



Motiva energiatehokkaat sähkökäytöt –hanke

Kenttämittausten yhteenveto

18.1.2021

Joni Tanskanen / Jussi Jääskeläinen

Kenttämittaukset 1/3

- **Motivan *Energiatehokkaat sähkökäytöt* –hankkeeseen sisältyi kenttämittauksia, joissa tarkasteltiin pumppujen ja puhaltimien sähkönkulutusta ja toimintapisteitä neljässä eri teollisuuden kohteessa:**
 - Metsäboard Simpele ja Joutseno
 - Ahlström-Munksjö Kotka
 - Sinebrychoff Kerava
- Pumpuille ja puhaltimille määritettiin kokonaishyötysuhteet niiden todellisissa toimintapisteissä
- Lisäksi laitteiden toimintapisteitä verrattiin mitoitusarvoihin

Kenttämittaukset 2/3

- **Selvitykseen tarvittava mittausdata on hankittu kenttämittauslaitteilla ja prosessiautomaatiojärjestelmistä**
 - Mittaustarkkuutta ja lukemien oikeellisuutta on arvioitu mittausten yhteydessä, mutta varsinaista mittausepävarmuutta ei tuloksille ole määritetty, johtuen mittalaitteiden laajasta kirjosta ja resurssien rajallisuudesta
- **Tarkastelussa pyrittiin kokonaisvaltaisuuteen ja huomioimaan koko järjestelmän energiatehokkuus**
- **Hyötysuhde on tässä tarkastelussa aina kokonaishyötysuhde:**
 - $$\eta = \frac{\textit{Fluidiin siirretty hydraulinen teho}}{\textit{Sähköteho}} \times 100\%$$
 - *Hydraulinen teho = tilavuusvirta × paine_ero* , jos tiheys ~ vakio

Kenttämittaukset 3/3

- **Kohteista etsittiin toimenpiteitä energiankäytön tehostamiseksi ja laskettiin mahdollisuuksien mukaan karkeat kustannusarviot niiden kannattavuudelle**
 - Yhteistyö projektissa mukana olleiden laitetoimittajien kanssa (ABB, Sulzer ja Koja)
- **Kirjallisten lähteiden mukaan pumppaus- ja puhallinjärjestelmien hyötysuhteet ovat heikoimmillaan luokkaa 50-60 % ja sähkömoottorijärjestelmien tehostamispotentiaalit ovat luokkaa 20-30 % [1][2]**
 - Tarkasteltujen kohteiden keskimääräinen hyötysuhde oli välillä 35-50 % ja toteutettavissa olevaa tehostamispotentiaalia löytyi yhteensä 26 %

[1] Arun Shankar et al., A comprehensive review on energy efficiency enhancement initiatives in centrifugal pumping system, Applied Energy, 2016

[2] International Energy Agency. Paul Walde & Conrad U. Brunner. 2011. Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems. https://www.oecd-ilibrary.org/energy/energy-efficiency-policy-opportunities-for-electric-motor-driven-systems_5kkg52gb9gjd-en

Metsä Board – Simpele ja Joutseno

Sähkönkäyttökohteet

SIMPELE

- Voimalaitoksen syöttövesipumppu, moottorin nimellisteho 1200 kW
- Apulauhduttimen syöttöpumppu, moottorin nimellisteho 132 kW
- Kartonkitehtaan raakavesipumput (3kpl rinnakkaisia), á 90 kW
- Kartonkitehtaan jätevesipumput (3 kpl rinnakkaisia), á 110 kW

