

# **Pilotstudie rörande föroreningsgrad i lantbrukstraktorers hydraulsystem**

Ola Pettersson (JTI), Marco Fronzaroli (JTI) och Mats Bohm (tidigare JTI,  
numera Bombardier)

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Box 7033

SE-750 07 Uppsala

## **Sammanfattning**

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik har i omfattande studier analyserat maskinskador som inträffat på svenska jordbrukstraktorer, detta på uppdrag av Länsförsäkringsbolagen (LFAB). I dessa studier framkom bl.a. att jordbrukstraktorns transmission drabbas av mer än hälften av haverierna och att kostnaderna för transmissionshaverier uppgår till nästan två tredjedelar av de totala reparationskostnaderna. Vidare framkom att föroreningar i oljan tillsammans med överbelastningar var de främsta orsakerna till de initiala skadorna vid haverier.

Mot bakgrund av detta har JTI på uppdrag av Länsförsäkringar i Uppsala genomfört en studie där effekten av en extern filtreringskrets studerats. Försöket gav även en uppfattning om den normala föroreningsnivån i traktorers kombinerade hydraulik- och transmissionsolja. Filtreringskretsen har varit av en modell som enkelt har kunnat kopplas in på traktorn via hydraulikens snabbkopplingar. Filtret hade en filtreringsgrad på 3 µm och ett genomflöde på 3-4 liter olja per minut. Oljeprov har tagits såväl före som efter och under testperioden. Följande slutsatser kan dras från pilotstudien:

- Oljan i samtliga provade traktorer, även nästan nya traktorer, hade partikelhalter som vida överskred de nivåer som kan accepteras för att kunna uppnå förväntad livslängd på traktorns transmission och hydraulik. Medeltalet för renhetsgraden, enligt ISO 4406, var för de uppmätta traktorerna 23/21.
- En extern filtreringskrets av den typ som provats tar effektivt bort partiklar ur oljan. Med hänsyn till det provade systemets kapacitet måste denna dock användas under relativt lång tid för att komma ner till acceptabla föroreningsnivåer.

## 1 Bakgrund

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik har på uppdrag av Länsförsäkringsbolagen (LFAB) analyserat maskinskador som inträffat på jordbrukstraktorer. I dessa studier har bl.a. framkommit att jordbrukstraktorns transmission drabbas av mer än hälften av haverierna och att reparationskostnaderna för transmissionshaverier uppgår till nästan två tredjedelar av de totala kostnaderna. Vidare framkom att föroreningar i oljan sannolikt var en starkt bidragande orsak till att dessa skador inträffade.

Det finns inga av oss kända publicerade arbeten där renhetsgraden i jordbrukstraktorns transmissionsolja redovisats. Däremot finns indikationer på att mycket höga partikelhalter är vanliga.

Mot bakgrund av detta har JTI på uppdrag av Länsförsäkringar i Uppsala genomfört en studie av effekten av en extern filtreringskrets, kopplad till yttre hydraulik. I samband med denna studie har även en kartläggning av partikelhalten i transmissions- och hydrauloljan utförts. Det bör påpekas att studien inte är vetenskaplig, utan utförd som en pilotstudie för att få indikationer på föroreningsnivåer och effekt av en extern filtreringskrets. Studien har finansierats av Länsförsäkringar samt delvis av projektet "Tekniskt underlag för standardisering av specifikationer och provningsmetoder för hydraul- och smörjoljor med vegetabiliebas". Oljeproven har insamlats av Åke Sjöström, LF i Uppsala, partikelräkning har utförts av Roger Lindén, Kleenoil, och resultaten har sammanställts och analyserats av Mats Bohm, JTI. Föreliggande konferensbidrag utgår från två uppdragsrapporter beställda av Länsförsäkringsbolagen (LFAB) "Maskinskador på jordbrukstraktor 1997-98" samt "Prov med extern filtreringskrets för filtrering av jordbrukstraktorns transmissions- och hydraulolja".

## 2 Maskinskador på jordbrukstraktorer

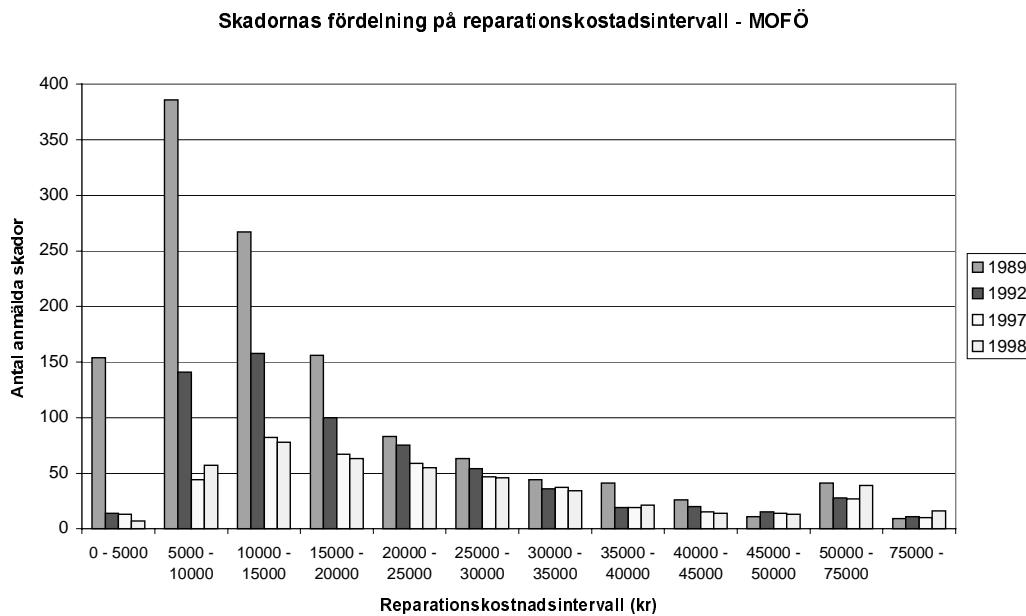
JTI har analyserat de försäkringsfall inom leverantörsförsäkring och maskinskadeförsäkring som rapporterats till Länsförsäkringsbolagen dels under åren 1989 och 1992, dels under åren 1997-1998. Stora förändringar har skett under de två tidsperioder som delstudierna avser. Tekniken i traktorerna har utvecklats, mer elektronik och datorer har införts, motoreffekterna har ökat och nya typer av transmissioner har utvecklats. Dessutom har dieselbränslet förändrats och vid den senare studien fanns uteslutande s.k. MK1-diesel att tillgå. En annan förändring är att självriskan som maskinägaren betalar hade ökat vid studien 1997-98, vilket betyder att mindre kostsamma reparationer numera inte rapporteras och går därmed inte in i statistiken.

