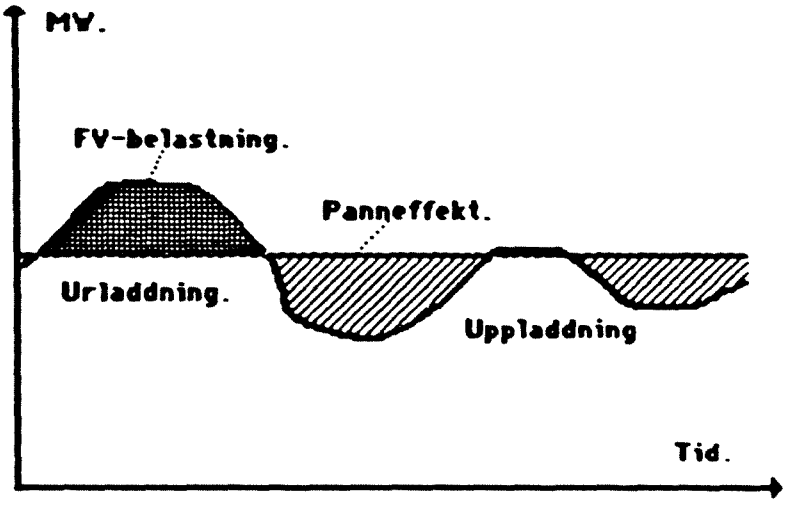
VÄRMEFORSK

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Ackumulatorsystem för drift-utjämning

Bertil Köhler

HETVATTENTEKNIK 294



ACKUMULATORSYSTEM FÖR DRIFTUTJÄMNING

CF

A "soft coupling" means an equalizing accumulator in the pipe system. When momentarily there is an excess of heat in the plant, hot water will run into the accumulator, whereas when there is a shortage of heat the accumulator delivers heat to the consuming system.

When a district heating plant is fired with wood chips it happens that the heat generation in the boiler does not change fast enough. As a consequence the design data - temperature and pressure - can temporarily be exceeded as the boiler can not be regulated down fast enough. Such incidents can for instance cause leakages in the district heating pipe lines. In order to avoid these complications a "soft coupling" can be installed between the energy producer and the pipe system. More time will then be obtained to solve the different problems and the heating process can thereby the optimized and reach a high efficiency.

The advantages of an accumulator can be summarized as follows:

1. Higher efficiency in the boiler.

2. Lower fuel costs with regard to the possibility to exploit a boiler with cheaper fuel for a longer time.

3. Better availabilty.

4. Less strain on the material in the plant.

5. Lower maintenance costs.

By avoiding one single break-down in the plant or in the district heating system the cost of an accumulator can quite easily be justified.

INNEHALLSFÖRTECKNING

1. Bakgrund

2. Alternativ för inkoppling av ackumulator

3. Dimensionering av ackumulator

4. Dimensionering av expansionskärl

5. Val av konstruktionstryck och systemfrågor

6. Kostnadsberäkning

7. Lönsamhetsberäkning

8. Sammanfattning

Beräkningsbilagor

Ackumulatorer typ A för 10-50 MW-pannor	Bilaga 1
Ackumulatorer typ B för 10 MW-panna	Bilaga 2
Ackumulatorer typ B för 25 MW-panna	Bilaga 3
Ackumulatorer typ B för 50 MW-panna	Bilaga 4

1 BAKGRUND

Ett betydande antal fastbränsleeldade anläggningar finnes idag i svenska fjärrvärmesystem. Erfarenheten visar att dessa anläggningar dels ofta ej förmår att tillräckligt snabbt följa fjärrvärmelasten, dels tappar effekten vid avbrott i bränsletillförseln. Ett flertal exempel finns på att konstruktionsdata för fjärrvärmenätet och värmeväxlaren överskrides när pannan ej kan regleras ner tillräckligt snabbt. Detta även vid måttliga lastminskningar. Vid en anläggning överskred utgående temperatur 147°C med det resultatet att läckor senare uppträdde i fjärrvärmenätet. Vid en annan anläggning steg temperaturen i framledningen till över 160°C. Att nätet härvid kan ha skadats är otvivelaktigt.

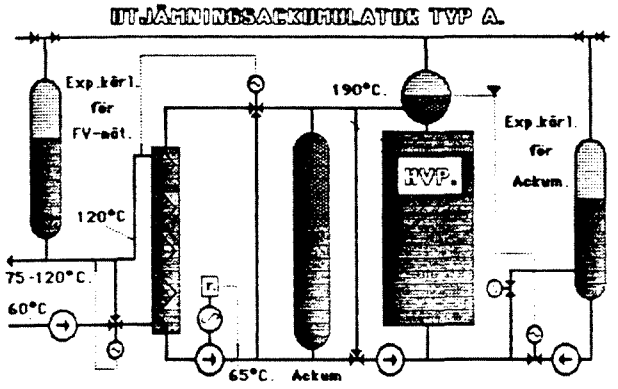
Genom att införa en mjuk koppling mellan produktionsanläggningen och fjärrvärmenätet kan man komma till rätta med ovannämnda problem. Snabba lastförändringar stör ej pannans reglering och avbrott i bränsletillförseln påverkar ej leveransen av värme till nätet. Personalen får bättre tid och lugnare förhållanden att lösa olika problem och kan på ett bättre sätt ägna sig åt att optimera driften och höja verkningsgraden. Även om pannsystemet är försett med en dator för driften så förekommer det inte såvitt bekant att denna är så utformad att verkningsgraden optimeras vid reglering från en last till en annan.

Vid vissa fastbränsleeldade pannor är automatiken så utformad att oljeeldningen går in vid avbrott i inmatningssystemet för fastbränsle. Om pannan är försedd med en så kallad fjärrvärmeeconomiser kan syradaggpunkten då underskridas. Den svavelsyra som kondenserar på ytorna avlägsnas icke vid återgång till fastbränsleeldning utan leder till korrosion. Detta problem har inte uppmärksammats tillräckligt och kommer på längre sikt att leda till skador. Vid användandet av en utjämningsackumulator kan detta problem undvikas.

2 ALTERNATIV FÖR INKOPPLING AV ACKUMULATOR

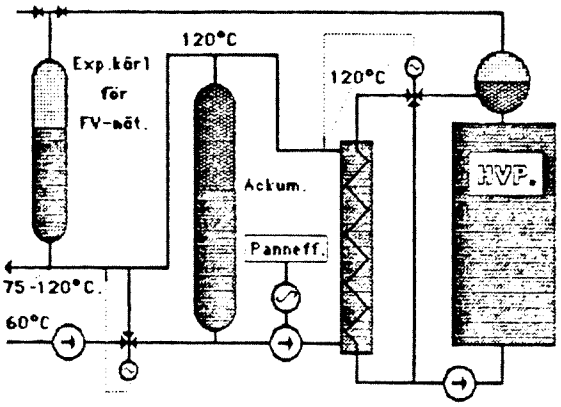
Två alternativ har undersökts:

Typ A där ackumulatorn kopplas in i pannkretsen. Ackumulatorn kommer då att arbeta på en högre temperaturnivå varvid temperaturdifferensen blir större t ex 125°C vilket minskar volymen vid ett givet energiinnehåll. Konstruktionstrycket blir emellertid högre, vilket ökar godstjockleken och därmed kostnaden per volymsenhet. Möjlig bygghöjd för ackumulatorn begränsas av att ackumulatortoppen alltid måste ligga under vattennivån i pannans dom. Till detta kommer att pannkretsen måste förses med ett särskilt expansionskärl för att ta hand om volymsförändringarna vid urladdning och laddning. Ett exempel på inkoppling visas i nedanstående schema.



