

Esimerkkiraportti on tarkoitettu lämpövoimalaitoksen energia-analyysimallin ohjeistuksen tueksi ja esittelee vaiheen 1 analyysin raportoinnin laajuutta ja esitystapaa.

Esimerkkiraportti on laadittu kuvitteelliselle kohteelle. Raportoidun voimalaitoksen prosessikytkennät ja -suureet sekä laitetiedot eivät kaikilta osin vastaa todellisuutta. Osa tekstistä, kaavioista ja kuvista on peräisin toteutettujen analyysihankkeiden raportoinneista ja kaikki esimerkkiraportin osat eivät ole sisällöltään samasta kohteesta. Malliraportti ei sisällä liitteitä.

Esimerkkiraportti on tehty lämpövoimalaitoksesta, koska valtaosa tehdyistä ja tulevista voimalaitosanalyyseistä kohdistuu niihin.

CO₂-tarkasteluissa on käytetty yksinkertaisuuden ja selkeyden vuoksi ainoastaan kahta arvoa (KK4: hake ja turve, K1+KK4: maakaasu, hake ja turve). Katselmustilanteessa arvot määräytyvät polttoaineiden tyyppin, osuuksien ja määrien perusteella.

**TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖN
TUKEMA ENERGIAKATSELMUSHANKE**

Dnro: 123456/123/01

Päätöksen päivämäärä: 1.5.2014

VOIMALAITOKSEN ENERGIA-ANALYYSIRAPORTTI

**Esimerkkiyritys Oyj
Mallilan tehtaat
Oppitie 1
12345 Mallila**

Katselmuksen ajankohta:	1.6.–15.12.2014
Raportin päiväys:	3.2.2015
Tilaaajan yhteyshenkilö:	Ville Voima p. (01) 234 5678
Katselmuksen suorittaja:	Voimalaitossuunnittelu Oy
Vastuuhenkilö	Simo Sähkö p. (12) 345 678

Esipuhe

Energia-analyysiraportissa esitetään Esimerkkiyritys Oyj:n Mallilan tehtaiden voimalaitoksen energiateknisten järjestelmien nykytilanne sekä mahdollisuudet tehostaa voimalaitoksen energiantuotantoa ja -käyttöä. Ehdotettujen toimenpiteiden osalta esitetään periaatteellinen toteutuspa, toteutuksen kokonaiskustannukset, energiankäytön tehostumisella saavutettavat säästöt ja investointien takaisinmaksuajat, nettonykyarvot ja sisäiset korkokannat.

Energia-analyysin ovat rahoittaneet työ- ja elinkeinoministeriö (40 %) ja Esimerkkiyritys Oyj (60 %).

Energia-analyysin yhteyshenkilönä Esimerkkiyritys Oyj:n Mallilan tehtaalta on ollut käyttöinsinööri Ville Voima. Voimalaitoksen henkilökunnasta työhön ovat osallistuneet myös mm: Kalle Kattila ja Arttu Automaatio.

Voimalaitossuunnittelu Oy:ssä hankkeesta ovat vastanneet Lasse Lämpö (lämpötekniikka) ja Simo Sähkö (sähkötekniikka). Kattiloiden ja turbiinien erillismittaukset on suorittanut Mittaus Oy.

Voimalaitossuunnittelu Oy

Simo Sähkö

Lasse Lämpö

Energia-analyysin vastuuhenkilö,
sähkötekniikan osan vastuuhenkilö
Nro 123 (sähkö)

Lämpötekniikan osan vastuuhenkilö
Nro 456 (lämpö)

Yhteystiedot

Voimalaitossuunnittelu Oy

PL 123

FI-12345 Mallila

Suomi, Finland

Puh. +358 12 345 678

Fax +358 12 345 678

E-mail: voimalaitossuunnittelu@vl-suunnittelu.fi

Sisältö

Esipuhe.....	4	
1. Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä		8
1.1 Analyysikohde	8	
1.2 Energiatsehokkuus ja säästöpotentiaali.....	8	
2. Kohteen perustiedot.....	13	
2.1 Energian kulutus- ja toimituskohteet	13	
2.2 Voimalaitos	13	
3. Energiantuotannon ja -käytön nykytila.....	15	
3.1 Lähtötiedot	15	
3.2 Energianhallintajärjestelmä	15	
3.3 Energian toimituskohteiden energiankäyttö	16	
3.4 Voimalaitoksen energiataaseet	18	
3.4.1 Energiataase	18	
3.4.2 Polttoaineet	19	
3.4.3 Omakäytöt	20	
4. Voimalaitoksen energiatsehokkuuden analysointi ja tehostamistoimenpiteet		22
4.1 Lämpövoimalaitos.....	24	
4.1.1 Kattilat.....	24	
4.1.2 Kaasuturbiinit.....	28	
4.1.3 Höyryturbiinit.....	28	
4.1.4 Höyryjärjestelmä.....	34	
4.1.5 Syöttövesijärjestelmä ja esilämmittimet	35	
4.1.6 Kaukolämpöjärjestelmä	36	
4.1.7 Vedenkäsittelyjärjestelmät	37	
4.1.8 Jäähdytysvesijärjestelmä	37	
4.1.9 Savukaasujen puhdistusjärjestelmät	37	
4.1.10 Polttoainejärjestelmät	38	
4.1.11 Sähköjärjestelmät	39	
4.1.12 Automaatiojärjestelmä	39	
4.2 Voimalaitoksen palvelujärjestelmät	40	
4.2.1 Paineilmajärjestelmä	40	
4.3 Muut palvelujärjestelmät	40	
4.3.1 Varavoimakoneet.....	40	
4.4 Kiinteistötekniikka.....	41	
4.5 LVI-järjestelmät.....	41	
4.5.1 Sähköjärjestelmät	42	
4.5.2 Muut tekniset järjestelmät	43	
4.6 Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista		Error! Bookmark not defined.
4.7 Jatkoselvitykset ja -tutkimukset.		Error! Bookmark not defined.
4.7.1 Lietteen kuivatus.....		Error! Bookmark not defined.
5. Energiatsehokkuusjärjestelmä ETJ	46	
6. Täydentävät analyysit ja kehittämiskohteet.....	44	

Liitteet

- 1 Lämpökuormat tarkasteluvuonna 2014
- 2 Voimalaitoksen polttoaineenkäyttö, lämmön ja sähköntuotanto ja pysyvyykäyrät vuonna 2014
- 3 Kattilan K1 mittausraportti
- 4 Kattilan K1 yksinkertaistettu energiatase
- 5 Kattilan KK4 mittausraportit ja hyötysuhdelaskelmat
- 6 Kattilan KK4 yksinkertaistettu energiatase
- 7 Turbiinin T1 höyrymittaukset
- 8 Turbiinin T1 yksinkertastettu energiatase
- 9 Turbiinin T1 mittausraportti
- 10 Laitoksen sähköpääkaavio, suurimpien sähkölaitteiden tekniset tiedot
- 11 Paineilmalaitteistojen kytkentäkaavio
- 12 Laitoksen IV-koneiden laitetiedot ja käyntiajat
- 13 Valaistuksen tehostamiskohteet ja -laskelmat
- 14 KK4-kattilan uuden KP-esilämmittimen hankinnan kustannusarvio

Kuvat

- 1 Voimalaitoksen yksinkertaistettu pääkaavio
- 2 Voimalaitoksen energiataseen sankey-kaavio

1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä

1.1 Analyysikohde

Energia-analyysin kohteena on ollut Esimerkkiyritys Oyj:n Mallilan tehtaan voimalaitos. Voimalaitos tuottaa kaukolämpöä ja prosessihöyryä Mallilan tehtaalle sekä kaukolämpöä teollisuusalueella sijaitsevalle Vaneri Oy:lle.

Mallilan tehdas tuottaa pehmopapereita kahdella paperikoneella. Mallilan tehtaan vuosituotanto oli vuonna 2014 noin 80 000 tonnia. Vaneri Oy tuottaa vaneria vuodessa noin 20 000 m³.

Voimalaitoksessa käytetään polttoaineena maakaasua ja tehtaalla syntyviä puujätteitä. Laitoksella on yksi maakaasukäyttöinen kattila, kiinteän polttoaineen kattila sekä raskasöljykäyttöinen apukattila. Voimalaitoksen kahdesta höyryturbiinista toinen on väliottolauhdeturbiini ja toinen vastapaineturbiini.

1.2 Energiatehokkuus ja säästöpotentiaali

1.2.1. Kokonaisenergiankäyttö

Vuonna 2014 voimalaitoksen polttoaineiden kulutus oli yhteensä 3 000 GWh. Vuositasolla laitoksen polttokustannukset olivat polttoaineiden hankinnan keskihinnalla (25 €/MWh) laskettuna noin 75 miljoonaa euroa.

Voimalaitos toimitti asiakkaille lämpöä vuonna 2014 yhteensä 1 400 GWh. Kaukolämmön toimitus oli vuonna 2014 noin 700 GWh, josta yli puolet myytiin kaukolämpönä Mallilan tehtaan käyttöön (400 GWh) ja loput Vaneri Oy:lle (300 GWh). Prosessihöyry toimitettiin kokonaisuudessaan Mallilan tehtaalle (700 GWh).

Voimalaitos tuotti sähköä vuonna 2014 yhteensä 1 000 GWh, josta laitoksen omakäyttö oli noin 60 GWh. Laitoksen arvioiman keskihinnan (50 €/MWh) perusteella sähkömyynti vastasi 47 miljoonan euron vuosituloa.

Vuonna 2014 voimalaitos käytti käsiteltyä vettä yhteensä 50 000 m³ ja tuotti jätevettä yhteensä 2 000 m³. Voimalaitoksen vedenkäytön kustannukset olivat vuonna 2014 yhteensä 30 000 euroa.

1.2.2. Potentiaali sähkönkehityksen lisäämiseen

Turbiinin siivistön pesulla laskettiin saavutettavan 8,6 GWh (430 000 €) vuotuinen sähkön tuotannon lisäys. Tämän ehdotuksen laskettiin lisäävän polttoaineen kulutusta 10,5 GWh

(210 000 €). Vaadittu investointi on noin 120 000 €. Säästöarviolaskelmat perustuvat energiakatselmuksen aikana tehtyihin turbiinia koskeviin mittauksiin, aikaisempaan kokemukseen sekä laskelmiin.

KK4-kattilan uuden KP-esilämmittimen hankinnalla saavutetaan noin 9,6 GWh (480 000 €) vuotuinen sähkön tuotannon lisäys. Tämän ehdotuksen laskettiin lisäävän polttoaineen kulutusta 11,7 GWh (230 000 €). Tarvittava investointi on noin 1 200 000

Säästöpotentiaali polttoaineissa ja omakäyttölämmössä

Muiden lämpöenergiaan liittyvien toimenpide-ehdotusten säästöpotentiaaliksi arvioitiin polttoaine-energiaksi laskettuna yhteensä noin 0,3 GWh (7 000 €). Koko potentiaalin saavuttamiseksi tarvittavat investoinnit ovat arviolta yhteensä 450 euroa. Lisäksi 3 GWh polttoaineen säästöä saavutetaan ilman esilämmittimen korjaamisella, joka on luokiteltu sähkönsäästöinvestointeihin.

Merkittävimmät säästökohteet olivat

- apukattilahuoneen IV-muutos
- toimiston IV-muutos.

Säästöpotentiaali sähkökustannuksissa

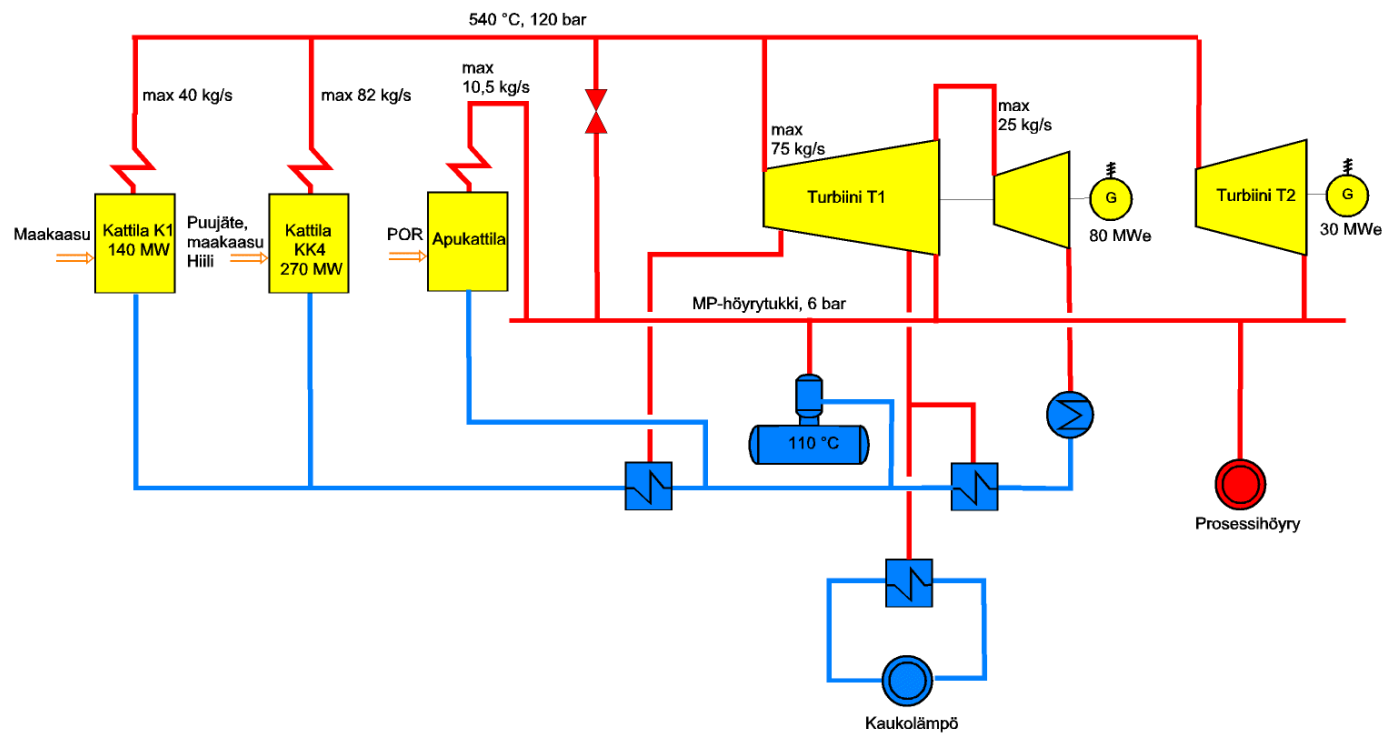
Sähköenergiaan liittyvien toimenpide-ehdotusten säästöpotentiaalin arvioitiin olevan yhteensä 3,7 GWh (180 000 €). Koko potentiaalin saavuttamiseksi tarvittavat investoinnit ovat arviolta yhteensä n. 83 000 euroa.

