

Kalle Rämä

# YHTIÖITTÄMISEN VAIKUTUS UPM KY- MIN SÄHKÖ- JA KAASUENERGIATA- SEeseen

Opinnäytetyö  
Energiatekniikka

Joulukuu 2016

<b>Tekijä/Tekijät</b>	<b>Tutkinto</b>	<b>Aika</b>
Kalle Rämä	Insinööri (AMK)	Joulukuu 2016
<b>Opinnäytetyön nimi</b>		
Yhtiöittämisen vaikutus UPM Kymin sähkö- ja kaasuenergia- taseeseen		43 sivua 11 liitesivua
<b>Toimeksiantaja</b>		
UPM Kymmene Oyj, Kymi		
<b>Ohjaaja</b>		
Lehtori Jyri Mulari		
<b>Tiivistelmä</b>		
<p>Energiatehokkuudella on merkittävä rooli suuren tuotantolaitoksen toiminnassa. Ener- gian tehokasta käyttöä voidaan parantaa ja ympäristön kuormitusta vähentää optimoi- malla energianhallintaa. Pyrkimys jatkuvaan energiatehokkuuden parantamiseen on merkittävä kannattavuustekijä suuryrityksille.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja selvittää yhtiöittämisen vaikutuksia UPM Kymmene Oyj Kymin tehtaan energianhallintajärjestelmä EMS:n maakaasu- ja sähköenergiataseeseen. Työn tavoitteena oli EMS:n määrittelyjen päivittäminen rapor- toinnin osalta vastaamaan yhtiöittämisen jälkeistä tilannetta ja määrittellä säännöt, las- kentakaavat sekä raportointi sähkö- ja maakaasulaskutukseen sellu- ja paperitehtaan välillä. Samalla tarkastettiin järjestelmän laskentakaavojen ja muuttujien ajantasaisuus. Höyryn käyttö ja tuotanto jätettiin työn ulkopuolelle.</p> <p>Keskeisinä työskentelymenetelminä olivat tehtaan sähköverkon kytkentöjen ja maakaas- suputkistojen tarkastelu sekä EMS:n laskentasovelluksen ja -yhtälöiden kautta selvittää eri yhtiöiden osuus Kymin tehtaiden sähkön ja maakaasun taseista. Olemassa olevat laskentakaavat koottiin yhteen tarkastelua varten. Sitten kaavat jaoteltiin yhtiöittäin ja määriteltiin uudet muuttujat sellu- ja paperitehtaalle.</p> <p>Työn tuloksena saatiin yleiskatsaus Kymin tehtaan energianhallintajärjestelmästä ja toi- mivan järjestelmän tärkeys voidaan todella todeta. Lisäksi saatiin aikaan konkreettisia muutoksia järjestelmän laskentaan ja muuttujiin. Laskentoja päivitettiin ja uusia muuttu- jia luotiin vastaamaan yhtiöittämisen jälkeistä tilannetta. Työssä havaittua tietoa pysty- tään käyttämään järjestelmän jatkokehityksessä, joka jatkuu edelleen. Kokonaisuutena työ oli onnistunut ja opetti paljon EMS-järjestelmän toiminnasta ja käytämisestä.</p>		
<b>Asiasanat</b>		
energiatase, sähkötase, yhtiöittäminen, ennusteet, sähkömittarit		

<b>Author (authors)</b>	<b>Degree</b>	<b>Time</b>
Kalle Rämä	Bachelor of Engineering	December 2016
<b>Thesis Title</b> Incorporations impact on UPM Kymi's electricity and natural gas energy balance		43 pages 11 pages of appendices
<b>Commissioned by</b> UPM Kymmene Oyj, Kymi		
<b>Supervisor</b> Senior Lecturer Jyri Mulari		
<p data-bbox="165 851 300 882"><b>Abstract</b></p> <p data-bbox="165 922 1401 1066">Energy efficiency has a significant role in the operation of a large production facility. Efficient use of energy can be improved and the environmental load can be reduced by optimizing energy management. Effort to improve energy efficiency constantly is a significant profitability factor to large companies.</p> <p data-bbox="165 1106 1401 1393">The objective of this study was to examine and determine the impacts of the incorporation on energy management system's natural gas and electric energy balance in UPM Kymmene Corporation's Kymi mill. The purpose was to update the energy management system's specifications in terms of reporting to respond the situation after incorporation, and define rules, calculations and reporting in electricity and natural gas invoicing between pulp and paper mill. At the same time the timeliness of the system's formulas and variables were checked. The production and use of steam was excluded from the study.</p> <p data-bbox="165 1433 1401 1688">The methods used in this work were investigation of the factory power grid connections and natural gas pipelines, as well as examining the energy management system's calculation application and equations to determine the shares of electricity and natural gas balance between different companies in Kymi mill. The existing calculation formulas were gathered together from the system and examined. Then the formulas were divided by the two new companies and new variables were defined to pulp and paper mill.</p> <p data-bbox="165 1729 1401 1984">The thesis contains general theory about Kymi mill's energy management system and the importance of a functional system can truly be noticed. In addition, specific changes were made to the system's calculations and variables. The calculations were updated and new variables were defined respond to the situation after the incorporation. Information that was discovered in the study can be utilized for the further development of the system that still continues. As a whole the study was a success and taught a lot of operation and the use of the energy management system.</p>		
<p data-bbox="165 2060 322 2092"><b>Keywords</b></p> <p data-bbox="165 2096 1273 2128">energy balance, electricity balance, incorporation, forecasts, electricity meters</p>		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
1.1	UPM Kymmene Oyj .....	6
1.2	UPM Kymi.....	8
1.3	Tärkeimmät energiankuluttajat ja -tuottajat Kymillä .....	10
2	EMS-JÄRJESTELMÄ .....	11
3	KYMIN MAAKAASUN EMS-MUUTTUJAT JA LASKELMAT .....	12
3.1	Maakaasun virtausmittaukset .....	13
3.2	Maakaasun vuosi- ja kuukausikulutuksen ennustaminen .....	16
3.3	Maakaasun viikko- ja vuorokausikulutuksen ennustaminen .....	17
3.4	Reaaliaikainen tieto ja historiadata .....	17
3.5	Maakaasun suhteutuslaskenta .....	19
3.6	Maakaasun laskutus, verotus ja päästöoikeudet .....	23
4	KYMIN SÄHKÖENERGIAN EMS-MUUTTUJAT JA LASKENNAT .....	25
4.1	Kymin paperitehtaan kulutukset ja ennusteet .....	27
4.2	Kymin sellutehtaan kulutukset ja ennusteet.....	29
4.3	Kymin Voiman sähköenergian kulutus, tuotanto sekä ennusteet.....	32
4.4	Soodakattilan sähköenergian tuotanto ja ennusteet .....	33
4.5	Kymin omakäytösähkö ja sähköenergian tuotanto sekä sähköenergian osto .....	33
4.6	KYMEMS-näytöt ja niihin liittyvät muuttujat .....	36
4.6.1	Sähkön käyttö Pulp .....	36
4.6.2	Sähkön käyttö Paperi .....	37
4.6.3	Tehdastase Pulp .....	37
4.6.4	Tehdastase Paperi .....	38
5	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT .....	40
	LÄHTEET.....	42
	LIITTEET	
	Liite 1. UPM:n EMS-järjestelmän käyttöpisteet	
	Liite 2. Maakaasun prosessikaavio	
	Liite 3. Luettelo käytetyistä muuttujista aakkosjärjestyksessä	
	Liite 4. Lohkokaavio sähköenergian ostosta ja myynnistä	

## KÄYTETYT LYHENTEET

Paper ENA	UPM:n Euroopan ja Pohjois- Amerikan paperin liiketoiminta-alue
EMS	Energy management system
EHJ	Energianhallintajärjestelmä
bar	Paineen yksikkö
Nm <sup>3</sup> /h	Normikuutiota tunnissa, virtauksen yksikkö
PK8	Paperikone 8
PK9	Paperikone 9
C3	Päälystyskone 3
KK3	Kuivauskone 3
SK3	Soodakattila 3
KyVo	Kymin Voiman biokattilalaitos
Pulp	UPM Kymmene Oyj Kymi
MWh	Megawattitunti, energian yksikkö
MW	Megawatti, tehon yksikkö
GASRMAKLMS	Maakaasun lämpökerroin, jonka Gasum vahvistaa laskutuksen yhteydessä
kWh- mittari	Kilowattituntimittari
PVO	Pohjolan Voima

## 1 JOHDANTO

UPM Kymmene Oyj uudisti yhtiörakennettaan Suomessa nykyistä liiketoimintarakennetta paremmin vastaavaksi 1.7.2016. Tämä tarkoitti kolmen uuden tytäryhtiön perustamista: UPM Energy Oy, UPM Paper Asia Oy ja UPM Paper ENA Oy. UPM Biorefining pysyi emoyhtiö UPM Kymmene Oyj:ssä. Tarralamiinaattia valmistava UPM Raflatac sekä vaneria ja viilua valmistava UPM Plywood olivat jo valmiiksi omia yhtiöitään. (UPM:n yhtiörakenne Suomessa muuttuu 2016.)

Yhtiöittämissä seurauksena Kymin tehdasintegraattiin kuuluva paperitehdas siirtyi uuden tytäryhtiön UPM Paper ENA:n omistukseen sellutehtaan säilyessä emoyhtiössä. Suurimmat muutokset kohdistuivat sisäisiin sopimuksiin ja laskutuksiin. (UPM:n yhtiörakenne Suomessa muuttuu 2016.)

Tämän työn tarkoituksena on selvittää maakaasun ja sähköenergian osalta sekä paperi- että sellutehtaan kulutukset sekä tuotannot, jotta yhtiöiden välinen laskutus osataan toteuttaa oikein. Kymin Voiman biokattilalaitos ja Schaefer Kalkin PCC-laitos on myös huomioitava laskennoissa, koska ne ovat jo valmiiksi omia yhtiöitään.

UPM Kymin tehtaalla on käytössä ABB:n EMS-järjestelmä, jota käytetään energiankäytön ennustamiseen. Järjestelmään operaattorit ennustavat sähkön, maakaasun, prosessihöyryn sekä kaukolämmön käytön. Tässä työssä paneudutaan maakaasun sekä sähköenergian ennustuksiin ja laskentoihin.

### 1.1 UPM Kymmene Oyj

UPM Kymmene Oyj on suomalainen bio- ja metsäteollisuusyhtiö. UPM:llä on tuotantolaitoksia 13 maassa ja palveluksessa on noin 19 600 työntekijää. Liiketoiminta-alueet voidaan jakaa yhtiöittäin kuuteen osaan. (UPM:n vuosikertomus 2015.)

UPM Biorefining muodostuu sellun, uusiutuvan dieselin, sahatavaran ja energian tuotannosta sekä puuraaka-aineen hankinnasta. UPM:llä on neljä sellutehdasta, joista kolme on Suomessa ja yksi Uruguayssa. Sahoja yhtiöllä on neljä. Lappeenrannassa sijaitseva UPM:n biojalostamo, jossa valmistetaan

puupohjaista uusiutuvaa dieseliä, otettiin käyttöön vuonna 2015. Selluliiketoiminnan asiakaskunta koostuu pehmo- ja erikoispapereiden sekä kartongin tuottajista. Biopolttoaineita toimitetaan suoraan polttoainejakelijoille, sahaliiketoiminnan asiakkaiden ollessa rakennus-, puusepän- ja pakkausteollisuus. UPM korostaa selluntoimittajana luotettavuutta sekä vastuullisuutta. Selluliiketoiminnan tavoitteina onkin kasvaa luotettavana sellu- ja biopolttoaineiden toimittajana sekä sahojen pitäminen täydessä käynnissä. (UPM:n vuosikertomus 2015.)

UPM Energy on Suomen toiseksi suurin sähköntuottaja. Sähköntuotannon lisäksi liiketoiminta käsittää fyysisen sähkön kaupan sekä johdannaismarkkinat, mikä tekee UPM Energystä merkittävän toimijan pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla. Omien vesivoimalaitoksien tuotannon lisäksi UPM Energy on aktiivinen osakkeenomistaja monissa suomalaisissa sähköyhtiöissä, kuten Pohjolan Voima Oy:ssä, Teollisuuden Voima Oyj:ssä ja Kemijoki Oy:ssä. UPM Energy korostaa energiantuotannossaan vastuullisuutta hyödyntäen tuotannossa monipuolisia energianlähteitä ja vahvaa teknologiaosaamista. Liiketoiminnan tavoitteena onkin kasvaa vähäpäästöisen energian tuottajana. (UPM:n vuosikertomus 2015.)

UPM Raflatac kuuluu maailman johtaviin tarralaminaattien valmistajiin. Se valmistaa paperi- ja filmitarralaminaattia, joita käytetään tuote- ja informaatioetiketöinnissä. Tärkeimmät asiakkaat ovat muun muassa lääketeollisuudessa sekä elintarvike- ja juomateollisuudessa. UPM Raflatac tavoittelee asemansa vahvistamista entisestään kasvumarkkinoilla sekä filmi- ja erikoistuotteissa. (UPM:n vuosikertomus 2015.)

UPM Paper Asia toimii hienopaperin tuottajana Aasian yhä kasvaville markkinoille. Se myös valmistaa tarra- ja pakkauspaperia globaaleille markkinoille sekä joustopakkausmateriaaleja Euroopan markkinoille. Asiakkaisiin kuuluvat vähittäismyyjät, painotalot, kustantajat sekä paperin jalostajat. UPM Paper Asia tavoittelee kasvua toimistopaperin tuottajana Kiinassa ja tarramateriaalimarkkinoilla maailmanlaajuisesti. (UPM:n vuosikertomus 2015.)

UPM Paper ENA toimii Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa valmistuen sanoma- ja aikakauslehtipaperia 17 uudenaikaisella paperikoneella. Asiakaskunta koostuu muun muassa kustantajista, painotaloista, vähittäismyyjistä ja

tukkureista. UPM Paper ENA:n vahvuuksiin kuuluu laaja, globaali paperinmyyntiverkosto ja tehokas logistiikkajärjestelmä. UPM Paper ENA:n tavoitteet ovat kustannusjohtajuuden ja kannattavuuden kehittäminen, jotta saadaan tuottavuus varmistettua. (UPM:n vuosikertomus 2015.)

UPM Plywood toimii korkealaatuisten vaneri- ja viilutuotteiden toimittajana tärkeimpien asiakkaiden ollessa rakennus- ja kuljetusvälineteollisuudessa. UPM Plywood on Euroopan johtavia vanerintoimittajia, tuotantolaitoksien sijaitessa Suomessa, Virossa ja Venäjällä. Yhtiön tavoitteisiin kuuluu markkina-aseman vahvistaminen ja asiakaslähtöiseen palvelutarjontaan panostaminen. (UPM:n vuosikertomus 2015.)

