

**DRIFTSERFARENHETER AV KORROSION
I HAVSVATTENKYLDA VÄRMEVÄXLARE
I FINSKA OCH SVENSKA KRAFTVERK**

Sture Henrikson



Ärende Operational experiences of corrosion
in seawatercooled heat exchangers in
Finnish and Swedish power plants

Uppdragsgivare: Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning
c/o Civ ing Owe Strandberg
Studsvik Energiteknik AB
611 82 NYKÖPING

Utskrivet av: UN

Handläggare: Sture Henrikson *SH*

Godkänt Mats Linder *ML*

Reg nr: 51 401/5

Datum 1981-12-16

SUMMARY

A survey has been made of the corrosion in seawatercooled heat exchangers in Finnish and Swedish power plants. The survey covers altogether 58 heat exchanger positions, many of which comprising two or more units. Their periods in operation vary between 2.800 and 110.000 h. The answers to the questionnaire have revealed mainly the following:

1. Of the tube materials, titanium and the highalloy stainless steels MONIT, 254 SMO and Al-6X have been entirely corrosionresistant during 2-3 years of operation. Aluminium brass has been attacked by erosion corrosion and pitting, and CuNi 70/30 by erosion corrosion. The failure rate (FR) for aluminium brass is normally below 0,1, which is less than half of that reported from American power stations cooled with pure seawater. In the most severely attacked nuclear power condensers the FR is about 0,2. This figure would, however, have been higher if annual retubing on the basis of eddy current test had not been done. With the exception of the latter extreme case there is no difference in FR between nuclear and fossile-fired power stations. The survey shows that addition of FeSO_4 and cathodic protection with impressed current from Fe anodes reduces the corrosion in aluminium brass. On the other hand no conclusions can be drawn about the effect of Taprogge cleaning or chlorination.
2. Tube plates of Muntz metal, Naval Brass and stainless clad steel have exhibited very marginal corrosion problems. In the latter, however, the corrosion in the crevices between the tubes and the tube plate has increased after changing from aluminium brass to titanium tubes. In one case this was dealt with by coating with epoxy resin.

3. In water boxes of carbon steel and cast iron with with organic coating the corrosion problems have been small. In the few cases in which stainless steels have been used AISI 304 has been attacked by crevice corrosion. AISI 321 and 316 protected by Zn, ZnAl and Fe anodes, type 904 L without cathodic protection, have not been appreciable attacked by corrosion.



Korrosionsinstitutet
Swedish Corrosion Institute

Postadress: Box 5607
114 86 Stockholm
Telefon: 08 - 22 25 40
Besök: **Kontoret**
Drottning Kristinas väg 47 D
Laboratoriet
Drottning Kristinas väg 48

Ärende Driftserfarenheter av korrosion i havs-
vattenkylda värmeväxlare i finska och
svenska kraftverk.
SVF M 12

Uppdragsgivare: Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning
c/o Civ ing Owe Strandberg
Studsvik Energiteknik AB
611 82 NYKÖPING

Utskrivet av: UN

Handläggare: Sture Henrikson *SH*

Godkänt

Mats Linder *ML*

Reg nr: 51 401/5 *SH* Datum 1981-11-25

1. BAKGRUND

Föreliggande kartläggning av korrosionen i havsvattenkylda värmeväxlare i finska och svenska kraftverk har utförts på uppdrag av referensgruppen för saltvattenprojekt inom Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning (SVF). En liknande inventering som dock begränsades till havsvattenkylda kondensorer i svenska kärnkraftverk, utgavs 1979 (1). Även denna gång har syftet varit att insamla så fullständiga uppgifter som möjligt om de stora värmeväxlarna, kondensorererna. Tack vare den välvilliga inställning till enkäten som vissa kraftverk visat har det emellertid varit möjligt att i begränsad omfattning redovisa erfarenheter även från mindre kylare.

2. KARTLÄGGNINGSFÖRFARANDE

Insamlingen av de aktuella uppgifterna har utförts dels genom en skriftlig enkät (BIL 1), dels genom personliga besök och telefonkontakter. Namnen på samtliga kraftverk och de personer som därstädes handlagt ärendet framgår av BIL 2. Inget av kraftverken har krävt konfidentiell behandling av svaren.

Utöver de i BIL 2 namngivna personerna har ytterligare Olof Forsén från Helsingfors Tekniska Högskola, Seppo Yläsaari från Cormet OY och Jüri Tavast från Stal-Laval Turbin AB bidragit med värdefulla synpunkter och kompletteringar.

Ett varmt tack framföres härmed till alla dem som med intresse och stort tålamod besvarat enkäten samt granskat tabellerna i flera remissomgångar.

3. RESULTAT

Resultaten av enkätsvaren har sammanställts i följande tabeller:

3.1 Finska kraftverkskondensorer och mindre värmeväxlare

TABELL 1. Konstruktionsdata

Tabellen anger i klartext vilket kraftverk som avses och vilket år kylvattenpumparna startades, vilken typ av värmeväxlare och vilket fabrikat som avses, tubdimensionerna samt materialet i tuber, tubplåtar och vattenkammare. Varje värmeväxlare har erhållit ett löpnummer från Botenhavet i norr till Finska viken i öster.

TABELL 2. Miljö och driftsdata.

I denna tabell redovisas för respektive värmeväxlare vattnets kloridhalt, max temperatur, nominella strömningshastighet och den totala drifttiden samt huruvida värmeväxlaren varit försedd med katodiskt skydd av något slag eller med Taprogge-rengöring. Användningen av järnsulfat (FeSO_4) resp klordosering anges även.

TABELL 3. Erfarenheter av korrosion

I denna tabell redovisas vilken korrosionstyp som iakttagits i tuber, på tubplåtar och i vattenkammare. Antalet läckor orsakade av korrosion från kylvattensidan anges även liksom antalet övriga pluggade eller utbytta tuber. På basis av antalet tuber som läckt (a) under viss tidsperiod (b) och det totala antalet tuber (c) har läckagefrekvensen (FR=Failure Rate) per 10.000 driftstimmar beräknats enligt nedanstående ekvation:

$$FR = \frac{a \cdot 100}{b \cdot c \cdot 10^{-4}}$$

Detta bedömningskriterium lanserades först i USA, där man på basis av ett statistiskt underlag från ett stort antal kraftverkskondensorer fann en medelläckagefrekvens av 0,20 för aluminiummässingstuber i rent och 0,33 i förorenat havsvatten (2). De värden på FR som här redovisas är i allmänhet baserade på den uppgivna totala drifttiden som varierat inom vida gränser. Det är sällsynt med läckage efter kortare drifttid än 20000 h men relativt vanligt efter 30000 h, motsvarande ca fyra driftsäsonger. Detta innebär att FR beräknad på den totala drifttiden blir lägre än om den hade baserats enbart på de sista 10000 drifttimmarna. Alltefter som drifttiden ökar minskar dock effekten härav. FR kan för övrigt både stiga och sjunka alltefter rådande miljö- och driftsbetingelser.

