



Innehåll

Säkerhet

Vad är det?

Hur fungerar det?

Kom igång

EDM-gränser – GO/NO GO?

Tumregler

Ordlista

KARMA AB, VÄLLINGBY, SWEDEN

Välkommen till en helt ny metod att undvika för tidiga lagerskador på grund av lagerströmmar. Men läs om säkerheten först!



Säkerheten först!

Du kommer att använda Beppe på roterande axlar och maskiner och på platser där det kan vara hett, kallt, halt, dåligt ljus, ångor, hög ljudnivå och andra säkerhetsrisker.

Du kommer att använda Beppe i gruvor, på båtar, i processindustri, kraftverk, verkstäder, kontor och bostäder. Kort sagt: överallt där det finns elektriska motorer.

Vi kan inte förutse och varna för alla risker. Men vi kan förutse att stress, oförsiktighet och "Jag ska bara..." kan orsaka olyckor

Beppe kan knappast orsaka olyckor i sig. Men maskiner och omgivning kan göra det. Det rekommenderas därför att operatören ska ha en bra grundläggande utbildning i hur man arbetar säkert i industriell miljö. SSGs utbildning och Entrepas rekommenderas. Det ger, utöver säkerhetsutbildning, många praktiska fördelar vid arbete på olika anläggningar.

Gör inga självständiga mätningar utan att ha rätt säkerhetsutbildning!



Vad är det?

Bearing Predictor (Beppe) är ett mätinstrument som detekterar, klassificerar och räknar elektriska genomslag, EDM, i lager så att du kan upptäcka lager som behöver extra åtgärder för att undvika lagerströmsskador och förtida lagerhaverier.

Den gör det från den allra första drifttimmen efter du tagit i drift pumpen, fläkten, hissen, pappersmaskinen, valsverket eller vad det handlar om för applikation. Du kan alltså upptäcka och åtgärda potentiella problem innan vibrationsmätningen eller örat talar om att det är dags att byta lager. Du använder Beppe för att förut säga/prediktera lagerskador. Därför kallas den Bearing Predictor.

Alla lager, som Beppe indikerar hög aktivitet eller höga toppvärden, riskerar att haverera inom några månader till ett par år. Om ett lager exempelvis har hundratals genomslag per sekund vid 20 volts nivå så kan man vara säker på att haveriet kommer inom ett år. På samma sätt är höga toppvärden en riskfaktor även om inget genomslag indikeras. Genom att applicera standardmetoder som filter, kolfiber-ringar, potentialutjämning etcetera kan man uppnå normal lagerlivslängd och undvika kostsamma lagerbyten.

Beppe kan också användas i det löpande förebyggande underhållet för kontroll av att motåtgärderna fungerar som de ska. Det ger säkerhet – en upptäckt skadad jordningsborste är som hål i takpappen; skadeutvecklingen pågår i det tysta, men skadan (lagerhaveriet/rötan) kommer smygande. Regelbunden kontroll ger säkerhet.



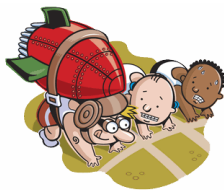
Hur fungerar det?

Kort sagt: Genom att upptäcka, klassa och räkna elektriska urladdningar i lagret. Varje genombrott i oljefilmen i lagret orsakar en elektrisk urladdning som i sin tur orsakar en liten krater i lagerbanor och kulor/ullar. När det bildats tillräckligt många sådana kratrar – det handlar om miljarder – så upphör lagret sakta att fungera. Vibrationsnivån ökar och om inget görs så havererar lagret. Det finns mycket mer att säga om detta. www.gke.org Klicka Downloads. Downloadsidan uppdateras kontinuerligt, så det kan vara bra att kontrollera den regelbundet för nya dokument och rapporter.

Beppe detekterar, klassar och räknar urladdningarna. Hög energi ger stora skador och låg energi ger mindre skador.

Beppe detekterar också potentiellt farliga spänningstoppar som inte resulterar i genomslag men som kan göra det vid högre lagertemperatur, lagerkrafter eller lägre varvtal. Om en maskin körs vid låg temperatur kan antalet genomslag vara lågt för att öka när temperaturen blir högre. Om Beppe indikerar höga toppvärden (mer än ca 5 V) bör man göra en uppföljande kontroll vid varm motor.

Veta mer: Genomslag, EDM, detekteras genom att kontrollera om snabba spänningsändringar förekommer. Ett typiskt EDM-event består av en snabb spänningssänkning från +/-7 – 15 volt på mindre än 100 nanosekunder, vanligen ca 30 ns. Det är därför viktigt att använda en terminerad koaxialkabel för att undvika reflexioner. Den använda kabeln är ca 1 m lång. Längre kablar kan användas, kontakta Karma AB för tips. Eller edm@gke.org



Kom igång

Detta avsnitt beskriver hur du:

1. Startar Beppe.
2. Ansluter till maskinjord.
3. Ansluter till motorns/maskinens axel.
4. Gör EDm-mätning.
5. Sparar mätresultat i internminnet.
6. Återkallar mätresultat från internminnet.
7. Stänger av Beppe.

Mätresultaten kan överföras till din dator.

