

Varmista turvallisuus LNG-terminaalien varastosäiliöissä



Uudet integroidut ratkaisut parantavat LNG-terminaalien toimintaa ja turvallisuutta. Hybridit toteutukset tarjoavat sekä laskutusmittausten tarkkuuden että kattavan turvatason.

Viime vuosina kehitetyt uudet teknologiat auttavat LNG-laitoksia ja -terminaaleja vastaamaan kasvaviin vaatimuksiin tehokkuudessa, turvallisuudessa ja tarkkuudessa. Avoin järjestelmäarkkitehtuuri varmistaa, että juuri nyt tarvittavat laitteet voidaan asentaa helposti ja niitä voidaan jatkossa lisätä tai poistaa tarpeen mukaan.

Joustava toteutustapa suojaa käyttäjän investoinnin, sillä laitokset voidaan toteuttaa ja pitää tehokkaina myös jatkossa. Lisäetuja saavutetaan alhaisemmilla asennuskustannuksilla, laskutusvaatimukset täyttävällä mittaustarkkuudella ja laitteisiin sisältyvillä turvallisuutta lisäävillä toiminnoilla.

Mittaustietojen langaton siirto tarjoaa mahdollisuuden merkittäviin kustannussäästöihin. Näin tarkat mittaustiedot ovat käytettävissä koko laitoksen alueella huomattavasti alhaisemmilla toteutuskustannuksilla kuin perinteisillä ratkaisuilla.

Toiminnot ja toiminnalliset vaatimukset

Moderni automaattinen LNG-säiliöiden pintamittausjärjestelmä on itse asiassa erittäin hyvän suorituskyvyn mittausta ja laskentayksikkö. Sen tietojen perusteella ohjataan kaikkia säiliöön liittyviä toimintoja:

- Seurataan säiliön täyttymistä ja tyhjentämistä ja se sisältää myös ylitäytön eston.
- Mittaustiedot ovat perustana varastonhallinnalle ja tarkalle tuotteen määrän seurannalle.
- Laitteisto toimii varmistuksena

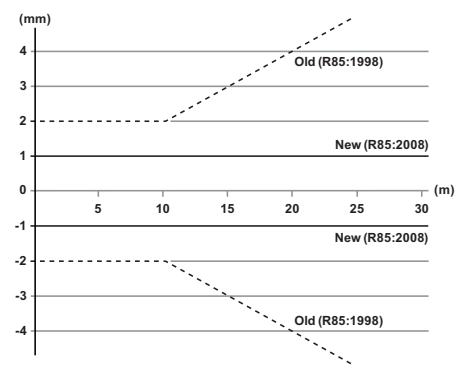
tuotteen siirroissa, jolloin mittausta voidaan verrata LNG-aluksen mittaukseen. Se toimii siis perustana tuotteen laskutukselle.

- Se sisältää tuotteen lämpötilaprofiilin jatkuvan seurannan.
- Tuotteen tiheysprofiilin seuranta, joka auttaa estämään kerrostumisen aiheuttaman säiliön sisäisen nopean painetason nousun.

Luotettavat pinnan, lämpötilan ja tiheyden hälytystoiminnot ovat ensiarvoisen tärkeitä sekä turvallisuuden että käytön tehokkuuden kannalta. Lisäksi tarvitaan riittävän tarkat historia- ja trenditiedot sekä mahdollisuus toimintojen raportointiin kulloisenkin tilanteen edellyttämässä muodossa.

Vaikka maissa sijaitsevien säiliöiden mittaustietoja ei yleensä käytetä laskutukseen, ne ovat kuitenkin erittäin tärkeää vertailutietoa. Niitä voidaan käyttää tarkistamaan tuotteiden siirron laskutukset, jotka yleensä tehdään LNG-aluksen mittaustietojen perusteella. Nettotilavuuden tarkka laskenta on myös perustana varastonhallinnassa. Sen perusteella suoritetaan sisäinen laskenta talousraportteihin ja määritetään toimintaan liittyvä verotus.

