

Industriel Varmegenvinding



Vurderinger og betragtninger omkring en virksomheds muligheder for at opnå en økonomisk fordel ved at etablere varmegenvinding.

af Arvid Blom

Maskiningeniør (B.Sc.), Dipl. Comm.

INVESTERING I INDUSTRIEL VARMEGENVINDING ?

“Bedre udnyttelse af det eksisterende procesvarmeanlæg”

INDHOLD

1. Er varmetabet for stort ?
2. Fordelen i varmegenvinding for en virksomhed
3. Investering og udbytte
4. Hvornår skal man investere i varmegenvinding ?
5. Konceptet fra AB&CO
6. En enkel og økonomisk løsning
7. Varmegenvinding leveret som enhed - eller færdiginstalleret og indkørt.
8. Kan det betale sig i den konkrete situation
9. Sådan er tilskudsreglerne
10. Regler for godtgørelse af energiafgifter og CO₂-afgift
11. Vi hjælper med at sikre at grundlaget er i orden
12. Bedre udnyttelse - mindre miljøbelastning
13. AB&CO Gruppen

1. Er varmetabet for stort ?

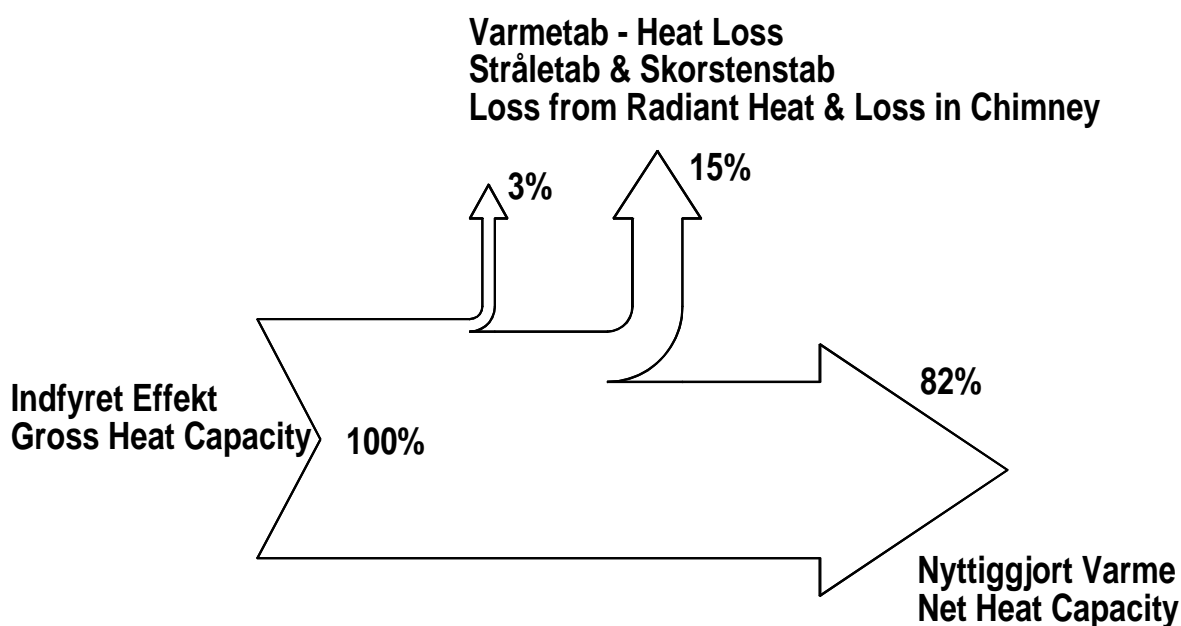
I termiske processer er der altid et varmetab - tabsfri processer er teoretiske og findes ikke i virkelighedens verden. Energi opstår af termiske processer og fortaber sig altid i termiske processer, hvadenten der er tale om termodynamiske processer (herunder forbrændingsmotorer og turbiner), opvarmning, køling eller kombinationer af disse.

Men selvom der altid vil være et varmetab, er det vigtigt at vurdere størrelsen af dette tab, i forhold til hvad man anser for rimeligt at måtte acceptere rent økonomisk (og miljømæssigt).

Det essentielle i en god varmegenvinding er at skabe relativt store besparelser i driftudgifterne med små investeringer.

Moderne kedler og varmesystemer er udviklet bl.a. med lille varmetab for øje. De har det man kalder en høj såkaldt virkningsgrad. Virkningsgraden angiver hvor meget energi der nyttiggøres i forhold til den mængde man tilfører. En moderne industrikedel kan f.eks. have

Sankey Diagram
Nyttiggjort & Tabt Energi



en virkningsgrad på 0,8 - 0,9 (eller 80 - 90%), hvilket betyder et varmetab på 10 - 20%. En ældre kedel kan have en virkningsgrad på 0,6 - 0,7 (eller 60 - 70%), hvilket er et varmetab på 30 - 40%.

Alligevel kan varmetabet i selv moderne varmesystemer være store - absolut såvel som relativt. Det kan have mange årsager, men fælles for alle eksisterende industrielle varmesystemer er, at de i sagens natur er optimeret ud fra omstændigheder og behov der var gældende, dengang det blev installeret. En virksomhed kan senere have udviklet sig og fået behov for mere varme eller en anden type varme (damp, hedtolie, hedtvand m.v.), produktionen kan være lagt om, der kan være omlagt til gas, priser på olie/gas kan være steget o.s.v.