FR-värdet kan också ge en skev bild av verkligheten ifall en omfattande läckageförebyggande pluggning på basis av virvelströmsprovningar har utförts. I de fall ett stort antal tuber uppges pluggade i kolumnen "övriga pluggade eller utbytta tuber" rör det sig i allmänhet om en dylik preventativ pluggning eller omtubning.

3.2 Svenska kraftverkskondensorer och mindre värmeväxlare

TABELL 4. Konstruktionsdata

Samma uppställning har använts som i Tabell 1. Värmeväxlarna är numrerade från Bottenhavet i norr till Kattegatt i väster.

TABELL 5. Miljö- och driftsdata

Tabellen är uppställd på samma sätt Tabell 2 för de finska värmeväxlarna.

TABELL 6. Erfarenheter av korrosion

Tabellen motsvarar Tabell 3 för de finska värmeväxlarna.

4. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Av de i Tabellerna 1-6 sammanställda enkätsvaren kan följande konklusioner dras beträffande de olika värmeväxlarkomponenternas korrosionshårdighet:

4.1 Tuber

Det dominerande tubmaterialet i såväl Finland som Sverige har varit aluminiummässing. I Finland används dock i de rysktillverkade värmeväxlarna även CuNi 70/30 och i några mindre kylare dessutom CuNi 90/10 och rostfritt stål AISI 317.

I Sverige, där aluminiummässing ursprungligen var helt dominerande, har på senare år allt fler stora kondensorer omtubats med titan. CuNi 70/30 har också använts i en stor kondensor (vvx 19) och CuNi 90/10 i mindre kylare.

I båda länderna har dessutom tuber av höglegerade rostfria stål, 254 SMO, MONIT, Al-6X och Wst. 1.4439, installerats i några kondensorer (vvx 8, 9 och 23 i Finland och vvx 18 i Sverige) i provningssyfte.

Tuberna av aluminiummässing har i många fall erhållit angrepp av erosionskorrosion och gropfrätning. I Finland har dessutom fall av avzinkning rapporterats. Läckagefrekvensen, FR, har dock i allmänhet varit lägre än 0,1, alltså mindre än hälften av det medelvärde på 0,20 som rapporterats gälla för ren havsvattendrift i USA (2).

Någon skillnad i läckagefrekvens mellan kondensorer i fossileldade kraftverk och kärnkraftverk kan inte påvisas med undantag för vvx 16-17 i vilka läckagefrekvensen av okänd anledning varit så hög som 0,2. Detta värde skulle dessutom ha blivit betydligt högre om inte omfattande tubbyten hade utförts på basis av virvelströmskontroll. Här inträffade också det ofattbara att nya tuber penetrerades på en driftsäsong. Svavelväte, som anses kunna befrämja korrosionen av kopparmaterial i havsvatten, kunde aldrig påvisas i detta kraftverk.

Även om en läckagefrekvens av 0,1 kan synas låg måste man komma ihåg, att detta för en stor kondensor med 30000 tuber innebär att ca 20 tuber springer läck på en driftsäsong (7500 h). En dylik skadeomfattning kan inte

accepteras i stora anläggningar av typ kärnkraftverk där inkomstbortfallet per dygn idag överskrider 2 miljoner kronor. I PWR-stationer utan kondensatrening kan denna kostnad ytterligare flerdubblas om ånggeneratorerna skadas genom denting orsakad av inläckande klorider. Konsekvenserna av detta är att alla svenska kärnkraftskondensorer med undantag för dem i Forsmark 1 och 2 redan försetts med titantuber.

Ifall en mycket hög läckagefrekvens erhållits, t ex 3,0 i vvx 16 i Finland, kan orsaken vara för hög strömningshastighet, i detta extremfall 2,7 m/s. Inom hastighetsintervallet 1,4-1,8 m/s synes läckagefrekvensen vara lägre än vid de oftast rådande strömningshastigheterna kring 2 m/s.

En FeSO_4 -dosering till kylvattnet minskar i allmänhet läckagefrekvensen i tuber av aluminiummässing. De bästa exemplen på detta är de svenska vvx 24 och 25 relativt vvx 22 och 23 i samma kraftverk samt den finska vvx 33 i vilken FR sjönk från 0,14 till 0,04 efter införandet av FeSO_4 -dosering. I det sistnämnda fallet kan dock en förbättrad avluftning som genomfördes samtidigt ha bidragit till det goda resultatet.

Någon effekt av Taprogge-behandlingen på kondensortubernas korrosionshårdighet kan inte utläsas av enkäten. Det är dock troligt att en dylig behandling inte enbart befrämjar värmeöverföringen utan även bidrar till att minska benägenheten för avlagringskorrosion. Ett exempel på begynnande korrosion av detta slag i avsaknad av Taprogge-rengöring är den svenska vvx 1.

Klorering i påväxtbekämpande syfte används i få kraftverk och några slutsatser om inverkan av denna behandling på korrosionshårdigheten hos värmeväxlarna kan inte dras.

Av andra tubmaterial än aluminiummässing bör CuNi 70/30 nämnas därför att man i två fall, i vvx 19 i Sverige och i vvx 23 i Finland, erhållit oväntat kraftiga angrepp av erosionskorrosion. I det svenska kärnkraftverket ledde detta till total omtubning med titan redan efter en driftsäsong. Sulfider påvisade i korrosionsprodukterna antogs ha bidragit. I det finska kärnkraftverket ledde korrosionen till införande av katodiskt skydd med påtryckt ström från järnanoder, varefter korrosionen uppgivits vara under kontroll (3). Ett läckage är för övrigt mindre skadligt i sistnämnda fall eftersom kondensatrening finns.

Effekten av de offeranoder av järn som används i de svensktillverkade kondensorererna framkommer inte av enkätsvaren. Däremot visar vissa installationer av katodiskt skydd med påtryckt ström från järnanoder att en redan konstaterad erosionskorrosion bromsats upp (vvx 8, 9, 10, 11 och 23 i Finland). I ett fall med extremt kraftig korrosion (vvx 17 i Sverige) har detta skydd emellertid inte varit tillfyllt.