Varasto- ja siirtomittauksissa nettotilavuuden määrittämisen mittausrvirheillä voi olla merkittäviä taloudellisia vaikutuksia, kun kyseessä ovat suuret tilavuudet ja arvokas tuotehinta. Siirtomääristä riippuen voi tapahtua useiden kymmenien



Nykyinen OIML-standardi määrittelee suuruusluokkaa 1 mm pintatarkkuuden referenssiolosuhteissa ja 2 mm tarkkuustason asennettuna

tuhansien eurojen virhelaskutuksia epätarkkuuden johdosta jokaisen säiliön osalta vuosittain.

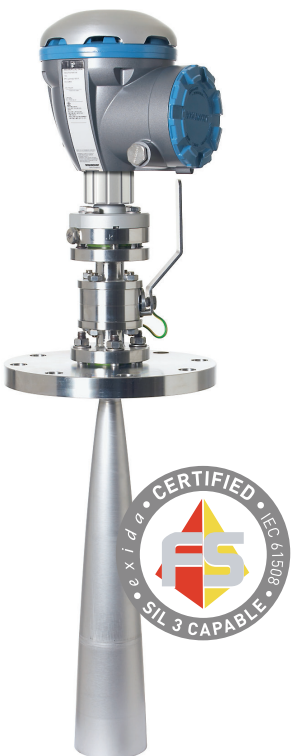
Pintamittausten tarkkuuden varmistamiseksi toimittaja voi hankkia sille riippumattoman laitoksen hyväksynnän. Sellainen on esimerkiksi OIML-standardi (OIML = Organization Internal Metrologie Legal). OIML-standardi määrittelee suuruusluokkaa 1 mm pintatarkkuuden referenssiolosuhteissa ja 2 mm tarkkuustason asennetuissa toteutuksissa. Molemmat täyttävät hyvin LNG-varastosäiliömittauksilta edellytettävät tarkkuudet.

Laitteiston konfigurointi

Tyypillinen tutkapohjainen LNG-säiliön pintamittausjärjestelmä, jolta edellytetään erittäin luotettavaa toimintaa sekä tarkkoja mittauksia, voi käsittää seuraavat päälaitteet:

- Ensisijainen hyvän tarkkuuden pintatutka pinnankorkeuden mittaamiseen.

- Toissijainen hyvin tark kuuden pintatutka pinnankorkeuden mittaamiseen.
- Kaksi (2) lämpötilalähetintä, jotka molemmat on liitetty enintään 16 elementin lämpötila-anturiin tuotteen keskiarvolämpötilan määrittämiseksi.
- Kolmas pintatutka, joka ohjaa itsenäistä ylärajahälytystä. Tutkan lähtöviesti hälytyspaneelille on SIL 2/3 luokiteltu relesignaali.
- Lähettimet ja lämpötila-anturit säiliön pintalämpötilamittauksiin.
- Erillinen mittari lämpötila- ja tiheysprofiilille.
- Graafinen kenttänäyttö.
- Säiliökohtaiset tiedonkeruuyksiköt, jotka välittävät kenttälaitteiden mittaus- ja käyttötiedot valvomoon. Tiedonkeruuyksiköitä on kaksi jokaisessa säiliössä.
- Reitittimet välittämään kaikki tiedot automaatiojärjestelmälle, muille ohjauslaitteille ja laitostiedon hallintaan.
- LNG:n hallintaohjelmisto käyttöliittymäksi ja raportointiin. Työasemat on liitetty verkkoon tietojen siirron ja redundanttisuuden parantamiseksi.



Hyvän tarkkuuden pintatutka, joka on suunniteltu käytettäväksi LNG-säiliöiden pintamittauksissa

LNG-kohteessa käytettävän pintatutkan antenni on suunniteltu kryogeenisten nesteytettyjen kaasujen mittauksiin. Tutkasignaali välitetään 100 mm mittausputken kautta, mikä varmistaa, että tutka saa riittävän vahvan kaiun jopa kiehuvapintaisissa mittauskohteissa. Tankkitiiviste on varustettu kaksoisuojaustoiminnolla, jonka muodostavat kvartsi/keraaminen ikkuna ja tulenkestävä palloventtiili. Referenssimittaus toiminto auttaa varmistamaan mittauksen oikean toiminnan säiliön ollessa normaalisti käytössä.