Följande avsnitt beskriver hur det går till att:

8. Installera USB drivare och programmet Beppe Manager på din dator.
9. Starta Beppe Manager, anslut PC to Beppe.
10. Föra Över data från Beppe till PC.
11. Avsluta överföringen.

Beppe har självförklarande texter i displayen. Det är bara att välja function och sedan följa anvisningarna. Men, för att få ut bästa möjliga resultat från instrumentet och förstå alla aspekter på dess användning är det klokt att läsa igenom de följande avsnitten och prova de olika funktionerna. Gör det! Sedan kan du utan vidare glömma denna användarhandbok på skrivbordet när du går ut i verkligheten för att mäta.

1. Starta Beppe.

Beppe har ett lågeffekt beredskapsläge där strömförbrukningen är mycket låg genom att alla funktioner inclusive displayen stängs av. Strömförbrukningen är då så låg att batterierna räcker många månader. Om du inter mäter varje vecka eller månad kan det ändå vara bra att lossa batterianslutningen mellan mättillfällena.

När Beppe är i beredskapsläge är displayen avstängd och det enda som är aktivt är knappavkänningen.

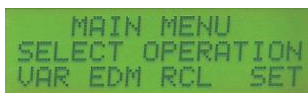
För att starta ska knapp "A" tryckas och därefter, inom tre sekunder¹, knapp "M".

Startdisplayen ser då ut som nedan under tre sekunder:



```
EDM PREDICTOR
  BEPPE
GKE ELEKTRONIK
```

Den växlar sedan till huvudmenyn:



```
MAIN MENU
SELECT OPERATION
VAR EDM RCL SET
```

VAR väljer mätning med variabel tröskelspänning.

EDM väljer normal EDM-mätning.

RCL återkallar mätresultat från minnet.

SET öppnar ny undermeny för språkval, anslutning till PC, kontroll av mjukvaruversion, nollställning av minne, frånslag och andra funktioner.

Beppe är nu startad och väntar på dina kommandon.

¹ Detta för att förhindra att Beppe slås till under transport.

2. Anslut till maskinjord.

Beppe mäter spänningen över lagret. Det är detsamma som spänningen mellan motoraxel och maskinjord. Man måste alltså ansluta den svarta ledaren i mätkabeln till motorns jord. Det är viktigt att ansluta till just motorns jord och inte till någon "bekväm" jordanslutning i närheten. Anledningen är de mycket snabba spänningsprången som gör att man får alla möjliga konstiga fel om man ansluter till annat än maskinjorden. Använd framför allt inte nätets jord. Aldrig. Någonsin.

Motorer är lackade med mycket motståndskraftig lack. Det är därför sällan möjligt att använda en vanlig krokodilklämman direkt på motorn. Jordanslutningarna är antingen placerade i kopplingslådan eller mitt på motorn, vilket innebär långt avstånd från axeln. Det är vanligen svårt att hitta en bra jordanslutning på motorer i storlek 30 – 40 kW och uppåt.

Det är här som den svarta ackumulatorklämman kan användas. Den greppar alla normala montagebultar och har en kabelsko i änden av kabeln där den svarta krokodilklämman kan anslutas. Totallängden på den svarta jordledaren är inte fullt så viktig som längden på den röda mätkabeln. Det är därför tillåtet att använda ackumulatorklämman med tillhörande kabel.

Som alternativ kan den lilla magneten med M3-skruv användas. Det brukar alltid gå att hitta en olackad del av motorhöljet – exempelvis en skruvskalle på motorskölden eller liknande. Torka bort fett och smuts och fäst magneten. Koppla sedan den svarta kabelns krokodilklämman till M3-skruven.

Innan du startar mätningen bör du kontrollera med ohmmeter eller summer att du har bra kontakt med jorden.

3. Anslut till motoraxeln.



Fara! Roterande delar!



Möjlig hög spänning!

Flertalet motorer är horisontellt monterade med axel och koppling som ansluter dem till den drivna maskinen. De är vanligen också försedda med ett beröringsskydd över axel och koppling. Detta skydd är i många fall så utformat att det är praktiskt taget omöjligt att få kontakt med axel eller koppling. Det är dessutom sällan möjligt att få tillstånd att stoppa motorn så att skyddet kan lyftas av för mätning. Man måste hitta andra sätt.

Ett sätt är att mäta på frisidan (NDE) och mäta med en isolerad elektrod genom fläktgallret. En vanlig svetsselektrod kan användas. Eller en skruvmejsel med en bit isolerslang. Det är vanligen ett bra och säkert sätt att mäta mindre motorer där axelspänningen är en likfas-spänning och det inte spelar någon roll om man mäter på drivsidan eller frisidan.

På större maskiner är det dock nödvändigt att mäta både frisida och drivsida. Det gäller framför allt när induktivt kopplad axelspänning dominerar. Det kan också vara så att pulsgivare eller andra givare hindrar mätning.