Ifall en kondensor skyddats ända från början med det ovan beskrivna katodiska skyddet (vvx 1 i Sverige) har inloppserosion helt kunnat undvikas men däremot inte angrepp av gropfrätningsskarakterer längre in i tuberna (5).

Erfarenheten av de höglegerade rostfria stål som testats i olika kondensorer har varit helt positiva med undantag för Wst. 1.4449 i den finska vvx 9 i vilken tecken på avlagringskorrosion iakttagits (4). Det kan också nämnas att den finska vvx 7 avses omtubas med 254 SMO (4).

Som väntat har inga korrosionsskador uppstått på värmeväxlartuber av titan.

4.2 Tubplåtar

Det oftast använda tubplåtsmaterialet är Muntz metall. Andra kopparmaterial som förekommer i mindre omfattning är Naval Brass och aluminiumbrons. Dessutom har i vissa fall mässing utan närmare precisering angivits.

I kondensorer av fabrikaten SLA och BBC är tubplåtarna i allmänhet av kom-poundplåt med rostfritt stål av typ SS 2343 eller liknande i pläterings-skiktet. I ett fall består detta av ett högre legerat stål, Wst. 1.4439 i vvx 11 i Sverige. Dessutom har vvx 18 i Sverige nyligen försetts med nya tubplåtar av homogent 254 SM0. I mindre värmväxlare förekommer också tub-plåtar av SS-stål 2333 och 2337.

Tubplåtar av titankompound med tätsvetsade titantuber finns i två svenska kärnkraftskondensorer (vvx 19 och 20). I övriga kondensorer som omtubats med titan är tubplåtarna av rostfri kom-poundplåt. I ett fall (vvx 21) har denna belagts med lösningsmedelsfri epoxi.

Kolstål med organisk beläggning har även använts i några mindre kylare i Finland (vvx 25 och 31). Även i Sverige förekommer detta trots att det inte framgår av enkäten.

Erfarenheterna av tubplåtar i Muntz metall, Naval Brass och aluminiumbrons har i allmänhet varit goda. I icke närmare preciserad mässing (vvx 27 och 30 i Finland) rapporteras avzinkning ha inträffat.

På tubplåtar av homogent rostfritt stål av typ AISI 304 (SS 2333) har spalt-korrosion uppstått. Skyddsmålning med epoxifärg och/eller zinkanoder har använts för att motverka denna korrosion (vvx 13, 23, 28 och 32 i Finland).

I tubplåtar av rostfri kom-poundplåt har kolstålet i anslutning till inval-sade tuber av såväl aluminiummässing som titan rostat. Denna korrosion, som synes sammanhånga med kvaliteten på invalsningsen och kanske också med pläteringsskiktets tjocklek, har varit harmlös i kontakt med mässingstuber. Med titantuber uppträder rosten redan på ett tidigt stadium (5). Det är dock för tidigt att uttala sig om hur allvarlig denna korrosion är på läng-re sikt. I två fall (vvx 12 och 16 i Sverige) har också spaltkorrosion i den rostfria pläteringen i invalsningssspalten påvisats. För att förhindra dylika angrepp, liksom för att åstadkomma bästa tänkbara täthet, har en kondensor av ovanstående utförande belagts med epoxifärg på tubplåtarna (vvx 21 i Sverige). För övrigt har på de rostfria kom-poundplåtarna före-kommit angrepp av spaltkorrosion går gummerringen på vattenkammaren över-lappar tubplåten (5). Att dessa skador hållits inom rimliga gränser lik-som korrosionen för övrigt på tubplåtarna beror säkert till stor del på användningen av offeranoder av järn.

I de få fall tubplåtar av målat kolstål använts har korrosion, dels van-lig allmän korrosion, dels galvanisk korrosion från tuber av CuNi 70/30, uppstått p g a bristande kvalitet hos beläggningen.

4.3 Vattenkammare

Vattenkamrarna, som normalt är tillverkade av gjutjärn eller kolstål, har oftast varit belagda med gummi, epoxi eller någon annan organisk be-läggning. Även obelagt kolstål och gjutjärn förekommer emellertid liksom rostfritt stål av typ SS 2333, 2337, 2343 och 2562.

Enkätsvaren har varit mycket bristfälliga vad avser vattenkamrarnas upp-förande. Dock har korrosion på kolstål och gjutjärn till följd av brist-

fällig målning rapporterats liksom även galvanisk korrosion på flänsytor av obelagt kolstål i kontakt med rostfritt stål (vvx 7, 25, 27 och 31 i Finland). Spaltkorrosion på vattenkammare av AISI 304 har också rapporterats.

I likhet med tubplåtarna har man skyddat vattenkammarna mot ovan beskrivna korrosionstyper genom målning med epoxi och/eller katodiskt skydd medelst Zn- eller ZnAl-anoder.

Skador i själva den organiska beläggningen som inte lett till direkta korrosionsangrepp har inte omfattats av enkäten. Till denna kategori hör den blåsbildning och avflagning av gummibeläggningar som varit rätt vanlig, åtminstone i svenska kondensorer (5).

5. SAMMANFATTNING

En kartläggning har utförts av korrosionen i havsvattenkylda värmeväxlare i finska och svenska kraftverk. Totalt omfattas 58 olika värmeväxlarpositioner av vilka många innehåller två eller flera enheter. Drifftiderna varierar mellan 2800 och 110000 h. Följande huvudsakliga resultat har framkommit vid bearbetningen av enkätsvaren:

1. Av tubmaterialen har titan och de höglegerade rostfria stålen MONIT, 254 SMO och Al-6X varit helt korrosionsbeständiga under 2-3 års drift. Aluminiummässing har angripits av erosionskorrosion och gropfrätning och CuNi 70/30 av erosionskorrosion. Läckagefrekvensen (FR) för aluminiummässing är normalt lägre än 0,1, vilket är mindre än hälften av vad som rapporterats från amerikanska kraftverk kylda med rent havsvatten. I de kraftigast angripna kärnkraftskondensorererna är FR ca 0,2. Detta värde hade dock blivit högre om inte en årlig omtubning på basis av virvelströmsprovning företagits. Med undantag av sistnämnda extremfall föreligger ingen skillnad i FR mellan kärnkraftverk och fossileldade kraftverk. Enkäten visar att dosering av FeSO_4 och katodiskt skydd med påtryckt ström från Fe-anoder minskar korrosionen i aluminiummässing. Däremot går det inte att dra några slutsatser om inverkan av Taproggerengöring eller klordosering.

