

KALASYDÄNJÄRJESTELMÄN TOIMINTAVARMUUDEN JA ETÄKÄYTÖN KEHITYSSUUNNITELMA

Järvenpää Matias

Opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri

2021

Konetekniikka
Insinööri

Tekijä	Matias Järvenpää	Vuosi	2021
Ohjaajat	Ins. (YAMK) Arto Jäntti, Ins. (AMK) Jukka Leinonen		
Toimeksiantaja	Kalasydän Oy		
Työn nimi	Kalasydänjärjestelmän toimintavarmuuden ja etäkäytön kehityssuunnitelma		
Sivu- ja liitesivumäärä	44		

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena luoda kattava kehityssuunnitelma Kalasydän Oy:lle heidän päätuotteensa kalasydänjärjestelmän etäkäytön ja toimintavarmuuden parantamiseen. Kehityssuunnitelman tarkoituksena oli päätyä tilanteeseen, missä järjestelmää on sekä mahdollisuus kattavammin käyttää että sen mahdollisia vikatiloja selvittää ilman operaattorin paikalla olon tarvetta.

Kehityssuunnitelmassa ongelmaa lähdettiin ratkaisemaan kattavalla anturisuunnitelmalla, jonka aikana kalasydämen koko anturirakennetta päivitettiin tuottamaan tarpeelliset tiedot, jotta opinnäytetyön tavoitteet saavutettaisiin. Anturisuunnitelmassa pohdittiin myös mahdollisia etäkäytön ja toimintavarmuuden ulkopuolisia tekijöitä ja mahdollisuutta niiden ratkaisuun.

Anturisuunnitelman lisäksi opinnäytetyössä selvitettiin eri valmistajien eri hintaisia kamerajärjestelmiä ja niiden hyödyntämistä etäkäytössä ja toimintavarmuudessa. Lisäksi suunniteltiin ratkaisukohteita järjestelmän tyhjentämiseen vedestä sekä lappoefektin katkaisemiseen etänä, ja pohdittiin, onko helpolla ratkaisulla mahdollista tai edes ajankohtaista pystyä etänä täyttämään järjestelmä.

Opinnäytetyön aikana ilmeni myös sellaisia kehityskohteita, kuten yläjuoksun optisia antureita ja sisäverkon päivitystä, joita opinnäytetyön aikana ei ratkaista kokonaan. Tämä johtuu siitä, etteivät ne kuulu kirjoittajan opintoalaan tai niitä ei ole mahdollista toteuttaa opinnäytetyölle annetuissa rajoissa, kuten työtunnit ja budjetti. Näihin silti ennalta selvitettiin mahdollisia tapoja korjata ongelmat pisteeseen, jossa ne eivät vaikuta etäkäytettävyyteen.

Avainsanat anturitekniikka, kamerajärjestelmät, yhteydet, kalatie, vaelluskala, etäkäyttö, toimintavarmuus

Muita tietoja

Name of Degree Programme
Degree

Author	Matias Järvenpää	Year	2021
Supervisor	Arto Jäntti, Meng (Tech), Jukka Leinonen, Beng		
Commissioned by	Kalasydän Oy		
Subject of thesis	Fishheart operational reliability and remote operations development plan		
Number of pages	44		

The main task of this thesis was to create a comprehensive development plan to Kalasydän Oy to improve the remote operations and operational reliability of Fishheart which is their main product. The goal of the development plan was to create a situation where it is possible both to operate the system in a more comprehensive way and to figure out possible malfunctions without the need of having the operator onsite.

The development plan started by creating a sensor design which updates the whole sensor structure in order to produce adequate information about the system. The sensor plan also considered possible external factors of remote operation and operational reliability and the possibility of solving them.

Camera systems by different manufacturers and price ranges as well as their use in remote operation and operational reliability were also investigated besides the sensor system. In addition, the possibility of the emptying the system and to stop the siphon as remote operation were planned. It was also considered whether it is possible or is it relevant to fill the system while working remote using simple solutions.

Some development issues – e.g., upstream optical sensor system and inner network – were not totally solved in this thesis because they do not belong to the writer's study program – i.e., the working hours and the budget of the thesis are not sufficient. However, some development issues are discussed in the thesis for future use.

Key words	Censor technique, Camera system, Connections, Fish passage, migration fish, remote operation, operational reliability
Special remarks	E.g. The thesis includes a multimedia presentation.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Opinnäytetyön tarkoitus	6
1.2 Tavoiteltavat hyödyt toimeksiantajalle	7
2 KALASYDÄN JA MUUT OHITUSRATKAISUT	8
2.1 Kalasydän	8
2.2 Muut ohitusratkaisut	10
3 KEHITYSSUUNNITELMAN PÄÄKOHTEET	12
3.1 Etäkäyttö	12
3.2 Toimintavarmuus	14
3.3 Muut hyödyt toimintavarmuutta ja etäkäyttöä kehittäessä	16
4 ETÄKÄYTTÖ JA TOIMINTAVARMUUS	17
4.1 Anturitekniikka ja anturisuunnitelma	17
4.1.1 Virtausanturit	18
4.1.2 Paineanturit	22
4.1.3 Optiset anturit	26
4.1.4 Tärinäanturit	28
4.2 Kamerajärjestelmät	29
4.2.1 Edullinen kamerajärjestelmä	34
4.2.2 Monipuolinen kamerajärjestelmä	36
4.3 Yhteydet	37
4.4 Laponkatkaisu	38
5 POHDINTA	40
LÄHTEET	43

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KS-järjestelmä	Kalasydänjärjestelmä, sisältäen kaikki komponentit
MP	Megapikseli
IP	Sähkölaitteiden koteloiden tiiviiden määritelmä

1 JOHDANTO

Kalasydänjärjestelmä on vettä säästävä kalatieratkaisu, jota jatkossa kutsutaan opinnäytetyössä KS-järjestelmäksi. Opinnäytetyössä tuotetaan kehityssuunnitelmaa KS-järjestelmän etäkäyttöön Kalasydän Oy:n KS-järjestelmälle, mallikohteenä Taivalkosken voimalaitos.

Taivalkosken voimalaitoksen yhteydessä on vuosina 2019–2020 nostettu KS-järjestelmän toimesta yli 300 lohikalaa kumpanakin vuonna. Tulosten oletetaan kasvavan vuosittain tehtyjen kehitys- ja tutkimustöiden avulla.

1.1 Opinnäytetyön tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä Kalasydän Oy:n päätuotteeseen KS-järjestelmään kehityssuunnitelma. Sen avulla KS-järjestelmän etäkäytettävyys ja toimintavarmuus kehittyisi tilanteeseen, jolloin KS-järjestelmä on operoitavissa myös operaattorin ollessa poissa kohteesta. Tavoitteena on, että KS-järjestelmä on operoitavissa samalla tarkkuudella, kuin sellaisessa tilanteissa, jonka aikana järjestelmäoperaattori on kohteessa läsnä tai kohteen välittömässä läheisyydessä.

Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa etäkäytettävyyttä ja toimintavarmuutta hyödyntäen jo KS-järjestelmässä entuudestaan paikalla olevia antureita. Tarkoituksena on niiden sijoituspaikan muuttaminen KS-järjestelmässä sekä niiden kappalemäärien lisääminen. Lisäksi KS-järjestelmään on tarkoitus tutkia mahdollisuutta integroida uusia antureita, kuten tärinä- ja etäisyysantureita ja selvittää niiden mahdolliset hyödyt. KS-järjestelmään on myös tarkoitus tuottaa valvontakamerajärjestelmän muutoksia, joiden avulla voidaan kuvata KS-järjestelmää tarpeeksi tarkasti mahdollisten vikatilojen selvittämiseksi. Näiden muutoksien avulla on tarkoitus saavuttaa tilanne, jossa KS-järjestelmän operointiin tarvittavat tiedot ovat luotettavasti saatavilla, sekä analysoitavissa poissa kohteesta. Tällaisina arvoina voidaan pitää esimerkiksi virtausnopeuksia.

Virtausnopeuksien mittaaminen järjestelmän ylä- ja alajuoksulla luotettavasti on kriittistä, sillä nämä kaksi arvoa toimivat turvallisen ajon pohjana lähes jokaisessa tilanteessa. Näiden lisäksi operoinnin näkökulmasta koneen luotettava

pysäyttäminen on tärkeää. Mahdollinen tyhjentäminen sekä täyttäminen tulisi olla mahdollista ilman paikallaolon vaatimusta. Opinnäytetyössä tätä aihetta ei kuitenkaan käsitellä siihen tarvittavien putkistomuutostöiden takia.

1.2 Tavoiteltavat hyödyt toimeksiantajalle

Opinnäytetyön arvoa voidaan mitata suoraan Kalasydän Oy:n näkökulmasta kulujen säästöillä järjestelmäoperaattoreiden vastuualueiden vapautuessa konekohtaisesta paikallaoloa vaativasta työstä tilaan, jolloin heiltä voidaan odottaa useamman järjestelmän yhtäaikaista käynnissä pitämistä ja operointia. Jo edeltä mainitun operaattoreita koskevien säästöjen lisäksi voidaan katsoa, että Kalasydän Oy pystyy käyttämään opinnäytetyön aikana kehitettyjä toimintatapoja, mittaustekniikoita ja etävalvontamenetelmiä markkinoidessaan järjestelmiä asiakkailleen. Hyötynä Kalasydän Oy:lle voidaan nähdä myös opinnäytetyön kirjoittajan käyttämät työtunnit selvitykseen, antureita, kameroita ja mittaustekniikoita tutkiessaan, sekä kehittäessään uusia tekniikoita jo aiemmissa kappaleissa mainittuihin kehityskohteisiin.

2 KALASYDÄN JA MUUT OHITUSRATKAISUT

Ihmiskenteiset vaellukselle haitalliset esteet, kuten padot, ja muut vesistö-rakenteet, kuten tierummut heikentävät ja pahimmillaan estävät vesissä elävien lajien lisääntymisen. Kun vaelluskalat eivät pysty saavuttamaan niille luontaista lisääntymisaluetta, niiden elinkierto katkeaa. On arvioitu, että Suomessa on kymmeniä tuhansia vaelluskalojen lisääntymisalueille pääsemistä estävää estettä, joiden ohittamista tai poistamista on tärkeää harkita. (Ympäristö 2016.)

KS-järjestelmä on kalatie. Kalatiet ja muut patojen ohitusratkaisut ovat ihmiskenteisiä tapoja, jotka mahdollistavat vaelluskalojen ja muiden kalojen liikkumisen luontaisten tai ihmiskenteisten esteiden yli tai ohi. Yleisiä ohitusratkaisuja ovat kalaportaat, ohitusuomat ja hybridikalatiet. Kalateitä on kuitenkin huomattavia määriä ja niitä rakennetaan ympäri maailmaa.

Erilaisilla ohitusratkaisuilla on kuitenkin omat ongelmansa ja puutteensa. Sekä ohitusuoma että kalaporras käyttävät kalojen houkutteluun yläjuoksulta saatua vettä, joka voidaan nähdä voimalaitoksen näkökulmasta hukkavetenä. Hukkavesi ei tuota voimalaitokselle energiaa, jolloin se voidaan ajatella kustannuksena.

2.1 Kalasydän

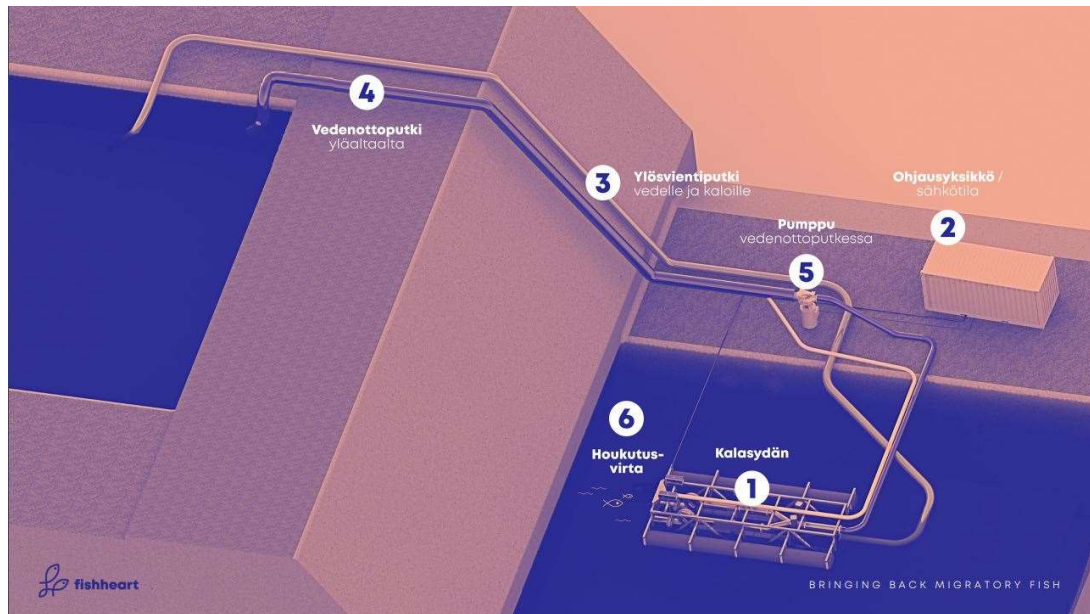
KS-järjestelmä on Kalasydän Oy:n valmistama ja operoima kelluva kalatiejärjestelmä, jonka aikana vaelluskalan tai muun vesistössä liikkuvan kalan ei tarvitse poistua vedestä missään vaelluksen vaiheessa. Siten se mahdollistaa vaelluskalojen siirtymisen patojen sekä muiden esteiden yli vaelluksensa aikana turvallisesti. Sen lisäksi KS-järjestelmä mahdollistaa voimalaitoksille efektiivisen veden käytön kalanvaelluksen aikana.

