

Rondning av vattenkraftstationer

- en lägesbeskrivning

Elforsk rapport 97:7B

Rondning av vattenkraftstationer

- en lägesbeskrivning

Elforsk rapport 97:7B

**Carl-Lennart Larsson
Gerhard Lindwall
Bo Stigblom**

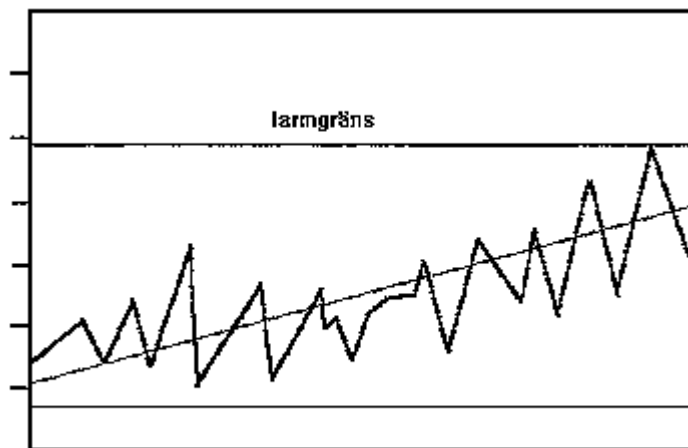
Feb. 1997

Rondning av vattenkraftstationer

- en lägesbeskrivning

Elforsk rapport 97:7B

Trendkurva



Carl-Lennart Larsson, Sydkraft Konsult
Gerard Lindwall, Skellefteå Kraft
Bo Stigholm, Stockholm Energi

Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	1
1.1	SAMMANFATTNING	1
2	BAKGRUND	2
2.1	DEN HISTORISKA BAKGRUNDEN TILL RONDNINGEN.....	2
3	FRÅGELISTA OCH INTERVJUER ÖVER RONDNINGENS ARBETETS OMFATTNING OCH RUTINER.....	5
4	RESULTAT FRÅN INTERVJUER OCH FRÅGELISTESVAR	6
4.1	MANUELL OCH DATORISERAD RONDNING.....	6
4.2	TIDSÅTGÅNGEN VID RONDNING	6
4.3	AUTOMATISK REGISTRERING AV MÄTVÄRDEN.....	7
4.4	PERIODISKA ARBETEN	7
4.5	RUTINER VID DATORISERAD RONDNING	8
4.6	UPPFÖLJNING	8
5	SÄKERHETSASPEKTER.....	9
6	SLUTSATSER AV INTERVJUER OCH FRÅGEUNDERLAG.....	10
7	UTVECKLINGSOMRÅDEN	12
7.1	RONDNINGEN SOM EN INTEGRERAD DEL I TILLSTÅNDSKONTROLLEN.....	12
7.2	PRODUKTIONSPROCESSEN	12
7.3	FÖRSLAG TILL FORTSÄTTA ARBETEN.....	13
7.4	FÖRSLAG TILL FORTSÄTTA ARBETEN, LÅNGSIKTIGT	13
8	FÖRKLARING TILL BILAGOR	14

Bilagor

- A BILAGA 1**
- B BILAGA 2A**
- C BILAGA 2B**
- D BILAGA 2C**
- E BILAGA 2D**
- F BILAGA 2E**
- G BILAGA 2F**
- H BILAGA 3A**
- I BILAGA 3B**
- J BILAGA 4A**
- K BILAGA 4B**
- L BILAGA 4C**
- M BILAGA 5**
- N BILAGA 6**

1 Inledning

Elforsk bedriver sedan början av -93 verksamhet för att effektivisera skötseln av vattenkraftstationer. Denna rapport syftar till att beskriva nuläget vad beträffar rondningsverksamheten inom skilda vattenkraftföretag.

1.1 Sammanfattning

I denna lägesrapport har vi försökt att belysa rondningens olika aspekter, såsom rutiner, omfattning, tidsåtgång, säkerhet, teknik, uppföljning och analys. Generellt kan sägas att rondningen i stort sett fångar in alla större problem, däremot är det många gånger svårt att hitta begynnande fel. För detta fordras utvecklade metoder och rutiner för uppföljning och analys.

För att ytterligare effektivisera rondningen bör mätvärdesinsamlingen så långt som möjligt automatiseras och mer tid avsätts för uppföljning och analys. Effektiviseringen innebär också att personalens utbildningsbehov måste tillgodoses.

Det går ej att helt avskaffa rondningen eftersom en stor del av åtgärderna är säkerhetsrelaterade. Människan är fortfarande oslagbar när det gäller att med hjälp av sina sinnen och sin flexibilitet snabbt bedöma risker och fatta beslut.

2 Bakgrund

Rondningen förekommer idag som en väl etablerad tillståndskontrollrutin på de flesta vattenkraftverk och ställverk. Rutinerna varierar bl a beroende på organisatoriska och geografiska skillnader.

Elforsk har initierat denna rapport där nyttan och betydelsen av rondningen skall belysas. För genomförandet har en arbetsgrupp tillsatts, där följande personer ingår: Carl-Lennart Larsson Sydkraft Konsult, Gerhard Lindwall Skellefteå Kraft och Bo Stigblom Stockholm Energi.

För att få ett så bra underlag som möjligt har en inventering gjorts av det allmänna läget. Dessutom har ett tiotal personer med skilda befattningar, alla med erfarenhet av rondning, intervjuats. Inventeringen omfattar tolv företag och 38 vattenkraftverk.

2.1 Den historiska bakgrunden till rondningen

Rondningsrutinen är förmodligen lika gammal som de äldsta vattenkraftverken. På gamla fotografier kan man se allvarstygda maskinister med skärmmössor stå framför någon viktig apparat ivrigt antecknande i "journalen".

Man har en känsla av att maskinisternas arbete som till stor del bestod av rondning, betraktades som ett mycket kvalificerat arbete med hög status. Det finns en berättelse från Norrland om en maskinist som förevisade "sitt" kraftverk för socknens betydande personer. Han började sin förevisning med att öppna en knivbrytare. Om jag gör så här blir det svart i hela sockna. Sen förde han tillbaka kniven och sa, om jag gör så här blir det ljust i hela sockna. Därmed kanske man kan ana sig till vikten och betydelsen av det arbete som maskinisterna utförde.

Inom vattenkraften har rondningen av tradition alltid varit en del av driftverksamheten, den har betraktats som en viktig del i tillsynen av kraftstationer och ställverk. Se bilaga 1. Rondningslistan har fungerat som ett planeringsschema för säkerhetskontroll, teknisk uppföljning och direkta arbetsinsatser.

De flesta kraftföretag hade tidigare inte några direkta rutiner, för mindre arbeten av underhållskaraktär, det har därför varit rätt naturligt att åtgärder och arbetsinsatser styrts av de bedömningar man gjorde vid rondningstillfället.

Rondrapporterna har oftast varit strukturerade på ett sådant sätt att varje rad/position i listan/rapporten utgjort delar av en gångväg. Genom att följa listan har man därigenom också besökt de viktigaste platserna i stationen/ställverket. Se bilaga 2.

Beträffande den tekniska uppföljningen gjordes oftast direkta bedömningar. Men det förekom också att man plottade temperaturkurvor för att se sakta stigande förändringar, främst då på styr- och bärlager. Se bilaga 3.