Merkittävimmät säästökohteet olivat

- syöttövesipumppujen paine-eron pienentäminen
- palamisilman esilämmittimen vuotojen korjaaminen (myös lämpö).

Säästöpotentiaali vesikustannuksissa

Vedenkäytön toimenpide-ehdotusten tehostamispotentiaalin arvioitiin olevan yhteensä 9 000 m³. Säästön saavuttamiseksi tarvittu investointi oli hyvin suuri ja hankkeen takaisinmaksuaika muodostui tehtyjen arvioiden perusteella pitkäksi (>10 a).



Kuva 1 Voimalaitoksen yksinkertaistettu prosessikaavio

Taulukko 1 Yhteenveto energiankulutuksesta ja säästöpotentiaalista

		Tarkasteluvuosi 2014	Tehostamis- suunnitelman jälkeen
Polttoaineiden käyttö	GWh/a	3000	3019
Lämmötoimitus	GWh/a	1500	1500
Sähkönkehitys	GWh/a	1000	1018
Kokonaishyötysuhde (brutto)	%	83,3	83,4
Omakäyttö sähkö	GWh/a	60	59,3
Kokonaishyötysuhde (netto)	%	81,3	81,4
Veden käyttö	m ³ /a	50 000	50 000
Säästöt yhteensä (alv 0 %)	€/a		720 000
Investoinnit (alv 0 %)	€		1 400 000

Taulukossa 2 esitettävät yksittäiset toimenpide-ehdotukset ovat toisistaan riippumattomia ja ne voidaan toteuttaa halutussa järjestyksessä, joten toimenpide-ehdotukset on esitetty takaisinmaksuajan mukaisessa järjestyksessä. Jos toimenpiteet olisivat olleet toisistaan riippuvaisia, niin ne olisi esitetty luontevimmassa toteutusjärjestyksessä.

Taulukko 2 Yhteenvedo ehdotetuista energiansäästötoimenpiteistä

no	TOIMENPITEEN KUVAUS	SÄÄSTÖ YHTEENSÄ euroa/a	KANNATTAVUUS			INVE- TOINTI euroa	CO ₂ - VÄHENEMÄ YHTEENSÄ t/a	POLTTOAINEET/LÄMPÖ			SÄHKÖ			MUUT SÄÄSTÖT euroa/a	VESI SÄÄSTÖ		SÄÄSTÖN ARVIOITU ELINIKÄ, a	RAPORTIN- KOHTA	SOVITUT JATKO- TOIMET
			TAKAISIN- MAKSU- AIKA	NETTO- NYKYARVO, NPV	SISÄINEN KORKO, IRR			SÄÄSTÖ, LISÄMYNTI TAI TUOTTO	CO ₂ - VÄHENEMÄ	SÄÄSTÖ, LISÄMYNTI TAI TUOTTO	CO ₂ - VÄHENEMÄ	SÄÄSTÖ, LISÄMYNTI TAI TUOTTO	CO ₂ - VÄHENEMÄ		m ³ /a	euroa/a			
			a	euroa	%			MWh/a	euroa/a	t/a	MWh/a	euroa/a	t/a		euroa/a	m ³ /a			
1	Syöttövesipumpun paine-eron pienentäminen	7 500	0,0	66 000	---	0	50				250	7 500	50				15	4.1.5	P
2	Öljysäiliön lämpötilan alentaminen	550	0,0	2 900	---	0	3	25	550	3							2	4.1.10	P
3	Apukattilan ilmanvaihdon muutos	4 600	0,0	24 000	---	0	22	210	4 600	22							2	4.4.1	P
4	Ajoluisikan lämmityksen lopettaminen	4 000	0,0	21 000	---	0	17				80	4 000	17				2	4.4.2	T
5	Toimiston ilmanvaihdon muutos	2 200	0,2	11 000	480,0	450	10	80	1 800	8	8	400	2				2	4.4.1	P
6	KK4:n luvon ilmapuotojen korjaaminen	220 000	0,3	1 100 000	290,0	75 000	920	3 000	59 500	250	3 200	160 000	670				15	4.1.1.2	P
7	Turbiinin T1 siivoston pesu	220 000	0,5	1 100 000	180,0	120 000	700	-10 500	-210 000	-1 110	8 600	430 000	1 810				5	4.1.3.1	P
8	Valaistusmuutokset	8 000	1,0	33 000	76,0	8 000	34				160	8 000	34				2	4.4.2	P
9	KK4 esilämmittimen hankinta	250 000	4,8	2 300 000	17,0	1 200 000	1 050	-11 700	230 000	-970	9 600	480 000	2 020				15	4.1.5	H
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
	YHTEENSÄ	716 850	2,0			1 403 450	2 806	-18885	86 450	-1 797	21 898	1 089 900	4 603	0	0	0			

Sarakkeen "Sovitut jatkotoimet" merkinnät ovat T = toteutettu, P = päätetty toteuttaa, H = harkitaan toteutettavaksi, E = ei toteuteta.

2 Kohteen perustiedot

2.1 Voimalaitos

Voimalaitos tuottaa sähköä, prosessihöyryä ja kaukolämpöä. Voimalaitoksen pääpolttoaineina on maakaasu sekä Mallilan tehtaalta saatava puujäte. Vaihtoehtoisina polttoaineina höyrykattiloilla voidaan käyttää hiiltä, muista lähteestä saatavia biopolttoaineita tai raskasta polttoöljyä. Voimalaitoksen yksinkertaistettu pääkaavio on esitetty kuvassa 1.

Kaasukattilalla K1 voidaan käyttää polttoaineena maakaasua. Kattila on otettu käyttöön vuonna 1977 ja sen polttoaineteho on 140 MW. Kattilan maksimihöyrytys on 40 kg/s. Tuotetun höyryn lämpötila on 540 °C ja painetaso 120 bar.

Höyrykattila KK4 on vuonna 1994 käyttöönotettu leijukattila, jossa voidaan käyttää polttoaineena maakaasua ja erilaisia puuperäisiä polttoaineita. Kattilan polttoaineteho on 270 MW ja maksimihöyrytys on 82 kg/s. Tuotetun höyryn lämpötila on 540 °C ja painetaso 120 bar.

Voimalaitoksella on lisäksi apukattila (K3), jossa on mahdollista käyttää polttoaineena sekä raskasta että kevyttä polttoöljyä. Apukattilan tuottaman höyryn arvot ovat: 6 bar(g), 170 °C ja maksimihöyrytys 10,5 kg/s.

Voimalaitoksen väliottolauhdeturbiini T1 on otettu käyttöön 1990 ja sen höyryn läpäisy on noin 75 kg/s. Lauhdeperän kapasiteetti on noin 25 kg/s. Turbiinissa on väliotot syöttöveden esilämmittimille. Höyryturbiinin sähköteho on maksimihöyrymäärällä noin 80 MWe.

Voimalaitoksen vastapaineturbiini T2 on otettu käyttöön 1960 ja sen höyryn läpäisy on noin 40 kg/s. Turbiinin vastapainehöyry ohjataan matalapainehöyrytukkiin. Höyryturbiinin sähköteho maksimihöyryvirralla on noin 30 MWe.

Yksityiskohtaiset päälaitetiedot käsitellään luvun 4 alakohdissa.

Voimalaitoksen normaalissa ajotilanteessa

- höyrykattila KK4 on pääkattila
- höyrykattila K1 on huippukattila
- K3 on apukattila, jota käytetään vain seisokkien aikana
- tuorehöyry ohjataan väliotto-lauhdeturbiiniin T1
- vastapaineturbiini T2 seisoo, mutta on tarvittaessa käytettävissä
- kaukolämpö tuotetaan höyryturbiini T1:n väliottohöyryllä.

Voimalaitoksella ei ole erityistä ohjeistusta poikkeavia tilanteita varten, vaan laitosta ajetaan poikkeustilanteissa käyttöhenkilökunnan kulloinkin parhaaksi katsomalla tavalla.

Voimalaitoksella on henkilöstöä yhteensä 70 henkeä. Voimalaitoksen normaalit käyttö-, huolto- ja kunnossapitotyöt suoritetaan pääosin tehtaan oman henkilökunnan toimesta. Laitoksen muuntajista sekä hissi- ja nosturilaitteista on erilliset huoltosopimukset ulkopuolisten yritysten kanssa.

2.2 Energian kulutus- ja toimituskohteet

Voimalaitos tuottaa kaukolämpöä ja prosessihöyryä Mallilan tehtaalle sekä kaukolämpöä teollisuusalueella sijaitsevalle Vaneri Oy:lle. Voimalaitoksen toimittama sähköenergia käytetään kokonaisuudessaan Mallilan tehtaalla.

Mallilan tehdas tuottaa pehmopapereita kahdella paperikoneella. Mallilan tehtaan vuosituotanto oli vuonna 2014 noin 80 000 tonnia. Mallilan tehdas kulutti vuonna 2014 kaukolämpöä 400 GWh ja prosessihöyryä 700 GWh.

Prosessihöyry toimitetaan tehtaalle painetasossa 6 bar(g) ja lämpötilassa 160 °C. Tehtaan lauhteenpalautus oli vuonna 2014 keskimäärin 85 %.

Voimalaitoksen toimittaman kaukolämmön menolämpötilaa säädetään ohjekäyrän mukaan, joka ottaa huomioon vallitsevan säätilanteen.

Vuonna 2014 sähköntuotanto oli 1 000 GWh, josta myytiin voimalaitoksen ulkopuolelle 940 GWh.

Vaneri Oy

Vaneri Oy kuuluu Vaneriketju-konserniin ja sijaitsee Mallilan teollisuusalueella. Vaneri Oy tuottaa vaneria vuodessa noin 20 000 m³. Voimalaitoksen Vaneri Oy:lle toimittama kaukolämpöenergia oli vuonna 2014 yhteensä 300 GWh.

3 Energiantuotannon ja -käytön nykytila

3.1 Lähtötiedot

Energia-analyysin tarkasteluvuotena käytettiin vuotta 2014. Vuosi oli voimalaitoksen tuotannon kannalta hyvin tyyppilinen ja siten edustava. Syksyllä 25.–30.9.2014 oli normaalivuodesta poikkeava prosessihöyryn toimituskatko, joka johtui Mallilan tehtaalla toteutetuista prosessimuutoksista.

Käytetyt tuotanto- ja kulutustiedot perustuvat pääosin voimalaitoksen energianhallintajärjestelmästä kerättyihin tuntitason aikasarjoihin. Vuositason tietoja saatiin lisäksi voimalaitoksen omasta raportointijärjestelmästä. Kaasukattilan K1 hyötysuhdetiedot perustuvat alkuvuonna 2014 toteutettujen mittauksien raportointiin.

Erillisiä päälaitemittauksia tehtiin höyryturbiinilla T1 sekä kattilalla KK4. Lisäksi laitoksella toteutettiin sähkötehomittauksia esimerkiksi kattiloiden palamisilma- ja savukaasupuhaltimille sekä syöttövesi- ja lauhdepumpuille.

3.2 Energianhallintajärjestelmä

Voimalaitoksella on käytössä kattava energianhallintajärjestelmä (EHJ), joka kerää mittaustietoja prosessista. Mittaustiedot kerätään kohteesta riippuen vähintään tuntitasolla ja eräissä kohteissa sekuntitasolla. Historiatiedot ovat saatavissa järjestelmästä sekuntitasolla kolmen kuukauden ajan mittauksesta ja tuntitasolla koko tiedonkeruuhistorian ajalta.

Voimalaitoksella on käytössä raportointijärjestelmä, jolla seurataan kuukausitasolla käytettyjä polttoaineita, tuotettua tuorehöyrymäärää, turbiinien tulo-, väliotto- ja vastapainehöyrymääriä sekä tuotettuja hyödykemääriä (sähkö, prosessihöyry, kaukolämpö). Raportointi perustuu tehtaan energianhallintajärjestelmästä poimituihin summatietoihin.

Tarkasteluvuoden keväällä 15.–18.3.2014 ja 21.–23.3.2014 energianhallintajärjestelmän tiedonkeruussa on ollut katkoksia. Nämä katkosten aikaiset, puuttuvat tiedot täydennettiin lähipäivien datojen perusteella. Energia-analyysissä käytettiin täydennettyjä tietoja. Voimalaitoksen omassa kuukausiraportoinnissa mittauskatkoksia ei ole korjattu.

Merkittävä osa EHJ:n analyyseissa havaituista epätarkkuuksista liittyi prosessihöyryn ja veden virtausmittauksiin sekä mittaustiedon keruujärjestelmän katkoksiin. Varsinaisia laskentavirheitä havaittiin vain muutama. Ongelmien vaikutus esimerkiksi järjestelmän laskemaan voimalaitoksen kokonaishyötysuhteeseen (netto) on kuitenkin huomattava.

Tarkasteluvuonna 2014 se oli EHI:n mukaan 79,1 %, kun taas todellinen oli noin 81,3 %.