Kalatienä KS-järjestelmä on kelluva kalatie. KS-järjestelmä koostuu kolmesta komponentista. Kelluvan kalasydänkomponentin lisäksi järjestelmään kuuluvat kiinteinä osina pumpputaso sekä muovinen ylös- ja alasvientiputkisto, joka asennetaan voimalaitoksien, patojen tai muiden kalojen vaeltamisen estävien ihmiskenteisten laitoksien tai rakenteiden läheisyyteen. Kalasydämen ja sen ylös- ja alasvientiputkisto yhdistetään hyväksikäyttäen taipuvaa lisäkellukkein

varustettua kumiputkea. Kelluvuuden perusteluna toimii sen helppo sijoittaminen kalan nousulle luonnolliseen paikkaan.

KS-järjestelmä on suunniteltu siten, että sen kelluva Kalasydänkomponentti voidaan laskea veteen ja asentaa toimintakuntoon kiinteiden osien ulkopuolella yhden päivän aikana. Tällöin minimoidaan asiakkaalle KS-järjestelmän asentamisesta aiheutuvat haitat, kuten seisokit. Muu järjestelmä Kalasydämen ulkopuolella on kiinteä, eikä sitä tarvitse irrottaa talvisäilöön. Tämän lisäksi kohteissa, kuten Taivalkosken voimalaitos, joka sijaitsee Kemijoen yhteydessä, on vuosittainen tulva. Se ajoittuu osittain samaan aikaan kuin kalojen nousun alku, minkä vuoksi koneen asennus on tärkeää pystyä hoitamaan mahdollisimman nopeasti kalan nousuajan maksimoimiseksi. Poistaminen talvisäilöön voidaan myös toteuttaa päivässä.

KS-järjestelmä eroaa muista markkinoilla olevista kalateistä kelluvuutensa lisäksi siten, että se käyttää vaelluskalojen ylösviennissä hyväksi lappoeefektiä, jonka ansiosta kalat voidaan viedä yläjuoksulle vähäisellä pumpputeholla. Osa veden ylösvientiin tarvittavasta voimasta saadaan aikaiseksi, kun ylösvientiin käytetään yläjuoksulta alajuoksun kautta kierrätettävää vettä. Tällöin ohijuoksutusmäärät ovat vähäisiä, ja veden ohijuoksutuksesta johtuva hukkaenergia on vähäistä. Osa vedestä juoksutetaan kuitenkin Kalasydämen päälle ja sitä kautta alajuoksulle houkutusvesitarkoitukseen. Houkutusvesitekniikan epäsuorana vaikutuksena on veden vaihtuvuus alasvientiputkistossa. Kuvassa 1 on havaittavissa KS-Järjestelmä kokonaisuudessaan.



Kuva 1. KS-Järjestelmän toimintaperiaate (Kalasydän 2021a).

2.2 Muut ohitusratkaisut

Kalaporras on tekninen kalatieratkaisu. Kalaportaita on tyyleiltään useita, mutta toimintaperiaate pysyy pääasiallisesti samana. Toimintaperiaatteena kalaportaitaissa on useiden pienien ”altaiden” rakentaminen peräkkäin, näiden avulla kala pystyy nousemaan läpi vaelluksen tukkivan esteen. Altaikon läpi virtaava vesi houkuttaa kalan hyppäämään alemmasta altaasta ylempään ja tarvittaessa kala kykenee levähtämään altaisiin mahdollisesti rakennetuissa kohdissa, jossa virtaus ei vedä kalaa alaspäin kalaportaassa. Kala toistaa prosessin, kunnes on saavuttanut kalaportaan loppu pään ja on tällöin ohittanut vaellukselle haitallisen esteen. (Oceanservice 2021.)

Luonnonuoma on kalatieratkaisu, jonka tehtävänä on mukailla luonnonmukaisia puroja ja jokia. Täten se pääsääntöisesti rakennetaan hyödyntäen luonnonkiveä, ja ne luonnonuomat myötäilevät vahvasti maaston korkeusvaihteluita. Luonnonuoman rakennusperiaate mahdollistaa kaikkien kalalajien nousun ja liikkumisen patojen ja muiden esteiden ohi, ja täten niiden vahvuutena voidaan pitää niiden monimuotoisuutta. Luonnonuomissa on hyödynnetty usein myös teknisissä kalateissa käytettyjä ohitusratkaisuja, mutta ne usein jäävät sellaisiin paikkoihin, jossa ne eivät ole nähtävillä. Luonnonuoman yhtenä vahvuutena voidaan myös

pitää sen maisemallista arvoa, silloin kun se on rakennus vaiheessa otettu huomioon. (Ympäristö 2020.)

Hybridikalateiksi sanotaan ratkaisuja, joiden aikana luonnonuoma ja tekninen kalatie on selvästi yhdistetty yhdeksi vaelluksen sallivaksi lopputulokseksi. Yleisimmin ajatuksen takana on tilanne, jossa luonnonuoma rakennetaan niiltä osin, kun se on mahdollista ja osat, missä luonnonuomaa ei voida toteuttaa, korvataan teknisellä kalatiellä. Tällaiseen tilanteeseen päädytään usein patojen läheisyydessä, jossa tilaa on niukasti, tai tilanteissa, joissa vaadittava nousujyrkkyys on liian suuri luonnonuomalle. (Ympäristö 2020.)

3 KEHITYSSUUNNITELMAN PÄÄKOhteet

KS-järjestelmän etäkäyttöä parantavat kohteet on kehityssuunnitelmassa jaettu kahteen osa-alueeseen: etäkäyttöön ja toimintavarmuuteen. On kuitenkin selvää, että nämä kaksi osa-aluetta ovat toisiinsa niin kiinteästi liitännäisiä, ettei omien komponenttien erottaminen niiden alueille ole helppoa tai edes opinnäytetyön kannalta hyödyllistä tai tarpeellista. Etäkäytön parantaminen tapahtuu kuitenkin parantamalla toimintavarmuutta, sekä mahdollistamalla erilaisien vikatilojen helppomman selvittämisen.

3.1 Etäkäyttö

Kalasydän Oy:n nykyisen KS-järjestelmän etäkäyttö voidaan katsoa puutteelliseksi siltä osin, ettei operaattori kykene todentamaan KS-järjestelmästä riippumattomia vikatiloja ilman fyysistä läsnäoloa. Tällaisina poikkeustiloina voidaan esimerkiksi pitää sähkökatkoksia, ilkivaltaa, voimalaitoksen huoltotöitä tai turbiniin läpi kulkevan roskan aiheuttamia haittatilanteita. Lisäksi kaikkia KS-järjestelmästä riippuvaisia poikkeustiloja ei ole mahdollista havaita ja analysoida luotettavasti etänä. Tällaisina poikkeustiloina voidaan pitää KS-järjestelmän sammumisen syytä, muutostilaa KS-järjestelmässä, sekä antureiden tai muiden komponenttien mahdollisten vikatilojen ilmenemistä. Tällöin KS-järjestelmä vaatii operaattorin kohteeseen paikalle saapumisen turvallisen uudelleenkäynnistämisen takaamiseksi.

Kuten jo aiemmassa opinnäytetyössä jo aiemmin mainittiin, syy operaattorin läsnäolon vaatimukseen yksiköiden läheisyydessä on esimerkiksi ongelma luotettavasti todentaa mahdolliset häiriöt komponenttien toimintakunnossa. Sellaisiksi voidaan luetella esimerkiksi mahdolliset vuodot putkistossa tai anturiviasta johtuva turvallisen ajon varmistamiseen liittyvän arvon muuttuminen pisteeseen, jolloin järjestelmän etänä käynnistämiseen vaadittavat turvallisuuspykälät eivät täyty. Tällaisina pykälinä haastattelun aikana Kalasydän Oy:n kehitysinsinööri Toni Hämäläinen näkee seuraavat asiat:

- Ylösvientiveden normaalin kiihtymisen toteaminen
- Toimilaitteiden ääriasentojen saavuttaminen

- Putkistolinjojen eheys
- Anturien toimivuus
- Laitteen vaaravyöhykkeellä sijaitsevien ihmisten turvallisuuden varmistaminen (Hämäläinen 2020.)

Nykyisellään KS-järjestelmän anturikattavuus on etäkäyttötarkoitukseen parhaimmillaan vain riittävä. Niiden antama tieto voi pahimmillaan aiheuttaa turhia epäselviä tilanteita, eikä niiden avulla ole mahdollista ennakoida KS-järjestelmän nykyistä kuntoa tai esimerkiksi tulevaa huollon tarvetta. Nykyisessä KS-järjestelmässä on ainoastaan yksi virtausanturi, joka hajotessaan ei anna koneen käynnistyä ilman järjestelmäoperaattorin paikallaoloa. Tällaisten ongelmien takia KS-järjestelmään suunnitellaan opinnäytetyössä uusi anturirakenne.

KS-järjestelmän käynnistyslogiikan pohjana toimii kamerajärjestelmä, joka tunnistaa objekteja alajuoksulla ja tunnistessaan käynnistää ylösvientiprosessin. Ylösvientiajaksi on tällä hetkellä ajastettu kestämään kalan ylösviennin toteutukseksi tarvittava aika sekä lisäksi turva-aika varman ylösviennin takaamiseksi. Kalan ylösvientiaikaa on mitattu Taivalkosken voimalaitoksella erikokoisien kalojen ylösvientiaikaa kellottamalla siten, että kalat on manuaalisesti operaattorin toimesta pysäytetty KS-järjestelmän sisään ja ajettu tämän jälkeen valvotusti yläjuoksulla olevaan kiinni ottolaitteeseen. Tämän toiminnan kellottaminen läpi kauden on tuonut Kalasydän Oy:lle näkemyksen vaadittavasta ylösvientiajasta.

Olisi kuitenkin etäkäytölle hyödyllistä löytää ja tunnistaa ylösvidetyt objektit myös yläpäässä, jolloin ylösviennin pituus voidaan ajoittaa vastaamaan objektin alajuoksulta yläjuoksulle siirtymisen todellista aikaa. Tällöin Kalasydämen ylösventiin varattu kammio voidaan vapauttaa nopeammin uudelleen käyttöön, mikä mahdollistaa käyttöajan optimoinnin ylipitkän ylösviennin sijasta koneen käyttöön.

Etäkäytöllisesti hyvästä objektintunnistamisesta järjestelmän yläpäässä hyötyä saadaan mahdollisuudesta vahtia koneen toimivuutta käyttäen hyväksi esimerkiksi objektin alajuoksulta yläjuoksulle siirtymiseen kuluvaa aikaa ja ajan

vertaamista aikaisemmin saatuihin viitearvoihin. Suuret poikkeukset ylösvientiin kuluvasa ajassa voi tarkoittaa KS-järjestelmän rikkoutumista.

Etäkäytön yhtenä ongelmana voidaan myös pitää sitä, että KS-järjestelmän ohjauskontissa sijaitsevat ohjauslogiikka ja työasema ovat erillisessä sisäverkossa. Tämä aiheuttaa etäkäytössä ongelmia yhdistettäessä työasemaan ja logiikkaan omalta työkoneelta. Koska logiikka ja työasema sijaitsevat eri verkoissa, vaatii koneen täydellinen etähallinta etäyhteyden kahteen eri verkkoon. Työasemalle etäyhteyden luominen nykyisillä keinoilla on lisenssivapaata ja täten ilmaista, kun taas ohjauslogiikkaan yhdistäminen vaatii oman yhdistysohjelman, joka operoi oman maksullisen lisenssin pohjalta. Edellä mainitun takia on tarkoitus selvittää tapa, jolla voidaan liittää ohjauslogiikan ja työaseman etähallinta saman yhdistyskeinon alle. Tällöin esimerkiksi toisen operaattorin lomittaminen olisi mahdollista toteuttaa ilman maksullisten lisenssien hankkimista tai olemassa olevien lisenssien siirtämistä eteenpäin esimerkiksi loman ajaksi järjestelmäoperaattorilta toiselle.

KS-järjestelmän nykyisillä täyttö- ja tyhjennyskomponenteilla järjestelmää ei pysytä etänä täyttämään eikä tyhjentämään. Jos jostain syystä KS-järjestelmä täytyy täyttää tai tyhjentää suunnittele mattomasti, on operaattorin läsnäolo välttämätön, sillä KS-järjestelmän täyttämisen pakkoon johtava vika ja sen seurausten voidaan katsoa olevan sen verran riskialttiita, että KS-järjestelmän tarkistaminen paikan päällä on pakollista. Lisäksi mahdollisessa rikkoutumistilanteessa järjestelmässä pyörivän lapon pysyttäminen etänä on pahimmassa tapauksessa tarpeellista ja nykyisillä komponenteilla hankalaa. Tämä voi luoda työturvallisuusris-kin tai johtaa komponentin hajoamiseen veden lapon jatkuessa. Tästä syystä yläpäähän on tarkoituksena suunnitella yksinkertainen ratkaisu, jonka avulla järjestelmän lappo voidaan myös etänä luotettavasti pysäyttää.

3.2 Toimintavarmuus

Toimintavarmuuden varmistaminen Kalasydän Oy:lle on ollut pitkään kehityksen alla. Toimintavarmuuden parantuessa, kauden aikana vaadittava tulos on helpommin saavutettavissa käyttöasteen ollessa korkeampi. Toimintavarmuuden

parantamista opinnäytetyössä lähdetään kehittämään ennakoivan huollontarpeen arvioinnin kehittämisellä ja valvontakamerajärjestelmien kehityksen kautta.

Huollon tarpeen arvioinnin hyöty on havaittavissa kustannussäästöinä. Kun huolto pystytään ennakoimaan, KS-järjestelmä voidaan sammuttaa ja huoltaa tilanteissa, jolloin KS-järjestelmän sammuttaminen ja tyhjentäminen on mahdollista ilman lisäkuluja. Tällaisina tilanteina voidaan pitää esimerkiksi asiakkaan suorittamia, KS-järjestelmän sammuttamista vaativia huoltotoimia KS-järjestelmän yläjuoksulla sijaitsevan ylösvientiputken loppupään lähellä. Sen lisäksi huollot voidaan ajoittaa sellaisiin ajankohtiin, kun voidaan todeta, että kalan nousu on hiljaista.