Vid genomgång av gamla protokoll kan man se att anmärkningar ibland var kommenterade och i vissa fall, fanns även bilagor med temperaturkurvor och arbetsbeskrivningar.

Vid en jämförelse med andra verksamheter inom energiområdet finns klara skillnader i sättet att arbeta med rondningen. Inom värmekraften har funnits en annan tradition, bl a på grund av organisatoriska skillnader. Man har i regel haft en relativt stor underhållsorganisation vilket gjort att mycket av rondningsarbetet utförts av denna enhet. Exempelvis i samband med schemalagd smörjning har inspektioner, funktionskontroller och vibrationskontroller utförts.

Till rondningsverksamheten bör även periodiska arbeten räknas. Det som skiljer den veckovisa rondningen från periodiska arbeten, är intervallet och i viss mån arbetets art. Rondrapporten innefattar en veckoplanering och den periodiska listan innefattar en årsplanering. Vissa arbeten i den periodiska listan fordrar driftläggning. Exempelvis är aggregatavställning vid kolbyten ett sådant arbete.

Rondning utförs idag manuellt eller med hjälp av PC/handdator. Vid införandet av datorbaserad rondning, har i de flesta fall de gamla listorna obearbetade registrerats i datorsystemen. Uppbyggnaden av listorna är i stort sett densamma som vid manuell rondning, med en posnumrerad identifikation och en klartext som beskriver arbetet. Faser i utvecklingen

Rondningens karaktär och administration har förändrats genom åren. Under "Journalepoken" rondades flera gånger per dygn och man avläste i stort sett alla manometrar och visarinstrument som gick att avläsa, de flesta avläsningar gjordes varje timma. Uppföljningen var vad man kan förstå också mycket omfattande.

Under 50-, 60-, till mitten av 70-talet fanns flera listor för rondning. De flesta stationer kördes fortfarande från lokala kontrollrum som var bemannade dygnet runt. Varje timma gjordes avläsningar i kontrollrummet och rondningar ute i stationen gjordes varje dag.

I samband med att automatiseringen påbörjades under 70-talet och stationerna kördes från gemensamma driftcentraler, minskade personalen i kraftverken. Detta invercade naturligtvis också på rondningsverksamheten. Rondningarna reducerades vid de flesta kraftverk. Ett vanligt intervall för rondning var tre gånger per vecka.

I slutet av 80-talet påbörjades datoriseringen av rondningsverksamheten. I samband med detta började också en omvärdering av rondningen, från att ha varit en rutin som sällan ändrades, var det nu möjligt att snabbt flytta rondningspositioner och även välja intervaller som låg längre bort i tiden än en vecka. Uppföljningen förbättrades avsevärt. Det var nu möjligt att snabbt se avvikelser och följa trender.

Under 90-talet har omfattande omorganisationer ägt rum inom de flesta kraftverksföretag. Detta har inneburit en ytterligare reduktion av personalen. Numera innehåller rondningslistorna sällan mer än ett hundratal punkter per aggregat och många kraftverksföretag har övergått till rondning en gång per vecka.

Rondningarna innefattar i många fall både vattenkraftverk och ställverk där listorna kan vara skilda eller integrerade. Avregleringen av elmarknaden har inneburit att egna bolag för nät bildats. Det har i sin tur medfört nya gränsdragningar i ställverken och att flera intressenter kan vara inblandade i rondningen av ställverken.

3 Frågelista och intervjuer över rondningsarbetets omfattning och rutiner.

Ett frågeformulär med nedanstående uppdelning och frågor har legat till grund för inventeringen:

- Manuell rondning. Hur ofta sker rondning och hur många positioner innehåller rondlistan?
- Datorregistrerad rondning. Samma fråga som ovan men med den skillnaden att rondlistan läggs upp i en dator som sedan kan dumpas i en bärbar handdator. Handdatorn används dels för att styra rondvägen men också för att verifiera att rondpunkten är gjord och för att registrera mätvärden och nödvändiga åtgärder.
- Automatisk registrering av mätvärden. Finns system för kontinuerlig insamling av mätvärden? Vilket innebär att man via en driftdator, koncentrator eller motsvarande automatiskt registrerar avläsningsvärden som normalt brukar antecknas i rondlistan. T.ex. lindnings-, lager-, reglerolje-, kylvattentemperatur, MW, Mvar, ledskenöppning, ÖVY, NVY, etc. Avläsningsvärdena skall kunna presenteras i form av siffervärden och trender.
- Periodiska arbeten. Här gäller frågan om periodiska arbeten finns integrerad i samma rutin som rondningen. Det är egentligen mest intressant vid datoriserad rondning. Frågan besvaras med ja eller nej. Se även bilaga 4.

I intervjuerna har frågor som rör rutiner och sättet att arbeta ställts till ett antal personer.

4 Resultat från intervjuer och frågelistesvar

4.1 Manuell och datoriserad rondning

Någon större skillnad finns inte mellan manuell eller datoriserad rondning vad beträffar antalet rondningspunkter. Det är främst antalet aggregat, storleken och den geografiska spridningen på anläggningarna som är avgörande.

50% av alla vattenkraftverk i Sverige >10 MW utför idag rondningen med datoriserade rondsystém.

Vid datoriserad rondning ställdes frågan om man bör ha flera listor en för avläsningar och en för säkerhets rondning (där man endast gör subjektiva bedömningar). De flesta ser det inte som någon nackdel att ha allting samlat i en lista. Det har t.o.m. visat sig möjligt att lägga in många periodiska arbeten i rondlistan.

Antalet rondningspunkter fördelade på antalet aggregat och effekt:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| - Liten station 1 aggr, effekt < 10 MW. | Antalet rondningspunkter 36 - 113 |
| - Medelstor station 1-2 aggr, effekt > 10 MW. | Antalet rondningspunkter 87 - 188 |
| - Stor station ≥ 3 aggr, effekt > 40 MW. | Antalet rondningspunkter 80 - 364 |

I samband med de rationaliseringar och omorganisationer som har ägt rum inom de flesta kraftverksföretag, har också rondningsarbetet förändrats. Utvecklingen har gått mot en minskning av antalet rondningstillfällen, men också mot en minskning av antalet rondningspunkter. Exempelvis har man inom flera kraftverksföretag genomfört en minskning av schemalagda rondningar, från 3 gånger per vecka till endast 1 gång per vecka.

Vid de intervjuer som gjordes med personal ute på stationerna, var den allmänna uppfattningen, att man inte kunnat förmärka någon försämring av säkerheten, inte heller att underhållsbehovet ökat.

4.2 Tidsåtgången vid rondning

På frågan hur lång tid rondningen tar, varierar svaren. Man kan säga att "budgeterade" tiden varierar från 3 timmar till 8 timmar beroende på stationens storlek.

På den direkta frågan har vi exempelvis fått följande svar:

”Rondningstiden varierar mycket bland annat på grund av att vi ofta utför andra arbeten samtidigt. Som t ex lampbyten, justeringar och nödvändiga åtgärder som vi upptäcker under rondningen.”

”Vi brukar samla ihop flera arbeten när vi ändå åker ut till en station. Det kan vara mindre underhållsarbeten och liknande. Oftast tar rondningen en hel dag i anspråk”.

