja ylläpitohenkilökunnan osaston johdon palkkakulut.

Kustannuksia kohdennetaan eri tavoin työsuoritteelle. Se onnistuu joko kustannuslaskennan tai toimintolaskennan avulla (Jormakka & Koivusalo & Lappalainen & Niskanen 2022, 208-209, 218). Selvitetään ensin, miten työsuorituksen kustannukset muodostuvat.

2.1 Palkkakulut

Työntekijälle tulee maksaa palkkaa tehdystä työstä sekä myös varallaolosta. Palkat määräytyvät työntekijän asemasta ja työnantajan toimialasta riippuen työsopimuksen ja työehtosopimuksen sekä työlainsäädännön mukaan.

Työlainsäädäntö velvoittaa kaikkia. Laki ei määritä palkkoja, mutta laki määrittelee työajan, sallitun työajan ylityksen eli ylityön määrän ja ylityöstä maksettavat korotetut korvaukset. Vuorotyön perusasiat ja vuosiloman kertyminen ja oikeus

vuosilomaan ovat myös lakisääteisiä. (Työaikalaki 2019, 1 luku - 5 luku; Vuosilomalaki 2005, 1 luku - 2 luku.)

Työnantajaa voi sitoa työehtosopimus. Työehtosopimus on voimassa, jos työnantaja kuuluu työnantajaliittoon, jolla on työehtosopimus. Työantajalla voi myös olla työpaikkakohtainen työehtosopimus. Joillain aloilla on yleissitova työehtosopimus, tällöin työehtosopimus sitoo työnantaja, vaikka he tai heidän edustajansa eivät olisi olleet kyseistä työehtosopimusta hyväksymässä. Jos laadittua työehtosopimusta voidaan pitää asianomaisella alalla edustavana, siitä tulee yleissitova. (Työsopimuslaki 2001, 2 Luku 7 §.) Työehtosopimuksen yleissitovuus vahvistetaan työehtosopimusten yleissitovuuden vahvistamislautakunnassa (Laki työehtosopimuksen yleissitovuuden vahvistamisesta 2021, 1 §). Jos sopijaosapuolet ovat kerran tehneet yleissitovaksi vahvistetun työehtosopimuksen, niin seuraavatkin työehtosopimukset ovat yleissitovia niin kauan, kunnes vahvistamislautakunta toisin ilmoittaa (Työehtosopimuksen yleissitovuuden vahvistamislautakunta 2024). Teknologiateollisuudessa Teknologiateollisuuden työnantajat ry:n voimassa olevat työehtosopimukset Teollisuusliiton, Pron ja YTN:n välillä ovat yleissitovia (Työehtosopimuksen yleissitovuuden vahvistamislautakunta, 2022).

Työsopimuksessa voidaan sopia työehtosopimusta paremmista ehdoista. Käytännössä näin melko harvoin toimitaan. Huonommin ei voida sopia. (Työsopimuslaki, Luku 2 § 5.) Työntekijöitä on kohdeltava tasa-arvoisesti, joten erityisiä etuja työsuhteilla harvoin annetaan (Työsopimuslaki, Luku 2 § 2). Työaika ja palkanmuodostumisen ehdot sekä loma-asiat jätetään tavallisesti työaikalain ja työehtosopimuksen kirjauksien mukaisiksi.

Teollisuusyrityksessä työskentelee tavallisesti työntekijöitä, toimihenkilöitä ja ylempiä toimihenkilöitä. Työntekijöiden ja toimihenkilöiden palkat määräytyvät työehtosopimuksessa työn vaativuusluokan mukaan, katso tarkemmin luvut 2.1.1 ja 2.1.2. Ylempien toimihenkilöiden palkat eivät määräydy työehtosopimuksessa; työehtosopimus määrittellee liittojen sopimat palkankorotukset, mutta ei itse palkkoja (YTN 2023, 7–10).

Työntekijät voivat halutessaan ja työtilanteen niin vaatiessa tehdä pidempää työpäivää ja myös viikonloppuisin ja arkipyhinä voidaan tehdä töitä. Tämä voi johtaa ylitöihin. Eri työntekijäryhmien korvaukset määräytyvät eri tavoin. Ylempien toimihenkilöiden tapauksessa ylitöiden korvaukset tulevat työaikalaista (YTN 2023, 12), toimihenkilöiden ja työntekijöiden tapauksessa työehtosopimuksesta (Pro 2023, 85; Teollisuusliitto 2023, 69).

Ylityötä on työ, joka ylittää vuorokauden aikana 8 tuntia ja viikon aikana 40 tuntia (Hakonen & Eklund & Roos 2016, 208–209). Työntekijöillä on normaalisti 8 tunnin työpäivä ja 40 tunnin viikkotyöaika. Ylempillä toimihenkilöillä ja osalla toimihenkilöistä on 7,5 tunnin työpäivä ja 37,5 tunnin viikkotyöaika. Tällaisessa tapauksessa 12 tunnin työpäivässä olisi 0,5 tuntia lisätyötä, joka maksetaan tavalisen tuntipalkan mukaisena lisänä. Ensimmäiset kaksi tuntia olisi ylityötä, josta maksetaan työaikalain ja myös toimihenkilöiden TESsin mukaan 50 %:n korotus. Kahden tunnin ylittävältä osuudelta, kun työpäivä ylittää kymmenen tuntia, eli viimeiset kaksi tuntia, korotus olisi 100 %. (Hakonen ym. 2016, 208–209; Pro 2023, 69.)

Työntekijöiden työehtosopimuksen mukaan 8 tuntia ylittävältä osuudelta maksetaan arkipäivänä kahdelta ensimmäiseltä tunnilta 50 %:n korotus ja seuraavilta tunneilta 100 %:n korotus (Teollisuusliitto 2023, 69). Jos toimihenkilön viikoittaiseksi työajaksi on määritelty 40 tuntia ja työpäivän pituudeksi 8 tuntia, vuorokautisen ylityön korvaus tapahtuu samoin kuin työntekijöillä; 8 tuntia ylittävältä osuudelta maksetaan arkipäivänä kahdelta ensimmäiseltä tunnilta 50 %:n korotus ja seuraavilta tunneilta 100 %:n korotus (Pro 2023, 85).

Viikonlopputyöstä maksetaan ylempille toimihenkilöille sunnuntain osalta 100 %:n korotus. Tämä tulee työaikalaista. Lauantaityöstä ei makseta erillistä korvausta, mutta mikäli työntekijä on töissä viikolla normaalisti, viikkotyöaika ylittyy, mikä johtaa korotettuun palkkaan. Viikkotyöajan ylityksestä maksetaan ensin 40 tuntiin asti, eli 2,5 tunnilta normaalin tuntipalkan mukainen korvaus. 40 tunnin ylittävältä osalta maksetaan 50 %:lla korotettu korvaus. (Työaikalaki 2019, 5 luku 16 §, 6 luku § 20.)

Toimihenkilöiden ja työntekijöiden työehtosopimusten mukaan lauantailta maksetaan 100 %:n ylityölisä mikäli 40 tunnin viikkotyöaika ylittyy (Pro 2023, 70; Teollisuusliitto 2023, 85).

Sunnuntaityöstä maksetaan toimihenkilöille ja työntekijöille 100 %:lla korotettu palkka. Lisäksi 40 tunnin viikkotyöajan ylityksestä maksetaan ensimmäiset 8 tuntia 50 %:n ylimääräinen korotus ja 48 tunnin jälkeen 100 %:n korotus. (Pro 2023, 74–75; Teollisuusliitto 2023, 90.) Toimihenkilö ja työntekijä voivat saada sunnuntaityöstä 300 %:n palkan.

Työntekijällä on oikeus vuosilomaan. Vuosiloman ajalta maksetaan vuosilomapalkkana. Vuosilomapalkka on samansuuruinen kuin työntekijän tavanomainen palkka. Siihen lasketaan kuukausipalkka ja kiinteät lisät, kuten osaamislisät tai ikälisät. (Hakonen ym. 2016, 212–216.) Lomaraha on lomapalkan päälle tuleva erillinen lisä. Se määräytyy työehtosopimuksen mukaan, mikäli työehtosopimus sellaisen sisältää (Hakonen ym. 2016, 216). Teknologiateollisuuden kaikki työehtosopimukset sisältävät lomarahaa, joka on kaikille työntekijäryhmille 50 % vuosilomapalkasta (Pro 2023, 99–100; Teollisuusliitto 2023, 98; YTN 2023, YTN 2023, 14).

2.1.1 Työntekijöiden henkilöstöryhmän peruspalkan muodostuminen

Työntekijöiden palkka on suoraan määritelty Teknologiateollisuuden työehtosopimuksessa. ABB käyttää työnvaativuusryhmä-systeemiä työntekijöiden palkkauksessa. Työn vaativuusryhmän mukaan määritellyt teknologiateollisuuden työntekijöiden palkat vuonna 2024 tulevat olemaan työehtosopimuksen mukaan taulukon 1 mukaiset (Teollisuusliitto 2023, 51).

Taulukko 1. Teknologiateollisuuden työntekijöiden palkat Teollisuusliiton työehtosopimuksen mukaan työnvaativuusryhmän perusteella alkaen 1.2.2024.

Työnvaativuusryhmä	Työkohtainen palkka, senttiä / tunti	Työkohtainen kuukausipalkka euroa / kuukausi	Palkkaryhmä
1	1002	1746	C
2	1052	1833	C
3	1105	1925	C
4	1160	2021	B
5	1218	2122	B
6	1279	2228	B
7	1343	2340	A
8	1410	2457	A
9	1480	2580	A

Työnvaativuusryhmä päätetään määrittelemällä vertailuun käytettävät ohjetyöt. Ryhmän tulee tuntea työpaikan olosuhteet ja työt. Työryhmä on Teollisuusliiton kouluttama. Työnantaja määrittelee varsinaisten työtehtävien vaativuuden vertaamalla niitä ohjetöihin (Teollisuusliitto 2023, 50). Periaate on, että mitä enemmän työ vaatii oppimista ja mitä vastuullisempaa työ on, sitä korkeampi työnvaativuusryhmän tulee olla (Teollisuusliitto 2023, 49).

Työnvaativuusryhmä määrittelee työntekijän peruspalkan. Peruspalkka katsotaan kuukausipalkan mukaan. Tuntipalkkaa tarvitaan ylitöiden palkan määrittelyyn, koska ylityöt ja ylitöiden kertoimet lasketaan tuntipalkoille. Peruspalkan päälle tulee lisäksi henkilökohtainen palkanosuus. Henkilökohtainen palkanosuus on nimensä mukaisesti henkilökohtaisista ansioista työntekijänä muodostuva henkilökohtainen palkanlisä, joka myönnetään harkinnan mukaan. Henkilökohtainen palkanosuus on vähintään 5 % ja enintään 26 % työntekijän peruspalkasta. (Teollisuusliitto 2023, 56) Vaativinta työtä tekevän työntekijän bruttopalkka olisi näin ollen $2580 \text{ €} \times 1,26 = 3250,80 \text{ €}$ kuukaudessa ilman ylityö- ja vuorolisiä.

Suurin osa työntekijöistä tekee töitä kahdessa vuorossa: aamuvuoro ja iltavuoro. Tavallisesti työntekijät tekevät yhden viikon aamuvuoroa kello 6–14 ja seuraavan viikon iltavuoroa kello 14–22. Työehtosopimuksen mukaan iltavuorosta tulee maksaa iltavuoron vuorotyölisää 1.2.2023 alkaen 132 senttiä / tunti (Teollisuusliitto 2023, 65). Kahdeksan tunnin iltavuoron työpäivästä tulisi siis lisiä 10,56 €. Jos kuukaudessa tehdään kaksi viikkoa iltavuoroa, tulee lisiä 105,60 €.

2.1.1.1 ABB Large Motors and Generatorsin työntekijöiden palkkamalli

ABB Large Motors and Generatorsin työntekijöiden palkkaa muodostuu 70 % kiinteästä osasta ja 30 % muuttuvasta osasta. Kiinteä osa riippuu työehtosopimuksen mukaisesta työn vaativuusryhmästä sekä pätevydestä. Pätevyys määritellään viisiportaisella asteikolla. (Pajuoja 2023.)

Muuttuva osuus perustuu työyksikön, kuten koekentän, tuottavuuteen. Tuottavuutta mitataan jatkuvasti. Asiaa tarkastellaan tuottavuusindeksillä.

Tuottavuusindeksi

$$= \frac{\text{Suunnitellut työnumerotunnit} + \text{suunnitellut yleistunnit}}{\text{Toteutuneet työnumerotunnit} + \text{toteutuneet yleistunnit}}$$

Työnumerotunnit tarkoittavat koekentän tapauksessa suoraan tietyn koneen työstämiseen kohdistettuja tunteja. Yleistunnit tarkoittavat suunniteltuja tunteja koekentän yleistöihin. Indeksillä lasketaan kerran kuussa. Palkan muuttuva osuus kerrotaan indeksillä. Laskennassa käytettävä indeksi voi olla alimmillaan 0,8 ja korkeimmillaan 1,15. (Pajuoja 2023.)

2.1.2 Toimihenkilöiden henkilöstöryhmän peruspalkan muodostuminen

Työnjohtajina toimihenkilöiden säännöllinen työaika ABB:llä on 40 tuntia viikossa (Pajuoja 2023). Töille määritellään vaativuusasteet, jotka vaikuttavat palkkaukseen. Toimivaativuusmittari on METTOVA. Asteita annetaan sen mukaan, paljonko työpaikan ulkopuolista taitotietoa, kuten koulutusta, työssä edellytetään, mitä enemmän toimihenkilön toiminta vaikuttaa työpaikkaan, mitä

suuremmat taloudelliset vastuut toimihenkilöllä on ja mitä enemmän henkilövuorovaikutusta tehtävä vaatii. Lopuksi vielä määritellään tehtävän luonne neliporaisen asteikon pohjalta. (Pro 2023, 29–31.) Ohjeet vaativuus pisteiden laskemiseen löytyvät toimihenkilöiden työehtosopimuksesta.

Toimihenkilöiden työehtosopimuksen mukaan vaativuuden mukaiset palkat tulevat vuonna 2024 alkaen olemaan toimihenkilöillä taulukon 2 mukaiset (Pro 2023, 34).

Taulukko 2. Teknologiateollisuuden toimihenkilöiden palkat Pron työehtosopimuksen mukaan työnvaativuusluokan ja toimen vaativuus pisteiden perusteella alkaen 1.2.2024.

Toimen vaativuus pisteet	Vaativuusluokka	Tehtäväkohtainen Kuu-kausipalkka, kun viikkotyöaika on 40 h / viikko
100–129	1	1739
130–259	2	1892
160–189	3	2059
190–219	4	2240
220–249	5	2437
250–279	6	2651
280–309	7	2885
310–339	8	3138
340–369	9	3415
370–400	10	3715

Tehtäväkohtaisen palkan päälle määritellään henkilökohtainen palkanosuus. Tämä osuus määritellään työnantajan harkinnan mukaan riippuen toimihenkilön kehitymisestä ja kokemuksesta. Toimihenkilön henkilökohtainen palkanosuus on suuruudeltaan vähintään 5 % ja enintään 26 % toimihenkilön tehtäväkohtaisesta palkanosuudesta. (Pro 2023, 36–37.)

Toimihenkilöille maksetaan palvelusvuosilisiä, jotka katsotaan luontaiseduksi. Toisin sanoen, ne nostavat maksettua palkkaa, mutta niitä ei lasketa mukaan ylityökorvauksia määritettäessä. Palvelusvuosilisiä maksetaan tavallisesti kerran vuodessa, joulukuun 1. päivää lähimpänä palkanmaksupäivänä. Taulukko 3 näyttää toimihenkilöiden palvelusvuosilisen. (Pro 2023, 43.)

Taulukko 3. Teknologiateollisuuden toimihenkilöiden palvelusvuosiliset vuosina 2023 ja 2024.

Palvelusvuodet työnantajan palveluksessa	Kerroin, millä erillinen palvelusvuosilisiä muodostuu kuukausipalkasta.
Alle 10	0
10–14	0,15
15–19	0,30
20–24	0,45
25 tai enemmän	0,60

Toimihenkilö, joka on allekirjoittanut vuorotyösopimuksen, saa iltavuorosta lisäkorvauksena 1.2.2024 alkaen 241 senttiä / tunti. Kahdeksan tunnin iltavuoron työpäivästä tulisi siis lisiä 19,28 €. (Pro 2023, 77.) Jos kuukaudessa tehdään kaksi viikkoa iltavuoroa, tulee lisiä 192,80 €.

2.1.3 Ylempien toimihenkilöiden henkilöstöryhmän peruspalkan muodostuminen

Ylempien toimihenkilöiden säännöllinen työaika ABB:llä on 37,5 tuntia viikossa. Työehtosopimus ei tunnista ylempien toimihenkilöiden kohdalla vuorotyötä. Työehtosopimus ei määrittele ylempien toimihenkilöiden palkkoja lainkaan. Palkat määritellään työsopimusta tehtäessä. Työehtosopimus ei myöskään määrittele ylityö- tai viikonlopputyökorvauksia, vaan ne tulevat työaikalain mukaan. (YTN 2023, 10–11.)

2.1.4 Vuosiloma ja lomarahaa

Vuosiloma kertyy yli vuoden työssäkäynnin jälkeen 2,5 päivää jokaiselta täydeltä lomanmääräytymiskaudelta (Hakonen ym. 2016, 213). Täysiaikaisen työntekijän vuosiloma on yhteensä viisi viikkoa. Lauantait lasketaan arkipäiviksi, joten viikon loma vaatii kuusi kertynyttä vuosilomapäivää. Vuosilomasta tulee olla mahdollista pitää neljä viikkoa lomakaudella, eli 1.4.–30.9. välillä. Yksi viikko pidetään lomakauden ulkopuolella. (Hakonen ym. 2016, 213.) Työntekijän ja työnantajan molemminpuolisella sopimuksella näistä voidaan joustaa.