En bra lösning är då att använda en KC attachment - KCA. Det är en enkel metod som godkänts av kritiska säkerhetschefer i USA. Säkrare än så kan det nog inte bli 😊

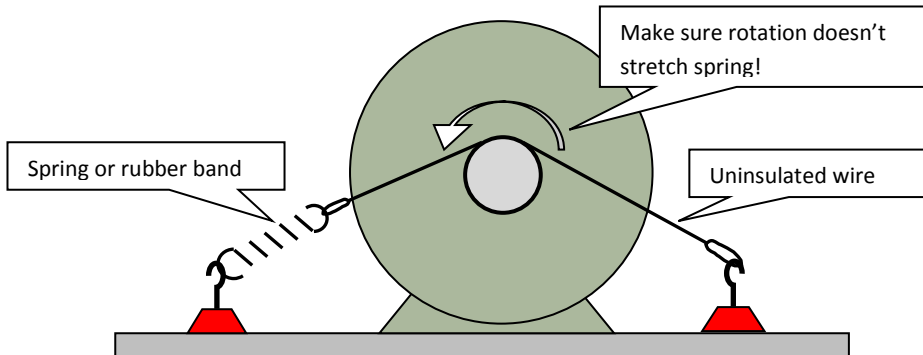
Det finns en viss risk att motoraxeln för en hög spänning. Detta är en verklig risk på motorer med två isolerade lager. Framför allt på

större likströmsmotorer. **Mät spänningen mellan axel och jord med en voltmeter innan du ansluter till axeln på motorer där det kan finnas risk för spänningar över 50 volt!**

KC Attachment (KCA)²

Denna enkla metod kräver inget annat än en delvis avisolerad tråd och en gummisnodd. Men det går förstås att göra det lite mer komplicerat, med magneter och dragfjädrar. Hur man än väljer att göra det så ger det en mycket bra mätning.

Tanken är att låta en delvis avisolerad tråd kontakta axeln över en begränsad vinkel och hålla kontaktrycket uppe med hjälp av gummisnodd eller dragfjäder. Den långa kontaktarean säkerställer en lågohmig och stabil elektrisk anslutning och trådens diameter, ner mot någon millimeter, gör att KCA kan användas även vid installationer där skyddet går tätt intill motorskölden.



Bilden visar KCA med oisolerad tråd med isolerande magnetfötter med hakar. Om isolerad tråd används så kan den knytas runt byggnadsdetalj, staket eller kabelstege och sedan sträckas över axeln och fästas med gummisnodd till annat fäste på andra sidan axeln. Tråden ska förstås avisolerats på det stycke som har kontakt med axeln.

² Uppkallad efter Kjell Carlsson på Pharmadule Emtunga

Anslut mätkabelns röda ledare till KCA och kabelns BNC-kontakt till Beppe. Klart³!

³ En enkel skruvmejsel kan också användas. Eller vilken ledare med isolerat handtag som helst.

4. Mät EDM och 5. Lagra resultat.

Starta motorn och ställ in den hastighet du vill mäta vid⁴. Tryck knapp "B" under EDM i displayen. Det startar automatisk mätning av elektriska urladdningar i lagret. Displayen ser ut så här när mätningen startar:

```
APPLY PROBE  
PRESS KEY  
OK DELAY →
```

Om allt är OK och proben har kontakt med axeln trycker man OK. Displayen visar nu:

```
MEASUREMENT  
PPS  
No: 1
```

Mätningen startar med PPS (Pulse Per Sekund) och eftersom detta är första gången vi mäter får mätningen nummer 1. Efterhand som mätningen fortgår visas resultatet i displayen:


```
      H:  0  
PPS   M:  0  
No: 1 L:  0 →
```

Vid den här mätningen fanns ingen EDM i lagret så alla energinivåerna (Hög, Medel, Låg⁵) visar 0 PPS. Detta är utmärkt bra och sällan något man ser i verkligheten.

Den lilla pilen i högra hörnet (ovanför knapp "M") betyder att du ska trycka den för att komma vidare i mätningen. Tryck "M"!

⁴ Inte alltid möjligt. Oftast går motorn i produktionshastighet. Då får man mäta vid den hastigheten.

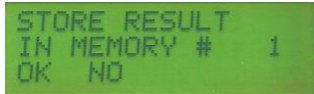
⁵ H: 20 V, M: 10 V, L: 5 V. Energin i urladdningen är proportionell mot spänningen i kvadrat. H ger alltså fyra gånger större skada än M och sexton gånger större skada än L.



```
PEAK VALUES
POS. 1V
NEG. -13V
```

Nu visas toppvärden. Här var det positiva toppvärdet litet (1 V) och det negativa toppvärdet mäts fortfarande. När mätningen är komplett visas pilen igen. Tryck "M"!

Nu är första mätstället mätt. Mätresultaten är fortfarande i Bepes arbetsminne och om du vill spara dem för senare överföring till dator kan du göra det genom att svara på frågan i nästa display:



```
STORE RESULT
IN MEMORY # 1
OK NO
```

Om du inte vill spara resultatet trycker du "B" under NO i displayen. Displayen bekräftar att du inte vill spara och återgår till huvudmenyn.

Om du istället faktiskt vill spara resultatet så trycker du "A" under OK i displayen. Displayen svarar:



```
STORING IN 1
```

För att verifiera att data sparats. Den återvänder sedan till huvudmenyn och är klar för nästa mätning.

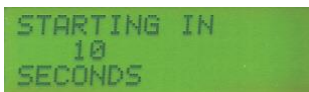
Om "DELAY" i mätmenyn



```
APPLY PROBE
PRESS KEY
OK DELAY →
```

Ofta behöver man fyra händer. En som håller proben, en att hålla i sig med på stegen, en att hålla Beppe med och en att trycka OK med. Beppe ger dig två extra händer!