Den bestämda känslan man får, är att det finns en vilja att hinna med andra och som man anser nödvändiga arbeten, när man ändå har åkt ut till en station.

Vid en uppskattning av effektiva tiden för rondning, blir fördelningen enligt följande:

- Liten station 1 aggr, effekt < 10 MW. timmar	Uppskattad rondningstid 3-5
- Medelstor station 1-2 aggr, effekt > 10 MW. timmar	Uppskattad rondningstid 4-6
- Stor station ≥ 3 aggr, effekt > 40 MW. timmar	Uppskattad rondningstid 5-8

Det bör tilläggas att för de mycket små stationerna är rondningstiden i regel kortare än 3 timmar per rondningstillfälle.

4.3 Automatisk registrering av mätvärden

Uppskattningsvis har ett 25-tal vattenkraftverk i Sverige en delvis automatiserad registrering av mätvärden. I systemen registreras effekter, temperaturer, tryck, vattenytor, drifttider, jordfel och spänning. Ingen station har helt övergått till automatisk registrering. Manuell/handdator registrering görs fortfarande, parallellt med automatisk registrering.

4.4 Periodiska arbeten

Tidigare utfördes alla arbeten med längre åtgärdsintervall än en vecka som periodiskt arbete. På de ställen där datoriserad rondning förekommer har en förändring skett. Numera är det åtgärdens tidsåtgång och eventuella planeringsbehov som är avgörande. Så t ex har enklare funktionskontroller och batteriavläsningar i många fall överförts till en egen rondlista. Det som återstår av periodiska arbeten är då till största delen förebyggande underhållsinsatser. I takt med att underhållssystem anskaffas kommer dessa arbeten med största sannolikhet att överföras till förebyggande underhålls registret. Det är därför rimligt att anta att de periodiska listorna på sikt kommer att försvinna.

På många stationer utförs batterispänningsavläsning med en enkel spänningsmätare som är direktkopplad till ordinarie rondhanddator, genom en knapptryckning dumpas mätvärdet in i handdatorn.

Tidåtgången för batteriavläsning har vid en station sjunkit från två dagar ”till några timmar “.

4.5 Rutiner vid datoriserad rondning

Rutinerna vid datoriserad rondning skiljer sig främst från rutinerna vid manuell rondning genom en förbättrad uppföljning vad beträffar avläsningsvärden. Vid uppläggning av listan sätts min och max gränser för inmatningsvärden samt en övre och undre gräns för larm. Min och max talar om i vilket område avläsningsvärdet kan förekomma. Principerna för larmgränser är att dessa sätts så snävt som möjligt. Detta för att man snabbt skall få en indikation om eventuella avvikelser. Skulle ett avläsningsvärde ligga för högt ges automatiskt ett larm under pågående rond, när handdator användes.

Efterhand som avläsningsvärdena registreras erhålles en trendkurva. Lutningen på trendkurvan talar om när ett eventuellt larm kan uppstå. Det är också möjligt att jämföra olika trendkurvor mot varandra för att hitta samband. Se bilaga 5.

4.6 Uppföljning

Oavsett om rondningen utförs manuellt eller datoriserat, så är uppföljningen den rutin inom rondningsverksamheten som är mest eftersatt. De svar man får vid en förfrågan är enligt följande:

”Man hinner oftast inte med att göra en ordentlig uppföljning Det är när man upptäcker något onormalt som man gör en noggrannare kontroll av trender.”

”Just nu hinner vi inte med att göra någon uppföljning, men vi har ambitionen att komma igång så fort som möjligt.”

”Det har hänt att vi hittat fel vid uppföljning av trendkurvor.”

Det förekommer vid manuell rondning att man plottar trendkurvor vid misstanke om förhöjda temperaturer exempelvis på styrlager och bärlager.

5 Säkerhetsaspekter

Rondningen kan delas in i säkerhets och teknisk rondning. Den tekniska rondningen består till största delen av avläsningar och funktionskontroller. Säkerhetsrondningen är mer svårgripbar eftersom den består av subjektiva bedömningar där rondaren får lita till sina sinnen.

Viss rondning styrs av lagar. Så t ex står i vattenlagen att ägare av vattenanläggning är ”skyldig att underhålla den så att det inte uppkommer skada för enskilda eller allmänna intressen genom ändringar i vattenförhållandena”. Som förklaring står bl a att, av den anledningen skall tillsyn utföras. Dagligen, veckovis eller med annan tidsintervall beroende på typ av damm och årstid.

Följande säkerhetsområden anses vara dom viktigaste, vad beträffar vattenkraftverk och ställverk:

- Elsäkerheten
- Dammsäkerheten
- Personsäkerheten
- Brandsäkerheten
- Utrymningssäkerheten
- Miljösäkerheten
- Produktionssäkerheten

Uppräkningen speglar de viktigaste säkerhetsområdena och det finns naturligtvis inga distinkta gränser mellan de olika områdena, dom går in i varandra.

Rondningens huvuduppgift anses vara att upprätthålla säkerheten i stationen, i andra hand kommer den tekniska övervakningen. Detta får anses vara rätt prioriteringsordning eftersom det idag finns en relativt omfattande automatisk övervakning på de flesta kraftverk.

6 Slutsatser av intervjuer och frågeunderlag.

På de ställen där datoriserad rondning infördes, fanns en rädsla att man skulle bli helt styrd av datorn och att det inte längre skulle gå att ta egna initiativ. Det fanns också funderingar om att det här var ett nytt sätt från kraftverksföretagens sida att kontrollera sin personal. Man kan nu konstatera att ingen av farhågorna har besannats. De flesta som intervjuats anser tvärtom, att förändringen varit positiv och att arbetet i många stycken blivit roligare.

Den slutsats man kan dra är att det är utomordentligt viktigt, att man så tidigt som möjligt förankrar införandet av nya rutiner och ny teknik hos berörd personal. Detta kan ske genom riktad satsning på information och utbildning.

Rondningen som den fungerar för närvarande kommer med största sannolikhet att förändras. Förbättrade mättekniker, kommunikationer, bättre utbildning och framförallt den oerhört snabba utvecklingen som skett inom IT-teknikens område kommer att driva på utvecklingen mot ett mer analyserande arbetssätt. Den del av rondningen som består av avläsning av mätvärden kommer i framtiden att integreras i ett övergripande tillståndskontrollsystem. En trolig utveckling är att all avläsning kommer att ske automatiskt via olika former av informatörer exempelvis från monitorerande system typ vibrationsövervakning, driftdatorer, koncentratorer, anpassningsenheter, etc. Denna utveckling är egentligen redan påbörjad.

Den framtida rondningen skulle då enbart bestå av en ren säkerhetsrondning, där man har en geografisk gångväg som är styrd på ett sånt sätt att man passerar viktiga säkerhetsrelaterade anläggningsdelar.

Periodiska listan som den idag är utformad kommer med största sannolikhet att försvinna. En del av arbetena kommer att hamna i någon form av förebyggande underhållslista. De mätvärden som av praktiska och ekonomiska skäl inte kan registreras automatiskt kommer att kunna registreras i bärbara mät- och avläsningsdatorer.