Huollon tarpeen arvioinnin integrointi KS-järjestelmään antaa Kalasydän Oy:lle tavan kerätä ja mitata kunnossapitoon liittyvää dataa. Dataa hyväksikäyttämällä voidaan suoraan vähentää yllättäviä huolto- ja seisautuskuluja. Kattavalla kunnossapidon datalla voidaan arvioida komponenttien yleistä kestävyyttä ja suunnitella huoltotoimet ennakoivasti. Nämä kaikki vähentävät mahdollisia huoltohenkilö- ja seisautuskuluja. (Tuomioja 2020.)

Kalasydänyksikön toimintavarmuuden yhtenä ongelmana aikaisempina vuosina on ollut heikko kameravalvonta, jonka vuoksi ei ole pystytty keräämään dataa koneen ulkoisesta kunnosta, eikä häiriöiden mahdollistajista. Häiriöiden mahdollistajana voi olla muun muassa ilkivalta tai jokin ihmisistä riippumaton tekijä kuten eläimistä johtuva ongelma. Tämän lisäksi voimallitoksilla tai muissa Kalasydänyksikön sijoituspaikoissa on usein suuria virtauspyörteitä, joiden mukana liikkuu isojaakin puu- tai muovikappaleita. Nämä voivat pahimmillaan aiheuttaa häiriön Kalasydänyksikössä. Näiden lisäksi normaalista koneen operoinnista johtuvissa mahdollisissa hajoamistilanteissa voidaan säästää kustannuksia, jos ongelmat pystytään etänä kameravalvonnan kautta todentamaan. Silloin koneelle voidaan varata huolto tai se voidaan mahdollisesti pysäyttää. Näin voidaan välttää suurempien vahinkojen ilmaantuminen.

3.3 Muut hyödyt toimintavarmuutta ja etäkäyttöä kehittäessä

Toimintavarmuuden ja etäkäytön toimintoja kehitettäessä luodaan Kalasydän Oy:lle myös epäsuoria hyötyjä. Tällaisena voidaan pitää esimerkiksi työturvallisuuden saralla tapahtuvat parannukset, sekä parantuneen valvontajärjestelmän luominen. Antureiden lisääntyessä on KS-järjestelmän logiikkayksikköä päivitettävä vastaanottamaan tietoa useammasta anturista, jolloin jo ohjauskaapissa sijaitsevia jo täynnä olevia anturikiinnityspaikkoja joudutaan lisäämään ja näihin voidaan suunnitella ylimääräisiä kiinnityspaikkoja vastaavien kehitys töiden varalta.

Kattavan kamerajärjestelmän luominen tuo Kalasydän Oy:lle suuren työturvallisuuslisäyksen koneiden kanssa toimimisessa. KS-järjestelmän komponenttien sijaitseminen voimalaitoksen ylä- ja alajuoksulla tekevät niistä työturvallisuusmielessä riskialttiit työkohteet. Veteen tippuminen voimalaitoksen läheisyydessä on hengenvaarallista. Kattava kameravalvontajärjestelmä, joka on etähallittavissa, mahdollistaa työpisteellä tapahtuvan vaarallisen työn lisävalvomisen, mikä antaa mahdollisuuden valvojalle ilmoittaa suoraan voimalaitoksien valvomoon sekä pelastushenkilökunnalle työtapaturman sattuessa.

Tämän lisäksi kamerajärjestelmä luo Kalasydän Oy:lle kattavan valvontakamera-verkoston. Valvontakameraverkostolla voidaan vähentää mahdollista luvaton ja asiatonta oleskelua KS-järjestelmien läheisyydessä. Valvonta on tärkeää, jotta vältetään KS-järjestelmän ylösviennin aiheuttamista koneen toimilaitteiden liikkeistä ja niistä mahdollisesti syntyvistä työturvallisuusriskeistä. Koska KS-järjestelmä sijaitsee usein kalastuksellisesti houkuttelevassa paikassa, voidaan kameravalvonnalla epäsuorasti myös valvoa ja rajoittaa mahdollista salakalastusta voimalaitoksien läheisyydessä.

4 ETÄKÄYTTÖ JA TOIMINTAVARMUUS

Etäkäyttöä ja toimintavarmuutta lähdetään kehityssuunnitelmassa parantamaan hyödyntäen neljää anturitekniikkaa. Jo aikaisemmin käytössä olleet anturitekniikat ovat paineanturitekniikka sekä ultraäänivirtausnopeusmittaustekniikka. Uusina mahdollisina anturitekniikoina suunnitelmassa selvitetään värinä- ja optisten antureiden käyttöä. Suunnitelmassa myös selvitetään kamerajärjestelmiä, joiden avulla etäkäyttöä ja toimintavarmuutta voidaan parantaa. Kaikki suunnitelmassa selvittävät anturien ja kamerajärjestelmien vaatimat sähköt ja muut tietoliikenneyhteydet saadaan Kalasydänyksikön läheisyydessä sijaitsevasta ohjauskontista.

4.1 Anturitekniikka ja anturisuunnitelma

Pääkysymyksenä opinnäytetyössä anturitekniikan osalta voidaan pitää kysymystä: Mitä antureita KS-järjestelmään olisi tarpeellista etäkäytön puolesta lisätä? Antureiden lisäämisen pohjana oli kokous, jonka aikana selvisi, että KS-järjestelmän täytyy pystyä mittaamaan virtausnopeutta ja järjestelmäpainetta läpi järjestelmän luotettavan ylösviennin saavuttamiseksi. (Hämäläinen 2021.)

Etäkäytön ja toimintavarmuuden kehittämisen pohjana ja tärkeimpänä aiheena on antureiden päivitys, sillä anturoinnin nykyinen heikkous on niiden vähäinen määrä ja yksipuolisuus. KS-järjestelmän nykyinen anturikattavuus sisältää vain yhden virtausanturin sekä mahdollisuuden jälkiasentaa vain yhden paineanturin. Yhden anturin järjestelmä voi pysähtyä anturivian takia, vaikka kone olisikin täysin toimintakunnossa. Tämän takia on Kalasydän Oy:n intressien mukaista lähteä rakentamaan anturijärjestelmää sellaisen ajatusmaailman pohjalta, jonka päätarkoituksena on samaa arvoa mittaavien anturipaikkojen kahdentaminen. Tällöin yhden anturin hajoaminen ei johda koneen pysähtymiseen. Esimerkkinä voidaan pitää virtausnopeuden mittaamista KS-järjestelmän ala- ja yläjuoksulta siten, että koneen automaattinen pysähtyminen vaatii molempien antureiden jäämistä raja-arvon alapuolelle. Anturitekniikalle ei ole Kalasydän Oy:n puolesta määritelty budjettia.

Opinnäytetyön kirjoittajan omakohtaisen tietopohjan perusteella on päädytty myös suunnittelemaan optiota tärinäantureiden hyväksikäyttöön ainakin pääpumpun yhteydessä, mikäli sellainen on mahdollista jälkiasentaa nykyiseen pumpppuun. Näillä antureilla voidaan mitata KS-järjestelmän kuntoa, ajettavuutta ja ylösviennin käynnistymistä.

4.1.1 Virtausanturit

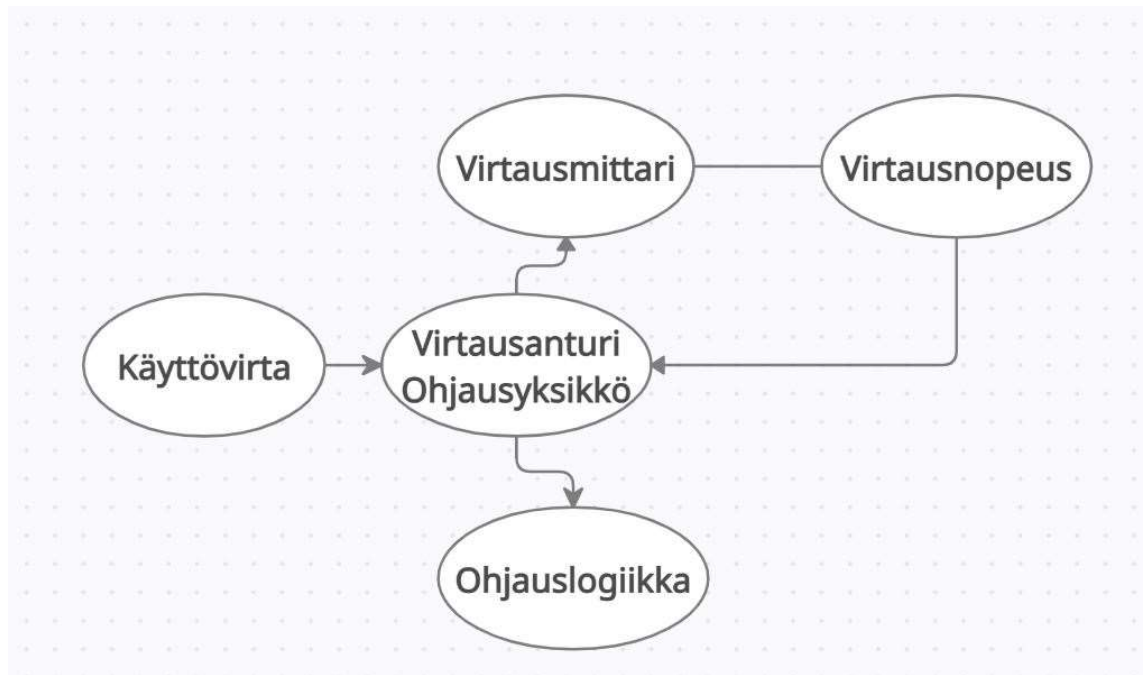
Virtausantureina KS-järjestelmä on jo entuudestaan käyttänyt ultraäänivirtausmittareita. Ultraäänen perusteella toimivien mittareiden vahvuutena KS-järjestelmän ja Kalasydän Oy:n tapauksessa voidaan pitää sen toimintaperiaatetta. Ultraääniantureiden toimintaperiaate mahdollistaa kaikkien anturin mittaavien komponenttien sijoittamisen vettä kuljettavan putken ulkopuolelle. Tällöin mitattavan veden tai muun mitattavan aineen mukana liikkuvat komponentit eivät ole törmäämisriskissä anturin virtausnopeutta mittaavien komponenttien kanssa. Lisäksi ultraäänimittarit ovat monipuolisuuteensa nähden edullisia (Wexon 2021). Kalasydämen näkökulmasta mittaustekniikan suurena hyötynä voidaan pitää mahdollisuutta laajaan mitattavaan putkeen, jolloin mittaustekniikka on helposti sovellettavissa myös tuleviin kohteisiin riippumatta putken koosta.

Ultraäänivirtausmittarit hyväksikäyttävät ääniaaltoja mitatakseen putken sisällä kulkevan nesteen tai kaasun virtausnopeutta. Virtausnopeuden selvittämisen mahdollisuus johtuu Doppler-efektin aiheuttamasta tilasta, jolloin äänen liike putkessa muuttuu virtausnopeuden muuttuessa. (Flowmeters 2021.)

Koska KS-järjestelmän tarkoituksena on siirtää eläviä vaelluskaloja vauriotta yläjuoksulle, on ehdottoman tärkeää, että mittaavat komponentit sijaitsevat ylösvientiputkien ulkopuolella, missä ne eivät voi vaurioita ylösvietäviä vaelluskaloja. KS-järjestelmän ylösvientiputkisto on suurimmillaan kohtaa 600 mm:n halkaisijalla olevaa muoviputkea ja pienimmillään 300 mm:n halkaisijalta olevaa ruostumatonta teräsputkea. Putkityypit vaikuttavat suoraan virtausantureiden valintaan. Kalasydämen käyttämä virtausanturi on todettu käyttökohteeseen toimivaksi putken halkaisijan ja materiaalien osalta, ja sen tiedot ovat käytettävissä jo logiikassa. Tästä syystä opinnäytetyön kirjoittajan näkökulmasta ei ole loogista vaihtaa anturityyppejä.

KS-järjestelmässä virtausmittarin tehtävänä on varmistaa veden ylösvienti sekä ylösvientiveden tavoitenopeus. Näiden varmistamiseen on aikaisempina vuosina käytetty Fluxus F501 -ultraäänivirtausnopeusmittaria. Fluxus F501 -mittari tarjoaa mahdollisuuden asentaa mitattavat komponentit 10–2500 mm:n halkaisijan sisällä oleviin metallisiin, sekä muovisiin putkiin. Fluxus F501 valmistaja lupaa laitteen putkeen asennettaviin komponentteihin IP-luokan 67. IP-luokan ansiosta osat voidaan huoletta asentaa ulkona sijaitseviin putkistoihin. Ominaisuuksiensa ansiosta Fluxus F501 soveltuu täydellisesti KS-järjestelmän vaihteleviin putkikoihin. Fluxus F501 anturi toimitetaan virtausnäyttönsä kanssa ja koko järjestelmä on liitettävissä KS-järjestelmän logiikkakaappiin sellaisenaan. Tämän takia antureiden lisääminen ei vaadi suuria muutoksia ohjauslogiikan kytkentöihin. (Flexim 2021b.)