## 1.2 UPM Kymi

Vuonna 1872 Axel Wilhelm Wahrenin johdolla perustettiin Kymin Osakeyhtiö Kuusankosken itärannalle. Kymintehtaana tunnetun paperitehtaan ja puuhiomon sijaintiin vaikutti suuresti Wahrenin näkemys Kymijoen tarjoamasta vapaasta koskivoimasta ja metsissä olevasta raaka-aineesta. Suomi oli tuohon aikaan hyvin ruotsinkielinen, ja Kymin Osakeyhtiö kääntyi Ruotsiksi muotoon Kymmene Aktiebolag, Kymijoen ruotsinkielisen nimen mukaan. Samoihin aikoihin myös kreivi Carl Robert Mannerheim perusti Kuusaansaaren paperitehtaan, Kuusankoski Aktiebolagin, Myllysaareen Kymijoen varrelle. (Tuuri 1999, 16–17.)

Vuonna 1896 kolmas liikemies nimeltään Rudolf Elving osti maa-alueen Voikkaalta, Kymijoen yläjuoksulta ja alkoi rakentaa sinne paperitehdasta ja puuhiomoa. Voikkaalle valmistui vuonna 1902 sulfaattisellutehdas neljän paperikoneen ollessa jo käytössä. (Tuuri 1999, 69, 113.)

Kolmen suuren tehtaan perustaminen samalle alueelle pienen ajan sisään sai aikaan metsäraaka-aineen hinnan nousemisen ja kasvanut kilpailu lopputuotteiden hintojen alenemisen. Keskenään kilpailevat tehtaat pian huomasivatkin yhdistymisen edut ja vuonna 1904 ne yhdistyivät Kymmene Aktiebolagiksi, tullessa samalla Suomen suurimmaksi osakeyhtiöksi ja Euroopan suurimmaksi paperinvalmistajaksi osakepääoman ollessa 13,6 miljoonaa markkaa. (Tuuri 1999, 115.)



Vuodesta 1936 yhtiön viralliseksi nimeksi otettiin Kymin osakeyhtiö – Kymmene Aktiebolag. Yhtiö myös investoi tehtaisiinsa lamakauden jälkeen rajusti, esimerkkinä Voikkaan sanomalehtipaperikoneet ja Kuusankosken uudet paperikoneet. (Tuuri 1999, 300–301.)

Vuonna 1975 yhtiön nimi lyhentyi Kymi Kymmene Oy:ksi yrityskuvan uudistamisen yhteydessä. Tasoittaakseen metsä- ja metalliteollisuuden heilahteluja, Kymi Kymmene Oy osti osake-enemmistön Strömberg AB:stä vuonna 1982 ja yhtiön nimeksi vaihtui Kymi-Strömberg Oy. Vuonna 1985 Kymi-Strömberg hankki 45 prosenttia Lappeenrannassa toimivan Oy Kaukas AB:n osakkeista ja seuraavana vuonna sovittiin yhtiöiden yhdistämisestä. Samana vuonna yhtiö päätti keskittyä yksinomaan metsäteollisuuteen ja myi Strömbergin liiketoiminnan ASEA AB:lle. Yhtiö otti nimekseen Kymmene Oy. (Tuuri 1999, 430, 440.)

Vuonna 1995 päätettiin Kymmene Oy:n ja Repola Oy:n fuusioitumisesta. Fuusioitumisen seurauksena Repola Oy:n ja sen tytäryhtiön Yhtyneet paperitehtaat Oy:n kanssa, yhtiön nimeksi muodostui UPM Kymmene Oy. (Tuuri 1999, 483.)

UPM Kymin nykyinen toiminta on keskittynyt lähes kokonaan Kuusanniemen alueelle, Kymintehtaan toiminnan loppuessa vuonna 2005. UPM Kymi on monipuolinen integraatti, jossa yhdistyy paperin-, sellun- ja energiantuotanto. Yhteensä integraatin alueella työskentelee tällä hetkellä noin 700 henkilöä. (Tervetuloa Kymin tehtaalle 2016.)

Paperitehdas tuottaa päällystettyä ja päällystämätöntä hienopaperia kahdella paperikoneella ja päällystyslaitoksella. Paperista voidaan valmistaa muun muassa kirjoja, aikakauslehtiä, luetteloita sekä kirjekuoria. Sellutehtaalla tuotetaan valkaistua koivu- ja havusellua, joista voidaan valmistaa paperia, kartonkia ja pehmopaperia. (Tervetuloa Kymin tehtaalle 2016.)

UPM on investoinut Kymin sellutehtaaseen 2000-luvulla mittavasti. Vuonna 2008 otettiin käyttöön uusi talteenottolaitos, korvaten kaksi vanhaa linjaa. Tämä REC08-projekti oli aikanaan Suomen suurin metsäteollisuuden investointi arvoltaan noin 340 miljoonaa euroa. Uusi talteenottolaitos lisäsi tehtaan energiaomavaraisuutta ja vähensi fossiilisia hiilidioksidipäästöjä. (UPM:n talteenottolaitos valmistui Kymin sellutehtaalla 2011.)

Vuonna 2014 starttasi KYMI700-projekti, jossa tavoitteena oli selluntuotannon nosto 700 000 tonniin sellua vuodessa. Muutoksia tuli kuorimolle ja kuitulinjalle sekä kokonaan uusi kuivauskone rakennettiin vanhan paperikone 7:n tiloihin. (KYMI700-projekti 2014.)

Vuonna 2016 julkistettiin 98 miljoonan euron investointi, joka kasvattaa sellun vuosituotannon 870 000 tonniin. Investointi vahvistaa Kymin asemaa sellumarkkinoilla entisestään. KYMI870 -nimellä tunnetun projektin laitteet on tarkoitus ottaa kytkeä prosessiin vuosihuoltoseisokin yhteydessä syksyllä 2017. (UPM vahvistaa asemaansa sellumarkkinoilla investoimalla Kymiin 2016.)

### 1.3 Tärkeimmät energiankuluttajat ja -tuottajat Kymillä

Suurin maakaasun kuluttaja Kymin tehtaan alueella on meesauuni. Se kuluttaa maakaasua kuukaudessa noin 30 000 megawattitunnin edestä. (Haastateltava 3 2016.)

Meesauuni on lieriönmuotoinen, horisontaalisesti hieman kalteva, tiilillä vuorattu pitkä putki, jossa poltetaan kalsiumkarbonaattia eli meesaa. Se on olennainen osa kalkkikiertoa ja sen tehtävänä on muuttaa kalkin olomuoto kalsiumkarbonaatista kalsiumoksidiksi. Uuni on tuettu kannatusrenkaiden välityksellä kannatusrullastoihin ja se pyörii hitaasti, noin 0,5–1,5 kierrosta minuutissa. (Hyvärinen 2015.)

Meesa syötetään uunin yläpäähän, josta se hitaasti valuu kohti polttopäätä. Uunin lämpötilan on oltava oikea, jotta meesa muuttuu matkalla takaisin kalkiksi. Oikean reaktiolämpötilan saavuttamiseksi prosessi tarvitsee ulkopuolelta tuotua energiaa. Polttopään keskellä on poltin, missä yleisimmin käytettyjä polttoaineita on maakaasu, metanoli ja polttoöljy. Kymillä polttoprosessissa käytetään maakaasua. Maakaasun palaessa syntyy savukaasuja, jotka nousevat uunia pitkin yläpäähän. Savukaasut lämmittävät meesan oikeaan lämpötilaan ja tapahtuu kemiallinen reaktio. Polttopäähän tultaessa meesa on muuttunut kalkiksi, ja se ohjataan ritiläholkkien kautta takaisin kalkkikiertoon. (Hyvärinen 2015.)

Sähköntuotanto Kymin tehtaalla tapahtuu soodakattilassa ja Kymin Voiman biokattilassa. Vuonna 2008 valmistuneen soodakattila 3:n sähköteho on 100

megawattia ja KYMI870- projektin myötä teho tulee hieman kasvamaan. Kymmin Voiman 2002 valmistuneen biopolttoainekattilan sähköteho on 80 megawattia. (Haastateltava 3 2016.)

Soodakattilalla on kaksi eri tehtävää, keittokemikaalien talteenotto ja mustaliipeän orgaanisen aineksen poltossa syntyvän palamislämmön talteenotto. (Hyvärinen 2015.)

Sellun keitossa kuitujen erottaminen tapahtuu liuottamalla kuitujen välissä oleva puun sidosaine ligniini. Keiton jälkeen sellun pesussa liuennut ligniinin värjäämä mustaliipeä sekä muut orgaaniset ja epäorgaaniset aineet erotetaan massasta. Tämän jälkeen mustaliipeän kuiva-ainepitoisuutta nostetaan haihuttamalla paremmin polttoon sopivaksi. (Hyvärinen 2015.)

Mustaliipeä ruiskutetaan suuttimien avulla soodakattilan tulipesään, missä se palaa keossa. Poltossa vapautuu suuri määrä lämpöenergiaa, joka otetaan talteen höyryttämällä vettä. Höyryllä voidaan pyörittää turbiinigeneraattoria, jolloin saadaan tuotettua sähköä. Lisäksi höyryä käytetään useissa tehtaan prosesseissa. Soodakattilassa sellunkeiton kemikaalit natrium ja rikki irtautuvat mustaliipeästä, ja ne otetaan talteen. Rikki pelkistetään natriumsulfidiksi ja natriumista muodostuu natriumkarbonaattia. Osa rikkiyhdisteistä jää natriumsulfaatiksi. Näiden kolmen yhdistettä kutsutaan kemikaalisulaksi. Kattilan alaosassa on sulakourut, joita myöten sula valutetaan ulos kattilasta. Sula liuotetaan laihavalkoliipeään, jolloin muodostuu viherliipeää, joka ohjataan kaustistamoon ja takaisin kemikaalikiertoon. (Hyvärinen 2015.)

## 2 EMS-JÄRJESTELMÄ

UPM Kymmene Oyj:n ollessa maailman johtavia bio- ja metsäteollisuusyrityksiä on energian rooli tuotannossa hyvin merkittävä. UPM tavoittelee korkeaa omavaraisuutta energiantuotannossa osana toiminta-ajatustaan. Sekä sähkön että höyryn käytön ja tuotannon lisäksi UPM käy kauppaa sähkömarkkinoilla. Tässä tapauksessa tietoisuus tulevasta energiantarpeesta ja resursien optimoimisesta tuo merkittäviä säästöjä. (ABB cpmPlus Energy Manager 2010.)

Tämän tavoitteen saavuttamiseksi UPM on investoinut merkittävästi energia-tehokkuuteen, käytettävyyteen ja energian tuotannon sekä tarpeen ennustettavuuteen. Avaintekijänä näissä asioissa on koko Euroopan tehtaiden laajuisen energianhallintajärjestelmä, ABB:n kehittämä Vtrin EMS, joka koostuu 17:sta tehdastasoisesta järjestelmästä ja kahdesta keskusvalvomosta (liite 1). Järjestelmää on kehitetty ja laajennettu useissa vaiheissa jo yli 20 vuotta. (ABB cpmPlus Energy Manager 2010.)

Tehdastasoiset järjestelmät keräävät reaaliaikaista dataa prosessista, laskevat ja raportoivat sähkö-, höyry-, vesi- ja maakaasutaseita sekä ennustavat energiankulutuksen ottaen huomioon oman tehtaan mahdollisen energiantuotannon. Energiataseet ja kulutusten ajoitukset vahvistetaan keskusvalvomossa. (ABB cpmPlus Energy Manager 2010.)

Keskusvalvomot käyvät sähkö- ja maakaasukauppaa ulkoisten osapuolien kanssa energiamarkkinoilla ja jaottelevat niitä yhtiön sisällä sisäisen hinnan mukaan. Kaupankäynti perustuu ennustettujen kulutuksien, yhtiön oman tuotannon sekä olemassa olevien osto- ja myyntisopimuksien väliseen taseeseen. (ABB cpmPlus Energy Manager 2010.)

EMS-järjestelmää käytetään, kun pyritään optimoimaan resursseja suunnitteluvaiheessa sekä ennustamaan ja valvomaan energiatasetta reaaliaikaisesti. Järjestelmä sisältää myös raportointitoimintoja sekä tehdas- että yhtiötasolla, esimerkiksi kasvihuone- ja savukaasuraportointi on mahdollista lakien ja säännöksiä puitteissa. (ABB cpmPlus Energy Manager 2010.)

### 3 KYMIN MAAKAASUN EMS-MUUTTUMAT JA LASKELMAT

Tässä luvussa selvitetään Kymin EMS-järjestelmässä (KYMEMS) olevat maakaasun kulutukseen liittyvät laskelmat ja muuttumat. Tässä työssä käytetyt muuttumat on listattu kokonaisuudessaan liitteessä 3. Laskennat perustuvat maakaasun virtauskaavioon 3K081019 ja lohkoakaavioon 3K34381. Maakaasun prosessikaavio on esitetty liitteessä 2.

### 3.1 Maakaasun virtausmittaukset

Maakaasun virtauksen mittaus tapahtuu raakamittauksena m<sup>3</sup>/h tai l/h tai m<sup>3</sup>/s tai l/s, mutta siirto EMS- järjestelmään tapahtuu lämpötilalla ja paineella kompensoituna, jolloin kuutioiden tai litrojen sijaan yksikkönä on normikuutio [Nm<sup>3</sup>].

Maakaasun toimitus ja mittaus Kymin tehtaan alueelle tapahtuu tehtaan läheisyydessä sijaitsevalta Gasumin paineasemalta. Kaasu tulee paineasemalle Gasum Oy:n siirtoputkistoa pitkin 45 baarin paineessa. Kaasu lähtee paineasemalta tehtaalte kahta linjaa pitkin, joissa paine on alennettu paineventtiilillä 5,5 baarin normaalipaineeseen. Gasum omistaa paineaseman mittarit ja niiden kalibrointi sekä kunnossapito kuuluvat Gasumille. Paineasemalla tapahtuu myös maakaasun hajustus. Taulukossa 1 on esitelty Gasumin paineasemalta Kymin tehtaille tulevat kaasulinjat.

Taulukko 1 Gasumin kaasulinjat UPM Kymille

Nimitys	Paine	Mittaripositiot	Virtausmittausten EMS- muuttujat
Linja 1	5,5 bar (g)	FM111/ 21FI-0111	KYMFLINJA1MAK [Nm <sup>3</sup> /h]
Linja 2	5,5 bar (g)	FM121/ 21FI-0121	KYMFLINJA2MAK [Nm <sup>3</sup> /h]

Paperitehtaalla maakaasua kulutetaan paperikoneella PK8 sekä päällystyskoneella C3 kaasuinfroilla, leijukuivaimilla ja kuumaöljykattilassa. Paperikone PK9:llä on varaus kaasuliitännästä. Sinne on tehty sokeoitu haara, kuten myös vanhoissa paperikone PK7:n tiloissa sijaitsevalla kuivauskone 3:lla. Paperitehtaalte menevä kaasulinja kulkee kuitulinjan kautta, joten tarvittaessa sinnekin saisi maakaasunliitännän. Taulukossa 2 on esitetty paperitehtaan maakaasun kulutuskohteet.

