



STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Optimala data för 10 - 50 MWe Kraftvärmeverk

Nils-Ove Rasmusson

Optimala data för 10—50 MWe Kraftvärmeverk

Nils-Ove Rasmusson, Sydkraft

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING
BOX 6405 · 113 82 STOCKHOLM · TEL. 08/ 34 09 80

Maj 1986
ISSN 0282-3772

Optimala data för 10-50 MWe
kraftvärmeverk

Nils-Ove Rasmussen, Sydkraft

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING
BOX 6405 • 113 82 STOCKHOLM • TEL. 08 / 34 09 80

May 1986
Januari 1985
ISSN 0282-3772

OPTIMERING
AV
ÅNGDATA OCH MATARVATTENTEMPERATUR
FÖR
10-50 MW KRAFTVÄRMEVERK
E
SLUTRAPPORT
STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING. PROJEKT E1-450

Optimal admission steam data for 10-50 MW
combined heat and power plants

With growing electricity demand there will be a need of for example coalfired combined heat and power plants (CHP plants) during the 1990:ies. When planning such plants it will be very important to use the district heating systems in an optimal way for electricity production. The aim of this study is to determine optimal admission steam data and feed water temperature for CHP plants with a maximal heat output of 20 MW, 50 MW and 100 MW. The study has been made in cooperation between Sydkraft, Vattenfall, Asea-Stal and Götaverken Energy Systems.

As main parts in the CHP plants have been chosen a Götaverken boiler of the circulating fluidized bed type and an Asea-Stal turbine of the VAX type.

It is assumed that the alternative to electricity production in CHP plants will, towards the end of the 1990:ies, be 600 MW coalfired condensing plants. Therefore electricity energy and power output from the CHP plants is evaluated with the costs of a corresponding production in a coalfired 600 MW condensing plant. The comparison between CHP plants with different data results in the following most economical admission steam data and feed water temperature.

CHP plant size	Admission steam data (bar/ ⁰ C)	Feed water temperature (⁰ C)
~ 10 MW _e /20 MW _{heat}	85/500	187
~ 25 MW _e /50 MW _{heat}	105/520	187

The evaluation of the CHP plant size ~ 50 MW_e/100 MW_{heat} has been done less carefully, but the result indicates that it isn't economical to choose higher admission steam data than 120 bar/520⁰C. Probably 187⁰C feed water temperature is optimal also for this plant size. By feed water temperatures >187⁰C there has to be installed a district heating economizer to keep 120⁰C flue gas temperature before the stack.

OPTIMALA DATA FÖR 10-50 MWe KRAFTVÄRMEVERK

SAMMANFATTNING

I takt med ökande elförbrukning uppkommer under 1990-talet ett behov av bland annat koleldade kraftvärmeverk. Vid uppförandet av sådana är det av stor vikt att tillgängligt värmeunderlag utnyttjas optimalt för elgenerering. Syftet med studien är att, så allmängiltigt som möjligt, fastställa optimala ångdata och optimal matarvattentemperatur för koleldade kraftvärmeverk med maximal avgiven värmeeffekt 20 MW, 50 MW respektive 100 MW. Studien har genomförts i samarbete mellan Sydkraft, Vattenfall, ASEA-STAL och Götaverken Energy Systems.

Som utgångspunkt för studien har valts anläggningar, vars huvuddelar är en koleldad CFB-panna (Circulating Fluidized Bed) av Götaverken Energy Systems konstruktion och en mottrycksturbin ur ASEA-STAL's s k VAX-serie.

Alternativet till kraftvärmeverk antas mot slutet av 1990-talet bli cirka 600 MW kolkondenskraftverk. Värdet av elenergi och eleffekt från kraftvärmeverken har därför satts lika med kostnaden för motsvarande produktion i ett 600 MW kolkondenskraftverk. Detta är ett antagande vars riktighet är beroende av elbehovsutvecklingen och kan innebära att kraftvärmeverksdelen övervärderas speciellt de första driftåren. Att ingen hänsyn tagits till vinster på eltransmissionssidan innebär dock motsatsen. Totalt sett torde antagandet inte innebära att omvälvande stora fel begås. Jämförelsen mellan olika kraftvärmeverksutläggningar resulterar i att alternativen med följande ångdata och matarvattentemperatur är mest ekonomiska.

Kraftvärmeverks- storlek	Ångdata (bar/ ⁰ C)	Matarvatten- temperatur (⁰ C)
~ 10 MWe/20 MWv	85/500	187
~ 25 MWe/50 MWv	105/520	187

Kraftvärmeverksstorleken ~ 50 MWe/100 MWv har utvärderats mer översiktligt, men resultatet tyder på att det inte är lönsamt att välja högre ångdata än 120 bar/520⁰C. Även för 50 MWe-storleken torde 187⁰C vara optimal matarvattentemperatur. Vid matarvattentemperatur > 187⁰C måste fjärrvärmeeconomizer införas för att bibehålla rökgasttemperaturen vid 120⁰C.

Fjärrvärmeekonomizern innebär att en del av värmeunderlaget inte kan utnyttjas för elproduktion, vilket drastiskt försämrar ekonomin.

Den ekonomiska jämförelsen mellan alternativ med olika data har gjorts med nuvärdesmetoden. En referensutläggning har valts för vardera av de tre kraftvärmeverksstorlekarna, varefter utvärderingen utförts relativt denna med utgångspunkt från differens-kostnader och -intäkter under 25 års drift.

<u>Innehållsförteckning</u>	<u>Sida</u>
A Inledning	4
B Syfte	4
C Teknisk utformning	4
D Driftförutsättningar	6
E Kostnader	6
F Slutsatser	7

Bilagor

1.	Litteraturstudie	
2.	Layout för kraftvärmeverk ~ 25 MWe/50 MWv	
3.	Varaktighetsdiagram för värmebehovet	
4.	Datasammanställning för kraftvärmeverk~25 MWe/50 MWv	
5.	" -	~10 MWe/20 MWv
6.	" -	~50 MWe/100 MWv
7.	Ekonomisk utvärdering för kraft- värmeverk	~25 MWe/50 MWv
8.	" -	~10 MWe/20 MWv
9.	" -	~50 MWe/100 MWv

Optimala data för 10-50 MWe kraftvärmeverk

A. Inledning

I takt med ökande elförbrukning uppkommer under 1990-talet ett behov av bl a koleldade kraftvärmeverk. Vid uppförandet av sådana är det av ekonomisk betydelse att tillgängligt värmeunderlag utnyttjas optimalt för elgenerering, dvs att utläggningen av ångpanna och ångturbin avpassas så att marginalkostnaden för elgenereringen är jämförbar med kostnaden för alternativ elgenerering.

Mot bakgrund av ovanstående har ett behov av bättre optimeringsunderlag ansetts föreligga främst avseende mindre koleldade kraftvärmearläggningar. Därför har studien som redovisas i det följande genomförts i samarbete mellan Sydkraft, Vattenfall, Asea-Stal och Götaverken Energy Systems med Nils-Ove Rasmusson, Sydkraft, som projektledare.

B. Syfte

Syftet med studien är att, så allmängiltigt som möjligt, fastställa optimala ångdata och optimal matarvattentemperatur för koleldade kraftvärmeverk med maximal avgiven värmeeffekt 20 MW, 50 MW respektive 100 MW.

För att i någon mån täcka in förutsättningar som är anläggningsspecifika studeras inverkan av de parametrar som mest påverkar resultatet.

./. Vidare genomförs en litteraturstudie, se bilaga 1.

C. Teknisk utformning

Anläggningarnas huvuddelar är en koleldad CFB (Circulating Fluidized Bed)-panna av Götaverken Energy Systems konstruktion och en mottrycksturbin ur ASEA-STAL's s k VAX-serie.

En panna av typ fluidersead bädd har valts främst av miljöskäl. Tekniken ger bl a möjligheter att relativt enkelt avskilja svavel direkt vid förbränningen genom kalktillsats till bäddmaterialet. CFB-pannan karakteriseras i övrigt av en kraftig fluidisering så att bäddmaterialet rycks med gasströmmen. Bäddmaterialet avskiljs därefter i cykloner och återförs till botten av förbränningsrummet. På grund av den relativt låga förbränningstemperaturen erhålls små temperaturdifferenser över värmeytorna varför rökgasåterföring får tillgripas vid ångtryck > ca 120 bar för att upprätthålla ångtemperaturen. Vidare erfordras vid matar-

vattentemperaturer $> ca 187^{\circ}C$ en fjärrvärmeekonomizer för kylning av rökgasen så att pannverkningsgraden kan upprätthållas. Fjärrvärmeekonomizern innebär en högre anläggningskostnad och minskar det tillgängliga utrymmet för elgenerering.

Turbinen består av en enkelströmmig högtrycksdel och en dubbelströmmig lågtrycksdel som via växlar är kopplade till en mellanliggande generator. Turbinanläggningarna har två värmekondensorer som är seriekopplade på fjärrvärmesidan och som matas med ånga av olika tryck. Vid samtliga studerade ång- och matarvattendata består förvärmakedjan av en blandningsförvärmare direkt efter kondensatorerna, en lågtrycksförvärmare och en matarvattentank. Vid högre matarvattentemperatur än $ca 180^{\circ}C$ tillkommer en högtrycksförvärmare. Denna ger en högre anläggningskostnad men också en förbättring av elutbytet från kraftvärmeverket. Det principiella kopplingsschemat för anläggningen framgår av bilaga 2.

Följande data har gällt som förutsättningar vid utläggningen av kraftvärmeverken.

Kolets värmevärde (HU), MJ/kg	25.1
Utgående rökgastemp, $^{\circ}C$	120
Fjärrvärmemetemp ut/in $^{\circ}C$	85/55

Anläggningarna har försetts med kol-, ask- och slagg-hanteringssystem för helt sluten lagring och transport. Lagringskapaciteten för kol omfattar ca en veckas drift och motsvarande för aska och slagg ca fyra dygns drift. För avskiljning av aska ur rökgasen är anläggningarna försedda med elektrofilter.

verklig produktion

Energitillgängligheten, önskad produktion, för kraftvärmeverken har satts till:

	Driftår	1	2	3-25
Ångdata ≤ 140 bar/ $540^{\circ}C$		81%	90%	95%
Ångdata > 140 bar/ $540^{\circ}C$		79%	88%	93%

Vidare har räknats med att följande miljökrav skall uppfyllas:

	20MWv	50MWv	100 MWv
Max stoftutsläpp, mg/Nm ³	35	35	35
Max svavelutsläpp g/MJ	0,1-0,17	0,1-0,17	0,1-0,17
Max kväveoxidutsläpp, g/MJ	0,28	0,28	0,28
Skorstenshöjd, m	80	100	150

Med ovanstående förutsättningar har layouten för kraftvärmeverket med max värmeeffekt 50 MW getts en utformning enligt bilaga 3.

