



CCSP –tutkimusohjelma Paineistettuun happipolttoon perustuva CHP-voimalaitos

Markku Raiko



19.9.2011

PAINESTETTUUN HAPPIPOLTTOON PERUSTUVA CHP – VOIMALAITOS

Sisällysluettelo

Paineistettuun happipolttoon perustuva CHP – voimalaitos.....	2
1 Johdanto.....	3
2 ProxyFuel - voimalaitosprosessin kuvaus	3
3 Kattilakonstruktio	5
4 Höyryturbiiniprosessi	6
5 Suoritusarvot.....	8
5.1 Polttoaineet.....	8
5.2 Happilaitos	8
5.3 Taselaskenta	8
6 Investointiarviot.....	10
7 Canmet.....	10
8 MIT	12
9 Pohdintoja.....	14
10 Yhteenveto	14



19.9.2011

1 JOHDANTO

Poltossa syntyvän hiilidioksidin talteenottoon on kehitetty ratkaisuja, joissa voimalaitoksen päälaitteet jäisivät ennalleen ja kehitys kohdennettaisiin talteenoton edellyttämään teknologiaan. Uuden sukupolven ratkaisujen kehittämisessä tähdätään siihen, että hiilidioksidin tai hiilen talteenottovaatimus otettaisiin paremmin huomioon myös voimalaitoksen pääprosesseissa ja niiden laitteissa. Erityisen tärkeää olisi löytää kilpailukykyisiä tuotantokonsepteja pieniin tai keskisuuriin lämpövoimalaitoksiin, jotka ovat perustana yhdistetyssä sähkö- ja lämmön tuotannossa.

Tässä esiselvityksessä tutkitaan paineistetun leijukerrospolton soveltumista happipolttoratkaisuna (ProxyFuel) hiilidioksidin talteenottoon. Eroavuutena aikaisempaan paineistetun polttotekniikan soveltamiskohteeseen on se, että nyt savukaasuja ei johdettaisi kaasuturbiiniin vaan savukaasulauhduttimeen hiilidioksidin suoraa lauhdutusta varten. Näin teknologiasta tulee huomattavasti yksinkertaisempi, kun kaasuturbiinikäytön edellyttämää kuumaa kaasunpuhdistusta ei tarvita.

Hiilidioksidin talteenotto yksinkertaistuu huomattavasti, koska savukaasut ovat jo valmiiksi paineessa eikä komprimoinnin tai jäähdytyksen vuoksi savukaasuja tarvitse erityisesti puhdistaa.

Nesteenä talteen otettu hiilidioksidi voidaan siirtää paineputkistoa pitkin nesteenä tai välivarastoida voimalaitoksen lähelle.

Nestehapetta tuottava happilaitos voi ajoittaa tuotantonsa halvan sähkö-ajan aikaan.

Savukaasujen sisältämä vesihöyryn lauhtumislämpö saadaan paineistuksen vuoksi edullisesti korkeassa lämpötilassa höyryturbiiniprosessin syöttöveden esilämmitykseen.

Paineistettuun happipolttoon perustuvia voimalaitoskonsepteja on tutkittu ja kehitetty mm. Kanadassa (Canmet) ja USA:ssa (MIT). Tässä selvityksessä tavoitteena on arvioida paineistetun happipolton soveltumista CHP – sovellutuksiin.

2 PROXYFUEL - VOIMALAITOSPROSESSIN KUVAUS

Kuvassa 1 on esitetty paineistetun ProxyFuel -polttoprosessin kytkentä, jonka avulla hiiltä sisältävien polttoaineiden poltossa syntyvä hiilidioksidi voidaan ottaa talteen nesteytettynä ilman monimutkaista nesteytyslaitosta. Suurin osa savukaasujen hiilidioksidista voidaan lauhduttaa suoraan ympäristön lämpötilassa, kun polttopaine on riittävän korkea.

Polttoprosessi muodostuu neljästä osaprosessista:

- 1) leijukerrosreaktori
- 2) höyrykattila
- 3) syöttöveden esilämmitin



19.9.2011

4) savukaasun lauhdutin

Kaikki nämä yksiköt toimivat paineistettuina.

Paineistetussa happipoltossa polttotapana voisi leijukerrospolton lisäksi olla polttoaineen mukaan valittu poltin tai polttoarina. Polttoyksikkö voi olla jäädytetty tai jäädyttämätön. Jos polttoreaktori on jäädyttämätön, joudutaan poltossa syntyvää ylimäärälämpöä siirtämään polttoyksiköstä pois kiertokaasujen avulla, jotta polttolämpötilaa voidaan säätää. Tässä tarkastelussa on valittu polttoyksiköksi jäädyttämätön leijukerrosreaktori mm. siksi, että leijukerrokseen muodostuvan tasalämpötilaisen lämpövaraston avulla voidaan hapen käyttöön liittyviä riskejä vähentää. Lisäksi jäädyttämätön reaktori voi toimia sekä kiertopölyreaktorina että kuplivan leijutuksen alueella hitaastikin reagoivaa koksia sisältäviä polttoaineita käytettäessä. Lentotuhkan erotukseen voidaan elutroituvien hiukkasten pienen koon ja paineistuksesta aiheutuvan pienen tilavuusvirtauksen vuoksi hyvin tehokkaita sykloneja, minkä vuoksi lämmön talteenottopinnoille ei juuri pääse eroosiota tai likaantumista aiheuttavia hiukkasia.