2. Tubplåtar av Muntz metall, Naval Brass och rostfri kompositplåt har erbjudit mycket marginella korrosionsproblem. I de sistnämnda har dock korrosionen i invalsningsspalten ökat vid övergång från aluminiummässing till titantuber. I ett fall har detta åtgärdats genom epoxibeläggning.

3. I vattenkammare av kolstål och gjutjärn med organisk ytbeläggning har korrosionsproblemen varit små. I de få fall rostfria stål kommit till användning har SS-stålet 2333 angripits av spaltkorrosion. SS-stålen 2337 och 2343 skyddade med Zn-, ZnAl- och Fe-anoder och SS-stålet 2562 utan katodiskt skydd har inte angripits nämnvärt av korrosion.

6. LITTERATUR

1. Henrikson, S: Drifterfarenheter från havsvattenkylda kondensorer i svenska kärnkraftverk. Stiftelsen för Värmeteknisk Forskning, SVF-68, Studsvik, Nyköping, februari 1979, p 1-17.
2. Newton, E H, Birkett, J D: "Survey of Condenser Tube Life in Salt Water Service" Report No C-68373, Report to Office of Saline Water, Dept of Interior, Contract No 1401-0001-956, 71 (February 1967).

3. Lecklin, E: Personligt meddelande.
4. Henrikson, S: Besök vid kraftverken i Nådendal och Ingå i Finland, 1981-08-27--29. 51 401/8, 1981-09-16.
5. Henrikson, S: Personligt meddelande.

TABELL 1: Finska kraftverkskondensorer och mindre värmeväxlare (vvx). Konstruktionsdata.

Kraftverk Pumpstart år	Värmewäxlare Typ och fabrikat	Nr	Tubdimension Dy x tj x l mm	Antal tuber per vvx	Material i		
					Tuber	Tubplåtar	Vattenkammare
Kristinestad 1974	Kondensor LMZ, Leningrad	1	30x1x8055	11968	CuNi 70/30	Naval brass	Epoxi på gjutjärn
Björneborg	Kondensor LMZ, Leningrad	2	30x1x8055	11968	CuNi 70/30	Naval brass	Epoxi på gjutjärn
Olkiluoto 1 1977	Kondensorer, 2 st SLA	3	24x1 och 24x1,5	19500	Al-mässing	2343-kompound	Gummerat kolstål
Olkiluoto 2 1978	Kondensorer, 2 st SLA	4	24x1 och 24x1,5	19500	Al-mässing	2343-kompound	Gummerat kolstål
Nådendal 1 1960	Kondensorer, 2 st AEG	5	23x1x8000	8328+ 3592	Al-mässing	Muntz metall	Epoxi på gjutjärn
Nådendal 2 1964	Kondensorer, 2 st AEG	6	23x1x8000	8148+ 4074	Al-mässing	Muntz metall	Epoxi på gjutjärn
Nådendal 3 1972	Kondensorer, 2 st KWU	7	23x1x8000	8148+ 4074	Al-mässing 254 SM0 ¹	Muntz metall	Asfaltlack på gjutj.
Ingå 1 1973	Kondensor KWU	8	23x1x8400	10800	Al-mässing MONIT ²	Muntz metall	Epoxi på kolstål
Ingå 2 1975	Kondensor KWU	9	23x1x8400	10800	Al-mässing Wst. 1.4439 ³	Muntz metall	Epoxi på kolstål
Ingå 3 1976	Kondensor KWU	10	23x1x8400	10800	Al-mässing	Muntz metall	Epoxi på kolstål
Ingå 4 1978	Kondensor KWU	11	23x1x8400	10800	Al-mässing	Muntz metall	Epoxi på kolstål
Finnå 1978	Sötvattenkylare Lämmönsiirrin OY	12	18x1x4996	260	Al-mässing	2343-kompound	SS-stål 2562
Finnå 1977	Hjälpkylare Lang/BBC-lic.	13	24x1x7000	2454	Al-mässing	SS-stål 2337	Gummerat gjutjärn
Finnå 1977	Oljekylare ⁴ 2 st SERCK	14	11x0,8x1919	206	Al-mässing	Al-brons	Gjutjärn

TABELL 1: Forts.

Kraftverk Pumpstart, år	Värmeväxlare		Tubdimension Dy x tj x l mm	Antal tuber per vvx	Material i		
	Typ och fabrikat	Nr			Tuber	Tubplåtar	Vattenkammare
Finnå 1980	Oljekylare, 2 st Lang/BBC lic.	15	20x1x1580	68	CuNi 70/30	CuNi 70/30	SS-stål 2337
Finnå 1977	Oljekylare, 2 st ₄ SERCK	16	11x0,8x1152	84	Al-mässing	Naval brass	Gjutjärn
Finnå 1977	Sötvattenkylare 4 st Lämmönsiirrin OY	17	18x1x6000	70	Al-mässing	Mässing	SS-stål 2343
Finnå 1977	Oljekylare, 2 st Lang/BBC-lic.	18	24x1x2000	65	Al-mässing	Mässing	SS-stål 2337
Sundholmen 1953	Kondensor Engl. Electric	19	19x1x4600	5984	Amiralitets- mässing	Muntz metall	Epoxi och antifou- ling på gjutjärn
Hanaholmen 1960	Kondensor AEG	20	23x1x7500	7450	Al-mässing	Muntz metall	- " -
Hanaholmen 1966	Kondensor AEG	21	23x1x8500	9040	Al-mässing	Muntz metall	- " -
Sköldvik 1971	Kondensorer, 2 st SLA	22	18x1x5000	2600	Al-mässing	Muntz metall	Gummerat kolstål
Lovisa 1 1977	Kondensorer, 2 st AEE, Charkov	23	28x1x9000	20900	CuNi 70/30 254 SM0 ⁵ AL-6X	SS-stål 2337	SS-stål 2337 Epoxibelagd 1980
Lovisa 2 1980	Kondensorer, 2 st AEE	24	28x1x9000	20900	CuNi 70/30	SS-stål 2337	SS-stål 2337
Lovisa 1 1977	Luft- och olje- kylare (RL), 10 st AEE	25	18x1,4x4355	168	CuNi 70/30	Målat C-stål och mässing	Målat gjutjärn och kolstål
Lovisa 1 1977	Efterkylare (RR) 2st Rauma-Repola	26	18x1x5100	645	CuNi 90/10	Al-mässing	AISI 316
Lovisa 1 1977	Stator kylare (SS) 4st och oljekylare (SV) 4st, AEE	27	18x1x1715	420	CuNi 70/30	Mässing	SS-stål 2337 fläns av kolstål

TABELL 1: Forts.

