

5/65



Ingmar Eneborg:

VÄRMECENTRALERS ÅRSVERKNINGSGRAD

Särtryck ur tidskriften VVS 2:1965

Rapport från Byggforskningen, Stockholm

Värmecentralers årsverkningsgrad

av civilingenjör Ingemar Eneborg, Stockholm

Utgivare: Statens institut för byggnadsforskning

Denna rapport utges enligt byggforskningsrådets beslut med medel från fonden för byggnadsforskning; försäljningsintäkterna tillfaller fonden.

Värmecentralers årsverkningsgrad

Civilingenjör
INGMAR ENEBORG
Stockholm

697. 32/697. 004.

Elproducenternas utbud av elenergi för uppvärmningsändamål har medfört att man på ömse sidor gör jämförande beräkningar av värmekostnader vid elvärme respektive oljeeldning. För att härvid få en riktig uppfattning om bränslekostnaderna vid oljeeldning erfordras kännedom om bland annat årsmedelverkningsgraden för en värmeanläggning av den aktuella storleken.

Årsverkningsgradsprov måste sträcka sig över minst ett år och fordrar såväl ett relativt komplicerat provningsförfarande som ett omfattande beräkningsarbete. Sådana prov måste därför bli dyrbara att genomföra, vilket medfört, att blott få prov kunnat utföras. När Statens nämnd för byggnadsforskning för ca 10 år sedan fick resurser för forskning inom VVS-området kunde emellertid medel disponeras för ett första sådant prov (1). Detta prov följdes sedan av motsvarande mätningar vid ytterligare fyra större värmecentraler (2) samt en medelstor central (3). Sedermera har mätningar utförts av Statens institut för byggnadsforskning vid ännu en större värmecentral.

Sistnämnda prov har ej publicerats, varför här skall lämnas en relativt fyllig redogörelse för detta, följt av en jämförelse med resultaten från de övriga proven.

Beskrivning av värmeanläggningen

Provet har utförts vid en värmecentral i Linköping. Vid tiden för provningen eldades sopor från den byggelse (huvudsakligen bostäder som uppvärmdes från centralen. Under provets första halvår eldades sopor, men under det andra halvåret enbart olja för att sopeldningens inverkan på årsverkningsgraden skulle kunna studeras.

I värmecentralen finns två oljeeldade värmepannor (Parca typ 52 SVF), vardera med en eldyta av 127 m² och en normaleffekt av 2.500 Mcal/h. För sopeldning

finns en oljeeldad panna (Parca typ 52 A SVF) med 90 m² eldyta och 1.800 Mcal/h normaleffekt. Samtliga tre pannor är försedda med rotationsbrännare (NAF typ 101) utrustade med modulerande reglering för eldningsolja 4.

Bränslet utgörs av eldningsolja 3 (t. o. m. 13 oktober 1960) eller 4 (fr. o. m. 14 oktober 1960), som levereras från oljebolag i krönta tankar. Vid fyllning av tankbilarna håller oljan ca 40°C, vilken temperatur under transporten till panncentralen sjunker omkring 5°C. Kontroll att tanken fylls till kröningsmärket görs vid fyllningen. Omräkning har skett från volymliter till normalliter. Oljan förvaras i en cistern om 100 m³ och förvärms i cirkulationsförvärmare till ca 45°C innan den tillförs brännarna.

Soporna levereras i papperssäckar för omedelbar eldning i sopförbränningspannan.

För driftkontroll är anläggningen försedd med en AEG strypflämsmätare av ringvågstyp för mätning av från centralen utgående mängd värme. Vidare är varje oljebrännare försedd med separat oljemätare. Rök-gasanalysinstrument typ AEG finns för indikering av rökgasernas temperatur och CO₂-halt, omkopplingsbar till de olika pannorna.

I utgående huvudledning finns inkopplade fyra pumpar med parvis lika kapacitet. I undercentralerna sker temperaturregleringen på sådant sätt att nästan konstant vattencirkulation erhålls i huvudledningarna. Härigenom kan, genom inkoppling av endera eller två pumpar, vattencirkulationen varieras stegvis mellan ca 125 och 250 t/h.