Det kan betyde at der opstår en situation, hvor man på trods af justering af kedel / system og iøvrigt god vedligeholdelse, har store mængder varme, der ikke kan udnyttes.

2. Fordelen med varmegenvinding for en virksomhed

Varmetabet for en fyret kedel sker primært som skorstenstab, d.v.s. varm røggas. Mængden af røggas og temperaturen på denne, er et direkte udtryk for et varmetab fra en kedel. Man kan ofte opnå en stor økonomiske fordel ved at køle røggassen og derved lave varmegenvinding på den energimængde, der ellers ville have været et varmetab.

I produktionsvirksomheder bruges ofte store mængder energi som procesvarme, der bl.a. er karakteriseret ved høje temperaturer. Varmemedierne kan være damp, hedtolie, hedtvand, varmtvand eller luft/gas - samt mere sofistikerede medier, der anvendes forskellige steder i virksomhedens produktion.

Et generelt højt temperaturniveau på disse typer varmemedier betyder ofte høje skorstens-temperaturer (røggastemperaturer) - og netop en sådan høj temperatur på en rimelig stor mængde røggas åbner mulighed for en effektiv og økonomisk attraktiv varmegenvinding, idet man ved montering af en ekstra varmevekslende røggaskedel før skorstenen, kan producere "gratis" procesvarme.

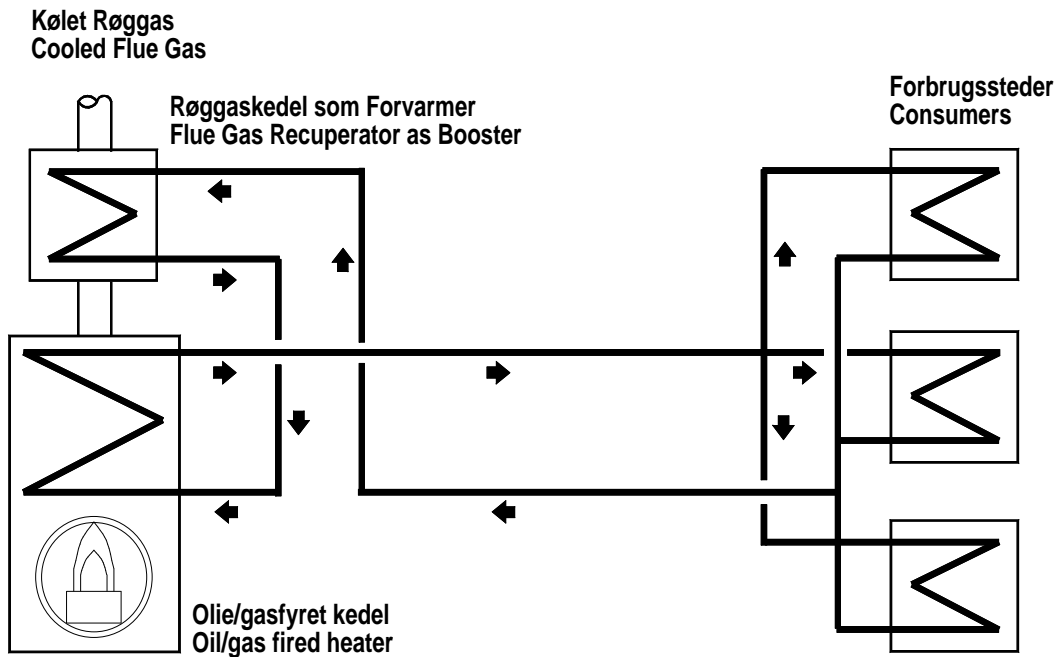
Varmer produceret i en røggaskedel vil i mange nyere installationer typisk ligge på et lavere temperaturniveau end det den oprindelige kedel præsterer, af den enkle årsag at kedlen allerede har taget den største andel af den tilførte d.v.s. indfyrede effekt - og det mindre skorstenstab ses som en lavere røggastemperatur, der dermed lægger en begrænsning på varmens temperaturniveau. Men det kan være en stor fordel i mange virksomheder, at man etablerer et sekundær system - eksempelvis til produktion af damp til forbrug eller til forvarmning af procesluft.

Ikke desto mindre vil der være selv nyere installationer, hvor man kan tilføre den genvundne varme direkte til det eksisterende primære varmesystem. Denne bedre udnyttelse af varmen kan dermed anvendes til at få en **højere kapacitet** og **bedre virkningsgrad** på det eksisterende varmesystem - eller man kan reducere den indfyrede mængde naturgas/fyringsolie og stadig bibeholde kapaciteten (se nedenfor).

