

Analys av ny elproduktionskapacitet



FUD

FORSKNING • UTVECKLING • DEMONSTRATION

Analys
av
ny Elproduktionskapacitet

Upprättad av
PPS Project Promotion Services AB
Göteborg

Innehållsförteckning

	sid
- SAMMANFATTNING	3
I. INLEDNING	4
II. FÖRUTSÄTTNINGAR	5
III. BESKRIVNING AV ANLÄGGNINGSTYPERNA	10
IV. SAMMANSTÄLLNING	Bilaga 1
V. BERÄKNING OCH UTVÄRDERING AV TRETTON FALL	" 2

SAMMANFATTNING

PPS Project Promotion Services AB har inhämtat grunddata analyserat dessa både teknisk och ekonomiskt för tretton olika kraftverkstyper för att eldas med olika bränsleslag.

Studien avser i första hand att visa de möjligheter som finns att kunna producera el till låg kostnad med befintlig teknik eller teknik som med en måttlig utvecklingsinsats kan finnas tillgänglig på markanden hos olika leverantörer både inom och utom landet.

Kraftverkstyperna kan sammanfattas i tre olika storlekar

- För mindre tätorter med litet värmeunderlag
- För mellanstora svenska städer
- För större städer med kraftvärmeunderlag inklusive anläggningar för kondensdrift

Spridningen för elproduktionskostnaden med de metoder som vi tillämpat varierar från 11 öre/kWhe till 30 öre/kWhe.

Flertalet av de anläggningar som vi analyserat ligger kring 20 öre/kWhe.

Som framgår av rapporten varierar fördelningen mellan kostnaderna avsevärt eftersom några anläggningstyper har låga investeringskostnader men uppvisar ett effektivt utnyttjande av bränslet, detta gäller i synnerhet för gasturbinkraftverk medan fastbränsleeldade krafverk uppvisar höga anläggningskostnader men lägre bränslekostnader.

De kondensdrivna anläggningarna är konkurrenskraftiga tack vare sin storlek och de många drifttimmarna i jämförelse med de mindre anläggningarna för kraftvärmeproduktion, som drivs ett färre antal timmar under den kalla perioden.

Någon känslighetsanalys har i detta sammanhang inte utförts men som oftast visar sig antalet drifttimmar vara en av de mest påverkande faktorerna för att uppnå en låg elproduktionskostnad.

Av de analyserade anläggningarna finns inte någon i drift i Sverige för närvarande, men ett antal är underuppförande eller under projektering. Ett antal snarlika anläggningar har under de senaste åren byggts om för att eldas med t ex kol.

grunddata
tretton
ansleslag.

ter som finns
ntlig teknik
s kan finnas
både inom och

storlekar

clusive

etoder som vi
e/kWhe.

ligger kring

mellan
styper har låga
vt utnyttjande
urbinkraftverk
a anläggnings-

kraftiga tack
jämförelse med
tion, som drivs
len.

ng inte utförts
vara en av de
låg

någon i drift i
eruppförande
anläggningar har
as med t ex kol.

motion Services AB har utvärderat och
a möjligheter och kombinationer att producera

en är att finna den lägsta möjliga
standen med befintlig eller nära förestående
digt kunna möta de krav som kan förväntas bli
duktionsanläggningar av myndigheterna. Sådana
ra miljöpåverkande faktorer, skatter och
el/värme.

resultaten skall i första hand inte uppfattas
roduktionskostnader utan som relativa
: få ett jämförelseunderlag, där olika
erkstyper, drifttid etc kan ställas mot

llför mycket "brus" och för tillfället
orer t ex framtida energiprisutveckling
i tillämpat de för dagen rådande
därmed fått ett konsistent material, där de
rna visar sin genomslagskraft.

orer avser vi bränslepriser,
verkningsgrad, el/värmekvot samt möjlighet
ing.

nnuitetsmetoden för att bedöma
. För att uppnå en mer företagsekonomisk
tetsmetoden mycket rudimentär, men som en
on i en jämförande studie anser vi den
ann. Annuitetsmetoden speglar ett statistiskt
ler till att slutresultatet kan visa
otsvarar ett reellt fall. För att även ta
amiska förloppet t ex byggtider, reducerad
r uppstart, finansieringsformer vore en
w analys att föredrag, där årliga
sräkningar simuleras och den ekonomiska
er efterliknar "verkligheten".

I. INLEDNING

PPS Project Promotion Services AB har utvärderat och analyserat olika möjligheter och kombinationer att producera el.

Målet med studien är att finna den lägsta möjliga elproduktionskostanden med befintlig eller nära förestående teknik och samtidigt kunna möta de krav som kan förväntas bli ställda på elproduktionsanläggningar av myndigheterna. Sådana krav kan t ex vara miljöpåverkande faktorer, skatter och samproduktion av el/värme.

De presenterade resultaten skall i första hand inte uppfattas som absoluta elproduktionskostnader utan som relativa kostnader för att få ett jämförelseunderlag, där olika bränslen, kraftverkstyper, drifttid etc kan ställas mot varandra.

För att undvika allför mycket "brus" och för tillfället underordnade faktorer t ex framtida energiprisutveckling räntenivåer har vi tillämpat de för dagen rådande prisnivåerna och därmed fått ett konsistent material, där de avgörande faktorerna visar sin genomslagskraft.

Med betydande faktorer avser vi bränslepriser, investeringsnivå, verkningsgrad, el/värmekvot samt möjlighet till värmekreditering.

Vi har tillämpat annuitetsmetoden för att bedöma kapitalkostnaderna. För att uppnå en mer företagsekonomisk analys så är annuitetsmetoden mycket rudimentär, men som en första approximation i en jämförande studie anser vi den tillräckligt noggrann. Annuitetsmetoden speglar ett statistiskt förlopp, vilket leder till att slutresultatet kan visa siffror, som inte motsvarar ett reellt fall. För att även ta hänsyn till det dynamiska förloppet t ex byggtider, reducerad tillgänglighet under uppstart, finansieringsformer vore en fullständig cashflow analys att föredra, där årliga resultat- och balansräkningar simuleras och den ekonomiska simuleringsmodell mer efterliknar "verkligheten".

