

BERETNING OM FYRINGSTEKNISKE UNDERSØKELSER VED OVNSUTSTILLINGEN I KRISTIANIA

AV CHEFSINGENIØR VED NORSK DAMPKJELFORENING KARL INGERØ

1. Undersøkelsernes forutsætninger og maal.

HOVEDHENSIGTEN med denne utstilling var at forsøke at bidra noget til at mindske brændselsutgifterne og lempe paa brændselsvanskelighetene for de brede befolkningslag.

Som et led i disse bestræbelser blev der ogsaa foretat en række fyringstekniske undersøkelser ved de ovner, der blev demonstrert under fyring.

Disse undersøkelers hovedformaal var at skaffe en oversigt over fyringsøkonomien ved de ovner, som har størst utbredelse, og over de tilgjengelige brændselsorters praktiske værdi.

At benytte disse maalinger som et grundlag for en bedømmelse av de forskjellige ovnskonstruktioner forbød sig selv, baade fordi det var et meget begrænset antal ovnstyper, som kunde demonstreres i drift, og fordi tiden selvfølgelig var altfor kort til fyldestgjørende maalinger med dette formaal. Forøvrig vil de følgende utredninger vise, at en saadan sammenlignende bedømmelse vilde være det mest utaknemmelige arbeide nogen utstillingskomité kunde paata sig.

For at undgaa misforstaaelser, maa det derfor betones, at disse undersøkelers resultater ikke paa nogen maate skal kunne benyttes som reklame i konkurransen mellem de forskjellige firmaer.

2. Undersøkelsens metode.

Hovedspørsmålet ved en fyringsteknisk undersøkelse av et ildstedsanlæg er: Hvor meget av brændselets varmeevne (kaldt brændværdi) nyttiggjøres i forbrændingens øiemed? Altsaa for ovner som skal tjene til opvarmning av værelser: Hvor stor del av brændselets brændværdi kommer værelset tilgode i form av varme. Den del av brændselets brændværdi der nyttiggjøres, kaldes ovnens virkningsgrad og uttrykkes i det følgende som et procenttal. Som gjenstand for fyringstekniske undersøkelser er husovner de enkleste ildsteder, som kjendes. Ved alle andre ildsteder nyttiggjøres varmen til opvarmning av stoffe (vand, luft, damp, metaller, matvarer etc.), og den del av varmen, der avgives til det omliggende rum, utgjør et tap, som det er vanskelig at bestemme størrelsen av. — Ved husovnene derimot er det imidlertid netop denne varme som straalere og strømmer ut i rummet omkring ovnen, som er den nyttige.

Det vilde være forbundet med store vanskeligheter direkte at be-

stemme mængden av den varme, der avgives til rummet, (luften og gjenstandene i rummet), men man kan komme til helt ut nøiagtige bestemmelser av denne varmemængde ad inddirekte vei. Kjender man nemlig brændværdien og mængden av det brændsel som brukes i ovnen, og desuten kan bestemme den del av varmen der ikke kommer rummet tilgode, saa har man herved som rest den del der nyttiggjøres. Da denne rest i almindelighet altid utgjør mere end halvparten av brændselet (undtagen for rene luksusildsteder), er denne restbestemmelse forholdsvis likesaa nøiagtig som den direkte bestemmelse, man utfører av den del der gaar tapt (i almindelighet nøiagtigere).

Det som gaar tapt fra en husovn er hovedsagelig 1) den varme der føres ind i skorstenen av forbrændingsluften samt 2) de brændbare stoffer, der følger med forbrændingsluften i gasform, brændbare gaser, som ikke brænder op i ovnen. (Tapet av brændstof i asken bør være forsvindende og er derfor ikke tat hensyn til).

At bestemme størrelsen av disse tap kan gjøres ved forholdsvis enkle kemisk-fysikalske maalinger, nemlig maaling av brændselets brændværdi, samt forbrændingsluftens kemiske sammensætning og dens temperatur ved indløp i og utløp av ovnen.

For at kunne bestemme ovenns varmeevne maa man desuten kjende den brændselsmængde, der brændes op pr. time i ovnen.

Paa grund av de komplicerte forhold ved utstillingen og den korte tid der stod til disposition for forsøkene, var det ikke mulig at komme til eksakte bestemmelser av ovenns varmeevne. For imidlertid at ha en orientering med hensyn til varmeevnen og derved kunde avgjøre om en ovn var sterkt eller svakt fyret, hvilket selvfølgelig har indflydelse paa virkningsgraden, blev brændselsmængden veiet og maalt, og tiden som medgik til en nogenlunde jevn forbrænding blev notert. Der blev utført over 50 forsøk, og der kunde selvsagt ikke utføres brændværdianalyser for alle disse forsøk, og det er ogsaa fuldstændig overflødig for forannævnte orientering med hensyn til varmeevnen. Ogsaa skorstenstapene kan bestemmes med tilstrækkelig nøiagtighet uten brændværdianalyser, idet man gaar ut fra den kjendte midlere sammensætning av brændstoffene.