Taulukko 2 Paperitehtaan maakaasun kulutuskohteet, mittaripositiot ja EMS-muuttujat

Käyttökohde	Positio	Rekisteröintinumero/ Mittaripositio	EMS-muuttuja
Paperikone PK8	1K14704	PV 312 K108/ 5468FI-81701	KYMFPK8MAK [Nm <sup>3</sup> /h]
C3 kaasuinfrat	1K14784	PV 312 K110/ 80FIQ-68113	KYMFC3INFMAK [Nm <sup>3</sup> /h]
C3 leijukuivaimet	1K14784	PV 312 K109/ 5480FIQ-68164	KYMFC3LEIJUMAK [Nm <sup>3</sup> /h]
C3 kuumaöljykattila	1K14784	PV 312 K109/ 80FIQ-68119	KYMFC3KATMAK [Nm <sup>3</sup> /h]

Paperitehtaan maakaasun kokonaisvirtaus lasketaan kaavalla 1.

$$KYMFGASPAPMILL \text{ [Nm}^3\text{/h]} = KYMFPK8MAK + KYMFC3INFMAK + KYMFC3KATMAK + KYMFC3LEIJUMAK \quad (1)$$

Maakaasun virtaus päällystyskone C3:lle lasketaan kaavalla 2.

$$KYMFGASC3 \text{ [Nm}^3\text{/h]} = KYMFC3INFMAK + KYMFC3KATMAK + KYMFC3LEIJUMAK \quad (2)$$

Pulpin maakaasun kulutuksella tarkoitetaan kulutusta, josta lasku tulee UPM Kymmene Oyj Kymille, eli sellun, soodakattilan ja Kymin Voiman yhteenlasketua kaasun kulutusta. Pulp tarkoittaa tässä tapauksessa Kymiä ilman paperitehdasta.

Pulpilla maakaasun kulutuskohteita ovat meesauuni, soodakattilan käynnistys- ja kuormapolttimet, hajukaasukattilan maakaasupoltin, apukattilan polttimet sekä Kymin Voiman käynnistys- ja kuormapolttimet. Taulukossa 3 on esitetty Pulpin maakaasun käyttökohteet.

Taulukko 3 Pulpin maakaasun kulutuskohteet, mittaripositiot ja EMS- muuttajat.

Käyttökohde	Positio	Rekisteröintinumero/ Mittaripositio	EMS- muuttuja
Meesauuni 3	1K021287	PV 312 K113/ 84FC-47854 84FI-47931	KYMFUMUMAK [Nm <sup>3</sup> /s]
Soodakattila	1K009374	PV 312 K114/ 82FI-44926	KYMF3K3MAK [Nm <sup>3</sup> /s]
Hajukaasukattila, maakaasupoltin	1K009456	PV 312 K112/ 88FC-42312	KYMFHKKGMA [Nm <sup>3</sup> /h]
Apukattila	1K015500	PV 312 K111/ 87FC-42538 87FC-42557 87FC-42578	KYMF3GASAK [Nm <sup>3</sup> /h]
Kymin Voima Oy	0K06429	PV 312 K205/ 94FI-51440	KYMF7MAKMIT [Nm <sup>3</sup> /h]

Meesauunilla ja soodakattilalla on mittaukset, jotka mittaavat normikuutioita sekunnissa, joten näille virtauksille on tehty järjestelmässä skaalaus normikuutioiksi tunnissa. Skaalaus meesauunille lasketaan kaavalla 3.

$$KYMFUMUMAK1 = 3600 * KYMFUMUMAK \quad (3)$$

Soodakattilan virtauksen skaalaus lasketaan kaavalla 4.

$$KYMF3K3MAK1 = 3600 * KYMF3K3MAK \quad (4)$$

Meesauunilla kaasugeneraattorin (turbopolttimen) maakaasun kulutus lisätään meesauunin kulutukseen. Kaasugeneraattorille luodaan uusi muuttuja KYMFUMUTURBO ja se lisätään meesauunin laskentaan. Meesauunin kulutuksen uusi laskenta tapahtuu kaavalla 5.

$$KYMFUMUMAK1 = (KYMFUMUMAK + KYMFUMUTURBO) * 3600 \quad (5)$$

Kaasugeneraattorin virtausmittarin positio on 84FI-47931.

Maakaasun kulutus sellulla lasketaan järjestelmässä kaavalla 6.

$$KYMFGASPULPMILL [Nm^3/h] = KYMFGASAK + KYMFGASHKK + KYMFMUMAK1 \quad (6)$$

Apukattilalla on kolme poltinta, kattilan kokonaisvirtaus lasketaan kaavalla 7.

$$KYMFGASAK = KYMFAKP1MAK + KYMFAKP2MAK + KYMFAKP3MAK \quad (7)$$

Hajukaasukattilan kaasun virtaus lasketaan kaavalla 8.

$$KYMFGASHKK = KYMFHKKGMA \quad (8)$$

Pulpin maakaasun kokonaisvirtaus lasketaan kaavalla 9.

$$KYMFGASPULP [Nm^3/h] = KYMFGASPULPMILL + KYMFSK3MAK + KYMFK7MAKMIT \quad (9)$$

Kymin Voiman biokattila kuluttaa maakaasua 5,5 bar paineessa ja se mitataan yhdellä mittauksella.

Gasumin virtausmittauksiin perustuva Kymin maakaasun kokonaiskulutus normikuutioina [ $Nm^3$ ] lasketaan kaavalla 10.

$$KYMFGASTOT [Nm^3/h] = KYMFLINJA1MAK + KYMFLINJA2MAK \quad (10)$$

### 3.2 Maakaasun vuosi- ja kuukausikulutuksen ennustaminen

Vuosi- ja kuukausikulutuksen ennustaminen tapahtuu EMS-järjestelmästä löytyvällä Rolling forecast -raportilla. Raportti löytyy konserniraportit kansioista. Ennusteet toteutettiin ennen vain kahdella muuttujalla, KYMXNGAS ja KYMXGASSALE, jotka ovat Kymille ostettu maakaasun määrä ja Kymin Voimalle myyty määrä. Ennustukset jaetaan yksiköittäin taulukossa 4 näkyvien FOR1MONTH muuttujien mukaan yhtiöittämisen vuoksi. Maakaasun ennuste annetaan aina tehona [MW].



Taulukko 4 FOR1MONTH muuttujat vuosi- ja kuukausiennustamiseen

Osasto	Muuttujan kuvaus	Muuttuja (FOR1MONTH)
Paperi	Naturalgas, paperi	KYMXNGASPAP [MW]
Pulp	Naturalgas, Pulp	KYMXNGASPULP_TOT [MW]
Sellu	Naturalgas, sellu	KYMXNGASPULP [MW]
Kymin Voima	Naturalgas sale, KyVo	KYMXGASSALE [MW]

Kymin Voiman sisältyessä Pulpiin lisätään laskentaan kaava 11.

$$KYMXNGASPULP\_TOT = KYMXNGASPULP + KYMXGASSALE \quad (11)$$

### 3.3 Maakaasun viikko- ja vuorokausikulutuksen ennustaminen

Lyhyen aikavälin ennustaminen tapahtuu EMS-järjestelmässä kunkin osaston omasta kuvasta Ennusteet-linkin takaa avautuvalla työkalulla. Kaasun kulutus ennustetaan tehona [MW]. Yksikkökohtaiset ennusteet siirretään Energian FINCCS-järjestelmään. Taulukossa 5 on esitetty yksiköiden FOR1HOUR-muuttujat.

Taulukko 5 FOR1HOUR-muuttujat viikko- ja vuorokausikulutuksen ennustamiseen

Osasto	Muuttujan kuvaus	Muuttuja (FOR1HOUR)
Kymi yhteensä	Naturalgas, Kymi	KYMXGASTOT [MW]
Paperi	Naturalgas, paperi	KYMXGASPAPMILL [MW]
Sellu	Naturalgas, Pulp	KYMXGASPULPMILL1 [MW]

### 3.4 Reaaliaikainen tieto ja historiadata

Maakaasun kulutuksen seuranta tapahtuu taulukko 6:ssa esitettyjen muuttujien avulla. Kuluvan hetken arvo saadaan, kun kerrotaan maakaasun sen hetkiset virtaamat maakaasun lämpöarvon oletusarvolla. Tämä lämpöarvo on Gasumin antama arvio. Lopullinen kulutus vahvistuu joka kuukauden ensimmäisenä arkipäivänä, jolloin Gasum vahvistaa edellisen kuukauden lämpöarvon. Tämän muuttujan nimitys laskennoissa on GASRMAKLMS.

Taulukko 6 Maakaasun kulutuksen hetkellisarvon kulutuskohteet ja muuttujat

Osasto	Muuttujan kuvaus	Muuttuja
Paperi	Naturalgas, paperi	KYMXGASPAPMILL [MWh]
Pulp	Naturalgas Sellu	KYMXGASPULPMILL1 [MWh]
Sellu	Naturalgas Sellu	KYMXGASPULPMILL [MWh]
KyVo	Naturalgas Sale, KyVo	KYMXGASK7 [MWh]
Soodakattila	Soodakattila maakaasu	KYMXGASSK [MWh]

Reaaliaikaiset tiedot lasketaan yksiköittäin seuraavilla kaavoilla:

Paper ENA:n reaaliaikainen maakaasun kulutus lasketaan kaavalla 12.

$$KYMXGASPAPMILL [MWh] = KYMFGASPAPMILL * GASRMAKLMS \quad (12)$$

Pulpin maakaasun kokonaiskulutus muodostuu sellun, soodakattilan sekä KyVo:n yhteenlasketusta kulutuksesta ja lasketaan kaavalla 13.

$$KYMXGASPULPMILL1 [MWh] = KYMFGASPULPMILL * GASRMAKLMS + KYMXGASK7 + KYMXGASSK \quad (13)$$

Sellun kokonaiskulutus lasketaan kaavalla 14.

$$KYMXGASPULPMILL [MWh] = KYMFGASPULPMILL * GASRMAKLMS \quad (14)$$

Soodakattilan kokonaiskulutus lasketaan kaavalla 15.

$$KYMXGASSK [MWh] = KYMFSK3MAK * GASRMAKLMS * 3600 \quad (15)$$

Kymin Voima kokonaiskulutus lasketaan kaavalla 16.

$$KYMXGASK7 [MWh] = KYMFK7MAKMIT * ENRFIRMAKLMS \quad (16)$$

Maakaasun kulutus megawattitunneissa yhteensä [MWh] Kymillä määritetään Gasumin tietojen pohjalta virtausmittausten perusteella. Laskenta ei ole täysin luotettava kesken kuukauden, koska lämpökerroin (GASRMAKLMS) vahvistetaan vasta laskutuksen yhteydessä. Maakaasun kokonaiskulutus lasketaan kaavalla 17.

$$KYMFGASTOT [MWh] = KYMFGASTOT * GASRMAKLMS \quad (17)$$

### 3.5 Maakaasun suhteutuslaskenta

Gasumin laskutus maakaasun kulutuksesta perustuu Gasumin paineaseman virtausmittaukseen. Vaikka UPM:n maakaasun virtausmittarit on kalibroitu, ei UPM:n virtausmittareiden summa ole yhtä suuri kuin Gasumin virtausmittaus. Tästä syystä mittauksien välinen ero on suhteutettava kaikkien maakaasun kuluttajien kulutuksien suhteessa, jotta kustannukset pystytään osoittamaan laskutuksessa oikein.

Jokaiselle kulutuskohteelle lasketaan suhteutetut maakaasumäärät erikseen johtuen kohteiden erilaisesta verotuksesta. KyVo:a ei suhteuteta, mutta sen on oltava suhteutettavien mittauksen summassa mukana, jotta saadaan oikea suhteutuskerroin.

Gasumin maakaasun kulutusta KYMFGASTOT [Nm<sup>3</sup>/h] verrataan UPM:n suhteutettavien mittauksien summaan. Ensimmäiseksi lasketaan suhteutettavien kulutuskohteiden mittaukset yhteen kaavalla 18.

$$\begin{aligned} SuhtMittauksetYht = & KYMFHKKGMA + KYMFMUMAK1 + \\ & KYMFSK3MAK1 + KYMFGASAK + KYMFK7MAKMIT + \\ & KYMFC3LEIJUMAK + KYMFC3INFMAK + KYMFC3KATMAK + \\ & KYMFPK8MAK \end{aligned} \quad (18)$$

Jolloin voidaan laskea suhteutuskerroin kaavalla 19.

$$SuhtKerroin = KYMFGASTOT / SuhtMittauksetYht \quad (19)$$

Suhteutuskertoimelle on määriteltävä järkevyytarkastelu, jotta kerroin pysyisi inhimillisenä, vaikka kaavoihin tulisi virhe. Jos suhteutuskerroin on suurempi kuin 1,25 tai pienempi kuin 0,75, käytetään kertoimena ykköstä (1).

Suhteutuskertoimen avulla saadaan laskettua suhteutetut virtausmäärät [Nm<sup>3</sup>/h] joka kulutuskohteelle.

