

**KUUMAVALSSAAMON SITOMAKONE 2  
PAIKANMITTAUKSIEN PÄIVITYS**

Outokumpu Stainless Oy

Risto Jukka

Opinnäytetyö

Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

2025

Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Jukka Risto	<b>Vuosi</b>	2025
<b>Ohjaaja</b>	Jukka Hietämäki		
<b>Toimeksiantaja</b>	Outokumpu Stainless Oy DI Einari Fyhr		
<b>Työn nimi</b>	Kuumavalssaamon sitomakone 2 paikanmittauksien päivitys		
<b>Sivumäärä</b>	37 + 20		

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kuumavalssaamon sitomakone 2:n paikanmittausjärjestelmissä käytössä olevien absoluuttiantureiden ja mittalaitteiden nykytila, arvioida varaosien saatavuus sekä kartoittaa teknisesti ja toiminnallisesti soveltuvat korvaavat ratkaisut. Lisäksi työn tarkoituksena oli esittää toimenpide-ehdotuksia järjestelmän nykyaikaistamiseksi ja kunnossapitovarmuuden parantamiseksi.

Työssä käytettiin menetelminä järjestelmätietojen tarkastelua KUTI-järjestelmästä, kenttäkierroksia sitomakoneella sekä valmistajien tekniseen dokumentaatioon perustuvaa laitevertailua. Havaintoja täydennettiin asentajilta ja kunnossapitohenkilöstöltä saadun käytännön tiedon avulla. Analyysin kohteena olivat teräsrullan halkaisijanmittaus, sidontapään korkeudensäätö sekä pyöritysruillaston asemamittaus.

Työn tuloksena todettiin, että useat käytössä olevat anturit olivat vanhentuneita tai jo valmistajilta poistuneita, eikä niille ollut määritelty tarkkoja varaosatietoja tai varastopaikkoja. Suosituksena esitettiin siirtymistä TR-Electronics CEV58- ja CEV65-sarjan Profibus DP -liitäntäisiin absoluuttiantureihin sekä SICK MLG1-sarjan mittaaviin valoverhoihin. Raportissa laadittiin myös suunnitelmat tarvittavista soviteratkaisuista, ohjelmistomuutoksista ja varaosien keskittämisestä, joilla voidaan parantaa järjestelmän luotettavuutta, huollettavuutta ja varaosalogistiikkaa.

Avainsanat

Outokumpu, kuumavalssaamo, sitomakone

Electrical and Automation Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Jukka Risto	<b>Year</b>	2025
<b>Supervisor</b>	Jukka Hietamäki		
<b>Commissioned by</b>	Outokumpu Stainless Oy Einari Fyhr M.Sc. (Tech.)		
<b>Title</b>	Update of position measurements for strapping machine 2 in the hot rolling mill		
<b>Number of pages</b>	37 + 20		

---

The objective of this thesis was to investigate the current state of absolute encoders and measuring devices used in the position measurement systems of the hot rolling mill's strapping machine 2, assess the availability of spare parts, and identify technically and functionally suitable replacement solutions. In addition, the aim was to present recommendations for modernizing the system and improving maintenance reliability.

The methods used in this work included reviewing system data from the KUTI database, conducting on-site inspections at the strapping machine and performing device comparisons based on manufacturers technical documentation. The observations were supplemented with practical insights gathered from maintenance personnel and technicians. The analysis focused particularly on the steel coil diameter measurement, the height adjustment of the strapping head, and the position measurement of the turning rollers.

As a result of the thesis, it was found that several of the encoders currently in use were outdated or discontinued by the manufacturers, and no precise spare part information or storage locations had been defined for them. It was recommended to transition to TR-Electronic CEV58 and CEV65 series absolute encoders with Profibus DP interface, as well as SICK MLG1 series measuring light curtains. The report also included plans for the necessary adapter solutions, software modifications, and spare part centralization, all aimed at improving the system reliability, maintainability and spare part logistics.

**Keywords** Outokumpu, hot rolling mill, strapping machine

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	OUTOKUMPU STAINLESS OY.....	8
2.1	Yrityksen esittely.....	8
2.2	Liiketoiminta-alueet.....	9
2.3	Kuumavalssaamo .....	11
3	ASEMANMITTAUSJÄRJESTELMÄT .....	13
3.1	Absoluuttianturit .....	13
3.2	Inkrementaalianturit .....	13
3.3	Mittaavat valoverhot.....	14
3.4	Anturien liitântätekniikat ja tiedonsiirto.....	14
4	NYKYTILA JA HAASTEET .....	16
4.1	Rullan halkaisijamittaus .....	16
4.2	Pyöritysrullasto .....	18
4.3	Sidontapään korkeudensäätö .....	19
4.4	PLC-järjestelmä .....	21
5	TYÖN TOTEUTUS JA MENETELMÄT .....	22
5.1	Rullan halkaisijanmittaus .....	22
5.2	Pyöritysrullasto .....	24
5.3	Sidontapään korkeudensäätö .....	26
6	TULOKSET JA ARVIOINTI.....	29
6.1	Rullan halkaisijanmittaus .....	29
6.2	Pyöritysrullasto .....	29
6.3	Sitomapään korkeudensäätö .....	30
6.4	Sovitin absoluuttiantureille .....	31
7	POHDINTA .....	33
7.1	Tarkastelu.....	33
7.2	Oman oppimisen pohdinta .....	33
	LÄHTEET.....	35
	LIITTEET .....	37

## ALKUSANAT

Tämän opinnäytetyön laatiminen on ollut mahdollista useiden asiantuntevien henkilöiden tuella. Haluan esittää kiitokset kuumavalssaamon kunnossapitoinsinöörille Einari Fyhrille ja muulle Outokummun organisaatiolle mahdollisuudesta toteuttaa tämä opinnäytetyö. Kiitän myös kuumavalssaamon kunnossapitoa arvokkaista havainnoista, teknisestä tuesta sekä kenttäkierrosten aikana annetusta asiantuntemuksesta.

Kiitos kuuluu myös kaikille niille henkilöille, jotka osallistuivat opinnäytetyön tekemiseen. Yhteistyö on ollut avainasemassa opinnäytetyön tekemisessä ja selkeiden ehdotusten muodostamisessa.

Torniossa 1.5.2025

Jukka Risto

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KUTI	Kunnossapidon tietojärjestelmä
KUVA	Kuumavalssaamo
SSI	Synchronous Serial Interface
SK2	Sitomakone 2
SK4	Sitomakone 4

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä kartoitetaan kuumavalssaamon sitomakone 2:n asemamittaus- ja ohjausjärjestelmissä käytössä olevien asemamittausantureiden nykytilaa, varaosia sekä suunniteltuja toimenpiteitä. Selvityksen tavoitteena on varmistaa järjestelmän mittaustarkkuus, luotettavuus ja kunnossapitovalmius laitevalmistajien muuttuvien valikoimien ja ikääntyvien komponenttien aiheuttamien riskien keskellä.

Kenttäkierroksilla ja dokumentaatiovertailuilla havaittiin useita puutteita nykyisessä varaosatiedonhallinnassa, erityisesti KUTI-järjestelmässä. Useista käytössä olevista antureista puuttuvat tekniset tiedot, varaosatunnisteet tai varastopaikat, mikä vaikeuttaa kunnossapidon toimintaa ja pidentää mahdollisten laiterikkojen korjausaikaa. Lisäksi osa käytössä olevista komponenteista on jo valmistajan tuotannosta poistuneita, eikä niille ole järjestelmään merkitty suoraan yhteensopivia korvaavia malleja.

Opinnäytetyössä käsitellään yksityiskohtaisesti kolmea kriittistä mittauskohdetta sitomakone 2:lla: teräsrullan halkaisijanmittaus, sidontapään korkeudensäätö sekä pyöritysrollaston asemanmittaus. Näissä kaikissa kohteissa on havaittu joko vanhentuneita anturityyppejä, puutteellista dokumentaatiota tai teknisesti vanhenevia ratkaisuja, joiden osalta on suunniteltu nykyaikaisempi ja yhtenäistetty päivitysmalli.

Toteutussuunnitelmat nojaavat nykyaikaisiin mittaus- ja tiedonsiirtotekniikoihin, jotka mahdollistavat tarkemman mittauksen, paremman järjestelmäintegraation ja yhteensopivuuden tulevien varaosaratkaisujen kanssa. Opinnäytetyö esittelee myös tarvittavat ohjelmistomuutokset, asennustekniset soviteratkaisut sekä arvioi toimenpiteiden vaikutusta mittausjärjestelmien luotettavuuteen ja huoltovarmuuteen pitkällä aikavälillä.

## 2 OUTOKUMPU STAINLESS OY

### 2.1 Yrityksen esittely

Outokummun tarina alkaa yli sata vuotta sitten, vuonna 1910, kun Itä-Suomessa Kuusjärvellä (nykyisessä Outokummun kaupungissa) löydettiin huomattava kuparimalmiesiintymä. Löytö tehtiin Outokummun mäellä – nimensä mukaisesti "outo kumpu" – ja se johti nopeasti teolliseen kehitykseen alueella. Vuonna 1914 perustettiin yhtiö nimeltä Outokumpu Kopparverk, ja kuparintuotanto käynnistyi pian sen jälkeen. Ensimmäiset vuodet keskittyivät kuparin louhintaan, sulattamiseen ja jalostamiseen, ja tuotanto laajeni nopeasti vientimarkkinoille. (Outokumpu Oyj 2025a.)

1920- ja 1930-luvuilla Outokumpu nousi merkittäväksi kuparintuottajaksi, ja vuonna 1932 yhtiö yhtiöitettiin virallisesti, valtion säilyttäessä enemmistöomistuksen. Samoihin aikoihin Outokumpu alkoi kehittää omia metallurgisia teknologioita, jotka loivat perustan yhtiön tulevalle kasvulle ja kansainväliselle menestykselle. Erityisesti yhtiön kehittämä Outokumpu-prosessi sulattamiseen ja metallien talteenottoon saavutti kansainvälistä huomiota. (Outokumpu Oyj 2025a.)

Toisen maailmansodan jälkeen Outokumpu laajensi toimintaansa voimakkaasti muihin metalleihin, kuten nikkeliin, sinkkiin ja kobolttiin. 1900-luvun jälkipuoliskolla yhtiö siirtyi vähitellen kaivostoiminnasta kohti korkeamman jalostusasteen tuotteita, ja alkoi keskittyä yhä enemmän erikoismetalleihin ja lopulta ruostumattomaan teräkseen. (Outokumpu Oyj 2025a.)

2000-luvulla Outokumpu teki merkittäviä strategisia päätöksiä ja keskittyi yksinomaan ruostumattoman teräksen tuotantoon. Tämä huipentui vuonna 2012, kun yhtiö yhdistyi saksalaisen Inoxumin (entinen ThyssenKrupp Stainless) kanssa, jolloin Outokummusta tuli yksi maailman johtavista yhtiöistä ruostumattoman teräksen alalla. (Outokumpu Oyj 2025a.)

Tänä päivänä Outokumpu tunnetaan maailmanlaajuisesti korkealaatuisesta ruostumattomasta teräksestään, vastuullisesta tuotannostaan ja vahvasta teknologiaperinteestään. Yhtiön juuret mineraaleissa ja metallinjalostuksessa

näkyvät yhä sen toiminnassa, mutta samalla se on nykyaikainen ja kansainvälinen toimija, jolla on asiakkaita ympäri maailmaa ja tuotantolaitoksia Euroopassa ja Amerikassa. (Outokumpu Oyj 2025a.)

## 2.2 Liiketoiminta-alueet

Outokumpu on maailmanlaajuisesti tunnettu ruostumattoman teräksen valmistaja, jonka toiminta perustuu pitkään teolliseen historiaan ja vahvaan teknologiaosaamiseen. Yhtiön liiketoiminta on jaettu kolmeen pääalueeseen: Europe, Americas ja Ferrochrome. Nämä alueet muodostavat yhdessä Outokummun ydinliiketoiminnan, joka kattaa koko ruostumattoman teräksen tuotantoketjun raaka-aineista lopputuotteisiin. (Outokumpu Oyj 2025b.)

Eurooppa on Outokummun tärkein markkina-alue, ja se vastaa noin 70 prosentista yhtiön kokonaisymyynnistä. Euroopan liiketoiminta-alue palvelee asiakkaita paitsi Euroopassa, myös Lähi-idässä ja Afrikassa. Alueen vahvuutena ovat teknisesti kehittyneet tuotantolaitokset, jotka sijaitsevat Suomessa (Kuvio 1), Saksassa, Alankomaissa ja Ruotsissa. Outokummulla on Euroopan markkinoilla merkittävä asema, ja se on markkinajohtaja kylmävalssatussa ruostumattomassa teräksessä noin 31 prosentin markkinaosuudella (2022). Euroopan alueella Outokumpu tarjoaa laajan tuotevalikoiman, joka kattaa sekä tavanomaiset että vaativat erikoislaadut, ja se tunnetaan erityisesti teknisestä asiantuntemuksestaan sekä korkeasta laadusta. (Outokumpu Oyj 2025c.)