For fuldstændighets skyld skal vi her forklare beregningsmaaten for skorstenstapene litt nærmere.

Ved forbrænding av rent kulstof forbinder kulstoffet sig med luftens surstof til kulsyre, og av 1 kg. kulstof dannes der en bestemt mængde kulsyre. Ved at maale (ad kemisk vei) forbrændingsluftens indhold av kulsyre, kan man derav bestemme hvor meget forbrændingsluft, der er dannet pr. kg. kulstof. Maales temperaturen av forbrændingsluften, saa har man tilstrækkelige data til bestemmelse av den varmemængde der findes i forbrændingsgaserne. Da brændværdien av 1 kg. kulstof er git, har man derved git hvor stor del av brændværdien der gaar tapt med forbrændingsluften.

Alle anvendte brændselssorter indeholder kulstof, men omtrent

alle indeholder desuten en del vandstof. Det almindeligste anvendte brændstof koks indeholder imidlertid saa litet vandstof, at vi med fuld praktisk gyldighed kan utføre vore tapsberegninger uten at ta hensyn til vandstoffet og faar da med nogen tilnærmelse følgende enkle formel:

Skorstenstap i fri varme:

$$Sf = 0,74 \frac{T \div t}{k} \%$$

uttrykt som procent av brændværdien, hvor T og t er forbrændingsgaserne temperatur ved ind- og utløp, mens k er deres indhold av kulsyre i volum %.

For almindelig stenkul blir forholdet mere komplicert, men for praktiske bestemmelser kommer man imidlertid tilstrækkelig nær sandheten ved at anvende den saakaldte *Siegerts formel*:

$$Sf = 0,65 \frac{T \div t}{k}$$

For torv og ved blir forholdet likeledes mere komplicert, og her varierer fugtigheten saa meget, at man maa ta specielle hensyn hertil. Derved blir formelen for ved:

$$Sf = \left(\frac{0,7}{k} + 0,009 \right) (T \div t) \text{ for ved med } 20 \% \text{ fugtighet.}$$

$$Sf = \left(\frac{0,7}{k} + 0,011 \right) (T \div t) \text{ for ved med } 30 \% \text{ fugtighet.}$$

$$Sf = \left(\frac{0,7}{k} + 0,0135 \right) (T \div t) \text{ for ved med } 40 \% \text{ fugtighet.}$$

Alle disse formler forutsætter, at forbrændingen er fullstændig, og at tapet i brændbare gaser er praktisk talt 0.

Ved ufullstændig forbrænding optrær der ved koksfyring kuloksyd i forbrændingsluften, ved fyring med stenkul, torv og ved optrær der en blanding av kuloksyd og kulvandstoffer.

Saalænge der kun optrær smaa mængder av disse gaser, er det ikke nødvendig at ta hensyn dertil ved beregning av skorstenstapet i form av fri varme. Derimot betinger selv meget smaa mængder av brændbare gaser et merkbart tap i brændsel og maa absolut tages hensyn til.

For koks er forholdet ved beregningen ganske oversigtelig. Danes der f. eks. k_2 % kuloksyd samtidig med k % kulsyre, da kulstof ved forbrænding til kuloksyd kun avgir ca. $\frac{1}{3}$ saa meget varme som ved fullstændig forbrænding, saa blir tapet i bunden varme

$$Sb = \frac{k_2}{k + k_2} 100 \%$$

(forudsat kjendskap til at der medgaar like meget kulstof til dannelsen av en volumdel kuloksyd som til en volumdel kulsyre).

Naar ved brænder ufuldstændig, dannes der hovedsagelig kulvandstoffer, hvis brændværdi jo er langt høiere end det der gaar tapt ved ufuldstændig forbrænding av kulstof. Gaar man ut fra at kulvandstoffene hovedsagelig er metan, vil den brændværdi, der gaar tapt pr. kg. kulstof ved dannelsen av metan, forholde sig som 280 til 100 i sammenligning med dannelsen av kuloksyd, og dersom k_3 betegner den mængde kulsyre, der vilde dannes ved forbrænding av metangaser, blev tapet

$$Sb = \frac{2}{3} \frac{k_3}{k + k_3} 280 \text{ } \%$$

Ved vore maalinger har vi kun maalt den kulsyremængde der dannes ved forbrænding av den kuloksyd og metan der findes i forbrændingsluften og har for koks regnet med

$$Sb = 0,66 \frac{k_2}{k + k_2} 100 \text{ } \%$$

og for vedfyring regnet med

$$Sb = 0,66 \frac{k_2}{k + k_2} 240 \text{ } \%$$

idet k_2 begge ganger betegner den nævnte kulsyre, der dannes ved forbrænding av de brændbare gaser.