Seuraavassa on esitetty luettelonomaisesti EHI:ssä todettuja ongelmia ja niiden korjaamista:

- Dokumentaation mukaan prosessihöyryn energiamittauksen lähtevänä lämpötilana on käytetty väärää lämpötilaa, automaatiojärjestelmässä virhe on korjattu.
- Useat kaukolämpöveden ultraäänivirtausmittaukset näyttävät merkittävästi liian pieniä arvoja.
- Muutamit voimalaitoksen omakäytösähkökulutuksista näyttävät EHI:ssä nollassa, vaikka todellisuudessa kulutusta on ollut.
- Kuukausiraporttien esitystavassa on epäselvyyksiä.

Muita havaittuja ongelmia:

- Mittausdatan keruussa on ollut paljon katkoksia. Puuttuva data ja siitä johtuvat negatiiviset arvot vääristävät pahasti sekä EHI:n energiatasetta että tunnuslukuja. Epäkelvot hetkellisarvot aiheuttavat myös erilaisia laskentavirheitä.
- Höyryturbiinin T2 sähkökehityksessä on ollut merkittävä virhe. Syynä ovat olleet ongelmat tiedonsiirrossa pulssimittauksesta.
- Kattilan KK4 epäluotettavaksi osoittautunut hyötysuhteen laskenta on tarpeen muuttaa suorasta epäsuoraksi tarkkuuden parantamiseksi. Samalla saadaan tarkempi tieto käytetyn kiinteän polttoaineen määrästä.

3.3 Energian toimituskohteiden energiankäyttö

Mallilan tehtaalla höyryn-, kaukolämmön- ja sähkökulutukset on esitetty energioina ja vaihtelukuvina liitteessä 1.1. Vaneri Oy:n kaukolämmönkulutus on esitetty vaihtelukuvana liitteessä 1.2.

Mallilan tehtaalla lämpö- ja sähkökuormien sekä Vaneri Oy:n kaukolämpökuorman kehittyminen vuosina 2012–2014 on esitetty taulukossa 3. Luvut ovat EHI:sta saatuja arvoja. Tarkasteluvuodesta 2014 on esitetty lisäksi korjattuun tietoon perustuvat arvot.

Taulukko 3 Toimituskohteiden energiankäytön kehitys 2012–2014

Mallilan tehdas						
Vuosi	Prosessihöyry		Kaukolämpö		Sähkö	
	Energia GWh/a	Muutos %	Energia GWh/a	Muutos %	Energia GWh/a	Muutos %
2012	650	-	395	-	987	-
2013	670	3,1	390	-1,3	994	0,7
2014	660	1,5	395	0	986	0
2014*)	700	7,7	400	2,6	1000	1,3

Vaneri Oy		
Vuosi	Kaukolämpö	
	Energia GWh/a	Muutos %
2012	300	-
2013	295	-1,7
2014	294	-2,0
2014*)	300	0,0

*) luvut perustuvat korjattuihin tietoihin.

Vuosien 2012–2014 välillä ei ole suuria eroja, kaukolämmön ja prosessihöyryn toimitusmäärät ovat säilyneet suhteellisen samanlaisina.

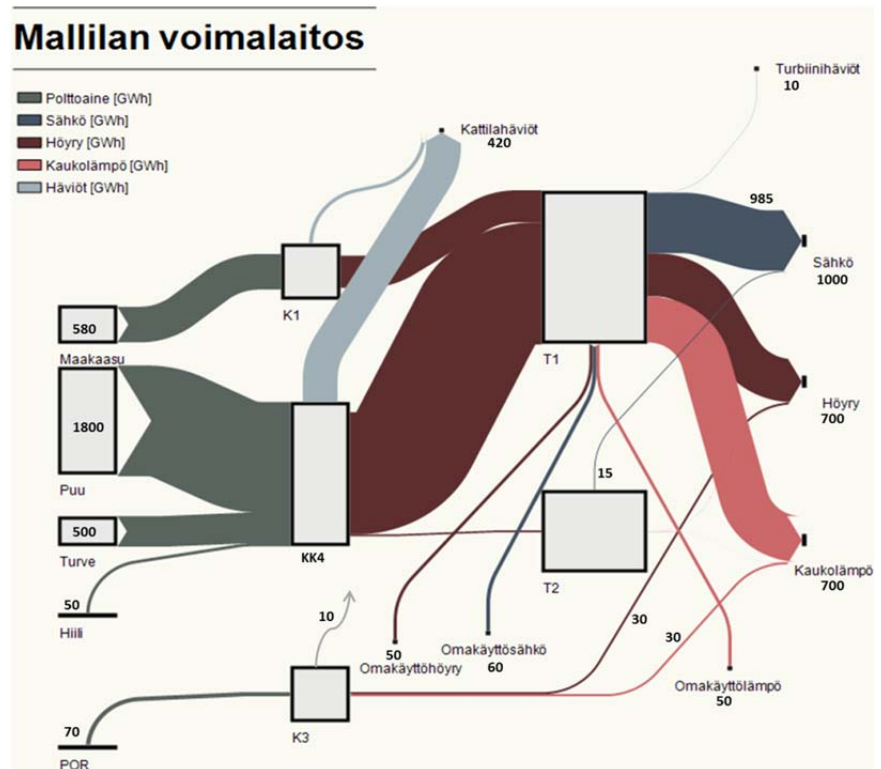
Mallilan tehtaassa lauhteenpalautus oli vuonna 2014 keskimäärin 85 %. Tehtaalla vuonna 2009 suoritetun parannustoimenpiteiden jälkeen lauhteenpalautus nousi vuositasolla keskimäärin viisi prosenttiyksikköä nykyiselle tasolle.

3.4.1 Energiatase

Voimalaitoksen tarkasteluvuoden polttoaineiden käyttö sekä lämmön- ja sähköntuotanto on esitetty sekä energioina että vaihtelukuvina liitteessä 2. Liitteessä on lisäksi esitetty voimalaitoksen kuormituksen ja tuotannon pysyvyysskäyrät ko. vuodelle. Liitteen tiedot perustuvat korjattuihin mittaustietoihin.

Voimalaitoksen energiatase laadittiin voimalaitoksen kuukausiraporteista ja energianhallintajärjestelmästä saatujen tietojen sekä laitoksella toteutettujen mittausten perusteella. Energianhallintajärjestelmässä todettuja virheellisiä tietoja korjattiin mittausten perusteella, jotta ne vastaisivat todellista tilannetta.

Voimalaitoksen energiatase on havainnollistettu kuvan 2 sankey-kaaviolla. Kaaviossa esitetyt luvut perustuvat parhaisiin käytettävissä oleviin tietoihin, jotka sisältävät myös energia-analyysin aikana selvitettyt tiedot.



Kuva 2 Sankey-kaavio voimalaitoksen energiatasesta 2014 (GWh/a)

Taulukossa 4 on esitetty yhteenveto energia-analyysissä laaditusta voimalaitoksen energiatasesta sekä tietojen perusteella laskettu kokonaishyötysuhde. Saavutettua nettohyötysuhdetta 81,3 % voidaan pitää kyseessä olevalle voimalaitokselle kohtuullisen hyvänä.

Taulukko 4 Voimalaitoksen energiatase ja kokonaishyötysuhde 2014 (GWh/a)

Polttoaine	2012	2013	2014	2014 ^{*)}
Maakaasu	620	600	590	580
Puuperäiset polttoaineet	1 770	1 800	1 820	1 800
Turve	500	475	510	500
Hiili	20	30	50	50
POR	63	74	72	70
Yhteensä	2 973	2 979	3 042	3 000
Lämpö				
Höyry tehtaalle	650	670	660	700
Höyry voimalaitokselle	49	52	48	50
Kaukolämpö Mallilan tehtaalle	395	390	395	400
Kaukolämpö Vaneri Oy:lle	300	295	294	300
Kaukolämpö Voimalaitokselle	52	54	49	50
Yhteensä	1 446	1 461	1 446	1 500
Sähköntuotanto				
Höyryturbiini T1	939	960	1 003	985
Höyryturbiini T2	31	26	17	15
Yhteensä	970	986	1 020	1 000
Hyötysuhde				
Kokonaishyötysuhde (brutto)	81,30 %	82,10 %	81,10 %	83,30 %
Omakäyttösähkö	54	56	59	60
Kokonaishyötysuhde (netto)	79,40 %	80,30 %	79,10 %	81,30 %

^{*)} luvut perustuvat energia-analyysin tietoihin.

Taulukossa 4 esitetyt tuotantotiedot perustuvat vuoden 2014* osalta energia-analyysin aikana tehtyihin selvityksiin ja mittauksiin. Vuosien 2012, 2013 ja 2014 tiedot perustuvat voimalaitoksen kuukausiraportteihin ja ovat siten vertailtavissa.

3.4.2 Polttoaineet

Voimalaitoksen kattilalla KK4 pääpolttoaineina ovat Mallilan tehtaalla syntyvät puuperäiset jätteet ja turve (hiili). Kattilan K1 polttoaineena on maakaasu. Voimalaitoksen apukattilalla käytetään raskasta polttoöljyä.

Maakaasu lämpöarvo on 36 GJ/1000 m³ ja turpeen 3,24 GJ/m³. Vuonna 2014 voimalaitoksen käyttämät puupolttoaineet ja niiden ominaisuudet on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5 Puuperäisten polttoaineiden käyttö voimalaitoksella vuonna 2014

Polttoaine	Tehollinen lämpöarvo, MJ/kg	Kosteus-% (keskim.)	Polttoainemäärä, GWh	Osuus puupolttoaineista, %
Kuori	19	60	1 200	66
Hake	20	55	600	33
Yhteensä	-	-	1 800	100

3.4.3 Omakäytöt

Tarkasteluvuoden omakäyttöenergiat ja niiden jakautuminen on esitetty voimalaitoksen sankey-diagrammissa.

Voimalaitoksen omakäyttösähkön kulutus vuosina 2012–2014 on esitetty taulukossa 4. Omakäyttösähkön kulutus on ollut viime vuosina suhteellisen samanlaista. Poikkeuksena oli vuosi 2012, jolloin jäähdytysvesiputkiston vuoto kasvatti pumppaustarvetta ja siten omakäyttösähkön kulutusta.

Voimalaitoksen suurimmat omakäyttösähkön kuluttajat on esitetty taulukossa 6. Omakäytöt ja käyttöjen energiatehokkuudet analysoidaan yksityiskohtaisemmin päälaitekohtaisesti luvussa 4.

Taulukko 6 Voimalaitoksen sähkön omakäytöt vuonna 2014

Omakäyttölaitteet	Teho, kW	Energiankulutus, MWh /a	Osuus omakäyttökulutuksesta, %
K1- Syöttövesipumput	2 x 600	7 000	12
K1- Palamisilmapuhaltimet	2 x 700	4 000	7
K1- Savukaasupuhaltimet	2 x 700	5 000	8
KK4- Syöttövesipumput	2 x 1500	12 000	20
KK4- Palamisilmapuhaltimet	2 x 800	7 000	12
KK4- Savukaasupuhaltimet	2 x 900	9 000	15
KK4 –Leijupuhaltimet	2 x 700	8 000	13
Muut		8 000	13
Yhteensä		60 000	100

Sähköhinnalla 50 €/MWh omakäyttösähkön vuosikustannus on yhteensä 3 miljoonaa euroa.

Omakäyttölämmön kulutusta ei mitata erikseen. Voimalaitoksen omakäyttölämmön kulutuksen arvioitiin vuonna 2014 olleen yhteensä 100 GWh, taulukko 7. Lämmön omakäyttö jakaantuu kaukolämmön (50 GWh) ja matalapainehöyryn käyttöön (50 GWh).

Useissa lämmön omakäyttökohteissa ei ole jatkuvatoimista mittausta, mikä hankaloitti omakäyttöenergioiden jakauman selvittämistä. Osaa kulutuskohteista arvioitiin voimalaitoksille tyypillisten ominaiskulutustietojen perusteella.

Taulukko 7 Voimalaitoksen kaukolämmön omakäyttö vuonna 2014

Lämmön omakäyttölaitteet	Energiankulutus MWh/a	Osuus omakäyttökulutuksesta, %
LVI-laitteet*	15 000	30
Jätevesialtaan lämmitys	25 000	50
Muut*	10 000	20
Yhteensä	50 000	100

*arvioitu kulutus

Taulukko 8 Voimalaitoksen matalapainehöyryn omakäyttö vuonna 2014

Höyryn omakäyttölaitteet	Energiankulutus MWh/a	%-osuus omakäyttökulutuksesta
Hakesiilon lämmitys	25 000	50
Öljysäiliöiden lämmitys	8 000	16
Muut*	17 000	34
Yhteensä	50 000	100

*arvioitu kulutus

Lämmön hinnalla 25 €/MWh omakäyttölämmön vuosikustannus on yhteensä 2,5 miljoonaa euroa.

4 Voimalaitoksen energiatehokkuuden analysointi ja tehostamistoimenpiteet

Tehostamistoimenpiteiden tuomat energiataloudelliset säästöt on laskettu niiden vaikutuksesta voimalaitoksen energiataseeseen eri tilanteissa. Säästöjen laskennassa käytetyt energiahinnat on esitetty taulukossa 9. Marginaalipolttoaineena on oletettu olevan lisäkaasuna hankittava maakaasu, jonka hintana on kaasun myyjän arvio vuodelle 2016. Sähköhinnat on ilmoitettu ilman kantaverkkomaksuja, sähkövero ja huoltovarmuusmaksua.

Kaikki kustannukset on esitetty verottomina (ALV 0 %).