Toinen merkittävä liiketoiminta-alue on Amerikka, joka kattaa Yhdysvallat, Meksikon ja Etelä-Amerikan. Outokummulla on alueella yksi teknisesti edistyneimmistä ruostumattoman teräksen tuotantolaitoksista, joka sijaitsee Yhdysvaltojen Alabamassa. Yhtiö on toiseksi suurin toimija Pohjois-Amerikan markkinoilla noin 23 prosentin markkinaosuudella. Americas-alue keskittyy erityisesti asiakaslähtöiseen toimitusketjuun ja joustavaan tuotantoon, ja sen tuotevalikoima sisältää laajasti austeniittisiä ja ferriittisiä teräslaatuja. Outokumpu hyödyntää alueella myös pitkää teräksenvalmistuksen osaamista, joka on yksi sen strategisista kilpailueduista. (Outokumpu Oyj 2025d.)

Kolmas ja poikkeuksellisen tärkeä liiketoiminta-alue on Ferrochrome, joka keskittyy ferrokromin tuotantoon. Ferrokromi on olennainen raaka-aine

ruostumattoman teräksen valmistuksessa, sillä kromi tekee teräksestä ruostumattoman. Outokumpu on ainutlaatuinen eurooppalainen toimija siinä mielessä, että se omistaa Euroopan suurimmat tunnetut kromiitivarat Kemin kaivoksessa Suomessa. Kaivoksen yhteydessä toimiva ferrokromitehdas sijaitsee Torniossa, ja suurin osa tuotetusta ferrokromista käytetään Outokummun omissa terästuotantolaitoksissa. Tämä vertikaalinen integraatio raaka-aineista valmiiksi tuotteiksi antaa yhtiölle merkittävän kilpailuedun markkinoilla. (Outokumpu Oyj 2025e.)

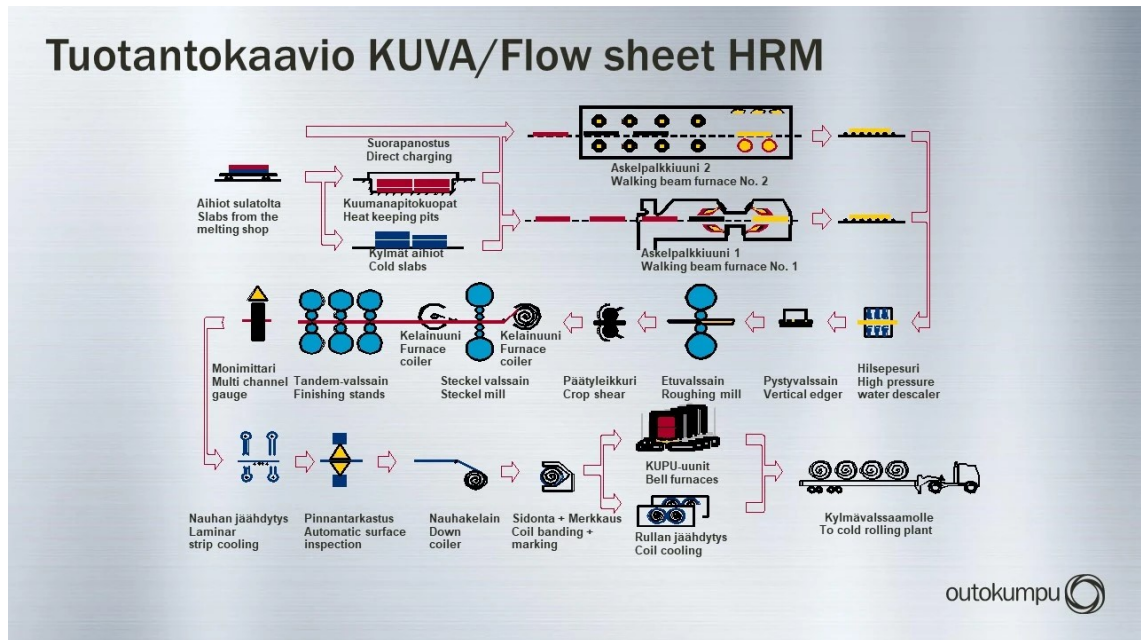
Näiden kolmen pääalueen lisäksi Outokummulla on muita toimintoja, jotka eivät kuulu suoraan näihin liiketoiminta-alueisiin. Ne koostuvat muun muassa teollisista omistuksista ja erillisistä liiketoiminnoista, jotka tukevat yhtiön kokonaisstrategiaa. (Outokumpu Oyj 2025f.)



Kuvio 1. Tornion tehtaat (Outokumpu Oyj 2025h.)

### 2.3 Kuumavalssaamo

Kuumavalssauksen tarkoituksena on muokata terästä haluttuun muotoon ja mittoihin korkeassa lämpötilassa. Prosessissa teräsaiho ohenee ja pitenee samalla kun teräksen ominaisuuksia parannetaan. Kuumavalssaamon tuotantokaaviossa on näkyvillä tuotantoketjun vaiheet järjestyksessä (Kuvio 2).



Kuvio 2. Kuumavalssaamon tuotantokaavio (Outokumpu Oyj 2024g)

Kuumavalssausprosessi alkaa sulatolta tulevilla aihioilla, jotka voivat olla kylmiä tai kuumia. Kuumat aihiot varastoidaan kuumanapitokuoppiin ja kylmät aihiot aihiovarastoon kylmäpinoihin. Aihiot voidaan myös suorapanostaa suoraan askelpalkkiuuneihin. Kuumavalssaamolla on 2 askelpalkkiuunia, jotka toimivat maakaasulla ja häkäkaasulla. Askelpalkkiuuneissa aihiot kuumennetaan 1100–1200 °C lämpötilaan.

Aihoiden saavutettua tavoitelämpötilan on vuorossa etuvalssaaminen. Ennen etuvalssainta on hilsepesuri, jolla aihion pinta pestään puhtaaksi uunissa muodostuneesta hilseestä. Etuvalssaimella aihio valssataan esinauhaksi 5–7 edestakaisella pistolla. Etuvalssain sisältää myös pystyvalssaamisen, jolla esinauhahan leveys pyritään pitämään halutussa arvossa. Etuvalssaamisen jälkeen noin 200 mm paksuinen aihio on ohentunut noin 24 mm esinauhaksi.

Esinauhan päät tasataan päätyleikkurilla ennen nauhavalssausta. Nauhavalssain koostuu Steckel- ja Tandem-valssaimista. Ensiksi nauha valssataan Steckel-valssaimella 3 pistoa, joiden välissä nauha kelataan kelainuuniin nauhan lämpötilan ylläpitämiseksi. Steckel-valssaimen kolmannella pistolla nauha etenee Tandem-valssaimelle, joka koostuu kolmesta valssituolista. Viimeisen valssituolin jälkeen nauha on tavoitepaksuudessa ja laadun varmistamiseksi sen paksuus, profiili, tasomaisuus, leveys ja lämpötila mitataan monimittarilla.

Nauha jäädytetään noin 600 °C lämpötilaan laminaarijäädytyksessä ennen pinnantarkastuslaitteistoa. Pinnantarkastuksen jälkeen nauha kelataan nauhakelaimella rullaksi. Rullan koko ja teleskooppisuus mitataan ja merkitään rullanumero rullan seuranta varten. Rulla sidotaan kehäpannoilla ja mahdollisesti myös silmäpannoilla asiakkaan tarpeiden mukaisesti ennen kuin rulla nostetaan rullavarastoon jäähtymään. Rulla jäädytetään vedellä jäädytysaltaassa tai hitaammin ilmalla kuivavarastossa. Rulla voidaan myös siirtää uudelleenkuumennukseen KUPU-uuneille. Kuumakäsittelyllä teräsnauhan mikrorakenne saadaan homogenisoitua. Rullien jäähtyttyä riittävästi ne siirretään jatkokäsittelyyn kylmävalssaamolle tai satamaan, josta ne lähetetään suoraan asiakkaalle.

### 3 ASEMANMITTAUSJÄRJESTELMÄT

Asemamittausjärjestelmät ovat keskeinen osa teollisuuden automaatio- ja ohjausjärjestelmiä, joissa edellytetään tarkkaa ja luotettavaa tietoa laitteiden tai koneiden sijainnista, liikkeestä tai asemasta. Seuraavassa esitellään kolme keskeistä anturitekniikkaa, joita käytetään asemamittauksessa, sekä näihin liittyviä liitäntäteknikoita.

#### 3.1 Absoluuttianturit

Absoluuttianturit mittaavat sijainnin tai kulman suhteessa kiinteään nollapisteeseen. Toisin kuin inkrementaalianturit, absoluuttianturit antavat jokaiselle asemalle yksiselitteisen koodin, mikä mahdollistaa välittömän sijainnin määrittämisen myös järjestelmän uudelleenkäynnistyksen jälkeen ilman referenssi liikettä.

Pyörivän liikkeen mittauksessa absoluuttianturit jaetaan yksikierrös- ja monikierrös malleihin. Ysikierrösanturit mittaavat yhden kierroksen sisäisen aseman, kun taas monikierrösanturit seuraavat myös kierrosten lukumäärää.

Antureita on saatavilla optisina ja magneettisina versioina. Optisissa ratkaisuisissa käytetään valoa ja koodilevyjä, kun taas magneettiset perustuvat magneettikenttien muutosten mittaamiseen esim. Hall-ilmiön avulla. (IFM electronic Oy 2025a.)

#### 3.2 Inkrementaalianturit

Inkrementaalianturit tuottavat pulssisignaaleja, joita käytetään kohteen suhteellisen liikkeen seuraamiseen. Ne eivät anna suoraa tietoa absoluuttisesta sijainnista, vaan vaativat referenssipisteen, johon sijainti suhteutetaan.

Pulssit lasketaan kohteen liikkuessa, ja tuloksena saadaan tietoa nopeudesta, liikkeestä ja suhteellisesta asemasta. Näitä antureita käytetään laajasti esimerkiksi moottorihjauksissa ja CNC-koneissa, joissa tarkka liikeseuranta on tärkeää.

Jännitesyötön katketessa inkrementaalianturi unohtaa asemansa ja vaatii kotiutusajon, joka yleensä toteutetaan ajamalla anturi lähtöpisteeseen tai kotiasemaan, jossa asematieto nollataan. (IFM electronic Oy 2025b.)

### 3.3 Mittaavat valoverhot

Mittaavat valoverhot koostuvat lähettimestä ja vastaanottimista, joiden välille muodostuu useista valonsäteistä koostuva kenttä. Kun kohde kulkee tämän kentän läpi, sen mitat, muoto tai sijainti voidaan määrittää valonsäteiden katkeamisen perusteella. (DUOmetric AG 2025.)

Tällaisia antureita käytetään kohteiden havaitsemiseen, laskentaan, korkeuden tai leveyden mittaamiseen sekä profiilien tunnistukseen. Ne ovat erityisen hyödyllisiä logistiikassa ja tuotantolinjoilla, missä vaaditaan nopeaa ja tarkkaa mittausta myös haastavissa olosuhteissa, kuten pölyn, höyryn tai tärinän keskellä. (Telnova Oy 2025.)

### 3.4 Anturien liitântätekniikat ja tiedonsiirto

Teollisissa asemamittausjärjestelmissä ei riitä, että anturi tuottaa tarkkaa tietoa. Tieto on myös pystyttävä siirtämään ohjausjärjestelmään luotettavasti, nopeasti ja häiriöttömästi. Tähän tarpeeseen vastaavat erilaiset liitântätekniikat, joiden avulla mittaustieto saadaan hyödynnettyä automaatiassa, prosessinhallinnassa tai koneen ohjauksessa. Yleisimmät käytetyt liitântämuodot ovat SSI, Profinet ja Profibus DP

Sarjaliitännät, kuten SSI (Synchronous Serial Interface), ovat yleisiä absoluuttiantureissa. SSI siirtää tiedon synkronoidusti kahden Data- ja kahden Clock-johtimen avulla, mikä tekee siitä häiriösietoisien ja yksinkertaisen toteuttaa. Sarjaliitännän etuna on myös deterministinen vasteaika, mikä on tärkeää reaaliaikaisissa ohjaussovelluksissa. SSI-liitântä on pitkään ollut teollisuuden luotettava standardi esimerkiksi paikoitussovelluksissa ja robotiikassa, joissa vaaditaan tarkkaa kulma- tai sijaintitietoa. (Sick AG 2025.)

Kenttäväylät, kuten CANopen, Profibus DP ja PROFINET, tuovat mukanaan suuremman joustavuuden ja monipuolisen tiedonhallinnan. Näissä järjestelmissä

useat anturit voivat olla verkotettuna samaan väylään, mikä vähentää kaapelointia ja mahdollistaa keskitetyn konfiguroinnin. Esimerkiksi CANopen on yleinen valinta liikkuvissa koneissa ja ajoneuvotekniikassa, kun taas PROFINET on suosittu erityisesti kiinteissä automaatioympäristöissä. Kenttäväylien käyttö mahdollistaa myös vianhallinnan, etädiagnostiikan ja dynaamisen laitteen vaihdon ilman järjestelmän pysäyttämistä. (PI North America 2025a; CSS Electronics 2025.)