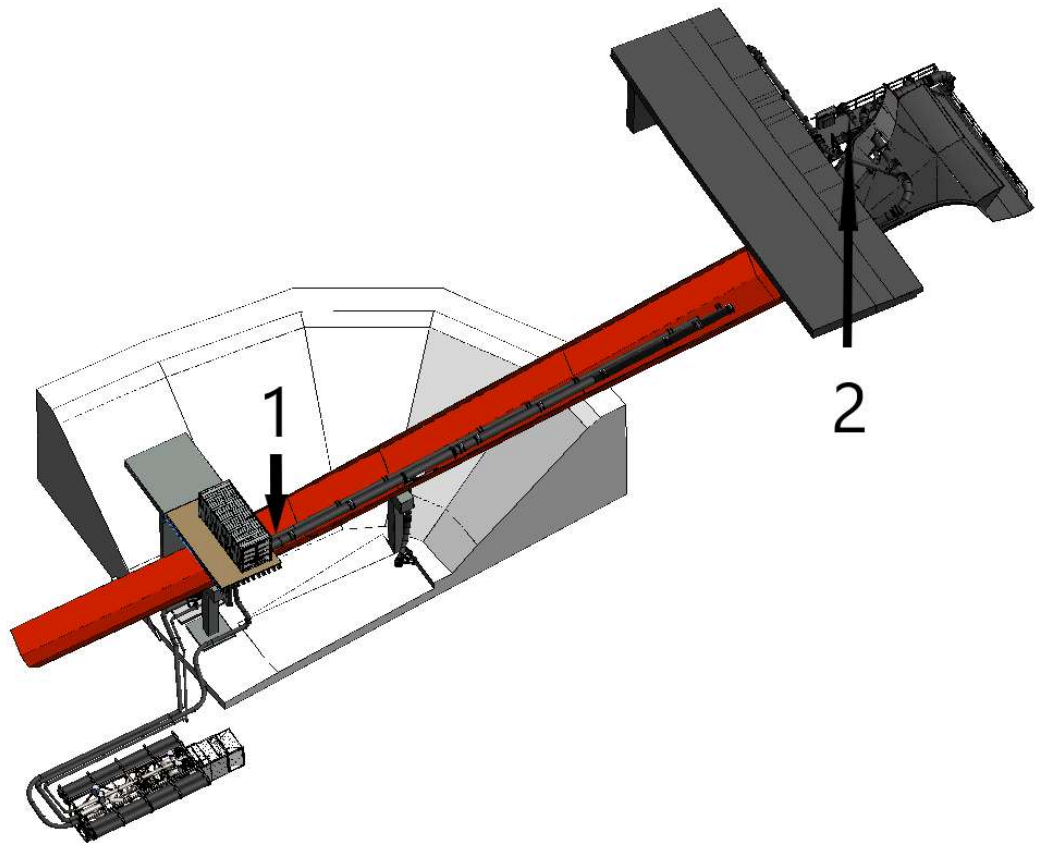
Flexim on 1990 perustettu ei-invasiivisiin mittaustapoihin erikoistuva saksalainen yritys. (Flexim 2021a). Flexim on valmistajana Kalasydän Oy:n näkökulmasta hyödyllinen, sillä KS-järjestelmien tarpeiden muuttuessa voidaan kuitenkin olettaa, että virtausmittaaminen on mahdotonta mittareilla, joiden mittaus tapahtuu fyysisesti putkiston sisällä. Edellä mainitun ansiosta voidaan katsoa, että -Fleximin mittaustyyli sopii myös jatkossa Kalasydän Oy:n käyttöön. Flexim myös valmistaa virtausmittareita useaan eri tarkoitukseen, jolloin valmistajana se on turvallinen valinta Kalasydän Oy:n muuttuvia tarpeita ajatellen.



Kuva 2. Virtausmittareiden toimintaperiaate.

Virtausantureiden sijoittaminen KS-järjestelmässä on toteutettava siten, että niiden antaman tiedon perusteella operaattori kykenee päättämään KS-järjestelmän ylösvientiputkiston kunnon, putkistoa näkemättä. Tällaiseen tilanteeseen päästään sijoittamalla virtausanturit vähintään kolmeen eri pisteeseen KS-järjestelmän kalan ylösvienti- ja veden alasvientiputkistossa.

Kolmesta mittarista kaksi sijaitsevat KS-järjestelmän puolivälissä, jossa nykyään sijaitsee ainoa virtausmittari. Nykyisen mittarin lisäksi viereiseen veden alasvienti putkeen on hyödyllistä sijoittaa uusi alasvientiveden nopeutta mittaava virtausanturi. Kaksi mittareista sijaitsee vierekkäin kuvassa 3 osoitetussa kohdassa 1, sillä alasvienti putkisto ja ylösvienti putkisto kulkevat tässä rinnan. Kolmanneksi virtausmittauksen paikaksi ehdotetaan samassa kuvassa osoitettua kohtaa 2. Kohta 2 sijaitsee putkiston loppupäässä ja sen tarkoituksena on todentaa järjestelmän läpivirtaavan veden tavoitenopeuden saavuttaminen.



Kuva 3. Virtausmittarien sijoitus (Taivalkosken putkisto + kalasydän 3D).

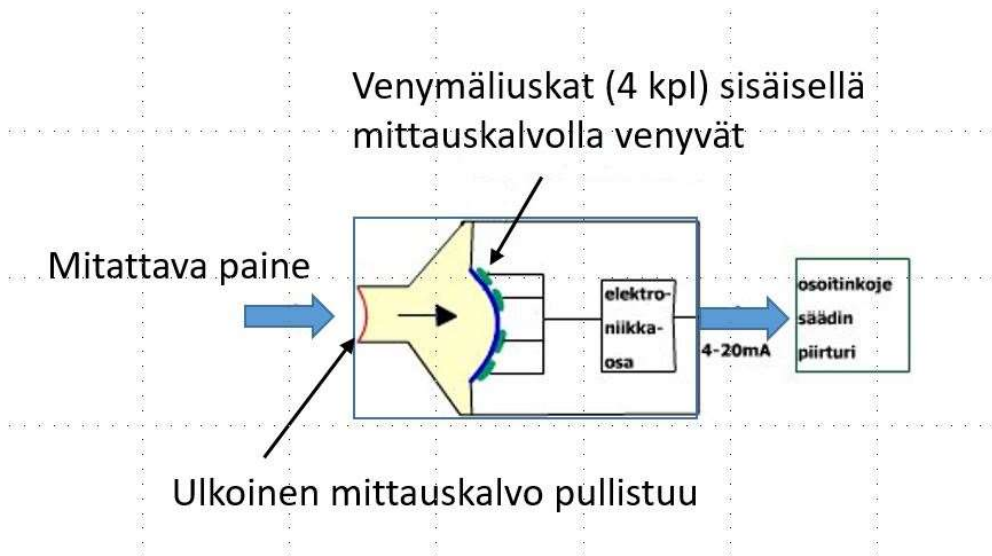
Oikealla anturien konfiguroinnin avulla voidaan havaita veden nopeuden muutokset vertaamalla antureiden ylösviennin aikana tuottamaa virtausnopeusdataa ylösventipumpun tehon avulla laskettuun virtausnopeuden oletusarvoon. Antureiden oikeiden virtausnopeuksien saavuttamiseen kuluva aika ja sen ristivertaaaminen oletusarvoihin on hyödyllinen tieto, jolla voidaan todeta mahdolliset ylösventipumpun toimintahäiriöt ja käytössä kuluminen. Ristivertamalla antureiden nopeuksia ja niiden kiihtyvyyksiä muiden virtaus antureiden kanssa voidaan selvittää, kiihtyykö vesi normaalisti ajon aikana. Kuva 3. Virtausmittarien sijoitus kohdan 2 anturin avulla kyetään selvittämään myös kalan ylösventiin kuluva aikaa tarkemmin pisteestä, kun järjestelmässä kulkeva vesi on päässyt koko putkiston osalta määrännopeuteen. Lisäksi toiminnassa olevan järjestelmän oletusarvoja keräämällä pystytään havaitsemaan suuremmat vuodot koko järjestelmän alalta.

4.1.2 Paineanturit

KS-järjestelmän läpi pyörivän vedenpaineen vaihteluista ja sen vaikutuksesta koneen rungolliseen kestävyYTEEN, sekä järjestelmän läpi kulkevien vaelluskalojen vahingoittumisen riskistä on esitetty huolia. Kalasydän Oy:n kannalta on siis muunkin kuin etäkäytön ja toimintavarmuuden saralla kannattavaa sijoittaa hyvään paineanturi kattavuuteen.

Opinnäytetyössä paineantureiden merkitys etäkäytön näkökulmasta on KS-järjestelmän ajokunnon varmistaminen ja toimintavarmuuden näkökulmasta ennakkoiva kunnossapito. Lisäksi kattava paineanturointi luo käsityksen yleisistä paineeroista järjestelmässä. Paine-eroista järjestelmässä on aikaisemmin esitetty huolia vaelluskalojen hyvinvoinnin näkökulmasta ja tästä syystä Kalasydän Oy tilasi vuonna 2019 Luonnonvarakeskuksen tutkimaan KS-järjestelmän läpikulkeneiden kalojen hyvinvointia. Kaikki kalat todettiin tutkimuksessa hyväkuntoiseksi. Epäilijöiden vakuuttamiseksi on Kalasydän Oy:n kannalta kuitenkin tärkeää pystyä todentamaan ja dokumentoimaan kaloihin kohdistuva vähäinenkin painevaihtelu. Tämän takia antureita sijoittaessa vaelluskalojen hyvinvointi on otettu huomioon.

Paineantureilla tarkoituksena on analysoida mitattavan alueen painetta. Painetta mitataan nykyään käyttäen pascal-yksikköä. Pascalin kokoluokasta johtuen on hyödyllisempää käyttää pascalin kerrannaisyksikköä eli kilopascalia turhan pitkien numeroiden välttämiseksi. On kuitenkin yleistä käyttää ilmaisutapana bar-yksikköä. Painelähettimien periaatteena toimii usein kalvolla paineen mittaaminen. Mitattava paine venyttää ulkoista kalvoa, joka vuorostaan siirtää kalvon takana olevaa nestettä tai öljyä. Nesteiden liikkumisen seurauksena sisäisellä kalvolla sijaitsevat venymäliuskat ja niiden venymästä kerättävällä tiedolla pystytään laskemaan painearvo. (Keuda 2019.)



Kuva 4. Painelähettimen toimintaperiaate (Keuda 2019).

Etäkäytöllisesti paineantureiden tehtävän tulee olemaan KS-järjestelmän paineiden vaihteluvälin seuraaminen ja siitä kertyvän datan vertaaminen kunnossa olevan järjestelmän aikana kerättyihin oletusarvoihin. Näiden tietojen avulla voidaan muun muassa todeta, että järjestelmässä ei ole painevuotoja. Jotta aikaisemmin opinnäytetyössä jo käsiteltyjä asioita kuten paine-eroja voidaan hyödyntää, täytyy paineet ja niiden määrät pystyä selvittämään KS-järjestelmän paineherkimmissä paikoissa. Kalasydän Oy on aikaisemmin tilannut laskennan arvioiduista paineista ja niiden sijoittumisesta KS-järjestelmän sisällä. Raportista selviää KS-järjestelmän painealueet ja niiden avulla Kalasydän Oy pystyy sijoittamaan paineanturit KS-Järjestelmän päälle tarvittulla tavalla.

Tilatusta paineraportista selviää, että KS-järjestelmään jo aiemmin raportin pohjalta sijoitettu paikka on paineanturille toimiva. Se sijaitsee KS-järjestelmän alajuoksulla sijaitsevan kalasydänysikön päällä (Elomatic 2019). Tätä anturia ei ole kuitenkaan hyödynnetty aikaisempina vuosina KS-järjestelmän operoinissa. Anturi mahdollistaa painepiikkien ja painevaihteluiden selvittämisen KS-järjestelmän alajuoksun yksikön päällä ja sen asentamissa sille varatulle paikalle suositellaan. Aikaisemmin kalasydän järjestelmässä on paineanturina käytetty WIKA S-10. Kalasydän järjestelmän paineanturit on suunniteltu kiinnitettäväksi Wika D10 DI Digitaaliseen näyttöön, josta vaadittava data voidaan viedä logiikkakeskukseen koneen ohjausta varten.

Antureiden käyttämättömyyden ja niiden mahdollisen lisäämisen syystä on lähdetty selvittämään, onko nykyinen anturityyppi paras mahdollinen paineanturi tyyppiä KS-järjestelmän tarpeisiin. KS-järjestelmään suositellaan lisättäväksi paineantureita uusiin paikkoihin, sekä uuteen materiaaliin on viisasta olla käyttämättä jo ennalta hankittua anturityyppiä. Paineanturi tyyppin vaatimuksina on paineanturin asennettavuus muoviin ja metalliin. Paineanturi ei myöskään saa olla tyyliltään sellainen, jonka komponentit ulottuvat muoviputken sisäpinnan sisäpuolelle, jossa ne voivat olla mahdollisesti vaaraksi järjestelmä läpi kulkeville vaelluskaloille.

Oikea paineanturin selvitystyö aloitettiin hyödyntämällä jo aikaisemmin komponentteja Kalasydän Oy:lle toimittanutta OEM Finlandia. OEM Finland on Pohjois-Euroopan johtavia teollisuuskomponenttien toimittajia (OEM 2021b). OEM omistaa anturitekniikan osaston, minkä takia yhtiöllä on tarvittavaa ammattitaitoa ja tietoa paineantureista, niiden mahdollisuuksia sekä käyttökohteeseen soveltuvuudesta. OEM Finlandin paine- ja virtauskomponenttien puolen myyntihenkilökunnan kanssa käydyssä sähköpostikeskustelussa selvisi, että OEM Finland tarvitsee tiedon paineanturille vaadittavasta ulostulosta, prosessiyhdisteestä, sähköisestä liittimestä sekä painealueen alustavat tiedot. (Kiviperä 2021.)

Paineanturin valintaan vaikuttavan ulostulon arvojen määriteltiin olevan: 4–20 mA tai 0-10V. Tämän lisäksi alustava painealue on määritelty ylösviennin aikana kalojen turvallisuuden takaamiseksi 1–6 baarin välillä. (Hämäläinen 2021.) Paineväliä vaihdetaan KS-järjestelmän pumpputasolla sijaitsevan kolmen räjähdysventtiilin avulla. Prosessiyhteen valinta on anturin valinnalle merkityksetön, sillä kalasydän järjestelmän putkistoon voidaan tuottaa vaadittu kiinnitysmekanismi. KS-järjestelmässä kulkevan veden lämpötila vaihtelee vuoden aikana 5–25 celsiusasteen välillä. Ulkoilman lämmönvaihteluna voidaan oletusarvona pitää -5–35 celsiusastetta. Lämpötilat vaihtelevat alueilla, joista ei antureiden käyttölämpötilarajoitusten tutkimisen jälkeen näyttäisi olevan merkittävää haittaa. Kyseisillä arvoilla Kalasydämelle etsittävä anturin voidaan olettaa toimivan koko kauden ympäristössä, johon se on suunniteltu.