JOUTSENO

- Kuivauslinjan prosessipuhaltimet, á 900-710 kW

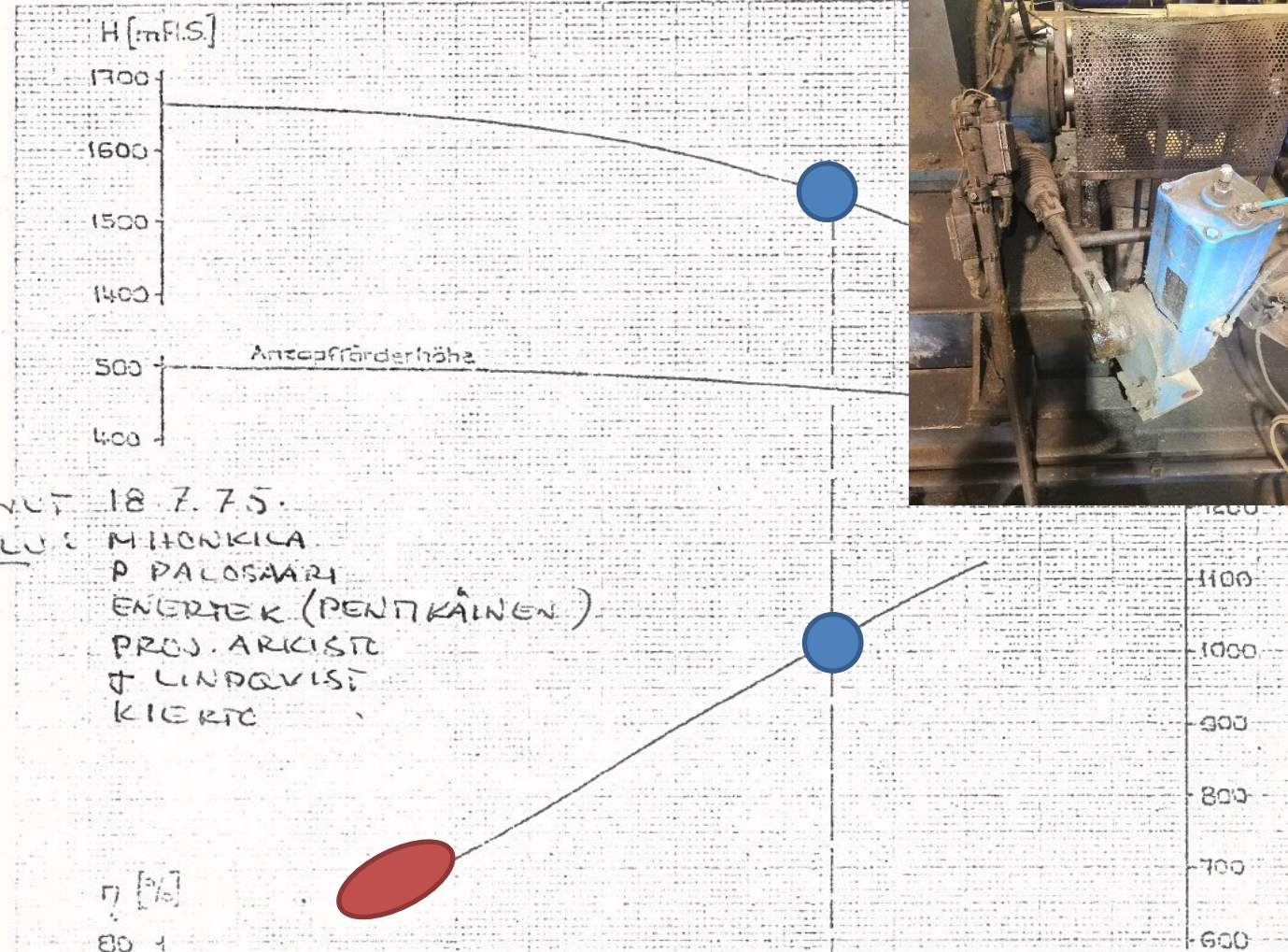
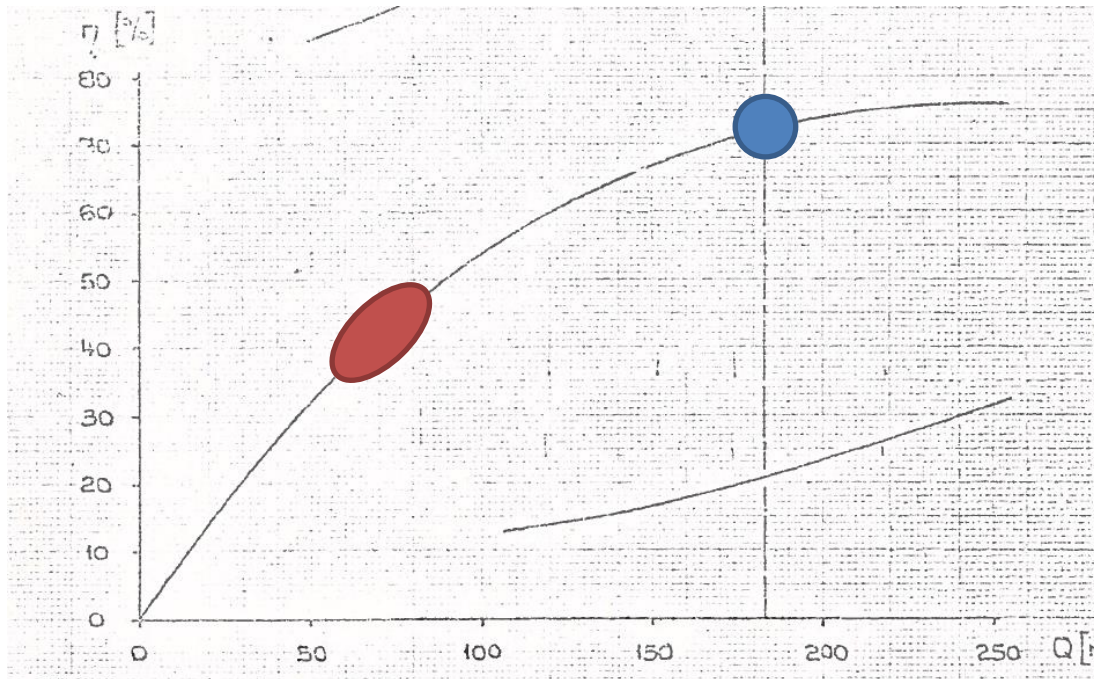