De maalinger der er lagt til grund for beregningen er utført med Orsats-apparat samt med ingeniør Rohdes forbrændingsapparat (»Mono«-supplement fra Fritz Egnell, Stockholm).

Forbrændingsluftens temperatur blev maalt ved kviksløvtermometere, som var stukket ind i skorstensrøret og direkte omspyledes av forbrændingsluften.

Veiningen blev foretat paa en justert bismervegt, som med megen elskværdighet blev stillet til fri disposition av firmaet Viig & Vraalsen, Kristiania.

3. Resultater av undersøkelsen.

Under utstillingen blev der fyret i 23 forskjellige ovner, og der blev foretat 50 fyringsundersøkelser.

De fleste av maalingerne blev tat ved koksmagasinovner, fordi som bekjendt disse har den aller største utbredelse i byerne og hos dem som nu trykkes under brændselutgifterne. Maalingernes resultater er sammenstillet i tabel I og II.

a. Koksmagasinovner fyret med koks.

Tabel I, første avdeling viser tapene og virkningsgraden ved koks-ovner i normal og forcert drift. Man ser at tapene i fri varme ligger under 10 % ved alle ovner undtagen i et specielt tilfælde, hvor ovnen var utæt opsat, og i dette tilfælde utgjør det hele 28 %.

Tabel I.

Koksøvner.*Koksøvner fyret med koks.*

Ovnsstørrelse	Forsøksnr.	Varmegivelse ve/time	Skorstenstap		Virkningsgrad	Anmerkninger.
			Fri varme %	Bunden varme %		
a	I	6 500	8,5	4,5	87	(Forcert fyring).
b	2	5 000	28	0	72	Utæt!
c	3	9 100	9	0	91	Normalt fyret.
a	4	—	6	2	92	Normalt fyret.
b	5	7 200	10	—	90	(Komb. ovn utæt i ringer).

Koksøvner med torv.

a	—	2 700	19	0	81	Noget svakt fyret.
a	—	2 500	15	3	82	Noget svakt fyret.

Koksøvner med ved.

a	6	4 900	13	16	71	Forcert.
c	7	2 900	17,0	—	83	Svakt fyret.
c	8	12 000	18	—	82	Sterkt fyret.
b	9	5 000	17	—	83	Normalt fyret.
b	10	—	13	47	40	Forcert og feilagtig fyret.
a	11	6 500	15	12	73	Fyret med fuldt magasin.

Ovnene er inndelt i 4 størrelsesgrupper

a betegner liten ovn.

b — middels stor ovn.

c — stor ovn.

d — meget stor ovn.

Ved jevn fyring av koksøvnerne optrær der i *almindelig* ikke brændbar gas. Kun i tilfælder, naar ovnen gaar over fra sterkere til svakere fyring, optrær der smaa mængder. I et tilfælde maalttes 4,5 % tap, i et andet tilfælde 2 %. Bortset fra disse spredte tilfælder ser

man at virkningsgraden for koksovner i almindelighet ligger over 90 %, vel at merke forutsat at ovnen er helt tæt. Med andre ord de sedvanlige koksovner arbeider praktisk talt fuldkomment.

Videre viser forsøkene at ovnene arbeider temmelig økonomisk selv ved sterk forcering, nemlig med hele magasinet i brand. Skorstenstapet gaar rigtignok op paa grund av det høiere kulysreindhold

Tabel II.

Andre ovner.