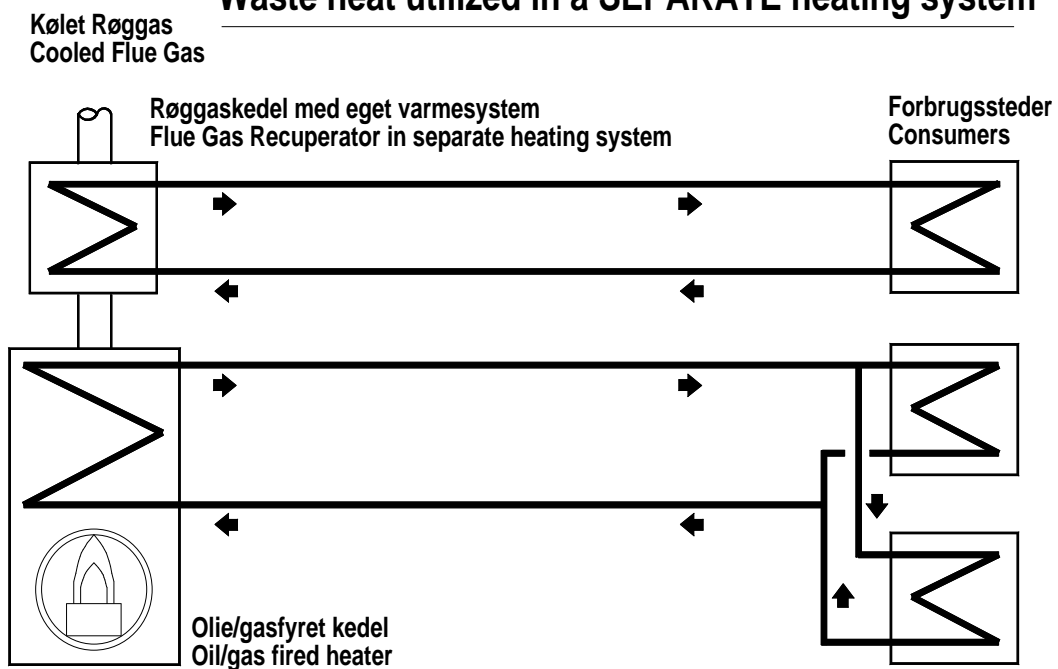
3. Investering og udbytte

Ligesom indenfor al anden investering, er formålet med at investere i varmegenvinding en forventning om en så stor økonomisk gevinst som mulig. Den overordnede tekniske

Spildvarme udnyttet på det EKSISTERENDE varmesystem Waste heat utilized on the EXISTING heating system



Spildvarme udnyttet på et SEPARAT varmesystem Waste heat utilized in a SEPARATE heating system



udfordring i specielt varmegenvinding er, at genvinde så stor en del af den potentielle mængde energi der er bundet i røggas.

I andre typer investeringer, specielt de rent finansielle, kan gevinsten være svær at bestemme entydig. Ofte er det et spørgsmål om kreativitet i brug af modeller for tilbagebetalingstid, forrentning og afskrivning - hvor den økonomiske gevinst kan vise sig mere eller mindre favorabel - afhængig af forudsætningernes pålidelighed og indflydelse.

Med varmegenvinding er de økonomiske forhold enklere og derfor også noget mere gennemskuelige:

Varme koster penge

=> ***hver kubikmeter varm røggas repræsenterer en værdi***

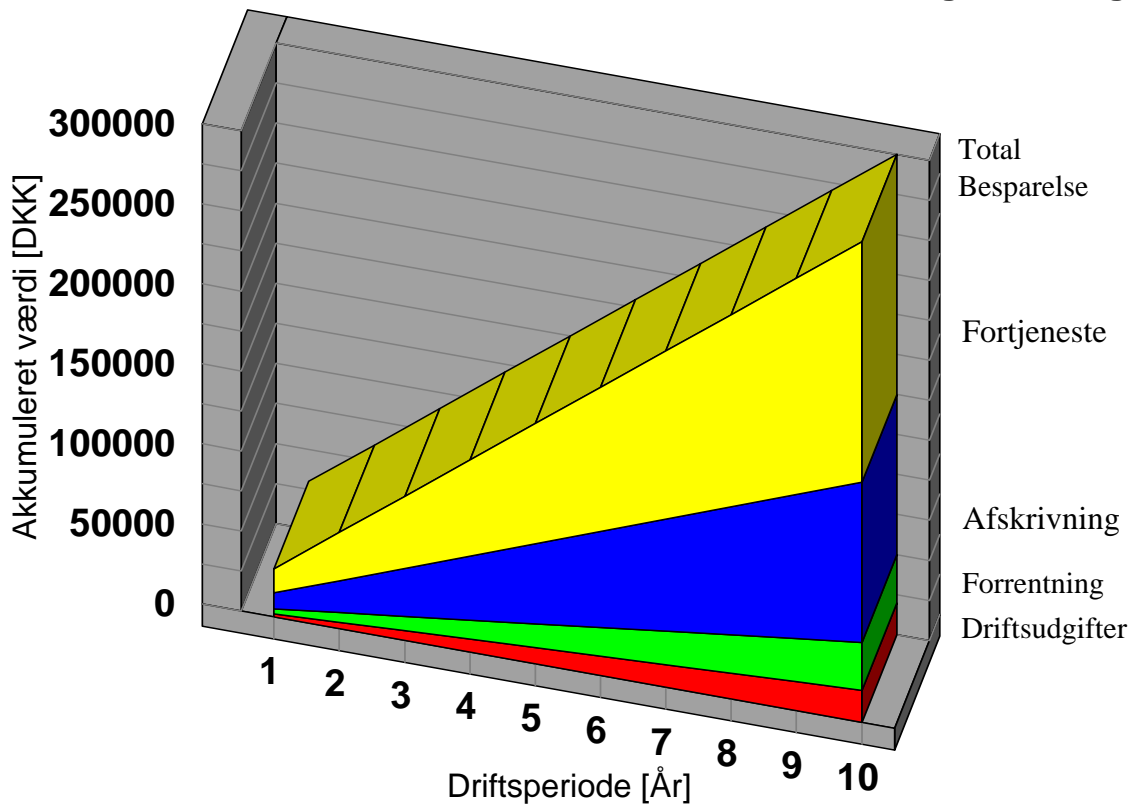
=> ***ikke-udnyttet varme er tabte penge.***

Med varmegenvinding er det, som nævnt ovenfor, spørgsmålet om at finde det billigste værktøj (installation af udstyr til varme genvinding) til at trække størst mulig værdi ud af røggassen.