Päällystyslaitoksen kuumaöljykattilan suhteutettu virtausmäärä lasketaan kaavalla 20.

$$KYMFC3KATMAK\_SUHT = KYMFC3KATMAK * SuhtKerroin \quad (20)$$

Päällystyslaitoksen leijukuivaimien suhteutettu virtausmäärä lasketaan kaavalla 21.

$$KYMFC3LEIJUMAK_{SUHT} = KYMFC3LEIJUMAK * SuhtKerroin \quad (21)$$

Päällystyslaitoksen kaasuinfröjen suhteutettu virtausmäärä lasketaan kaavalla 22.

$$KYMFC3INFMAK_{SUHT} = KYMFC3INFMAK * SuhtKerroin \quad (22)$$

Paperikone 8:n suhteutettu virtausmäärä lasketaan kaavalla 23.

$$KYMFPK8MAK_{SUHT} = KYMFPK8MAK * SuhtKerroin \quad (23)$$

Kymin Voiman suhteutettu virtausmäärä lasketaan kaavalla 24.

$$KYMFKYVOMAK_{SUHT} = KYMFK7MAKMIT * SuhtKerroin \quad (24)$$

Apukattilan suhteutettu virtausmäärä lasketaan kaavalla 25.

$$KYMFAKMAK_{SUHT} = KYMFGASAK * SuhtKerroin \quad (25)$$

Soodakattilan suhteutettu virtausmäärä lasketaan kaavalla 26.

$$KYMFSK3MAK_{SUHT} = KYMFSK3MAK1 * SuhtKerroin \quad (26)$$

Hajukaasukattilan suhteutettu virtausmäärä lasketaan kaavalla 27.

$$KYMFHKKMAK_{SUHT} = KYMFHKKGMA * SuhtKerroin \quad (27)$$

Meesauunin suhteutettu virtausmäärä lasketaan kaavalla 28.

$$KYMFMUMAK_{SUHT} = KYMFMUMAK1 * SuhtKerroin \quad (28)$$

Suhteutetut tehot voidaan laskea suhteutettujen virtausmittausten ja viimeisimmän lämpöarvon perusteella. Päällystyslaitoksen kuumaöljykattilan suhteutettu teho lasketaan kaavalla 29.

$$KYMXC3KATMAK_{SUHT} = KYMFC3KATMAK_{SUHT} * GASRMAKLMS \quad (29)$$

Päällystyslaitoksen leijukuivaimien suhteutettu teho lasketaan kaavalla 30.

$$KYMXC3LEIJUMAK_{SUHT} = KYMFC3LEIJUMAK_{SUHT} * GASRMAKLMS \quad (30)$$

Päällystyslaitoksen kaasuinfröjen suhteutettu teho lasketaan kaavalla 31.

$$\begin{aligned} KYMXC3INFMAK_{SUHT} &= vKYMFC3INFMAK_{SUHT} * \\ GASRMAKLMS \end{aligned} \quad (31)$$

Paperikone 8:n suhteutettu teho lasketaan kaavalla 32.

$$KYMXP8MAK_{SUHT} = KYMFP8MAK_{SUHT} * GASRMAKLMS \quad (32)$$

Kymin Voiman suhteutettu teho lasketaan kaavalla 33.

$$\begin{aligned} KYMXKYVOMAK_{SUHT} &= KYMFKYVOMAK_{SUHT} * \\ GASRMAKLMS \end{aligned} \quad (33)$$

Apukattilan suhteutettu teho lasketaan kaavalla 34.

$$KYMxA8MAK_{SUHT} = KYMFA8MAK_{SUHT} * GASRMAKLMS \quad (34)$$

Soodakattilan suhteutettu teho lasketaan kaavalla 35.

$$KYMxSK3MAK_{SUHT} = KYMFSK3MAK_{SUHT} * GASRMAKLMS \quad (35)$$

Hajukaasukattilan suhteutettu teho lasketaan kaavalla 36.

$$KYMxHKKMAK_{SUHT} = KYMFHKKMAK_{SUHT} * GASRMAKLMS \quad (36)$$

Meesauunin suhteutettu teho lasketaan kaavalla 37.

$$KYMxMUMAK_{SUHT} = KYMFMUMAK_{SUHT} * GASRMAKLMS \quad (37)$$

Suhteutetuista tehoista voidaan laskea koko paperitehtaan suhteutettu teho kaavalla 38.

$$\begin{aligned} KYMxPAPERIMK_{SUHT} &= KYMxC3KATMAK_{SUHT} + \\ KYMxC3LEIJUMAK_{SUHT} &+ KYMxC3INFMAK_{SUHT} + \\ KYMxP8MAK_{SUHT} \end{aligned} \quad (38)$$

Sellutehtaan suhteutettu teho lasketaan kaavalla 39.

$$\begin{aligned} KYMxSELLUMK_{SUHT} &= KYMxKYVOMAK_{SUHT} + KYMxA8MAK_{SUHT} + \\ KYMxSK3MAK_{SUHT} &+ KYMxHKKMAK_{SUHT} + KYMxMUMAK_{SUHT} \end{aligned} \quad (39)$$

Suhteutetut tehot voidaan myös laskea seuraavilla kaavoilla, kunhan Gasu-  
milta on tullut vahvistettu maakaasun lämpöarvo ja laskutustiedot edellisen  
kuukauden osalta. Laskenta tapahtuu joka kuun ensimmäisenä arkipäivänä.  
Päällystyslaitoksen suhteutettu teho lasketaan kaavalla 40.

$$\begin{aligned} \text{CalcDouble } xC3KAT &= \\ KYMFC3KATMAK\_SUHT. \text{GetSum}(edKK, ekaPV, hAVE1HOUR) & \quad (40) \end{aligned}$$

Päällystyslaitoksen leijukuivaimien suhteutettu teho lasketaan kaavalla 41.

$$\begin{aligned} \text{CalcDouble } xC3Leiju &= \\ KYMFC3LEIJUMAK\_SUHT. \text{GetSum}(edKK, ekaPV, hAVE1HOUR) & \quad (41) \end{aligned}$$

Päällystyslaitoksen kaasuinfrujen suhteutettu teho lasketaan kaavalla 42.

$$\begin{aligned} \text{CalcDouble } xC3INF &= \\ KYMFC3INFMAK\_SUHT. \text{GetSum}(edKK, ekaPV, hAVE1HOUR) & \quad (42) \end{aligned}$$

Paperikone 8:n suhteutettu teho lasketaan kaavalla 43.

$$\begin{aligned} \text{CalcDouble } xPK8 &= \\ KYMFPK8MAK\_SUHT. \text{GetSum}(edKK, ekaPV, hAVE1HOUR) & \quad (43) \end{aligned}$$

Kymin Voiman suhteutettu teho lasketaan kaavalla 44.

$$\begin{aligned} \text{CalcDouble } xK7 &= \\ KYMFKYVOMAK\_SUHT. \text{GetSum}(edKK, ekaPV, hAVE1HOUR) & \quad (44) \end{aligned}$$

Apukattilan suhteutettu teho lasketaan kaavalla 45.

$$\begin{aligned} \text{CalcDouble } xAK &= \\ KYMFAKMAK\_SUHT. \text{GetSum}(edKK, ekaPV, hAVE1HOUR) & \quad (45) \end{aligned}$$

Soodakattilan suhteutettu teho lasketaan kaavalla 46.

$$\begin{aligned} \text{CalcDouble } xSK3 &= \\ KYMFSK3MAK\_SUHT. \text{GetSum}(edKK, ekaPV, hAVE1HOUR) & \quad (46) \end{aligned}$$

Hajukaasukattilan suhteutettu teho lasketaan kaavalla 47.

$$\begin{aligned} \text{CalcDouble } xHKK &= \\ KYMFHKKMAK\_SUHT. \text{GetSum}(edKK, ekaPV, hAVE1HOUR) & \quad (47) \end{aligned}$$

Meesauunin suhteutettu teho lasketaan kaavalla 48.

$$\begin{aligned} \text{CalcDouble } xMU &= \\ KYMFMUMAK\_SUHT &.\text{GetSum}(\text{edKK}, \text{ekaPV}, \text{hAVE1HOUR}) \end{aligned} \quad (48)$$

Gasum ilmoittaa lämpöarvon megajouleina normikuutiota kohden, joten kerroin on skaalattava megawateiksi normikuutiota kohden. Kertoimen skaalaus tapahtuu kaavalla 49.

$$\text{CalcDouble } xKerroin = \text{GASRMALMS} * 0.000277777 \quad (49)$$

Sellutehtaan suhteutettu teho lasketaan kaavalla 50.

$$KYMSEXSELLUMK\_LA = (xK7 + xAK + xSK3 + xHKK + xMU) \quad (50)$$

Paperitehtaan suhteutettu teho lasketaan kaavalla 51.

$$KYMXPAPERIMK\_LA = (xC3KAT + xC3Leiju + xC3INF + xPK8) \quad (51)$$

Jolloin Gasumilta tuleva maakaasun teho saadaan, kun lasketaan sellu- ja paperitehdas yhteen. Laskenta tapahtuu kaavalla 52.

$$KYMVGAS\_LA = KYMSEXSELLUMK\_LA + KYMXPAPERIMK\_LA \quad (52)$$

### 3.6 Maakaasun laskutus, verotus ja päästöoikeudet

Suhteutuslaskennassa lasketaan suhteutettu maakaasun kulutus joka kuukauden 1. arkipäivänä, kun Gasum on vahvistanut edellisen kuukauden lämpöarvon. Näin tiedot laskutusta varten ovat käytettävissä 2. arkipäivänä.

Maakaasun laskutus perustuu suhteutettuihin tehomääriin [MWh].

Paperitehtaan laskutus lasketaan kaavalla 53.

$$\begin{aligned} KYMVGASPAPMILL\_SUHT &= KYMVC3KATMAK\_SUHT + \\ KYMVC3LEIJUMAK\_SUHT &+ KYMVC3INFMAK\_SUHT + \\ KYMVPK8MAK\_SUHT & \end{aligned} \quad (53)$$

Pulpin laskutus lasketaan kaavalla 54.

$$\begin{aligned} KYMVGASPULPMILL\_SUHT &= KYMVMUMAK1\_SUHT + \\ KYMVS3K3MAK\_SUHT &+ KYMVGASHKK\_SUHT + KYMVGASAK\_SUHT + \\ KYMVGASK7\_SUHT & \end{aligned} \quad (54)$$

Verotusta koskevat laskennat tehdään Metso DNA info -järjestelmässä. KY-MEMS:stä menee tietoa DNA-järjestelmään verotusta varten. Prosessikaasun kulutusta ja verotuksen jakoa koskevat kaavat eivät olleet EMS-järjestelmässä ajan tasalla.

Prosessiin menevä kaasu muodostuu EMS-järjestelmässä hajukaasukattilasta, PK8:sta sekä C3:n kaasuinfröistä, kuumaöljykattilasta ja leijukuivaimista. Laskenta tapahtuu kaavalla 55.

$$\begin{aligned} KYMFPROMK = & KYMFGASHKK + KYMFPK8MAK + \\ & KYMFC3INFMAK + KYMFC3KATMAK + KYMFC3LEIJUMAK \end{aligned} \quad (55)$$

Meesauuni KYMFMUMAK1 puuttuu tästä laskennasta.

Prosessikaasun jako verolliseen ja verottomaan osaan muodostuu EMS-järjestelmässä seuraavilla kaavoilla. Veroton prosessikaasu lasketaan kaavalla 56.

$$\begin{aligned} KYMFPRMKVEROTON = & KYMFGASHKK + KYMFMUMAK + \\ & KYMFC3LEIJUMAK \end{aligned} \quad (56)$$

Verollinen prosessikaasu lasketaan kaavalla 57.

$$KYMFPROMKVEROLL = KYMFC3INFMAK + KYMFC3KATMAK \quad (57)$$

Tästä laskennasta puuttuu verottomasta osuudesta PK8:n kulutus ja verottomassa osuudessa KYMFMUMAK on kerrottava 3600 s/h tai käytettävä muuttujaa KYMFMUMAK1.

Energiantuotantoon menevä kaasu koostuu apukattilasta ja Kymin Voimasta. Laskenta tapahtuu kaavalla 58.

$$KYMFEENEMK = KYMFGASAK + KYMFK7MAKMIT \quad (58)$$

Nämä kaavat ovat EMS:n alkua ajoilta, ja ne voidaan sieltä poistaa, koska verotusta koskevat laskennat tehdään Metso DNA info -järjestelmässä.

Jos kuitenkin EMS:iin tahdotaan tehdä laskennat prosessikaasun verollisesta ja verottomasta kulutuksesta, se onnistuu seuraavilla kaavoilla:

Paperitehtaan prosessikaasun kulutus lasketaan kaavalla 59.



$$\begin{aligned} KYMFPRMKPAP &= KYMFPK8MAK + KYMFC3INFMAK + \\ &KYMFC3KATMAK + KYMFC3LEIJUMAK \end{aligned} \quad (59)$$

Paperitehtaan verottoman prosessikaasun kulutus lasketaan kaavalla 60.

$$\begin{aligned} KYMFPRMKVEROTONPAP &= KYMFPK8MAK + KYMFC3INFMAK + \\ &KYMFC3LEIJUMAK \end{aligned} \quad (60)$$

Paperitehtaan verollisen prosessikaasun kulutus lasketaan kaavalla 61.

$$KYMFPRMKVEROLLPAP = KYMFC3KATMAK \quad (61)$$

Sellutehtaan prosessikaasun kulutus lasketaan kaavalla 62.

$$\begin{aligned} KYMFPRMKPULP &= KYMFSK3KAMK + KYMFSK3KUMK + \\ &KYMFGASAK + KYMFGASHKK + KYMFMUMAK1 \end{aligned} \quad (62)$$

Sellutehtaan verottoman prosessikaasun kulutus lasketaan kaavalla 63.

$$\begin{aligned} KYMFPRMKVEROTONPULP &= KYMFSK3KAMK + KYMFGASHKK + \\ &KYMFMUMAK1 \end{aligned} \quad (63)$$

Soodakattilan käynnistyspolttimet sekä meesauuni ovat käynnistyksessä verollisia, tästä on erillinen laskenta. Sellutehtaan verollinen prosessikaasun kulutus voidaan laskea kaavalla 64.

$$KYMFPRMKVEROLLPULP = KYMFSK3KUMK + KYMFGASAK \quad (64)$$

Soodakattila, apukattila ja hajukaasukattila kuuluvat maakaasun verotuslaskelmassa niin sanottuun yhdistettyyn tuotantoon. Verollisen maakaasun määrä lasketaan erillisellä laskelmalla. (Haastateltava 2 2016.)

Päästöoikeuslaskelmat tehdään suhteutettujen maakaasun kulutuksien mukaan. Laskennat suoritetaan erillisessä Excel-taulukossa.

#### 4 KYMIN SÄHKÖENERGIAN EMS-MUUTTUJAT JA LASKENNAT

Tässä luvussa selvitetään Kymin EMS-järjestelmässä olevat, sähköenergian siirtoon liittyvät laskelmat ja muuttujat. Tässä työssä käytetyt muuttujat on lis-

tattu kokonaisuudessaan liitteessä 3. Laskennat perustuvat Kymin sähkönjakelun pääkaavioon numero 0K000092 ja EMS:n Prosessikaaviot- kansiosta löytyvään rajapistekaavioon.

Jos sähkön kulkusuunnan vaihtuminen on mahdollista, energiamittareiden on laskettava erikseen sekä sisään, että ulosmenevä energia ja tunti-laskennoissa niistä on otettava erotus. Yhtiöittämisen seurauksena 12 kappaletta vanhoja käsin luettavia energiamittareita täytyy vaihtaa uusiin etäluettaviin mittareihin. Taulukossa 7 on esitetty tarvittavat, suoraan EMS:iin kytkettävät kWh-mittarit.

