

Risto Raiko:

ENERGIATEKNIIKAN TUTKIJAKOULU - OLEMMEKO SERKKUJA?

Energiatekniikan tutkijakoulu

The Graduate School for Energy Science and Technology (EST)

TKK:n Energiatekniikan instituutti koordinoi Energiatekniikan tutkijakoulun toimintaa.

Koulun johtajana on toiminut alusta alkaen prof. Peter Lund ja kesästä 2008 lähtien prof. Martti Larmi

Eerikkälä 12.8.2008/Risto Raiko



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Energiatekniikan tutkijakoulu

The Graduate School for Energy Science and Technology (EST)

Alkuperäismateriaali//Suvi
Laukkanen/TKK

Eerikkälä 12.8.2008/Risto Raiko



Energiatekniikan tutkijakoulu

- Perustettu vuonna 2002 TKK:n Energiatekniikan instituutin koordinoimana
- Mukana 7 yliopistoa ja noin 20 aktiiviprofessoria
- Tutkijakoulupaikkoja (OPM):
 - 5 kpl vuosille 2003-2006 (4vuotta)
 - 10 kpl vuosille 2007-2011 (5 vuotta)



Energiatekniikan tutkijakoulu (jatkoa)

- Tavoitteena kouluttaa tohtoreita työelämään sekä luoda korkean teknologian kansainvälinen network
- Painoaloina uusiutuvat, ympäristömyötäiset energiateknologiat
- Keskeisin toimintamuoto kaikille yhteinen vuosiseminaari. Lisäksi avoimia jatko-opintojen periodikursseja.



Tutkijakoulun jäsenyliopistot

- Teknillinen korkeakoulu
- Tampereen teknillinen yliopisto
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto
- Jyväskylän yliopisto
- Oulun yliopisto
- Åbo akademi
- Vaasan yliopisto



Tutkijakoulun opiskelijat

- Jäsenmäärä (8/08) 67 hlö
- Yhteensä n. 100 hlö vuosina 2002-2008
- Päätoimisia 2/3, sivutoimisia 1/3



Tutkijakoulusta valmistuneet

- 2002-2005 6 tohtoria, 5 lisensiaattia
- 2006-2007 12 tohtoria, 2 lisensiaattia



Tutkijakoulun julkaisumäärät

tuotosten määrät:	2002-2005	2006-2007
Referoidut artikkelit	63	67
Referoidut kongressijulkaisut	8	32
Muut artikkelit ja konferenssijulkaisut	61	62
Monografiat, kirjat, toimitetut julkaisut	2	5
Julkaisut yliopistojen tms. Julkaisusarjoissa	2	21
Julkaisut yleistajuisissa lehdissä	-	10
Yht.	136	197



Ajankohtaista

- Tutkijakoulupaikkojen haku (2009-)
 - hakemukset jätettävä 15.10.08 mennessä
 - jaetaan max. kolme 4-vuotista opiskelijapaikkaa (tai 1-4 vuotisia).
- Vuosiseminaari (loka-marraskuussa)
- Muuta:
 - Tutkijakoulun johtajaksi 8/2008 Martti Larmi, TKK
 - Tutkijakoulun jatkorahoituksen haku Suomen Akatemialta vuosille 2010-2013.



Jäsenyksiköt:

n. 40 jäsenyksikköä, jotka toimivat mm. seuraavilla aloilla:

Anläggningsteknik

Automaatiotekniikka

Elektroniikka

Energiatalous

Energiatekniikka

Kemia

Kuitu- ja partikkelitekniikka

LVI -tekniikka

Lämpö- ja diffuusiotekniikka

Lämpötekniikka ja koneoppi
(Sovellettu termodynamiikka)

Materiaalien
valmistustekniikka ja
jauhemetallurgia

Materiaalitekniikka

Paperi- ja painatustekniikka

Polttomootoritekniikka

Processkemi

Prosessien ohjaus ja hallinta

Sellu- ja ympäristötekniikka

Siirtotekniikka,
Suurjännitetekniikka,
Sähköjärjestelmät

Systeemanalyysi

Systeemitekniikka

Sähkökäytöt,
Tehoelektroniikka,
Teollisuuselektroniikka

Sähkömagnetiikka

Sähkömekaniikka

Sähköttekniikka

Sähkövoimatekniikka

Tehdassuunnittelu

Teknillinen termodynamiikka

Valaistustekniikka

Vesitalous ja vesirakennus

Virtaustekniikka

Voimalaitostekniikka

Ydinvoimatekniikka

Ympäristönsuojelu

Ympäristötekniikka

Olemmeko serkkuja?