Voimalaitoksen syöttövesipumppu

Säätö nestekytkimellä

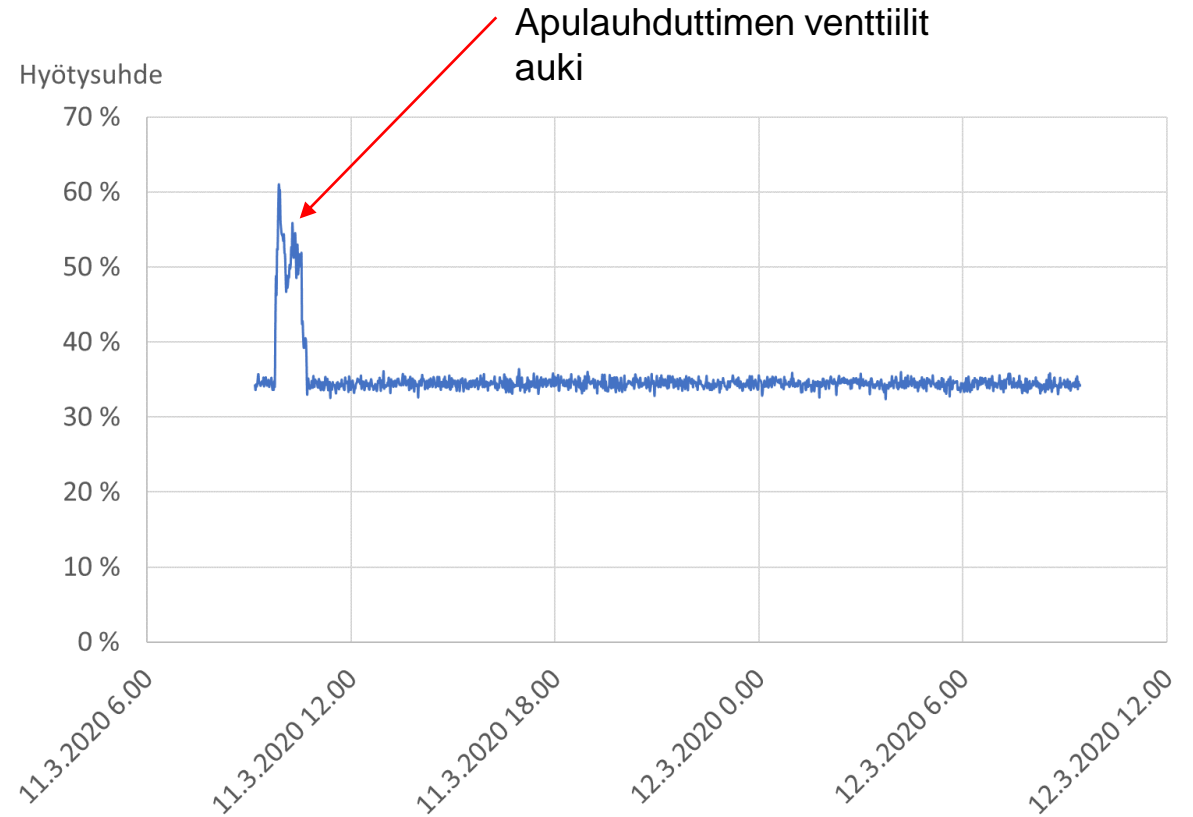
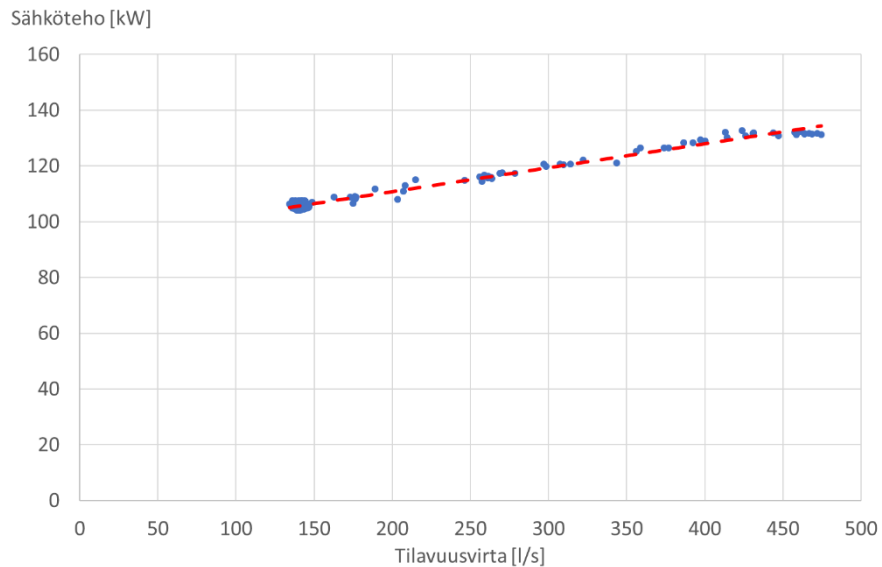
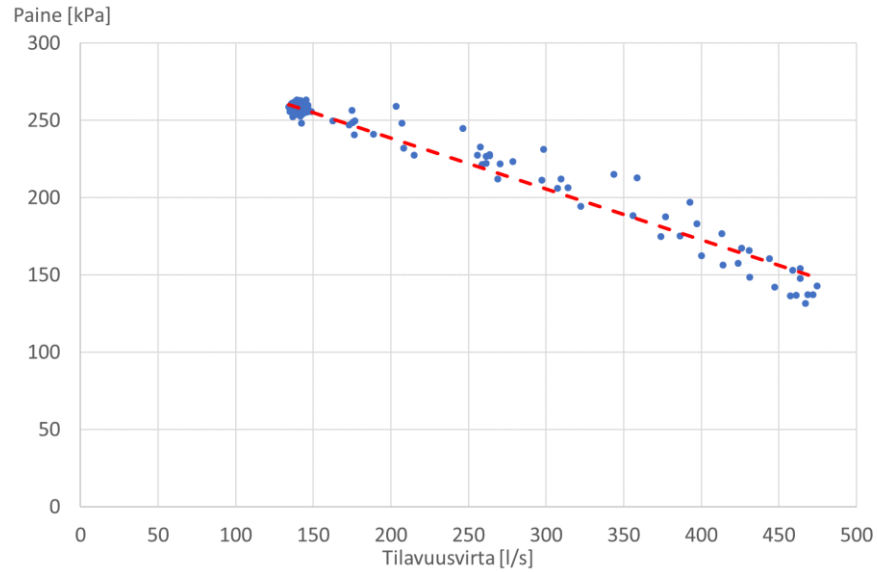
Mitoituspiste: ●