II. FÖRUTSÄTTNINGAR

För att underlätta analysen och låta de avgörande faktorerna lysa igenom har vi fryst ett antal parametrar och varierat andra, anpassade till de förutsättningar och möjligheter som varje kombination kan ge.

De faktorer som varierar är:

- Investeringsnivå
- El/värmeeffekt
- Energiproduktion
- Drifttid
- Bränslepriser
- Bränsleskatter
- Bemanning

De faktorer som antagits oförändrade är:

- Kapitalkostnadesberäkning
- Lönekostnader
- Adm, försäkring, allmänna omkostnader
- Kapitalbindning i bränslelager
- Värmekreditering

Varje enskilt fall finns beskrivet i bilaga och inleds med en sammanställning av förutsättningarna.

Beskrivning av förutsättningarna:

1. Varierande parametrar

- Investeringsnivån är bedömd från vad som antas vara normalt kostnadsläge och uppnåeligt. Dock kan ett upphandlingspris variera kraftigt från de antagna kostnadsnivåerna eftersom andra faktorer styr prisbildningen t ex konkurrensläge, valutakurser och förväntad inflationsnivå.

Investeringsnivån har uppskattats genom att bryta ner anläggningarna i tre större delar bestående av panna, turbosats inkl. generator med tillhörande utrustning och relaterad elutrustning, samt eventuell gasturbin med utrustning.

Vid kraftvärmeproduktion antas fjärrvärmeväxlare med utrustning tillhöra turbosatsen.

Investeringsnivån blir således en summa av produkter, där anläggningens effekt och specifik investering i kr/kWe är faktorer.

II. FÖRUTSÄTTNINGAR

För att underlätta analysen och låta de avgörande faktorerna lysa igenom har vi fryst ett antal parametrar och varierat andra, anpassade till de förutsättningar och möjligheter som varje kombination kan ge.

De faktorer som varierar är:

- Investeringsnivå
- El/värmeeffekt
- Energiproduktion
- Drifttid
- Bränslepriser
- Bränsleskatter
- Bemanning

De faktorer som antagits oförändrade är:

- Kapitalkostnadesberäkning
- Lönekostnader
- Adm, försäkring, allmänna omkostnader
- Kapitalbindning i bränslelager
- Värmekreditering

Varje enskilt fall finns beskrivet i bilaga och inleds med en sammanställning av förutsättningarna.

Beskrivning av förutsättningarna:

1. Varierande parametrar

- Investeringsnivån är bedömd från vad som antas vara normalt kostnadsläge och uppnåeligt. Dock kan ett upphandlingspris variera kraftigt från de antagna kostnadsnivåerna eftersom andra faktorer styr prisbildningen t ex konkurrensläge, valutakurser och förväntad inflationsnivå.

Investeringsnivån har uppskattats genom att bryta ner anläggningarna i tre större delar bestående av panna, turbosats inkl. generator med tillhörande utrustning och relaterad elutrustning, samt eventuell gasturbin med utrustning.

Vid kraftvärmeproduktion antas fjärrvärmeväxlare med utrustning tillhöra turbosatsen.

Investeringsnivån blir således en summa av produkter, där anläggningens effekt och specifik investering i kr/kWe är faktorer.

De bränslen som antagits bli aktuella är: torv inkl skogsavfall, kol, gas och olja. Sopor förväntas även kunna bli tillämpbara för vissa panntyper men är svårare att kostnadsuppskatta.

- Bränslepriser

För de valda bränsleslagen har vi ansatt de priser som råder för dagen.

För importerade bränslen som kol och olja är priset beräknat som cif svensk storhamn, medan gasen torven är ansatta till priset vid kraftverkets grind.

Någon bedömning av priset, positivt eller negativt, för sopor har vi inte gjort, men vi tror att soporna och anordningar för sophantering och sortering kommer att leda till en kostnad för kraftbolaget.

I sammanställningen är bränslepriset angivet som t ex "gasp=9", vilket skall uttolkas som "gaspris=9 öre/kWh bränsle".

- Bränsleskatter

Myndigheterna använder ju skatterna bl a för att dels möjliggöra inhemsk bränsleanvändning och dels för att åstadkomma ett effektivare utnyttjande av anläggningarna.

Principen för skatteuttag är att man betalar full skatt vid importtillfället, krediteras den bränsleskatt för den del av bränslet som använts för elproduktion, eftersom el beskattas i nästa led. Vi har på ett enkelt sätt beaktat detta genom att låta andelen eleffekt bli faktorn för skattekreditering.

De antagna skattenivåerna är antagan efter riksdagens senaste beslut och motsvar de som gäller för 1987.

Skattesatsen är angiven i sammanställningen som t ex "gassk=2,85" vilket skall uttolkas som "gasskatt=2,85 öre/kWh bränsle".

- Bemanning

Vi har strävat efter så kostnadseffektiva anläggningar som möjligt och ansatt drift av anläggningarna med femskift plus viss dagpersonal.

Underlag för bedömning av de specifika investeringsnivåerna är tagna från utländska, i första hand tyska, franska och svenska leverantörer, samt beaktat den svenska marknaden som öppen för alla leverantörer att konkurrera på.

I den inledande beskrivningen i bilagorna anges den specifika investeringen som t ex sst=2200 vilket skall utläsas som "specific steam turbine = 2200 kr/kWe".

- El/värmeeffekt

Eleffekten är angiven som brutto producerad el i MWe, liksom att värmen är angiven brutto värmeeffekt levererad till fjärrvärmenätet i MWv.

Vi har medvetet avstått från att beräkna eleffekten netto eftersom det leder till omfattande systemutläggningar och hänsyn till speciella lokala krav, eftersom vi gör en relativanalys och det i ringa grad kan påverka slutresultatet.

