

## "HAUKAT" korkeimmalla suoritusasolla pinnanvalvonnassa

*HAWK Measurement Systems Ltd. on tehnyt uraa uurtavaa ja innovatiivista pioneerityötä jo noin 20 vuoden ajan matalataajuisten, kuuloalueella toimivien akustisten tutkien kehittämisessä.*

*Kokemus on osoittanut, että olosuhteiden ja mittaamatkan yhdistelmän tulossa haasteelliseksi, ei ultraääni- tai mikroaaltotutkilla saavuteta samaa luotettavuutta kuin akustisella pintatutkalla. Jos mittaussignaali on liian pieni, se katoaa pohjakohinaan eikä paraskaan signaalikäsitteily pysty parantamaan lopputulosta.*

*Hawkin kehitystyön tuloksena on syntynyt laite, SULTAN, jossa primäärisignaalin laatua on pystytty merkittävästi parantamaan.*

### SULTAN - akustiikkaa pinnanvalvontaan ja muihin sovelluksiin

**HAWK**in akustinen pintatutka, **SULTAN**, hyödyntää äänen kuluaikaan perustuvaa, kosketuksetonta mittaumenetelmää, jossa lähetetyn pulssin ja kohteesta heijastuneen kaiun välinen kuluaika muunnetaan etäisyydeksi ja siitä edelleen tiedoksi pinnankorkeudesta tai materiaalmäärästä.

**SULTAN** soveltuu kaikkien kiinteiden ja pölymäisten aineiden sekä nesteiden ja lietteiden pinnankorkeuden mittaamiseen.

**SULTAN** soveltuu myös liikkuvan kohteen kosketuksettomaan paikannukseen ja asemointiin, lietteen/sakkapinnan mittaukseen selkeyttimissä sekä avokanavien virtausmittaukseen.

Koska kyseessä on kosketuksettomasti mitaava akustinen menetelmä, ei mitattavan materiaalin tiheys, johtavuus, dielektrisyysvakio, syövyttävyyttä tai mekaaninen kuluttavuus vaikuta mittaustuloksiin.

Hantor-Mittaus Oy:lla on tietotaitoa ja kenttäkokemusta tuhansista HAWK-toteutuksista vuodesta 1989 alkaen; joukossa paljon kohteita, joissa akustista pintatutkaa on sovellettu menestyksellä mm. radioaktiivisen pintamittauksen asemesta.

### AKUSTINEN TUTKA - matalat taajuudet - enemmän tehoa

**SULTAN** selviytyy vaikeimmistakin mittausta haittaavista ongelmista lähettämänsä matalataajuisten pulssin ansiosta:

#### **Vaimeneminen**

Ääni ei "kanna" äärettömiin vaikka äänilähde tai -pulssi olisi syntyessään miten voimakas tahansa. Etäisyyden kasvaessa lähetetty energia jakautuu yhä suuremmalle pinta-alalle, jolloin äänen intensiteetti pinta-alayksikköä kohti

#### Akustiset pintatutkat vaativiin sovelluksiin

**SULTAN**-pintatutkan akustinen mäntä generoi matalataajuisten akustisen pulssin, joka vaimenee edetessään vain vähän. Riittävän suuri akustinen teho saavutetaan kaikissa mahdollisissa mittaustilanteissa. Primäärisignaalin taso ja laatu on erittäin hyvä ja **SULTAN**in ohjelma kompensoi automaattisesti olosuhteista syntyvät häviöt.

**SULTAN**illa luotettava, kosketukseton mittaaminen voidaan toteuttaa pitkällä mittausetäisyyksillä myös silloin, kun kohteessa on runsaasti pölyä, vesihöyryä tai vaahtoa tai kun anturiin tarttuu likaa tai kondenssia.

#### Kartio vahvistaa ja suuntaa

Matalat taajuudet edellyttävät suuntauskartion (eräänlainen megafoni) käyttöä. Sen avulla anturin paineaalto saadaan vahvistettua ja suunnattua niin, ettei säiliön seinämiltä tule häiriökaikuja.

Anturi toimii bassokaiuttimen tapaan siirtäen mekaanisella värähtelyllään esim. kondenssin pois pinnaltaan.

pienenee.

