

Ami Kuoppamäki
Indmeas Oy

KONTROLL AV FLÖDESMÄTNINGAR

Hitta felet i flödesmätningarna i tid

De mätfel som "gömmar sig" i processindustrins mätningar kan vara många och inte alltid så lätta att upptäcka. Denna presentation koncentrerar sig på mätfel orsakade av flödesmätningar.

Processtyrning, processoptimering, balansberäkningar, verkningsgrader, prestandaprov och alla andra verktyg för effektiv produktion, baserar sig på mätningar. Felaktigheter (onoggrannheter) i mätningarna betyder således nästan alltid förlo-rad produktionseffektivitet. Flödesmätningarna har en central roll i processindus-trin eftersom processerna huvudsakligen består av leveranser och doseringar av olika ämnen till olika delprocesser. Fel i flödesmätningarna är betydligt svårare att upptäcka än fel i andra processmätningar. Detta beror på svårigheten att be-stämma det rätta (verkliga) flödesvärdet, vilket gör felsökningen mycket arbetsam och i vissa fall nästan hopplös.

Följderna från mätfel i flödesmätningarna är många. De kan leda till betydliga materiel- och energiförluster, till felaktiga underhållsåtgärder och investeringar etc. Direkt anknytning till pengar uppkommer när flödesmätningen är bas för de-bitering eller miljöavgifter.

Bild 1 ger en uppfattning om den verkliga mätnoggrannheten av processindus-trins viktigaste ångmätningar. Histogrammet baserar sig på fältkalibreringsresul-tat av Indmeas. Flödesmätningarna av rena vatten (t.ex. fjärrvärme) är mycket lättare och mätnoggrannheten är också bättre. Avloppsvatten och rökgaser där emot är svårare och har en betydligt sämre genomsnittlig mätnoggrannhet.

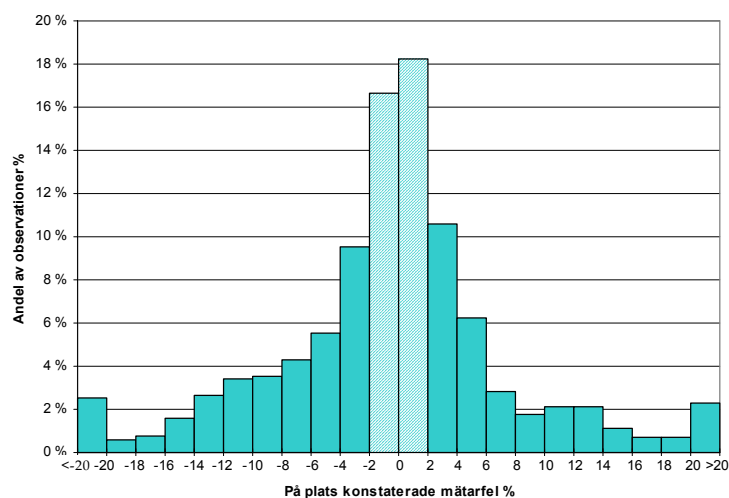


Bild 1. Konstaterade mätarfel hos ångflödesmätningar kalibrerade på plats.
Antal observationer n=1134.

Mätfelens natur

I flödesmätningar – liksom vid alla mätningar – kan man dela upp mätfelet i två olika komponenter.

Den första komponenten är det stabila systematiska felet. Systematiska felet orsakas av mätarens installerings- och intrimningstoleranser, installeringsplatsens, fluidens egenskaper samt felen i mätkedjan mellan flödesmätaren och dess slutvärde. Denna komponents fel är oftast konstant och kan således enkelt elimineras genom mätvärdeskorrigering så snart man vet rätt korrigering.

Den andra komponenten är mätvärdesdriften, som vanligtvis uppstår långsamt under mätningens livstid. Orsakerna till mätvärdesdriften kan vara många t.ex. drift i mätarens elektronik, mätsondens slitage eller nedsmutsning, ändringar i processen eller fluidens egenskaper etc.

Exempel på stabila systematiska fel

Ex. 1.

På ett nytt massabruk konstaterade man att ångförbrukningen per producerat ton massa, enligt ångflödesmätningarna, var onormalt stor.

