



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

DIPLOMITYÖ

SUORITUSKYVYN MITTAUSJÄRJESTELMÄ

PIENLÄMPÖLAITOKSEN TUOTANNONSEURANTAAN

Tekijä Ilkka Mäki vuoti
Tarkastaja Petri Niemi
Lahti 18.6.2019

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Ilkka Mäkivuoti (0432189)	
Työ: Suorituskyvyn mittausjärjestelmä pienlämpölaitoksen tuotannonseurantaan	
Vuosi: 2019	Paikka: Lahti
Diplomityö, LUT-yliopisto, Tuotantotalouden osasto. 72 sivua, 2 kuvaa ja 2 taulukkoa Tarkastaja: Petri Niemi	
Hakusanat: suorituskyky, KPI, lämpölaitos, tuotannonseuranta	
<p>Toiminnan tehostaminen on ollut viime vuosien trendi. Suorituskyvyn mittaaminen on tärkeä osa tehostamista, koska ilman mittaamista on vaikeaa kohdistaa toimenpiteitä oikein. Silti vaikuttaa, ettei ole yleisesti saatavilla valmista konseptia jatkuvalla tuotannonseurannalle prosessiteollisuuden pienten tuotantolaitosten kokoluokassa.</p> <p>Tässä työssä luodaan ehdotus pienlämpölaitoksen tuotannonseurannan mittaristoksi. Selvitys on tehty empiirisellä lähestymistavalla ja hyvin käytännönläheisesti. Kirjallisuustutkimuksella selvitettiin suorituskyvyn mittaamisen taustoja yrityksissä, sekä tutustuttiin yleisesti käytössä oleviin menetelmiin. Koska yrityksessä oli jo käytössä KPI:hin perustuvaa tuotannonseurantaa, myös tuleva rakennettiin KPI:ien pohjalta. Kirjallisen tutkimuksen osuudessa keskityttiin siis mittareiden valintakriteereihin ja muihin niiden valinnassa huomioitaviin seikkoihin.</p> <p>Teoriatutkimuksen jälkeen perehdyttiin yrityksen nykyiseen tuotannonseurantaan ja nykytilanteen heikkouksiin. Tilannetta selvitettiin pääasiassa lukuisin lyhyin keskusteluin ja haastatteluin, koska kirjallista ohjeistusta oli hyvin niukalti saatavilla. Myös tiedossa olevia teknisiä rajoitteita ja haasteita pyrittiin arvioimaan rakentavalla otteella. Tutkimuksen luoman kokonaiskuvan perusteella luotiin ehdotus suorituskyvyn mittaristosta yhdelle laitokselle. Ehdotuksen pohjalta voidaan lähteä luomaan modulaarista, koko yrityksen laitoskannan kattavaa tuotannon mittaristokonseptia.</p>	

ABSTRACT

Author: Ilkka Mäkivuoti (0432189)	
Subject: Performance measuring system for monitoring the production of small-scale heating plant	
Year: 2019	Place: Lahti
Master's thesis, LUT-university, Industrial Management. 72 pages, 2 pictures and 2 charts Supervisor: Petri Niemi	
Keywords: performance, KPI, heating plant, production monitoring	
<p>Boosting the operational efficiency has been a trend in recent years. Measuring the performance is an important part of streamlining, because it is difficult to target the actions correctly without it. Still it seems, that there is no publicly available concept for continuous production monitoring of the small-scale manufacturing plants in the process industry.</p> <p>In this thesis a proposal of a concept for measuring the production of a small heating plant is presented. The study has been done with an empirical approach and in very practical way. In literature research the background of performance measurement in companies were explored, as well as the commonly used methods used in it. As the company already had KPI-based production tracking in use, the new system was also built on KPIs. So the literary research focused on the finding the good criteria for the indicator selection and the other aspects to be taken into account in the selection.</p> <p>After the theory study, the company's current production monitoring and current weaknesses were studied. The study was done mainly through numerous short discussions and interviews, because there was very little written guidance available. Also the known technical constraints and challenges were tried to evaluate with a constructive approach. Based on the overall picture created by the study, a suggestion of performance metrics was created. On the basis of the proposal, it is possible to build a modular concept covering all the company's plants.</p>	

ALKUSANAT

”Aika aikaansa kutakin”, sano pässi, ku päätä leikattiin.

Pitkään siinä meni, mutta valmista vihdoinkin tuli. Kiitokset kaikille, jotka valmistumisesta muistivat kysellä. Muuten ei oltais tässä.

Kiitokset myös opiskelutovereille ja LUT:n poppoolle, mukavia iltoja tuli opintojen parissa vietettyä. Aika kultaa muistot, kuten sanotaan.

Eipä siinä, kohti seuraavia haasteita sitten vaan!

Lahessa 18.6.2019

Ilkka Mäki vuoti

Sisällysluettelo

1	Johdanto	7
1.1	Työn tausta	7
1.2	Tavoitteet ja rajaus.....	7
1.3	Toimeksiannon toteutus.....	8
2	Suorituskyvyn mittaamisesta.....	10
2.1	Mittaamisesta yrityksissä	10
2.2	Suorituskyky ja sen mittaaminen	12
2.2.1	Tulos vs. organisaation suorituskyky	13
2.2.2	Taloudelliset ja ei-taloudelliset mittarit.....	13
2.2.3	Sisäinen ja ulkoinen suorituskyky	15
2.2.4	Kvalitatiiviset ja kvantitatiiviset mittarit	16
2.2.5	Suorituskykymittareiden ominaisuudet	17
2.3	KPI.....	21
2.3.1	Ennakoivat ja viiveelliset indikaattorit.....	24
2.4	Tuotantoyksikön suorituskyvyn mittaaminen.....	25
2.5	Mittaristoista ja mittareiden valinnasta	28
3	Nykytilanteen kartoitus.....	30
3.1	Toimintaympäristön esittely.....	30
3.1.1	Yrityskuvaus.....	30
3.1.2	Tuotannon organisaatiorakenne.....	31
3.2	Tuotannon seurannan nykytilan kartoitus	33
3.2.1	Operatiivinen taso	34
3.2.2	Taktinen taso	35
3.2.3	Strateginen taso	37
4	Mittauskonseptin rakentaminen	41
4.1	Tavoitteet uusille mittareille	41
4.2	Tekniset rajoitteet ja ongelmat.....	44

4.2.1	Mittausdatan laatu	44
4.2.2	Laitosten automaation ja prosessien erot.....	45
4.2.3	Energiantoimitussopimusten erot	47
4.2.4	Kiinteiden polttoaineiden moninaisuus ja laadunvaihtelu	48
4.2.5	Reaaliaikaisen datan saatavuus.....	49
4.3	Uusien KPI-mittarien valinta	51
4.4	Uudet mittarit esiteltyinä.....	56
4.4.1	Laitoksen hyötysuhde.....	56
4.4.2	Laitoksen KPA-käyttöaste.....	58
4.4.3	Laitoksen pääkattilan käytettävyys.....	59
4.4.4	Laitoksen käyttökustannukset.....	60
4.4.5	Laitoksen hälytyskäyntien määrä kuukaudessa.....	61
4.4.6	Laitoksen tuottaman energian laatu	62
5	Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet.....	65
5.1	Johtopäätökset	65
5.2	Ehdotus jatkotoimenpiteiksi.....	66
5.2.1	Ehdotetun mittariston testaus ja visualisointi	66
5.2.2	Pilotointi, vaihe 1	67
5.2.3	Pilotointi, vaihe 2	68
5.2.4	Myöhemmät jatkotoimenpiteet.....	69
	Lähteet.....	70

LYHENNELUETTELO

BSC	Balanced Score Card
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation & Amortization
CSF	Critical Success Factor
COP	Coefficient Of Performance
KPA	Kiinteä polttoaine
KPI	Key Performance Indicator
KRI	Key Result Indicator
LTM	Last Twelve Months
PI	Performance Indicator
RI	Result Indicator

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Yrityksen nykyinen tuotannon seuranta toteutetaan käsin koottavalla kuukausiraportilla. Tällöin seuranta on hyvin reaktiivista. Tilanteeseen pyritään hakemaan parannusta automaattisesti päivittyvällä KPI-mittaristolla, jolloin seuranta mahdollistaa nopeamman reagoinnin mahdollisiin tuotannossa ilmeneviin ongelmiin. Myös laitosten käyttötalouksien keskinäinen vertailu on mahdollista saada helpommaksi yhtenäisten mittarien avulla, ja asiakkaalle toimitettavan energian laatu ja sopimuksenmukaisuus saadaan seurantaan.

1.2 Tavoitteet ja rajaus

Tässä työssä on tavoitteena laatia ehdotus KPI-mittaristosta, jolla seurataan yksittäisen tuotantolaitoksen toimintaa. Tarkoitus on keskittyä kiinteää polttoainetta - yleensä lähinnä haketta - polttavan laitoksen mittariston luomiseen. Mittaristolla tarkastellaan tuotantolaitoksen toimintaa koko yksittäisen laitoksen toimitusrajalta. Toisin sanoen laitoksen sisäisen prosessin toimintaan ei pureuduta, vaan tarkastelu suoritetaan ”black box”-tyyppisesti ulkoa käsin.

Laitoksen KPI-mittaristo suunnitellaan täyttämään keskijohdon ja laitospöytäkirjan tarpeita, mutta yksittäisten laitosten mittareita yhdistämällä voidaan saada kokonaiskuva tuotannosta koko käyttöalueella, ja siten myöhemmin myös koko maassa. Mittaristo kehitetään tämän työn puitteissa palvelemaan yksittäistä Suomessa toimivaa tuotantolaitosta, mutta ajatuksena on että kehitettyä konseptia voidaan tulevaisuudessa monistaa muillekin vastaaville laitoksille.

Koska yrityksellä on hyvin eri tyyppisiä ja kokoisia laitoksia, ei täysin samanlaista mittaristoa voida soveltaa läpi koko laitostuon. Tästä syystä ehdotus mittaristosta laaditaan ensisijaisesti yrityksen suurehkojen kiinteän polttoaineen (KPA)

laitosten tarpeisiin, vaikka myös pienempien laitosten tarpeet pyritään huomioimaan. Yrityksen näkökulmasta suuri KPA-laitos on teholtaan luokkaa yli 5MW, vaikkakaan laitoksen teho ei ole ainoa määrittävä tekijä. Talouden ja hallinnon näkökulmasta tarkasteltuna suuri laitos on sellainen, joka tuottaa riittävästi tulosta EBITDA:n näkökulmasta arvioiden.

Tästä työstä rajataan ulos pienimpien laitosten ohella voimalaitokset, mutta kehitettyjä mittareita voidaan hyödyntää niissä myöhemmässä vaiheessa, soveltuvalta osin ja tarvittavilta osin laajentaen. Myös pelkät öljy- ja kaasulaitokset sekä mm. kylmälaitokset ja haihdutuslaitokset rajataan ulos, koska niiden mittariston tarpeet poikkeavat merkittävästi perinteisten kiinteän polttoaineen lämpölaitosten tarpeista. Öljy- ja kaasulaitosten osalta mittariston soveltaminen on mahdollista pienellä vaivalla.

Varsinaiseen KPI-mittariston tekniseen toteutukseen ja mittareiden visualisointiin ei tässä työssä oteta kantaa, vaan se jätetään mahdolliseen toteutusvaiheeseen harkittavaksi. Teknisten rajoitusten osuudessa tosin joitakin tekniseen toteutukseen liittyviä seikkoja on nostettu esiin.

1.3 Toimeksiannon toteutus

Toimeksianto tehdään siten, että ensin perehdytään kirjallisuudessa tuotannon suorituskyvyn mittaamisen periaatteisiin yleensä, ja sitten suorituskyvyn mittaamiseen vastaavan tyypisessä teollisessa prosessituotannossa. Samoin tutustutaan käsitteeseen KPI ja sen moniin näkökulmiin ja tulkintoihin.

Toisessa vaiheessa selvitetään yrityksen tuotannon seurannan nykytila ja käytössä olevat KPI:t, mittarit ja arviointimenetelmät yrityksen organisaation eri tasoilla. Tämä osuus perustuu omaan tutkimukseen ja pitkään kokemukseen yrityksessä, sekä tietoon jota on kertynyt puhelin- ja käytäväkeskusteluissa tuotannossa eri tasoilla toimivien kollegoiden kanssa.

Kolmannessa vaiheessa määritellään tavoitteet uusille mittareille, sekä arvioidaan mittareiden määrää ja niiden valintaan liittyvää problematiikkaa. Tässä vaiheessa myös valitaan mittarit uuteen KPI-mittaristoon ja esitellään ehdotus.

Neljäs vaihe on yhteenveto. Siinä arvioidaan mittariston soveltuvuutta yleiskäyttöiseksi mittaristoksi läpi yrityksen lämpölaitoskannan. Lisäksi ehdotetaan jatko-toimenpiteitä mittariston ottamiseksi käyttöön yrityksessä.

2 Suorituskyvyn mittaamisesta

Tässä osuudessa sivutaan aluksi lyhyesti yrityksissä tapahtuvaa mittaamista yleisellä tasolla. Miksi, mitä ja miten mitataan ovat kysymyksiä jotka taustoittavat lähtötilannetta. Kaikkia käytössä olevia mittausmenetelmiä ei erityisen syvällisesti käsitellä, mutta tarkemmin keskitytään keskeisten suorituskykyindikaattoreiden (KPI = Key Performance Indicator) käsitteeseen ja niistä muodostettavan mittariston luomiseen sekä sen vaatimuksiin.

2.1 Mittaamisesta yrityksissä

Yleisesti ottaen perimmäisenä syynä mittaamisessa on halu tietää mitattavan kohteen jonkin asian tämänhetkinen olotila. Miksi? Syitä on monia. Joulukinkkua paistettaessa halutaan selvittää, joko kinkun sisälämpötilassa on saavutettu taso jolla kinkku on valmis syötäväksi. Töissä mitataan aikaa, jotta tiedetään pysyä poissa työpaikalta tietyllä etukäteen määritellyllä aikavälillä. Jääkiekossa mitataan maalien määriä, jotta voidaan määritellä voittava joukkue.

Aivan vastaavalla tavalla yrityksessä mitataan asioita, koska (hieman yksinkertaistaen) halutaan määrittää missä mennään, millä nopeudella ja mihin suuntaan. Kuten ei tuotantoprosessia, ei yritystäkään voi ohjata ilman riittävää määrää tarpeellisia mittauksia. Etenkin yrityksen sisäiset mittaukset ovat yrityksen ydintoiminnan seurannassa, ohjaamisessa ja optimoinnissa olennaisen tärkeitä. Ulkoisilla mittauksilla voidaan luodata esimerkiksi liiketoimintasektorin yleistä tilannetta, tai vaikkapa yrityksen tilaa osakkeenomistajan näkökulmasta.

Myös sisäisiä mittareita tarvitaan monen tasoisia ja moniin tarkoituksiin. Laatu järjestelmä, toiminnanohjausjärjestelmä, varastonhallintajärjestelmä, myynninseurantajärjestelmä, ympäristöjärjestelmä, tuotannonhallintajärjestelmä jne. Kaikki ne vaativat enemmän tai vähemmän mittaamista jotta voisivat toimia. Eri tyyppisissä

ja -kokoisissa yrityksissä edellä mainittuja järjestelmiä on vaihtelevasti, ja muidenkin mittarien määrät ja tarpeet vaihtelevat suuresti. Ei siis ole mitään yleispätevää ohjetta siitä, mitä ja miten kaikissa yrityksissä tulee toimia, vaan mittaamisen tarpeet täytyy käydä läpi yrityskohtaisesti. Tietenkin saman toimialan keskenään samankaltaisilla yrityksillä on jossain määrin samanlaisia tarpeita, mutta toisen yrityksen mittariston soveltaminen täytyy joka tapauksessa tehdä sovittamalla.

Esimerkkejä yrityksen eritasoisista mittareista voisivat olla yksittäisen henkilön tulospalkkaukseen liittyvä ”verhoiltua sohvaa vuorokaudessa”, tuotantoyksikön toimintaa mittaava ”tehtaan omakäyttösähkö kalenterikuukaudessa” ja yrityksen tulokuntoa mittaava ”EBITDA vuosineljänneksellä”. Kaikki edelliset mittarit ovat tarpeellisia, mutta ne mittaavat eri tasoilla tarkasteltavia asioita. Niiden käyttäjät vaihtelevat tuotantotyöntekijästä toimitusjohtajaan, ja mittauksen kohteet vaihtelevat yksittäisestä työntekijästä koko yrityksen liiketoimintaan. Usein myös yrityksen sisäiset prosessit vaativat hyvinkin erilaisia mittaristoja seurantaansa. Jos halutaan tarkastella myynti- tai laskutusprosessia, täytyy mittaristo rakentaa täysin yrityksen oman prosessin mukaisesti, jotta saatava informaatio on käyttökelpoista ja antaa totuudenmukaisen kuvan prosessin suorituskyvystä.

Koska työntekijät tekevät asioita sen perusteella mitä johto vahtii sen sijaan että tekisivät mitä johto haluaa, täytyy mitattavien asioiden valintaan käyttää riittävästi harkintaa (Spitzer 2007, s.14). Mitattavia asioita ei saa olla liian montaa, eikä niiden välillä saa olla ristiriitaisuuksia. Näin toimien ei arvioitavalle anneta mahdollisuutta osaoptimointiin, vaan kaikki mittarien mukainen tekeminen on yhden-suuntaista yrityksen etujen kanssa. Varsinkin yksittäisten työntekijöiden ja pienten työntekijäryhmien suorituskykymittareiden kohdalla tähän asiaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Yritystason mittareiden kohdalla osaoptimointi on käytännössä epätodennäköisempää, jos mittareiden valintaan on vähänkin kiinnitetty huomiota.

2.2 Suorituskyky ja sen mittaaminen

Suorituskyky yleisellä tasolla on hyvinkin monitahoinen asia. Myös yrityksen suorituskykyä käsitteenä on vuosien saatossa pyritetty määrittelemään monella tapaa. Ehkä merkittävimpana muutoksen aiheuttajana lähihistoriassa voidaan nähdä Johnsonin ja Kaplanin vuonna 1987 julkaisema teos ”Relevance Lost. The Rise and Fall of Management Accounting”, jossa esitettiin vanhojen taloushallinnon laskentajärjestelmien olevan auttamattoman vanhentuneita silloisten yritysten käyttöön. Heidän näkemyksensä mukaan mm. yleiskustannusten kohdistamisessa oli ongelmia, laskelmat tulivat liian hitaasti ollakseen käyttökelpoisia operatiivisessa päätöksenteossa ja laskelmat ja niiden tuottama toiminta ohjasi lyhyen tähtäimen toimintaan strategisen suunnittelun sijaan. (Laitinen 2003, s.40-43). Niistä ajoista on tapahtunut paljon, ja liiketoiminta on monin osin muuttanut muotoaan. Painotus on muuttunut enemmän asiakaslähtöiseksi. Tuotteita arvioidaan niiden koko elinkaaren näkökulmasta ja mukaan on tullut liiketoiminnan muotoja, joita tuolloin olisi pidetty lähinnä tieteiskirjallisuuden tuotoksina kuten alustatalouteen pohjautuva liiketoiminta, noin esimerkkeinä mainittuina. Siksi suorituskyvyn mittaaminen onkin jatkuvasti muuttuva pelikenttä sekä yleisellä, että yrityksen sisäisellä tasolla tarkasteltuna.

