

Arttu Mattila

VESITURBIININ OPEROINTIPÄÄTTEEN REVISIOINTI

VESITURBIININ OPEROINTIPÄÄTTEEN REVISIOINTI

Arttu Mattila
Opinnäytetyö
Syksy 2018
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka, sähkövoimatekniikka

Tekijä: Arttu Mattila
Opinnäytetyön nimi: Vesiturbiinin operointipäätteen revisiointi
Työn ohjaajat: Timo Heikkinen (OAMK), Sami Soudunsaari (Kemijoki Oy)
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2018
Sivumäärä: 36 + 4 liitettä

Opinnäytetyön aiheena oli vesivoimalaitoksen turbiinisäätimen operointipäätteen revisiointi. Pää tavoitteena oli saada aikaan toimiva, käyttäjäystävällinen ja selkeä kokonaisuus käyttöliittymäksi uuteen päätteeseen. Työn tilaajana oli Kemijoki Oy ja sen kohteena oli Petäjäskosken voimalaitoksen koneisto 1:n turbiinisäätimen operointipääte.

Operointipäätteen sovelluksen ohjelmointityö tapahtui etätöinä ja operointipäätteen testaaminen voimalaitoksella. Sovelluksen ohjelmoinnissa käytettiin Beijer Electronicsin E-Designer ja iX Developer -ohjelmointityökaluja. Operointipäätteelle tehtiin myös käyttöohje.

Työn tuloksena syntyi sovellus uuteen operointipäätteeseen, joka otetaan käyttöön lähitulevaisuudessa. Käyttäjäkokemuksien perusteella käyttöliittymästä tuli toimiva ja selkeä käyttää, joten opinnäytetyön tavoitteisiin päästiin.

Asiasanat: vesivoima, ohjelmointi, operointipääte, automaatio, vesiturbiini

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical engineering, Electrical Power Engineering

Author: Arttu Mattila

Title of thesis: Revisioning of Control Panel of Hydro Turbine

Supervisors: Timo Heikkinen (OAMK), Sami Soudunsaari (Kemijoki Ltd)

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2018

Pages: 36 + 4 appendices

The purpose of this thesis was to plan and design a new operation terminal of a water turbine of a hydropower plant. The operation terminal was outdated so an updated substitute had to be planned. The main priority of the work was to plan an uncluttered and easy to use application for the new operation terminal. Kemijoki Ltd ordered the work and the object of it was the operation terminal of a turbine controller at Petäjäsoski hydropower plant.

First the new operation terminal type was chosen and after that the programming could begin. The application of the operation terminal was programmed with iX Developer programming tool. Other software used in this thesis were E-Designer and Microsoft Word. When the application of the user interface was ready it was tested at the hydropower plant.

As the result of the thesis the application of the new operation terminal was finalised. According to user experiences the application is easy to use. A user manual for the operation terminal was also made.

Keywords: hydropower, programming, automation, operation terminal, water turbine

ALKULAUSE

Haluan kiittää Kemijoki Oy:tä mielenkiintoisesta ja opettavaisesta opinnäytetyöaiheesta. Erityisesti kiitos työni ohjaajalle Sami Soudunsaarelle. Haluan kiittää myös Kemijoki Oy:n Raimo Ojalaa ja Matti Heikinojaa sekä UTU Automation Oy:n Sauli Koskirantaa. Kiitokset myös työni ohjaajille Oulun ammattikorkeakoulun lehtoreille Timo Heikkiselle ja Arja Maunumäelle opinnäytetyöprosessista.

Rovaniemellä 4.9.2018

Arttu Aleks Mattila

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 VESIVOIMA SÄHKÖNTUOTANTOMENETELMÄNÄ	10
2.1 Vesivoimalaitokset	10
2.1.1 Automaatio vesivoimalaitoksissa	10
2.1.2 Toimintaperiaate	11
2.2 Vesivoima Suomessa	12
3 PETÄJÄSKOSKEN VOIMALAITOS	15
3.1 Operointipäätteet	16
3.2 Koneisto 1	18
4 BEIJER ELECTRONICS OPEROINTIPÄÄTTEET	21
4.1 E1000-sarja	21
4.1.1 Ominaisuudet	21
4.1.2 E1100	22
4.2 X2-sarja	23
4.3 Korvaava malli	25
5 OHJELMOINTI JA VAIHTOTYÖ	26
5.1 Aloitus	26
5.2 Ix Developer ohjelmointityökaluna	26
5.3 Käyttöliittymän ohjelmointi	27
5.3.1 Vanhan käyttöliittymän hyödyntäminen	27
5.3.2 Sivujen hahmottelu	27
5.3.3 Grafiikoiden parantaminen	28
5.3.4 Muuttujien määrittäminen	29
5.3.5 Toimintopainikkeet ja aseteltavat arvot	30
5.3.6 Tiedonsiirtoasetusten määrittäminen	31
5.4 Toiminnan testaaminen	31
5.4.1 Ensimmäinen testauskerta 17.8.2018	31
5.4.2 Toinen testauskerta 21.8.2018	32
5.4.3 Kolmas testauskerta 23.8.2018	32
5.5 Käyttöönotto	33

6 YHTEENVETO	34
LÄHTEET	35
LIITTEET	
Liite 1 E1100 datalehti	
Liite 2 X2 Pro datalehti	
Liite 3 Käyttöliittymän sivulistaus (salainen)	
Liite 4 Operointipäätteen käyttöohje (salainen)	

SANASTO

Mb Megabitti

PLC Programmable logic controller, ohjelmoitava logiikka

VDC Volts of direct current, tasajännite

SNTP Simple Network Time Protocol, Protokolla, jota käytetään täsmällisen aika-tiedon välittämiseen laitteiden välillä

1 JOHDANTO

Vesivoimalaitosten tekniikka kehittyy jatkuvasti. Aina välillä komponentit ja laitteistot tarvitsevat päivityksiä ja revisioiteja, jotta voimalan toimintavarmuus ja käytettävyys säilyy hyvällä tasolla. Yksi näistä laitteista on voimalaitoksen koneiston turbiinisäätäjän operointipääte, jota käytetään vesiturbiinin ohjaukseen.

Kemijoki Oy on merkittävin vesi- ja säätövoiman tuottaja Suomessa. Kemijoki Oy on perustettu vuonna 1954 ja se omistaa 20 vesivoimalaitosta, joista 16 sijaitsee Kemijoen vesistöalueella, kaksi Lieksanjoessa ja kaksi Kymijoenjoessa. Toiminta-alueen kolmen joen yhteismitta on yli 1000 kilometriä ja asukkaita alueella on noin 200 000. Kemijoki Oy:n voimalaitosten kokonaisteho ylittää 1100 MW. Vuonna 2017 ne tuottivat sähköenergiaa yhteensä 4891 GWh, mikä oli kolmannes kotimaisesta vesivoimalla tuotetusta sähköstä. (1.)

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää vesivoimalaitoksen koneiston valvontatyökaluja suorittamalla vesivoimakoneen turbiinisäätimen operointipäätteen revisiointi. Uudesta järjestelmästä pitää saada aikaan toimiva ja käyttäjäystävällinen kokonaisuus käyttäjäkokemuksia ja nykypäivän automaatiotyökaluja apuna käyttäen. Työ tuli ajankohtaiseksi valmistajan ilmoitettua vanhentuvan mallin huollon ja varaosien saannin loppuvan vuonna 2019. Kemijoki Oy tarvitsi tekijän, joka suunnittelee ja toteuttaa uuden operointipäätteen käyttöönoton vanhentuvan mallin seuraajaksi.

Opinnäytetyön kohteeksi valittiin 1. koneiston turbiinisäätimen operointipääte Petäjäskosken voimalaitoksen kolmesta koneistosta. Koneiston koneistoautomaatiolla on kaksi samansisältöistä operointipäätettä rinnankytkettyinä, toinen valvomossa ja toinen koneen välittömässä läheisyydessä. Koneistoilla on myös turbiinisäätimen operointipääte. Vanha operointipääte sisälsi funktionäppäimiä, kun taas uusi malli on kosketusnäyttöinen, eikä siinä ole lainkaan fyysisiä painikkeita. Haasteena oli saada aikaan mahdollisimman selkeä ja uuden mallin kaikkia ominaisuuksia hyödyntävä kokonaisuus käyttöliittymälle.

2 VESIVOIMA SÄHKÖNTUOTANTOMENETELMÄNÄ

Vesivoima on uusiutuva energiantuotantomuoto. Veden luonnollinen kiertokulku takaa jatkuvan virtaamaan vesistöissä, mikä mahdollistaa sen hyödyntämisen sähköenergian tuotannossa. Vesivoima on laadukasta, sillä se on käyttövarmuudeltaan hyvä, käynnistysaika on verrattain lyhyt ja säätöalue ja -nopeus ovat suuria. Vaikka vesivoiman osuus sähköntuotannosta pienenee, sillä on tärkeä merkitys tuotantorakenteessa kuormitus- huippujen tasaamisessa. (2.)