Avoim ja skaalautuva arkkitehtuuri

Helpoin tapa toteuttaa joustava säiliömittauslaitteisto on rakentaa se digitaaliseen 2-johtimiseen Tankbus-väylään, joka yhdistää kaikki mittalaitteet normaalisti säilön viereen asennettavaan tiedonkeruuyksikköön. Tiedonkeruuyksiköltä tiedot siirretään esimerkiksi Modbus-pohjaisena edelleen laitoksen automaatiojärjestelmään.

Mikäli Tankbus on toteutettu avoimella teollisuusstandardilla, kuten FOUNDATION kenttäväylä, siihen

voidaan liittää kaikki tätä protokollaa tukevat laitteet. Käyttämällä itsekonfigurointia käyttöönotto on suoritettavissa ilman erityisosaamista FOUNDATION kenttäväylälaitteista.

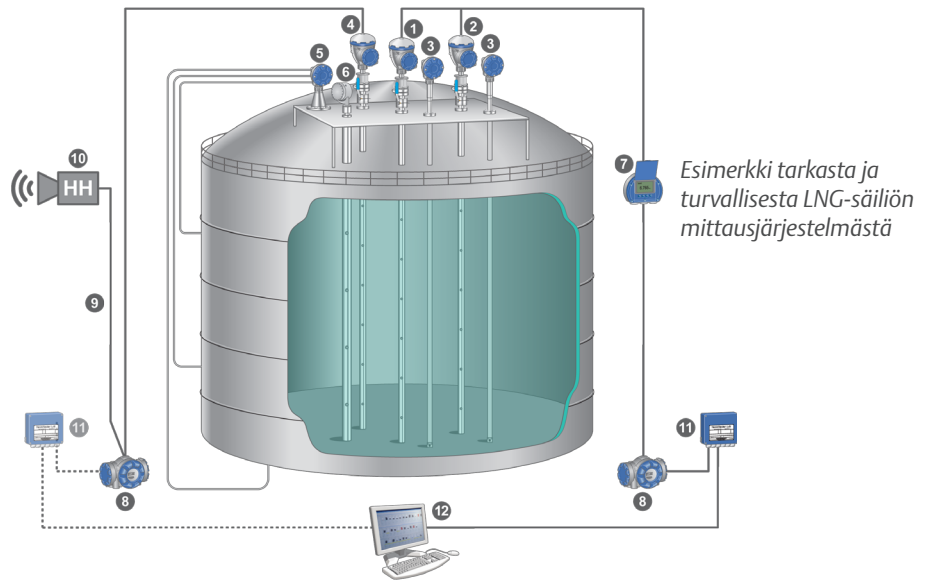
Toteutus voi sisältää suuren määrän laitteita, joten sekä yksinkertaiset että monipuoliset säiliömittaukset voidaan laatia kulloisenkin tarpeen mukaan. Modulaarisen rakenteen ansiosta sitä voidaan edelleen jatkossa laajentaa tai muuttaa käyttöolosuhteiden ja erityistarpeiden mukaisesti.

Käyttämällä alhaisen energiankulutuksen laitteita kaksijohtiminen Tankbus voidaan toteuttaa luonnostaan vaarattomana ja tiedonkeruuyksiköt hoitavat kaikkien laitteiden energiansyötön. Tämä tarjoaa kaksi merkittävää etua:

- Toteutus on turvallisempi sekä käyttöönoton että käytön aikana.
- Asennus on nopeampi ja helpompi, sillä kaapelointia on vähemmän.