Eräs yrityksissä yleisesti käytetty koko yrityksen suorituskykyä mittaava suorituskyvyn mittaamenetelmä on Kaplanin ja Nortonin jo vuonna 1992 esittelemä Balanced Scorecard (BSC). Suomennettuna se voisi olla vaikka tasapainotettu tuloskortti tai mittaristo. Perusajatuksena Balanced Scorecardissa on saada yrityksessä harjoitettava lyhyen tähtäimen toiminta kytkettyä yrityksen pitemmän aikavälin strategiaan ja visioon. Toimintaa tarkastellaan perusmallisessa BSC:ssa neljästä eri näkökulmasta: taloudellinen, asiakas, prosessi ja innovointi/oppiminen. Käyttämällä vain näitä neljää lähestymiskulmaa BSC pyrkii rajaamaan ylemmälle johdolle esitettävien mittarien määrää, ja siten keskittämään johdon huomion olennaisimpiin seurattaviin asioihin (Kaplan et al. 1992, s.72).

Nykyaikaisempaa ajattelua yrityksen suorituskyvystä edustaa esimerkiksi Laitisen (2003, s.25) esittämä ajatus, että suorituskyky kuvaa yrityksen kykyä aikaansaada tuotoksia suhteessa sidosryhmien sille asettamiin tavoitteisiin. Sidosryhmiä ovat mm. omistajat, asiakkaat, työntekijät, tavarantoimittajat, yhteistyökumppanit ja viranomaiset (Ukko et al. 2007, s.52). Koska eri yrityksillä on erilaisia sidosryhmiä joilla on toisistaan eroavia tarpeita, täytyy yrityksen pysyä kartalla omista sidosryhmistään ja niiden tavoitteista. Keskittyminen yksittäisen sidosryhmän tarpeisiin ei useimmiten riitä, koska muiden sidosryhmien laiminlyönti voi johtaa yrityksen toiminnan häiriintymiseen sidoksen ”löystymisen”, ts. sitoutumisen laskun, seurauksena.

2.2.1 Tulos vs. organisaation suorituskyky

Ukko et al. (2007, s.3) esittävät, että yrityksen suorituskykyä voidaan tarkastella ainakin kahdella toisistaan eroavalla lähestymistavalla. Ensimmäinen on tulospainotteinen tarkastelutapa. Tällöin tarkastellaan jo toteutunutta suoritusta, eli käytännössä historiallista informaatiota. Tyypillisesti näin mitattavat asiat ovat taloudellisia. Pyrkimyksenä on ohjata tulevaa toimintaa ja palkita onnistumisista aiemman menestyksen pohjalta. Tällaista mittaamista ja mittareita voidaan siten hyvin kutsua seurausmittareiksi, koska syntyneet tulokset aiheuttaneisiin syihin ei päästä kiinni (Määttä 2000, s.26). Toinen tapa lähestyä yrityksen suorituskyvyn määrittelyä on Ukko et al. mukaan organisaation suorituskyvyn mittaaminen. Tällöin tarkastelun painopiste on jo toteutuneitten tulosten sijaan organisaation kyvykkydessä suoriutua sille asetetuista tavoitteista ja tehtävistä. Mitattavina asioina on usein resurssit: niiden riittävyys, kyvykkyys, käyttömahdollisuudet ja laatu. Tässä lähestymistavassa kokonaisuus nousee yksittäisiä mittareita tärkeämmäksi, asiantuntijatyöskentelyn ja laadullisten kuvausten kautta.

2.2.2 Taloudelliset ja ei-taloudelliset mittarit

Koska yrityksen on jo lainkin velvoittamana (Osakeyhtiölaki 2006, 1. luku, 5 §) tarkoituksena tuottaa voittoa omistajilleen, on yrityksen suoriutumista ja menes-

tystä perinteisesti totuttu mittaamaan taloudellisin mittarein. Vaikka lainsäädännön näkökulmasta omistajat asetetaankin sidosryhmistä eri asemaan kuin muut, yrityksen toiminnan kannalta myös muut sidosryhmät, kuten asiakkaat ja työntekijät, ovat olennaisen tärkeitä. Koska taloudelliset mittarit ovat yleensä tulevaisuuden ennustamisen kannalta myöhässä, niitä ei voi käyttää kovin hyvin toiminnan operatiivisessa ohjauksessa, ennakoinnissa eikä tulevaisuuden ennustamisessa. On myös tarpeen huomioda, että taloudelliset mittarit ovat pikemminkin seurauskuin syymittareita, joten ne eivät anna tietoa syistä jotka johtivat mittarin esittämään tulokseen (Rantanen et al. 2008 s. 122).

Lisäksi etenkin lyhyen tähtäimen taloudelliset mittarit antavat usein mahdollisuuden osaoptimointiin, joten niiden käyttöä etenkin palkitsemisjärjestelmässä tulisi välttää. Osaoptimoinnilla tarkoitetaan tilannetta, jossa jonkin toiminnon suorituskykymittari ei ole samassa linjassa kokonaisuuden kanssa. Tällöin kyseisen mittarin lukeman optimointi voi olla kokonaisuudelle haitallista. Hyvänä esimerkkinä osaoptimoinnista (vaikkakaan ei kyseessä ole lyhyen tähtäimen taloudellinen mittari) on tilanne, jossa mittarina on virheiden määrä ilman suhteuttavaa vertailulukua. Tällöin pääsee nolnaan virheeseen parhaiten kun ei tee mitään. Parempi mittari on jo esimerkiksi ”virhettä per 1000 kpl”, tai toisena vaihtoehtona nostetaan rinnalle erilliseksi mittariksi tuotantomäärä.

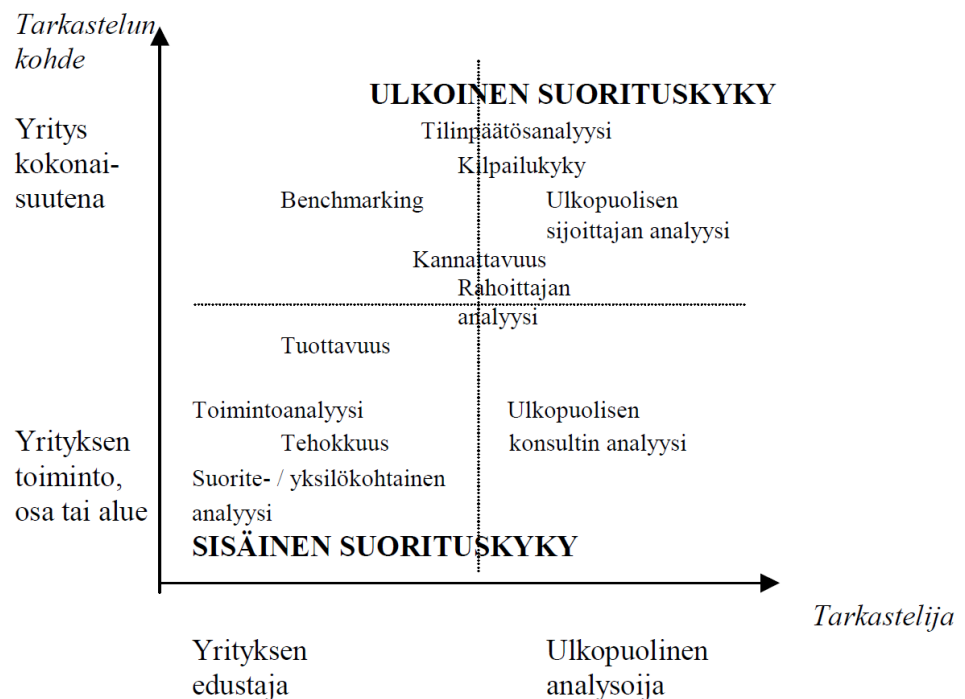
Ei-taloudelliset mittarit puolestaan ovat mittareita, joilla pyritään mittaamaan yrityksen toimintaa taloudellista näkökulmaa laajentaen. Koska yrityksen suorituskykyä tarkastellaan nykyään enemmän strategisesta näkökulmasta ja laajemmin kuin ennen, ei-taloudelliset mittarit ovat nousseet jäädäkseen taloudellisten mittareiden rinnalle (Laitinen 2003, s.55). Niitä ovat esimerkiksi laatua, henkilöstön viihtyvyyttä, asiakastyytyväisyyttä, tuotannon sisäisiä aikoja mittaavat, tarkemmin tiettyä toimintoa tai sidosryhmää koskevat mittarit.

Osa ei-taloudellisista mittareista on syymittareita ja osa seurausmittareita. Seurausmittareita ovat esimerkiksi mielipidekyselyihin pohjautuvat mittarit, joiden

lukema päivittyy vasta kun varsinainen toiminta on jo tapahtunut. Syymittareita taas ovat nopeaa palautetta prosessien tai tuotannon toiminnasta antavat, ja siten nopean ohjausvasteen mahdollistavat mittarit.

2.2.3 Sisäinen ja ulkoinen suorituskyky

Yhtenä olennaisena jaottelutapana voidaan pitää Rantasen (2001, s.5-6) esittämää mittareiden jakoa sisäistä suorituskykyä ja ulkoista suorituskykyä mittaaviin mittareihin. Kuva 1 esittää tätä jaottelua.



Kuva 1. (Rantanen 2001, s.5)

Sisäisen suorituskyvyn mittareiksi voidaan laskea kaikki ne mittarit, joissa käytetty data saadaan yrityksen sisältä, tyypillisesti sisäisestä laskennasta ja yrityksen omista sisäisistä tietojärjestelmistä (Rantanen et al. 1999, s.11). Tällainen data on parhaimmillaan tarkkaa, nopeasti päivittyvää ja laadullisesti luotettavaa, ja soveltuu siten hyvin etenkin operatiivisen toiminnan ohjaamiseen tarvittaviin mittareihin. Pääsääntöisesti esimerkiksi palkitsemisjärjestelmässä käytettävät henkilö-

ryhmä- ja osastokohtaiset mittarit ovat sisäisiä suorituskykymittareita, mutta niiden lisäksi voidaan käyttää ns. ylemmällä tasolla ulkoista ”leikkuria”, esimerkiksi käyttökate suhteessa budjetoituun. Tällöin leikkurina toimiva mittari on periaatteessa ulkoinen suorituskykymittari, koska tuloslaskelma on suuremmilla yhtiöillä julkista tietoa. Leikkurin ideana on rajata palkkioiden maksua tilanteessa, jossa yksittäinen toiminto on saavuttanut tavoitteensa mutta yrityksen yleistä tavoitetta ei ole saavutettu. Tällöin voidaan myös bonukset jättää maksamatta, koska ne eivät työntekijätasolla tyypillisesti ole työ- tai työehtosopimuksessa määriteltyjä, vaan työnantajan yksipuolisesti määrittelemiä lisäkannustimia.

Ulkoisen suorituskyvyn mittarit puolestaan perustuvat yrityksestä julkisesti saatavaan dataan, kuten tilinpäätöstietoihin. Tästä johtuen tunnusluvut päivittyvät hyvin hitaasti, ja ovat siten yrityksen johdon kannalta pikemminkin strategian onnistumista ja kykyä pärjätä toimintaympäristössään kuin operatiivista toimintaa mittaavia (Rantanen et al. 1999, s.11). Näiden mittareiden yrityksen ulkopuolisia seuraajia ovat kilpailijat, osakesijoittajat sekä konsultit, jotka luovat määrävälein toimialakohtaisia katsauksia ja selvityksiä esimerkiksi markkinatilanteesta.

Yksinkertaisimmat ulkoiset suorituskyvyn mittarit ovat taloudellisia, ja melko samanlaisia riippumatta yrityksen toimialasta. Esimerkkinä vaikka tilinpäätösanalyysissä käytettävät. Siksi niiden lukuarvojen hyvyttä arvioidakseen on tunnettava toimiala kohtalaisen hyvin. Tämä mahdollistaa ulkoisten mittareiden käytön myös samalla toimialalla toimivien yritysten väliseen vertailuun. Eräänlaiseksi ulkoiseksi mittariksi voidaan lukea myös riippumattoman tahon tekemä vuosittainen ”Suomen parhaat työpaikat”, jolla mitataan käytännössä yritysten henkilöstön viihtymistä.

2.2.4 Kvalitatiiviset ja kvantitatiiviset mittarit

Periaatteessa mittaaminen on aina joko kvantitatiivista eli määrällistä tai kvalitatiivista eli laadullista. Joissain tapauksissa voidaan puhua myös puolikvantitatiivisesta mittaamisesta (Rantanen et al. 1999, s.21-22).

Kvantitatiivista mittaaminen on silloin, kun tuloksia tarkastellaan numeerisina ja niitä verrataan esimerkiksi joko aiempiin tai odotettuihin tuloksiin. Usein kvantitatiiviset mittarit ovat euromääräisiä ja mittaavat liiketoiminnan tuloksellisuutta, mutta myös tuotannon toiminnassa on paljon muitakin mahdollisia määriin perustuvia tunnuslukuja joita mitata. Sellaisia ovat esimerkiksi varaston kiertoajat, työvaiheiden tai seisakkien kestot, hävikki jne.

Kvalitatiivinen mittaaminen puolestaan on tyypillisesti asiantuntija-arvioihin perustuvaa. Voidaan arvioida esimerkiksi työpaikan ergonomiaa, työmenetelmien turvallisuutta, tai vaikkapa työssä viihtymistä. Viimeisin tehdään usein ns. puolikvantitatiivisena koska kysely toteutetaan siten, että vastaukset pyritään muuntamaan kvantitatiivisiksi lukuarvoiksi joita voidaan verrata joko aiempiin tuloksiin tai toisiin yksiköihin, tai joissain tapauksissa jopa toisiin yrityksiin.

Kvantitatiivisten ja kvalitatiivisten mittarien sijaan voidaan puhua myös ”kovista” ja ”pehmeistä” mittareista (Neilimo et al. 1997, s.292). Tällöin koviksi mittareiksi katsotaan kvantitatiiviset ja pehmeiksi kvalitatiiviset mittarit.

2.2.5 Suorituskykymittareiden ominaisuudet

Laitinen (2003, s.59) nostaa teoksessaan esiin Peter Santorin ja Alan Andersonin aikanaan artikkelissaan ”Manufacturing Performance in the 1990s: Measuring for Excellence” (Journal of Accountancy, November 1987) esittämiä hyvän suorituskykymittarin ominaisuuksia. Niitä ovat

1. Mittaa tyypillisesti pitkän aikavälin eikä lyhyen tähtäimen suorituskykyä.
2. Jatkuvasti päivittyvä, ei jaksoittain (esim. kerran kuukaudessa) laskettava.
3. Helppotajuinen ymmärtää ja ottaa käyttöön.
4. Helppo sovittaa muuttuvaan tuotantoprosessiin.
5. Voi olla taloudellinen tai ei-taloudellinen.
6. Mittarit täydentävät toisiaan.

Vaikka artikkeli on 30 vuotta vanha, ovat samat ominaisuudet edelleen aivan yhtä tärkeitä. Nykyään vain esimerkiksi kohdan 2 edellytys on huomattavasti helpompaa täyttää, ainakin periaatteessa, koska käytännössä kaikki tarvittava data on saatavissa tietojärjestelmistä parhaimmillaan liki reaaliaikaisena. Tosin esimerkiksi kirjanpidollinen data päivittyy edelleen eräajoina, joten siltä osin ei suurta kehitystä ole tapahtunut.

Edellisten toivottavien ominaisuuksien lisäksi Laitinen (2003, s. 147-167) asettaa hyvälle suorituskykymittarille viisi vaatimusta: relevanttius, edullisuus, validiteetti, reliabiliteetti ja uskottavuus. Seuraavassa ne lyhyesti ja hieman pelkistäen auki kuvattuna. Laajempaa ja tarkempaa kuvausta kaipaavan kannattaa perehtyä Laitisen em. teokseen.

Relevanttius eli oleellisuus

Relevanttius eli oleellisuus kuvaa sitä, miten merkityksellinen mittarin tuottama informaatio on päätöksenteon kannalta. Relevanttius ei sinänsä ole yleisellä tasolla mitenkään tarkasti määritelty käsite, mutta tässä yhteydessä relevanttius on käsiteltävä mittarin painoarvoksi suhteessa muihin asiaan liittyviin mittareihin päätöstä tehtäessä. Relevanttius on siis subjektiivinen asia ja mittarin merkittävyys riippuu päätettävästä asiasta ja muista päätökseen liittyvistä seikoista, mutta myös päätöksen tekijästä.

Edullisuus

Edullisuudella tarkoitetaan tässä tapauksessa sitä, ettei mittarin tuottaman informaation tuotantokustannus saa olla suhteettoman suuri sen päätöksentekoon antamaan relevanttiuteen nähden. Karkeasti yksinkertaistaen siis vähemmän tärkeiden mittarien informaation tuottaminen ei saa aiheuttaa merkittäviä kustannuksia, koska yrityksen täytyy kohdistaa rajalliset voimavaransa toimintansa kannalta olennaisten mittarien informaation tuottamiseen. Laajan mittariston ylläpito vaatii

merkittäviä panostuksia, jolloin siitä helposti koetaan aiheutuvan enemmän harmia kuin hyötyä ja innostus ylläpitoon vähenee.

Validiteetti eli oikeellisuus

Validiteetilla eli mittarin oikeellisuudella tarkoitetaan sitä, että mittarin täytyy mitata tarkkaan mittauksen kohdetta. Mittarin näyttämän ja mitattavan asian todellisen arvon välille syntyy virhe, jota kutsutaan harhaksi (bias). Yleensä tämä virhe pyritään minimoimaan niin pitkälti kuin kustannukset ja vaiva minimoimiseksi pysyy järkevänä. Toisinaan harha voidaan myös hyväksyä, jos sen syntyperiaate tunnetaan ja siten virhe mittarissa voidaan oikaista riittävällä tarkkuudella jälkikäteen. Tilastollisesti tarkasteltuna validiteetti tarkoittaa mittarin systemaattista poikkeamaa todellisesta arvosta, hieman kuten auton nopeusmittari näyttää aina vähän pienempää nopeutta kuin todellinen nopeus on. Kun virheen suuruus tiedetään, voi alinopeuden korjata helposti tekemällä tasokorjauksen vakionopeudensäätimelle.