- Drifttid

Anläggningens drifttid är indelad i två delar, dels sådan tid då fjärrvärmenätet antas vara i drift dvs under vinterhalvåret, vilket vi antagit till 4000 drifttimmar, dels den tid då elproducerande anläggningar kan vara i drift, 7000 timmar. Vi har nöjt oss med dessa dels för att de ansluter till kraftindustrins bedömning, dels för att vara så konsistent som möjligt eftersom drifttiden har en stor genomslagskraft på slutresultatet.

- Energiproduktionen

El- och värmeenergiproduktionen är ju produkten av effekt och tid, men eftersom vissa anläggningar kan omfördela el- och värmeproduktionen (flytande alfavärde) så är den angiven.

- Bränsleslag

Bränsleslagen varierar högst avsevärt alltefter anläggningstyp och förbränningsegenskaper. Vissa anläggningar är av enbränsletyp medan andra kan förbränna de flesta bränslen. Vi har i studien utgått ifrån att det från bl a myndigheternas sida är önskvärt med stor bränsleflexibilitet och därför inriktat oss på sådana anläggningar.

De administrativa kostnaderna och underhåll anses vara del i den allmänna delen. Löner är antagna till fastbelopp per månad med normala lönebikostnader. Generellt sett är bemanning ingen tung post.

2. Icke varierande parametrar

De parametrar som förblivit oförändrade mellan de olika fallen är:

- Kapitalkostnadsberäkning
- Fasta driftkostnader
- Lagerhållningskostnader
- Värmekreditering

Dessa parametrar har baserats på inom kraftindustrin antagna värden.

- Kapitalkostnadsberäkning

Annuitetsmetoden har tillämpats. För att så långt som möjligt anpassa oss till redan etablerade analysmetoder har vi valt annuitetsperioden 25 år, vilket för vissa anläggningar kan vara långt. Realräntenivån är antagen till 4 %, vilket i dagsläget är något lågt, å andra sidan är 10 % alltför högt över en så lång period som 25 år.

För en relativ bedömning och med den förenklade ekonomiska modell som valts anser vi det fullt tillräckligt med de valda parametrarna.

- Fasta driftkostnader

Lönen för driftpersonal är ansatt till 13000 kr/mån. Övriga fasta driftkostnader är bedömda efter anläggningsstorlek och ansatta efter en specifik driftkostnad vilka ingår som faktorer i beräkningsmodellen.

- Lagerhållningskostnad

De bränslen som importeras t ex kol och olja har antagits en lagerkostnad i första hand avseende kapitalbindningen. Vi har antagit 45 dagars lager för kol och olja. Även här har vi använt realräntan 4 %. Detta lager "rullas" fram och blir därför en fast driftkostnad.

diva kostnaderna och underhåll anses vara
nämnda delen. Löner är antagna till
r månad med normala lönebikostnader.
c är bemanning ingen tung post.

en och gas antas
gen svarar för

arametrar

tionen från
en endast kan
vilket motsvarar
öre/kWhv, leverat
"grind".

om förblivit oförändrade mellan de olika

lsberäkning
stnader
skostnader
ing

c har baserats på inom kraftindustrin

te tagit med
eller har vi tagit
eller eventuella
för
ande åtgärder.

lsberäkning

len har tillämpats. För att så långt som
sa oss till redan etablerade
har vi valt annuitetsperioden 25 år,
ssa anläggningar kan vara långt.
n är antagen till 4 %, vilket i dagsläget
å andra sidan är 10 % alltför högt över
riod som 25 år.

ka kostnader som
etc. Dessa är till
ttningen men kan
lden radikalt.

r bedömning och med den förenklade
kell som valts anser vi det fullt
med de valda parametrarna.

stnader

ftpersonal är ansatt till 13000 kr/mån.
driftkostnader är bedömda efter
örlek och ansatta efter en specifik
vilka ingår som faktorer i
ellen.

skostnad

om importeras t ex kol och olja har
rgerkostnad i första hand avseende
ngen. Vi har antagit 45 dagars lager för
Även här har vi använt realräntan 4 %.
ullas" fram och blir därför en fast

För lagerhållning av inhemska bränslen och gas antas att leverantören och/eller kraftbolagen svarar för kostnaderna.

- Värmekreditering

För att tillgodogöra sig värmeproduktionen från anläggningen har vi antagit att värmen endast kan säljas under den kalla delen av året vilket motsvarar 4000 drifttimmar till ett pris av 12 öre/kWhv, leverat fjärrvärmeanslutningen kraftverkets "grind".

3. Icke definierade kostnader

För fastbränsleeldade pannor har vi inte tagit med kostnader för deponering av aska, ej heller har vi tagit med kostnader för kalk vid avsvavling eller eventuella kostnader för ammoniak eller liknande för denitrifiering och andra miljöförbättrande åtgärder.

Varje anläggning har sina karaktäristiska kostnader som för mark, tillgång till infrastruktur etc. Dessa är till viss del beaktade i investeringsuppskattningen men kan under vissa omständigheter förändra bilden radikalt.

III. BESKRIVNING AV ANLÄGGNINGSTYPERNA

Totalt har tretton olika anläggningstyper studerats i varierande storlek och utförande. De valda storlekarna har antagits efter de erfarenheter och kalkyler från kända projekt för uppnå bästa sannolika kostnadsuppskattning.