2.1 Vesivoimalaitokset

Vesivoimalaitokset ovat massiivisia rakennelmia, mikä tekee niistä rakennuskustannuksiltaan suuria hankkeita. Hyvinä puolina ovat pienet käyttökustannukset johtuen osaltaan yksinkertaisesta prosessista, automaatiosta ja pienistä henkilöstö- ja polttoaineku- luista. Vesivoimalaitokset ovat pitkäikäisiä niiden tehokkaan käyttöiän ollessa 70–100 vuotta. Tuotantovaiheessa veden potentiaalienergiasta saadaan hyödynnettyä yli 90 prosenttia, mikä tekee vesivoimalaitoksesta todella hyvän hyötysuhteeltaan. (3, s. 2.)

Vedenpinnan ja virtaaman säännöstely on yksi vesivoiman periaatteista. Suomen vesis- töissä on säännöllisesti kaksi tulovirtaamahuippua, keväällä lumien sulaessa ja syksyllä runsaiden sateiden aikaan. Vesivarastoina toimivilla säännöstelylaitteilla pyritään varas- toimaan vettä muun muassa talven energiatarpeen varalle. Tämän lisäksi tulvien torju- miseksi varastoina toimiviin altaisiin ja vesistöihin varataan tilaa kevään sulamisvesille. Sähkönkulutuksen suuri vaihtelevuus jopa tunneittain vaatii, että tuotanto reagoi nope- asti tarpeeseen. Tätä kutsutaan lyhytaikaiseksi säännöstelyksi, johon vesivoima on to- della hyvä tuotantomuoto sen nopean säädettävyytensä ansiosta. (3, s. 3–4.)

2.1.1 Automaatio vesivoimalaitoksissa

Nykyään lähes poikkeuksetta kaikki vesivoimalaitokset ovat automatisoituja. Ohjaus toteutetaan ohjelmoitavilla logiikoilla (PLC), joiden avulla kokonaisen laitoksen ohjaami- nen käy helposti eikä laitos vaadi henkilöstöä paikalla ohjaamassa laitosta.

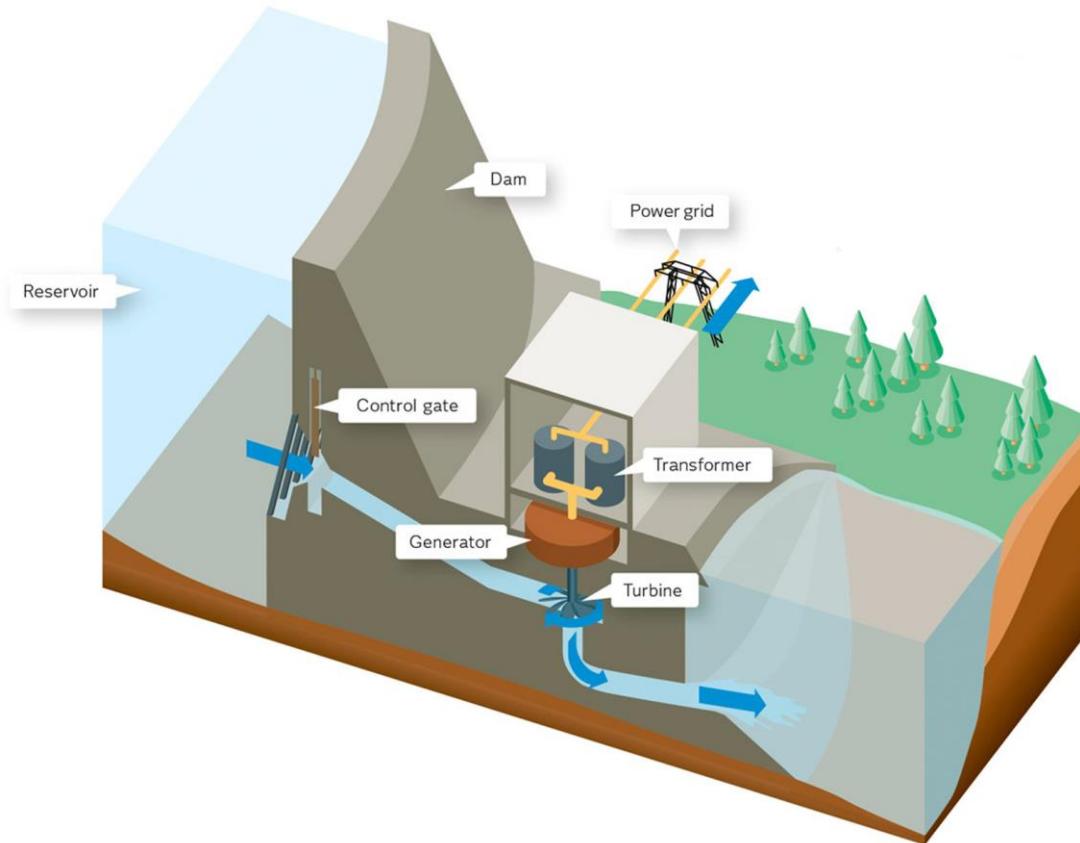
Logiikoiden ja käyttöpäätteiden kehittyessä prosessien ja laitosten ohjaus ja valvonta on helpottunut entisestään. Nykyään mobiiliverkon nopeimman yhteyden peittoalueet ovat kattavat ja yhteyksien nopeus ja toimintavarmuus on hyvällä tasolla kehittyen edelleen. Tämä on mahdollistanut etäkäytön ja -valvonnan teollisuusautomaatiosovelluksissa ja näin vesivoimalaitoksetkin toimivat ilman jatkuvasti paikalla olevaa henkilökuntaa. Vika-tilanteissa prosessien hälytykset tulevat päivystysvuorossa olevien työntekijöiden puhe-
limiin ja tietokoneisiin. Kiireettömät ilmoitukset voidaan kuitata etänä, mikä vähentää osaltaan ajomatkoja ja niihin kuluva työtä.

Ohjelmoitavilla logiikoilla ohjataan vesivoimalaitosta kokonaisvaltaisesti. PLC mittaa eri suureita kuten voiteluöljyn lämpötilaa ja painetta, turbiinin pyörimisnopeutta ja generaattorin magnetointivirtaa. Mittausten perusteella ohjataan kokonaisuutta ja annetaan ilmoituksia ja hälytyksiä valvomoon. Vesivoimaloissa on yleensä enemmän kuin yksi koneisto ja jokaisella koneella on normaalisti omat logiikkansa niiden ohjaukseen. PLC ohjaa muiden muassa koneiston moniportaista käynnistyssekvenssiä ja hallittua alaspäin. (4.)

2.1.2 Toimintaperiaate

Yksinkertaisesti selostettuna vesivoimalan toimintaperiaate (kuva 1) on seuraavanlainen. Veden potentiaalienergia muutetaan liike-energiaksi johtamalla vesi alas energiaravastona toimivasta ylävesialtaasta tuloputkeen, jonka kautta vesi kulkeutuu turbiinille. Turbiini alkaa pyörimään vedenpaineen vaikutuksesta ja liike-energia välittyy turbiiniakselin kautta generaattorille.

Generaattori koostuu kahdesta pääosasta, roottorista ja staattorista. Roottori on staattorin sisäpuolella, mutta generaattorityypistä riippuen tilanne voi olla myös toisinpäin. Pyöriessään roottori indusoi sähkövirran staattorin käämeihin ja näin generaattori tuottaa sähköä esimerkiksi muuntajalle, jolla se muutetaan sopivaksi sähköverkkoon. (5.)



KUVA 1. Vesivoimalan toimintaperiaate (6).

2.2 Vesivoima Suomessa

Vesivoima on edelleen tärkeässä roolissa maamme sähköntuotannossa ja tuotannon ja kulutuksen tasapainottamisessa. Suurin osa maamme vesivoimalaitoksista on rakennettu vuosina 1955–1975. Uusia vesivoimalaitoksia ei nykyään juurikaan rakenneta, mutta vanhoja voimaloita modernisoidaan kovalla tahdilla. Modernisoinnilla voidaan esimerkiksi nostaa tehoa, vähentää ympäristövaikutuksia ja saada voimalan hyötysuhde korkeammaksi.