IO-Link on nopeasti yleistyvä teknologia, joka tuo älykkään kaksisuuntaisen tiedonsiirron yksinkertaiseen kaapelointiin. IO-Linkin etuna on, että sen avulla anturit voivat välittää muutakin kuin vain mittausarvoja – kuten diagnostiikkatietoa, lämpötilaa tai laitteen tilaa. IO-Link on myös konfiguroitavissa ohjelmallisesti, mikä vähentää manuaalista työtä kenttäolosuhteissa ja helpottaa vianetsintää. Teknologia mahdollistaa saumattoman integroinnin useisiin yleisiin kenttäväyliin ja automaatioalustoihin. (IFM Electronic Oy 2025c; PI North America 2025b.)

Yhteenvetona voidaan todeta, että sopivan liitântätekniiikan valinta vaikuttaa suoraan asemamittausjärjestelmän suorituskykyyn, luotettavuuteen ja skaalautuvuuteen. Yksinkertaisissa sovelluksissa SSI voi olla riittävä ja kustannustehokas ratkaisu, kun taas monimutkaisemmissa, hajautetuissa järjestelmissä kenttäväylät ja IO-Link tarjoavat selkeitä etuja. Liitântätekniiikka ei ole vain fyysinen rajapinta, vaan keskeinen osa kokonaisvaltaista mittausjärjestelmää.

## 4 NYKYTILA JA HAASTEET

Kuumavalssaamon sitomakone 2:lla on absoluuttiantureita, joiden saatavuus on laitevalmistajien puolelta päättynyt. Tämä aiheuttaa sitomakoneelle riskin pidemmästä korjausajasta anturin vikaantuessa, koska korvaavaan anturin löytäminen ja käyttöönotto nopealla aikataululla on vaikeaa.

### 4.1 Rullan halkaisijamittaus

Rullan halkaisijamittaus tapahtuu nykyisin paineilmasylinterillä käytettävällä mittavarrella, joka laskeutuu koskettamaan mitattavaa rullaa (Kuvio 3). Nykyisen halkaisijamittalaitteen haasteena ovat liikkuvat osat, jotka alkavat olla jo käyttöikänsä päässä ja vaatisivat myös isoa huoltoa.



Kuvio 3. Rullan halkaisijamittaus

Nykyisin käytössä oleva anturi on Stegmann AG 110 -sarjan absoluuttianturi 4C1XV0C01N00 (Kuvio 4). Anturin tarkkuus on 4096 askelta kierroksella. Anturi on liitetty logiikkaan 16 bittisellä rinnakkaisliitännällä, jolla saadaan 65536 askeleen mittausalue. Rinnakkaisliitännässä käytetään GRAY-koodia, jossa vain yksi bitti muuttuu kerrallaan. Anturi on sijoitettu mittavarren kelkkaan ja anturin pyöritys tapahtuu hammasrattaan ja hammastangon avulla.

Haasteena nykyisellä anturilla on liityntätapa ohjausjärjestelmään. 16-bittinen rinnakkaisliitäntä on vanhanaikainen ja suurelta osin poistunut nykyaikaisempien väyläteknikoiden tieltä. Anturi ei tarjoa vikadiagnostiikkaa tai tilatietoa eikä sitä voi konfiguroida kenttäolosuhteissa.



Kuvio 4. Rullan halkaisijanmittauksen absoluuttianturi

## 4.2 Pyöritysrullasto

Pyöritysrullasto on olennainen osa rullien sidontaprosessia, jossa sidontapannat tulee kohdistaa tarkasti oikeille kohdille rullan pinnassa (Kuvio 5). Pyöritysrullasto pyörittää sidottavaa teräsrollaa siten, että sidontakohta saadaan haluttuun asemaan ennen sidonnan suorittamista. Kohdistuksen onnistuminen perustuu rullan halkaisijan- ja pyörimisliikkeen mittaukseen, jotta silmästä sidonnat saadaan kiinnittymään oikeisiin kohtiin.

Mittaus tapahtuu pyöritysrullaston toisen rullan pyörimisen perusteella. Mitattava pyöritysrulla on kuvassa kaukaisempi rulla. Tätä rullaa käytetään referenssinä varsinaisen sidottavan teräsrollan pyörimisliikkeen seuraamiseen. Näin varmistetaan, että asento voidaan määrittää luotettavasti.



Kuvio 5. Pyöritysrullasto

Pyörimisliikkeen mittaamiseen käytetään Stegmann AG110 -sarjan absoluuttianturia, mallia 4J1XV3A41N00. Anturi on liitetty ohjausjärjestelmään 16-bittisellä rinnakkaisliitännällä käyttäen GRAY-koodia. Anturin tarjoama

resoluutio on 4096 askelta kierroksella ja se on riittävä täsmälliseen asemointiin rullansidonnan kannalta, eikä itse mittaustapaa ole tarvetta muuttaa – se on osoittautunut toimivaksi ja tarkaksi käyttökohteessaan.

Nykyisessä asennuksessa suurin haaste liittyy anturin sijaintiin. Anturi on asennettu mittausrullan pätyyn, aivan sidottavan rullan lähelle, jolloin se altistuu huomattavalle lämpökuormalle. Kuuma rulla säteilee lämpöä suoraan anturin suuntaan, ja tämä nostaa ympäristön lämpötilaa anturin toimintarajan tuntumaan tai jopa sen yli. Tällä hetkellä anturin jäähdytys hoidetaan paineilmalla, jolla pyritään pitämään anturin lämpötila hallinnassa. Ratkaisu toimii, mutta se lisää järjestelmän monimutkaisuutta ja ylläpitotarvetta.

Toinen merkittävä ongelma on käytössä olevaa rinnakkaisliitääntää käyttävien anturien heikko saatavuus. Rinnakkaisliitääntäisiä antureita on yhä saatavilla mutta kyseinen liitääntä on harvinainen mikä vaikeuttaa varaosien saatavuutta ja ylläpitoa. Tästä johtuen on suositeltavaa kartoittaa yhteensopivia korvaavia malleja, jotka täyttävät tekniset vaatimukset ja kestävät paremmin kuumia käyttöolosuhteita.

#### 4.3 Sidontapään korkeudensäätö

Sidontapään korkeudensäädössä käytetään Racó T1M6–2753 -tyyppistä sähkömekaanista sylinteriä, joka on suunniteltu tuottamaan tarkkaa ja voimakasta lineaariliikettä teollisessa käytössä (Kuvio 6). Laitteen käyttöjännite on 380 V/50 Hz, ja se on varustettu 3 kW:n tehoisella moottorilla, jonka nimellisvirta on 5,6 A. Sylinterin liikepituus on 600 mm, ja se kykenee tuottamaan jopa 20 kN voiman, mikä tekee siitä sopivan raskaisiin ja tarkkuutta vaativiin kohteisiin. Sylinterin liikenopeus on 30 mm/s.



Kuvio 6. Sitomapään korkeudensäätö

Sylinterin absoluuttianturi on ollut alkujaan Stegmann 4J1XV3681N00, mutta osaluettelon mukaan nykyisin asema mitataan Sick/Stegmann AG665-4665P3500000 -absoluuttianturilla. Anturin resoluutio on 4096 askelta kierrokselta, mikä mahdollistaa erittäin tarkan asennonmittauksen sekä yksittäisen kierroksen sisällä että useiden kierrosten alueella. Anturi on liitetty ohjausjärjestelmään 16-bittisellä rinnakkaisliitännällä käyttäen GRAY-koodia.

Nykyinen sylinteri on valmistettu 5/91 ja voi sanoa sen olevan jo oletetun käyttöikänsä päässä. Sähkömekaanisilla sylintereillä on huono saatavuus mikäli varaosaa ei löydy omasta varastosta. Sylinterin vikaantuessa varaosan toimitusaika voi venyä kohtuuttoman pitkäksi. Nykyisessä sylinterissä oleva absoluuttianturi on myös yhdistetty 16-bittisellä rinnakkaisliitännällä

ohjausjärjestelmään. Liitääntä käyttävät absoluuttianturit ovat harvinaisia, joten pelkän anturin korvaaminen nopealla aikataululla on vaikeaa.

#### 4.4 PLC-järjestelmä

Sitomakone 2:n ohjausjärjestelmä perustuu Siemensin S7-400 -sarjan automaatiojärjestelmään, jonka keskusyksikkönä toimii CPU 414-2. Kyseessä on tehokas ja laajennettavissa oleva ohjausyksikkö, joka soveltuu erityisesti suurten prosessien hallintaan ja monipuolisten kenttälaitteiden liittämiseen. Sitomakoneella on käytössä Profibus DP -kenttäväylä, jonka kautta tiedonsiirto hoituu pantakelan Sinamics G120-taajuusmuuttajan kanssa.

Järjestelmän ohjelmointi ja konfigurointi tapahtuu Siemens Step 7 v5.4 -ohjelmistolla, joka on edelleen yleisesti käytetty ohjelmointiympäristö S7-300- ja S7-400-sarjan logiikoille. Ohjelmointiympäristö tukee laajasti Profibus- ja MPI-liitääntöjä, ja siihen voidaan integroida myös kolmansien osapuolien antureita ja laitteita, kunhan niille on saatavilla GSD-tiedosto tai yhteensopiva laiteprofiili.

Anturien liitääntää varten järjestelmässä on valmius liittää Profibus DP -väyläisiä antureita, sekä tarvittaessa SSI-liitääntäisiä antureita, mikäli järjestelmään lisätään erillinen SSI-liitääntäkortti. Profibus-liitääntä tarjoaa käytännöllisen ja vakaan ratkaisun erityisesti monikierroksisille antureille, ja sen hyödyntäminen ei vaadi muutoksia PLC-laitteistoon, mikä tekee siitä kustannustehokkaan vaihtoehdon.

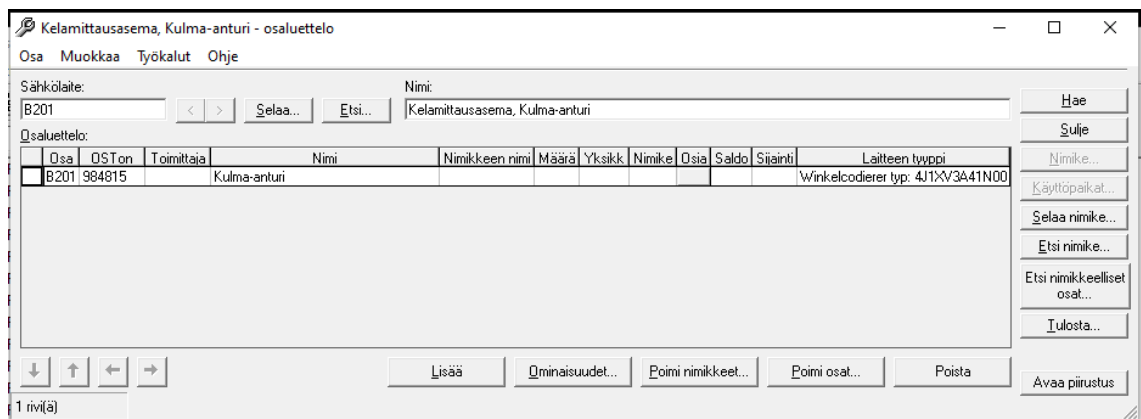
Kokonaisuutena nykyinen ohjausjärjestelmä on teknisesti hyvin varusteltu ja laajennettavissa uusilla antureilla ilman laajaa järjestelmämuutosta. Tämä luo hyvän perustan mittaus- ja ohjausjärjestelmän päivittämiselle modernimpien komponenttien avulla.

## 5 TYÖN TOTEUTUS JA MENETELMÄT

Suunnittelun toteutus aloitettiin tutkimalla KUTI-järjestelmästä löytyvät varaosatiedot ja kohteeseen suoritettujen järjestelmään dokumentoidut korjaustyöt. Tietojen etsimisen jälkeen kohteeseen tehtiin kenttäkäynti, jolla varmistettiin KUTI-järjestelmän tietojen oikeellisuus.

### 5.1 Rullan halkaisijanmittaus

Kenttäkierroksen ja järjestelmätarkastelun yhteydessä havaittiin, että KUTI-järjestelmässä on puutteellisia tietoja liittyen rullan halkaisijanmittaukseen käytettyyn anturiin. Järjestelmään on merkitty ainoastaan vanhan anturin tyyppi 4J1XV3A41N00, mutta varaosaa ei ole nimetty eikä varastopaikkaa ole kirjattu. Varaosasta puuttuu myös muut tarkentavat tiedot joka yhdistettynä erittäin vanhaan anturityyppiin aiheuttaa sen, että anturin teknisiä tietoja ei löydy enää edes valmistajan omilta internetsivuilta. Tämä aiheuttaa riskin varaosien saatavuuden ja huollon hallinnan kannalta (Kuvio 7).