D. Driftförutsättningar

Kraftvärmeverken har förutsatts arbeta i ett fjärrvärmenät med max belastning som är dubbelt så stor som verkets maximala värmeut effekt. Vidare har förutsatts att kraftvärmeverken arbetar som basanläggningar och att fjärrvärmenätets behov principiellt kan åskådliggöras i ett varaktighetsdiagram enligt bilaga 4.

Elproduktion i små kraftvärmeverk har bedömts kunna bli intressant tidigast från och med 1995. Drifttiden torde härvid kunna bli ca 6000 h/år. Motsvarande ca 5000 ekvivalenta fullasttimmar. Drifttiden begränsas till 6000 h/år för att undvika upprepade stopp och starter under höst och vår då fjärrvärmebehovet ofta varierar kraftigt. Kraftvärmeverkens minlast beräknas ligga kring 30% av fullast.

För att åskådliggöra drifttidens inverkan på optimum för ång- och matarvattendata har som alternativ ansatts ca 2500 ekvivalenta fullasttimmar de första 15 driftåren och ca 5000 ekvivalenta fullasttimmar de sista 10 driftåren.

E. Kostnader

Mot slutet av 1990-talet antas alternativet till kraftvärmeverk bli ca 600 MW kolkondenskraftverk. Värdet av elenergi och eleffekt från kraftvärmeverken har därför satts lika med kostnaden för motsvarande produktion i ett 600 MW kolkondenskraftverk. Detta är ett antagande vars riktighet är beroende av elbehovsutvecklingen och kan innebära att kraftvärmeverkselen övervärderas, speciellt de första driftåren. Att ingen hänsyn tagits till vinster på eltransmissionsidan innebär dock motsatsen. Totalt sett torde antagandet inte innebära att omvälvande stora fel begås.

I övrigt har följande huvudsakliga kostnadsförutsättningar använts:

Penningvärde:	fast, 1984
Beräkningsmetod:	nuvärde
Real kalkylränta:	4 %
Ekonomisk livslängd:	25 år

Kolkostnad	350 kr/ton exkl skatt (kostn nivå 1984)
Kostnad för depone- ring av aska och slagg	100 kr/ton
Kostnad för återan- skaffning av reserv- delar	1% av anl kostn/år
Realprisstegring för kol	1.5%/år
Realprisstegring för övriga kost- nadsparametrar	0%/år

Produktionskostnaden för elenergin från 600 MWe kolkondenskraftverk har satts till ca 24 öre/kWh vid 5000 ekvivalenta fullasttimmar i 1984 års kostnadsnivå. Kostnaden är hämtad från "Värmekraft- och Värmekostnader för Planeringsändamål", som utarbetas av KRAFTSAM.

För inlandsförlagda kraftvärmeverk är kolkostnaden 350 kr/ton låg. På detta och för att åskådliggöra kolprisets inverkan på utvärderingen har som alternativ ansatts 2.5%/år realprisstegring för kolet.

Övriga ingångsdata som använts i de ekonomiska beräkningarna framgår av tabellerna, bilaga 5-7. För vardera av de tre kraftvärmeverksstorlekarna har ett referensalternativ valts, varefter den ekonomiska utvärderingen utförts relativt, detta, med utgångspunkt från differenskostnader och -intäkter. Tillvägagångssättet torde medföra att beräkningarnas känslighet är liten för variationer t ex i tekniskt utförande som påverkar totalanläggningskostnaden men inte i samma utsträckning differensanläggningskostnaden. Differensanläggningskostnadernas inverkan på optimeringen har åskådliggjorts genom att dessa som alternativ reducerats med 15%.

G. Slutsatser

Tabellerna, bilaga 8-10, visar nuvärdet 1994, i 1984 års penningvärde, av vinsten med respektive alternativ i förhållande till referensalternativet.

~ 25 MWe/50 Mwv

Denna anläggningsstorlek har belysts ingående med tolv alternativa utläggningar.

Grundförutsättningarna ger bäst ekonomi vid val av

ångdata 105 bar/520⁰C. Känslighetsanalyserna med avseende på kol-kostnad och differensanläggnings-kostnad visar fortsatt bäst ekonomi med 105 bar/520⁰C medan det vid avkortad drifttid väger ungefär jämnt mellan 85 bar/500⁰C och 105 bar/520⁰C. Sammanfattningsvis kan alltså sägas att beräkningarna resulterar i att alternativet med ångdata 105 bar/520⁰C är mest ekonomiskt för kraftvärmeverksstorleken ~ 25 MWe/50 MWv.

Beräkningsresultatet visar att bäst ekonomi erhålls om matarvattentemperaturen väljs mellan 150 och 210⁰C. Inom detta temperaturområde införs dels en högtrycksförvärmare och dels fjärrvärmeekonomizer som påverkar ekonomin. Beräkningsresultatet för 10 MWe-storleken nedan tyder på att införandet av högtrycksförvärmare inte är ekonomiskt avgörande för matarvattentemperaturen. Slutsatsen blir därför att matarvattentemperaturen är optimal vid den maximala temperatur där fjärrvärmeekonomizer fortfarande inte behövs, dvs ca 187⁰C. Fjärrvärmeekonomizern införs för att bibehålla rökgasttemperaturen vid 120⁰C och innebär att en del av värmeunderlaget inte kan utnyttjas för elproduktion, vilket ger en drastisk försämring av ekonomin.

~ 10 MWe/20 MWv

Fyra alternativa utläggningar har undersökts.

Med utgångspunkt från grundförutsättningarna resulterar beräkningarna i bäst ekonomi vid val av ångdata 85 bar/500⁰C. 60 bar/480⁰C kan konkurrera endast i alternativberäkningen med avkortad drifttid. Utvärdering av alternativ med högre ångdata än 85 bar/500⁰C har inte genomförts, men det torde vara rimligt att anta att det är optimalt med lägre ångdata än för 25 MWe-storleken. Slutsatsen bör alltså bli att alternativet med ångdata 85 bar/500⁰C är mest ekonomiskt för kraftvärmeverksstorleken ~ 10 MWe/20 MWv.

Beräkningsresultatet indikerar att utläggningarna med matarvattentemperaturen 187⁰C respektive 150⁰C är ekonomiskt likvärdiga om utvärderingen baseras på grundförutsättningarna. Om realprisstegringen för kol blir högre respektive om differensanläggningskostnaderna är mindre än beräknat är 187⁰C mest ekonomiskt medan det vid avkortad drifttid blir olönsamt att höja matarvattentemperaturen till 187⁰C, dvs att införa en högtrycksförvärmare. Av samma skäl som för 25 MWe storleken är det inte ekonomiskt med matarvattentemperaturer > 187⁰C. Sammanfattningsvis torde slutsatsen vara att det är mest optimalt att välja matarvattentemperaturen ca 187⁰C, speciellt eftersom det är tveksamt om högtrycksförvärmare behövs för att

nå denna temperatur i ett konkret fall.

~ 50 MWe/100 MWv

Kraftvärmeverk av storleken ~ 50 MWe/100 MWv har endast belysts översiktligt. Utgångspunkten har varit tre alternativa ångdata vid matarvattentemperaturen 187°C .

Den slutsats som torde kunna dras är att det med utgångspunkt från grundförutsättningarna inte lönar sig att välja högre ångdata än 120 bar/ 520°C . Skulle realprisstegringen för kol bli $\geq 2.5\%$ /år eller differensanläggningskostnaderna vara $\geq 15\%$ mindre än beräknat kan det dock bli lönsamt att gå upp med ångdata till 120 bar/ 540°C .

Av samma skäl som för 10 MWe- och 25 MWe-storleken torde det vara mest ekonomiskt med matarvattentemperaturen ca 187°C .

Kommentar

Av naturliga skäl är utredningen baserad på dagens tekniknivå då det gäller t ex fluidbäddtekniken. Den pågående tekniska utvecklingen inom området kan på sikt innebära att t ex kostnadsförutsättningarna ändras och därmed optimeringsresultatet.

Det påpekas att beräkningarna är gjorda för kol-eldade kraftvärmeverk. Några överväganden beträffande andra bränslen än kol har inte genomförts.

Litteraturstudie

Litteratur har insamlats genom en litteratursökning utförd av Byggdok och sammanställning av tillgängligt underlag inom Vattenfall och Sydkraft. Från byggdok erhöles en lista på referenser, varav 16 ansågs vara intressanta.

De frågeställningar som främst beaktas är:

- Dimensionering av anläggningarna i förhållande till värmeunderlaget
- Aktuella ångdata för anläggningarna
- Ekonomiska aspekter på anläggningarnas utformning och storlek
- Olika eldningssystem relaterat till anläggningsstorlek och bränsle
- Fördelar och nackdelar med olika eldningssystem

DAGENS OCH MORGONDAGENS KOLFÖRBRÄNNINGSTEKNIKER, LTH
84-05-10

Rapporten gör en teknisk och ekonomisk analys av olika förbränningstekniker dimensionerade för olika miljökrav, dagens och morgondagens, enligt följande:

WANDERROST 50 MW

- a. endast med textilt spärrfilter
- b. textilt spärrfilter och kalkinjicering
- c. med våt-torr avsvavling

KOLPULVER 50 MW (CENTRALBEHANDLAT KOL)

- a. endast med textilt spärrfilter
- b. textilt spärrfilter och kalkinjicering
- c. med våt-torr avsvavling

KOLPULVER 100 MW

- a. endast med textilt spärrfilter
- b. textilt spärrfilter och kalkinjicering
- c. med våt-torr avsvavling

CFB 50 MW

- a. endast med textilt spärrfilter

CFB 100 MW

- a. endast med textilt spärrfilter

KOL-VATTEN 50 MW

- a. endast med textilt spärrfilter
- b. textilt spärrfilter och kalkinjicering
- c. med våt-torr avsvavling

Valda förutsättningar för studien

	Verk- nings- grad %	Luft- över- skott %	Flyg- aska %	Till- gäng- lighet %
Wanderrost, 50 MW	85	40	10	85
Kolpulver, 50 MW				
centralbehandlat kol	90	20	90	85
Kolpulver 100 MW	90	20	90	85
Kol-vatten, 50 MW	87	20	90	80

Rapporten redovisar investeringskostnader och driftkostnader för de olika alternativen.