Toiminta-alue 10.-13.3.-20: ○



Apulauhduttimen syöttöpumppu

Toimintapiste



Säätö kuristusventtiilillä

Metsäboard Simpele yhteenveto

2/2

▪ Voimalaitoksen syöttövesipumppu

- Alkuperäinen mitoituspiste oli kaukana nykyisestä toimintapisteestä virtaaman ja paineen osalta
- Tehostamistoimenpide: uusi pumppu, moottori ja taajuusmuuttaja, jotka on mitoitettu nykyiseen toimintapisteeseen

▪ Apulauhduttimen syöttöpumppu

- Pumppua käytetään suurimman osan ajasta minimivirtauksen ylläpitoon ja säätö tehdään kuristusventtiileillä
- Tehostamistoimenpide: Säätö taajuusmuuttajalla ja uusi energiatehokas moottori

Metsäboard Simpele yhteenveto

Sähkön hinta laskennassa 45 €/MWh

Kohde	Käyttötunnit [h/a]	Teho [kW]	Kulutus [MWh/a]	Kulutus [€/a]	Hyötysuhde (%)	Säästöpotentiaali [MWh/a]	Säästöpotentiaali [€/a]	TMA [a]
Voimalaitoksen syöttövesipumppu	7 800	673	5 252	236 340	30-50	1 904	85 666	2,6
Apulauhduttimen syöttöpumppu	7 500	105	788	35 438	30-40	245	11 032	3,6
Kartonkitehtaan raakavesipumput	7 800	121	944	42 471	70-80			
Kartonkitehtaan jätevesipumput	7 800	48	374	16 848	40-60			
Yhteensä		947	7 358			2 149	96 698	

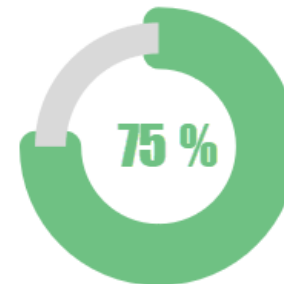
Voimalaitoksen syöttövesipumppu



Apulauhduttimen syöttöpumppu



Kartonkitehtaan raakavesipumput



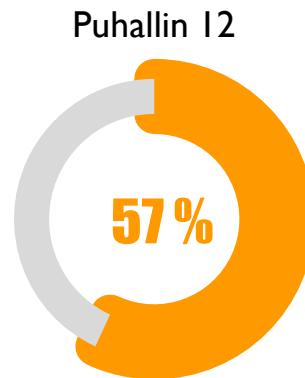
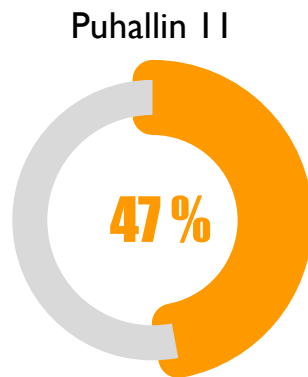
Kartonkitehtaan jätevesipumput



Metsäboard Joutseno

Sähkön hinta laskennassa 45 €/MWh

Kohde	Käyttötunnit [h/a]	Teho [kW]	Kulutus [MWh/a]	Kulutus [€/a]	Hyötysuhde (%)
Puhallin I1	7 800	850	6 630	298 350	40-50
Puhallin I2	7 800	580	4 524	203 580	50-60
Yhteensä		1 430	11 154		