Reliabiliteetti eli tarkkuus

Reliabiliteetti eli mittauksen tarkkuus puolestaan kuvaa peräkkäisten mittausten hajontaa, osumatarkkuutta. Jos ohjeistus esimerkiksi kustannusten kohdistamisesta ei ole riittävän tarkka tai kustannusten kohdistaja toimii välinpitämättömästi, tulee mittariin helposti ”mittaajasta” johtuvaa virhettä. Tällainen virhe ei välttämättä ole systemaattista, vaan jos ”mittaustulos” koostuu useamman henkilön tekemistä kohdistuksista, voi vaihtelu olla hyvinkin epämääräistä. Ongelma pyrkii kertautumaan mittausta toistettaessa, jos henkilöt vaihtuvat ja ohjeistus ei ole riittävän yksityiskohtainen. Periaatteessa ainoa keino säilyttää reliabiliteetti on tarkka ohjeistus mittarin käytössä ja mieluusti pedantti mittaaja joka ei vaihdu joka mitauskerralla. Mittaajalla tarkoitetaan tässä esimerkiksi henkilöä, joka kokoaa mittarissa käytettävän datan eri järjestelmistä.

Periaatteessa validiteetin ja reliabiliteetin eroa voi kuvata esimerkiksi ampumaradalla. Validiteetti kuvaa tapausta, jossa ampuja ampuu hyvän tiukan kasan, joka sijaitsee jossain muualla kuin keskellä taulua. Reliabiliteetti taas on pikemminkin tapaus, jossa ampujan osumat ovat keskimäärin keskellä taulua, mutta ”kasa” näyttää haulikolla ammutulta. Validiteetti ja reliabiliteetti ovat siis eri asioita, jotka yhdessä ilmetessään pystyvät tehokkaasti sotkemaan koko mittauksen luotettavuuden ja siten viemään mittarin käyttäjältä uskon mittariin.

Uskottavuus

Mittarin tulee olla uskottava, eli päätöksentekijän tulee luottaa mittariin. Niin pitkään kuin päätöksentekijä ei luota mittareihinsa, ei hyvällä ja tarkallakaan mittaristolla ole arvoa. Jos luottoa ei ole, päätökset tehdään perustuen omaan intuitioon siitä miten asiat ovat. Syynä luottamuspulaan voi olla esimerkiksi mittariston liiallinen monimutkaisuus tai läpinäkymättömyys. Myös mittarien liian suuri määrä on omiaan heikentämään koko mittariston uskottavuutta. Siksi mittarien laadun ohella niiden määrä on hyvin kriittinen tekijä mittaristoa suunniteltaessa, ja mittareita valittaessa tulisi keskittyä olennaisimpiin mitattaviin asioihin ilman että niille tulee päällekkäisyyttä.

Vaikka myös muita kilpailevia hyvien ominaisuuksien ja vaatimusten luetteloja suorituskykymittareille kirjallisuudesta löytyy, perusteet ovat hyvin pitkälle samankaltaisia kuin edellä esitetyissä. Enemmän vaikuttaa siltä, että tekijät ovat halunneet jättää ”Eskon puumerkin” kehittämällä omia versioitaan aiemmista. Yksi ensimmäisistä mittariston suunnittelukriteereiden listaajista oli Sink vuonna 1985 teoksessaan ”Productivity Management: Planning, Measurement and Evaluation, Control and Improvement”. Hänen listallaan on yhdeksän kohtaa: validity, accuracy and precision, completeness or collective exhaustiveness, uniqueness or mutual exclusiveness, reliability, comprehensibility, quantifiability, controllability ja cost effectiveness. Kuten listasta voi havaita, eivät kriteerit ole juuri muuttuneet. Validiteettavasti kyseisen teoksen saatavuus vaikuttaa näin vuonna 2019 hyvin huonolta.

Tämän työn osalta keskitymme tarkastelemaan suorituskyvyn mittaamista yksittäisen pienen energiantuotantolaitoksen tuotannon kannalta. Tarkastelunäkökulma on tavallaan ulkopuolisen, koska itse laitoksen sisäinen prosessi suljetaan tarkastelusta ulos. Laitos on tavallaan siis ”black box”, jonka toimintaa arvioidaan sen toimitusrajojen mukaiselta taserajalta.

2.3 KPI

Yleisesti ottaen keskeiset suorituskykyindikaattorit (KPI = Key Performance Indicator) ilmaisevat tarkasteltavan kohteen suorituskykyä suhteessa asetettuun tavoitearvoon. Kohde voi olla esimerkiksi organisaatio, yritys, liiketoimintayksikkö, yksittäinen tuotantolaitos, tuotantolinja tai vaikka henkilö. Yhtälailla voidaan KPI-mittaristolla mitata vaikkapa maan tai talousalueen talouden ”kuntoa”. Käsite on siis nykyään hyvin yleisluontoinen, joten sitä käytetään hyvinkin moninaisin tavoin.

Alkuperäinen ajatus KPI:ien käytössä on luoda mittaristo, jolla yrityksen strategian toteutumista voidaan valvoa. Niillä myös ohjataan päivittäistä toimintaa kriittisten menestystekijöiden (CSF = Critical Success Factor) määrittämään suuntaan, tehostetaan toimintaa sekä pyritään saamaan aikaan laajempaa sitoutuneisuutta strategiaan yrityksen työntekijöiden kesken. KPI:t ovat siten toiminnan seuraamisen ohella keino kommunikoida yrityksen strategiaa yrityksen henkilöstön suuntaan. (Parmenter 2015, s.7-11)

Mahdollisia suorituskykyindikaattori (PI = Performance Indicator) voi yrityksessä olla hyvinkin paljon, mutta niiden tehtävänä on pikemminkin ohjata toteuttavan tason toimintaa (Parmenter 2015, s.4). KPI-mittaristo puolestaan toimii ylemmällä tasolla, strategisen johdon seurantatyökaluna. Nimensä mukaan KPI eroaa PI:sta roolinsa merkittävyyden perusteella. KPI:t ovat vahvasti yrityskohtaisia, ja niiden toimivuus pohjautuu yksittäisen yrityksen strategiaan tavoitteisiin ja tapaan toimia. Tätä ei osassa kirjallisuutta juurikaan huomioida, vaan usein keskitytään va-

likoimaan soveltuvia KPI:ita suuresta joukosta muissa yrityksissä tai toimialoilla jo käytössä olevia KPI:ita. Tällaisessa toimintatavassa on riskinä, että KPI:t valitaan sen perusteella mitkä ovat ”trendikkäitä”, eikä yrityksen omien tarpeiden pohjalta. KPI on vain työkalu osaavan johdon käsissä, ei itseisarvo jonka ympärille toimintaa yritetään kääriä.

Edellisten lisäksi Parmenter (2015, s.4-6) esittelee käsitteet tulosindikaattori (RI = Result Indicator) ja keskeinen tulosindikaattori (KRI = Key Result Indicator). Olenainen ero suorituskykyindikaattorilla ja tulosindikaattorilla on siinä, että suorituskykyindikaattorilla voidaan mittauksen tulos kohdistaa tuloksen tehneeseen ryhmään tai osastoon, kun taas tulosindikaattorista nähdään tulos, mutta varsinaista tuloksen aiheuttajaa ei voida suoraan päätellä. Näin ollen korjaavien toimenpiteiden näkökulmasta suorituskykyindikaattorit ovat hyödyllisempiä, koska tulosindikaattorit mittaavat jo tapahtunutta eikä niiden avulla voida kohdentaa korjaavia toimenpiteitä tapahtumien aiheuttajaan (Parmenter 2015, s.14-16).

Tässä työssä otetaan edellisiin nähden hieman poikkeava näkökulma, ja keskitytään lähinnä KPI:hin. Koska yritys jolle mittareita kehitetään koostuu suuresta määrästä yksittäisiä tuotantoyksiköitä, rajataan PI, RI ja KRI tarkastelun ulkopuolelle liian monimutkaisuuden välttämiseksi. Yksittäisen tuotantoyksikön KPI-mittaristo muodostuu muutamasta KPI:sta, ja on tarkoitettu jonkin kokonaisuuden suorituskyvyn seurantaan tietyn käyttäjäryhmän, tässä tapauksessa tuotannon johdon, näkökulmasta. Kullekin KPI:lle asetetaan tavoitetaso tai vertailutunnusluku, jonka saavuttaminen tai saavuttamatta jääminen tulee pystyä indikoimaan helposti havaittavalla tavalla. Koska samantyyppistenkin laitosten toimintaympäristöt poikkeavat toisistaan, tavoitetaso tai vertailuluku on laitospohjainen. Silti sen määrittelyyn tulee olla loogista ja läpinäkyvää, jottei mittarin uskottavuus kärsi.

Strategy Management Groupin (2019) mukaan hyvät KPI:t

1. Kykenevät tuottamaan objektiivisia todisteita kehityksestä tiellä tavoitteiden saavuttamiseen.

2. Helpottavat päätöksentekoa mittaamalla olennaisia sitä tukevia asioita.
3. Tarjoavat vertailukelpoista tietoa suorituskyvyn muutoksista pidemmällä aikavälillä.
4. Voivat seurata esimerkiksi tehokkuutta, vaikuttavuutta, laatua, oikea-aikaisuutta, johtamista, ohjeidenmukaisuutta, käyttäytymistä, taloutta, projektin suoriutumista, henkilökunnan suoriutumista tai resurssien käyttöä.
5. Ovat sopivassa suhteessa ennakoivia ja viiveellisiä indikaattoreita.

Edellinen on vain yhden alalla toimijan näkemys, mutta samankaltaisia ajatuksia esitetään myös kirjallisuudessa. Parmenterin (2015, s.12) mielestä hyvän KPI:n piirteitä ovat:

1. Ei-taloudellisuus, eli mittari ei ole euromääräinen.
2. Säännöllisyys, eli mitataan säännöllisesti.
3. Ylimmän johdon tarkastelunäkökulma, eli mittarit on suunnattu oikean tahon tarpeisiin.
4. Yksinkertaisuus, eli mittarit ymmärretään ja niiden pohjalta osataan tehdä oikeita päätöksiä.
5. Tiimi-pohjaisuus, eli mittarin osoittama suoritus voidaan kohdentaa tiettyyn tekijäryhmään.
6. Merkittävyys, eli mittari on sidottu useampaan kuin yhteen kriittiseen menestystekijään.
7. Rajoitetusti heikkouksia, eli mittarin on todettu ohjaavan toimintaa suurimmalta osin oikeaan suuntaan ja positiivisia tuloksia kohden.

Edellä esitetyssä merkittävimpana poikkeuksena yleiseen näkemykseen vaikuttaisi olevan mittareiden ei-taloudellisuus. Tämä johtuu Parmenterin tavasta eritellä KPI:t ja KRI:t, joka ei ole tavanomainen käytäntö. Esimerkiksi Lindberg et al. (2015, s.1785-1790) katsovat, että KPI-mittareita voidaan rakentaa teollisuusyrityksen eri tasoille ja toiminnoille, eikä ainoastaan ylimmän johdon käyttöön. Tällöin esimerkiksi yksittäinen aliprosessi tai kone voi saada omat KPI:nsa, yhtä hy-

vin kuin vaikka polttoaineen käyttö tai kokonainen tehdasyksikkö. Tällöin erona on mittarin käyttäjän lisäksi myös seassa olevat taloudelliset mittarit, kuten kunnossapitokustannukset tai polttoainekustannukset per aikayksikkö, kun kyseessä on prosessiteollisuus.

2.3.1 Ennakoivat ja viiveelliset indikaattorit

Mittarit voidaan jakaa ajallisen jakoperusteen pohjalta ennakoiviin mittareihin (leading indicator) ja viiveellisiin mittareihin (lagging indicator). Ideana tässä jaksossa on, että ennakoiva mittari antaa kuvaa mihin suuntaan tilanne on kehittymässä, kun taas viiveellinen mittari esittää tilannetta jossa jo ollaan.

Yksinkertaistettuna esimerkkinä voidaan esittää painonhallinta. Pyrittäessä tiettyyn ihannepainoon energiankulutus on ennakoiva ja nykyinen paino viiveellinen mittari. Energiankulutuksen ja -saannin summan suunnasta voidaan siis ennakoida, mihin suuntaan nykypainon arvo on menossa mittaushetkellä. Energiantuotannossa taas tase saapuvan polttoaineen ja kuluvan polttoaineen välillä on ennakoiva mittari ja viiveellisenä mittarina on puolestaan polttoainevaraston kokonaismäärä.

Esimerkiksi konkreettista tuotantoprosessin osan suoriutumista mittaavat suorituskykymittarit ovat luonteeltaan ennakoivia mittareita suhteessa kokonaistuotantoa seuraaviin taloudellisiin mittareihin, mutta samat mittarit voivat olla viiveellisiä mittareita vaikkapa hylättyjen tuotteiden määrää mittaaville mittareille. Tällä yritän sanoa, että mittarin luonne ennakoivana tai viiveellisenä ei ole absoluuttinen, vaan se riippuu muista käytössä olevista mittareista.

Kaikkiaan tämä KPI:ien jako ennakoiviin ja viiveellisiin vastaa pitkälti Määtän (2000, s.26) ajatusta jakaa mittarit syy- ja seurausmittareihin, jolloin ennakoiva indikaattori vastaa syymittaria ja viiveellinen indikaattori seurausmittaria.

2.4 Tuotantoyksikön suorituskyvyn mittaaminen

Aiemmassa käsitettä kriittinen suorituskykyindikaattori KPI on lähestytty nimenomaan yrityksen ylimmän strategisen johdon työkaluna. Mutta kuten edellisessä luvussa todettiin, ei KPI ole samaan tapaan kiveen hakattu tapa toimia kuin esimerkiksi Balanced Scorecard, joka ei sekään ole pysynyt samanlaisena vuosien saatossa. Jatkossa lähestymme käsitettä KPI yksittäisen tuotantolaitoksen tuotannon johtamisen näkökulmasta. Kovin suurta eroa yrityksen johdon näkökulmaan ei ole, koska yhtä hyvin yksittäistä tuotantolaitosta voidaan tarkastella pienenä erillisenä yrityksenä jota johtaa tuotantopäällikkö. Lähestymiskulma on vain korostetun tuotantopainotteinen, eikä esimerkiksi tukiprosesseja tai henkilöstön viihtymistä tarkastella laitostason mittareilla vaan ylempänä maatasolla.

Koska yksittäinen tuotantolaitos voidaan katsoa omaksi kokonaisuudekseen jonka toiminnasta vastaa tietty henkilö tai ryhmä, ja esimerkiksi sille kohdistuva polttoaine on ”korvamerkitty”, voidaan sitä varsinaisen tuotantoprosessin ulkopuolelta tarkastella suorituskykyindikaattoreilla hitaampien taloudellisten tulosindikaattorien sijaan.

Tulosindikaattoreiksi voidaan puolestaan katsoa yksittäisten laitosten suorituskykyindikaattoreista myöhemmässä vaiheessa mahdollisesti yhdistettävät alueelliset tuotantoindikaattorit, joilla pyritään antamaan kokonaiskuva useamman laitoksen yhteisestä toiminnan tehokkuudesta. Samoin tulosindikaattoreita ovat yhtiön ylimmän johdon käyttämät taloudelliset indikaattorit, jotka kuvaavat koko yrityksen valtakunnallista tilannetta euromääräisenä. Tyypillisesti talouden keskeisten tulosindikaattoreiden tarkastelema aikaväli on vähintään kuukausitasoa, joten niiden toimintaa ohjaava sykli on selvästi hitaampi kuin suorituskykyindikaattoreiden.

Tarkasteltavan yrityksen toimintamalli, toimintaympäristö ja tuotantoyksiköiden tyyppi vaikuttaa vahvasti yritykselle sopivien mittarien valintaan. On täysin eri

asia mitata perustuotantoa tekevän yrityksen kuin esimerkiksi ravintolan, pankin tai alustateollisuuden toimijan suorituskykyä. Etenkin prosessituotannossa, joka on kiinnostuksemme pääasiallinen kohde, mittarit ovat tyypillisesti kustannuspainotteisia. Koska prosessi on jatkuva, eivät kappaletavaran tuotannossa käytettävät aikapohjaiset mittarit kuten läpimenoaika tai asetusaika toimi järkevästi. Vastavia ongelmia on myös panosprosessin mittarien soveltamisessa, ja esimerkiksi useamman tuotantoyksikön sähköntuotannon voimalaitoksissa on huomattavasti enemmän tuotantoon liittyviä parametreja ja mitattavia kohteita kuin yksittäiselle asiakkaalle yhdellä kattilalla höyryä tuottavassa, tai pieneen kaukolämpöverkkoon yhdellä kattilalla kuumaa vettä tuottavassa lämpölaitoksessa. Yksittäisen energiantuotantolaitoksen kohdalla ei myöskään ole tarpeen seurata esimerkiksi myynnin liidien tarttumista, koska laitoksella tyypillisesti on jo olemassa oleva muutaman vuoden toimitussopimus asiakkaan kanssa. Toisaalta vaikka paperitehtaan, tai tarkemmin vaikka paperikoneen, tapauksessa myös lopputuotteen myynnin onnistuminen ja markkinatilanne vaikuttavat suuresti tuotannon järkevyyteen.

Toki energiaa tarvitsevan asiakkaan tuotannon tilanne ja sitä kautta asiakkaan energiantarve pitempänä takaisinkytkentänä vaikuttaa myös energiantuotannon kannattavuuteen, mutta siihen asiaan on energiantuotantolaitoksen vaikea omalla toiminnallaan vaikuttaa. Edellisestä nähdään, että myös tuotannon ohjautuvuus vaikuttaa sopivimpien mittarien valintaan. Jatkuvässä prosessituotannossa, erityisesti tällaisessa pienimuotoisessa energiantuotannossa, ei ole mahdollista tuottaa tuotetta varastoon, eikä erillisiä tilauksia tule. Siten myös ainoat logistiset kysymykset ovat käytännössä polttoaineen oikea-aikaiset toimitukset ja tuotannon sivutuotteet, ts. tuhkat, riittävän usein tapahtuva poisto, joten silläkään osa-alueella ei ole paljoa mitattavaa.

Käytännön elämässä on tarpeen myös huomioida tuotantoyksikön koko laitoksen mittaristoa valittaessa. On hyvin erilainen tilanne jos tuotantokatko syntyy suurella leijukerroshöyrykattilalla varustetulla täyttä kuormaa ajavalla kiinteän polttoaineen laitoksella, kuin vaikkapa pienellä arinakattilalla kaukolämpöä tekevällä lai-

toksella. Jo pelkästään prosessin ylösajo polttoaineen syötön ongelmien jälkeen kestää merkittävästi pidemmän ajan suurella leijukerroskattilalla kuin arinakattilalla, joka on käytännössä parhaassa tapauksessa alle kymmenessä minuutissa takaisin tulilla. Puhumattakaan öljy- ja maakaasukattiloista, joiden käynnistäminen kestää pari minuuttia.

Myös asiakasprosesseissa ja niiden häiriön kestossa on suuria eroja. Siksi suurelle asiakkaalle höyryä toimittavan laitoksen käytettävyyden, asiakashöyryn parametreissa pysyminen ja asiakkaalle näkyvän toimituskatkon keskimääräinen kesto ovat mittareina huomattavasti merkittävimpiä kuin vastaavat olisivat kaukolämpöverkkoa ajavan laitoksen tapauksessa kesäaikaan, jolloin laitos ajaa tyypillisesti minimittehoa, ja verkon vesikapasiteetti toimii kuumavesivaraajana helposti parikin tuntia. Luonnollisesti asiakkaalle toiminnan kannalta kriittisten laitosten kohdalla on usein toimitussopimuksessa sovittu sakkopykälisiä, jotka usein ovat sidoksissa laitoksen käytettävyyteen tai toimitushäiriöiden määrään.