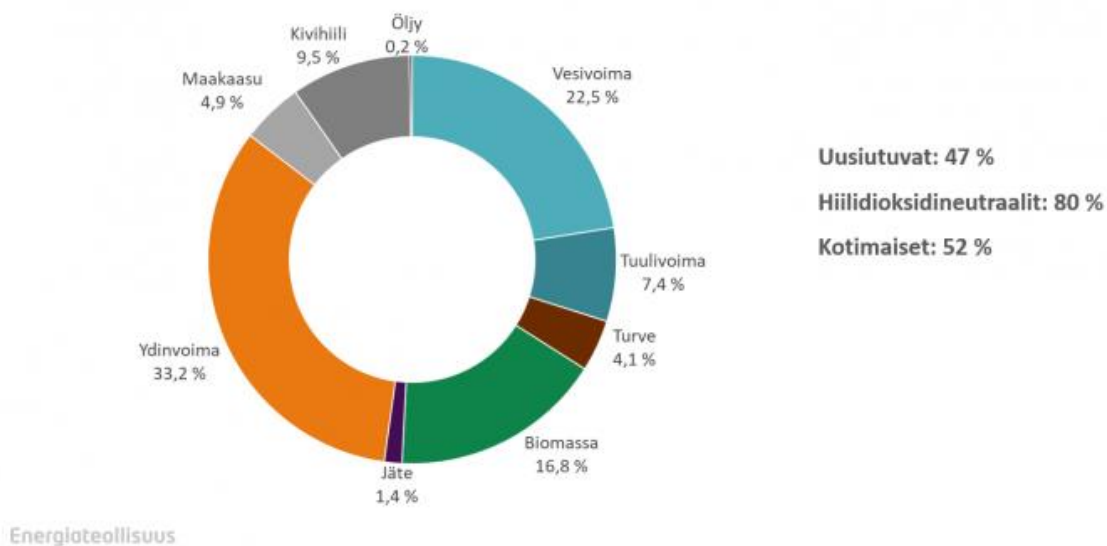
”Vesivoima on merkittävin uusiutuva sähköntuotantomuoto Suomessa. Energiajärjestelmien toimivuuden ja käyttövarmuuden kannalta vesivoimalla on lisäksi erityinen asema säättöminaisuutensa vuoksi.” (1.)

Tampereelle Tammerkoskeen valmistui vuonna 1891 Suomen ensimmäinen sähköä tuottava vesivoimalaitos teholtaan 240 kW (7). Sotien jälkeen 1950- ja 1960-luvuilla vesivoimalaitosten rakentaminen kiihtyi teollisuuden lisääntyessä ja energiantarpeen kasvaessa. 1960-luvun jälkeen vesistöjen valjastaminen voimalaitoskäyttöön väheni huomattavasti johtuen osittain luonnonsuojelusta.

Suomessa on yli 220 vesivoimalaitosta. Näiden yhteenlaskettu teho on noin 3100MW. Vesivoimalla on aina ollut suuri merkitys Suomen sähköntuotannossa, sillä 1950- ja 1960-luvuilla vesivoiman osuus koko sähköntuotannosta oli jopa 90 prosenttia. Nykyään osuus on 10-25 prosenttia riippuen vesitilanteesta. (2.)

Vuonna 2017 Suomessa tuotetusta sähköenergiasta lähes neljäsosa oli tuotettu vesivoimalla (kuva 2).

Sähköntuotanto energialähteittäin 2017 (65,0 TWh)



KUVA 2. Sähköntuotanto energialähteittäin 2017 (8).

Suomen oloissa vesivoimalaitokset ovat suurimmalta osaltaan suurimpiin jokihaaroihin ja suurten vesistöjen pääuomiin rakennettuja jokivoimalaitoksia. Niiden läpi virtaava vesimäärä on suhteellisen suuri mutta putouskorkeus on pieni, yleensä alle 25 metriä.

Jokivoimalaitokset voidaan jakaa rakenteen ja sijainnin mukaan tunnelilaitoksiin ja avolaitoksiin, joihin kuuluvat patolaitokset ja putkilaitokset. Suomessa yleisimpiä ovat patolaitokset. Niissä koneasema on joko liitetty patoon tai se on erillinen rakennus. Se on suoraan yläveden yhteydessä ja toimii omalla kohdallaan myös patona. (9, s. 37.)

3 PETÄJÄSKOSKEN VOIMALAITOS

Vuosina 1951-52 tutkimustyöt sekä vesivoima- ja maakaupat Petäjäskestella saatiin niin pitkälle, että päästiin laatimaan tulevan voimalaitoksen yleissuunnitelmaa. Imatran voima aloitti Petäjäskestän voimalaitoksen rakennustyöt tammikuussa 1953 perusteilla olleen Kemijoki Oy:n lukuun. Patopilarit valmistuivat vappuna 1955. Niiden valmistuttua voitiin uitto- ja tulvavedet ohjata padon läpi. Koneasema saatiin vesikattoon marraskuussa 1956. Ensimmäinen koneisto kytkettiin sähköverkkoon toukokuussa 1957. (10, s. 183–184.)

Petäjäskestän voimalaitoksen (kuva 5) putouskorkeus on 20,5 metriä ja laitoksella on kolme koneistoa, joissa jokaisessa on kaplan turbiini. Voimalaitoksen kaikille kolmelle koneistolle on tehty tehon nostoja. Vuonna 1996 peruskorjattiin ensimmäinen koneisto, jolloin teho kasvoi 8 MW. Vuosina 2005–2006 toisen ja kolmannen koneiston tehoa nostettiin niin, että kokonaisteho nousi 37 MW. Vuonna 2011 ensimmäisen koneiston tehoa nostettiin jälleen 10 MW. Nykypäivänä 182 MW tehollaan se on Kemijoen laitoksista suurin ja Suomen toiseksi suurin vesivoimalaitos. Keskimäärin laitoksen vuotuinen energiantuotto on 638 GWh. (11.)



KUVA 5. Petäjäskosken voimalaitos (12).

3.1 Operointipäätteet

Kullakin koneistolla on kaksi operointipäätettä. Yksi näistä on koneiston operointipääte ja toinen on turbiinisäätimen operointipääte, joka oli opinnäytetyön kohteena. Laitoksella on myös hälytyskeskuksena toimiva operointipääte sekä laitosautomaation pääte.

Yksi koneiston automaation operointipäätteistä sijaitsee voimalaitoksen valvomossa. Toinen pääte sijaitsee konesalissa automaatiokaapissa turbiinisäätimen operointipäätteen vieressä koneiston läheisyydessä. Kuvassa 6 vasemmanpuoleinen operointipääte on turbiinisäädin ja oikeanpuoleinen on koneisto 1:n konesalin operointipääte.



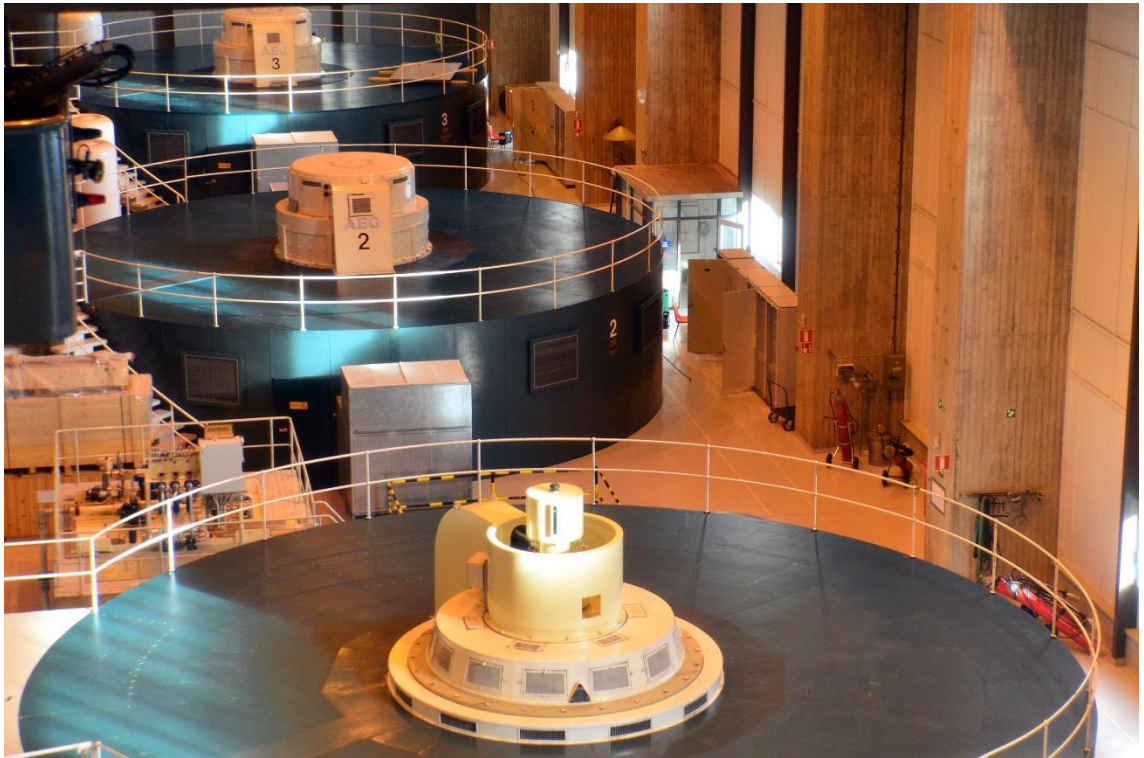
KUVA 6. Koneisto 1:n konesalin operointipäätteet.

