

Rapport

R10:1970

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Inst. för Byggnadsstatik

Vattensotning av torn- och kanalpannor

Börje Steen

Nisse Andersson

Maja-Stina Steen

Byggforskningen

Vattensotning av torn- och kanalpannor

Börje Steen, Nisse Andersson & Maja-Stina Steen

Sotning av större vattenpannor utförs numera normalt genom vattenspolning av konvektionsväggarna, s.k. vattensotning.

För att hindra korrosion i pannan bör spolning ske, till dess spolvattnet nått pH-värdet 4,0. Gränsvärdet grundar sig på undersökningar, utförda av tekn. lic. Bo Hecktor och tekn. lic. Folke Peterson.

Hänsyn måste dock även tas till risken för skador i avloppsnet, reningsverk och recipienter. Många hälsosvårdsnämnder, framförallt i större städer, kräver gränsvärdet 6,0, innan spolvattnet får släppas ut i avloppsnet.

I en undersökning, utförd av civ.ing. John Berry och ing. Jan W. Ericsson, redovisas en detaljerad studie av två värmeanläggningar med avseende på spolvattnets innehåll, skadeverkningar och behandling.

I föreliggande undersökning studeras ytterligare ett antal pann typer. Fältmätningarna har begränsats till att omfatta sot- och spolvattenmängd, spoltid samt pH-värdets variationer under sotningsförloppet. Erhållna undersökningsresultat utgör ett bidrag till att lösa sådana avloppstekniska problem som uppstår vid denna typ av sotning.

Urval av pann typer

För undersökningen valdes åtta pannor, samtliga i drift vid värmecentraler i Stockholmsregionen. Pannorna representerar olika typer och fabrikat som normalt vattensotas.

Två pannor är tornpannor med konvektionsdelar uppbyggda av tuber och utrustade med rökgasfläktar (FIG. 1). Dessutom redovisas sex kanalpannor såväl med som utan rökgasfläktar (FIG. 2).

Bygghorsningen Sammanfattningar

R10:1970

Utgående spolvatten från värmepannor som vattensotas har normalt för lågt pH-värde för att direkt släppas ut i kommunens vattennät. För att höja pH-värdet erfordras en behandling av spolvattnet.

Dimensionering av behandlingsanläggningar förutsätter kännedom om sotningsförloppet. I rapporten har åtta värmepannor undersökts med avseende på spolvattnets mängd, sotinnehåll och pH-värde samt sotningstid.

I samband med undersökningen konstaterades brister på pannornas utrustning för vattensotning. Synpunkter och förslag till förbättringar redovisas.

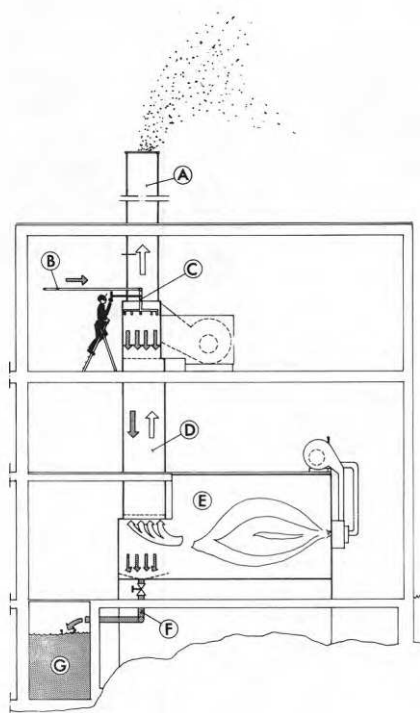


FIG. 1. Tornpanna.

A. Skorsten. B. Spolvattenledning. C. Spolmunstycke. D. Två torn med invändiga tuber. E. Tornpanna. F. Sotvattenavlopp. G. Sotvattenbassäng.

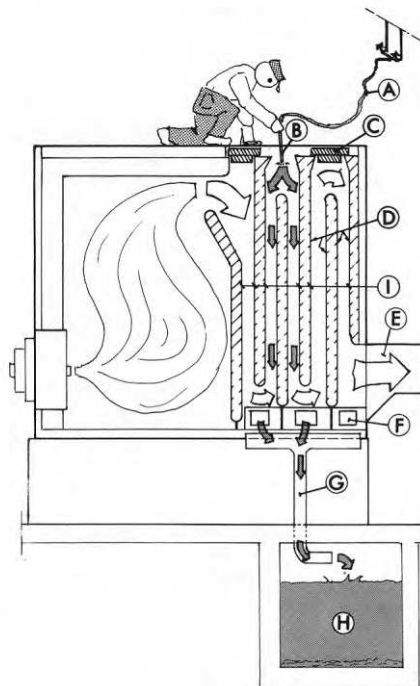


FIG. 2. Kanalpanna.

A. Spolvattenslang. B. Spolmunstycke. C. Sotlucka. D. Sotbelagda konvektionsytor. E. Rökgaskanal. F. Sotluckor för sotavlopp. G. Sotvattenavlopp (alt. ansl. i pannbotten). H. Sotvattenbassäng. I. Sotficka.

UDK 628.31
697.88
697.326

Sammanfattning av:

Steen, B, Andersson, N, & Steen, M-S, 1970, Vattensotning av torn- och kanalpannor (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R10:1970, 24 s., ill. 9 kr.

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm. 08-24 28 60.
Abonnemangsgrupp: (i) installationer.

Undersökningens genomförande

Pannorna vattensotades på vedertaget sätt vid respektive värmecentrals ordinarie sotningsintervall.

För tornpannorna användes spolmunstycken dimensionerade för rikliga vattenmängder. Kanalpannorna spolades med klenare munstycken och mindre vattenmängder.

Vid sotningens början användes varmt spolvatten (ca 60 °C), därefter kallt vatten. Vattnet spolades på de sotbelagda pannväggarna till pannans botten och fördes vidare till en sotvattenbassäng.

Provtagningarna utfördes vid basängens tillopp. Vid sotningens början togs prov var 30:e sekund, därefter ökades intervallerna successivt upp till var 5:e minut.

Provningsresultat

Av de pannor som undersökts i rapporten återges här en sammanfattning av resultaten för en torn- och en kanalpanna. Beroende på effektiva sotningsmetoder visade dessa pannor de bästa resultaten.

Tornpanna (TAB. 1.)

Fabrikat: Gustavsberg.

Typ: HE-120.

Tillverkningsår: 1964.