Investeringskostnader

Eldningssystem	a	b	c	
Wanderrost 50 MW	55,2	56,2	82	MKR
Kolpulver 50 MW	55,2	56,2	82	" -
100 MW	108,5	110	151	
Kol-vatten 50 MW	55,2	56,2	82	
Cirk fluid bädd				
50 MW	59,2			
100 MW	95,2			

Driftkostnader

Diagram 1 visar kWh-kostnad som funktion av tillåten mängd svavelutsläpp vid 4000 drittimmar per år.

Diagram 2 visar kostnader per MW som funktion av drifttid vid miljökravet 0,24 g S/MJbr

Diagram 3 visar kostnaden per MW som funktion av drifttid vid miljökravet 0,10 g S/MJbr

kWh-kostnad
öre/kWh

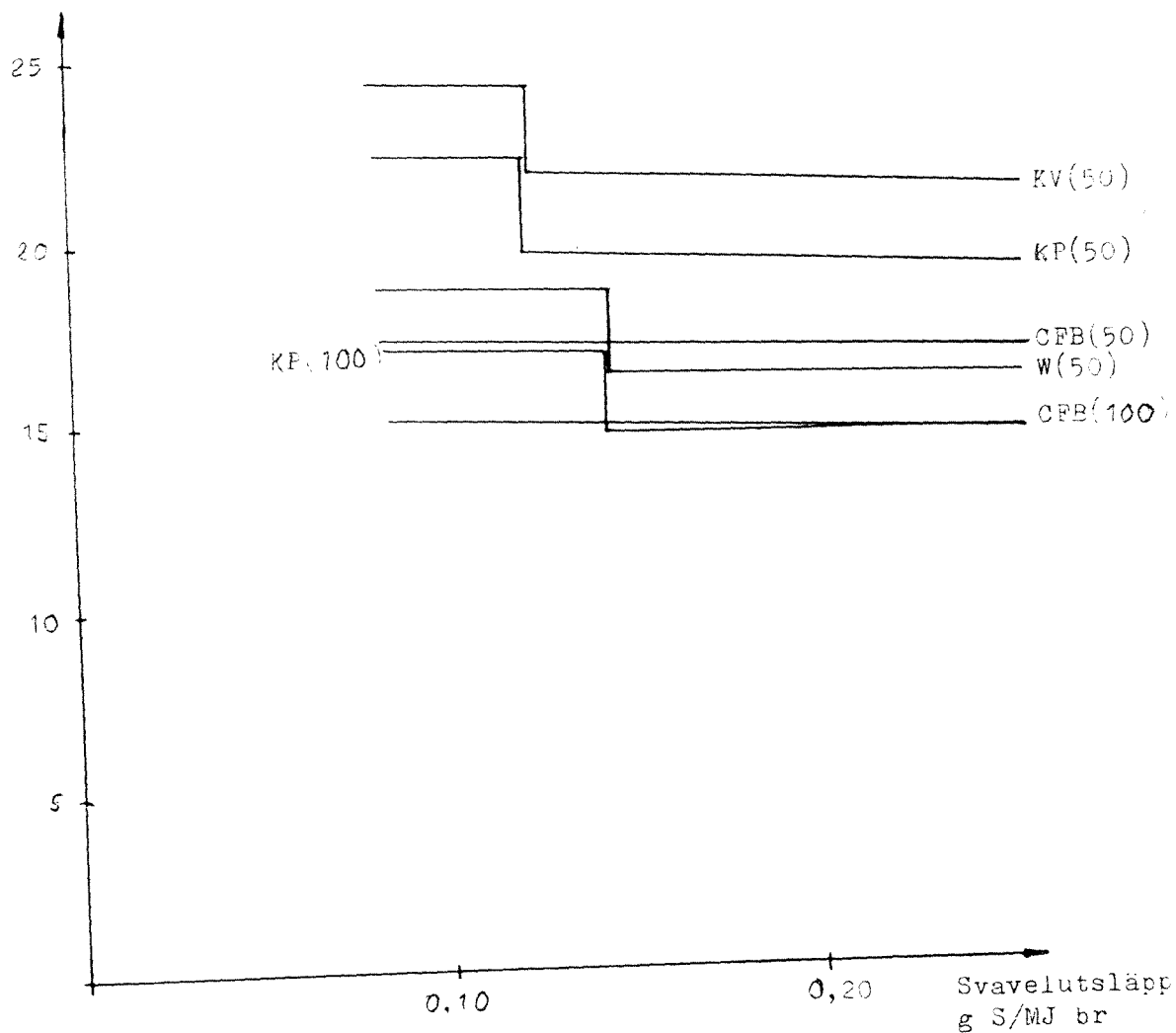


Diagram 1 kWh-kostnad som funktion av tillåten mängd svavelutsläpp vid 4000 drifttimmar per år

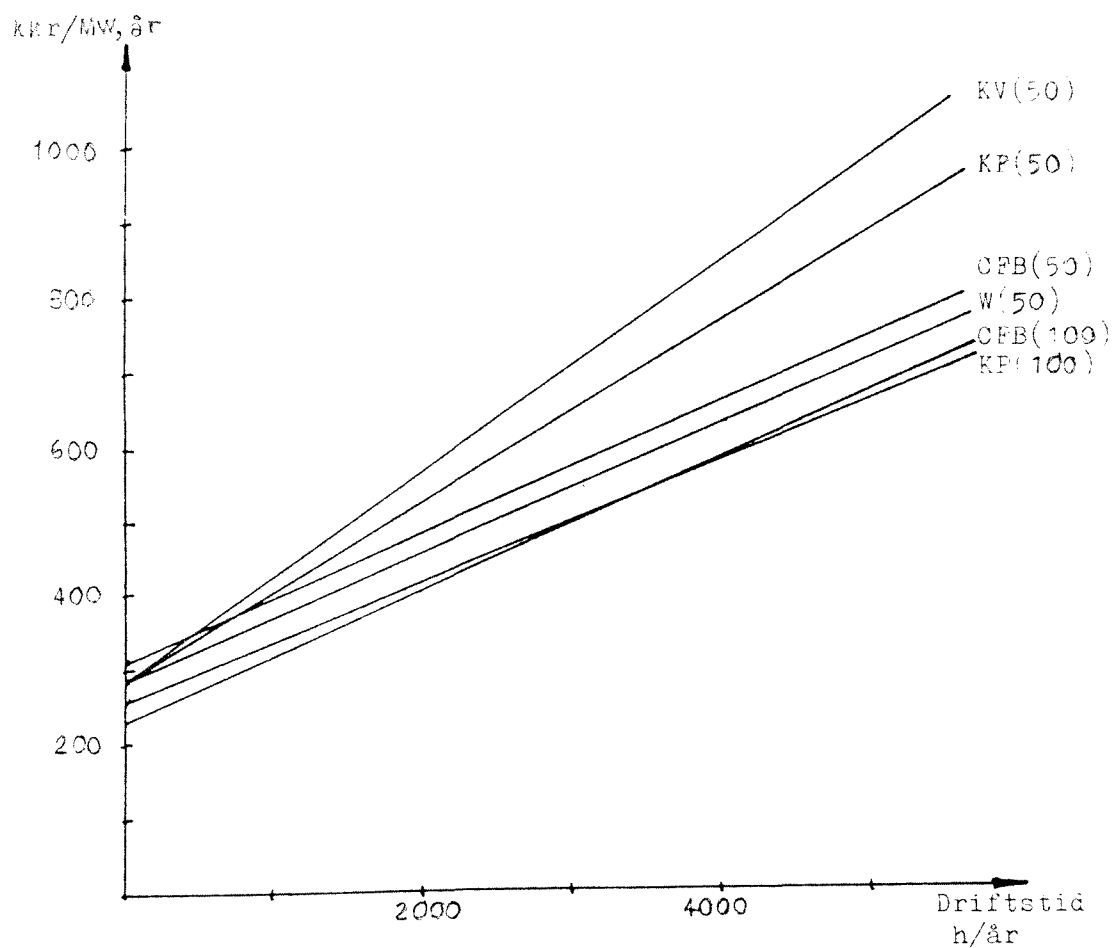


Diagram 2 Kostnad per MW som funktion av drifttid
vid miljökravet 0.24 g S/MJ_{br}