Bild 2 visar fel som konstaterats vid fältkalibrering av 7 debiteringsmätningar för ånga. I bilden visas också mätfel konstaterade vid 2 debiteringsmätningar för tryckluft. De konstaterade totala mätfelen var exceptionellt stora. Mätfelen hade, i många fall, byggts upp av flera olika felkomponenter i mätkedjan. Trolig orsak var antagligen att mätkedjorna hade byggts av flera olika leverantörer, utan ordentligt totalansvar. Detta visar att användningen av nya komponenter med hög kvalitet inte automatiskt ger hög mätnoggrannhet.

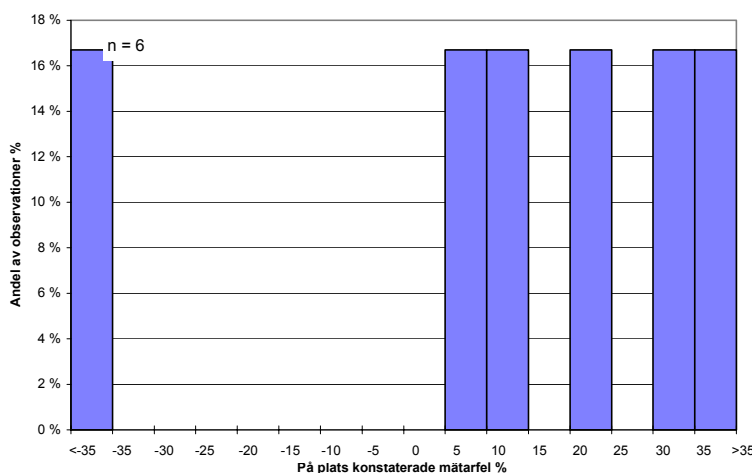


Bild 2. De konstaterade totala mätfelen i 4 st. ångmätningar och 2 st. tryckluftmätningar på ett nytt massabruk. Den femte ångmätningen visade sig vara totalt ur funktion och kunde inte kalibreras.

Ex. 2.

En massapulper (Bild 3) orsakade ofta processtopp av kartongmaskinen. Orsaken var av allt att döma att pumpen inte kunde förse pulpern med tillräcklig mängd vatten, vilket gjorde att man planerade att byta pump. För att kunna dimensionera den nya pumpen på ett optimalt sätt för processen och elförbrukningen beställde bruket en pumpanalys. I samband med pumpanalysen fältkalibrerades även flödesmätaren i linjen till pulpern. Kalibreringen visade att flödesmätaren visade 30 % för lite. Situationen ändrades helt. Pulperns dåliga funktion hade egentligen berott på att den hela tiden hade fått för mycket vatten, vilket ledde till en icke homogen massa ut. Byte av pump skulle inte ha löst problemet, sannolikt bara försämrat situationen.

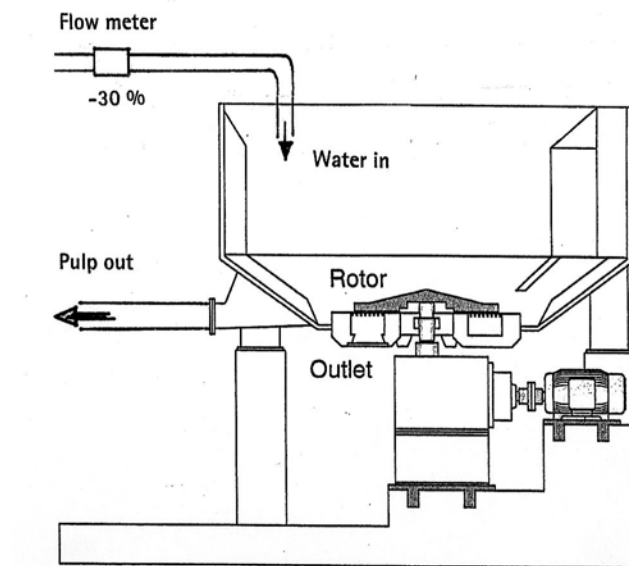


Bild 3. Felet "gömde" sig i flödesmätningen och inte i pumpen som misstänktes (vattennivån i pulpern kunde inte visuellt kontrolleras).

Ex. 3.