Turbiinisäätimellä ohjataan koneiston turbiinia ja seurataan sen ja koko koneiston eri parametrejä. Turbiinisäätimen operointipäätteellä voidaan määritellä turbiinin ohjausparametrejä. Sitä käytetään muun muassa koneiston johtopyörän, juoksupyörän sekä säättö-öljyjärjestelmän ohjaukseen.

Päätettä käytetään kannatuslaakerin lämmönsäätimen ja generaattorin lämmönsäätimen seuraamiseen ja ohjaamiseen. Sillä voidaan suorittaa venttiilien ohjauksia ja seurata öljyn ja laakerin lämpötilaa. Myös ylemmän ohjauslaakerin lämpötiloja ja sen voiteluöljyn virtauksia ja lämpötiloja voidaan seurata ja tarvittaessa muuttaa järjestelmän parametreja.

3.2 Koneisto 1

Koneisto 1 (kuva 7) on Andritz Hydro Oy:n valmistama ja se on alun perin otettu käyttöön viimeisenä kolmesta koneistosta noin 10 vuotta muiden koneistojen käyttöönoton jälkeen. Turbiinin nimellisteho on 60,7 MW ja koneistovirtaama on 355 m³/s.



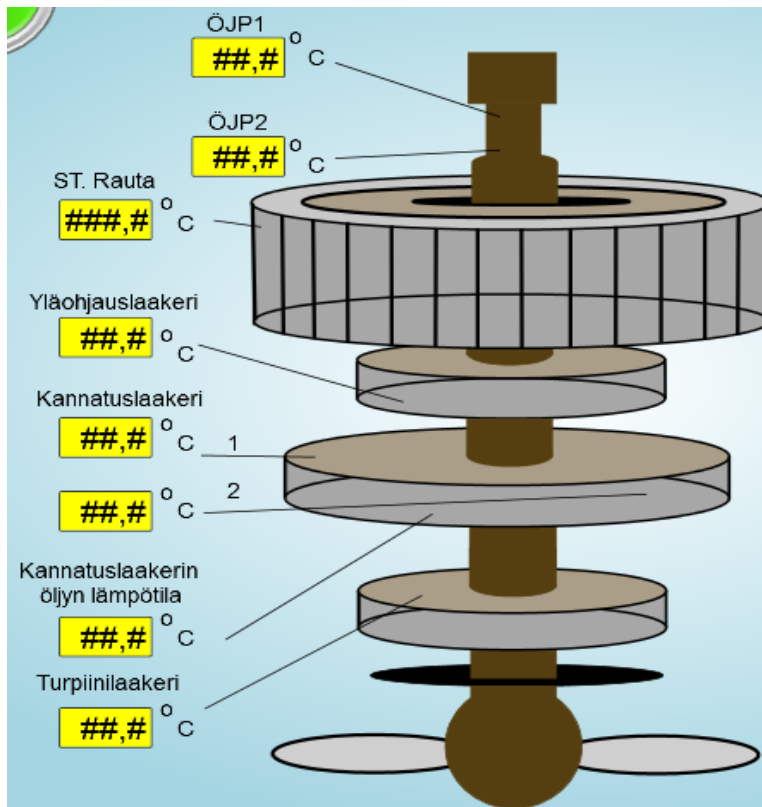
KUVA 7. Petäjäskosken kolme koneistoa, joista koneisto 1 etualalla (13).

Koneiston generaattori on VG Powerin valmistama ja sen nimellisteho on 70 MVA. Jännite on 12,25 kV ja virta 3299 A. Generaattorin pyörimisnopeus on 100 rpm. Kuvassa 8 on generaattorin kyljessä oleva arvokilpi.



KUVA 8: Koneisto 1:n generaattorin arvokilpi.

Kuvasta 9 nähdään koneiston rakenne. Kaikki osat ovat kiinni pystysuuntaisessa akselissa (ruskea). Ylimpänä on öljynjakopesä. Öljynjakopesän jälkeen tulee generaattori, jossa staattori on uloimpana ja roottori sisempänä. Yläohjaus- eli generaattorilaakeri ja alaohjaus- eli turbiinilaakeri pitävät koneistoa oikeassa linjassa. Kannatuslaakeri kannattelee koko koneiston massaa. Alimpana on itse turbiini.



KUVA 9: Koneiston rakenne, kuvakaappaus X2 Pro:n sovelluksesta.

4 BEIJER ELECTRONICS OPEROINTIPÄÄTTEET

Beijer Electronics on monikansallinen alun perin ruotsalainen automaatioalan yritys, joka on keskittynyt teollisuusautomaatioon ja tiedonsiirtoon. Operointipäätteitä se on valmistanut 25 vuoden ajan. (14.)

4.1 E1000-sarja

Beijer Electronicsin E1000-sarjan (kuva 10) operointipäätteissä yhdistyvät käyttäjäystävällisyys ja monipuoliset toiminnot. Sarjaan kuuluu operointipäätteet pienistä tekstipäätteistä aina suuriin graafisilla näytöillä varustettuihin päätteisiin. Lukuisat eri laiteliitynnät mahdollistavat päätteiden liittämisen tavallisimpiin ohjelmoitaviin logiikkoihin ja automaatiolaitteisiin. (14.)



KUVA 10. E1100-sarjan operointipäätteet (15).

4.1.1 Ominaisuudet

E1000-sarjan päätteet ovat muun muassa CE-, UL- ja DNV-hyväksytyjä ja ne on suunniteltu käytettäväksi teollisuuden eri alueilla. Niitä käytetään energiateollisuudessa, elin-

tarvikealalla, konepajateollisuudessa, laivateollisuudessa ja monilla muilla aloilla. Niiden etulevyt ovat IP66-suojattuja, minkä ansiosta niiden puhdistus ja käyttö vaativissa olo-suhteissa on mahdollista. (14.)

Operointipäätteillä voidaan ohjata ja valvoa reseptejä, trendejä, hälytyksiä ja tiedonke-ruuta myös etänä, mikä lisää niiden käyttömahdollisuuksia. Pääte voidaan liittää tieto-koneeseen, jolloin sitä voidaan monitoroida ja valvoa suoraan tietokoneen näytöltä säi-lyttäen samat toiminnot kuin itse päätteessä. Tietokoneella etäkäyttö helpottaa vianet-sintää ja teknisen tuen saamista. E1000-sarjalaisilla on monikielituki, mikä tarkoittaa, että projektin kielitiedosto voidaan esimerkiksi lähettää käännettäväksi ja tuoda se sitten takaisin projektiin. Toiminnosta on hyötyä toimittaessa kansainvälisissä ympäristöissä. (14.)

Päätteiden ohjelmointi tapahtuu E-Designer -ohjelmointityökalulla. Ohjelma on käyttä-jäystävällinen eikä vaadi syvää perehtymistä perustoimintojen aikaansaamiseksi. Oh-jelman ominaisuuksiin kuuluu valmiiksi tehtyjä toimintoja ja objekteja, jotka nopeuttavat sovelluksen tekemistä. Sovelluksen ja sen toimintojen testaaminen tapahtuu simulointi-työkalun avulla. Samalla nähdään myös, miltä valmis sovellus näyttää käytännössä. (14.)

4.1.2 E1100

Turbiinisäätimen operointipäätteenä toimi E1000-sarjan malli E1100 (kuva 11). Siinä on 10,4” näyttö 800x600 resoluutiolla. Päätteen prosessorina toimii 415 Mhz Risc CPU. Flash muistia siinä on sovelluksille 12 Mb ja keskusmuistia 64 Mb. Käyttöjännitteenä toimii 24 VDC ja normaalikäytössä virrankulutus on 0,5 A. Liitteessä 1 on E1000-sarjan päätteiden datalehti, josta käy ilmi E1100:n tekniset tiedot.



KUVA 11. E1100-operointipääte (16).

4.2 X2-sarja

X2-sarja on Beijer Electronicsin uusien mallisto. Se voidaan jakaa kuuteen tuotepereeseen, joista jokaisella on omat ominaisuutensa ja soveltuvuuskohteensa. Näitä kuutta tuoteperehettä yhdistää kuitenkin sama ohjelmointityökalu iX Developer.