Kuvio 7. Rullan halkaisijanmittaus osaluettelo

Kenttäkäynnillä suoritettussa tarkastuksessa todettiin, että rullanmittauspisteessä on tällä hetkellä käytössä toinen anturityyppi, Stegmann 4C1XV0C01N00. Tämä on 16-bittisellä rinnakkaisliitännällä toimiva absoluuttianturi, jonka tiedot eivät vastaa KUTI-järjestelmään merkittyjä tietoja. Tilanne osoittaa tarpeen päivittää laitetiedot vastaamaan todellista asennuskantaa sekä kartoittaa selkeä korvaava ratkaisu varaosalogistiikkaa ja huoltovarmuutta silmällä pitäen.

Halkaisijanmittauksen osalta päätettiin siirtyä nykyaikaisempaan ja yhtenäistettyyn mittaustekniikkaan. Uudeksi mittalaitteeksi valittiin SICK MLG1-1490P821 -sarjan mittaava valoverho, joka on käytössä vastaavassa mittauspisteessä sitomakone 4:llä. Tällä ratkaisulla pyritään yhtenäistämään mittalaitteiden tyyppivalikoimaa, helpottamaan varaosien hallintaa ja yksinkertaistamaan huoltotoimenpiteitä. (Liite 3.)

Valoverho asennetaan samaan rullapaikkaan, jossa nykyinen mittalaite sijaitsee. Näin varmistetaan, että rullanmittaukseen käytettävä rullapaikka ja PLC-ohjelma säilyvät entisellään. MLG1-1490P821-valoverhon mittausalue on 1490 mm, ja se tarjoaa 10 mm mittaustarkkuuden rullan korkeuden määrittämiseen. Laite on suunniteltu teollisuusympäristöihin ja kestää vaativia olosuhteita, mutta koska kyseinen asennuspaikka sijaitsee kuuman rullan läheisyydessä, mittauslaitteisto vaatii myös lisäsuojaa.

Valoverho tarvitsee asennuksen yhteydessä lämpösuojatolpat, joiden rakenne ja mitoitus vastaavat SK4:n asennuksessa käytettyjä suojaelementtejä. Valoverho ei sisällä kiinnikkeitä vaan kiinnikkeiksi pitää tilata kiinnityssarja SICK BEF-2SMKEAKU4 (Liite 6). Lisäksi on todennäköistä, että mittausyksikkö vaatii paineilmajäähdytyksen kuuman lämpösäteilyn vuoksi, mikä otetaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Tarvittaessa voidaan hyödyntää SK4:n ratkaisuja jäähdytys- ja suojausrakenteiden suunnittelun pohjana.

Valoverhon molemmat puolet ovat saatavilla valmiiksi kuumavalssaamon varastosta. Varaosa on määritelty tarkasti ja sen tunnus on: 679424 ja varastopaikka KUV1 25/A9, mikä mahdollistaa nopean käyttöönoton ilman erillistä hankintaprosessia.

Mittalaitteen vaihtaminen toteutetaan vaiheittain. Vanha mittalaite jätetään aluksi paikoilleen ja pidetään käyttövalmiudessa, kunnes uuden mittalaitteen toiminta ja luotettavuus on varmistettu tuotanto-olosuhteissa. Kun uusi järjestelmä osoittaa mittaustarkkuuden ja toimivuuden vaaditulla tasolla, vanha anturi ja siihen liittyvä laitteisto puretaan kokonaisuudessaan pois.

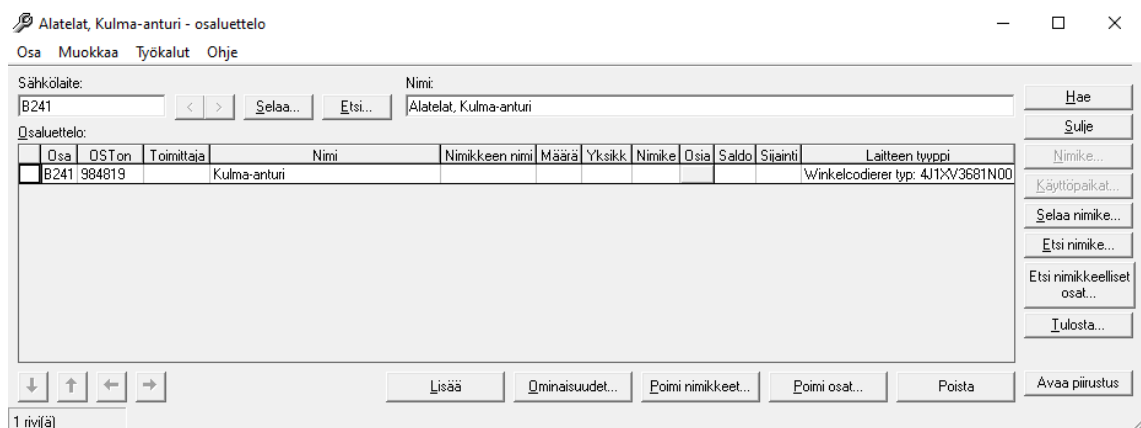
Uusi mittalaite käyttää Profibus DP -liitäntää, ja kohteessa on jo valmiiksi asennettu väyläkaapeli, mikä helpottaa liitäntää ja vähentää asennustyötä.

Muutostyö vaatii kuitenkin ohjelmistopäivityksen ohjauslogiikkaan. Uudelta anturilta tuleva signaali täytyy skaalata oikein vastaamaan todellista rullakokoa millimetreinä, ja arvo siirretään ohjelmassa muuttuunaan "MD234 Rullanhalkaisija millimetreinä (Real)", jossa sitä voidaan käyttää edelleen ohjelman muissa osissa.

Toteutettavalla muutoksella saavutetaan mittaustarkkuuden lisäksi myös varaosalogistiikan selkeyttä, huollettavuutta sekä yhtenäistettyä anturivalikoimaa kuumavalssaamon asemanmittauksissa. Tämä parantaa järjestelmän toimintavarmuutta ja vähentää tulevaisuudessa seisokkien riskiä komponenttipuutteiden vuoksi.

## 5.2 Pyöritysrullasto

Kenttäkäynnin ja järjestelmätietojen vertailun yhteydessä havaittiin, että KUTI-järjestelmässä on puutteelliset tiedot rullaston mittaukseen käytetystä absoluuttianturista. Järjestelmään on tallennettu ainoastaan vanha anturityyppi Stegmann 4J1XV3681N00, eikä siitä ole saatavilla tarkempia teknisiä tietoja, kuten resoluutiota, liitäntätyyppiä tai fyysisiä mittoja. Tämän vuoksi varaosien kartoitus ja tekninen suunnittelu edellyttivät kentätarkastusta (Kuvio 8).



Kuvio 8. Pyöritysrullasto osaluettelo

Tarkastuksessa todettiin, että paikalle asennettu anturi on todennäköisesti Stegmann AG110 -sarjaa, mutta tarkkaa mallimerkintää ei ollut enää luettavissa. Koska sarja ja asennusratkaisu vastaavat aiemmin tunnistettuja ratkaisuja,

voidaan päätellä, että kyseessä on 16-bittinen absoluuttianturi, jossa käytössä GRAY-koodinen rinnakkaisliitäntä.

Vanhan anturin tilalle suunnitellaan modernimpaa ja standardoitua ratkaisua, jossa käytetään TR-Electronic CEV65M-01460 -mallista PROFIBUS DP -väylään perustuvaa absoluuttianturia. Tämä malli on jo käytössä mm. sitomakone 4:n asemamittauksissa, mikä mahdollistaa varaosien keskittämisen ja järjestelmäintegraation helpottamisen. Anturilla on varastotunnus 602183, ja se sijaitsee kylmävalssaamon varastossa paikassa KYV1 L1/43.

Vaikka CEV65-sarja on poistumassa valmistajan valikoimista, kyseistä mallia on edelleen saatavilla. Tulevaisuudessa voidaan joustavasti siirtyä CEV58-mallin käyttöön, koska sen kiinnitysmitat ovat yhteensopivat CEV65:n kanssa. Näin varmistetaan jatkossakin huoltovarmuus ja modernien anturien yhteensopivuus järjestelmään ilman laajempia mekaanisia muutoksia.

Liitäntä tapahtuu PROFIBUS DP -väylän kautta, ja kaapelointi on jo valmiina kohteessa. Uusi anturi vaatii ohjelmamuutoksen ohjauslogiikkaan (PLC). Vanha anturi toimi 16-bittisellä GRAY-koodilla, ja tämä mittaustapa täytyy jäljentää uudessa järjestelmässä. Vanha anturi lähettää sijainnin GRAY-koodilla mutta uusi anturi voidaan asettaa valmiiksi binäärimuotoon, jolloin ohjelmassa oleva GRAY-BIN muunnos jää pois. Uuden anturin skaalattu mittaustieto konfiguroidaan anturin sisäisissä asetuksissa siten, että se antaa 16-bittisen koodin binäärimuodossa, joka vastaa aiemmin käytettyä mittausaluetta. Tämän jälkeen arvo ohjataan ohjelmassa muuttuunaan "MW222 BIN KOODI POHJATELAT", jolloin mittausjärjestelmä toimii edelleen kuten ennenkin, ilman että pääohjelmalogiikkaa tarvitsee muuttaa laajasti.

Vanhan anturin 16-bittinen lähtö vastaa 16 kierroksen mittausaluetta, mikä tulee huomioida uuden anturin konfiguroinnissa. Uusi TR-anturi on oletusarvoisesti monikierroksinen ja kykenee jopa yli 16 miljoonan askeleen mittaustarkkuuteen. Ohjelmamuutoksessa on tärkeää varmistaa, että anturin asetus vastaa joko monikierros- tai yksikierroskonfiguraatiota riippuen siitä, miten edellinen järjestelmä on toiminut.

Ohjelmassa nykyisen anturin alueeksi on määritelty 0–16383 ja sen yli menevät sidontapannan asemat muunnetaan takaisin mittausalueelle. Tästä voidaan päätellä, että nykyisen anturin mittausresoluutio voi olla esimerkiksi 4096 x 4 tai 1024 x 16. Mikäli nykyisen anturin tietoja ei löydy voidaan resoluutio selvittää myös pyörittämällä nykyistä anturia 1 kierros ja tarkistamalla arvon muutos ohjelmasta. Tällä testillä saadaan likiarvo ja siitä voidaan päätellä oikea luku, joka pitää olla jaollinen luvulle 16384.

Anturin mekaaninen kiinnitys edellyttää sovitelaippaa, koska vanha ja uusi anturi poikkeavat toisistaan kiinnitysmitoiltaan. Vanha anturi on kiinnitetty 70 mm pulttikehällä, jossa on kolme M6-ruuvia 120° jaolla, ja sen keskitys tapahtuu Ø60 mm keskisovituksella (Liite 1). Uusi CEV65-anturi käyttää 48 mm pulttikehää, joka on 3 x M4 120° jaolla ja siinä on Ø36 mm keskisovite (Liite 2). Sovitelaippana käytetään Sick BEF-FA-036-100 sovitinta tai se valmistetaan näiden mittojen mukaisesti.

Sidottava kuuma teräsrolla aiheuttaa suuren lämpökuorman anturille, vaikka anturi on suojattu vahvalla metallisella suojalevyllä. Suojalevy estää normaalin ilmankierron rakenteessa, joten anturi vaatii lisjäähdytyksen luotettavan toiminnan takaamiseksi. Vanha absoluuttianturi on jäähdytetty paineilmalla, joka johdetaan suojarakenteiden sisälle anturin vierelle. Uudella anturilla voidaan käyttää nykyistä paineilmaputkea. Paineilmaputki on syytä kiinnittää paremmin, millä varmistetaan jäähdytysilman oikea puhalluskohta.

Tämän toteutuksen myötä rullaston mittausratkaisu saadaan nykyaikaistettua, yhtenäistettyä muiden vastaavien kohteiden kanssa ja varmistettua huoltovarmuus vuosiksi eteenpäin. Lisäksi PROFIBUS-pohjainen mittautieto on helppo integroida nykyiseen automaatiojärjestelmään, ja se mahdollistaa jatkossa tarkemman diagnostiikan ja parametrien hallinnan.

### 5.3 Sidontapään korkeudensäätö

Käytössä olevan sylinterin varaosatilanne tarkasteltiin KUTI-järjestelmästä, jossa todettiin, että koko sylinterille ei ole nimettyä varaosaa, mikä muodostaa merkittävän riskin laitteen rikkoutuessa. Sylinterissä on alkujaan käytetty absoluuttianturina mallia Stegmann 4J1XV3681N00, mutta KUTI-järjestelmän

mukaan anturiksi olisi vaihdettu nykyisin jo poistunut malli Sick AG665-4665P3500000. Tähän anturiin on järjestelmässä annettu kaksi korvaavaa mallia: Sick ATM60-A4A12X12 DOL-2312-G05MMA1 sekä Sick AFM60B-S4AA004096, mutta molemmat mallit ovat SSI-liitäntäisiä, eivätkä sovi suoraan vanhaan rinnakkaisliitäntäiseen järjestelmään ilman laite- tai ohjelmistomuutoksia (Kuvio 9).