Kraftverk Pumpstart, år	Värmeväxlare		Tubdimension Dy x tj x l mm	Antal tuber per vv	Material i		
	Typ och fabrikat	Nr			Tuber	Tubplåtar	Vattenkammare
Lovisa 1 1977	Mellankylare (TF) 5 st, Rauma-Repola	28	18x1x5706	1740	AISI 317	AISI 304	AISI 304
Lovisa 1 1977	Oljekylare (SC) 6 st, AEE	29	16x1x1000	-	CuNi 70/30	Mässing	SS-stål 2337
Lovisa 1 1977	Mellankylare (VG) 3 st, Rauma-Repola	30	18x1x3206	120	CuNi 90/10	Mässing	AISI 316
Lovisa 1 1977	Vätgaskylare (ST) 16 st, AEE	31	18x1x6600	-	CuNi 70/30	Målat C-stål	Målat C-stål
Lovisa 1 1977	AG-nedkylning (RY) och torkluft (TS)	32	14x2x5900	164	AISI 317	AISI 304	AISI 316
Kotka 1966	Kondensor Siemens	33	23x1x7870	8600	Al-mässing	Muntz metall	Gjutjärn

¹ Total omtubning dec 1981

² 49 st provtuber

³ 10 st provtuber

⁴ utbytta 1981 till plattvärme-
växlare av titan

⁵ 250 provtuber av 254 SM0 och
100 tuber av AL-6X invalsades
sommaren 1980.

TABELL 2: Finska kraftverkskondensorer och mindre värmeväxlare.
Miljö- och driftsdata.

VVX nr	Kloridhalt Cl ⁻ , mg/l	Max temp °C	Strömn. hast. m/s	Katodisk skydd		Tap- rogge	FeSO ₄ dos	Klore- ring	Drifttid 81-01-01 h	Anm.
				Offeranod	Påtryckt					
1	3100	35	1,6	Zn		Ja	Nej	Nej	17000	¹ Före resp efter 26.000 h. ² Endast i utloppet efter 1981. ³ Från 1981. ⁴ Klorering <1 ppm under 1 vecka i sept- okt varje år.
2	3300	35	1,6	Zn ¹	Ja ¹	Ja	Nej	Nej	29000	
3	3200	35	1,9	Ja ²	Ja ³	Ja	Ja	Nej	22000	
4	3200	35	1,9		Ja	Ja	Nej	Nej	5500	
5	2700-4100	35	2			Ja	Ja	Ja ⁴	68756	
6	4100	35	2			Ja	Ja	Ja ⁴	63000	
7	4100	35	2			Ja	Ja	Ja ⁴	44905	
8	3200	35	2		Inlopp 79	Ja	Före 79	Nej	53822	
9	3200	35	2		"- 80	Ja	Före 80	Nej	39411	
10	3200	35	2		"- "	Ja	"- "	Nej	33564	
11	3200	35	2		"- "	Ja	"- "	Nej	23591	⁵ Varje vår. ⁶ En gång i veckan ⁷ Efter 10 år drift.
12	3200	40	1,7			Nej	Nej	Ja ⁵	19500	
13	3200	40	0,9	Zn		Nej	Nej	Ja ⁵	19500	
14	3200	40	1,7			Nej	Nej	Ja ⁵	25400	
15	3200	40	1,0			Nej	Nej	Ja ⁵	3600	
16	3200	40	2,7			Nej	Nej	Ja ⁵	25300	
17	3200	40	1,2			Nej	Nej	Ja ⁵	25400	
18	3200	40	1,6	Zn		Nej	Nej	Ja ⁵	15000	
19	2900-3500	35	1,4			Nej	Nej	Ja ⁶	51488	
20	2900-3500	35	1,8			Ja ⁷	Nej	Ja	110576	
21	2900-3500	35	1,8			Ja	Nej	Ja	97639	

TABELL 2: Forts.

VVX nr	Kloridhalt Cl ⁻ , mg/l	Max temp °C	Strömn. hast. m/s	Katodiskt skydd		Tap- rogge	FeSO ₄ - dos	Klore- ring	Drifttid 81-01-01 h	Anm.
				Offeranod	Påtryckt					
22	2300- 3200	35	2,1	Fe	Inlopp 80	Ja	Ja	Nej	45000 ⁸	⁸ Helt omtubad med Al-mässing efter 6 år ⁹ 1981-06-30
23	2400	35	2	Zn Al före 80		Ja	Nej	Nej	29169	
24	2400	35	2	Zn Al		Ja	Nej	Nej	4507 ⁹	
25	2400	40		Zn		Nej	Nej	Nej	30000	
26	2400	40				Nej	Nej	Nej	30000	
27	2400	40				Nej	Nej	Nej	30000	
28	2400	40		Zn 1979		Nej	Nej	Nej	30000	
29	2400	40		Zn		Nej	Nej	Nej	30000	
30	2400	40		Zn		Nej	Nej	Nej	30000	
31	2400	40		Zn 1978		Nej	Nej	Nej	30000	
32	2400	40		Zn 1979		Nej	Nej	Nej	30000	
33	1000- 3500	35	1,2 el. ¹¹ 1,9			Ja	Nej ¹⁰ Ja	Ja	104910	¹⁰ 5 år utan och 10 år med FeSO ₄ . ¹¹ 1 eller 2 pumpar.

TABELL 3: Finska kraftverkskondensorer och mindre värmeväxlare. Erfarenheter av korrosion.

FR = läckagefrekvens = % tuber med läckage per 10 000 h.