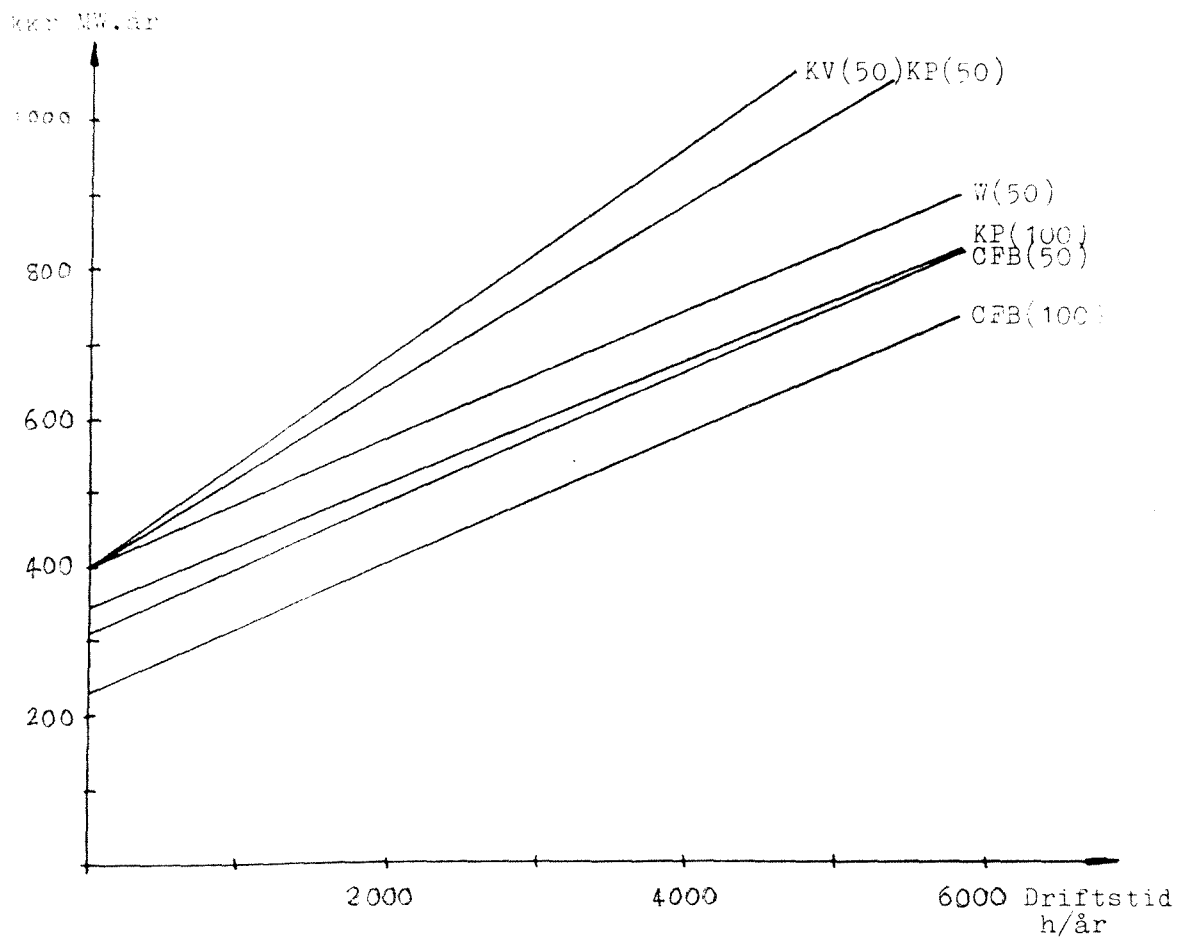


Diagram 3 Kostnaden per MW som funktion av drifttid
vid miljökravet 0.10 g S/MJ_{br}

IFV HOPPAS ATT KUNNA INHÖSTA ERFARENHETER SOM KAN
MINSKA OLJEFÖRBRUKNINGEN PÅ DE STORA KRAFTVERKEN

Civ.ing J Fr Studstrup, IFV - El och energi
1984-03-07

Rapporten behandlar en liten mottrycksanläggning med
värmeackumulator, som kopplas till ett fjärrvärmenät
som har en befintlig oljeeldad hetvattencentral på 70
MW.

Tekniska data för anläggningen:

Panna	24 t/h ångproduktion, 60 bar färskångtryck, 520 ⁰ C HT-temperatur
Turbin	5 MWe, 11 MWth
Fjärrvärmetempe- ratur	60-80 ⁰ C
Ackumulator tank	2500 m ³ motsvarande 4-6 timmars fullastvärmeförbrukning
Årsproduktion	värme 60 GWh, el 24 GWh
Nätets förbruk- ning	värme 64 GWh, el 20,5 GWh
Bränsleförbruk- ning	362 TJ
Anläggnings- pris 1981	43 MKR

Värmebesparande åtgärder i nätet har gjort att
värmebehovet kraftigt minskat och att mottrycksan-
läggningens fjärrvärmväxlare bedöms kunna täcka 90%
av nätets årliga värmebehov, bland annat genom att
värmeackumulatören utjämnar belastningsvariationerna i
värmebehovet. Den oljeeldade värmecentralen bevaras
för reserv- och spetslast under de kallaste
perioderna.

Matarvattenförvärmningen sker i 3 steg. Lufo och
vattenluftförvärmare bidrager till att processverk-
ningsgraden för elproduktionen blir ca 30%. All
kondensationsvärme nyttiggöres till fjärrvärme.
Eldningsanordning är indirekt eldade kolpulver-
brännare som även kan elda naturgas och olja.

EKONOMISK VÄRDERING AV SMÅ KOLELDADE KRAFTVÄRME- OCH
FJÄRRVÄRMEVERK BASERADE PÅ ANBUDSPRISER.

Sönderjyllands Högspänningsverk civ ing Ole Ilum,
okt -81.

Rapporten försöker ge underlag för debatten om det är ekonomiskt försvarbart att bygga små koleldade kraftvärmeverk. Den ekonomiska undersökningen grundar sig på anbud dels på ett koleldat kraftvärmeverk med en eleffekt på 3,3 MW och med en kraftvärmeeffekt på 10,7 MW och dels på ett koleldat fjärrvärmeverk med en fjärrvärmeeffekt på 10,7 MW. Båda verken eldar normalt kraftverkskol och är försedda med spreaderstoker. Dessa verk är tänkta att placeras i fjärrvärmenät som har en årligt fjärrvärmebehov av 40-80 GWh/år. Den resulterande likviditeten för alternativ med koleldade verk i förhållande till referensalternativet fortsatt oljeeldning i fjärrvärmecentraler anges i rapporten.

Basalternativet innebär att de koleldade anläggningarna placeras i ett nät med ett årligt värmebehov på 64 GWh/år, bränslepriser okt 1981, 9% realränta prisnivå jan 1981. Kraftvärmeverket innebär då en merinvestering på 23,5 Mkr, som återbetalas på 15 år och ger ett överskott på 16 Mkr efter 20 års drift i förhållande till fortsatt oljeeldning. För fjärrvärmeverket gäller motsvarande merinvestering 18 Mkr som återbetalas på 22 år och ger ett underskott på 3 Mkr efter 20 års drift.

Känslighetsanalys har gjorts för:

- generell bränsleprisstegring utöver inflationen
- kol- och oljeprisstegring
- anläggningsprisvariation
- variationer i realränta
- variationer i nätets storlek med avseende på värme och elförbrukning.

Resultat

	KRAFTVÄRMEVERK		FJÄRRVÄRMEVERK	
	åter- betal- ningstid år	likvidi- tet efter 20 år Mkr	åter- betal- ningstid år	likvidi- tet efte 20 år Mkr
Bränsleprisstegring per år utöver inflation				
2%	11	57	13,5	26
4%	9	107	11	63
Variation i anläggnings- pris				
-10%	11,5	35		
+10%	21	-3		
Variation i realräntefot				
7%	12	30		
11%	24	-10		
Variation i storleken på årligt fjärrvärme- behov GWh/år				
81	10	62		
76	11	42		
70	13	30		
58	21	-3		

Optimal kraftvärme- och eleffekt i koleldat
kraftvärmeverk

Fjärrvärmebehov	GWh/år	28	42	56	69	83
Kraftvärmeeffekt	MW	5,5	8,5	10,5	12,5	14,5
Eleffekt	MW	1,5	2,5	3,5	4,0	4,5

Utifrån dessa samband kan man dimensionera ett
optimalt kraftvärmeverk

Kalkylerad realprisstegring på bränsle i rapporten

1980-85	1986-95	1996-2010
2,3%	5,0%	2,0%

Slutsatser:

- Det kan vara ekonomiskt försvarbart att bygga små koleldade kraftvärmeverk med eleffekter ned till omkring 2,4 MW i fjärrvärmenät med ett årligt värmebehov ned till omkring 39 GWh/år.

- Koleldade fjärrvärmeverk, baserade på eldning med normalt kraftverkskol förväntas ge ett lite sämre ekonomiskt resultat än koleldade kraftvärmeverk.
- Det ekonomiska resultatet för koleldade verk är relativt känsligt för ändringar i både anläggnings- och driftomkostnader.

ECONOMIC EVALUATION OF FLUIDIZED BED COAL BURNING FACILITIES FOR INDUSTRIAL STEAM GENERATION

6. International Conference on Fluidized Bed Combustion, Atlanta 1980

Artikeln visar ekonomiska förutsättningar för att ersätta befintliga oljeeldade anläggningar med oleldade FBC-anläggningar (i USA) både med och utan elproduktion. Detta görs genom livstidskostnadsberäkningar (LCC-analys) för ett antal alternativ med 10-20 MWe.

Anläggningarnas utförande beskrivs översiktligt. Ångdata och utläggning behandlas däremot ej.

FERWÄRME - ERZUEGUNGSANLAGEN - AKTUELLE PLANUNGEN UND WICHTIGE ERGEBNISSE.

Arnold Bald & Josef K Beer, Erlangen, Fernwärme International 1982.

Artikeln behandlar aktuell planering och erfarenheter från följande typer av anläggningar:

- Fjärrvärme från befintliga koleldade anläggningar
- Fjärrvärme från konventionella kondenskraftverk
- Mottrycksturbin värmekraftverk
- Kärnvärmeanläggningar

För den första typen av anläggningar har olika värmekopplingar studerats m a p begränsade kriterier, fördelar och nackdelar för anläggningar i storlekarna 70-750 MW.

För den andra typen av anläggningar redogörs för olika sätt att ordna värmekopplingen från MT-turbinen och utläggningen för värmekraftverken i Västerås och Berlin beskrivs. För- och nackdelar och begränsade kriterier behandlas.

För mottrycksanläggningarna redogörs för ekonomiska och tekniska kriterier:

Fjärrvärmeeffekt	MW	-50	50-200	200-500
Eleffekt	MW	-20	20-100	100-300
Ångtryck	bar	70-140	100-140	130-535
Ångtemperatur	°C	510-525	525-535	525-535
Matarvattentemperatur	°C	200	230	250

Panntyp	dom	dom eller Benson	Benson
---------	-----	------------------	--------

Mellanöverhettning	nej	nej	ja
--------------------	-----	-----	----

Turbin	växlad	oväxlad	oväxlad
--------	--------	---------	---------

Antal förvärmare	2	4	5
------------------	---	---	---

Ett exempel på mottrycksanläggning är HKW Sundsvall som är utlagd för:

Ångtryck	130 bar	Fjärrvärmeeffekt	120 MW
Ångtemperatur	530°C	max eleffekt	60 Mw

Ekonomisk optimering för ett 150 MJ/s mottrycks-kraftvärmeverk.