Edistää toiminnallista turvallisuutta

Helposti syttyvien tuotteiden varastoinnin alusta saakka ylitäytön esto on ollut avainasemassa, kun toimitaan säiliöalueilla. Pintamittaukset on usein koettu



Esimerkki tarkasta ja turvallisesta LNG-säiliön mittausjärjestelmästä

- 1 Ensijainen hyvin tarkkuuden pintatutka pinnankorkeuden mittaamiseen.
- 2 Toissijainen hyvin tarkkuuden pintatutka pinnankorkeuden mittaamiseen.
- 3 Lämpötilalähetin, joka on liitetty enintään 16-pisteiseen lämpötila-anturiin tuotteen keskiarvolämpötilan määrittämiseksi.
- 4 Kolmas pintatutka, joka ohjaa itsenäistä ylärajahälytystä.
- 5 Lähetin ja lämpötila-anturi säiliön pintalämpötilamittaukseen.
- 6 Erillinen mittari lämpötila- ja tiheysprofiilille.
- 7 Graafinen kenttänäyttö.
- 8 Säiliökohtainen tiedonkeruuyksikkö.
- 9 Analoginen, relepohjainen tai digitaalinen hälytysohjaus, SIL 2/3 hyväksynnällä.
- 10 Muun automaation ulkopuolinen hälytysyksikkö.
- 11 Reititin välittämään tiedot automaatiojärjestelmälle.
- 12 LNG:n hallintaohjelmisto käyttöliittymäksi ja raportointiin.

vaikeiksi ja epäluotettaviksi.

Tämän ovat aiheuttaneet virheelliset menettelytavat ja väärin valitut laitteet. On pitäydtytty vanhoissa mekaanisissa mittalaitteissa ja käytetty epäsuoria mittausten menetelmiä todellisen pinnankorkeuden seurantaan. Käytössä on esimerkiksi ollut mekaaninen pintakytin varmistamaan ylärajahälytyksen. Monet perinteiset mittausten menetelmät ovat osoittautuneet erittäin vikaantumisalttiiksi.

Uusimmat pintamittausteknologiat, erityisesti pintatutkat, tarjoavat mahdollisuuden eliminoida suurin osa perinteisten mittausratkaisujen epäluotettavuusongelmista. Niiden avulla saadaan paremman mittaustarkkuuden ohella myös toimintaan liittyvää diagnostiikkaa, joka auttaa ennakoivassa kunnossapidossa. Tavoite on tietenkin lisätä käytettävyyttä ja luotettavuutta, jolloin pienennetään ylitäytösten vaaraa ja varmistetaan turvallinen toiminta. Pintamittausten parissa toimivat alan ammattilaiset ovat olleet ohjaamassa uusiin teknologioihin, joilla estetään ylitäytöt varastosäiliöalueilla, nyt myös LNG-terminaaleilla.

Yksi merkittävä syy panostaa ylitäytön estoon varastosäiliöalueilla ovat viimeaikaiset onnettomuudet, kuten Buncefield kaakkoisessa Englannissa vuonna 2005. Onnettomuuksien johdosta säiliöalueiden omistajat ja niiden operatiivinen johto haluavat siirtyä käyttämään moderneimpia ja turvallisimpia ratkaisuja. Riittävän tarkat ja luotettavat pintamittaukset sekä erillinen vähintään yhtä luotettava ylitäytön esto ovat uusien toteutusten perusedellytys.

Varastosäiliöteollisuudella on paljon kokemusta toteuttaa pintamittauslaitteistojen hankinta nykyisten parhaiden menettelyjen mukaisesti. Erityisesti tapahtuneiden onnettomuuksien, uusien saatavilla olevien teknologioiden ja laitteistojen hankintakustannusten alenemisen ansiosta perinteiset tekniset ratkaisut esimerkiksi ylärajahälytykseen on kyseenalaistettu. Säiliöalueilla ollaan nyt nopeasti siirtymässä yksinkertaisista mekaanisista kytkimistä selkeästi vaativimpiin ratkaisuihin ylärajahälytysten

toiminnassa. Niitä ovat:

- Riippumaton mittausta, joka on toteutettu omalla kaapeloinnilla ja varmennetulla apuenergian syötöllä.
- Jatkuva mittausta, joka voidaan tarkistaa vertaamalla sen mittaustietoa ylä-ylä hälytysrajan anturiin. Mikäli niiden antavat arvot poikkeavat, virheellinen toiminta havaitaan välittömästi.
- Väliainetta koskettamaton laite, jossa on mahdollisimman vähän liikkuvia osia, mielellään ei yhtään, sillä ne voivat jumiutua, kuluu tai edellyttää muuten ylläpitoa.
- EC 61508 mukainen turvahyväksyntä tai ainakin laite, joka ominaisuuksiltaan täyttää sen vaatimukset. Tämä varmistaa, että sitä voidaan käyttää myös tulevaisuudessa, vaikka se ei vielä tässä vaiheessa olisikaan liitettyä turvalogiikkaan. Edellytyksenä on siis, että laitteen turvatodistus sisältää vikaantumistiedot ja varmistaa sen asettuvan vikaantuessaan turvalliseen tilaan. Turvatodistus vahvistaa tuotteen laadun. Näitä laitteita on tullut markkinoille viime vuosina.

American Petroleum Institute (API) on jonkin aikaa sitten päivittänyt API2350-standardinsa ylitäytön estosta kokonaisvaltaisempaan toteutustapaan, joka ohjaa käyttämään uusissa toteutuksissa IEC 61508:n mukaisesti hyväksytyjä laitteita. Vaikka standardi ei varsinaisesti sisällä nesteytettyjen kaasujen kuten LNG:n käyttökohteita, se vaikuttaa todennäköisesti koko säiliöalueellisuuteen, sillä käytettävissä ei ole muuta ohjeistusta.

Uudistettu API2350 on viimeisin ja maailmanlaajuisesti käyttöön otettu suositus ylitäytön suojaukseen. Edelliseen versioon verrattuna siinä on painotuksena toiminnan johtaminen käsittäen ylitäytön eston ja riskien hallinta. Niitä molempia voidaan soveltaa LNG-laitoksille samoilla menettelytavoilla kuin muilla öljyteollisuuden varastosäiliöalueilla.

Uusin innovaatio parantaa laitteiston redundanttisuutta ja mittauksen luotettavuutta on laittaa kaksi toisistaan täysin erillistä elektroniikkaa yhteen pintatutkaan. Näin saadaan mittaustaitteisto, jossa asennetaan ainoastaan yksi laite ja saadaan



Kaksi riippumatonta tutkaa asennettuna yhteen laitteeseen

perusmittauksena pintatieto, mutta samanaikaisesti myös toinen täysin erillinen mittausta tai vaihtoehtoisesti ylä-ylä pintahälytys. Se voidaan liittää suoraan SIL 3 vaatimukset täyttävään turvalogiikkaan. Verrattuna siihen, että tarvitaan kaksi erillistä mittausta samoilla toiminnoilla, kaksi yhdessä helpottaa sekä mekaanisessa että sähköisessä asennuksessa ja säästää asennuskustannuksissa.

Luotettavat pintamittaukset tutkilla

Tutkapohjaiset pintamittaukset varmistavat erittäin hyvän toimintavarmuuden, sillä niissä ei ole liikkuvia osia ja ainoastaan antenni on säiliön sisällä. Tämän ansiosta niiden käyttö on nopeasti yleistynyt sekä tarkkuutta vaativissa varastosäiliöiden pintamittauksissa että myös prosessimittauksissa.

Pintatutka mittaa etäisyyttä tuotteen pintaan. Käyttämällä muistiin ladattuja säiliön mittatietoja se laskee nestepinnan korkeuden. Tutkamittaus koostuu lähetinosasta ja antennista. Samaa lähetinosaa voidaan käyttää kaikkien saman tutkasarjan antennien kanssa, mikä auttaa minimoimaan varaosavaraoston. Lähetinosaa ja antennia ei tarvitse sovittaa, joten lähetinosa voidaan vaihtaa irrottamatta tutkalaitteistoa.