Taulukko 9 Säästölaskennassa käytetyt hinnat sekä CO₂-päästökertoimet

Energiamuoto	Hinta €/MWh	CO ₂ - päästökerroin kgCO ₂ /MWh
Polttoaine		
- Maakaasu	36	198
- Turve	20	381
- Hake	20	0
Sähkö		
- Kantaverkossa	50	210

Kattilassa K1 käytetään ainoastaan maakaasua, joten sen osalta CO₂-päästökerroin on 198 kgCO₂/MWh. Kattilassa KK4 käytetään haketta ja turvetta, joten kertoimeksi tulee käytettyjen polttoaineiden käyttömäärillä painotettuina 83 kgCO₂/MWh. Kattiloiden K1 ja KK4 yhteinen kerroin on 106 kgCO₂/MWh

Säästöjen laskennassa käytetyt voimalaitoksen kulutus- ja hyötysuhteet sekä eri ajotilanteiden pituudet perustuvat tarkasteluvuoden tilanteeseen ja ne on esitetty taulukossa 10. Höyryturbiinissa T1 on oletettu olevan kaikissa tilanteissa riittävästi kapasiteettia säästötoimista aiheutuviin muutoksiin.

Taulukko 10 Säästölaskennassa käytetyt tunnusluvut

Laitoksen tunnusluvut	Lukuarvo
- Kattilan hyötysuhde	82 %
- T1 matalapainehöyryn rakennussuhde	0,30
- T1 lauhdeperän kulutusuhde höyryssä	6,5 MW _{th} /MW _e

Taulukosta 11 nähdään, että säästetyn matalapainehöyryn hinta vaihtelee voimakkaasti ajotilanteen (sähkön ja polttoaineen hinta) mukaan. Polttoaineiden suhteen on oletettu säilyvän samana kattilalla KK4.

Taulukko 11 Säästetyn matalapainehöyryn hinta eri tilanteissa

	€/MWh
Vastapaineajo KK4	9
Vastapaineajo K1	35

Investoinneissa ilmoitetut investoinnit sisältävät laitteistot asennettuina.

Suoran takaisinmaksuajan lisäksi investoinneille on laskettu nettonykyarvo (NPV) sekä sisäinen korko (IRR). Näiden laskennassa on oletettu, että investointi suoritetaan kertainvestointina tarkasteluajanjakson alussa. Investoinnista seuraavat säästöt alkavat seuraavana vuonna investoinnista ja kestävät kymmenen vuoden ajan. Laskelmissa on otettu huomioon veroista ainoastaan polttoaineverot. Laskelmissa on käytetty 100 % omarahoitusosuutta. Poistojen vaikutusta ei ole huomioitu. Kannattavuuslaskennassa käytettävä perusluvut (korko ja laskenta-aika ym.) on sovittu tilaajan kanssa käydyissä keskusteluissa taulukon 12 mukaisiksi.

Taulukko 12 Kannattavuuslaskennassa käytetyt perusluvut

Kannattavuuslaskenta	
Korko (ei inflaatiota)	12 %
Laskenta-aika	11 v
Omarahoitusosuus	100 %

4.1.1 Kattilat

4.1.1.1 Kaasukattila K1

Kaasukattilalla K1 käytetään polttoaineena maakaasua. Kattila on otettu käyttöön vuonna 1977 ja sen polttoaineteho on 140 MW. Kattilan maksimihöyrytys on 40 kg/s. Tuotetun höyryn lämpötila on 540 °C ja painetaso 120 bar.

Tarkasteluvuonna 2014 kaasukattilalla on ajettu 4540 tuntia. Kattilaa käytetään tarvittaessa kattilan KK4 rinnalla sekä pääasiallisena höyryntuottajana kattilan KK4 seisokeissa. Kattilaa on vuonna 2013 käytetty 4 310 tuntia ja 4 680 tuntia vuonna 2012. Suunniteltujen revisioiden lisäksi kaasukattilalla ei ole ollut epäkäytettävyysjaksoja.

Vuoden 2012 alussa kaasukattilan polttimet on vaihdettu uusiin ja kattilalla toteutettiin laajat hyötysuhde- ja päästömittaukset. Mittausten perusteella varmistettiin käyttömittausten toiminta ja edustavuus. Havaitut poikkeamat on korjattu keväällä 2012. Analyysissä hyödynnettiin sekä erillismittausten että käyttömittausten tuloksia.

Kattilan hyötysuhde on mittausten perusteella 90 %. Savukaasun loppulämpötila on erillismittausten perusteella tarkasteltuna 140–145 °C ja savukaasun O₂-pitoisuus 3–4 % (mittausraportit liitteessä 3). Mittausjaksot edustavat hyvin kattilan tyypillistä ajotilannetta ja kattilan energiatehokkuutta voidaan pitää hyvänä.

Kattilan palamisilmapuhaltimet (2 x 700 kW) ja savukaasupuhaltimet (2 x 700 kW) ovat suorakäyttöisiä keskipakopuhaltimia. Puhaltimia säädetään kuristuspeltien avulla. Sekä palamisilma- että savukaasupuhaltimien ottotehot mitattiin analyysin aikana kahdessa eri kuormapisteessä ja puhallinkäyrästöjen perusteella todettiin puhaltimien toimivan yleisimmissä kuormapisteissä hyvällä hyötysuhdealueella. Mikäli kaasukattilan osakuorma-ajo lisääntyy, puhaltimien varustamista taajuusmuuttajakäytöllä on syytä harkita.

Kattilan yksinkertaistettu energiatase on esitetty sankey-diagrammina liitteessä 4.

Kattilan eristyksessä ei havaittu puutteita ja mitattu keskimääräinen pintalämpötila oli alle 30 °C.

Kunnonhallinta

Kattila on mukana laitoksen normaalissa paineastialainsäädännön mukaisessa seurannassa. Kattilan kaasupolttimet ja polttoainejärjestelmä on huollettu vuosittain. Kattilan mittaukset on kalibroitu vuosittain automaatio-osaston ohjeiden mukaisesti, mutta niiden virhettä ei ole arvioitu. Kattilajärjestelmän pumput ja puhaltimet huolletaan niille laaditun huolto-ohjelman mukaisesti.

4.1.1.2 Kiinteän polttoaineen kattila KK4

Höyrykattila KK4 on vuonna 1994 käyttöönotettu leijukattila, jossa voidaan käyttää polttoaineena erilaisia puuperäisiä polttoaineita ja turvetta. Varapolttoaineena kattilassa voidaan käyttää myös hiiltä. Kattilan polttoaineteho on 270 MW ja maksimihöyrytys on 82 kg/s. Tuotetun höyryn lämpötila on 540 °C ja painetaso 120 bar.

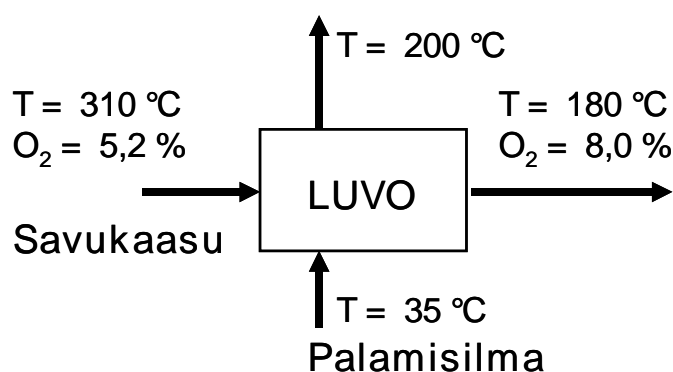
Tarkasteluvuonna kiinteän polttoaineen kattilalla KK4 on ajettu 8 059 h.

Kattilan hyötysuhde toteutettujen mittausten perusteella on 82 %. Kiinteän polttoaineen kattilan hyötysuhteen pitäisi tällä kattilatyypillä olla noin 86 %. Syynä matalaan hyötysuhteeseen on ollut savukaasun korkea loppulämpötila ja suuri ilmakerroin. Savukaasun lämpötila oli mittausten perusteella 175–185 °C ja O₂-pitoisuus luokkaa 8 % (mittausraportti kokonaisuudessaan liitteessä 5). Saavutettavissa olevat arvot tämän tyyppiselle kattilalle ovat 140–145 °C ja 3–4 %.

Kattilan palamisilmapuhaltimet (2 x 800 kW) ja savukaasupuhaltimet ovat siipikulmasäätöisiä aksiaalipuhaltimia (2 x 900 kW). Puhaltimien siivistöt ja siipikulmasäädön toiminta on tarkistettu vuonna 2012. Samassa yhteydessä siipien kunto tarkastettiin NDT-menetelmällä. Puhaltimien käyttö- ja säätötavat ovat energiankäytön kannalta tehokkaat ja puhaltimet toimivat hyvällä hyötysuhdealueella.

Kattilan KK4 palamisilman esilämmitin (luvo) on pyörivä, tyypiltään regeneratiivinen lämmönsiirrin, jossa lämmön siirtäjinä toimivat lämpöä varaavat, keraamisesta aineesta valmistetut levykennostot. Palamisilma ja savukaasu koskettavat vuoron perää samaa, lämpöä siirtävää materiaalia, jolloin lämpö siirtyy savukaasusta kattilan palamisilmaan. Luvon mittauksissa havaittiin savukaasujen happipitoisuuden nousevan suhteellisen paljon (2,8 %), mikä tarkoittaa ilmapuotoa ilmapuolelta savukaasuihin.

Korkean loppulämpötilan ja happipitoisuuden syynä ovat ainakin osaksi luvon ohituspeltien vuodot ja osaksi luvon tiivisteiden vuotaminen.



Kuva 3 Ilman esilämmittimeltä mitatut lämpötilat ja happipitoisuudet

Vuotoilmavirraksi ohituskanavassa arvioitiin 25 kg/s ja luvossa savukaasupuolen ja palamisilmapuolen välillä noin 30 kg/s. Ilmavuodot lisäävät sekä savukaasu- että palamisilmapuhaltimien tehontarvetta ja kasvattavat prosessin lämpöhäviötä pienentämällä savukaasuista talteenotettavaa lämpötehoa. Ilmavuodon myötä palamisilmavirtaa on kasvatettava, jotta kattilaan saataisiin riittävästi happea. Vastaavasti savukaasupuhaltimien tehontarve kasvaa, jotta puhaltimilla saataisiin aikaiseksi riittävä alipaine.

Tehostamispotentiaaliksi arvioitiin lämpöenergian häviöt ja kasvanut sähkönkulutus savukaasupuhaltimilla. Palamisilmapuhaltimilla tarvittava lisäteho muuttuu suurelta osin palamisilman lämpöenergiaksi, mitä voidaan pitää hyötynä palamisprosessille. Palamisilmapuhaltimien sähköenergian säästöpotentiaali arvioitiin pieneksi. Vuotojen korjaamiseksi arvioitiin tarvittavan laitteiston tiivisteiden uusimista esimerkiksi seuraavan revisioseisokin yhteydessä.

Säästöpotentiaali- ja tarvittava korjausinvestointiarvio on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13 Kattilan KK4 ilmavuotojen säästölaskelma

Polttoaineen säästö	3 000 MWh/a 250 tCO ₂ /a	59 500 €
Sähkön säästö		
– savukaasu-puhaltimet	3 000 MWh/a	
– palamisilma-puhaltimet	630 tCO ₂ /a 200 MWh/a 40 tCO ₂ /a	150 000 € 10 000 €
Säästö yhteensä		220 000 €
Investointi		75 000 €
Takaisinmaksuaika		0,3 a
Nettonykyarvo		1 100 000 €
Sisäinen korko		290 %

Korkea savukaasun loppulämpötila aiheuttaa noin 900 kW:n lämpöhäviön. Savukaasujen lämpötilaa kannattaa seurata ilman esilämmittimen korjauksen jälkeen. Nykyisen alustavan arvion mukaan loppulämpötilan alentaminen lisäämällä lämpöpintoja ei näytä kannattavalta, mutta mahdollisten peruskorjausinvestointien yhteydessä lämpöpintojen lisäämistä on syytä harkita.

Kattilan ajotapa näyttää vuoden 2014 käyttötietojen perusteella kustannustehokkaalta ja kalleimpia ostopolttoaineita ei ole käytetty tarpeettomasti lauhdesähkön tuotantoon.

Kattilan yksinkertaistettu energiatase on esitetty sankey-diagrammin muodossa raportin liitteenä 6.

Kattilan KK4 syöttöveden esilämmitystä on käsitelty syöttövesijärjestelmän yhteydessä kohdassa 4.4.

Hyötysuhde- ja kunnonvalvontamittaukset

Mittaus Oy suoritti Mallilan tehtaan kiinteän polttoaineen kattilan KK4 kunnonvalvontamittaukset 22.11.2014. Mittausten tarkoitus oli selvittää kattilan hyötysuhde ja varmistaa kattilan käyttömittausten edustavuus. Mittaus Oy:n mittausraportti on kokonaisuudessaan liitteenä 5.1 ja tässä esitetään tiivistelmä mittausten tuloksista.

Mittausaikataulu

Kattila	Teho, %	Mittausajankohta
KK4	100	22.11.2014 klo 10.30–12.30
	80	22.11.2014 klo 16.10–17.25

Savukaasun lämpötila mitattiin kattilan jälkeen verkkomittauksena kuivista savukaasuista Mittaus Oy:n analysaattorilla, jonka mittausten menetelmiä ovat paramagneettinen (O₂) ja infrapuna-kaasukorrelaatio (CO).

Savukaasun ja palamisilman lämpötilat mitattiin J/K-tyyppin termoelementillä. Kattiloiden pintalämpötilat mitattiin HD9016 käsilämpömittarilla ja K-tyyppin pintalämpötilan termoelementillä.

Polttoaineista ja tuhkasta otettiin näytteet. Polttoaineista määritettiin lämpöarvo, kosteus ja siitä tehtiin alkuaineanalyysi. Lisäksi otettiin tuhkanäytteet kattilan jälkeen isokineettisesti sekä sähkösuodattimelta. Tuhkasta määritettiin palamattomat (UBC).

Mittausajan polttoaineenkulutus laskettiin taselaskentaohjelmalla ja kattilahyötysuhdelaskelmat tehtiin standardiin DIN 1942 perustuvalla taselaskentaohjelmalla. Hyötysuhdelaskelmien perusteella laskettiin kattilan vuosihyötysuhde.