Tryck bara "DELAY" så kommer mätningen att starta om tio sekunder. Du har gott om tid att placera proben i läge medan displayen räknar ner och sedan startar mätningen. Det ser ut så här:



```
STARTING IN
  10
SECONDS
```

Mätningen startar när displayen når 0 sekunder.

Det finns två val under SET/EDM menyn; Stop or Continue. Välj "Stop" om du vill kunna läsa PPS innan toppvärdena mäts. Välj "Continue" om du inte vill trycka "M" för att fortsätta med toppvärdesmätning efter PPS.

6. Läs data från minnet.

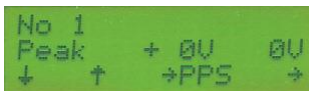
När du gjort alla mätningarna ute i den varma, fuktiga, skitiga fabriken är det skönt att sätta sig i sitt lugna, svala och rena kontor och analysera resultaten.

Du gör det helt enkelt genom att återkalla resultaten från minnet med några enkla knapptryckningar:

Tryck "A" och sedan "M" för att starta Beppe.

Efter startdisplayen, i huvudmenyn, tryck "C" (RCL, återkalla)

Displayen är nu i läsmode och ser ut som nedan:



```
No 1
Peak + 00 00
↓ ↑ →PPS →
```

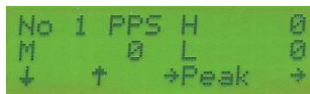
Första raden säger att vi nu läser minnesplats nummer 1.

Andra raden säger att detta är toppvärden, positivt och negativt toppvärde visas.

Tredje raden ger möjlighet att stega upp och ner i minnesadresserna (pilarna över "A" och "B"). Den ger också möjlighete att växla mellan PPS och toppvärden.

Pilen ovanför "M" tar dig tillbaka till huvudmenyn (Main Menu). "M" står för "Mer" eller "Meny". The arrow above "M" takes you back to the MAIN MENU (yes, "M" usually stands for "Menu" or "More").

Om du trycker "B" växlar displayen till PPS-displayen:



```
No 1 PPS H 0
M 0 L 0
↓ ↑ →Peak →
```

Första raden säger att det är PPS-värden från minnesadress nummer 1 som visas. I det här fallet var antalet PPS för H (Hög energi) lika med 0.

Andra raden visar PPS för Medelhög och Låg energi. Båda är noll.

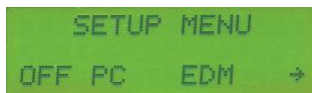
Tredje raden som tidigare, bortsett från att den nu switchar tillbaka från PPS till Toppvärden.

Det finns totalt 40 minnesplatser för kompletta uppsättningar mätvärden. Det kan tyckas vara en begränsning men hittills har, såvitt känt, ingen klarat av att göra mer än tjugo mätningar under en dag. Och om detta rekord skulle slås så är det enkelt att föra över data till PC så att ny mätomgång med nollat minne kan startas på eftermiddagen.

7. Stäng av Beppe.

Det finns ingen strömbrytare på Beppe. Orsaken är enkel – strömbrytare går sönder när man klättrar omkring med Beppe i maskiner, tappar den mot betongolv eller släpar den över stålgrating. Så – ingen strömbrytare.

Istället försätter man Beppe i frånläge via menyn och knapparna på panelen. Om du är i huvudmenyn så trycker du bara "M" för att komma till inställningsmenyn. Knapp "A" under "AV" i menyn sätter Beppe i lågeffektläge och displayen stängs av.



Om du befinner dig i någon annan meny är det lika enkelt. Tryck bara "M" så kommer du till huvudmenyn och där trycker du SET för att komma till frånslagsfunktionen.

Om frånläge, batteriförbrukning, lågt batteri och batteribyte

Strömförbrukningen är mycket låg när instrumentet är i viloläge. Den är också låg i tillslaget läge och väntan i någon av menyerna. Det är endast under aktiv mätning och vid kommunikation med PC som strömförbrukningen stiger till cirka 25 mA. I väntläge är den ca 250 μ A. Batterierna ska hålla minst ett år i frånslaget läge men det kan ändå vara en bra idé att lossa batterianslutningen om instrumentet inte ska användas under längre tid.

Det finns två lägen där strömförbrukningen ökar till cirka 25 mA kontinuerligt. Det är när Beppe är ansluten till dator och när man använder VarLevel-funktionen. Båda kan dra ur batterierna på några dagar.

VarLevel-funktionen beskrivs inte i denna "Kom igång" del av manualen och används endast vid speciella fall när man vill kartlägga EDM över ett visst varvtalsområde. Kom ihåg att gå tillbaka till huvudmenyn när du mätt färdigt i VarLevel.

Glöm inte att stänga av uppkopplingen när Beppe har varit ansluten till dator (se avdelning 11 i denna handbok) så undviker du att ladda ur batterierna.

När batterispänningen blir låg indikeras det av att displayens kontrast blir låg så att det blir svårt att läsa den. Minnesfunktioner och mätfunktioner förblir aktiva även när displayen är svårläst. Detta

beror på att displayen slutar fungera vid ca 5 V medan processorer och övrig elektronik fungerar ner till 3,3 V. Men eftersom du inte kan använda instrumentet när displayen är svårläst är det bäst att byta batterier innan det inträffar.