Kapacitet: 12 000 Mcal/h.

Eldyta: 500 m² (2 torn).

Utrustning: Rökgasfläkt, rökgasrenare.

Sotavlopp: Bottenavlopp, 1 st, ansl. 100.

Spolanordning: Fast monterade spolmunstycken, ansl. 32, i tornens övre del.

Övrigt: Pannan är konstruerad för vattensotning.

Drifftid sedan föregående sotning: 30 dygn.

Eldningsolja: EO nr 4.

Oljeförbrukning under drifftiden: 900 m³.

Rökgasrenarens sotmängd under drifftiden: 3,3 l/m³ olja.

Kanalpanna (TAB. 2.)

Fabrikat: Gustavsberg.

Typ HE.

Tillverkningsår: 1967.

Kapacitet: 4 500 Mcal/h.

Eldyta: 140 m².

TAB. 1. Tornpanna. Värdena beräknade för provtagningarnas olika intervaller:

Tidintervall	Tidlängd min.	Spolvatten		Sotmängd		pH-medelvärde
		l	l/min	l	l/min	
0—3	3	650	215	300	100	0,1
3—7	4	840	210	100	25	0,3
7—12	5	1 050	210	70	14	1,2
12—17	5	1 050	210	45	9	1,8
17—22	5	1 450	290	20	4	2,7
22—28	6	1 740	290	10	2	3,2
Totalt	28	6 780		545		

För att uppnå pH-värdet 5,3 fordrades totalt 20 000 l vatten.

TAB. 2. Kanalpanna. Värdena avlästa vid provtagningarna efter olika arbetsmoment:

	Tidlängd per ficka	Spolvatten per ficka	Sotmängd per ficka, medelvärde	pH-medelvärde
	min	l	l	
Förspolning	3	105	2,8	1,1
Renspolning	8	280	1,5	1,2
Sköljning	2	70	0	2,0
Totalt	13	455	4,3	

För att uppnå pH-värdet 3,0 fordrades den dubbla vattenmängden.

Antal sotfickor: 4 st.

Utrustning: Rökgasfläkt, rökgasrenare.

Sotavlopp: 2 st plastavloppsrör, ansl. 50, på panngaveln.

Spolanordning: Slang, ansl. 20, med järnrörsförlängning och munstycke.

Drifftid sedan föregående sotning: 33 dygn.

Eldningsolja: Destruktiv, motsvarande EO nr 3.

Oljeförbrukning under drifftiden:

315,4 m³.

Rökgasrenarens sotmängd under drifftiden: 7,0 l/m³ olja.

Slutsatser

Samtliga provade värmepannor är konstruerade för vattensotning. Trots detta uppfyller pannorna inte de krav som kan ställas, när flertalet panncentraler nu övergått till enbart vattensotning.

Tornpannorna är lättast att sota. Man kan använda rikliga vattenmäng-

der under högt tryck. Sotningens effektivitet skulle öka om fasta spolmunstycken, med en kapacitet av 150—200 l vatten/min, monterades i tornen. Med en sådan anordning kan pH-slutvärden av 4,0 eller 6,0 nås utan svårighet.

Kanalpannorna är mera otillgängliga. Kanalväggarna kan lätt spolars rena med hjälp av långa, väl avpassade munstycken. Mera svåråtkomliga är kanalernas tak. Sotet stannar kvar, genomfuktas och ger upphov till korrosionsskador. Sotningens effektivitet skulle öka om följande synpunkter beaktades:

Fasta spolmunstycken med en kapacitet av minst 100 l vatten/min bör monteras i pannan.

Sotluckornas dagmått bör ökas.

Sotvattenutloppets diameter bör vara minst 100 mm.

Sotvattnet bör rinna ut genom sotluckor vid pannbotten in i en större uppsamlingstratt, där grövre sotflagor samlas.

Water cleaning of tower boilers and banked-tube boilers

Börje Steen, Nisse Andersson & Maja-Stina Steen

Cleaning of large boilers is usually accomplished nowadays by flushing the convection surfaces with water.

In order to prevent corrosion in the boiler, flushing should continue until the flushing water has a pH-value of 4.0. This figure is based on research carried out by Bo Hecktor and Folke Peterson.

The danger of damage to the sewerage network, purification station and receivers must also be taken into consideration, however. Many Public Health Authorities, mainly those in larger towns, specify a figure of 6.0 before the flushing water can be discharged into the sewerage system.

An investigation carried out by John Berry and Jan W. Ericsson studied in detail two heating plants with regard to the contents of the flushing water, the damage caused by it and the treatment required.

Some other types of boiler are studied in this investigation. Field measurements

have been limited to determination of the quantities of the soot and the flushing water, the flushing period and variations in pH-value during the time flushing was carried out. The results of the investigation will contribute to the solution of problems relating to sewers and sewage purification which arise as a result of the water cleaning of boilers.

Selection of boiler types

Eight boilers, all in operation in heating plants in the Stockholm region, were selected for the investigation. The boilers represent different types and makes which are normally cleaned by water flushing.

Two of the boilers are tower boilers with the convection surfaces made up of tubes and equipped with flue gas fans (FIG. 1). Six banked-tube boilers, both with and without flue gas fans, are also investigated (FIG. 2).

National Swedish Building Research Summaries

R10:1970

Cleaning water from boilers which have been cleaned by water flushing normally has a pH-value that is too low for the water to be discharged directly into the municipal sewerage system. Treatment of the flushing water is necessary in order to increase the pH-value.

Knowledge of the cleaning procedure is required in the design of the treatment installations. The report includes the results of an investigation as to the quantity, soot content and pH-value of the cleaning water, as well as the cleaning period, which was made into eight boilers.

Deficiencies in the water flushing equipment of the boilers were found during the investigation. The report includes views on, and proposals for, improvements.

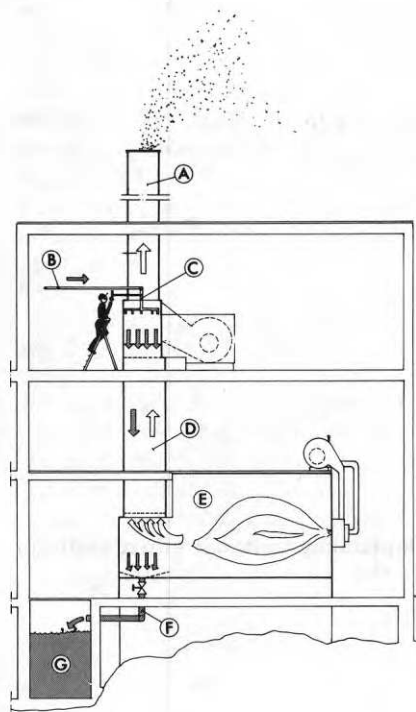


FIG. 1. Tower Boiler.