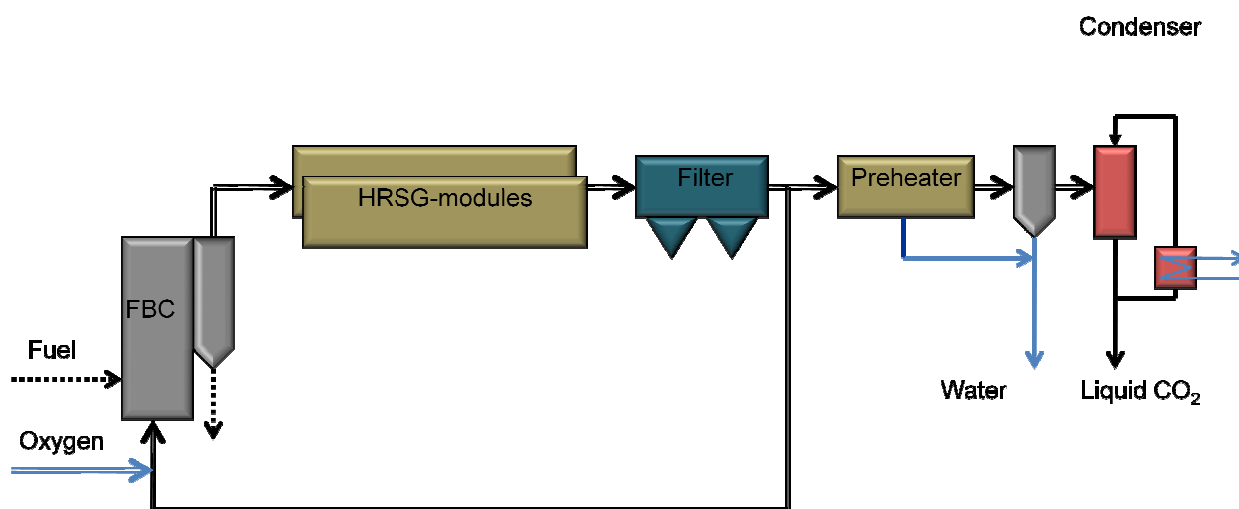
Polttoyksiköstä kuumat savukaasut johdetaan lämmön talteenottoyksikön (HRSG) jäädytyslämpöpinnoille, josta lämpö siirtyy höyryvoimaproessin kiertopiirin höyrykehittimeen. Höyryn avulla voidaan tuottaa höyryturbiiniprosessissa sähköä ja lämpöä energiahyötykäyttöön. Tässä selvityksessä tuorehöyryn paine on valittu ylikriittiseltä alueelta siksi, että talteenottokattilan konstruktiosta saataisiin mahdollisimman yksinkertainen, kun höyrystimeen liittyviä erillisiä jako- tai kokoojatukkeja ei tarvita ollenkaan käytettäessä läpivirtauskattilan toimintaperiaatetta.

HRSG:stä poistuvien savukaasujen lämpötilaksi on valittu 220 °C siksi, että ko. lämpötilarajan yläpuolella savukaasujen sisältämä vesihöyry ei vielä lauhdu. Tarkka raja-arvo riippuu polttoaineen vetypitoisuudesta ja kosteudesta. Tarvittava osa poistuvista savukaasuista johdetaan kiertokaasuksi polttokammioon sen lämpötilan säätöön. Happipoltossa syntyvien savukaasujen nettovirta johdetaan syöttöveden esilämmittimeen, jossa kaasut jäähtyvät n. 40 °C:een ja niissä oleva vesihöyry lauhtuu. Esilämmittimestä poistuva savukaasuvirta puhdistetaan pesurilla ja vesipisaroista pisanerottimen avulla ennen kaasujen johtamista CO₂ - lauhduttimeen.

Savukaasut voidaan puhdistaa hiukkasista joko ennen savukaasukiertoa tai sen jälkeen. Pölynerotukseen voidaan käyttää keraamisia suodattimia, letkusuodattimia, sähkösuodattimia ja myös pesuria.

Lauhdutusyksikössä savukaasujen sisältämä hiilidioksidi lauhdutetaan poistamalla lämpöä ympäristöön kuten höyryturbiinien lauhduttimestakin esim. merivesijäädytyksen avulla. Jäädytystarve on varsin pieni suhteessa voimalaitoksen muihin tehoihin. Siksi tarvittaessa voidaan lämpöpumppua hyödyntää lisäjäädytykseen.