- **Kuivauslinjan prosessipuhaltimet**
- Tarkastelussa tutkittiin mahdollisuuksia ilmamäärien nostamiseksi, tavoitteena tuotantolinjan energiatehokkuuden parantaminen
- Lisäämällä taajuusmuuttajat ilmamääriä voitaisiin kasvattaa 5...7,5 m³/s
- Vastaavasti sähköteho nousisi 100...140 kW

Ahlström-Munksjö Kotka

Tarkasteltavat kohteet

- **Tehdasvesipumppu, moottorin nimellisteho, 22 kW**
- **Kolme prosessin imupuhallinta, jotka poistavat prosessista vettä, moottorin nimellistehot á 132 kW**

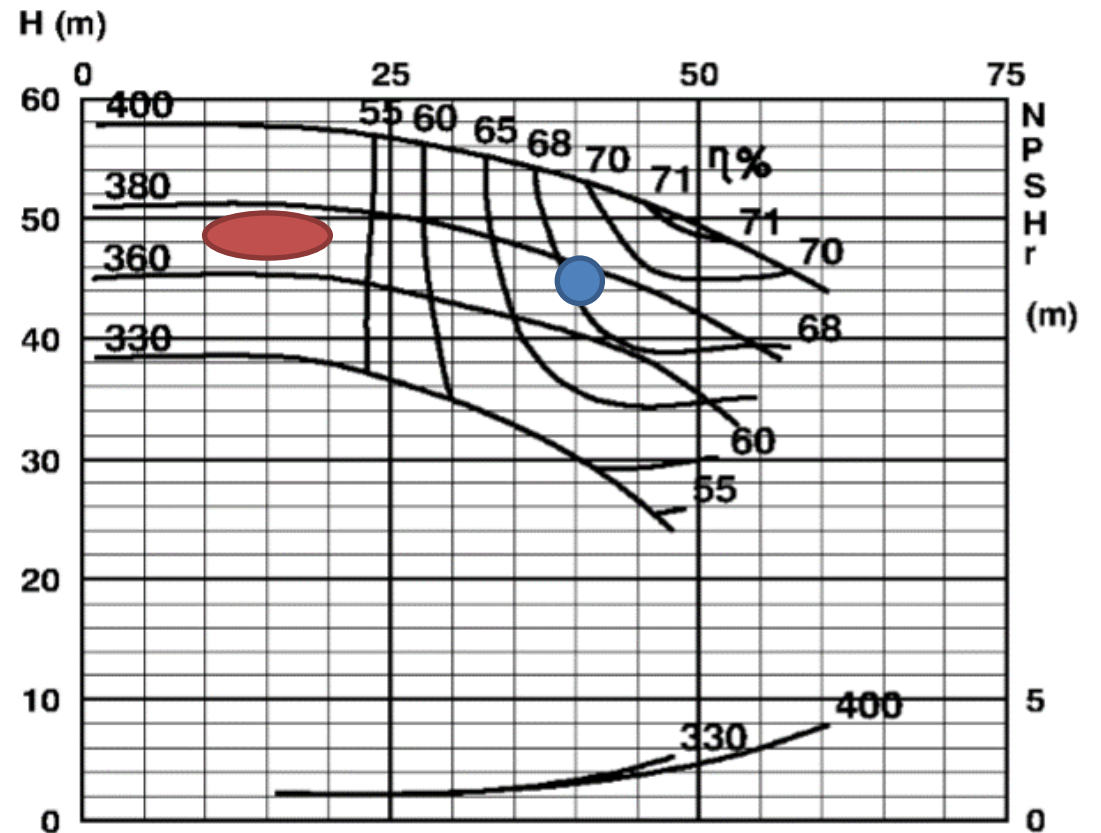
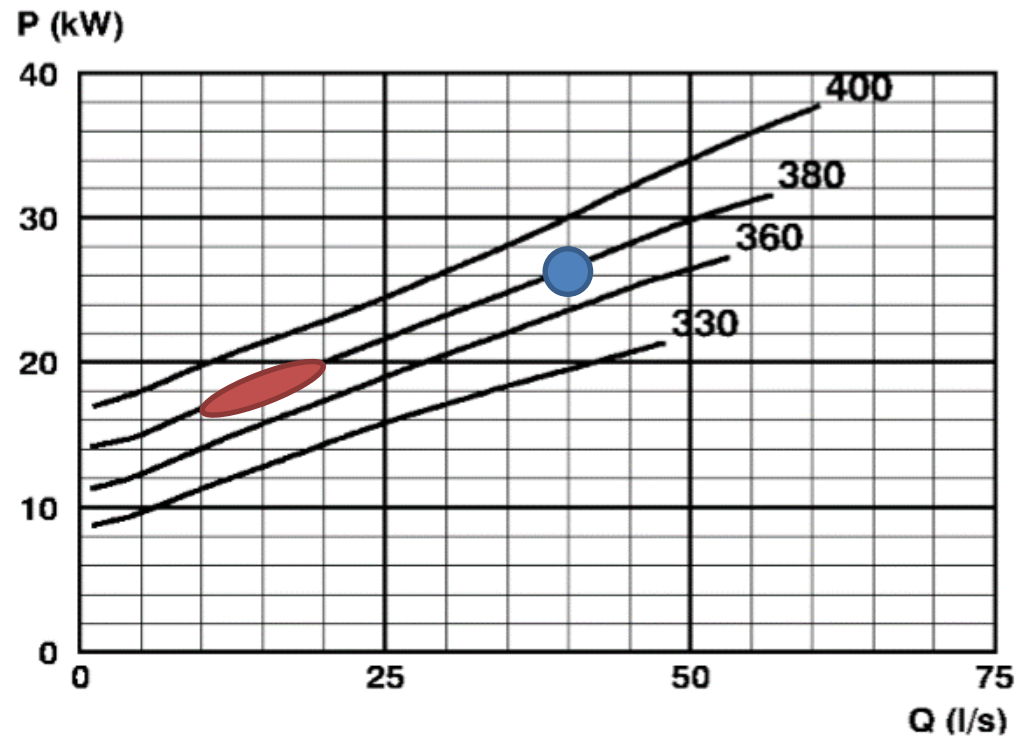