En konsekvens av ovanstående slutsatser blir, att den personal som ansvarar för tillsynen av vattenkraftverken kommer att få ett förändrat arbetssätt. Mindre tid kommer att ägnas åt den praktiska rondningen. Istället måste mer tid avsättas för uppföljning och analys av registrerad information. För att klara denna omställning fordras ett omfattande utbildningsprogram i underhållsteknik, med tyngdpunkten lagd på tillståndsbaserat underhåll.

Tillståndsbaserat underhåll innebär att man genom analys försöker att bedöma gradvisa försämringar, hitta svagheter i produktionsprocesser, upptäcka fel i anläggningen och åtgärda innan störningar eller haverier uppstår. Inriktningen bör också vara att i förebyggande syfte, utveckla och tillämpa felutvecklingsmetodiker för vattenkraftanläggningar.

Den manuella rondningen kommer inom överskådlig tid att finnas kvar. För de mycket små stationerna är det knappast lönsamt att installera dyra utrustningar för monitorering av mätvärden. Generellt för alla stationer är att "säkerhetsrondningen" även i framtiden kommer att vara en viktig del i tillsynen av anläggningarna.

7 Utvecklingsområden

Viktigaste utvecklingsområdet måste vara att införa ett heltäckande tillståndsbaserat underhåll. Detta innebär i sin tur att vi måste skapa system som inte bara fångar in processdata utan även strukturerar på ett sådant sätt att man någorlunda enkelt kan tolka och analysera informationen. Mest troligt är att utvecklingen går mot heltäckande monitorande system som även kan kommunicera med andra datorer, här har viss utveckling redan ägt rum. Informationen måste vara så strukturerad att man snabbt ser förändringar. Det måste vara möjligt att sammanföra och ringa in mätvärdesförändringar som kan ha ett gemensamt ursprung.

För att klara av att analysera den otroligt stora mängden data som det blir fråga om måste systemet automatiskt kunna sälla bort oväsentlig data, hälsan skall tåga still. Man måste därför hitta mätmetoder och mätvärden som direkt indikerar störningar i produktionsprocessen.

7.1 Rondningen som en integrerad del i tillståndskontrollen

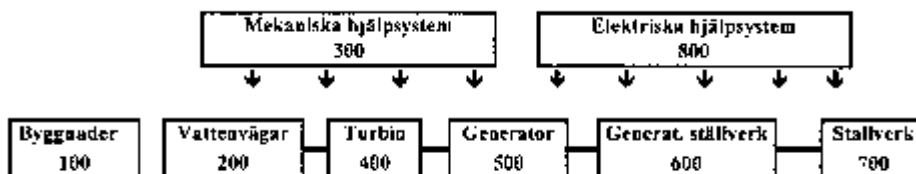
Inom ISO pågår ett arbete, som har till syfte att kartlägga förekommande metoder och utrustningar för automatisk registrering och behandling av mätvärden. I USA och Canada

pågår utvecklingsarbeten för att förbättra mät- och analysmetoder för tillståndskontroller på vattenkraftanläggningar. Även i Sverige pågår utvecklingsarbeten. Se bilaga 6.

7.2 Produktionsprocessen

Nedanstående blockschema kan användas för att åskådliggöra produktionsprocessen i ett vattenkraftverk. Produktionsprocessen börjar med lägesenergi i intagsdammen.

Lägesenergin övergår i rörelseenergi som övergår i elenergi som sedan kan matas ut på ett nät. För att upprätthålla produktionen behövs också byggnader och hjälpsystem. De mätvärden som vi avläser vid rondningen är i huvudsak energiläckage från produktionsprocessen, rätt strukturerad och behandlad kan den ge oss information om tillståndet i anläggningen.



7.3 Förslag till fortsatta arbeten

Rondningen måste sättas in i sitt rätta sammanhang, tillståndsbaserat underhåll. Vilket också måste vara det övergripande målet.

Ett otal rapporter har skrivits som behandlar tillståndskontrollmetoder och tillståndsbaserat underhåll. Vad som konkret har hänt ute på kraftverken är mycket litet känt.

Ett viktigt område för fortsatt arbete borde därför vara, att kartlägga verkligheten genom att ta del av de erfarenheter som användarna har av förekommande tk-rutiner och -metoder. Vilka resultat man uppnått, hur informationen har utnyttjats och om möjligt till vilken lönsamhet. Detta är ett område som har stor grundläggande betydelse inte bara tekniskt/ekonomiskt utan även för det fortsatta långsiktiga arbetet

7.4 Förslag till fortsatta arbeten, långsiktigt

- Skapa och förbättra strukturer och verktyg för mätvärdesinsamling och analys. Bl a bör man införa en gemensam anläggningsstruktur för hela vattenkraftverksamheten. Feluppföljningen måste förbättras eftersom den är en viktig del i utvecklingen av analysmetoder.
- Beträffande analys av insamlade mätvärden måste metoder utvecklas, som med viss automatik bedömer och värderar tillståndet direkt på produktionsprocessen.
- Ett utbildningsprogram bör tas fram, med inriktning mot tillståndsbaserat underhåll där även utbildning i vibrationsteknik ingår.

8 Förklaring till bilagor

Bilaga 1 visar sambandet mellan olika begrepp inom drift och underhåll.

Bilaga 2 visar rondrapporter från skilda kraftverksföretag.

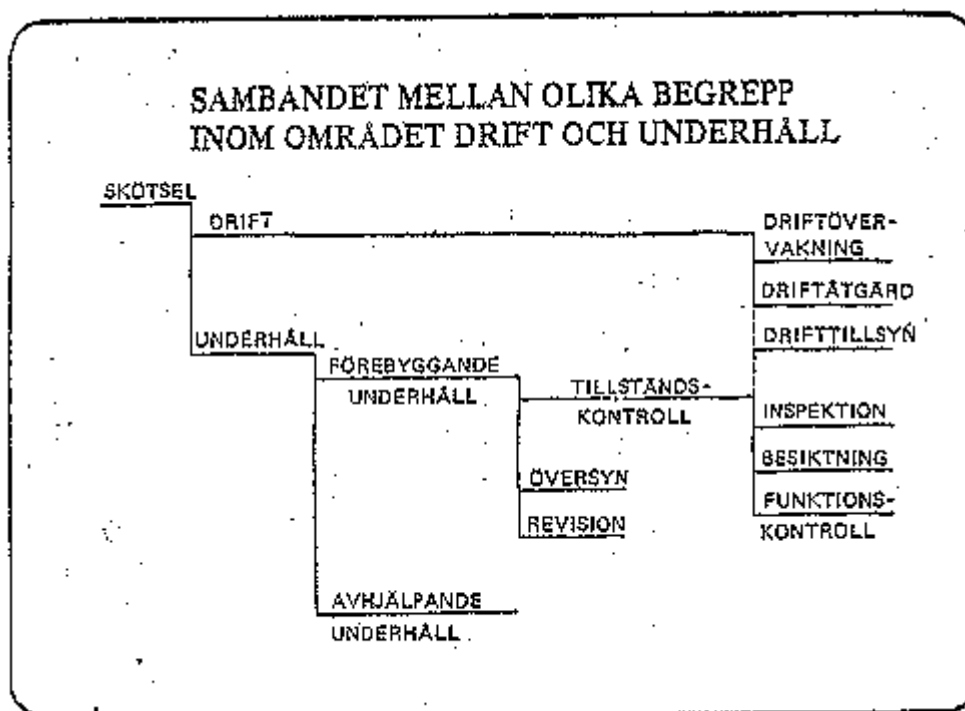
Bilaga 3 visar plottad temperaturkurva från ett styrlager. OBS trenden, från 1977 till 1987 har temperaturen stigit med ca 200. Vid demontage konstaterades kraftiga lagerskador. En trolig orsak var att lageruppriktningen förändrats med tiden.