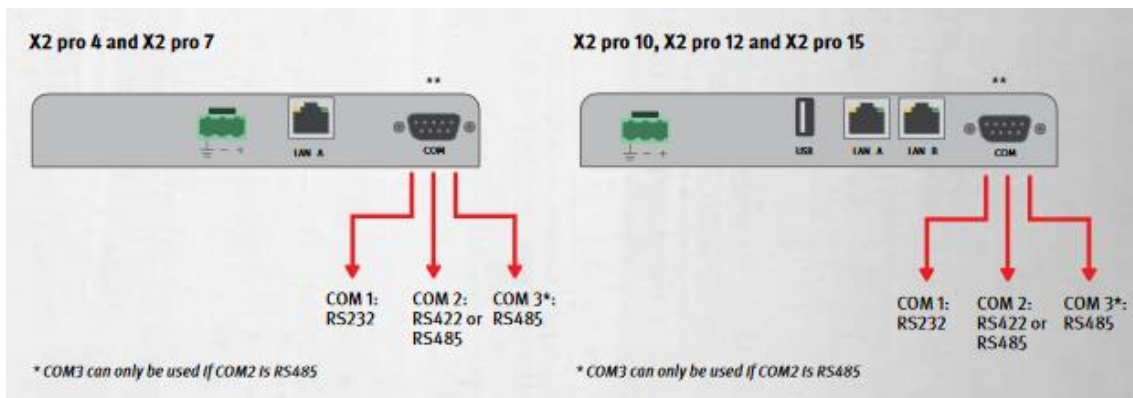
X2 Base -päätteet ovat kustannustehokkaita ratkaisuja pieniin ja keskisuurisiin automaatiotarpeisiin. X2 Marine -päätteet on suunniteltu merialuksiin sopiviksi. X2 Control ja X2 Motion -päätteissä on sisäänrakennettu PLC. X2 Pro -sarjan päätteet ovat suorituskykyisin ja liitettävyydeltään laajin tuotepereen malleista. (17.)

X2 Pro -malliston operointipäätteet (kuva 12) soveltuvat käytettäväksi kaikissa teollisuuden sovelluksissa. Päätteissä on mallista riippuen joko yksi- tai tuplaydinprosessori ARM Cortex-A9, joka mahdollistaa nopeat sivunvaihdot. Käyttölämpötila-alue on -10:stä +60:een celsiusasteeseen. Ruostumaton alumiinirunko on vesi- ja kosketusluokituksestaan IP65. (17.)



KUVA 12. X2 Pro tuoteperhe sertifikaatteineen (18).

Kuvasta 13 nähdään X2 Pro -operointipäätteiden liitännät. Niissä on yksi D9-liitin, joka sisältää kolme sarjaporttia. Neljän ja seitsemän tuuman malleissa on yksi ethernet -portti, kun isommissa malleissa niitä on kaksi. Lisäksi 10-15” -malleissa on USB-portti, jonka avulla sovelluksen siirtäminen ja päivittäminen voidaan tehdä myös USB-muistikulla. Kaikissa malleissa on paikka SD-muistikortille, joka mahdollistaa tallennustilan lisäämisen. (19.)



KUVA 13. X2 Pro -mallien liitännät (17).

4.3 Korvaava malli

Valmistaja suosittelee E1100:n korvaajaksi uudesta tuoteperheestä X2 Pro 12 -mallia (taulukko 1). Yhdessä toimeksiantajan kanssa katsoimme kyseisen mallin olevan sopivin kokonsa ja ominaisuuksiensa vuoksi.

TAULUKKO 1. E1000-tuoteperheen korvaavat mallit (19).

EXTER	E1000	korvaava pääte X2 sarjassa	Asennusaukko – EXTER/E1000	Asennusaukko – X2 sarja (l x k)
EXTER K10	E1012	X2 base 5	121 x 80 mm	161 x 93 mm
EXTER K20	E1022	X2 base 5	120 x 138 mm	161 x 93 mm
EXTER K30	E1032	X2 base 7/ X2 pro 7	166 x 149 mm	186 x 136 mm/ 189 x 128 mm
EXTER K60	E1060/E1062	X2 pro 7	240 x 130 mm	189 x 128 mm
EXTER K70	E1070	X2 pro 7/ X2 pro 10	246 x 139 mm	189 x 128 mm
EXTER K100	E1100	X2 pro 12	343 x 208 mm	324 x 226 mm
EXTER T40	E1041/E1043	X2 pro 4	139 x 105 mm	130 x 89 mm
EXTER T60	E1061/E1063	X2 pro 7	180 x 130 mm	189 x 128 mm
EXTER T70	E1071	X2 pro 7	189 x 138 mm	189 x 128 mm
EXTER T100	E1101	X2 pro 12	265 x 206 mm	324 x 226 mm
EXTER T150	E1151	X2 pro 15	356 x 279 mm	394 x 270 mm
EXTER T70-bl	N/A	X2 marine 7	189 x 138 mm	189 x 128 mm
EXTER T100-bl	N/A	X2 marine 15	265 x 206 mm	394 x 270 mm
EXTER T150-bl	N/A	X2 marine 15	356 x 279 mm	394 x 270 mm
EXTER T70-sr-bl	N/A	X2 marine 7 HB	189 x 138 mm	189 x 128 mm
EXTER T100-sr-bl	N/A	X2 marine 15 HB	265 x 206 mm	394 x 270 mm
EXTER M70	M70	N/A	N/A	N/A

5 OHJELMOINTI JA VAIHTOTYÖ

5.1 Aloitus

Työ aloitettiin keräämällä materiaalia työhön liittyvistä aiheista. Materiaaleihin tutustumisen jälkeen aloitettiin uuden käyttöliittymän ohjelmointi. Ohjelmoinnin valmistuttua työtä käytiin testaamassa sen tulevassa käyttöympäristössä ja siihen tehtiin tarvittavia korjauksia ja muutoksia.

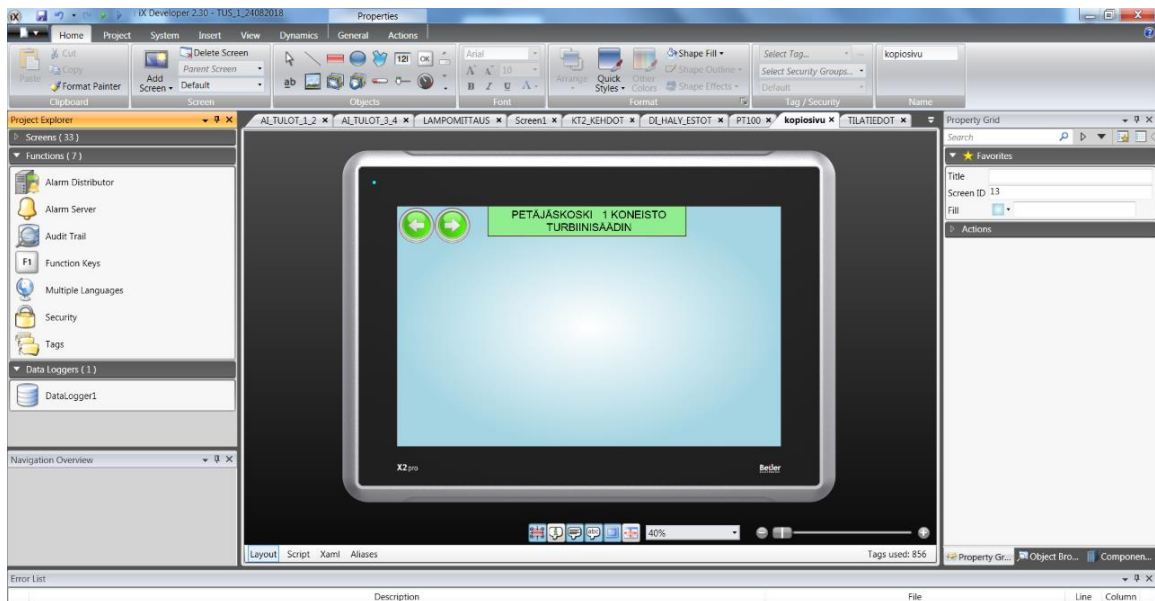
Uuden operointipäätteen tavoitteisiin kuului saada aikaan selkeä ja käyttäjäystävällinen kokonaisuus mukailien samalla vanhan operointipäätteen käyttöliittymää. Uudeksi päätteeksi otettiin suositeltu korvaava malli X2 Pro 12.

5.2 Ix Developer ohjelmointityökaluna

IX Developer on PC-pohjainen käyttäjäystävällinen ohjelmointityökalu iX ja X2-operointipäätteille. Kuvassa 14 on iX Developer:in pääsivu.

Olennesset toiminnot, kuten tietojen tallentaminen, reseptiikka, tiedonkeruu ja hälytysten käsittely sisältyvät ohjelmaan. Ix Developerissa on valmiiksi luotuja toimintokokonaisuuksia, kuvagrafiikkaa ja vektoripohjaisia symboleja.