I dette ligger også den kendsgerning at der ofte en tale om, at der findes en regulær optimal investering i varmegenvinding, hvilket bedst illustreres i de ekstreme situationer, hvor investeringens størrelse i begge situationer er forkerte (h.h.v. for lille og for stor): Grundomkostningerne for udstyr til varmegenvinding gør at en meget lille investering giver en alt for lille gevinst, fordi en for lille del af investeringen udgør den egentlige effektive varmevekslende enhed og en for stor del af investeringen er udstyr der skal bruges uanset systemets størrelse. Omvendt kan en investering være så stor (ambitiøs) at den ikke modsvarer af hvad rent praktisk er muligt at varmegenvinde (det kræver en uendelig stor varmeveksler at opnå 100% varmegenvinding, og det kræver næsten en ligeså stor varmeveksler at opnå næsten 100% varmegenvinding). I begge tilfælde betyder det at det kan være overordentligt svært at få investeringen honoreret. Derfor vurderes den optimale varmegenvinding i høj grad ud fra årlig varmegenvinding pr. investeret krone, og hvor meget der ialt er at tjene på investeringen d.v.s. i hele levetiden for varmegenvindingssystemet. Når man så alligevel foretager en investering der afviger fra optimum, er det ofte fordi man har en grænse for hvor stor en investering man ønsker at foretage i varmegenvindende foranstaltninger af politisk/økonomiske årsager, eksempelvis p.g.a. finansiering og usikkerhed omkring forudsætningerne for den fremtidige drift.

EKSEMPEL

Økonomisk Gevinst ved Varmegenvinding



PS! Se beregninger afsnit 8

4. Hvornår skal man investere i varmegenvinding ?

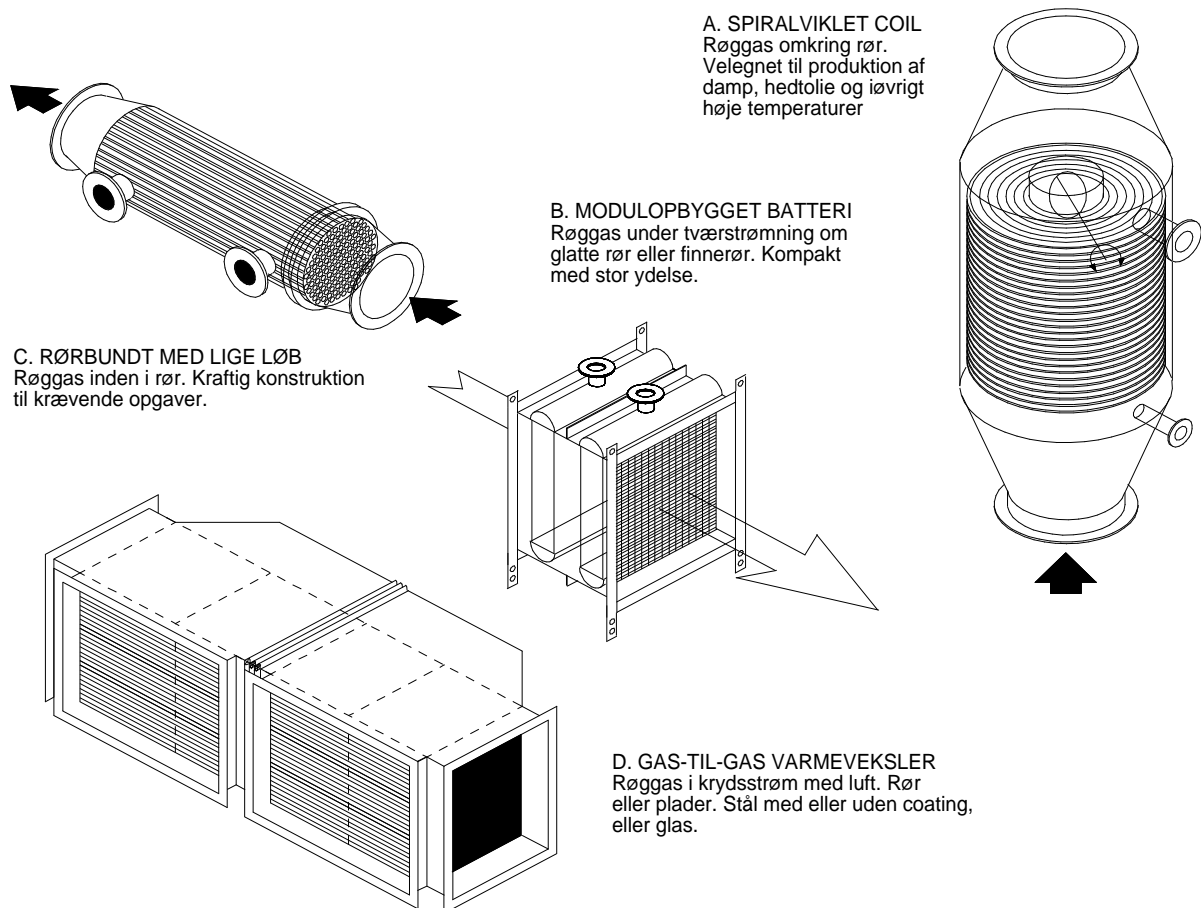
<i>Positive faktorer</i>	<i>Negative faktorer</i>
<i>Høje skorstenstemperaturer (temperaturen på røggassen)</i>	<i>Meget varieret kedeldrift, sammenholdt med behov for ekstra varme til separat kreds.</i>
<i>Ældre kedler og varmesystemer</i>	<i>Lave temperaturer på røggas</i>
<i>Middelstore og store industriedler</i>	<i>Kedler til boligopvarmning</i>
<i>Højtemperatur kedler</i>	<i>Mindre og nye kedler</i>
<i>Behov for damp eller sekundær procesvarme.</i>	<i>Opvarmning med andet end olie eller gas</i>
<i>Høje priser og afgifter på olie, gas og el</i>	<i>Allerede eksisterende tidsvarende varmegenvindingssystem.</i>
<i>Når offentligt tilskud er berettiget</i>	