Syftet med studierna var bland annat att

- ta reda på vilka komponenter som havererar mest frekvent och studera skillnader mellan perioderna
- ta reda på de vanligaste orsakerna till haverier och studera skillnader mellan perioderna
- ta reda på om ny teknik medfört nya typskador.

## 2.1 Resultat

Resultaten från studierna redovisas i Bohm (1994) och Bohm (2000). I korthet kan sägas att det försäkrade beståndet har minskat, antalet rapporterade fall minskar också, medan reparationskostnaderna per skada ökar. Reparationskostnaden per drifttimme är däremot nära nog konstant. Den minskade skadefrekvensen för de försäkrade traktorerna innebär inte att de blivit mer driftsäkra. Det är snarare så att en större andel av de skador som faktiskt inträffar inte rapporteras eftersom reparationskostnaden inte överstiger den del som försäkringstagaren själv skall betala. Den procentuella fördelningen av skador på de olika maskindelarna och komponenterna har inte förändrats.



*Bild 1. Bilden visar hur skadorna fördelat sig på olika intervall när det gäller reparationskostnad. Minskningen av antalet skador har skett i intervallet upp till 20 000 kr.*

Antalet anmälda skador har minskat mellan 1989-92 och 1997-98. Minskningen har varit större än minskningen av beståndet och antalet skador per traktor och år, respektive per tusen drifttimmar. Den stora minskningen inträffade mellan 1989 och 1992, då antalet skador per traktor sjönk med ca 30 %. Mellan 1992 och 1998 sjönk antalet med knappt 20 %. Förhållandet är det omvända när det gäller den genomsnittliga reparationskostnaden per skada. Mellan 1989 och 1992 steg den med 30 % och mellan 1992 och 1998 med 25 %. Detta gör sammantaget att reparationskostnaden per traktor och år, eller per 1 000 drifttimmar, är ganska stabil under perioden 1989 till 1998.

Det går dock inte att dra slutsatsen att traktorerna blivit mer driftsäkra under perioden. Under samma tid har nämligen försäkringstagarens del av reparationskostnaden stigit från i genomsnitt drygt 6 000 kr till närmare 16 000 kr. Detta medför naturligtvis att en stor del av de "billiga" skadorna inte rapporteras. Bild 1, som visar antalet skador i olika reparationskostnadsintervall för de olika åren, stöder detta resonemang. Bilden visar att den stora minskningen av antalet skador skett i intervallet upp till 20 000 kr i reparationskostnad. En viss minskning av antalet skador har även skett när det gäller de dyrare reparationerna.

## 2.2 Vad är det som går sönder?

Under studien framkom att transmissionen drabbas av flest haverier och att dessa reparationer också är de dyraste.

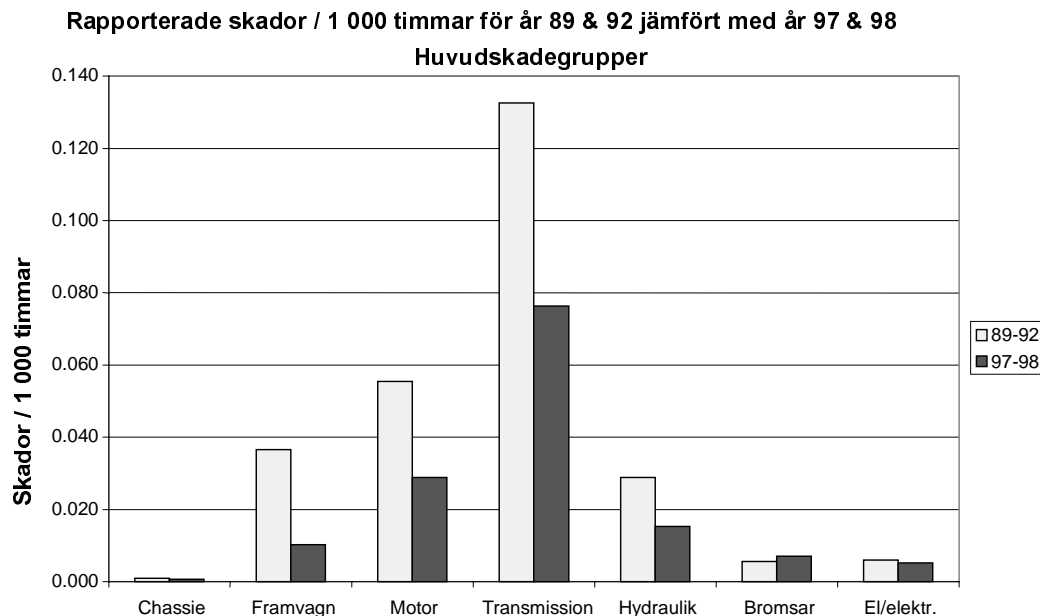


Bild 2. Bilden visar skadefrekvensen, antal skador per 1 000 timmar, för de olika huvudgrupperna under perioden 1997-98 jämfört med medelvärdet av åren 1989 och 1992.