Parin edellisen kappaleen asiat tulee tietenkin ensisijaisesti huomioida tuotantolaitoksen mitoituksessa ja toimitussopimuksen sisällössä, mutta käytännössä ne aiheuttavat myös erilaisia tarpeita mittaamiselle eri laitoksissa.

Pyrkimyksenä tässä työssä on kuitenkin luoda mittaristo, jota voidaan käyttää mahdollisimman yleiskäyttöisesti pohjana kun määritellään eri tyyppisille tuotantolaitoksille mallimittaristoja. Tämä rajoittaa jossain määrin mittaristoon valittavia KPI:ta.

Koska tarkasteltavien tuotantolaitosten tuotanto on prosessityyppistä, jatkuvaa tuotantoa, ei ole mielekästä tarkastella tuotannon suorituskykyä kovin lyhyellä aikavälillä. Koska tuotanto useimmiten ohjautuu asiakkaan kulutuksen perusteella ilman mahdollisuutta tuotetun energian välivarastointiin, tulee tuotantoon luontaista tunti- ja päivätason vaihtelua. Viikkotasolla tarkasteltaessa vaihtelu jo jonkin verran tasoittuu, ja kuukausitasolla tehtävä arviointi antaa jo melko hyvän ku-

van laitoksen toiminnasta. Ongelmallisen kuukausitason seurannasta tekee kuitenkin se seikka, että mahdollisiin ongelmiin reagointi ei tapahdu silloin merkittävästi nykyistä nopeammin.

2.5 Mittaristoista ja mittareiden valinnasta

Käsitettä mittaristo käytetään yleensä kokoelmasta tietyn käyttäjätahon tarpeisiin koottuja mittareita. Tässä yhteydessä mittarit ovat keskeisiä suorituskykyindikaattoreita (KPI), ja taho jota silmällä pitäen mittaristoa laaditaan on tuotannonjohto. Mittariston käyttäjä voisi olla myös ylin johto tai yksittäisen tuotantolaitoksen käyttäjä, mutta tällöin mittariston mittareiden valintaperusteet olisivat jonkin verran erilaisia. Tällöin, laituskäyttäjän tapauksessa, mittareista osa voisi esimerkiksi olla myös vähemmän merkittäviä suorituskykyindikaattoreita (PI) ja mittareiden lukumäärää voidaan ehkä hivenen kasvattaa, kun tarkkailtavana on vain yhden laitoksen toiminta. Siltikin laituskäyttäjän mittariston ytimen täytyy muodostua samoista KPI:sta kuin tuotannonjohdon mittariston, koska mittareiden tulee ohjata toimintaa yhteiseen suuntaan.

Mittariston tehtävänä on siis aina ohjata toimintaa hyväksi päätettyyn suuntaan. Ylimmän johdon työkaluina niillä jalkautetaan strategia ja seurataan jalkautuksen onnistumista, tuotantotasolla taas mittaristolla seurataan laitosten suoriutumista niille asetetuista tuotantotavoitteista. Henkilötasolla taas voidaan palkita vuosibonuksella suoriutumisesta yksilölle asetetuista henkilökohtaisista vuositason tavoitteista, suorituskykymittareita nekin. Periaatteessa henkilökohtaiset tavoitteet voidaan nähdä henkilötason KPI:ina.

Sopiva mittarien määrä ja niiden yhteensopivuus on suurin haaste yksittäistä mittaristoa rakennettaessa. KPI:ita on tarjolla valtavasti, ja useimmiten ongelmana on valita samankaltaisista mittareista juuri omaan tarpeeseen sopivin kokoelma riittäväällä kattavuudella mutta ilman päällekkäisyyttä. Myös mittareiden viiveet ja ha-

luttu tarkastelun aikajakso on aiheellista huomioida mittaristoa kootessa, sillä ajallisesti yhtenäisestä mittaristosta tulee useimmiten helpommin luettava kuin mittaristosta, jossa jokainen mittari seuraa eri mittaista ajanjaksoa.

Aina kun jotain mitataan tarkoituksenaan ohjata toimintaa, otetaan samalla riski että jonkin toisen asian suhteen tapahtuu epätoivottu muutos. Siksi mittareita pitäisi käyttää mieluummin liian vähän kuin liian paljon, ja samalla pitäisi pyrkiä valitsemaan mittareita joiden epätoivotut vaikutukset olisivat mahdollisimman pieniä. (Parmenter 2015)

3 Nykytilanteen kartoitus

3.1 Toimintaympäristön esittely

3.1.1 Yrityskuvaus

Toimeksiantajana työlle toimi Adven Oy. Adven Oy toimii energia-alalla Suomessa, Ruotsissa, Virossa ja Latviassa, toiminnan painopisteen ollessa tällä hetkellä Suomessa ja suurimmat kasvun odotukset Ruotsissa. Advenin liikevaihto Suomessa on 132 miljoonaa euroa (2018) ja Suomessa yritys työllistää n. 170 henkilöä. Globaalisti henkilöstöä on yhteensä yli 350 henkeä, ja liikevaihto on suuruusluokassa 200 miljoonaa euroa. Tässä työssä keskitytään Adven Suomen toimintaan.

Advenin ydinliiketoimintaa on pienlämpöliiketoiminta, johon tämä selvitysikin liittyy. Pienlämpöliiketoiminta on periaatteessa ulkoistusbisnestä, jossa toimija myy asiakkaalle energiaa sovituissa raameissa 5-15 vuoden sopimuskaudella. Tyypillisesti laitokset ovat jaksottaiseen käytönvalvontaan soveltuvia pienehköjä lämpölaitoksia, lämpötehoaan 1...30MW. Polttoaineina ovat yleensä hake, turve, kevyt polttoöljy, pelletti, maakaasu ja nestekaasu, riippuen laitoksen koosta ja roolista tuotannossa. Tuotantolaitosten kokonaismäärä Suomessa on n. 130 kpl, ja erillisiä energiantuotantokattiloita kullakin laitoksella on 1-5 kpl kpl. Kattiloiden kokonaismäärä on siis arviolta luokkaa 400 kpl.

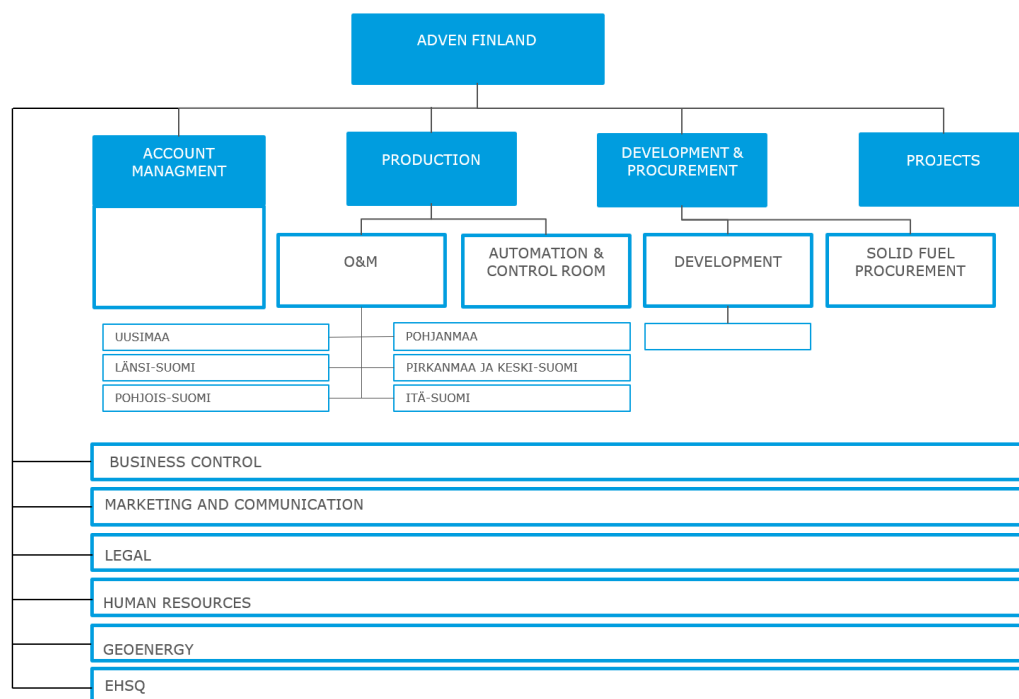
Yleensä Advenin ratkaisuihin varakapasiteettia on 100%, eli esimerkiksi 5MW hakelaitoksen yhteydessä on usein 5MW öljy- tai maakaasukattila, joka tuottaa asiakkaan tarvitseman energian kun pääkattila ei ole käytettävissä. Kysyntähuippuja hoitamassa voi olla lisäksi esimerkiksi pieni pellettikattila, jonka polttoaineen hinta ja käynnistysnopeus ovat hyvä kompromissi jos energiantarve asiakkaalla on kasvanut, mutta pääkattilaa ei haluta uusia vastaamaan nykytarvetta.

Asiakkaan näkökulmasta toimitusraja on usein siis lämpölaitoksen seinä, ja Advenin vastuulla on toimittaa siihen sopimuksen mukainen energiamäärä asiakkaan tarpeen mukaan ja oikean laatuksena. Energian toimitusmuotona voi olla esimerkiksi kuuma vesi (kaukolämpö), höyry, kylmä (ammoniakki tai hiilidioksidi), sähkö, kylmä vesi, jopa rikkikaasu. Suomessa Advenilla on myös 15 pienehköä kaukolämpöverkkoa, joissa loppuasiakkaana on myös yksityisiä asiakkaita.

Tyypillisesti uuden laitoksen ja asiakkaan tapauksessa asiakas maksaa käyttämästään energiasta maksamansa energiamaksun lisäksi tehomaksua, jolla Adven kuulettua tekemäänsä laitosinvestointia. Laitos siis yleensä rakennutetaan Advenin toimesta ja Advenin rahoituksella, ja sen käytöstä ja polttoainehankinnoista vastaa Advenin käyttöorganisaatio.

3.1.2 Tuotannon organisaatorakenne

Koska Advenin liiketoiminta nojaa energiantuotantoon, on organisaatio rakennettu vastaavasti hyvin tuotantopainotteiseksi. Koska tässä työssä keskitymme tuotannon mittareiden kehittämiseen ei koko organisaatorakennetta ole tarpeen esitellä, vaan voidaan todeta että yrityksessä on esimerkiksi liuta liiketoiminnan tukiorganisaatioita, myyntiorganisaatiot, hankintaorganisaatio sekä projektiorganisaatio uusien laitosprojektien vetämiseen. Kuva 2 esittää Adven Suomen organisaation.



Kuva 2. Adven Suomi organisaatio

Tuotannon organisaatorakenteessa Suomen osalta toimitusjohtajan alla toimii tuotantojohtaja, jolle käyttöalueiden tuotantopäälliköt vastaavat kukin oman alueensa laitoksista. Tuotantopäälliköt toimivat esimiehinä alueensa käyttöpäälliköille ja laitosten käyttöhenkilökunnalle. Käyttöpäälliköitä on käytännössä vain suurimmilla laitoksilla käyttöhenkilökunnan esimiehinä, muuten laitosten vastuukäyttäjät vastaavat laitoksistaan suoraan alueen tuotantopäällikölle.

Tämänhetkisessä organisaatiossa käyttöalueita on 6 kpl (tammikuu 2019); Uusimaa, Länsi-Suomi, Pohjois-Suomi, Pohjanmaa, Pirkanmaa ja Keski-Suomi sekä Itä-Suomi. Omia laitostykäyttäjiä on alueilla yhteensä luokkaa 70 kpl, sekä vaihtelevasti alihankintana ostettua käyttöhenkilökuntaa ja päivystäjiä. Lisäksi parilla voimalaitoksella on oma käyttöhenkilökuntansa.

Lämpölaitosten toiminnan valvonta perustuu jaksottaiseen käytönvalvontaan. Jaksottainen käytönvalvonta toimii siten, että laitokset ovat päivän ajan laitostykäyttäjien valvonnan alla, mutta iltaisin ja viikonloppuisin laitosten toiminnan valvonnasta vastaa etävalvontayhteyden kautta keskusvalvomo. Havaitessaan laitoksen

toiminnassa ongelmia, keskusvalvomon päivystäjä hälyttää alueen päivystäjän laitokselle selvittämään mistä on kyse. Tästä syystä on olennaisen tärkeää, että laitosten prosessit ja laitteet toimivat hyvin ja että niitä ohjaava automaatio on laadukkaasti toteutettu.

3.2 Tuotannon seurannan nykytilan kartoitus

Nykytilanteessa tuotannon seuranta on melko hajanaisesti toteutettua. Lisää sekaannusta tilanteeseen luo eri maiden organisaatioiden erilaisuus, ja etenkin Ruotsin liiketoiminnan osalta toimintojen yhdenmukaistaminen on vielä alkutaipaleella. Tämä johtuu siitä, että Adven on vasta lyhyen aikaa toiminut Ruotsissa, ja kasvu siellä on ollut liiketoimintakauppojen johdosta hyvin nopeaa. Järjestelmien integrointi on hidasta ja muutenkin organisaatioiden kasvattaminen yhdenmukaiseen toimintaan ottaa aikansa. Tästä syystä sekä työn rajaamiseksi keskitytään tässä työssä vain Suomen tuotannon toimintoihin.

Tässä työssä jaotellaan tuotannon seurantaan liittyvät indikaattorit (PI:t ja KPI:t) kolmelle toimintatasolle: operatiiviset, taktiset ja strategiset. Strategisen tason mittareissa lähinnä yhdistetään taktisen tason mittareiden dataa käyttöalueen tai maan tason mittareiksi. Maarajoja ylittävää yhdenmukaistamista on tällä hetkellä vielä liian aikaista miettiä liiaksi, koska liian monien muuttujien ja näkemysten huomiointi tekee mahdottomaksi edetä hankkeen kanssa missään järjellisessä aikataulussa. Kuitenkin KPI:sta ja mittaristosta pyritään luomaan mahdollisimman yleisluonteinen, jotta soveltaminen myös muiden maiden liiketoiminnoissa olisi helppoa.

Tässä työssä keskitytään tuotannon mittariston luomiseen taktiselle tasolle. Edellä mainituilla toimintatasoilla on myös muita ei-tuotannollisia toiminnan indikaattoreita, mutta ne eivät kuulu tämän työn alueeseen. Seuraavassa käydään läpi nykytila eri tasoilla tehtävässä seurannassa.

3.2.1 Operatiivinen taso

Operatiivisella tasolla, eli laitosten käyttäjien ja käyttöpäälliköiden, osittain myös tuotantopäälliköiden, tasolla seurataan laitosten toimintaa ensisijaisesti lyhyellä aikavälillä. Käyttäjä vastaa laitoksen operatiivisesta toiminnasta, eli siitä että laitos yleensäkin pysyy tuotannossa. Käyttöpäällikkö puolestaan vastaa hieman suuremman laitoksen toiminnasta toimien käyttäjäryhmän esimiehenä. Tuotantopäälliköllä puolestaan on vastuu käyttöalueensa laitosten toiminnasta kokonaisuutena, ja hän toimii esimiehenä alueensa käyttäjille ja käyttöpäälliköille.

Päivittäistä rutiinia laitoksen käyttäjällä on mm. laitoksen toiminnan valvonta, päivän aikana tehtävät operoinnit, laitoksen kunnossapidon ja huoltojen järjestäminen, käyttökemikaalien hankinta, mahdollisten ongelmien ja käyttökatkojen selvittäminen, asiakkaan käytön edustajien kanssa kommunikointi, polttoainetosituttajan kanssa kommunikointi, polttoainenäytteiden ottaminen kiinteän polttoaineen laitoksissa, sekä suhdetoiminta muiden käyttöalueen käyttäjien ja tukitoiminnoissa olevien henkilöiden (kuten automaatiomiehet) kanssa.

Käytännössä operatiivisella tasolla ollaan kiinnostuneita lyhyen aikavälin, tyyppillisesti alle kuukauden, indikaattoreista. Tällä hetkellä seuranta perustuu pikemminkin laitoksen ohjausjärjestelmän tuottamaan dataan laitoksen hetkellisestä toiminnasta, sekä kuukausitasoiseen energiatiedon keruuseen laitoksen laskutusmittareista. Ylempää organisaatiosta annettua ”yhteistä mallia” yksittäisen laitoksen operatiiviseen lyhyen aikavälin seurantaan ei toistaiseksi ole. Tämä johtuu suurelta osin laitosten teknisistä eroavaisuuksista, asiakkaiden erilaisista tarpeista, sekä laitosten automaation tason vaihtelusta. Eri tasoisesta automaatiojärjestelmästä saa eri tasoista informaatiota ulos, eikä sellaista asiaa voi mitata jolle ei ole asennettu mittausta.

Nykytilanne siis on, että seuranta päivä- ja viikkotasolla riippuu hyvin pitkälle yksittäisen laitoksen vastuukäyttäjän totutusta tavasta toimia. Malleja laitospäälliköiden lyhyen aikavälin seurantaan on kehitteillä, ja siihen liittyvän tietokannan ra-

kennustyö on kesken. Pyrkimys on vuoden 2019 aikana saada tällekin tasolle yhtenäistä linjaa alkaen suurimmista laitoksista, joissa automaation aste on korkein. Koska laitostyöntekijöiden bonusjärjestelmässä oman laitoksen vuositasolla tekemä tulos on merkittävä vaikuttava tekijä, on yhdenmukaisen lyhyen aikavälin seurannan mahdollistavien mittarien luominen myös laitostyöntekijän näkökulmasta hyödyllistä, eikä pelkästään uusi valvontakeino.

3.2.2 Taktinen taso

Taktiseksi tasoksi tässä työssä katsotaan tuotantopäälliköiden toimintaympäristö. Kaikkien Suomessa toimivien laitosten toimintaan liittyvää dataa kerätään energianhallintajärjestelmä Teraan. Terasta saataviin raportteihin tuotantopäällikkö pohjaa käyttöalueensa laitosten kuukausittaisen seurannan. Alueiden toimintatavoissa on jonkin verran eroja. Tämä pohjautuu yhtiön historiaan Nesteen ja sittemmin Fortumin osana, jolloin käyttöalueet toimivat hyvinkin itsenäisinä alueellisinä yksikköinä nimellisen keskusjohdon alla. Eli käytännössä kukin tuotantopäällikkö seuraa omien laitostensa toimintaa parhaaksi katsomallaan menettelyllä.