Mätutrustning och mätmetodik

Under provet har ovannämnda värmemätare varit inkopplad. För att möjliggöra noggrannare bestämning av värmemängden har vattenmängd och vatten-

temperaturdifferens registrerats var för sig med särskilda skrivare. För registrering av vattenmängden har använts en tryckdifferensskrivare (U-rörstyp med kvicksilver) kopplad till värmemätarens strypfläns.

För mätning av vattentemperaturdifferensen mellan fram- och returledning har använts fyra seriekopplade termoelement (järn-konstantan) med "varma lödställena" på ytan av framledningen och "kalla lödställena" på returledningen. På grund av den goda rörisoleringen (2 st. 4 cm mineralullsmattor) och den vid ifrågakvarande vattenhastighet goda turbulensen i vattenströmmen erhålls ett tillräckligt noggrant mått på vattentemperaturdifferensen. Störningar på grund av värmebortledning genom termoelementtrådarna undviks genom att de isolerade trådarna är lagda ett stycke längs röret, innan de är dragna genom rörisoleringen. Registrering av termoelementspänningarna har skett med skrivande elektronisk potentiometer.

Förbrukad bränslemängd har bestämts genom pejling i förrådstanken vid provets början och slut samt mätning av levererad olja. Vid varje leverans har tanken pejplats före och efter fyllning. Prov på oljan för analys av värmevärde och specifik vikt har uttagits vid leveranserna i proportion till de levererade oljemängderna och analyserats vid Statens provningsanstalt.

Provets utförande

Årsverkningsgradsprovet startades den 1 juli 1960 och pågick t. o. m. 30 juni 1961. För att undersöka hur sopeldningen påverkade verkningsgraden avbröts sopeldningen vid årsskiftet 1960/61, varefter soporna bortforslades.

Under provtiden har eldning skett genom den ordinarie eldarpersonalens försorg och med hjälp av tillgängliga driftinstrument.

Kalibrering av mätinstrumenteringen har utförts med instrument från Tekniska högskolans institution för uppvärmnings- och ventilationsteknik.

Mätresultaten

Bränslevärdet har bestämts ur förbrukad bränslemängd och analyserna på oljans specifika vikt och värmevärde.

Under provningsåret var oljeleveranserna enligt mätarna på brännarna 1.648 m³ och enligt leverantören 1.569 m³. Överensstämmelsen är alltså god, då hänsyn togs till att leverantören anger normalliter, medan mätarna registrerar olja av ca 45°C.

Den uppeldade sopmängden har kontrollerats genom bokföring av antal säckar. Genom vägningar har mängden sopor per säck bestämts till i genomsnitt 20 kg. Sopornas värmevärde har beräknats uppgå till 1.500 kcal/kg.

Ur de samtidigt registrerade värdena på vattentemperaturdifferens och vattenmängd per timme har värmemängden uträknats genom multiplicering av samhörande medelvärden, erhållna efter planimetrering av temperatur- och tryckdifferensdiagrammen. För bestämning av vattnets specifika vikt har även vattentemperaturen vid flänsen uppmätts med termoelement och registrerats med punktskrivaren.

På grundval av ovannämnda bestämning av nyttig värme och bränslevärme har verkningsgraden beräknats månadsvis (se tabellen). Årsmedelverkningsgraden var 83 %, bestämmd med en noggrannhet av ±2 % enligt utförd felkalkyl. Månadsvärdena varierade från 86 % vintertid till 72 % sommardid.

Tabell 1. Beräkning av månads- och årsverkningsgrad.

År månad	Olje- värme Gcal	Summa bränsle- värme Gcal	Nyttig värme Gcal	η %
1960				
Juli	545	489	354	72
Aug.	524	576	420	73
Sept.	616	679	500	74
Okt.	1.325	1.386	1.156	83
Nov.	1.444	1.501	1.300	86
Dec.	1.783	1.824	1.560	86
S:a 1960	6.146	6.455*	5.290	82
1961				
Jan.	2.018	2.018	1.725	86
Febr.	1.694	1.694	1.460	86
Mars	1.676	1.676	1.453	86
April	1.373	1.373	1.183	86
Maj	1.005	1.005	787	78
Juni	507	507	365	72
S:a 1961	8.273	8.273	6.973	84
Summa totalt	14.419	14.728	12.263	83

* Därav från sopor 309 Gcal.