Dessa kraftverkstyper är:

Typ	El/värme-effekt MWe/MWv
1. CFB-Gasturbin kvv (1)	35/64
2. CFB kvv	31/69
3. Kolpulver kvv	31/69
4. Trycksatt CFB (cirkulerande) kvv	35/65
5. Kombinerad gas/ångturbin kvv	30/36
6. Kombinerad CFB/dieselmotor kvv	37/62
7. Dieselmotor kvv	20/15
8. Kolpulveranl kondensdrift	300/ -
9. Gaskondens	300/ -
10. Trycksatt FBC (bubblande)	136/200
11. Stor kombinerad gas/ångturbin kvv	440/354
12. Värnamo-anl. kvv	7/15
13. Aarhus kvv	375/451

(1) kvv=kraftvärmeverk

Nedan är beskrivet vilka egenskaper som utmärker de olika anläggningstyperna:

1. Kombinerad CFB-Gasturbin

Gasturbiner drivs normalt med gas eller flytande bränsle och högt luftöverskott, varför de varma

avgaserna har ett stort innehåll av oförbränt syre, vilket möjliggör återanvändning samtidigt som man nyttiggör det stora värmeinnehållat genom att använda avgaserna som förbränningsluft och primärluft i en cirkulerande svävbäddspanna (CFB).

CFB-pannan eldas med billiga fasta bränslen som kol och torv. Ett måttligt högt alfavärde uppnås till en ganska låg investering, samtidigt som ca 75% av bränslet är det billigare kolet eller torven.

Effekten är 35 MWe/64 MWv och ger en elproduktionskostnad på 18 öre/kWh efter värmekreditering.

Ingen anläggning av denna typ finns byggd men liknade koncept för kolpulveranläggningar finns för mycket stora kraftverk, 750 MWe, i Tyskland.

2. Cirkulerande Fluid Bed Panna (CFB)

En CFB-panna om 100 MWbr för kraftvärmeproduktion har stor bränsleflexibilitet för att eldas med torv, kol, träbränslen och sopor samt olja.

Effekten är 31 MWe/69 MWv och uppnår således ett ganska lågt alfavärde. Elproduktionskostnaden förväntas bli 21 öre/kWh efter värmekreditering.

CFB-anläggningar för värmeproduktion är vanligt förekommande i landet, den första större för kraftvärmeprouktion kommer att uppföras i Örebro med en effekt om 180 MWbr.

3. Kolpulvereldad Panna

Detta är en anläggning som består av en konventionell kolpulverpanna med nödvändiga rökgasreningssteg för kraftvärmeändamål.

Anläggningen uppnår samma data som nr 2 men är en enbränslepanna för koleldning.

Investeringen blir relativt omfattande eftersom separata rökgasreningssteg för svavelrening och kväveoxider har lagts ut efter förbränningsrummet i rökgasstråket.

Elproduktionspriset är uppskattat till 23 öre/kWh

inklusive värmekreditering.

Anläggningen är vanligt förekommande dock saknar de flesta anläggningar i dag fullständig avsvavlings- och denitrifieringsanläggningar.

4. Trycksatt Cirkulerande Fluid Bed Panna (PCFB)

Uttrycket står för trycksatt CFB-anläggning (pressurized circulating fluidized bed), i vilken förbränningen äger rum under tryck vilket medför att anläggningen blir kompakt och att man med en gasturbin kan förbättra eleffektuttaget.

För en bränsleeffekt om 100 MW blir el/värmeuttaget 35 MWe/65 MWv eller ett alfavärde om 54 %. För större anläggningar med mer sofistikerad ånganläggning kan man nå alfavärden om 60-70%

Endast en liten pilotanläggning finns byggd i Sverige i övrigt finns inga kända projekt vare sig i Sverige eller utomlands.

Elproduktionskostnaden inklusive värmekreditering uppgår till 20 öre/kWh.

5. Kombinerad gas/ångturbin

En mindre kombinerad gas/ångturbin för kraftvärmeproduktion, där gasturbinens avgasvärme nyttiggörs i en avgaspanna eventuellt med eftereldning för ångproduktion.

Systemet är mycket enkelt och omtalat, men tyvärr finns egentligen mycket få byggda främst beroende på det höga olje/gaspriset som rått under första hälften av 80-talet.

Alfavärdet blir 80-100 % vid mindre anläggningar för det beräknade konceptet om 30 MWe/36 MWv blir alfavärdet 83 %.

Investeringen är mycket låg vilket bidrar till en elproduktionskostnad om 22 öre/kWh.

Större anläggningar finns byggda i första hand i Holland och Tyskland, samt en mindre på ett raffinaderi i Göteborg.

6. Kombinerad CFB-Dieselmotor

Liksom i fall nr 1 kan en CFB-panna kopplas med en dieselmotor, vilket ger ett något bättre alfavärde.

Eftersom dieselmotorn har mycket hög elverkningsgrad, 45-50%, och kan drivas med mycket dåliga bränslen till låg kostnad och dessutom kan man få avgaserna avsvavlade och denitrifierade i CFB-pannan uppnås ett mycket lågt elproduktionspris, 11 öre/kWhe.

Dieselmotorn kan med fördel också använda gas som bränsle utan större modifieringar.

Investeringsnivån är relativt hög.

Ingen anläggning finns i drift, men eftersom CFB-tekniken såväl som dieselmotortekniken är väl utprovade, finns det inget som konceptuellt hindrar att tillämpa tekniken.

7. Dieselmotor

En konventionell dieselmotor för gasdrift har tagits med för jämförelsens skull. Storleken är 20 MWe/15 MWV och ger ett mycket högt alfavärde, 130 %.

Investering är hög och ger vid gasdrift en elproduktionskostnad inklusive värmekreditering 25 öre/kWh.

Dieselmotorn har för lokalkraftproduktion blivit mycket populär, där andra alternativ visat sig ha svårt och konkurrera, tex på öar och där elkonsumenterna varit måttligt stora. Tack vare den höga tillgängligheten kan vid låga bränslepriser den producerade elkraften bli attraktiv.

8. Kolkondens

För mycket stora block har kolkpulvereldade kondenskraftverk varit de enda tillgängliga. För n finns inga väl bebrövade alternativ vid koleldning att tillgå.

Block med över 1000 MWe finns byggda över hela världen. För att möta de nya emissionskraven krävs ett omfattande utvecklingsarbete. För att möta dessa nya krav räcker det inte med att modifiera

förbränningsrummet utan externa komponenter måste byggas på i rökgasstråken. Detta leder till omfattande extrainvesteringar i jämförelse med äldre anläggningar varför andra förbränningsalternativ kan bli mer konkurrenskraftiga. Det är ännu för tidigt att få en klar uppfattning om merkostnaderna p g a rökgasavsvavling och denitrifiering men dessa kommer att bli avsevärda.