Matkaan verrannollinen signaalivaimennus riippuu ratkaisevasti äänen taajuudesta. Korkeat ultraäänitaajuudet vaimenevat jo muutaman metrin matkalla taustakohinan tasolle kun taas **SULTAN**in kuuloalueen matalat taajuudet kantavat helposti satoja metrejä laivan sumutorven tapaan ja vahvistimen ns. TVG-toiminto kompensoi matkaan verrannollisen vaimenemisen.



**SULTAN-sarja:**  
**SULTAN 2**  
**SULTAN 234**  
**SULTAN P**  
**SULTAN S**  
**SULTAN FLOW**  
**ORCA**  
**LIQUID**





### Heijastuman eli paluukaiun voimakkuus

Kun mitataan tasaista kovaa kohdetta (esim. nestettä), heijastuu lähes kaikki äänienergia pinnasta takaisin. Jos nesteen pinta aaltoilee, osa energiasta peilaa muualle kuin takaisin anturin suuntaan. Jos pinta taas on turbulenttinen, esim. voimakkaan sekoituksen vuoksi, on anturille tuleva signaali vieläkin heikompi. Nesteen pinnalla oleva vaahto vaimentaa äänienergiaa ja alentaa osaltaan paluusignaalin voimakkuutta.

**SULTANin tehoreservi ja adaptiivinen tehonsäätö (ns. AGG-toiminto) takaa sen että laadukas primäärisignaali saadaan aina iatkokäsittelyyn.**

### Sironta

Kaikumittausta voi soveltaa myös jyrkkiä, jopa yli 45°:een, kekokulmia muodostavien aineiden pinnanmittauksiin (kuten kuvassa vasemmalla kutteripurulla).

Tämän taustalla on äänipulssin sirontaefekti. Sironnassa "hukkaan menevän" energian osuus kasvaa mittavan aineen



kekokulman suurentuessa ja/tai raekoon pienentyessä. Sirontaa tapahtuu myös hyvin hienojakoisilla jauheilla ja pölyillä.

**SULTANista saadaan riittävästi akustista tehoa kattamaan sekä pölyn että sironnan aiheuttamat häviöt. Mittaus voidaan toteuttaa lähes kaikilla irtomateriaaleilla**

Kaiun laatu paranee, kun aineen partikkelikoko kasvaa, pinnan epätasaisuus suurenee, kekokulma loivenee ja materiaali on tiiviimpää tai kolvempaa. (kuva yllä: SULTAN romuläjän pinnan valvonnassa.

## AKUSTISEN TUTKAN SOVELLUSTAKUU

Sovelluskohteen, mitattavan materiaalin ja mittausolosuhteet huomioiva anturimitoitus ovat onnistuneen mittausratkaisun edellytys.

Hantor-Mittaus Oy:n ja HAWKIn on pitkäaikainen sovellustuntemus antaa hyvän perustan optimaaliselle mitoitukselle. **Soveltuvuustakuu on aina voimassa valitulle mittausratkaisulle.**

### **Mitoituksessa huomioitavaa:**

#### 1) Mitattava maksimietäisyys

#### - huomioi myös pohjakartio

Rauhallisia nestepintoja mitattaessa tärkein mitoituskriteeri on suurin etäisyys anturista pintaan. Jos säiliössä on kartiopohja, tulee maksimimittausetäisyyteen lisätä noin 30..40 % säiliön korkeudesta.

Tällöin teho riittää ja mittaus toimii oikein myös silloin, kun säilö on täysin tyhjä.

#### 2) Mitattavan aineen laatu

#### - huomioi sironta

Tasainen nestepinta on optimaalinen heijastin. Jauheet ja pölymäiset aineet

esim. puru tai turve) toimii äänienergian vaimentimina. Paluukaiu saattaa olla vain murto-osa siitä, mitä se olisi vastaavalla etäisyydellä olevasta nestepinnasta.

Kaikilla kiintoaineilla on huomioitava myös kekokulmat ja raekoko.

#### 3) Mittauspaikan olosuhteet

#### - huomioi vaimennusefektit

Pöly, vesihöyry ja vaahto vaimentavat lähetettyä signaalia varsinkin, jos käytetään ultraäänitaajuuksia.

Aaltoilu ja sekoitus aiheuttavat sirontaa ja peilausta, jotka heikentävät paluusignaalia.

Vinosta keosta tuleva kaiku on merkittävästi heikompi kuin kohtisuorasta pinnasta tuleva.

Täyttö aiheuttaa kohinaa ja signaalivaimennusta osuessaan mittauskeilaan.

Mitä huonommat olosuhteet, sitä matalataajuisempi anturi tarvitaan.