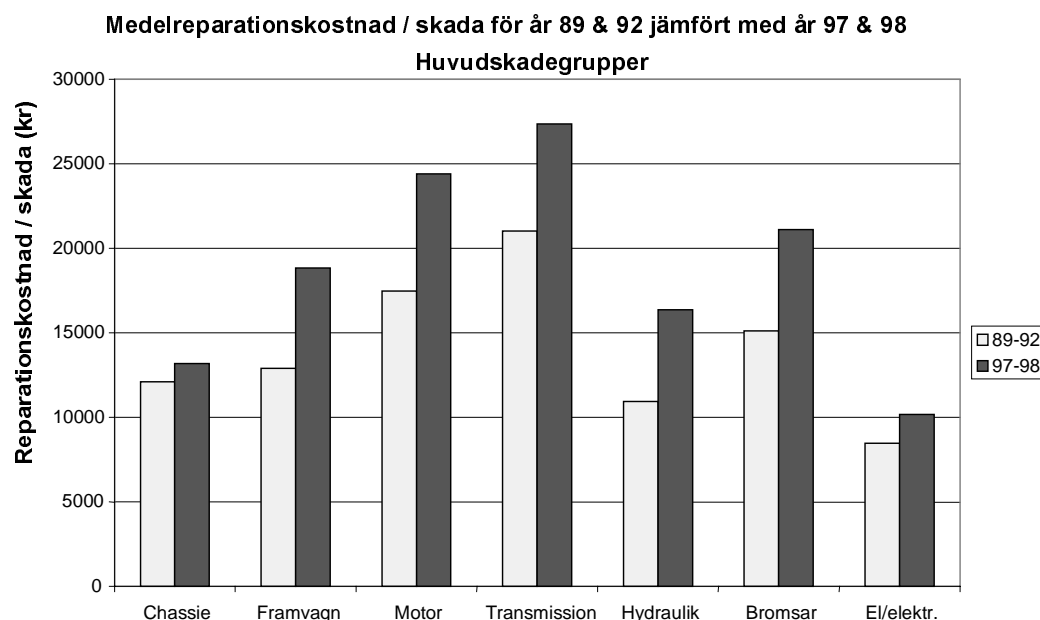


Bild 3. Bilden visar medelreparationskostnaden för de olika huvudgrupperna. Medelreparationskostnaden har ökat under 90-talet, dels beroende på prisökningar, dels beroende på att de "billigare" skadorna inte når upp till summan självrisk och avskrivning. En tredje orsak kan vara att tekniken blivit mer avancerad med dyrare reparationer som följd.

## 2.3 Orsaker till haverier

Den vanligaste initialskadan i transmissionen är nergångna lager. Detta leder i sin tur ofta till följdskador eftersom axlar och drev hamnar i fel läge då rullkropparna faller ur. Lager havererar oftast på grund av överbelastning eller dålig smörjning. En fördubbling av lagertrycket (dvs. vridmomentet) minskar ett lagers livslängd till ca 1/10! Näst vanligaste skadetyper är olika typer av brott orsakade av överbelastning på t.ex. lameller, bultar och axlar. Den tredje vanligaste initialskadan är kuggbrott och/eller pittingskador på kuggar. Också denna skadetyper är orsakad av överbelastning. Dessa tre typer av initialskador står för över hälften av transmissionshaverierna. En annan vanlig typ av fel är läckage. Då oljan läcker ur transmissionen kan lagerskador eller skärningar inträffa på grund av dålig smörjning. Det finns dock en annan typ av läckage, s.k. inre läckage, dvs. att oljan läcker förbi tätningar tillbaka till tank. Denna typ av läckage syns alltså inte på systemets utsida som oljefläckar eller som sjunkande nivå. Detta kan leda till skador på två sätt, dels slirning och nötning pga. tryckfall, dels varmgång då oljan kan bli mycket het. Slutligen bör också lossnade förband, låsringar och skiftgafflar nämnas. Detta är en skadetyper som verkar onödig. Materialkostnaderna är oftast försumbara medan arbetet kostar mer än 10 000 kr. Skadetyper är så vanlig att det borde löna sig att använda bättre förbandstyper.

När det gäller hydraulsystemen drabbas hydraulpumpen av de allra flesta skadorna i traktorns hydraulik. Också i hydraulsystemet är brott en vanlig initialskada. Brotten uppträder såväl i systemet då pumphus, cylindrar, kolvar och ventiler brister, som på dess utsida då lyftarmar, splines på axlar eller fästen brister. Alla dessa typer av brott är orsakade av överbelastning. Brott såväl inuti systemet som i lyftarmar etc. är sannolikt orsakat av tryckstötter vid tunga lyft eller körning med tunga redskap upplyfta.

De två näst vanligaste initialskadorna är läckage och skärningar. Dessa kan vara orsakade av samma sak, nämligen dålig smörjning på grund av föroreningar i oljan. Precis som i transmissionen kan läckage vara yttre, dvs. att oljan läcker ur systemet, eller inre, dvs. att oljan finns kvar i systemet och då orsakar tryckfall och varmgång. Läckage orsakas dock inte bara av att tätningar slits ner. Oljerusning kan också medföra att packboxar och tätningar trycks ur sina lägen och läckage uppstår. Mycket stora oljeflöden kan uppstå vid sänkning av laster, ofta flera gånger mer än vad hydraulpumpen kan ge.

Jordbrukstraktorer har i dag oftast ett gemensamt oljesystem för arbetshydraulik, transmission och bromsar. Fördelarna med ett sådant system är till exempel att en stor mängd olja finns tillgänglig till arbetshydrauliken samt att man snabbt får en reglerad temperatur genom hela systemet. Nackdelarna är att oljan skall anpassas för uppgifter som ställer motsatta krav, t.ex. bromsar och hydraulpumpar. Dessutom kan föroreningar spridas på ett ogynnsamt vis genom sammankopplade oljesystem. Jordbrukstraktorn arbetar i en mycket svår yttre miljö och dess hydrauliksystem är utsatt för föroreningar i mycket högre grad än andra mobila hydraulsystem. Hydrauliksystemet utsatt för föroreningar exempelvis vid dagliga till- och frånkopplingar av yttre redskap eller vid stora oljeuttag till enkelverkande kolvar, vilket exponerar oljan för stor luftgenomströmning via andningsfilter i tankarna. Bromssystemen med våta oljekyllda bromslameller bidrar även de till en högre föroreningsnivå. Detta är ett ökande problem sedan traktorer alltmer registreras för 40 km/h jämfört med tidigare tillåtna 30 km/h. Det

har i samband med detta även blivit vanligare att traktortransporter med tunga släp sker längre sträckor, vilket belastar traktorns bromsar hårdare (Pettersson et al., 2002).

Det normala för en jordbrukstraktor är att hydrauliken har ett fullflödesfilter med bypassfunktion. Filtreringsgraden är vanligtvis mellan 10 och 20 µm. Det finns ingen fastlagd norm för renhetskrav på systemen. Det kan dock nämnas att för skogsmaskiner anges renhetskraven för hydrauliksystemen till 15/11 eller bättre, enligt ISO 4406 (SkogForsk, 2002)

Det finns inga av oss kända publicerade arbeten där renhetsgraden för jordbruks-traktorns kombinerade hydraulik- och transmissionsolja redovisats.