Diskussion av mätresultaten

Då variationen i verkningsgrad med årstiden tyder på att den är beroende av belastningen, har i diagram 1 sammanställts månadsverkningsgraden som funktion av "nyttiga värmemängden" per månad. Vid belastningar över 1.000 Gcal/månad synes verkningsgraden vara ca 86 %, oberoende av belastningen, medan verkningsgraden för maj, juni och juli synes vara en rätlinjig funktion av den nyttiga värmemängden. Under augusti och september inträffade fel på mätutrust-

ningen för temperaturdifferensen mellan fram- och returledning. Nyttiga värmemängden för dessa månader har därför beräknats ur värmemätarregistreringen med hjälp av kalibreringskurvan.

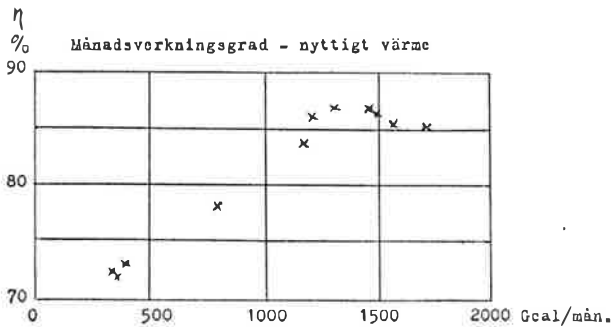


Diagram 1.

Sopeldningen synes ej nämnvärt ha inverkat på verkningsgraden, vilket tyder på god skötsel. Det är emellertid förhållandevis små sopmängder som eldats, vilket möjligen även kan vara en förklaring till detta förhållande.

För att undersöka de anslutna byggnadernas verkliga maximala värmebehov har i diagram 2 inritats

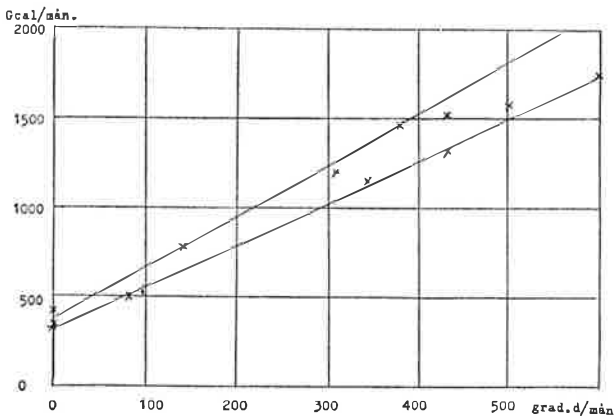


Diagram 2. Nyttig värme — graddagar per månad.

den månatliga nyttiga värmemängden som funktion av antalet graddagar för månaden.

Tiden juli 1960—januari 1961 ger i diagrammet en linje och mars—maj 1961 en linje med något större lutning. Skillnaden beror på att en skola inkopplats till centralen.

Jämförelse med andra årsverkningsgradsprov

I tabell 2 och diagram 3 har data från det här redovisade provet sammanställts för jämförelse med de inledningsvis nämnda förut publicerade proven. Grafiskt visas tabellens årsverkningsgradsprov för enbart oljeeldning i diagram 3.

Det här redovisade provet, markerat med en ring i diagram 3, visar sig bekräfta vad man med ledning

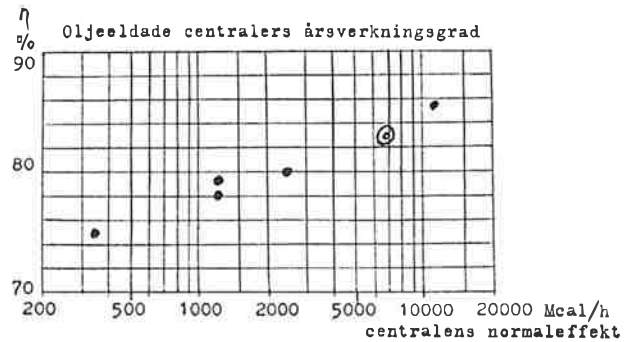


Diagram 3. Redovisat prov markerat med ring.