Vi har antagit ett mindre block om 300 MWe även om projektering av större block pågår i Sverige. Investeringen är relativt beroende av rökgasreningsutrustningen vilket leder till ganska hög specifik investering.

Elproduktionskostnaden är beräknad till 21 öre/kWhe utan värmekreditering, eftersom sådan inte finns tillgänglig.

Antalet i drift varande större anläggningar med både avsvavling och denitrifiering finns inte i drift men ett antal är under byggnad främst i Västtyskland.

9. Kombinerad gas/ångturbinanläggning för kondensdrift

Den kombinerade gas/ångturbinanläggningen för elkraftproduktion i kondensutförande är i princip mycket enkel och rättfram, där avgaserna från gasturbinen passerar en eventuellt eftereldad gaspanna, som genererar ånga till ett ångturbinsystem.

Anläggningens verkningsgrad har visat sig kunna bli mycket hög och ett flertal leverantörer kan i dag leverera anläggningar med verkningsgrad över 50 %. Det pågående utvecklingsarbetet tyder på att man snart är mogen att demonstrera anläggningar med verkningsgrad runt 54 %. Detta åstadkommes med höga förbränningstemperaturer vilket i sin tur gynnar bildningen av kväveoxider.

För att tillgodose de nya miljökraven har leverantörerna presenterat en rad lösningar som bl a går ut på att antingen denitrifiera utgående gaser i en katalysatoranläggning eller att med hjälp av ånga begränsa förbränningsförloppet utan att göra avkall på verkningsgraden.

Den långa drifttiden och låga investeringskostanden leder till att elproduktionskostnaden uppgår till ca 25 öre/kWhe, då utan värmekreditering eftersom någon sådan inte finns tillgänglig.

Trots sin relativa enkelhet finns inte många sådana anläggningar byggda i större skala. Öppna gasturbin-system är mycket vanliga men i kombiutförande mindre vanliga. De största kombinerade gas/ångturbin-systemen finns i Japan och Malaysia, medan ett antal mindre finns i första hand i Nederländerna och Västtyskland. Detta beror på att gaspriset i regel varit för högt för att kunna konkurrera med framförallt kol- och kärnkraft.

10. Trycksatt bubblande fluid bed anläggning (PFBC)

För jämförelse har vi studerat den trycksatta bubblande fluid bed anläggningen som ASEA-STAL kommer att leverera till Stockholm Energi Produktion i Värtan.

Den antagna investeringen är inte densamma som Värta-anläggningen kontrakterats för eftersom den byggs inom ett redan befintligt elproduktionssystem och vi i jämförande syfte antar helt nyproducerade anläggningar.

El/värmekvoten är hög, 68 %, bl a tack vare ett avancerat ångsystem med höga ångdata.

Elproduktionskostnaden är beräknad till 20 öre/kWhe.

Förutom Värta-anläggningen finns endast några mindre provriggar byggda i Sverige, UK och Västtyskland, dessutom har ett antal fullstora anläggningar beställts i USA och Spanien.

11. Kombinerad gas/ångturinanläggning för kraftvärme.

För att uppnå mycket goda värden för en gaseldad anläggning bör anläggningen vara stor dels för att få låg specifik anläggningskostnad, dels för att få hög totalverkningsgrad med högt alfavärde för att få tillgång till värmekreditering.

Vi har antagit en sådan anläggning för en eleffekt om 440 MWe och 354 MWv, vilket leder till ett alfavärde om 118 %.

För att möta de höga kraven på små utsläpp av kväveoxider krävs att anläggningen utrustas med någon form av denitrifieringssystem.

Med värmekreditering blir elproduktionskostnaden 16 öre/kWhe.

12. Mindre kraftvärmeverk i Värnamo

I Värnamo kommun projekteras ett mindre kraftvärmeverk, där en fastbränsleeldad CFB-panna med tillhörande ångturbinanläggning skall producera 7 MWe och 15 MWv.

Eftersom liknande system planeras på olika ställen i landet är det av intresse att jämföra denna anläggningstyp med de något större anläggningarna och finna ut vad som kan vara uppnåeligt.

Den presenterade investering på SEK 106 milj leder till en extremt hög specifik investering, vilket kan motiveras med att det är en försöksanläggning som får bära alla sina egna kostnader. Möjligen kan man i längre serier sänka investeringskostnaden såsom är önskvärt.

Eftersom inhemska bränslen som torv skall användas blir elproduktionspriset inklusive värmekreditering mycket högt, 30 öre/kWhe.

En liknande anläggning byggs f n i Hallsberg, dock något mindre ca 3MWe.

13. Koleldat kvv i Aarhus, Danmark

Efter den senaste oljekrisen inledde danskarna en massiv satsning på koleldade kraftverk. Ett av dessa har byggts i Aarhus och är representativt för dagens teknik i en mellan stor stad.

Anläggningen är avsedd att drivas som kraftvärmeverk under den kalla perioden men tack vare sitt ångturbinarrangemang kan den drivas som kondenskraftverk under sommarmånaderna vilket leder till ett effektivt utnyttjande av verket. Det maximala eleffektuttaget är 375 MWe och det maximala värmeeffektuttaget är 451 MWe.

Eftersom verket inte är utrustat med de reningssteg som förväntas bli krävda av svenska myndigheter har vi modifierat investeringsnivån till troliga svenska förhållanden.

Elproduktionskostnaden inklusive värmekreditering är beräknad till 17 öre/kWh.