Energia voi muuttaa muotoaan

-Energian arvo on riippuvainen

monesta asiasta mm. ympäristöstä

-Tulevat voimalaprocessit monimuotoisia

-Sähkö on eräs tulevaisuuden voimalaitosten tuotteista

-Energiavirtojen arvottamisessa eksergia hyvä työkalu

EKSERGIA

- Eksergiolla tarkoitetaan sitä osaa energiasta joka on muutettavissa mekaaniseksi energiaksi
- Sähkö on (lähes) kokonaan eksergiaa
 - Sähkömoottorin häviöt mitättömät!
- Lämmöstä voidaan Carnot-prosessilla tuottaa eksergiaa (eli mekaanista energiaa)
- Lämmöstä vain osa on eksergiaa
- Eksergiaa käytetään energian arvon määrittämiseen eli hinnoitteluun

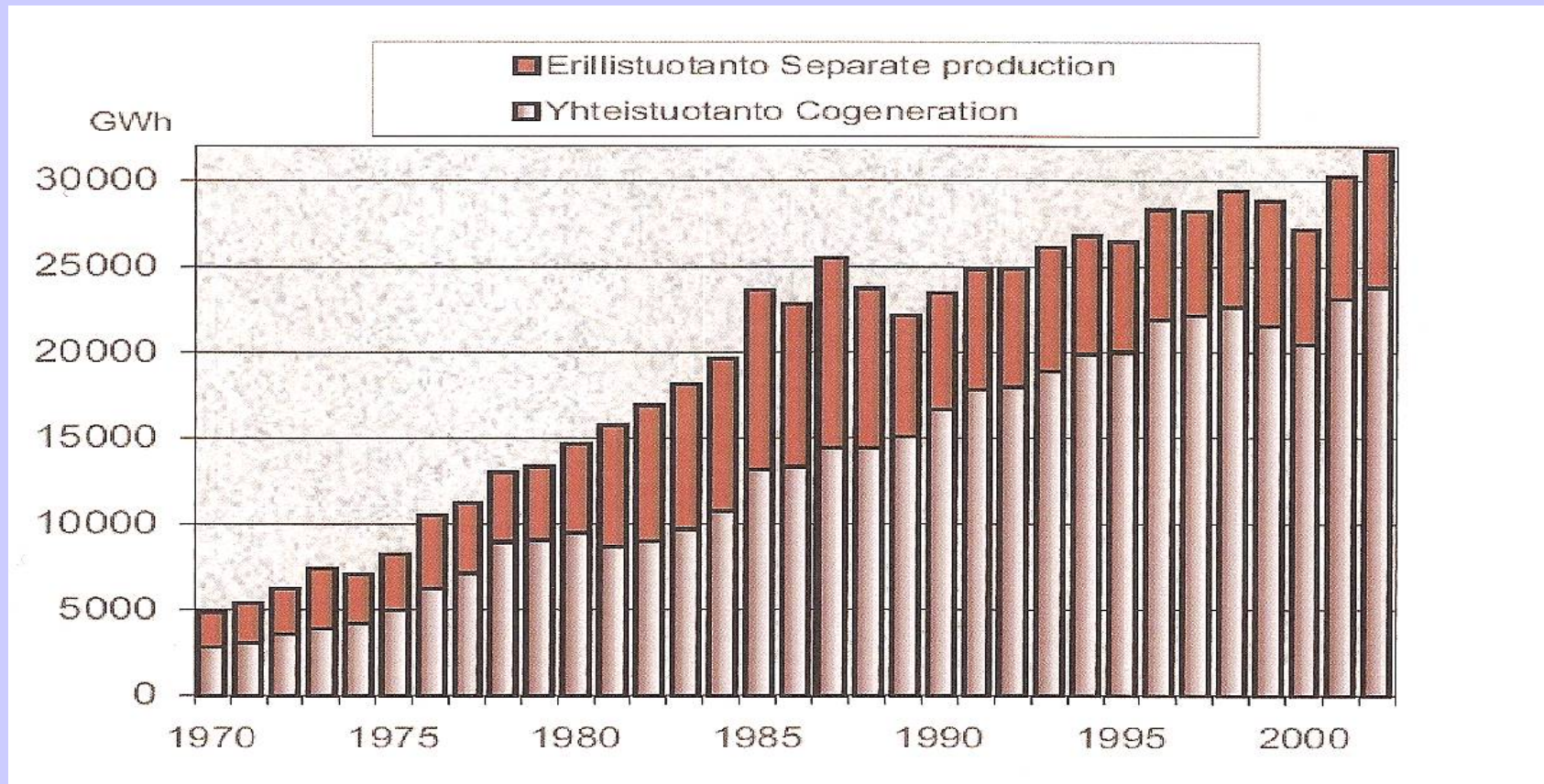
Termodynamiikan 1. pääsääntö

- Kaikille energianmuuntolaitteille voidaan kirjoittaa
- $m\Delta h = P + \phi$
- m =massavirta
- Δh =entalpiaero
- P =mekaaninen teho
- ϕ =lämpöteho