Ovnsst�rrelse	Fors�ksnr.	Brændsel	Varmavgivelse ve/time	Skorstenstap		Virkningsgrad	Anmerkninger
				Fri varme %	Bunden varme %		
a	12	Bjerkeved	1 500	21	14	65	Magasinerende vedovn.
c	13	»	12 000	26	—	74	Sterkt fyret, lækage i ringer.
b	14	»	7 000	15	—	86	Komb. for koks, torv og ved.
b	15	»	3 000	35	5	60	Komb. for koks torv og ved, feil ops�t.
a	16	»	1 400	10	19	71	Magasinerende vedfyring.
b	17	»	4 000	18	2	80	Komb. for koks, torv og ved.
a	18	»	3 500	21	11	68	Magasinerende vedovn.
a	19	»	3 800	23	—	77	Liten vedovn.
d	20	»	14 000	10	12	78	Vedovn lavt belastet.
b	21	»	1 100	12	11	77	Meget lavt belastet.
b	22	torv	1 300	24	10	66	Meget lavt belastet, magasinerende torvovn.
a	23	»	5 800	18	—	82	Komb. ovn for koks, kul, torv og ved.
a	24	»	3 500	12	—	88	

Ovnene er inndelt i 4 størrelsesgrupper

- a betegner liten ovn.
- b — middels stor ovn.
- c — stor ovn.
- d — meget stor ovn.

(mindre luftoverskud ved forbrændingen) gaar det ikke saa høit som man vil være tilbøielig til at tro ved at dømme efter temperaturen paa skorstensrøret.

Med hensyn til tap i brændbare gaser, saa maa det bemerkes at vore forsøk kun er utført med forholdsvis smaa ovner. Det er sandsynlig, at der ved større diameter paa magasinet vil opstaa mere kuloksyd. Aarsaken til dette forhold vil i tilfælde ligge i, at de større ovner avgir mindre varme i forhold til den koksmængde der ligger i magasinet. Koksen vil gløde i tykkere lag, og derved vil kuloksyden ha lettere for at dannes. (At gaa nærmere ind paa disse forhold vil her føre utenom rammen av beretningen).

Videre synes det at fremgaa av forsøkene, at det først og fremst er heteplatten omkring koksmagasinet som avgir varmen ved jevn fying med koks, og at det først er ved forcering, at de øvre cylinderflater avgir større varmemængder. Selvfølgelig maa deres varmeevne ikke oversees, men paa den anden side kan den ofte vurderes for høit (hvilket bl. a. fremgaa av den senere omtale av brændselsbesparende apparater).

b. Koksmagasinovner med ved- og torvfying.

Man hadde ikke ventet at koksmagasinovnene skulde vise særlig gode resultater for torv- og vedfying. Imidlertid viser forsøkene at de i almindelighet ikke arbeider paa langt nær saa uøkonomisk som forutsat.

Ved at fyres paa rigtig maate, d. v. s. med rimelig luftoverskud kan magasinovnene meget godt fyres med 85 % virkningsgrad, selv ved høibelastning.

For torv viser de to prøver henholdsvis 81 og 82 % og den senere utvikling av forsøkene med ved gjør det sandsynlig, at fying med god torv endog kan komme i 90 % ved normal fying av magasinovnene.

Tre av vedfyringsprøverne viser over 82 %, og de tre øvrige 40—71 og 73 %.

Baade for torv og ved opnaades de bedste resultater ved at fyre med kun 2—3 stykker ved i bunden av ovnen, askelukens ventil helt eller næsten helt stengt, og den øvre ventil saa meget aapen, at der brændes med flamme, ikke sterkere end at flammen »leker« inde i ovnsrummet.

Den lave virkningsgrad blev maalt ved en helt uforstandig fying med fuldt magasin med ved og fuld træk paa. Her ser man at den største del av tapet bestaar i bunden varme, mens kun en forholdsvis beskeden del bestaar av fri varme. De to tal omkring 70 % blev opnaadd med fuldt magasin med ovnsdøren litt paa gløtt, begge dele betinger sterk fying. Ogsaa her er tapene i brændbar gas større og betinger at skorstenstapet blir dobbelt saa stort som nødvendig, dersom gasen kunde brændes op og derved et merforbruk paa ca. 20 %.

Det er dog sandsynlig, at man ved omhyggelig pasning av ovnen kan faa reducert dette merforbruk.

Forsøk 8 viser at man kan beholde en høi virkningsgrad selv ved særk forcering, naar man kun sørger for at faa brændt op alle gaser.

Mange har hltilt hat den opfatning at magasinovner ikke egner sig for ved, ialfald ikke for sterk fyring. Man kjender paa avtræksrøret, det er meget varmt, og tapet i fri varme skulde selvfølgelig ikke være saa stort. Men det er imidlertid ved nogenlunde tør ved fuldt mulig at fyre med en temperatur paa 600° paa avløpsgasen og endda ha 70% virkningsgrad, og med 300° temperatur at fyre med 85% virkningsgrad, naar man kun sørger for at faa en klar, ren flamme.

Det er klart, at ovnen ikke vil gi nogen behagelig varme hverken for koks eller ved ved saa høi anstrengelse, og det kan jo slet ikke anbefales, da man nok ikke kan vente, at folk skal passe sin ovn saa godt. Det anføres kun som et eksempel paa at magasinovner anvendt til koks ogsaa er fuldt brukbare og konkurransedygtige for vedfyring.

c. Andre ovnstyper (specialovner).