### **3 Prov med extern filtreringskrets för filtrering av jordbrukstraktorns transmissions- och hydraulolja**

Mot bakgrund av tidigare nämnda studier har JTI på uppdrag av Länsförsäkringar i Uppsala genomfört en studie av effekten av en extern filtreringskrets, kopplad till yttre hydrauluttag. I samband med detta har även en kartläggning av partikelhalten i transmissions- och hydrauloljan utförts.

Det bör dock påpekas att studiens omfattning inte varit sådan att den kunnat utföras på ett vetenskapligt korrekt sätt. Det finns ett antal faktorer som inte kunnat styras eller ens mätas, som kan ha inverkat på resultaten. Att utföra partikelräkning med portabel partikelräknare innebär också en osäkerhet jämfört med en fullständig analys. Den optiska metoden räknar vattendroppar och luftbubblor som partiklar och kan inte heller skilja på olika typer av föroreningar. Det går därför inte att avgöra om föroreningar består av partiklar som bildats vid förslitning av maskindelar eller om de tillförts utifrån. Även provtagningsmetoden medför osäkerhet då risk finns att andra föroreningar än de som finns i oljan kan komma i provet. Med de resurser som stått till buds har studien dock utförts så noggrant det varit möjligt och resultaten ger åtminstone indikationer såväl av normala föroreningsnivåer i jordbrukstraktorer som funktionen i filtreringskretsen. Detta har också varit syftet med att utföra studien.

#### **3.1 Syfte**

Syftet med pilotstudien var att

- klarlägga om principen med filter på hydrauluttaget fungerar
- kartlägga tekniska problem och brister
- studera om filtret behöver vara i drift hela tiden
- kartlägga normala nivåer för föroreningsgraden i traktorns transmissionsolja
- utreda behovet av framtida studier.

## 3.2 Genomförande

### 3.2.1 Filterkretsen

Kretsen består av slangar med standardanslutningar, inloppet till filtret på enkelverkande hydrauluttag och utloppet på hydraulreturen, samt ett block innehållande en fördelningsventil som ger konstant tryck över filtret och avleder en del av flödet direkt tillbaka till returen. Blocket innehåller också tryck- och flödesbegränsande ventiler för att säkerställa mot filterhaveri vid tryckstötter. På blocket sitter också filterhållaren monterad. Filtret kan tas ur eller sättas i genom att locket på hållaren, som sitter med en skruv, skruvas bort.

Filtret som användes är ett Kleenoil-filter av typen LDFC (light duty filter cartridge). Filterpatronen har en filtreringsgrad på  $3\ \mu\text{m}$  absolut och  $\beta_3 = 220$ , vilket innebär att 99,5 % av partiklar som är större än  $3\ \mu\text{m}$  filtreras bort vid en passage av filterpatronen. Filtret uppges även ta upp vatten från oljan. Med LDFC-patronen garanteras att 1,2 dl vatten kan tas upp, men att upp till 2-3 dl är möjligt. Det konstanta trycket av 3-4 bar över filtret ger ett konstant flöde om 3-4 l/minut ända till dess filterpatronen är igensatt. Så länge olja flödar genom filtret är filterhållaren varm. När flödet upphört blir den kall vid drift och patronen måste bytas.

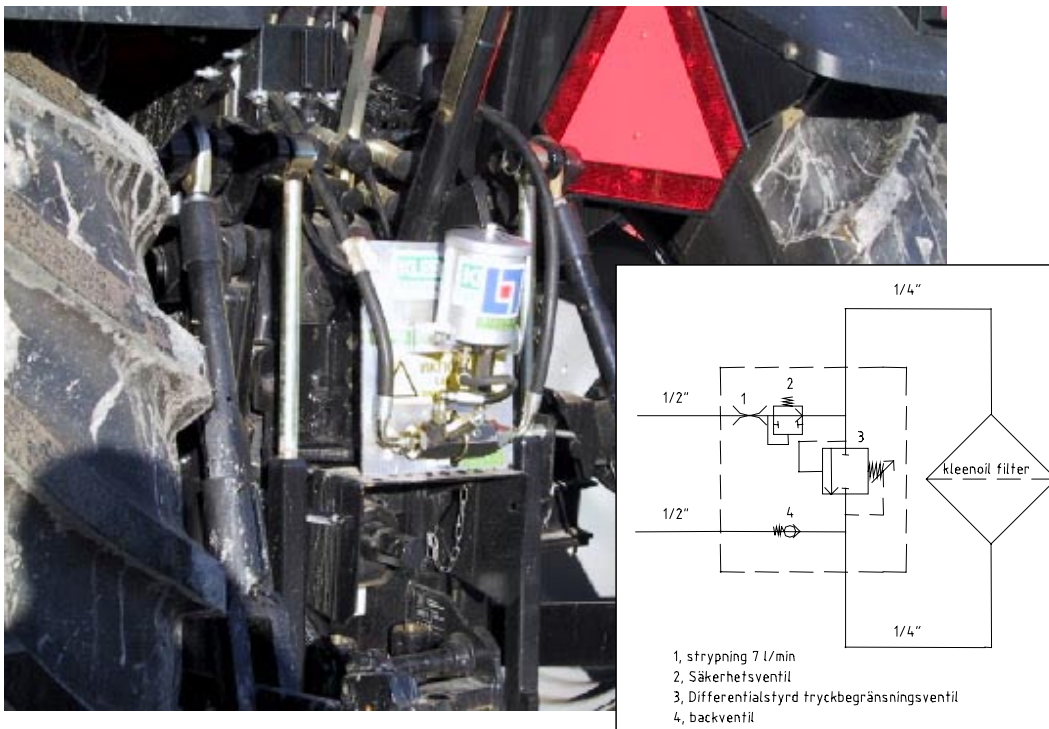


Bild 4. Bilden visar ett foto av filterkretsen monterad på en traktors hydrauluttag. Tillloppet till kretsen ansluts till ett enkelverkande uttag och utloppet till returen. Skissen till höger visar principen och komponenterna.

### 3.2.2 Provtagning och analys av transmissionsolja från jordbrukstraktorer

Filterkretsen har provats på 12 traktorer av varierande fabrikat, ålder, drifttid och storlek. Traktorerna har använts i normalt jordbruksarbete som harvning, plöjning, sprutning, körning med kärra etc.