Taulukko 7 Tarvittavat uudet mittarit

Nimi	Mittari	Lähtö	Mihin
PK8 Märkäpää syöttö	K35	KL3C1	32C6
PK8 Jako- asema syöttö	K36	KL3C2	31C9
PK8 - Sellutehdas	K37	KL3C7	KL7C5
PK8 - PK9	K38	KL3C8	KL4C8
Konttori ja korjaamo	K39	KL3C12	30H5
PK8 - Massankäsittely	K40	KL3C14	31H14
Massankäsittely 2	K41	KL3C15	31H15
Massankäsittely 3	K42	KL3C16	31H13
PK8 - Talteenotto	K43	KL3C19	71C21
PK9 - KK3	K47	KL4C10	33C11
Päällystyslaitos - puukentän valaistus	N06	43C14	43H10
Biologinen puhdistamo	K48	31C19	19C1

## 4.1 Kymin paperitehtaan kulutukset ja ennusteet

Paperitehtaan kulutukset jaetaan paperikoneisiin PK8, PK9 ja päällystyslaitos C3:seen. Osastojen ennusteet löytyvät EMS:n ennusteet-kansiosta. Kansioon on tulevaisuudessa lisättävä omat tiedostonsa sekä paperille, että sellulle. Myös Haihduuttamo ja muut KNI-muuttuja on jaoteltava kulutuskohteiden mukaan.

Paperitehtaan päämuuntajat ovat PT3, mittari KYM K01 ja PT4, mittari KYM K04 sekä KYM K05. Muuntajan PT3 käyttö lasketaan kaavalla 65.

$$\begin{aligned} KYMEKNIPT3PATO &= KYMEKNIPT3OTTOP - \\ KYMEKNIPT3ANTOP \end{aligned} \quad (65)$$

Tämä muuttuja ei ole enää käytössä, järjestelmä ilmoittaa arvon kelvottomaksi. Sen sijaan KYMEPK01-muuttuja näyttää muuntajan tehon mittarin KYM K01 mukaan.

PT4 teho lasketaan kahdesta mittauksesta kaavalla 66.

$$\begin{aligned} KYMEPT4YHT &= KYMEPK04_U + KYMEPK05_U - KYMEPK04_S - \\ KYMEPK05_S \end{aligned} \quad (66)$$

Paperikone 8 ennusteen muuttuja on KYMEPK8. Nykyinen laskenta on toteutettu seuraavilla kaavoilla. Kaava 67 on merkitty kommentiksi //-merkinnällä ja jätetty varmuuden vuoksi järjestelmään näkyville, se ei ole enää mukana laskennassa.

$$\begin{aligned} //KYMEPK8 &= KYMEVL3C3 + KYMEVL3C4 - KYME31C19 * 0.01 + \\ KYMEVL3C12 \end{aligned} \quad (67)$$

Paperikone 8:n laskenta tapahtuu kaavalla 68, jonka laskenta muodostuu PK8:n määränpään ja jakoaseman syötöistä, uudet mittarit KYM K35 ja KYM K36 asennetaan lähtöihin KL3C1 ja KL3C2.

$$KYMEPK8 = KYMEKL3C1P + KYMEKL3C2P \quad (68)$$

Paperikone 9 ennusteen muuttuja on KYMEPK9. Nykyinen laskenta tapahtuu seuraavilla kaavoilla 69 ja 70. Laskenta muodostuu lähdöstä KL4C2.

$$KYMEPK9 = KYMEKNIPK9 \quad (69)$$

$$KYMEKNIPK9 = KYMEKL4C2 \quad (70)$$

Lähtö KL4C11 Arkkisalin konttorit ja lähtö KL4C13 Raaka-aineosasto kuuluvat muuttujaan Haihduttamo & muut KNI. Lähtö KL4C12 Arkittamo ei kuitenkaan kuulu laskennassa siihen, se on lisättävä kaavaan ja paperitehtaan kulutukseen.

Päällystyslaitos C3:n ennusteen muuttuja on KYMEC3.

Päällystyslaitoksen kulutus muodostuu lähdöstä KL4C7. Laskennasta on vähennettävä sellulle kuuluva puukentän valaistus 43H10, mihin tarvitaan uusi mittari KYM N06. Laskenta tapahtuu kaavalla 71.

$$KYMEC3 = KYMEKL4C7 - 43H10 \quad (71)$$

Haihduttamo ja muut KNI -ennusteessa on mukana paperitehtaan kulutuskohteita. Tämä ennuste on jaoteltava paperin ja sellun kulutuskohteiden mukaan ja uudet muuttujat KYMEPAPMUUT ja KYMEPULPMUUT on luotava. Paperitehtaalle kuuluvat kohteet ovat arkkisalin konttorit, raaka-aineosasto ja raaka-aineosastolle tuleva lähtö KL4C13. Kaavaan on myös lisättävä lähtö KL4C12 arkittamolle. Uuden muuttujan laskenta tapahtuu kaavalla 72.

$$KYMEPAPMUUT = KYMEKL4C11P + KYMERAAKAAINEOSASTO + KYMEKL4C13P + KYMEKL4C12P \quad (72)$$

Raaka-aineosaston muuttuja on KYMERAAKAAINEOSASTO. Laskenta tapahtuu seuraavilla kaavoilla. Kaava 73 on kommentti, se ei ole enää käytössä laskennassa.

$$//KYMERAAKAAINEOSASTO = KYMEMASSAOSASTO + KYMEKL4C13 \quad (73)$$

Raaka-aineosaston kulutus lasketaan kaavalla 74. Lähtö KL4C13 raaka-aineosastolle lisätään suoraan Haihduttamo & muut KNI- laskentaan.

$$KYMERAAKAAINEOSASTO = KYMEKL3C14P + KYMEKL3C15P + KYMEKL3C16P \quad (74)$$

Raaka-aineosaston kulutukseen lasketaan mukaan:

- Lähtö KL3C14 Massankäsittelyosastolle
- Lähtö KL3C15 Massankäsittelyosastolle

- Lähtö KL3C16 Massankäsittelyosastolle

Paperitehtaan kokonaiskulutukseen kuuluu mukaan seuraavat kohteet:

- PK8
- PK9
- Päällystyslaitos C3
- Haihduttamo & muut KNI -muuttujasta jaoteltu KYMEPAPMUUT, mikä sisältää arkkisalin konttorit, massankäsittelyosaston ja arkittamon.

Paperitehtaan kokonaiskulutukselle on luotava uusi muuttuja KYMEPAP. Laskenta tapahtuu kaavalla 75.

$$\begin{aligned}
 \text{KYMEPAP} &= \text{KYMEPK01} + \\
 &\text{KYMEPT4YHT} - \text{KYMekuIVAUSKONE} - \text{KL3C12} - \text{KYMEPK03} - \text{KL31C19} * \\
 &0.01 - 43H10 - \text{KL3C7} - \text{KL3C19} \qquad \qquad \qquad (75)
 \end{aligned}$$

Lasketaan yhteen päämuuntajien syötöt, vähennetään niistä kuivauskone, konttori ja korjaamo, apukattila, biologisen puhdistamon syöttö, puukentän valaistus, KL3C7 sellutehtaalta ja KL3C19 turbiinilta.

KL3C7 ja KL3C19 ovat tehtaiden välisiä varasyöttöjä, niiden etumerkit kaavassa on tarkastettava järjestelmässä, kun kaava otetaan käyttöön.

#### 4.2 Kymin sellutehtaan kulutukset ja ennusteet

Sellutehtaan päämuuntajat, sellutehdas PT7 mittari K06 ja soodakattila PT6 mittari T01

Muuntajan PT7 kautta lähtee myös KyVo:n varasyöttö. Jos KyVo:n tuotanto on pienempi kuin kulutus, tämä lasketaan sellun kulutukseksi ja sellu laskuttaa siitä KyVoa. Muuntajan PT7 tehon kaava 76 muodostuu mittarista KYM K06.

$$\text{KYMekNIPT7PATO} = \text{KYMEPK06} \qquad \qquad \qquad (76)$$

Sellutehtaan kulutukseen lasketaan mukaan seuraavat kohteet:

- Kuitulinja
- Haihduttamo & muut KNI
- Kuorimo
- Muut Kymi

- Kuivauskone
- Biologinen puhdistamo
- Raakavesilaitos ja vesilaitos
- Kymin Voiman varayhteys KYMEPK09

Kuitulinjan kulutuksen laskenta tapahtuu seuraavilla kaavoilla. Kaava 77 on vanha kommentiksi merkitty laskenta.

$$//KYMEKUITULINJA = KYMEVL1CKUITUL + KYMEVL2CKUITUL \quad (77)$$

Kuitulinjan kulutukseen laskenta muodostuu lähdöistä KL7C6, KL7C7 ja KL7C2 ja laskenta tapahtuu kaavalla 78.

$$KYMEKUITULINJA = KYMEKL7C6P + KYMEKL7C7P + KYMEKL7C2P \quad (78)$$

Haihduutamo & muut KNI laskenta tapahtuu kaavalla 79.

$$KYMEKNIMUUT = KYMEKL4C11P + KYMEBIOPUHD + KYMERAAKAAINEOSASTO + KYMEKL4C13P + KYME71C3P + KYME71C4P + (KYMEKL7C1 * 0.7) \quad (79)$$

Laskenta muodostuu arkkisalin konttoreista, biologisesta puhdistamosta, raaka-aineosastosta, raaka-aineosaston lähdöstä KYMEKL4C13P, haihduutamon omakäyttöistä 71C3P ja 71C4P ja talteenottoon tulevasta syötöstä. Lähtö KL4C12 arkkitehtimolle puuttuu kaavasta, se on lisättävä paperitehtaan kaavaan.

Tämä laskenta on jaoteltava omakseen paperi- ja sellutehtaalte ja uudet muutajat KYMEPAPMUUT ja KYMEPULPMUUT on luotava. KYMEPAPMUUT on paperitehtaan muut ja lasketaan kaavalla 80.

$$KYMEPAPMUUT = KYMEKL4C11P + KYMERAAKAAINEOSASTO + KYMEKL4C13P + KYMEKL4C12P \quad (80)$$

KYMEPULPMUUT on sellutehtaan muut ja laskenta tapahtuu kaavalla 81.

$$KYMEPULPMUUT = KYMEBIOPUHD + KYME71C3P + KYME71C4P + (KYMEKL7C1 * 0.7) \quad (81)$$

Kuorimon laskenta tapahtuu kaavalla 83. Kaava 82 on vanha, näkyville jätetty laskenta.

$$//KYMEKUORIM03 = KYME71C23ANTOP \quad (82)$$

Kuorimon laskenta muodostuu KYM K25 mittarista ja laskenta tapahtuu kaavalla 83.

$$KYMEKUORIM03 = KYMEPK25 \quad (83)$$

Muut Kymi -muuttujan laskenta tapahtuu kaavalla 84.

$$KYMEKYMUUT = KYMEKYKAYTTO // - KYMEKYC18 \quad (84)$$

Laskennassa käytetty //- merkintä tarkoittaa sitä, että loppurivi muuttuu kommentiksi. Eli KYMEKYKAYTTO-muuttujasta ei laskennassa vähennetä KYMEKYC18-muuttujaa, vaan se on vain jätetty varmuuden vuoksi näkyville, jos sen kaavasta poistamisesta tulisi jotain ongelmia. KYMEKYC18-muuttuja on vanhat hiomot, jotka on poistettu kokonaan tästä laskennasta.

KYMEKYKAYTTO-muuttuja muodostuu Kymille kuuluvista, suoraan Energian vesivoimalaitokselta syötettävistä lähdöistä. Muuttujan laskenta on selitetty tarkemmin sivulla 36. Laskenta tapahtuu kaavalla 85.

$$KYMEKYKAYTTO = KYMEPK105 + KYMEPK108 + KYMEPK103 + KYMEPK106 \quad (85)$$

KYMEMUUT-muuttuja muodostuu kun Haihduttamo & muut KNI (KYMEKNIMUUT) ja Muut Kymi (KYMEKYMUUT) lasketaan yhteen. Laskenta tapahtuu kaavalla 86.

$$KYMEMUUT = KYMEKNIMUUT + KYMEKYMUUT \quad (86)$$

Kuivauskoneen laskenta tapahtuu kaavalla 87.

$$KYMEKUIVAUSKONE = KYMEPK32 // KYMEKL7C13P + KYMEKL4C10 - KYME4C7 * 0.01 \quad (87)$$

Kuivauskoneen muuttuja muodostuu KYM K32 mittarista. Kuivaamolle menevä lähtö KL7C13, PK9:ltä tuleva lähtö sekä biologisen puhdistamon kulutus on poistettu laskennasta, mutta jätetty kuitenkin kaavaan näkyville. Varasyöttö lähdöstä KL4C10 on lisättävä laskentaan kaavan 88 mukaan.

$$KYMEKUIVAUSKONE = KYMEPK32 + KYMEKL4C10 \quad (88)$$

Biologisen puhdistamon laskenta tapahtuu kaavalla 89.

$$KYMEBIOPUHD = KYME4C7 * 0.01 + KYME31C19 * 0.01 \quad (89)$$

Sellutehtaan kulutus yhteensä lasketaan kaavalla 90. Uusi muuttuja KYME-PULPTOT on luotava.

$$\begin{aligned} KYMEPULPTOT = & KYMEKNIPT7PATO + KYMEKYMUUT + \\ & KYMEKUIVAUSKONE + KL3C12 + KL3C18 + 43H10 + KL3C7 + \\ & KL3C19 \end{aligned} \quad (90)$$

Sellutehtaan kokonaiskulutuksen laskenta muodostuu, kun muuntajan PT7 tehoon lisätään kuivauskoneen, muut Kymin, konttorin ja korjaamon, apukattilan ja puukentän valaistuksen lähdöt. Lähdöt KL3C7 ja KL3C19 ovat tehtaiden välisiä varasyöttöjä, niiden etumerkit kaavassa on tarkastettava järjestelmässä, kun kaava otetaan käyttöön. Näihin lähtöihin kytketään uudet mittarit K37 ja K43.

#### 4.3 Kymin Voiman sähköenergian kulutus, tuotanto sekä ennusteet

Kymin Voiman raportti löytyy EMS:n raportit kansion KyVo-kansiosta. Kymin Voiman omakäytösähkö siirtyy joko KYM K26 tai KYM K09 mittareiden kautta. Jos sähkö siirtyy KYM K09 kautta, niin sellu laskuttaa siitä Kymin Voimaa. Jos Kymin Voiman omakäyttö on suurempi kuin tuotanto, erotus on myyntiä Kymin Voimalle ja tuotanto on negatiivista.

Kymin Voiman tuotanto, mittari KYM K30 ja omakäyttö KYM K26. Varayhteys tulee 71C2 kautta, mittari KYM K09. Kymin Voimalta lähtee myös kuorimolle varasyöttö, mittari K27, joka on huomioitava Kymin Voiman kulutuksessa. Kymin Voiman kulutus lasketaan kaavalla 91.

$$KYMEKYMKYVO = KYMEPK30 \quad (91)$$

Kaava 92 on jätetty kommentiksi, mistä havaitaan, että Kymin Voiman kulutus on ennen laskettu muuntajan PT5 mukaan.

$$\begin{aligned} //KYMEKYVOPT5PATO = & KYMEKYVOPT5OTTOP - \\ & KYMEKYVOPT5ANTOP \end{aligned} \quad (92)$$

Muuntajan PT5 pätöteho nähdään KYM K30 mittarista, laskenta tapahtuu kaavalla 93.



$$KYMELYVOPT5PATO = KYMEPK30 \quad (93)$$

Ostosähkö KyVo:lta eli Pohjolan Voiman osuus lasketaan kaavalla 94. Tämän muuttujan nimitys on KYMEKYVOPVO:

$$KYMEPURCHASEOTHER = KYMEKYVOPVO \quad (94)$$

#### 4.4 Soodakattilan sähköenergian tuotanto ja ennusteet

Ennuste löytyy ennusteet kansion GT3 kohdasta. Soodakattilan muuntaja on PT6 ja energiamittari KYM T01. Laskennoissa GT3 pätötehoa merkitään muuttujalla KYMEVP.