Osa	OSTon	Toimittaja	Nimi	Nimikkeen nimi	Määrä	Yksikkö	Nimike	Osa	Saldo	Sijainti	Laitteen tyyppi
B221	984817		Kulma-anturi	PULSSIANTURI AG665-4665P3500000	672240		1	0,00			AG665-4665P3500000
			Korvaava nimike	PULSSIANTURI KAAPELILLA	691764		1	1,00	KUV1 15/B8 1KPLKYV1 L1/10 OKPL		
			Korvaava nimike	PULSSIANTURI AFM60B-S4AA004096	712548		0	2,00	JTV1 21/A4 OKPLKYV1 L1/10 2KPL		

Kuvio 9. Sidontapään korkeudensäädön osaluettelo

Kenttäkierroksella ei avattu sylinteriä, joten anturin tarkkaa mallia ei voitu vielä varmistaa. Tämä täytyy tarkistaa ennen lopullisen korvaavan anturin tilaamista, mikäli päädytään korvaamaan vain asema-anturi.

Sylinterinä on käytössä vanhaa mallia oleva sylinteri, jonka varaosasaatavuus on loppunut. Valmistajalta on saatavilla vastaava uusi malli RACO T1K6, jonka toimitusaika on kuitenkin noin 12 viikkoa, mikä voi aiheuttaa merkittävän käyttökatkon vikatilanteessa, mikäli varaosaa ei ole saatavilla suoraan varastosta. Tilanteen kriittisyyden vuoksi suositellaan ennakoivaa varaosasuunnittelua joko koko sylinterin tai vähintään anturiosan osalta.

Uuden sylinterin yhteydessä toimitettava anturi on mallia TR CEV58 M-00219, joka käyttää SSI-liitäntää. Tätä voidaan hyödyntää liittämällä järjestelmään SSI-liitäntäkortti tai vaihtoehtoisesti anturi voidaan korvata Profibus DP -liitäntäisellä versiolla, joka mahdollistaa suuremman integroinnin nykyiseen ohjausjärjestelmään.

Toisena vaihtoehtona voidaan vaihtaa vain anturi nykyiseen sylinteriin, jolloin käytetään TR CEV58- tai CEV65-sarjan Profibus DP -liitäntäistä absoluuttianturia. Tämä ratkaisu vaatii sovittimen anturin kiinnitykseen, mutta

todennäköisesti sama sovitin käy kuin pyöritysruullaston anturilla. Alkuperäinen anturi on AG110-sarjan tyyppikiinnityksellä, joka on sama kuin pyöritysruullastolla. Nykyisen anturin kiinnitys on esitetty liitteessä 1 ja uuden anturin kiinnitys liitteessä 2. Sovittimeksi käy Sick BEF-FA-036-100 valmistajan osanumerolla 2029161 tai tarvittaessa sovitin voidaan toteuttaa samojen mitoitusmuotojen mukaan (Ø100 mm laippa, Ø60 mm keskitys, Ø36 mm poraus, pulttikehät 70 mm ja 48 mm, 3x120° jaolla).

Profibus DP -mallinen anturi on suositeltavin ratkaisu, koska kohteessa on jo käytössä Profibus DP -kenttäväylä, eikä uuden anturin käyttöönotto edellytä PLC-hardware muutoksia. Liityntä voidaan toteuttaa suoraan nykyiseen väylään, ja ohjelmallisesti voidaan toteuttaa tarvittavat skaalaus- ja konversiomuunnokset vanhan anturin mukaiseksi toimintalogiikaksi.

## 6 TULOKSET JA ARVIOINTI

### 6.1 Rullan halkaisijanmittaus

Selvityksen ja kenttäkierroksen perusteella todettiin, että rullan halkaisijan mittauksessa KUTI-järjestelmään kirjatut osat ja kentällä olevat komponentit eivät vastaa toisiaan. Kenttäkierroksella havaittiin, että paikalla on vanha Stegmann absoluuttianturi, josta ei ole saatavilla tarkkoja teknisiä tietoja eikä varaosaa ole määritelty varastoon. Tämä aiheuttaa riskin kunnossapidon ja varaosien hallinnan kannalta, erityisesti mahdollisen vikatilanteen sattuessa.

Mittausjärjestelmän nykyaikaistamiseksi päätettiin siirtyä SICK MLG1-1490P821 mittaavaan valoverhoratkaisuun, joka on jo käytössä SK4:llä vastaavassa pisteessä. Uudella laitteella parannetaan mittaustarkkuutta ja varmistetaan varaosien saatavuus jatkossa. Selvityksen perusteella mittalaitteen vaihtaminen on teknisesti toteutettavissa ja se hyödyntää jo olemassa olevaa kaapelointia, mikä vähentää asennustyötä. Muutos edellyttää ohjelmistopäivitystä, mutta sen arvioitiin olevan hallittavissa tavanomaisena muutostyönä. Ratkaisu parantaa laitteiston luotettavuutta ja tukee ennakoivaa kunnossapitoa pitkällä aikavälillä.

### 6.2 Pyöritysruullasto

Kenttäkäynnin ja järjestelmätietojen tarkastelun yhteydessä todettiin, että KUTI-järjestelmässä on puutteellisia ja osin virheellisiä tietoja pyöritysruullaston mittauksessa käytetystä absoluuttianturista. Järjestelmässä on mainittu vain vanha tyyppi Stegmann 4J1XV3681N00, josta ei ole saatavilla teknisiä tietoja tai varaosaviitteitä. Tarkastuksessa havaittiin, että paikan päällä oleva anturi on todennäköisesti Stegmann AG110 -sarjaa. Koska sarja ja asennustapa vastasivat koneen alkuperäisiä dokumentteja, voitiin päätellä anturin olevan 16-bittinen rinnakkaisliitäntäinen malli GRAY-koodilla.

Nykyisen anturin tilalle päätettiin suunnitella korvaava, PROFIBUS DP -väylään liitettävä anturi. Uudeksi malliksi valittiin TR-Electronic CEV65M-01460, jota on jo käytössä muissa vastaavissa mittauskohteissa. Tämä mahdollistaa varaosien keskittämisen sekä laiteintegraation helpottamisen. Vaikka CEV65 on poistuva

sarja, mallia on vielä saatavilla valmistajalta ja tulevaisuudessa sen voi tarvittaessa korvata CEV58-mallilla, joka käyttää samoja kiinnitysmittoja. Kohteessa on jo Profibus DP -väyläkaapelointi valmiina, mikä tukee uuden anturin käyttöönottoa ilman merkittäviä muutoksia kaapelointiin tai ohjauslaitteistoon.

Mekaanisesti uusi anturi vaatii sovitelaipan, sillä sen kiinnitysmitat eroavat vanhasta. Vanha anturi on kiinnitetty Ø70 mm pulttikehällä (3x M6, 120°) ja keskitetty Ø60 mm sovitteella. Uudessa anturissa pulttikehä on Ø48 mm (3x M4, 120°) ja keskitys Ø36 mm. Sovitelaippa suunnitellaan näiden mittojen mukaisesti, ottaen huomioon mahdolliset kiinnityspulttien upotukset ja porausporrastukset (Liitteet 1 ja 2).

Sovittimeksi käy valmiista komponenteista Sick BEF-FA-036-100 sovitin, joka löytyy valmistajalta osanumerolla 2029161. Sovitin on valmis kappale oikeilla mitoilla ja kiinnityksillä.

Toteutettavan muutoksen avulla rullaston mittausratkaisu saadaan päivitettyä vastaamaan nykyaikaisia vaatimuksia. Ratkaisu tukee järjestelmän huollettavuutta, luotettavuutta ja yhdenmukaistaa varaosaratkaisuja kuumavalssaamon muiden mittauspisteiden kanssa. Lisäksi Profibus-pohjainen tiedonsiirto mahdollistaa paremman diagnostiikan ja mittausarvojen käsittelyn tulevaisuudessa.

### 6.3 Sitomapään korkeudensäätö

Käytössä olevan sylinterin varaosatilannetta tarkasteltaessa todettiin, ettei KUTI-järjestelmään ole määritelty varaosaa koko sylinterille. Tämä muodostaa riskin erityisesti äkillisissä vikatilanteissa, joissa varaosan puuttuminen voisi aiheuttaa pitkän tuotantokatkon. Järjestelmätiedoista kävi ilmi, että alkuperäisenä absoluuttianturina on ollut Stegmann 4J1XV3681N00, mutta KUTI-järjestelmän mukaan anturiksi on myöhemmin vaihdettu jo poistunut Sick AG665-4665P3500000. Tälle on järjestelmään liitetty kaksi SSI-liitäntäistä korvaavaa mallia, mutta kumpikaan ei ole suoraan yhteensopiva alkuperäisen rinnakkaisliitännän kanssa ilman lisälaitteita tai ohjelmamuutoksia.

Kenttäkierroksella ei ollut mahdollista avata sylinteriä, joten anturin tarkkaa mallia ei saatu varmistettua. Mikäli päädytään vaihtamaan vain anturi, on suositeltavaa varmistaa malli ennen lopullista tilausta. Sylinteri on vanhempaa mallia, eikä sitä ole enää saatavilla sellaisenaan. Valmistaja tarjoaa kuitenkin korvaavaa mallia, RACO T1K6, jonka toimitusaika on noin 12 viikkoa (Liite 7). Tämä voi muodostua kriittiseksi viiveeksi vikatilanteessa, mikäli varaosaa ei ole valmiina varastossa.

Uuden sylinterin mukana toimitettava anturi on mallia TR CEV58 M-00219, joka käyttää SSI-liitäntää. Tämä voidaan ottaa käyttöön lisäämällä SSI-liitäntäkortti tai vaihtoehtoisesti valita Profibus DP -liitäntäinen versio, joka on yhteensopiva olemassa olevan väyläinfrastruktuurin kanssa ja helpottaa liittämistä ilman PLC-hardwaremuutoksia.

Toisena ratkaisuna voidaan vaihtaa pelkkä anturi nykyiseen sylinteriin käyttämällä TR CEV58- tai CEV65-sarjan Profibus DP -anturimallia. Asennus edellyttää sovitelaippaa, mutta koska alkuperäinen anturi on AG110-sarjaa ja kiinnitys on yhteneväinen pyöritysrullaston vastaavan rakenteen kanssa, voidaan hyödyntää samaa soviteratkaisua. Yksinkertaisinta on käyttää Sick BEF-FA-036-100 sovitinta mutta tarvittaessa sovitin voidaan valmistaa samoilla mitoilla ( $\varnothing 100$  mm laippa,  $\varnothing 60$  mm keskitys,  $\varnothing 36$  mm poraus, pulttikehät 70 mm ja 48 mm,  $3 \times 120^\circ$  jaolla).

Profibus DP -liitäntäisen anturin käyttöönotto on kokonaisuudessaan suositeltavin ratkaisu, sillä väylä on jo käytössä ja sen hyödyntäminen ei edellytä laitteistomuutoksia. Ohjelmallisesti signaali voidaan skaalata ja muuntaa vastaamaan vanhan järjestelmän toimintalogiikkaa. Toteutus tukee järjestelmän nykyaikaistamista, parantaa varaosien hallintaa ja lyhentää tulevaisuuden mahdollisten häiriöiden vaikutusaikaa.

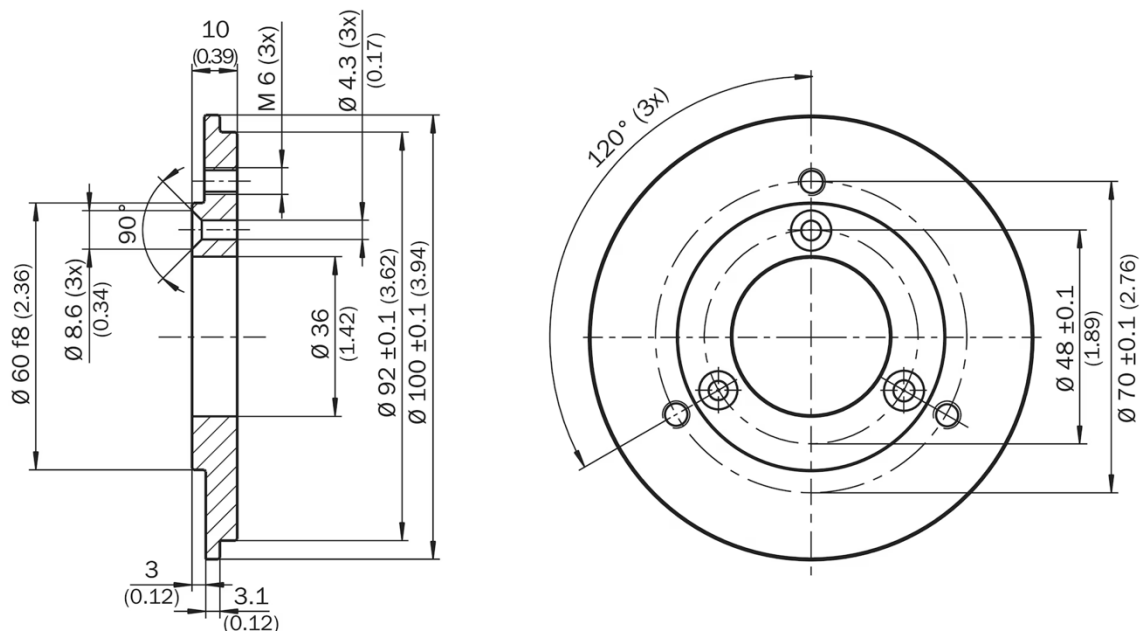
#### 6.4 Sovitin absoluuttiantureille

Pyöritysrullaston ja nykyisen korkeudensäätösylinterin anturinvaihto edellyttää sovittien käyttämistä. Laipan malli on Sick AG BEF-FA-036-100, Sick osanumero: 2029161. (Liite 5.)