Tehdasvesipumppu

Toimintapisteen vertailu
mitoituspisteeseen

Mitoituspiste: ●

Toiminta-alue 9.-11.6.2020: ○



Imupuhallin 3

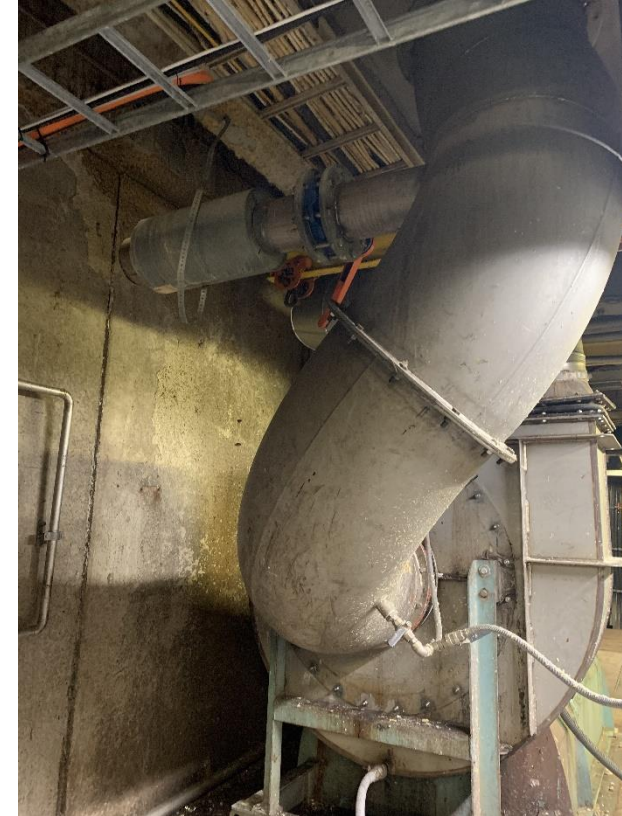
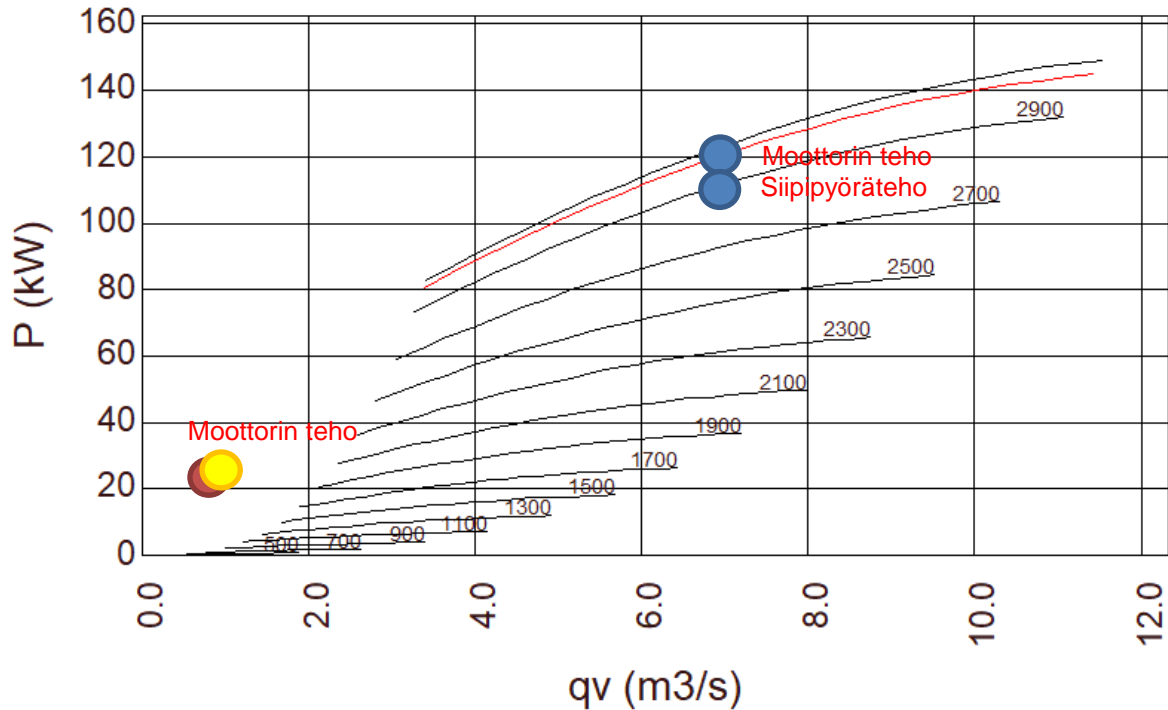
Toimintapiste 10.-11.6.2020