Edistyneet käyttäjät voivat suunnitella erikoistunutta toiminnallisuutta, koska ohjelmistolla on tuki NET-tekniikalle. C# -komentosarjat tai .NET-komponentit ovat käytettävissä ja tiedonvaihtoon on saatavilla SQL-, FTP-, OPC UA- ja web-yhteydet.



KUVA 14. iX Developerin pääsivu.

5.3 Käyttöliittymän ohjelmointi

5.3.1 Vanhan käyttöliittymän hyödyntäminen

Työssä hyödynnettiin iX Developerin sisäänrakennettua konvertointityökalua, jolla vanhan E-Designerilla tehdyn projektin voi tuoda ominaisuuksineen iX Developeriin. Ennen konvertointia valittiin oikea operointipäätetyyppi. Viestikirjastot, muuttajalista, hälytykset ja monikieliset tekstit konvertoituivat hyvin. Hälytysominaisuudet ja laiteliittymän asetukset täytyi määritellä uudelleen.

5.3.2 Sivujen hahmottelu

Konvertoinnin jälkeen alkoi sivukartan ja yksittäisten sivujen hahmottelu. Sivukartta päätettiin pitää samanlaisena kuin vanhassakin päätteessä. Ainoana erona oli muutaman turhan sivun poistaminen sekä ohjesivun lisääminen. Haasteena oli myös pieni tila, koska päätteen sivuille oli järjestettävä tilaa myös sivunvaihtopainikkeille ja tilatiedoille. Vanhassa E1100-päätteessä sivunvaihtopainikkeet olivat fyysisiä funktionäppäimiä ja prosessin tiloja ja hälytyksiä ilmaisevat ledit olivat myöskin fyysisiä komponentteja.

Sivunvaihtopainikkeiden väriksi valittiin vihreä (RGB-värikoodi #00FF00) kuten vanhassakin käyttöliittymässä ja ne sijoitettiin sivun alalaitaan. ”Edellinen” ja ”Seuraava” -sivunvaihtopainikkeet sijoitettiin sivun vasempaan ylänurkkaan. Ledejä vastaaville tila-

tiedoille täytyi myös löytää sopivin paikka. Eri paikkoja kokeiltiin ja lopulta tilatiedot asetettiin sivun vasempaan laitaan. Otsikko sijaitsee sivun keskellä ylälaudassa. Sivunvaihtopainikkeet, tilatiedot ja otsikko sijaitsevat jokaisella sivulla samassa kohdassa.

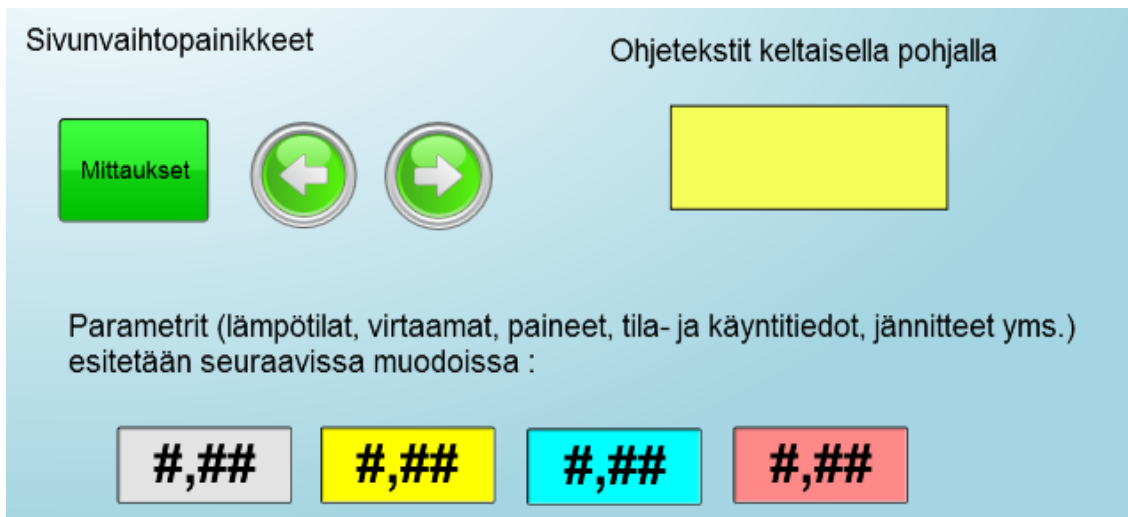
Fonttina käytettiin Arialia. Pääteen aika-asetukset määriteltiin toimimaan automaattisesti SNTP-protokollan avulla. Näytön taustavalo asetettiin sammumaan kymmenen minuutin käyttämättömyyden jälkeen.

5.3.3 Grafiikoiden parantaminen

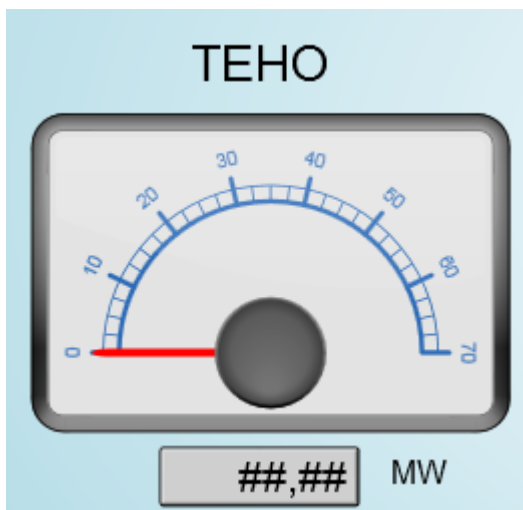
Värit ja kuvat kertovat paljon sovelluksen tai järjestelmän toiminnasta, joten niillä on suuri rooli myös automaatiosovelluksissa. Yleinen tuntuma on, että vihreä kertoo kaiken olevan kunnossa keltaisen varoitellessa toiminnan muutoksesta. Punainen väri varoittaa järjestelmän vikaantumisesta tai muusta vakavammasta tapahtumasta.

Kun pääteen sivut oli saatu hahmoteltua, aloitettiin sopivien väriyhdistelmien ja kuvien yhdistely ja kokeileminen, joiden avulla päästiin sopivimpaan lopputulokseen. Ohjelman valmiita kuvia hyödynnettiin maltillisesti eikä väreistä tehty liian voimakkaita, jotta käyttöliittymä pysyisi selkeänä ja miellyttävänä silmälle (kuva 15). Monien arvojen, kuten tehon visualisoinnissa käytettiin desimaaliluvun rinnalla pyöreää osoitinmittaria (kuva 16).

Jokaisen sivun taustaväriksi valittiin sininen (#D8EDF2) liukuvärjäyksenä valkoisesta (#FFFFFF). Informatiiviset tekstit sijoitettiin keltaiselle (#F5FE58) pohjalle.



KUVA 15. X2 Pro:n käyttöliittymän värit.



KUVA 16. Tehon mittari.

5.3.4 Muuttujien määritteleminen

Ix Dexeloperin konvertointityökalu helpotti muuttujien eli tagien määrittelemistä huomattavasti. Muuttujien kyselyryhmät ja kyselyvälit piti määrittellä uudestaan. Kyselyväli tarkoittaa aikaväliä, jossa tieto päivittyy laitteeseen. Tilatiedoille täytyi tehdä omat taginsa, koska vanhan päätteen ledeistä niiden tuominen ei onnistunut.

Testauksessa huomattiin tiettyjen muuttujien toimivan väärin. Niiden arvot pyöristyivät lähimpään tasalukuun ja näin ollen ne eivät näyttäneet arvoa niille määriteltyjen tarkkuuksien mukaan. Pääte ei osannut lukea logiikan lähettämää tietoa oikein, koska data-

tyyppinä oli INT16. Ongelma ratkaistiin muuttamalla datatyyppi FLOATiksi. Taulukosta 2 nähdään datatyypit opinnäytetyössä käytetyissä ohjelmointityökaluissa.

TAULUKKO 2. Datatyypit ohjelmointityökaluissa (22).