Alternativ		1	2	3	4	5
Ångtryck	bar	70	110	130	140	180
Ångtemperatur	°C	525	525	525	525	525
Matarvattentemperatur	°C	200	220	230	235	250
Antal förvärmare		4	4	5	5	5
Mellanöverhettning		Nej	Nej	Nej	Ja	Ja
Ökade anläggningskostnader	%	basis	5,0	9,5	17,5	23
Ökad elproduktion	%	"-	9,5	14	22,5	27,5

Om man räknar med varierande fullasttimmar per år från 1000 till 4000 och för två olika bränslepriser finner man för ovanstående alternativ att det lönar sig att gå upp i ångdata om bränslepriset ökar och ju bättre ju fler fullasttimmar per år som anläggningen körs.

HEIZKRAFTWERT MIT AUFGEFADENEM WIEBELSCHICHT -
DAMPFZEUGER IM VERGLEICH MIT ALTERNATIVEN
FEUERUNGSSYSTEMEN

Dr Peter Wegefeld Mannheim, Brown Boveri 1982

1. Artikeln beskriver tre olika virvelbäddsförbränningstekniker

- stationär atmosfärisk virvelbäddsförbränning
- cirkulerande atmosfärisk virvelbäddsförbränning
- trycksatt virvelbäddsförbränning med avgasdriven turbo

2. Tekniska data för alla delar i systemen i ett trycksatt virvelbäddseldat värmekraftverk beskrivs.

Data: nätets värmelast 105 MW

Värmekraftverkets utläggning: 3 enheter på vardera 35 MW

Bäddtryck 5,5 bar

Värmeinhåll i färskången 104,2 MW

Ångdata 125 bar/535⁰C

Flöde 43,06 kg/s

Elproduktion 34,04 MW

Värmeproduktion 70 MW

Temperatur, rökgaser ut 150⁰C

t fram 110⁰C

t retur 55⁰C

$\alpha = 0,486$

3. Ekonomiska jämförelser görs mellan fem alternativa förbränningstekniker - kolpulvereldning utan och med rökgasavsvavling, stationär och cirkulerande atmosfärisk virvelbäddseldning och trycksatt virvelbäddseldning med avgasdriven turbo. Data för turbinanläggningen förutsätts lika i alla fall, 34 MWe, 170 MWv, ångdata 125 bar/535⁰C. Anläggningskostnaden, årskostnaden beroende av utnyttjningstiden och beroende av ånglasten, redovisas för de fem alternativen.

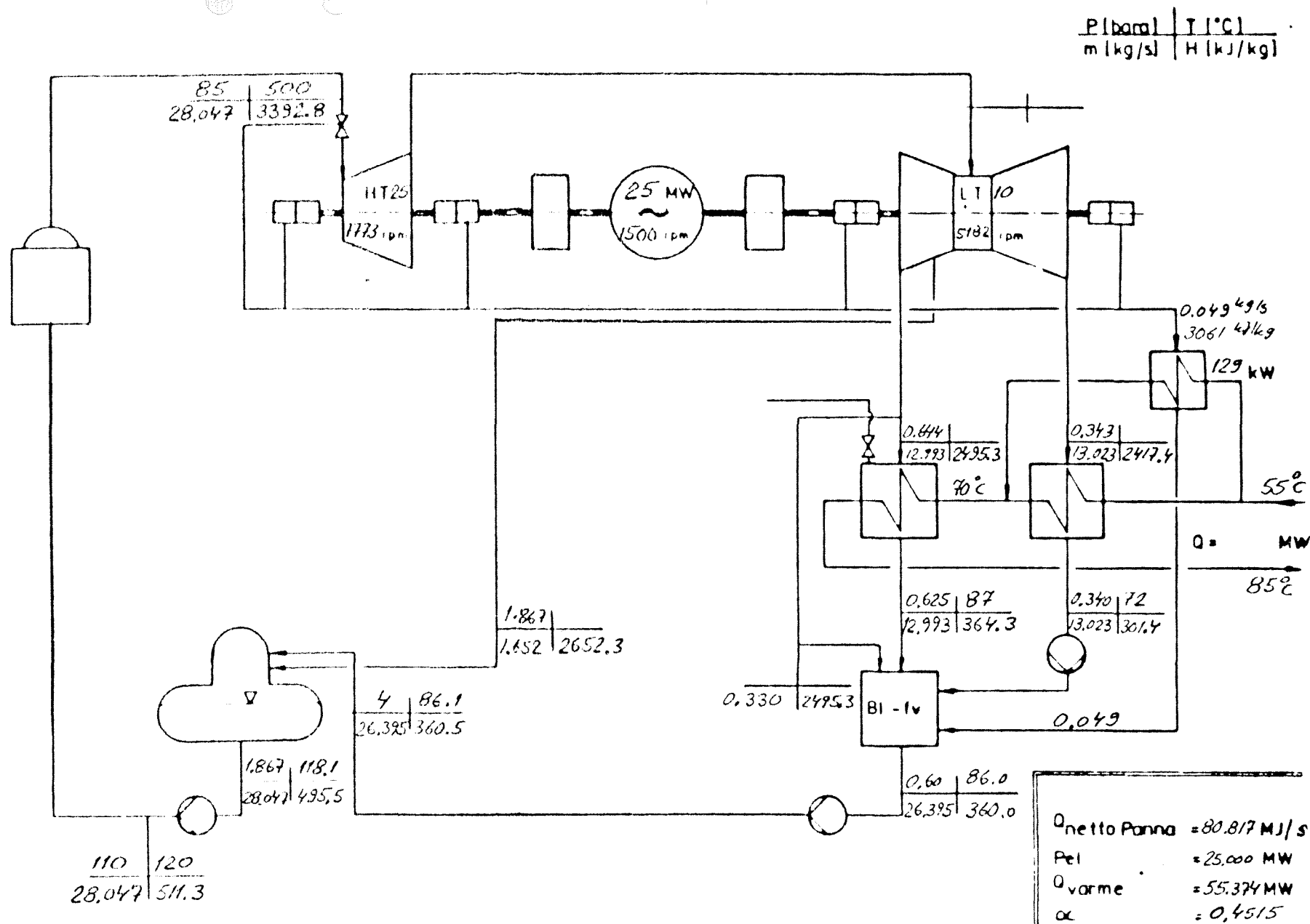
AUFBAU UND AUSLEGUNG DES WIRBELSCHICHT - HEIZKRAFTWERKS HAMELN

Valter Spengeberg, Hameln, Fernwärme International
1982

Artikeln beskriver uppbyggnaden av det virvelbäddseldade värmekraftverket i Hameln. Pannan med atmosfärisk virvelbäddsförbränning (AFBC) är utlagd för 140 t/h, 120 bar/530⁰C.

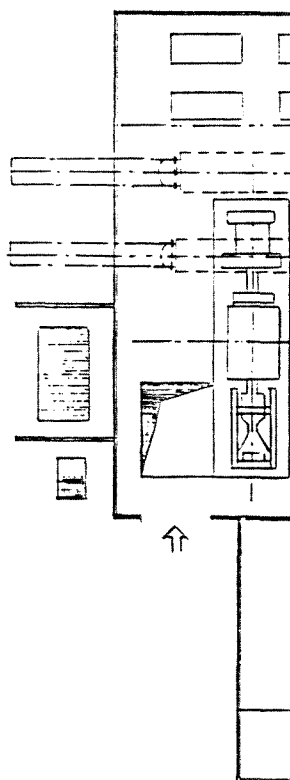
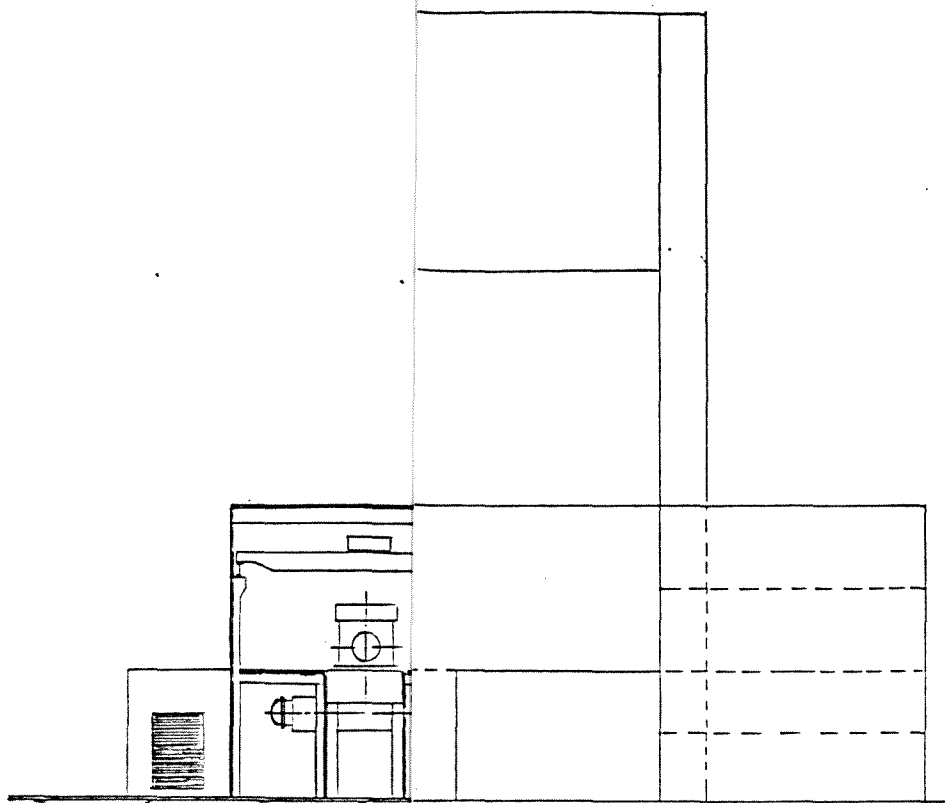
Tydliga scheman över anläggningens uppbyggnad redovisas.