Tutkapohjaisissa pintamittauksissa on nykyisin yleisesti käytössä kaksi modulointitekniikkaa:

- Pulssimenetelmä
- Taajuusmoduloitu jatkuva aalto (FMCV)

Pulssimenetelmässä tutka mittaa ajan, jossa pulssisignaali menee nestepintaan ja palaa takaisin. Mitattu aikaero muutetaan etäisyydeksi, josta pinnankorkeus lasketaan. Aikatason heijastusmittausteknologiaa käytetään, kun pienitehoinen nanosekunnin pulssi ohjataan antennin kautta väliaineen pintaan, josta se heijastuu takaisin.

Taajuusmoduloitua jatkuvaa aaltoa käytetään vaativissa mittauksissa, joilta edellytetään laskutusmittausten tarkkuustasoa. Käyttökohteet ovat kevyistä nesteistä asfalttiin saakka. Tämä tekniikka on otettu laajalti käyttöön sekä LNG-säiliöiden että LNG:tä kuljettavien säiliöalusten mittauksissa.

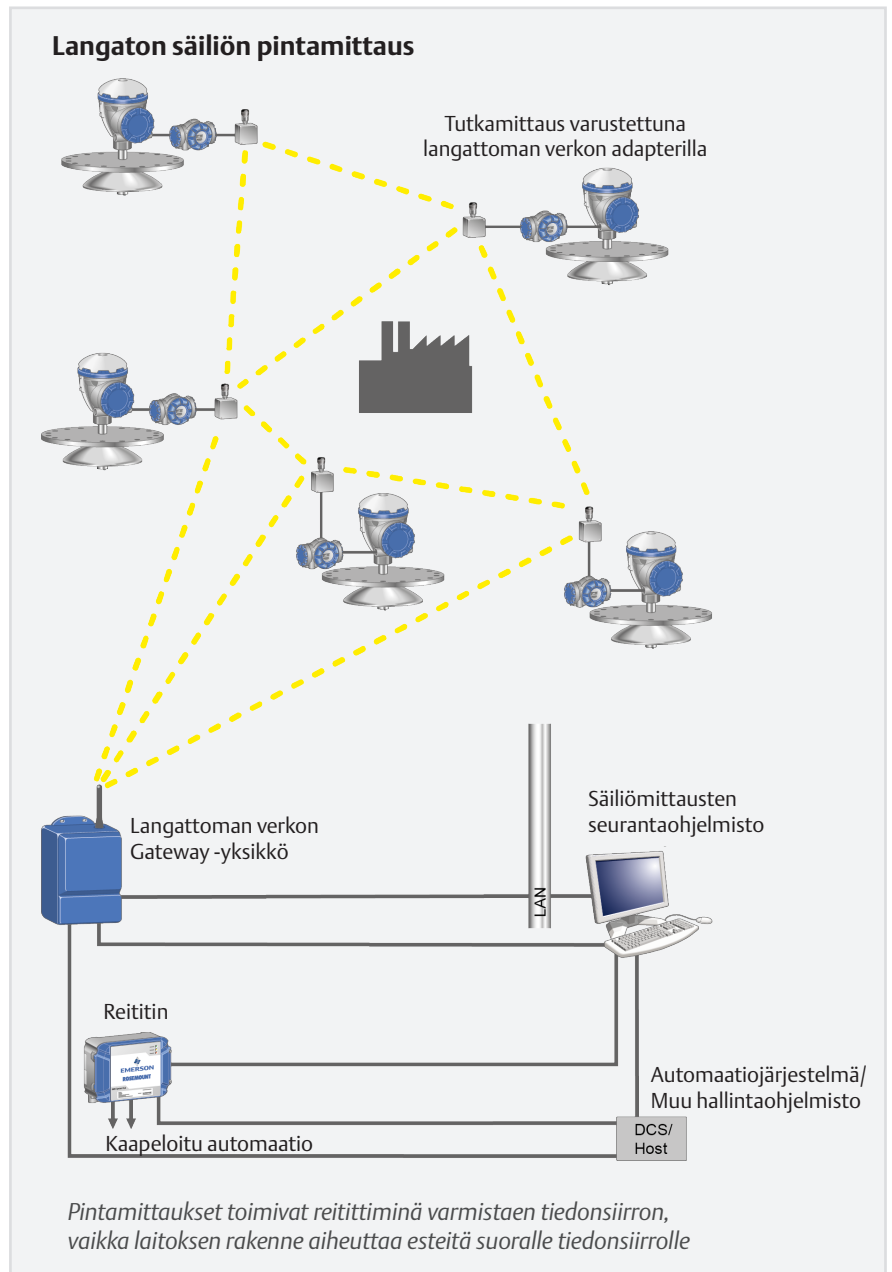
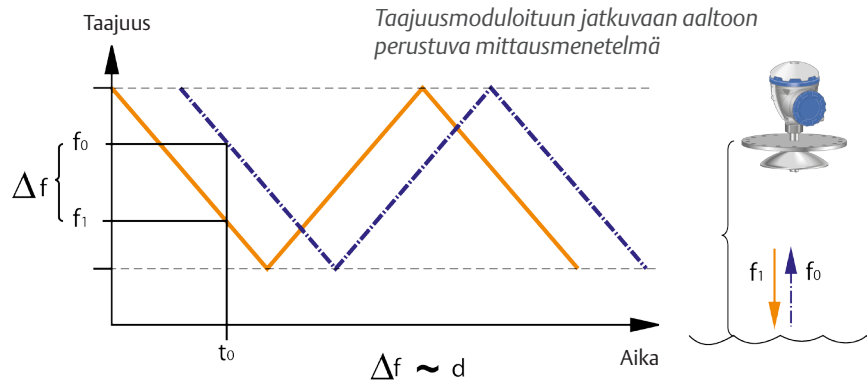
Tutka lähettää mikroaaltosignaalin nestepintaan. Mikroaaltosignaali on lineaarinen taajuusvaihtelu. Kun signaali on kulkenut alas nestepintaan ja takaisin antenniin, se sekoittuu signaaliin, jota lähetetään juuri sillä hetkellä. Nestepinnasta heijastuneella signaalilla on hieman erilainen taajuus verrattuna lähtevän signaalin taajuuteen. Taajuusero mitataan ja se on suoraan verrannollinen etäisyyteen nestepintaan.