A. chimney. B. flushing water pipe. C. spray nozzle. D. two towers with internal tubes. E. tower boiler. F. cleaning water outlet. G. cleaning water tank.

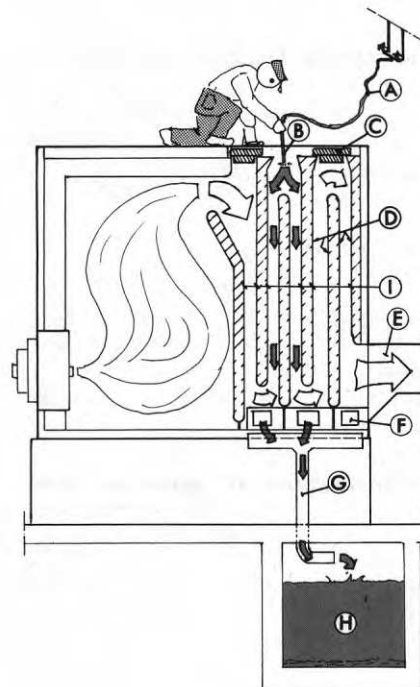


FIG. 2. Banked-tube boiler.

A. cleaning water hose. B. spray nozzle. C. cleaning door. D. soot-encrusted convection surfaces. E. flue duct. F. soot doors for soot removal. G. cleaning water tank. H. soot bins.

UDC 628.31
697.88
697.326

Summary of :

Steen, B, Andersson, N, & Steen, M-S, 1970, Vattensotning av torn- och kanalpannor/Water cleaning of tower boilers and banked-tube boilers/(Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R10 :1970, 24 p., 9 Sw. kr.

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, S-111 84 Stockholm, Sweden.

Investigation procedure

The boilers were flushed with water in the specified manner at the normal cleaning intervals applicable to the respective heating installation.

Flushing nozzles designed for large quantities of water were used for the tower boilers. The banked-tube boilers were flushed using smaller nozzles and smaller quantities of water.

Warm flushing water (about 60 °C) was used at the beginning of the cleaning period and cold water afterwards. The water was sprayed onto the soot-encrusted boiler walls, from where it ran down to the floor of the boiler and was drained off to a tank.

Samples were taken at the inlet to the tank, samples being taken every 30 seconds at the beginning of the cleaning period, after which the intervals were gradually increased to every 5 minutes.

Results

The results for one tower boiler and one banked-tube boiler are summarised below. Due to effective cleaning methods, these boilers show the best results.

Tower boiler (TAB. 1.)

Make : Gustavsberg.

Typ : HE-120.

Year of manufacture : 1964.

Rating : 12,000 Mcal/h.

Firing surface : 500 m² (2 towers).

Equipment : flue gas fans, flue-gas purifier.

Soot discharge : bottom discharge, 1, junction No. 100.

Flushing equipment : fixed flushing nozzles, junction No. 32, in the upper part of the tower.

Other features : the boiler is designed for water cleaning.

Running time since previous cleaning : 30 days.

Fuel oil : EO No. 4.

Fuel consumption during time since previous cleaning : 900 m³.

Quantity of soot in purifier during time since previous cleaning : 3.3 l/m³ oil.

Banked-tube boiler (TAB. 2)

Make : Gustavsberg.

Type : HE.

Year of manufacture : 1967.

TAB. 1. Tower boiler. Values calculated for the various intervals between samples :

Time interval min.	Length of time min.	Flushing water		Quantity of soot		Mean pH-value
		l	l/min	l	l/min	
0—3	3	650	215	300	100	0.1
3—7	4	840	210	100	25	0.3
7—12	5	1 050	210	70	14	1.2
12—17	5	1 050	210	45	9	1.8
17—22	5	1 450	290	20	4	2.7
22—28	6	1 740	290	10	2	3.2

A total of 20,000 l water was required to attain a pH-value of 5.3.

TAB. 2. Banked-tube boiler. Values read on taking samples after the various stages :

	Length of time per bin min.	Flushing water per bin l	Quantity of soot per bin, mean l	Mean pH-value
Final flushing	8	280	1.5	1.2
Rinsing	2	70	0	2.0
Totals	13	455	4.3	

Double the above quantity of water was required to attain a pH-value of 3.0.

Rating : 4,500 Mcal/h.

Firing surface : 140 m².

No. of soot bins : 4.

Equipment : flue gas fans, flue-gas purifier.

Soot discharge : 2 plastic outlet pipes, junction No. 50, on bottom of boiler.

Flushing equipment : hose, junction No. 20, with steel pipe extension and nozzle.

Running time since previous cleaning : 33 days.

Fuel oil : less refined.

Fuel consumption during time since previous cleaning : 315.4 m³.

Quantity of soot in purifier during time since previous cleaning : 7.0 l/m³ oil.

Conclusions

All the heating boilers investigated are designed for water cleaning but in spite of this, they do not satisfy the requirements which apply now that most boiler installations have changed over to water cleaning only.

The tower boilers are the easiest to clean. Large quantities of water can be

used under high pressure. The effectiveness of cleaning would increase if fixed flushing nozzles with a capacity of 150—200 litres of water per minute were mounted in the tower. Final pH-values of 4.0 or 6.0 can be reached without difficulty with such equipment.

Banked-tube boilers are more difficult to get at. The walls of the banks can be easily cleaned with the aid of long nozzles of the proper shape. The roofs of the banks are more inaccessible, the soot is left behind, becomes saturated and gives rise to corrosion. The effectiveness of the cleaning would increase if the following were taken into account :

Fixed nozzles with a capacity of at least 100 litres of water per minute should be mounted in the boiler.

The dimension of the soot doors should be increased.

The diameter of the cleaning water outlet should be at least 100 mm.

The cleaning water should drain out through soot doors in the bottom of the boiler into a large collection vessel where large soot particles can be collected.