BILAGA 2



1	Page one: Introduction and new stages	1. Page 2. Page	3. Page 4. Page	5. Page 6. Page	7. Page 8. Page	9. Page 10. Page	11. Page 12. Page	13. Page 14. Page	15. Page 16. Page	17. Page 18. Page	19. Page 20. Page	21. Page 22. Page	23. Page 24. Page	25. Page 26. Page	27. Page 28. Page	29. Page 30. Page	31. Page 32. Page	33. Page 34. Page	35. Page 36. Page	37. Page 38. Page	39. Page 40. Page	41. Page 42. Page	43. Page 44. Page	45. Page 46. Page	47. Page 48. Page	49. Page 50. Page	51. Page 52. Page	53. Page 54. Page	55. Page 56. Page	57. Page 58. Page	59. Page 60. Page	61. Page 62. Page	63. Page 64. Page	65. Page 66. Page	67. Page 68. Page	69. Page 70. Page	71. Page 72. Page	73. Page 74. Page	75. Page 76. Page	77. Page 78. Page	79. Page 80. Page	81. Page 82. Page	83. Page 84. Page	85. Page 86. Page	87. Page 88. Page	89. Page 90. Page	91. Page 92. Page	93. Page 94. Page	95. Page 96. Page	97. Page 98. Page	99. Page 100. Page	101. Page 102. Page	103. Page 104. Page	105. Page 106. Page	107. Page 108. Page	109. Page 110. Page	111. Page 112. Page	113. Page 114. Page	115. Page 116. Page	117. Page 118. Page	119. Page 120. Page	121. Page 122. Page	123. Page 124. Page	125. Page 126. Page	127. Page 128. Page	129. Page 130. Page	131. Page 132. Page	133. Page 134. Page	135. Page 136. Page	137. Page 138. Page	139. Page 140. Page	141. Page 142. Page	143. Page 144. Page	145. Page 146. Page	147. Page 148. Page	149. Page 150. Page	151. Page 152. Page	153. Page 154. Page	155. Page 156. Page	157. Page 158. Page	159. Page 160. Page	161. Page 162. Page	163. Page 164. Page	165. Page 166. Page	167. Page 168. Page	169. Page 170. Page	171. Page 172. Page	173. Page 174. Page	175. Page 176. Page	177. Page 178. Page	179. Page 180. Page	181. Page 182. Page	183. Page 184. Page	185. Page 186. Page	187. Page 188. Page	189. Page 190. Page	191. Page 192. Page	193. Page 194. Page	195. Page 196. Page	197. Page 198. Page	199. Page 200. Page	201. Page 202. Page	203. Page 204. Page	205. Page 206. Page	207. Page 208. Page	209. Page 210. Page	211. Page 212. Page	213. Page 214. Page	215. Page 216. Page	217. Page 218. Page	219. Page 220. Page	221. Page 222. Page	223. Page 224. Page	225. Page 226. Page	227. Page 228. Page	229. Page 230. Page	231. Page 232. Page	233. Page 234. Page	235. Page 236. Page	237. Page 238. Page	239. Page 240. Page	241. Page 242. Page	243. Page 244. Page	245. Page 246. Page	247. Page 248. Page	249. Page 250. Page	251. Page 252. Page	253. Page 254. Page	255. Page 256. Page	257. Page 258. Page	259. Page 260. Page	261. Page 262. Page	263. Page 264. Page	265. Page 266. Page	267. Page 268. Page	269. Page 270. Page	271. Page 272. Page	273. Page 274. Page	275. Page 276. Page	277. Page 278. Page	279. Page 280. Page	281. Page 282. Page	283. Page 284. Page	285. Page 286. Page	287. Page 288. Page	289. Page 290. Page	291. Page 292. Page	293. Page 294. Page	295. Page 296. Page	297. Page 298. Page	299. Page 300. Page	301. Page 302. Page	303. Page 304. Page	305. Page 306. Page	307. Page 308. Page	309. Page 310. Page	311. Page 312. Page	313. Page 314. Page	315. Page 316. Page	317. Page 318. Page	319. Page 320. Page	321. Page 322. Page	323. Page 324. Page	325. Page 326. Page	327. Page 328. Page	329. Page 330. Page	331. Page 332. Page	333. Page 334. Page	335. Page 336. Page	337. Page 338. Page	339. Page 340. Page	341. Page 342. Page	343. Page 344. Page	345. Page 346. Page	347. Page 348. Page	349. Page 350. Page	351. Page 352. Page	353. Page 354. Page	355. Page 356. Page	357. Page 358. Page	359. Page 360. Page	361. Page 362. Page	363. Page 364. Page	365. Page 366. Page	367. Page 368. Page	369. Page 370. Page	371. Page 372. Page	373. Page 374. Page	375. Page 376. Page	377. Page 378. Page	379. Page 380. Page	381. Page 382. Page	383. Page 384. Page	385. Page 386. Page	387. Page 388. Page	389. Page 390. Page	391. Page 392. Page	393. Page 394. Page	395. Page 396. Page	397. Page 398. Page	399. Page 400. Page	401. Page 402. Page	403. Page 404. Page	405. Page 406. Page	407. Page 408. Page	409. Page 410. Page	411. Page 412. Page	413. Page 414. Page	415. Page 416. Page	417. Page 418. Page	419. Page 420. Page	421. Page 422. Page	423. Page 424. Page	425. Page 426. Page	427. Page 428. Page	429. Page 430. Page	431. Page 432. Page	433. Page 434. Page	435. Page 436. Page	437. Page 438. Page	439. Page 440. Page	441. Page 442. Page	443. Page 444. Page	445. Page 446. Page	447. Page 448. Page	449. Page 450. Page	451. Page 452. Page	453. Page 454. Page	455. Page 456. Page	457. Page 458. Page	459. Page 460. Page	461. Page 462. Page	463. Page 464. Page	465. Page 466. Page	467. Page 468. Page	469. Page 470. Page	471. Page 472. Page	473. Page 474. Page	475. Page 476. Page	477. Page 478. Page	479. Page 480. Page	481. Page 482. Page	483. Page 484. Page	485. Page 486. Page	487. Page 488. Page	489. Page 490. Page	491. Page 492. Page	493. Page 494. Page	495. Page 496. Page	497. Page 498. Page	499. Page 500. Page	501. Page 502. Page	503. Page 504. Page	505. Page 506. Page	507. Page 508. Page	509. Page 510. Page	511. Page 512. Page	513. Page 514. Page	515. Page 516. Page	517. Page 518. Page	519. Page 520. Page	521. Page 522. Page	523. Page 524. Page	525. Page 526. Page	527. Page 528. Page	529. Page 530. Page	531. Page 532. Page	533. Page 534. Page	535. Page 536. Page	537. Page 538. Page	539. Page 540. Page	541. Page 542. Page	543. Page 544. Page	545. Page 546. Page	547. Page 548. Page	549. Page 550. Page	551. Page 552. Page	553. Page 554. Page	555. Page 556. Page	557. Page 558. Page	559. Page 560. Page	561. Page 562. Page	563. Page 564. Page	565. Page 566. Page	567. Page 568. Page	569. Page 570. Page	571. Page 572. Page	573. Page 574. Page	575. Page 576. Page	577. Page 578. Page	579. Page 580. Page	581. Page 582. Page	583. Page 584. Page	585. Page 586. Page	587. Page 588. Page	589. Page 590. Page	591. Page 592. Page	593. Page 594. Page	595. Page 596. Page	597. Page 598. Page	599. Page 600. Page	601. Page 602. Page	603. Page 604. Page	605. Page 606. Page	607. Page 608. Page	609. Page 610. Page	611. Page 612. Page	613. Page 614. Page	615. Page 616. Page	617. Page 618. Page	619. Page 620. Page	621. Page 622. Page	623. Page 624. Page	625. Page 626. Page	627. Page 628. Page	629. Page 630. Page	631. Page 632. Page	633. Page 634. Page	635. Page 636. Page	637. Page 638. Page	639. Page 640. Page	641. Page 642. Page	643. Page 644. Page	645. Page 646. Page	647. Page 648. Page	649. Page 650. Page	651. Page 652. Page	653. Page 654. Page	655. Page 656. Page	657. Page 658. Page	659. Page 660. Page	661. Page 662. Page	663. Page 664. Page	665. Page 666. Page	667. Page 668. Page	669. Page 670. Page	671. Page 672. Page	673. Page 674. Page	675. Page 676. Page	677. Page 678. Page	679. Page 680. Page	681. Page 682. Page	683. Page 684. Page	685. Page 686. Page	687. Page 688. Page	689. Page 690. Page	691. Page 692. Page	693. Page 694. Page	695. Page 696. Page	697. Page 698. Page	699. Page 700. Page	701. Page 702. Page	703. Page 704. Page	705. Page 706. Page	707. Page 708. Page	709. Page 710. Page	711. Page 712. Page	713. Page 714. Page	715. Page 716. Page	717. Page 718. Page	719. Page 720. Page	721. Page 722. Page	723. Page 724. Page	725. Page 726. Page	727. Page 728. Page	729. Page 730. Page	731. Page 732. Page	733. Page 734. Page	735. Page 