Kuva vasemmalla:

SULTAN- 5 kHz:n antureita asennettuna 27,5 m korkeisiin jauhesiloihin, jotka täytetään paineilmalla.

Akustinen tutka toimii luotettavasti myös pneumaattisen täytön aikana.

Kuva oikealla:

Tasaustaskun SULTAN-anturi (20 kHz) 8 kk:n käytön jälkeen. Tarttuma (biopolttoaineita) anturin suulla ei häiritse mittauksia.



## - Innovatiivisia ratkaisuja prosessimittauksiin -



### 4) Anturin likaantuminen

- ei merkittävä tekijä Sultanissa

Lika ja anturiin tarttuva materiaali tai kondenssin syntyminen saattavat vaikuttaa voimakkaasti suorituskykyyn käytettäessä muita kosketuksettomasti mittaavia menetelmiä.

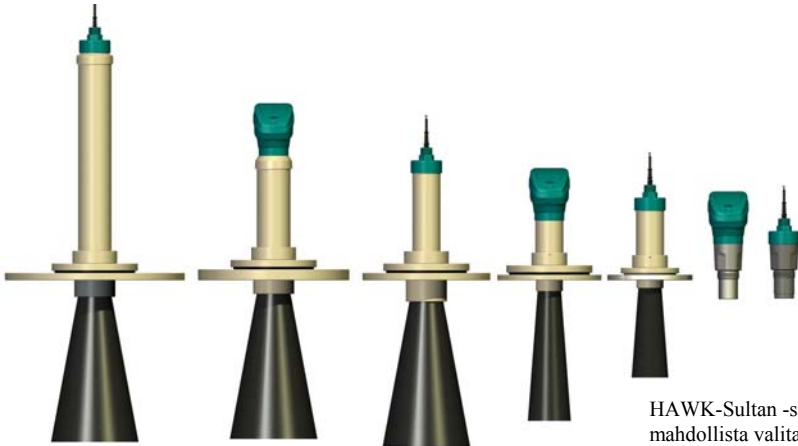
Sultanin anturia ei tarvitse suojata likaantumista vastaan ilmapursotuksella, muovipusseilla tai

muilla järjestelyillä.

**SULTAN - AKUSTINEN  
PINTATUTKA  
SIETÄÄ ERITTÄIN PALJON  
TARTTUMIA ja  
LIKAANTUMISTA.**

Anturitaajuuden ja maksimimittausmatkan välinen yhteys eri käyttökohteille.

Anturitaajuus	Suurin mittauasetäisyys:		
	Nesteillä/lietteillä	Kiintoaineilla/jauhoilla	Soveltuva HAWK -järjestelmä
50 kHz	5/5 m	ei sovellu	LIQUID / SULTAN
30 kHz	12 /10 m	5/2 m	LIQUID / SULTAN
20 kHz	20 /20 m	15/10 m	SULTAN
15 kHz	50 /50 m	25/15 m	SULTAN
10 kHz	75/75 m	60/30 m	SULTAN
5 kHz	125 /125 m	100/60 m	SULTAN-H



HAWK-Sultan -sarjan anturivalikoima on markkinoiden monipuolisin. Siitä on aina mahdollista valita kohteeseen ja sen mittauolosuhteisiin optimaalisimmin sopiva rakenne.



*Turvesiloissa massiivinen tarttuma on ylivoimainen haaste monelle mittaukselle, mutta ei SULTANille!*

## Akustisen pintatutkan sovellusesimerkki: Happosäiliö 13 m

Fosforihappo on hankala kemikaali. Varastosäiliöissä n. +60-asteisesta haposta syntyy happohöyryä, joka sopivissa olosuhteissa kiteytyy kaasutilassa oleviin pintoihin mukaan lukien mittausanturin pinnat. Pulma ilmeni erityisesti ulkona olevissa varastosäiliöissä talvella, kun lämpötilaero lämpimän hapon ja ulkoilman välillä on suuri. Antureiden toistuva puhdistus on työlästä ja vaatii tarkkuutta ja työturvallisuuden huomioimista.

### Toteutus akustisella pintatutkalla

Mittausanturiksi valittiin HAWK:n SULTAN-sarjan 15 kHz:n anturi. Mittauslähettimenä toimii erillinen 4-20 mA 2-johdinlähete. Se sijoitettiin n. 50 m:n päässä olevaan lämpimään ristikytkentätilaan, jossa toimintaa pystytään tarkkailemaan lähettimen omasta näytöstä tai kannettavan PC:n ja diagnostiikkaohjelmiston avulla. Välikaapelina voitiin käyttää vanhan pintamittauksen viestikaapelia.