Som jämförelse till föroreningsnivåerna har prov även tagits på fem nästan nya traktorer och på tre obegagnade oljor direkt från förpackning.

Provtagningen har skett genom att olja tappats ur samma enkelverkande hydrauluttag som filterkretsen monteras i. En obegagnad plastflaska har fyllts nästan full (ca 3 dl) vid provtagningstillfället. Prov har tagits innan filtret monterats samt efter att filtret använts en tid. Mätarställningar har noterats. I vissa fall har prov tagits vid flera tillfällen.

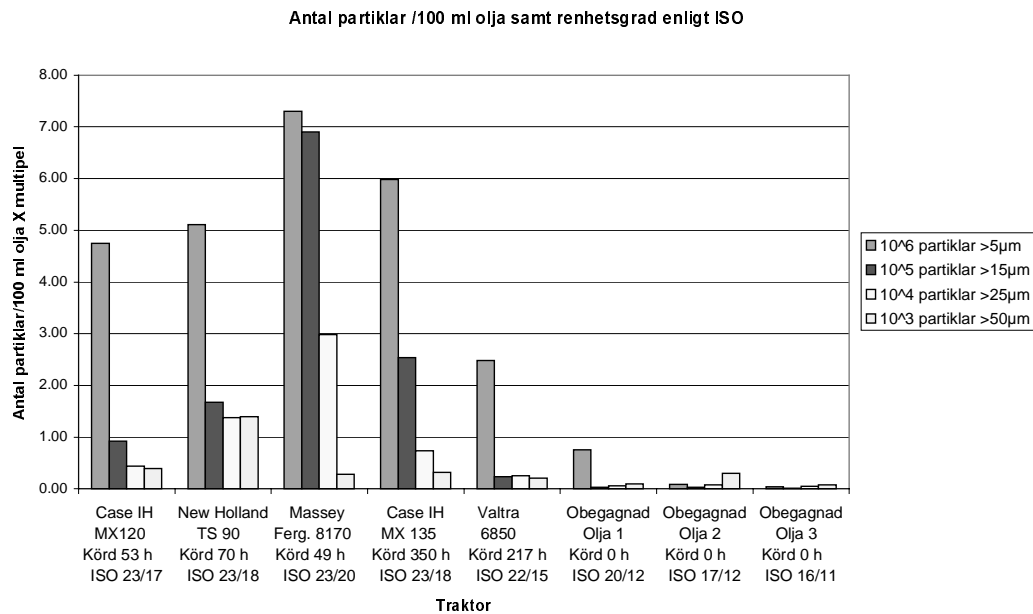
Proven har lagrats någon vecka i väntan på analys. Proven har skakats noggrant för att fördela föroreningar som sedimenterat. Innan proven körts i partikelräknare har de vakuumsugits för att få ut luften ur provet. Partikelräkning har sedan gjorts minst två gånger på varje prov. Då avvikelser mellan analysresultaten noterats har proven körts om.

Partikelräknaren är portabel och av typen UCC CM20 med en flaskprovare av typen Bottle Sampler. Utrustningen var nyligen kalibrerad vid testtillfällena. Partikelräknaren bestämmer på optisk väg antalet partiklar i olika storleksklasser i en bestämd vätskemängd. Detta medför att även små vattendroppar och luftbubblor räknas som partiklar. Därför måste proven vakuumsugas före analys. Antalet partiklar större än 5, 15, 25 och 50  $\mu\text{m}$  per 100 ml räknas.

### 3.3 Resultat

Som tidigare nämnts har indikationer funnits på att jordbrukstraktorns transmissions- och hydraulolja ofta har höga föroreningsnivåer. Bild 5 visar resultaten från analys av transmissionsolja från några stycken nästan nya traktorer. Staplarna anger antal miljoner partiklar större än 5  $\mu\text{m}$ , antal 100 000 partiklar större än 15  $\mu\text{m}$ , antal 10 000 partiklar större än 25  $\mu\text{m}$  och antal tusen partiklar större än 50  $\mu\text{m}$  per 100 ml olja. De tre stapelgrupperna längst till höger visar resultaten för obegagnad olja direkt från förpackning.





*Bild 5. Bilden visar resultaten från analys av olja i nästan nya traktorer och av obegagnad olja. Under staplarna visas traktortyp, mätarställning och renhetsgrad enligt ISO 4406. Traktorernas transmissionsoljor har extremt höga föroreningsnivåer som överstiger det rekommenderade gränsvärdet för skogsmaskiner med 100 till 1 000 gånger!*

Under staplarna visas traktormodell, mätarställning och renhetsgrad enligt ISO 4406. Renhetsgraden enligt ISO anger 2:a logaritmen av antalet partiklar i 100 ml olja. Renhetsgraden anges som två siffror, där den första står för partiklar större än 5 µm och den andra för partiklar större än 15 µm. 15/11 anger således att det finns 16 000-32 000 partiklar större än 5 µm och 1 000 – 2 000 partiklar större än 15 µm per 100 ml olja ( $2^{15} = 32\,768$  och  $2^{11} = 2\,048$ ). Ett stegs ökning av siffran i koden innebär alltså att antalet partiklar kan vara upp till dubbelt så stort.

I de traktorer som testats har den ofiltrerade oljan haft renhetsgrader mellan 20/15 och 24/22. För skogsmaskiner rekommenderas att renhetsgraden skall vara 15/11 eller bättre. Oljan i traktorerna har alltså haft 100-1 000 gånger fler partiklar per 100 ml än vad som rekommenderas för skogsmaskiner! Föroreningshalterna i jordbrukstraktorer, även nya, är så höga att de ligger på gränsen till vad som anges i ISO-skalan.

Även obegagnad olja ur förpackning har renhetsgrader som är för dåliga, mellan 16/11 och 20/12 där de lägre värdena är olja i dunk medan det högre är olja från fat. Obegagnad olja kan alltså i värsta fall ha upp till 30 gånger mer partiklar per 100 ml än vad som rekommenderas!