Bilaga 4 visar de frågor som ställts till skilda kraftverksföretag.

Bilaga 5 visar ett klart samband mellan låg nedre vattenyta och förhöjd vibrationsnivå på ett francis aggregat. Avläsningsvärdena insamlade vid rondning med handdator.

Bilaga 6 visar Vattenfalls blockschema över tillståndsbaserat förebyggande underhåll.

A Bilaga 1



B Bilaga 2A

STATIONSRAPPORT 1		BÅLFORSENS KRAFT AB								/ - / 19							
		VIFORSENS KRAFTSTATION															
	Dat																
Mätställe	Kl																
Gl belastning	MW																
” ”																	
MWAr																	
” spänning																	
kV																	
” ström																	
kA																	
A 40 spänning																	
kV																	
Tl ström																	
A																	
Gl antal starter																	
” ” drifttimmar																	
ÖVY före grind																	
MÖH																	
” efter ”																	
MÖH																	
Fallförlust intag																	
cm																	
NVY																	
MÖH																	
Dompegel																	
MÖH																	
Utskovslucka 1 öppning																	
cm																	
” 2 ”																	
cm																	
Tl oljetemp.																	
°C																	
” ” max.																	
°C																	
” lindningstemp.																	
°C																	
” ” max.																	
°C																	
Lokalkraft SA11, 380 V																	
TA1 Uteluft																	
C																	
Återluft																	

C															
Tilluft															
C															
TA2 Uteluft															
C															
Tilluft															
C															
TA3 Uteluft															
C															
Återluft															
C															
Tilluft															
C															

C Bilaga 2B

NORDKRAFT SERVICE	A=Avläsning K=Kontroll R=Rengöring (S)P=(Signal)Prov	Bjurfors övre kraftverk			Vecka	År
Kontrollrum		Måndag	Onsdag	Fredag	Anmärkning	
Kontrollrum allmänt	K					
Relä-distansskydd Sp.sättningsdon	K					
Brandcentral	KP					
Maskinsal						
G3 Släpringar / Kombinator	K					
Bärlager oljenivå / temp	KA					
Bärlager temp. / tryck	A					
Tryckklocka, Oljelåda nivå / tryck	K					
Tryckkl. Pumpar(LS) / CJC filter	KP					
Luftfilter / Styrverk	KR					
G2 Släpringar / Kombinator	K					
Bärlager oljenivå / temp	KA					
Bärlager temp. / tryck	A					
Tryckklocka, Oljelåda nivå / tryck	K					
Tryckkl. Pumpar(LS) / CJC filter	KP					
Luftfilter / Styrverk	KR					
G1 Släpringar / Kombinator	K					
Bärlager oljenivå / temp	KA					
Bärlager temp. / tryck	A					
Tryckklocka, Oljelåda nivå / tryck	K					
Tryckkl. Pumpar(LS) / CJC filter	KP					
Luftfilter / Styrverk	KR					
Generator-turbinvåning						
G1 Generatorkammare	K					
Generatorbrytare / Fasutag	K					
Bärlager oljekylare / CJC filter	K					
Bärlager trycksmörjolejepump	K					
Strömnings indikat.	K					
Bromskompressor / kondens avt.	K					
G2 Generatorkammare	K					
Generatorbrytare / Fasutag	K					
Bärlager oljekylare / CJC filter	K					
Bärlager trycksmörjolejepump	K					
Strömnings indikat.	K					
Bromskompressor / kondens avt.	K					
G3 Generatorkammare	K					
Generatorbrytare / Fasutag	K					
Bärlager oljekylare / CJC filter	K					
Bärlager trycksmörjolejepump	K					
Strömnings indikat.	K					
Bromskompressor / kondens avt.	K					

D Bilaga 2C



VECKORONDNING STORFINNFORSENS KRAFTVERK

Vecka.....

Position	Objekt	Mån	Ons	Fre	Kommentarer.
V 1	Statistik och Debitering				
V 2	Tempavl. Generatorer				
V 3	Temp. Transformatorer				
V 4	Peglar				
V 5	Reläskydd				
V 6	Oljenivå Bärager				
V 7	Oljenivå Styrlager				
V 8	Oljenivå Tryckoljesystem				
V 9	Oljenivå Transformator				
V 10	Filter Styrverk				
V 11	Kylvattenfilter Intag				
V 12	Kylvattenfilter Generator				
V 13	Genomstr.indikatorer				
V 14	Kompressorer				
V 15	Vakthållning				
V 16	Falsvärme				
V 17	Värme intag & spelkurar				
V 18	Fallförluster				
V 19	Intagsluckor				
V 20	Asfalttätning				
V 21	Betong & Jorddamm				
V 22	Länshållning Station				
V 23	Turbinservo				
V 24	Smörjning. Turbin + servo				
V 25	Läckoljepumpar				
V 26	Läckvattenpumpar				
V 27	Spänningsreglering				
V 28	Batterirum				
V 29	Nöddusch				
V 30	Nödbelysning				
V 31	Utrymningsvägar				
V 32	Reservkraft				
V 33	Inomhusställverk				
V 34	Skenstråk				
V 35	Kabelgångar				
V 36	Utomhusställverk				
V 37	Säkerhet				
V 38	Prov, likstr.tryckoljepump				
V 39	Rentorkning Oljespill				
V 40	Larmutr. NMT-BRO			Tor	

V 41	Beredskapsbil			Tor	
V 42	Rensning, drän.trycktuber				
V 43	Dränering, snäckvåning				
V 44	Belysning				

SIGNATURER:			
-------------	--	--	--

E Bilaga 2D



R=Reng.
 Å=Åtg.
 S=Smörjn.
 A=Avl.
 P=Prov
 K=Kontr.

År.....
 ...

Posi tion	Objekt		Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
M1	Signalövervakning	P												
M2	Silcagel	K												
M3	Mobilt Luckdrivningsaggr.	P												
M4	Likriktare	K												
M5	Växelriktare	K												
M6	Drifttid Traföfläktar	K												
M7	Brandutrustning	K												
M8	Brandpumpar	P												
M9	Störningsskrivare	P												
M10	Vatten & Avlopp	K												
M11	Värmekablar	K												
M12	Friskvatten	K												
M13	Värme & Vent Allmänt	K												
M14	Skyddsrum	K												
M15	Bergsutrymmen	K												
M16	Gästst. Tomma Utrymmen	K												
M17	Dämningsområde	K												
M18	Batterier & nödljus. Urlad.	K												
M19	Batteriavläsning	A												
M20	Hissar & Traverser	K												
M21	Smörjn. Tryckoljepumpar	S												
M22	Smörjn.Motordr.Kylv.Vent.	S												
M23	Skift. Fläktar T12-T23	Å												
M24														
M25														
M26														
M27														
M28														
M29														
M30														
M31														
M32														
M33														
M34														

SIGNATURER

F Bilaga 2E

NORDKRAFT SERVICE	RONDRAPPORT CT 90	DATUM
	A = Avläsning L = Liten rondning K = Kontroll Stor rondning är alla punkter	SIGNATUR