Kerätyt tiedot KS-järjestelmän vaatimuksista lähetettiin OEM Finlandin paine- ja virtauskomponenttien parissa työskentelevälle asiantuntijalle. Suositelluksi

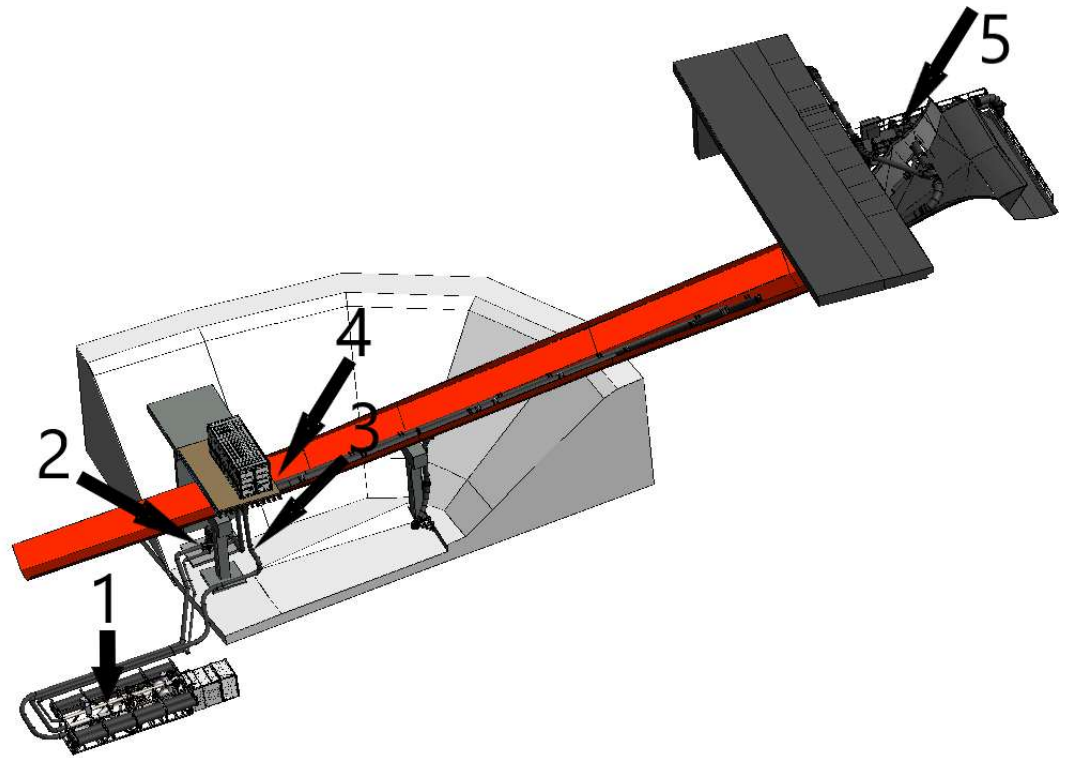
anturiksi kalasydämen käyttöön valikoitu Wika S-11 etukalvo paineanturi (Kiviperä 2021). Anturin kiinnityksenä toimii G1 DIN-A kierre, joka on helppo valmistaa jälkiasennuksena KS-järjestelmiin, sekä tuleviin järjestelmiin jo valmistuksen yhteydessä. Anturiperheen anturit kykenevät mittaamaan painetta vaihteluvälillä 0–600 baaria ja niiden komponentit ovat sellaisia, joiden aiheuttamat törmäämisen riskit ovat pieniä. Anturiperheen antureista kalasydämen käyttöön sopii suurimmillaan 6 tai 10 baarin painetta mittaava anturimalli. Oikealla sijoittamisella törmäämisen riski voidaan minimoida (OEM 2021a). Tämän lisäksi valitun anturin hyötynä voidaan pitää etukalvollisen mittaustekniikan tuomaa turvaa, ettei anturin sisään pääse veden mukana liikkuvaa pienroskaa (Kiviperä 2021).

KS-järjestelmään etäkäytön puolesta hyödyllisinä anturin paikkoina voidaan pitää kuvassa 5 näkyviä kohtia 1 ja 2. Kohdat 3, 4 ja 5 on mahdollista lisätä budjetin salliessa, lähinnä mahdollisia painetutkimuksia mielessä pitäen. Lisämittausteillä pystytään saavuttamaan kattava painemittaus järjestelmän muutospiisteissä, jolloin kysymys järjestelmän painevaihtelusta, sekä järjestelmän kalaturvallisuudesta on helpompi todistaa. Sen lisäksi on mahdollista havaita tarkemmin missä kohden KS-järjestelmää mahdollinen painevuoto, tai esimerkiksi tukkeuma sijaitsee.

Anturikattavuudella on myös tarkoitus päästä tilanteeseen missä Kalasydän operaattori pystyy havaitsemaan muun muassa vuotokohdan ja kohdistamaan sen tiettyyn sektoriin päättääkseen kuinka isosta huolto työstä on mahdollisesti kyse.

KS-järjestelmässä sijaitsevien viiden painemittarin päätarkoitukset ovat:

1. Mitata KS-järjestelmän sisäistä painetta
2. Mitata KS-järjestelmän pumpun lähellä olevaa painetta
3. Mitata KS-järjestelmän ylösventi putken alkukäyrän painetta
4. Mitata KS-järjestelmän ylösviennin puolessa välissä vaikuttavaa painetta
5. Mitata KS-järjestelmän ylösviennin loppu päässä vaikuttavaa painetta



Kuva 5. Paineantureiden sijoituspaikat (Kalasydan 2021b).

4.1.3 Optiset anturit

Optisen anturinjärjestelmän asentamista kalasydän laitteen ylösvientiputken loppupäähän on pohdittu useampana vuonna kalasydämen operaattoreiden ja työnjohdon puolesta. Optisen anturin avulla voidaan mahdollisesti selvittää kalojen ylösviennin täsmällinen aika, sekä parhaimmassa tapauksessa parvikalojen tarkka määrä. Täsmällisen ajan selvitys mahdollistaa koneen ylösvientiajan optimoinnin, ja kalojen määrän selvitys helpottaa raportointia.

Optisilla antureilla tarkoitetaan erilaisia antureita, joiden tehtävänä on käyttää eri valonlähteen valonsäteitä muuttamalla ne elektronisiksi signaaleiksi. Riippumatta valonlähteestä, sensorit mittaavat valon määrää tai valon taittumista tietyllä etäisyydellä, ja riippuen sensorista muuttamalla tieto erilaisiin luettaviin muotoihin. Optiset sensorit mittaavat täten mm. etäisyyttä ja valoverkon hajoamista heijastuksen tapahtuessa ilman tarvetta fyysiselle kosketukselle mittaus tilanteessa. (Elprocus 2021.)

Optisista antureista Kalasydän Oy:n tarpeeseen sopisi todennäköisesti yksi anturityypeistä: suoraan heijastava anturi, vasta heijastava anturi tai lähetin-

vastaanotin-anturi. Suoraan heijastava anturi tarvitsee toimiakseen vastapuolelle heijaste pinnan, johon sen valo osoitetaan, kun taas vasta heijastava anturi heijastaa suoraan sen säteen eteen liikkuvasta objektista valon säteen takaisin lähettimelle. Lähetin-vastaanotin-periaatteella toimivassa anturissa valo lähetetään suoraan sitä lukevaan vastakappaleeseen ja säteen katkaisu toimii laukaisu periaatteena. (Haverinen 2010.)



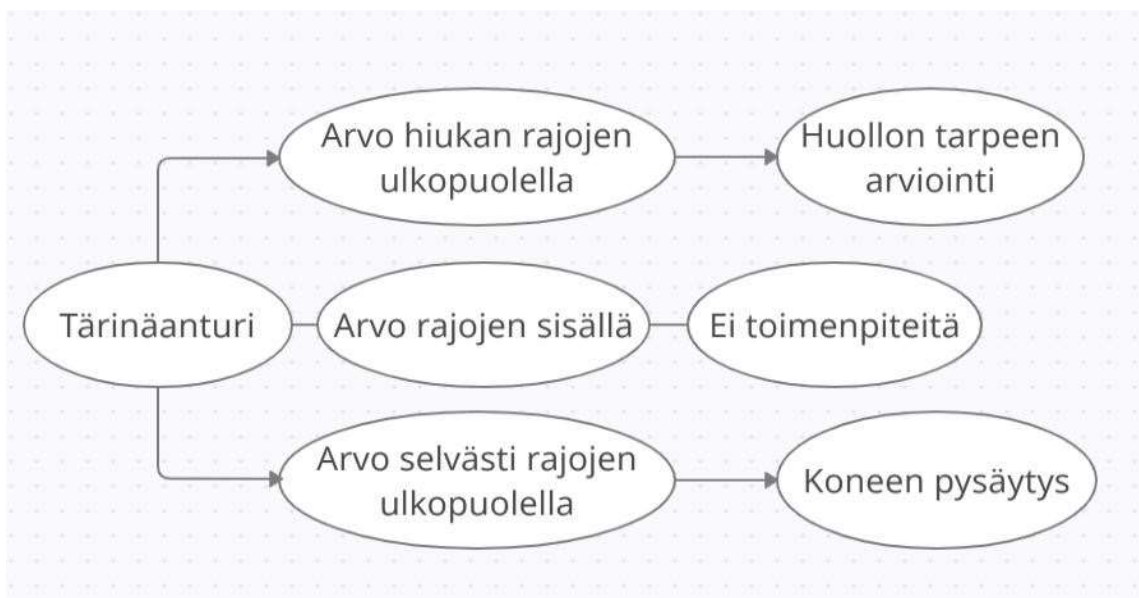
Kuva 6. 1. Lähetin-vastaanotin anturi, 2. suoraan heijastava anturi 3. vasta heijastava anturi (Haverinen 2010).

KS-järjestelmän tilanne, jossa vesi liikkuu yläpään putkiston loppupään läpi vain koneen ylösviennin ollessa päällä, luo omat hankaluutensa heijastuspintojen optimoinnin kanssa. Veden liikkuminen voi myös aiheuttaa heijastuksia itsessään ja aiheuttaa vasta heijastuksella toimivan anturin hälytyksen ilman oikean objektin läsnäoloa. Lähetin-vastaanotin anturi on todennäköisin vaihtoehto. Havaittavan objektin ollessa täysin kiinteä valoa läpäisemätön objekti, on toivottavaa oikealla testaamisella löytää tekniikka ja asetukset, joiden tapauksessa veden liikkuminen ei aiheuta hälytystä mutta halutun objektin veden sisällä kulkeminen on kuitenkin mahdollista havaita.

Optisten antureiden tilaaminen ja testaaminen on laaja projekti, sekä budjetillisesti että työtunnillisesti. Lisäksi antureiden asentamisen mahdollistavat rakenteiden muutostyöt ja niiden suunnittelut täytyy ottaa huomioon. Eri antureiden tilaaminen, sekä testaaminen ei myöskään tuo suhteellista hyötyä opinnäytetyön aiheeseen, sillä kyseisen anturitekniikan voidaan katsoa hyödyttävän enemmän ylösajon täydellistä optimointia kalakohtaisesti, sekä kalamäärien tarkempaa laskeamista, jotka eivät suoranaisesti vaikuta laitteen toimintavarmuuteen. Täten asiaa ei käsitellä opinnäytetyössä tämän laajemmin.

4.1.4 Tärinäanturit

Tärinäanturin käyttöä opinnäytetyössä käsitellään KS-järjestelmän pääylösvientipumpun kunnan arvioinnin osalta. Tärinäanturien asentaminen veden alaisiin houkutusvesipumppuihin on myös mahdollista, muttei opinnäytetyön aiheeseen kuuluvaa. Tärinäantureiden arvoja ja niiden muuttumista oletusarvojen ulkopuolelle voidaan käyttää koneen turvalliseen ajamiseen. Oletusarvot, johon huollontarvetta ja pumpun toimintaa verrataan, voidaan todeta kuitenkin vasta asennuksen yhteydessä. Tärinäanturin asentamisen hyöty kalasydän Oy:lle voidaan katsoa olevan sen mahdollisuus mitata ja määritellä koneen ajoa myös pumpunkunnan mukaan. Kuten kuvassa 6 on havainnoitu, tietoa voidaan käyttää KS-järjestelmän sammuttamiseen ja sen huollon tarpeen arviointiin. Pumppu on komponenttina sen verran tärkeä KS-järjestelmän toimivuuteen, että sen kunnan valvonta on tarpeellista.



Kuva 7. Tärinäantureiden käyttö

Tärinäanturit voidaan karkeasti jakaa kolmeen erilaiseen anturityyppiin: korkean ja matalan impedanssin kiihtyvyysantureihin, venymäliuskaantureihin ja pyörrevirtaantureihin. Korkean impedanssin anturit kytketään suoraan tärinää mittaavaan komponenttiin, ja vaativat toimiakseen erityisen ympäristön ja täten pääsääntöisesti niitä hyödynnetään vain laboratorioolosuhteissa. Matalan impedanssin kiihtyvyysanturit muuttavat tärinästä aiheutuvan varauksen, matalaksi jännitteeksi, jota mittaamalla tärinää ja sen vaihtelua voidaan analysoida. Venymäliuska-

anturi mittaa anturin venymistä ja muodon muutosta, ja käyttää tätä värinän havaitsemiseen. Pyörrevirta-anturi käyttää nimensä mukaisesti pyörrevirtaa ja sen etäisyyttä ja etäisyyden määrittämiseksi mitattavasta pinnasta. Etäisyyden muutoksista voidaan päätellä värinää ja sen vaihtelua. (Realpars 2021.)

Pumpussa tapahtuva värinä johtuu vettä kuljettavan osan aksiaalisesta liikkeestä, ja tämän liikkeen aiheuttaman värinän muutoksien mittaaminen on tavoitteena. KS-järjestelmän käytössä olevan pumpun sijaitseminen vaihtuvissa olosuhteissa, sekä sen varastointi talvisin ulkona aiheuttaa tilanteen, jossa anturin täytyy pysyä kestävässä lämpötilan vaihteluita turvallisuussyistä -50 ja +50 celsiusen välillä ja täten anturin täytyy olla täysin säänkestävä. Pumpussa ei myöskään tapahdu venymistä, eikä rakenteen muutoksia.