CHP-voimalaitos tuottaa nyt sähköä ja lämpöä

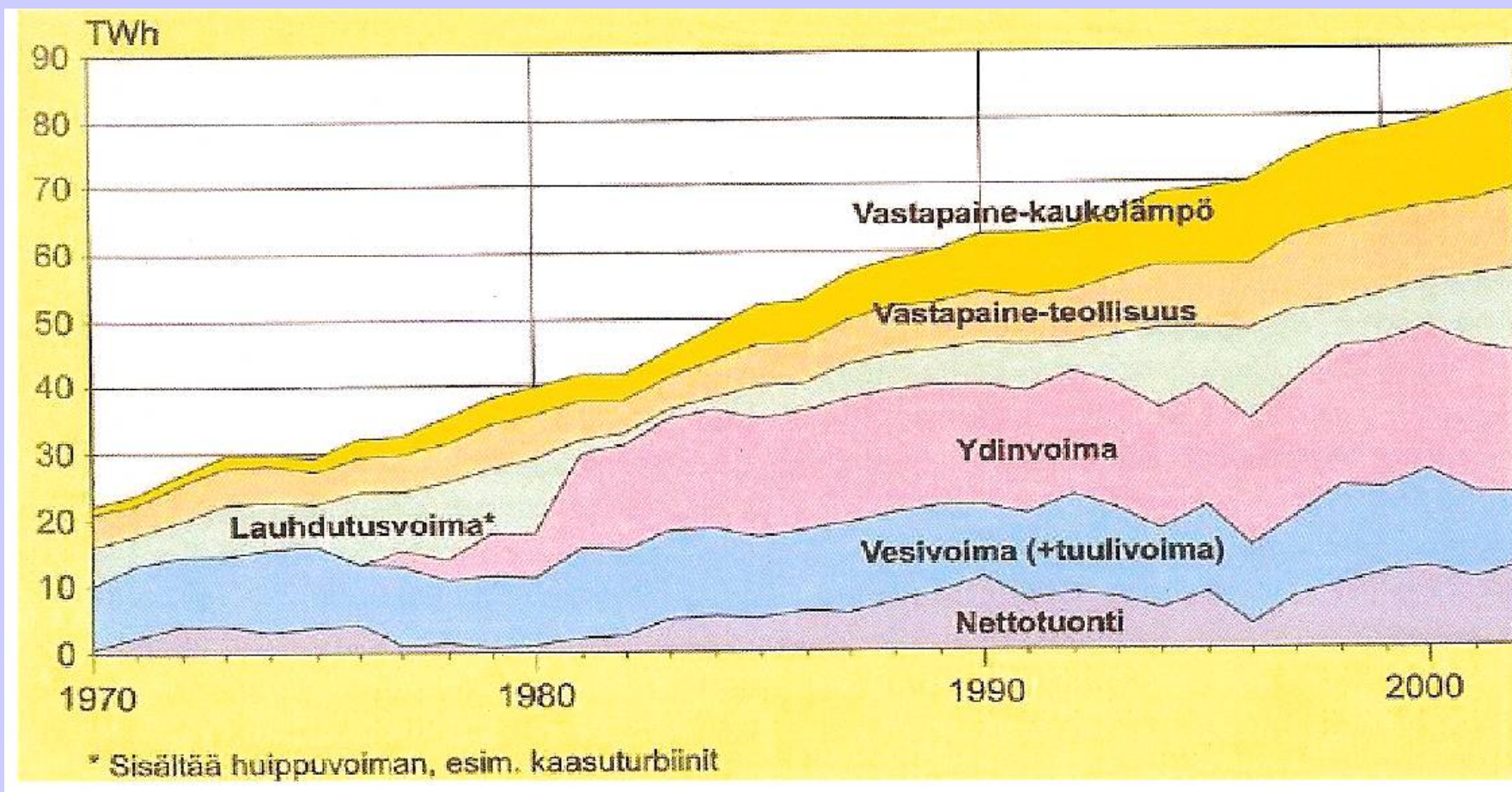
- Miten tuotteet hinnoitellaan ?
- Miten energiasäästö toteutetaan?
- Tulevaisuuden voimala tuottaa
 - Sähköä
 - Lämpöä
 - Polttoainetta
 - Vettä
 - Muuta?
- Miten prosessi optimoidaan?