Utjämningsackumulator typ A

I det andra inkopplingsalternativet, typ B, är ackumulatorn inkopplad på fjärrvärmesidan och ackumulatorhöjden har icke samma begränsning som i alternativet typ A. Konstruktionstrycket blir lägre men volymen större på grund av lägre temperaturdifferens mellan topp och botten. Konstruktionstrycket är beroende av flera faktorer, vilka kommer att redovisas under avsnitt 5. I detta fall förutsättes att fjärrvärmenätets expansionskärl klarar av volymsförändringarna vid laddning och urladdning av ackumulatorn. Ett exempel på inkoppling redovisas i nedanstående figur.



Utjämningsackumulator typ B

3 DIMENSIONERING AV ACKUMULATOR

Dimensioneringen utföres enligt Tryckkärlsnormerna enligt nedan.

Konstruktionstryck

Övre sfär. $p_{S1} = [(t_1 + \Delta t)/100)]^4 + \Delta p + D/20$

Nedre sfär. $p_{S2} = p_{S1} + L/10 + D/20$

Cylindern $p_C = (p_{S1} + p_{S2} - D/20)/2$

p i bar övertryck. D och L i m.

$\Delta t°C$ = säkerhet mot övertemp.

Δp = tryckförhöjning av systemtekniska skäl (bar).

Godstjockleksberäkning

$$g_{S1} = \frac{D \cdot p_{S1} \cdot S_F}{40 \cdot \Sigma_{bS} \cdot z}$$

$$g_{S2} = \frac{D \cdot p_{S2} \cdot S_F}{40 \cdot \Sigma_{bS} \cdot z}$$

$$g_C = \frac{D \cdot p_C \cdot S_F}{20 \cdot \Sigma_{bC} \cdot z}$$

g = godstjocklek i m.

S_F = säkerhetsfaktor.

z = svetsfaktor

Σ_{bS} = beräkn.värde i N/mm^2 för sfären.

Σ_{bC} = beräkn.värde i N/mm^2 för cylindern.

Viktberäkning

$$G = \pi \cdot D\{D/2 \cdot (g_{S1}+g_{S2}+0,002)+L\cdot(g_C+0,001)\}\cdot 7876\cdot 1,1 \text{ kg.}$$

Dimensionering

$c=4,3337-0,003214\cdot t$ c=vattnets värmekapacitivitet i MJ/m^3, K

$$V=Q\cdot 3600/0,9\cdot\{t_1\cdot(4,3337-0,003214t_1)-t_2\cdot(4,3337-0,003214t_2)\}$$

där t = vattnets temperatur i °C.

$V=\pi \cdot D^2(D+1,5L)/6$ m^3

$L=\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2} - \frac{D}{1,5}$

$Y=\pi\ D \cdot (D+L)$ m

Q=energimängd i ackumulatorn i MWh.

V=Volym i m^3.

Y=ackumulatorns yta i m^2.

Kostnadsberäkning

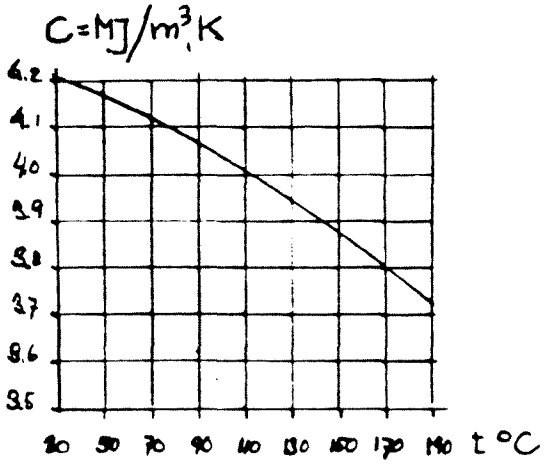
$K=G\ k_1 + Y\ k_2$ kr

k_1= pris för stålkonstr. i kr/kg.

k_2= pris för isolering i kr/m^2.

För ovanstående beräkningar har ett matematiskt samband mellan vattnets temperatur och entalpi framtagits enligt nedanstående diagram.

Vattnets värmekapacitivitet per volymsenhet vid 16 bar absolut tryck



Gäller för t mellan 60 och 200°C med god approximation.

4 DIMENSIONERING AV EXPANSIONSKÄRL

Expansionskärlet dimensioneras utgående från Tryckkärlsnormerna.

Konstruktionstryck

$p_e = p_{S2}$ övertryck i ackumulatorn i bar.

Godstjockleksberäkning

$$g_{Se} = \frac{D \cdot p_e \cdot S_F}{40 \cdot \Sigma_{bS}} \cdot z$$

$$g_{Ce} = \frac{D \cdot P_e \cdot S_F}{20 \cdot \Sigma_{bC}} \cdot z$$

g=godstjocklek i m.

S_F=säkerhetsfaktor.

z=svetsfaktor.

Σ_{bS}=beräkn.värde i N/mm^2 för sfären.

Σ_{bC}=beräkn.värde i N/mm^2 för cylindern.

Viktberäkning

$$G_e = \pi \cdot D_e \cdot \{D_e \cdot (g_{Se} + 0{,}001) + L_e \cdot (g_{Ce} + 0{,}001)\} \cdot 7876 \cdot 1{,}1 \text{ kg}$$

Volymberäkning

v=spec. volymen för vatten vid 16 bar övertryck.

$v=0,9994+0,00000828\ t^{1,8592}\ m^3/ton.$

t_o=omgivningstemp i °C.

V_e=expansionskärlsvolym i m^3.

$$V_e=(V+0,5\cdot P)\cdot[0,9994+0,00000828t_1{}^{1,592} - 0,9994+0,00000828t_o 1,8592]\cdot 1,1\ m^3$$

V=ackumulatorvolym i m^3.

P=panneffekt i MW.

t_1=max temperatur i ackumulator i °C.

Dimensionering

$V_e=\pi\cdot D_e^2\cdot(D_e+1,5\cdot L_e)/6\ m^3.$

$Y_e=\pi D_e(D_e+L_e)\ m^2$

Y_e=expansionskärlets yta i m^2.

Kostnadsberäkning

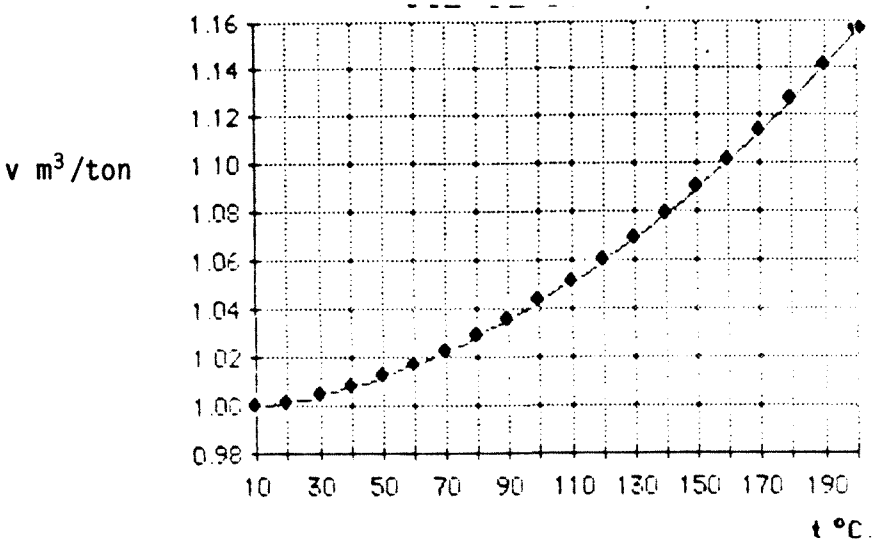
$K_e=G_e\cdot K_1+Y_e\cdot k_2\ kr$

k_1=pris för stålkonstr. i kr/kg.

k_2=pris för isolering i kr/m^2.