Soodakattilan tuotanto [MWh] lasketaan kaavalla 95.

$$KYMENIPT6PATO = KYMENIPT6OTTOP - KYMENIPT6ANTOP \quad (95)$$

Laskennassa tarvittava PT6:n antoteho lasketaan kaavalla 96.

$$KYMENIPT6ANTOP = -1 * KYMEPT01 \quad (96)$$

#### 4.5 Kymin omakäytösähkö ja sähköenergian tuotanto sekä sähköenergian osto

Omakäytösähkö muodostuu kun lasketaan yhteen

- 71C4 haihduttamon omakäyttö
- 71C1 SK3 valaistus
- 71C3 haihduttamon omakäyttö
- 71C5 syöttövesi 1
- 71C10 Soodakattila SS2
- 71C9 Soodakattila SS1
- 71C15 Soodakattila SS3
- 71C17 SK3 Prosessi
- 71C16 SK3 Prosessi
- 71C21 Turbiini
- 71C18 Syöttövesi 2
- 71C22 Turbiini

Omakäyttösähkön laskenta tapahtuu kaavalla 97.

$$\begin{aligned} KYMEOMAK = & KYMEPK11\_U + KYMEPK08\_U + KYMEPK10\_U + \\ & KYMEPK12\_U + KYMEPK15\_U + KYMEPK14\_U + KYMEPK17\_U + \\ & KYMEPK19\_U + KYMEPK18\_U + KYMEPK23\_U + KYMEPK20\_U + \\ & KYMEPK24\_U \end{aligned} \quad (97)$$

Omakäyttösähkөөn on lisättävä myös raakavesipumppaamon ja vesilaitoksen pumput lähdöistä 2C8, 2C10 ja 1C3.

Kymin sähköenergian tuotanto lasketaan vähentämällä GT3 pätötehosta omakäyttösähkö. Laskenta tapahtuu kaavalla 98.

$$KYPEKNIOMAKE = KYPEVP - KYMEOMAK \quad (98)$$

Kymin oma tuotanto saadaan kun lasketaan yhteen Kymin Voiman PVO:n osuus ja Kymin sähköenergian tuotanto. Laskenta tapahtuu kaavalla 99.

$$KYPEGENTOT = KYPEKYVOPVO + KYPEKNIOMAKE \quad (99)$$

Jotta voidaan laskea ostoteho UPM Energialta, tarvitsee laskea muuttujat KYMEKNIKAYTTO ja KYPEKYKAYTTO.

Muuttujan KYPEKNIKAYTTO laskenta tapahtuu kaavalla 100.

$$KYPEKNIKAYTTO = KYPEPK01 + KYPEPT4YHT + KYPEPK06 \quad (100)$$

Laskenta muodostuu mittarista KYM K01 paperikone 8:lle, muuntajasta PT4 paperikone 9:lle ja mittarista KYM K06 sellutehtaalle.

Muuttujan KYPEKYKAYTTO laskenta tapahtuu kaavalla 101.

$$\begin{aligned} KYPEKYKAYTTO = & KYPEPK105 + KYPEPK108 + KYPEPK103 + \\ & KYPEPK106 \end{aligned} \quad (101)$$

Laskenta muodostuu mittareista PK105 lähdössä 31C109 Kymin jakoasema, PK103 lähdössä 31C104 KUU Voimalaitos (Tenniskenttä, ammattikoulu ja terveyskeskus), PK108 lähdössä 31C114 KY Vesilaitos sekä PK106 lähdössä 31C209 KNI Raakavesilaitos

KYPEKYKAYTTO on Kymin laskentaan kuuluvat, suoraan UPM Energian vesivoimalaitokselta syötettävät lähdöt. Lähtö PK103 KUU Voimalaitos (Tennis-

kenttä, ammattikoulu ja terveyskeskus) ei ole ollut enää pitkään aikaan käytössä, sähkö syötetään noihin pisteisiin nykyään KSS Energian verkon kautta. Lähdössä ei ole enää muuntajia, joten sen voi poistaa kaavasta. (Haastateltava 1 2016.)

Kymille ostettavaa pätötehoa UPM Energialta merkitään muuttujalla KYMEACTIVETOT. Laskenta tapahtuu kaavalla 102.

$$KYMEACTIVETOT = KYMEKNIKAYTTO + KYMEKYKAYTTO - KYMEGENTOT - KYMEOMAK \quad (102)$$

Kulutuksen ja tuotannon erotus osoittaa ostetaanko sähköä ulkoa vai myydäänkö sitä. Kun Kymi ostaa sähköä, on KYMEACTIVETOT positiivinen ja kun Kymi myy on se negatiivinen luku. Laskenta on havainnollistettu liitteessä 4. Sähkön ostamisen laskenta tapahtuu kaavalla 103.

$$KYMEPURCHASE = KYMEACTIVETOT \quad (103)$$

Sähkön myyminen lasketaan kaavalla 104.

$$KYMESALE = -KYMEACTIVETOT \quad (104)$$

Ostettava nettosähkö lasketaan kaavalla 105.

$$KYMEPURCHASEINT = KYMEACTIVETOT \quad (105)$$

Kymille ostettava sähkö on myös jaoteltava paperi- ja sellutehtaalle erikseen ja uusia muuttujia on luotava. Paperitehtaan sähköenergian osto/ myynti ulkoa ja ennusteet, sijoitettava Ennusteet kansioon luotavaan Paper ENA -osioon. Laskenta tapahtuu vähentämällä kulutuksesta tuotanto.

Muuttuja KYMEPAPSPOTSAHKO lasketaan FINCCS:ssä ja siirretään KYMEMEMS:iin. Sähkön osto ja myynti paperitehtaalla lasketaan kaavalla 106.

$$KYMEPAPSPOT = KYMEPAP - KYMEKYVOPVO \quad (106)$$

Kun GT7 PVO:n osuus on pienempi kuin paperitehtaan kulutus, paperitehdas ostaa sähköä. Vastaavasti kun GT7 PVO:n osuus on suurempi kuin paperitehtaan kulutus, sähköä myydään verkkoon. GT7 tuotantoa ei voi suoraan mitata KYM K30 mittarista, koska se mittaa myös KSS:n osuuden KyVo:n tuotannosta.

Sellutehtaan sähköenergian osto/myynti ulkoa ja ennusteet on sijoitettava Ennusteet kansioon luotavaan Pulp-osioon.

KYMEPULPSPOTSAHKO lasketaan FINCCS:ssä ja siirretään KYMEMS:iin. Sähkön osto/myynti lasketaan kaavalla 107.

$$KYMEPULPSPOT = KYMEPULPTOT - KYMEVP - KYMEOMAK \quad (107)$$

Jos tuotanto on suurempi kuin kulutus, sellu myy sähköä verkkoon ja tuotannon ollessa kulutusta pienempi sellu ostaa sähköä verkosta.

#### 4.6 KYMEMS-näytöt ja niihin liittyvät muuttujat

Nykyiset EMS-näytöt ”sähkön käyttö” ja ”tehdastase” on jaoteltava uusille yhtiöille. Asetukset on tehtävä järjestelmään niin, että näytöt aukeavat nykyhetken kohdalla. Järjestelmään on luotava seuraavissa luvuissa esitetyt uudet muuttujat.

##### 4.6.1 Sähkön käyttö Pulp

Sellutehtaan sähkön käytön uudet muuttujat on esitelty taulukossa 8.

Taulukko 8 Sellutehtaan sähkön käytön muuttujat

Kuvaus	Muuttuja
Ennuste kello 11	KYMEPULPTOTOLD_FOR
Ennuste 2 tuntia	KYMEPULPTOTNEW_FOR
Ennuste 20 tuntia	KYMEPULPTOTMID_FOR

Prosessialueet ovat kuitulinja, haihduttamo & muut KNI (uusi muuttuja KYMEPULPMUUT), kuorimo, muut Kymi ja kuivauskone.

#### 4.6.2 Sähkön käyttö Paperi

Paperitehtaan sähkön käytön uudet muuttujat on esitelty taulukossa 9.

Taulukko 9 Paperitehtaan sähkön käytön muuttujat

Kuvaus	Muuttuja
Ennuste kello 11	KYMEPAPTOTOLD_FOR
Ennuste 2 tuntia	KYMEPAPTOTNEW_FOR
Ennuste 20 tuntia	KYMEPAPTOTMID_FOR

Prosessialueet ovat paperikone 8, paperikone 9 ja päällystyslaitos C3. (+Uusi muuttuja KYMEPAPMUUT)

#### 4.6.3 Tehdastase Pulp

Sellutehtaan tehdastaseen kulutuksen uudet muuttujat on esitelty taulukossa 10.

Taulukko 10 Sellutehtaan tehdastaseen kulutuksen muuttujat

Kuvaus	Muuttuja
Pätötehon kokonaiskulutus	KYMEPULPTOT
Pulp päätaseen tasesähkö	KYMETASESAHKO
Pulp Elbas kaupat	ENREKYMELBAS_BOOK
Pulp tuotantosuunnitelma 2h	KYMETUOTANTO-SUUNNITELMA
Pulp Spot-sähkö	KYMESPOTSAHKO
Pulp päätaseen tasesähkö	KYMETASESAHKO

Sellutehtaan tehdastaseen tuotannon uudet muuttujat on esitelty taulukossa 11.

Taulukko 11 Sellutehtaan tehdastaseen tuotannon uudet muuttujat

Kuvaus	Muuttuja
Pulp tuotantosuunnitelma 2h	KYMETUOTANTO- SUUNNITELMA (FOR1HOUR)
Pulp tuotantotaseen tasesähkö	KYMETUOTANTO- TASESAHKO
Pulp sähkön kehitys	KYMEGENTOT
Pulp tuotantotaseen tasesähkö	KYMETUOTANTO-TASE- SAHKO

#### 4.6.4 Tehdastase Paperi

Taulukossa 12 on esitelty paperitehtaan tehdastaseen kulutuksen uudet muuttujat.

Taulukko 12 Paperitehtaan tehdastaseen kulutuksen muuttujat

Kuvaus	Muuttuja
Pätötehon kokonaiskulutus	KYMEPAP
Paperi pääntaseen tasesähkö	KYMEPAPTASESAHKO
Paperi Elbas kaupat	ENREKYMPAPELBAS_BOOK
Paperi tuotantosuunnitelma 2h	KYMEKYVO
Paperi Spot-sähkö	KYMEPAPSPOTSAHKO
Paperi pääntaseen tasesähkö	KYMEPAPTASESAHKO

Taulukossa 13 on esitelty paperitehtaan tehdastaseen tuotannon uudet muuttajat.

Taulukko 13 Paperitehtaan tehdastaseen tuotannon uudet muuttajat

Kuvaus	Muuttuja
Paperi tuotantos suunnitelma 2h	KYMEKYVONETTO (FOR1HOUR)
Paperi tuotantotaseen tasesähkö	KYMEPAPTUOTANTO-TASE- SAHKO
Paperi sähkön kehitys	KYMEKYVONETTO
Paperi tuotantotaseen tasesähkö	KYMEPAPTUOTANTO-TASE- SAHKO

Kymin EMS- järjestelmästä UPM Energian EMS-järjestelmään siirrettävät tiedot esitellään taulukoissa 14 ja 15. Yksikkökohtaiselle kulutukselle on luotava taulukossa esitetyt muuttajat, koska niitä ei järjestelmässä vielä ole. Taulukossa 14 on esitelty sellutehtaalta siirrettävät tiedot.

Taulukko 14 Sellutehtaan tuotanto ja kulutus ilman omakäyttösähkön osuutta

Kuvaus	Muuttuja
Tuotantoennuste	KYMEVP (FOR1HOUR)
Tuotannon hetkellishistoria	KYMEVP (CURRENT HISTORY)
Tuotantohistoria	KYMEVP (AVG1HOUR)
Kello 11 kulutusennuste	KYMEPULPTOTOLD_FOR
Uusin kulutusennuste	KYMEPULPTOT (FOR1HOUR)
Kulutuksen hetkellishistoria	KYMEPULPTOT (CURRENT HISTORY)
Kulutushistoria	KYMEPULPTOT (AVG1HOUR)

Taulukossa 15 on esitetty paperitehtaalta Energialle siirrettävät tiedot. Kulutuksen muuttajat on lisättävä järjestelmän laskentaan.

Taulukko 15 Paperitehtaan tuotanto ja kulutus ilman omakäyttösähkön osuutta

Kuvaus	Muuttuja
Tuotantoennuste	KYMEKYVOPVO (FOR1HOUR)
Tuotannon hetkellishistoria	KYMEKYVOSAHKNPV (CURRENT HISTORY)
Tuotantohistoria	KYMEKYVOSAHKNPV (AVG1HOUR)
Kello 11 kulutusennuste	KYMEPAPTOTOLD_FOR
Uusin kulutusennuste	KYMEPAPTOT (FOR1HOUR)
Kulutuksen hetkellishistoria	KYMEPAPTOT (CURRENT HISTORY)
Kulutushistoria	KYMEPAPTOT (AVG1HOUR)

## 5 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

EMS-järjestelmän oikeanlainen toiminta on UPM:lle hyvin tärkeä asia sekä energian tuotannon että hankinnan kannalta. Järjestelmän toimiessa oikein energianhallinta pystytään optimoimaan, mikä osaltaan luo edellytykset energiatehokkaaseen ja ympäristöystävälliseen toimintaan. Energiatehokkuus on osa jokapäiväistä toimintaa ja UPM pyrkiikin sitä jatkuvasti parantamaan. Tämän vuoksi EMS-järjestelmän kehittäminen pysyy ajankohtaisena aiheena nyt ja tulevaisuudessa.