Olosuhteet huomioon ottaen SKF tarjoaa KS-järjestelmän käyttöön sopivan SKF CMSS 2200 värinäanturin. Värinä anturi on SKF:hän valmistama yleistärinäanturi, joka on luotu koneistukseen ja sen ansiosta on erittäin korroosion kestävä erilaisia öljyjä, sekä leikkausnesteitä kohtaan. Anturille luvataan toiminta alue -50 - +120 celsiusen väliin ja IP-luokka 68, jolloin se täyttää olosuhdevaatimukset. Sensori kiinnitys tapahtuu liimalla tai mekaanisella kiinnityksellä. Anturin tarkkuutena on 100 mV/g ja sen taajuusvaste riippuen asetuksesta on 1–16 000 Hz. Anturi tarvitsee käyttövirrakseen 18–30 tasavirran. (SKF 2020.)

4.2 Kamerajärjestelmät

Kamerajärjestelmää hankkiessa täytyy ensimmäiseksi huomioida valvontakameralla kuvaamista ja varsinkin tallentavaa valvontakamera kuvaamista koskevat lait ja oikeudet. Väärällä tavalla toteutettu valvontakamera kuvaaminen usein liitetään rikosnimikkeeseen salakatselu (Minilex 2021). Kamerajärjestelmää suunnitellessa yksityiselle alueelle, julkiselle alueelle ja työalueelle koskee eri säädökset. Työalueella kamera valvonnan tulee käsitellä työntekijöiden tai muiden vieraiden turvallisuutta, työpaikan omaisuuden suojaamista, tuotantoprosessin valvontaa tai ehkäistä tai auttaa selvittämään tapahtumia, jotta se voidaan katsoa tarpeelliseksi. (Tehy 2021.)

Jos katsotaan tarpeelliseksi, että kameravalvonnan tulee olla ääntä tai videota tunnistettavasti tallennettava, siirtyy kameravalvonta henkilötietolain piiriin.

Tällöin sen käyttäjän katsotaan olevan rekisterinpitäjä ja häneltä vaaditaan esimerkiksi:

1. Kameravalvonnan toimintasuunnitelma
2. Kameravalvonnan selkeä tiedotus kuvattavalla alueella
3. Tallenteiden käyttö vain käyttötarkoitukseen
4. Kameravalvonnan videoita ja ääntä ei saa luovuttaa kolmannelle osapuolelle
5. Kuvattava ei saa olla näkyvillä ulkopuolisille
6. Tallenteiden hävittäminen on vaadittavaa, kun tallenteet katsotaan tarpeettomiksi (Tehy 2021).

Kamera valvonnan vaikeutuminen ja sen säädösten tiukkenemisen takia on Kalasydän Oy:n katsottava, missä kohteissa ja tilanteissa tallentava valvontakamera järjestelmä on tarpeellinen. Vaikka kamerajärjestelmä ei olisi tallentava, on sen käyttö lisäksi kielletty yksittäisen työntekijän ja hänen työpanoksensa tarkkailuun. Kameravalvonta on myös suoraan kielletty wc- ja pukeutumistiloissa tai muissa näihin verrattavissa kohteissa. (Tehy 2021.)

Kamerajärjestelmien parannukset suunnitellaan käytettäväksi Taivalkosken voimalaitoksella. Suunnittelussa tullaan kuitenkin ottamaan huomioon mahdolliset uudet kohteet ja niiden vaihteleva määrä valvontakameroita täydellisen kuvauskattavuuden saavuttamiseksi. Kamerajärjestelmän kehitystyön tärkeimpänä tehtävänä tulee olemaan KS-järjestelmän ajokunnon selvittämisen mahdollisuus ajolle tärkeissä paikoissa, sekä työturvallisuuden lisääminen ja mahdollisen ilki-vallan kitkeminen.

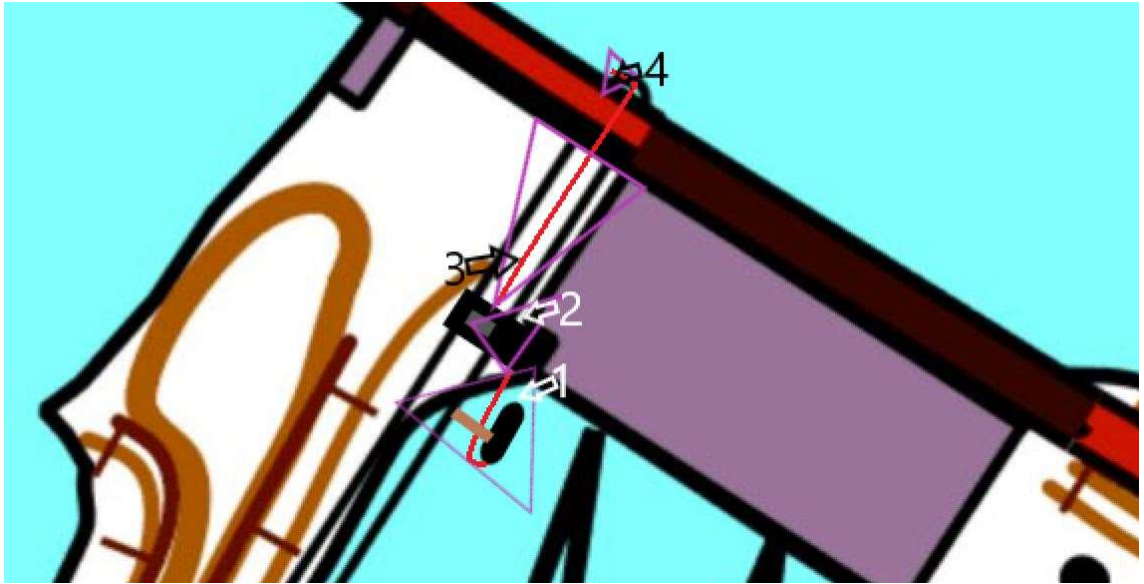
Koska tavoitteena on, että kamerajärjestelmällä saavutettaisiin etäkäytön hyötyjä, jollaisia Kalasydän Oy pystyy pitämään etäkäyttöä parantavina, on KS-järjestelmää operoitaessa operaattorin kyettävä selvittämään, johtuuko KS-järjestelmän mahdollinen pysähtyminen huoltoa tarvitsevasta viasta. Kun operaattori pystyy selvittämään ja analysoimaan pysähtymisen, on mahdollista ilman paikalle menoa arvioida tarvittavat työhön vaikuttavat luvat. Tällaisin lupina

voimalaitoksella voidaan pitää esimerkiksi työ-, tulityö- tai nostolupia, sekä mahdollisuutta niiden hankkimiseen ennen paikalle saapumista.

Hyvän ja kattavan kamerajärjestelmän vaikutus operaattorin ja asentajien työturvallisuuteen sekä alueen valvontaan on merkittävä. Voimalaitoksen ala- sekä yläjuoksulla tehtävät työt on suoritettava valvotusti työturvallisuuden takaamiseksi. Mahdolliset työtapaturmat kyseisillä työpaikoilla voivat johtaa työntekijän joutumisen veden varaan, jolloin nopealla ilmoituksella voimalaitosvalvomoon voidaan parhaimmassa tapauksessa säästää ihmishenkiä. Tällöin kamerajärjestelmän vaikutus työturvallisuuden saralla on kiistaton. Kamerajärjestelmät tarjoavat nykyään myös kattavan määrän erilaisia ominaisuuksia, kuten automaattista tallentamista ihmisten saapuessa kuvausalueelle ja siitä seuraavan toimenpiteen, kuten hälytysilmoituksen lähettäminen operaattorille.

KS-järjestelmän putkistosta vuotojen selvittämiseksi kamerajärjestelmän kattavuuden tulee sisältää mahdollisuus nähdä valtaosa putkistosta. Tämän lisäksi kamerakattavuuden tulee sisältää kaikki toimilaitteet sillä tarkkuudella, että niiden toimiminen voidaan varmistaa. Viimeisenä kamera valvonta-alueen tulee kattaa alajuoksulla sijaitseva KS-järjestelmä ja sen työalue, sekä yläjuoksulla sijaitseva veden ulostuloaukko ja sen ympärillä sijaitseva työalue. Tällä kattavuudella KS-järjestelmän ajaminen ja diagnosointi onnistuu mahdollisimman laajasti ilman paikalla oloa.

Kuvassa 8 esitettävä kuvausalue 1 mahdollistaa Kalasydän järjestelmän kuvaimisen alajuoksulla. Kuvausalueen tehtävänä on varmistaa, että Kalasydän yksikön huoltotyöt, sekä Kalasydänyksikön läheisyydessä tehtävät kiinnitys ja asennustyöt voidaan suorittaa valvotusti. Kamera on sijoitettu kuvaan siten että se kattaa kuvaus alueeltansa koko kalasydämmen ja sille vievän kulkutason. Tämän lisäksi kuvausalueen 1 kameran hyvänä lisäominaisuutena voidaan pitää liikkeen tunnistusta, jolloin kaikki mahdollinen luvaton oleskelu Kalasydän yksikön päällä tallentuu automaattisesti sille varatulle serverille. Luvattoman oleskelun, sekä ilkivallan kitkemisen pääsyyinä voidaan pitää luvattoman vierailun aiheuttamat vaaratilanteet luvattomalle vierailijalle.



Kuva 8. Kameroiden kuvausalueet (Maanmittauslaitos 2021).

Kuvausalue 2 on esitetty kuvassa 8 numerolla 2. Se kattaa Taivalkosken ohjauskontin alla sijaitsevan pumpputason ja sen läheisyydessä toimivat ylipaineventtiilit, toimilaitteet, sekä ylösvientipumpun. Varsinkin ylösvientipumpun ja sen läheisyydessä sijaitsevan toimilaitteen kuvaaminen vianselvittämistä varten on tarpeellista, sillä molempien toimilaitteiden rikkoutuminen johtaa tilanteeseen, jossa KS-järjestelmää ei voida turvallisesti operoida. Tämän lisäksi kuvausalue kattaa KS-järjestelmän huoltotöissä käytettävän vesillä liikkumiseen tarkoitetun kaluston. Kuvausalueelle voidaan katsoa riittävän kamera, jossa ei ole lisäominaisuutena liikkeentunnistusta, mutta liikkeentunnistuksen ja mahdollisen ilkivallan vahvistamiseen vaadittavat dokumentit ja luvat on kuitenkin hyödyllistä hakea, jos kameraksi valituu tallentava versio.

Kuvausalue 3 on osoitettu kuvassa 8 numerolla 3 ja sen alueella sijaitsee KS-järjestelmän pisin putkiosuus. Putkiosuus liikkuu noin 60 metriä vanhassa tukkirännissä. Tämän lisäksi alueella sijaitsee KS-Järjestelmän veden kulun sulkeva pääventtiili, jonka toimivuus on ehdottoman tärkeää KS-järjestelmän sammuttamiselle. Kalasydän järjestelmän putkiston kuvaaminen mahdollistaa vuotojen tarkistamisen lähes kokoputkiston alueelta, sekä lopusta Taivalkosken patosillan alla liikkuvan osuuden vuotaminen näkyy vetenä kamerassa. Samalla se toimii ilkivaltaa valvovana kamerana putkirännissä.

Kuvausalue 4 on rajattu kuvaan ylhäältä ensimmäiseksi ja on osoitettu kuvassa numerolla 4. Se on pienin kuvattavista alueista ja se kattaa KS-järjestelmän yläjuoksulla sijaitsevan putkiston loppu- ja alkupään. Alkupään putkiston kuvaaminen ei etäkäytön kannalta ole kaikista tärkein, mutta loppupään putkiston kuvaaminen mahdollistaa KS-järjestelmän ylösviennin ja sen käynnistymisen kellottamisen veden ulostuloajan mittauksen mahdollisuuden takia. Tällöin kuvausalue 4 mahdollistaa jopa sellaisten ongelmien huomaamisen, jotka vaikuttavat ylösventtiin, mutta eivät näy muissa kuvausalueissa. Tällaisena voidaan esimerkiksi pitää kalasydän yksikön veden alla tapahtuvia vikatiloja. Kuvausalue sijaitsee päätien vieressä ja sen alueella tapahtuvaa ilkivaltaa kuvataan Taivalkoskella voimalaitoksen puolesta. Tällöin kuvausalueella ei ole Kalasydän Oy:n puolesta tarpeellista hankkia lupia tallentavan kamerajärjestelmän käyttöön.

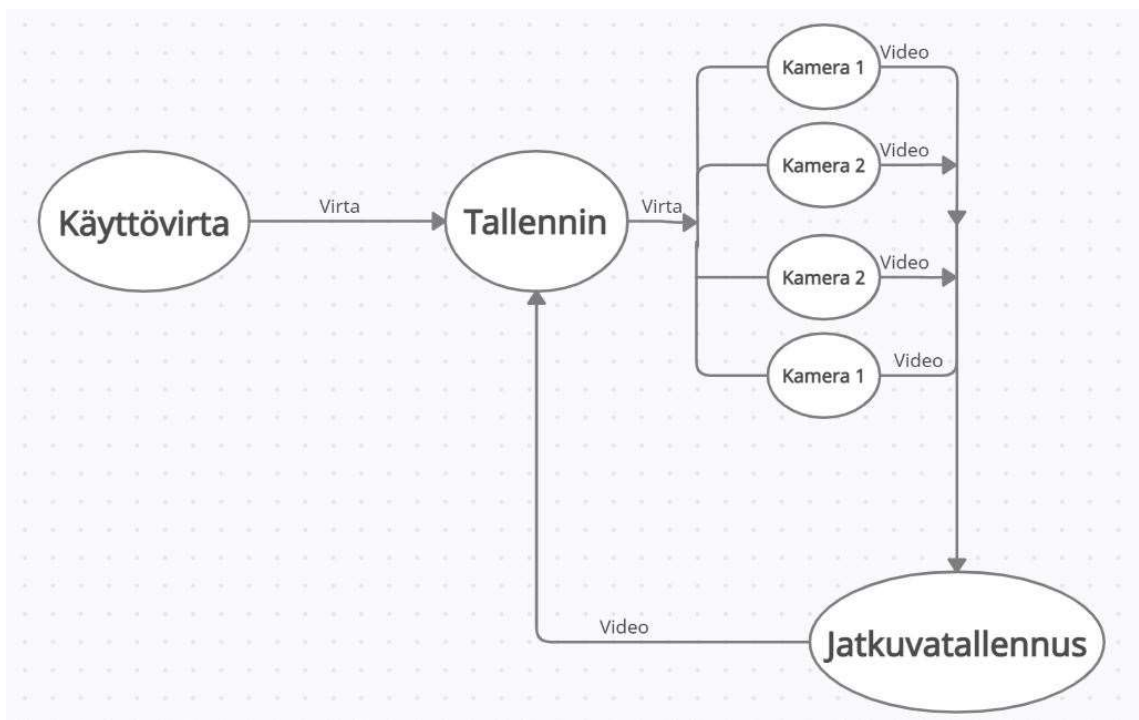
Opinnäytetyössä selvitettiin kahden eri kameravalmistajan tarjoamia kamera ja valvontalaitteistoja. Lisäksi komponentteja jo Kalasydän Oy:lle toimittavilta tahoilta selvitetään mahdollisuutta kameroiden hankkimiseen. Kamerajärjestelmälle on annettu enimmäisbudjetiksi 3000 euroa ja laitteistojen tulee täyttää ainakin seuraavat vaatimukset, jotta niiden hyöty on todennettavissa:

- Mahdollistaa ainakin 4 kameran yhtäaikaista kuvaamista.
- Kameroiden etäkäytön tulee olla mahdollista tietokoneella sekä mobiililaitteella.
- Kameroiden IP luokituksen tulee täyttää ulkoilma vaatimukset.
- Järjestelmän tulee kamerakohtaisesti pystyä tallentamaan kameroiden tuottamaa video dataa kuukauden ajalta.