Lomapalkka on vuosiloman ajalta maksettava palkka, mikä on samansuuruinen kuin kuukausipalkka loman ajalta. Lomapalkka ja lomarahaa, mikäli sellainen on, koskevat koko vuosilomaa. Lomarahaa on 50 % lomapalkasta. Toisin sanoen lomarahaa maksetaan, teknologiateollisuuden työehtosopimusten mukaan 50 % palkasta kesäkaudella ja puolet yhden viikon palkasta, eli 12,5 % palkasta lomakauden ulkopuolella. Maksuajankohta voi riippua joko loman ajankohdasta tai olla kiinteästi sovittu tietylle palkanmaksupäivälle. (Teollisuusliitto 2023, 98; Pro 2023, 99; YTN 2023, 14.)

2.1.5 Työnantajan sivukulut

Työnantaja joutuu maksamaan bruttopalkan lisäksi monia työntekijälle näkymättömiä maksuja. Työnantajan sairausvakuutusmaksu on 1,53 % (Veronmaksajain keskusliitto 2022). Lisäksi tulee työeläkevakuutusmaksu eli TyEL 16,47 % (Hilke 2023). Työttömyysvakuutusmaksu on 0,52 % palkkasummasta 2251500 euroon asti ja 2,06 % sen ylittävältä osalta (Veronmaksajain keskusliitto 2022). Keskimäärin maksu on 1,54 % (Palkanlaskijan opas 2023). ABB:n osuus on 1,09 % (Hilke 2023). Työtapaturma- ja ammattivakuutusmaksu on 0,05–5 % palkasta työstä riippuen (Veronmaksajain keskusliitto 2022). Keskimäärin ammattivakuutusmaksu on 0,57 % (Palkanlaskijan opas 2023). ABB:n ammattivakuutusmaksu on tuo 0,57 % (Hilke 2023). Ryhmähenkivakuutus on 0,06 %. Yksityisen sektorin keskimääräiset sosiaalivakuutusmaksut ovat yhteensä 21,09 %. (Palkanlaskijan opas 2023.)

Lomaraha ei ole lakisääteinen sivukulu, mutta myös se muodostuu maksettavan palkan päälle. Loma-aikana henkilö ei ole töissä, mutta palkkaa on silti maksettava. Tämä loma-ajan palkka on siis sivukulu. Samanlaisia sivukuluja muodostuu palkallisista arkipyhistä. Arkipyhiä, eli maanantain ja perjantain välille osuvia vapaapäiviä on vuodessa seitsemän ja kymmenen välillä (Päivyri 2023). Vuonna 2024 arkipyhiä on suurin määrä, eli kymmenen (Teknologiateollisuus ry 2023).

Työnjohtajina toimivat toimihenkilöt tekevät ja työntekijät 40 tuntista työviikkoa. Tämän vuoksi he saavat työajan lyhennysvapaita niin, että työaika tasoittuu vuonna 2024 keskimäärin 36,3 tuntiin viikossa. Tässä laskennassa otetaan huomioon palkalliset arkipyhät. (Pro 2023, 48; Teollisuusliitto 2023, 73–74) Käytännössä tämä tuottaa 10 ylimääräistä palkallista lomapäivää vuoden 2024 aikana. Nämä muodostavat ylimääräisiä kuluja. Toimihenkilöiden palvelusvuosilisät ovat nekin palkan päälle tulevia lisäkuluja.

Arkipäiviä on vuodessa $52 \times 5 = 235$. Tästä vähennetään vuosiloman arkipäivät. Kaikilta näiltä päivältä on maksettava palkkaa. Vuosilomapäivät ovat tästä 10,7 %. Näin ollen työtä tehdään vain 89,3 % päivistä, kun vuosiloma huomioidaan. Tämän vaikutus reaalisiin palkkakuluihin on $1 / 0,893 = 1,1198$. Eli lomapalkka tuo 12 % ylimääräisen kulun vuosipalkan päälle. Kyse on siitä, että 12 % vuosipalkasta maksetaan tyhjältä. Lomapalkkaan kuuluu lomaraha, joka on 50 % lomarahasta. Lomarahan aiheuttama kulu on siis $12 \% \times 0,5 = 6 \%$. Näin ollen vuosiloma tuo 18 % reaalisen lisäyksen palkkakuluihin.

Vuonna 2024 on siis 10 palkallista arkipyhäpäivää. Nämä lisäävät reaalisia palkkakustannuksia 4,66 % (Hilke 2023). Työntekijöiden ja toimihenkilöiden työajanlyhennysvapaat, niin kutsutut pekkaspäivät, lisäävät reaalisia palkkakustannuksia 6,3 % ja toimihenkilöiden palvelusvuosilisät ovat keskimäärin 2 %:n lisä palkkakustannuksiin (Hilke 2023).

Työntekijän kerroin todellisille palkkakustannuksille verrattuna kuukausipalkkaan vuonna 2024 on 1,4853 Toimihenkilöiden kerroin on 1,5053. Ylempien toimihenkilöiden kerroin on 1,4223.

Palkkakustannuksia arvioitaessa on huomioitava sekin, että palkkaa on maksettava myös sairausajalta. Tilastoarvioiden perusteella henkilöstökustannusarviossa kertoimena voidaan käyttää esimerkiksi arviota 1,12 % lisäkustannus. Kustannuslaskennassa palkkakustannuksissa käytetään muitakin varmuuskertoimia. ABB:n palkanlaskenta käyttää omia itse arvioimiaan varmuuskertoimia. Eri työntekijäryhmille on omat kertoimensa. Varmuuskertoimet nostavat palkkakustannuserrointa laskennassa vielä noista edellä ilmoitetuista kertoimista. (Hilke 2023.) Todellinen reaalin palkkakustannus työnantajalle on siis selvästi suurempi kuin pelkkä työntekijän kuukausipalkka.

2.2 Yleiskustannukset

Tuotanto kuluttaa resursseja tuotettua yksikköä kohti. Näitä kutsutaan yleensä muuttuviksi kustannuksiksi, sillä ne ovat suoraan verrannollisia tuotannon määrään. Tuotannon kapasiteetin ylläpito aiheuttaa kustannuksia myös täysin riippumatta kapasiteetin käyttöasteesta. Näitä kutsutaan kuvaavasti kiinteiksi kustannuksiksi. Tuotantolaitteiston aiheuttamat poistot sekä tuotantotilojen vuokra ja ylläpito ovat selkeitä kiinteitä kustannuksia. (Uusi-Rauva ym.1994, 147–148.) Ylläpitoon kuuluu myös ylläpitohenkilöstön palkka sekä johdon, mukaan lukien keskijohdon eli työnjohtajien palkka.

Jos kuluja ei voida kohdistaa tuotteelle, puhutaan yleiskustannuslisästä. Yleiskustannuslisä voidaan kuitenkin laskennallisesti jakaa tuotteille eri tavoin, kuten suoraan kappalemäärälle jaettuna tai työtuntien mukaan jaettuna. (Uusi-Rauva ym. 1994, 147–148.)

2.3 Poistot

Teollisuudessa tarvitaan hyvin suurta infrastruktuuria tuotannon ylläpitämiseen. Kun tuotantoa kehitetään, infrastruktuuria pitää kehittää ja muuttaa. Infran kuluminen tarkoittaa arvon alenemista. Infrastruktuurilla on jokin hankinta-arvo, investointiarvo: mikäli investoinnin todennäköinen arvo on tilikauden päättyessä hankinta-arvoa pienempi, erotus kirjataan kuluksi eli poistoksi. (Kirjanpitolaki 1997, 5 luku 5 §.)

Infrastruktuuri kirjataan taseeseen pysyvinä vastaavina. Näille määritellään taloudellinen pitoaika. Hankintameno kirjataan tilikausittain kuluksi poiston jakotavan mukaan. (Jormakka ym. 2022, 84.)

3 Kustannusten kohdistaminen

Palkkakulut ovat vaikeammin määriteltävissä, mitä tulee muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Suoraan tietylle työlle tehdyn työn palkkakulut voisi kohdistaa suoraan työsuoritukseen. Toisaalta vakituisesti töissä oleville työntekijöille on maksettava palkkaa, vaikka töitä ei olisikaan. Käytännössä palkkakulut ovat kiinteitä kustannuksia.

Työkustannuksia voidaan kuitenkin kohdistaa eri menetelmin. Työaikaa voidaan kohdistaa tiettyihin työtehtäviin joko arvioimalla tai järjestetyllä työajan seurannalla. Eri työtehtävien vaatimaa aikaa voidaan myös mitata. Kaikki nämä tavat mahdollistavat työkustannusten jakamisen tarkemmin. (Järvenpää & Länsiluoto & Partanen & Pellinen 2022, 166–167.)

Kuten jo kuvun 2 alussa todettiin, kiinteät kustannukset voivat olla välillisiä tai välittömiä. Välillisiksi kustannuksiksi kutsutaan kustannuksia, joita ei voi suoraan kohdistaa tuotteille: ne muodostavat siis yleiskustannuslisän. Välittömät kustannukset voidaan kohdistaa tuotteille eri tavoin. (Uusi-Rauva ym. 1994, 149.) Kustannusjakolaskennassa pyritään jakamaan kokonaiskustannuksia eri

tuotteille (Uusi-Rauva ym. 2022, 208–209). Tätä kutsutaan myös tuotekohtaiseksi kustannuslaskennaksi. Toimintolaskennassa kustannukset pyritään kohdistamaan eri toimintoihin mahdollisimman hyvin (Turney 2002, 109–111). Kolmas mahdollinen tapa on standardikustannuslaskenta. Standardikustannuslaskennassa eri resurssit saavat perushinnan ja tuote hinnoitellaan sen vaatimien resurssien perusteella (Järvenpää ym. 2022, 131).

3.1 Standardikustannuslaskenta

Standardikustannuslaskenta perustuu yksinkertaisten resurssien hinnoitteluun. Esimerkiksi konepaja voi hinnoitella yksinkertaiset myytävät komponentit vaadittujen raaka-aineiden ja työntekijöiden tuntipalkkojen ja vaaditun työajan mukaan. Alihankinnasta ostetuilla komponenteilla on tavallisesti selvä yksikköhinta. Muutoinkin raaka-aineiden hinta määräytyy sopimuksissa. Tuotteen hinta voidaan määrittellä vaadittujen raaka-aineiden ja työtuntien perusteella. (Järvenpää ym. 2022, 131–132.)

Standardikustannuslaskenta soveltuu varaston arvottamiseen ja jalostusasteeltaan alhaiseen massatuotantoon. Monimutkaisten tuotteiden ja palvelutuotteiden arviointiin standardikustannuslaskenta ei ole hyvä tapa. (Järvenpää ym. 2022, 133.)

3.2 Kustannusten määrittäminen tuotekohtaisen kustannuslaskennan avulla

Yksinkertaisin tapa määrittää suoritteen hinta on laskea tuotannon hinta tuotettua suoritetta kohden (Järvenpää ym. 2022, 123). Se onnistuu laskemalla kaikki tuotantoyksikön kustannukset yhteen ja jakamalla ne keskimääräisellä toteutuneella suoritemäärällä. Tämän laskentatapa on pätevä, jos erilaisia suoritteita on vähän ja ne ovat toistensa kaltaisia. Eri tavoin työllistäviin erilaisiin suoritteisiin tällainen kustannustenjakotapa ei sovellu.

Toinen tapa määrittää suoritteen hinta on laskea suoraan tuotannon tuntihinta. Se onnistuu laskemalla kaikki tuotantoyksikön kustannukset yhteen ja jakamalla

ne keskimääräisellä toteutuneella vuosityöajalla (Jormakka ym. 2022, 209–2011).

Kokonaiskustannukset: Työntekijöiden palkkasumma + Työnjohtajien (toimihenkilöt) palkkasumma + Ylläpidon työntekijöiden palkkasumma + Ylläpidon toimihenkilöiden palkkasumma + Ylläpidon ylempien toimihenkilöiden palkkasumma + Insinöörien (ylemmät toimihenkilöt) palkkasumma + Päällikön (ylempi toimihenkilö) palkkasumma + Yksikön infran poistot + Yksikön ylläpitobudjetti + Yksikön sähkönkulutus + Yksikön maksama vuokra (Jormakka ym. 2022, 209–2011).

Kun kokonaiskustannukset jaetaan vuosityötunneilla, saadaan **kokonaistuntihinta**. Tuntihinta voidaan laskea toteutuneen palkkasumman ja toteutuneen vuosityötuntien määrän perusteella. Käytännössä suunnittelua tehtäessä on käytettävä laskennallista vuosityötuntimäärää.

Vuonna 2024 arkipäivinä on laskennallisesti 252 normaalityöaikaan osuvaa työpäivää (Päivälaskuri 2023). Vuosiloma on viisi viikkoa, joten näistä työpäivistä vähenee heti 25 kappaletta. Jäljelle jää 227 työpäivää. Kuten luvussa 2.1.5 kerrottiin, työajan lyhennysvapaiden jälkeen työntekijöiden ja työnjohtajien keskimääräinen viikkotyöaika on 36,3 tuntia. Kun tämä jaetaan viidellä, saadaan laskennalliseksi työpäivän pituudeksi työntekijöillä ja toimihenkilöillä 7,26 tuntia. Kertomalla tämä 227 työpäivällä saadaan työntekijöiden vuosityöajaksi vuonna 2024 yhteensä 1648,02 tuntia per työntekijä tai työnjohtaja. Jos päivittäinen työaika on 7,5 tuntia, kuten insinööreillä ja muilla ylemmillä toimihenkilöillä, niin vuosityöaika 7,5 tuntia x 227 eli 1702,5 tuntia. Kertomalla vuosityötuntien määrä työntekijöiden määrällä saadaan **laskennalliset vuosityötunnit**. Jos kokonaiskustannusten kaikki palkkasumat korvataan laskennallisilla palkkasummilla, saadaan **laskennallinen kokonaistuntihinta arkisin**:

Työntekijöiden laskennallinen palkkasumma + työnjohtajien (toimihenkilö) laskennallinen palkkasumma + ylläpidon työntekijöiden laskennallinen palkkasumma + ylläpidon päällikön (ylempi toimihenkilö) laskennallinen palkkasumma + insinöörien (ylempi toimihenkilö) laskennallinen palkkasumma + osaston päällikön (ylempi toimihenkilö) laskennallinen palkkasumma + osaston infran poistot + osaston ylläpitobudjetti + osaston sähkönkulutus + osaston maksama vuokra
Laskennalliset vuosityötunnit

Arkilauantai kaksinkertaistaa työntekijöiden ja työnjohdon palkat ja puolitoista-kertaistaa insinöörien palkat. Sunnuntai kolminkertaistaa työntekijöiden ja työnjohdon palkat ja kaksinkertaistaa insinöörien palkat. Karkeasti ottaen **lauantain työtuntihinta on laskennallisesti 1,8 x arkituntihinta ja sunnuntain työtuntihinta on 2,5 x arkituntihinta.**

Tuotannon suoritteiden toteuttamiseen ja raportointiin sekä analysointiin tarvitaan sekä työntekijöitä että insinöörejä sekä myös työnjohtoa. Eri suoritteet työllistävät eri tavoin sekä työntekijöitä että insinöörejä, mikä näkyy kuluneissa työtunneissa. Työtunnin hinta voidaan määritellä myös työntekijätuntihintana ja insinöörituntihintana erikseen (Jormakka ym. 2022, 216–217). Tällaisessa jaksomallissa yleiskustannuslisä pitää määritellä erikseen kummallekin osa-alueelle.

Yleinen yleiskustannuslisä: Infran ylläpitobudjetti + infran poistot + ylläpidon työntekijöiden palkkasumma + ylläpidon toimihenkilöiden palkkasumma + ylläpidon ylempien toimihenkilöiden palkkasumma + yksikön tilavuokra + yksikön käyttämä sähkö.

Yleinen kustannuslisä voidaan jakaa tuntien määrän suhteessa. Työntekijätunteja tulee vuodessa enemmän kuin insinööritunteja. Saatujen henkilöstöbudjettien perusteella työntekijöiden henkilöstökustannukset ovat noin 60 % yhteenlasketuista kokonaishenkilöstökustannuksista. Näin ollen yhteinen yleiskustannuslisä voitaisiin jakaa 40 % insinööreille ja 60 % työntekijöille.

Työntekijöiden yleiskustannuslisä koostuu työnjohdon palkkasummasta. **Insinöörien yleiskustannuslisä** koostuu yksikön päällikön palkkasummasta.

