

AUTOMAATIO ON HYVÄ RENKI, MUTTA HUONO ISÄNTÄ

Automatisointi aiheuttaa kuitenkin erittäin korkeita vaatimuksia kojeen tekniikalle. Vaikka kojeen automaatioastetta on nostettu, on silti hyvä muistaa, että toimimme mittausympäristössä, johon vaikuttavat fysiikan ja luonnonlait virhelähteineen. Lisäksi itse mittauslaitteiden omaan elektroniikkaan liittyy monia eri häiriötekijöitä.

Käykö mittausvirhe lompakollesi?

Harvoin mittaaja tulee mietti-neeksi laitteen elektronisten mittaustoimintojen oikeellisuutta mittausteknisesti ennen kuin mahdollinen mittausvirhe käy lompakolle. Monesti laitteen tuottama tulos otetaan itsestään selvyytenä ja oikeana, eikä mietitä, missä olosuhteissa se on saatu. Esimerkiksi teknisesti täysin oikein elektroni-sella vaaituskojeella mitattu vaaitusjono voi vääristyä johtuen mittausten aikana vaihtuvista valaistusolosuhteista.

Niinpä mittauslaitevalmistajat joutuvat painimaan näiden haasteiden kanssa ja kehittämään tuotteita, jotka täyttävät mittauslaitteelle annettujen normien mukaiset tarkkuudet virhelähteistä huolimatta.

Tässä artikkelissa näitä asioita rajoi-tutaan tarkastelemaan pääasiassa digitaalisen vaaituskojeen kautta, vaikka samat haasteet koskevat monissa kohdin takymetrejä, GPS:ää ja muita mittauskojeita.

Esimerkiksi digitaalisen vaaituskojeen suunnittelussa tavoitteina on:

- sääsietoinen rakenne
- saada parempi erotuskyky RP (Resolving Power) kuin ihmissilmällä
- pystyä mittaamaan muuttuvissa valaistusolosuhteissa vähintään ihmissilmää vastaavasti
- eliminoida epäsäännöllisten valais-

Automatisointi ei korvaa mittaajan ammattitietoa



Elektroniikan avulla mittauksista on saatu tarkempia, luotettavampia ja nopeampia kuin aiemmilla perinteisillä optismekaanisilla mittauskojeilla. Aiemmin mittaaja valitsi välitettävät mittausluokan mukaisesti. Nykylaitteilla huomattava osa aiemmista manuaalisista tarkistus-tehtävistä on voitu automatisoida.

tulosolosuhteiden, kuten varjojen, vaikutukset

- eliminoida maan värähtelyn sekä ilman sironnan aiheuttama vaikutus
- saada mahdollisimman lyhyt mitta-usaika

– saavuttaa kaikki tämä kohtuulliseen hintaan.

Näiden asioiden selvittä-miseksi on seuraavassa luotu lyhyt katsaus edellä mainittuihin seikkoihin.

Elektronisen vaaituksen kaksi eri tekniikkaa

Ennen kuin käsitellään elektro-niseen vaaitukseen liittyviä ratkaisumalleja, on huomattava, että elektronisessa vaaituksessa on kaksi erilaista latan lukematekniikkaa. Toinen on analoginen ja toinen digitaalinen.

Analogisessa latan lukema saadaan ensiksi jännitearvoina ja sen jälkeen muunnetaan A/D-muuntimella digitaaliseen muotoon. Digitaalisessa vaaituksessa lukemat saadaan suo-

raan digitaalisessa muodossa, jolloin tiettyjä kohinaa aiheuttavia osavaiheita jää pois ja virhelähteiden määrä siten vähe-nee.

Sääsietoisuus

Yleisimpiä ympäristön aiheuttamia haittoja mittauskojeelle ovat pöly ja kosteus, joiden sietokykyä kojeessa kuvataan erilaisilla standardeilla. Yksi meillä tunnetuista kuvaustavoista on IPX-numero nol-lasta kahdeksaan. Mitä suurempi luku, sitä ympäristösietoisempi koje on.