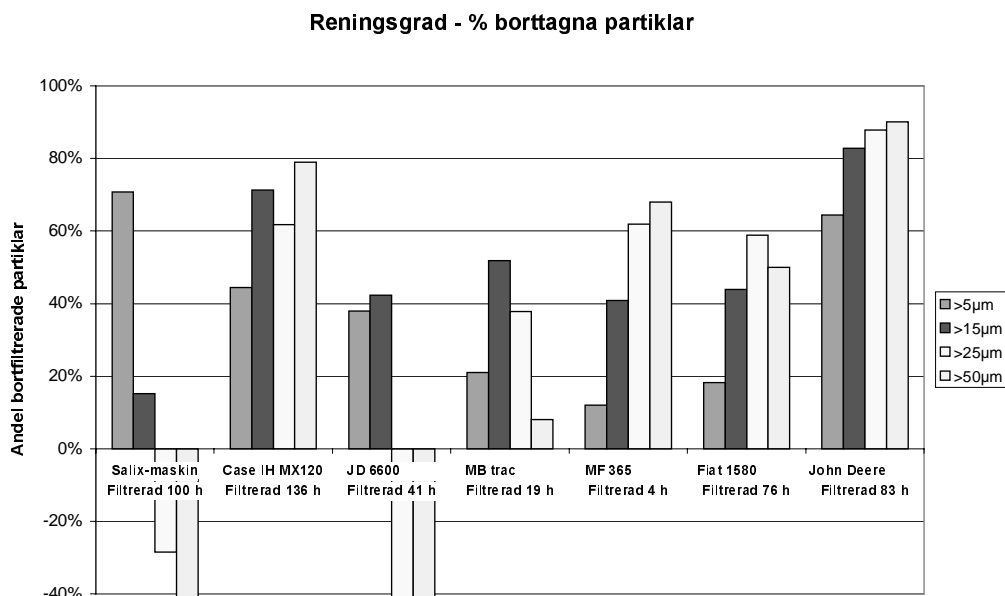


Bild 6. Bilden visar hur stor andel av partiklarna i olika storleksklasser som filterats bort från oljan under en viss tids användning av filterkretsen. Traktormodell liksom hur länge filtret använts anges under staplarna. Negativa värden visar att antalet partiklar ökat mellan första och andra analys. I de två fallen detta uppträder är det de största partiklarna som ökat i antal, vilket kan tyda på att det antingen kommit luft i provet eller att det förorenats i flaskan. Övriga resultat visar att filtret är effektivt redan vid relativt korta användningstider.

Bild 6 visar resultaten från de traktorer där analys av oljan utförts endast före och efter användning av filtret. Traktormodell och hur länge filtret används anges under staplarna. Staplarna visar hur stor andel av partiklarna i de olika storleksklasserna som filterats bort. Ju högre värden desto bättre, 100 % anger att alla partiklar filterats bort. Negativa värden anger att antalet partiklar ökat. Detta har hänt vid två tillfällen. Att partikelantalet ökat endast för de två största storleksklasserna tyder på att provet antingen förorenats i flaskan efter att det tappats ur traktor, eller på att det fortfarande var luft i provet då det analyserades. Resultaten visar att filtret är effektivt. Redan vid några timmars användning har oftast mer än hälften av de stora partiklarna tagits bort. Även de små partiklarna minskar i antal. Traktorerna har under tiden filtren varit monterade använts i normalt jordbruksarbete. Detta medför att förslitning genererat nya partiklar under användningstiden och att partiklar kan ha "fyllts på" från tillkopplade hydrauldrivna redskap och vagnar.

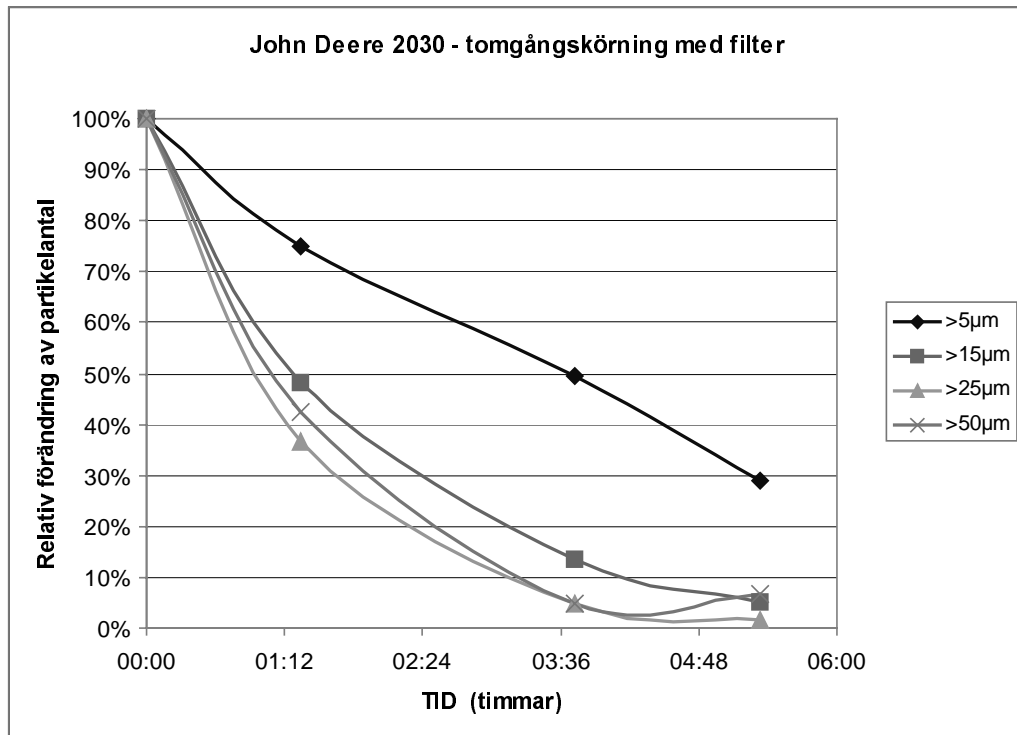


Bild 7. Bilden visar hur antalet partiklar i transmissionsoljan minskat då filterkretsen använts på en traktor som stått still på tomgång under några timmar. På fyra timmar har mer än 90 % av partiklar som är större än 15 µm filtrerats bort ur oljan. De minsta partiklarna, 5 µm, tar lite längre tid att ta bort från oljan, men efter fem timmar har 70 % av dem tagits bort.