Työntekijän tuntihinta =

$$\frac{|0,6 \times \text{yleinen kustannuslisä} + \text{työntekijöiden kustannuslisä}|}{\text{Työntekijöiden määrä} \times 1648,02} + \text{työntekijöiden laskennallinen palkkasumma}$$

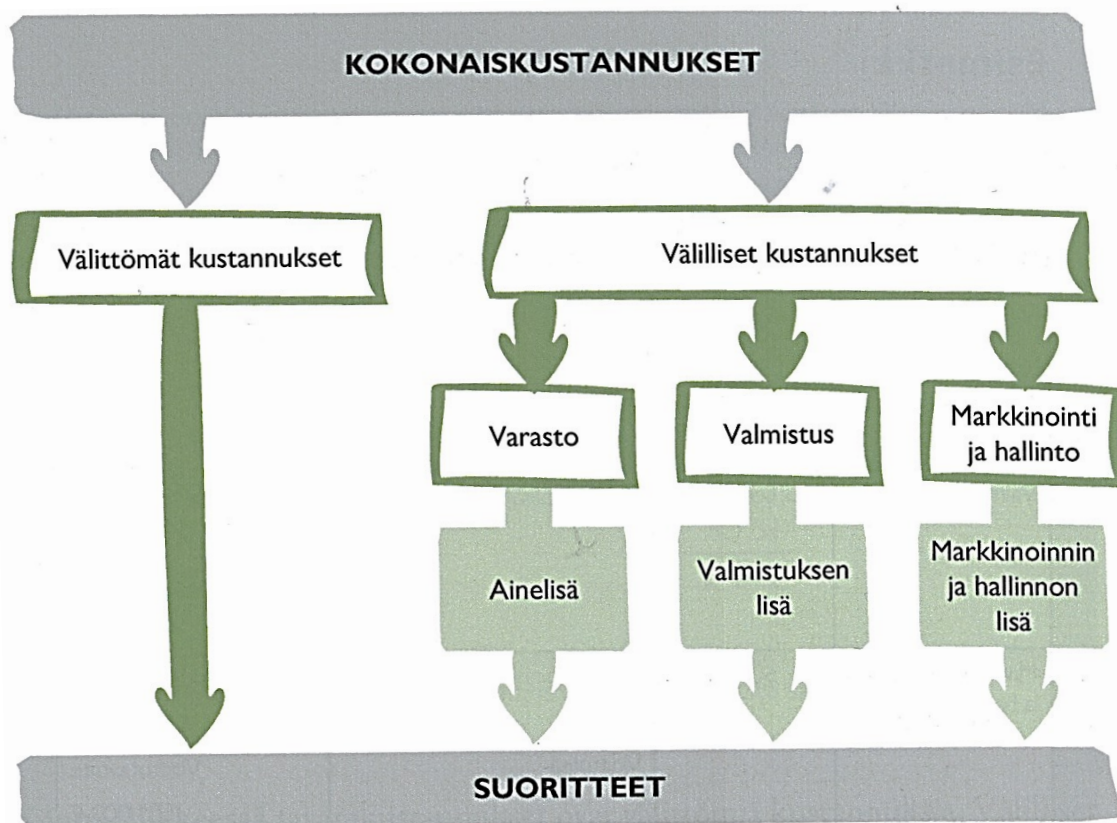
Insinöörin tuntihinta =

$$\frac{|0,4 \times \text{yleinen kustannuslisä} + \text{insinöörien kustannuslisä}|}{\text{Insinöörien määrä} \times 1702,5} + \text{insinöörien laskennallinen palkkasumma}$$

Kun tuntihinnat on laskettu, on tuotteet mahdollista hinnoitella sen mukaan, kuinka kauan niiden suorittaminen kestää. Koska mikään yksikkö ei toimi koko aikaa 100 %:n teholla, tarvitaan vielä lopuksi korjauskerroin, joka ottaa huomioon tyhjän ajan (Jormakka ym. 2022, 216–217). Käyttöaste selviää tilastoista. Jos yksikön resurssit ovat 90-prosenttisesti käytössä, niin tuntihinnoitteluperiaatteella laskettu hinta yksittäiselle kokeelle on vielä jaettava 0,9:llä.

Sekä kappalemäärälle että työtunnille jaettu tuotantohinta ovat esimerkkejä **jakolaskennasta** (Jormakka ym. 2022, 209–2011). Kustannuksia voi kohdistaa hieman tarkemmin eri suoritteille **lisäyslaskennan** avulla. Lisäyslaskennassa välittömiä ja välillisiä kustannuksia pyritään jakamaan suoraan yksikön suoritteille mahdollisuuksien mukaan. (Järvenpää ym. 2022, 126–127.)

Välittömät kustannukset liittyvät suoraan tuotteeseen tai suoritteeseen, joten niiden kohdentaminen on helppoa. Lisäyslaskennassa juuri välillisten kustannusten, yleiskustannusten, kohdistaminen eri tuotteille on avainasemassa. Mitään valmista määritelmää, mitä yleiskustannuksia pitäisi jakaa eri tavoin ja millä perusteella, ei ole olemassa. Lisäyslaskenta sopii yksikköön, jossa on useita erilaisia toimintoja ja useita erilaisia tuotteita. (Järvenpää ym. 2022, 128–129.) Esimerkiksi konsultoinnin ja markkinoinnin kustannukset on järkevää kohdistaa konsultoinnin hintaan ja tuotteiden markkinoinnin kustannukset markkinoinnin hintaan, vaikka perinteisessä jakolaskennassa nämä kustannukset jaettaisiin tasan.

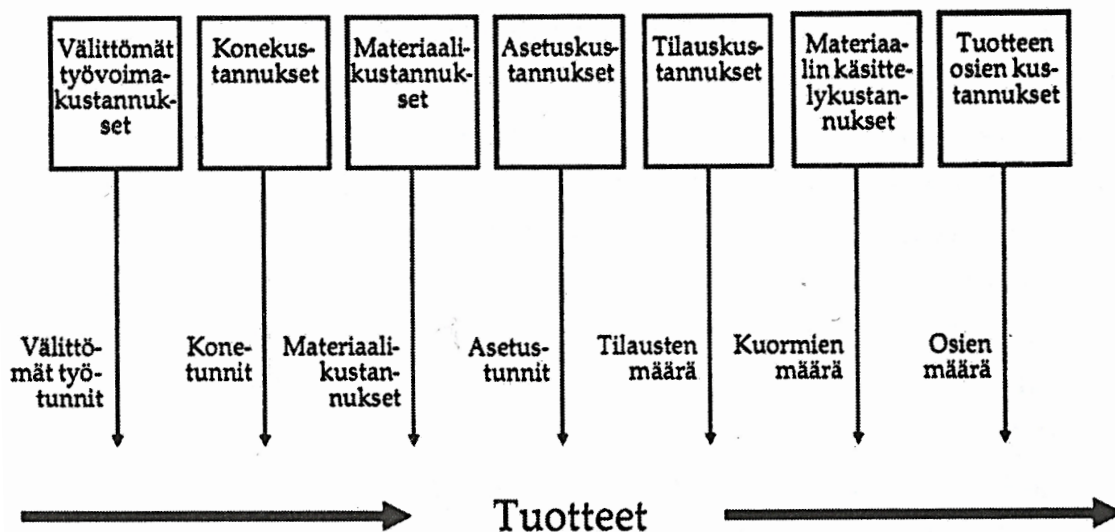


Kuva 1. Esimerkki kokonaiskustannusten jakoperiaatteista lisäyslaskennassa (Jormakka ym. 2022, 213).

3.3 Kustannusten määrittäminen toimintolaskennan avulla

Toimintolaskennassa kustannukset pyritään selvittämään tuotetun palvelun tai tuotteen vaatimille toiminnoille erikseen. Sen sijaan, että laskettaisiin työntekijän tuntihintaa tai tuotteen nollahintaa, lasketaan eri prosessien eli suoritteiden valmistamiseen liittyvien toimintojen kustannuksia. (Jormakka ym. 2022, 218–219.) Yksinkertaisimmillaan kustannuksia jaetaan suoraan eri tuotantoprosessin toiminnoille, katso kuva 2 (Turney 2002, 94).

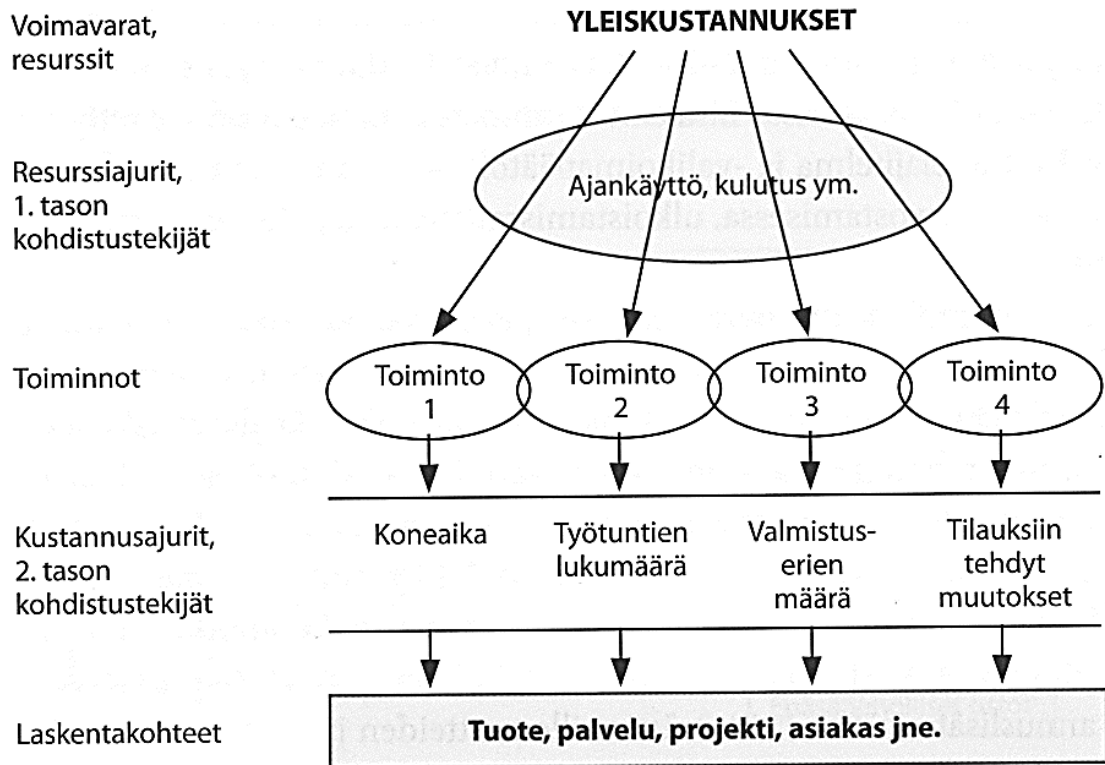
Yleiskustannukset



Kuva 2. Lineaarinen tapa kohdistaa kustannuksia toimintolaskennassa (Turney 2002, 94).

Tässä laskentatavassa eri toiminnot hinnoitellaan erikseen, mutta hinta menee lopulta lopputuotteeseen. Perusidea on selvittää, mikä toiminto on tehokasta ja mikä ei ole.

Kustannuksia ei ole pakko kuitenkaan laskea suoraan lopputuotteelle, vaan kustannukset voidaan jakaa laskentakohteille. Jos useampi osasto tuottaa yhdessä tuotteen, esimerkiksi konsultointipalvelun, kustannuksia on järkevää kohdentaa osasto kerrallaan tälle laskentakohteelle. Näin eri tahojen eri toimintojen perusteella voidaan määritellä lopullisen tuotteen loppuhinta. (Järvenpää ym. 2022, 147–148, 157.)



Kuva 3. Esimerkki Yleiskustannusten jakamisperiaatteesta erilaisille laskentakohteille. (Järvenpää ym. 2022, 147).

Jotta kustannuksia voidaan kohdentaa toiminnoille, täytyy toiminnot ensin määrittellä. Tätä kutsutaan toimintoanalyysiksi. Kun toiminnot on tunnistettu, pitää valita resurssi- ja kustannusajurit, joiden avulla kustannuksia kohdennetaan valituille toiminnoille. (Järvenpää ym. 2022, 156.)

Toimintolaskennan tehokkuuden ja hyödyllisyyden kannalta toimintojen sekä resurssi- ja kustannusajureiden valinta on oleellista. Valmista ohjetta, miten nämä valitaan, ei ole. Toimintolaskentaa voidaan käyttää yksittäisen osaston, eli kustannuspaikan, tehokkuuden mittaamiseen tai strategisten päätösten tarkasteluun ylätasolla. (Järvenpää ym. 2022, 157.) Tässä opinnäytetyössä pysytään kustannuspaikkakohtaisessa laskennassa.

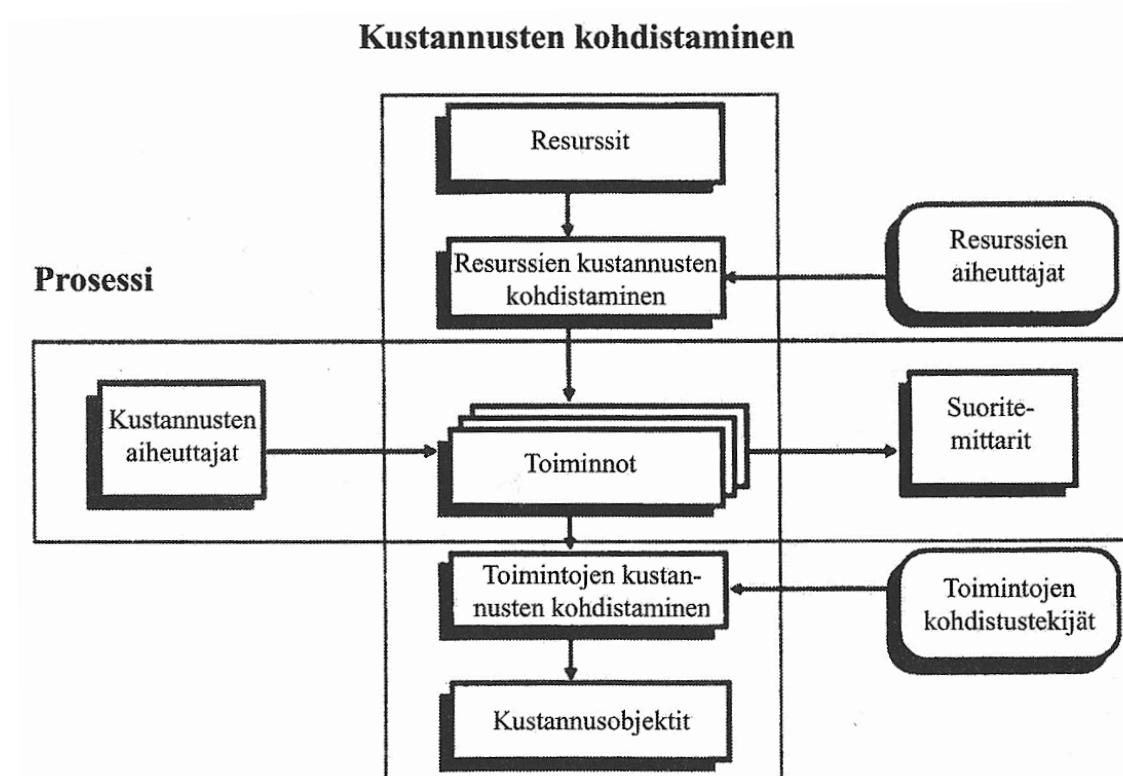
Kun toiminto on tunnistettu, toiminnon käyttämät resurssit tulee avata. Yksittäiselle toiminnolle voidaan laskea perinteinen kustannuserittely. Näin muodostuu **toiminnon kustannusallas**. Kun eri toimintojen käyttämiä resursseja vertaillaan, voidaan toiminnot jakaa **toimintokeskuksiin**. (Turney 2002, 117–118.)

Toimintokeskusten hyöty on tarkastella resurssien jakautumista eri toimintojen välillä, mikä mahdollistaa myös resurssien tehokkuuden selvittämisen. Oleellinen kysymys on usein, kuinka paljon resurssit ovat käyttämättöminä. (Turney 2002, 118.)

Kustannuksia toiminnoille jaetaan resurssien kohdistustekijöiden perusteella. Tarkoitus on toimintolaskenta-analyysin jälkeen jakaa tunnistetut syntyvät kustannukset toiminnoille. Jaettu resurssi on kustannuselementti. Kaikki resurssit eivät tavallisesti ole 100 %:sti käytössä, mutta kapasiteetin ylläpito aiheuttaa kustannuksia. Nämä kustannukset jaetaan tavallisesti tasan toimintojen kesken. Näin muodostuu tietyn toiminnon kustannusallas. (Turney 2002, 115–117.)

Kustannusallas voidaan jakaa edelleen kustannusobjekteihin, toiselta nimeltään kustannusajureihin (Järvenpää ym. 2022, 162; Turney 2002, 118). Toimintojen kustannusten jakaminen tuottaa lisäinformaatiota, mutta voi myös monimutkaistaa laskentaa ja analyysiä. Toisaalta kustannusobjektien tutkiminen auttaa tarkastelemaan eri toimintojen osa-alueiden hyödyllisyyttä, varsinkin jos samaa kustannusobjektia hyödynnetään useammassa toiminnossa. (Turney 2002, 118–120.)

Jos kustannusobjekteja käytetään, toiminnon kustannuksia pitää kohdistaa tarkasti eri kustannusobjekteille. Tämä tapahtuu kohdistustekijöiden avulla. Kustannusobjektin käyttömäärä tietylle toiminnolle on yksi kohdistustekijä. (Turney 2002, 122–123.) Kohdistustekijät yhdessä kustannusobjektien kanssa mahdollistavat hyvin tarkan kustannuslaskennan. Tämä analyysi mahdollistaa myös tuotannon eri osa-alueiden tehokkuuden tarkastelun. (Turney 2002, 123–124.)



Kuva 4. Toiminnon kustannusten tarkastelu moniulotteisesti (Turney 2002, 110).

Toimintolaskentaa ajatellen osaston välittömiä kustannuksia ovat ylläpidon henkilöstökulut, ylläpito budjetti, johdon palkka ja yksikön tilavuokra. Nämä ovat välttämättömiä kulueriä, joita ei voida kohdistaa yksittäisille suoritteille. Näistä muodostuvat toiminnoille jaettavat yleiskustannuslisät. Kyseessä on kustannusobjekti kaikille toiminnoille.

Työntekijöiden ja insinöörien työpanos on suorite, joten nämä kustannukset voidaan kohdistaa toiminnoille. Toiminnot vaativat hyvin erilaista infraa. Infran poistot voidaan siis kohdistaa niihin toimintoihin, missä kyseistä infraa tarvitaan. (Turney 2002, 94.) Perusinfra poisto on edelleen yleiskustannuslisä.

Yleiskustannuslisä voidaan kohdistaa toiminnoille eri tavoin. Jos myös perusinfra poistoja ja vuokrakustannuksia halutaan kohdentaa tarkemmin toiminnoille, se onnistuu volyymiperusteisen kustannusajurin avulla (Järvenpää ym. 2022, 162–163). Vuokra voidaan laskea kokonaispinta-alan mukaan. Kohdistus tapah-

tuu sitten tarkastelemalla pinta-alaa, jonka toiminto vaatii. Samalla tavoin poistoja voidaan kohdentaa arvioimalla perusinfran tarvetta eri toimintojen suorittamiseen. Jos vaikka yksi toiminto ei vaadi kuin viidesosan perusinfrasta, niin tätä voidaan käyttää kustannusajurina.

Kustannuksia voidaan kohdistaa toiminnoille kalkyylien avulla. Kalkyyli pyrkii laskemaan toimintokohtaisen kustannuksen. Yksinkertaisimmillaan käytetään keskimääräiskalkyyliä.

$$\text{Keskimääräiskalkyyli} = \frac{\text{Laskentakauden kokonaiskustannukset}}{\text{Toimintojen suorit määrä}}$$

(Uusi-Rauva ym. 1994, 162–163.) Tämä voidaan kuitenkin laskea vasta jälkikäteen. Tulevaa arvioidaan yleensä normaalikalkyyllillä, joskin siinäkin joudutaan arvioimaan myös tulevaa suorit määrää.