5. Konceptet fra AB&CO

AXA Røggaskedler, der produceres af AB&CO, bygger på et nyt og prisbillig koncept, hvor spildvarme på ældre industrielle varmeanlæg udnyttes enkelt og effektivt til produktion af procesvarme iform af damp (oftest tørmættet), hedtvand ($> 120^{\circ}\text{C}$ tryksat), hedtolie (varm termisk olie), luft/gas eller andre flydende medier. Grundlæggende bygger konceptet på at der på f.eks. røggasafgangen af en større kedel, motor eller gasturbine, monteres en varmeveksler til køling af røggassen, hvorved man opvarmer et varmetransmissionsmedium (herunder dampproduktion).

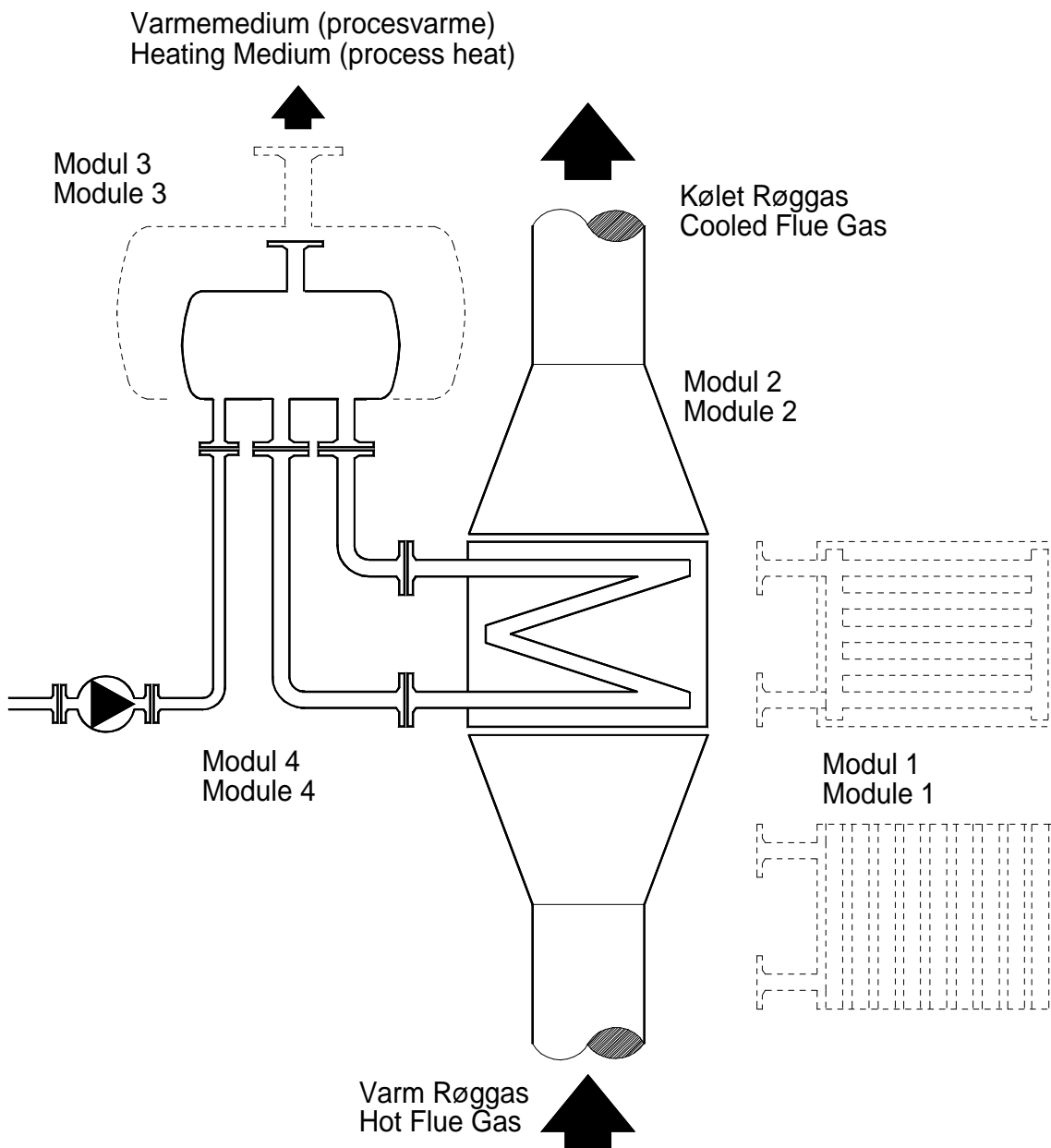
Nyheden er for det første en basisenhed, iform af en varmeveksler, der tilpasses individuelt til de aktuelle forhold - ikke bare i størrelse og ydelse, men først og fremmest i design af den varmeoverførende flade. Det vil sige at der ud fra et meget stort og kompleks program af varmevekslerprincipper, foretages et valg af design til basisenheden (finnrør kontra glatte rør, lige rør kontra spiralviklede rør, sektioner med rektangulær tværsnit og tværstrømsprincip kontra cylindrisk rørvarmeveksler og modstrømsprincip). Et korrekt valg af varmeveksler i forhold til de faktiske forhold er altafgørende for en god teknisk såvel som god økonomisk løsning.