Näiden neljän tärkeimmän vaatimuksen lisäksi kameroiden eduksi voidaan katsoa mahdollisuus kuvata luotettavasti yöllä. Kalasydän Oy:n näkökulmasta kameroiden kykyä havaita liikettä ei tule vähätellä. Vaikka automaattinen liikkeen tunnistin ei suoranaisesti liity etäkäyttöön ja järjestelmän operointiin, sen mahdollisuus pienillä budjettilisäyksillä on kuitenkin jotain, mitä ei kannata jättää miettimättä. Kameravaihtoehdoissa otetaan huomioon kamerajärjestelmien

kustannukset, siten että toinen täyttää mahdollisimman halvalla yllä vaadittavat kohdat. Toisen kamerajärjestelmän tarkoituksena on olla ominaisuuksiltaan mahdollisimman kattava, mutta budjettikehykseen sopiva.

Kamerajärjestelmän tallennusperiaatteena Kalasydän oy:n näkökulmasta voidaan käyttää jatkuvaa tallennusta siten, että tallentimen kovalevy kykenee tallentamaan Taivalkosken tapauksessa 7–30 päivään ennen kuin tarve päälle nauhoitukseen ilmenee. Tarpeeksi pitkä tallennusväli mahdollistaa operaattorin vierailun kohteessa harvemmin, mutta silti siten että mahdollisissa vikatilanteissa tai ilkivaltatilanteissa tallenne on vielä saatavilla. Kuvassa 9 voidaan nähdä jatkuvan tallennuksen toimintaperiaate.



Kuva 9. Valvontaperiaate.

4.2.1 Edullinen kamerajärjestelmä

Edulisemmän kamerajärjestelmän valmistajana Kalasydämen tarpeeseen voisi toimia Dahua Technology Co., Ltd myöhemmin opinnäytetyössä valmistajasta puhuteltaessa käytetään lyhennettyä termiä Dahua. Dahua on kiinalainen kamerajärjestelmä valmistaja. Dahua työllistää yli 16 000 työntekijää ja heidän kame- roitansa ja laitteistoa hyödynnetään 180 eri maassa. Kamera valmistajana Dahua

on kattava, sekä monipuolinen ja täten toimii täydellisesti Kalasydän Oy:n muutuviin tarpeisiin. (Dahua Security 2021b).

Dahua toimii valmistajana halvempaan ehdotettuun kamera järjestelmään, joka täyttäisi Kalasydän Oy:n tarpeet. Järjestelmänä voi toimia Dahua 4X 1080P H.265 Dome valvontakamerapaketti. Kyseinen paketti on neljän kupukameran valmis kokonaisuus, jonka kuvaus tarkkuus on 1920x1080p resoluutio, tai yleisnimekkeeltään full HD. (Suomen turvatuote 2021).

Paketti myös sisältää NRV verkkotallentimen, jonka valmistaja on niin ikään Dahua. Verkkotallennin on kykenevä vastaan ottamaan tietoa ja videota neljältä kameralta yhtäaikaaisesti. Verkkotallennin ei yksinään siis mahdollista kamera järjestelmän kattavuuden parantamista, mutta on myös erikseen vaihdettavissa, jos tarve kuvausalueen kattavuuden kasvattamiseen ilmenee. Verkkotallennin on kykenevä tallentamaan videota erilaisen laukaisuperiaatteen avulla. Laukaisuperiaatteet, joiden avulla videoita pystytään tallentamaan, ovat liikepohjainen-, aikapohjainen- ja jatkuva kuvaaminen. (Dahua Security 2021a).

Pakettiin on sen lisäksi valittavissa 1-6 terabitin kiintolevy tallentamista varten, sekä 4 kappaletta 20 metrin CAT6 tietoverkkokaapeleita, jotka mahdollistavat kameroiden asentamisen. Kaapeleista 3 on riittävän pitkät Taivalkosken voimalaitoksen tarkoitukseen, mutta yksi on liian lyhyt sille suunniteltuun paikkaan. Viimeinen tarvittava johto on jälkihankittavissa hyllytavarana lähes jokaisesta sähköalanliikkeestä. Kamera paketin alvin sisältävä hinta riippuu kovalevyn valinnasta. Halvimpaan hintaan sisältyy 1 terabitin kovalevy, kun taas kalleimpaan 6 terabitin kovalevy. Paketin hinta on 689,90–849,90 euroa. (Suomen turvatuote 2021).

Kyseisten kameroiden valmistaja lupaa, että kamerat ovat kykeneviä ylläpitämään 25/30 kuvan kuvaustaajuutta kuvatessaan full HD resoluutiolla. Jo ennalta mainittujen vähimmäisvaatimuksien lisäksi kamerat kykenevät kuvaamaan pimeällä 30 metriin asti ja kamerat ovat kykeneviä automaattisesti vaihtamaan kuvaustyyliä valon määrän mukaan. Pimeäkuvauksen lisäksi kameroiden "Starlight" ominaisuus mahdollistaa hämärällä värikuvaamisen. (Dahua Security 2021a.).

Kamera tarjoaa 2 eri polttoväliä, jotka vaikuttavat kameran kuvaus alueeseen. Polttoväleinä toimivat 2,8 mm, jonka kuvaus alue on vaaka 106° x pystysuora 56° x diagonaalinen 126° ja 3,6 mm polttovälillä vaaka 87° x pystysuora 46° x diagonaalinen 104°. Riippuen polttovälistä kameroiden liikkeentunnistus ja kohteen tunnistus etäisyydet vaihtuvat. 2,8 mm polttoväli takaa liikkeentunnistuksen 38,6 metriin asti ja 3,6 mm polttoväli 55metriin. Kameran ovat myös vapaasti käännettäviä sekä seurattavissa niiden omalla sovelluksella (Dahua Security 2021a)

Kalasydän Oy:n näkökulmasta kamerapaketin vahvuuksina voidaan myös pitää sen hintaa. Kameran tulevat ohjelmistot valmiiksi esiasennettuna, eli niin sanotusti ” Plug and Play ” valmiina. Tämä mahdollistaa kameroiden helpon käyttöön oton kohteissa. (Suomenturvaluote 2021) KS-järjestelmien sijaitseminen eri patokohdeilla luo hankaluuksia mahdollisten asennuspaikkojen ja kuvausetäisyyksien mukaan, mutta Dahuan kamera valikoiman kattavuus mahdollistaa Dahuan käyttämisen tietäen, että saman valmistajan kameroita on useaan tarpeeseen

4.2.2 Monipuolinen kamerajärjestelmä

Monipuolisena kamerajärjestelmän valmistajana voi mahdollisesti toimia Milesight. Milesight on 2011 perustettu valvonta kameroihin erikoistuva yritys. Yritys on kansainvälisesti kattava valvontakamera valmistaja, joka toimittaa valvontakamerajärjestelmiä, sekä valvontakamerakomponentteja 90 maahan. (Milesight 2021.).

Milesight valmistaa kameroita laidasta laitaan. Milesightin valmistamina kameramalleina toimivat: täysin pyörivät kupukamerat, 180 asteen kulmalla kääntyviä kupukameroita, luotikameroita ja 360 asteen kattavuudella kuvaavia kalansilmälinssin omaavia valvontakameroita. Milesightin valmistaa omat tallentimensa, jonka avulla koko kamera järjestelmä voidaan hankkia yhdestä osoitteesta tilatuilla komponenteilla (Milesight 2021c.). Milesightin malliston kattavuutta sekä henkilöstön ammattitaitoa voidaan pitää tietynlaisena etuna verrattaessa tilanteeseen, jossa kamerajärjestelmän hankitaan suoraan jälleenmyyjältä. Milesightin kameroita käyttäessä voidaan näitä etuja mahdollisesti käyttää hyväksi esimerkiksi uusien kohteiden kamerajärjestelmää ja sen kattavuutta suunnitellessa.

Kattavampana kamerajärjestelmänä voi Taivalkosken voimalaitoksen tapauksessa toimia neljän 8 megapikselin valvontakameran paketti. Paketti sisältää neljä täysin kääntyvää Milesight Pro Dome 8 MP kupukameraa, jotka kaikki pysyvät kuvaamaan 3840x2160p resoluutiota tai yleisnimikkeeltään 4k video resoluutiota. Paketti sisältää myös 4K H.256 Mini NRV 1004 tallentimen. Tallennin mahdollistaa kameroiden kytkemisen 4 kameraan asti, sekä tallennus tilaa 10 teratavuun asti yhden 3,5 tuuman HDD levyaseman ansiosta. (Milesight 2021b). Kaikille kameroille luvataan IP67 olosuhteiden kestävyys luokitus, sekä IK10-ilki-vallankesto luokitus. Kamerrat yhdistetään käyttäen PoE kytkimiä suoraan NRV tallentimeen, jonka avulla kamerrat saavat käyttövirtansa. Kaikille Milesightin tuotteille luvataan 3 vuoden takuu. (Milesight 2021c.).

Kamerrat voidaan myös tilata suoraan suomalaiselta jälleen myyjältä. Kameroiden kappale hinta arvolisäveron kanssa on 639 euroa. Kameroille luvataan toimittajan puolesta 24 kuukauden takuu, Milesightin oman nettisivun 3–5 vuoden takuun sijaan (Tilavahti 2021b). NRV tallentimen hinta on 179 euroa arvolisäveron kanssa (Tilavahti 2021a). Yhtenäinen paketin hinta on tällöin 2735 euroa arvolisäveron kanssa.

Kyseisille kameroille luvataan yökuvaukseen 50 metrin kantama, joka on tarpeeksi kuvassa 8 osoitetuille alueille. Kameroissa on myös omat SD korttipaikat, joiden avulla kamerrat kykenevät ANR-teknologiaa käyttäen tallentamaan videota omiin muisteihinsa yhteyden katketessa tallentimeen. Yhteyden palautuessa tallentimeen kykenevät kamerrat yhdistämään ja viemään tallennetun tiedon NRV tallentimeen. (Milesight 2021b. 2021)

4.3 Yhteydet

Ohjauskontin yhteysongelmat KS-Järjestelmän etäkäytössä liittyvät pääsääntöisesti käytön helppouteen ja sen ongelmiin. KS-järjestelmän pääsääntöinen ohjaus tapahtuu logiikkakeskuksen tietokoneella ja raportointi, kuvien käsittely, muokkaaminen ja ylösvientikamera asetuksien hallinta tapahtuu työasemalla sijaitsevalla tietokoneella. Nämä kaksi ovat eri internetverkossa toimivia tietokoneita, joihin molempiin yhdistetään etäkäytön yhteydessä käyttäen eri VPN-yhteyttä.

VPN eli virtual private network on tapa yhdistää etäkäyttäjiä sijainnista riippumatta samaan internetyhteyteen. VPN käyttö takaa turvallisen etäyhteyden muodostamisen paikallisverkkoon (Cisco Why use VPNs). Työaseman tietokoneen VPN-yhteys on toteutettu käyttäen ilmaista VPN-yhteyttä ja tämän ansiosta sen käyttäjä määrät ovat rajoittamattomia budjetin näkökulmasta. Logiikka keskuksen etäyhteys toimii käyttäen lisenssin vaativaa VPN-yhteyttä ja tästä syystä jo aikaisemmin mainitut ongelmat kuten lisenssien siirto lomituksen aikana on ongelma.

Operaattorin raportointi ja kameroiden hallinta työt tapahtuvat käyttäen työaseman tietokonetta ja KS-järjestelmän ajo-ohjelman, toimilaitteiden ja pumppujen ohjaaminen tapahtuu logiikkakeskukselta. On kuitenkin useasti vaadittavaa käyttää molempia komponentteja yhtä aikaa ja täten olisi Kalasydän Oy:lle kannattavaa kehittää keino siirtää molemmat yksiköt ajettavaksi yhden etäyhteyden alle. Tällaiseen kyetäkseen voi Kalasydän Oy siirtää mahdolliset henkilökohtaiset logiikkakeskukseen yhdistämiseen tarvittavat lisenssit ohjauskonttien työkonien käyttöön, jolloin etäyhteyden ottaminen työkoneseen tulisi olla riittävä molempien komponenttien hallintaan.

Toisena mahdollisuutena on siirtää molemmat komponentit saman yhteyden alle. Mutta silloin ongelmaksi voi muodostua, että pystyäänkö tietoturvallisuus varmistamaan ja onko logiikan käyttäminen samassa internetyhteydessä tietokoneen kanssa edes mahdollista. Kyseessä on kuitenkin tietoteknillinen ongelma, eikä ole opinnäytetyön kirjoittajan alakohtainen ja tästä syystä ongelmaa ei kyetä opinnäytetyön aikana ratkaisemaan pisteeseen missä se voitaisiin suunnitella alusta loppuun asti. Ongelman voidaan katsoa olevan mahdollinen jatkokehityskohde.