Yhteistä käyttöalueilla tapahtuvalle tuotannon seurannalle kuitenkin on, että käyttäjien ja käyttöpäälliköiden kanssa pidetään aluepalavereja määrävälein. Tyypillinen väli maantieteellisesti pienellä alueella on kerran kuussa, suuremmalla alueella palavereja pidetään harvemmin. Palaverissa käydään läpi miten edellinen jakso on mennyt, ja samalla tulee käydyksi läpi kunkin alueen laitoksen tuotantotilanne numeroiden valossa. Suuremmilla ja hajanaisemmillä alueilla saatetaan jakaa kuukausittainen yhteinen palaveri useampaan erilliseen palaveriin, koska yhteisen kokoontumisen sovittaminen kiireisten ihmisten aikatauluihin on hankalaa, ja väkipakolla palaveeraus on kaikkiaan melko tehotonta. Tällöin tuotantopäällikkö tapaa alueensa laitosten käyttäjiä epävirallisemmin kuukausittain, tarpeen mukaan. Yleisesti ottaen alueen tuotantopäällikkö soveltaa parhaaksi katsomaansa tapaa kommunikoida käyttäjiensä kanssa.

Säännöllisten käyttöalueen palaverien kautta myös laitosten käyttäjät ja käyttöpäälliköt saavat siten osansa taktisen tason mittareista, ja joitain niistä voidaan esittää myös osana heidän omaa seurantamittaristoaan.

Eri laitoksilla seurattavat asiat ovat mm. laitostyypistä, polttoaineista ja toimitettavan energian muodosta riippuen hyvinkin erilaisia. Esimerkiksi kiinteää polttoainetta pääpolttoaineenaan polttavalla laitoksella tyypillisiä laitospkohtaisia indikaattoreita ovat tuotettu energian kokonaismäärä, tuotannon jakauma eri polttoaineille (kiinteät polttoainejakeet, pelletti, öljy, nestekaasu, maakaasu), kokonaisyötysuhde, pääkattilan hyötysuhde ja hyvitetyn asiakkaalta palautuvan lauhteen määrä. Näitä seurataan siis kuukausitasolla. Palautuvasta lauhteesta hyvitetään silloin, kun siinä oleva jäännöslämpöenergia saadaan otettua talteen esimerkiksi prosessiin otettavaan uuteen syöttöveteen.

Toisena esimerkkinä voidaan tarkastella jätettä polttavaa laitosta. Siellä edellä mainittujen hyötysuhteiden ja kokonaistuotannon lisäksi seurataan jätteen osuutta, käytettävyyttä prosentteina, häiriötuntien määrää sekä CO-päästössä ylitysten kappalemäärää. Seuranta tälläkin laitoksella tehdään kuukausitasoisena.

Tyypillisellä ammoniakki kylmälaitoksella, joita on pääasiassa elintarviketeollisuudessa ja kylmävarastoissa, taktisen tason tuotannon seurannassa pääpaino on sähkömittauksissa. Tämä siksi, että laskutus tehdään kulutetun sähkömäärän mukaan laskettavan prosessointimaksun perusteella. Sähkön lisäksi asiakasta yleensä kiinnostaa kylmätuotannon hyötysuhde COP ($COP = \text{Coefficient Of Performance}$), mutta sen mittaaminen on astetta vaikeampi ja kalliimpi tehtävä hankalan väliaineen (ammoniakki) ja suurehkojen putkikokojen vuoksi. Kylmälaitoksen käytön operatiivisella tasolla kiinnostus on kylmäkonehuoneesta lähtevien liuosten lämpötiloissa, koska niiden sallitut vaihteluvälit ovat energiantoimitussopimuksessa määriteltyjä.

Kuukauden vaihtuessa tehdään myös asiakaslaskutus. Asiakkaille lähtevät laskut tehdään taloushallinnossa. Ensin tehdään ns. koelaskut, jotka toimitetaan käyttöalueiden tuotantopäälliköille tarkastettavaksi. Tämä on toinen merkittävä osa taktisen tason tuotannon seuranta, koska myös edellisen kuukauden laskutetut erät näkyvät koelaskulla. Näin on helppo tehdä tarkastus laskutuksen oikeellisuudesta, ja vältytään asiakkaalle päätyvien virheellisten laskujen aiheuttamalta ylimääräiseltä työltä sekä imagolisilta tappioilta.

Tuotannon tilannekatsauksia pidetään kahden viikon välein. Niissä tuotantojohtaja ja tuotantopäälliköt kokoontuvat yhteen käymään läpi tuotannon tilannetta alueellisesti ja valtakunnallisesti päivän ajaksi. Muitakin osallistujia näissä palavereissa on tarpeen mukaan, ja yleisiä tuotantoon ja tuotanto-organisaatioon liittyviä asioita käsitellään laajemminkin kuin pelkästään alueiden tuotannollisia tuloksia.

3.2.3 *Strateginen taso*

Nykytilanteessa taloudessa luodaan kuukauden vaihtuessa kuukausiraportti laitoksista valtakunnallisesti. Raportissa esitetään laitoskohtaisesti raakoina lukuina edelliselle kuukaudelle kohdistunut energiamyynti, polttoaineen ostot sekä ostetun polttoaineen energiasisältö, henkilöstökustannukset ja muut käyttökustannukset. Kaksi viimeistä esitetään sekä raportoivalta kalenterikuukaudelta, että liukuvana 12kk keskiarvona (LTM = last twelve months).

Tiedot tulevat eri lähteistä: myyty energia laskutusjärjestelmästä, polttoaineen tiedot omasta hankintajärjestelmästä ja henkilöstö- ja muut käyttökustannukset kirjanpidosta. Jälkimmäisten osalta tulee huomioda, että laskun maksuajankohta määrittää kustannusten kohdistuskuukauden, eli kustannukset näkyvät melko jälkijättöisesti.

Näistä raakaluvuista on laskettu seuraavat KPI:t

1. Henkilöstökulut / myyty energia; LTM [€/MWh]

2. Muut kiinteät kulut / myyty energia; LTM [€/MWh]
3. Kokonaiskulut / myyty energia; LTM [€/MWh]
4. Henkilöstökulut / myyty energia; kk [€/MWh]
5. Muut kiinteät kulut / myyty energia; kk [€/MWh]
6. Kokonaiskulut / myyty energia; kk [€/MWh]
7. Kumulatiiviset kulut; LTM [k€]
8. Laitoksen hyötysuhde (myyty energia / ostettu polttoaine); LTM [%]
9. Laitoksen hyötysuhde (myyty energia / ostettu polttoaine); kk [%]

Kumulatiiviset kulut lasketaan summana henkilöstökuluista ja muista kiinteistä kuluista liukuvana 12kk keskiarvoina.

Vertaamalla laitoksen raportointikuukauden hyötysuhdetta laitoksen hyötysuhteen 12 kk keskiarvoon, voidaan arvioida onko toiminta ollut tehokasta ja polttoaineen laatu hyvä. Myös mahdolliset ongelmat energian laskutusmittauksissa tulevat ilmi viimeistään tässä kohtaa hyötysuhteen romahtamisena. Myös vertailu muiden vastaavien laitosten indikaattoreihin antavat hyvän vertailupohjan hyötysuhteen osalta. Suoranaisia sääntöjä hyötysuhteen hyvyydelle on erittäin hankalaa määrittellä, paitsi hyväksyttävän absoluuttisen hyötysuhdeminimin osalta.

Kuluja aiempaan tasoon vertaamalla pyritään havaitsemaan etenkin kiinteiden käyttökustannusten kasvua. Palkkojen perusosuus on hyvin hallinnassa, mutta kiinnostavaa voi olla esimerkiksi hälytyskustannusten, pienmateriaalihankintojen ja korjauskustannusten kasvu. Myös ylitöiden määrän kasvun aiheuttama kustannusten kasvu antaa viitteitä laitoksen käytössä ilmenevistä ongelmista. Luonnollisesti kasvaneiden kustannusten juurisyyt joudutaan etsimään kustannusrakenteesta käsipelillä, koska osatekijöitä kullekin kuluryhmälle ja sen tarkasteltavaan ajanjaksoon kohdistuneelle kasvulle voi olla useita.

Tässä kohdassa on huomautettava, että on myös hyvin monia laskennassa huomiotta jääviä tekijöitä, jotka vaikuttavat laitoksen hyötysuhteeseen. Monilla lai-

toksilla esimerkiksi vuodenajan vaihtelusta johtuva ulkolämpötilan vaihtelu vaikuttaa kuorman vaihtelun kautta paljonkin optimaaliseen tai yleensäkin mahdolliseen laitoksen ajotapaan. Toisaalta tyypillisesti myös kiinteän polttoaineen laatu (hakkeen eri laadut, turve) ja sen mukana tuleva kosteus vaikuttavat epäsuorasti energiantuotantokattilan toimintapisteeseen polttoaineen syöttöjärjestelmän ja savu-kaasujen poistojärjestelmän kapasiteettien rajoitusten kautta: polttoaineen huono-laatuisuus voi estää kattilan ajamisen maksimikapasiteetilla, koska kattila varusteineen on mitoitettu toimimaan hyvin tietyn laatuoisella polttoaineella jonka saatavuus voi olla heikko ja hinta korkea. Siksi hyötysuhteeseen liittyvien KPI:ien käyttäjällä täytyy olla kohtalaisen hyvä ymmärrys ko. laitoksen ”sielunelämästä”.

Laitosten keskinäisellä kulurakenteen vertailulla pyritään benchmarkingiin eri alueille toimivien laitosten välillä. Tunnistamalla tehokkaimmat laitokset ja edelleen niiden toiminnan parhaat käytännöt, voidaan hyvää toimintatapaa levittää suurempaan laitospaan ja siten saavuttaa laajalla skaalalla merkittäviä säästöjä kokonaiskäyttökustannuksissa. Vaikka laitokset ovatkin jossain määrin yksilöitä, myös yhteneväisyyksiä löytyy hyvin suurelta osin etenkin samantyyppisissä laitoksissa. Tähän on tähdätty myös käyttöaluerajat ylittävillä käyttäjien tutustumiskäynneillä toistensa laitoksille, jotka samalla luovat yhteishenkeä läpi koko Suomen laitosten käyttäjäkunnan.

Edellisten lisäksi tuotantoon liittyen seurataan laitoksittain isoimpien laitosten osalta harvemmillä aikavälillä seuraavia KPI:ien luonteisia asioita:

1. Hälytyskäyntien määrä laitoksella [kpl]
2. Keskusvalvomo hälytti päivystäjän [kpl]
3. Keskusvalvomo hälytti laitospäivystäjän [kpl]

Näiden harvemmin seurattavien lukujen pohjalta puututaan tilanteeseen, jos jollain yksittäisellä laitoksella alkaa tulla paljon normaalia enemmän aktiviteettia. Luvut kuvaavat laitoksen kuormittavuutta sekä keskusvalvomoon että päivystyksen

näkökulmasta. Keskusvalvomon näkökulma on yksittäisen laitoksen kuormittavuus, koska keskusvalvomon valvottavana on ilta- ja yöaikaan kymmeniä laitoksia. Päivystyksen kannalta kyse on osittain kuormittavuudesta, mutta toisaalta myös päivystäjän hälytyskorvausten aiheuttamasta taloudellisesta rasitteesta ko. laitokselle.

Aiemmin kuvatusta valtakunnallisesta kuukausiraportista tuotantojohtaja talousosaston avustuksella poimii kyseisen kuukauden ajanjakson perusteella erityistä huomiota vaativat laitokset oman harkintansa ja kriteeriensä perusteella esiteltäväksi yhtiön johtoryhmälle. Ennen johtoryhmälle esittelyä tuotantojohtaja kutsuu tuotantopäälliköt, maajohtajan sekä talouden edustuksen koolle tuotannon tilannekommentointiin. Tyypillisesti tämä pidetään ennen kuukauden puoliväliä. Tilaisuuden tarkoituksena on käydä em. raportin pohjalta läpi ongelmalliset laitokset ja niiden ongelmien aiheuttajat, jolloin johtoryhmälle esiteltävä raportti täydentyy konkreettisilla tiedoilla pelkkien lukujen sijaan.

Tyypillisesti tuotantojohtajan esityksessä johtoryhmälle kiinnitetään huomiota käytön ja kunnossapidon budjetin huomattavasti ylittäneisiin kustannuksiin, huonon laitoksen hyötysuhteeseen, kiinteän polttoaineen matalaan käyttöasteeseen (kääntäen öljyn ja muiden kalliimpien polttoaineiden käyttöön) sekä operatiiviseen tulokseen. Myös syyt edellä mainittuihin hankaluuksiin esitetään raportissa.

4 Mittauskonseptin rakentaminen

Uutta mittauskonseptia lähdettiin rakentamaan aiemman tuotannon seurannan pohjalta. Koska aiemman järjestelmän havaittiin olevan aluekohtainen ja kuukausittaisia työpanoksia vaativa, pyrittiin uudessa mittauskonseptissa luomaan jatkuvan seurantaan kykenevä yhtenäinen mittaristo jota voidaan soveltaa yhtä lailla kaikilla käyttöalueilla. Mittauskonseptin rakentaminen tapahtui seuraavissa vaiheissa:

1. Vanhan mittariston läpikäynti
2. Tavoitteiden määrittely
3. Teknisten haasteiden arviointi
4. Mittariston laajuuden rajoittaminen
5. Mittarien valinta

Käytännössä ensimmäisten kolmen vaiheen osalta työ tapahtui epäformaalien keskustelujen kautta jututtamalla yrityksen henkilöstöstä tuotantojohtajaa ja tuotantopäälliköitä, sekä tuotannon kehitysjohtajaa ja taloushallinnon puolelta nykyisen kuukausikatsauksen rakentavaa henkilöstöä. Kahdessa viimeisessä vaiheessa työn tekijä toimi itseohjautuvasti, eli käytännössä allekirjoittanut loi ehdotuksen mittaristosta selvitystyön tekemisen aikana muodostuneen kokonaiskuvan pohjalta.

Työn lopputulos on siis tekijän yhteenveto eri tahojen mielipiteistä, joten varsinainen mittariston arviointi ja ensimmäinen muutoskierros tapahtuu vasta seuraavassa vaiheessa, eli mittaristokonseptin esittelyn jälkeen.

4.1 Tavoitteet uusille mittareille

Uudella mittaristolla tavoitellaan luonnollisesti parannusta nykyiseen tilanteeseen. Yrityksessä on asetettu mittauksen kehittämiseksi seuraavia tavoitteita:

- Ajantasaisempi tieto tuotannosta
- Nopeampi reagointi ongelmiin ja mittausratkaisuihin
- Helpompi raportointi ja seuranta
- Laitosten seuranta yhteismitalliseksi
- Laitosten keskinäinen vertailu helpommaksi
- Tuotannon tilannekuva ylimmälle johdolle

Tärkeimpänä syynä uuden mittariston kehittämiseksi on halu saada tietoa laitoksen tuotannosta aiempaa ajantasaisemmin. Reagointi laitoksen tuotannon kokonaistilanteen ongelmiin voidaan näin tehdä nopeammin kuin nykyisellä menneen kuukauden seurantamallilla. Laitoksen päivittäisen käytön ongelmat ovat entiseen tapaan laitoksen käyttöhenkilökunnan toiminnallaan hoitavia, mutta esimerkiksi laitoksenhyötysuhdetta tai käytettävyyden tai hälytyskäyntien määrän muutosta aiempaan on vaikea seurata kun toiminnan fokus on päivittäisessä toiminnassa ja laitosta operoiva henkilö vaihtuu vuorolistojen ja päivystysten mukaan.

Luonnollisesti myös laitoksen pääkäyttäjä voi tuotantopäällikön ohella seurata laitoksen uutta mittaristoa. Siten kaikkien alueen laitosten jatkuvan seurannan taakkaa ei säilytetä jo valmiiksi kuormitetulle tuotantopäällikölle, vaan mittaristo toimii toiminnan seurannan lisäksi yhteisenä työkaluna laitoksen käytön ja tuotannon johdon välisessä kommunikoinnissa.

Sen lisäksi että tuotannon seurannan siirtäminen jatkuvasti päivittyviin mittareihin tuo helpotusta ongelmien aikaiseen havaitsemiseen, mittaristoon voidaan liittää mahdollisuus tuottaa raportteja. Ainakaan mittaristoon valittujen KPI:ien osalta tietoa ei enää tarvitse koota manuaalisesti taulukkolaskentaan, vaan järjestelmästä saadaan tieto ulos halutulta ajanjaksolta suoraan raporttipohjalle. Tällä voidaan korvata perinteinen kuukausiraportti.

Lisäksi laitoksen tuotantomittaristo liittyy kiinteästi asiakasraportointiin. Tämän raportoinnin osa-alueen automatisointi jota yrityksen ”Operational Excellence” -hankkeessa toteutetaan, ei koko laajuudeltaan kuulu mittariston kehittämisen alle. Mutta koska asiat linkittyvät toisiinsa niin on hyvä mainita tämän rinnakkain etenevän hankkeen olemassaolosta. Hanke on tältä osin vasta pilotti-vaiheessa, joten siitä ei vielä ole annettavissa kovin tarkkaa tietoa. Tuotannon KPI:ien lisäksi tarkoituksena on luonnollisesti painottaa asiakkaan haluamaa informaatiota asiakaskohtaisesti, joten laitosten tuotantoraportteille yhdistetään luultavimmin myös asiakkaan omaa tuotantodataa. Tällöin kysymykseksi nousevat teknisen toteutuksen ohella tietoturva- ja salassapitoasiat, ja mitä luultavimmin asiakasraportit tulevat olemaan hyvinkin pitkälle laitoskohtaisesti räätälöityjä.

Aiemmin mainittujen tavoitteiden lisäksi mittariston tavoitteena on mahdollistaa ja helpottaa samantyyppisten laitosten ja tuotantotoiminnan vertailua keskenään, etenkin yli käyttöaluerajojen. Tällöin voidaan keskittää huomio syystä tai toisesta heikommin suoriutuviin laitoksiin ja pyrkiä toimintatapoja ja polttoaineita vertailemalla löytämään ratkaisun huonommin suoriutuvan laitoksen suorituskyvyn parantamiseksi. Vastaavaa luonnollisesti on tehty aiemminkin, mutta nyt tällaista toimintaa on mahdollista tehdä ilman erityistä ”komiteaa”, ts. ideaalitapauksessa jopa eri laitosten käyttäjien keskinäisenä toimintana kun mittaristo on käytettävissä.

Viimeisimpänä muttei vähäisimpänä tavoitteena on saada luotua tuotannon- ja ylimmälle johdolle tilannekuvaa koko yrityksen tuotannosta. Laitostason mittareita yhdistämällä esimerkiksi laitostyypeittäin ja alueittain saadaan hetkellinen kuva tietyn tyyppisen tuotannon alueellisesta tilanteesta, ja yhdistämällä alueellisia kuvia saadaan käsitys koko maan tilasta. Miten tämä tilannekuvan luominen koko maan alueelta toteutetaan on vielä melko avoin kysymys, mutta ensimmäinen askel siihen on pyrkiä modularisoimaan mittaristot siten, että tietyn tyyppisillä laitoksilla on mittaristossaan vähintään tietyt mittarit, jotka mittaavat samaa asiaa yhteismitallisesti. Eri tasoille tilannekuville on eri käyttäjät, joten voi hyvinkin

olla että tuotannon tilannekuva on vain yksi osuus esimerkiksi ylimmän johdon dashboardista, jolla yrityksen tilannetta seurataan. Tilannekuvien määrittely ei kuitenkaan ole osa tätä työtä vaan pikemminkin osa jatkotoimenpiteitä mittaristojen luomisen jälkeen.