Valg af varmevekslerprincip sker bl.a. ud fra hensyn til hvad der skal opvarmes, de faktiske temperaturforhold, kapaciteten samt røggassens bestanddele. F.eks. vil en røggaskøler til opvarmning af varmtvand i lavtemperaturområdet og med ikke aggressiv røggas, med stor fordel kunne udføres i specielle compoundfinnrør, - mens produktion af damp typisk vil ske i en røggaskøler bestående af spiralviklede coils.



6. En enkel og økonomisk løsning

Den anden nyhed er modulkonceptet, der gør installationen enkel og ikke mindst prisbillig - fordi den med standardmoduler opbygges til præcist det aktuelle behov. Alligevel kan installationen, p.g.a. modulkonceptet, eventuelt efterfølgende udbygges indenfor rimelige økonomiske rammer.

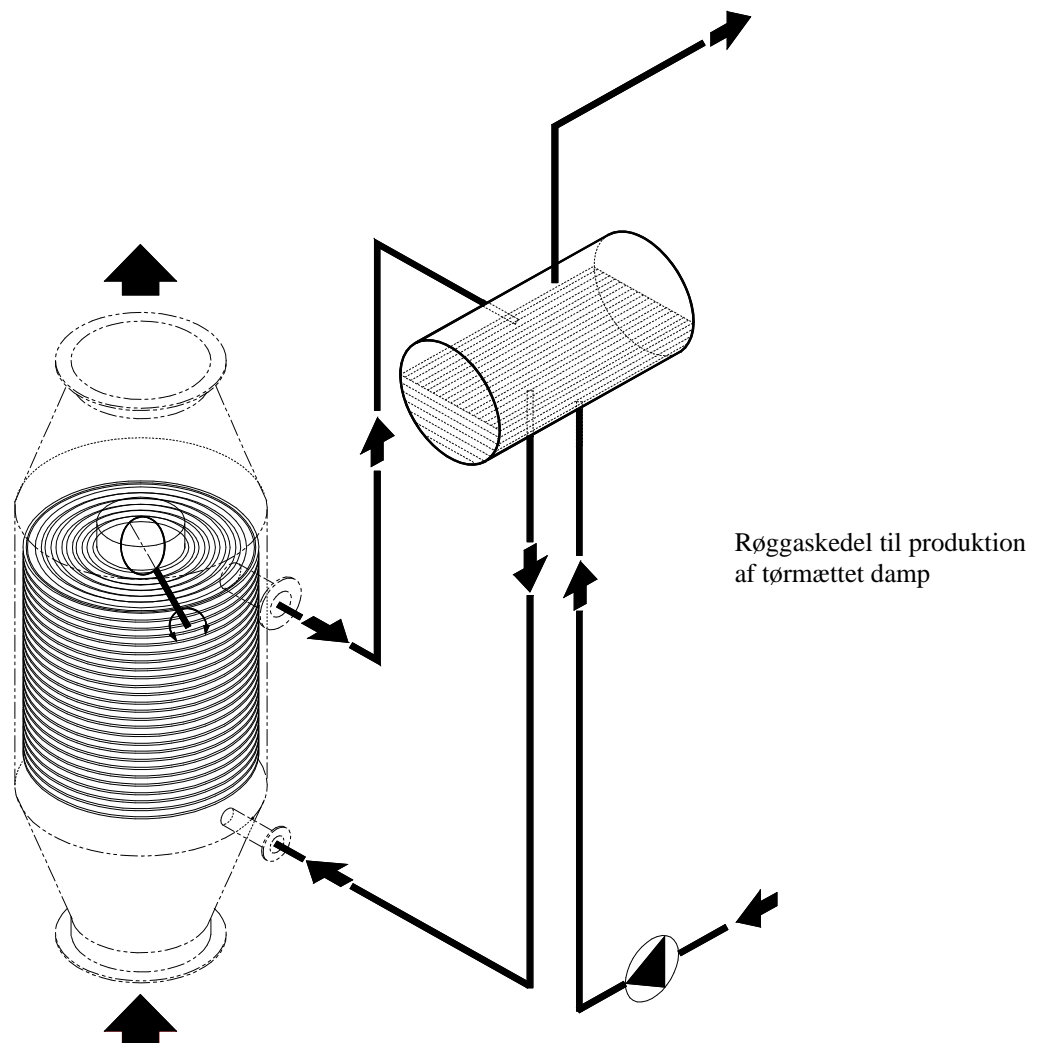


P.g.a. fleksibiliteten i konceptet, kan der opnås temperaturer på den genvundne varme i et meget stort valgfrit område, dog naturligvis altid kun til en temperatur - på det medium der ønskes opvarmet - der ligger under temperaturen på den varme røggas.