Esimerkiksi IPX-2 on vedenpitävä siten, että koje sietää sateen, joka tulee 15 asteen kulmassa ja sademäärä on 3–5 millia minuutissa 10 minuutin ajan. IPX-8 on vedenpitävä siten, että koje voidaan pitää veden alla 30 minuuttia 6 metrin

syvyydessä. Yleinen IPX-luku digitaalisessa vaatuskojeessa on IPX-4, jolloin koje kestää joka suunnasta tulevan roiskeveden 10 ltr/min tietyllä paineella viiden minuutin ajan. IPX-luvun suurentaminen vaikuttaa merkittävästi tuotanto- ja huoltokustannuksiin.

Mittauksissa vaikuttavat häiriölähteet

Jotta mittauksissa päästään mahdollisimman hyviin tarkkuuksiin, laitevalmistajat joutuvat ottamaan yhä tarkemmin huomioon eri häiriölähteet mittaustulosten suunnittelussa. Mittauskojeeseen vaikuttavat kahdenlaiset häiriölähteet – kojeen sisäiset ja ulkoiset. Mittaustyössä joudutaan ottamaan huomioon mittausmenetelmästä riippumatta yleensä olemmat.

Sisäiset virhelähteet johtuvat kojeen omien komponenttien välisistä, useimmin sähköisistä häiriötekijöistä. Kojeen ulkopuoliset häiriölähteet voidaan jakaa luonnollisiin ja keinotekoisiiin. Luonnolliset häiriötekijät ovat fysikaaliseen ympäristöömme liittyviä ilmiöitä ja ulkopuolisista häiriölähteistä yleisimpiä. Niitä aiheuttavat aurinko, ilmakehä, valo, ilmasto, hiukkaspilvet, kosminen säteily, jne.

Keinotekoisia häiriön lähteitä mittauskojeille ovat tietoliikenteestä johtuvia, kuten radiolinkit ja -lähetykset, tutkat ja digitaallilaitteet esim. kännykät, VHF- ja UHF-radiot. Lisäksi sähkönjakelu voimajohtoissa muodostaa huomaamattoman häiriökentän, joilla eräissä laitteissa saattaa olla mittauksiin ennalta arvaamattomat vaikutukset.

Komponentit häiritsevät toisiaan

Mittauskojeen sisällä on paljon elektroniikkaa ja kojeen omat komponentit häiritsevät toisiaan. Näitä kojeen sisäisiä häiriötekijöitä havaitaan EMC-testeillä (Electronic Magnetic Compatibility), joilla pystytään mittaamaan komponenttien sähkömagneettista yhteensopivuutta. Käytännössä mittauskojeen elektroniset osat eivät saa häiritä toisiaan liikaa. Mittauslaittevalmistaja joutuu aina tekemään kompromissin kojeen tarkkuuden, häiriötekijöiden ja kustannusten suhteen.

Valoisuserot häiriölähteenä

Ihmisen silmä sopeutuu erilaisiin valoisuusolosuhteisiin, jotka voivat vaihdella 20:sta 150 000 luksiin. Pupilli laajenee tai pienenee tai silmä sulkeutuu va-

lon voimakkuuden mukaan. Miten asia on ratkaistu vaikkapa digitaalisessa vaatuskojeessa?

Esimerkiksi tunnelissa vaaittaessa vaatusjono joudutaan usein tuomaan ulkoa valoisista olosuhteista hämääriin ja keinovalaistuihin sisäolosuhteisiin. Tällöin valon voimakkuus sekä valon spektri muuttuvat. Tämän muutoksen hallinta on eräs suurimpia digitaalisen vaatuskojeen haasteita. Auringon valon spektri on laaja, josta suurin osa sijoittuu kuitenkin ihmissilmälle näkyvälle alueelle. Keinovalossa taas löytyy suhteelliset piikit 550 ja vähän yli 600 nm:n kohdalla. Valaistuksen tasaamiseksi ja spektrin piikkien poistamiseksi joudutaankin käyttämään erilaisia suotimia sekä säteenjakajia.