Hänsyn har även tagits till pannans vatteninnehåll. Ett matematiskt samband mellan vattnets temperatur och specifika volym har framtagits utgående från följande diagram.

Specifika volymen för vatten vid 16 bar.

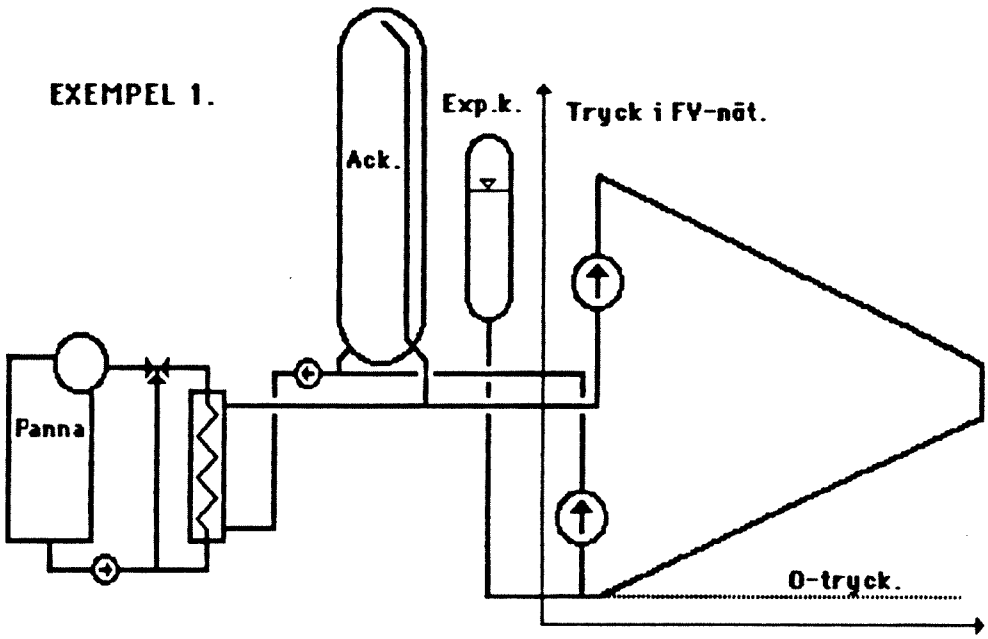


5 VAL AV KONSTRUKTIONSTRYCK OCH SYSTEMFRÅGOR

Beträffande ackumulator typ A måste konstruktionstrycket väljas samma som för pannan, dvs runt 16 bar.

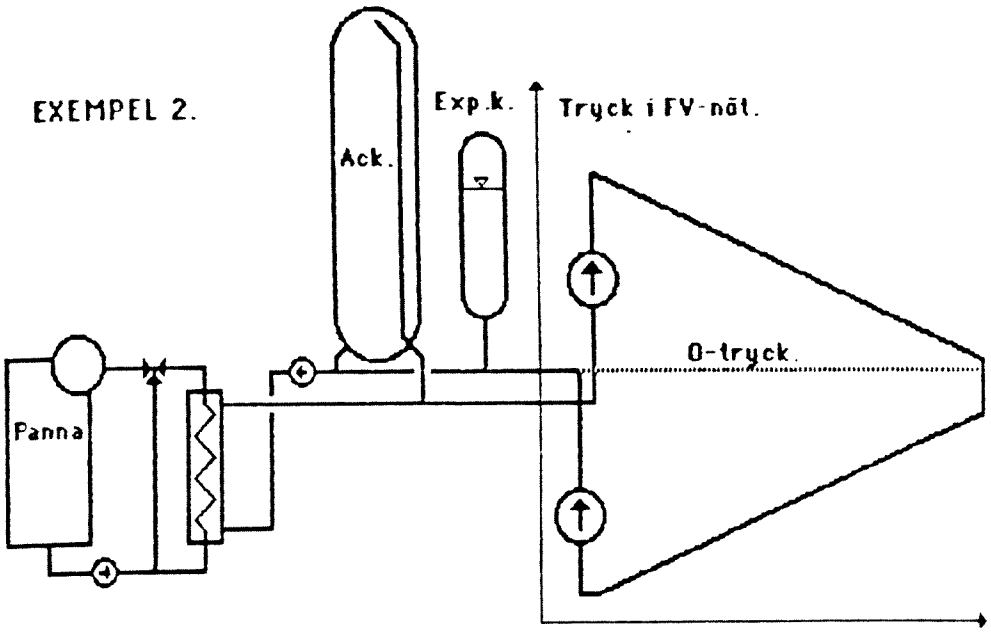
När det gäller ackumulator typ B blir konstruktionstrycket beroende av fjärrvärmesystemets uppläggning till exempel val av pumpar och deras inkoppling i förhållande till fjärrvärmesystemets expansionskärl.

I följande exempel har fram- och returpumpar valts och expansionskärlet inkopplats på returpumparnas sugsida. Expansionskärlets inkopplingspunkt benämns i fortsättningen för fjärrvärmesystemets 0-punkt. Trycket i 0-punkten måste alltid vara så högt att ångbildning undvikes i alla delar av fjärrvärmesystemet inklusive ackumulatorer vid t ex strömavbrott när samtliga pumpar stannar.

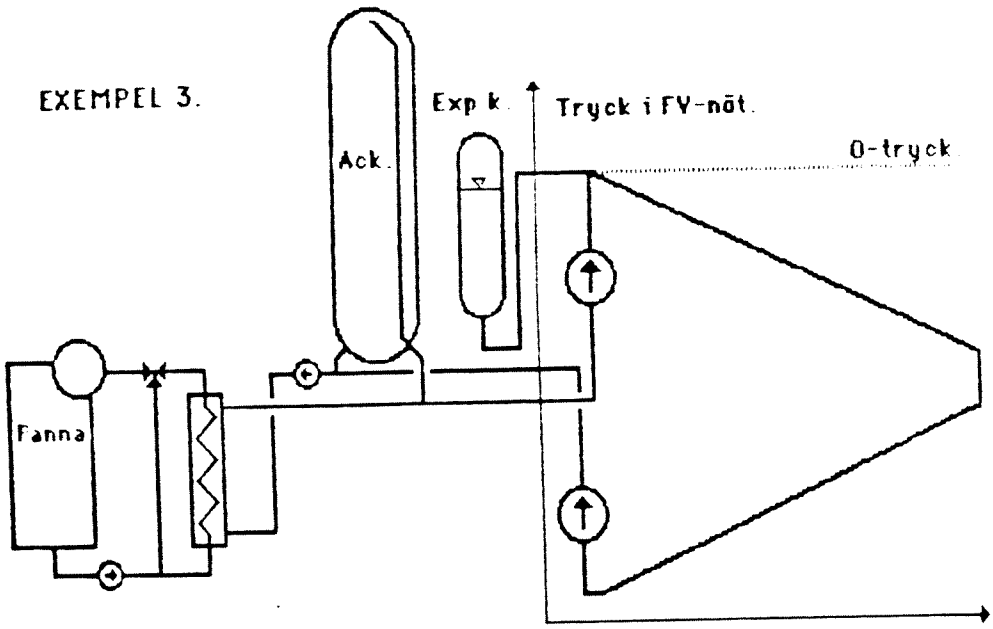


I detta exempel kommer ackumulatorns höjd att påverka 0-trycket. Man önskar alltid ha en viss temperaturmarginal vid dimensionering av ackumulatorn, dvs trycket i toppen på ackumulatorn måste alltid vara så högt att ångbildning undvikes även om temperaturen där överskrider maxtemperaturen. Vanligt är att denna temperaturmarginal väljes till 5°C.