19.9.2011



Kuva 1. Kaaviokuva paineistetusta polttoprosessista (ProxyFuel).

3

KATTILAKONSTRUKTIO

Kattilakonstruktion kehittämisessä pitää ottaa huomioon monta paineistuksen vuoksi muuttuvaa osatekijää. Happipolton ja paineistuksen vuoksi poltossa syntyvä savukaasun tilavuusvirta on yli 100 kertaa pienempi kuin ilmanpaineisessa ilmapoltossa. Kiertokaasun käytön vuoksi tilavuusvirran kasvu polttokammiossa ja HRSG:n lämpöpinnoilla jää 20 - 40 – kertaiseksi riippuen polttoaineen koostumuksesta.

Paineistuksen vuoksi konvektiolämmönsiirtokerroin paranee n. 12 – kertaiseksi. Paineistetussa polttoprosessissa lämpöpinnan tarve jää siksi pieneksi. On myös edullisempaa sijoittaa lämpöpintoja kaasuvirtaan kuin petilämmönsiirtimeen (nelinkertainen lämmönsiirtokerroin).

Pienen kaasuvirtauksen vuoksi polttokammion ja HRSG:n väliin voidaan sijoittaa tavanomaista tehokkaampi sykloni, jonka avulla pääosa lentotuhkasta voidaan erottaa. Jos syklonin erotuskyky mitoitetaan tasolle 10 μm , ei läpi menevä tuhka aiheuta eroosiota lämpöpinnoille.

Näistä syistä lämpöpinnat voidaan mitoittaa tavanomaista tehokkaammiksi, joka johtaa materiaalin säästöön. Erityisiä lämmönsiirtoputkiston valmistustekniikoita voidaan todennäköisesti soveltaa lämpöpintamäärän minimoimiseksi. Tällaisia ovat mm. ripaputket, sisärihlaputket ja välitulistuksen osalta koaksiaaliputket.

Paineastiat on mahdollista suunnitella kuljetuksen kannalta niin pieniksi, että niiden lämpöpintavarustelu on mahdollista tehdä jo tehtaalla. HRSG- voidaan suunnitella toteuttavaksi useammasta rinnakkaisesta paineestiamoduulista.



19.9.2011

Syöttöveden esilämmitin sijoitetaan toimimaan polton savukaasujen nettokaasuvirralla. Koska kaasuissa oleva vesihöyry lauhtuu lämmön talteenoton yhteydessä, pitää kaasu puhdistaa mahdollisimman tehokkaasti jo ennen niiden johtamista esilämmittimeen. Tähän voidaan käyttää kuivia pölynerottimia, mutta edullisesti myös pesuria varsinkin silloin, kun polttoaineen on käytetty kosteita polttoaineita ja kaasuvirta on jo valmiiksi lähellä kyllästystilaa HRSG:n jälkeen.

Lauhtuneet vesipisarat poistetaan esilämmittimestä ja siitä poistuvista n. 40 °C:een lämpötilaisista savukaasuista pisaranerotin tai pesurin avulla. Pesuria käytettäessä voidaan sen lämpötilaa säätää pesukiertoon kytketyn lämmönsiirtimen avulla.

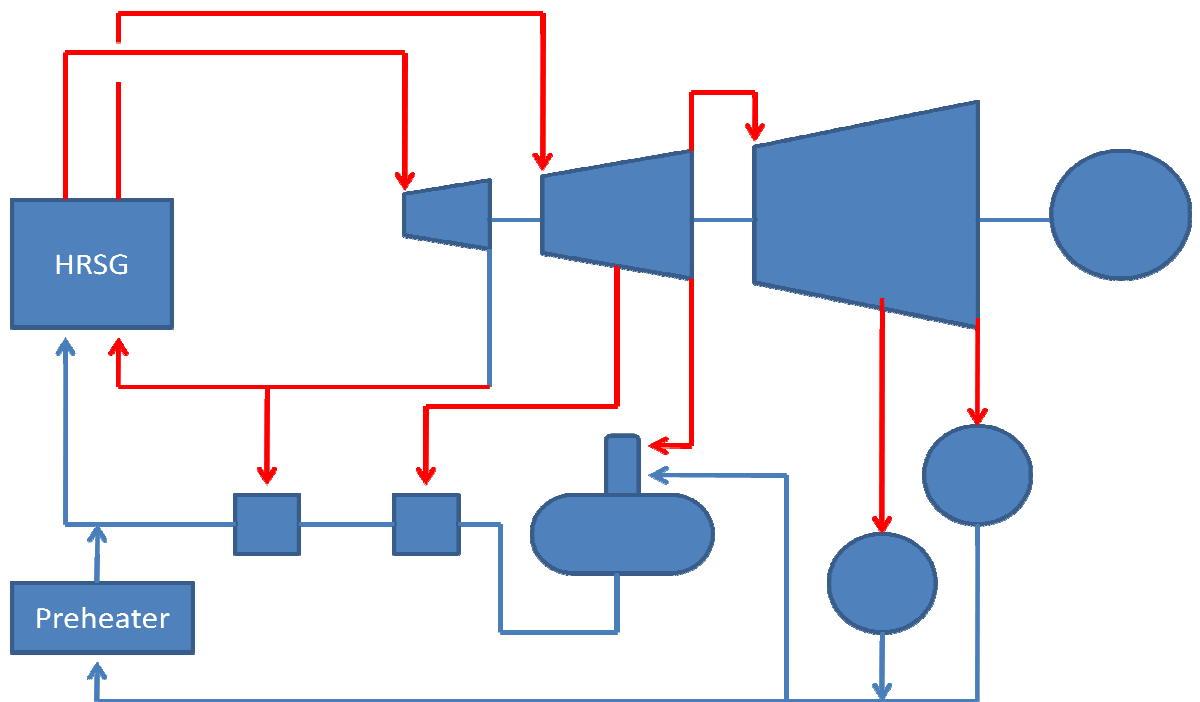
Pääosin hiilidioksidia sisältävän esilämmittimen poistokaasu johdetaan hiilidioksidin lauhduttimeen. Lauhdutin kannattanee toteuttaa pesurilauhduksena, jossa pesunesteenä toimii jäädytetty hiilidioksidineste.