Efter foranstaaende resultater var der igrunden ikke meget nyt at vente av fyring med de specielle ved- og torvovner.

Av disse er der en del nyere konstruktioner som er konstruert efter det rigtige princip for brændsel, der let avgir brændbar gas, nemlig med en egen ventil for indslipning av opvarmet sekundærluft, der skal tjene til forbrænding av gaserne. Ved denne anordning kan man selvfølgelig opnaa bedre resultater selv ved noget stor ifylldning av torv eller ved ad gangen. Imidlertid lykkedes det os ikke paa denne maate at konstatere virkningsgraden høiere end 85% .

En anden gruppe har til hovedhensigt at holde veden brændende i lang tid f. eks. natten igjennem. Av disse ovner er der ingen som kommer over 70% med den forskrevne fyringsmaate, idet veden kun skal ligge og gløde uten at brænde med flamme. Herved undgaaes ikke at der gaar temmelig meget brændbar gas tilspilde, selv om den brænder aldrig saa langsomt (dog i et enkelt tilfælde kun 12% tap i brændbar gas — dog tvilsomt om det er korrekt). Disse ovner er ogsaa først og fremst konstruert med det for øie at kunne holde en svak ild vedlike længst mulig. En flammebrand maa nødvendigvis fortære brændslet langt hurtigere end svak glødning. Ved og torv maa imidlertid brænde med flamme for at kunne utnyttes fuldstændig. *Fyringsteknisk* stilles disse ovner i skyggen for gode magasin- eller specialovner. Men *praktisk* kan de likefuldt ha sin berettigelse og som vedovner visè sig magasinovnen langt overlegen, baade fordi de lar sig regulere ned til saa svak forbrænding og fordi de kræver saa litet tilsyn fra husets betjening og derfor sandsynligvis blir bedre skjøttet end magasinovnen.

De ovner som paafyres stadig og kan reguleres til fuldstændig forbrænding, viser alle virkningsgrader fra 75 til 88% , mens magasinerende ved- og torvfyring viser fra 65 til 70% .

En mangel ved de fleste vedovner er at de er utstyrt med kokeaapning der dækkes av mange løse ringer. Ved langsom fyring, naar trækken reguleres næsten helt av, er det klart at disse ringer bevirker lækage og derfor nedsætter virkningsgraden.

Ordentlig ópsatte tette vedovner skal altid kunne arbeide med en virkningsgrad mellem 80 og 90 %, naar man har tid til at passe den.

Ogsaa med hensyn til forceringer av ovnen bekræfter vedovnen det som blev konstatert for koksovnen.

KALIGJØDSLING PAA MYR OG FROSTFAREN

AV FRANTS MICHAELSEN.

I nr. 1 for iaar i »Meddelelser« s. 29 nævner hr. myrkonsulent *Lende-Njaa*: »Særlig har man ment kaligjødslingen skulde virke beskyttende«.

Jeg kom da til at erindre mig et interessant tilfælde med sterk kaligjødsling til poteter i 1902.

Jeg hadde tidlig paa vaaren gjødset, pløiet vold til havre med 70 kg. kainit. Paa grund av at jeg fik meget sættepoteter tilovers kom jeg til at benytte 2 a 3 maal herav til poteter.

Utover sommeren skilte disse maal sig skarpt fra poteterne ved siden av, der hadde faat almindelig gjødsling og stod ved siden av paa samme aker og samme slags jord.

De med kainit var meget frodigere og ut paa høsten da nattekulden kom, frøs potetriset saa det blev helt svart overalt undtagen der, hvor der var gjødset med kainit. Her stod det grønt længe utover. Men potetene var næsten ubrukelige til menneskeføde, saa store og løse var de. Aaret efter plantet jeg frugttrær her, deribl. mange plommetrær, disse har jeg blandt andet git 30—50 kg. 37 % kali aarlig. Høsten 1915 blev de meget sent modne og sterk nattefrost indfandt sig flere nætter og jeg trodde sikkert at plommerne skulde frosset — men nei de greide sig.

Jeg mener disse tilfælder beviser ganske tydelig at kaligjødsling er virksom mot frost.

FRA

REDAKTIONEN

DET FORLØPNE AAR har mere end noget andet tidligere været et *handlingens aar for myrsaken*.

Myrselskapets tjenestemænd har været sterkt optat med arbeidet for saavel *brændselsforsyningen* som *matforsyningen*.