Som førnævnt medfører varmegenvinding på kedlens røggasafgang, at man får produceret ekstra procesvarme, men man kan også vælge at belaste den eksisterende kedel mindre d.v.s. brænde mindre olie/gas af. Dette giver en relativ bedre varmeudnyttelse af den mindre indfyrede effekt, idet kedlens konvektionsdel (kedlens interne varmeveksler) nu kan køle den mindre mængde røggas mere. Den ekstra køleflade i røggaskøleren udnytter en del af den tilbageværende varme i røggassen som den supplerer til den nyttiggjorte effekt, hvilket alt i alt betyder at der opnås den samme kapacitet med en mindre indfyret mængde

7. Varmegenvinding leveret som enhed - eller færdiginstalleret og indkørt.

AXA røggaskedler og varmegenvindingssystemer leveres som komplette færdigmonterede enheder, eller som komplette systempakker - lige til at monterer efter detaljerede instruktioner og tegninger. Endelig kan systemet leveres nøglefærdigt monteret og indkørt.



8. Kan det betale sig i den konkrete situation ?

Der kan meget ofte være tale om den helt store gevinst med industriel varmegenvinding. Alligevel er der omstændigheder der gør, at det alligevel ikke kan betale sig at foretage investeringen her og nu. Det kan være et resultat man kommer frem til ved f.eks. at bruge beregningsmetoderne angivet i tabellen ovenfor. Men det kan også hænge sammen med at man ikke kan bruge anden form for varmemedium og temperaturniveau, end det man allerede har - og at det samtidigt ikke er praktisk muligt at overføre den genvundne varme til det eksisterende varmesystem.

Derfor er det en god idé, at man indledningsvis forsøger at afklare hvad man ville kunne bruge overskudsvarmen til og hvad der i praksis er mulighed for med den forhånden værende overskudsvarme.

1. *Hvilket varmemedie (damp/hedtolie/hedtvand/varmtvand/luft) har man behov for og er realistisk ?*

2. *Hvilket temperaturniveauet på ovenstående varmemedie er muligt og hvad er nødvendigt?*

Herefter skal man overveje, om der er behov for, og om man kan aftage mere procesvarme end den mængde, som man allerede har, eller om man skal tilstræbe en reduktion i varme-regningen. Med andre ord,

- A) *Reduktion af indfyret effekt (mindre gas/olieforbrug), mindre røggas emission og uændret nyttiggjort effekt*

- B) *Ønskes samme indfyret effekt (uændret olie/gasforbrug), men højere nyttiggjort effekt.*

A. Kalkulation af rentabilitet - baseret på en **reduktion af indfyret effekt** (mindre gas/olieforbrug), mindre røggas emission og **uændret nyttiggjort effekt** kan være følgende principielle eksempler:

Efter en simpel betragtning: *Investering 100.000,- kr., gevinst 25.000,- kr. årligt, levetid 10 år => efter 4 år er anlægget betalt og tjener herefter 25.000,- kr. hjem årligt de resterende 6 år (ialt ca. 150.000,- kr.)*

Efter den nuancerede betragtning (liniær): *Investering: 100.000,- kr.
Levetid: 10 år, hvorefter udstyret er helt afskrevet
Indtægt: Sparet brændstof 30.000,- kr. årligt
Udgifter: Driftsudgifter ved varmegenvinding 2.000,- kr. årligt
Afskrivning over 10 år = 10.000,- kr. årligt
Forrentning af en gennemsnitlig værdi i 10 år (ca. 50.000,- kr.) med 6% pa. = 3.000,- kr. årligt.
Fortjeneste: 15.000,- kr. om året i 10 år (ialt ca. 150.000,- kr.)*

P.S.: Se grafisk afbildning i afsnit 3

B. Kalkulation af rentabilitet - baseret på ønske om **samme indfyret effekt** (uændret olie/gasforbrug), men **højere nyttiggjort effekt** - vil umiddelbart være væsentlig mere attraktiv, idet alternativet er en eller anden form for booster eller eventuelt en helt ny kedelininstallation med en højere afgiven effekt. Såfremt man først og fremmest har behov for mere nyttiggjort effekt, kan den trods alt begrænsede forøgelse af den eksisterende kedels nyttiggjorte effekt - vise sig at være utilstrækkeligt. Så kan en helt ny kedel være den eneste løsning (en ekstra kedel eller udskiftning af den eksisterende). Ikke desto mindre vil installation af en røggaskedel medføre en besparelse svarende til ovenstående, hvadenten det beregnes månedlig eller årligt - og uanset om der installeres en ekstra ny kedel med lille varmetab. Hvad man varmegenvinder af energi i kWh, kcal eller kJ, er sparet på driftsudgifterne med den energipris man betaler - korrigeret yderligere opad med virkningsgraden på kedlen.

9. Sådan er tilskudsreglerne

Regeringens CO₂ pakke medførte beskatning af en virksomheds energiforbrug. Beskatningen varierer efter om energien bliver brugt til procesformål eller til rumpvarmning (se kap. 10). Med skærpet beskatning for hvert år, vil energiomkostningen stige mærkbart. Resultatet er at energiforbrug vil belaste virksomhedernes budgetter væsentligt gennem de kommende år.