736. Page	737. Page 738. Page	739. Page 740. Page	741. Page 742. Page	743. Page 744. Page	745. Page 746. Page	747. Page 748. Page	749. Page 750. Page	751. Page 752. Page	753. Page 754. Page	755. Page 756. Page	757. Page 758. Page	759. Page 760. Page	761. Page 762. Page	763. Page 764. Page	765. Page 766. Page	767. Page 768. Page	769. Page 770. Page	771. Page 772. Page	773. Page 774. Page	775. Page 776. Page	777. Page 778. Page	779. Page 780. Page	781. Page 782. Page	783. Page 784. Page	785. Page 786. Page	787. Page 788. Page	789. Page 790. Page	791. Page 792. Page	793. Page 794. Page	795. Page 796. Page	797. Page 798. Page	799. Page 800. Page	801. Page 802. Page	803. Page 804. Page	805. Page 806. Page	807. Page 808. Page	809. Page 810. Page	811. Page 812. Page	813. Page 814. Page	815. Page 816. Page	817. Page 818. Page	819. Page 820. Page	821. Page 822. Page	823. Page 824. Page	825. Page 826. Page	827. Page 828. Page	829. Page 830. Page	831. Page 832. Page	833. Page 834. Page	835. Page 836. Page	837. Page 838. Page	839. Page 840. Page	841. Page 842. Page	843. Page 844. Page	845. Page 846. Page	847. Page 848. Page	849. Page 850. Page	851. Page 852. Page	853. Page 854. Page	855. Page 856. Page	857. Page 858. Page	859. Page 860. Page	861. Page 862. Page	863. Page 864. Page	865. Page 866. Page	867. Page 868. Page	869. Page 870. Page	871. Page 872. Page	873. Page 874. Page	875. Page 876. Page	877. Page 878. Page	879. Page 880. Page	881. Page 882. Page	883. Page 884. Page	885. Page 886. Page	887. Page 888. Page	889. Page 890. Page	891. Page 892. Page	893. Page 894. Page	895. Page 896. Page	897. Page 898. Page	899. Page 900. Page	901. Page 902. Page	903. Page 904. Page	905. Page 906. Page	907. Page 908. Page	909. Page 910. Page	911. Page 912. Page	913. Page 914. Page	915. Page 916. Page	917. Page 918. Page	919. Page 920. Page	921. Page 922. Page	923. Page 924. Page	925. Page 926. Page	927. Page 928. Page	929. Page 930. Page	931. Page 932. Page	933. Page 934. Page	935. Page 936. Page	937. Page 938. Page	939. Page 940. Page	941. Page 942. Page	943. Page 944. Page	945. Page 946. Page	947. Page 948. Page	949. Page 950. Page	951. Page 952. Page	953. Page 954. Page	955. Page 956. Page	957. Page 958. Page	959. Page 960. Page	961. Page 962. Page	963. Page 964. Page	965. Page 966. Page	967. Page 968. Page	969. Page 970. Page	971. Page 972. Page	973. Page 974. Page	975. Page 976. Page	977. Page 978. Page	979. Page 980. Page	981. Page 982. Page	983. Page 984. Page	985. Page 986. Page	987. Page 988. Page	989. Page 990. Page	991. Page 992. Page	993. Page 994. Page	995. Page 996. Page	997. Page 998. Page	999. Page 1000. Page	1001. Page 1002. Page	1003. Page 1004. Page	1005. Page 1006. Page	1007. Page 1008. Page	1009. Page 1010. Page	1011. Page 1012. Page	1013. Page 1014. Page	1015. Page 1016. Page	1017. Page 1018. Page	1019. Page 1020. Page	1021. Page 1022. Page	1023. Page 1024. Page	1025. Page 1026. Page	1027. Page 1028. Page	1029. Page 1030. Page	1031. Page 1032. Page	1033. Page 1034. Page	1035. Page 1036. Page	1037. Page 1038. Page	1039. Page 1040. Page	1041. Page 1042. Page	1043. Page 1044. Page	1045. Page 1046. Page	1047. Page 1048. Page	1049. Page 1050. Page	1051. Page 1052. Page	1053. Page 1054. Page	1055. Page 1056. Page	1057. Page 1058. Page	1059. Page 1060. Page	1061. Page 1062. Page	1063. Page 1064. Page	1065. Page 1066. Page	1067. Page 1068. Page	1069. Page 1070. Page	1071. Page 1072. Page	1073. Page 1074. Page	1075. Page 1076. Page	1077. Page 1078. Page	1079. Page 1080. Page	1081. Page 1082. Page	1083. Page 1084. Page	1085. Page 1086. Page	1087. Page 1088. Page	1089. Page 1090. Page	1091. Page 1092. Page	1093. Page 1094. Page	1095. Page 1096. Page	1097. Page 1098. Page	1099. Page 1100. Page	1101. Page 1102. Page	1103. Page 1104. Page	1105. Page 1106. Page	1107. Page 1108. Page	1109. Page 1110. Page	1111. Page 1112. Page	1113. Page 1114. Page	1115. Page 1116. Page	1117. Page 1118. Page	1119. Page 1120. Page	1121. Page 1122. Page	1123. Page 1124. Page	1125. Page 1126. Page	1127. Page 1128. Page	1129. Page 1130. Page	1131. Page 1132. Page	1133. Page 1134. Page	1135. Page 1136. Page	1137. Page 1138. Page	1139. Page 1140. Page	1141. Page 1142. Page	1143. Page 1144. Page	1145. Page 1146. Page	1147. Page 1148. Page	1149. Page 1150. Page	1151. Page 1152. Page	1153. Page 1154. Page	1155. Page 1156. Page	1157. Page 1158. Page	1159. Page 1160. Page	1161. Page 1162. Page	1163. Page 1164. Page	1165. Page 1166. Page	1167. Page 1168. Page	1169. Page 1170. Page	1171. Page 1172. Page	1173. Page 1174. Page	1175. Page 1176. Page	1177. Page 1178. Page	1179. Page 1180. Page	1181. Page 1182. Page	1183. Page 1184. Page	1185. Page 1186. Page	1187. Page 1188. Page	1189. Page 1190. Page	1191. Page 1192. Page	1193. Page 1194. Page	1195. Page 1196. Page	1197. Page 1198. Page	1199. Page 1200. Page	1201. Page 1202. Page	1203. Page 1204. Page	1205. Page 1206. Page	1207. Page 1208. Page	1209. Page 1210. Page	1211. Page 1212. Page	1213. Page 1214. Page	1215. Page 1216. Page	1217. Page 1218. Page	1219. Page 1220. Page	1221. Page 1222. Page	1223. Page 1224. Page	1225. Page 1226. Page	1227. Page 1228. Page	1229. Page 1230. Page	1231. Page 1232. Page	1233. Page 1234. Page	1235. Page 1236. Page	1237. Page 1238. Page	1239. Page 1240. Page	1241. Page 1242. Page	1243. Page 1244. Page	1245. Page 1246. Page	1247. Page 1248. Page	1249. Page 1250. Page	1251. Page 1252. Page	1253. Page 1254. Page	1255. Page 1256. Page	1257. Page 1258. Page	1259. Page 1260. Page	1261. Page 1262. Page	1263. Page 1264. Page	1265. Page 1266. Page	1267. Page 1268. Page	1269. Page 1270. Page	1271. Page 1272. Page	1273. Page 1274. Page	1275. Page 1276. Page	1277. Page 1278. Page	1279. Page 1280. Page	1281. Page 1282. Page	1283. Page 1284. Page	1285. Page 1286. Page	1287. Page 1288. Page	1289. Page 1290. Page	1291. Page 1292. Page	1293. Page 1294. Page	1295. Page 1296. Page	1297. Page 1298. Page	1299. Page 1300. Page	1301. Page 1302. Page	1303. Page 1304. Page	1305. Page 1306. Page	1307. Page 1308. Page	1309. Page 1310. Page	1311. Page 1312. Page	1313. Page 1314. Page	1315. Page 1316. Page	1317. Page 1318. Page	1319. Page 1320. Page	1321. Page 1322. Page	1323. Page 1324. Page	1325. Page 1326. Page	1327. Page 1328. Page	1329. Page 1330. Page	1331. Page 1332. Page	1333. Page 1334. Page	1335. Page 1336. Page	1337. Page 1338. Page	1339. Page 1340. Page	1341. Page 1342. Page	1343. Page 1344. Page	1345. Page 1346. Page	1347. Page 1348. Page	1349. Page 1350. Page	1351. Page 1352. Page	1353. Page 1354. Page	1355. Page 1356. Page	1357. Page 1358. Page	1359. Page 1360. Page	1361. Page 1362. Page	1363. Page 1364. Page	1365. Page 1366. Page	1367. Page 1368. Page	1369. Page 1370. Page	1371. Page 1372. Page	1373. Page 1374. Page	1375. Page 1376. Page	1377. Page 1378. Page	1379. Page 1380. Page	1381. Page 1382. Page	1383. Page 1384. Page	1385. Page 1386. Page	1387. Page 1388. Page	1389. Page 1390. Page	1391. Page 1392. Page	1393. Page 1394. Page	1395. Page 1396. Page	1397. Page 1398. Page	1399. Page 1400. Page	1401. Page 1402. Page	1403. Page 1404. Page	1405. Page 1406. Page	1407. Page 1408. Page	1409. Page 1410. Page	1411. Page 1412. Page	1413. Page 1414. Page	1415. Page 1416. Page	1417
---	--	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	------