4.4 Laponkatkaisu

Laponkatkaisu etänä mahdollistaa KS-järjestelmän tyhjentämisen etänä. Tilanteita, jolloin koneen etätyhjentäminen on tärkeää, on mahdolliset alasvienti putkiston hajoamiset siten, että veden lappoeffekti ei pääse katkeamaan. Tällainen tilanne voi aiheuttaa häiriöitä järjestelmän komponenteissa tai pahimmassa tapauksessa rikkoa ne. Alasvienti putken hajoaminen on kuitenkin epätodennäköistä sen vahvan seinämä paksuuden ja sijoittamisen ansiosta. Nykyään lappo

on katkaistava käsin paikan päältä ja se on aikaisempina vuosina katsottu olevan riittävä. On silti tulevaisuuden kannalta tarpeellista miettiä lapon katkaisun mahdollistamista etänä. Tällaisina tilanteina voidaan pitää putkiston hajoamisen riskin kasvamista tai sitä, ettei operaattori ole koneen välittömässä läheisyydessä.

Lapon katkaisun yläpäästä voidaan toteuttaa lisäämällä järjestelmän korkeimpaan kohtaan ilmaa, jonka avulla putken sisällä oleva lappo efekti pääsee pysähtymään. Nykyisin lapon katkaisuun toimii yläpäässä sijaitseva käsiventtiili eikä venttiilin koon tarvitse olla suuri, sillä nykyään lapon katkaisemiseen käytetty venttiili on noin 7,5 cm halkaisijaltaan. Nykyinen käsitoiminen venttiili voidaan korvata toimilaitteella ohjautuvalla venttiilillä. Valittava toimilaitte täytyy yhdistää logiikkakeskukseen ja integroida ohjauslogiikkaan siten, että lapon katkaisu on mahdollista samalla ohjauksen periaatteella, jolla koneen muita venttiileitä ohjataan. Täten varmistutaan tilanteesta, että KS-Järjestelmän venttiilien ohjaaminen onnistuu vieläkin yhden etäyhteyden kautta.

Mahdollisena ratkaisuna voi toimia mahdollisimman pienellä sähköisellä toimilaitteella ohjattava läppäventtiili joka sijoitetaan Taivalkosken voimalaitoksen yläjuoksulla sijaitsevan alasvientiputken päälle. Venttiilin sijoittamisen ansiosta sen läpi ei tule kulkemaan vettä tai nestettä, mutta koska ilma viedään suoraan järjestelmään, on järkevää sijoittaa tietynlainen isommat roskat keräävät suodatin venttiilin ja alasvientiputkiston väliin.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kehityssuunnitelma, jonka avulla kalasydän oy kykenee parantamaan etäkäytettävyyttä KS-järjestelmien kohteissa, joko suoraan opinnäytetyön tietoa käyttäen tai sitä hiukan soveltaen. Opinnäytetyö on luotu suoraan Taivalkosken voimalaitoksen KS-Järjestelmälle. Etäkäytettävyyden voidaan operaattorin näkökulmasta katsoa parantuvan reilusti kyseisessä kohteessa olettaen, että opinnäytetyön aikana käydyt muutokset toteutetaan käyttäen ehdotettuja komponentteja tai vastaavia komponentteja.

Opinnäytetyössä ehdotetut komponentit on katsottu olevan käypiä Kalasydän Oy:n Taivalkosken järjestelmään, mutta niitä ei ole tilattu ja asennettu paikalle opinnäytetyön yhteydessä, joten mahdollisuus komponenttien asennusongelmille on silti olemassa. Lisäksi esimerkiksi mahdolliset kamerat ja niiden paikat, voidaan suunnitella kohdekohtaisesti uudelleen, siten että ne täyttävät vaaditut kuvaus kriteerit, kuten kuvausalueen.

Suosittelun virtausanturi kykenee täyttämään vaatimukset veden nopeuden riittävään mittaamiseen, mutta se ei yksin kuitenkaan luo täydellistä tilannetta ja voi rikkoutuessaan aiheuttaa turhia koneen pysäytyksiä, jolloin niiden kahdentaminen eri kohtiin on järkevää. Virtausantureiden liiallinen lisääminen ympäri järjestelmää luo vain lisää pisteitä veden liikkeen tarkempaan seurantaan, jolloin kirjoittaja katsoo, ettei se ole kustannuksiensa kanssa hyödyllinen lisäys Kalasydän Oy:lle.

Paineantureiden lisääminen KS-järjestelmään tuo tärkeää tietoa KS-järjestelmän läpi kulkevasta vedestä ja sen paineesta. Yhtenä huolena on osoitettu paineen vaikutuksia kaloihin. Vaikka paineen kanssa ei ole ollut ongelmia aikaisemmin, on ehdotetuilla antureilla mahdollista tuoda mitattua tietoa tukemaan järjestelmän turvallisuutta kaloille. Antureiden tärkein tehtävä on kuitenkin mikäli järjestelmässä tapahtuu painepiikkejä ja niiden tapahtuessa sammuttaa järjestelmä.

Optisten antureiden kanssa ongelmana on luotettavan suunnittelun vaikeus ilman laajaa testaamista. Optiset anturit käyttävät valoa ja sen taittumista hyväksi mitattaessaan liikettä ja sen muutostiloja. Veden kulkeminen KS-järjestelmän läpi pääsääntöisesti vain ylösviennin aikana luo mitattavaan kohteeseen tilanteen, jolloin

sieltä ei aina kulje vettä, joka vaikuttaa valoon ja sen liikkeeseen. Tällöin optiset anturit täytyy kalibroida ja suunnitella siten että ne pystyvät havaitsemaan kalat silloin, kun vesi kulkee järjestelmän läpi ilman että ne havaitsevat veden tai hukkaavat vastakappaleet veden puuttuessa.

Optisten antureiden testaaminen voidaan katsoa mahdolliseksi jatkokehityskohteeksi, jonka aikana voidaan käyttää tarvittava määrä resursseja, sekä työtunteja antureiden täydellisempään suunnitteluun ja kattavaan testaamiseen. Testaaminen vaatii myös kehitystyön tilaajalta mahdollisia sijoituksia, joita ilman nykyinen opinnäytetyö oli tarkoitus tehdä.

Tärinäantureiden lisääminen anturikattavuuteen on pitkällä tähtäimellä pieni sijoitus. Koska pumppu on suhteellisen suuri ja uuden pumpun toimitusajat vaihtelee on pumpun kunnon valvonta ja kunnossapito ehdottoman tärkeää. Jos pumppu vikaantuu sellaisessa tilanteessa, joka pienillä sijoituksilla oltaisiin kyetty estämään on, anturikattavuuden päivittämiseen kuluva hinta maksettu nopeasti korjojen kera takaisin.

Kamerajärjestelmien perustana toimi opinnäytetyön kirjoittamisen ajan näkemys siitä, että vaikka anturien tuottamaa tietoa lisätään, on kuitenkin vanha sananlasku ” *kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa* ” totta myös tässä tapauksessa. Tiettyjä vikatiloja ei kyetä hyvästä anturikattavuudesta huolimatta välttämättä selvittämään tarpeellisen hyvin. Sen lisäksi täytyy myös huomioida paikka missä työ tapahtuu, sekä tapahtuvan työn luonne.

Jo aikaisempina vuosina on kalasydämelle tehtyjä huolto- ja pesutöitä valvottu etänä käyttäen hyväksi halpaa kameraa, jonka ominaisuudet olivat parhaimmillaan välttävät. Pesujen ja töiden yhteydessä on jo todettu, että valvonnasta on hyötyä, sillä se luo turvallisuuden tunnetta ja mahdollistaa tietynlaisen avun saamisen työn tekemisen yhteydessä. Kameraa käytettiin vuonna 2020 esimerkiksi toimilaitteiden turvalliseen etäohjaamiseen, operaattorin ollessa tilanteessa, jossa toimilaitteiden ohjaaminen oli tarpeellista mutta ei kyennyt itse ohjaamaan laitteistoa.

Kuten optiset anturit myös yhteydet ja niiden muutostyöt käytiin opinnäytetyössä vain ajatuksen tasolla läpi, sillä kirjoittajan opintolinja ei liity kyseiseen aiheeseen.

Ongelmat on kuitenkin tuotu esille ja niiden mahdolliseen korjaamiseen on annettu kehitysehdotuksia, joiden avulla järjestelmän etäkäyttö olisi helpommin toteutettavissa. On kuitenkin selvää, että myös yhteyksien päivittäminen on tärkeää ja täten sitä voidaan pitää mahdollisena jatkokehitystyönä.

Viimeisenä opinnäytetyössä käsiteltiin yläpäähän vaadittavia muutostöitä, joiden avulla lappoefekti voidaan katkaista ja täten koko järjestelmä tyhjentää. Työssä ei etsitty suoraan toimivaa toimilaitetta kalasydämen käyttöön, sillä toimilaitteiden hinta huomioon ottaen on ne hyvä kilpailuttaa aina tapaus kohtaisesti KS-järjestelmiä rakentaessa. Opinnäytetyössä on kuitenkin käytyläpi, miten, ja millaisella venttiili ratkaisulla tilanteeseen voidaan päästä.

LÄHTEET

- Dahua Security 2021a. Dahua Lite series. Viitattu 22.3.2021
<https://www.dahuasecurity.com/ceen/products/All-Products/Network-Cameras/Lite-Series/2-MP/IPC-HDBW2231E-S-S2>
- Dahua Security 2021b. Overview. Viitattu 25.3.2021
<https://www.dahuasecurity.com/ceen/aboutUs/introduction/0>
- Elomatic 2019. Kalasydän Oy Paineraportti. Viitattu 22.2.2021 Salassa pidettävä.
- Elprocus 2021. Optical Sensor Basics and Applications. Viitattu 5.4.2021
<https://www.elprocus.com/optical-sensors-types-basics-and-applications/>
- Flexim 2021a. 30 Years of FLEXIM. Viitattu 28.3.2021
<https://www.flexim.com/en/flexim/30-years-flexim>
- Flexim 2021b. Fluxus F501 – Water. Viitattu 28.3.2021
<https://www.flexim.com/en/products/permanent-flowmeters-liquids/fluxus-f501>
- Flowmeters 2021. Ultrasonic Flowmeter Technology. Viitattu 28.3.2021.
<https://www.flowmeters.com/ultrasonic-technology>
- Haverinen, A. 2010. Optiset. Metropolia 30.11.2010. Viitattu 5.4.2021
<https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/Optiset>
- Hämäläinen, T. 2021. Kalasydän Oy. Tuotantopäällikön haastattelu 2.3.2021.
- Kalasydan 2021a. Kalasydan_PPT_Presis_FIN_Manccu. Viitattu 5.4.2021 Salassa pidettävä
- Kalasydan 2021b. Taivalkosken putkisto + Kalasydän 3D.pdf. Viitattu 20.3.2021. Salassa pidettävä.
- Keuda 2019. Panielähettimen toimintaperiaate. Viitattu 29.3.2021.
<https://keuda.moodle.fi/mod/page/view.php?id=351401>
- Kiviperä, L. 2021. Paineanturit. Sähköposti Matias@kalasydan.fi 22.2.2021
- Kukkonen, A. 2002. Virtausmittausmenetelmiä. Viitattu 28.3.2021 http://automaatioseura.planeetta.com/index/tiedostot/4_1_2_04.pdf
- Maanmittauslaitos 2021. Karttapaikka Taivalkosken voimalaitos. Viitattu 20.3.2021 <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>
- Milesight 2021a. About us. Viitattu 30.3.2021 <https://www.milesight.com/company/about-us>

Milesight 2021b. Pro-Dome-Network-Camera 4-5. 2021. Viitattu 15.4.2021
<https://www.milesight.com/DownloadFile/Datasheet/IPC/Milesight-H.265-Motorized-Pro-Dome-Network-Camera-Datasheet-en.pdf>

Milesight 2021c. Products. Viitattu 30.3.2021 https://www.milesight.com/product/product_menu

Minilex 2021. Rikoslaki ja kameravalvonta. Viitattu 14.4.2021. <https://www.minilex.fi/a/rikoslaki-ja-kameravalvonta>.

Oceanservice 2021. What is fish ladder. Viitattu 14.4.2021 <https://oceanservice.noaa.gov/facts/fish-ladder.html>

Oem 2021a. Paineanturi etukalvolla Wika. Viitattu 29.3.2021.
https://www.oem.fi/tuotteet/paine-ja-virtaus/painelahettimet/standardimallit_-_468579/paineanturit-etukalvolla_-_637303

OEM 2021b. Tietoa meistä. Viitattu 23.2.2021
<https://www.oem.fi/yritys/tietoa-meista>

Realpars 2021. Vibration-sensor. Viitattu 5.4.2021. <https://realpars.com/vibration-sensor/>

SKF 2020. CMSS 100F. Viitattu 5.4.2021 https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d19680a7e9f9-CMSS-datasheet---18839-EN_tcm_12-552707.pdf#cid-552707

Suomen turvatuote 2021. Suomenturvatuote, dahua Valvontakamerapaketti (2021). Viitattu 22.3.2021. <https://suomenturvatuote.fi/product/74/dahua-4x-1080p-h265-dome-valvontakamerapaketti>

Tehy 2021. Kameravalvonta. Viitattu 14.4.2021. <https://www.tehy.fi/fi/apua/tyosuojelu/kameravalvonta>.

Tilavahti 2021a. NRV 1004. Viitattu 30.3.2021 <https://www.tilavahti.com/product/510/milesight-nvr-1004-4k-tallennin>.

Tilavahti 2021b. Pro Dome 8MP 4K. Viitattu 30.3.2021 <https://www.tilavahti.com/product/610/milesight-pro-dome-8-mp-4k-ultra-hd-valvontakamera>

Ympäristö 2016. Muokattu 2020. Luonnonmukaiset ohitusuomat ja kalatiet. Viitattu 14.4.2021. https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesistöjen_kunnostus/virtavesien_kunnostus/luonnonmukaiset_ohitusuomat_ja_kalatiet