Tämä teknologia varmistaa tarkan mittausravon. Tärkeää on myös, että hyvän suorituskyvyn tutkimittauslaitteistojen tulee soveltua käytettäväksi kaikilla ilmastovyöhykkeillä ja laajalla käyttölämpötila-alueella ilman suorituskyvyn tai luotettavuuden liittyviä ongelmia.

Älykäs langaton pintamittaus

Monilla varastosäiliöalueilla, joissa voisi käyttää modernia koskettamatonta pintamittaustekniikkaa, kaapelointi on vanhentunut tai se puuttuu kokonaan. Uusien mittaustaitteistojen asennus on niissä tyypillisesti kallista ja vaatii paljon aikaa, sillä normaalisti säiliöalueen ja valvomon välinen etäisyys saattaa olla yli kilometrin luokkaa ja uudistus edellyttää ojitusta ja maakaapelointia. Kustannussyistä monilla säiliöalueilla pitäydytään vanhoissa ja epäluotettavissa mekaanisissa pintamittauksissa, jotka edellyttävät jatkuvaa kunnossapitoa.

Nyt langattoman teknologian ansiosta tutkimittaukset voidaan näissäkin kohteissa ottaa käyttöön ilman, että tarvitaan uusia pitkiä viestikaapeleita. Tämä alentaa



merkittävästi materiaali- ja työkustannuksia sekä nopeuttaa suunnittelua ja uusinnan toteuttamista. Tutkamittaukseen kytketään langaton adapteri, jolloin kaikki mittaustiedot voidaan siirtää valvomon WirelessHART-tiedonsiirtoa käyttäen.

Kirjoittaja:
Hans Westerlind, Tuotepäällikkö
Emerson Process Management
Rosemount Tank Gauging