Normaalikalkyyli

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Laskentakauden muuttuvat kustannukset}}{\text{Todellinen suorit määrä}} \\ &+ \frac{\text{Laskentakauden kiinteät kustannukset}}{\text{Normaali suorit määrä}} \end{aligned}$$

(Uusi-Rauva ym. 1994, 162–163.) Normaali suorit määrä katsotaan tilastoista. Näillä kalkyyleillä on kuitenkin mahdollista laskea omakustannushinta suoritteelle. Muuttuvat kustannukset olisivat tällaisessa tapauksessa työkustannukset, ja kiinteät kustannukset ovat aiemmin määritelty infran ylläpito. Kiinteät kustannukset voidaan kuitenkin jakaa selvästi tarkemmin huomioimalla vain juuri tämän toiminnon vaatiman infran ylläpito. Toiminnan työsuorite on yksi kustannusobjekti ja toiminnon vaatiman infran poistot ovat toinen toiminnon kustannusobjekti. Kalkyyli antavat toiminnon kustannukset.

Kalkyyli tarvitsevat käytännössä korjauskertoimia. Korjauskertoimet määritellään tilastojen perusteella. Peruste on, kuinka tehokkaasti toiminto on käytössä ja kuinka tehokkaasti se selviää tarkoituksestaan. Jos toiminto on käytössä vain

80-prosenttisesti, tämä on huomioitava. Samoin jos toiminto on toistettava uudelleen 10 %:ssa tapauksista, toiminnon kustannus nousee. (Turney 2002, 126.) Näistä kahdesta rajoitteesta kalkyyllille tulisi korjauskertoimeksi $1 / (0,9 \times 0,8) = 1,5625$. Kustannusvaikutus on huomattava. Nämä analyysit auttavat toimintojen tehostamisessa ja kokonaistehokkuuden kasvattamisessa. Kertoimet määritellään tilastojen perusteella. Oleellisia kysymyksiä ovat, kuinka usein toimintoja käytetään ja kuinka usein ne onnistuvat.

3.4 Kustannuslaskenta tiivistettynä

Kustannuslaskenta on tärkeää tuotteiden hinnoittelun sekä toiminnan tehokkuuden ja tuotteiden kannattavuuden tarkastelemiseksi. Kustannusten kohdistamiseksi tuotteille on olemassa useita erilaisia tapoja.

Tuotekohtainen kustannuslaskenta pyrkii kohdistamaan kokonaiskustannukset valmiille tuotteelle analysoimatta sen tarkemmin työvaiheita tai resurssien käyttöä. Toimintolaskenta tarkastelee eri tavoin eri toimintoja, joita tarvitaan tuotteen valmistamiseksi. Toimintolaskenta tarkastelee ja analysoi myös resursseja, joita tarvitaan toimintojen toteuttamiseen. Toimintolaskenta voi antaa hyvin runsaasti informaatiota tuotannon analysointiin ja tehostamiseen. Toimintolaskenta on kuitenkin huomattavasti monimutkaisempaa kuin tuotekohtainen kustannuslaskenta.

4 Kate

Kustannuslaskenta pyrkii eri tavoin selvittämään tuotteen nollahinnan. Jos tarkoitus on kuitenkin tehdä tulosta, pitää nollahinnan päälle määritellä kate. **Kate** on muuttuvat kustannukset tai laskennalliset kustannukset, ylittävä hinnanosa. (Jormakka ym. 2022, 163–164.)

Kate määritellään tuotteen hintaan. Tämä tarkoittaa, että tuotteen myyntimäärä määrittelee syntyvän tuoton. Jos myynti on liian alhainen, toiminta on tappiol-

lista, koska kiinteät kustannukset juoksevat. Myyntimäärä, jolla kiinteät kustannukset tulevat katetuksi on nimeltään **kriittinen piste**. (Jormakka ym. 2022, 164–167.)

Kate määritellään useimmiten katetuottoprosenttina. Tämä mahdollistaa myyntihinnan määrittelyn helpommin kustannusten muuttuessa. Katetuottoprosentti määritellään seuraavasti:

$$\text{Tuotteen laskettu nollahinta} = \frac{\text{Tuotteen myyntihinta}}{100 - \text{Katetuottoprosentti}}$$

eli

$$\text{Katetuottoprosentti} = 100 - \frac{\text{Tuotteen myyntihinta}}{\text{Tuotteen laskettu nollahinta}}$$

Tuote tarvitsee katetta, jotta toiminta on kannattavaa. (Jormakka ym. 2022, 163–164.) Kate voidaan määritellä joko vain lopputuotteeseen tai kaikille toiminoille erikseen. Loppuhinta voi siis muodostua eri vaiheiden tai toimintojen hinnoista, joihin on jo lisätty tavoiteltu katetuottoprosentti. Toinen vaihtoehto on pyrkiä määrittelemään tuotteen nollahinta määrittelemällä toimintojen nollahinnat ja laskemalla katetuotto vain valmiille tuotteelle. (Järvenpää ym. 2022, 218–2019.)

Miten katetuotto halutaan lisätä lopputuotteeseen, on vapaasti päätettävissä. Massatuotannossa katteen määrittely eri toiminnoille voi olla hyvinkin käytännöllistä, sillä se mahdollistaa pienten muutosten tekemisen ja loppuhinnan uudelleenmäärittelyn helposti ja nopeasti. Kun myydään monimutkaisia ja asiakkaalle kustomoituja tuotteita, voi olla järkevää määritellä ensin nollahinta ja vasta lopuksi kate. Toisaalta jos monimutkaisessa tuotteessa kate määritellään vasta lopuksi, niin tuotannon riskit voivat olla suuria, ja viivästymisen yhdessä työvaiheessa voi syödä katetuoton nopeastikin.

5 ABB

5.1 ABB Oy lyhyesti

ABB Oy on monikansallisen ABB Groupin Suomen osa. ABB Oy on myös konserni, joka koostuu useista eri yksiköistä. ABB Oy:n osat ovat: Electrification divisioonaan kuuluvat Distribution Solutions, Smart Power ja Wiring Accessories. Motion divisioonaan kuuluvat Drives, IEC LV Motors, Large Motors and Generators ja Motion Service. Industrial Automation divisioonaan kuuluvat Process industries, Energy Industries ja Marine and Ports. Myyntiyksikkönä Suomessa toimii ABB Domestic Sales. Lisäksi ABB Oy:n omaisuudesta huolehtii sisäinen yksikkö ABB GBS & Corporate Functions. (ABB 2023. Our business areas 2023.)

ABB Large Motors and Generators toimii Helsingissä Pitäjänmäellä. Tehdas on ollut toiminnassa vuodesta 1934. Alun perin tehtaassa valmisti sähkökoneita Oy Strömberg AB. Vuonna 1983 Oy Strömberg AB fuusioitui Kymmene Oy:n kassa muodostaen Kymi-Strömberg Oy:n. ASEA osti Kymi-Strömbergin vuonna 1987 muodostaen monikansallisen ASEA-Strömberg -konsernin. Vuonna 1988 nimi muuttui ABB:ksi Asea Brown Boverin, ASEAn omien osuuksien, mukaan. (Pitäjänmäki muistelee 2005.)

Pitäjänmäellä sijaitsee myös ABB Drivesin tehdas. Pitäjänmäen lisäksi ABB:llä on tehtaita Helsingin Vuosaarella, Vaasassa ja Porvoossa. Erilaisia Service-pajoja on ympäri Suomen. ABB työllistää Suomessa yli 4000 ihmistä. (ABB Suomi HR-tilastot 2021.)

5.2 ABB Large Motors and Generators, Helsinki

ABB Large Motors and Generators on ABB Oy:n suuria pyöriviä sähkökoneita valmistava yksikkö, joka toimii Helsingissä Pitäjänmäellä. Tehdas työllistää yli 600 ihmistä ja valmistaa nimensä mukaisesti suuria sähkömoottoreita ja generaattoreita. Koneiden sisäosien halkaisijan vaihtelevat 700 mm:n ja 5400 mm:n

välillä. Koneiden massat vaihtelevat 3000 kg:n ja 120 000 kg:n välillä, eli vaihteluväli on todella suurta. Sähkökonetehtas valmistaa induktiomootoreita, tahtimootoreita ja tahtigeneraattoreita. (Virtanen 2022.)

6 ABB Large Motors and Generatorsin koekenttä

6.1 Koekentän kapasiteetti

Sähkökonetehtaan koekenttä on paikka, missä valmiit sähkömoottorit ja generaattorit testataan ennen kuin ne luovutetaan asiakkaalle. Koekentällä on seitsemän koeajopaikkaa induktiomootoreille (Virtanen 2021, 5). Kolmella koeajopaikalla on mahdollista suorittaa muunlaisia kokeita paitsi koneen tehollista kuormittamista. Viidellä koeajopaikalla induktiomootoreita voidaan kuormittaa niin kutsutulla kaksoistaajuustestillä. Neljällä koeajopaikalla induktiomootoria voidaan ajaa kuormakonetta vasten. (Virtanen 2021, 5.)

Tahtikoneille on viisi koeajopaikkaa. Tahtikoneita voidaan kuormittaa loisteholla jokaisella koeajopaikalla. Tahtimootoreita voidaan myös ajaa tyhjäkäynnillä kolmella koeajopaikalla. Tahtikoneita ei voida ajaa toista konetta vastaan kuin erikoisjärjestelyillä. (Virtanen 2021, 5.)

6.2 Koekentän henkilöstö

Koekenttä jakautuu koekentän ylläpitoon, koekentän insinööreihin, induktiokoestamoon ja tahtikoestamoon. Lisäksi koekentän henkilöstöön kuuluu koekentän päällikkö ja kehityspäällikkö, molemmat ylemmän toimihenkilön sopimuksella. Kehityspäällikkö huolehtii mittaislaitteiston ylläpidosta ja kehittää mittausmenetelmiä. Hän myös tekee ja analysoi kaikkein vaativimmat mittaukset. Koekentän päällikkö toimii hallinnollisena esihenkilönä ja suunnittelee koekentän kehittämistä pitkällä tähtäimellä. (Pärssinen 2023.)

6.2.1 Koekentän insinöörit

Koekentällä työskentelee kuusi koestusinsinööriä ylemmän toimihenkilön sopimuksella. He konsultoivat tuotannosuunnittelua ja myyntiä koejärjestelyiden ja koevaatimusten suhteen, suorittavat vaativampia mittauksia, analysoivat mitaustuloksia ja laativat koestusraportit. (Pärssinen 2023.)

6.2.2 Koekentän ylläpito

Koekentän ylläpitoon kuuluu kaksi työntekijää työntekijän työsopimuksella, yksi asiantuntijateknikko toimihenkilön sopimuksella ja käyttöpäällikkö ylemmän toimihenkilön sopimuksella. Ylläpitohenkilöstö vastaa koekentän infran toimivuudesta ja ylläpidosta sekä edelleen kehittämisestä. (Pärssinen 2023.)

6.3 Induktiokoestamo

Induktiokoestamo käsittää 14 koestajaa työntekijän työsopimuksella ja kaksi työnjohtajaa toimihenkilön sopimuksella. Työnjohdon tehtävä on päivittäisjohtaminen ja koestusten järjestäminen sekä yhteydenpito projektinhoidon, kokoonpanon ja loppuvarustelun välillä. Koestajat suorittavat koneiden siirrot ja asennukset sekä purkamiset koekentälle ja suurimman osan varsinaisista testeistä. Koestusinsinööri tai kehityspäällikkö tekevät vaativimmat mittaukset. Koestusinsinöörit analysoivat tulokset ja laativat koestusraportit. (Pärssinen 2023.)

6.4 Tahtikoestamo

Tahtikoestamo käsittää 14 koestajaa työntekijän työsopimuksella sekä yksi koestaja vuokrahenkilönä. Lisäksi tahtikoestamossa on kaksi työnjohtajaa toimihenkilön sopimuksella. Työnjohdon tehtävä on päivittäisjohtaminen ja koestusten järjestäminen sekä yhteydenpito projektinhoidon, kokoonpanon ja loppuvarustelun välillä. Koestajat suorittavat suurimman osan varsinaisista testeistä. Koestusinsinööri tai kehityspäällikkö tekee vaativimmat mittaukset. Tahtikoestamossa kokoonpano-osaston työntekijät hoitavat koneiden siirrot, asennukset

koekentälle ja purkamisen pois koekentältä. Koestusinsinöörit analysoivat tulokset ja laativat koestusraportit. (Pärssinen 2023.)

6.5 Koekentän infrastruktuuri

Koekentän infrastruktuuri on kirjanpitoarvoltaan tammikuussa 2024 hyvin suuri, tarkka luku on liikesalaisuus. Infrastruktuurille määritellään taloudellinen pitoaika, minkä kuluessa infrastruktuuriin sovelletaan tasapoistoja. Kun infrastruktuuria korjataan tai päivitetään suunnitellusti, tämä näkyy uutena investointina, johon sovelletaan samalla tavoin tasapoistoja. Koekentän infrastruktuurista aiheutui vuonna 2023 poistoja noin 7 % taseen kirjanpitoarvosta. (ABB A 2024.)

Infrastruktuurin ylläpito vaatii myös huoltobudjettia (ABB A 2024). Huoltobudjetilla katetaan yllättävät vauriot ja korjaukset sekä pikaisesti tarvittavat varaosat. Näistä ei muodostu vähennettäviä poistoja, eivätkä nämä hankinnat näy taseessa. Ne ovat puhdas yleiskustannuserä.

7 Koekentän tarjoamat koestukset

7.1 Induktiokoestamo

Induktiokoestamossa koestetaan induktio- eli epätahtimootoreita. Induktiomootoreille on tarjolla vakiona rutiinikoestusohjelma ja lajikoestusohjelma. Kolmas vaihtoehto on räätälöity koestusohjelma. (Häyrinen 2018.)

7.1.1 Induktiomootorin rutiinikoestusohjelma

Rutiinikoestusohjelma sisältää seuraavat koestukset:

1. Silmämääräinen tarkastus
2. Ilmaeristysvälien mittaus
3. Eristysvastusmittaus ennen kokeita
4. Vaihevastusmittaus
5. Pyörimissuunnan tarkistus, liitäntäkotelon merkintöjen tarkistus

6. Akselin pelivaramittaus (vain liukulaakerikoneet)
7. Tärinämittaus
8. Tyhjäkäyntiajo
9. Oikosulkupisteen mittaus
10. Jännitekoestus
11. Eristysvastusmittaus koestusten jälkeen (Häyrinen 2018.)

Koeohjelmalla voidaan laskea hinta joko vakiotuntihinnan mukaan tai yksittäisten kokeiden kohdennettujen kustannusten mukaan. Rutiinikoestusohjelmalle voidaan myös määritellä kiinteä kokonaishinta.

7.1.2 Induktiomoottorin lajikoestusohjelma

Lajikoestusohjelma sisältää seuraavat koestukset:

1. Silmämääräinen tarkastus
2. Ilmaeristysvälien mittaus
3. Eristysvastusmittaus ennen kokeita
4. Vaihevastusmittaus
5. Pyörimissuunnan tarkistus, liitäntäkotelon merkintöjen tarkistus
6. Akselin pelivaramittaus (vain liukulaakerikoneet)
7. Tärinämittaus
8. Lukitun roottorin virta
9. Oikosulkupisteen mittaus
10. Lämpenemäaajo
11. Tyhjäkäyntikäyrät
12. Jännitekoestus
13. Eristysvastusmittaus koestusten jälkeen (Häyrinen 2018.)

Koeohjelmalla voidaan laskea hinta joko vakiotuntihinnan mukaan tai yksittäisten kokeiden kohdennettujen kustannusten mukaan. Lajikoestusohjelmalle voidaan myös määritellä kiinteä kokonaishinta.

7.1.3 Induktiomoottorin räätälöity koestusohjelma

Räätälöity koestusohjelma sisältää vähintään rutiinikoestusohjelman sekä erikoismittauksia. Melko usein koneelle tehdään lajikoestusohjelma sekä päälle erikoismittauksia. Seuraavat erikoismittaukset tehdään vain, jos ne erikseen tilataan. (Häyrinen 2018.)

1. Momenttikäyrä
2. Roottorin hitausmomentin mittaus
3. Lukitun roottorin vääntö
4. Äänimittaus
5. Akselijännitteen mittaus
6. Ylinopeuskoe
7. Ylijännitekoe
8. Ylikuormituskoe
9. Osittaispurkausmittaus
10. Laakereiden avaus ja tutkiminen (Häyrinen 2018.)

Jokainen koe voidaan tilata erikseen (Häyrinen 2018). Näille on määriteltävä koekohtaiset hinnat joko tuntiperusteisesti tai kohdennettujen kustannusten mukaan.

7.2 Tahtikoestamo

Tahtikoestamossa koestetaan tahtimoottoreita ja generaattoreita. Tahtikoneille on tarjolla vakiona rutiinikoestusohjelma ja lajikoestusohjelma. Kolmas vaihtoehto on räätälöity koestusohjelma. (Kolu 2017.)

7.2.1 Tahtikoneen rutiinikoestusohjelma

Rutiinikoestusohjelma sisältää seuraavat koestukset:

1. Silmämääräinen tarkastus
2. Ilmaeristysvälien mittaus
3. Eristysvastusmittaus ennen kokeita
4. Vaihevastusmittaus
5. Lämpötila-antureiden ja lämmitysvastusten mittaus
6. Pyörimissuunnan tarkistus, liitäntäkotelon merkintöjen tarkistus
7. Akselin pelivaramittaus (vain liukulaakerikoneet)
8. Laakereiden sisäänajo
9. Tärinämittaus
10. Tyhjäkäyntiajo
11. Oikosulkupisteen mittaus
12. Magnetointijärjestelmän koe
13. Ylikuormakoe
14. Ylinopeuskoe
15. Jännitekoestus
16. Eristysvastusmittaus koestusten jälkeen (Kolu 2017.)