I exempel 2 ligger 0-punkten mellan fram- och returpumpen.

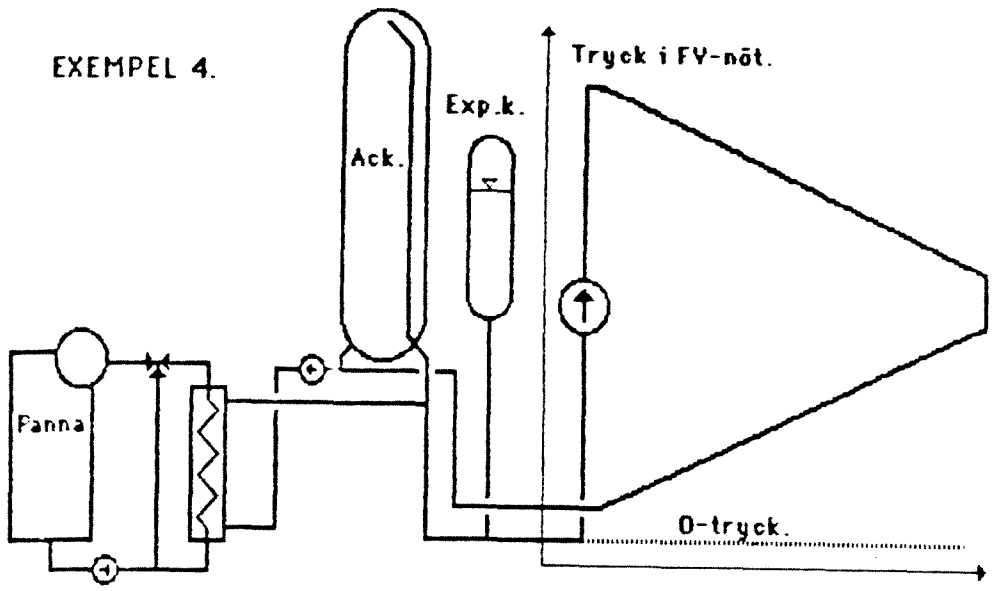


I exempel 2 kommer 0-trycket att bestämma ackumulatorns konstruktionstryck. Detta kommer att bli kring 7 bar.

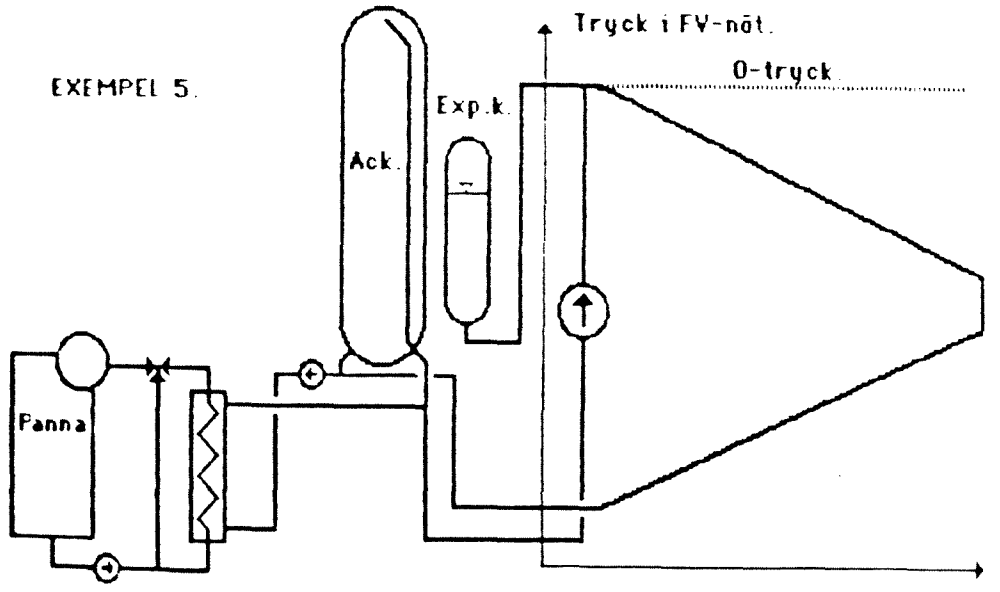


I exempel 3 ligger 0-punkten på framledningspumpens trycksida. Ett sådant anslutningssätt förekommer i sådana orter där de topografiska höjdskillnaderna är mycket stora och där produktionsanläggningen ligger lågt i förhållande till fjärrvärmenätet. Ackumulatorns konstruktionstryck blir i detta fall högt, upp mot 16 bar, utan att detta kan utnyttjas till förhöjd temperaturdifferens och därmed minskad volym.

I exempel 4 finns endast en typ av pumpar med 0-punkten på sugsidan. Som i exempel 1 bestämmer ackumulatorn 0-trycket, vilket medför en begränsning vid val av ackumulatorhöjd.



Exempel 5 är i princip likt exempel 3 och konsekvenserna för ackumulatorkostnaden blir samma.



6 KOSTNADSBERÄKNING

För att genomföra alla kostnadsberäkningar har ett datorprogram framtagits. Beräkningar har utförts för tre olika pannstorlekar nämligen 10,25 och 50 MW.

För varje pannstorlek har 4 olika storlekar på ackumulatorn genomräknats nämligen för fullastdrift under 1,2,3 respektive 4 timmar.

För 10 MW-pannan blir kapaciteten således 10,20,30 respektive 40 MWh

för 25 MW-pannan 25,50,75 respektive 100 MWh och

för 50 MW-pannan 50,100,150 respektive 200 MWh.

Såväl typ A som typ B har kostnadsberäknats varvid samma kilopris, isoleringspris och hållfasthetsdata använts. Ackumulatorvikten har ökats med 10 % för inredningsdetaljer m.m. Vid typ A har kostnaden för expansionskärlet inkluderats. I samtliga fall har kostnaden för fundament inräknats varvid förutsatts normala grundläggningsförhållanden.

Vid ackumulatorer av typ B har beräkningarna genomförts för tre konstruktionstryck i enlighet med resonemanget under punkt 5 ovan.

Reslutatutskrifterna jämte förutsättningar återfinnes i följande bilagor:

Bilaga 1 Ackumulatorer typ A för 10-50 MW-pannor.

Bilaga 2 Ackumulatorer typ B för 10 MW-panna.

Bilaga 3 Ackumulatorer typ B för 25 MW-panna.

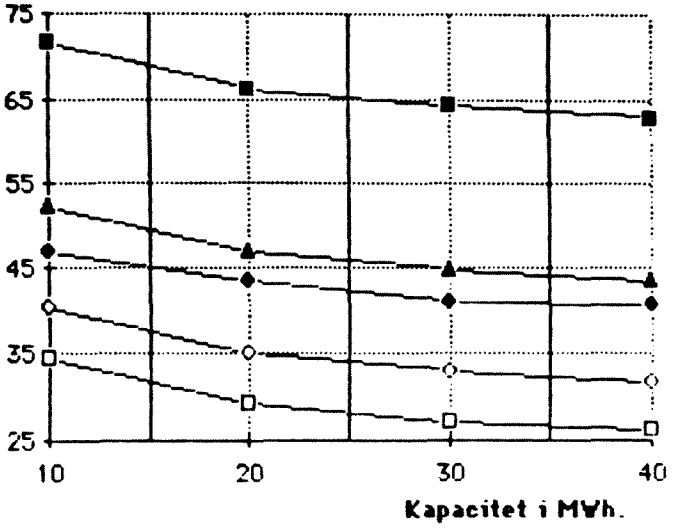
Bilaga 4 Ackumulatorer typ B för 50 MW-panna.