Lisäksi valon ja varjon väliset erilaiset suhteet latassa saattavat vääristää mittaustulosta. Kojeissa käytetäänkin erilaisia suotimia valon tasaisen jakautuman saamiseksi. Ja jottei kaikki olisi näin yksinkertaista, pitää myös okulaarista CCD-kennolle tuleva hajavaloo ottaa huomioon ja mahdollisuuksien mukaan poistaa.

Tärinä ja ilmanväreily häiriölähteinä

Vaikka häiriölähteet ovat tyypiltään erilaisia, on niillä samanlainen vaikutus mittaustulokseen vaikeuttaen datan erottamista kohinasta. Maaperästä johtuva värähtely on n. 3 Hz, mikä on 5 kertaa suurempi kuin automaattisen kompensattorin kompensatiokyky. Ilmanväreily aiheuttaa mittaustuloksiin samanlaista hajontaa, jolloin häiriötekijöiden keskinäistä vaikutusta on vaikea erottaa toisistaan.

Laboratorio-olosuhteissa voidaan luoda edellytykset näiden häiriölähteiden erottamiseksi, mutta mittauksethan tapahtuvat maastossa. Lattalukeman prosessoimiseksi tarvitaan tarpeellisen nopea näytteenottoväli, esim. 10 Hz, kolmen sekunnin ajan, minkä jälkeen havainnot suodatetaan ja keskiarvoistetaan. Tällöin on saatu latasta lukema, jota vertaamalla kojeen muistissa olevaan taulukkoon voidaan korkeuslukema tulostaa. Eri valmistajilla on erilaiset tavat lukea lattaa sen eri kohdista, joilla pyritään varmistamaan tuloksen oikeellisuus. Mittausaikaan vaikutetaan prosessorin valinnalla. Käskykannan ollessa pieni ja tarvittaessa suurta laskentakapasiteettia mittauksen aikana RISC-prosessori on osoittautunut CCD-kennosta tulevan datan käsittelyyn erinomaiseksi.

Keinotekoiset häiriölähteet

Keinotekoiset häiriön vaikutukset näkyvät usein satunnaisina virheinä. Jokainenhan on huomannut GSM-puhelimen soidessa sen vaikutuksen tietokoneen näytöllä tai radiovastaanottimessa. Mittauskojeessa tällainen säteily on otettu huomioon suojaamalla ja eristämällä säteilylle herkkimät osat. Aina ei kaikkia kohteita voida suojata. Tallentimen kaapelit, GPS-antennikaapelit saattavat olla herkkiä radiosäteilylle ja siksi ne pyritäänkin valmistamaan parhaimman laatuista materiaaleista, jolloin niiden hinta on tavallista kaapelia kalliimpi. Voimajohtojen häiritsevä vaikutus GPS-mittauksiin on tullut näkyviin esimerkiksi siten, että mittaustuloksien saanti kestää huomattavastikin kauemmin niiden läheisyydessä.

Huolellisuutta tarvitaan edelleen

Käyttöominaisuuksiltaan digitaalisen vaatuskojeen käytön perinteisiin verrattuna paremmaksi tekevät seuraavat tekijät. Kojeen lukema on automatisoitu eikä siten rasita havaitsijan silmää, ja se on henkilökohtaisista havainto- ja kirjausvirheistä vapaa. Havaintotieto tallentuu digitaalisessa muodossa, jolloin sen laskennallinen käsittely voidaan automatisoida. Kuten edellä kirjoitetusta huomataan, virhelähteitä on paljon ja niitä tutkitaan niiden vaikutusten eliminoimiseksi. Tätä tutkimusta voidaan helpottaa säilyttämällä asiallinen ja avoin tietokanava mittaajan, laitetoimittajan ja laitevalmistajan välillä. Tällöin laitevalmistajalle siirtyy maastosta tietoa, jonka avulla tuotekehitystä voidaan ohjata entistä paremmiksi tuotteiksi. Siltikään mittalaitteen automatisointi ei korvaa mittaajan ammattitaitoa ja huolellisuutta. Kuten vanha sanonta kuuluu: "Automaatio on hyvä renki, mutta huono isäntä."

Sähköposti:
kimmo.jappinen@geostar.fi.