Sovitinlaippa toimii välikappaleena vanhan kiinnityspisteen ja uuden absoluuttianturin välillä, sovittaen eri kiinnitysmitat ja keskitykset toisiinsa. Laipan ulkohalkaisija on 100 mm, mikä mahdollistaa riittävän pinta-alan molempien pulttikehien sijoittamiselle sekä tukevan asennuksen anturin ja rullaston rungon välille.

Laipan paksuus on mitoitettu siten, että ulkokehältä se on 7 mm ja keskityssovitteen kohdalla 10 mm, jolloin keskitys on riittävän syvä ja tukeva. Laipan keskelle on työstetty 3 mm pituinen  $\text{Ø}60$  mm keskisovite, johon on tehty  $\text{Ø}36$  mm läpiporaus, jotta uusi anturi voidaan asentaa oikeaan syvyyteen ja linjaan suhteessa akseliin tai mittauskappaleeseen.

Kiinnityksen osalta laipassa on kaksi erillistä pulttikehää, joissa molemmissa on 3 kappaletta reikiä jaoteltuna  $120^\circ$  välein. 70 mm pulttikehässä on M6-kierteitys ja 48 mm pulttikehässä 4 mm reiät. Pienemmässä pulttikehässä on lisäksi ruuvien upotukset, jotka varmistavat asennuksen välyksettömän istuvuuden sekä esteettömän kiinnityksen (Kuvio 10).



Kuvio 10. Sovitin Sick BEF-FA-036-100

## 7 POHDINTA

### 7.1 Tarkastelu

Opinnäytetyö toi esiin kehityskohteita kuumavalssaamon sitomakone 2:lla ja erityisesti sen varaosahallinnassa. Havaittiin, että osasta kriittisistä antureista puuttui ajantasainen tieto sekä KUTI-järjestelmästä että kentältä, mikä vaikeuttaa kunnossapitoa ja varaosien hallintaa. Kohteissa oli käytössä jo poistuneita tai teknisesti vanhentuneita komponentteja, joiden korvaaminen edellyttää joko teknisiä muutoksia tai erikseen suunniteltuja ratkaisuja.

Toisaalta selvityksen edetessä muodostui selkeä kuva siitä, miten järjestelmien nykyaikaistaminen voidaan toteuttaa hallitusti ja vaiheittain. Nykyaikaisempien antureiden käyttöönotto, yhtenäisten mittausratkaisujen valinta sekä dokumentoinnin ja varaosatietojen päivittäminen ovat konkreettisia askeleita kohti luotettavampaa ja helpommin ylläpidettävää järjestelmää.

Opinnäytetyön perusteella voidaan todeta, että varhainen puuttuminen havaittuihin epäkohtiin auttaa välttämään laite- ja tuotantokatkoksia tulevaisuudessa. Samalla paranee myös kunnossapidon ennakoitavuus ja mahdollisuus reagoida vikatilanteisiin nopeasti. Selvitystyö osoitti myös, kuinka tärkeää on kentätiedon ja järjestelmätiedon yhtenäisyys – ajantasainen ja tarkka dokumentointi on keskeinen osa kunnossapidon tehokkuutta.

Jatkossa suositellaan, että vastaavat tarkastelut tehdään myös muiden sitomakoneen järjestelmäkomponenttien osalta. Tällä voidaan varmistaa, että sitomakone toimii teknisesti ajantasaisilla, huollettavilla ja yhteensopivilla laitteilla, mikä tukee tuotannon jatkuvuutta pitkällä aikavälillä.

### 7.2 Oman oppimisen pohdinta

Opinnäytetyön aikataulu oli lyhyesti sanottuna tiukka ja aikatauluun ei saatu mahdutettua muutosten toteutusta. Aihe oli mielenkiintoinen, koska se käsitteli kohdetta, jossa on ollut aiemmin aiheeseen liittyviä ongelmia. Työ auttaa tulevaisuudessa samanlaisten ongelmakohteiden tarpeiden huomioimista.

Selvitystyön myötä tietämys asemamittausjärjestelmien toiminnan ja liitântätapojen eroista syveni. Myös erilaisten anturityyppien teknisen soveltuvuuden ja niiden kunnossapidollisen näkökulman arviointi kehittyi kartoitettaessa yhteensopivia korvaavia ratkaisuja valmistajien teknisen dokumentaation perusteella.

Ymmärrys järjestelmien dokumentoinnin ja varaosahallinnan merkityksestä kunnossapidon tehokkuuden kannalta lisääntyi. Kenttäkierrosten ja järjestelmätietojen haun sekä vertailun kautta ymmärrys paikkaansa pitävän tiedon tärkeydestä kasvoi ja osoitti tarkan tiedon olevan suuressa roolissa tehdessä teknisiä päätöksiä.

Opinnäytetyön teko oli suurelta osin itsenäistä ja siitä sai kokemusta teknisten ratkaisujen esittämisestä selkeällä ja perustellulla tavalla. Tuloksena myös teknisen viestinnän ja laajempien kehityskokonaisuuksien hahmottamisen taidot kehittyivät.

## LÄHTEET

CSS Electronics 2025. CANOpen technology. Viitattu 22.4.2025  
<https://www.csselectronics.com/pages/canopen-tutorial-simple-intro>

DUOmetric AG 2025. HOW DOES A LIGHT GRID WORK? Viitattu 21.4.2025  
<https://www.duometric.de/en/how-does-a-light-grid-work/>

IFM electronic Oy 2025a. Absoluuttianturit. Viitattu 21.4.2025  
<https://www.ifm.com/fi/fi/shared/technologien/drehgeber/absoluuttianturit>

–2025b. Inkrementaalianturit. Viitattu 21.4.2025  
<https://www.ifm.com/fi/fi/shared/technologien/drehgeber/inkrementaalianturit>

–2025c. IO-link teknologia. Viitattu 22.4.2025  
<https://www.ifm.com/fi/fi/shared/technologien/io-link/io-link-maailmanlaajuinen-avoin-tiedonsiirtostandardi>

Outokumpu Oyj 2025a. Outokummun historia. Viitattu 22.3.2025  
<https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/history-of-outokumpu>.

–2025b. Outokummun organisaatio. Viitattu 22.3.2025  
<https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/organization>

–2025c. Europe-liiketoiminta-alue. Viitattu 22.3.2025  
<https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/organization/europe>

–2025d. Americas-liiketoiminta-alue. Viitattu 22.3.2025  
<https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/organization/americas>

–2025e. Ferrochrome-liiketoiminta-alue. Viitattu 22.3.2025  
<https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/organization/ferrochrome>

–2025f. Muu toiminta. Viitattu 22.3.2025  
<https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/organization/other-operations>

–2025g. Kuumavalssaamon sivut. Viitattu 17.7.2024  
<https://stainlesssteels.sharepoint.com/sites/onet-fi-kemii-tornio/SitePages/Kuumavalssaamo-%26-satama.aspx>. Ei julkinen.

–2025h. Outokumpu vierailijasivut. Viitattu 20.4.2025  
<https://stainlesssteels.sharepoint.com/sites/onet-fi-kemii-tornio/SitePages/Visitor-information.aspx> Ei julkinen.

PI North America 2025a. Profinet technology. Viitattu 22.4.2025  
<https://us.profinet.com/technology/profinet/>

–2025b. IO-Link technology. Viitattu 22.4.2025  
<https://us.profinet.com/technology/io-link/>

Sick AG 2025. SSI technology. Viitattu 22.4.2025

[https://cdn.sick.com/media/docs/9/79/079/technical\\_information\\_ssi\\_interface\\_description\\_en\\_im0100079.pdf](https://cdn.sick.com/media/docs/9/79/079/technical_information_ssi_interface_description_en_im0100079.pdf)

Telnova Oy 2025. Mittaavat valoverhot. Viitattu 21.4.2025

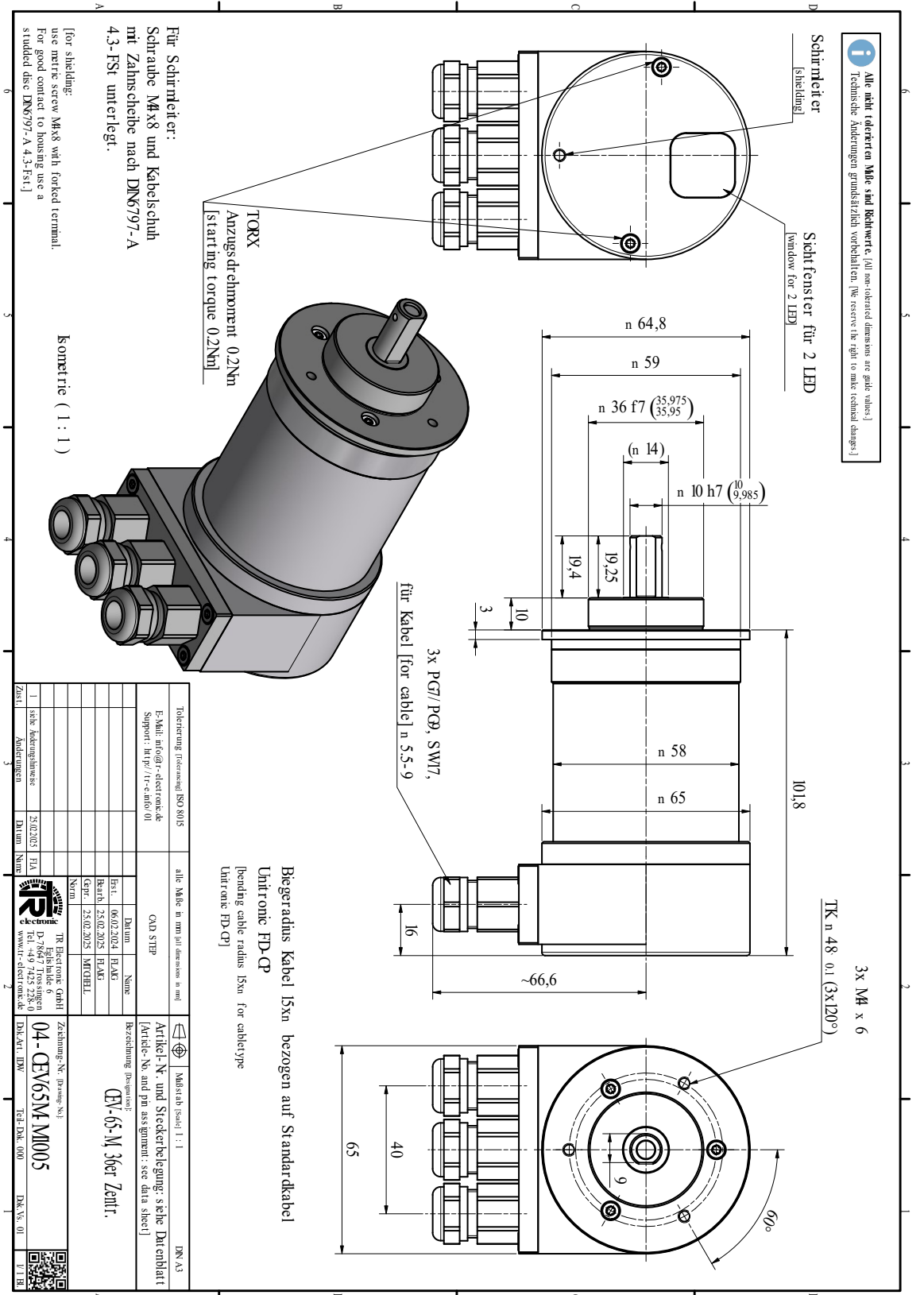
<https://www.telnova.fi/tuotteet/mittaavat-valoverhot/>

## LIITTEET

- Liite 1. Pyöritysrullaston absoluuttianturi
- Liite 2. Sitomakone 4, CEV65M-01460-absoluuttianturi
- Liite 3. Sick MLG1-1490P821-mittaava valoverho
- Liite 4. TR-Electronics CEV65M-01460-absoluuttianturi
- Liite 5. Sick BEF-FA-036-100-sovitin
- Liite 6. Sick BEF-2SMKEAKU4-kiinnikkeet
- Liite 7. Raco T1K6



Liite 2 Sitomakone 4, CEV65M-01460-absoluuttianturi



Liite 3 1(6) Sick MLG1-1490P821-mittaava valoverho



MLG1-1490P821



## Liite 3 2(6) Sick MLG1-1490P821-mittaava valoverho

**SICK**  
Sensor Intelligence.

**Advanced automation light grids  
Profibus , MLG, MLG PROFIBUS**

**Model Name** > MLG1-1490P821  
**Part No.** > 1047125



**At a glance**

- Integrated PROFIBUS interface
- Resolutions of 10 / 20 / 30 / 50 mm and customer-specific resolutions
- Working range up to 8.5 m
- Detection heights of over 3 m and up to 240 beams possible
- Short response time
- External teach-in for optimal sensitivity settings