Mittaustulokset ja höyrykattilan kuormatila on esitetty lyhennettynä taulukossa 14. Yksityiskohtaiset kattila- ja vuosihyötysuhdelaskelmat ovat liitteessä 5.2. Taulukon vuosihyötysuhde on laskettu kattilan käyntitietojen pohjalta.

Taulukko 14 Mittaustulokset ja kattilan kuormatila kokeiden aikana

Suure	Yksikkö	Kuormatila	
		80 %	100 %
Ulostuleva teho	MW	215	270
O ₂ (kuiva) mitattu	%	8,5	8,0
CO (kuiva)	ppm	< 10	< 10
Savukaasun lämpötila	°C	176	185
Kattilahyöty-suhde η	%	80	82
Vuosihyöty-suhde η	%	82	

Lisäksi tehtiin vertailumittaukset laitoksen kiinteisiin O₂- ja CO-analysaattoreihin, savukaasun lämpötilamittaukseen sekä syöttövesi- ja höyrymittauksiin.

Kattilan KK4 käyttömittaus savukaasujen happipitoisuudesta näytti kummallakin mittausjaksolla liian alhaista arvoa. Liitteen 5.3 kuvassa on esitetty käyttömittausten antama arvo ja erillismittauksista saadut

mittausarvot samalla aikajaksolla. Erillismittauksen ja käyttömittauksen välinen ero vaihteli mittausjaksolla 1,4–2,5 prosenttiyksikköä. Mittauseron syyksi epäillään kiinteän mittauksen nykyistä asennusta kanavassa. Kattilan KK4 savukaasun happimittausta ei nykyisellään pidetä riittävän edustavana.

Kattilan KK4 eristyksessä ei havaittu selkeitä puutteita ja keskimääräinen pintalämpötila oli alle 40 °C.

Kunnonhallinta

Kattila on mukana laitoksen normaalissa paineastialainsäädännön mukaisessa seurannassa. Kattilan kaasupolttimet ja polttoainejärjestelmä on huollettu vuosittain. Kattilan mittaukset on samoin kalibroitu vuosittain automaatio-osaston ohjeiden mukaisesti, mutta niiden virhettä ei ole arvioitu. Kattilajärjestelmän pumput ja puhaltimet huolletaan niille laaditun huolto-ohjelman mukaisesti.

4.1.1.3 Apukattila K3

Matalapaineinen apukattila K3 on käytettävissä vara- ja huippukattilana. Tarkasteluvuonna kattilaa on käytetty 315 tuntia. Apukattilaa on käytetty vain kaasu- tai KPA-kattilan seisokeissa. Kattilan käyttö vastaa optimaalista ajotapaa.

Kattilaa pidetään lämpimänä, jotta sen käyttöönottoaika olisi häiriötilanteissa mahdollisimman lyhyt. Kattilan varsinainen savukaasukanava on lämmityksen aikana suljettuna ja tuuletus tapahtuu pienellä ohituksella.

Apukattilan savukaasujen loppulämpötila on 160 °C ja happipitoisuus 3 - 4 %. Savukaasun lämpötila pidetään korkeana polttoaineena käytetyn öljyn vuoksi. Kattilan ajotapa vastaa kattilalle suunniteltua käyttöä ja se toimii energiatehokkaasti.

Apukattilan energiavirroista ei laadittu erillistä energiatasetta.

4.1.2 Kaasuturbiinit

Kohteessa ei ole kaasuturbiineja.

4.1.3 Höryturbiinit

4.1.3.1 Väliottolauhdeturbiini T1

Voimalaitoksen väliottolauhdeturbiini T1 on otettu käyttöön 1990 ja sen höyryn läpäisy on noin 75 kg/s. Lauhdeperän kapasiteetti on noin 25 kg/s. Turbiinissa on väliotot syöttöveden esilämmittimille (20/6 bar). Höryturbiinin sähköteho on maksimaalisella höyrymäärällä noin 90 MWe.

Tarkasteluvuonna lauhdeperällä varustetulla höryturbiinilla T1 on ajettu 8 109 h. Turbiinin T1 seisokeissa on ajettu vanhalla höryturbiinilla T2 (340 h/a).

Voimalaitoksella pidetyn käytettävyytilaston perusteella höyryturbiini on ollut alhaalla yhteensä 651 h/a. Niiden jakautuminen eri syihin on esitetty taulukossa 15.

Taulukko 15 Höyryturbiinin T1 seisokkitunnit 2014

Syy	Tunnit h/a	Seisokkitunneista %
Suunniteltu seisokki	400	61
Häiriö	251	39
Seisokissa yhteensä	651	100

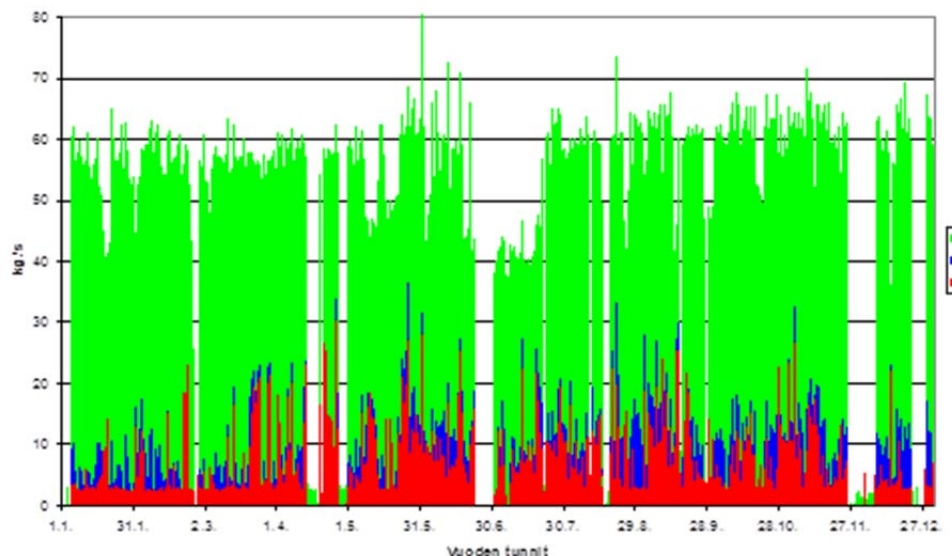
Häiriöksi tilastoituja tapahtumia turbiinille sattui lukumääräisesti paljon, yhteensä 7 kpl. Pitkäaikaisin yksittäinen häiriö oli yhteensä 80 h ja johtui höyryturbiinin apulaitteisiin liittyvästä vuodosta.

Höyryturbiinin luotettavuus ja käytettävyys olivat tarkasteluvuonna alhaiset, käytettävyytilastosta laskettuna 97,1 % ja 92,6 %. Höyryturbiinin luotettavuuden tavoitetaso tulisi olla 99–100 %.

Taulukko 16 Turbiinin T1 luotettavuus- ja käytettävyytilasto v. 2012–2014

Vuosi	Luotettavuus, %	Käytettävyys, %
2012	97	92
2013	98	94
2014	97,1	92,6

Turbiinin vastapaineosa ajaa yleensä lähes täyttä kuormaa (liite 7), jolloin turbiinin rakennussuhde on parhaimmillaan. Lauhdeperän maksimaalinen käyttö ei ole kannattavaa nykyisillä sähkön ja polttoaineiden hintasuhteilla. Nykyisin turbiinin lauhdeperä osallistuu höyryverkon säätöön.



Kuva 4 Höyryturbiinin T1 höyryvirtaukset 2014

Höyryturbiinin yksinkertaistettu energiatase on esitetty sankey-diagrammin muodossa raportin liitteessä 8.

Turbiinien hyötysuhde- ja kunnonvalvontamittaukset

Mittaus Oy suoritti Mallilan tehtaan T1-turbiinin kunnonvalvontamittaukset 18.–23.11.2014. Mittausten tarkoitus oli selvittää turbiinin hyötysuhteen muuttuminen edellisiin vuonna 2012 toteutettuihin mittauksiin verrattuna. Mittaus Oy:n mittausraportti on kokonaisuudessaan liitteenä 9 ja tässä esitetään tiivistelmä mittausten tuloksista.

Mittaukset suoritettiin samoista mittapisteistä käyttäen Mittaus Oy:n mittauskalustoa. Mittareiden näytöt kalibroitiin ennen mittauksia ja heti mittausten päätyttyä. Tehonkehityksen selvittämiseksi ja höyryn määrämittauksen varmistamiseksi mitattiin generaattorin teho Mittaus Oy:n tarkkuus kWh-mittarilla.

Saadut tulokset

Turbiinin paisunnan hyötysuhde on luotettavimmin määritettävissä suljetulla väliotolla, jolloin myös turbiinin eri paisuntavälien läpäisyvakiot voidaan määrittää riittävällä tarkkuudella. Taulukossa 17 on lueteltu mitatut paisuntahyötysuhteet koko turbiinille ja pelkälle siivistölle.

Taulukko 17 Mitatut paisuntahyötysuhteet koko turbiinille ja pelkälle siivistölle

Mittaukset		2012	2014	Ero
eeta (η), 1-vastapaine	%	85,1	81,5	-3,6 %-yks.
eeta (η), ennen siivistöä -vastapaine	%	87,3	84,0	-3,3 %-yks.

Koko turbiinin paisuntahyötysuhde riippuu mitatun tilanteen säätöventtiileiden kuristuksesta. Nyt mitatussa tilanteessa säätöventtiilit kuristivat enemmän, jolloin kokonaishyötysuhde on selvästi huonompi kuin pelkän siivistön. Kuristussäädön vuoksi on helppo laskea pelkän turbiinisiivistön paisuntahyötysuhde, jonka todettiin huonontuneen 3,3 prosenttiyksikköä.

Turbiinin eri paisuntavälien läpäisyvakiot määritettiin mittaamalla turbiinille tulevaa höyryvirtaa.

Taulukko 18 Turbiinin T1 mitatut läpäisyvakiot

Mittaus		2012	2014	Ero
K, 1 -ennen siivistöä	m ²	5,02	4,61	-6,2 %
K, rr –vo1	m ²	7,07	6,83	+3,2 %
K, vo1 -vo2	m ²	11,6	11,2	+3,3 %
K, vo2 -ulostulo	m ²	13,2	12,3	+6,9 %

Turbiinin säätöventtiilit kuristivat nyt suoritettussa kokeessa noin 6,2 % edellistä mittausta enemmän, josta johtuen turbiinin kokonaispaisunnan hyötysuhde jäi selvästi huonommaksi kuin edellisessä mittauksessa.

Säätökammioista väliottoon 1 mitattu läpäisyvakio oli mittauksen mukaan 3,2 % pienempi kuin 2012. Todettu muutos johtunee siivistön suolaantumisesta, joka jo tällä kohtaa on suhteellisen selvästi nähtävissä.

Sama koskee välin väliotto 1–väliotto 2 läpäisyvakiota, joka mittauksen mukaan on pienentynyt noin 3,3 %.

Loppusiivistön (väliotto 2–ulostulo) läpäisyvakio on mittausten perusteella pienentynyt noin 6,9 %. Suolan kertyminen siivistöön on siten voimakkain turbiinin viimeisellä paisuntajaksolla. Suolan kertyminen siipien pinnalle huonontaa jo merkittävästi tehonkehitystä, arviolta yli 3 % paisunnan hyötysuhteen perusteella arvioituna. Kokonaisläpäisyssä suolan vaikutus on mittausten mukaan noin 2 %.

Suoritettujen kokeiden perusteella voitiin todeta luotettavimmaksi menetelmäksi mitata höyryturbiinia kierroslukusäädöllä, jolloin höyrykuorman vaihtelut eivät vaikuta koko voimallaan mittaustuloksiin.

Sähköteho

Energiataseen perusteella ei voi epäillä mitatun tulohöyryvirran näyttävän väärin. Vuonna 2012 energiatase täsmäsi 0,3–0,9 % tarkkuudella ja nyt mitatuissa pisteissä tase-ero oli noin 0,2–0,5 %. Mittauksia voidaan pitää luotettavina. Eri aikoina mitatut sähkötehot on esitetty taulukossa 19.

Taulukko 19 Turbiinin T1 mitatut sähkötehot

Mittaus		2012		2014	
		koe 1	koe 2	koe 1	koe 2
m, tulohöyry	kg/s	151,00	169,38	178,32	170,40
dhs, 1-ulos	kJ/kg	654,18	647,15	622,15	629,99
P_{is}	kW	98 723	109 787	112 376	107 487
$P_{g,}$ mitattu	kW	75 116	87 053	87 500	82 551
$P_{g,}$ vertailupis-teen P_{is} :llä	kW			89 844	84 572
Ero	kW			-2 343	-2 021
Ero	%			-2,6	-2,4

Turbiinin tehonkehitys jää noin 2,6 % huonommaksi ko. pisteessä kuin vuoden 2012 kokeessa 1. Tämä on selvästi pienempi alitus kuin mitä siivistön paisuntahyötysuhteen huononeminen edellyttäisi. Ero johtuu suurelta osin vuoden 2014 kokeen 1. pienemmästä venttiilikuristuksesta kuin mitä vuonna 2012 mitattiin. Lisäksi tulokseen ilmeisesti vaikuttaa määrämittarin lievästi pienempi näyttö, mitä tukee myös turbiinin laskennallinen energiatase.

Yhteenveto

Suoritetuista mittauksista havaitaan seuraavaa:

- Turbiinin paisunnan hyötysuhde on huonontunut noin 3,0 prosenttiyksikköä vuoden 2012 tasosta. Tämän suuruinen muutos hyötysuhteessa vastaa noin 3,5 % muutosta sähkötehossa.
- Mittausten perusteella turbiinin siivistön kokonaisläpäisy on pienentynyt noin 2 %. Lisäksi todettiin turbiinin viimeisen paisuntavälin läpäisyvakion pienentyneen noin 7 % ja tätä edeltävät kaksi paisuntaväliä ovat myös selvästi läpäisyn suhteen pienentyneet 3,1–3,5 %. Muutosten synnä on suolan kertyminen siipien pinnalle.
- Sähkötehon todettiin huonontuneen isentrooppisen tehon mukaan laskettuna noin 2,6 %, joka on selkeästi pienempi kuin mitä paisunnan hyötysuhde osoitti. Suurelta osin ero johtuu nyt mitatun pisteen vähäisemmästä kuristuksesta ja määrämittauksen todetusta aiempaa pienemmästä näytöstä, jota mitattu turbiinin energiatase tukee.