CHP-tuotannon osuus lämmöntuotannosta on laajentunut jatkuvasti Suomessa



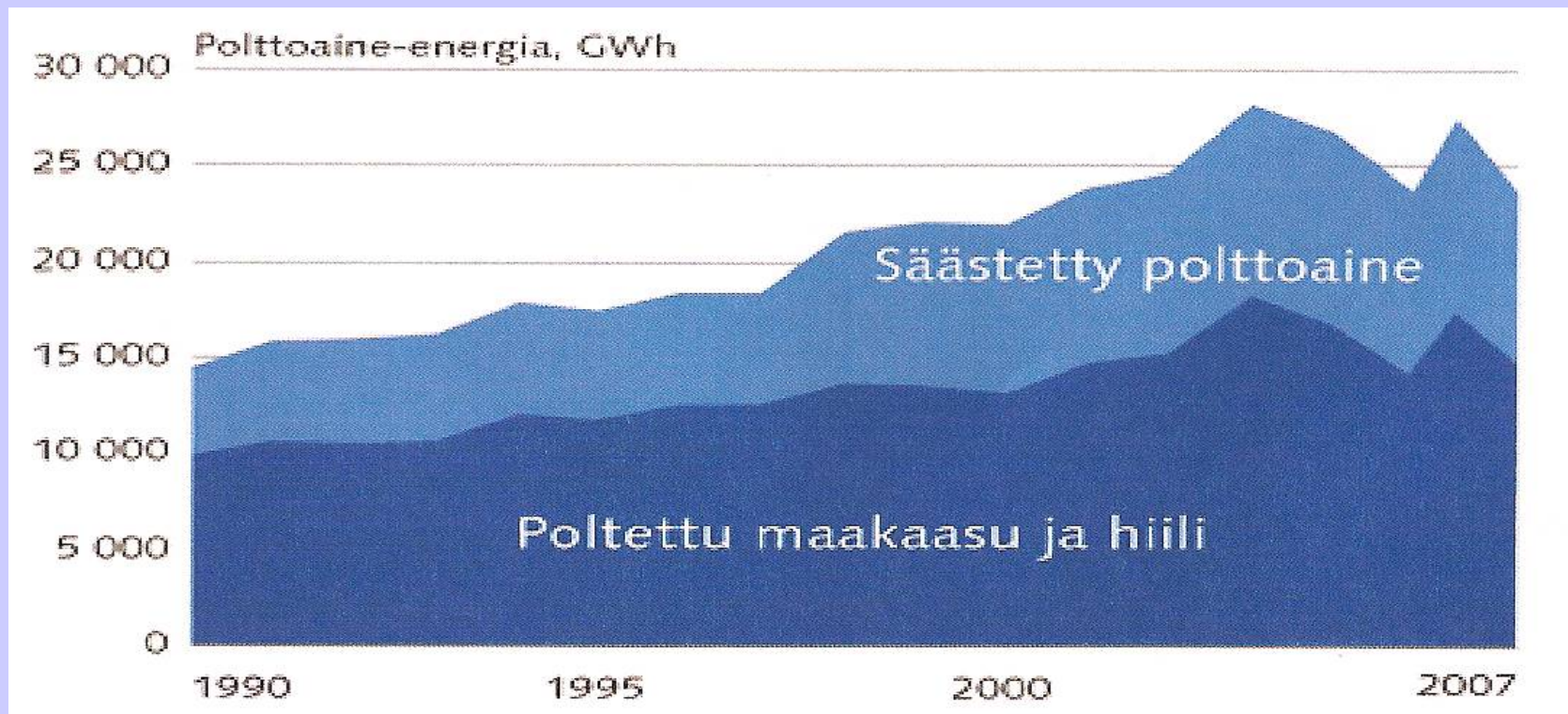
• Lähde: Jylhä et al. 2003

Sähköntuotanto Suomessa



Lähde. Kara et al. 2004.