Koeohjelmalla voidaan laskea hinta joko vakiotuntihinnan mukaan tai yksittäisten kokeiden kohdennettujen kustannusten mukaan. Rutiinikoestusohjelmalle voidaan myös määritellä kiinteä kokonaishinta.

7.2.2 Tahtikoneen lajikoestusohjelma

Lajikoestusohjelma sisältää seuraavat koestukset:

1. Silmämääräinen tarkastus
2. Ilmavälien mittaus
3. Eristysvastusmittaus ennen kokeita
4. Vaihevastusmittaus
5. Lämpötila-antureiden ja lämmitysvastusten mittaus

6. Liitäntäkotelon merkinnät ja pyörimissuunnan tarkistus
7. Aksiaalinen pelivara -mittaus (liukulaakeristen koneiden tapauksessa)
8. Laakeriajo
9. Tärinämittaus
10. Tyhjäkäyntikäyrä
11. Oikosulkupistemittaus
12. Magnetointijärjestelmän koe
13. Ylikuormakoe
14. Nollatehokerroinkoe
15. Kuormituskoe
16. Tyhjäkäyntiajo
17. Oikosulkukäyrä
18. Häviölaskenta
19. Inertiakoe
20. Ylinopeuskoe
21. Jännitekoe
22. Eristysvastusmittaus koestusten jälkeen (Kolu 2017.)

Koestusohjelmalla voidaan laskea hinta joko vakiotuntihinnan mukaan tai yksittäisten kokeiden kohdennettujen kustannusten mukaan. Lajikoestusohjelmalle voidaan myös määritellä kiinteä kokonaishinta.

7.2.3 Tahtikoneen räätälöity koestusohjelma

Räätälöity koestusohjelma sisältää vähintään rutiinikoestusohjelman sekä erikoismittauksia. Melko usein koneelle tehdään lajikoestusohjelma sekä päälle erikoismittauksia. Seuraavat erikoismittaukset tehdään vain, jos ne erikseen tilataan. (Kolu 2017.)

1. Äänimittaus
2. Oikosulkulyönti
3. Jännitteenpalautumiskoe
4. Akselijännitteenmittaus
5. Jännitteenmuodonmittaus

6. Tahtimoottorin käynnistyskoe
7. Kuorma päälle ja pois -koe
8. Ylijännitekoe
9. V-käyrämittaus
10. Pienen jättämän koe
11. Jännitteensyöttökoe
12. Matalan roottorijännitteen katkaisukoe
13. Vaihesulkukoe
14. Impedanssimittaus
15. Lukitun roottorin koe tahtimoottorille
16. Remanenssikäyrä
17. Osittaispurkausmittaus (Kolu 2017.)

Jokainen koe voidaan tilata erikseen (Kolu 2017). Näille on määriteltävä koe-kohtaiset hinnat. Joko tuntiperusteisesti tai kohdennettujen kustannusten mukaan.

8 Koekentän kustannuslaskenta

8.1 Käytettävät kustannusluvut

Koska lopputyöt ovat julkisia, laskentaa ei suoriteta todellisilla luvuilla, vaan suhdeluvuilla. Suhdelukujen kerroin on ABB:n koekentän tiedossa. Budjetoidut kulut vuodelta 2023 (ABB A 2024) on muutettu suhdeluvuiksi kokonaislukujen tarkkuudella. Laskennassa käytetyt suhdeluvut ovat taulukossa 4.

Taulukko 4. Kustannuslaskentaa varten määritellyt suhdeluvut (ABB A 2024).

Kustannus	Suhdeluku
Vuosipoistot taseesta	307
Koekentän henkilöstökulut: johto, ylläpito ja insinöörit	1 767
Induktiokoestamon henkilöstökulut: työnjohto ja koestajat	2 344
Tahtikoestamon henkilöstökulut: työnjohto ja koestajat	2 173
Sähkökulut	604
Koekentän huoltokulut, mukaan lukien vuokratulot	1 164

8.2 Koekentän työtunnit

Projektikohtaiset työtunnit raportoidaan järjestelmään. Koekentällä tehdään kuitenkin myös monenlaisia yleis-, ylläpito- ja huoltotöitä, jotka raportoidaan YK-tunteina. Raha tulee projektikohtaisista tunneista, joten YK-tuntien kustannukset pitää saada sisällytettyä projektituntien hintaan.

Taulukko 5. Raportoidut työtunnit, raakadata (ABB B 2024).

Koekentän yksikkö	Projekti-kohtaiset tunnit	Lisätyötunnit projekteille	YK-tunnit	Yhteensä
Huolto	2 965		4 696	7 661
Induktiokoestamo	20 312	3 403	1 987	25 702
Tahtikoestamo	10 968	2 435	4 235	17 638
Yhteensä	34 245	5 838	10 918	51 001

Insinöörien ja koekentän päällikön tunteja ei näy näissä raportoinneissa lainkaan. Heidän työtään ei siis voi kohdistaa projekteilla, vaan se on puhdas YK-lisä. Taulukon 5 mukaan 67,1 % kaikista raportoiduista tunneista olisi projekti-kohtaisia tunteja. Induktiokoestamossa projektikohtaisia tunteja olisi 79,0 % tunneista, kun taas tahtikoestamossa 62,2 % raportoiduista työtunneista.

Taulukko 6. Raportoitujen projektien ja testien lukumäärä.

Koekentän yksikkö	Koestettuja projekteja	Suoritettuja testejä yhteensä
Induktiokoestamo	1 091	12 223
Tahtikoestamo	170	2 902
Yhteensä	1 261	15 125

8.3 Standardikustannushinta työtunnille

Koekentälle voidaan datan perusteella laskea standardituntihinta. Hinnat voidaan laskea koko koekentälle tai induktio- ja tahtikoestamolle erikseen. Hinnat voidaan laskea insinööriyölle ja tuotannon työlle, eli työntekijätyölle.

8.3.1 Laskennallinen tuntihinta 2023

Yhteinen kustannuslisä: ylläpidon henkilöstöbudjetti + johdon henkilöstöbudjetti + huoltobudjetti + poistot + sähkökulut.

Ylläpidon henkilöstö käsittää neljä henkilöä ja johto yhden. Insinöörejä on kuusi. Näin ollen ylläpidon ja johdon henkilökulut ovat $5 / 11 \times$ Taulukon 4 kohta Koekentän henkilöstökulut: johto, ylläpito ja insinöörit.

Yhteinen kustannuslisä: $5 \times 1767 / 11 + 1164 + 307 + 604 = 2878$

Insinöörien palkkabudjetti: $6 \times 1767 / 11 = 963,8$

Vuonna 2023 oli 151 normaalia työpäivää (Päivälaskuri 2024). Laskennallisia työtunteja oli työntekijöillä ja työnjohtajilla siis $7,26 \text{ h} \times 151 = 1096,26$ tuntia, katso luku 2.1.5. Ylempien toimihenkilöiden laskennallinen vuosityöaika 2023 oli $7,5 \text{ h} \times 151 = 1132,5$ tuntia. Ylempien toimihenkilöiden kaikki työkustannukset ovat lähtökohtaisesti yleiskuluja. Insinöörien työn voi määritellä myös laskutettavaksi työksi. Ylläpidon, johdon sekä sähkön kulut ovat yleiskuluja.

Työntekijän laskennallinen tuntihinta =

$$\frac{0,6 \times \text{yleinen kustannuslista} + \text{työntekijöiden yleiskustannuslista} + \text{työntekijöiden laskennallinen palkkasumma}}{\text{Työntekijöiden määrä} \times 1096,02} =$$

$$\frac{0,6 \times 2878 + 2344 + 2173}{(28 + 13) \times 1096,02} = 0,13891$$

Erillistä työntekijöiden yleiskustannuslisää ei tunnustettu. Työnjohdon palkat olisivat sellainen, mutta ne on laskettu mukaan koestamoiden henkilöstöbudjetteihin, joten niitä ei eroteta erilliseksi lisäksi.

Taulukko 5:n mukaan 67 % koekentän tunneista on projektikohtaisia työtunteja. Tällä perusteella **työntekijän tuntihinta** olisi $0,13891 / 0,67 = 0,20733$

Koestamokohtaisesti laskettuna

Työntekijän laskennallinen tuntihinta induktiokoestamo =

$$\frac{0,6 \times 2878 + 2344}{28 \times 1096,02} = 0,13267$$

Taulukko 5:n mukaan 79 % induktiokoekentän tunneista on projektikohtaisia työtunteja. Tällä perusteella **induktiokoestamon työntekijän tuntihinta** olisi $0,13891 / 0,79 = 0,17583$.

Työntekijän laskennallinen tuntihinta tahtikoestamo =

$$\frac{0,6 \times 2878 + 2173}{13 \times 1096,2} = 0,27366$$

Taulukko 5:n mukaan 62 % tahtikoekentän tunneista on projektikohtaisia työtunteja. Tällä perusteella **tahtikoestamon työntekijän tuntihinta** olisi $0,27366 / 0,62 = 0,44139$.

Insinöörin laskennallinen tuntihinta =

$$\frac{0,4 \times \text{yleinen kustannuslista} + \text{insinöörien yleiskustannuslista} + \text{insinöörien laskennallinen palkkasumma}}{\text{Insinöörien määrä} \times 1702,5} =$$

$$\frac{0,4 \times 2878 + 963,8}{6 \times 1132,5} = 0,31124$$

Erillistä insinöörien kustannuslisää ei tunnistettu. Insinöörien työstä arviolta puolet menee tuotekehitykseen ja suunnittelun tukeen. Jos arvioimme, että puolet työstä liittyy suoraan koestuksiin, saadaan **insinöörin tuntihinnaksi** $0,31124 / 0,5 = 0,62248$.

Koestamoiden työntekijöiden laskennallisia tuntihintoja voi käyttää suoraan kentän varaushintoina. Käytännössä kentän varaus estää työnteon sillä kentällä, joten työntekijän tuntihinta on sopiva hinnoittelumekanismi.

8.3.2 Toteutunut tuntihinta 2023

Toteutunut tuntihinta koko koekentälle ilman mitään erittelyitä on:

$$\frac{\begin{array}{l} \textit{Työntekijöiden toteutunut palkkasumma + työnjohtajien toteutunut} \\ \textit{palkkasumma + ylläpidon työntekijöiden toteutunut palkkasumma +} \\ \textit{ylläpidon päällikön toteutunut palkkasumma + insinöörien toteutunut} \\ \textit{palkkasumma + osaston päällikön toteutunut palkkasumma +} \\ \textit{poistot + osaston ylläpitobudjetti + sähkölasku + osaston maksama} \\ \textit{vuokra} \end{array}}{\textit{Toteutuneet projektikohtaiset tunnit}} =$$

$$\frac{2\,344 + 2\,173 + 1\,767 + 307 + 1\,164 + 604}{34\,245} = 0,24407$$

Toteutunut tuntihinta voidaan laskea myös tahti- ja induktiokoestamoille erikseen. Induktiokoestamossa on selvästi enemmän tunteja ja testejä. Kuitenkin insinööri- johto- ja ylläpitotyö jakautuu suunnilleen puoliksi; esimerkiksi puolet koestusinsinööreistä tekee induktiokoneiden koestusraportteja. Poistot ja huoltokulut on nyt yksinkertaisuuden vuoksi jaettu puoliksi koestamoiden kesken

Induktiokoestamon toteutunut tuntihinta 2023:

$$\frac{2344 + 0,5 \times (1767 + 307 + 1\,164 + 604)}{20\,312 + 0,5 \times 2\,965} = 0,19567$$

Tahtikoestamon toteutunut tuntihinta 2023:

$$\frac{2173 + 0,5 \times (1767 + 307 + 1\,164 + 604)}{10\,968 + 0,5 \times 2\,965} = 0,32879$$

8.4 Testiohjelmakohtainen laskennallinen tuntihinta

Rutiinikoestusohjelma ja lajikoestusohjelma ovat standardinomaisia testikokonaisuuksia. Ne voidaan hinnoitella yhtenä pakettina.

Induktiokoestamon rutiinikoestusohjelma kestää tilastojen (Liite 1) mukaan 95 % luottamusvälillä korkeintaan 20 tuntia. Induktiokoneiden rutiinikoestusohjelma maksaisi työntekijöiden työnä $20 \times 0,17583 = 3,5166$.

Insinöörien työtä tarvittaisiin oletettavasti yksi työpäivä eli 7,5 tuntia. Insinööri-työn hinta rutiinikoestusohjelmalle: $0,62248 \times 7,5 = 4,6686$.

Kokonaishinta induktiokoneen rutiinikoestusohjelmalle:

$$3,5166 + 4,6686 = 8,1852$$

Induktiokoestamon lajikoestusohjelma kestää tilastojen mukaan 95 %:n luottamusvälillä korkeintaan 75 tuntia. Induktiokoneiden lajikoestusohjelma maksaisi työntekijöiden työnä $75 \times 0,17583 = 13,18725$.

Insinöörien työtä tarvittaisiin oletettavasti yksi työpäivä raportointiin ja yksi työpäivä mittauksiin eli 15 tuntia. Insinööri-työn hinta rutiinikoestusohjelmalle: $0,62248 \times 15 = 9,3372$.

Kokonaishinta induktionkoneen lajikoestusohjelmalle:

$$13,18725 + 9,3372 = 22,52445$$

Räätälöity koestusohjelma sisältää useimmiten lajikoestusohjelman ja lisätestejä. Tilastot kertovat, että räätälöidyssä koestusohjelmassa testit kestävät useimmiten korkeintaan 5 tuntia. Lisätestin hinnaksi voidaan laskea 5 tuntia työntekijätyötä ja kaksi tuntia insinööri-työtä.

Induktiokoneen räätälöidyn koestusohjelman lisätestien hinta:

$$5 \times 0,17583 + 2 \times 0,62248 = 2,12411$$

Tahtikoestamon rutiinikoestusohjelma kestää tilastojen mukaan 95 % luottamusvälillä korkeintaan 80 tuntia. Tahtikoneiden rutiinikoestusohjelma maksaisi työntekijöiden työnä $80 \times 0,44139 = 35,3112$.

Insinöörien työtä tarvittaisiin oletettavasti kolme työpäivää eli 22,5 tuntia. Insinööriyön hinta rutiinikoestusohjelmalle: $0,62248 \times 22,5 = 14,0058$.

Kokonaishinta tahtikoneen rutiinikoestusohjelmalle:

$$35,3112 + 14,0058 = 49,3170$$

Tahtikoestamon lajikoestusohjelma kestää tilastojen (Liite 2) mukaan 95 %:n luottamusvälillä korkeintaan 180 tuntia. Tahtikoneiden lajikoestusohjelma maksaisi työntekijöiden työnä $180 \times 0,62248 = 112,0464$.

Insinöörien työtä tarvittaisiin arviolta yksi viikko raportointiin ja kolme työpäivää mittauksiin eli 60 tuntia. Insinööriyön hinta lajikoestusohjelmalle:

$$0,62248 \times 60 = 37,3488$$

Kokonaishinta tahtikoneen lajikoestusohjelmalle:

$$112,0464 + 37,3488 = 149,3952$$

Räätälöity koestusohjelma sisältää useimmiten lajikoestusohjelman ja lisätestejä. Tilastot kertovat, että räätälöidyssä koestusohjelmassa testit kestävät useimmiten korkeintaan 10 tuntia. Lisätestin hinnaksi voidaan laskea 10 tuntia työntekijätyötä ja 5 tuntia insinööriyötä.

Tahtikoneen räätälöidyn koestusohjelman lisätestien hinta:

$$10 \times 0,62248 + 5 \times 0,62248 = 9,3372$$

8.5 Koekentän toimintolaskenta

Toimintolaskentaa ei pystytä hyödyntämään täysimääräisesti, koska työvaihekohtaista dataa ei ole saatavilla. Liitteissä 1 ja 2 on selvitetty tilastollisesti eniten työaikaa lisääviä työvaiheita, käytännössä testejä. Lisäksi osa testeistä vaatii insinöörien osallistumista, suurin osa ei tarvitse.

8.5.1 Induktiokoestamon testikohtaiset hinnat

Rutiinikoestusohjelmassa testit kestävät laskennallisesti kaksi tuntia. Jokainen testi maksaisi $2 \times 0,17583 = 0,35166$, paitsi tärinämittaus; tärinämittaus tarvitsee insinöörin. Tärinämittaus maksaisi $2 \times 0,17583 + 2 \times 0,62248 = 1,59662$.

Lisäksi rutiinikoestusohjelman raportointi maksaisi $5,5 \times 0,62248 = 3,42364$.

Kokonaishinnaksi tulee **rutiinikoestusohjelman kokonaishinnaksi**

$0,35166 \times 9 + 1,59662 + 3,42364 = 8,1852$ eli sama kuin koeohjelmakohtaisessa hinnoittelussa. Toimintolaskenta kuitenkin erottaa tärinämittauksen kalleimmaksi testiksi rutiinikoestusohjelmassa.

Liitteen 1 perusteella lajikoestusohjelmassa hinnan nostaa käytännössä lämpenemäajo. Lajikoestusohjelmassa lämpenemäajo maksaisi liitteen 1 datan perusteella arvioituna 41 työntekijätunnin verran eli $41 \times 0,17583 = 7,20903$. Tämän lisäksi lämpenemäajossa tarvitaan insinöörin apua mittauksen järjestelyssä ja lopetuskriteerien arvioinnissa. Käytännössä lämpenemäajoon pitää laskea yhden insinöörin viiden tunnin työ $5 \times 0,62248 = 3,1124$ eli yhteensä $7,20903 + 3,1124 = 10,32143$. Tärinämittaus maksaisi edellä lasketun $1,59662$ ja muut testit $0,35166$ kappaletta. Lajikoestusohjelman raportointi maksaisi $10 \times 0,62248 = 6,2248$. **Lajikoestusohjelman kokonaishinnaksi** muodostuisi $9 \times 0,35166 + 1,59662 + 10,32143 + 6,2248 = 22,01111$. Tulos on hyvin lähellä vakiotuntihinnalla laskettua tulosta. Lajikoestusohjelmassa toteutunut tuntimäärä vaihtelee reilusti, mikä selittää pienen eron. Lämpenemäajo tunnustetaan selvästi kalleimmaksi testiksi lajikoestusohjelmassa.