BILAGA 3



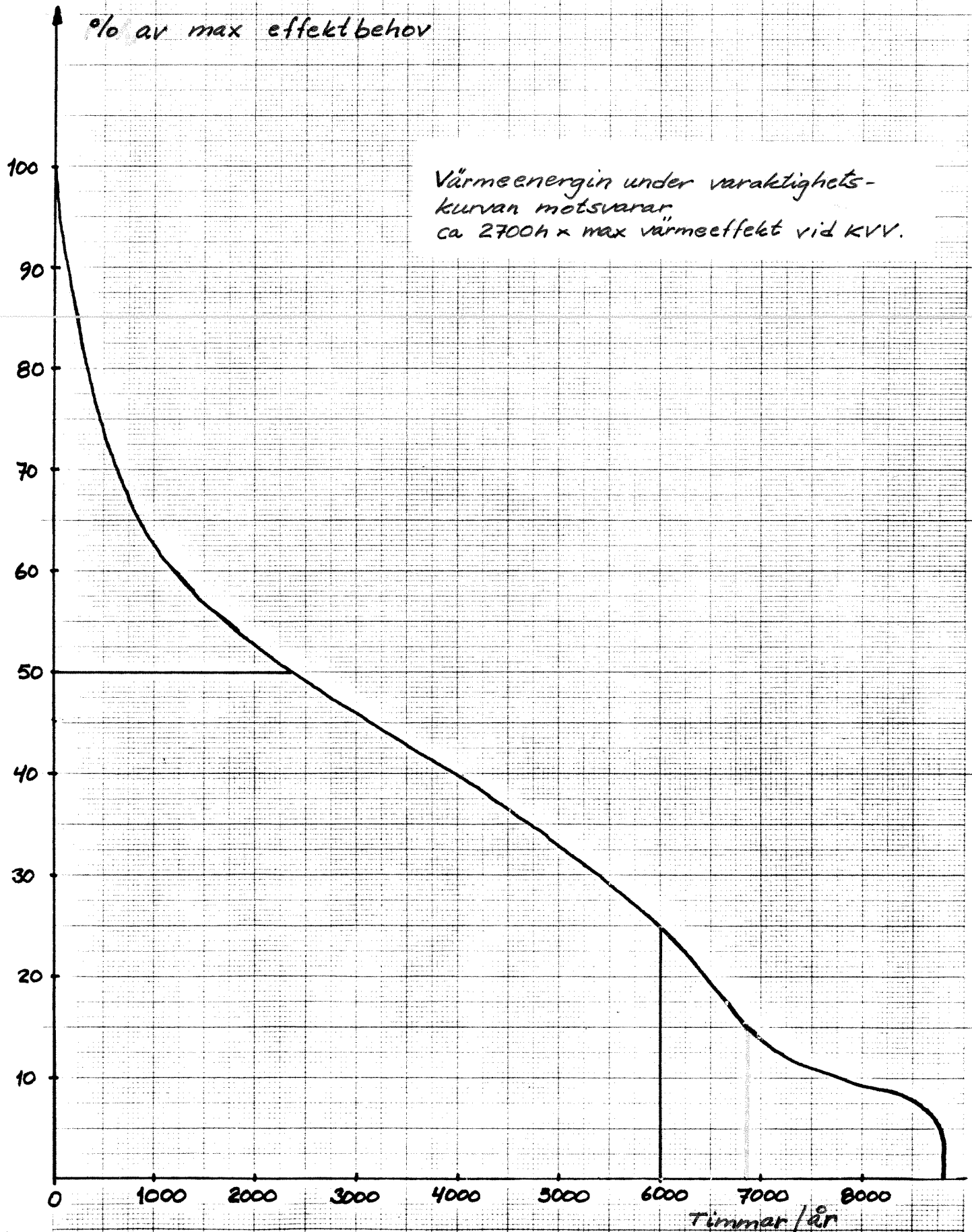
BVV-1-13162

Proj. No.	Proj. A. No.	Proj. C. No.	Proj. D. No.	Proj. E. No.	Proj. F. No.	Proj. G. No.	Proj. H. No.	Proj. I. No.	Proj. J. No.
OPTIMERING AV SMA KRAFT- VARMEVERK FÖRSLAG 25 MW _e /50 MW _{therm} STATIONSLAY OUT									
1984-09-19									
SMAK									
1:200									

ET-111111-111111 123 456 789

VARAKTIGHETS DIAGRAM FÖR VÄRMEBEHOVET

BILAGA 4



DATASAMMANSTÄLLNING

KRAFTVÄRMEVERK ~ 25 MWe/50 MWv

Tabell bilaga 5

Ångdata:	85 bar/ 500 °C	85 bar/ 500 °C	85 bar/ 500 °C	105 bar/ 520 °C	105 bar/ 520 °C	105 bar/ 520 °C	140 bar/ 540 °C	140 bar/ 540 °C	140 bar/ 540 °C	140 bar/ 600 °C	140 bar/ 600 °C	140 bar/ 600 °C
Måvattentemp:	120 °C	150 °C	210 °C	120 °C	150 °C	210 °C	120 °C	150 °C	210 °C	120 °C	150 °C	210 °C
FV-effekt vid 100% last (MW)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Nettoel- effekt vid 100% last (MW)	21.1	21.85	21.73	21.85	22.72	22.68	22.57	23.56	23.40	23.93	23.44	24.51
Δ-eleffekt (netto) vid 100 % last (kW)		+750	+630	+750	+1620	+1580	+1470	+2460	+2300	+2830	+2340	+3410
Δ-anlägg- ningskost- nad (Mkr)		+4.6	+6.9	+7.3	+14.3	+17.0	+21.1	+30.4	+36.7	+39.0	+41.9	+49.8
	R E F E R E N S A L T E R N A T I V						Rökgas- åter- föring	Rökgas- åter- föring	Rökgas- åter- föring	Rökgas- åter- föring	Rökgas- åter- föring	Rökgas- åter- föring
			FV-ECO			FV-ECO			FV-ECO		FV-ECO	FV-ECO
			HT-förv			HT-förv			HT-förv			HT-förv

Δ -eleffekt och Δ -anläggningskostnad ovan är
differenser i förhållande till alternativet med
ångdata 85 bar/500 °C och matarvattentemp 120 °C.

DATASAMMANSTÄLLNING

KRAFTVÄRMEVERK ~ 10 MWe/20 MWv

Tabell bilaga 6

Ångdata:	60 bar/ 480 °C	60 bar/ 480 °C	85 bar/ 500 °C	85 bar/ 500 °C
Mavtemp:	150 °C	187 °C	150 °C	187 °C
FV-effekt vid 100% last (MW)	20	20	20	20
Nettoel- effekt vid 100% last (MW)	8.07	8.32	8.62	8.91
Δ-eleffekt (netto) vid 100 % last (kW)		+250	+550	+840
Δ-anlägg- ningskost- nad (Mkr)		+3.4	+5.9	+9.7
		HT-förv		HT-förv
	R E F E R E N S A L T E R N A T I V			

Δ-eleffekt och Δ-anläggningskostnad ovan är
differenser i förhållande till alternativet med
ångdata 60 bar/480 °C och matarvattentemp 150 °C.

DATASAMMANSTÄLLNING

KRAFTVÄRMEVERK ~ 50 MWe/100 MWv

Tabell bilaga 7

Ångdata:	120 bar/ 520 °C	120 bar/ 540 °C	140 bar/ 540 °C
Mavatemp:	187 °C	187 °C	187 °C
FV-effekt vid 100% last (MW)	100	100	100
Nettoel- effekt vid 100% last (MW)	49.35	50.16	50.58
Δ-eleffekt (netto) vid 100 % last (kW)		+810	+1230
Δ-anlägg- ningskost- nad (Mkr)		+12.0	+25.1
	*)	Rökgas- åter- föring	Rökgas- åter- föring
	R E F E R E N S	HT-förv	HT-förv
	ALTERNATIV		

Δ-eleffekt och Δ-anläggningskostnad ovan är
differenser i förhållande till alternativet med
ångdata 120 bar/50 °C och matarvattentemp 187 °C.

*) referensalternativet har rökgasåterföring
och HT-förvärmare

EKONOMISK UTVÄRDERING

KRAFTVÄRMEVERK ~ 25 MWe/50 MWv

Tabell bilaga 8

Ångdata:	85 bar/ 500 °C	85 bar/ 500 °C	85 bar/ 500 °C	105 bar/ 520 °C	105 bar/ 520 °C	105 bar/ 520 °C	140 bar/ 540 °C	140 bar/ 540 °C	140 bar/ 540 °C	140 bar/ 600 °C	140 bar/ 600 °C	140 bar/ 600 °C
Mavtemp:	120 °C	150 °C	210 °C	120 °C	150 °C	210 °C	120 °C	150 °C	210 °C	120 °C	150 °C	210 °C
Σ Nuvärde av att gå upp med data i kkr												
- Grund- förut- sätt- ningar	R E F E R E N S A L T E R N A T I V	+3957	+73	+856	+6552	+2761	-2811	+585	-9270	-3594	-14349	-6980
- 15 % mindre Δ-anlägg- nings- kostnad		+4861	-	-	+9029	+5706	-	+5852	-	-	-	-
- 2,5 %/år realpris- stegring för kol		+4995	-	-	+9307	+5425	-	+4916	-	-	-	-
- Avkortad drifttid (2500 ekv fullast- timmar de första 15 åren och 5000 de sista 10 åren)		+3009	-751	-11	+2673	+1160	-7153	-6228	-15789	-11943	-21413	-17476

Tabellen visar Σ nuvärde i 1984 års penningvärde
av vinsten att välja respektive alternativ i för-
hållande till alternativet med ångdata 85 bar/500 °C
och matarvattentemp 120 °C.

EKONOMISK UTVÄRDERING

KRAFTVÄRMEVERK ~ 10 MWe/20 MWv

Tabell bilaga 9

Ångdata:	60 bar/ 480 °C	60 bar/ 480 °C	85 bar/ 500 °C	85 bar/ 500 °C
Mavtemp:	150 °C	187 °C	150 °C	187 °C
Σ Nuvärde av att gå upp med data i kkr				
- Grund- förut- sätt- ningar	R	-61	+1646	+1642
- 15 % mindre Δ-anlägg- nings- kostnad	E F E R E N S		+2666	+3321
- 2,5 % realpris- stegring för kol	A L T E R		+2720	+3266
Avkortad drifttid (2500 ekv fullasttim de första 15 åren och 5000 de sista 10 åren).	N A T I V	-936	-190	-1136

Tabellen visar Σ nuvärde i 1984 års penningvärde av vinsten att välja respektive alternativ i förhållande till alternativet med ångdata 60 bar/480 °C och matarvattentemp 150 °C.

EKONOMISK UTVÄRDERING

KRAFTVÄRMEVERK ~ 50 MWe/100 MWv

Tabell bilaga 10

Ångdata:	120 bar/ 520 °C	120 bar/ 540 °C	140 bar/ 540 °C
Mavtemp:	187 °C	187 °C	187 °C
Σ Nuvärde av att gå upp med data i kkr			
- Grund- förut- sätt- ningar	R E	-1874	-10238
- 15 % mindre Δ-anlägg- nings- kostnad	F E R E N S	+232	-
- 2,5 % realpris- stegring för kol	A L T E R	+247	-7874
Avkortad drifttid (2500 ekv fullasttim de första 15 åren och 5000 de sista 10 åren)	N A T I V	-4210	-14580

Tabellen visar Σ nuvärde i 1984 års penningvärde av vinsten att välja respektive alternativ i förhållande till alternativet med ångdata 120 bar/520 °C och matarvattentemp 187 °C.

Värmeforsk är ett organ för industrisamverkan inom värmeteknisk forskning och utveckling. Stiftelsens forskningsprogram är tillämpningsinriktat och fokuseras på energi- och processindustriernas behov och problem. Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Kraftverksföreningens utvecklingsstiftelse, VAST
- Statens Vattenfallsverk
- Studsvik Energiteknik AB
- Svenska Cellulosa- och Pappersbruksföreningen/Ångpanneföreningen
- Svenska Gasföreningen
- Svenska Värmeverksföreningen
- Tillverkande Industri

Värmeforsk samarbetar med Statens Råd för Byggnadsforskning (BFR), Statens Energiverk och Styrelsen för Teknisk Utveckling.