CHP-tuotannon avulla saavutettu poltto- aineensäästö Helsingin Energiassa

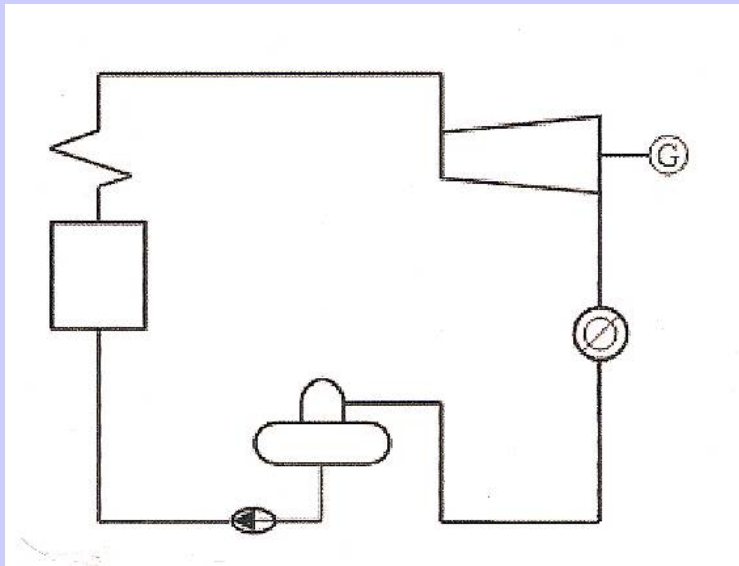


Lähde:Helsingin Energia 2008

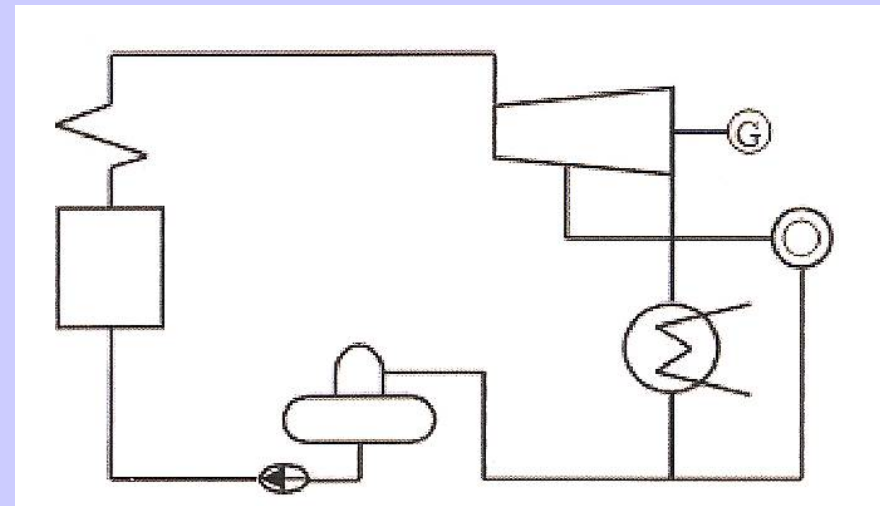
Eerikkälä 12.8.2008/Risto Raiko

Lämmöntuotanto höyryvoimaproseessissa

- yksinään huono kaukolämmön tuottamisessa
- käytössä kombiproseessissa kaasuturbiinin kanssa



Vastapainehöyryä
tuottava höyryvoimala



lauhdevoimalaitos+välilottoon
kytketty lämmöntuotanto

Tuotetun sähkötehon ja lämpötehon suhde on rakennusaste

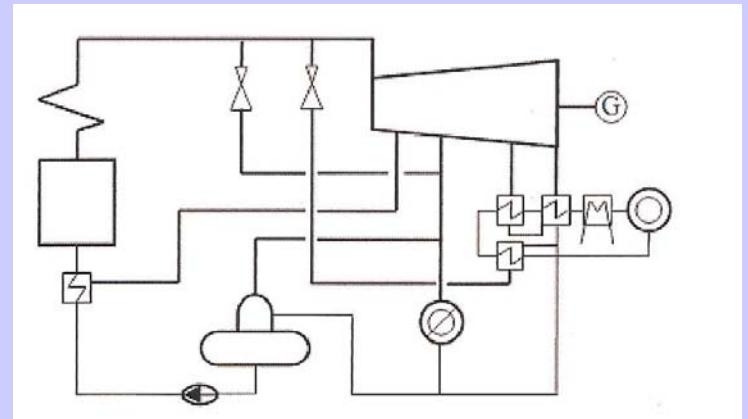
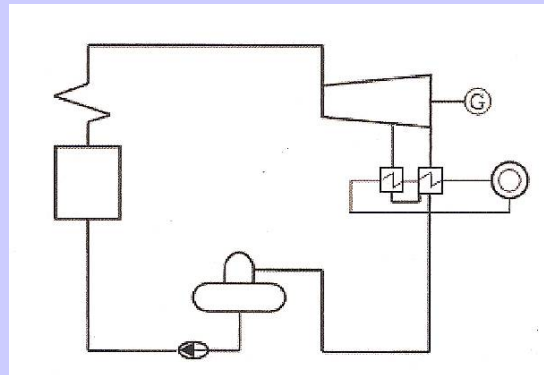
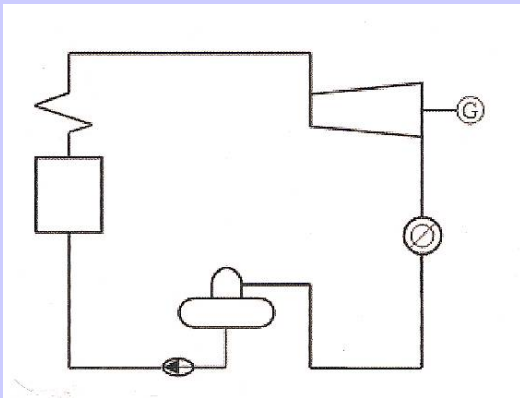
Lämpö tuotetaan muuttamalla eksergiaa lämmöksi (menetetään sähkötehoa)