Doseringen av fällningskemikalie vid vattenrening baseras på flödesmätning, bild 4. Bruket hade själv kontrollerat flödesmätningen med litium-metoden. Kalibrering med isotopmetod visade att flödesmätaren egentligen visade 25 % för mycket. Bruket rapporterade att de kunde spara SEK 1 milj. / år i kemikaliekostnader.

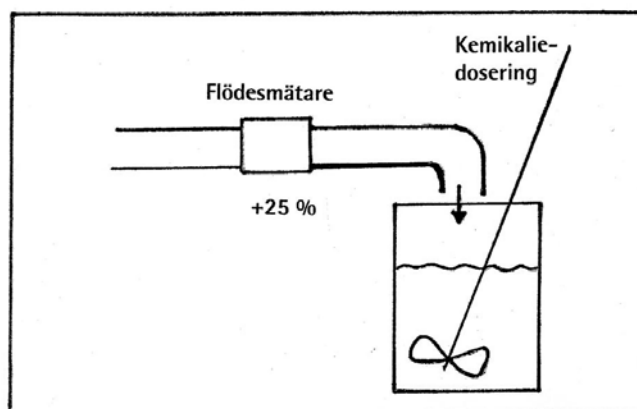


Bild 4. Kemikaliedosering till avloppsvatten baserad på felvisande flödesmätning.

Ovannämnda exempel talar för att mätningar bör kalibreras strax efter installering, så att man inte efter några år behöver spekulera hur och när felet har uppkommit.

Exempel på effekt av mätvärdesdrift

Ex. 4.

En stor debiteringsmätning för fjärrvärme till ett lasarett fältkalibrerades för första gången drygt 10 år efter mätarens installering. Mätningen konstaterades visa 50 % för lite, bild 5. Man hade visserligen följt energikonsumtionen på årsnivå, men inte reagerat för den långsamma jämna drivningen. Kunden hade samtidigt också rapporterat om energieffektiviseringsåtgärder.

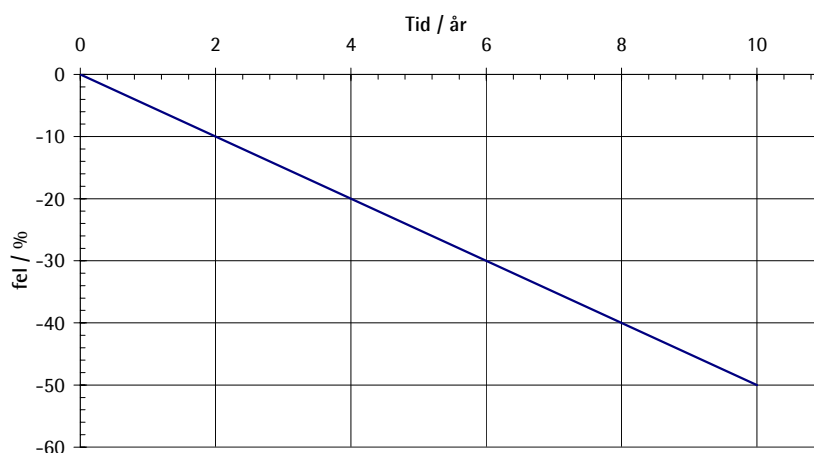


Bild 5. Fjärrvärmeflödesmätningens drivning under 10 års tid.

Ex. 5.

Bild 6 visar fältkalibreringshistorien för en stor debiteringsmätning för levererad gasol. Det årliga kalibreringsresultatet visar att mätningen hade en stabil felkomponent på drygt 2 % från början som kunde korrigeras bort efter första kalibreringen. Först efter 10 år fick man den första indikationen på att den mekaniska livslängden för mätaren sannolikt är nära sitt slut. Följande års kalibreringsresultat bekräftade antagandet och mätaren byttes ut till en ny, som kalibrerades strax efter installationen.

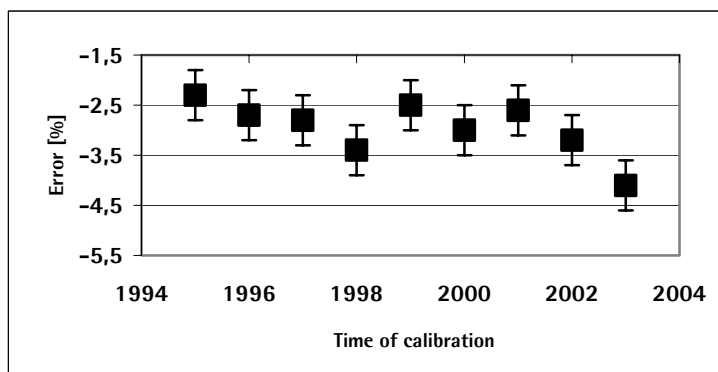


Bild 6. Kalibreringshistorian på en flödesmätarposition för gasol.