8. Installera USB driver och Beppe Manager på din PC

Varning! Anslut inte USB-kabeln till din PC innan du installerat USB-drivaren!

Sök upp dessa två filer på CD, USB-minne eller hemsidan:



CDM 2.02.04.exe



setup.exe

Kör USB driver CDM 2.02.04 (eller senare version).

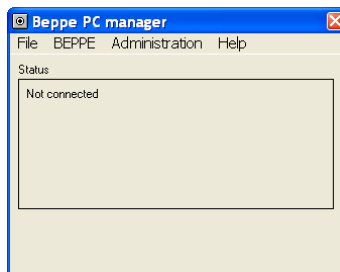
Kör setup.exe. Den installerar Beppe Manager I mapp som du väljer. Ikonen ser ut som nedan:



bepman.exe
GKE ELEKTRONIK AB

9. Starta Beppe Manager

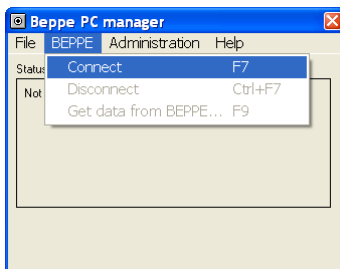
Dubbelklicka bepman ikonen:



Nu kan du ansluta den medlevererade USB-kabeln till Beppe och din dator. Se till att båda kontakterna är ordentligt intryckta.

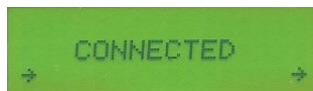
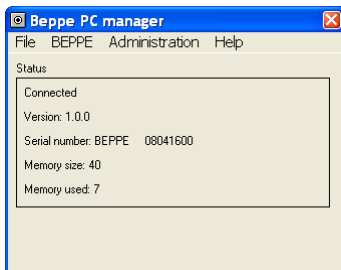
Förbered Beppe för kommunikation med PC genom att välja SET/PC. Displayen visar "CONNECTING" och väntar på att datorn ska koppla upp sig. Du kan avbryta genom att trycka på valfri knapp. Beppe avbryter automatiskt om den inte hittat en partner inom 30 sekunder.

Välj BEPPE/Connect:



Eller tryck F7.

Datorn ansluter nu till Beppe. Dator och Beppe visar nu följande:

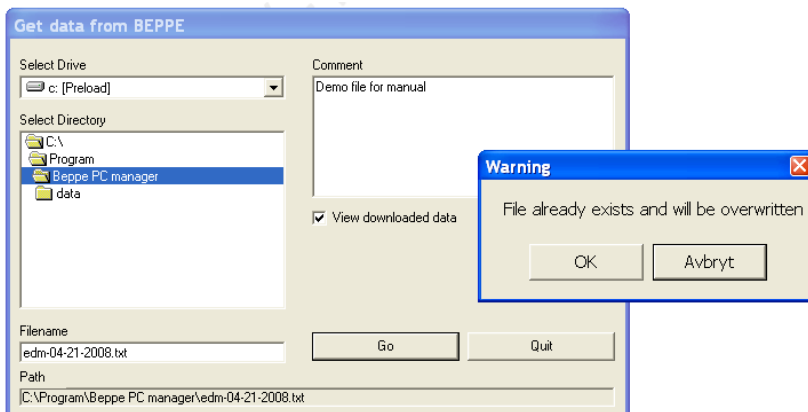


Datorskräman visar att uppkopplingen lyckades och visar programvarans versionsnummer, Beppe serienummer, minnesstorlek och att sju minnesplatser är utnyttjade.

Displayen I Beppe verifierar att anslutningen är aktiv. De två pilarna visar att man kan gå vidare och komma ur uppkopplingen genom att trycka knapp "A" och "M" samtidigt om man inte väljer att gå ur genom att trycka Ctrl-F7 på datorn.

10. För över data från Beppe till dator.

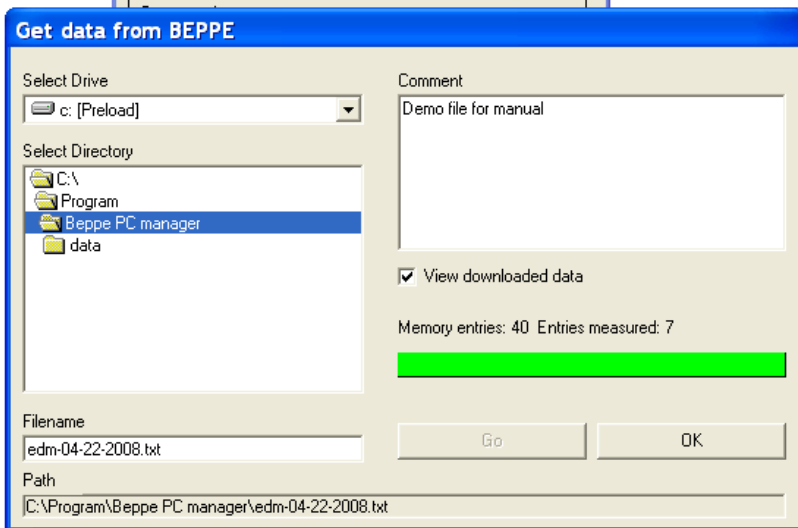
Använd funktionen BEPPE/Get data eller tryck F9. I båda fallen hämtas data som en textfil till datorn.