VXX nr	Tuber				Tubplåtar	Vattenkammare
	Korrosionstyp	Antal läckor	Övriga pluggade el. utbytta tuber	FR		
1	Inloppserosion ¹ Gropfrätning ²	0	4			Korrosion pga dålig målning
2		20		0,06		
3		0	10-20			
4		0	10-20			
5	Pluggavzinkning	41	450	0,07		
6		34	0	0,07		
7		33	635	0,09		
8						
8	Gropfrätning + erosionskorrosion	54	86	0,09		
9	- " -	13	87	0,03		
10	- " -	20	7	0,06		
11	Erosionskorrosion + gropfrätning + avzinkn.	11	13	0,04		
12		0				
13	Erosionskorrosion	98		2,0		
14	- " -	14	Samtliga 1981 ³	1,3		
15		0				
16	Erosionskorrosion	13	Samtliga 1981 ³	3,0		
17		0				
18		0				
19	Gropfrätning	2		0,006		

TABELL 3: Forts

VVX nr	Tuber				Tubplåtar	Vattenkammare
	Korrosionstyp	Antal läckor	Övriga pluggade el. utbytta tuber	FR		
20		0				
21	Gropfrätning	6		0,007		
22	Erosionskorrosion och gropfrätning	30	Samtliga efter 6 år (1977)	0,13		
23	Erosionskorrosion ⁵	17 ⁶	320	0,01		
24		0				
25		0			Korrosion pga dålig målning ⁷	Korrosion pga dålig målning ⁷
26		0				
27		0			Avzinkning	Kolstålsflänsar angrip- na av galvanisk korr. ⁷
28		0			Spaltkorrosion	Spaltkorrosion
29		0			Avzinkning	
30		0				
31		0			Galvanisk korrosion i tubinvalsningar	Gropfrätning pga dålig målning
32		0			Spaltkorrosion ⁷	
33	Erosionskorrosion	9 ⁸	900	0,14		
	Erosionskorrosion	23 ⁹		0,04		

¹Enligt P Tunturi NMK 8, H-fors²Enligt verkets egna uppgifter³Byte till titan plattapparater⁴Nya angrepp konstaterade redan

6 månader efter bytet

⁵I in- & utlopp samt övre delen av tuber⁶Ytterligare läckage under sensommaren
1981⁷Ommålade med epoxi⁸Under de fem första åren utan FeSO₄-dosering⁹Under de 10 senaste åren med FeSO₄-dosering och
förbättrad avluftning.

TABELL 4: Svenska kraftverkskondensorer och mindre värmeväxlare. Konstruktionsdata.

Kraftverk, pumpstart år	Värmewäxlare Typ och fabrikat	Nr	Tubdimension Dy x tj x l mm	Antal tuber per vvx	Material i			
					Tuber	Tubplåtar	Vattenkammare	
Forsmark 1 1978	Kondensorer, 2 st SLA	1	24x1x7800 24x1,5x7800 ¹	22100 3900	Al-mässing	2343-kompound	Gummerat kolstål	
Forsmark 2 1979	Kondensorer, 2 st SLA	2	24x1x7800 24x1,5x7800	22100 3900	Al-mässing	2343-kompound	Gummerat kolstål	
Värtan 1975	Kondensor SLA	3	25,4x1x6680 25,4x1,6x6680	10664 586	Al-mässing	Al-brons	Gummerat kolstål	
Slite 1 1962	Kondensor SLA	4	19x1,4x -	2400	Al-mässing Titan ²	Muntz metall	Kolstål	
Slite 2 1966	Kondensor SLA	5	19x1,2x7050	4800	Al-mässing	Muntz metall	Kolstål	
Slite 3-4 1974	Spolluftkylare 4 st	6		112	Al-mässing	Muntz metall	Kolstål	
Slite 3-4 1974	Oljekylare 2 st	7	15,1x4x -	399	CuNi 90/10	Mässing 60	Kolstål	
Slite 3-4 1974	Färskv.kylare 2 st, Oeltechnik	8	18x4x -	1131	CuNi 90/10	Mässing 60	Kolstål	
Oxelösund 1972	Kondensor BBC	9	23x1x6900	5180	Al-mässing	2343-kompound	Gummerat kolstål	
Marviken 1969	Kondensor SLA	10	22,15x1,25x x8000	8054	Al-mässing Titan ³	Muntz metall	Gummerat kolstål	
Oskarshamn 1 1970-1972 ⁵	Kondensor SLA	11	25,4x1,2x12000 25,4x0,7x12000	22700	Al-mässing Titan ⁴	Muntz metall 1.4439-komp. ⁶	Gummerat kolstål	
Oskarshamn 2 1973	Kondensor SLA	12	24x1x9000 24x0,7x9000	31200	Al-mässing Titan ⁷	2343-kompound	Gummerat kolstål	
Karlshamn 1 1969	Kondensor BBC	13	24x1x11500 24x1,5x11500	13920 1080	Al-mässing	2343-kompound	Gummerat kolstål	

TABELL 4: forts

Kraftverk Pumpstart, år	Värmeväxlare Typ och fabrikat	Nr	Tubdimension Dy x tj x l mm	Antal tuber per vvx	Material i		
					Tuber	Tubplåtar	Vattenkammare
Karlshamn 2 1971	Kondensor BBC	14	24x1x11500 24x1,5x11500	13920 1080	Al-mässing	2343-kompound	Gummerat kolstål
Karlshamn 3 1973	Kondensor BBC	15	24x1x11500 24x1,5x11500	13920 1080	Al-mässing	2343-kompound	Gummerat kolstål
Barsebäck 1 1975	Kondensor SLA	16	24x1x9000 24x0,7x9000	31200	Al-mässing Titan ⁸	2343-kompound	Gummerat kolstål
Barsebäck 2 1976	Kondensor SLA	17	24x1x9000 24x0,7x9000	31200	Al-mässing Titan ⁹	2343-kompound	Gummerat kolstål
Ringhals 1 1973	Kondensorer, 2 st SLA	18	25,4x1x8800 25,4x0,7x8800	31800	Al-mässing ¹⁰ Rostfr.Titan	Naval Brass 254 SMO ¹⁰	Gummerat kolstål
Ringhals 2 1973	Kondensorer, 2 st SLA	19	25,4x1x12500 25,4x1x12500 25,4x0,7x12500	18700	Al-mässing CuNi 70/30 ¹¹ Titan ¹²	Muntz metall Ti-kompound ¹²	Gummerat kolstål
Ringhals 3 1975-76	Kondensorer, 2 st SLA	20	24x1x8600 24x0,7x8600	26000	Al-mässing Titan ¹⁴	2343-kompound ¹³ Ti-kompound ¹⁴	Gummerat kolstål
Ringhals 4 1978	Kondensorer, 2 st SLA	21	24x0,7x8600	26000	Titan	Epoxi på 2343 Kompound ¹⁵	Gummerat kolstål
Stenungsund 1 1959	Kondensor SLA	22	21,2x1,2x8400	10374	Al-mässing	Muntz metall	Epoxi på kolstål
Stenungsund 2 1960	Kondensor SLA	23	21,2x1,2x8400	10374	Al-mässing	Muntz metall	Epoxi på kolstål
Stenungsund 3 1966	Kondensor SLA	24	21,2x1,2x1050	12900	Al-mässing Titan ¹⁶	Muntz metall	Gummerat kolstål
Stenungsund 4 1969	Kondensor SLA	25	21,2x1,2x1050	12900	Al-mässing	Muntz metall	Gummerat kolstål

TABELL 4: Forts.