**Your benefits**

- Integrated PROFIBUS User Organization (PNO) number and GSD file for easy connection to a PLC
- Low cabling requirement reduces installation costs
- Easy-to-see light grid status information via the bus system helps avoid interrupting operation
- Different beam separation options, detection heights and output configurations ensure a reliable solution



**Features**

Technology:	Sender/receiver
Task:	Measurement light grid
Minimum detectable object (MDO) <sup>1)</sup> :	Parallel beam: $\geq 20$ mm
Beam separation:	10 mm
Number of beams:	150
Detection height:	1,490 mm
Configuration:	GSD data file

<sup>1)</sup> MDO min. detectable object

**Performance**

Maximum range <sup>1)</sup> :	12 m
Minimum range:	Parallel beam: $\geq 0$ mm
Response time <sup>2)</sup> :	Parallel beam: $\geq 23.5$ ms
Working range <sup>3)</sup> :	8.5 m

<sup>1)</sup> No reserve for environmental issue and deterioration of the diode <sup>2)</sup> With resistive load <sup>3)</sup> Aperture  $\pm 3^\circ$

## Liite 3 3(6) Sick MLG1-1490P821-mittaava valoverho

**Interfaces**

Output type:	1 x PNP
Inputs:	1 x PNP
Connection type:	Connector M12, 8-pin
IO-Link:	0

**Mechanics/electronics**

Wave length:	IR 880 nm
Supply voltage $V_s$ <sup>1)</sup> :	DC 18 V ... 30 V
Power consumption sender <sup>2)</sup> :	440 mA
Power consumption receiver <sup>3)</sup> :	550 mA
Ripple:	< 5 Vpp
Output current $I_{max}$ :	100 mA
Output load capacitive:	100 nF
Output load inductive:	1 H
Initialization time:	1 s
Dimensions (W x H x D):	34 mm x 1,564 mm x 29 mm
Housing material:	Aluminum
Indication:	7-segment display, LED
Synchronization:	Cable
Enclosure rating:	IP 65
Circuit protection:	Output Q short-circuit protected, Interference suppression, VS connections reverse-polarity protected
Weight:	3.927 kg <sup>4)</sup>
Power consumption:	440 mA <sup>4)</sup>
Front screen:	PMMA

1) Without load <sup>2) 3) 4)</sup> Without load with 24 V

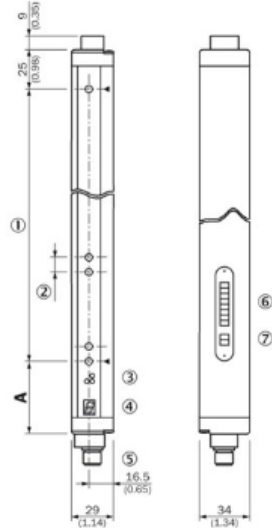
**Ambient data**

Protection class:	III
EMC:	EN 60947-5-2
Ambient temperature:	Operation: -25 ... +55 °C, Storage: -40 ... +70 °C
Ambient light safety <sup>1)</sup> , <sup>2)</sup> :	Direct: $\geq 12,500$ lx, Indirect: $\geq 50,000$ lx
Vibration resistance:	5 g, 10 Hz ... 55 Hz (IEC 68-2-6)
Shock load:	10 g/IEC 68-2-29/16 ms

1) 2) Sunlight

Liite 3 4(6) Sick MLG1-1490P821-mittaava valoverho

**Dimensional drawing**

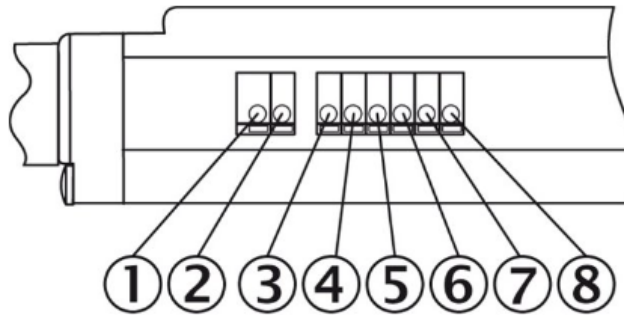


	<b>A</b> Distance: MLG edge - first beam
Beam separation 10 mm	49 (1.93)
Beam separation 20 mm	49 (1.93) <sup>1)</sup> / 59 (2.32) <sup>2)</sup>
Beam separation 30 mm	69 (2.72)
Beam separation 50 mm	89 (3.50)

<sup>1)</sup> With even number of beams.  
<sup>2)</sup> With odd number of beams.

- [1] Detection height (see optical performance)
- [2] Beam separation (10, 20, 30, 50 mm)
- [3] Status indicator: LEDs green, yellow, red
- [4] Indicator panel, 7-segment display
- [5] M12 plug, 8-pin/ M12 plug 5-pin
- [6] Address setting
- [7] Bus termination

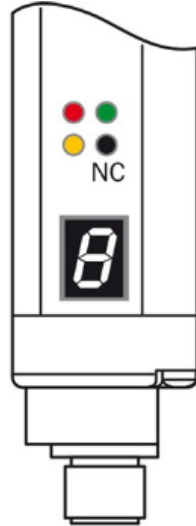
**Adjustments DIP switches**



- [1] Bus termination
- [2] Bus termination
- [3] Address setting
- [4] Address setting
- [5] Address setting
- [6] Address setting
- [7] Address setting
- [8] Address setting

Liite 3 5(6) Sick MLG1-1490P821-mittaava valoverho

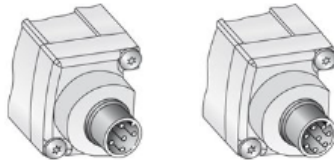
**Adjustments receiver**



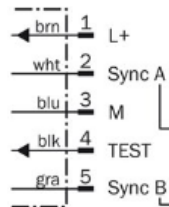
- [1] Supply voltage
- [2] Device error
- [3] No object in the light path
- [4] Pollution indication
- [5] Blocked Beams Hold (BBH)
- [6] Activated teach-in procedure
- [7] ParamMode is active
- [8] standby
- [9] Error: E1 = sync. error; E2 = less receiver signal; E9 = defect

- blinks with 3 Hz
- on
- out
- ◐ on or out

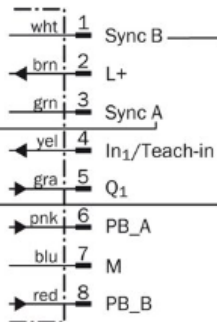
**Connection type and diagram**



**Sender**



**Receiver**



## Liite 3 6(6) Sick MLG1-1490P821-mittaava valoverho

USmed int42

<b>Australia</b> Phone +61 3 9457 0600 1800 334 802 – tollfree E-Mail sales@sick.com.au	<b>Norge</b> Phone +47 67 81 50 00 E-Mail sick@sick.no
<b>Belgium/Luxembourg</b> Phone +32 (0)2 466 55 66 E-Mail info@sick.be	<b>Österreich</b> Phone +43 (0)22 36 62 28 8-0 E-Mail office@sick.at
<b>Brasil</b> Phone +55 11 3215-4900 E-Mail sac@sick.com.br	<b>Polska</b> Phone +48 22 837 40 50 E-Mail info@sick.pl
<b>Canada</b> Phone +1 905 771 14 44 E-Mail information@sick.com	<b>România</b> Phone +40 356 171 120 E-Mail office@sick.ro
<b>Česká republika</b> Phone +420 2 57 91 18 50 E-Mail sick@sick.cz	<b>Russia</b> Phone +7-495-775-05-30 E-Mail info@sick.ru
<b>China</b> Phone +86 4000 121 000 E-Mail info.china@sick.net.cn Phone +852-2153 6300 E-Mail ghk@sick.com.hk	<b>Schweiz</b> Phone +41 41 619 29 39 E-Mail contact@sick.ch
<b>Danmark</b> Phone +45 45 82 64 00 E-Mail sick@sick.dk	<b>Singapore</b> Phone +65 6744 3732 E-Mail sales_gsg@sick.com
<b>Deutschland</b> Phone +49 211 5301-301 E-Mail info@sick.de	<b>Slovenija</b> Phone +386 (0)1-47 69 990 E-Mail office@sick.si
<b>España</b> Phone +34 93 480 31 00 E-Mail info@sick.es	<b>South Africa</b> Phone +27 11 472 3733 E-Mail info@sickautomation.co.za
<b>France</b> Phone +33 1 64 62 35 00 E-Mail info@sick.fr	<b>South Korea</b> Phone +82 2 786 6321/4 E-Mail info@sickkorea.net
<b>Great Britain</b> Phone +44 (0)1727 831121 E-Mail info@sick.co.uk	<b>Suomi</b> Phone +358-9-25 15 800 E-Mail sick@sick.fi
<b>India</b> Phone +91-22-4033 8333 E-Mail info@sick-india.com	<b>Sverige</b> Phone +46 10 110 10 00 E-Mail info@sick.se
<b>Israel</b> Phone +972-4-6801000 E-Mail info@sick-sensors.com	<b>Taiwan</b> Phone +886-2-2375-6288 E-Mail sales@sick.com.tw
<b>Italia</b> Phone +39 02 27 43 41 E-Mail info@sick.it	<b>Türkiye</b> Phone +90 (216) 528 50 00 E-Mail info@sick.com.tr
<b>Japan</b> Phone +81 (0)3 3358 1341 E-Mail support@sick.jp	<b>United Arab Emirates</b> Phone +971 (0) 4 8865 878 E-Mail info@sick.ae
<b>Magyarország</b> Phone +36 1 371 2680 E-Mail office@sick.hu	<b>USA/México</b> Phone +1(952) 941-6780 1 800-325-7425 – tollfree E-Mail info@sickusa.com
<b>Nederland</b> Phone +31 (0)30 229 25 44 E-Mail info@sick.nl	More representatives and agencies at <a href="http://www.sick.com">www.sick.com</a>

## Liite 4 1(5) TR-Electronics CEV65M-01460-absoluuttianturi



## CEV65M\*4096/4096 PB (ALT.:110-01460)

fieldbus hood



Stock photo



Order No.: CEV65M-01460  
21.04.2025  
010102006502020201

### Advantages

- \_ Customer-specific solutions
- \_ Flexible programming
- \_ Further interfaces available
- \_ Modular mechanical design
- \_ Modular product line

### Technical data for CEV65M-01460

NO.OF STEPS/REV	4.096,000
NO. OF REVOLUTIONS	4.096,000
PARAMETERIZABLE	PROG.
INTERFACE	PROFIBUS DP
CODE	PROGRAMABLE
AL:	N
SUPPLY VOLTAGE	11-27V
OUTPUT LEVEL	RS485
ECCN:	N
PROTECTION Class	IP65
OPERATING TEMPERATURE	-20+70°C
FLANGE TYPE	ZB36
SHAFT TYPE	10FL/19,5

Änderungen vorbehalten.

TR-Electronic GmbH  
Eglishalde 6  
78647 Trossingen  
Tel. +49 (0) 7425 228-0  
info@tr-electronic.de  
[www.tr-electronic.de](http://www.tr-electronic.de)



## CEV65M\*4096/4096 PB (ALT.:110-01460)

fieldbus hood

Order No.: CEV65M-01460  
21.04.2025  
010102006502020201

### Technical data for CEV65M-01460

CONNECTOR TYPE	3XPG9
CONNECTOR-POSITION	PG RADIAL
PINOUT NO.	TR-ECE-TI-D-0017
MATING PLUG	NO
OPTIONS ENC	12MBAUD
	PNO-PROFILE CLASS.2
DRAWING NO.	04-CEV65M-M1005
VERSIONNO	652
DOCUMENTATION NO	DOKUMENTE
AL:	N
ECCN:	N

### General data for K-CEV65-PB-1

Nominal voltage	
- Specific value	24 VDC
- Limit values, min/max	11/27 VDC
Nominal current, typically	
- Specific value	120 mA
- Condition	unloaded
Device design	
- Type	Single-/Multi-Turn
Total resolution	<= 31 Bit
Number of steps per revolution	<= 8192
Number of revolutions	<= 256000
Output capacity	<= 25 Bit
PROFIBUS - Interface	
- PROFIBUS-DP V0	IEC 61158, IEC 61784
- PNO Encoder-Profile	Class 1 and 2
SSI - Interface	
- Equipment	Optional interface
- SSI-Clock input	Optocoupler
- SSI-Data output	RS-422, 2-wire
- SSI-Clock frequency	80...1000 kHz
- SSI-Mono time, typically	18 µs

Änderungen vorbehalten.