EMS-järjestelmää on kehitetty jatkuvasti sen käyttöönotosta alkaen ja kehitystyö jatkuu edelleen. Operaattorit ovat hyvin sitoutuneita ennustamiseen ja aika ajoin järjestelmän tila otetaan palaverissa esille. Jatkossa huomiota on kiinnitettävä tiedossa olevien seisokkien saattamiseen operaattoreiden tietoon tarpeeksi aikaisin, jotta ne ehditään ennustaa järjestelmään. Oman lisänsä järjestelmän jatkekehittämiseen tuo prosessihöyryn määrittelyjen päivittäminen, joka rajattiin tästä työstä pois. Jatkossa myös muista järjestelmistä EMS:iin tulevien tietojen alkuperä tulisi tarkistaa. Esimerkiksi Metso DNA Info -järjestelmästä tulevien tietojen muodostuminen voi olla hankala selvittää ja sillä on



oma vaikutuksensa myös EMS:iin. Tulevaisuudessa yhä useampien käsin luettavien energiamittareiden tilalle tullaan vaihtamaan etäluettavat mittarit, joka myös osaltaan tehostaa järjestelmän toimintaa ja parantaa käytettävyyttä.

Työn tavoitteena oli EMS:n sähkö- ja maakaasuenergian muuttujien, laskentojen ja määrittelyjen päivittäminen raportoinnin osalta vastaamaan yhtiöittämisen jälkeistä tilannetta. Sähköverkon kytkentöjä ja maakaasuverkon putkistoja tutkimalla pystyttiin hahmottamaan kokonaisuus, josta muodostui raamit tutkimukselle. Käymällä läpi järjestelmän olemassa olevat laskentakaavat havaittiin laskennan kehityskohteet ja samalla tarkastettiin muuttujien ajantasaisuus. Yksiköittäin kulutuskohteiden jakaminen vaati selvitystyötä, jotta ymmärrettiin, miten laskennat järjestelmässä täytyi jakaa. Laskentaosuus käytiin sekä maakaasun, että sähköenergian osalta toimeksiantajan kanssa läpi kehittämiskeskusteluissa, joissa tuli esille paljon käytännönläheistä ja kokemuksen tuomaa tietoa mikä muuten olisi jäänyt selvittämättä.

Alkuperäiset tavoitteet EMS:n määrittelyjen ja laskentojen päivittämisessä saavutettiin, joskin järjestelmän kehitys jatkuu edelleen. Lopputuloksena saatiin aikaan kattava dokumentti EMS-järjestelmässä olevista laskennoista sekä muuttujista ja uskon, että työ hyödyttää toimeksiantajaa. Yhtiöittämisen osalta laskentojen päivitys onnistui. Vastaavaa dokumenttia, missä kaavat ja muuttujat on selityksineen listattu, ei ole ennen tehty. Haasteita työhön toi maakaasun prosessikaavioiden eroavaisuudet sekä käytöstä poistetut laskentakaavat, jotka löytyivät järjestelmästä. Kokonaisuutena työ oli tarpeeksi haastava ja mielenkiintoinen sekä opetti paljon EMS-järjestelmän toiminnasta ja käyttämisestä, kuten myös sellu- ja paperitehtaan energiataseiden muodostumisesta.

## LÄHTEET

ABB cpmPlus Energy Manager. Energy management solution for the process industry. 2010. PDF-dokumentti. ABB Oy. Saatavissa: [https://library.e.abb.com/public/bbf1916ce4325586852578fc00386a05/cpmPlus\\_Energy\\_Manager\\_brochure\\_EN\\_130910\\_FINAL\\_highres.pdf](https://library.e.abb.com/public/bbf1916ce4325586852578fc00386a05/cpmPlus_Energy_Manager_brochure_EN_130910_FINAL_highres.pdf) [viitattu 13.9.2016].

Haastateltava 1. 2016. Asiantuntija. UPM Energy Oy. Haastattelu 13.9.2016.

Haastateltava 2. 2016. Asiantuntija. UPM Kymmene Oyj. Haastattelu 14.9.2016.

Haastateltava 3. 2016. Asiantuntija. UPM Kymmene Oyj. Haastattelu 14.11.2016.

Hyvärinen, R. 2015. Massa- ja paperiteollisuuden prosessit. Luento 2.11.2015. Pöyry Oyj

KYMI700-projekti. 2014. Verkkodokumentti. UPM Kymmene Oyj. Saatavissa: <https://intranet.upm.com/sites/Kymi/kymi-700-projekti/Pages/default.aspx> [viitattu 2.11.2016].

Kymin historiasta lyhyesti. PDF-dokumentti. UPM Kymmene Oyj. Saatavissa: <http://www.upmpulp.fi/upm-kymi/Documents/Kymin%20historiasta%20lyhyesti.pdf> [viitattu 26.10.2016].

Tervetuloa Kymin tehtaalle. 2016. Verkkodokumentti. UPM Kymmene Oyj. Saatavissa: <http://www.upmpulp.fi/upm-kymi/Pages/Default.aspx> [viitattu 27.10.2016].

Tuuri, A. 1999. UPM Kymmene Metsän jätiläisen synty. Helsinki: Otava.

UPM Kymin historia. 2014. PDF-dokumentti. UPM Kymmene Oyj. Saatavissa: [https://intranet.upm.com/sites/Kymi/Kymin\\_toiminta/Historia/Pages/default.aspx](https://intranet.upm.com/sites/Kymi/Kymin_toiminta/Historia/Pages/default.aspx) [viitattu 26.10.2016].

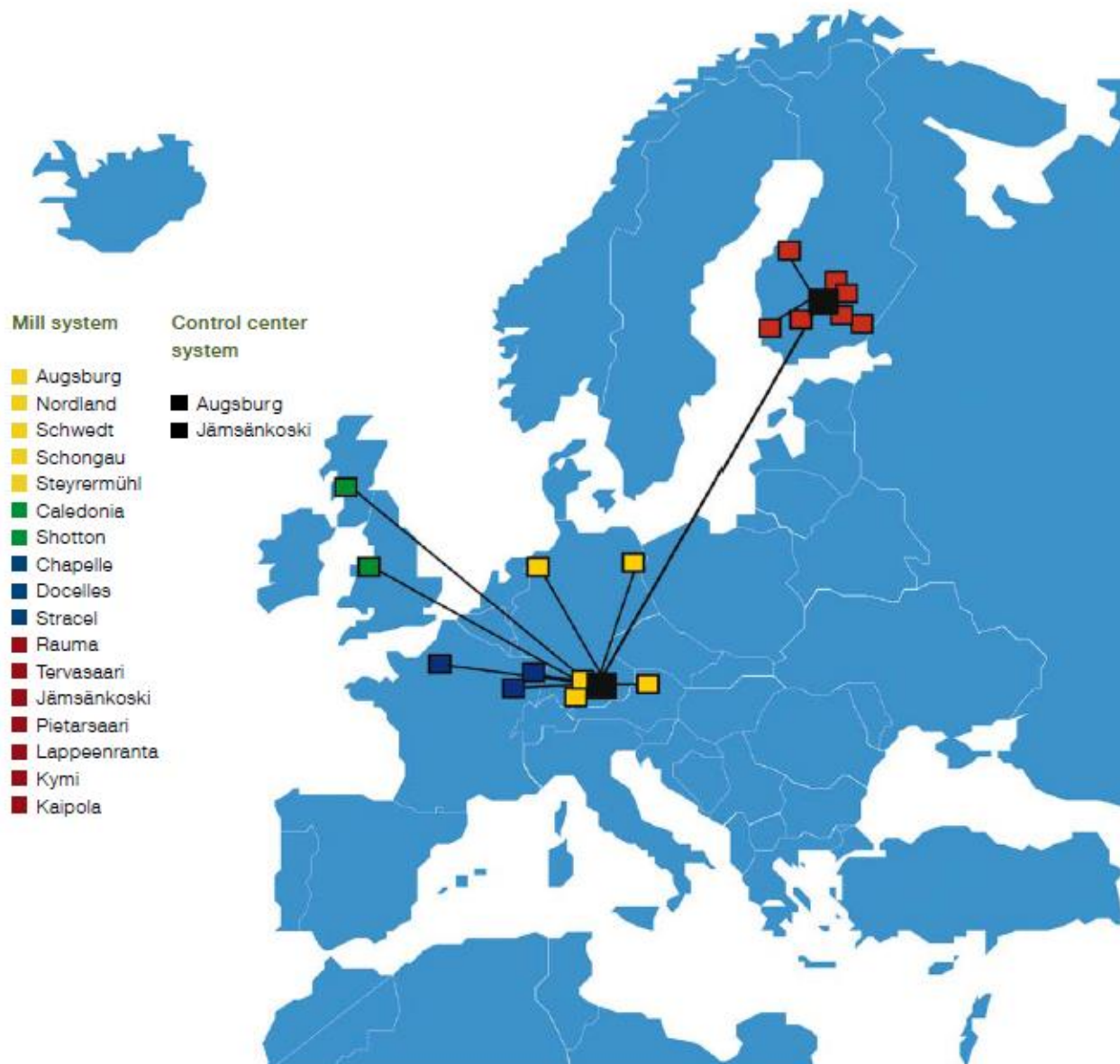
UPM:n talteenottolaitos valmistui Kymin sellutehtaalla. 2011. Verkkodokumentti. UPM Kymmene Oyj. Saatavissa: [https://intranet.upm.com/NewsArchive/News/countries/Pages/UPM\\_n%20talteenottolaitos%20valmistui%20Kymin%20sellutehtaalla.aspx](https://intranet.upm.com/NewsArchive/News/countries/Pages/UPM_n%20talteenottolaitos%20valmistui%20Kymin%20sellutehtaalla.aspx) [viitattu 2.11.2016].

UPM:n vuosikertomus. 2015. PDF-dokumentti. UPM Kymmene Oyj. Saatavissa: [http://assets.upm.com/Investors/Documents/UPM\\_Vuosikertomus\\_2015.pdf](http://assets.upm.com/Investors/Documents/UPM_Vuosikertomus_2015.pdf) [viitattu 26.10.2016].

UPM:n yhtiö rakenne Suomessa muuttuu. 2016. PDF-dokumentti. UPM Kymmene Oyj. Saatavissa: [https://intranet.upm.com/sites/Kymi/Uutisia/Documents/UPM%20PCS\\_Employee%20pres\\_KYMI%20FI\\_FINAL.pdf](https://intranet.upm.com/sites/Kymi/Uutisia/Documents/UPM%20PCS_Employee%20pres_KYMI%20FI_FINAL.pdf) [viitattu 2.11.2016].

UPM vahvistaa asemaansa sellumarkkinoilla investoimalla Kymiin. 2016. PDF-dokumentti. UPM Kymmene Oyj. Saatavissa: [https://intranet.upm.com/sites/Kymi/Kymi-870-projekti/KYMI870%20Asiakirjoja/Kymin%20investointi%20040716\\_sis%C3%A4inen%20infoesitys.pdf](https://intranet.upm.com/sites/Kymi/Kymi-870-projekti/KYMI870%20Asiakirjoja/Kymin%20investointi%20040716_sis%C3%A4inen%20infoesitys.pdf) [viitattu 2.11.2016].

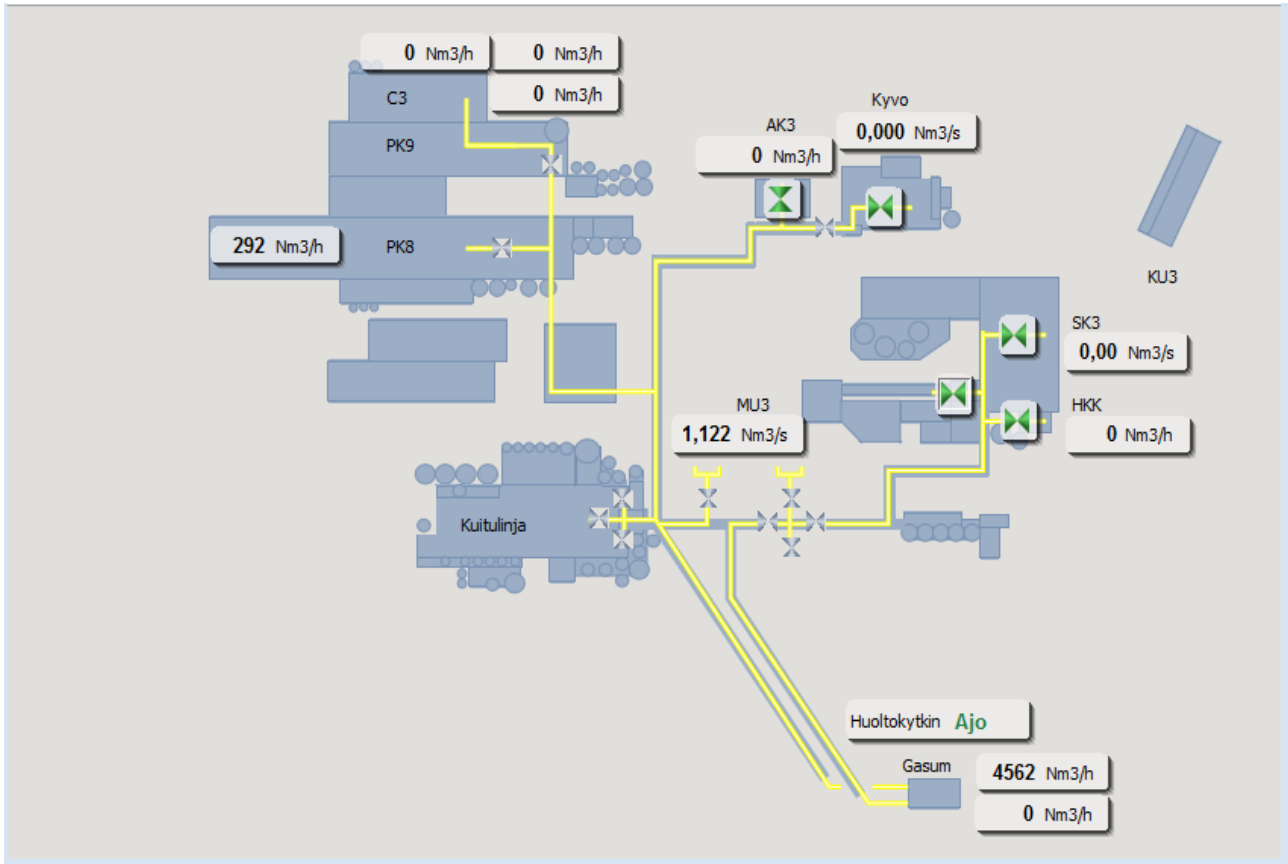
## UPM:N EMS-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖPISTEET



The extent of the UPM energy management system is characterized by the following figures:

- 20 TWh electric yearly total procurement
- 100 energy resources including fossil, nuclear, and hydro
- 17 mill level systems and 2 corporate level control centers
- up to 600 simultaneous users
- 40 000 tags in databases
- 50 interfaces for process data collection