Bild 7 visar analysresultat för oljeprov som vid fyra tillfällen tagits ur en traktor som stått still på tomgång. Partikelhalten vid provstart var mycket hög, renhetsgrad 23/22 enligt ISO. Redan efter 1 timmes filtrering har antalet partiklar större än 15 µm sjunkit till hälften. Efter ca 5 timmar återstår endast 5 % av partiklar större än 15 µm. De minsta partiklarna, 5 µm, tar längre tid att filtrera bort, men efter 5 timmar har drygt 70 % av dem tagits bort. Renhetsgraden efter 5 timmars filtrering har förbättrats avsevärt, speciellt för de stora partiklarna, till 22/17. Oljan är fortfarande kraftigt förorenad, men testet har visat att filtreringen har effekt redan efter en kort tid och att en längre tids användning skulle rena oljan ytterligare.

Bild 8 visar analysresultat från provtagning vid flera tillfällen på en John Deere 3140. Traktorn har använts i normalt jordbruksarbete. Innan filtret monterades togs ett oljeprov för analys (5 350 tim). Ytterligare ett prov togs efter att filtret använts i 10 timmar då traktorn gått i plöjning (5 360 tim). Antalet partiklar har enligt analysresultatet ökat kraftigt under dessa 10 timmar. Detta kan ha flera orsaker, antingen kan många förslitningspartiklar ha bildats vid plöjning som är ett tungt arbete, eller också kan partiklarna ha tillförts utifrån via slanganslutningar eller från hydraulcylindern på växelplogen.

Efter detta provtillfälle gick traktorn i ca 60 timmar med filtret i drift. Vid 5 419 timmar byttes filterpatronen. Nytt oljeprov togs vid 5 422 timmar, dvs. efter tre timmars drift med ny patron. En mycket kraftig minskning av särskilt de stora partiklarna kan ses jämfört med det närmast föregående provet.

Ytterligare två prov togs. Ett vid 5 440 timmar och ett vid 5 450 timmar. Analysresultaten från dessa visar att de små partiklarna fortsatt att minska. Däremot kan en ökning av de stora partiklarna ses. Att endast de stora partiklarna ökat tyder på att det antingen är luft i proven eller att oljan har förorenats efter provtagningen.

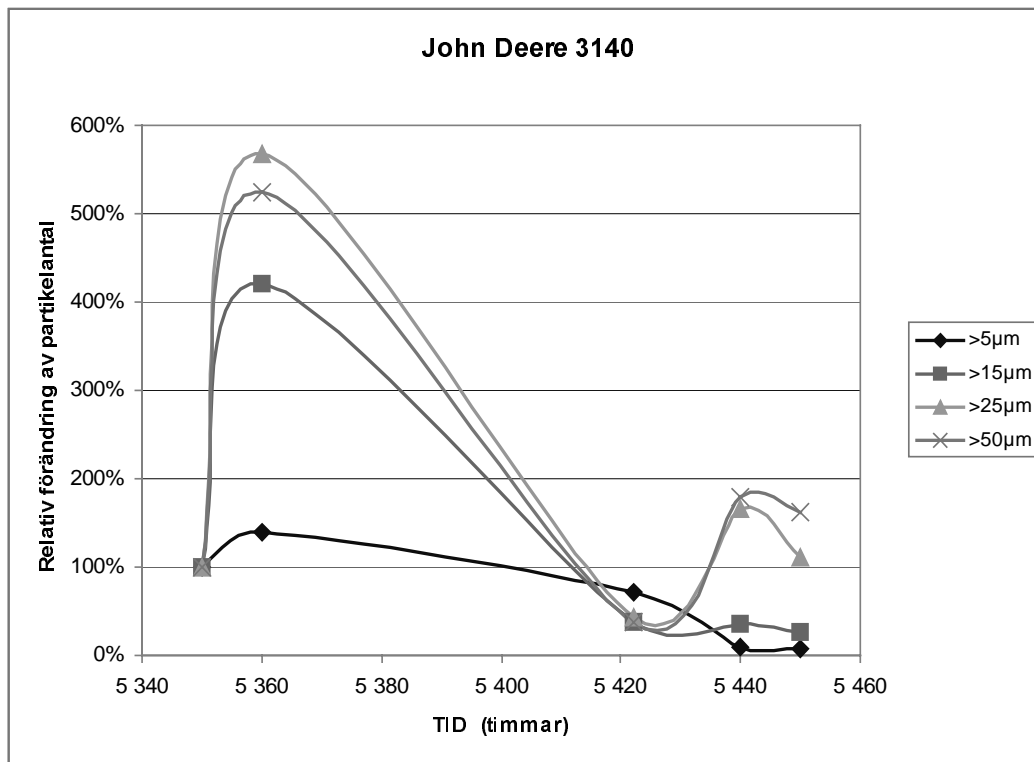


Bild 8. Bilden visar analysresultat från en John Deere 3140.

## 4 Diskussion och slutsatser

Det tämligen omfattande underlag som maskinskadeförsäkringarnas statistik utgör indikerar att överbelastningar tillsammans med förorenad olja svarar för en stor andel av de initiala skador som leder till reparationskostnader. Den begränsade pilotstudie som har utförts av JTI i syfte att kartlägga föroreningsgraden i transmissions- och hydrauloljan på traktorer tyder på att föroreningar i oljan mycket väl kan vara en bidragande orsak till skador.

Erfarenheter från hydraulsystem på skogsmaskiner visar att hydrauloljan bör ha en renhetsgrad enligt ISO 4406 på 15/11 eller bättre (SkogForsk, 2002). Enligt samma publikation strävar skogsbranschen efter att nå renhetskravet 13/10/7 till år 2005. Enligt Svenska mekanisters riksförening (1994) skall kraven 15/11 ställas på en anläggning av typen: "Känsliga högeffektssystem, styr- och reglersystem vid höga arbetstryck, vanligt inom flyg, robot och verktygsmaskinsektorn." Detta är kanske onödigt höga krav att ställa på en jordbrukstraktor. Ett rimligare, men dock lägsta, krav är 18/14 som gäller för en anläggning av typen: "Allmän industrihydraulik och mobilhydraulik med ej extremt höga tryck och med mer begränsade krav på tillförlitlighet." Detta innebär alltså att vissa haverier måste accepteras.