I exemplet visas en skärm som föreslår filnamn (edm-04-21-2008.txt). Du kan ändra bibliotek och filnamn men vi behåller defaultnamnet i detta exempel.

Om du får ett meddelande om att filen redan finns så kan du välja att skriva över den eller ändra till annat filnamn.

Mätdata i Beppe förs nu över till datorn. En röd "framgångsindikator" visar hur överföringen fortskrider. När alla mätvärden är överförda byter indikatorn färg till grön.



Om du har valt “View downloaded data” kommer överförda data att visas på datorn. Data visas exakt i det format de lagras i textfilen. Ett exempel visas nedan.

```

BEPPE EDM PROTOCOL
-----
Date: 04-22-2008   Time: 10:40:59
BEPPE Version: 1.0.0
Serial number: BEPPE      08041600  0

```

| No | High | Middle | Low | Peak + | Peak - |
|----|------|--------|------|--------|--------|
| 1 | 0 | 0 | 286 | 4 | -5 |
| 2 | 0 | 0 | 52 | 5 | -4 |
| 3 | 0 | 67 | 3279 | 11 | -10 |
| 4 | 0 | 156 | 3832 | 11 | -10 |
| 5 | 0 | 572 | 8094 | 13 | -11 |
| 6 | 0 | 0 | 4 | 2 | -3 |
| 7 | 0 | 6 | 1569 | 9 | -8 |
| 8 | - | - | - | - | - |
| 9 | - | - | - | - | - |

Visade data är mätta på en 2,2 kW 400 V asynkronmotor som matas från en PWM-omriktare. Mätningarna nummer 1, 2 och 6 är tagna vid låg hastighet då oljefilmen är ganska tunn så att EDM uppträder endast vid låg hastighet.

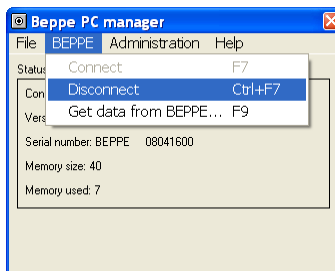
Mätningarna nummer 3 – 5 är tagna vid 1000 – 1450 RPM och nummer 7 vid 650 RPM. Mätvärdena är typiska för en 400 V motor och är inte bra. Att ha mer än cirka 100 PPS vid mellannivån kommer att ge skador inom några år.

Data i låga spalten är vanligen inte kritiska och det finns motorer som gått i många år med tusentals PPS(L). L motsvarar genomslagsspänning 5 V⁶ och energin i de genomslagen är så låg att de sällan skadar lagret i någon större utsträckning.

Läs mer om typiska EDM-data i nästa avsnitt. Där finns tips om olika driftfall och hur kapacitansen i ett system påverkar skadenivån. Titta också igenom ordlistan. Där finns en hel del förklaringar som kan vara bra att känna till.

11. Koppla ner.

Använd BEPPE/Disconnect eller Ctrl-F7.



USB-kommunikationen stängs ner och Beppe's display återgår till huvudmenyn.

Lossa USB-kabeln från dator och Beppe.

⁶ I tidigare versioner av Beppe användes måttet V/ μ s istället för V genomslagsnivå. Skälet är historiskt, de första EDM-kretsarna var analoga och genererade en utsignal som motsvarade spänningsderivatan.



EDM-gränser – Grönt/Rött?

Den huvudsakliga användningen av Beppe är att hitta hög elektrisk aktivitet i lager så att man kan sätta in motmedel innan lagren tar skada. Detta avsnitt handlar om hur man utvärderar PPS och Peakvärden.

EDM i lagren beror av många faktorer och det är inte alltid möjligt att dra säkra slutsatser från en enda mätning. Några faktorer som inverkar är:

1. Rotationshastighet
2. Radiell och axiell last
3. Lagrets temperatur
4. Mängd fett och fettets kvalitet
5. Syntetfett eller mineralfett

Hasigheten är viktig. Det är vanligen inte möjligt att få några bra mätvärden vid hastigheter under 20 – 30 procent av märkhastighet. Skälet är att oljefilmen inte har stabiliserats, vilket medför att det fortfarande förekommer stå/stål-kontakt i lagret. Lagret är alltså fortfarande kortslutet och genomslag eller spänningstoppar att mäta på kan inte utvecklas. Drift vid mycket hög hastighet gör oljefilmen tjockare och genomslagsfrekvensen reduceras till låga värden så att data ger en falsk trygghetskänsla.

Mät alltid inom normalt varvtalsområde!

Krafter på lagret har betydelse. Höga radiella och axiella krafter reducerar oljefilmens tjocklek. Att mäta på en okopplad och tomgående motor ger därför inte ett bra resultat.

Mät alltid med motorn kopplad och belastad om du vill ha säkra mätningar!

Lagrets temperatur har stort inflytande på oljefilmens tjocklek och påverkar därför mätningen. En motor som står i kall omgivning kan ha upp till 40 eller 50 volt över lagret utan att genomslag sker medan en motor i varm omgivning kan ha genomslag redan vid 3 – 5 volt. Det påverkar förstås både PPM och Peakvärdet.

Mät alltid vid drifttemperatur!