Pos	Komponent	A/K	L	Kommentar	Pos	Komponent	A/K	L	Kommentar
1	Ansl.avgren. Isolatorer	K			38	X1 avled.räkneverk Gul	A		
2	Frånsk.värme man.don	K	L		39	X1 avled.räkneverk Bru	A		
3	T12-T23-400-S allm.	K	L		40	X1 avled.räkneverk Grö	A		
4	T12-T23-400-S värm.	K	L		41	X1 temp	A	L	
5	CL26 – S allm.	K	L		42	X1 olja, selicagel	K	L	
6	CL26 – S värme	K	L		43	X1 genomföring olja	K	L	
7	CL26 – S tryck	K	L		44	UL1 – IT oljenivåer	K		
8	CL22 – S allm.	K	L		45	UL1 – UT oljenivåer	K		
9	CL22 – S värme	K	L		46	CL9 – IT oljenivåer	K		
10	CL22 – S tryck	A	L		47	CL9 – UT oljenivåer	K		
11	CL9 – S allm.	K	L		48	CL22 – IT oljenivåer	K		
12	CL9 – S värme	K	L		49	CL22 – UT oljenivåer	K		
13	CL9 – S Grön räkneverk	A			50	CL26 – IT oljenivåer	K		
14	CL9 – S Grön tryck	A	L		51	CL26 – UT oljenivåer	K		
15	CL9 – S Brun räkneverk	A			52	T1-400-IT	K		
16	CL9 – S Brun tryck	A	L						
17	CL9 – S Gul räkneverk	A							
18	CL9 – S Gul tryck	A	L		Pos	Anmärkning			
19	Kompressorhus allm.	K	L						
20	T25 temp	A							
21	T25 oljenivå	K							
22	T25 selicagel	K							
23	UL1 - S allm.	K	L						
24	UL1 - S värme	K	L						
25	UL1 - S tryck	A	L						
26	AC400 - S allm.	K	L						
27	AC400 - S värme	K	L						
28	AC400 - S tryck	K	L						
29	AC400 - S oljenivåer	K							
30	X1 - S allm.	K	L						
31	X1 - S värme	K	L						
32	X1 - S Gul räkneverk	A	L						
33	X1 - S Gul tryck	A	L						
34	X1 - S Brun räkneverk	A	L						
35	X1 - S Brun tryck	A	L						
36	X1 - S Grön räkneverk	A	L						
37	X1 - S Grön tryck	A	L						