- | | | |
|--|---|--|
| 1 Tuber i luftsugardelen. | 7 Helt omtubad med titan 1978. Tub-
plåtarna bibehölls. | 13 Sporadisk pumpdrift 1976-80 varefter
kondensorn omtubades med titan. |
| 2 Några provtuber. | 8 Omtubad 1980. | 14 Omtubad 1980, tätsvetsade tuber/
tubplåtar. |
| 3 2 provtuber. | 9 Omtubad 1981. | 15 1981 efter det att rost konstate-
rats på tubplåtarna. |
| 4 Hela kondensorn omtubad 1979. | 10 Ca 300 tuber av vardera 254 SM0,
Al-6X och MONIT testades under
1979-81 varefter hela kondensorn
omtubades med titan. | 16 I luftsugardelen 1978 p g a NH ₃ -
korrosion efter 33750 h drift. |
| 5 Driften återupptogs 1972 efter
långt uppehåll 1971. | 11 Kondensor 22 från 1979-80. | |
| 6 Vid omtubningen 1979 byttes även
tubplåtarna till komppoundplåt med
Wst. 1.4439 (4.5% Mo) i pläteringen. | 12 Kondensor 21 år 1979. Kondensor
22 år 1980. | |

TABELL 5: Svenska kraftverkskondensorer och mindre värmeväxlare. Miljö och driftsdata.

VVX nr	Kloridhalt Cl ⁻ mg/l	Max temp °C	Strömn. hast m/s	Katodiskt skydd		Tap- rogge	FeSO ₄ - dos	Klore- ring	Drifttid 81-01-01 h	Anm.
				Offeranod	Påtryckt					
1	3300	35	2,1	Fe,utlopp	Bera,inl.	Nej	Nej	Nej	18000 ¹	¹ 1981-09-30
2	3300	35	2,1	Fe,utlopp	Bera,inl.	Nej	Nej	Nej	10000 ¹	
3	1000- 1800	35	2,0	Fe,in&utl.		Ja	Ja	Nej	23500	
4	4700	35	2,9	Fe, in-& utlopp		Nej	Nej	Nej	73827	
5	4700	35	2,7	- " -		Nej	Nej	Nej	82128	
6	4700	40	1,2			Nej	Nej	Nej	33915-	
7	4700	40	2,8			Nej	Nej	Nej	36068	
8	4700	40	2,9			Nej	Nej	Nej	37373	
9	4500	35	1,8	Fe, in-& utlopp		Ja ²	Ja	Nej	33400	² 1974
10	4300	35	2,1	- " -		Nej	Ja	Nej	7000	
11	4300	35	2,1	- " -	Bera,inl. ³	Ja ⁴	Ja ⁵	Nej	44000 ⁶	³ Mellan 1976-79.
12	4300	35	1,9	- " -		Ja	Ja	Nej	21000 ⁶	
13	4400	35	1,7	- " - ⁷	Bera,in- ⁷ & utlopp	Nej	Ja ⁷	Nej	51110	⁴ Sedan 1977.
14	4400	35	1,7	- " -		Nej	Ja	Nej	28055	
15	4400	35	1,7	- " -		Nej	Ja ⁶	Nej	19075	⁵ 1973-1979.
16	4800- 15000	35	2- 2,1	- " -		Ja	Ja ⁶	Nej	32446	
17	4800- 15000	35	1,8 ⁶ 2-2,1	- " -	Bera,inl. ⁸	Ja	Ja ⁸	Nej	27562	⁶ Före omtubning m Ti.
18	8000- 16000	35	1,5	Fe,inlopp		Ja ⁹	Ja ¹⁰	Ja	45000 ¹²	
19	8000- 16000	35	2,1	Fe, in- & utlopp		Ja ¹¹	Ja ¹⁰	Ja	31000- ¹² 37000	⁷ Byte till kat.skydd med påtryckt ström 1978.
20	8000- 16000	35	2,1			Ja	Nej, Ja ¹²	Ja	ca 9000	
21	8000- 16000	35	2,1			Ja	Nej	Ja	ca 2800	⁸ 1980-1981

⁹ 1978-
¹⁰ Från 76 till omtubning
ningen med Ti.
¹¹ 1977-
¹² Före omtubning m Ti

TABELL 5: Forts.

V VX nr	Kloridhalt Cl ⁻ mg/l	Max temp °C	Strömn. hast. m/s	Katodiskt skydd		Tap- rogge	FeSO ₄ - dos	Klore- ring	Drifttid 81-01-01 h	Anm.
				Offeranod	Påtryckt					
22	10000- 17000	35	2,0			Nej	Nej	Nej	43019	
23	10000- 17000	35	2,0			Nej	Nej	Nej	41152	
24	10000- 17000	35	2,1	Fe, in-& utlopp		Ja ¹³	Ja ¹³	Nej	35543	¹³ 1975
25	10000- 17000	35	2,1	- " -		Ja ¹³	Ja ¹³	Nej	33325	

TABELL 6: Svenska kraftverkskondensorer och mindre värmeväxlare. Erfarenheter av korrosion.
FR = läckagefrekvens = % med läckage per 10000 h.

VVX nr	Tuber				Tubplåtar	Vattenkammare
	Korrosionstyp	Antal läckor	Övriga pluggade el utbytta tuber	FR		
1	Gropfrätning	0	ca 50			
2		0	ca 20			
3		0	3			
4	Erosionskorrosion	31		0,17		
5	Erosionskorrosion		219 ¹ + 50 ²			
6	Gropfrätning		Samtliga 1976 ³			
7	Erosionskorrosion	3		0,20		
8	Erosionskorrosion	4		0,09		
9		0	21			
10		0	2 ⁴			
11	Erosionskorrosion + gropfrätning	13	Samtliga 1979	0,01	Rost från kolstålet i tubplåten	
12	Erosionskorrosion	15	Samtliga 1978	0,02	Rost och spaltkorrosion ⁵	
13	- " -	36	27	0,05	Rost från kolstålet i tubplåten.	
14	- " -	29	26	0,07	- " -	
15	- " -	1		0,003	- " -	
16	Erosionskorrosion	160 ef 23795h	Samtliga 1980 ⁶	0,22	Rost och spaltkorrosion ⁵	
17	Erosionskorrosion + gropfrätning	174	Samtliga 1981 ⁷	0,20		
18	Erosionskorrosion	21 ef 25000h	Samtliga bytta till titantuber 1981.	0,01		