## CEV65M\*4096/4096 PB (ALT.:110-01460)

fieldbus hood

Order No.: CEV65M-01460  
21.04.2025  
010102006502020201

### General data for K-CEV65-PB-1

Incremental - Interface	
- Equipment	Optional interface
- Incremental signals, square	K1± K2±
- Impulses, square wave	1024 or 2048
- Output driver, TTL	RS-422, 5 VDC
Transmission rate	
- Specific value	9.6...12000 kbit/s
Cycle time	250 µs
Parameter/Function, changeable	Resolution
	Output code
	Limit switch
	External Preset inputs
	Adjustment - Parameter
	SSI-Parameter
	Counting direction
	Gear function
	Velocity parameter
Type of parametrization	programmable
Programming - Tool	Fieldbus-Device
External inputs	
- Preset	electronic adjustment
- Logic level	"0" < +2V, "1" = Supply
Maximum Speed, mechanically	<= 6000 1/min
Shaft load, axial/radial	<= 40 N, <= 60 N
Bearing life time	>= 3.9E+10 revolutions
Bearing life time - Parameter	
- Speed	3000 1/min
- Operating temperature	60 °C
- Shaft load, axial/radial	<= 20 N, <= 30 N
Point of origin, shaft load	at the shaft end
Shaft type	
- Shaft diameter [mm]	6
- Shaft diameter [mm]	8
- Shaft diameter [mm]	10
- Shaft diameter [mm]	12
- Shaft diameter [mm]	14

Änderungen vorbehalten.

TR-Electronic GmbH  
Eglshalde 6  
78647 Trossingen  
Tel. +49 (0) 7425 228-0  
info@tr-electronic.de  
[www.tr-electronic.de](http://www.tr-electronic.de)

## Liite 4 4(5) TR-Electronics CEV65M-01460-absoluuttianturi



## CEV65M\*4096/4096 PB (ALT.:110-01460)

fieldbus hood

Order No.: CEV65M-01460  
21.04.2025  
010102006502020201

### General data for K-CEV65-PB-1

- Shaft diameter ["]	3/8
Angular acceleration	$\leq 10E+4 \text{ rad/s}^2$
Moment of inertia, typically	$2.5E-6 \text{ kg m}^2$
Start-up torque, 20 °C	2 Ncm
Mass, typically	0.7 kg

### Environmental data

Vibration	
- Specific value	$\leq 100 \text{ m/s}^2$
- Sine	50...2000 Hz
Shock	
- Specific value	$\leq 1000 \text{ m/s}^2$
- Half sine	11 ms
Immunity to disturbance	DIN EN 61000-6-2
Transient emissions	DIN EN 61000-6-3
Working temperature	
- Standard	0...+60 °C
- Optional	-20...+70 °C;
Storage temperature, dry	-30...+80 °C
Relative humidity	98 %, non condensing
Protection class	
- Standard	IP65

Änderungen vorbehalten.

## Technical Information



### Connector pin assignment for Profibus-DP Encoder with PNO-Profile Class 2 Design with two-pole screw terminals and Preset

#### General note:

If the encoder is the last station in the profibus line, the DIP switches *S3* and *S4* for the profibus terminator (switching-on of the terminal resistance) must be switched on. Otherwise they must be switched off.

The profibus also works when the encoder is removed. Is the encoder the last station in the profibus line, the reference potential of the terminator resistances is missing!

In order to enable a separate wiring of incoming and outgoing signals the profibus terminals and the terminals for the supply voltage have two connection possibilities.

TR-Electronic recommends for the operation to use only bus cables certified by the Profibus User Organization (PNO).

With the BCD address switches *S1* ( $10^1$ ) and *S2* ( $10^0$ ) the station address for the profibus is set from 3 to 99.

#### Explanation of terms:

US:	Supply voltage, 11-27 V DC
US-input:	1-level > +8V, 0-level < +2V, up to $\pm 35V$ , 5 kOhm

#### X1 - screw clamp 2-pin

Pin 1	Profibus DataA
Pin 2	Profibus DataB

#### X2 - screw clamp 2-pin

Pin 1	Profibus DataB
Pin 2	Profibus DataA

#### X3 - screw clamp 2-pin

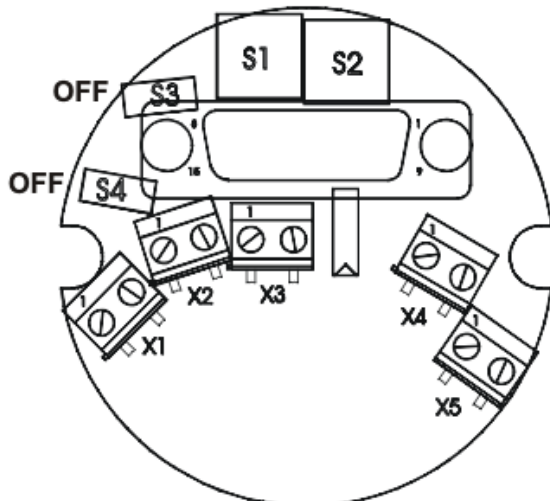
Pin 1	US-input for Preset 1
Pin 2	US-input for Preset 2

#### X4 - screw clamp 2-pin

Pin 1	US, supply voltage
Pin 2	GND, supply voltage 0 V

#### X5 - screw clamp 2-pin

Pin 1	GND, supply voltage 0 V
Pin 2	US, supply voltage



Liite 5 1(3) Sick BEF-FA-036-100-sovitin



Product data sheet

## BEF-FA-036-100

Flanges and nozzles

**MOUNTING SYSTEMS**

**SICK**  
Sensor Intelligence.

## Liite 5 2(3) Sick BEF-FA-036-100-sovitin

**BEF-FA-036-100 | Flanges and nozzles**  
 MOUNTING SYSTEMS


## Ordering information

Description	Type	Part no.
Flange adapter, adaptation of face mount flange with 36 mm centering hub to 100 mm servo flange with 60 mm centering hub, aluminum	BEF-FA-036-100	2029161

Other models and accessories → [www.sick.com/Flanges\\_and\\_nozzles](http://www.sick.com/Flanges_and_nozzles)

## Detailed technical data

## Features

<b>Accessory group</b>	Mounting systems
<b>Accessory family</b>	Flanges and nozzles
<b>Material</b>	Aluminum
<b>Description</b>	Flange adapter, adaptation of face mount flange with 36 mm centering hub to 100 mm servo flange with 60 mm centering hub, aluminum

## Classifications

<b>ECLASS 5.0</b>	27279202
<b>ECLASS 5.1.4</b>	27279202
<b>ECLASS 6.0</b>	27279202
<b>ECLASS 6.2</b>	27279202
<b>ECLASS 7.0</b>	27279202
<b>ECLASS 8.0</b>	27279202
<b>ECLASS 8.1</b>	27279202
<b>ECLASS 9.0</b>	27273701
<b>ECLASS 10.0</b>	27273701
<b>ECLASS 11.0</b>	27273701
<b>ECLASS 12.0</b>	27273701
<b>ETIM 5.0</b>	EC002615
<b>ETIM 6.0</b>	EC002615
<b>ETIM 7.0</b>	EC002615
<b>ETIM 8.0</b>	EC002615
<b>UNSPSC 16.0901</b>	32131023



## Liite 6 1(3) Sick BEF-2SMKEAKU4-kiinnikkeet

**BEF-2SMKEAKU4**

Pidikkeet

KIINNITYSTARVIKKEET

**SICK**  
Sensor Intelligence.

## Liite 6 2(3) Sick BEF-2SMKEAKU4-kiinnikkeet

**BEF-2SMKEAKU4 | Pidikkeet**  
KIINNITYSTARVIKKEET

## Tilaustiedot

Kuvaus	Tyyppi	Tuotenumero
Kiinnityssarja 1, käännettävä, Swivel Mount	BEF-2SMKEAKU4	2019649

Muita laiteversioita ja varusteita → [www.sick.com/Pidikkeet](http://www.sick.com/Pidikkeet)

## Yksityiskohtaiset tekniset tiedot

## Ominaisuudet

Lisävarusteryhmä	Kiinnitystarvikkeet
Tarvikeryhmä	Pidikkeet
Sopii seuraaville	Kaikki suojakenttäkorkeudet pienessä kotelossa
Materiaali	Muovi
Pakkausyksikkö	4 kpl
Kuvaus	Kiinnityssarja 1, käännettävä, Swivel Mount
Kiinnitystapa	Kiinnityssarja

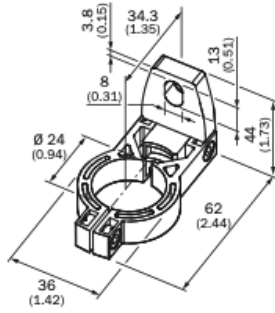
## Luokitukset

ECLASS 5.0	27279202
ECLASS 5.1.4	27279202
ECLASS 6.0	27279202
ECLASS 6.2	27279202
ECLASS 7.0	27279202
ECLASS 8.0	27279202
ECLASS 8.1	27279202
ECLASS 9.0	27273701
ECLASS 10.0	27273701
ECLASS 11.0	27273701
ECLASS 12.0	27273701
ETIM 5.0	EC002024
ETIM 6.0	EC002024
ETIM 7.0	EC002024
ETIM 8.0	EC002024
UNSPSC 16.0901	32131023

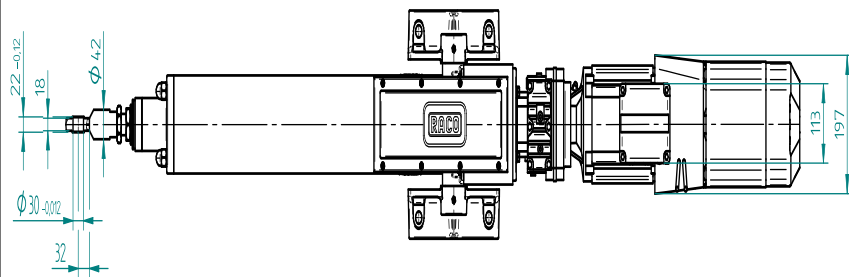
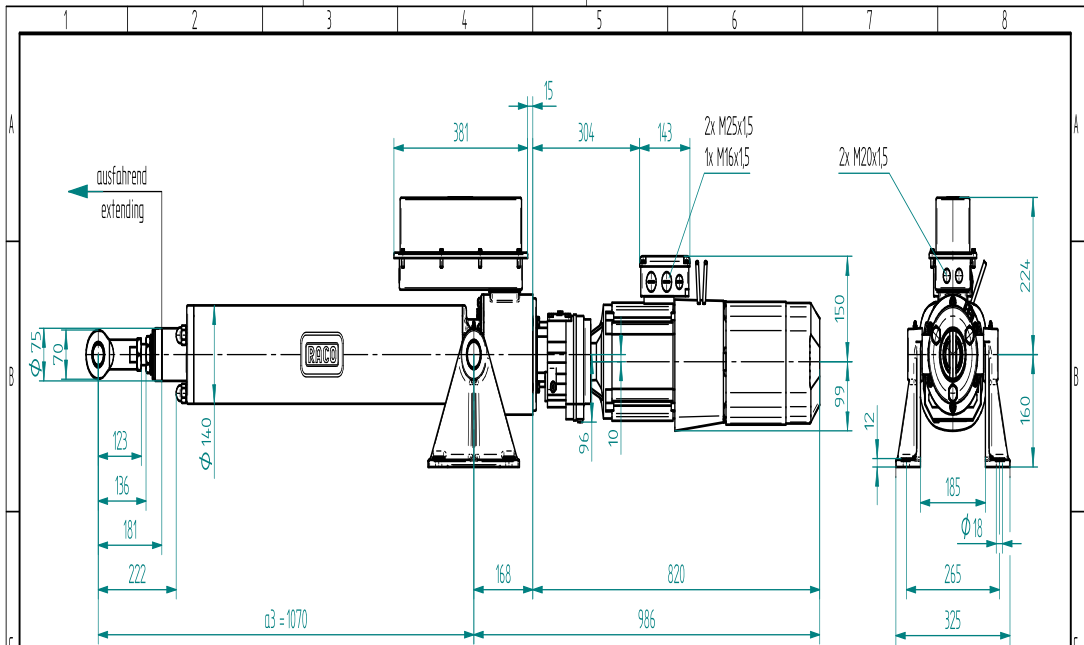
## Liite 6 3(3) Sick BEF-2SMKEAKU4-kiinnikkeet

**BEF-2SMKEAKU4 | Pidikkeet**  
KIINNITYSTARVIKKEET

Mittapiirros (Mitat millimetreinä (mm))



Liite 7 Racó T1K6



Techn. Daten :  
Techn. Data

F = 20 kN  
s = 600 mm  
v = 25 mm/s - 50 Hz  
30 mm/s - 60 Hz

Maßabweichungen und technische  
Änderungen vorbehalten

		SCHWELM		Allgemeine Toleranzen ISO 2768 - c-L		Maßstab --	Gewicht --
				2017 Datum	Name	Bemerkung	
				Bearb. 10.03.	Eintr.	RACO Elektrozyylinder T 1 K 6	
				Gepr. 10.03.	Hase	Electric Actuator	
				Norm		Zeichn.	
				Papierdrucke dieses Dokuments unterliegen nicht den Änderungsdiest		161-571-8	
				Klass. D18-001		Blatt	
				Schutzvermerk ISO 16086 beachten!		Bl.	
Paßmaß	Abmaße	Höchstmaß	Mindestmaß	Index	Änderung	Datum	Name
110 H7	+0,035 0,000	110,035	110,000				