4 HÖYRYTURBIINIPROSESSI

Höyryturbiiniprosessi on ylikriittinen ja yhdellä välitulistuksella toimiva. Tuorehöyryn arvot ovat 250 bar/600 °C ja välitulistuksen arvot 50 bar/600 °C. Erikoisuutena konseptissa on mahdollisuus ohittaa osittain syöttöveden väliottohöyryn käyttöön perustuvat esilämmitysvaiheet ja hyödyttää savukaasujen sisältämän vesihöyryn kondenssilämpö hyvällä exergiahyötysuhteella höyryturbiinipiirissä, kun väliottohöyryjen käyttö vähenee. Ohitusvirtauksen määrään vaikuttaa polttoaineen koostumus.

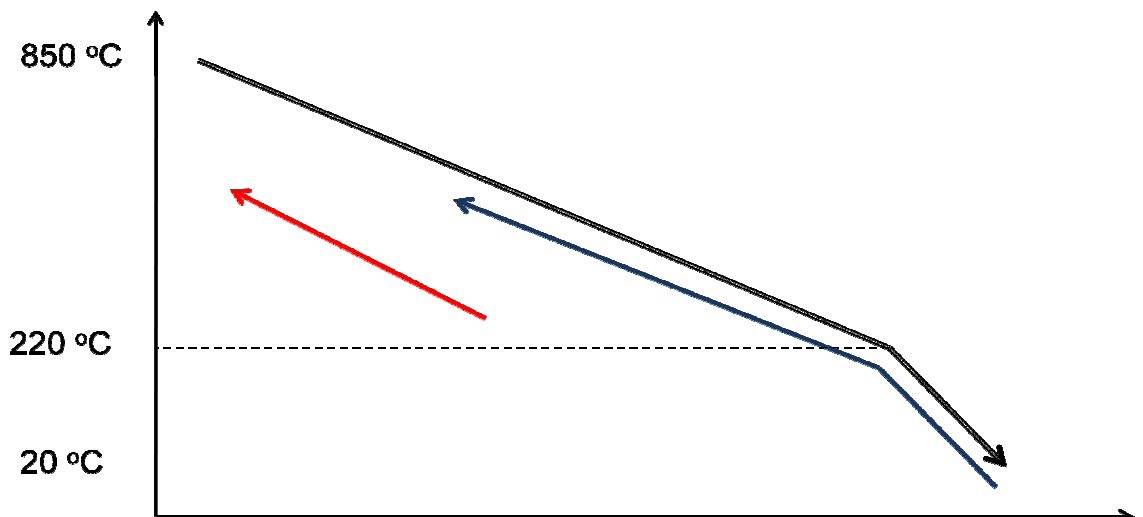
Ohitusvirtauksen kaasunpoisto voidaan toteuttaa joko syöttövesisäiliössä lämmönsiirtimien avulla tai kaukolämpölahduttimissa.

19.9.2011



Kuva 2. Kaaviokuva höyryturbiinipiiristä.

Ylikriittiset höyrynarvot on valittu kahdesta syystä. Ensinnäkin HRSG:n konstruktio voidaan tehdä hyvin yksinkertaiseksi, koska erillistä höyrystysvaihetta ei siinä tarvita. Toiseksi tulistinmateriaalin tarve jää huomattavasti perinteistä pienemmäksi paineistuksen vuoksi. Kaukolämmön tuotanto perustuu kahteen lämmitysvaiheeseen.