Liitteen 1 perusteella räätälöidyn koestusohjelman yksittäisten testien voitaisiin arvioida kestävän 3 tuntia, paitsi akselijännitteen mittauksen ja laakeriavauksen. Lisäksi PD-mittaus tarvitsee 5 tuntia insinööryötä, koska insinöörin on tehtävä tämä mittaus ja raportoitava se erikseen.

PD-mittauksen hinta: $3 \times 0,17583 + 5 \times 0,62248 = 3,63989$

Akselijännitteen mittaus pitäisi tilastojen mukaan laskea 10 tunnin työntekijätöön mukaan. Päälle tulee aiemmin arvioitu 2 tuntia insinööryötä.

$10 \times 0,17583 + 2 \times 0,62248 = 3,00326$

Laakeriavaus lisää työaika peräti 23 tuntia. Jos pidämme arvion insinöörin työmäärästä samana, tulee hinnaksi $23 \times 0,17583 + 2 \times 0,62248 = 5,28905$.

Muiden räätälöidyn koestusohjelman testien kokonaishintana voidaan pitää 3 tuntia työntekijätöitä ja 2 tuntia insinööryötä:

$3 \times 0,17583 + 2 \times 0,62248 = 1,77245$

8.5.2 Tahtikoestamon testikohtaiset hinnat

Rutiinikoestusohjelmassa testit kestävät laskennallisesti viisi tuntia, kun riittävä todennäköisyys huomioidaan. Jokainen testi maksaisi $5 \times 0,44139 = 2,20395$, paitsi tärinämittaus; tärinämittaus tarvitsee insinöörin. Tärinämittaus maksaisi $5 \times 0,44139 + 5 \times 0,62248 = 5,31935$.

Lisäksi rutiinikoestusohjelman raportointi maksaisi $17,5 \times 0,62248 = 10,8934$

Rutiinikoestusohjelman kokonaishinnaksi tulee

$15 \times 5 \times 0,44139 + 5,31935 + 10,8934 = 49,317$, eli eroa koeohjelmakohtaiseen hinnoitteluun tulee 0,005.

Liitteen 2 perusteella lajikoestusohjelmassa suurin vaikutus lajikoestusohjelman pidentyneeseen testiaikaan on testeillä lämpenemäajo, häviölaskenta ja inerttiakoe. Niistä tulee lajikoestusohjelman kallein kustannus. Kustannus on liitteen 2 datan perusteella arvioituna 3×50 työntekijätunnin verran eli

$3 \times 50 \times 0,44139 = 66,2085$. Tämän lisäksi näissä kaikissa kokeissa tarvitaan insinöörin apua mittauksen järjestelyssä ja lopetuskriteerien arvioinnissa. Käytännössä jokaiselle kokeelle pitää laskea yhden insinöörin yhden työpäivän työtunnit $7,5 \times 0,62248 = 4,6686$ eli yhteensä $3 \times 4,6686 = 14,0058$. Nämä kalliimmat kokeet kustantavat yhteensä $66,2085 + 14,0058 = 80,2143$.

Työskentely tahtikentällä on hitaampaa suurempien koneiden ja suurempien laitteiden vuoksi. Muiden lajikokeen testien laskennallinen aika, kun kolme hankalinta testiä huomioidaan erikseen, on 5,5 tuntia per testi. Testikohtainen hinta työntekijöiden työnä olisi siis $5,5 \times 0,44139 = 2,427645$. Tärinämittaus on kalliimpi insinööriyön vuoksi. Tärinämittauksen työaika pitenee tilastojen mukaan lajikoestusohjelman yhteydessä. Tärinämittaus maksaisi $5,5 \times 0,44139 + 5,5 \times 0,62248 = 5,850009$. Lisäksi raportointi vie viikon insinööriyötä. Aiempi arvio insinööriyölle oli 8 työpäivää, mistä kolme päivää menee mittauksiin. Jos pysymme tässä arvioissa, niin raportointiin pitäisi riittää 37,5 h, mistä tärinämittauksen aika olisi 5,5 h, joten peruseraportointiin jää 32 h.

Lajikoestusohjelman kokonaishinnaksi tulee

$18 \times 2,427645 + 80,2143 + 5,850009 + 32 \times 0,62248 = 149,68127$. Eroa koeohjelmakohtaiseen hinnoitteluun tulee 0,286.

Liitteen 2 tilastojen perusteella **räätälöidyn koestusohjelman** mukaisten testien voitaisiin arvioida kestävän 6 tuntia. Erotuksena häviölaskenta, inertiakoe, äänimittaus ja V-käyrä kestävät 50 tuntia jokainen ja akselijännitteen mittaus 65,5 tuntia.

Häviölaskennan, inertiakokeen, äänimittauksen ja V-käyrän työntekijäkustannus olisi $50 \times 0,44139 = 22,0695$ Mittauksiin ja raportointiin tarvitaan insinöörejä. Jos pitäydymme aikaisemmissa arvioissa lisätestien vaativan yhden päivän insinööriyötä per testi, tulee näiden testien hinnaksi $7,5 \times 0,62248 + 22,0695 = 26,7381$ per testi.

Akselijännitteen mittauksen kustannus olisi 60,5 tunnin työntekijäkustannuksella ja 5 tunnin insinööriyön kustannuksella

$$60,5 \times 0,44139 + 5 \times 0,62248 = 29,8165.$$

PD-mittaus ei tilastollisen tarkasteltuna pidennä kokonaistestiaikoja, mutta vaatii insinöörin mittaamaan ja raportoimaan. Mittausaika on liitteen 2 mukaan 4 tuntia. Lisäksi tulee 2 tuntia insinööriyötä raportoinnista. Hinta on $4 \times 0,44139 + 6 \times 0,62248 = 5,50044$.

Muiden räätälöidyn koestusohjelman testien kokonaishintana voidaan pitää 6 tuntia työntekijätyötä ja 3 tuntia insinööriyötä:

$$6 \times 0,44139 + 3 \times 0,62248 = 4,51578.$$

8.6 Pohdinta koekentän kustannuslaskennan tuloksista

Kiinteät kustannukset koekentällä ovat korkeat, eikä koekentän toiminta itsessään tuota voittoa. Toimiva koekenttä on kuitenkin ehdoton vaatimus, että valmiit koneet saadaan maksaville asiakkaille.

Kustannuksia erilaisille kokeille ja koeohjelmille sekä ajalle on laskettu luvussa 8.5 kahdella eri tavalla: vakiotuntihinnalla tai testikohtaisesti arvioituna. Laskenta perustuu toteutuneisiin tunteihin vuonna 2023, joten on ymmärrettävää, että tulokset ovat lähes samat laskentatavasta riippumatta. Testikohtaisesti arvioituna työläimmät ja niin muodoin kalleimmat testit saatiin erotettua sekä induktiokoestamossa, että tahtikoestamossa. Näiden testien läpimenoajan lyhentämistä tai automatisointimahdollisuuksia kannattaa kehittää. Laskettu tuntihinta sopii kentän varaushinnaksi sekä mahdollisille uusille testeille, mutta ei tavanomaisille testeille.

Tilastot kertovat, että koekenttä ei toimi 100 %:n teholla. Työskentelyaste vaihtelee 60 %:n ja 75 %:n välillä. Koska kustannuslaskenta on tehty näiden käyttöasteiden perusteella nollakatteella, niin tarvittava kate olisi noin 35 % laskettuna koekentän kustannuksista. Käytännössä koekenttä kuitenkin tarjoaa tuotantohinnat sisäiseen käyttöön. Suunnittelu laskee nollahinnan, minkä päälle myyjät

neuvottelevat lopputuotteen katteen. Koekentän kustannuslaskenta toimii siis ensisijaisesti sisäisen kustannuslaskennan ja tuotannon kehityksen työkaluna.

9 Päätäntö

9.1 Yhteenveto kustannuslaskennasta

Jotta liiketoiminta on kannattavaa, tuotannon kustannukset on katettava. Tuotannon lisäksi on myös hallinnollisia kustannuksia ja markkinointikustannuksia. Isoissa organisaatioissa kustannuksia tarkastellaan tavallisesti osastokohtaisesti eli tehdään sisäistä kustannuslaskentaa. Kustannusten tunnistaminen on tärkeä osa kustannuslaskentaa. Kustannusrakenteet avaavat prosessia ja helpottavat erilaisten tehostamismahdollisuuksien löytämistä.

Kustannuslaskenta voi perustua suunnitelmiin tai aiemmin toteutuneisiin kustannuksiin tai näiden yhdistelmiin. Kustannusarvioiden perusteella laaditaan budjetit ja budjettien kattamiseksi luodaan yritysstrategia. Tuotto-odotukset ja budjetit pitää kattaa tuotteiden katteilla. Useimmiten kate lasketaan vasta lopputuotteen hintaan. Periaatteessa vakiotuotteiden tapauksessa katteen voisi laskea myös osastokohtaisiin kustannusarvioihin. Raskaassa teollisuudessa hinnat ovat tavallisesti neuvottelukysymyksiä, joten kate neuvotellaan myyjän ja ostajan välisissä hintaneuvotteluissa. Näiden neuvottelujen kannalta on entistä tärkeämpää, että kustannusrakenteet ja sisäiset kustannukset ovat tiedossa.

Kustannusten kohdistaminen tuotteille voidaan tehdä eri tavoin. Kustannukset voidaan laskea esimerkiksi tuotetta kohti tai työtuntia kohti. Tuotteen komponentit voidaan myös hinnoitella erikseen. Mitä yhdenmukaisempi valmis tuote on, sitä vähemmän tarkasti tuotteen kustannuksia kannattaa määritellä. Mikäli tuotetta tai palvelua räätälöidään asiakkaan toiveiden mukaan, pitää erikoistoi-veiden kustannukset määritellä mahdollisimman hyvin. Teoreettisen tuotannon ja käytännön tuotannon välinen epävarmuus pitää ottaa huomioon laskennassa. Epävarmuutta voidaan arvioida edellisten vuosien tilastojen avulla.

9.2 Yhteenveto ABB Large Motors and Generatorsin koekentän kustannuslaskennasta

ABB Large Motors and Generatorsin koekentällä tehdään erilaisia loppukokeuksia erilaisille sähkömoottoreille ja generaattoreille. Koekentällä on suuri henkilöstö ja suuri määrä infrastruktuuria, minkä johdosta koekentän kiinteät kustannukset ovat hyvin suuret.

Kustannuksia on pyritty kohdistamaan koekentän tuotteisiin, eli vakionuotoisiin koestusohjelmiin ja erikoistesteihin eri tavoin. Laskenta perustui vuoden 2023 toteutuneisiin tilastoihin ja budjetteihin. Laskenta suoritettiin suhdeluvuilla, koska opinnäytetyöt ovat julkisia, ja liiketoiminnan rahasummat ovat liikesalaisuuksia. ABB osaa muuttaa suhdeluvut euroiksi. Tuotekohtainen kustannuslaskenta ja toimintolaskenta antoivat hyvin samansuuntaiset tulokset, vaikka eroja syntyikin.

Vakiohinnastoa ei pystytä tämän lopputyön perusteella laatimaan. Oletettu tuntihinta ja toteutunut tuntihinta vuonna 2023 poikkeavat toisistaan, mikä osoittaa tuotannon vaihtelun aiheuttaman epävarmuuden. Oletettu tuntihinta ei huomioi ylityksiä, eli kokonaistuntimäärän ylitystä tai ylitysten aiheuttamia palkkakustannusten nousua. Toteutuneissa tunneissa ja toteutuneissa palkkakustannuksissa nämä ovat mukana, mutta eivät erotettuna.

Luotettavia hintoja ei siis saatu määritettyä. Koekentän kustannusrakenne saatiin kuitenkin avattua kattavasti. Lisäksi toimintolaskenta, melko vajavaisesti toteutettunakin, auttoi tunnistamaan kalleimmat koekentän testit. Tätä voidaan pitää tämän lopputyön suurimpana hyötynä. Tuotannon kehitystä ja tehostamista ajatellen huomio kannattaa tulevaisuudessa keskittää juuri noihin kalleimpiin testeihin.

9.3 Loppusanat

Tässä lopputyössä on käyty läpi kustannuslaskennan periaatteita ja ABB Large Motors and Generatorsin kustannusrakennetta ja koestusten kustannuksia. Muukaan on otettu myös tilastoanalyysiä.

Kustannuslaskentaan on monia eri työkaluja ja tyylejä. Eri tavoin suoritettuna kustannusten kohdistaminen antaa erilaisia kokonaishintoja. Kiinteiden kustannusten ollessa korkeat eri laskentatavat antavat silti saman suuruusluokan tuloksia.

Työ oli mielenkiintoinen kokonaisuus ja sen tekeminen avasi minulle omaa työpaikkaani uudella tavalla. Olen itse hoitanut koekentän teknisiä asioita jo useita vuosia ja myös nähnyt budjettien tulevan ja menevän. Nyt sain selvittää, mihin eurot todella menevät.

Lähteet

ABB 2023. Our business areas 2023. https://new.abb.com/about/our-businesses?_gl=1*mfm4pf*_ga*MTk4Mzc3MzAwMC4xNzAz-MDQ3MDk3*_ga_46ZFBRSZNM*MTcwMzA0NzA5Ny4xLjAuMTcwMzA0NzA5OS41OC4wLjA.&_ga=2.257981898.1395010481.1703047097-1983773000.1703047097. Viitattu 20.12.2023.

ABB A 2024. ABB Large Motors and Generators koekentän toteutuneet budjetit vuodelta 2023.

ABB B 2024. ABB Large Motors and Generators koekentän tilastotiedot vuodelta 2023.

ABB Suomi HR-tilastot 2021. ABB henkilöstöhallinnon tilastot ABB Oy:n Suomen toiminnoista 31.12.2021.

Elinkeinoelämän keskusliitto 2024. <https://ek.fi/tutkittua-tietoa/tietoa-suomen-taloudesta/hinnat/>. Viitattu 15.3.2024.

Hakonen, Marika & Eklund, Irina & Roos, Miia 2016. Taloushallinnon taitajaksi. 6. uudistettu painos. Sanoma Pro Oy, Helsinki.

Hilke, Henri 2023. Arvio henkilösivukustannuksista vuodelle 2024. Arvio B 12.9.2023.

Häyrinen, Henri 2018. Induction motors and generators final testing. ABB:n sisäistä koulutusmateriaalia.

Kolu, Mika 2017. Synchronous motors and generators final testing. ABB:n sisäistä koulutusmateriaalia.

Jormakka, Raija & Koivusalo, Kaija & Lappalainen, Jaana & Niskanen, Mervi 2021. Laskentatoimi. 7. uudistettu painos. Edita publishing Oy Helsinki

Järvenpää, Marko & Länsiluoto, Marko & Partanen, Vesa & Pellinen, Jukka 2022. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. 2.–6. painos. Sanoma Pro Oy Helsinki.

Kirjanpitolaki 1997. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1997/19971336?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=kirjanpitolaki>. Viitattu 17.1.2024

Laki työehtosopimuksen yleissitovuuden vahvistamisesta 2021. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010056>. Viitattu 18.1.2024.

Pajuoja, Satu 2023. Selvitys työntekijöiden palkkamallista. Esitelmä 8.12.2023.

Palkanlaskijan opas 2023. <https://palkanlaskijanopas.fi/taulukot/palkkahallinnon-tarkeat-luvut/palkkahallinnon-tarkeat-luvut-2023/>. Viitattu 13.11.2023.

Pitäjänmäki muistelee 2005. <https://pitajanmakimuistelee.com/elinkeinoelama/oy-stromberg-ab/>. Viitattu 19.12.2023.

Pro 2023. Työehtosopimus. Teknologiateollisuuden toimihenkilöt. 15.2.203-30.11.2024.

Päivyri 2023. <https://www.paivyri.fi/info/blogi/arkipyhat-2024/>. Viitattu 19.12.2023.

Pärssinen, Kari 2023. Keskustelu koekentän päällikön kanssa 8.12.2023.

Teknologiateollisuus ry 2022. https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/2022-01/Vuosity%C3%B6aika_PRO_2022-2023.pdf. Viitattu 18.3.2024.

Teollisuusliitto 2023. Teknologiateollisuuden työnantajat ry:n ja Teollisuusliitto ry:n välinen työehtosopimus teknologiateollisuuden työntekijä. 6.2.2023-30.11.2024.

Turney, Peter B. B. 2002. Toimintolaskenta. Suom. Lehmusvirta, Maija & Malmi. Teemu. 2. uudistettu laitos. Tietosanoma Oy, Helsinki.

Työaikalaki 872/2019. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2019/20190872>. Viitattu 8.11.2023.

Työehtosopimuksen yleissitovuuden vahvistamislautakunta 2022. <https://tyoehdosopimuksenyaleissitovuudenvahvistamislautakunta.fi/-/teknologiateollisuuden-tyoehdosopimusten-yleissitovuus-ratkaistu>. Viitattu 27.11.2023.

Työehtosopimuksen yleissitovuuden vahvistamislautakunta 2024. <https://tyoehdosopimuksenyaleissitovuudenvahvistamislautakunta.fi/lautakunnan-tehtavat>. Viitattu 18.1.2024.

Työsopimuslaki 2001. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010055?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ty%C3%B6sopimuslaki#L2P7>. Viitattu 30.1.2024.

Uusi-Rauva, Erkki & Haverila, Matti & Kouri, Ilkka 1994. Teollisuustalous. 2. painos. Tammer-Paino, Tampere.

Veronmaksajain keskusliitto 2022. <https://www.veronmaksajat.fi/neuvot/yritysvero/henkilosto/tyonantajavelvoitteet-ja-ilmoittaminen/2022/tyonantajamaksut-2023/#1e467222>. Viitattu 13.11.2023.

Virtanen, Jaakko 2021. 3AFP9400324. Konetehtaan koestamon lopputestausmahdollisuudet. ABB:n sisäinen ohje.

Virtanen, Jaakko 2022. ABB Large Motors and Generators Helsinki factory. Helsingin tehtaan esittelypowerpoint.