Rapport R10:1970

VATTENSÖTNING AV TORN- OCH KANALPANNOR

WATER CLEANING OF TOWER BOILERS
AND BANKED-TUBE BOILERS

av Börje Steen, Nisse Andersson och Maja-Stina Steen,
Rörplanering AB, Stockholm

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm

Rotobekman 1970 10 8510 0

INNEHÅLL

1	BAKGRUND OCH SYFTE	5
2	URVAL	5
3	GENOMFÖRANDE	7
4	RESULTAT	8
.1	Panna A	8
.2	Panna B	10
.3	Panna C	12
.4	Panna D	14
.5	Panna E	16
.6	Panna F	17
.7	Panna G	18
.8	Panna H	19
.9	Panna A, fortsatt sotning	20
5	SLUTSATSER	21
	LITTERATUR	22

1 BAKGRUND OCH SYFTE

Sotning av större vattenpannor utförs numera normalt genom vattenspolning av konvektionsväggarna, s.k. vattensotning.

För att hindra korrosion i pannan bör spolning ske till dess spolvattnet nått pH-värdet 4,0. Gränsvärdet grundar sig på undersökningar, utförda av tekn. lic. Bo Hecktor och tekn. lic. Folke Peterson.

Hänsyn måste dock även tas till risken för skador i avloppsnät, reningsverk och recipienter. Många hälsovårdsnämnder, framför allt i större städer, kräver gränsvärdet 6,0 innan spolvattnet får släppas ut i avloppsnätet.

I en undersökning, utförd av civ.ing. John Berry och ing. Jan W. Ericsson redovisas en detaljerad studie av två värmeanläggningar med avseende på spolvattnets innehåll, skadeverkningar och behandling.

I föreliggande undersökning studeras ytterligare ett antal panntyper. Fältmätningarna har begränsats till att omfatta sot- och spolvattenmängd, spoltid samt pH-värdets variationer under sotningsförloppet. Erhållna undersökningsresultat utgör ett bidrag till att lösa sådana avloppstekniska problem som uppstår vid denna typ av sotning.

2 URVAL

För undersökningen valdes 8 pannor, samtliga i drift vid panncentraler i Stockholms-regionen. Pannorna representerar olika typer och fabrikat som normalt vattensotas.

Två pannor är tornpannor med konvektionsdelar uppbyggda av tuber och utrustade med rökgasfläktar (FIG. 1).

Fem pannor är kanalpannor med konvektionsdelar uppbyggda av kanaler med rökgasfläktar (FIG. 2).

Dessutom valdes en kanalpanna utan rökgasfläkt.

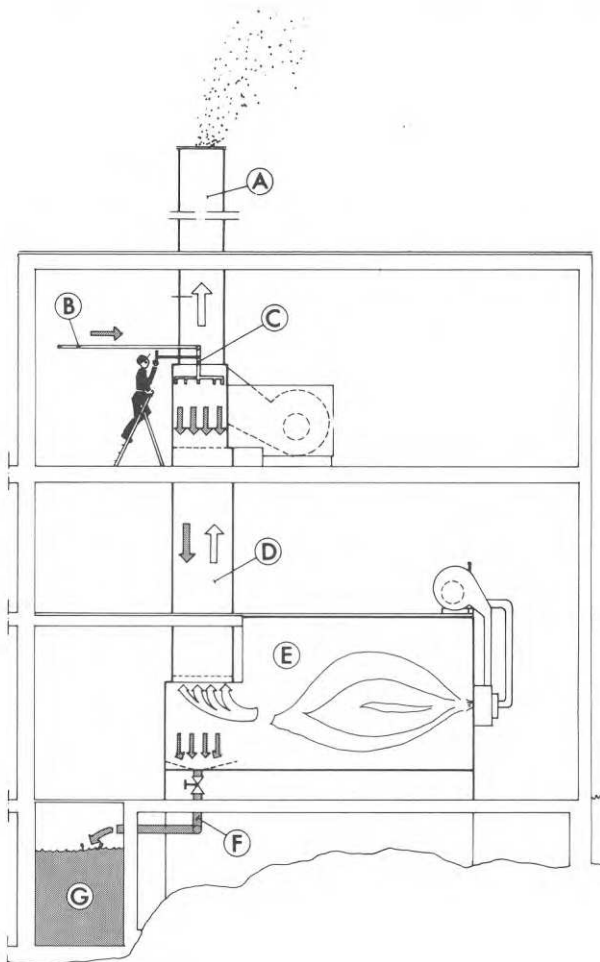


FIG. 1. Tornpanna.

A. skorsten, B. spolvattenledning, C. spolmunstycke, D. två torn med invändiga tuber, E. tornpanna, F. sotvattenavlopp, G. sotvattenbassäng.

Tower boiler.

A. chimney, B. flushing water pipe, C, spray nozzle, D. two towers with internal tubes, E. tower boiler, F. cleaning water outlet, G. cleaning water tank.

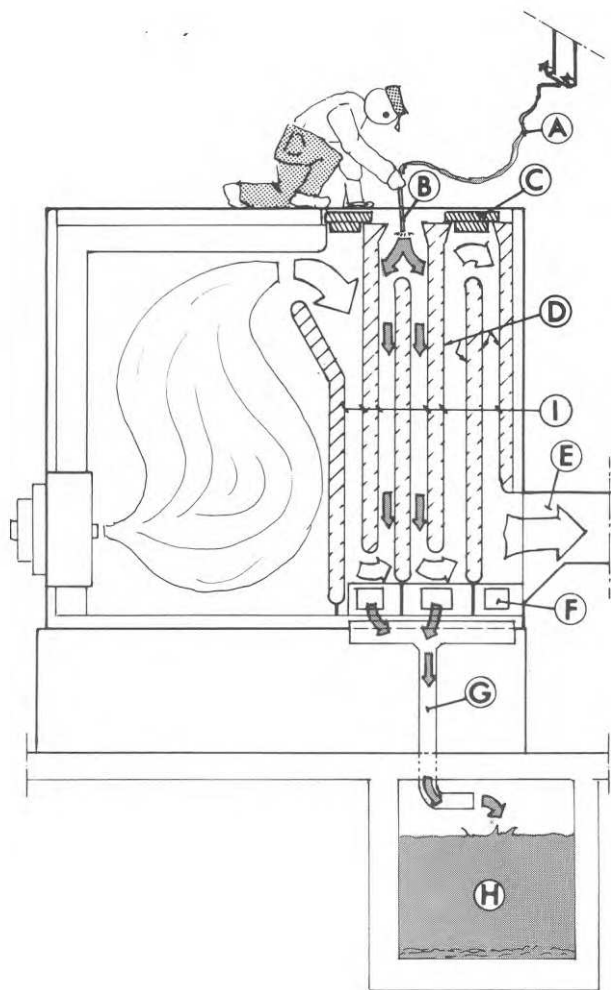


FIG. 2. Kanalpanna.