Fettet har stor betydelse när det gäller EDM-mätningar. Dåligt fett eller för lite fett gör stål/stål mera sannolikt. Det reducerar inte bara lagrets livslängd, det gör också EDM-mätningen otillförlitlig genom att spänningen över lagret blir låg så att man, återigen, får en falsk känsla av trygghet. Ett lager som visar fina (låga) EDM-värden kan visa höga värden sedan det smörjts.

Se till att lagret är välsmort innan du mäter!

Syntetfett eller mineralfett är fortfarande en fråga som tål att diskuteras. Syntetfett ger i allmänhet en tunnare oljefilm med bättre temperaturindex medan mineralolja ger en tjockare film med sämre temperaturindex.

Det finns alltså anledning att hålla reda på ett antal parametrar innan man går till bedömning av mätvärdena. Generellt gäller dock att **NOLL ÄR BRA!**



Tumregler – fungerar dom?

Ja, oftast. Över cirka tio år har vi mätt på många olika maskintyper och effektstorlekar och vi vet med säkerhet att lager med mer än 10 PPS(H) är i riskzonen. Vi vet att några hundra PPS(H) eller mer ger gångtid på mindre än ett år. Vi vet också att lager med 0 – 2 PPS(H) och mindre än ca 10 PPS(M) är säkra och att man kan tolerera tusentals PPS(L). I tabellform ser det ut så här:

| 20 V | 10 V | 5 V | GÅNGTID | |
|-----------|-----------|-----|--------------------|--|
| <10 PPS | <10 PPS | - | Normal L10 gångtid | |
| <10 PPS | <100 PPS | - | Många år | |
| <10 PPS | <1000 PPS | - | Några år | |
| 100+ PPS | - | - | 1 – 2 år | |
| 1000+ PPS | - | - | Månader | |

Detta gäller för fyrpoliga asynkronmaskiner i effektområdet 11 – 1000+ kW. Gränserna kan användas för andra effekter och varvtal men med varierande gångtider. Första raden ger vanligen gott resultat för alla maskintyper och andra raden brukar räcka till i praktiken.

Tumregel: Mindre än 10 PPS(H) och mindre än 100 PPS(M) duger

En representativ mätning på pumpmotorer i effektområdet 100 – 250 kW visas nedan (kommunikation med kund i Holland). Motorerna körs typiskt i varvtalsområdet 1000 – 1500 RPM och lagrens gångtid var ”very short”.

Efter montage av common-modefilter (Vacuumschmelze 250F toro-ider) kunde funktionen verifieras genom att PPS mättes. PPS(H) har här reducerats från ca 3000 till 0 medan PPS(M) gått ner från ca 10 000 till under 100. Motor nummer 4 har fortfarande lite höga värden. Den är under observation och om gångtiden når tre – fem år har kunden förklarat att han är nöjd.

| | Without Common-mode Filters | | | | | With Common-mode Filters | | | | |
|---------|-----------------------------|----------|---------|----|-----|--------------------------|----------|--------|----|----|
| | H (20V) | M (10 V) | L (5 V) | V+ | V- | H (20 V) | M (10 V) | L (5V) | V+ | V- |
| Motor 1 | x | x | x | x | x | 0 | 1 | 3 | 3 | -3 |
| Motor 2 | 3720 | 10341 | 22304 | 11 | -11 | 0 | 40 | 1545 | 7 | -7 |
| Motor 3 | 3224 | 10748 | 23338 | 12 | -10 | 0 | 0 | 9 | 3 | -3 |
| Motor 4 | 3101 | 8856 | 21337 | 12 | -10 | 0 | 168 | 3493 | 3 | -3 |

Om motor nummer 4 visar förhöjd vibrationsnivå efter kortare tid kommer ytterligare en 250F toroid att monteras och en ny Beppe-mätning göras.

I denna motorstorlek har kapacitv koppling fortfarande viss betydelse. Det är därför troligt att montage av en Karma jordningsborste kommer att ge lägre PPS(M). Kunden har ännu inte tagit ställning. Vi följer detta och kommer att meddela resultatet i nyhetsbrev på www.gke.org/Downloads.

Ordlista – förkortningar

Al₂O₃

Aluminiumoxid, keramiskt isolermaterial som används att isolera yttering eller innerring på kullager och rullager. Ursprungligen framtaget för traktionsändamål och effektivt vid låga frekvenser. Mindre effektivt vid kHz och MHz.

Beppe

Förkortning av Bearing Predictor. Instrument som detekterar, räknar och klassar elektrisk aktivitet i lager.

BVR

Bearing Voltage Ratio – lagerspänningskvot. Anger hur stor del av motorns Common-Modespänning som faller över lagret. Vanligen i storleksordningen 0,1 – 2 procent. Högre värden för små motorer och för flerpoliga.

Common-Modespänning – likfasspänning - U_{CM}

Den spänning som kan mätas i (en tänkt) stjärnpunkt i motorlindningen. Det är den spänningen som driver ström genom läckkapacitanser till jord. Det är också den spänningen som kopplas kapacitivt till rotorn så att spänningen över lagret blir lika med BVR* U_{CM}.

CSI Current Source Inverter

Strömstyv omriktare. Endast vid högre effekter, ovanlig. Frekvensomriktaren har ett likströmsmellanled som utgör ”råvaran” för motorströmmen. Strömmen är glättad med en stor induktans och kallas därför ”strömstyv”. Motsatsen är VSI.