TABELL 6: Forts

VVX nr	Tuber				Tubplåtar	Vattenkammare
	Korrosionstyp	Antal läckor	Övriga pluggade el utbytta tuber	FR		
19	Erosionskorrosion ¹⁰	45 ef 20000 h 0 ef 1980	Samtliga 1979 ⁸ Samtliga 1980 ⁹ 1	0,06	Rost på tubplåtar före epoxibeläggningen.	
20	Gropfrätning ¹⁰	0				
21		0				
22	Gropfrätning + erosionskorrosion	55	Inga	0,12		
23	Gropfrätning + erosionskorrosion	40	Inga	0,09		
24	Gropfrätning + erosionskorrosion ¹⁰	21	888 i luftsugardelen ¹¹	0,04		
25	Gropfrätning + erosionskorrosion	27	Inga	0,06		

¹ >75% godsfortunning

² NH₃-korrosion i luftsugardelen

³ Utbytta till CuNi 70/30 efter 2 år.

⁴ Utbytta till provtuber av Ti.

⁵ Utöver rost från kolstålet uppstod efter omtubningen med titan även spaltkorrosion i pläteringen av 2343 vid några tubinfästningar.

⁶ Före omtubningen med titan 1980 hade 3943 tuber av Al-mässing ersatts med nya av samma material.

⁷ Före bytet till titan 1981 hade 499 tuber bytts ut och 1520 pluggats i preventivt syfte.

⁸ Kondensor 22 omtubad med CuNi 70/30 och kondensor 21 med titantuber svetsade till tubplåtar av titankompound.

⁹ Kondensor 22 omtubad med titantuber svetsade till tubplåtar av titankompound.

¹⁰ Före omtubningen med titan.

¹¹ Byte till titan 1978 p g a NH₃-korrosion. De 21 tuberna som läckt + ytterligare 17 som pluggats av andra skäl utbyttes mot nya av Al-mässing.

KONSTRUKTIONSDATA

Station	.....
Effekt	.....
Kondensor, nr	.....
, fabrikat	.....
, antal	.....
, antal skepp (sektioner)	.....
Tubplåtar, ursprungligt material	.....
, utbytt till	.....
, efter x driftsår	.....
Vattenkammare, material	.....
Tuber, material	.....
, dimensioner	.....
, antal per kondensor	.....
Se { , antal pluggade	.....
BIL { , antal utbytt	.....
I { , efter x driftsår	.....
	
	
	
	
Skäl för omtubning	.....
	
Katodiskt skydd, inlopp	.....
Installerat efter x	.....
driftsår	.....
	
, utlopp	.....
Installerat efter x	.....
driftsår	.....
	

DRIFTSDATA

Start av kylvattenpumpar, år

Total drifttid, h, dec 1980

Nom. vattenhastighet, m/s

Kloridhalt (Cl^-), mg/l

Fe-dosering tillämpad efter
x driftsår

Klorering (Cl_2), mg/l införd
efter x driftsår

Svavelväte (H₂S) mg/l i kyl-
vattnet

Slam, mg/l, i vattnet

Taproggesystem monterat efter
x driftsår

Musselfilter monterat efter
x driftsår

Kompletterande driftsdata

Formuläret ifyllt av

Datum

B = pluggade av andra skäl

51 401/5

MEDVERKANDE KRAFTVERK OCH HANDLÄGGARE AV ENKÄTSVAREN

Finland

Kristinestad	(v vx 1)	Tor Bergman Pohjolan Voima OY SF-641 00 KRISTINESTAD
Björneborg	(v vx 2)	Antti Leino Länsirannikon Voima OY PB 164 SF-28101 PORI 10
Olkiluoto	(v vx 3-4)	Jarmo Honka Teollisuuden Voima OY SF-27160 OLKILUOTO
Nådendal	(v vx 5-7)	Ilmari Enroos Imatran Voima OY SF- NAANTALI
Ingå	(v vx 8-11)	Erik Åberg Imatran Voima OY SF- INKOO
Finna	(v vx 12-18)	Matti Hämäläinen Jorma Siivinen Espoon Sähkö OY SF-02610 ESPOO
Sundholmen Hanaholmen	(v vx 19) (v vx 20-21)	Liisa Sundberg Helsingfors Stads Energiverk Kampgränd 2 SF-00100 HELSINGFORS 10
Sköldvik	(v vx 22)	Erkki Lindberg Paavo Kuusela Neste OY SF-06850 KULLOO
Lovisa	(v vx 23-32)	Esa Lecklin Eric Westerlund Imatran Voima OY PB 138 SF-00101 HELSINGFORS 10
Kotka	(v vx 33)	Pauli Hakola Kotkan Höyryvoima OY PB 108 SF-48101 KOTKA 10

Sverige

Forsmark	(vvx 1-2)	Tord Roth Statens Vattenfallsverk 742 00 ÖSTHAMMAR
Värtan	(vvx 3)	Lars Bergström Roland Jansson Stockholms Energiverk AB Box 19604 104 32 STOCKHOLM
Slite	(vvx 4-8)	Bertil Larsson Fack 620 30 SLITE
Oxelösund	(vvx 9)	Sten Leidemark SSAB Fack 613 08 OXELÖSUND
Marviken	(vvx 10)	Arne Silver Statens Vattenfallsverk Marvikenverket 610 24 VIKBOLANDET
Oskarshamn	(vvx 11-12)	Reijo Pulkkinen Oskarshamnsverkets Kraftgrupp AB 570 93 FIGEHOLM
Karlshamn	(vvx 13-15)	Krister Nilsson Folke Nilsson Sydsvenska Värmekraft AB Karlshamnsverket Box 45 292 00 KARLSHAMN
Barsebäck	(vvx 16-17)	Åke Hansson Per-Olof Lindholm Jörgen Ransmark Sydsvenska Värmekraft AB Box 354 240 21 LÖDDEKÖPINGE
Ringhals	(vvx 18-21)	Martin Hedström Ivar Multer Statens Vattenfallsverk Fack 162 87 VÄLLINGBY
Stenungsund	(vvx 22-25)	Göte Gustavsson Statens Vattenfallsverk Stenungsundsverket Box 79 444 01 STENUNGSUND

Värmeforsk är ett organ för industrisamverkan inom värmeteknisk Forskning och utveckling. Stiftelsens forkningsprogram 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