Resultatet har sammanfattats i följande 3 diagram.

ACKUMULATORKOSTNAD 10 MW.TYP A o. B.

Spec.kostn.kr/kWh.

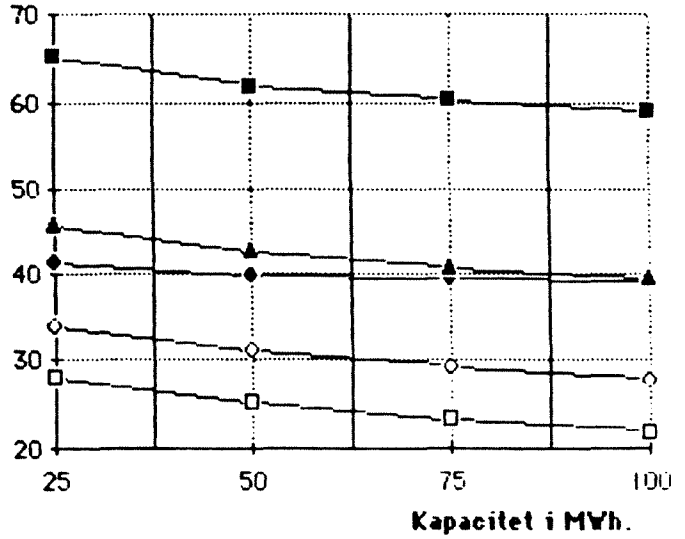
	Typ.	Konstr. tryck ata.
◆	A.	16,0
□	B.	5,5
◇	B.	7,0
▲	B.	10,0
■	B.	15,0



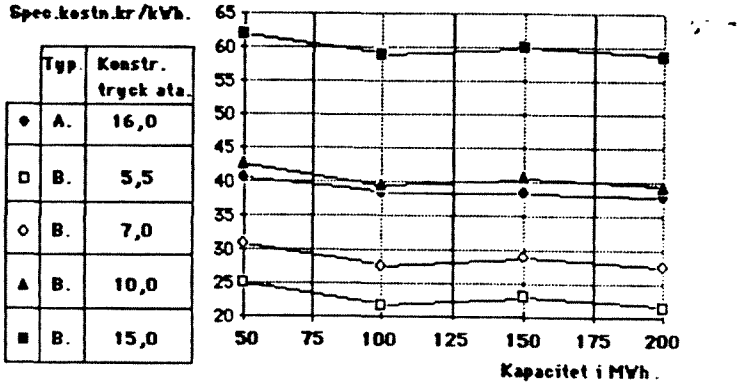
ACKUMULATORKOSTNAD 25 MW.TYP A o. B.

Spec.kostn.kr/kWh.

	Typ.	Konstr. tryck ata.
◆	A.	16,0
□	B.	5,5
◇	B.	7,0
▲	B.	10,0
■	B.	15,0



Ackumulatorkostnad 50 MW Typ A och B



Av diagrammen framgår att specifika kostnaden minskar något vid ökad ackumulatorstorlek. Undantag finnes där man vid ökad ackumulatorkapacitet måste installera flera ackumulatorenheter.

Ackumulator typ A är billigare än typ B när man, på grund av distributionssystemets uppbyggnad vid typ B, måste använda ett högt konstruktionstryck, Detta är sällan förekommande.

Vidare framgår att specifika kostnaden är något högre vid små pannor förutsatt samma "ackumulatortid", dvs ackumulatorkapacitet dividerad med panneffekten. En "ackumulatortid" på 1 timme innebär att ackumulatorn rymmer 1 timmes produktion med full panneffekt.

För att fungera som en utjämningsackumulator torde en "ackumulatortid" på 1 timme vara tillräcklig. Kostnaden för en sådan ackumulator kommer vanligtvis att ligga runt 35 kr/kW - mellan 25 kr/kW och 68 kr/kW, beroende på pannstorlek och konstruktionstryck - vilket är en blygsam kostnad i jämförelse med totalkostnaden för en fullt utrustad modern fastbränsleeldad hetvattencentral, för flera bränslen inklusive olja, vilken torde kosta minst 2000 kr/kW.

De fördelar som installerandet av en utjämningsackumulator medför är följande:

1. Bättre tillgänglighet hos anläggningen.

2. Mindre påkänningar på fjärrvärmesystemet.

3. Minskade underhållskostnader.

4. Bättre årsmedelverkningsgrad.

5. Lägre bränslekostnader då man med ackumulatordrift kan ersätta dyrare bränsle med billigare.

De tre första fördelarna är svåra att värdera men kan klart bidraga till att motivera införandet av en utjämningsackumulator.

7 LÖNSAMHETSBERÄKNING

A. Bättre verkningsgrad

Om man antar att anläggningen har en utnyttjningstid av 5000 timmar och bränslepriset är 100 kr/MWh så innebär 1 % bättre verkningsgrad en årlig vinst på 5 kr/kW vilken vid en annuitet på 20 % betalar en investering på 25 kr/kW.

Det torde inte vara omöjligt att åstadkomma 1 % bättre verkningsgrad om möjligheterna vid ackumulatordrift utnyttjas väl för att optimera driften.

B. Lägre bränslekostnader

Det vanliga motivet för att installera en ackumulator är att man kan öka utnyttjningstiden för en produktionsenhet med en lägre energikostnad och ersätta en annan produktionsenhet som har en högre energikostnad. Ett exempel visas i följande diagram.

Under den tid fjärrvärmebelastningen är lägre än panneffekten laddas ackumulatorn för att urladdas då fjärrvärmebelastningen är högre än panneffekten. För att få lägsta möjliga energikostnad under året låter man den produktionsenhet som har den lägsta energikostnaden svara för bottenlasten varvid dess utnyttjningstid blir längst. Besparingen av sådan ackumulatordrift är beroende på skillnaden i kostnad mellan energin i toppskiktet och bottenskiktet samt ackumulatorkapaciteten gånger antalet laddnings- urladdningscykler per år. Besparingen (B) kan då uttryckas med följande formel.

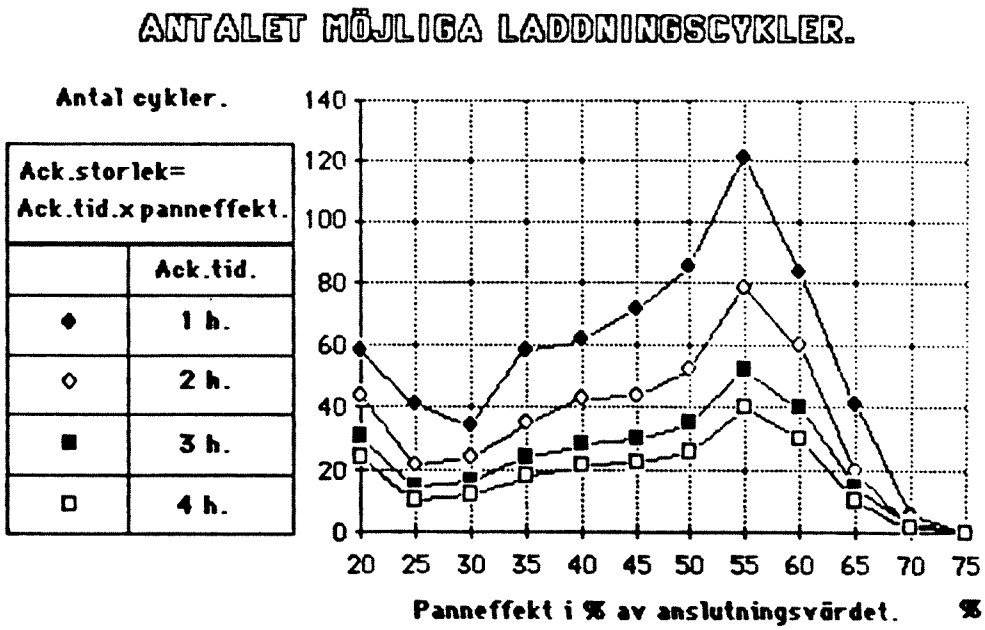
$B=\Delta k \cdot W \cdot n$ kr/år där

Δk=energiprisskillnaden mellan topp- och bottenskiktet uttrycks i kr/MWh.