Att jordbrukstraktorernas transmissions- och hydraulolja ofta har höga föroreningshalter har tidigare funnits misstankar om, och även indikationer på. Att nivåerna skulle vara så höga som i denna studie var dock en överraskning! Renhetsgraderna varierade mellan 24/22 och 21/16 i de flesta proven i det övre området, vilket medelvärde 23/21 också speglar. Medelvärdet när det gäller antalet partiklar större än 15 µm är alltså 1000 gånger högre per 100 ml än det rekommenderade värdet för skogsmaskiner! Även jämfört med det lägre kravet 18/14 innehåller traktoroljan i genomsnitt mer än 100 gånger mer föroreningar.

De prov som togs på nästan nya traktorer med transmissionsfilter visar något bättre men fortfarande mycket höga värden, mellan 23/20 och 22/15. Detta visar att transmissionsfiltret inte renar oljan tillräckligt bra.

Analys av obegagnad olja indikerar att oljan från plastdunk klarar renhetskraven som bör ställas för traktorer med liten marginal. Om oljan däremot kommer från stålfat finns det risk att den obegagnade oljan har för höga föroreningshalter redan då den slås i traktorn. Kartläggningen av föroreningshalter såväl i traktorer som i obegagnad olja visar tydligt behovet av bättre filtrering av transmissionsoljan i jordbrukstraktorer.

När det gäller proven från traktorer med den externa filtreringskretsen visar resultaten att denna har en avsevärd effekt på partikelhalten i oljan. I vissa fall har dock partikelhalten ökat mellan två provtagningstillfällen. Detta kan ha flera orsaker. I en del av fallen har partiklarna på 25 och 50 µm ökat medan de mindre fortsatt att minska. I ett lager eller en kuggväxel skulle de stora partiklarna malas sönder till en ännu större mängd små partiklar. En partikel på 50 µm kan ge 1 000 stycken 5 µm-partiklar! Av den anledningen är det rimligt att tro att när stora partiklar ökat i antal men inte små, står anledningen att söka någon annanstans än i maskinen. Kanske har provflaskan innehållit föroreningar. Enligt uppgift ger luft i provet också denna effekt då bubblorna sällan är så små som mindre än 15 µm.

I de fall då alla partikelstorlekar ökat i antal är det dock rimligare att anta att ökningen skett i maskinen. Detta behöver dock inte betyda att filtret inte fungerat. Tillkoppling av redskap med hydrauldrift eller vagnar med hydraulisk teleskoptipp medför att stora mängder ofiltrerad och kanske starkt förorenad olja kommer in i systemet, vilket kan ge höga halter. Dessa nya föroreningar fastnar naturligtvis också i filtret så småningom. Det är också rimligt att anta att även redskapens och vagnarnas hydraulik på sikt får betydligt lägre halter av föroreningar, eftersom den smutsiga oljan ersätts med filtrerad olja från traktorns system varje gång redskapen används. Det bör dock påpekas att man vid inlåning av hydrauldrivna maskiner riskerar att tillföra stora mängder föroreningar till sin traktors transmissionsolja. Då man använt en filterkrets under lång tid och renat oljan till acceptabla föroreningsnivåer kan detta för en tid saboteras av olja som kommer från redskap som körts med en traktor där filterkret inte använts. De tillförda föroreningarna filtreras naturligtvis på sikt bort, men under den tid oljan har förhöjda halter riskerar man att på nytt höja halterna även i de egna redskapen, som tidigare renats, för en relativt lång tid. Trots att filtret bevisligen sänker partikelhalterna då det är i drift har inte partikelhalterna kommit ner i acceptabla nivåer under den tid filtret varit i drift. Filtret har provats på flera olika traktorer under en begränsad tid under ett år. En kontinuerlig drift under en längre period skulle troligen sänka halterna ännu mer och dessutom även ta omhand de föroreningar som kommer in i oljan via tillkopplad hydraulik. När väl en acceptabel nivå nåtts kan filtret eventuellt användas mer

sporadiskt. Det har dock inte gått att klarlägga erforderliga driftstider och intervall i denna studie.

Några av de slutsatser som kunde dras av studierna är bland annat följande:

*Maskinskadestatistik*

- Transmission är den maskindel som drabbas mest och orsakar störst kostnader för reparationer.
- Initialskadorna och orsakerna till dessa har inte förändrats sedan föregående studie.
- Två huvudorsaker till initialskador har identifierats, nämligen förorenad olja och överbelastning.
- Störst vinster kan göras genom att försöka göra insatser när det gäller att:
  - A) ha renare olja i traktorerna, och
  - B) undvika överbelastning av traktorn.

*Prov med extern filtreringskrets för filtrering av jordbrukstraktorns transmissions- och hydraulolja*

- Oljan i samtliga provade traktorer hade mycket höga partikelhalter som låg långt över de relativt moderata krav som bör ställas för traktorns transmission och hydraulik.
- Även obegagnad olja kan ha för höga partikelhalter.
- Filtreringen av traktorns transmissionsolja måste göras effektivare för att en acceptabel renhetsgrad skall kunna upprätthållas.
- En extern filtreringskrets av den typ som provats tar effektivt bort partiklar ur oljan.
- Tillkoppling av hydraulik på redskap tillför stora mängder föroreningar. Filtret måste sannolikt användas under lång tid innan hela systemet, inklusive redskap, renats till acceptabla nivåer.
- För att säkerställa funktion, klarlägga behov, optimera system, kartlägga problem etc. bör en mer vetenskaplig studie av filtreringskrets eller fabriksinbyggda filter utföras.

## Referenser

Bohm, M., Maskinskador på jordbrukstraktor. Skadefrekvens, orsaker och åtgärder. JTI-meddelande 446. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala, 1994.

Bohm, M, Maskinskador på jordbrukstraktor 1997-98. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala, 2000.

Bohm, M. Prov med extern filtreringskrets för filtrering av jordbrukstraktorns transmissions- och hydraulolja Uppdragsrapport . JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala, 2000.

Pettersson O, Eriksson A, Johansson, S, Norèn O, Sundberg M,. Bromsning av traktortåg- eftermontering av bromsar. JTI-rapport 293. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. 2002.

SkogForsk, Tekniska Samverkansgruppen rekommendation. Kvantifiering av mål för hydrauliksystem i skogsmaskiner, 2002-01.

Svenska Merkanisters Riksförening, Renlighet i hydraulik, 1992.