Vad är på kommande

Effektivare kvalitetskontroll av flödesmätningar

Bild 6 är ett skolexempel på väl utförd kvalitetssäkring av en mätning. Man bestämmer vid första kalibreringen mätkedjans stabila mätfel för att korrigera det. Därefter övervakar man med regelbundna kalibreringar mätningens noggrannhet för att vid en felindikation kunna utföra korrigerande åtgärder. Fältkalibreringar av flödesmätningar är ändå relativt kostsamma. Man kan reducera kvalitetssäkringens årskostnader genom att använda längre kalibreringsintervall vilket dock gör att man tappar i reaktionshastighet vid eventuell felvisning. Det finns dock ett alternativ som sannolikt är mycket bättre.

Från bild 6 kan man konstatera att kvalitetssäkringens största kostnad kommer från många rekalkibreringar som alla, utom den sista, endast verifierar att allting tillsvidare är bra, dvs. man har bara verifierat mätningens stabilitet. Detta har utförts genom att bestämma mätningens absoluta fel vilket är helt ortodox men i sig kanske onödigt. Hittar man ett enklare sätt att på ett pålitligt sätt konstatera mätningens stabilitet är det tillräckligt och man vinner både i reaktionshastighet och i kostnader. På det här sättet kunde man utföra flödeskalibreringar i princip bara vid behov: som första kalibrering och på grund av mätningens misstänkta ostabilitet.

Indmeas har under åren vid sidan av fältkalibreringar bekantat sig i forsknings-syfte med olika sätt att följa mätstabiliteten vid industrins flödesmätningar. Enligt erfarenheterna kan man hitta användbara verktyg att följa mätstabiliteten vid de flesta viktiga flödesmätningsspositioner i processindustrin. Då kontroll av mätstabiliteten är betydligt enklare än fältkalibrering kan de till stor del utföras av lokal processpersonal. Detta möjliggör att flödesmätningars kvalitetssäkring kan utföras som effektivt partnerskapsarbete. Den utomstående mätkonsultens roll skulle vara att först planera och dokumentera kvalitetssystemet med positionsmässiga stabilitetskontroller, utföra de första fältkalibreringarna, understöda processpersonalens arbete för kontroll av mätstabiliteten samt utföra de rekalkibreringar som behövs.

Styrsystemens stabilisering

Processernas styrning och reglering baserar sig i stor omfattning på flödesmätningar. Den allmänna kommentaren från processindustrin är att vid dessa flödesmätningar behövs bara relativ mätnoggrannhet, vilket betyder mätstabilitet. Ändring i flödesmätningen orsakar fel i processens styrning och härmed fel i processens funktion. Idag har processindustrin inga effektiva verktyg att kontrollera mätstabiliteten. Mätvärdesdrift kommer förr eller senare fram som en kvalitetsförändring eller driftsvårigheter. Innan dessa problem uppstått och innan felens orsak har lokaliserats och åtgärdats har man hunnit tappa i kvalitet, produktion, tid och framför allt i pengar.

Eftersom det finns verktyg att verifiera flödesmätningars stabilitet erbjuder detta också möjligheten att stabilisera processens viktiga regleringar. Automationssystemen börjar överallt vara så avancerade att övervakningen av mätstabilitet kan relativt enkelt installeras att ske automatiskt.

Slutsats

Mätdata kan tas emot, transporteras och behandlas med en oerhörd flexibilitet och snabbhet i dagens automationssystem. Utvecklingen av automationssystemen har i många fall gjort att man glömt bort grundstenen för processtyrning- och reglering, nämligen verifieringen av input data till automationssystemen. I dagens läge är det sannolikt att mätinformationens dåliga kvalitetssäkring utgör en av de största begränsningarna för utvecklingen av processindustrins effektivitet.