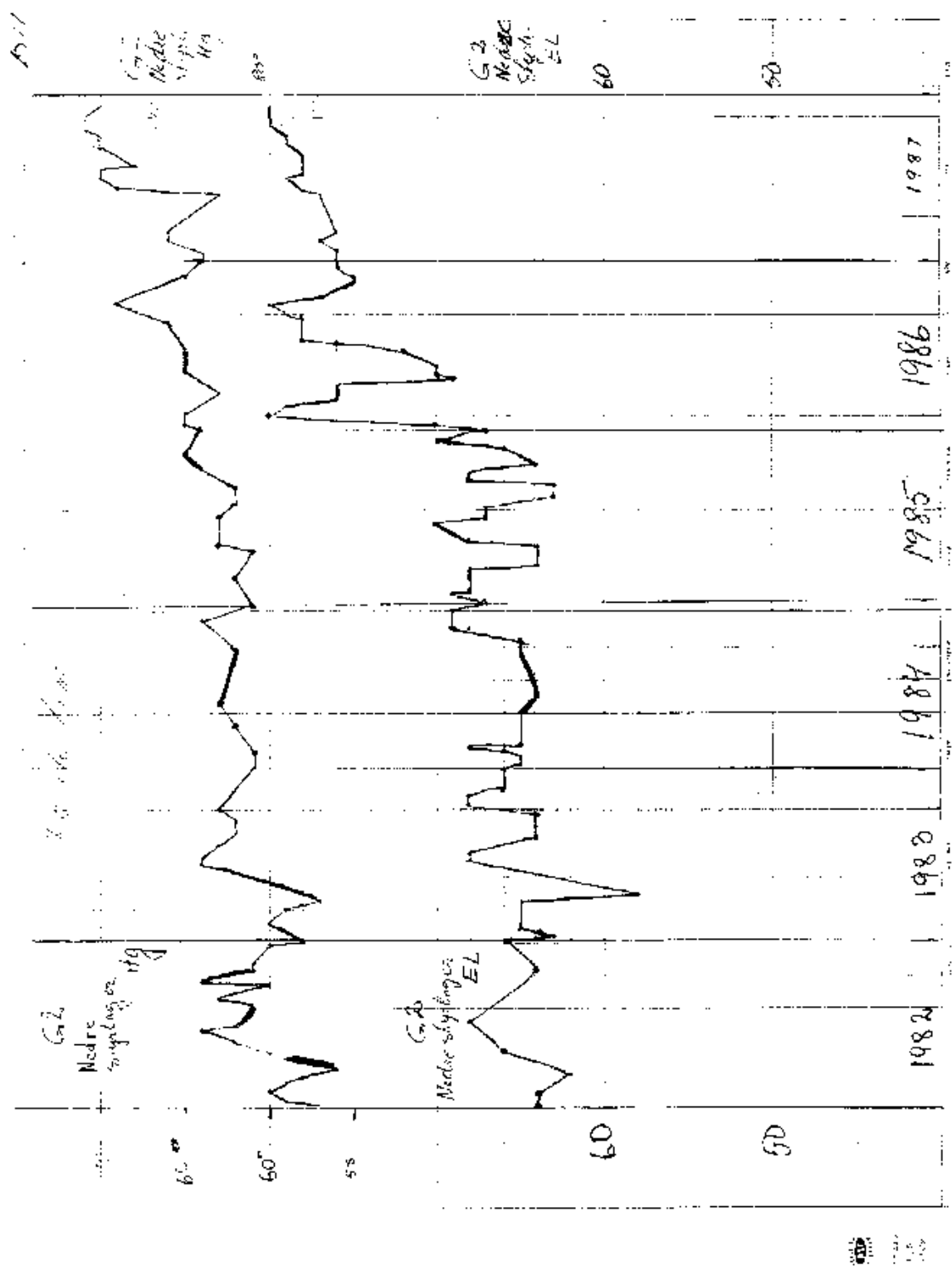
G Bilaga 2F

VATTENFALL					RONDRAPPORT							
Åtgärdskod Anteckna avläst värde eller ange utförd Åtgärd med X A=avläsning, Fk=funktionskontroll S=smörjning, I=inspektion M=motionering					Stationsnamn IK11 Torpshammar	Antal blad 8 Blad nr 2	Rond + arb utförd enl schema sign				Vecka nr	
Pos	Rum	Apparat	Beskrivning av åtgärd/arbete		Kod	bil	Mån 1	Tis 1	Ons 1	Tors 1	Fre 1	Gräns värd.
52	12.01		BILRUM. TELERUM VÅN. 12									
52	12.01		Tele-stativ		I							
54	12.01		Bf-stativ		I							
55	12.01		Tidas-stativ		I							
56	12.01		Televerkets växel		I							
57	12.01		G2 magn. Motsånd		I							
58	12.01		Fläkt telerum + temp		I							
59												
60			OMFORMARRUM VÅN. 11									
61	11.01		VHC allm.		I							
62	11.01		LHC allm.		I							
63	11.01	84101	Batteri omf 1		I							
64	11.01	84102	Hf-omf allm		I							
65	11.01		"- spänning, frekvens		A							
66	11.01	562A1	G2 snabbmatare		I							
67	11.01		Likriktare 220 V batt. volt		A							237
68	11.01		"- amp		A							21
69	11.01		G2 sp.reg.ut. allm.		I							
70												
71			LIKRIKTARE + BATTERI VÅN. 10									
72	10.16		Likriktare microdat 24 V volt		A							27,0
73	10.16		"- amp		A							2,9
74	10.16		"- HF 24 V volt		A							26,8
75	10.16		"- amp		A							0,9
76	10.16		"- signal 24 V amp		A							3,0
77	10.16		"- tele 48 V volt		A							54,5
78	10.16		"- amp		A							0,2
79	10.16		"- brand 24 V		A							
80	10.16		Batteri 220 V kraft		I							
81	10.16		"- 24 V HF		I							
82	10.16		"- 24 V signal		I							
83	10.16		"- 48 V tele		I							
84	10.16		"- 24 V brand		I							
85	10.16		"- 24 V mikrodator		I							
86	10.		Destilationsapparat		I							
87												
88			INSP. GÅNG VERKSTAD VÅN. 9									
89	9.30		Oljecisterner silic 3 st		I							
90	9.30	397F1	Fläktmotor släpringar smörjn.		S							
91	9.30		Värmeanl. För station		I							
92	9.31	382	Hydrofonanl Allm.		I							

93	9.31	382	"- klorpåfylln.	I								
94	9.31	382	"- luftpåfylln.	I								
95												
96	9.31		Råvattenpump	I								
97	9.31	371P1	Brandvattenpump - vs	Fk								
98	9.31	371P2	"- - ls	Fk								
Vid fel eller avvikelser, "rödmarkeras", i dagrutan. Fel eller avvikelser som är driftpåverkande skall rapporteras OBS: Enklare fel åtgärdas under rondan Apparat nr skall finnas med när arbetet består av tillståndskontroll Underhållsåtgärd beställd för App nr / pos nr										Om särskilt protokoll för tillståndskontroll användes skall detta markeras i bil rutan		



I Bilaga 3B



J Bilaga 4A

Förklaring till frågeformuläret

Frågeformuläret är tänkt att användas som underlag för hur rondningen fungerar i dag. Det är då viktigt att vi får in ett så brett underlag som möjligt, det vill säga vi bör fråga så många som möjligt.

I den första kolumnen antecknas kraftverket och ägaren, man måste kanske använda flera rader för att få med all information.

I de två följande kolumnerna antecknas hur ofta manuell rondning (ej datoriserad) sker per vecka (som mest oavsett form av åtgärd). Därefter hur många positioner listan består av.

Datorregistrerad avläsning innebär att man istället för traditionell rondlista lägger upp rondan i en dator och som sedan kan dumpas i en bärbar handdator. Handdatorn används dels för att styra rondvägen men också för att verifiera att rondpunkten är gjord och för att registrera mätvärden och nödvändiga åtgärder.

Om periodiska arbeten finns integrerad i samma rutin som rondningen är egentligen mest intressant vid datoriserad rondning. Behöver enbart besvaras med ja eller nej.

Automatisk registrering av mätvärden innebär att man via en driftdator, koncentrator eller motsvarande kontinuerligt registrerar avläsningsvärden som normalt brukar antecknas i rondlistan. T.ex. lindnings-, lager-, reglerolje-, kylvattentemperaturer, MW, Mvar, ledskeneöppning, ÖVY, NVY, etc. Avläsningsvärdena skall kunna presenteras i form av siffervärden och trender.

K Bilaga 4B

Frågeformulär

	Ägare / Kraftverk	Rond		Dator reg. avläsn		Är period. arb integr. i rond	Automatisk reg av mätv.
		Ant/vecka	Ant pos	Ant/vecka	Ant pos		
I	A			3	364	JA	JA
	B			3	208	”-	NEJ
	C			2	82	”-	JA
	D			2	98	”-	”-
	E			2	82	”-	”-
II	A			2/1*	120/235	JA **	NEJ
	B			2/1*	58/160	JA **	”-
	C			2/1*	78/176	JA **	”-
III	A			1	130	JA	NEJ
	B			1	290	”-	”-
	C			1	220	”-	”-
	D			1	200	”-	”-
	E			1	260	”-	”-
	F			1	140	”-	”-
	G			1	80	”-	”-
	H			1	80	”-	”-
	I			1	70	”-	”-
	J			1	30	”-	”-
	K			1	30	”-	”-
	L			1	25	”-	”-
	M			1	40	”-	”-
	N			1	20	”-	”-
IV	A			1/veck 2/säkerh	220	”-	
	B			1/veck	35	”-	
V	A			1/veck	36	”-	
VI	A			1/veck	105	Ja särskild lista i dator	
VII	A			1/veck	80	”-	
VIII	A			1/veck	98	”-	
IX	A			1/veck	219	Ja särskild lista batteriprovn	
	B			1/veck	123	Ja se ovan	Ja 46
X	A			1/veck	128	Ja särskild lista i dato 91	

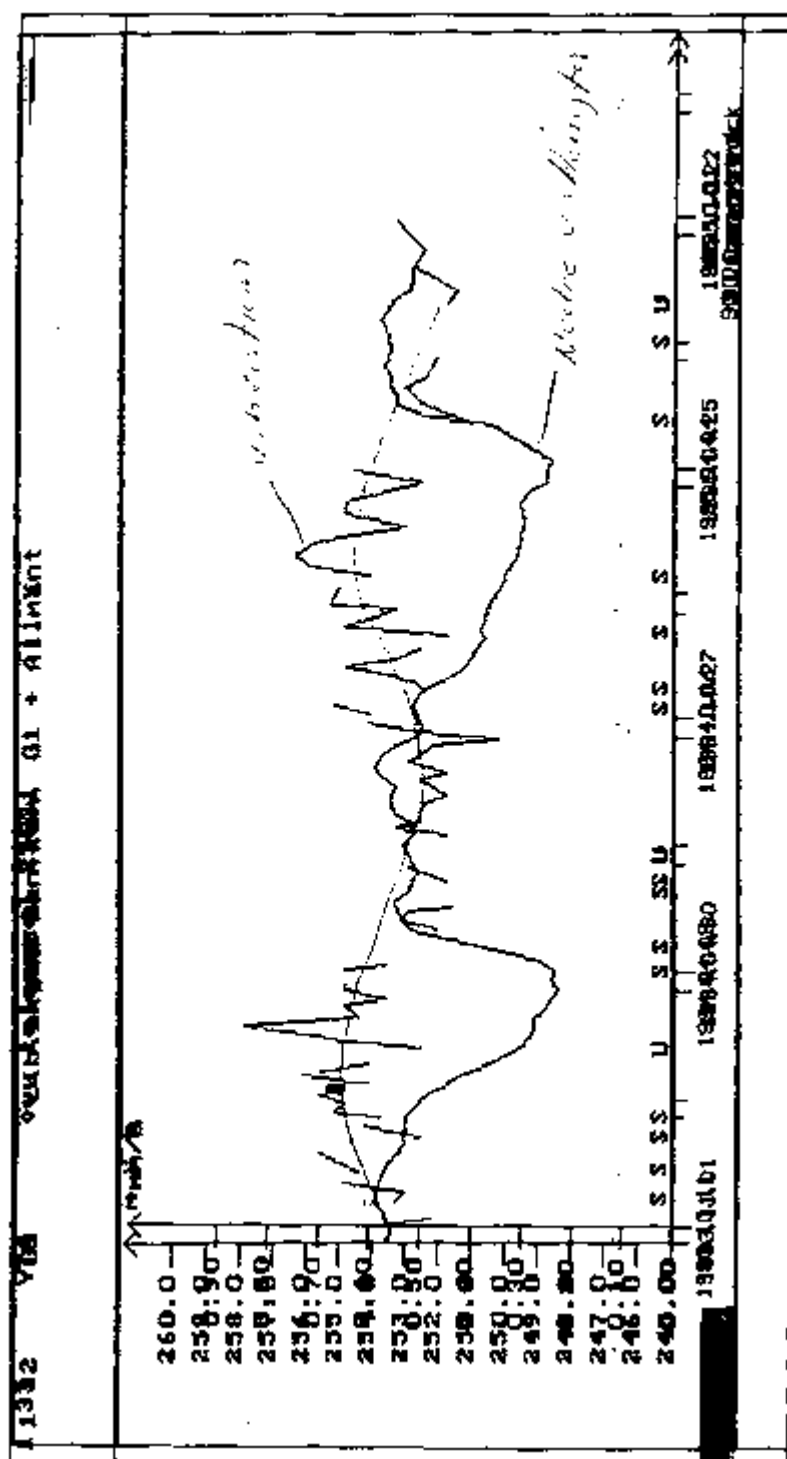
*) 2 ronder / vecka med endast temperaturreg. 1 ronder / vecka med temp och rondpunkter.