Laitosten yhtenäinen mittaristo tuo edellisten lisäksi etuna mittariston helpomman lisättävyyden uusille laitoksille, ja mittariston ja siihen liittyvien tietojärjestelmien ylläpito helpottuu kun laitosten mittaristot ovat edes likimain samankaltaiset.

4.2 Tekniset rajoitteet ja ongelmat

Vaikka tässä työssä luodaan konseptia yksittäisen laitoksen tuotannon suorituskyky-mittaristolle eli tavallaan ”piirrellään ilmaan”, on silti aiheellista kuvata lyhyesti muutamia mittariston käytännön toteutuksessa vastaan tulevia ongelmia joihin on jo törmätty. Pääosin nämä haasteet liittyvät nimenomaan tässä työssä kehitettävän mittariston toteuttamiseen, joten ne on jollain keinoin taklattava jotta maaliin on pääsy. Oletuksena on kuitenkin että näihin ratkaisut löytyvät, joten näiden haasteiden ratkaisu on edellytyksenä sille, että ehdotetut mittarit voidaan toteuttaa riittävän nopeilla vasteajoilla.

4.2.1 Mittausdatan laatu

Laitokselta kerättävän mittausdatan laatu on ensiarvoisen tärkeä tekijä, jotta mittaristosta saadaan irti haluttu hyöty. Jos mittausdatassa on katkoksia tai virheellisiä arvoja, näyttävät niistä koostetut mittarit väärin. Etenkin tällaisessa hankkeessa, jossa pitemmän tähtäimen lopputulemana on rakentaa mittaristoja kymmenille lämpölaitoksille, täytyy kerättävien mittausdatan laadun varmistamiseen kiinnittää erityistä huomiota jo ensimmäisestä laitoksesta alkaen.

Ensimmäinen askel tällä tiellä on varmistaa, että laitoksilta tuleva data tallentuu keskitettyyn tietokantaan oikealla mittausalueella ja oikealla yksiköllä. Etenkin jos samoja visualisoinnin komponentteja halutaan uudelleen käyttää, tai eri laitosten

mittareita halutaan vertailla keskenään tai summata myöhemmässä vaiheessa yhteisiin mittareihin. Käytännössä mittausdatan oikeellisuus on varmistettava jo laitoksen päässä, jotta dataa ei tarvitse manipuloida tietokantaan tallennettaessa. Tällöin säilyy myös keskitetystä tietokannasta muodostettavien mittarien vertailukelpoisuus laitoksen automaatiojärjestelmän tallentamaan prosessidataan.

Yksi olennainen näkökulma on myös datan lukuarvojen järkevyydestä tarkastelu. Tällöin päästään kiinni mahdolliseen mittauksen tai tiedonsiirtoyhteyden vikaantumiseen jo varhaisessa vaiheessa. Jos data pääsee virheellisenä tietokantaan asti, virheellinen toiminta havaitaan pahimmassa tapauksessa vasta kun mittari on jo jonkin aikaa näyttänyt väärin. Tällöin datan korjaaminen voi olla jo mahdotonta, tai ainakin hankalaa ja työllistävää. Virheellisen datan havaitseminen tulisi siis saada automatisoitua, ja siitä pitäisi saada indikaatio datan kunnossapidosta vastaavalle taholle mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Aivan helppoa tämä ei tule olemaan, koska epänormaalin datan havaitseminen laitoksen vaihtelevien normaalien käyttötilanteiden joukosta on usein haasteellista. Kovin monimutkaista päättelylogiikkaa ei kannata pyrkiä rakentamaan, koska sen virheellisen toiminnan mahdollisuus lisääntyy huomattavasti. On olennaista myös kehittää suoraviivainen toimintaprosessi virheellisen datan havaitsemisesta sen korjaamiseen, ja tämän prosessin toimivuutta tulisi seurata erillisellä mittarilla.

Osaltaan laitokselta saatavan datan laatua pyritään parantamaan datan puskuroinnilla laitoksen päässä. Tällöin laitoksen tietoliikennekatkokset eivät aiheuta katkoksia datavirtaan, vaan puskurointia tekevä sovellus lähettää keskustietokannasta puuttuvat datat heti kun tietoliikenneyhteys palautuu.

4.2.2 Laitosten automaation ja prosessien erot

Myös laitosten tuotantoprosessien, instrumentaation, mittausjärjestelyjen ja automaatiojärjestelmien erot aiheuttavat päänvaivaa yhdenmukaisen mittariston rakentajalle. Tyypillisesti kahta täysin samanlaista laitosta ei löydy, joten on pyrittävä valitsemaan mittaristoon mahdollisimman monella laitoksella toteutuskelpoisia

indikaattoreita. Tyypillisesti näitä ovat laitokselta ja kattiloilta lähtevät energiat, laitoksen kuluttama polttoaine, laitokselle palaavat energiat, energian asiakasmitaukset, myyntienergioiden tärkeimmät suureet kuten lämpötila, paine ja määrä, kulutettu vesi ja sähkö sekä laitoksen käytettävyyden ja käyttökustannukset. Jo mainituissa tulee melkoisesti vaihtelua kun huomioidaan koko laitostensa sovellusalueena.

Laitoksilla olevien mittausjärjestelyjen osalta hankaluutta aiheuttavat erilaiset kombinaatiot kattiloiden ja asiakkaiden määrän suhteen, samoin kuin useammassa eri muodossa toimitettava energia. Esimerkiksi myyntimittauksien määrä voi vaihdella yhdestä liki kymmeneen, kaukoverkon erityistapauksessa jopa pariin sataan saakka. Joillain laitoksilla myydään kaukolämpöveden ohella kolmea eri-paineista prosessihöyryä ja lisäksi hyvitetään käyttökelpoisessa lauhteessa palautuva energia asiakkaalle. Toisinaan laitokselle saapuvaa polttoainetta mitataan säännöllisesti, toisinaan polttoaineen määrää seurataan säiliön pintaa seuraamalla. Toisena esimerkkinä nuohoushöyryn liitäntä ja starttiventtiili. Joillain laitoksella ne on kytketty ennen kattilan energiamittausta, toisinaan vasta energiamittauksen jälkeen. Käytännössä laskutusmielessä tästä ei ongelmaa aiheudu, mutta kattilan hyötysuhdetta tarkasteltaessa asia on otettava huomioon. Yhdistelmiä on siis varsin monenlaisia, ja mittareita rakennettaessa on tunnettava laitoksen prosessikytkentä ennen kuin osataan valita oikeat mittaukset joista mittari muodostetaan. Myös valmiin mittariston tarkastelijan tulisi olla jossain määrin perillä laitosten keskinäisistä eroista, jos aiheena on verrata kahden laitoksen mittareiden lukemia toisiinsa.

Kun tarkastellaan laitoksia automaation tasolta, vaihtelua on mm. käytetyissä mittayksiköissä. Mittayksiköiden yhdenmukaistaminen täytyy siis tehdä mittareihin liittyvien mittausten osalta viimeistään keskustietokannassa jota mittarit lukevat. Eri laitosten mittaukset voivat myös kulkea eri reittejä. Erityisesti laskutusmittauksien kohdalla vaihtelu voi olla merkittävää, sillä osalla laitoksista laskutusmittauksia on kytkettynä suoralla GSM-yhteydellä valtakunnalliseen energianjärjes-

telmään, laitoksen käyttöautomaation ohi. Tällöin tyypillinen mittauksen resoluutio on tunti, ja kuluneen vuorokauden tiedot päivittyvät yhdellä kertaa energianhallintajärjestelmään. Siten tällainen laskutusmittaus määrittää sen mittarin minimiresoluution, jossa sitä käytetään. Tämän tyyppiset ongelmat aiheuttavat monenlaisia teknisen toteutuksen haasteita, jotka omalta osaltaan nostavat mittariston toteutuksen kustannuksia.

4.2.3 Energiatoimitussopimusten erot

Myös laitosten energiatoimitussopimusten erot ovat omiaan aiheuttamaan hankaluuksia yleiskäyttöisten ja laitosten kesken vertailukelpoisten mittarien toteutuksessa. Laitoskanta on kertynyt vuosien saatossa ainakin 1980-luvulta asti, joten hyvin sekalaisen laitosvalikoiman lisäksi myös energiatoimituksesta on sovittu varsin kirjavasti. En tässä lähde avaamaan sopimusten sisältöjä sen enempää, mutta tyypillisesti toimitussopimuksessa määritellään energian hinnat (sidottuina indekseihin) eri polttoaineilla tuotettuna ja energialajeittain, käyttökatoista aiheutuvat sanktiot ja vasteajat, tuotetun energian hyväksyttävyyden laatuksiteerit, mahdolliset vuosiseisakkien pituudet jne. Edellisten käyttötoimintaan suoraan vaikuttavien seikkojen lisäksi sopimuksesta käy ilmi mm. tehomaksun suuruus jolla asiakas maksaa laitosinvestointia (vähän kuin leasing-maksu), sekä periaatteet miten investointeja tehdään, varaosia pidetään ja miten käyttökustannuksia jaetaan. Samoin siitä luonnollisesti käy ilmi sopimuskauden mitta ja laitoksen jäännösarvo sopimuskauden lopussa.

Energiatoimitussopimusten erilaisuus aiheuttaa sen, että erilaisilla sopimuksilla olevia laitoksia ajetaan jossain määrin erilaisista näkökulmista, koska laitoksen käyttötalouden optimointi tehdään pääsääntöisesti energiatoimittajan tuottojen optimoinnin kautta. Toki asiakas- ja ympäristönäkökulma nousee koko ajan vahvempana esiin, mutta samalla tavoin vaihtelevat asiakastarpeet aiheuttavat monimuotoisuutta laitospöytäajotavoissa ja heikentävät mittareiden yleistä vertailukelpoisuutta.

4.2.4 Kiinteiden polttoaineiden moninaisuus ja laadunvaihtelu

Koska tässä työssä keskitytään kiinteää polttoainetta polttavan lämpölaitoksen mittariston kehittämiseen, nostan myös kiinteiden polttoaineiden monipuolisuuden vaikutukset tässä kohtaa esiin. Tyypillinen kiinteän polttoaineen lämpölaitos polttaa peruspolttoaineenaan joko puuhaketta tai turvetta, pienemmät myös pellettiä. Jo puuhakkeen lämpöarvo vaihtelee suuresti sen mukaan, onko kyseessä rankahake vai metsätähdehake, ja onko kyseessä hakekasan pinta vai pohja. Myös turpeen osalla on vastaavaa vaihtelua. Lisäksi polttoaineen kosteus ja sen mukana kulkevan lumen määrä vaihtelee vuodenajan mukaan.

Hakkeen, turpeen ja pelletin osalta laadun vaihtelua voidaan hallita valikoimalla luotettava ja laadukas toimittaja, sekä ostamalla hieman kalliimpaa mutta tasalaatuisempaa rankahaketta. Ongelma ei kuitenkaan tyypillisesti aiheudu peruspolttoaineesta, vaan sen sekaan ajettavista hyvin vaihtelevista polttoainejakeista. Kun laitoksella käytettävissä polttoaineseoksissa on kaikkea mahdollista soijankuoresta tai siistauslietteestä melassiin ja teollisuuden puujätteisiin, on seoksen tarkka lämpöarvo mahdotonta määrittellä. Hakkeella joka kuorman lämpöarvo määritellään sen tullessa laitokselle, joten sen osalta tällaista epävarmuutta ei ole.

Oman lisänsä ongelmaan tuo polttoaineen varastointi laitoksen pihalla, sillä tyypillisesti tällaisessa tapauksessa varastoitujen polttoaineiden lämpöarvo on lähempänä arvausta kuin mitattua tietoa. Samalla kun niiden osuus pohjautuu arvioon, aletaan olla hieman kaukana absoluuttisesta totuudesta. Onneksi suuressa osassa laitoksista on hake merkittävin polttoaine eikä pihalle varastointia harrasteta, jolloin virhe pienenee koska laitokselle tulevan polttoaineen kattilaan päätyminen ajankohta on tarkemmin kohdistettavissa.

Mittausteknisesti kiinteän polttoaineen vaihtelun aiheuttamat ongelmat ovat siis lähinnä energiasisällön määrittämisessä ja polttoaineen kohdistamisessa tuotettuun energiaan, mutta jos tarkasteluväliä pidennetään niin vaihteluväli pienenee. Toisaalta erikoisemmat polttoaine-erät voivat aiheuttaa myös ongelmia laitoksen käy-

tettävyyden kanssa, jolloin hälytysten, päivystyskäyntien ja alasajojen määrä voi lisääntyä polttoaineen syöttöongelmien lisääntymisen seurauksena. Samoin täytyy muistaa, että polttoaineseosten vaihtelu aiheuttaa hankaluutta laitoksen omien mittareiden seurannassa koska historiatieto voi olla muodostunut laitosta erilaisilla polttoaineilla käytettäessä.

Polttoaineiden lämpöarvo on teknisesti mahdollista mitata myös polttoainetta kattilalle siirtävän kuljettimen polttoainevirrasta, jolloin kattilaan menevän polttoaineen lämpöarvo olisi hyvinkin lähellä todellista. Tällaisten laitteistojen hinta on kuitenkin niin korkea, ettei sellaisten investointi pieniin lämpölaitoksiin ole taloudellisesti perusteltavissa. Suuremmissa voimalaitoksissa niistä saatava hyöty kattilan säädölle ja tasaiselle ajamiselle antaa paremmat perusteet harkita investointia.

4.2.5 Reaaliaikaisen datan saatavuus

Reaaliaikaisen datan saatavuus on kysymys, joka on luultavasti ratkaistavissa käytäntöjä muuttamalla. Nykytilanteessa reaaliaikaisen datan saatavuus muodostuu haasteeksi kahdessakin kohtaa. Ensimmäinen on kiinteiden polttoaineiden lämpöarvojen ja sitä kautta syntyvä haaste polttoainekuormien ajallisessa kohdistamisessa kattilalla tuotettavaan energiaan. Toinen ongelma taas muodostuu käyttökustannusten kohdistamisesta oikealle ajanjaksolle. Kumpikaan edellisistä ei ole ongelma jos laitoksen tuotantoa tarkastellaan kuukausitasolla taaksepäin, mutta jatkuvassa tuotannon ja sen kustannusten seurannassa molemmat aiheuttavat hankaluutta.

Kiinteiden polttoaineiden kohdistuksen ongelma aiheutuu nykyisestä toimintamallista. Polttoaineet toimitetaan laitoksen polttoainevarastoon rekkakuormina. Tyyppillisessä tapauksessa rekka punnitaan sen tullessa laitokselle ja uudelleen kun se kuorman tyhjennettyään poistuu laitokselta. Punnitusten ero on laitokselle toimitetun polttoainekuorman paino. Kuormasta otetaan sen saapuessa kattavasti näytteitä standardoidun menetelmän (SFS-EN 14778, 2011) mukaan. Kun laitostyöntekijä ehtii, hän kuivattaa näytteitä uunissa 24h jakson ja siten määrittää polttoaine-

kuormalle lämpöarvon. Jossain sopivassa välissä ennen kuunvaihdetta laitospöytäkäyttäjä syöttää polttoainekuormat ja niiden lämpöarvot järjestelmään, josta ne kuukauden vaihteessa kohdistetaan menneelle kuukaudelle laitoksen kuukausiraportoinnissa. Toiminnassa on käyttäjä- ja laitoskohtaista vaihtelua. Jotkut syöttävät polttoainekuormat viikoittain, toiset kerran kuussa ja joillakin laitoksilla kuormat menevät suoraan vaakajärjestelmästä energianhallintajärjestelmään ja niille syötetään vain lämpöarvo kunhan se saadaan määritetyksi.

Teknisesti ongelma on ratkaistavissa siten, että ohjeistetaan lämpöarvot ja kuormat syötettäväksi järjestelmään esimerkiksi 72 tunnin kuluessa punnituksesta, jolloin normaaleina arkiviikkoina saadaan vasteeksi kolme vuorokautta aiemman kuukauden sijaan. Etenkin vaa'alla varustetuilla laitoksilla tämä on melko helposti toteutettavissa. Kuormien kohdistaminen välivarastoivissa laitoksissa taas on ongelma, johon ei ole antaa yleispätevää ratkaisua. Tarkasteltava olisi pikemminkin sitä, mikä on tarpeellinen kohdistustarkkuus mittaristolla. On turhaa pyrkiä liian tarkkaan mittariin, jos lisääntyneellä tarkkuudella ei saavuteta sen toteuttamisen vaivaa vastaavaa hyötyä.

Käyttökustannusten kohdistamisen vaikeus puolestaan aiheutuu siitä, että kustannukset kohdistuvat laitokselle vasta kun lasku maksetaan. Nykyisillä melko pitkillä maksuajoilla (30 päivää netto on lähtökohta) muiden kuin polttoainekustannusten kohdistaminen oikealle kuukaudelle on joko tuuri- tai käsipeliä. Nykyisessä kuukausiraportoinnissa tämä ei ole ongelma, koska raportti tarkistetaan kuitenkin manuaalisesti ja siten tuotantopäällikkö voi kohdistaa yksittäiset suuremmat kustannukset oikealle kuukaudelle. Automaattisesti päivittyvän mittarin tapauksessa mittarin luettavuutta ja sen välittämän informaation arvoa kustannusten satunnainen kohdistuminen kuitenkin laskee huomattavasti, etenkin suurempien kertakustannusten kohdalla.

Tämä ongelma olisi ratkaistavissa siten, että kyettäisiin kohdistamaan kustannukset laitokselle jo silloin kun lasku syötetään taloushallinnon järjestelmään ja koh-

distetaan laitokselle, ja tarkastaja merkitsee laskun olevan oikean suuruinen ja oikein kohdistettu. Tällöin ainakin maksuajan suuruinen viive saataisiin poistettua. Koska asiantuntemukseni ei riitä arvioimaan tämän muutoksen kokonaisvaltaista toteutuskelpoisuutta riittävän monesta näkökulmasta, täytyy kysymys siirtää mittariston mahdollista käytännön toteuttamista hoitavan tahon pohdittavaksi.

4.3 Uusien KPI-mittarien valinta

Kun KPI:ita uuteen mittaristoehdotukseen alettiin valita, todettiin ettei ole tarpeen poiketa kovin radikaalisti vanhoista laitosten suorituskyvyn seurannan indikaattoreista. Käytössä olleet indikaattorit ovat osoittautuneet perusteiltaan tarkoituksenmukaisiksi. Lisäksi niiden käyttöön on totuttu, joten kovin radikaalia muutosta ei synny ja siten syntyvää muutosvastarintaa saadaan minimoitua. Toisaalta on myös mahdollista, että ehdotuksen mittaristo katsotaan liian konservatiiviseksi, jolloin ehdotus on hyvä pohja lähteä keskustelemaan ja kehittelemään innovatiivisempaa ratkaisua.