Mittaustulosten perusteella suosittelemme turbiinin siivistön pesua sekä kunnonvalvontaohjelman käynnistämistä.

Taulukko 20 Turbiinin siivistön pesun säästölaskelma

Polttoaineen säästö	-10 500 MWh/a -1 110 tCO ₂ /a	210 000 €
Lisäsähkön säästö	8600 MWh/a 1 810 tCO ₂ /a	430 000 €
Säästö yhteensä		220 000 €
Investointi		120 000 €
Takaisinmaksuaika		0,5 a
Nettonykyarvo		1 100 000 €
Sisäinen korko		180 %

Kunnonhallinta

Turbiinille on käyttötuntien mukaan aikataulutettu toinen täysrevisio vuonna 2015. Jos kunnonvalvontamittausten perusteella ehdotettu turbiinin siivistön pesu toimii hyvin, revision aikataulua pystytään siirtämään eteenpäin.

Höyryturbiinille ehdotetaan revision siirtämiseksi tehtäväksi endoskoopitarkastukset sekä otettavaksi käyttöön vuosittainen kunnonvalvonnan mittausohjelma. Pesun yhteydessä turbiinille tehdään kontrollimittaukset, jotta pesun avulla saavutetut tulokset varmistetaan.

Myös generaattorilla on syytä käynnistää erilliset sähkötekniset mittaukset revision siirron varmistamiseksi ja revisioon valmistautumiseksi.

Höyryturbiinille on syytä tehdä täydelliset hyötysuhdemittaukset ennen ja jälkeen turbiinirevision, jotta revision tulokset pystytään varmistamaan.

Analyysin yhteydessä huomattiin, ettei turbiinilla ole toteutettu öljyanalyysejä. Analyysin perusteella ehdotetaan, että turbiinilla otetaan käyttöön vuosittainen öljyanalyysiohjelma ja että turbiinille hankitaan öljynsuodatusjärjestelmä veden ja epäpuhtauksien poistamiseksi.

Kahdessa tarkasteluvuonna tapahtuneessa turbiiniripissä hätäöljypumput eivät käynnistyneet automaattisesti. Käynnistymättömyyden syytä on etsitty automaatiojärjestelmästä. Energia-analyysissa em. ongelma paikallistettiin: akuston kunto tarkastettiin ja akustossa havaittiin olevan vajaa lataus. Ehdotetaan, että akusto uusitaan ja akuston lataus sekä toiminta tarkistetaan vuosittain erillisen kunnossapito-ohjelman mukaisesti.

Generaattorin herätinkoneen puoleinen laakeri on ilmeisesti pitkään vuotanut öljyä staattorin alapuoliseen altaaseen. Ehdotetaan, että generaattorin laakereille ja tiivisteille tehdään tarkastus ja huolto. Ko. kohteille otetaan käyttöön silmämääräinen tarkkailu erillisen ohjelman mukaisesti.

4.1.3.2 Vastapaineturbiini T2

Voimalaitoksen vastapaineturbiini T2 on otettu käyttöön 1960 ja sen höyryn läpäisy on noin 40 kg/s. Turbiinin vastapainehöyry ohjataan matalapainehöyrytukkiin. Höyryturbiinin sähköteho maksimaalisella höyrymäärällä on noin 20 MWe. Turbiinille on vaihdettu roottori vuonna 1980 ja turbiinin loppupään siivistöä on muokattu vuonna 1988.

Tarkasteluvuonna vastapaineturbiinilla T2 on ajettu 740 tuntia. Käyttö koostuu pääosin höyryturbiinin T1 seisokitilanteista, jolloin tarvittava prosessihöyry on tuotettu joko turbiinilla T2 tai reduktiolla tuorehöyrystä. Turbiinia pidetään käyttökunnossa T1 turbiinin varakoneena.

Käytettävyytilaston perusteella höyryturbiini on ollut vuonna 2014 käytettävissä 8 760 tuntia. Höyryturbiinin luotettavuus ja käytettävyys olivat lyhyestä vuosittaisesta käyttöajasta ja ongelmattomasta tuotantokaudesta johtuen korkeat 100 % ja 100 %.

Taulukko 21 Vastapaineturbiini T2 luotettavuus- ja käytettävyystilasto v. 2012–2014

Vuosi	Luotettavuus, %	Käytettävyys, %
2012	97	94
2013	100	100
2014	100	100

Höyryturbiinin hyötysuhde määritettiin tarkistettujen käytönvalvontamittausten perusteella. Täyden kuorman ajossa höyryturbiinin hyötysuhde on 79 %.

Turbiinin apujärjestelmiin liittyvät parannusehdotukset eivät tehtyjen selvitysten perusteella olleet kannattavia johtuen pääosin turbiinin lyhyestä vuosittaisesta käyttöajasta.

Turbiinille ei ole suunniteltu revisioita, vaan se käytetään turvallisen käyttöikänsä loppuun apukoneena.

Hyötysuhde- ja kunnonvalvontamittaukset

Turbiinilla ei toteutettu erillismittauksia lyhyen vuosittaisen käyttöajan ja turbiinin energiantuotannon vähäisen merkityksen vuoksi.

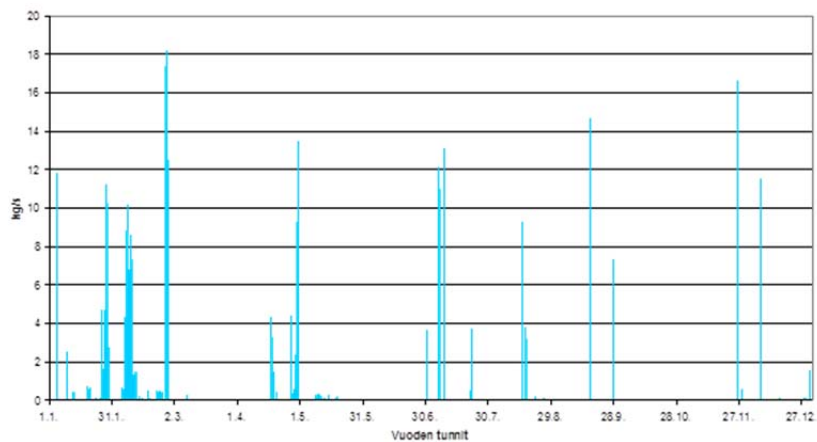
4.1.4 Höyryjärjestelmä

Voimalaitoksen höyryjärjestelmän periaatekuva on esitetty raportin kuvassa 1. Voimalaitoksen höyryverkko on energiateknisesti toimiva ja hyväkuntoinen. Laitoskierroksella todettiin, että kanaaliin ohjattavia lauhteita on vähän ja varsinaisia vuotoja ei havaittu.

Höyrykattiloilla tuotettu tuorehöyry ohjataan joko turbiineille tai reduktiolla matalapainehöyrytukkiin. Pääosa tuotetusta höyrystä ohjataan turbiinille T1 ja turbiini T2 on käytössä varakoneena. Kumpikin turbiini voi tuottaa höyryä matalapainehöyrytukkiin ja lisäksi T1 turbiinilla on käytössä lauhdeperä. Turbiinien korkean painetasen väliottohöyryjä käytetään syöttövesijärjestelmän KP-esilämmittimelle.

Mallilan tehtaan käyttämä prosessihöyry otetaan matalapainetukista. Matalapainetukin painetasoa säädetään turbiinin T1 lauhdeosan avulla. Voimalaitoksella tuotettu kaukolämpö tuotetaan matalapainehöyrystä kahden kaukolämmönvaihtimen avulla.

Vuonna 2014 höyryjärjestelmässä on käytetty suhteellisen paljon reduktiota prosessihöyryn valmistuksessa. Syynä reduktion käyttöön on ollut höyryturbiini T1:n epäkäytettävyyssjaksot ja/tai tehtaan höyrynkulutuksen tilapäiset kulutushuiput. Vuoden 2014 tilanne on esitetty kuvassa 4.3. Tuorehöyryn maksimaalinen reduktiomäärä on 20 kg/s.



Kuva 5 Tuorehöyryreduktion käyttö tarkasteluvuonna 2014

Reduktioiden käyttöä tulee minimoida ja ajaa mahdollisimman suuri osuus höyrystä turbiinin läpi. Varsinkin pidempikestoissa tilanteissa matalapainehöyryn lisätarvetta voidaan kattaa käynnistämällä vastapaineturbiini T2.

Jos tehtaalla voidaan siirtyä matalampipainetasoisen höyryn käyttöön, saadaan voimalaitoksen rakennusastetta parannettua.

Voimalaitokselta tehtaalle toimitetun prosessihöyrymäärän mittauksessa (FIQ-1234) havaittiin virhe, joka johtui mittauspisteen sijoituksesta ja mittausten puutteellisista kunnossapitorutiineista. Mittausvirheestä aiheutui arvioilta 5 % poikkeama todellisesta höyrymäärästä, mikä aiheutti virheen hyötysuhdelaskelmaan ja laskutukseen.

4.1.5 Syöttövesijärjestelmä ja esilämmittimet

Kattiloilla K1, KK4 ja K3 on yhteinen syöttövesisäiliö (158 °C), jonka lämmitykseen ja kaasunpoistoon käytetään matalapainetukista saatavaa höyryä.

K1- ja KK4-kattiloiden syöttövesipumput ovat voimalaitoksen suurimmat omakäyttösähkön kuluttajat. Kattilan K1 syöttövesipumppujen käyttöjen mitoitusteho on 2 x 600 kW ja kattilalla KK4 2 x 1 500 kW. K1 kattilan syöttövesipumput toimivat tehtyjen selvitysten perusteella kattilan tyyppillisessä ajotilanteessa hyvällä hyötysuhdealueella.

KK4-kattilan syöttövesipumput (2 x 100 % kattilan maksimihöyryntuotannolle) ovat kierroslukussäätöisiä kuten K1-kattilan syöttövesipumputkin.

Kattilalla KK4 kierroslukusäädöllä säätöventtiilien yli pidettävä painero on nykyisellään tarpeettoman korkea (yli 9 bar). Pumppujen omakäyttöä voidaan vähentää pienentämällä paine-eroa normaalikäyttötilanteessa esim. noin 6 bariin. Suurilla kuormilla tulee paine-eron asetusarvoa tarvittaessa kasvattaa, mikäli venttiilien säätövara ei riitä. Asetusarvon pienentämisellä normaalitilanteen syöttövesivirtauksella (75 kg/s) saavutettava sähkön säästö on luokkaa 32 kW eli 250 MWh/a.

Taulukko 22 Kattilan KK4 pumppujen paine-eron pienentäminen

Sähkön säästö	250 MWh/a 50 tCO ₂ /a	7 500 €
Säästö yhteensä		7 500 €
Investointi		0 €
Takaisinmaksuaika		0 a
Nettonykyarvo		66 000 €
Sisäinen korko		N/A

Syöttövesijärjestelmän esilämmittimien toiminta oli kattilan K1 osalta energiatehokasta. KK4-kattilan osalta huomattiin syöttöveden lämpötilan

olevan suhteellisen alhainen. Kattilan syöttöveden esilämmitys ennen kattilaa tulisi maksimoida, mikäli haluttaisiin nostaa laitoksen rakennusastetta ja parantaa hyötysuhdetta. Yksi keino tämän toteuttamiseksi olisi lisätä KK4-kattilalle uusi esilämmitin. Syöttöveden esilämmityksellä (145–182 °C) normaalitilanteen virtauksella (80 kg/s) saavutettava sähkön lisäkehitys arvioitiin olevan luokkaa 1,2 MW eli 9 600 MWh/a. Vastapaineajossa polttoaineenkulutus kasvaa vastaavasti, mutta lauhdeajossa lisäenergiaa ei tarvita, jolloin laitoksen hyötysuhde paranee. €. Kustannuserittely on tehty ja käyty läpi tilaajan kanssa, liite 14. Ennen hankkeen toteuttamista on kuitenkin varmistettava, ettei lämpimämpi syöttövesi nosta kattilan savukaasun loppulämpötilaa. Asia vaatii vielä lisäselvityksiä.

Taulukko 23 Kattilan KK4 uusi esilämmitin

Polttoaineen säästö	-11 700 MWh/a -970 tCO ₂ /a	-230 000 €
Lisäsähkön säästö	9 600 MWh/a 2020 tCO ₂ /a	480 000 €
Säästö yhteensä		250 000 €
Investointi		1 200 000 €
Takaisinmaksuaika		4,9 a
Nettonykyarvo		230 000 €
Sisäinen korko		17 %

Apukattilan K3 syöttövesipumput ovat suorakäyttöisiä. Pumppujen muuttaminen kierroslukusäätöisiksi ei ole kannattavaa kattilan alhaisen painetason (6 bar(g)) ja vähäisten käyttötuntien takia.

4.1.6 Kaukolämpöjärjestelmä

Voimalaitoksen toimittama kaukolämpö valmistetaan höyryturbiinin vastapainehöyryllä. Kaukolämmönvaihtimien mitoitus ja käyttöperiaatteet ovat kunnossa. Kaukolämmön menolämpötilan säätö toimii ohjekäyrän perusteella, joka huomioi vallitsevan säätilanteen.

Aiemmin tehdyssä saneeraussuunnitelmassa on selvitetty kaukolämpöpumppujen tai niiden käyttölaitteiden uusimisvaihtoehtoja. Selvityksen mukaan pelkästään hieman nykyistä paremman hyötysuhteen ansiosta saatavan energiansäästön perusteella uusien pumppujen hankinta ei ole kannattavaa.