**) De periodiska arbetena är upplagda i rondatorn men utföres ej vid rondning.

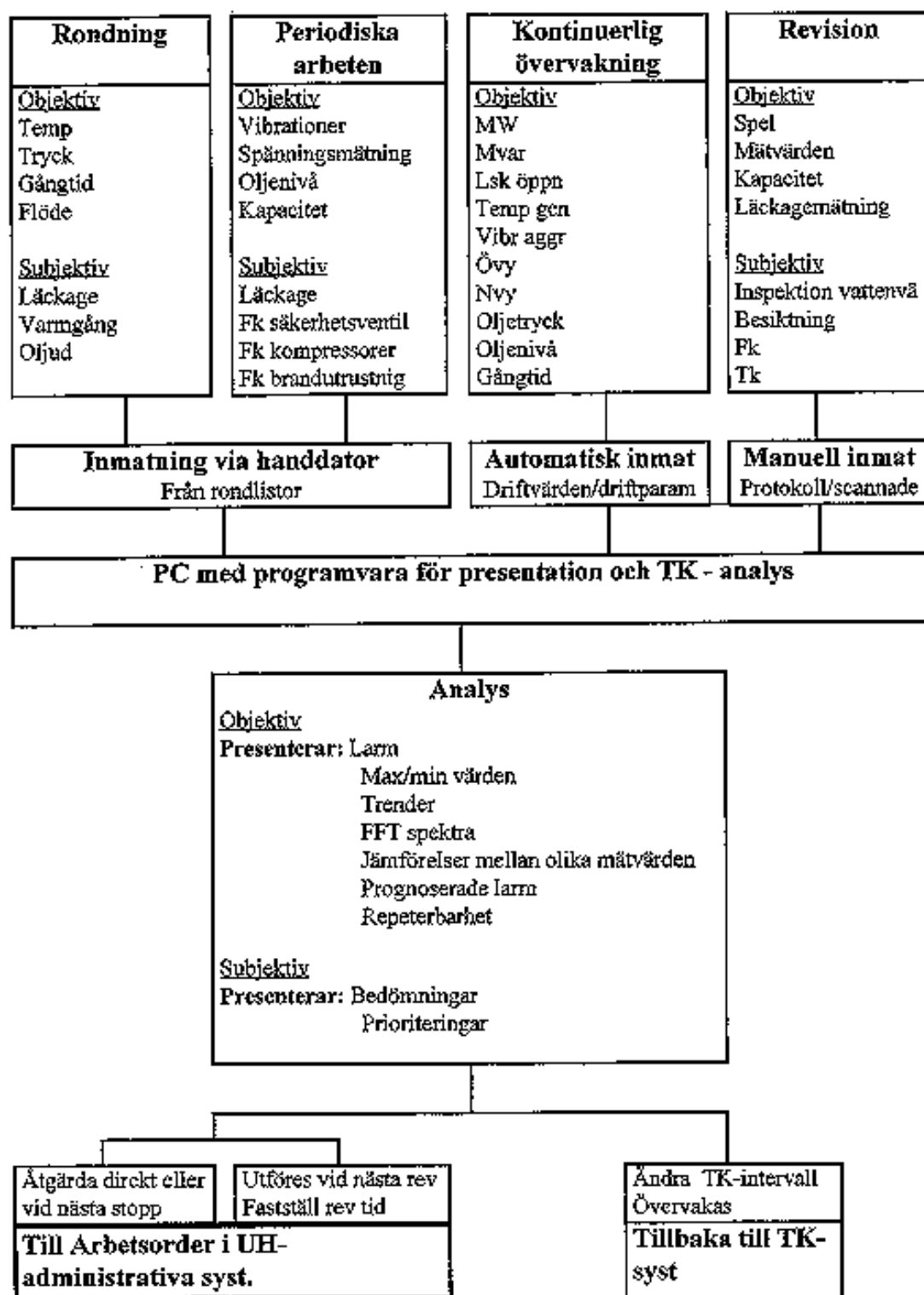
L Bilaga 4C

Ägare Kraftverk	Intervall	Rondning			Dator reg. avläsn.		Periodiska arb i rond	Automatisk registrering	
		Antal positioner		Mätvärden	Ant/vecka	Ant pos		Mätvärden	Start/drifttid
		Jämnt/Udda vecka	Totalt						
<i>XI</i>									
<i>A</i>	1 ggr / v 1 ggr / mån	36 / 38 Avl. starter/driftid på 15 objekt	53	33			Nej		
<i>B</i>	1 ggr / v	70 / 62	87	50			Nej		
<i>C</i>	1 ggr / v 1 ggr / mån	79 / 80	121	21			Nej	69	32
<i>D</i>	1 ggr / v 1 ggr / mån	49 / 58	88				Nej	61	21
<i>E</i>	1 ggr / v 1 ggr / mån	116 / 114 Avl. starter/driftid på 25 objekt	164	68			Delvis		
<i>F</i>	1 ggr / v 1 ggr / mån	88 / 88 Avl. starter/driftid på 8 objekt	97	31			Nej	43	24
<i>XII</i>									
<i>A</i>	1 ggr / v 2 ggr / v rondas dammar och pglar		30	40 (inkl. ca: 10 timräkneverk)			Delvis		

M Bilaga 5



N Bilaga 6



ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS – ELFORSK – AB

Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31

Telefon: 08-677 2530. Telefax 08-677 2535

www.elforsk.se