Uuden mittaristoehdotuksen merkittävimpana erona vanhaan on KPI:ien tarkastelun aikajänne. Kun niitä aiemmin on tarkasteltu syklisesti kuukausittain, uudessa mallissa tarkastelun aikaväli johon pyritään on alle viikko. Tällöin vasteaika tuotannon häiriöiden havaitsemisessa lyhenee merkittävästi nykyisestä, ja mittareiden käyttökelpoisuus myös tuotantolaitoksen omassa toiminnan seurannassa paranee. Tässä ehdotuksessa on annettu mittareiden tarkastelun aikajännteistä joitain ehdotuksia, mutta käytännössä niiden sopivuus varmistuu vasta kun pilottilaitoksen mittaristo saadaan käytännössä rakennettua tai vähintäänkin kerättyä pitempi pätkä, luokkaa vuosi, laitoksen testidataa jolla mittareiden toimintaa voidaan simuloida. Tätä dataa voidaan saada laitoksen käyttöautomaatioon tallentuvasta mitaushistoriasta ja nykyisin käytössä olevista tietokannoista, mutta yhdistämistä ja datan käytettävyyden arviointia ei ole toistaiseksi tehty.

Mittareiden oikea määrä mittaristossa on aina haastava kysymys. Liian vähäinen määrä seurattavia KPI:ita ei anna toiminnasta riittävän kattavaa kuvaa, ja liian

suuri määrä puolestaan on omiaan hävittämään olennaisimmat tarkasteltavat mittarit vähemmän merkitsevien sekaan. Tässä ehdotuksessa mittarien määräksi tuli kuusi mittaria. Ajatuksena on, että ne toimivat perusrunkona mahdollisimman monella laitoksella ja että niiden oheen voidaan valita laitoskohtaisesti joitain olennaisimpia lisämittareita, silti siten että määrä pysyisi vähän alle tai yli kymmenessä, laitoksesta kompleksisuudesta ja koosta riippuen.

Sanallinen kuvaus eri painoarvojen merkityksistä eri KPI:illa esitetään taulukossa 1. Oheisessa taulukossa 2 esitetään käytetty menettely KPI-mittareiden valinnassa. Mittareita on arvioitu edellä esitetyillä arviointikriteereillä antamalla kullekin painoarvo välillä 0...5. Painoarvot eivät ole vertailukelpoisia eri arviointikriteereiden kesken, vaan ne kuvaavat lähinnä mittarin käyttökelpoisuutta suhteessa muihin mittareihin saman arviointikriteerin sisällä. Ehdotukseen valitut mittarit esitetään taulukossa tummennetulla, pois karsitut kursiivilla. Taulukossa ei esitetä kaikkia pois karsittuja KPI-mittareita, vain olennaisimmat mahdolliset vaihtoehdot valituille.

Taulukko 1

	Oleellisuus	Ymmärrettävyys	Uskottavuus käyttäjälle	Edullisuus	Oikeellisuus / tarkkuus	Yleiskäyttöisyys (KPA)
5	Erittäin tärkeä.	Yksinkertainen, pari muuttujaa.	Aina luotettava.	Nykymittauksin tehtävissä.	Näyttää aina oikein.	Data löytyy useimmilta KPA-laitoksilta.
4	Tärkeä.	Melko yksinkertainen, kolme-neljä muuttujaa.	Indikoi toisinaan väärin, mutta syyt tiedossa.	Vaatii työpanoksia.	Näyttää pääsääntöisesti oikein, ei mahdollisuutta virhesyötteisiin käyttäjiltä.	Vaatii sovittua toisille KPA-laitoksille. Pieniä investointeja ja/tai työtä.
3	Hyödyllinen.	Monimutkainen, vaatii asiaan perehtymistä.	4), mutta vaatii manuaalisen tarkistuksen syyntä varmistukseksi.	Vaatii pieniä lisäinvestointeja.	Satunnaisia epäsäännöllisiä heittoja, esim. virhesyötteitä käyttäjiltä.	Vaatii sovittua toisille KPA-laitoksille. Suurempia investointeja ja työtä.
2	Melko hyödyllinen.	Monimutkainen, vaatii laitoskohtaista tietoa.	Vaatii vianhaukeprosessin.	Vaatii merkittäviä lisäinvestointeja.	Satunnaisesti viallista dataa vikaantuvista mittauksista, syyntä mittausten määrässä.	
1	Vähän merkitsevä.	Monimutkainen, paljon muuttujia, laitoskohtaisesti rakennettava.	Vaatii vianhakuun prosessin ulkopuolista apua.	Vaatii 2) lisäksi suurempia muutoksia toimintatapoihin.	Dataa on säännöllisesti korjattava tai se kasautuu.	
0	Ei merkitystä.	Liian monimutkainen.	Liian epävarma.	Ei järkevästi toteutettavissa.	Data ei käyttökelpoista nykytilanteessa.	Ei yleiskäyttöinen.

Kriteeri	Selitys
Oleellisuus	Kuinka merkittävä mittari on laitostason seurannassa?
Ymmärrettävyys	Kuinka helppoa mittarin lukemaa on tulkita?
Uskottavuus käyttäjälle	Voiko lukemaan useimmiten luottaa?
Edullisuus	Vaatiiko lisäinvestointeja keskimääräiselle laitokselle?
Oikeellisuus/tarkkuus	Mittarin mittausten tekninen luotettavuus ja datan laatu.
Yleiskäyttöisyys (KPA)	Miten helposti mittari saadaan monistettua KPA-laitoksille?

Taulukko 2

	Oleellisuus	Ymmärrettävyys	Uskottavuus käyttäjälle	Edullisuus	Oikeellisuus/tarkkuus	Yleiskäyttöisyys (KPA)
Laitoksen hyötysuhde	5	5	3	3	3	5
<i>Pääkattilan hyötysuhde</i>	3	5/4/3	4	3/2	3/2	3
<i>Öljykäytön määrä</i>	4	5	5	4	4	-
Laitoksen KPA-käyttöaste	5	5	5	5	4	5
Laitoksen pääkattilan käytettävyys	4	5	4	4	4	4
<i>Laitoksen henkilöstökustannukset per myyty energia</i>	2	5	5	5	4	5
Laitoksen käyttökustannukset per myyty energia	5	4	4	1	3	5
<i>Työtapaturmien määrä laitoksella</i>	5	5	5	4	5	-
Laitoksen hälytyskäynnit kuukaudessa	4	5	4	4	3	5
Laitoksen tuottaman energian laatu	4	4	4	5	4	5

Taulukossa 2 annettu painoarvo on keskimääräisen KPA-laitoksen mukaan, ei minkään yksittäisen laitoksen. Jos painoarvolle on annettu useampi vaihtoehto, kuvastaa se laituskannan erilaisuutta.

Kuten taulukosta 2 nähdään, myös siinä olevat mittaristosta pois jätetyt KPI:t ovat hyvin käyttökelpoisia mittareita toiminnan seurantaan. Seuraavassa lyhyesti perusteet niiden karsinnalle:

Pääkattilan hyötysuhde

Kattilaan menevää polttoainetta on pienellä kiinteän polttoaineen laitoksella ja nykyisellä laitteistolla/toimintatavalla mahdotonta kytkeä laitokselle tulleeeseen kuormaan tarkasti. Laitoskohtainen vaihtelu olisi suurta, koska polttoaineen syötön ja varastoinnin ratkaisut vaihtelevat paljon. Esimerkiksi öljykattilalla seuranta on helpompaa koska polttoaineen määrä ja lämpöarvo tunnetaan hyvin, mutta koska hyötysuhteen vaihtelu on tyypillisessä öljykattilassa pientä ja öljy on useimmiten varapolttaine, ei tämän mittarin toteutus ole järkevää. Laitoskohtainen hyötysuhde on siis parempi vaihtoehto ja korvaa tämän KPI:n.

Öljykäytön määrä

Koska öljykattilat ovat KPA-laitoksilla tyypillisesti varakattiloita, valittiin öljyn käyttömäärän seuraamisen tilalle laitoksen kiinteän polttoaineen käyttöaste. Tämä on kiinnostavampi ja taloudellisesti merkittävämpi mittari, koska pääsääntöisesti laitokset joilla KPA-kattiloita on, ovat suunniteltu ja mitoitettu toimimaan pääsääntöisesti kiinteillä polttoaineilla. Öljykäytön määrä voi joissain tapauksissa olla tarpeen nostaa osaksi laitoksen mittaristoa, etenkin laitoksilla joilla on automaattisesti käynnistyviä tuki- ja kuormapolttimia tai öljyä käyttäviä apukattiloita.

Laitoksen henkilöstökustannukset per myyty energia

Laitoksen henkilökustannusten taso on hyvä KPI samankaltaisten laitosten keskinäiseen vertailuun, mutta yksittäisen laitoksen tuotannon seurannassa sen käytölle ei ole järkeviä perusteita Advenin toimintamallissa. Kun on kyse pienen mittakaavan pitkälle automatisoidusta prosessituotannosta, jossa laitokselle kohdistuvat henkilöstökustannukset koostuvat pääasiassa laitoksen pääkäyttäjän palkkakustannuksista, ei niiden seuranta ole laitostasolla jatkuvalla mittarilla ole järkevää. Muuttuvat käyttökustannukset on järkevämpi seurattava asia.

Työtaturmien määrä laitoksella

Kuten taulukosta näkee, työtaturmien määrän seuranta on paitsi tärkeää, myös kohtalaisen helppoa ja halpaa toteuttaa. Siitä huolimatta sen ei katsottu kuuluvan laitoskohtaisesti seurattaviin asioihin, koska tilastollisesti työtaturmia sattuu enemmän alihankkijoille jotka laitosten kunnossapito- ja korjaustöissä tekevät, jolloin työtaturmien taajuus ei ole laitoskohtainen ominaisuus vaan yrityksen turvallisuuskulttuurin ilmentymä. Edellisestä johtuen tämä KPI on seurannassa konsernin tasolla, koskien koko laituskantaa.

4.4 Uudet mittarit esiteltyinä

Edellisen kappaleen valintaperusteiden ehdotukseen valikoitui kuusi mittaria. Niiden pohjalta on tarkoitus seurata laitoksen toiminnan laatua ja saada indikaatio toiminnan ongelmista aiempaa nopeammin. Seuraavassa mittareiden kuvaukset KPI:ttain.

4.4.1 Laitoksen hyötysuhde

Laitoksen hyötysuhde kuvaa laitoksen toiminnan kokonaishyötysuhdetta. Tarkastelu- eli taserajoina ovat laitokselle tuleva polttoainevirta ja laitokselta lähtevä

myyty energia. Laitoksen hyötysuhde siis pitää sisällään kaikki laitoksella olevat energiantuotantovälineet ja kaikki energiaa ostavat asiakkaat.

Laitoksen hyötysuhdetta verrataan ensisijaisesti laitoksen aiempaan hyötysuhteeseen, joten mittarilla pyritään havaitsemaan poikkeamat jotka aiheutuvat joko polttoainevirrasta tai energian myyntimittausten ongelmista. Teoriassa myös muutokset laitoksen omakäyttöenergiassa on havaittavissa, mutta omakäytön osuus laitoksen energiankulutuksesta on tyypillisesti sen verran pieni, että pienet muutokset hukkuvat kohinaan. Vertailua voidaan tehdä myös muihin vastaaviin KPA-laitoksiin, mutta vertailijan on syytä olla hyvin perillä laitosten keskinäisistä eroista virhepäätelmien välttämiseksi.

Hyötysuhteen osalta voisi olla järkevää harkita lyhyen tähtäimen vertailun lisäksi pitemmän ajanjakson vertailua, etenkin laitoksilla joissa vuodenaika ja ulkolämpötila vaikuttavat huomattavasti laitoksen toimintaan. Tällöin ei ehkä ole järkevää rakentaa erillistä jatkuvaa mittaria vuosien erilaisuuden vuoksi, vaan kehittää sopiva visualisointityökalu nykyisen datan ja menneen historiatiedon vertailuun.

Tällä hetkellä hyötysuhteen seurannassa on haasteena saada polttoainekuormat riittävän nopeasti järjestelmään. Nykyisellä järjestelyllä polttoainekuormien energiasältö saadaan järjestelmään liian hitaasti, ja laitosten välillä on melko suurta vaihtelua kirjauskäytännöissä. Yhtenäinen käytäntö ja lyhyt, vakiomittainen kirjausväli täytyisi ottaa käyttöön ennen kuin mittaria voidaan ottaa lyhyen tarkastelujakson käyttöön.

Laitoksen hyötysuhde

Kaava: $(\text{myyty energia} / \text{käytetty polttoaine}) * 100$

Yksikkö: %

Muodostus: Lasketaan energioista.

Kuvaus: Kuvaa laitoksen toiminnan kokonaishyötysuhdetta. Vertailu laitoksen aiempaan toimintaan.

Tarkkailu: Liukuvana, tarkastelujakso riippuu siitä miten taajaksi saadaan kuormien kirjausten väli.

4.4.2 Laitoksen KPA-käyttöaste

Laitoksen kiinteän polttoaineen (KPA) käyttöaste kuvaa laitoksen kiinteällä polttoaineella tuottaman energian osuutta laitoksen tuottamasta kokonaisenergiasta. Tämän mittarin tarkoituksena on antaa käsitys laitoksen KPA-kattilan (tai kattiloiden) mitoituksesta ja yleisestä toimivuudesta. Jos laitoksen kiinteällä polttoaineella tuottaman energian osuus pienenee, voi olla kyse esimerkiksi KPA-kattilan kyvyttömyydestä suoriutua nopeista kuormanmuutoksista tai hankaluuksista pienellä kuormalla ajamisessa, tai vaikkapa kiinteän polttoaineen syötön ongelmista.

Tämänkin mittarin vertailukohtana on luonnollisinta pitää laitoksen omaa aiempaa suoriutumista, koska tällöin laitoskohtaisista ominaisuuksista johtuvat eroavuudet eivät häiritse mittarin tulkintaa. Jos laitoksen KPA-käyttöaste putoaa huomattavasti, näkyy ero viiveellä lisääntyneenä muiden polttoainekulujen kasvuna. Siksi olisi hyvä seurata laitoksen KPA-käyttöastetta mahdollisimman lyhyellä tarkastelujaksolla.

Tämä mittari luonnollisesti putoaa pois mittaristosta, jos laitoksella ei ole KPA-kattiloita, ja tilalle tulee ehkä vastaava pääpolttoaineen käyttöastetta kuvaava mittari.

Laitoksen KPA-käyttöaste

Kaava: $(\text{tuotettu KPA-energia} / \text{myyty energia}) * 100$

Yksikkö: %

Muodostus: Lasketaan energioista.

Kuvaus: Kuvaa laitoksen KPA-käyttöä osuutena tuotetusta kokonaisenergiasta. Antaa kuvan laitoksen KPA-osan mitoituksesta ja toimivuudesta. Vertailu laitoksen aiempaan toimintaan.

Tarkkailu: Liukuvana, sopiva tarkastelujakso päätetään myöhemmin.

4.4.3 Laitoksen pääkattilan käytettävyys

Laitoksen pääkattilan käytettävyys antaa kuvan laitoksen pääkattilan ongelmien määrästä. Tämä mittari eroaa laitoksen KPA-käyttöasteesta siinä suhteessa, että nyt tutkittavana asiana on pääkattilan käyttökatojen määrä. Useimmiten kattilan käyttökato aiheutuu laiterikosta tai asiakkaan energiankulutuksen nopeasta pysähtymisestä. Jos kyse on ensimmäisestä, ajaututaan tilanteeseen jossa varakattila tai varalaitos hoitaa energiantuotannon ja pääkattila pyritään saamaan käyttökuntoon ja tuotantoon niin pikaisesti kuin mahdollista. KPA-käyttöasteen ongelma ei välttämättä aiheuta käyttökatoa.

Koska laitoksen pääkattila voi olla seis myös suunniteltujen huoltoseisakkien tai tilapäisesti vähäisen kuorman vuoksi, tulee mittaria käyttöönotettaessa miettiä, miten ennakoitujen seisakkien aiheuttama virheellinen näyttämä saadaan huomioitua. Ongelma ei ole niinkään huoltoseisakin aikainen mittarin näyttämä, vaan seisakin jälkeinen aika kun esimerkiksi kuukauden seisakki hitaasti poistuu mittarin lukemasta jos käytetään vaikkapa liukuvaa kuukauden keskiarvoa suhteutettuna mahdollisten käyttötuntien määrään. Voi olla että ratkaisu löytyy siitä, että huomioidaan suunniteltu seisakki myös mahdollisten käyttötuntien määrässä.

Suunnitelluista seisakeista siivottuna tämä mittari on vertailukelpoinen myös muiden vastaavaa polttoainetta käyttävien laitosten mittarien kanssa, vaikka ensisijai-

sesti vertailukohtana kannattaakin käyttää saman laitoksen aiempaa historiaa. Koska tällä saralla laitoksen suoriutuminen voi vaikuttaa myös asiakkaan energiantoimituksen jatkuvuuteen, on mittari varsin merkityksellinen ja kertoo melko nopeasti laitoksen käytön ongelmista.

Jos laitoksen pääkattilan polttoaine on jokin muu kuin kiinteä polttoaine ja kattilalla on haasteita käytettävyytensä kanssa, voidaan tätä mittaria käyttää vastaavalla tapaa myös silloin. Yksinkertaisimmilla öljy- ja kaasukattiloilla mittari on tarpeeton.

Laitoksen pääkattilan käytettävyys

Kaava: $(\text{käyttökatojen aika} / \text{mahdollinen käyttöaika}) * 100$

Yksikkö: %

Muodostus: Lasketaan ”tuli kattilassa” -tiedosta ja oletetusta maksimikäyttöajasta. Huomioitava suunnitellut huoltoseisakit.

Kuvaus: Antaa kuvan laitoksen pääkattilan ongelmien määrästä.

Tarkkailu: Viikkotasolla liukuvana, tarkennetaan myöhemmin.

4.4.4 Laitoksen käyttökustannukset

Laitoksen kiinteiden käyttökustannusten mittari on aiempiin valittuihin mittareihin nähden luonteeltaan poikkeava. Tämän mittarin tarkoituksena on seurata laitoksen kiinteiden käyttökustannusten tasoa suhteessa myytyyn energiaan. Kiinteiden käyttökustannusten kasvu johtuu tyypillisesti joko laiterikoista tai yksinkertaisesti laitokselle sen elinkaaren aikana syntyvistä korjaustarpeista ja korjausten toteuttamisesta. Pitemmällä aikavälillä tarkasteltuna mittarilla voidaan seurata laitoksen elinkaarikustannuksia, mutta lyhyemmällä aikavälillä mittari käy hyvin laitoksen laitevikojen aiheuttamien kustannusten seurantaan, jos suunnitelman mukaisten seisakkien kustannukset siivotaan pois.