Rakennusaste kasvaa kun lämmitys useassa vaiheessa

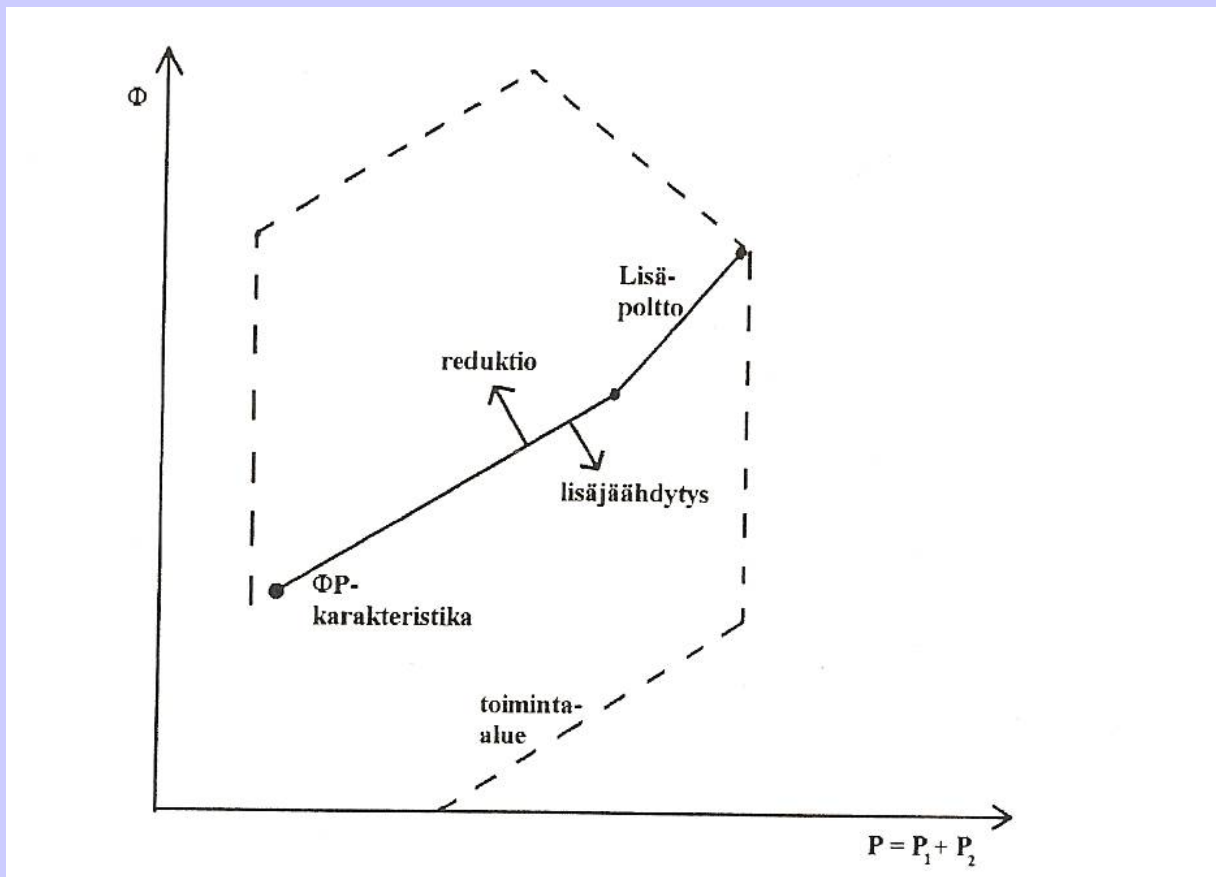
1-vaihelämmitys

2-vaihelämmitys

2-vaihelämmitys+reduktio+
lisäjähd.+väliottohöyry-
linja

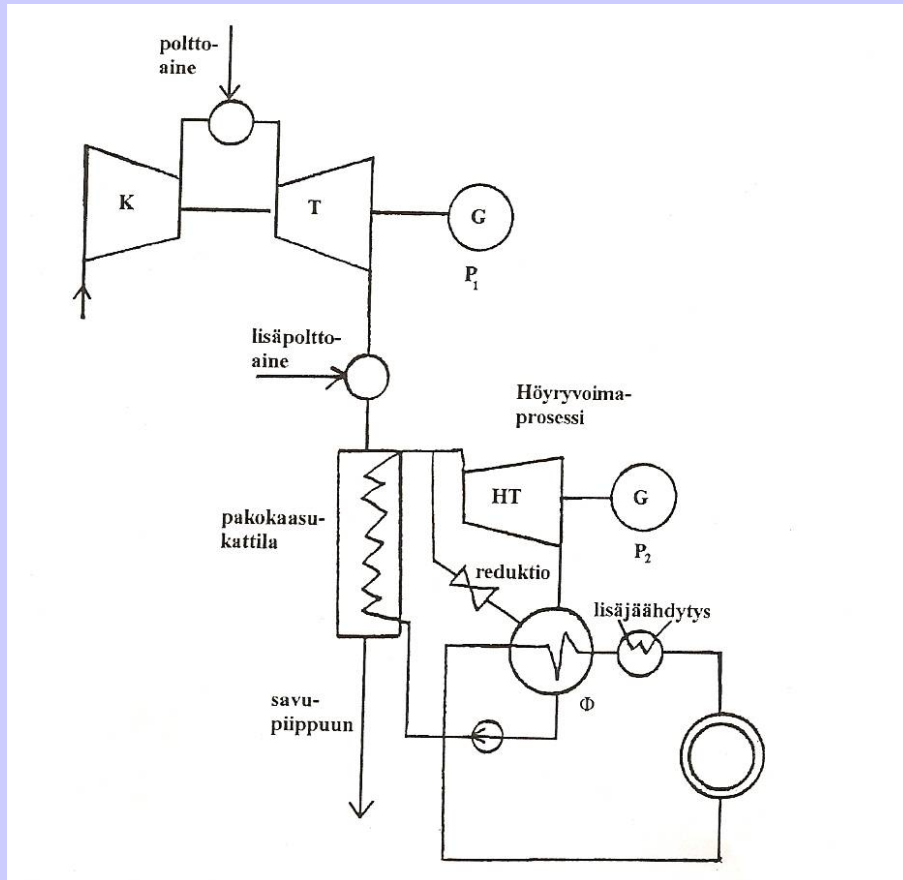


CHP-voimalaitosten sähkötehon ja lämpötehon suhdetta voidaan säätää (priimata) turbiinin ohituksella (reduktio) tai lisäjähdyttimellä tai lämpöakulla