av tidigare redovisade prov vid större och mindre värmecentraler kunde förmoda vara rimligt. Diagrammet visar, att årsverkningsgraden blir högre ju större centralens normaleffekt är. Anledningen till detta torde vara att de större centralerna är bättre utrustade i fråga om pannor, brännare, automatik och driftsinstrument än vad man anser sig kunna kosta på de mindre anläggningarna. Dessutom kan man förmoda, att de större centralerna övervakas av mera kvalificerad maskinpersonal än de mindre centralerna, vilket torde inverka på driftsekonomin.

Tabell 2. Sammanställning av resultat från årsverkningsgradsprov vid sju värmecentraler.

Anläggning nr	1	2	3	4	5	6	7		
Publicerat i	här	/1/	/2/	/2/	/2/	/2/	/3/		
Panneffekt Mcal/h	6.800	11.000	5.800	2.300	1.300	1.200	356		
Antal pannor	3	4	6	3	4	2	2		
Panntyp	sv.	HE	sv.	sv.	3 gj. + 1 sv.	sv.	gj.		
Brännartyp	rot.	rot.	rot.	emuls.	högr.	rot.	högr.		
Eldningsolja nr	3/4	4	4	3	2/3	3	1		
Sopeldning (s)	-/s	—	s	s	—	s	—		
Högsta mån- η %	86	86	84	(87)	(82)	80	82	81	80
Lägsta mån- η %	72	82	72	61	60	(51)	(70)	51	52
Års- η %	83	85	80	78	80	74/73	79/78	74	75

sv = svetsad, gj = gjuten, HE = högeffektpanna

Av tabell 2 kan utläsas, att de högsta månadsverkningsgraderna är praktiskt taget desamma såväl vid det här redovisade provet (anläggning 1), som vid de tre övriga större centralerna (anläggning 2, 3 och 4). Däremot är de lägsta månadsverkningsgraderna betydligt mera varierande. Vid det här redovisade provet är sålunda lägsta värdet 72 %, vilket överensstämmer med anläggning 3, där emellertid eldning skett med olja, kol och sopor. Vid anläggning 2 är lägsta värdet 82 %, vilket förklarar skillnaden i årsverkningsgrad (83 resp. 85 %).

Anledningen till skillnaden i lägsta månadsverkningsgrad mellan anläggning 1 och 2 synes vara skillnad i specifik pannbelastning. Vid anläggning 2 har man nämligen eftersträvat, att sommartid hålla en hög specifik pannbelastning. Sommartid har sålunda eldning skett endast under dagen, genom att man utnyttjat möjligheten att accumulera värme i systemet. Så har ej skett vid det här redovisade provet, där man dessutom tvingats hålla en lägre specifik belastning, genom att man har en panna mindre i centralen än vid anläggning 1. Det torde emellertid vara möj-

ligt att använda samma driftsätt vid anläggning 1 som vid anläggning 2, varigenom nära nog samma årsverkningsgrad borde kunna uppnås.

Sammanfattningsvis må framhållas att det redovisade årslånga provet utvisat en årsmedelsverkningsgrad av 83 ± 2 % vid en installerad, panneffekt av 6,8 milj. kcal/h.

En jämförelse med tidigare redovisade prov utvisar, att årsverkningsgraden varierar med centralens storlek och att den uppmätta verkningsgraden synes vara representativ för centraler av ifrågavarande storlek. Genom att sommartid hålla en högre specifik pannbelastning, torde det vara möjligt att ytterligare en eller två procents högre årsmedelverkningsgrad kan uppnås.

LITTERATUR

- /1/ Eneborg, Ingmar. *Driftverkningsgraden vid en större värmecentral*. VVS nr 3, 1958.
- /2/ Eneborg, Ingmar. *Stora eller små värmecentraler*. Statens nämnd för byggnadsforskning. Handling nr 34. Stockholm 1959.
- /3/ Larsson, Olov. *Årsverkningsundersökning vid en medelstor oljeeldad värmecentral*. — *Direkt och indirekt metod*. VVS nr 2, 1964.