YTN 2023. Työehtosopimus, teknologiateollisuuden ylemmät toimihenkilöt 2023-2024.

Liite 1. Induktiokoestaomon tilastoja

Luvun 8 laskennat perustuvat näihin tilastotietoihin. Tilasto on kerätty tuntiseurantajärjestelmästä ja se käsittää vuoden 2023 koekentän tietoja (ABB B 2024). Tilastoa on tutkittu Minitab® 21.4.2 (64-bit) -ohjelmalla. Tilastoissa on määritetty testiohjelma, koestuksen suunniteltu ja toteutunut kesto, tehdyt testit, testien keskimääräinen kestoaika.

Perusanalyysitiedot induktiokonetestien tuloksista:

Statistics

Variable	Test code	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3
True hours	RO	861	0	10.857	0.600	17.602	1.500	5.500	7.400	12.760
	SP	151	0	41.71	2.39	29.31	5.42	23.27	31.14	50.64
	TY	79	0	29.63	2.40	21.31	5.18	19.25	23.28	33.37
Hours per test	RO	861	0	1.0855	0.0600	1.7602	0.1500	0.5500	0.7340	1.2760
	SP	151	0	2.398	0.123	1.507	0.387	1.378	1.887	2.914
	TY	79	0	2.275	0.185	1.640	0.384	1.475	1.791	2.567
Variable	Test code	Maximum								
True hours	RO	456.790								
	SP	167.59								
	TY	145.60								
Hours per test	RO	45.6790								
	SP	8.380								
	TY	11.200								

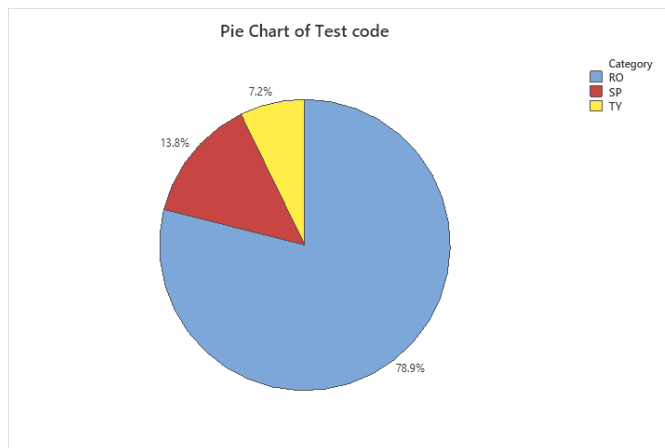
Kuva 1. Kuvakaappaus induktiokoneiden tilaston tunnusluvuista.

Selitykset:

- Variable Muuttuja
- Test code Testiohjelma
- N Alkioiden määrä
- N* Poistettujen alkioiden määrä
- Mean Keskiarvo
- SE Mean Standardvirhe
- Minimum Minimi

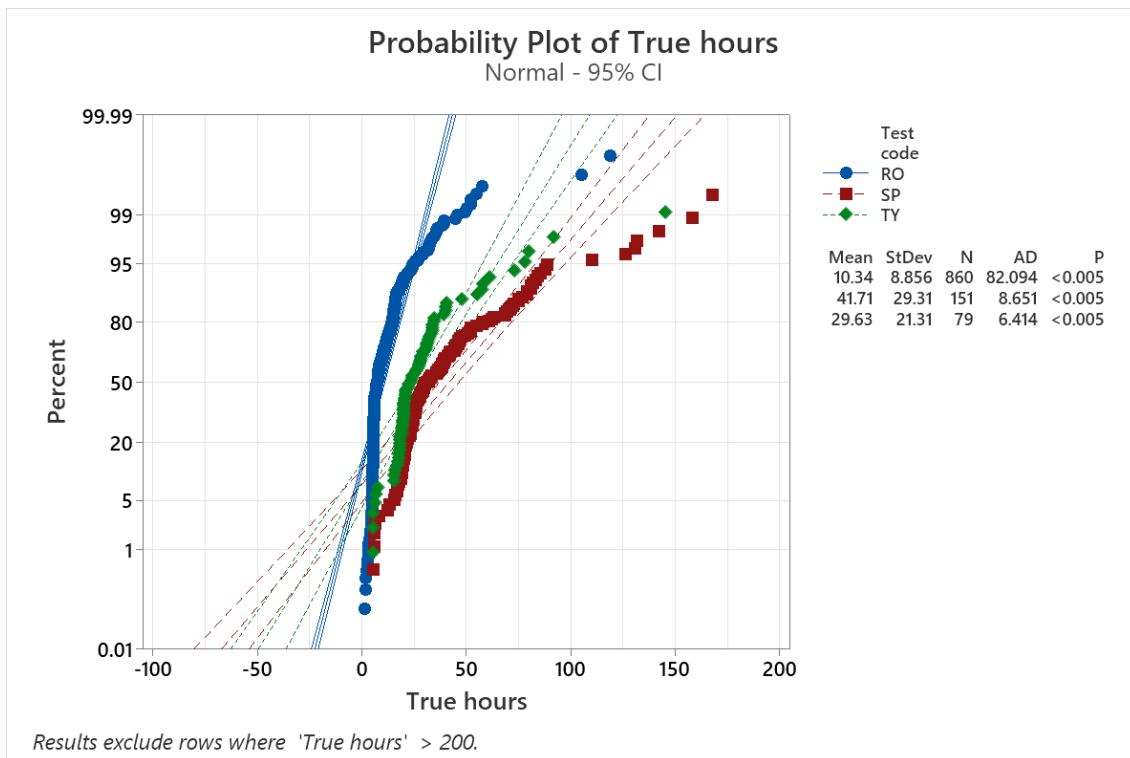
- Q1 Kvartili 1
- Q3 Kvartili 3
- Median Mediaani
- Maximum Maksimi
- RO Rutiinitestiohjelma
- TY Lajikoestusohjelma
- SP Räättälöity koestusohjelma
- True hours Toteutunut koestusaika
- Hours per test Toteutunut koestusaika jaettuna testien lukumäärällä

Tilasto kertoo, että suurin osa koestuksista on rutiinikoestuksia.



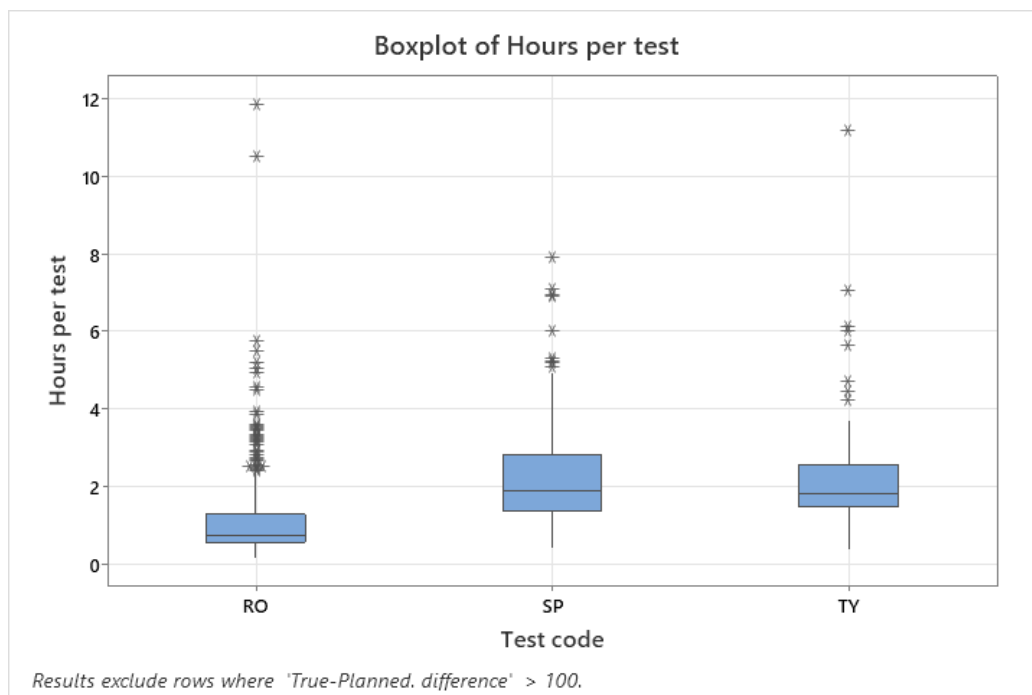
Kuva 2. Koestusohjelmien jakauma.

Toteutuneet tunnit vaihtelevat hyvin paljon, joten pelkkä keskiarvo ei ole hyvä mittari. Vaihteluväliä tarkasteltiin tilastollisesti.



Kuva 3. Koestusohjelmien toteutunut kokonaiskesto aika 95 %:n luottamusvä-
lillä.

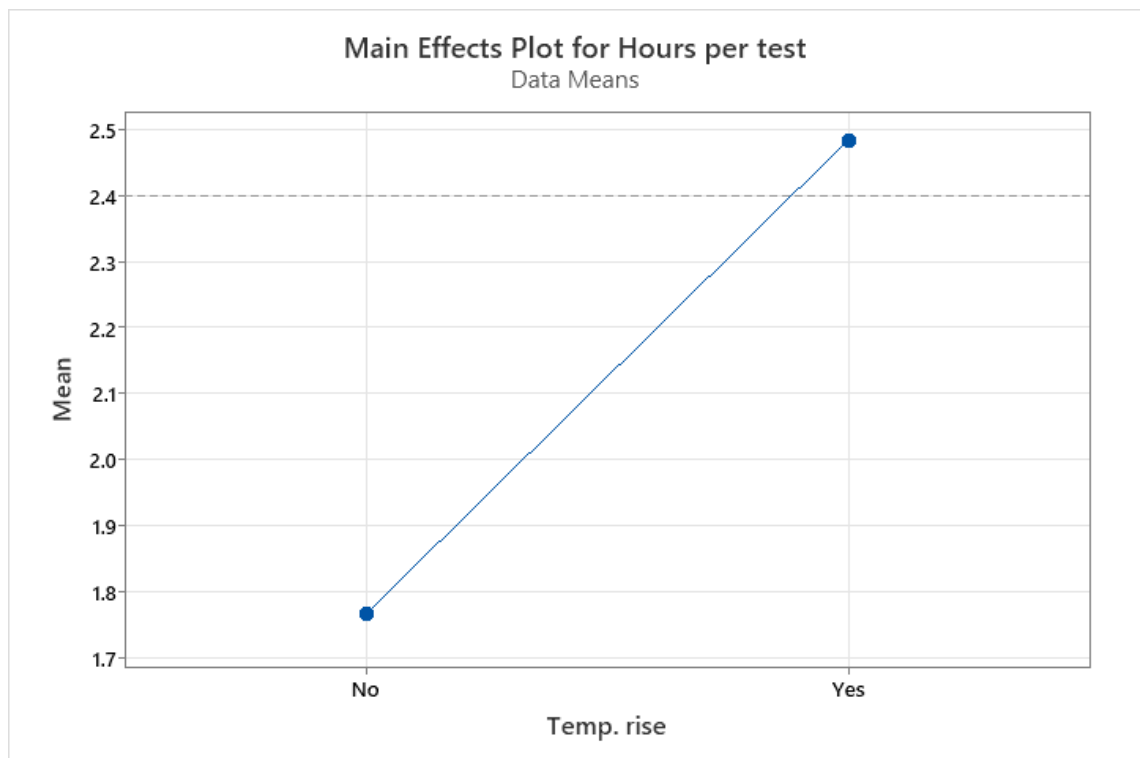
Testikohtaisia aikoja ei ole tilastoitu, vain kokonaiskestot. Jotain voidaan kuiten-
kin päätellä tilastojen perusteella.



Kuva 4. Tunteja per testi eri koestusohjelmien mukaan.

Räätälöidyn koestusohjelman testit ovat selvästikin enemmän aikaa vieviä, kuin rutiinikoestusohjelman. Myös lajikoestusohjelman testit ovat aikaa vieviä.

Lämpenemääjo nosta koestusaikaa merkittävästi:

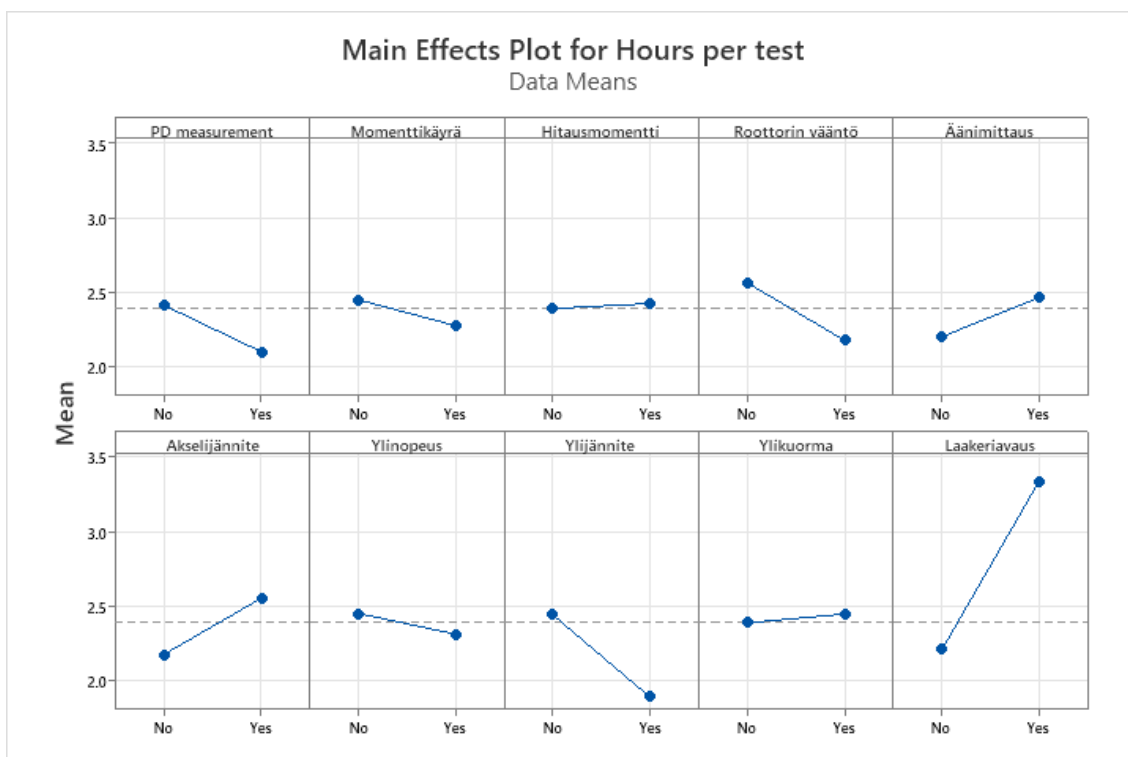


Kuva 5. Lämpenemäajon vaikutus keskimääräisen testiaikaan.

Lämpenemäajo itsessään nostaa lajikoestusohjelman kestoajan. Muut lajikoestusohjelman testit voitaisiin hinnoitella rutiinikoestusohjelman testien kanssa saman hintaisiksi, mutta lämpenemäajo nostaa lajikoestusohjelman hinnan.

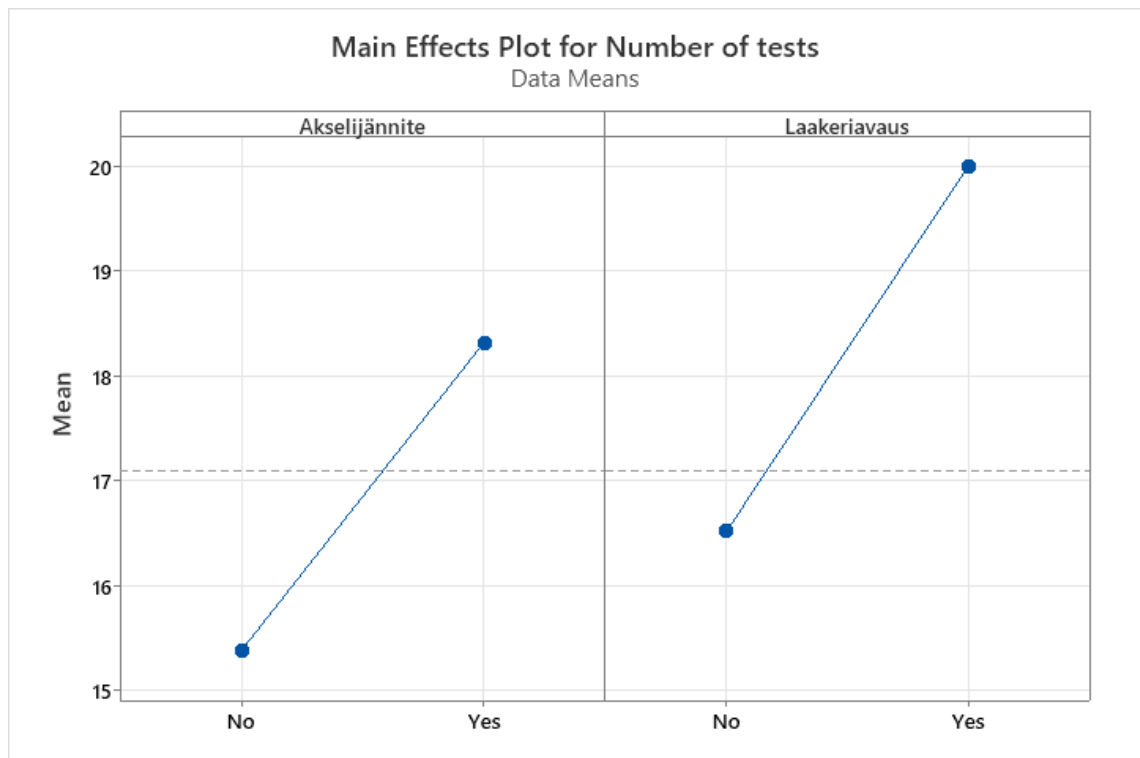
Kuvan 4 perusteella testin kesto aika, riittäväällä vaihteluvälillä arvioituna, nousisi 2 tunnista 5 tuntiin, kun siirrytään rutiinikoestusohjelmasta lajikoestusohjelmaan. Samalla testien määrä nousee 11:sta 13:sta. Laskennallisesti lämpenemäajo kestäisi $2 \text{ h} \times 11 + 2 \text{ h} \times 1 + \text{LA} = 13 \times 5 \text{ h}$ eli $\text{LA} = 65 \text{ h} - 24 \text{ h} = 41 \text{ h}$.