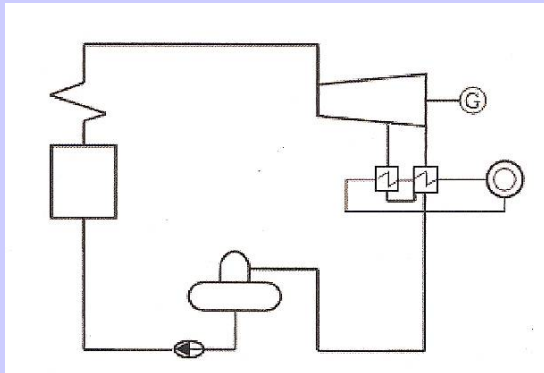
Eerikkälä 12.8.2008/Risto Raiko

Kombivoimalaitos koostuu kaasuturbiinista ja sen perään kytketystä höyryvoimaprosesta. Lämmöntuottoa voidaan lisätä käyttämällä prosessien välissä lisäpoltto



Esimerkki kaukolämmön tuottomahdollisuuksista

- Vaihtoehto 1. CHP-höyryvoimaprosessi



Polttoaineteho 100

Kaukolämpöä 60

Sähköä 30

Kokonaishyötysuhde 90%

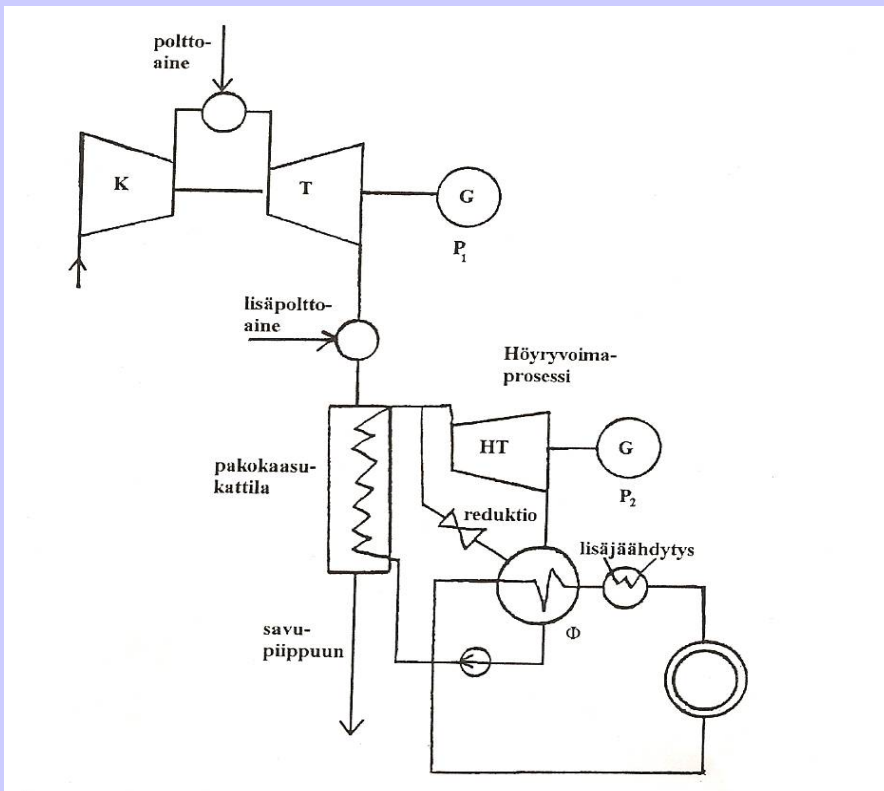
Rakennusaste 0,5 tai alle

Etuna usein halvan polttoaineen
käyttömahdollisuus

Eerikkälä 12.8.2008/Risto Raiko

Vaihtoehto 2.