SAMMANSTÄLLNING
30 DEC 1986

		CFB-GT	CFB100kv	PC100kv	PCFB100kv	KOMBI GT/ST	CFB-DIE	DIESEL	KOLKOND
Eleffekt	MWe	35	31	31	35	30	37	20	300
Värmeeffekt	MWv	64	69	69	65	36	62	15	0
alfa-värde	procent	55	45	45	54	83	60	130	
Investering	MSEK	229	266	305	267	114	290	160	2.100
Spec. invest	kr/kWe	6.500	8.600	9.800	7.600	3.800	7.800	8.000	7.100
Elprodkost									
Kapitalkostnad	öre/kWh	10	14	16	12	6	5	7	7
Driftkostnad	"	5	5	5	5	3	2	3	2
Bränslekostnad	"	25	29	29	25	26	12	20	12
Summa	"	40	48	50	42	35	19	30	21
Värmekreditering	"	-22	-27	-27	-22	-14	-8	-5	
Total elprodkostn	öre/kWh	18	21	23	20	21	11	25	21

SAMMANSTÄLLNING
30 DEC 1986

	GASKOND	PFBC200	GASKVV	VÄRNAMO	ÅRHUS KV
Eleffekt	300	136	440	7	375
Värmeeffekt	0	200	354	15	451
alfa-värde		68	118	46	61
Investering	1.000	1.000	1.350	106	1.800
Spec. invest	3.500	7.400	3.200	15.200	6.500
Elprodkost					
Kapitalkostnad	3	12	3	18	5
Driftkostnad	1	4	1	10	1
Bränslekostnad	18	21	18	28	21
Summa	22	37	22	56	27
Värme kreditering		-18	-6	-26	-10
Total elprodkostn	22	19	16	30	17

1. CFB GASTURBIN KVV
30 dec, 1986

scfb = 1800	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 27
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 8
sdie = 6500	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbeff = 83
sförg = 1000	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 20

k1

GT-CFB KVV

Eleffekt	35	MWe
Värmeeffekt	64	MWv
Breffekt	110	MWbr
alfa	55	procent
Investering		
Gasturbin	20.000	kSEK
Ångturbin	59.400	
Cfbpanna	149.400	
Invest	228.800	
Spec-invest	6.537	kr/kWhe
Elprod	245	GWhe
Värmeprod	255	GWhv
Bränslekostnad		
kol	21.919	
kolskatt	18.412	
brskattkred	-5.880	
Brkost	34.451	
Kapkost	14.646	kSEK
Driftkostnad		
Personal	4.680	kSEK
Öv-fast	1.050	"
Förs	70	"
Allm-omk	700	"
Fasta-bränsle	237	"
Driftkost	6.737	"
Sammanställn		
Kap	6	öre/kWhe
Drift	3	"
Bränsle	14	"
Elprodkost	23	"
Värmekreditering		
Värmeintäkt	30.545	kSEK
Värme kred	-12	öre/kWhe
Elprod(vK)	10	"

2. CFB KRAFTVÄRME
30 dec, 1986

scfb = 1800	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 31
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 0
sdie = 6500	dtidv = 4000	kolstk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbeff = 110
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 20

k1

CFB KVV

Eleffekt	31	MWe
Värmeeffekt	69	MWv
Breffekt	111	
alfa	45	
Investering		
Gasturbin	0	kSEK
Ångturbin	68.200	
Cfbpanna	198.000	
Invest	266.200	
Spec-invest	8.587	kr/kWhe
Elprod	124	GWhe
Värmeprod	276	GWhv
Bränslekostnad		
kol	22.198	
kolstkatt	18.646	
brskattkred	-5.208	
Brkost	35.635	
Kapkost	17.040	kSEK
Driftkostnad		
Personal	4.680	kSEK
Öv-fast	930	"
Förs	62	"
Allm-omk	620	"
Fasta-bränsle	240	"
Driftkost	6.532	"
Sammanställn		
Kap	14	öre/kWhe
Drift	5	"
Bränsle	29	"
Elprodkost	48	"
Värmekreditering		
Värmeintäkt	33.067	kSEK
Värmekred	-27	öre/kWhe
Elprod(vK)	21	

3. PC 100KV
30 dec, 1986

scfb = 2150	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 31
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 0
sdie = 6500	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbeff = 110
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 20

k1

KOLPULVER KVV

Eleffekt	31	MWe
Värmeeffekt	69	MWv
Breffekt	111	MWbr
alfa	45	procent

Investering

Gasturbin	0	kSEK
Ångturbin	68.200	"
Cfbpanna	236.500	"
Invest	304.700	"

Spec-invest	9.829	kr/kWhe
-------------	-------	---------

Elprod	124	GWhe
Värmeprod	276	GWhv

Bränslekostnad

kol	22.198	kSEK
kolskatt	18.646	"
brskattkred	-5.208	"
Brkost	35.635	"

Kapkost	19.504	kSEK
---------	--------	------

Driftkostnad

Personal	4.680	kSEK
Öv-fast	930	"
Förs	62	"
Allm-omk	620	"
Fasta-bränsle	240	"
Driftkost	6.532	"

Sammanställn

Kap	16	öre/kWhe
Drift	5	"
Bränsle	29	"
Elprodkost	50	"

Värmekreditering

Värmeintäkt	33.067	kSEK
-------------	--------	------

Värmekred	-27	öre/kWhe
-----------	-----	----------

Elprod(vK)	23	"
------------	----	---

4. PCFB 100kv
30 dec, 1986

scfb = 1700	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 26
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 9
sdie = 6500	dtidv = 4000	kolstk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbeff = 110
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 20

k1

PCFB 100kv

Eleffekt	35	MWe
Värmeeffekt	65	MWv
Breffekt	111	MWbr
alfa	54	procent
Investering		
Gasturbin	22.500	kSEK
Ångturbin	57.200	"
Cfbpanna	187.000	"
Invest	266.700	"
Spec-invest	7.620	kr/kWhe
Elprod	140	GWhe
Värmeprod	259	GWhv
Bränslekostnad		
kol	22.181	kSEK
kolskatt	18.632	"
brskattkred	-5.880	"
Brkost	34.933	"
Kapkost	17.072	kSEK
Driftkostnad		
Personal	4.680	kSEK
Öv-fast	1.050	"
Förs	70	"
Allm-omk	700	"
Fasta-bränsle	240	"
Driftkost	6.740	"
Sammanställn		
Kap	12	öre/kWhe
Drift	5	"
Bränsle	25	"
Elprodkost	42	"
Värme kreditering		
Värmeintäkt	31.111	kSEK
Värme kred	-22	öre/kWhe
Elprod(vK)	20	"