W=ackumulatorkapacitet i MWh.

n=antalet laddnings- urladdningscykler.

För att bestämma n har ett dataprogram med timvärden på fjärrvärmebelastningen dygn för dygn under ett normalår utarbetats. Utgående effekten på produktionsenheten i % av anslutningsvärdet och ackumulatorstorleken kan antalet cykler beräknas. Resultatet redovisas i följande diagram.



Som man ser av diagrammet är antalet cykler starkt beroende av förhållandet panneffekt/anslutningsvärde. Vid 55 % får vi maximalt antal cykler.

Ett annat intressant förhållande är att antalet cykler avtar med ackumulatorstorlek. Detta gynnar i hög grad den relativt lilla utjämningsackumulatorn. Även om specifika kostnaden för en ackumulator minskar med ökad storlek så minskar antalet cykler snabbare vilket resulterar i att lönsamheten blir sämre för större ackumulatorer. Ovanstående formel kan skrivas som:

$$\frac{B}{1000 \cdot W} = \frac{\Delta k \cdot n}{1000} \text{ kr/kWh och år}$$

varvid "ackumuleringsvinsten" i kr/år kan beräknas per kWh ackumulatorkapacitet.

Om z är lika med den specifika kostnad i kr/kWh ackumulatorkapacitet som "ackumulatorvinsten" kan betala vid en annuitet av a %, kan följande formel ställas upp:

$$z = \frac{\Delta k \cdot n}{10 \cdot a} \text{ kr/kWh ackumulatorkapacitet.}$$

Om t ex Δk är 30 kr/MWh, n är 60 och annuiteten är 20 % blir

z=9 kr/kWh ackumulatorkapacitet.

Av avsnitt 6 framgår att specifika kostnaden ligger väsentligt högre.

8 SAMMANFATTNING

Av lönsamhetsberäkningarna framgår att vinsten av lägre bränslekostnader, punkt 7 B, inte enbart kan vara ett argument för installerandet av en utjämningsackumulator.

Vinsten av möjligheten att driva anläggningen med bättre verkningsgrad, punkt 7 A, är betydligt större.

Sammantaget utgör emellertid dessa vinster ett gott bidrag till att motivera införandet av en utjämningsackumulator. En installation ger även ytterligare såsom:

1. Bättre tillgänglighet hos produktionsanläggningen.

2. Lägre påkänningar på fjärrvärmesystemet.

3. Minskade underhållskostnader.

Sammanfattningsvis uppnås sålunda minskade underhållskostnader och en ökad leveranssäkerhet i fjärrvärmesystemet genom lägre belastningar och därmed minskade risker för haverier.

Att undvika ett enda haveri i anläggningen eller fjärrvärmesystemet kan utan vidare motivera en utjämningsackumulator.

När det gäller att välja mellan ackumulator av typ A eller B påverkas valet av hur fjärrvärmesystemet är uppbyggt och var O-punkten är placerad i detta. Generellt kan man säga att system A är så hårt pannbundet att det fordras en ackumulator per pannenhet då däremot typ B lätt kan anslutas till fler produktionsenheter.

Dessa frågor måste alltid lösas från fall till fall.

BERTIL KÖHLER
ENERGIKONSULT HB

BILAGA 1.

ACKUMULATORER TYP A

FÖR 10-50 HV-PANNOR.

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 10MW.A.1h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	9
EXP.HÖJD.m	6	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,36	TRYCK.TOPP.	14,66	ata	
ACK.DIAM.m	3,98	ACK.VOL.km	95	ACK.VIKT.kg	14 665
EXP.DIAM.m	1,92	EXP.VOL.km	15	EXP.VIKT.kg	2 616
TOT.KOSTN.kr	469 283	kr/kW.	47	kr/MWh.	46 928

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 10MW.A.2h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	9
EXP.HÖJD.m	6	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,36	TRYCK.TOPP.	14,66	ata	
ACK.DIAM.m	3,98	ACK.VOL.km	95	ACK.VIKT.kg	14 665
EXP.DIAM.m	2,75	EXP.VOL.km	30	EXP.VIKT.kg	4 905
TOT.KOSTN.kr	869 430	kr/kW.	87	kr/MWh.	43 471

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 10MW.A.3h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	9
EXP.HÖJD.m	6	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade data:					
TRYCK.BOTT.	15,36	TRYCK.TOPP.	14,71	ata	
ACK.DIAM.m	4,98	ACK.VOL.km	143	ACK.VIKT.kg	21 646
EXP.DIAM.m	3,43	EXP.VOL.km	45	EXP.VIKT.kg	7 142
TOT.KOSTN.kr	1 232 889	kr/kW.	123	kr/MWh.	41 096

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 10MW.A.4h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	3
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	9
EXP.HÖJD.m	6	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,36	TRYCK.TOPP.	14,69	ata	
ACK.DIAM.m	4,66	ACK.VOL.km	127	ACK.VIKT.kg	19 330
EXP.DIAM.m	4,04	EXP.VOL.km	60	EXP.VIKT.kg	9 337
TOT.KOSTN.kr	1 630 722	kr/kW.	163	kr/MWh.	40 768

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 25MW.A.1h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	11
EXP.HÖJD.m	6	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,56	TRYCK.TOPP.	14,75	ata	
ACK.DIAM.m	5,78	ACK.VOL.km	238	ACK.VIKT.kg	36 074
EXP.DIAM.m	3,16	EXP.VOL.km	39	EXP.VIKT.kg	6 279
TOT.KOSTN.kr	1 032 889	kr/kW.	41	kr/MWh.	41 316

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 25MW.A.2h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	11
EXP.HÖJD.m	6	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade data:					
TRYCK.BOTT.	15,56	TRYCK.TOPP.	14,75	ata	
ACK.DIAM.m	5,78	ACK.VOL.km	238	ACK.VIKT.kg	36 074
EXP.DIAM.m	4,65	EXP.VOL.km	76	EXP.VIKT.kg	11 806
TOT.KOSTN.kr	1 983 832	kr/kW.	79	kr/MWh.	39 677

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 25MW.A.3h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	3
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	11
EXP.HÖJD.m	8,5	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade data:					
TRYCK.BOTT.	15,56	TRYCK.TOPP.	14,75	ata	
ACK.DIAM.m	5,78	ACK.VOL.km	238	ACK.VIKT.kg	36 074
EXP.DIAM.m	4,52	EXP.VOL.km	112	EXP.VIKT.kg	17 756
TOT.KOSTN.kr	2 945 424	kr/kW.	118	kr/MWh.	39 272

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 25MW.A.4h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	4
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	11
EXP.HÖJD.m	8,5	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,56	TRYCK.TOPP.	14,75	ata	
ACK.DIAM.m	5,78	ACK.VOL.km	238	ACK.VIKT.kg	36 074
EXP.DIAM.m	5,31	EXP.VOL.km	149	EXP.VIKT.kg	23 279
TOT.KOSTN.kr	3 893 776	kr/kW.	156	kr/MWh.	38 938