A. spolvattenslang, B. spolmunstycke, C. sotlucka, D. sotbelagda konvektionsytor, E. rökgaskanal, F. sotluckor för sotavlopp, G. sotvattenavlopp (alt. ansl. i pannbotten), H. sotvattenbassäng, J. sotfickor.

Banked-tube boiler.

A. cleaning water hose, B. spray nozzle, C. cleaning door, D. sootencrusted convection surfaces, E. flue duct, F. soot doors for soot removal, G. cleaning water outlet (or connection in bottom of boiler), H. cleaning water tank, J. soot bins.

Vattensotningen av pannorna utfördes på vedertaget sätt vid respektive panncentralers ordinarie sotningsintervaller.

För tornpannorna användes spolmunstycken, dimensionerade för rikliga vattenmängder. Kanalpannorna spolades med klenare munstycken och mindre vattenmängder.

Vid sotningens början användes varmt spolvatten (ca 60°C), därefter kallt vatten. Vattnet spolades på de sotbelagda pannväggarna till pannans botten och fördes vidare till en sotvattenbassäng.

Provtagningarna utfördes vid bassängens tillopp. Vid sotningarnas början togs prov var 30:e sekund, därefter ökades intervallerna successivt upp till var 5:e minut.

4.1 Panna A

● Pannans tillverkningsdata

Fabrikat: Gustavsberg.	Utrustning: Rökgasfläkt, rökgasrenare.
Typ: Tornpanna HE-120.	Sotavlopp: Bottenavlopp, 1 st. ansl. 100.
Tillverkningsår: 1964.	Spolanordning: Fast monterade spolmunstycken, ansl. 32, i tornens övre del.
Kapacitet: 12 000 Mcal/h.	Övrigt: Pannan är konstruerad för vattensotning.
Eldyta: 500 m ² (2 torn).	

● Pannans driftförhållanden

Drifttid sedan föregående sotning: 30 dygn.	Tillsatsmedel i eldstad: -
Eldningsolja: EO nr 4.	Rökgasrenarens sotmängd under drifttiden: 3,3 l/m ³ olja.
Tillsatsmedel i oljan: -	
Oljeförbrukning under drifttiden: 900 m ³ .	

● Sotningens genomförande

Pannans tillstånd vid sotningens början: Varm.	Sotningens förlopp: Sotning av båda tornen samtidigt. Till en början varmt spolvatten (ca +60°C), därefter kallt vatten. Med det handmanövrerade spolmunstycket spolades vattnet genom de sotbelagda tuberna till pannans botten, varifrån det rann till en sotvattenbassäng.
Sotningstid: 28 min.	
Tillförd spolvattenmängd: 210 l/min., totalt 6 780 l.	
Spolvatten 1/m ² eldyta: 13,4.	
Bortspolad sotmängd 1/m ³ olja: 0,6.	

● Sotningens resultat (se TAB. A1 och A2)

Sotningseffektivitet:	God avrinning av sotvattnet. Effektiv spolning av de sotbelagda tuberna på grund av att de väl tilltagna munstyckena släppte fram rikligt med vatten. Tillfredsställande avloppsanslutning.
Tidsberoende:	73 % av sotet bortspolades under de första 7 minuterna och efter ytterligare 7 minuter var 90 % bortspolat. Återstående sotningstid - 14 minuter - användes i huvudsak till sköljning för att höja pH-värdet.
pH-värde:	TAB. A1 och A2 redovisar resultat från en normal sotning med avslut vid rent sotvatten och pH = 3,0. För att uppnå pH = 4,0 respektive pH = 6,0 fortsatte provtagningen, se 4.9.

TAB. A1. Värden avlästa vid provtagningarnas olika tidpunkter.

Tidpunkt efter start minuter	pH-värde	Sotmängdens andel i sotmediet vol. %
2	0,1	28,5
5	0,3	7,5
10	1,2	4,5
15	1,8	3,5
22	2,7	2,3
27	3,2	1,0

TAB. A2. Värden beräknade för provtagningarnas olika intervaller.

Tidsintervall minuter	Tidlängd minuter	<u>Spolvatten</u>		<u>Sot</u>		pH-medel- värde
		l	l/min.	l	l/min.	
0 - 3	3	650	215	300	100	0,1
3 - 7	4	840	210	100	25	0,3
7 - 12	5	1050	210	70	14	1,2
12 - 17	5	1050	210	45	9	1,8
17 - 22	5	1450	290	20	4	2,7
22 - 28	6	1740	290	10	2	3,2
Totalt	28	6780		545		

4.2 Panna B

● Pannans tillverkningsdata

Fabrikat: Parca.	Utrustning: Rökgasfläkt, rökgasrenare.
Typ: Tornpanna.	Sotavlopp: 1 st. ansl. 80, fritt mynnande över en uppsamlingsränna framför pannan.
Tillverkningsår: 1961.	Spolanordning: 2 st. slangar, ansl. 20, förlängda med gaffelformade järnrör, i vars spetsar 4 st. specialmunstycken var fästade. c/c munstycken = c/c tubhål i tornen.
Kapacitet: 4 500 Mcal/h.	Övrigt: Pannan är konstruerad för vattensotning.
Eldyta: 210 m ² (2 torn).	

● Pannans driftförhållanden

Drifttid sedan föregående sotning: 33 dygn.	Tillsatsmedel i eldstad: Dolomit.
Eldningsolja: EO nr 4.	Rökgasrenarens sotmängd under drifttiden: - (uppgift saknas).
Tillsatsmedel i olja: -	

● Sotningens genomförande

Pannans tillstånd vid sotningens början: - (uppgift saknas)	Sotningens förlopp: Tornen sotades vart för sig. Till en början sotning med varmt vatten, ca +40°C, därefter med kallt. Med hjälp av gaffelmunstyckena rensolades 8 st. tuber åt gången under högt tryck och rikligt med vatten.
Sotningstid: 3 tim.	
Tillförd spolvattenmängd: 120 l/min., totalt 21 600 l.	
Spolvatten l/m ² eldyta: 60 l (vid reducerad spoltid).	
Bortspolad sotmängd per m ³ olja: 1,8 l.	