5. KOMBI GAS/ÅNGTURBIN
30 dec, 1986

scfb =	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 10
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 20
sdie = 6500	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	gpbreff = 70
sförg =	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 10

k1

KOMBI GAS/ÅNGTURBIN

Eleffekt	30	MWe
Värmeeffekt	36	MWv
Breffekt	73	MWbr
alfa	83	procent
Investering		
Gasturbin	50.000	kSEK
Ångturbin	22.000	"
Gaspanna	42.000	"
Invest	114.00	"
Spec-invest	3.800	kr/kWhe
Elprod	120	GWhe
Värmeprod	145	GWhv
Bränslekostnad		
gas	26.458	kSEK
gasskatt	8.378	"
brskattkred	-3.420	"
Brkost	31.416	"
Kapkost	7.297	kSEK
Driftkostnad		
Personal	2.340	kSEK
Öv-fast	900	"
Förs	60	"
Allm-omk	600	"
Fasta-bränsle	0	"
Driftkost	3.900	"
Sammanställn		
Kap	6	öre/kWhe
Drift	3	"
Bränsle	26	"
Elprodkost	36	"
Värmekreditering		
Värmeintäkt	17.349	kSEK
Värmekred	-14	öre/kWhe
Elprod(vK)	21	"

6. CFB-DIE KV
30 dec, 1986

scfb = 1800	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 23
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 0
sdie = 7500	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 14
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbeff = 82
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 20

k1

CFB-DIE 100kv

Eleffekt	37	MWe
Värmeeffekt	62	MWv
Breffekt	110	MWbr
alfa	60	procent
Investering		
Diesel	105.000	kSEK
Ångturbin	50.600	"
Cfbpanna	147.600	"
Invest	303.200	"
Spec-invest	8.195	kr/kWhe
Elprod	392	GWhe
Värmeprod	247	GWhv
Bränslekostnad		
kol	16.400	kSEK
kolskatt	13.776	"
gas	17.640	"
gasskatt	5.586	"
brskattkred	-6.535	"
Brkost	46.867	"
Kapkost	19.408	kSEK
Driftkostnad		
Personal	4.680	kSEK
Öv-fast	1.110	"
Förs	74	"
Allm-omk	740	"
Fasta-bränsle	237	"
Driftkost	6.841	"
Sammanställn		
Kap	5	öre/kWhe
Drift	2	"
Bränsle	12	"
Elprodkost	19	"

6. CFB-DIE KV
30 dec, 1986

scfb = 1800	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 23
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 0
sdie = 7500	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 14
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbeff = 82
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 20

k1

Värmekreditering		
Värmeintäkt	29.600	kSEK
Värmekred	-8	öre/kWhe
Elprod(vK)	11	"

7. DIESELMOTOR
30 DEC, 1986

scfb = 1800	sgasp = 0	gasp = 9	steff = 0
sst = 2200	dtide = 7000	torvp. = 9	gteff = 0
sdie = 8000	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 20
sgt = 0	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbeff = 0
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 15

k1

DIESEL

Eleffekt	20	MWe
Värmeeffekt	15	MWv
Breffekt	39	MWbr
alfa	130	procent

Investering

Diesel	160.000	kSEK
Invest	160.000	

Spec-invest	8.000	kr/kWhe
-------------	-------	---------

Elprod	140	GWhe
Värmeprod	62	GWhv

Bränslekostnad

gas	24.769	kSEK
gasskatt	7.844	"
brskattkred	-4.904	"
Brkost	27.709	"

Kapkost	10.242	kSEK
---------	--------	------

Driftkostnad

Personal	3.510	kSEK
Öv-fast	600	"
Förs	40	"
Allm-omk	400	"
Fasta-bränsle	85	"
Driftkost	4.635	"

Sammanställn

Kap	7	öre/kWhe
Drift	3	"
Bränsle	20	"
Elprodkost	30	"

Värmekreditering

Värmeintäkt	7.385	kSEK
-------------	-------	------

Värme kred	-5	öre/kWhe
------------	----	----------

Elprod(vK)	25	"
------------	----	---

8. KOLKONDENS
30 dec, 1986

scfb = 1800	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 27
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 9
sdie = 6500	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbbreff = 75
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 25

k1

KONDENSKRAFTVERK

Eleffekt	300	MWe
Värmeeffekt	0	MWv
alfa		procent
Investering		
Ångturbin	660	"
PC-panna	1.463	"
Invest	2.123	kSEK
Spec-invest	7.078	kr/kWhe
Elprod	2.100	GWhe
Värmeprod	0	GWhv
Bränslekostnad		
kol	256.098	kSEK
kolskatt	0	"
Brkost	256.098	kSEK
Kapkost	135.897	kSEK
Driftkostnad		
Personal	29.250	kSEK
Öv-fast	9.000	"
Förs	600	"
Allm-omk	6.000	"
Fasta-bränsle	1.280	"
Driftkost	46.130	kSEK
Sammanställn		
Kap	6	öre/kWhe
Drift	2	"
Bränsle	12	"
Elprodkost	21	"
Värmekreditering		
Värmeintäkt	0	kSEK
Värmekred	0	öre/kWhe
Elprod(vk)	21	"