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 50 MW.A. 1h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	17
EXP.HÖJD.m	10	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	16,16	TRYCK.TOPP.	14,78	ata	
ACK.DIAM.m	6,39	ACK.VOL.km	477	ACK.VIKT.kg	73 552
EXP.DIAM.m	3,33	EXP.VOL.km	77	EXP.VIKT.kg	13 011
TOT.KOSTN.kr	2 023 533	kr/kW.	40	kr/MWh.	40 471

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 50 MW.A.2h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	17
EXP.HÖJD.m	10	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	16,16	TRYCK.TOPP.	14,93	ata	
ACK.DIAM.m	9,35	ACK.VOL.km	953	ACK.VIKT.kg	144 600
EXP.DIAM.m	4,78	EXP.VOL.km	151	EXP.VIKT.kg	24 716
TOT.KOSTN.kr	3 825 946	kr/kW.	77	kr/MWh.	38 259

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 50 MW.A.3h.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP.°C	190	BOTT.TEMP°C	70	ACK.HÖJD.	17
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	16,16	TRYCK.TOPP.	14,86	ata	
ACK.DIAM.m	7,97	ACK.VOL.km	715	ACK.VIKT.kg	109 208
EXP.DIAM.m	5,29	EXP.VOL.km	225	EXP.VIKT.kg	36 626
TOT.KOSTN.kr	5 760 789	kr/kW.	115	kr/MWh.	38 405

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACKUMULATOR. 50 MW. A. 4h.

Utgångsdata:

PANNEFF. MW	50	ACK. TID. h	4	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP. °C	190	BOTT. TEMP °C	70	ACK. HÖJD.	17
EXP. HÖJD. m	12	Δt °C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO. kr/kmm	325	ANTAL EXP.	1
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				

Beräknade data:

TRYCK. BOTT.	16,16	TRYCK. TOPP.	14,93	ata	
ACK. DIAM. m	9,35	ACK. VOL. km	953	ACK. VIKT. kg	144 600
EXP. DIAM. m	6,18	EXP. VOL. km	298	EXP. VIKT. kg	48 146
TOT. KOSTN. kr	7 545 865	kr/kW.	151	kr/MWh.	37 729

BILAGA 2.

ACKUMULATORER TYP B

FÖR 10 MW-PANNA.

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW. B. 1h. Tryck 5,54.

Utgångsdata:

PANNEFF. MW	10	ACK. TID. h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP. °C	120	BOTT. TEMP °C	65	ACK. HÖJD.	11
EXP. HÖJD. m	12	Δt °C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO. kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				

Beräknade data:

TRYCK. BOTT.	3,54	TRYCK. TOPP.	2,70	ata	
ACK. DIAM. m	5,17	ACK. VOL. km	195	ACK. VIKT. kg	7 218
EXP. DIAM. m	0,00	EXP. VOL. km	0	EXP. VIKT. kg	0
TOT. KOSTN. kr	269 702	kr/kW.	27	kr/MWh.	26 970

BERTIL KÖHLER
ENERGIKONSULT HB

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW.B. 1h. Tryck 7,0.

Utgångsdata:

PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	11
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	3,46
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				

Beräknade data:

TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	6,16	ata	
ACK.DIAM.m	5,17	ACK.VOL.km	195	ACK.VIKT.kg	13 679
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	404 725	kr/kW.	40	kr/MWh.	40 473

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW. B. 1h. Tryck 15,0.

Utgångsdata:

PANNEFF. MW	10	ACK. TID. h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP. °C	120	BOTT. TEMP °C	65	ACK. HÖJD.	11
EXP. HÖJD. m	12	Δt °C.	5	Δp ata.	11,46
STÅL kr/kg.	16	ISO. kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				

Beräknade data:

TRYCK. BOTT.	15,00	TRYCK. TOPP.	14,16	ata	
ACK. DIAM. m	5,17	ACK. VOL. km	195	ACK. VIKT. kg	28 616
EXP. DIAM. m	0,00	EXP. VOL. km	0	EXP. VIKT. kg	0
TOT. KOSTN. kr	716 918	kr/kW.	72	kr/MWh.	71 692

Utgångsdata:

PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	12
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				

Beräknade data:

TRYCK.BOTT.	3,64	TRYCK.TOPP.	2,80	ata	
ACK.DIAM.m	7,18	ACK.VOL.km	389	ACK.VIKT.kg	13 933
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	442 984	kr/kW.	44	kr/MWh.	22 149

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW.B.2h.Tryck 7,0.

Utgångsdata:

PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	12
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	3,36
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				

Beräknade data:

TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	6,16	ata	
ACK.DIAM.m	7,18	ACK.VOL.km	389	ACK.VIKT.kg	26 380
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	703 120	kr/kW.	70	kr/MWh.	35 156

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW.B.2h.Tryck 15,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	12
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	11,36
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	14,16	ata	
ACK.DIAM.m	7,18	ACK.VOL.km	389	ACK.VIKT.kg	56 015
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	1 322 494	kr/kW.	132	kr/MWh.	66 125

BERÄKNING AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW.B.3h.Tryck 3,94.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	15
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade data:					
TRYCK.BOTT.	3,94	TRYCK.TOPP.	2,83	ata	
ACK.DIAM.m	7,73	ACK.VOL.km	584	ACK.VIKT.kg	21 417
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	632 913	kr/kW.	63	kr/MWh.	21 097

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW.B.3h.Tryck 7,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	15
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	3,06
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	5,89	ata	
ACK.DIAM.m	7,73	ACK.VOL.km	584	ACK.VIKT.kg	38 510
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	990 162	kr/kW.	99	kr/MWh.	33 005

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW.B.3h.Tryck 15,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	15
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	11,06
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	13,89	ata	
ACK.DIAM.m	7,73	ACK.VOL.km	584	ACK.VIKT.kg	83 198
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	1 924 148	kr/kW.	192	kr/MWh.	64 138

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW.B.4h.Tryck 3,94.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	15
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	3,94	TRYCK.TOPP.	2,90	ata	
ACK.DIAM.m	9,10	ACK.VOL.km	778	ACK.VIKT.kg	28 173
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	797 119	kr/kW.	80	kr/MWh.	19 928

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW.B.4h.Tryck 7,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	15
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	3,06
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	5,96	ata	
ACK.DIAM.m	9,10	ACK.VOL.km	778	ACK.VIKT.kg	50 832
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	1 270 682	kr/kW.	127	kr/MWh.	31 767

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 10 MW.B.4h.Tryck 15,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	10	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	15
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	11,06
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	13,96	ata	
ACK.DIAM.m	9,10	ACK.VOL.km	778	ACK.VIKT.kg	110 070
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	2 508 756	kr/kW.	251	kr/MWh.	62 719

BILAGA 3.

ACKUMULATORER TYP B

FÖR 25 MW-PANNA.

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW. B. 1h. Tryck 3,94.