● Sotningens resultat (se TAB. B1 och B2)

Sotningseffektivitet:	Effektiv spolning. Avloppet lätt att rensa vid igensättning.
Tidsberoende:	Samma sotningsresultat skulle erhållits, om spolningen pågått i 3 à 4 minuter för varje sotningsetapp (8 tuber). 90 % av sotet bortspolades redan under den första minuten av varje sotningsetapp.
pH-värde:	De höga pH-värdena på sotvattnet i etappernas början beror på tillsättningen av dolomit i eldstaden.

TAB. B1. Värden avlästa vid provtagningarnas olika tidpunkter.

Tidpunkt efter start minuter	pH-värde	Sotmängdens andel i sotmediet vol. %
0,0	1,4	50,0
0,5	2,3	4,0
1,0	2,4	2,0
1,5	2,5	1,0
2,0	2,5	1,0
3,0	3,0	
4,0	3,8	
5,0	5,9	
6,0	6,4	

TAB. B2. Värden beräknade för provtagningarnas olika intervaller.

Tidsintervall minuter	Tidlängd minuter	Spolvatten l	Sot l	pH-medel- värde
0 - 1	1	120	14	2,0
1 - 2	1	120	1	2,5
2 - 6	4	480	-	4,8
Totalt	6	720	15	

4.3 Panna C

● Pannans tillverkningsdata

Fabrikat: Gustavsberg.	Utrustning: Rökgasfläkt, rökgasrenare.
Typ: HE-OMV-50, kanalpanna.	Sotavlopp: Genom sotluckorna.
Tillverkningsår: 1968.	Spolanordning: Slang, ansl. 25, med järnrörsförlängning och munstycke.
Kapacitet: 5 000 Mcal/h.	
Eldyta: 156 m ² .	
Antal sotfickor: 3 st.	

● Pannans driftförhållanden

Drifttid sedan föregående sotning: 43 dygn.	Tillsatsmedel i eldstad: -
Eldningsolja: Destruktiv, motsvarande EO nr 3.	Rökgasrenarens sotmängd under driftstiden: - (uppgift saknas).
Tillsatsmedel i olja: -	
Oljeförbrukning under driftstiden: 360 m ³ .	

● Sotningens genomförande

Pannans tillstånd vid sotningens början: Pannbotten under sotfickorna renrakad från sot.	Sotningens förlopp: Förspolning av fickorna, därefter noggrannare spolning. Spolningstidens längd bestämdes av sotvattnets utseende. Efter avslutad spolning kontroll av pannans insida, så att inget fuktsamlade sotslagg fanns kvar.
Sotningstid: 48 min.	
Tillförd spolvattenmängd: 50 l/min., totalt 2 400 l.	
Spolvatten per m ² eldyta: 15,5 l.	
Bortspolad sotmängd per m ³ olja: 0,4 l.	

● Sotningens resultat (se TAB. C1)

Tidsberoende:	60 % av sotet avskildes under förspolningen (de första fyra minuterna). Vid sköljningen fanns sot kvar i det avrinnande vattnet.
pH-värde:	Någon efterspolning för att höja pH-värdet företogs inte. Anmärkningsvärt är de låga pH-värden, som erhållits vid avslutad spolning. För att exempelvis uppnå ett pH-värde = 3,0 fordras 3 ggr den nu tillförda vattenmängden, = 7 200 l. Om sotningen blivit utförd, då pannan förbrukat ca 300 m ³ olja, skulle åtgången endast blivit den dubbla vattenmängden = 4 800 l.

TAB. C1. Värden avlästa vid provtagningarna efter olika arbetsmoment.

	Per sotficka		Sotficka A		Sotficka B		Sotficka C		Sotfickor A+B+C	
	Tidlängd min.	Spolvatten l	Sot l	pH- värde	Sot l	pH- värde	Sot l	pH- värde	Spolvatten l	Sot l
Förspolning	4	200	19	0,9	30	0,7	30	0,7	600	79
Renspolning	10	500	9	1,5	17	1,4	28	1,4	1500	54
Sköljning	2	100	-	1,6	-	1,6	3	1,6	300	3
Totalt	16	800	28		47		61		2400	136

4.4 Panna D

● Pannans tillverkningsdata

Fabrikat: Gustavsberg.
Typ: HE, kanalpanna.
Tillverkningsår: 1967.
Kapacitet: 4 500 Mcal/h.
Eldyta: 140 m².
Antal sotfickor: 4 st.

Utrustning: Rökgasfläkt, rökgasrenare.
Sotavlopp: 2 st. plastavloppsrör,
ansl. 50, på panngaveln.
Spolanordning: Slang, ansl. 20, med
järnrörsförlängning och munstycke.

● Pannans driftförhållanden

Drifttid sedan föregående
sotning: 33 dygn.
Eldningsolja: Destruktiv,
motsvarande EO nr 3.
Tillsatsmedel i olja: -
Oljeförbrukning under
driftstiden: 315,4 m³.

Tillsatsmedel i eldstad: -
Rökgasrenarens sotmängd under drifts-
tiden: 7,0 l/m³ olja.

● Sotningens genomförande

Pannans tillstånd vid sot-
ningens början: Pannan
visksotad före vattensot-
ningen. Hårdare beläggningar
avlägsnades med stålborste.

Sotningens förlopp: Förspolning och
sedan noggrannare spolning som för
panna C.

Sotningstid: 52 min.
Tillförd spolvattenmängd:
35 l/min., totalt 1 820 l.
Spolvatten per m² eldyta:
13,0 l.
Bortspolad sotmängd per
m³ olja: 0,3 l.

● Sotningens resultat (se TAB. D1)

Sotningseffektivitet:

Igensättning av de klena avloppsrören,
ansl. 50, kunde undvikas genom den
föregående visksotningen. (65 l torrt
sot bortfördes, dvs. 80 % av sotet.)
Härigenom blev vattensotningen effek-
tivare.

pH-värde:

Visksotning i kombination med vatten-
sotning ger högre pH-värden än vad
som kan uppnås vid enbart vattensot-
ning.

För att uppnå pH-värde = 3,0 vid av-
slutad sotning fordras den dubbla
vattenmängden, 70 l/min., totalt
3 600 l.

TAB. D1. Värden avlästa vid provtagningarna efter olika arbetsmoment.