Mitoituspiste: ●

Toimintapiste 10.6.2020: ●

Toimintapiste 11.6.2020: ●

Imupuhallin 3 - 11.6.2020	
Imupuolen virtaama	0,79 m ³ /s
Kokonaispaine puhaltimen yli	8496 Pa
Hyötäteho	6,6 kW
Sähköteho	23,5 kW
Hyötysuhde	28,1 %



Varasilmaventtiili osittain auki

Puhaltimen ohjaus 76 %...84 %, kuorma n. 14 %.

Ahlström-Munksjö Kotka 2/2

▪ Tehdasvesipumppu

- Virtausmäärät olivat suurimman osan ajasta alle puolet mitoitusarvosta
- Tehostamistoimenpide: korvataan pumppu mitoitukseltaan sopivammalla

▪ Imupuhallin 3

- Kokonaispaine ja ilmavirta merkittävästi alle mitoitusarvojen
- Tehostamistoimenpide: korvataan puhallin mitoitukseltaan sopivammalla

Ahlström-Munksjö Kotka 1/2

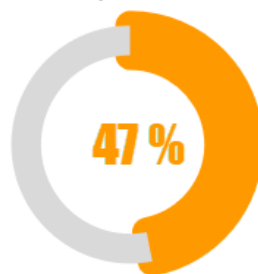
Sähkön hinta laskennassa 70 €/MWh

Kohde	Käyttötunnit [h/a]	Teho [kW]	Kulutus [MWh/a]	Kulutus [€/a]	Hyötysuhde (%)	Säästöpotentiaali [MWh/a]	Säästöpotentiaali [%]	Säästöpotentiaali [€/a]	TMA [a]
Tehdasvesi-pumppu	8 000	17	136	9 520	30...40	44	32 %	3 080	4,3
Imupuhallin 1	8 000	59	472	33 040	45...50	106	22 %	7 420	4,7
Imupuhallin 2	8 000	58	464	32 480	55...60	0	0 %	0	-
Imupuhallin 3	8 000	25	200	14 000	25...30	97	49 %	8 790	3,5
Yhteensä			1 272	89 040		247	19 %	19 290	