Kaukolämpöpumppujen nykyiseen säätöjärjestelmään sen sijaan sisältyy kunnossapidollisia ongelmia. Nykyisten pumppujen liukurengasmootoreiden säätötapa ei tuhlaa energiaa, mutta varaosien saanti tuottaa vaikeuksia. Varaosien hinnat muodostuvat vaikean saatavuuden vuoksi suhteellisen korkeiksi. Pumppujen käytöt on tästä syystä tarkoitus uusida vuoden 2016 aikana. Uudet, hankittavat sähkömoottorit ovat taajuusmuuttajakäyttöisiä.

4.1.7 Vedenkäsittelyjärjestelmät

Voimalaitoksen vedenkäsittely uusitaan kokonaisuudessaan vuoden 2016 aikana. Voimalaitoksen päälauhdepumput ovat vakiokierrosnopeudella toimivia (2 x 100 kW). Pumppujen käyttöaika on 5 000–5 500 h/a. Rinnakkaisten pumppujen käyttövuorot vaihdetaan joka toinen viikko. Lauhdepumppujen taajuusmuuttajakäyttöjen kannattavuutta pohdittiin analyysin yhteydessä, mutta hankkeen takaisinmaksuajan todettiin muodostuvan pitkäksi.

Täydentävä analyysi: Ehdotetaan mittauksiin perustuvaa vaiheen 2 analyysiä lauhdepumppujen taajuusmuuttajien hankinnan kannattavuudesta.

Täydentävä analyysi: Ehdotetaan mittauksiin perustuvaa selvitystä voimalaitoksen keskeisten sähkömoottoreiden hyötysuhteista sekä niiden vaihdon kannattavuudesta paremmalla hyötysuhteella toimiviin moottoreihin, vrt. taulukko 6 Voimalaitoksen sähkön omakäytöt vuonna 2014.

4.1.8 Jäähdytysvesijärjestelmä

Voimalaitoksen jäähdytysvetenä käytetään Mallilan tehtaan Vesijärvestä ottamaa raakavettä (300 kg/s). Järviveden lämpötila vaihtelee talven 2 °C lämpötilasta kesän 20 °C lämpötilaan. Vesi lämpenee käytössä muutamia asteita (4–8 °C). Jäähdytysveden pumppaukseen käytetyt pumput ovat Mallilan tehtaan omistuksessa ja sijaitsevat tehtaalla. Syntyviä pumppauskustannuksia ei nykyisin veloiteta voimalaitokselta, vaan sähkönkäyttö hyvitetään toimitetun prosessihöyryn hinnassa.

Voimalaitoksen jäähdytyskohteista suurin on höyryturbiinin T1 lauhdeperän lauhdutin. Muita jäähdytyskohteita ovat mm. generaattorien voiteluöljyjäähdyttimet sekä jäähdytysilman jäähdyttimet.

Analysoitujen jäähdytysjärjestelmien järjestelmien käyttöperiaatteet vastasivat laitoksen tarvetta. Lämmönsiirtopinnnoilla on esiintynyt likaa aiempia vuosia enemmän, mikä on lisännyt jäähdytysveden pumppaustarvetta ja -kustannuksia.

Täydentävä analyysi: Pitkästä pumppausmatkasta ja järviveden suuresta humuspitoisuudesta johtuen ehdotetaan selvitettäväksi järviveden käytön vähentämismahdollisuuksia kierrättämällä jäähdytykseen käytettävää suodatettua vettä.

4.1.9 Savukaasujen puhdistusjärjestelmät

Voimalaitoksella on käytössä levymallinen yksivaiheinen sähkösuodatin, joka on valmistettu vuonna 1990. Suodattimen erotusasteeksi on ilmoitettu 98,4 %. Kertynyt tuhka poistetaan vasararavistimilla ja siirretään eteenpäin paineilmalla. Siirtolaitteiston toiminnassa ei todettu tehostamispotentiaalia.

Sähkösuodattimessa on käytössä vanhat säätäjät, jotka olisi mahdollista korvata energiatehokkaammilla. Energiansäästö ei analyysihetkellä riittänyt perustelemaan muutosinvestointia, mutta jatkuva

kehitys säätötekniikassa parantanee uusien järjestelmien kilpailukykyä. Hankkeen kannattavuuteen kannattaneen palata lähivuosina.

4.1.10 Polttoainejärjestelmät

Tehtaan puunkäsittelyssä syntyvä kuori ja muu puujäte poltetaan voimalaitoksen kiinteän polttoaineen kattilassa. Voimalaitoksella on analyysihetkellä käynnissä selvitys tehtaalla syntyvien lietteiden kuivaamiseksi ja polttamiseksi kattilassa KK4.

Polttoaineiden käytön tarkoituksenmukaisuutta ja tehokasta käyttöä on käsitelty luvun 4.1 Lämpövoimalaitos päälaitteiden yhteydessä. Käytettyjen polttoaineiden määrät on esitetty kohdassa 3.4.

Polttoainekentälle varastoidaan suuria määriä voimalaitoksen pääpolttoaineita, kuten kuorta, haketta ja turvetta. Polttoaineet varastoidaan kentälle omille alueilleen.

Puujätteen hihnakuljettimen käyttölaitteiden muuttamista taajuusmuuttajakäyttöisiksi harkitaan, koska niiden avulla pystyttäisiin hallitsemaan häiriötilanteet paremmin. Nykyisin käytössä olevat kaksinopeusmoottorit joudutaan häiriötilanteessa pysäyttämään, kun taajuusmuuttajakäytöllä suurin osa häiriötilanteista pystyttäisiin hoitamaan syöttimien nopeutta säätämällä. Energiankäyttöä merkittävämmät vaikutukset ovat oletettavasti pienentyneillä huolto- ja kunnossapitokustannuksilla.

Varapolttoaineena käytettävän polttoöljyn varastointilämpötila on valmistajan suosituksen mukaan 50 °C. Nykyisin lämpötilan asetusarvo on 65 °C, mikä lisää lämpöhäviöitä. Korkea asetusarvo johtuu aiemmin käytössä olleesta polttoainelaadusta, joka vaati korkeamman säilytyslämpötilan.

Lämpötilan alentamisella saavutettavan energiansäästön arvioitiin olevan polttoaineeksi muutettuna noin 25 MWh/a ja muutos on toteutettavissa pelkästään muuttamalla lämpötilan asetusarvoa. Toimenpide tehtiin energia-analyysin aikana.

Taulukko 24 Varapolttoaineen varastointilämpötilan alentaminen

Omakäyttölämmön säästö	25 MWh/a 3 tCO ₂ /a	550 €
Säästö yhteensä		550 €
Investointi		0 €
Takaisinmaksuaika		0 a
Nettonykyarvo		2 900 €
Sisäinen korko		N/A

4.1.11 Sähköjärjestelmät

Voimalaitoksen sähkönverkon rakenne ja liittyminen valtakunnan verkkoon ja tuotantolaitoksen sähkönhankintaan on esitetty kaavioina liitteessä 10, jossa myös on esitetty tärkeimpien sähköteknisten laitteiden tekniset tiedot.

Suurjännitekojeistoilla on vuodesta 1995 alkaen ollut huoltosopimus, jonka mukaisesti muuntajille on tehty tarvittavat kunnossapitotoimet ja lämpökuvaukset. Tulosten perustella muuntajien kunto voidaan arvioida hyväksi. Muuntajien kuormitusasteet todettiin tarkoituksenmukaiseksi eikä mahdollisuuksia energiatehokkuuden parantamiseksi todettu. Sähkönjakelujärjestelmien osalta ei havaittu energiansäästöpotentiaalia.

4.1.12 Automaatiojärjestelmä

Laitoksen automaatiojärjestelmä on asennettu v. 1992. Järjestelmällä hoidetaan laitoksen valvonta- ja ohjaustoiminnot keskitetysti voimalaitoksen valvomosta. KK4-kattilaprojektin yhteydessä vanhan puolen automaatiotoiminnot siirrettiin uuteen automaatiojärjestelmään. Automaatiojärjestelmästä on väyläliityntä prosessitietojärjestelmään ja energianhallintajärjestelmään.

Instrumentointi on pääsääntöisesti alkuperäistä, järjestelmähankinnan yhteydessä uusittiin vanhan puolen pneumaattista instrumentointia osittain sähköiseksi. Osa vanhoista pneumaattisista lähettimistä varustettiin P/I-muuntimilla ja kaapeloitiin järjestelmään. P/I-muuntimin varustettuja lähettimiä on mm. virtausmittauksissa, joissa se merkitsee ennestäänkin heikon tarkkuuden heikkenemistä. Tällä on oleellinen vaikutus taselaskentaan, säätöihin vaikutus on vähäisempi. Suosittelemme lähetinten vaihtamista sähköisiin ja monessa tapauksessa myös impulssiputkien uusintaa niiden kunnan vuoksi sopivassa seisokissa.

Huomio 1. Vanhan puolen kattilan paineensäätö on käsiajolla ja KK4 yksin tasaa höyrykuorman vaihtelut. Operaattorit tosin tukevat käsiohjauksella polttoa erilaisin tuloksin. Suurten höyrykuormien muutoksien aikana kattila joutuu heikomman hyötysuhteen alueelle ja suurelle rasitukselle. Säätökonseptissa ei ole rinnankytkentämahdollisuutta paineensäädöille, joten sitä suositellaan lisättäväksi automaatiojärjestelmään, jotta vanhan puolen kattila osallistuisi ainakin osittain paineen säätöön kp-verkossa.

Huomio 2. Vanhan puolen kattilan höyryn lämpötilasäätö huojuu ja sen asetusarvo täytyy pitää alempana kuin KK4. Tästä seuraa, että turbiinille menevä lämpötila on ajoittain alempi kuin nimellislämpötila ja vastaavasti turbiiniteho laskee. Suosittelemme lämpötilan säätöventtiilien uusimista tai kunnostusta sekä säätökonseptin muuttamista.

Huomio 3. KK4 kattilan sekundääri-ilman säätö on käsiajolla, koska ilman säätöpellin toiminta on epälineaarinen ja vivustoissa on klappia. Säätöä ei ole saatu viritettyä niin, että toiminta olisi stabiili ja riittävän nopea eri kuormilla. Tilanteesta johtuen sekundääri-ilmaa on koko ajan liikaa ja savukaasujen happipitoisuus korkea eli savukaasuhäviöt ovat lisääntyneet. Suositellaan ilman säätöpellin uusintaa tai korjaamista

säätöominaisuuksien saavuttamiseksi. Lisäksi on syytä selvittää säätökonseptin muuttamista esim. säätöpellin toiminnan linearisoimiseksi.

4.2 Voimalaitoksen palvelujärjestelmät

4.2.1 Paineilmajärjestelmä

Voimalaitoksen paineilmajärjestelmän tuotantolaitteisto koostuu kolmesta kompressorista, joiden tekniset tiedot on esitetty taulukossa 25.

Taulukko 25 Paineilmakompressorien tekniset tiedot

Kompressorityyppi	Sähköteho, kW	Ilmavirta, Nm ³ /min	Käyttöpaine, bar
Ruuvi	55	9,2	7
Ruuvi	90	15,8	7
Ruuvi	45	6	7

Paineilmajärjestelmän 55 kW:n ruuvikompressori toimii tuotannon pääkoneena. 90 kW:n ruuvikompressori toimii tuotannon apukoneena, joka käynnistyy kulutuksen lisääntyessä ja pitää verkon painetason riittävän korkealla. 45 kW:n ruuvikompressori on varakone, jota käytetään vain muiden koneiden käyttöhäiriötilanteissa. 55 kW ja 90 kW kompressorit on varustettu taajuusmuuttajakäytöllä. Paineilmalaitteistojen kytkentäkaavio on raportin liitteenä 11.

Voimalaitoksella käytetään paineilmaa työilmana työkaluissa ja laitteiston työsyntereissä. Sitä käytetään myös mm. instrumentti-ilmana esimerkiksi pinnan korkeuden mittaamiseen. Vesilaitoksella paineilmaa käytetään mm. elvytysmassojen sekoituksessa.

Laitoksella on toteutettu noin puoli vuotta sitten erillinen paineilmajärjestelmän energiatehokkuutta koskeva selvitys. Selvityksessä on todettu mahdollisuus painetason laskemiseksi ja ehdotettu hanke painevaihteluiden rajoittamiseksi on jo toteutettu.

4.3 Muut palvelujärjestelmät

4.3.1 Varavoimakoneet

Voimalaitoksella on varavoimakoneina kaksi dieseliä, joiden sähköteho on 2 x 3,3 MW. Koneiden polttoaineena voidaan käyttää maakaasua ja kevyttä polttoöljyä.

Vuosien 2012–2014 aikana dieselkoneita on tarvittu varakäytössä yhden kerran. Varavoimakoneiden energiatehokkuutta ei analysoitu, koska koneiden merkitys on vuositason energiamäärissä vähäinen.

4.4.1 LVI-järjestelmät

Voimalaitoksen rakennusten LVI-laitteet saavat lämpönsä laitoksen kaukolämpöverkosta. Tuloilmakoneille, kiinteistöjen lämmityksen kiertovedelle, käyttövedelle ja prosessitilojen lämmitykseen on kullekin omat lämmönsiirtimensä. Siirtimet sijaitsevat voimalaitoksen lämmönjakokeskuksessa.

Voimalaitoksen kiinteistöjen LVI-järjestelmien energiankulutukseksi arvioitiin 15 GWh/a. Pääosa IV-laitteistoista toimi suunnitelluissa toimintapisteissään ja näin ollen hyvällä hyötysuhteella. Tuloilmakoneiden lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhteissa havaittiin useampi merkittävä poikkeama sekä nestekiertoisissa järjestelmissä että regeneratiivisissa laitteissa. Poikkeamat olivat 10–25 % suunnitteluarvoista. Lämmöntalteenottolaitteille ehdotetaan täydentävää analyysiä, samassa yhteydessä ehdotetaan selvitettäväksi paineilmakompressorien puristuslämmön hyödyntämismahdollisuuksia lämmityksessä. Voimalaitoksen IV-koneiden tekniset tiedot ja käyntiajat on esitetty liitteessä 12.