Mittari on hyvä työkalu samankaltaisten ja samaa ikäluokkaa olevien laitosten keskinäiseen vertailuun, koska laitosten toteutuksen taso investointivaiheessa on voinut vaihdella paljonkin. Tällöin saadaan tärkeää informaatiota eri laitosten laadullisista eroista laitoksen käyttöiän ajalta, ja tätä informaatiota voidaan hyödyntää uusissa laitosinvestoinneissa. Koska kiinteisiin käyttökustannuksiin lasketaan myös laitoksen vesikemikaalien käyttö, voi mittarista olla apua myös veden ja lauhteiden laadun muutosten havaitsemisessa.

Yleisesti ottaen laitoksen kiinteiden käyttökustannusten seuraamista ei kannata yrittää tehdä liian lyhyellä tarkastelujaksolla, koska kustannuksien seuranta perustuu nykyään taloushallinnon järjestelmistä saatavaan tietoon. Tieto kustannuksista ei ole saatavilla reaaliaikaisena, vaan viive voi olla pitkäkin. Mittarin käyttöönotto jatkuvaan seurantaan vaatisi siis muutoksia kustannusten kirjaamiseen, jotta mittarin tarkastelujaksoa voisi lyhentää esimerkiksi viikkotasolle.

Laitoksen käyttökustannukset

Kaava: laitoksen kiinteät käyttökust. / myyty energia

Yksikkö: €/MWh

Muodostus: Lasketaan kiinteiden käyttökustannusten suhde myytyyn energiaan.

Kuvaus: Antaa kuvan laitoksen käyttökustannuksista. Vertailupohjana muut vastaavat laitokset ja omat aiempi kustannustaso.

Tarkkailu: Päätetään myöhemmin.

4.4.5 Laitoksen hälytyskäyntien määrä kuukaudessa

Laitoksen hälytyskäyntien määrä kuukaudessa antaa mittariston seuraajalle käsityksen siitä, miten paljon yksittäinen laitos kuormittaa keskusvalvomoa ja alueen päivystäjiä. Laitoksen käyttäjällä on luultavasti melko hyvä käsitys asiasta, ja alueen tuotantopäällikölläkin kohtalainen. Mutta koska seuranta tehdään nykyisin kuukausitasolla ja lähinnä keskusvalvomon näkökulmasta, ei vertailukelpoista tie-

toa alueen laitoksilta ole helposti saatavilla. Kun lisätään hälytyskäyntien määrä mittaristoon, saadaan laitokset vertailukelpoisiksi ja siten on helpompaa keskittyä selvittämään ongelmatapauksia. Koska jokainen hälytyskäynti aiheuttaa kustannuksen hälytyskorvauksen muodossa, on hälytyskäyntien määrän seuranta etenkin pienempien laitosten kohdalla myös kustannuskysymys.

Hälytyskäyntien määrää seurataan esimerkiksi kuukausitasolla kappalemääräisenä. Melko pitkä tarkastelujakso perustuu siihen, että yksittäinen suuremman määrän hälytyskäyntejä aiheuttava ongelma tulee väkisinkin käyttäjän ja tuotantopäällikön tietoon ilman mittariakin, mutta satunnaisesti tai harvakseltaan oireilevaan ongelmalähteeseen ei niin helposti tule kiinnitettyä huomiota ilman pitemmän aikavälin seurantaa.

Laitoksen hälytyskäyntien määrä

Kaava: käyttäjän hälytykset + päivystäjän hälytykset

Yksikkö: kpl

Muodostus: Summataan kertoja kun keskusvalvomo on joutunut kutsu-
maan käyttäjän tai päivystäjän laitokselle hälytysluonteisesti.

Kuvaus: Kuvaa laitoksen kuormittavuutta keskusvalvomolle ja epäsuora-
rasti myös laitoksen kuormittavuutta käyttöorganisaatiolle.
Voidaan verrata muihin laitoksiin.

Tarkkailu: Seurataan määrää liukuvana kuukausitasolla.

4.4.6 Laitoksen tuottaman energian laatu

Koska energiantuotantolaitoksen perustehtävä on tuottaa energiaa asiakkaalle sopimuksen mukaan, on lähtevän energian laatua seurattava jatkuvalla mittarilla. Tässä kohtaa yksittäisten laitosten välillä tulee suuria eroja, koska sekä asiakkaan energiantarpeet että energiantoimitussopimukset vaihtelevat hyvin paljon.

Ajatuksena tämän mittarin kohdalla on, että mittari ei suoranaisesti mittaa asiakasenergiaan liittyviä fysikaalisia suureita vaan toimii poikkeamalakurina. Varsinaisen myytävän energian sopimuksenmukaisissa rajoissa pysymisen tarkastelu tehdään toisaalla, ja tämä mittari laskee ainoastaan kertoja, jolloin tuotetun energian laatu poikkeaa annetun viiveen ajan tarkkailurajoista. Tarkkailtava suure on tyypillisesti lämpötila ja/tai paine, mahdollisesti tietyllä polttoaineella tuotettu energia tai vaikka energian toimituksen katkon pituus.

Myös tarkkailua toiseen suuntaan voidaan tehdä vastaavalla mittarilla. Esimerkiksi asiakkaan höyrynkulutukselle voi olla asetettu maksimi muutosnopeus perustuen kattilan kuormanmuutosnopeuteen. Jos apukattila käynnistyy perustuen liian nopeaan kuormanmuutokseen, voidaan lisääntynyt öljynkäyttö perustella helposti. Tämä lisämittari voisi olla mittaristoon laitoskohtaisesti lisättävien mittarien joukossa.

Laitoksen tuottaman energian laatu

Kaava: tuotettu energia poikkeaa sopimusrajoista

Yksikkö: kpl

Muodostus: Summataan poikkeamien lukumäärää toimitusrajalla.

Kuvaus: Antaa kuvan laitoksen kyvystä toimittaa sovitun laatuista energiaa asiakkaalle.

Tarkkailu: Seurataan poikkeamien määrää liukuvana viikkotasolla.

Kaikilla edellisillä mittareilla, ehkä lukuun ottamatta hälytyskäyntien määrää, on yhteisenä haasteena määritellä laitoksille sopiva tarkastelujakson pituus. Liian lyhyt jakso voi aiheuttaa tarpeettomia reagointeja laitoksen normaaleissa käyttötilanteissa ja siten mittariston uskottavuuden vähenemistä, liian pitkä taas viivästyntä reagointia todellisissa ongelmatilanteissa. Sopiva tarkastelujakson pituus on jossain määrin laitoskohtainen ominaisuus, mutta mittareiden laitosten välisen vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi ei ole järkevää määritellä jokaiselle laitokselle

omaa tarkastelujaksoa vaan pitäisi pyrkiä porrastamaan niitä laitostyypeittäin sopiviksi.

5 Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

5.1 Johtopäätökset

Tehtävänä tässä työssä oli luoda ehdotus suorituskykymittaristoksi pienlämpölaitosten tuotannonseurantaan. Lähtötilanteessa tuotantoa seurataan koostamalla manuaalisesti kuukausittainen raportti yrityksen ja tuotannon johdon käyttöön. Tavoitteena oli, että mittaristoa voitaisiin käyttää jatkuvaan tuotannonseurantaan myös kuunvaihteiden välillä. Samalla tavoiteltiin mittarien reaktionopeuden kasvattamista, jotta tuotannon häiriöihin ja epänormaaleihin suoritusarvoihin päästäisiin puuttumaan mahdollisimman nopeasti. Laitoskohtaisten mittareiden määrän pitäisi silti pysyä maltillisena ja laitosten kesken samankaltaisina, jotta laitoksia voidaan tarvittaessa vertailla keskenään ja mittariston monistaminen ja ylläpito saadaan yksinkertaisemmaksi.

Tutustuminen nykytilanteeseen paljasti, että vaikka tuotannonseuranta nykyisellään tehdään käsipelillä, on seurattavissa mittareissa hyvä lähtökohta mittariston kehittämiseksi. Aivan yhtä talouspohjaista ei uudesta ehdotuksesta tehty, mutta kustannusten taso säilynee kuukausitasoisesti seurattavana ja raportoitavana asiana jatkossakin. Sen sijaan uudella mittaristolla pyritään seuraamaan laitoksen toiminnan suorituskykyä laadullisin kriteerein. Omat haasteensa uudelle mittaristolle asettaa mittareissa käytettävän datan riittävän taaja saatavuus ja eritoten se, saadaanko data eri tietojärjestelmistä yhdistettyä suunnitellusti. Osa vastauksista saadaan kun ehdotus esitellään tuotannon johdolle, mutta mitään ylitsepääsemättömiä ongelmia ei näköpiirissä ole. Työtä se silti tulee vaatimaan osastojen rajojen yli, ja kohtalaisen määrän aikaa ja suunnittelua.

5.2 Ehdotus jatkotoimenpiteiksi

Kun mittaristosta on nyt luotu ehdotus, on luonnollista myös käydä läpi ajatellut jatkotoimenpiteet. Aikatauluun ei tässä yhteydessä oteta kantaa vaan asiat esitetään ainoastaan niiden toteutusjärjestyksessä ilman vaiheiden kestoja. Koska lopullisena pyrkimyksenä on saada laitokset kattavasti suorituskyvyn mittaroinnin alle, pilotointi on ehdotettu tehtäväksi kaksivaiheisena. Ensimmäisessä vaiheessa pilotoidaan tätä nykyistä mittaristoa esimerkkilaitoksella, ja toisessa vaiheessa laajennetaan pilotoitavien laitosten määrää 5-8 hieman erilaiseen laitokseen. Näin saadaan kokemusta mittariston toimivuudesta ennen laajamittaista monistamista.

5.2.1 Ehdotetun mittariston testaus ja visualisointi

Ensimmäisenä jatkotoimenpiteenä on luonnollisesti nykyisen ehdotuksen hyväksyttäminen, testaaminen ja visualisointi. Ehdotettu mittaristo on ensimmäiseksi esiteltävä laitospäättäjille, tuotannon johdolle ja yrityksen johdolle. Laitospäättäjien osalta voidaan käyttää pienempää osajoukkoa, mutta olisi silti tärkeää saada kommentteja myös kentän näkökulmasta. Saadun palautteen pohjalta voidaan ehdotukseen tehdä tarvittavat muutokset, ja määrittellä mittareille sopivat tarkastelujaksot.

Mittariston toimintaa olisi myös tarpeen testata simuloimalla. Tähän tarvitaan historiadataa mittaristossa käytetyistä mittauksista, mieluusti reilun vuoden ajalta jotta myös kausivaihtelu näkyy datassa. Lisäksi tässä vaiheessa täytyy suunnitella ja rakentaa ensimmäinen versio mittariston visualisoinnista, jotta voidaan nähdä mittariston soveltuvuus tarkoitukseensa. Visualisoinnin toteutus on syytä antaa ulkopuolisen, käytettävyyden päälle ymmärtävän toimijan huoleksi, koska keskimääräinen insinöörin rakentama käyttöliittymä ei ole intuitiivisesti käytettävä. Suutari siis pysyköön lestissään jos halutaan, että mittaristosta tulee päivittäisessä käytössä oleva työkalu.

5.2.2 *Pilotointi, vaihe 1*

Kun mittariston sisällöstä ja ulkoasusta on päästy yksimielisyyteen (tai ainakin päätetty), on tarpeen toteuttaa mittaristo ensimmäisen laitoksen seurantaan varten jatkuvalla datalla. Tässä vaiheessa on luonnollisesti oltava selvillä mistä mikäkin data saadaan, ja mihin datat kootaan niiden prosessointia ja visualisointia varten. Käytännön ratkaisuun datan kokoamisen suhteen ei oteta tässä kantaa, koska se on yrityksessä tietohallinnon heiniä. Modulaarisuuteen olisi kuitenkin syytä kiinnittää erityistä huomiota, sillä mittariston ja sen visualisoinnin monistamisen helppous on jatkossa kiinni siitä, miten hyvin pohjatyö on tehty ensimmäistä toteutusta rakennettaessa.

Kun pilotti on saatettu toimintaan, määritellään sille sopiva seurantajakso jonka aikana tehdään huomioita pilotin toimivuudesta ja muutostarpeista. Seurantajakson pituus voi olla esimerkiksi muutaman viikon. Seurantajakson jälkeen tehdään tarvittavat korjaukset mittaristoon ja sen visualisointiin, ja aloitetaan tarkastusjakso jonka aikana havainnoidaan että muutokset ovat onnistuneita.

Edellä kuvattua ”havaitse – korjaa – tarkasta” -sykliä voidaan tehdä tarvittaessa useampikin kierros jos se toteutetaan nopeammalla tahdilla eikä pyritä kokoamaan suurempaa määrää korjaustarpeita yhteen korjauskertaan. Toteutustapa luonnollisesti riippuu siitä, minkälaisella kokoonpanolla mittariston toimintaa havainnoidaan ja ylläpidetään.

Tässä vaiheessa olisi ensiarvoisen tärkeää saada mittariston mittarit toimiviksi ja niiden visualisointi ja käytettävyys niin hyväksi, ettei käyttö vaadi erityistä opiskelua vaan käy intuitiivisesti. Myös lopputuloksen monistettavuuden täytyy pysyä hyvällä tasolla, koska seuraavan vaiheen työmäärän kannalta sillä on hyvin suuri merkitys.

5.2.3 *Pilotointi, vaihe 2*

Pilotoinnin toinen vaihe aloitetaan kun ensimmäinen vaihe voidaan todeta onnistuneesti läpikäydyksi. On luonnollisesti mahdollista myös se, että ehdotettu mittaristo todetaan soveltumattomaksi laitosten tuotannon seurantaan ja palataan alkupisteeseen. Tässä kuitenkin pidetään oletuksena, että mittariston käyttökelpoisuus on niin hyvä, että projektissa edetään pilotoinnin toiseen vaiheeseen.

Toisen vaiheen ensimmäinen toimenpide on valikoida seuraavat pilotointiin osallistuvat laitokset, ellei niitä ole jo aiemmin valittu. On suositeltavaa valikoida laitokset siten, että niissä on samoja ominaispiirteitä kuin ensimmäisen pilotin laitoksessa, mutta että myös eroavaisuuksia löytyy. Periaatteessa tässä vaiheessa olisi hyvä kattaa koko laitostekannan kiinteän polttoaineen laitosten kirjo. Muille laitos-tyypeille mittaristojen kehittäminen voi alkaa rinnan pilotoinnin toisen vaiheen loppuvaiheen kanssa, kun alkaa olla selvää että näillä mittareilla tullaan toteuttamaan kiinteän polttoaineen laitosten suorituskyvyn seuranta.

Luonnollisesti myös pilotoinnin vaihe 2 vaatii vastaavan seuranta- ja kehitysjakson kuin pilotoinnin vaihe 1, mutta korjaus- ja muutostarpeiden määrän pitäisi olla selkeästi vähäisempi. Toisen pilotointivaiheen jälkeen mittariston tulisi olla sellainen, että sitä voidaan monistaa vastaaville laitoksille läpi laitostekannan.

Viimeistään tässä vaiheessa on tarpeen myös tehdä päätöksiä mittariston ja siihen liittyvien prosessien dokumentoinnista, ylläpidosta, uusien kohteiden lisäämisestä, vanhojen kohteiden poistamisesta, jne. Täytyy kehittää prosessit, joilla laitoksia lisätään ja poistetaan mittaroinnista ja niille vastuuhenkilöt, koska laitostekannan uusiutuminen ja muutos on jatkuvaa. Täytyy kehittää prosessi, jolla mittareissa ilmenevät viat selvitetään nopeasti ja tehokkaasti, sekä nimetä vastuuhenkilö ja tämän käytettävissä olevat resurssit. Samoin tulee mittaristo kuvata osaksi laatu-järjestelmän tuotannonseuranta. Täytyy myös määritellä varsinaista tietokantaa ja tiedonkeruuta hoitava taho.

5.2.4 Myöhemmät jatkotoimenpiteet

Toisen pilotointivaiheen jälkeen mittaristo on valmis laajamittaiseen käyttöön. Käytännössä tämä tarkoittaa mittariston monistamista ja räätälöintiä sopivaksi kaikille yhtiön kiinteän polttoaineen lämpölaitoksille, sekä jatkojalostuksena muulle laitospölykannalle kuten öljy-, maakaasu-, haihdutus- ja kylmälaitoksille. Laitostyyppistä ja kehittämistarpeesta riippuen voi olla tarpeen käydä vastaava arvioinnin, testaamisen ja pilotointivaiheiden kautta kulkeva tie myös muilla laitos-tyypeillä.

Tässä vaiheessa on varmistuttava myös siitä, että mittariston ylläpidolliset kuviot ovat selvät. Alueellista organisaatiota ei ole syytä kuormittaa näillä asioilla, vaan tarvitaan vähintään maataso keskitetty organisaatio hoitamaan asiaa. Ainakin osan organisaatiosta on syytä olla täyspäiväisesti tähän keskittynyt, mutta vianselvityksen osatehtävät ja yksittäisten uusien laitosten lisääminen voivat olla sen luonteisia töitä, että niitä ehditään hoitaa oman toimen ohella.

Yhtenä myöhempänä jatkokehityksen suuntana voisivat olla energiatehokkuuteen ja ympäristöön liittyvien KPI:ien kehittäminen. Koska tällä hetkellä on hyvinkin trendikästä kiinnittää huomiota ilmastonmuutokseen ja ympäristöasioihin, olisi ehkä tarpeen huomioida ne myös mittaristossa ainakin yhtiötasolla, jos alemman tason mittareille ei vielä löydy järkeviä perusteita.

Lähteet

Kaplan R.S., Norton D.P. 1992. The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance. Artikkele. Harvard Business Review (Jan-Feb 1992) s.71-79

Laitinen E. 2003. Yritystoiminnan uudet mittarit. Kirja. 3.painos.

Lindberg C-F., Tan S., Yan J., Starfelt F. 2015. Key performance indicators improve industrial performance. Artikkele. ICAE 2015.

Määttä S. 2000. Tasapainoinen menestysstrategia: Balanced Scorecardin tuolla puolen. Kirja. 1.painos.

Neilimo K, Uusi-Rauva E. 1997. Johdon laskentatoimi. Kirja. 1.painos.

Osakeyhtiölaki 21.7.2006/624. 2006. Laki.

Parmenter D. 2015. Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPIs. Kirja. 3.painos.

Rantanen H, Holtari J. 1999 Yrityksen suorituskyvyn analysointi. Tutkimusraportti.

Rantanen H. 2001. Suorituskyvyn osa-alueiden mittaaminen pkt-yrityksissä. Tutkimusraportti.

Rantanen H., Ukko J., Pekkola S. 2008. Innovaatiopolitiikkaa järjestelmien välissä - Innovatiivisuuden mittaaminen. Artikkele. Kuntaliiton verkkojulkaisu. s.121-131

Spitzer D. 2007. Transforming Performance Measurement: Rethinking the Way We Measure and Drive Organizational Success. Kirja.

Strategy Management Group. 2019. What is a Key Performance Indicator (KPI)?.
<https://www.kpi.org/KPI-Basics>. Viitattu 6.3.2019.

Ukko J, Karhu J, Pekkola S, Rantanen H, Tenhunen J. 2007. Suorituskyky nousuun! Hyödynnä henkilöstösi osaaminen. Tutkimusraportti. Tykes.