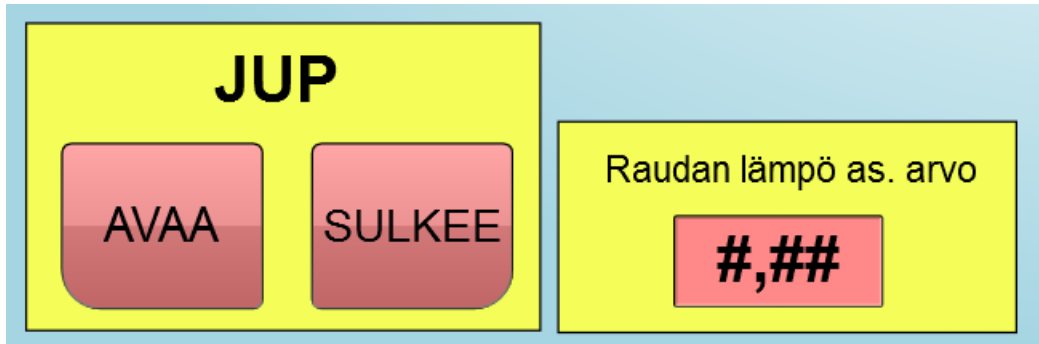
Muoto	Datatyyppi E-Designer	Datatyyppi iX Developer	Alue
Bit	Bit	BIT	0 and 1
Bool	-	BOOL	Values can be "false" (0) or "true" (1) ¹
Signed 16-bit	Signed 16-bit	INT16	-32,768 – +32,767
Unsigned 16-bit	Unsigned 16-bit	UINT16	0 – +65,535
Signed 32-bit	Signed 32-bit	INT32	-2,147,483,648 – +2,147,483,647 ²
Unsigned 32-bit	Unsigned 32-bit	UINT32	0 – +4,294,967,295 ²
Float with exponent, 64-bit	-	DOUBLE	1.7E308 ¹
Float with exponent, 32-bit	Float with exponent	FLOAT	±3.4E38 ¹
7 x Signed 16-bit	-	DATETIME	An Analog Numeric object can present the time format ³ . See help for more
String	String	STRING	Storing character strings in tags. For this data type, size can be selected.
BCD Float	BCD Float	FLOAT ⁴	0 – 9999,9999
BCD 16-bit	BCD 16-bit	INT/UINT16 ⁴	0 - 9999
BCD 32-bit	BCD 32-bit	INT/UINT32 ⁴	0 - 99999999
HEX 16-bit	HEX 16-bit	INT/UINT16 ⁴	0 - FFFF
HEX 32-bit	HEX 32-bit	INT/UINT32 ⁴	0 – FFFF

Muuttujille täytyi määritellä kyselyvälit. Muuttujat jaettiin kahteen ryhmään. Yksi ryhmä oli hälytyksiin liittyville muuttujille ja ryhmän kyselyväliksi laitettiin 100 ms. Toiseen ryhmään laitettiin kaikki muut muuttujat ja sen kyselyväliksi laitettiin 500 ms.

5.3.5 Toimintopainikkeet ja aseteltavat arvot

Toimintopainikkeet ja aseteltavat arvot (kuva 16) vaikuttavat turbiinin toimintaan. Tämän vuoksi ne laitettiin punaiseksi (#FF8888) keltaiselle pohjalle (#F5FE58) täsmentämään niiden käytön vaikutuksia. Ne myös sijoitettiin mahdollisuuksien mukaan etäälle sivunvaihtopainikkeista. Aluksi molemmat vaativat sisäänkirjautumisen, jotta niitä voitiin käyt-

tää. Lopulta päätettiin, että ainoastaan parametrien muuttaminen vaatii sisäänkirjautumisen käyttäjätunnuksella. Toimintopainikkeita pitää tarvittaessa päästä käyttämään nopeasti, joten sisäänkirjautuminen otettiin pois käytöstä niiden kohdalla.



KUVA 16. Toimintopainikkeet ja aseteltavat arvot.

5.3.6 Tiedonsiirtoasetusten määrittäminen

Turbiinisäätäjän operointipäätteen tulee kommunikoida muun muassa PLC:n ja koneiston päätteiden kanssa. Projektin luontivaiheessa määriteltiin logiikan kommunikointiparametrit. IP- ja muut kommunikaatioasetukset kopioitiin vanhasta päätteestä. Niiden asemien IP-osoitteet, joita pääte lukee, määriteltiin ennen sovelluksen siirtoa päätteeseen. Hälytyksien lähettämistä varten operointipäätteelle määriteltiin sähköpostiosoite vanhan päätteen tapaan. Päätteen IP-asetukset määriteltiin projektin siirtovaiheessa.

5.4 Toiminnan testaaminen

Operointipäätettä käytiin testaamassa kolme kertaa Petäjäskosken voimalaitoksella elokuussa 2018.

5.4.1 Ensimmäinen testauskerta 17.8.2018

Ensimmäisellä kerralla ongelmaksi muodostui tietoliikenneyhteysongelma, jossa operointipääte ei kommunikoinut turbiinisäätimen logiikan kanssa oikein. Tästä johtuen ensimmäisellä testauskerralla ei päästy kokeilemaan sovelluksen toimivuutta.

Kommunikointiongelman selvityksessä kävi ilmi, että pääte lähetti kyselyn logiikalle, mutta logiikka ei tähän vastannut. Lopulta selvisi, että ongelma oli projektin siirtotavassa tietokoneelta operointipäätteelle. Tuotaessa sovellusta ensimmäistä kertaa päätteeseen

se täytyy tehdä Ethernet-kaapelilla, jotta päätteen IP-asetukset päivittyivät oikein. Sovellus oli tässä tapauksessa siirretty vain USB-muistitikulla.

5.4.2 Toinen testauskerta 21.8.2018

Toisella kerralla oli tarkoituksena vertailla vanhan ja tulevan päätteen arvoja keskenään. Operointipääte kytkettiin vanhan päätteen rinnalle omalla väliaikaisella IP-osoitteellaan. Vertailussa huomattiin, että kaikki parametrit ja arvot olivat kohdillaan.

Selvisi myös, että myöhemmin samalla viikolla koneisto 1 on huollon takia pois käytöstä, jolloin laajempi testaaminen oli mahdollista. Myös muutamia parannuksia ja muutoksia ehdotettiin, kuten painikkeiden siirtämistä ja sivunavigointiin liittyviä asioita.

Uudessa päätteessä monet arvot, kuten tehot, pyöristyivät lähimpään tasalukuun eivätkä näyttäneet desimaaleja oikein. Tämä johtui aiemmin mainitusta väärästä muuttujan tyypistä. Tämä korjattiin seuraavaan testaukseen mennessä.

5.4.3 Kolmas testauskerta 23.8.2018

Kolmannella kerralla koneisto 1 oli huollon takia pysäytetty, joten sovelluksen turbiinia sääteleviä toimintopainikkeita ja parametrien muutoksia voitiin kokeilla ilman häiriöitä koneiston toiminnalle. X2-pääte kytkettiin jälleen vanhan E1100-päätteen rinnalle ja testaus aloitettiin. Sovellus käytiin läpi kohta kohdalta ja kaikki toimi niin kuin pitääkin. Kuvassa 17 on automaatiokaapin ovesa vanha E1100 -pääte paikoillaan. X2 Pro 12 on pöydällä pakkauksensa päällä.

Viimeisellä testauskerralla saatiin operointipäätteiden käyttäjiltä huomioita ja kehitysideoita. Päätettiin, että toimintopainikkeet eivät vaadi sisäänkirjautumista, vaan ainoastaan parametrien muutokset. Myös pieniä graafisia muutoksia tehtiin. Joitakin painikkeita suurennettiin ja tiettyjen ohjetekstien ja painikkeiden väreihin tehtiin muutoksia.



KUVA 17. Kolmas testauskerta.

5.5 Käyttöönotto

Operointipäätteen käyttöönotto suoritetaan myöhemmin esimerkiksi koneiston vuosihuollon yhteydessä.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli saada aikaan käyttäjäystävällinen ja selkeä vesivoimalaitoksen turbiinisäätimen operointipääte. Tavoitteena oli saada aikaan helposti omaksettavissa oleva operointipäätteen käyttö. Tämän vuoksi uuden päätteen käyttöliittymästä tuli mahdollisimman samankaltainen vanhaan käyttöliittymään verrattuna. Uusi pääte ja sen ominaisuudet toivat mukanaan kuitenkin parempaa grafiikkaa ja toiminnallisuuksia, joita hyödynnettiin ja kehitysehdotusten perusteella uudesta käyttöliittymästä saatiin entistä parempi. Käyttäjien kokemusten perusteella operointipäätteen käyttöliittymästä tuli selkeä ja helppokäyttöinen, joten työn tavoitteisiin päästiin. Operointipäätteen käyttöönotto tapahtuu lähitulevaisuudessa.

Sähkö- ja automaatioinsinöörin opintoihin sisältyy paljon opintoja alan eri osa-alueilta. Opinnäytetyötä aloitettaessa sen aiheen opintojaksosta voi olla jopa 3 vuotta aikaa. Tämän vuoksi aihe voi vaatia perusteiden muistelemista ja uudelleen opettelemista. Toisaalta opinnäytetyössä pääsee hyvin syventämään tietämystään sen aihealueesta. Ohjelmoitavia logiikoita käsiteltiin parilla opintojaksolla, mutta operointipäätteet eivät kuuluneet opintojaksojen sisältöön. Tämän vuoksi opinnäytetyöni aiheeseen piti lähteä tutustumaan perusteista alkaen.