	Per sotficka		Sotficka A		Sotficka B		Sotficka C		Sotficka D		Sotfickor A+B+C+D	
	Tidlängd min.	Spolvatten l	Sot l	pH- värde	Sot l	pH- värde	Sot l	pH- värde	Sot l	pH- värde	Spolvatten l	Sot l
Förspolning	3	105	1	1,3	4	1,0	4	1,0	2	1,0	420	11
Renspolning	8	280	-	1,4	3	1,1	3	1,2	-	1,1	1120	6
Sköljning	2	70	-	2,0	-	2,0	-	2,1	-	2,0	280	-
Totalt	13	455	1		7		7		2		1820	17

4.5 Panna E

● Pannans tillverkningsdata

Fabrikat: Parca. Utrustning: Rökgasfläkt, rökgasrenare.
 Typ: 52 SV F, kanalpanna. Sotavlopp: 2 st. rör, ansl. 100, från pannbotten.
 Tillverkningsår: 1956. Spolanordning: Slang, ansl. 15, med munstycke.
 Kapacitet: 3 500 Mcal/h. Eldyta: 145 m².
 Antal sotfickor: 3 st.

● Pannans driftförhållanden

Drifttid sedan föregående sotning: 7 dygn. Tillsatsmedel i eldstad: -
 Eldningsolja: EO nr 4. Rökgasrenarens sotmängd under drifttiden: 1,0 l/m³ olja.
 Tillsatsmedel i olja: - Övriga data: Sotning av pannan 1 gång/vecka, vilket innebär att större sotmängd per förbrukad oljemängd avsätts i pannan och mindre avskiljs i rökgasrenare.
 Oljeförbrukning under drifttiden: 38,3 m³.

● Sotningens genomförande

Pannans tillstånd vid sotningens början: Varm panna. Sotningens förlopp: Renspolning direkt utan förspolning. Efter sköljning av fickorna renspolning av pannbotten under fickorna genom sotluckorna på panngaveln.
 Sotningstid: 22 min.
 Tillförd spolvattenmängd: 25 l/min., totalt 550 l.
 Spolvatten per m² eldyta: 4,0 l.
 Bortspolad sotmängd per m³ olja: 1,4 l.

● Sotningens resultat (se TAB. E1)

pH-värde: Mycket lite vatten under svagt tryck har använts. En ökning av vattenmängden till 6 à 8 l/m² eldyta skulle ge godtagbara pH-värden vid avslutad sotning.

TAB. E1. Värden avlästa vid provtagningarna efter olika arbetsmoment.

	Per sotficka		Sotficka A		Sotficka B		Sotficka C		Sotfickor A+B+C		
	Tidlängd min.	Spolvatten l	Sot l	pH-värde	Sot l	pH-värde	Sot l	pH-värde	Spolvatten l	Sot l	pH-medelvärde
Renspolning	5	125	10	1,2	23	0,8	12	0,8	375	45	
Sköljning	1	25	1	1,8	2	1,7	2	1,2	75	5	
Bottenspolning	x)								100	3	2,1
Totalt									550	53	

x) Samtliga fickor: 4 min.

● Pannans tillverkningsdata

Fabrikat: Parca.
 Typ: 62 FV, kanalpanna.
 Tillverkningsår: 1963.
 Kapacitet: 2 000 Mcal/h.
 Eldyta: 74 m².
 Antal sotfickor: 3 st.

Utrustning: Rökgasfläkt, rökgasrenare.
 Sotavlopp: 2 st. sotluckor på nedre panngaveln (ca 30 x 10 cm).
 Spolanordning: Slang, ansl. 20.

● Pannans driftförhållanden

Drifttid sedan föregående sotning: 30 dygn.
 Eldningsolja: EO nr 4 (lågsvavlig).
 Tillsatsmedel i olja: -
 Oljeförbrukning under driftstiden: 93,2 m³.

Tillsatsmedel i eldstad: -
 Rökgasrenarens sotmängd under driftstiden: - (uppgift saknas).

● Sotningens genomförande

Pannans tillstånd vid sotningens början: Pannan i drift tills 2 timmar före sotningens början.
 Sotningstid: 33 min.
 Tillförd spolvattenmängd: 100 l/min., totalt 3 300 l.
 Spolvatten per m² eldyta: 44 l.
 Bortspolad sotmängd per m³ olja: 2,0 l.

Sotningens förlopp: Botten och pannans väggar spolades med kallt vatten 12 minuter genom sotluckorna på panngaveln. I övrigt vattensotning som för panna C och D.

● Sotningens resultat (se TAB. F1)

Sotningseffektivitet:

Effektiv sotning med helt rena pannväggar och höga pH-värden vid avslutad sotning.

pH-värde:

De höga pH-värden som uppnåtts vid den inledande bottensoeningen beror på att en lågsvavlig olja använts.

TAB. F1. Värden avlästa vid provtagningarna efter olika arbetsmoment.

	Per sotficka		Sotficka A		Sotficka B		Sotficka C		Sotfickor A+B+C		
	Tidlängd min.	Spolvatten l	Sot l	pH-värde	Sot l	pH-värde	Sot l	pH-värde	Spolvatten l	Sot l	pH-medelvärde
Bottenspolning	4	400	40	1,7	40	1,7	40	1,7	1200	120	1,7
Förspolning	2	200	5	2,2	4	2,1	5	2,3	600	14	
Renspolning	4	400	7	2,6	8	2,4	4	2,9	1200	19	
Sköljning	1	100	2	3,1	1	3,1	1	3,0	300	4	
Totalt	11	1100	54		53		50		3300	157	

4.7 Panna G

● Pannans tillverkningsdata

Fabrikat: Parca.	Utrustning: Rökgasfläkt, rökgasrenare.
Typ: 65 FV, kanalpanna.	Sotavlopp: 2 st. sotluckor på panngaveln.
Tillverkningsår: 1966.	Spolanordning: Slang, ansl. 25, med krent munstycke.
Kapacitet: 2 000 Mcal/h.	
Eldyta: 74 m ² .	
Antal sotfickor: 2 st.	

● Pannans driftförhållanden

Drifttid sedan föregående sotning: 48 dygn.	Tillsatsmedel i eldstad: Dolomit.
Eldningsolja: EO nr 4.	Rökgasrenarens sotmängd under drifttiden: 10,5 l/m ³ olja.
Tillsatsmedel i olja: -	Övriga data: Lång eldningsperiod eller hög rök hastighet medförde mindre mängd sot per förbrukad oljemängd avsatt i pannan och större mängd avskilt i rökgasrenaren.
Oljeförbrukning under drifttiden: 164,7 m ³ .	