CHP-kaasuturbiini+höyryvoimala- kombi



Polttoainetehto 100

Kaukolämpöä 45

Sähköä 45

Kokonaishyötysuhde 90 %

Rakennusaste 1

Maakaasu polttoaineena, ei
varastoitavissa

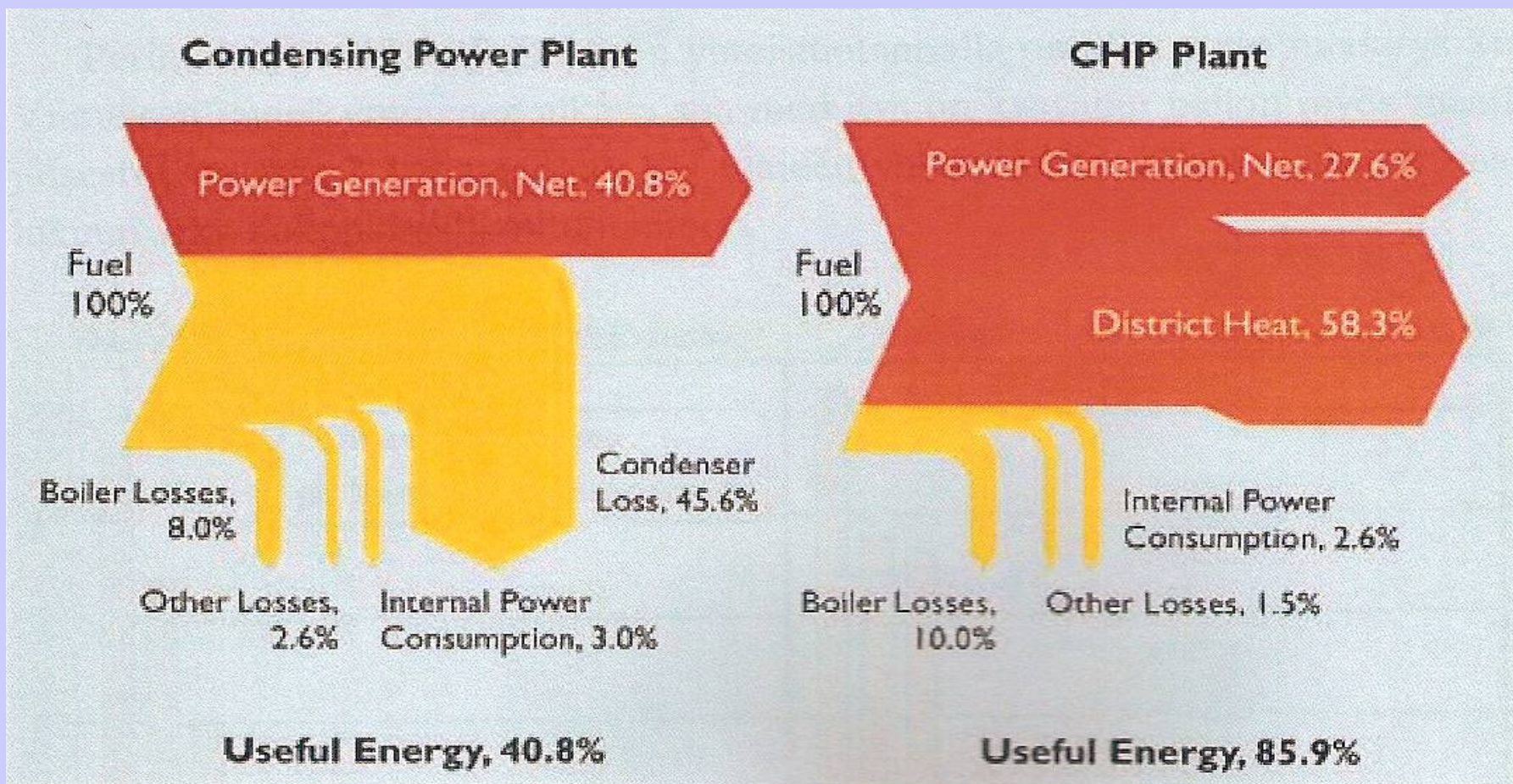
Vaihtoehto 3.

kaasuturbiini+höyryvoimala- kombi+lämmöntuotanto lämpöpumpulla

- Polttoaineteho 100
- Sähköä 58, lämpöä 0
- Maakaasu polttoaineena, ei varastoitavissa
- Sähköntuotannosta vaihtoehdon 2 mukaisesta osuudesta 45:n ylittävä osuus 13 hyödynnetään vesistön lämpöä käyttävässä lämpöpumpuissa lämpökertoimella 5-6, jolloin saadaan kaukolämpöä 65-78
- Kokonaishyötysuhde 110-123 %.
- Voisi kannattaa omakotialueilla

Erään hiilikäyttöisen lauhdevoimalan energiavirrat

Erään CHP-höyryvoimalaitoksen energiavirrat



Energian hinta

- Muuttuvat kustannukset
- Pääomakustannukset
- Käyttöaika, luotettavuus
- Ympäristövaikutukset, imago
- Sähkön tarve kasvaa lämmön tarvetta enemmän
- Hajautettu energiantuotanto
- Energian hinta nousee
- Energian säästämahdollisuudet lisääntyvät
- Uusia energiajärjestelmiä käyttöön
- bioöljy ja biojalosteet, tuulivoima, polttokenno, sähköauto, aurinkoenergia, energian varastointi, vetytekniikka, CO₂:n talteenotto, ydinvoima, vesivoima, lämpöpumput