Kuva 3. Savukaasun ja höyrypiirin lämpötilaprofiilit höyrykattilassa.



19.9.2011

5 SUORITUSARVOT

5.1 Polttoaineet

Esimerkkikohteeksi tässä selvityksessä on valittu keskikokoinen CHP-laitos, jonka polttoaineteho on 200 MW.

Polttoaineen paineistukseen on edullista käyttää mäntäpumppua ja siksi kaksi valittua polttoainevaihtoehtoa ovat olomuodoltaan tahnoja (slurry).

Polttoaineina on käytetty

- kivihiilislurry (vesipitoisuus 30 %)
- puuhiilislurry (vesipitoisuus 15 %)
- hake (kosteus 45 %)
- maakaasu

5.2 Happilaitos

Hapen paineistaminen polttopaineeseen on edullista, jos myös se voidaan tehdä nesteenä. Nesteytetyn hapen tekoon tarvittavana sähkötehona on tässä tutkimuksessa käytetty sellutehtaiden happilaitoksille tyypillistä arvoa 300 kWh/O₂ton.

5.3 Taselaskenta

Taulukossa 1 on esitetty Proxymuel CHP -laitoksen suoritusarvot konseptille, jossa höyrypiiri on ylikriittinen ja yhdellä välitulistuspiirillä varustettu. Höyryn lämpötilat ovat 600 °C.

Voimalaitoksen laitoshyötysuhde on mahdollista saada varsin korkeaksi, koska savukaasujen sisältämä vesi voidaan tehokkaasti lauhduttaa ja lauhtumislämpö hyödyttää lämpövoimaprozessissa.



19.9.2011

Taulukko 1. Suoritusarvot korkeilla höyryn arvoilla.

Polttoaineteho 200 MW CHP (250 bar/600 C, 50 bar/600 C)					
Polttoaine	Polttoaineen kosteus%	Sähkö MW	Kaukolämpö MW	Rakennusaste %	Laitoshyötysuhde %
Kivihiili (slurry)	30	68,6	118,9	57,7	93,8
Puuhiili (slurry)	15	66,6	109,4	60,8	88,0
Hake	45	72,2	136,3	53,0	104,2
Maakaasu	-	70,3	124,3	56,6	97,3

Taulukossa 2 on tarkasteltu ProxyFuel – konseptin Retrofit sovellutusta, jonka kohteena voisi olla jokin olemassa oleva CHP- laitos. Tässä laskentaesimerkissä höyryn lämpötilaksi on valittu 540 °C. Periaatteessa HRSG olisi mahdollista toteuttaa ylikriittisenä, vaikka tuorehöyryn paine jouduttaisiinkin kuristamaan olemassa olevan höyryturbiinin rakenteen painerajoituksen vuoksi.

Taulukko 2. Suoritusarvot perinteillä höyryarvoilla (Retrofit).

Polttoaineteho 200 MW CHP (250 bar/540 C, 50 bar/540 C)					
Polttoaine	Polttoaineen kosteus%	Sähkö MW	Kaukolämpö MW	Rakennusaste %	Laitoshyötysuhde %
Kivihiili (slurry)	30	65,8	121,8	54,0	93,8
Puuhiili (slurry)	15	63,8	112,2	56,9	88,0
Hake	45	69,3	139,3	49,7	104,2
Maakaasu	-	67,5	127,2	53,1	97,3

Taulukossa 3 on esitetty ProxyFuel – konseptin suoritusarvot lauhdetuotannossa. Laskennan tuloksena on saatu varsin korkeita hyötysuhteita, jotka ovat samaa tasoa kuin perinteisissä ilmapaineisissa höyryvoimalaitoksissa ilman hiilidioksidin talteenottoa.



19.9.2011

Taulukko 3. Lauhdetuotannon suoritusarvot korkeilla höyryn arvoilla.

Polttoaineteho 200 MW Lauhde (250 bar/600 C, 50 bar/600 C)			
Polttoaine	Polttoaineen kosteus%	Sähkö MW	Hyötysuhde %
Kivihiili (slurry)	30	84,4	42,2
Puuhiili (slurry)	15	81,4	40,7
Hake	45	89,6	44,8
Maakaasu	-	86,6	43,3

6 INVESTOINTIARVIOT

Paineastioiden dimensiot:

- Polttoreaktori D=2000 mm, s=50 mm, L= 10 m, hinta-arvio 100 000 €
- HRSG
 - lämmönsiirtoputkistot du= 37 mm, määrä 54 km, hinta-arvio 2,6 milj.€
 - 4 kpl paineastioita D=4000 mm, s=90 mm, L=20 m, hinta-arvio 800 000 €/kpl

Hinta-arvio kokonaisuudessaan: 30 milj.€

7 CANMET

Canmet Energy on kehittänyt paineistettua happipolttokonseptia nimeltä HiPrOx. Konsepti perustuu pääosin kaupallisiin komponentteihin. Polttokammiona he ovat käyttäneet Värtanin PFBC-konseptin laiteratkaisua. Pääosa lämpöpinnoista on sijoitettu leijukerroskattilaan. Savukaasu lauhdutetaan kahdessa vaiheessa. Ensin lauhdutetaan savukaasujen sisältämä vesihöyry syöttöveden esilämmittämiseksi ja sitten alemmassa lämpötilassa lauhdutetaan hiilidioksidi.