Drive End – Drivsida, DE

Den ände av motoraxeln som normalt är kopplad till lasten.

DTC

Direct Torque Control. ABBs metod att ersätta modulatorens i en frekvensomriktare så att momentet styrs med minsta fördröjning. Ka-

rakteriseras av synnerligen variabelt switchmönster. Ingen karakteristisk switchfrekvens.

EDM – Electric Discharge Machining

Gnistbearbetning. Process där metall avlägsnas genom att snabba urladdningar förångar metall. Används vid verktygstillverkning och förekommer spontant i lager.

Flaking

Metall ”manglas loss” ur lagerbanan. Mycket nära total förstörelse om maskinen inte stoppas.

Fluting

Det tvättbrädesmönster som bildas när EDM pågått en längre tid i ett lager.

Frosting

Den matta yta som bildas i lagerbanorna när EDM pågått en tid. Förstadium till Fluting.

Induktiv koppling

Den ursprungliga kopplingsmekanismen. Den fanns långt innan frekvensomriktarna blev vanliga under sjuttioalet men bemästrades genom att magnetmaterial och tillverkningsteknik förbättrades. I och med att de tidiga frekvensomriktarna skickade fyrkantvågor till motorlindningarna försvårades situationen och eftersom inducerad spänning ökade med maskindimensionerna uppstod uppfattningen att det bara var stora maskiner som är utsatta för EDM. Den uppfattningen verkar fortfarande leva kvar på många ställen. Vid induktiv koppling rör sig axeländarna potentialmässigt i motfas.

Kapacitiv koppling

Den kopplingsmekanism som gör att rotorn följer Common-Modespänningen. UCM och BVR bestämmer hur stor spänningen blir. Vid kapacitiv koppling rör sig motoraxelns ändar potentialmäss-

igt i likfas. Mest utpräglad mekanism i små maskiner. Se BVR och Common-Modespänning.

NFO – Naturlig FältOrientering

Metod att åstadkomma sensorlös vektorstyrning av asynkronmotorer. Utvecklad av Ragnar Jönsson, Ystad. Används vanligen i samband med den så kallade Switchkopplingen, som ger ren sinusspänning till motorn och är ett effektivt sätt att undvika EDM och andra problem som förknippas med PWM.

Non Drive End – Frisida, NDE

Den ände av motoraxeln som normalt inte är kopplad till lasten. Fläktsidan.

Pitting

Kraterbildning i lagerbanor och rullelement.

PPS(X)

Pulser per sekund, dvs antal genomslag i oljefilmen som Beppe detekterar vid en viss spänningsnivå. (X) anger vid vilken nivå mätningen är gjord. Standardnivåer är (H), (M) och (L). Motsvarande spänningar är 20, 10 och 5 volt.

PWM – Pulsbreddsmodulering

Den vanligaste moduleringsmetoden i dagens frekvensomriktare. Motorspänningen skapas genom att omriktarens mellanledningsspänning hackas upp i fyrkantiga pulser med ett medelvärde som efterliknar en sinusspänning med variabel frekvens.

Sinus

Periodisk kurva. Vanlig i naturen. Den spänningsform som asynkronmotorn ursprungligen konstruerades för och den kurvform som ger minst problem vid motordrift. PWM moduleras så att motorströmmen blir mer eller mindre sinusformad.

Stomspänning – Frame Voltage

Den spänning som kan mätas mellan motorhöljet och (lastens) jord. Den orsakas dels av högfrekvent spänningsfall i PE på grund av hög Common-Modeström, dels på grund av enstaka händelser i elsystemet. Relativt vanligt är att ett jordfel i systemet ger kortvarig höjning av jordpotentialen så att stomspänningen driver ström genom lagret ut genom axeln till jordad maskin. Potentialutjämning mellan motor och driven maskin fungerar som motmedel.

Switchfrekvens – Carrier Frequency

Den frekvens som utgör basen vid PWM-modulering. Två skolor finns: Låg Förlusteffekt respektive Låg Ljudnivå. Moderna omriktare med hög effekt har switchfrekvenser ner mot enstaka kHz, vilket ger låga förluster i omriktaren, medan mindre omriktare ofta har switchfrekvenser som ligger över det hörbara området. Detta ger tysta motorer men högre förlusteffekter i omriktaren. Notera att det inte är ovanligt att man måste stämpla ner effekten i en omriktare med upp till 40% när switchfrekvensen ökas från 4 till 16 kHz. Låg switchfrekvens är gynnsam för lagren eftersom EDM ofta är kopplat till switchflankerna i omriktaren.

V/ μ s

Volt per mikrosekund. Spänningsderivata. Anger hur snabbt en spänning varierar över tid. Användes tidigare i stället för spänningsnivå. 200 V/ μ s motsvarar 20 V EDM-nivå. Användes i de tidigaste implementeringarna. Använd spänningsnivå i volt istället.

VFD – Variable Frequency Drive

Frekvensomriktare för motordrift.

VSI Voltage Source Inverter

Spänningsstyv omriktare. Den vanliga frekvensomriktaren har ett likspänningsmellanled som utgör "råvaran" för motorns PWM-spänning. Spänningen är glättad med elektrolytkondensatorer och kallas därför "spänningsstyv". Motsatsen är CSI.