### Käyttökokemukset Siilinjärvellä

Sultanin akustinen pulssi vaimenee kiteytymien vaikutuksesta niin vähän, että haittaavaa vaikutusta mittaustulokseen ei reilun vuoden käyttöjaksolla ole ilmennyt. Anturia ei ole tarvinnut huoltaa eikä puhdistaa sen jälkeen kun se asennettiin paikalleen.

*"Mitään ongelmia mittauksessa ei ole ilmennyt, ainakin kaksi talvea mittaus on toiminut hyvin ja kun tietää olosuhteet, niin mittausvalinta on ollut onnistunut"* kertoo Automaatiomestari Veijo Heikkinen, Kemphos Oy:n Siilinjärven tehtailta.



*Fosforihappohöyryt kiteytyvät sekä mittauysyhteeseen että anturin pintoihin.*



## SULTAN AKUSTISET PINTATUTKAT - korkeimmalla suoritusasolla

SULTAN-tuotepereeseen kuuluu 7 eri teholuokan anturia. Kaikki anturit ovat ns. "Smart"-tyyppiä, josta mittaus-tieto siirtyy digitaalisena väylämuodossa eteenpäin. Anturit ovat aina umpeen valettuja "paketteja". Tärinä, kosteus, pöly ja kaasut eivät pääse vaikuttamaan anturikomponentteihin.



Kuva yllä:  
*SULTAN ORCA - selkyettimien ja sakeuttimien lietepintamittaus*  
Kuva ylhäällä vasemmalla:  
*SULTAN AWR234 - erillisjärjestelmä*  
Kuva vasemmalla:  
*SULTAN 2 - kompaktipintalähtettä*

Mittauselektronikka on moduulirakenteinen. Kaikista malleista on olemassa vaihtoehto, jossa mittauselektronikka voidaan siirtää pois mittaustaikaa hankalista ympäristöolosuhteista (maks. 700 m:n päähän anturista).

Eri laitteet ja sovellukset hyödyntävät samoja toimintamoduuleja.

Kommunikaatiolähtö on vakiona kaikissa laitteissa. Sen kautta voidaan hoitaa sekä diagnostiikka että asetellut PC:llä GOSHAWK-ohjelman avulla tai etäkäyttönä GSM-modeemin kautta kaikkialla, missä GSM-verkko toimii.

Muita mahdollisuuksia mittaus- ja diagnoositietojen siirtoon on tarjolla kenttäväylän (Modbus, Profibus, Device Net, Fieldbus) tai HART-kommunikaation kautta. Lisäksi aina on mahdollista operoida paikallisen käyttönäppäimistön ja näytön kautta.

HAWKin ohjelma on lajissaan markkinoiden monipuolisin akustiseen etäisyysmittaukseen pohjaava tuotepere. Sillä voi kattaa pinnanmittaussovellukset laajemmin ja pienemmin kustannuksin kuin muilla menetelmillä. Soveltamista rajoittavia lupa- tai viranomaismääräyksiä ei ole käyttöturvallisuuden eikä radiotaajuisten häiriöiden suhteen.

*SULTAN P - liikkuvan kohteen kosketuksetta aseointiin Master-Slave -periaatteella. Maks. 190 m:n toimintaväli. Ulostuloviestin siirto liikkuvasta kohteesta "akustisessa" muodossa.*



### Uusi LIQUID-sarja helppoihin nestesovelluksiin

LIQUID-sarjassa käytetään ultraäänitaajuuksilla toimivia antureita, jotka ovat pienikokoisia, edullisia ja äänikeilaltaan kapeita. Pintalähtin on toteutettu 2-johdinrakenteena.

Nimensä mukaisesti LIQUID soveltuu vain neste-pintojen korkeuden mittaamiseen lyhyehköillä mittausmatkoilla (alle 10 m) hyvissä tai kohtuullisissa olosuhteissa.



**LIQUID-sarja**  
*Edullinen, kompakti 2-johdinpintalähtin nesteille*

#### Lisätietoja:

Hantor-Mittaus Oy  
Tiituspohjantie 36  
41310 Leppävesi  
puh. (014) 610 507

s-posti: info@hantor.fi  
www.hantor.fi