Men det blev samtidig besluttet at provenuet fra disse afgifter skulle føres tilbage til

erhvervslivet i form af tilskud energibesparende foranstaltninger. Energistyrelsen har derfor iværksat et tilskudsprogram, hvor man - kort fortalt - kan få et tilskud på op til 30% af investeringen. De primære krav er at tilbagebetalingstiden ikke er mindre end 2 år eller større end 6 år efter tilskuddet. Der gives tilskud i følgende 3 projektkategorier:

- 1) *Investeringsprojekter for energibesparelser.*
- 2) *Energisyn og anden konkret rådgivning.*
- 3) *Udviklings-, forsøgs-, og demonstrationsprojekter.*

AB+Co Thermal Transfer A/S kan assistere ved ansøgning om tilskud.

10. Regler for godtgørelse af energiafgifter og CO₂-afgift

Told & Skat har udgivet hæftet "Om nye regler for godtgørelse af energiafgifter og CO₂-afgift".

Fradrag af energi- og CO₂-afgifter afhænger af opvarmningens formål d.v.s om det er rumopvarmning/varmt vand eller om det er procesvarme. Fradragsretten for energiafgifter for rumopvarmningens vedkommende aftrappes og forsvinder helt i løbet af året 1997. Fradragsretten for energiafgifter på procesopvarmning aftrappes ligeledes fra 40% i 1997 til 10% i år 2000. Specielle fradragsregler gælder for den såkaldte "tunge" procesopvarmning, så som papirfabrikker, væksthushartnerier, glasværker, teglværker, cementfabrikker og stålvalseværker.

I hæftet kommer man imidlertid ikke specielt ind på forhold omkring varmegenvinding i forbindelse med procesopvarmning og rumopvarmning, hvilket hermed kort skal belyses.

Forskellen i fradragsretten for energiafgifter på h.h.v. rum- og procesopvarmning betyder at der umiddelbart også er sparet afgift ved at udnytte varmegenvinding fra procesopvarmning, til rumopvarmning og varmtvand. Dette anser myndighederne for at være en så stor fordel for virksomheder, at Told & Skat foretager en afgiftsudligning ved varmegenvinding, såfremt varmegenvundet procesvarme anvendes til rumopvarmning - d.v.s. et beløb (beskatningsgrundlag) svarende til forskellen imellem de to fradrag.

Eftersom forskellen i fradrag til rumopvarmning som til "let" procesopvarmning bliver stadig mindre, er der ikke tale om en større ekstraafgift. Til gengæld kan det give en del arbejde med opsætning af målere, der kan dokumenterer hvor meget der er varme der overføres imellem de to typer varmesystemer.

Der er stadig en meget god økonomi i at anvende varmegenvinding fra procesopvarmningen - til rumopvarmningen og til varmtvand. Men det har vist sig at være en god idé at have kun ét sted, hvor man overfører varmen imellem de to "afgiftsgrupper", hvorved man også kun behøver én måler.

11. Vi hjælper med at sikre at grundlaget er i orden

AB&CO foretager gratis en indledende og overordnet vurdering af virksomhedens aktuelle forhold, herunder de økonomiske og tekniske perspektiver. Til det formål har vi bl.a. udviklet et beregningsark, der først og fremmest viser det økonomiske potentiale, der ligger i at reducere virksomhedens aktuelle varmetab v.h.a. varmegenvinding på røggas eller afkastluft. Selvom de beregnede værdier kun er vejledende er de dog tilstrækkelige til at få en idé om de økonomiske perspektiver.

Udover beregningsarket skal der foretages en mere nuanceret og specifik vurdering af virksomhedens muligheder for at bruge varmegenvindingen, d.v.s. at føre varmetabet tilbage. Denne vurdering kan naturligvis ikke foretages med et beregningsark, og den kan omfatte mange såvel objektive som subjektive forhold.

12. Bedre udnyttelse - mindre miljøbelastning

En ikke uvæsentlig faktor i varmegenvinding er den mindre miljøbelastning. Røggas-emissionen er betinget af bl.a. den indfyrede effekt - altså forbrændingens størrelse. Holder man den nyttiggjorte effekt konstant, vil installationen med det lille varmetab have en mindre indfyret effekt end installationen med det store varmetab. Følgelig vil røggassen bestående, herunder CO₂ og NO_x, være mindre - omvendt proportional med varmegenvindingens størrelse.

Gennem CO₂ afgifternes stadig større tyngde i driftsregnskabet, må man se i øjnene at miljøbelastning og olie/gaspriser bliver to sider af samme sag. Eftersom sådanne miljøafgifter derfor reelt hæver prisen på indfyret effekt, bliver varmegenvinding (bedre udnyttelse af olie/gas) også tilsvarende mere berettiget, hvilket iøvrigt også intentionen med CO₂ afgiften.

13. AB&CO Gruppen

AB&CO er en dansk ingeniør- og produktionsvirksomhed, der fremstiller industriedler, varmevekslere, røggaskedler og forvarmere - samt komplette termiske systemer til industriel opvarmning, herunder konsulentvirksomhed indenfor varmegenvindinganlæg og højtemperatur kedelsystemer.

95% af virksomhedens produktion går til udlandet, ofte gennem store systemeksportører.

Virksomheden er beliggende i Hedehusene - lige vest for København, og råder over bl.a. en kvalificeret stab af ingeniører samt specialværksted