● Sotningens genomförande

Pannans tillstånd vid sotningens början: Pannan avstängd 10 min. före spolningens början.	Sotningens förlopp: Renspolning direkt utan förspolning. I övrigt sotning som för panna C och D.
Sotningstid: 36 min.	
Tillförd spolvattenmängd: 40 l/min., totalt 1 440 l.	
Spolvatten per m ² eldyta: 20,0 l.	
Bortspolad sotmängd per m ³ olja: 0,3 l.	

● Sotningens resultat (se TAB. G1)

Tidsberoende:	Pannan blev snabbt fri från sot på grund av att vattentrycket var högt.
---------------	---

TAB. G1. Värden avlästa vid provtagningarna efter olika arbetsmoment.

	Per sotficka		Sotficka A		Sotficka B		Sotfickor A+B	
	Tidlängd min.	Spolvatten l	Sot l	pH-värde	Sot l	pH-värde	Spolvatten l	Sot l
Renspolning	16	640	18	1,5	30	1,1	1280	48
Sköljning	2	80	-	1,9	1	1,8	160	1
Totalt	18	720	18		31		1440	49

4.8 Panna H

● Pannans tillverkningsdata

Fabrikat: Swendsén & Wikström. Typ: Kanalpanna. Tillverkningsår: 1950. Kapacitet: 1 500 Mcal/h. Eldyta: 120 m ² . Antal sotfickor: 3 st.	Utrustning: Rökgasfläkt och rökgasrenare saknas (självdraagspanna). Sotavlopp: 2 st. bottenavlopp, ansl. 100. Spolanordning: Slang, ansl. 20, med järnrörsförlängning och munstycke.
---	--

● Pannans driftförhållanden

Drifttid sedan föregående sotning: 9 dygn. Eldningsolja: EO nr 4. Tillsatsmedel i olja: 'Miccil', 1 l/m ³ olja. Oljeförbrukning under driftstiden: 18,5 m ³ .	Tillsatsmedel i eldstad: - Rökgasrenarens sotmängd under driftstiden: - Övriga data: Täta sotningsperioder på grund av att rökgasfläkt saknas.
--	--

● Sotningens genomförande

Pannans tillstånd vid sotningens början: Varm panna. Sotningstid: 24 min. Tillförd spolvattenmängd: 45 l/min., totalt 1 080 l. Spolvatten per m ² eldyta: 9,0 l. Bortspolad sotmängd per m ³ olja: 3,6 l.	Sotningens förlopp: /Se panna F.
---	----------------------------------

● Sotningens resultat (se TAB. H1)

Sotningseffektivitet:	Sotet i pannan var lätt och poröst varför det gick lätt att spola rent.
-----------------------	---

TAB. H1. Värden avlästa vid provtagningarna efter olika arbetsmoment.

	Per sotficka		Sotficka A		Sotficka B		Sotficka C		Sotfickor A+B+C	
	Tidlängd min.	Spolvatten l	Sot l	pH-värde	Sot l	pH-värde	Sot l	pH-värde	Spolvatten l	Sot l
Bottenspolning	1	45	10	0,9	10	0,9	10	0,9	135	30
Renspolning	5	225	10	1,5	9	1,4	14	1,3	675	33
Sköljning	2	90	1	2,4	1	2,3	1	2,2	270	3
Totalt	8	360	21		20		25		1080	66

4.9 Panna A, fortsatt sotning

Avsikten med de fortsatta provtagningarna var att uppnå det av hälsovårdsnämnderna vedertagna värdet pH = 6,0. Undersökningen avslutades när sotvattnets pH-värde uppnått 5,8. Spolvattnets eget pH-värde var endast 6,0. Resultaten framgår av TAB. A3 och A4.

TAB. A3. Värderna avlästa vid provtagningarnas olika tidpunkter.

Tidpunkt efter start min.	pH-värde	Sotmängdens andel i sotmediet vol. %
32	3,6	0,5
38	3,9	0,3
43	4,1	0,25
48	4,3	} sotmängden obetydlig
53	4,6	
58	5,0	
63	5,3	
68	5,6	
73	5,8	

TAB. A4. Redovisning av totala sotningsförloppet i relation till uppnådda pH-värden.

Uppnått pH-värde	Total tidlängd min.	Total spolvattenmängd l	Total sotmängd l	pH-medelvärde
1,5	12	3070	470	0,6
3,2	28	6780	545	1,5
4,0	39	10000	550	2,3
5,8	73	20000	550	3,4

Här provade värmepannor är konstruerade för vattensotning. Trots detta uppfyller pannorna inte de krav som kan ställas, när flertalet panncentraler nu övergått till enbart vattensotning.

Tornpannorna är lättast att sota. Man kan använda rikliga vattensmängder under högt tryck. Sotningens effektivitet skulle öka om fasta spolmunstycken, med en kapacitet av 150-200 l vatten/min., monterades i tornen. Med en sådan anordning kan pH-slutvärden av 4,0 eller 6,0 nås utan svårighet.

Kanalpannorna är mera otillgängliga. Kanalväggarna kan lätt spolars rena med hjälp av långa, väl avpassade munstycken. Mera svåråtkomliga är kanalernas tak. Sotet stannar kvar, genomfuktas och ger upphov till korrosionsskador. Sotningens effektivitet skulle öka om följande synpunkter beaktades:

- Fasta spolmunstycken med en kapacitet av minst 100 l vatten/min. bör monteras i pannan.
- Sotluckornas dagmått bör ökas.
- Sotvattenutloppets diameter bör vara minst 100 mm.
- Sotvattnet bör rinna ut genom sotluckor vid pannbotten in i en större uppsamlingstratt, där grövre sotflagor samlas.

LITTERATUR

Hecktor, B.O. och Peterson, F., Vattensotning, VVS, tidskrift för värme, ventilations-, sanitets- och kylteknik, Stockholm. Nr 3:1968.

Berry, I. och Ericsson, I.W., Vattensotning av högeffektpannor och avloppsteknisk behandling av sotningsvatten, Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm. Rapport 41:1969.

R10: 1970

Denna rapport avser anslag nr D 506 från Statens råd för byggnadsforskning till Rörplanering AB, Stockholm

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm
Abonnemangsgrupp: k (konstruktion)

Pris: 9 kronor