Voimalaitoksen vanhassa osassa oli muutama höyrylämmitin, mutta niiden käyttö on rajoittunut huippupakkasiin eikä lämmittimiä ole käytetty lainkaan tarkasteluvuonna 2014. Höyrynkäytön korvaamista kaukolämmöllä ei tarkastelun perusteella pidetty kannattavana hankkeena.

Täydentävä analyysi: Ehdotetaan täydentävää analyysiä kaikkien ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhteiden tarkistamiseksi sekä paineilman puristuslämmön hyödyntämismahdollisuuksien selvittämiseksi.

Apukattilan huonetilan ilmanvaihtomuutos

Apukattilan ja muiden huonetilassa olevien prosessilaitteiden (paineilmakompressorit, kaukolämmönsiirtimet) lämpöhäviöiden lisäksi apukattilahuoneeseen tuodaan tuloilmakoneella lisälämmitysteho 200 kW.

Kattilatilan sisäinen lämpökuorma riittää kattamaan kokonaisuudessaan tilan tarvitseman lämmitysenergiamäärän, joten tuloilmakoneella käytetty lämmityspiiri voidaan poistaa käytöstä.

Taulukko 26 Apukattilan huonetilan ilmanvaihtomuutos

Omakäyttölämmön säästö	210 MWh/a 22 tCO ₂ /a	4 600 €
Säästö yhteensä		4 600 €
Investointi		0 €
Takaisinmaksuaika		0 a
Nettonykyarvo		24 000 €
Sisäinen korko		N/A

Toimistotilojen ilmanvaihtomuutos

Toimistotiloja palvelevat ilmanvaihtokoneet TK 1 ja PK 1 ovat käynnissä aina, vaikka tiloja käytetään pääasiassa toimistoaikana. Ilmanvaihto olisi mahdollista muuttaa ohjautuvaksi pääasiallisen käytön mukaan ja lisätarvetta varten tiloihin voidaan asentaa lisäaikapainike. Toimenpiteellä ilmanvaihdon energiankulutus voidaan minimoida. Arvioitu säästö polttoaineeksi muutettuna on 80 MWh/a ja sähkönsäästö 8 MWh/a.

Liitteessä 12 on esitetty säästön laskennassa käytetyt arvioidut uudet koneiden käyntiajat.

Taulukko 27 Toimistotilojen ilmanvaihdon säästöt

Omakäyttölämmön säästö	80 MWh/a 8 tCO ₂ /a	1 800 €
Omakäyttösähkön säästö	8 MWh/a 2 tCO ₂ /a	400 €
Säästö yhteensä		2 200 €
Investointi		450 €
Takaisinmaksuaika		0,2
Nettonykyarvo		11 000 €
Sisäinen korko		480 %

Investointi koostuu pääosin ohjauksen ja lisäaikapainikkeen hankkimisesta ja asennuksesta.

4.4.2 Sähköjärjestelmät

Kiinteistösähköjärjestelmien osuus sähkön omakäytöstä on 10 %. Suurimmat sähkön kuluttajat ovat valaistus ja sähkölämmitys.

Sisävalaistus on toteutettu pienissä ja matalissa tiloissa loistelamppuvalaistuksena ja korkeissa yleensä monimetallilampuin. Kummankin lampputyypin energiatehokkuus on hyvä. Turbiinihallin valaistusoajukseen on asennettu päivänvalo-ohjaus, joten käyttö on energiatehokasta.

Sen sijaan useissa pienemmissä tiloissa valot palavat tarpeettomasti aikoina, jolloin tilat ovat tyhjiään. Liitteessä 13 on esitetty tarkemmin tilat, joiden valaistusoajukseen ehdotetaan läsnäolotunnistinta tai ns. aikakytkintä sekä näiden muutostöiden kannattavuusarviot.

Yhteiseksi säästöpotentiaaliksi laskettiin 160 MWh/a ja muutosehdotusten keskimääräiseksi takaisinmaksuajaksi 1,3 vuotta (vaihtelu tiloittain 0,5–3,6 vuotta).

Taulukko 28 Sisävalaistuksen säästöt

Sähkön säästö	160 MWh/a 34 tCO ₂ /a	8 000 €
Säästö yhteensä		8 000 €
Investointi		10 500 €
Takaisinmaksuaika		1,3 a
Nettonykyarvo		33 000 €
Sisäinen korko		76 %

Ulkovalaistus on toteutettu pääosin suurpainenatriumlampuin, valaistustoteutusta pidettiin tarkoituksenmukaisena ja käyttö on hämäräkytkinohjauksen ansiosta taloudellista.

Konekorjaamon ajoluiskan lämmityksen lopettaminen

Konekorjaamon edessä sijaitsevassa luiskassa käytetty sulatusteho on 27 kW. Sulatuslämmön tarpeen arvioitiin muuttuneen käytön painopisteen siirtymisen myötä ja arvioitiin, että sulatusteho voidaan kokonaisuudessaan ottaa pois käytöstä. Muutos pienentää talviaikaista omakäyttösähkön kulutusta yhteensä noin 80 MWh.

Taulukko 29 Ajoluiskan lämmityksen lopettaminen

Sähkön säästö	80 MWh/a 17 tCO ₂ /a	4 000 €
Säästö yhteensä		4 000 €
Investointi		0 €
Takaisinmaksuaika		0 a
Nettonykyarvo		21 000 €
Sisäinen korko		N/A

Muuta energiankäytön kannalta merkittävää sähkölämmitystä ei ole kohteessa käytössä.

4.4.3 Muut talotekniset järjestelmät

Voimalaitoksella ei ole muita energiatehokkuuden kannalta merkittäviä taloteknisiä järjestelmiä.

5 Täydentävät analyysit ja kehittämiskohteet

5.1 Toimenpide-ehdotukset

Energia-analyysin aikana havaituista säästömahdollisuuksista ja epäkohdista toteutettaviksi energiatehokkuuden parantamis- ja -säästötoimenpiteiksi ehdotetaan seuraavia toimenpide-ehdotuksia:

- Ilman esilämmittimen vuotojen tukkiminen
- Turbiinin T1 siivistön pesu
- Esilämmittimen uusinta
- Öljysäiliön lämmitys
- Apukattilan ilmanvaihtomittaus
- Toimiston ilmanvaihtomuutos
- Valaistusmuutokset
- Tarpeeton ajoluiskan lämmityksen lopettaminen.

Toimenpiteet ovat toisistaan riippumattomia ja ne voidaan toteuttaa halutussa järjestyksessä.

5.2 Täydentävät analyysit

Energia-analyysin aikana kohteessa havaittiin seuraavat kohteet ja järjestelmät, joiden alueelta ehdotetaan täydentävää analyysiä:

- Lauhdepumppujen taajuusmuuttajien kannattavuuden selvitys. Karkea arvio säästöpotentialista 50–100 MWh/a
- Voimalaitoksen keskeisten sähkömoottoreiden hyötysuhteiden kartoitus ja niiden vaihdon kannattavuus paremmalla hyötysuhteella toimiviin moottoreihin. Karkea arvio säästöpotentialista 600-1 000 MWh/a.
- Jäähdytysjärjestelmän järviveden käytön vähentämismahdollisuuksien selvittäminen. Karkea arvio säästöpotentialista 150–250 MWh/a.
- Ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhteiden tarkistaminen sekä paineilman puristuslämmön hyödyntämismahdollisuuksien selvittäminen, Karkea arvio säästöpotentialista on n. 100 MWh/a.

Näiden osalta etenemisjärjestyksellä ei ole merkitystä. Tärkeintä on, että kullekin täydentävälle analyysille nimetään vastuuhenkilö sekä alustava aikataulu, jolloin valmistelutyöt (projektisuunnitelman valmistuminen, kustannusarvio, aikataulu) tehdään ja esitetään voimalaitoksen johtoryhmälle.

Energia-analyysin aikana kohteessa havaittiin seuraavat lisäksi keskeiset kehittämiskohteet ja -alueet:

- Energiahallintajärjestelmän tehostamissuunnitelman tarkentaminen
- Mittausten kalibrointien kehittäminen energiatasetarkastelun pohjaksi ja tarkentamiseksi
- Energiahallintajärjestelmän kehittämisalueiden vastuuhenkilöiden nimeäminen.

Asiat on esitetty etenemisjärjestyksessä ja niiden toimeenpano on perusteltua aloittaa mahdollisimman pian.

Edellä mainittujen asioiden lisäksi voimalaitoksella oli analyysihetkellä käynnissä selvitys tehtaalla syntyvien lietteiden kuivattamiseksi ja polttamiseksi kattilassa KK4. Asia vaatii lisäselvittelyä mm. kuivureiden, polttoaineen sekoituksen, materiaalitekniesten kysymysten ja kattilan säädön suhteen. Työ jatkuu omana projektinaan.

6 Energiatehokkuuden jatkuva parantaminen ja ylläpito

Energia-analyysissä todetun pohjalta suosittelemme seuraavia toimenpiteitä, jotka täydentävät Taulukko 1 ja 2 toimenpiteitä, ja joiden avulla energiatehokkuustyölle saadaan jatkuvuutta. Näin varmistetaan analyysin tulosten vieminen käytäntöön ja odotettujen tulosten ja kustannussäästöjen toteutuminen sekä jatkuvan parantamisen toteutuminen Energiatehokkuusjärjestelmän ETJ mukaisesti.

Tehostamissuunnitelma

Voimalaitoksella on syytä ensi tilassa korjata KPA-kattilassa KK4 havaittu virheellinen happimittaus. Mittauksen kunnostamisen jälkeen on tarkistettava mittausarvon muutoksen vaikutukset nykyisiin ajotapoihin, jotta laitoksen uudet ajopisteet eivät heikentäisi kattilan hyötysuhdetta. Hankkeen vastuuhenkilö: laitoksen ylikonemestari.

Energianhallintajärjestelmässä analyysin aikana havaitut puutteet korjataan ja epäselväksi havaittua kuukausiraporttia selvennetään. Energiatehokkuuden raportointia lisätään ja raportteja muokataan energiasäästöprojektin tarkoituksia vastaaviksi. Hankkeen vastuuhenkilö: laitoksen energiatalousinsinööri.

Kunnonvalvonnan kannalta ongelmallisiksi kohteiksi havaittiin höyrykattilan KK4:n ilman esilämmitin ja höyryturbiinin T1 apujärjestelmät. Kohteiden kunnonvalvontaa tehostetaan laatimalla kohteille erilliset kunnonvalvontaohjelmat. Vastuuhenkilö: kunnossapitopäällikkö.

Energia-analyysissa ehdotetuille toimenpiteille laaditaan toteutusaikataulu ja tehostamiskohteiden tulosten seuraamiseksi energiatehokkuusasiat tullaan ottamaan käsittelyyn tuotannon ja kunnossapidon yhteiseen viikkopalaveriin, voimalaitoksen kuukausittaiseen johtoryhmään ja henkilöstöpalaveriin. Voimalaitoksen tehostamissuunnitelmaa päivitetään osana operatiivista toimintaa ja vuosisuunnittelua. Vastuuhenkilö: voimalaitospäällikkö.

Energiatehokkuuden raportointimenettelystä tehdään säännöllinen toimenpide ja energiatehokkuuden kehityksestä raportoidaan neljännesvuosittain Voimalaitos Oy:n hallituksen kokouksessa. Vastuuhenkilö: voimalaitospäällikkö.

Henkilöstön koulutus

Analyysissä todettiin, että käyttöhenkilöstön (vuoromestarit, operaattorit) koulutusta on hyvä lisätä voimalaitoksen energiatehokkuuden merkityksen korostamiseksi.

Ehdotetaan käynnistettäväksi erillinen energiansäästöprojekti, johon osallistuu koko voimalaitoksen henkilöstö. Projektin sisältö koostuu energiatehokkuuden koulutuspäivistä, jotka sisältävät sitouttavia ryhmätöitä. Voimalaitoksella otetaan käyttöön kuukausittaiset seurantapalaverit ensimmäisen analyysin jälkeisen vuoden ajaksi. Vuoden 2015 lopussa järjestetään energiansäästöprojektin arviointikokous, jossa päätetään mahdollisista jatkotoimista. Projektin vastuuhenkilönä toimii voimalaitospäällikkö.

Poikkeuksellisia ajotilanteita varten laaditaan yhtenäiset toimintaohjeet. Vastuuhenkilö: Konemestari.

Seurantamittaukset ja mittareiden kalibroinnit

Höyryturbiinin T2 sähkökehityksen mittauksessa havaittu virhe korjataan tammikuun aikana. Kattilan KK2 happimittauksen asemointi korjataan ja mittari kalibroidaan mahdollisimman pian. Höyryverkon päämittaukset ja ongelma-kohteiden osalta myös kaukolämmön mittaukset tarkistetaan ja kalibroidaan alkuvuoden aikana. Mittareiden kunnossapitorutiinit tarkistetaan ja tarpeen mukaan niitä tehostetaan. Hankkeen vastuuhenkilöksi määritettiin automaatio-osaston päällikkö.

Höyryturbiinille ehdotetaan revision siirtämiseksi tehtäväksi endoskoopitarkastukset sekä otettavaksi käyttöön vuosittainen kunnonvalvonnan mittausohjelma. Pesun yhteydessä turbiinille tehdään kontrollimittaukset, jotta pesun avulla saavutetut tulokset varmistetaan. Myös generaattorilla on syytä käynnistää erilliset sähkötekniset mittaukset suunnitellun revision siirron varmistamiseksi ja/tai revisioon valmistautumiseksi.

Höyryturbiinille on syytä tehdä täydelliset hyötysuhdemittaukset ennen ja jälkeen turbiinirevision, jotta revision tulokset pystytään varmistamaan.