Canmet on tehnyt laajan teknisen ja taloudellisen esisuunnittelun HiPrOx-konseptista. Sen tuloksia ovat seuraavat havainnot:

19.9.2011

- kattilahiötysuhde paranee n. 10 % ilmanpaineisiin kattiloihin verrattuna
- höyryturbiiniin piiriin hiötysuhde paranee 8 % väliottohöyryn käytön pienentyessä
- omakäyttötehon pienentyminen 35 % talteenottolinjan yksinkertaisuuden vuoksi (ei kaasujen paineistusta)
- paineistettuna tapahtuvan palaminen tehostuu
- tulipesän koko ja lämpöpintatarve pienenevät merkittävästi
- märkien polttoaineiden kosteushaitta pienenee
- pääastöt ilmaan pienenevät
- talteenottolaitteiston koko pienenee

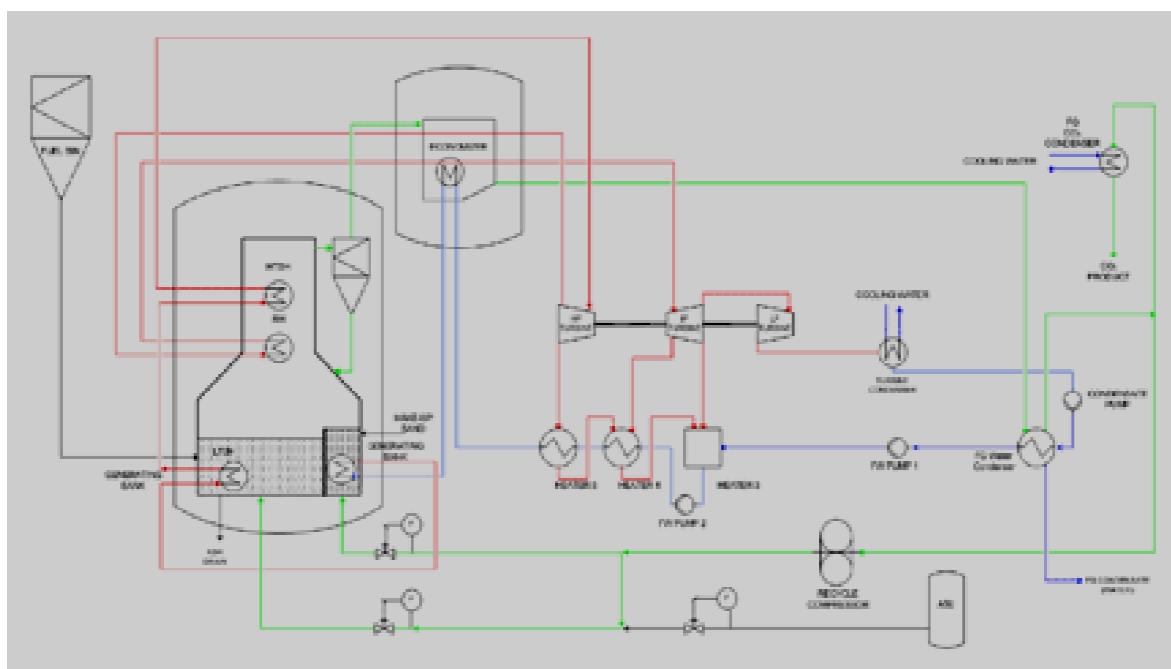
- Konseptin kilpailukyky olennaisesti parempi kuin ilmanpaineisissa CCS –ratkaisuisissa

Canmet arvioi, että HiPrOx –konseptia käytettäessä kasvavat tuotantokustannukset n. 25 %, kun hiilidioksidi otetaan talteen verrattuna tilanteeseen, jossa talteenottoa ei tehdä. Ilmanpaineisissa ratkaisuisissa vastaava kasvu olisi 60 %.

Taulukko 4. HiPrOx-konseptin investointi- ja käyttökustannusten vertailu.

Technology	Conventional Pollution Control	CO ₂ Capture	Total Capital Requirement (%)	Cost of Electricity (%)
Ambient Air-fired	Full Complement	No	100	100
Ambient Air-fired	Full Complement	Yes (Amine Scrubbing)	160	170
Ambient Oxy-fired	As Required	Yes	210	210
IGCC	As Required	Yes	140	150
HiPrOx	Integrated	Yes	130	120

19.9.2011



Kuva 4. Canmetin kehittämän HiPrOx –konseptin toimintakaavio.