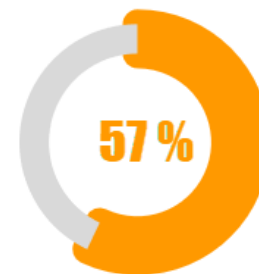
Tehdasvesi-pumppu



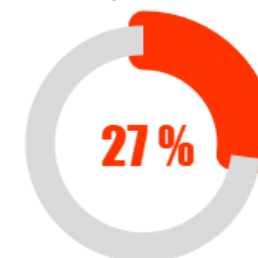
Imupuhallin 1



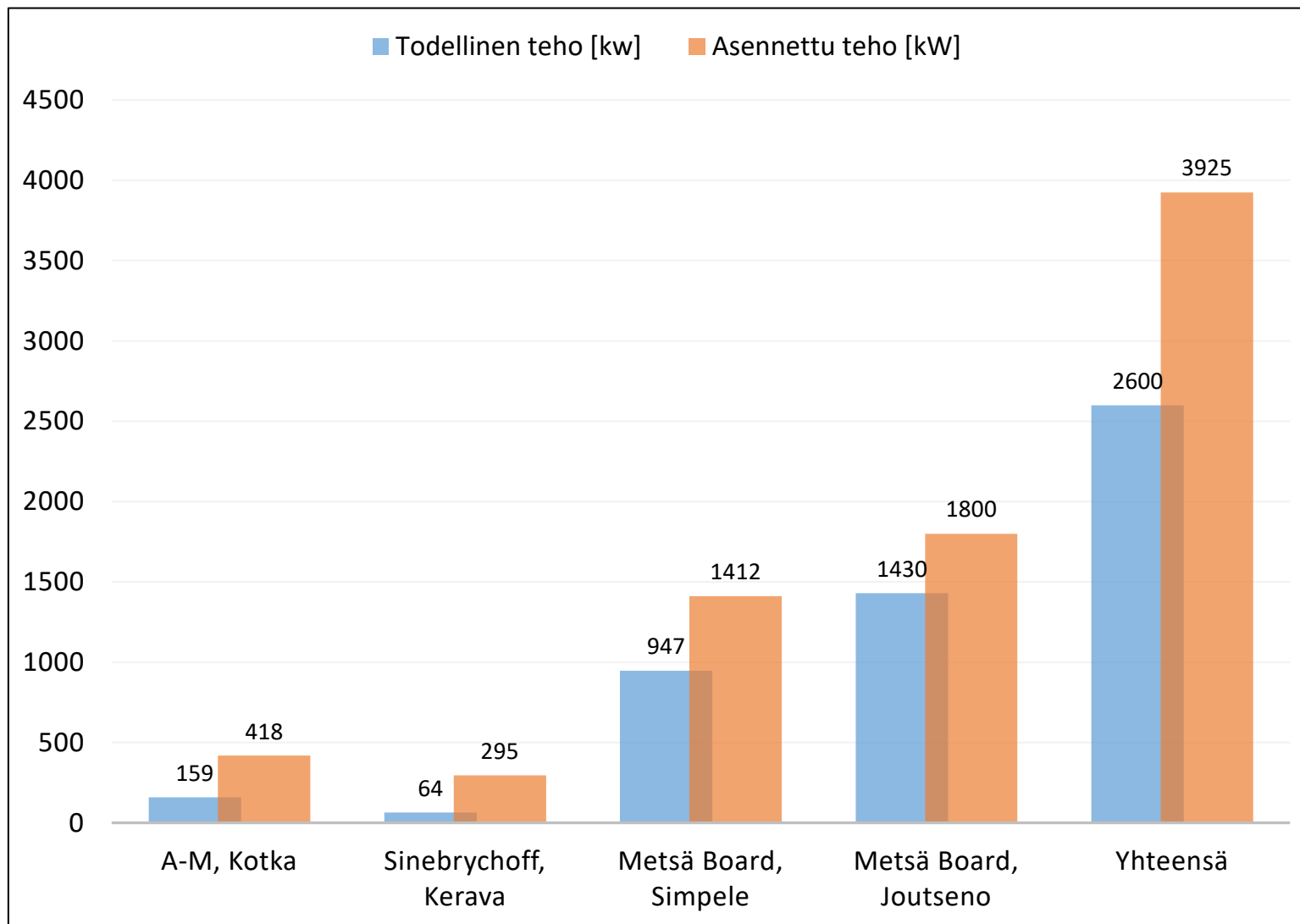
Imupuhallin 2



Imupuhallin 3



Sähköteho verrattuna kapasiteettiin



Keskimäärin sähköteho tarkastelluissa kohteissa oli 66 % nimellistehosta

Yhteenveto

- **Useammassa kohteessa huono hyötysuhde johtui pumpun/puhaltimen korkeista mitoitusarvoista verrattuna nykytilanteen tarpeeseen**
 - Ylimitoituksen syitä olivat mm. muutokset tuotantokapasiteetissa ja epäkorrekrit lähtöarvot suunnitteluvaiheessa
- **Toinen merkittävä tehostamismahdollisuus löytyi säätötekniikasta**
 - Esim. kuristusventtiilisäätöjen korvaaminen pyörimisnopeussäädöllä ja tarpeettomien takaisinkierätysten poistaminen
- **Tehostamistoimenpiteiden taloudellinen kannattavuus on tyypillisesti sitä parempi mitä suuremmassa kokoluokassa liikutaan, vaikka suhteellinen energiansäästö olisi sama**
 - Kannustimet energiatehokkuuden parantamiseksi pienemmissä (<50 kW) kokoluokissa?



Sinebrychoff Kerava 1/2

Sähkön hintana laskennoissa on käytetty suuntaa-antavaa hintaa 50 €/MWh.

Kohde	Käyttötunnit [h/a]	Teho [kW]	Kulutus [MWh/a]	Kulutus [€/a]	Hyötysuhde (%)	Säästöpotentiaali [MWh/a]	Säästöpotentiaali [€/a]	TMA
Raakavesipumppu	2 920	17	50	2 482	25...35	29	1 450	11,6
Siirtopumput	7 800	22	172	8 580	10...30	101	5 050	3,1
Lämmityskierron pumppu	7 800	25	195	9 750	30...60			
Yhteensä		64	416			130	6 500	

Raakavesipumppu



Siirtopumput



Lämmityskierron pumppu



Sinebrychoff Kerava 2/2

▪ Raakavesipumppu

- Pumppu mitoitettu paljon suuremmalle paineentuotolle, kuin mitä tarve on oikeasti
- Tehostamistoimenpide: korvataan pumppu mitoitukseltaan sopivammalla
- Muita keinoja? Onko mahdollista saada ristivirtasuodatus toimimaan verkoston paineella?

▪ Siirtopumput

- Osa vedestä kierrätetään suoraan takaisin säiliöihin
- Tehostamistoimenpide-ehdotuksia: kulutuspiikkien tasaaminen, paisuntasäiliö, pienten pumppujen korvaaminen yhdellä isolla pumpulla...?
- Tehostamistoimenpide riippuu siitä, miksi veden takaisinkiertäminen on järjestelmään alkujaan suunniteltu