Utgångsdata:					
PANNEFF. MW	25	ACK. TID. h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP. °C	120	BOTT. TEMP °C	65	ACK. HÖJD.	15
EXP. HÖJD. m	12	Δt °C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO. kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK. BOTT.	3,94	TRYCK. TOPP.	2,79	ata	
ACK. DIAM. m	6,99	ACK. VOL. km	486	ACK. VIKT. kg	18 043
EXP. DIAM. m	0,00	EXP. VOL. km	0	EXP. VIKT. kg	0
TOT. KOSTN. kr	549 879	kr/kW.	22	kr/MWh.	21 995

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW.B. 1h. Tryck 7,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	15
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	3,06
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	5,85	ata	
ACK.DIAM.m	6,99	ACK.VOL.km	486	ACK.VIKT.kg	32 330
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	848 477	kr/kW.	34	kr/MWh.	33 939

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW.B. 1h. Tryck 15,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	15
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	11,06
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	13,85	ata	
ACK.DIAM.m	6,99	ACK.VOL.km	486	ACK.VIKT.kg	69 682
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	1 629 126	kr/kW.	65	kr/MWh.	65 165

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW.B.2h.Tryck 4,04.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	16
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	4,04	TRYCK.TOPP.	2,93	ata	
ACK.DIAM.m	9,87	ACK.VOL.km	973	ACK.VIKT.kg	35 426
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	972 794	kr/kW.	39	kr/MWh.	19 456

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW.B.2h.Tryck 7,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	16
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	2,96
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	5,89	ata	
ACK.DIAM.m	9,87	ACK.VOL.km	973	ACK.VIKT.kg	62 805
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	1 545 006	kr/kW.	62	kr/MWh.	30 900

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW.B.2h.Tryck 15,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	16
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	10,96
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	13,89	ata	
ACK.DIAM.m	9,87	ACK.VOL.km	973	ACK.VIKT.kg	136 801
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	3 091 525	kr/kW.	124	kr/MWh.	61 830

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW. B. 3h. Tryck 4,64.

Utgångsdata:					
PANNEFF. MW	25	ACK. TID. h	3	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP. °C	120	BOTT. TEMP °C	65	ACK. HÖJD.	22
EXP. HÖJD. m	12	Δt °C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO. kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK. BOTT.	4,64	TRYCK. TOPP.	2,94	ata	
ACK. DIAM. m	9,97	ACK. VOL. km	1 459	ACK. VIKT. kg	56 807
EXP. DIAM. m	0,00	EXP. VOL. km	0	EXP. VIKT. kg	0
TOT. KOSTN. kr	1 488 707	kr/kW.	60	kr/MWh.	19 849

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW.B.3h.Tryck 7,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	22
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	2,36
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	5,30	ata	
ACK.DIAM.m	9,97	ACK.VOL.km	1 459	ACK.VIKT.kg	89 888
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	2 180 098	kr/kW.	87	kr/MWh.	29 068

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW.B.3h.Tryck 15,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	22
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	10,36
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	13,30	ata	
ACK.DIAM.m	9,97	ACK.VOL.km	1 459	ACK.VIKT.kg	202 027
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	4 523 794	kr/kW.	181	kr/MWh.	60 317

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW.B.4h.Tryck 5,24.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	28
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	5,24	TRYCK.TOPP.	2,94	ata	
ACK.DIAM.m	10,02	ACK.VOL.km	1 945	ACK.VIKT.kg	81 036
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	2 063 829	kr/kW.	83	kr/MWh.	20 638

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW.B.4h.Tryck 7,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	28
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	1,76
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	4,70	ata	
ACK.DIAM.m	10,02	ACK.VOL.km	1 945	ACK.VIKT.kg	114 106
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	2 755 003	kr/kW.	110	kr/MWh.	27 550

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 25 MW.B.4h.Tryck 15,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	25	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	28
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	9,76
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	12,70	ata	
ACK.DIAM.m	10,02	ACK.VOL.km	1 945	ACK.VIKT.kg	264 427
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	5 896 704	kr/kW.	236	kr/MWh.	58 967

ACKUMULATORER TYP B

FÖR 50 MW-PANNA.

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B. 1h. Tryck 4,24.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	18
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	4,24	TRYCK.TOPP.	2,90	ata	
ACK.DIAM.m	9,10	ACK.VOL.km	973	ACK.VIKT.kg	36 411
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.K.Mkr	1,00	kr/kW.	20	kr/MWh.	19 998

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B. 1h.Tryck 7,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	18
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	2,76
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	5,66	ata	
ACK.DIAM.m	9,10	ACK.VOL.km	973	ACK.VIKT.kg	62 123
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	1 537 261	kr/kW.	31	kr/MWh.	30 745

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B. 1h. Tryck 15,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	1	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	18
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	10,76
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	13,66	ata	
ACK.DIAM.m	9,10	ACK.VOL.km	973	ACK.VIKT.kg	136 650
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	3 094 884	kr/kW.	62	kr/MWh.	61 898

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B.2h.Tryck 5,24.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	28
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	5,24	TRYCK.TOPP.	2,94	ata	
ACK.DIAM.m	10,02	ACK.VOL.km	1 945	ACK.VIKT.kg	81 036
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	2 063 829	kr/kW.	41	kr/MWh.	20 638

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B.2h.Tryck 7,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	28
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	1,76
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	4,70	ata	
ACK.DIAM.m	10,02	ACK.VOL.km	1 945	ACK.VIKT.kg	114 106
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	2 755 003	kr/kW.	55	kr/MWh.	27 550

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B.2h.Tryck 15,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	2	ANTAL ACK.	1
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	28
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	9,76
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	12,70	ata	
ACK.DIAM.m	10,02	ACK.VOL.km	1 945	ACK.VIKT.kg	264 427
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	5 896 704	kr/kW.	118	kr/MWh.	58 967

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B.3h.Tryck 4,64.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	22
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	4,64	TRYCK.TOPP.	2,94	ata	
ACK.DIAM.m	9,97	ACK.VOL.km	1 459	ACK.VIKT.kg	56 807
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	2 922 415	kr/kW.	58	kr/MWh.	19 483

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B.3h.Tryck 7,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	22
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	2,36
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	5,30	ata	
ACK.DIAM.m	9,97	ACK.VOL.km	1 459	ACK.VIKT.kg	89 888
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	4 305 195	kr/kW.	86	kr/MWh.	28 701

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B.3h.Tryck 15.0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	3	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	22
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	10,36
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	13,30	ata	
ACK.DIAM.m	9,97	ACK.VOL.km	1 459	ACK.VIKT.kg	202 027
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	8 992 588	kr/kW.	180	kr/MWh.	59 951

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B.4h.Tryck 5,24.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	28
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	0
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	5,24	TRYCK.TOPP.	2,94	ata	
ACK.DIAM.m	10,02	ACK.VOL.km	1 945	ACK.VIKT.kg	81 036
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	4 072 657	kr/kW.	81	kr/MWh.	20 363

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B.4h.Tryck 7,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	28
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	1,76
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	7,00	TRYCK.TOPP.	4,70	ata	
ACK.DIAM.m	10,02	ACK.VOL.km	1 945	ACK.VIKT.kg	114 106
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.KOSTN.kr	5 455 006	kr/kW.	109	kr/MWh.	27 275

BERÄKN. AV UTJÄMNINGSACK. 50 MW.B.4h.Tryck 15,0.

Utgångsdata:					
PANNEFF.MW	50	ACK.TID.h	4	ANTAL ACK.	2
TOPPTEMP.°C	120	BOTT.TEMP°C	65	ACK.HÖJD.	28
EXP.HÖJD.m	12	Δt°C.	5	Δp ata.	9,76
STÅL kr/kg.	16	ISO.kr/kmm	325	ANTAL EXP.	0
ΣbS N/kmm.	235	ΣbC N/kmm.	294	SF	1,5
z	0,9				
Beräknade	data:				
TRYCK.BOTT.	15,00	TRYCK.TOPP.	12,70	ata	
ACK.DIAM.m	10,02	ACK.VOL.km	1 945	ACK.VIKT.kg	264 427
EXP.DIAM.m	0,00	EXP.VOL.km	0	EXP.VIKT.kg	0
TOT.K.Mkr	11,74	kr/kW.	235	kr/MWh.	58 692

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:

- Elforsk
- Värmeverksföreningen
- Övrig industri

Värmeforsk samarbetar med Närings- och teknikutvecklingsverket (NUTEK).

STIFTELSEN FÖR VÄRMETEKNISK FORSKNING

Box 1765 · 111 87 Stockholm
Tek: 08-7900600 · Fax 08-796 00 37