8

MIT

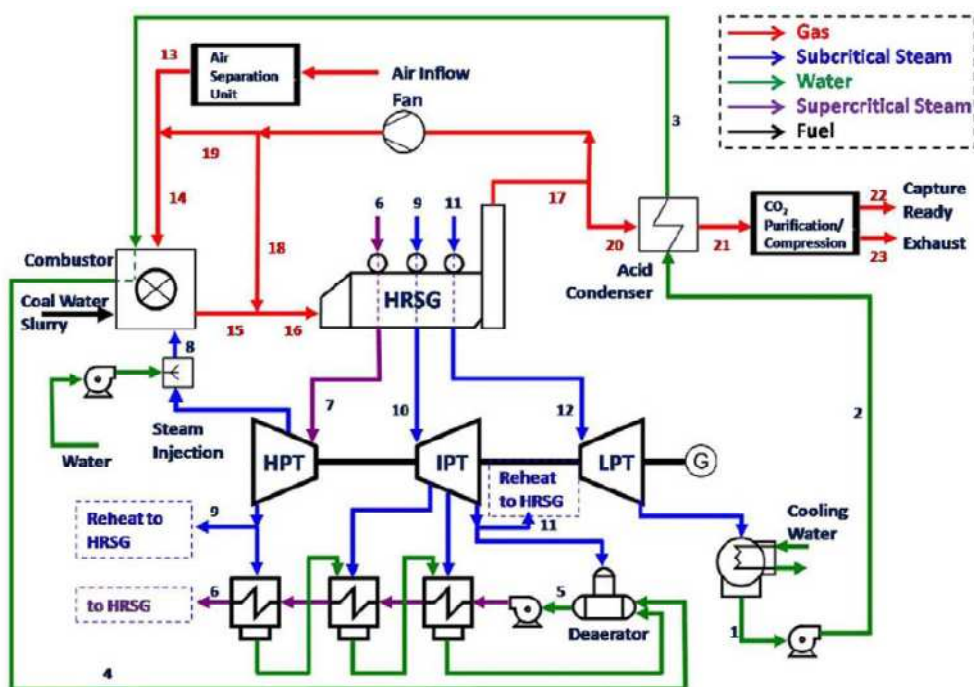
Massachusetts Institute of Technology (MIT) on kehittänyt maltillisesti paineistettua happipolton pölypolttosovellutusta. Polttoaine on 10 bar ja polttolämpötila n. 1550 °C. Polton jälkeen savukaasut jäädytetään n. 800 °C:een kiertokaasuilla (ns. quench), jonka jälkeen kaasut johdetaan pakokaasukattilaan. Polttoaineen syöttöä tuetaan höyryinjektioilla.

Konseptia on analysoitu Aspen Plus ja Thermoflex – ohjelmien avulla. Konseptin lämpötehona on ollut 30 kg/s hiiltä eli n. 840 MW_{th}.

Höyrypiirissä on käytetty tuotehöyrylle 250 barin painetta ja 600 °C:n lämpötilaa. Höyrypiirissä on kaksi välitulistusvaihetta, joissa kummassakin höyry tulistetaan 620 °C:en lämpötilaan.

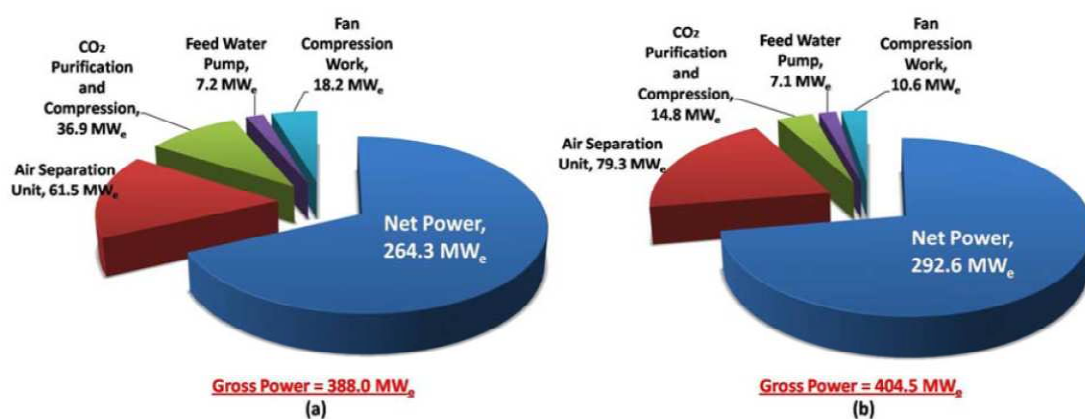
Happilaitoksena on käytetty kryogeeniseen tislaukseen perustuvaan hapen erotusta. Happipitoisuus on ollut 95 %. Hapen teon sähköntarve on laskettu 0,245 kWh/kgO₂. Happilaitos tuottaa kaasumaisen hapen 5,5 barin paineessa, joka on sitten erikseen omalla kompressorilla paineistettu 10 barin polttopaineeseen.