## MAAKAASUN PROSESSIKAAVIO



## Luettelo käytetyistä muuttujista aakkosjärjestyksessä

Muuttuja	Kuvaus
43H10	Lähtö 43H10, Puukentän valaistuksen sähköteho
ENREKYMELBAS_BOOK	Sellutehtaan Elbas- kaupat
ENREKYMPAPELBAS_BOOK	Paperitehtaan Elbas- kaupat
GASRMAKLMS	Maakaasun lämpökerroin
KL31C19	Lähtö 31C19 Biologisen puhdistamon varayhteyden sähköteho
KL3C12	Lähtö KL3C12 Sellun konttorin ja korjaamon sähköteho
KL3C18	Lähtö KL3C18 Apukattilan sähköteho
KL3C19	Lähtö KL3C19 Varayhteys talteenotto 71C21 sähköteho
KL3C7	Lähtö KL3C7 Varayhteys KL7C sähköteho
KYME31C19	Lähtö 31C19 Biologisen puhdistamon varayhteyden sähköteho
KYME4C7	Lähtö 4C7 Biologisen puhdistamon sähköteho
KYME71C23ANTOP	Lähtö 71C23 Kuorimon sähköteho
KYME71C3P	71C3 Haihduttamon sähköteho
KYME71C4P	71C4 Haihduttamon sähköteho
KYMEACTIVETOT	Kymin päätöstopiteho UPM Energialta
KYMEBIOPUHD	Biologisen puhdistamon sähköteho
KYMEC3	Päällystyslaitoksen sähköteho
KYMEGENTOT	Kymin oma sähköntuotanto yhteensä
KYMEKL3C14P	Lähtö KL3C14 Raaka-aineosaston sähköteho
KYMEKL3C15P	Lähtö KL3C15 Raaka-aineosaston sähköteho
KYMEKL3C16P	Lähtö KL3C16 Raaka-aineosaston sähköteho

KYMEKL3C1P	Paperikone 8 märkääpää sähköteho
KYMEKL3C2P	Paperikone 8 jakoasema sähköteho
KYMEKL4C10	Lähtö KL4C10 Kuivauskone 3:sen varayh- teyden sähköteho
KYMEKL4C11P	Lähtö KL4C11 Arkkisalin konttorit sähkö- teho
KYMEKL4C12P	Lähtö KL4C12 Arkittamon sähköteho
KYMEKL4C13	Lähtö KL4C11P Raaka-aineosaston säh- köteho
KYMEKL4C13P	Lähtö KL4C11P Raaka-aineosaston säh- köteho
KYMEKL4C2	Lähtö KL4C2 PK9 Jakoasema sähköteho
KYMEKL4C7	Lähtö KL4C7 Päällystyslaitos C3:lle
KYMEKL7C1	Lähtö KL7C1 Talteenottoon tuleva sähkö- syöttö
KYMEKL7C2P	Lähtö KL7C2 Kuitulinjalle
KYMEKL7C6P	Lähtö KL7C6 Kuitulinjalle
KYMEKL7C7P	Lähtö KL7C7 Kuitulinjalle
KYMEKNIKAYTTO	Kuusanniemi sähkön käyttö
KYMEKNIMUUT	Haihduuttamo ja muut Kuusanniemi
KYMEKNIOMAKE	Kymin sähköenergian tuotanto
KYMEKNIPK9	Paperikone 9 sähköteho
KYMEKNIPT3ANTOP	Muuntajan PT3 antoteho
KYMEKNIPT3OTTOP	Muuntajan PT3 ottoteho
KYMEKNIPT3PATO	Muuntajan PT3 pätoeteho
KYMEKNIPT6ANTOP	Muuntajan PT6 antoteho
KYMEKNIPT6OTTOP	Muuntajan PT6 ottoteho
KYMEKNIPT6PATO	Muuntajan PT7 pätoeteho
KYMEKNIPT7PATO	Muuntajan PT6 pätoeteho
KYMEKUITULINJA	Kuitulinjat sähköteho yhteensä
KYMEKUIVAUSKONE	Kuivauskone sähköteho
KYMEKUORIMO3	Kuorimo sähköteho

KYMEKYC18	Vanhat hiomot
KYMEKYKAYTTO	Vesivoimalta syötettävät lähdöt
KYMEKYMKYVO	Kymiltä KyVolle syötettävä sähköteho
KYMEKYMUUT	Muut Kymi
KYMEKYVO	Paperitehtaan tuotantosunnitelma 2h
KYMEKYVONETTO	Paperitehtaan sähkön kehitys
KYMEKYVOPT5ANTOP	Muuntajan PT5 antoteho
KYMEKYVOPT5OTTOP	Muuntajan PT5 ottoteho
KYMEKYVOPT5PATO	Muuntajan PT5 päteho
KYMEKYVOPVO	Kymin Voiman sähkön PVO:n osuus
KYMEKYVOSAHKNPV	Kymin Voiman osuus netto
KYMEMASSAOSASTO	Kuusanniemi massaosasto
KYMEMUUT	Sähkön käyttö muut yhteensä
KYMEOMAK	Kuusanniemi omakäytösähkö
KYMEPAP	Paperitehtaan kokonaiskulutus
KYMEPAPMUUT	Muut paperitehdas
KYMEPAPSPOT	Sähkön osto/myynti paperitehtaalla
KYMEPAPTASESAHKO	Paperitehtaan päätaseen tasesähkö
KYMEPAPTOT	Paperitehtaan pätehon kokonaiskulu- tus
KYMEPAPTOTMID_FOR	Paperitehtaan sähkön käytön 20 tunnin ennuste
KYMEPAPTOTNEW_FOR	Paperitehtaan sähkön käytön 2 tunnin ennuste
KYMEPAPTOTOLD_FOR	Paperitehtaan sähkön käytön kello 11 ennuste
KYMEPAPTUOTANTOTASA- SESAHKO	Paperitehtaan tuotantotaseen tasesähkö
KYMEPK01	Energiamittari KYM K01
KYMEPK03	Energiamittari KYM K03
KYMEPK04_S	Energiamittari KYM K04 IN
KYMEPK04_U	Energiamittari KYM K04 OUT



KYMEPK05_S	Energiamittari KYM K05 IN
KYMEPK05_U	Energiamittari KYM K06 OUT
KYMEPK06	Energiamittari KYM K06
KYMEPK08_U	Energiamittari KYM K08 OUT
KYMEPK10_U	Energiamittari KYM K10 OUT
KYMEPK103	Energiamittari KYM K103
KYMEPK105	Energiamittari KYM K105
KYMEPK106	Energiamittari KYM K106
KYMEPK108	Energiamittari KYM K108
KYMEPK11_U	Energiamittari KYM K11 OUT
KYMEPK12_U	Energiamittari KYM K12 OUT
KYMEPK14_U	Energiamittari KYM K14 OUT
KYMEPK15_U	Energiamittari KYM K15 OUT
KYMEPK17_U	Energiamittari KYM K17 OUT
KYMEPK18_U	Energiamittari KYM K18 OUT
KYMEPK19_U	Energiamittari KYM K19 OUT
KYMEPK20_U	Energiamittari KYM K20 OUT
KYMEPK23_U	Energiamittari KYM K23 OUT
KYMEPK24_U	Energiamittari KYM K24 OUT
KYMEPK25	Energiamittari KYM K25
KYMEPK30	Energiamittari KYM K30
KYMEPK32	Energiamittari KYM K32
KYMEPK8	Paperikone 8 sähköteho
KYMEPK9	Paperikone 9 sähköteho
KYMEPT01	Muuntajan PT6 antotehon vastaluku
KYMEPT4YHT	Muuntajan PT4 teho
KYMEPULPMUUT	Muut sellutehdas
KYMEPULPSPOT	Sähkön osto/myynti sellutehtaalla
KYMEPULPTOT	Sellutehtaan päätötehon kokonaiskulutus
KYMEPULPTOTMID_FOR	Sellutehtaan sähkön käytön 20 tunnin ennuste
KYMEPULPTOTNEW_FOR	Sellutehtaan sähkön käytön 2 tunnin en- nuste

KYMEPULPTOTOLD_FOR	Sellutehtaan sähkön käytön kello 11 en- nuste
KYMEPURCHASE	Sähkön ostaminen
KYMEPURCHASEINT	Ostettava nettosähkö
KYMEPURCHASEOTHER	Ostosähkö Kymin Voimalta
KYMERAAKAAINEOSASTO	Raaka-aineosaston sähköteho
KYMESALE	Sähkön myyminen
KYMESPOTSAHKO	Sellutehtaan tehdastaseen spot-sähkö
KYMETASESAHKO	Sellutehtaan päätaseen tasesähkö
KYMETUOTANTOSUUNNITELMA	Sellutehtaan tuotantosuunnitelma 2h
KYMETUOTANTOSUUNNITELMA (FOR1HOUR)	Sellutehtaan tuotantosuunnitelma
KYMETUOTANTOTASESAHKO	Sellutehtaan tuotantotaseen tasesähkö
KYMEVL1CKUITUL	Kuitulinjan vanhaan laskentaan liittyvä muuttuja
KYMEVL2CKUITUL	Kuitulinjan vanhaan laskentaan liittyvä muuttuja
KYMEVL3C12	Paperikone 8:n vanhaan laskentaan liit- tyvä muuttuja
KYMEVL3C3	Paperikone 8:n vanhaan laskentaan liit- tyvä muuttuja
KYMEVL3C4	Paperikone 8:n vanhaan laskentaan liit- tyvä muuttuja
KYMEVP	GT3 Pätöteho
KYMFAKMAK_SUHT	Apukattilan suhteutettu maakaasun virtaus
KYMFAKP1MAK	Apukattilan poltin 1 maakaasun virtaus
KYMFAKP2MAK	Apukattilan poltin 2 maakaasun virtaus
KYMFAKP3MAK	Apukattilan poltin 3 maakaasu virtaus
KYMFC3INFMAK	C3 kaasuinfrojen maakaasun virtaus
KYMFC3INFMAK_SUHT	C3 kaasuinfrojen suhteutettu maakaasun virtaus
KYMFC3KATMAK	C3 kuumaöljykattilan maakaasun virtaus

KYMFC3KATMAK_SUHT	C3 kuumaöljykattilan suhteutettu maakaasun virtaus
KYMFC3LEIJUMAK	C3 leijukuivaimien maakaasun virtaus
KYMFC3LEIJUMAK_SUHT	C3 leijukuivaimien suhteutettu maakaasun virtaus
KYMFENEMK	Maakaasu energiantuotantoon
KYMFGASAK	Apukattila maakaasun käyttö
KYMFGASC3	C3 maakaasun käyttö
KYMFGASHKK	Hajukaasukattilan maakaasun käyttö
KYMFGASPAPMILL	Paperitehtaan maakaasun käyttö
KYMFGASPULP	Sellutehtaan maakaasun virtaus yhteensä
KYMFGASPULPMILL	Sellutehtaan maakaasun virtaus
KYMFGASTOT	Kymin maakaasun kokonaiskulutus
KYMFHKKGMA	Maakaasu hajukaasukattilalle
KYMFHKKMAK_SUHT	Suhteutettu maakaasu hajukaasukattilalle
KYMFK7MAKMIT	Maakaasuvirtaus kattila 7
KYMFKYVOMAK_SUHT	Suhteutettu maakaasu Kymin Voimalle
KYMFLINJA1MAK	Linja 1 maakaasuvirtaus
KYMFLINJA2MAK	Linja 2 maakaasuvirtaus
KYMFMUMAK	Maakaasun virtaus meesauunille
KYMFMUMAK_SUHT	Suhteutettu maakaasun virtaus meesauunille
KYMFMUMAK1	Skaalattu maakaasun virtaus meesauunille
KYMFMUTURBO	Maakaasun virtaus meesauunin kaasugeneraattorille
KYMFPK8MAK_SUHT	Suhteutettu maakaasun virtaus PK8:lle
KYMFPRMKVEROLL	Verollinen maakaasu prosessiin
KYMFPRMKVEROLLPAP	Paperitehtaan verollinen maakaasu prosessiin

KYMFPRMKVEROLLPULP	Sellutehtaan verollinen maakaasu prosessiin
KYMFPRMKVEROTON	Veroton maakaasu prosessiin
KYMFPRMKVEROTONPAP	Paperitehtaan veroton maakaasu prosessiin
KYMFPRMKVEROTONPULP	Sellutehtaan veroton maakaasu prosessiin
KYMFPRMK	Prosessiin menevä maakaasu
KYMFPRMKPAP	Paperitehtaan prosessiin menevä maakaasu
KYMFPRMKPULP	Sellutehtaan prosessiin menevä maakaasu
KYMFSK3MAK	Maakaasun virtaus soodakattilalle
KYMFSK3MAK_SUHT	Suhteutettu maakaasun virtaus soodakattilalle
KYMFSK3MAK1	Skaalattu maakaasun virtaus soodakattilalle
KYMXAKMAK_SUHT	Apukattilan suhteutettu maakaasuteho
KYMXC3INFMAK_SUHT	C3 kaasufrojen suhteutettu maakaasuteho
KYMXC3KATMAK_SUHT	C3 kuumaöljykattilan suhteutettu maakaasuteho
KYMXC3LEIJUMAK_SUHT	C3 leijukuivaimien suhteutettu maakaasuteho
KYMXGAS_LA	Gasumilta tuleva maakaasun teho
KYMXGASK7	Kattila 7:n maakaasuteho
KYMXGASPAPMILL	Maakaasuteho paperitehdas yhteensä
KYMXGASPAPMILL_SUHT	Paperitehtaan maakaasun laskutus suhteutetuista tehoista
KYMXGASPULPMILL	Maakaasuteho sellutehdas yhteensä
KYMXGASPULPMILL_SUHT	Sellutehtaan maakaasun laskutus suhteutetuista tehoista

KYMXGASPULPMILL1	Maakaasuteho sellutehdas ja Kymin Voima yhteensä
KYMXGASSALE	Kymin Voimalle myyty maakaasun määrä
KYMXGASSK	SK3 maakaasuteho
KYMXGASTOT	Kymi maakaasu yhteensä
KYMXHKKMAK_SUHT	Suhteutettu hajukaasukattilan maakaasuteho
KYMXKYVOMAK_SUHT	Suhteutettu Kymin Voiman maakaasuteho
KYMXMUMAK_SUHT	Suhteutettu meesauunin maakaasuteho
KYMXNGASPAP	Maakaasuteho, paperitehdas
KYMXNGASPULP	Maakaasuteho, sellutehdas
KYMXNGASPULP_TOT	Maakaasuteho, sellutehdas ja Kymin Voima
KYMPAPERIMK_LA	Paperitehtaan suhteutettu maakaasuteho
KYMPAPERIMK_SUHT	Paperitehtaan suhteutettu maakaasuteho
KYMPK8MAK_SUHT	Paperikone 8:n maakaasun suhteutettu teho
KYMXSELLUMK_LA	Sellutehtaan suhteutettu maakaasuteho
KYMXSELLUMK_SUHT	Sellutehtaan suhteutettu maakaasuteho
KYMXSK3MAK_SUHT	Soodakattilan suhteutettu maakaasuteho
SuhtKerroin	Suhteutuskerroin
SuhtMittauksetYht	Suhteutettavat kulutuskohteet yhteensä