9. GASKONDENS
30 dec, 1986

scfb = 1800	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 27
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 9
sdie = 6500	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbbreff = 75
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 25

k1

KONDENSKRAFTVERK

Eleffekt	300	MWe
Värmeeffekt	0	MWv
alfa		procent
Investering		
Gasturbin	400	kSEK
Ångturbin	220	"
Gaspanna	439	"
Invest	1.059	kSEK
Spec-invest	3.530	kr/kWhe
Elprod	2.100	GWhe
Värmeprod	0	GWhv
Bränslekostnad		
gas	378.000	kSEK
Brkost	378.000	kSEK
Kapkost	67.789	kSEK
Driftkostnad		
Personal	5.850	kSEK
Öv-fast	9.000	"
Förs	600	"
Allm-omk	6.000	"
Fasta-bränsle	0	"
Driftkost	21.450	kSEK
Sammanställn		
Kap	3	öre/kWhe
Drift	1	"
Bränsle	18	"
Elprodkost	22	"
Värmekreditering		
Värmeintäkt	0	kSEK
Värme kred	0	öre/kWhe
Elprod(vk)	22	"

10. PFBC 200KV
30 dec, 1986

scfb = 1800	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 106
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 15
sdie = 6500	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbbreff = 75
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 60

k1

PFBC200 KVV

Eleffekt	136	MWe
Värmeeffekt	200	MWv
Breffekt	373	MWbr
alfa	68	procent
Investering		
Gasturbin	75	MSEK
Ångturbin	233	"
FBC-panna	700	"
Invest	1.008	MSEK
Spec-invest	7.413	kr/kWhe
Elprod	544	GWhe
Värmeprod	800	GWhv
Bränslekostnad		
kol	75	MSEK
kolskatt	63	"
brskattkred	-23	"
Brkost	115	MSEK
Kapkost	65	MSEK
Driftkostnad		
Personal	14.040	kSEK
Öv-fast	4.080	"
Förs	272	"
Allm-omk	2.720	"
Fasta-bränsle	373	"
Driftkost	21.485	kSEK
Sammanställn		
Kap	12	öre/kWhe
Drift	4	"
Bränsle	21	"
Elprodkost	37	"
Värmekreditering		
Värmeintäkt	96	MSEK
Värme kred	-18	öre/kWhe
Elprod(vk)	19	"

11. KOMBI GASKVV
30 dec, 1986

scfb = 1800	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 160
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 140
sdie = 6500	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbbreff = 75
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 40

k1

KOMBIGAS KVV

Eleffekt1	440	MWe
Eleffekt2	418	MWe
Värmeeffekt	354	MWv
alfa	118	procent
Investering		
Gasturbin	560	MSEK
Ångturbin	352	"
Gaspanna	439	"
Invest	1.351	MSEK
Spec-invest	3.235	kr/kWhe
Elprod	2.990	GWhe
Värmeprod	1.416	GWhv
Bränslekostnad		
gas	538	MSEK
gasskatt	0	"
Brkost	538	MSEK
Kapkost	86	MSEK
Driftkostnad		
Personal	5.850	kSEK
Öv-fast	12.528	"
Förs	835	"
Allm-omk	8.352	"
Fasta-bränsle	0	"
Driftkost	27.565	kSEK
Sammanställn		
Kap	3	öre/kWhe
Drift	1	"
Bränsle	18	"
Elprodkost	22	"
Värmekreditering		
Värmeintäkt	170	MSEK
Värme kred	-6	öre/kWhe
Elprod(vk)	16	"

12. VÄRNAMO KVV
30 dec, 1986

scfb = 3000	sgasp = 600	gasp = 9	steff = 7
sst = 4500	dtide = 7000	torvp = 9	gteff = 0
sdie = 6500	dtidv = 5500	kolsk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbeff = 25
	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 15

k1

KVV VÄRNAMO

Eleffekt	7	MWe
Värmeeffekt	15	MWv
Breffekt	25	MWbr
alfa	46	procent
Investering		
Ångturbin	31.500	"
Cfbpanna	75.000	"
Invest	106.50	"
Spec-invest	15.214	kr/kWhe
Elprod	39	GWhe
Värmeprod	84	GWhv
Bränslekostnad		
kol	6.789	kSEK
kolskatt	5.702	"
brskattkred	-1.617	"
Brkost	10.874	"
Kapkost	6.817	kSEK
Driftkostnad		
Personal	3.510	kSEK
Öv-fast	210	"
Förs	14	"
Allm-omk	140	"
Fasta-bränsle	34	"
Driftkost	3.908	"
Sammanställn		
Kap	18	öre/kWhe
Drift	10	"
Bränsle	28	"
Elprodkost	56	"
Värmekreditering		
Värmeintäkt	10.043	kSEK
Värmekred	-26	öre/kWhe
Elprod(vK)	30	"

13. ÅRHUS KVV
30 dec, 1986

scfb = 1800	sgasp = 600	gasp = 9	steff1 = 375
sst = 2200	dtide = 7000	torvp = 9	steff2 = 275
sdie = 6500	dtidv = 4000	kolsk = 4,2	deff = 0
sgt = 2500	kolp = 5	oljesk = 5,0	cfbbreff = 75
spcpa = 1100	oljep = 6	gassk = 2,85	man = 100

k1

ÅRHUS KVV

Eleffekt1	375	MWe
Eleffekt2	275	MWe
Värmeeffekt	451	MWv
Breffekt	854	MWbr
alfa	61	procent
Investering		
Ångturbin	825	"
PC-panna	971	"
Invest	1.796	MSEK
Spec-invest	6.529	kr/kWhe
Elprod	2.225	GWhe
Värmeprod	1.803	GWhv
Bränslekostnad		
kol	299	MSEK
kolskatt	251	"
	-93	"
Brkost	456	MSEK
Kapkost	115	MSEK
Driftkostnad		
Personal	5.850	kSEK
Öv-fast	8.250	"
Förs	550	"
Allm-omk	5.500	"
Fasta-bränsle	1.494	"
Driftkost	21.644	kSEK
Sammanställn		
Kap	5	öre/kWhe
Drift	1	"
Bränsle	21	"
Elprodkost	27	"
Värmekreditering		
Värmeintäkt	216	MSEK
Värme kred	-10	öre/kWhe
Elprod(vk)	17	"