19.9.2011



Kuva 5. Kaaviokuva MIT:n paineistetusta happipölypolttokonseptista.

Kuvasta 6 on nähtävissä, että pienelläkin paineistuksella saavutetaan merkittävä hyötysuhdesäästöä nimenomaan hiilidioksidin nesteytykseen liittyvän tehontarpeen osalta.



Kuva 6. Paineistamattoman ja paineistetun happipolton sähkötehon tuotantomäärien ja omakäyttätehojen vertailu.



19.9.2011

9 POHDINTOJA

Paineistettu happipolttu voi soveltua energiantuotantojärjestelmään, jossa hiilidioksidin talteenottoa toteutetaan vain osassa tuotantolaitoksia tai tuotantoprosessia. Maakaasun termisen hajotuksen tai biopolttoaineiden hiillon yhteydessä syntynyt koksi voidaan varastoida, kuljettaa ja käyttää slurrynä paineistettua happipolttua hyödyntävissä laitoksissa. Sama jakaminen eri prosesseihin voidaan toteuttaa myös voimalaitosprosessin sisäisellä esim. kombiprosessissa, jolloin hyödyksi saadaan mm. se, että happipolttu voidaan kohdentaa vain polttoaineen sisältämään hiiliosuuteen, kun taas vetykomponentit voidaan polttaa ilmapolttuna.

Happi voidaan tuottaa yösähkön avulla ja varastoida nesteenä.

Hiilidioksidin siirto toteutetaan nestemäisenä paineputkistoa hyödyntäen ja tarvittaessa puhdistaa muualla.

Hiilidioksidin välivarastointi voidaan toteuttaa kallioluolaan (500-700 m syvälle).

Vanhan kattilan uusiminen mahdollista niin, että muu voimalaitos jäisi ennalleen. (Naantali, Inkoo, Meri-Pori).

Tuotekehitys olisi melko helppoa ja tekniset riskit kohtuullisia. Kattilakonstruktion kehittäminen mahdollistaa kokonaan uusien lämmön talteenottokonstruktioiden kehittämisen ja hyödyntämisen. Kuumalujien materiaalien käyttö on myös mahdollisimman tehokasta paineistettuja savukaasuja käytettäessä, koska lämmönsiirto on tehokkaampaa ja lämpöpintatarve jää pieneksi. Myös prosessien hallinta paranee ja materiaalien viruminen sitä kautta vähenee.

10 YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa on arvioitu paineistetun happipolton soveltumista CHP – tuotantoon yksinkertaistamalla tuotantokonseptia mahdollisimman paljon polton, höyryturbiiniinpiirin ja hiilidioksidin lauhdutuksen osalta. Näillä oletuksilla on laskettu konseptille kehityspotentiaalia kuvaavia suoritusarvoja. Niiden perusteella panostukset jatkotarkasteluihin on mahdollista kohdentaa. Tulokset ovat hieman optimistisempia kuin Canmetin tai MIT:n selvityksissä saadut arvot, mutta kuitenkin samansuuntaisia ja selkeästi teknologiasovellutuksen edullisuutta indikoivia.

Uuden sukupolven voimalaitoskonseptit, joissa lähtökohtaisesti lämpövoimaprozessi mukautetaan hiilidioksidin talteenoton vaatimukseen, tarjoavat merkittäviä kehitysmahdollisuuksia sekä voimantuottajille että laitevalmistajille siksi, että niissä CCS:stä johtuva hyötysuhdehaitta voidaan lähes kokonaan eliminoida. Konsepteina



19.9.2011

uudet sovellutukset ovat vielä raakileita eikä alalla ole vielä selvää kuvaa siitä, minkälaisia tulevaisuuden voimalaitoskonsepteista lopullisesti kehitty. Paineistetun polton avulla on mahdollista kehittää nykyistä kilpailukykyisempiä höyryvoimalaitoksia ja yksinkertaistaa hiilidioksidin nesteytysprosessia. Mutta se, riittääkö paineistetun happipolttokonseptin kilpailukyky suuria IGCC -laitoksia vastaan, jää nähtäväksi.

CHP – kokoluokka tarjoaa pienikokoisen kaupallisen markkinan voimalaitosteknologian kehittämiseen. Pienikokoiset voimalaitokset perustuvat nykyäänkin erilaiseen voimalaitostekniikkaan kuin suuret lauhdevoimalaitokset. Siksi niille soveltuvat CCS – konseptitkin saattavat olla erilaisia ja tarve esim. varsin monimutkaista kaasutuskombilaitosta yksinkertaisempiin voimalaitoskonsepteihin jää pysyväksi.