Räätälöidyn koestusohjelman erikoistestit nostavat keskimääräistä testiaikaa ja sen myötä hintaa. Yksittäiset kokeet eivät kuitenkaan ole erityisen merkittäviä.



Kuva 6. Eri testien vaikutus keskimääräisen testiaikaan per testi

Laakeriavaus on ainoa hyvin selvästi vaikuttava testi. Myös akselijännitteen mitaus erottuu, juuri ja juuri. Akselijännite ja laakeriavaus tehdään useimmiten osana isoa määrää testejä.



Kuva 7. Keskimääräinen testimäärä akselijännitteen ja laakeriavauksen sisältävässä testiohjelmassa

Jos testien määrä nousee 15,5:stä 18,5:een ja samalla keskimääräinen testausaika nousee 2,2 tunnista 2,6 tuntiin niin laskennallisesti akselijännitteen mittaus kestäisi $2,2 \text{ h} \times 15,5 + 2,2 \text{ h} \times 2 + A = 18,5 \times 2,6 \text{ h}$ eli

$$A = 48,1 \text{ h} - 38,5 \text{ h} = 9,6 \text{ h}.$$

Laakeriavaus on tuo huomattavasti lisää aikaa, mutta myös huomattavasti lisää testejä. Testien määrä nousee 16,5:stä 20:een ja samalla keskimääräinen testausaika nousee 2,3 tunnista 3,3 tuntiin. Laskennallisesti laakeriavaus kestäisi $2,3 \text{ h} \times 16,5 + 2,3 \text{ h} \times 2,5 + L = 20 \times 3,3 \text{ h}$ eli $L = 66 \text{ h} - 43,7 \text{ h} = 22,3 \text{ h}$.

Liite 2. Tahtikoestamon tilastotietoja

Luvun 8 laskennat perustuvat näihin tilastotietoihin. Tilasto on kerätty tuntiseurantajärjestelmästä ja se käsittää vuoden 2023 koekentän tietoja (ABB B 2024). Tilastoja on analysoitu Minitab® 21.4.2 (64-bit) -ohjelmalla. Tilastoissa on määriteltä testiohjelma, koestuksen suunniteltu ja toteutunut kesto, tehdyt testit, testien keskimääräinen kestoaika

Perusanalyysitiedot tahtikonetestien tuloksista:

Statistics

Variable	Test code	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3
True hours	RO	96	0	41.31	2.08	20.42	11.65	28.32	37.07	48.93
	SP	35	0	72.74	9.54	56.44	13.39	35.50	47.94	109.19
	TY	39	0	82.25	5.92	36.98	23.23	55.19	74.98	102.70
Hours per test	RO	96	0	2.732	0.146	1.426	0.859	1.769	2.377	3.328
	SP	35	0	3.632	0.456	2.696	0.705	1.761	2.485	5.718
	TY	39	0	4.494	0.306	1.909	1.366	2.912	4.276	5.868

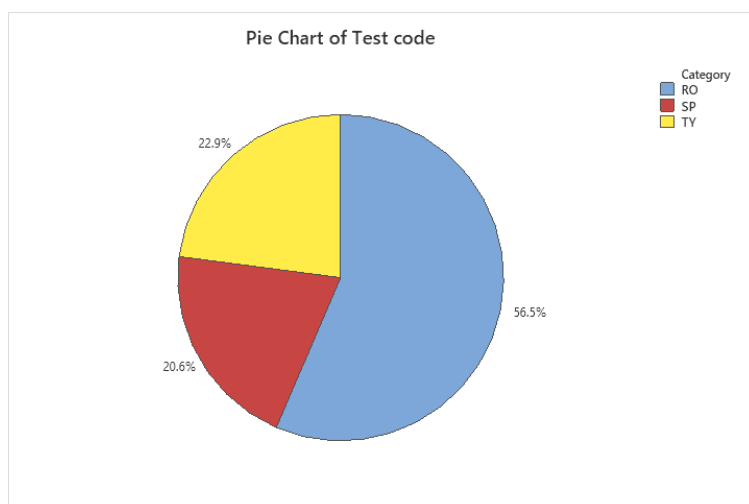
Variable	Test code	Maximum
True hours	RO	131.43
	SP	262.32
	TY	195.36
Hours per test	RO	9.388
	SP	11.814
	TY	10.365

Kuva 1. Tahtikoneiden tilaston tunnuslukuja.

Selitykset:

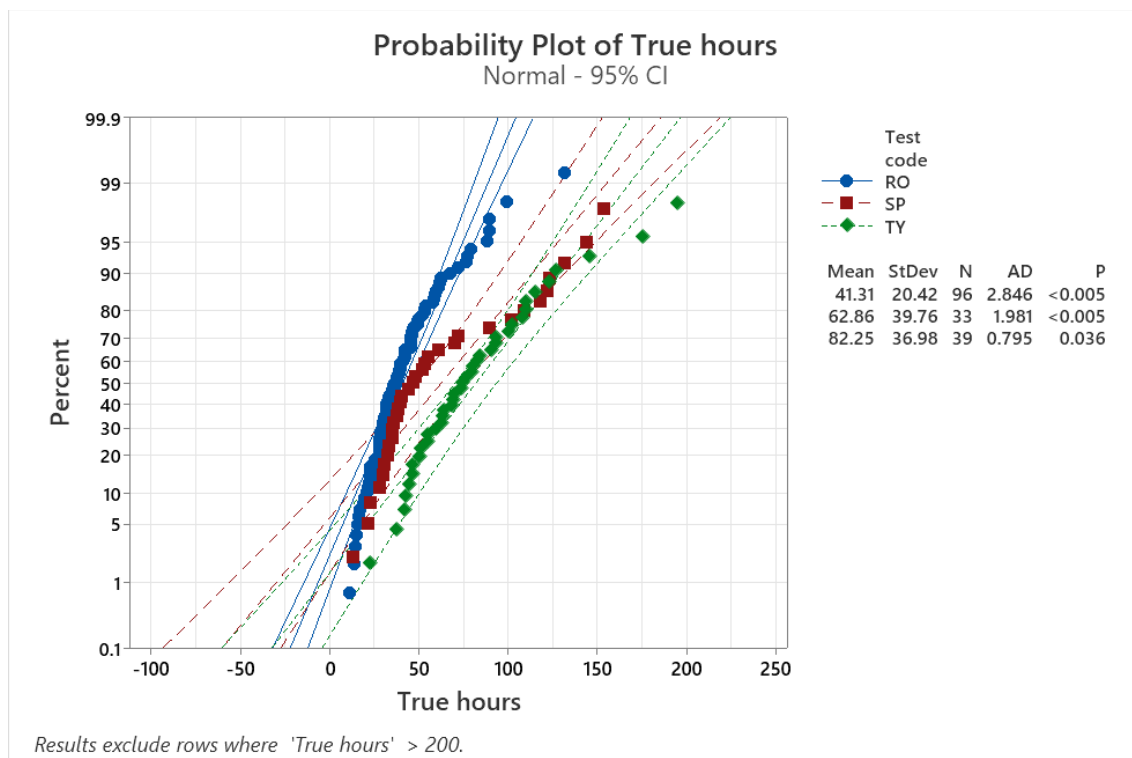
- Variable Muuttuja
- Test code Testiohjelma
- N Alkioiden määrä
- N* Poistettujen alkioiden määrä
- Mean Keskiarvo
- SE Mean Standardvirhe
- Minimum Minimi
- Q1 Kvartiili 1
- Q3 Kvartiili 3
- Median Mediaani
- Maximum Maksimi
- RO Rutiinitestiohjelma
- TY Lajikoestusohjelma
- SP Räättälöity koestusohjelma
- True hours Toteutunut koestusaika
- Hours per test Toteutunut koestusaika jaettuna testien lukumäärällä

Tilaston mukaan suurin osa koestuksista on rutiinikoestuksia.



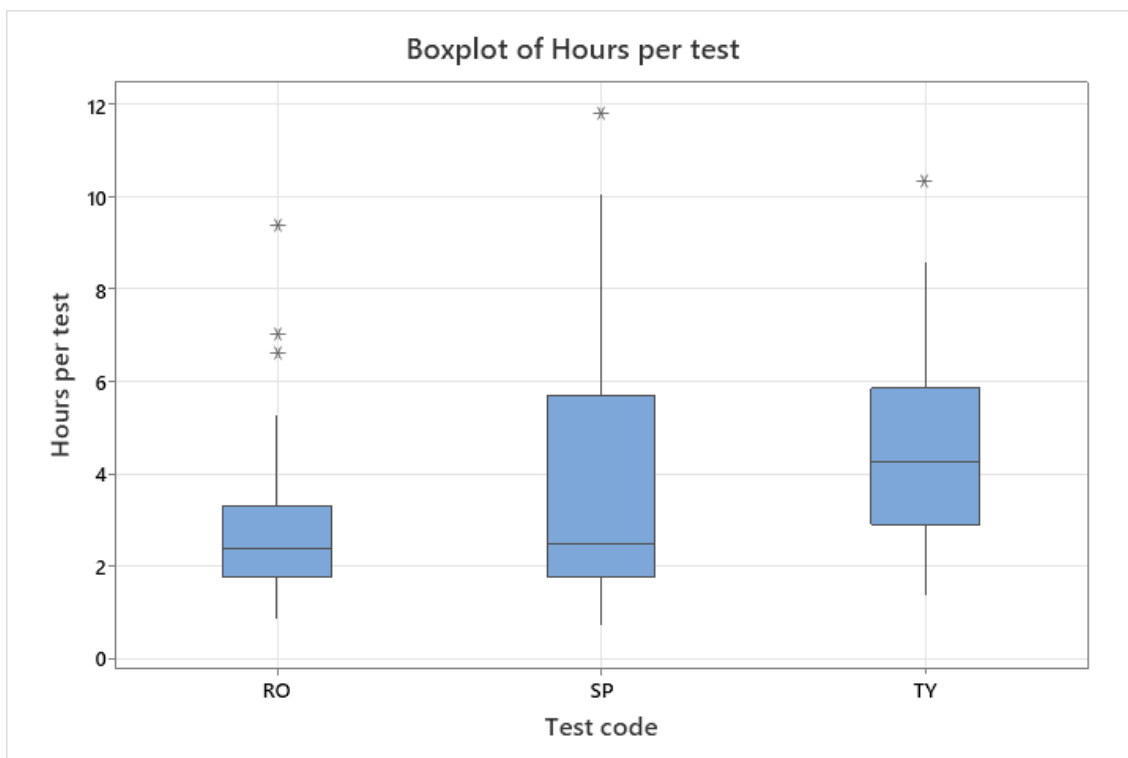
Kuva 2. Koestusohjelmien jakauma.

Toteutuneet tunnit vaihtelevat hyvin paljon, joten pelkkä keskiarvo ei ole hyvä mittari. Vaihteluväliä tarkasteltiin tilastollisesti.



Kuva 3. Koestusohjelmien toteutunut kokonaiskesto-aika 95 %:n luottamusvä-
lillä.

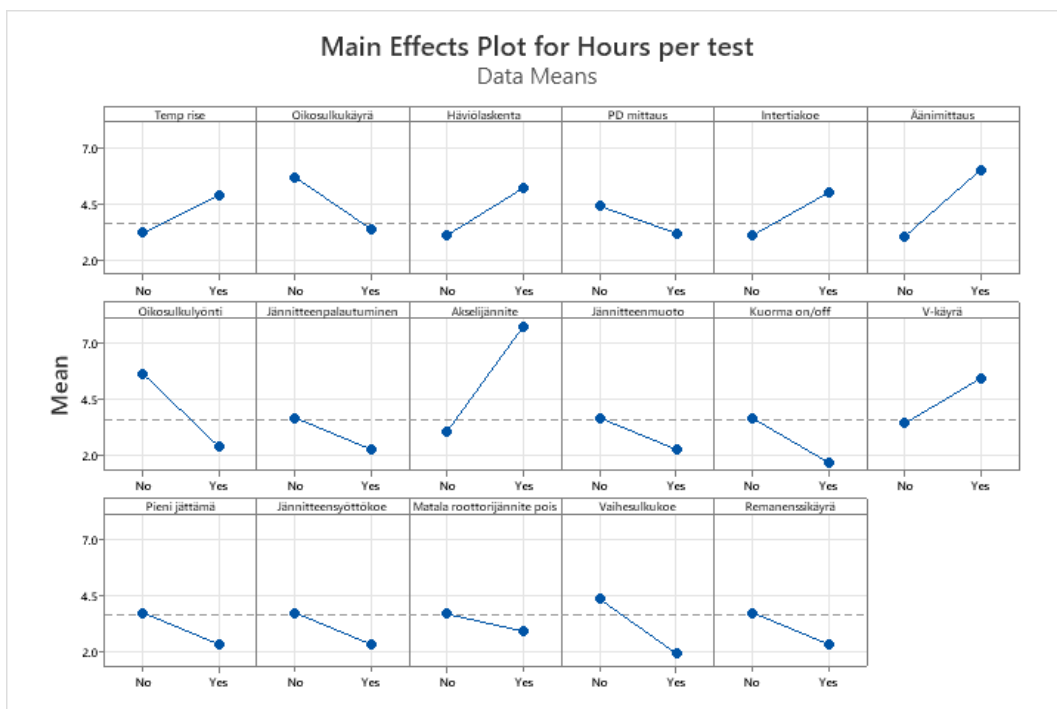
Testikohtaisia aikoja ei ole tilastoitu, vain kokonaiskesto. Jotain voidaan kuitenkin päätellä tilastojen perusteella.



Kuva 4. Tunteja per testi eri koestusohjelmien mukaan.

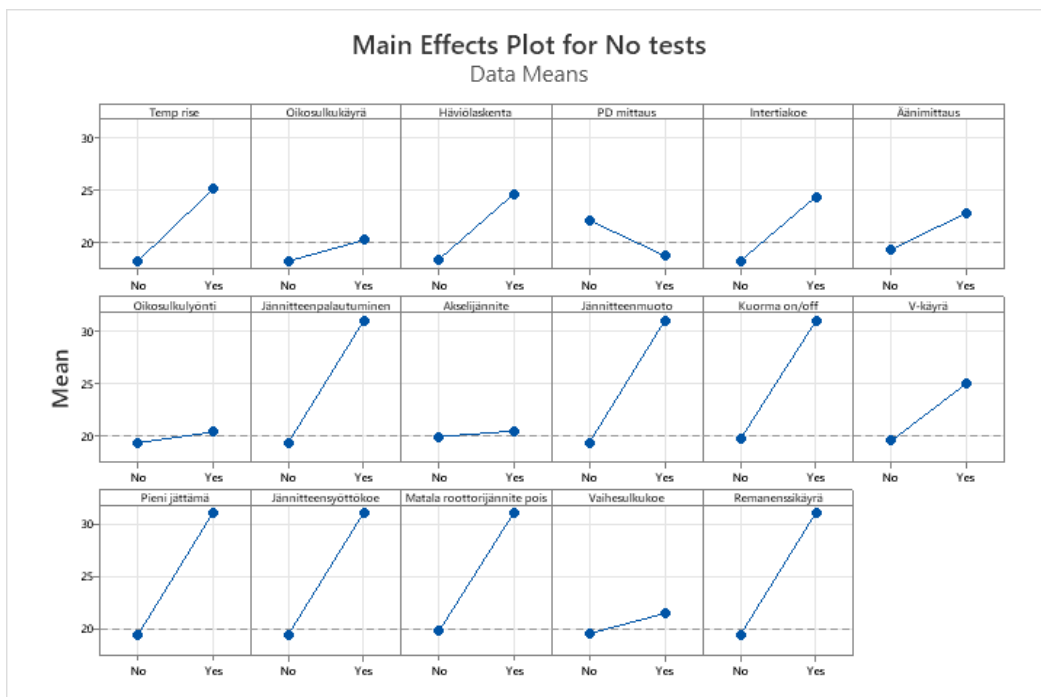
Räätälöidyn koestusohjelman ja lajikoestusohjelman testit ovat selvästikin enemmän aikaa vieviä, kuin rutiinikoestusohjelman. Lajikoestusohjelman ja räätälöidyn koestusohjelman testien kestoajassa ei näyttäisi juuri olevan eroa.

Lämpenemäajo, häviölaskenta, inertiakoe, äänimittaus, akselijännitteen mittaus ja V-käyrä näyttäisivät nostavan testiaikoja. Alla on kuvaajia aiheesta. Ensin vaikutus keskimääräiseen testiaikaan per testi.



Kuva 5. Eri testien vaikutusta keskimääräiseen testiaikaan.

Testien määrä vaihtelee myös huomattavasti. Tämä pitää ottaa huomioon testien kestoa arvioitaessa. Alla on kuvaajia keskimääräisten testien määrästä, kun tietty testi on koeohjelmassa.



Kuva 6. Testien keskimääräinen määrä, kun tietty testi tehdään.

Lämpenemäaajo, häviölaskenta, inertiaakoe, äänimittaus ja V-käyrä näyttäisivät kaikki, tilastollisesti, nostavan testiaikoja 5,5 tunnista 7,5 tuntiin per testi ja testien määrää 20 testistä 25 testiin. Akselijännitteen mittaus ei nosta testien määrää, mutta nostaa testiaikoja kolmella tunnilla. PD-mittaus ei vaikuta testiaikoihin.

Laskennallisesti Lämpenemäaajo, häviölaskenta, inertiaakoe, äänimittaus ja V-käyrä kestävät

$$5,5 \text{ h} \times 20 + 5,5 \text{ h} \times 5 + T = 7,5 \text{ h} \times 25 \text{ eli } T = 50 \text{ h jokainen.}$$

Akselijännitteen mittauksen laskennallinen kestoaika olisi tilastollisesti peräti $5,5 \text{ h} \times 19 + A = 8,5 \text{ h} \times 20$ eli $A = 65,5 \text{ h}$.