Opinnäytetyöprosessi opetti paljon vesivoimalaitoksen automaatiosta ja ohjelmoitavien logiikkojen operointipäätteistä. Lisäksi prosessin aikana työvaiheiden aikataulut ja palavereiden järjestäminen tulivat tutuiksi. Kehittämisen kohteena omassa työskentelyssä on ajankäytön hallinnan parantaminen. Ohjelmointi- ja suunnittelutyö oli sopivan haastavaa ja monet siinä eteen tulleet asiat ja käsitteet olivat uusia. Aihe oli mielenkiintoinen ja opettavainen, sillä vesivoimalaitokset ovat erityisiä kokonaisuuksia. Työn aikana pääsin tutustumaan vesivoimalaitoksen toimintaan ja näkemään vesivoima-alan organisaation toimintaa käytännössä.

LÄHTEET

1. Kemijoki Oy 2018. Saatavissa: <https://www.kemijoki.fi/kemijoki-oy.html>. Hakupäivä 16.4.2018
2. Energiateollisuus 2018. Vesivoimalla eniten uusiutuvaa sähköntuotantoa. Saatavissa: https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/vesivoima. Hakupäivä 5.4.2018
3. Pulkkinen, P. 1994. Kantaverkon käytön peruskoulutus. IVO Voimansiirto Oy. Luento 2.2 Vesivoiman ominaisuudet.
4. Soudunsaari, Sami 2011. Petäjäskosken voimalaitos koneisto 1. Koneistoautomaation toimintaselostus. Rovaniemi: Kemijoki Oy
5. Suomen vesiputoukset 2018. Vesivoimalan toiminta. Saatavissa: <https://www.suomenvesiputoukset.fi/tietoa-suomen-vesiputouksista/vesiputoukset-ja-vesivoima-suomessa/#vesivoimasuomessa>. Hakupäivä 5.4.2018
6. Vattenfall 2014. Vesivoimala. Saatavissa: <https://corporate.vattenfall.fi/tietoa-energiasta/sahkon-ja-lammontuotanto/vesivoima/vesivoima-toimintaperiaate/>. Hakupäivä 5.4.2018
7. Kemijoki Oy 2018. Vesivoiman historiaa. Saatavissa: <https://www.kemijoki.fi/vesivoima/vesivoiman-historiaa.html>. Hakupäivä 6.9.2018
8. Kemijoki Oy 2018. Vesivoima. Saatavissa: <https://www.kemijoki.fi/vesivoima.html>. Hakupäivä 6.9.2018
9. Aura, Lauri – Tonteri, Antti J.1993. Sähkölaitostekniikka. Porvoo: WSOY
10. Suurpadot – Suomen osasto ry 1991. Voimaa koskesta. Suomen vesivoiman rakentamisen vaiheita. Imatra: Oy Ylä-Vuoksi 1991

11. Kemijoki Oy 2018. Petäjäsken voimalaitos. Saatavissa: <https://www.kemijoki.fi/toimintamme/voimalaitokset-ja-tuotanto/petajaskoski.html>. Hakupäivä 5.9.2018
12. Kemijoki Oy 2018. Petäjäsken voimalaitos. Saatavissa: <https://www.kemijoki.fi/viestinta/kuvat-ja-logot/voimalaitokset-kesalla.html> Hakupäivä 7.9.2018
13. Aukia, Jussi 2014. VALVE 2014 harjoitti yhteistoimintaa. Erve uutiset 29.9.2014. Saatavissa: <https://erveuutiset.erillisverkot.fi/blog/2014/09/29/valve-2014-harjoitti-yhteistoimintaa/> Hakupäivä 7.9.2018
14. UTU Automation Oy 2018. E1100 operointipäätteet. Saatavissa: https://www.utu.eu/sites/default/files/attachment/bren502a_english_e1000_folder_sp_read.pdf. Hakupäivä 6.9.2018
15. UTU Automation Oy 2018. E1100 operointipäätteet, Saatavissa: https://www.beijerelectronics.com/en/Products/Operator_panels/EOL_guide_EXTER_and_E1000_-_CLONED_VERSION. Hakupäivä 6.9.2018
16. Beijer Electronics Oy 2018. E1100 Operator panels. Saatavissa: https://www.beijerelectronics.com/en/Products/Operator_panels/Previous_models/E1000/E1000/E1100#facts. Hakupäivä 19.9.2018
17. Beijer Electronics Oy 2017. X2 Pro esite. Saatavissa: https://www.utu.eu/sites/default/files/attachment/beijer_x2_esite_utu_automation_0.pdf. Hakupäivä 12.9.2018
18. Beijer Electronics Oy 2018. Saatavissa: https://www.beijerelectronics.com/en/Products/Operator_panels/X2_pro. Hakupäivä 12.9.2018
19. UTU Automation Oy 2018. Konversio-opas E-Designeristä iX Developeriin. Saatavissa: https://www.utu.eu/sites/default/files/attachment/e-desinger_konversio_ix_developeriin_0.pdf. Hakupäivä 13.9.2018

LIITTEET

Liite 1 E1100 datalehti

Liite 2 X2 Pro datalehti

Liite 3 Käyttöliittymän sivulistaus

Liite 4 Operointipäätteen käyttöohje

E1100-sarjan datalehti (1).

LIITE 1/1



	E1012	E1022	E1032	E1060	E1070	E1100
Hardware specifications						
Display size	160 x 32 pxl	240 x 64 pxl		5.7", 320 x 240 pxl	6.5", 640 x 480 pxl	10.4", 800 x 600 pxl
Display type	Monochrome FSTN	Monochrome FSTN	Monochrome FSTN	TFT, 64 K color	TFT, 64 K color	TFT, 64 K color
Frame and casing material	Powder-coated aluminium, gray	Powder-coated aluminium, gray	Powder-coated aluminium, gray	Powder-coated aluminium, gray	Powder-coated aluminium, gray	Powder-coated aluminium, gray
Display backlight	LED with dimming	LED with dimming	LED with dimming	LED with dimming	CCFL with dimming	CCFL with dimming
Function keys	6 in total with integrated LED and textstrip	6 in total with integrated LED and textstrip	8 in total with integrated LED and textstrip	16 in total (8 with integrated LED and textstrip)	16 in total (8 with integrated LED and textstrip)	22 in total (10 with integrated LED and textstrip)
LED's	6 in total	6 in total	16 in total (8 with integrated LED and textstrip)	16 in total (8 with integrated LED and textstrip)	16 in total (8 with integrated LED and textstrip)	20 in total (10 with integrated LED and textstrip)
Processor	84 MHz RISC CPU (ARM7)	84 MHz RISC CPU (ARM7)	312 MHz RISC CPU (Intel Xscale)		416 MHz RISC CPU (Intel Xscale)	
Flash memory	4 MB (Spansion Flash)	4 MB (Spansion Flash)	32 MB (Intel StrataFlash)	32 MB (Intel StrataFlash)	32 MB (Intel StrataFlash)	32 MB (Intel StrataFlash)
Flash memory for application (incl. fonts)	512 kB	512 kB	12 MB	12 MB	12 MB	12 MB
Memory, RAM	64 MB	64 MB	64 MB	64 MB	64 MB	64 MB
Memory, expansion card	—	—	—	—	Compact flash, type I and II	Compact flash, type I and II
Buzzer	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Real-time clock	±20 PPM • error because of ambient temperature and supply voltage. Total maximum error: 1 min/month at 25 °C. • Temperature coefficient: 0.004 ppm/°C2					
Supply voltage	+24 V DC (20 - 30 V DC)	+24 V DC (20 - 30 V DC)	+24 V DC (20 - 30 V DC)	+24 V DC (20 - 30 V DC)	+24 V DC (20 - 30 V DC)	+24 V DC (20 - 30 V DC)
Power consumption at rated voltage	Normal: 0.1 A Maximum: 0.3 A	Normal: 0.1 A Maximum: 0.3 A	Normal: 0.15 A Maximum: 0.35 A	Normal: 0.15 A Maximum: 0.35 A	Normal: 0.4 A Maximum: 0.9 A	Normal: 0.5 A Maximum: 1.0 A
Communication ports						
Fieldbusses (expansion modules)	Profibus	Profibus	Profibus, MPI, CAN	Profibus, MPI, CAN	Profibus, MPI, CAN	Profibus, MPI, CAN
Ethernet	Expansion module 10 Mbit/s shielded RJ45	Expansion module 10 Mbit/s shielded RJ45	10/100 Mbit/s shielded RJ45	10/100 Mbit/s shielded RJ45	10/100 Mbit/s shielded RJ45	10/100 Mbit/s shielded RJ45
USB Host	—	—	Type A (USB 1.1) max 500 mA	Type A (USB 1.1) max 500 mA	Type A (USB 1.1) max 500 mA	Type A (USB 1.1) max 500 mA
USB Device	—	—	—	—	Type B (USB 1.1)	Type B (USB 1.1)
RS485/RS422 25-pin D-sub	Chassis-mounted female with standard locking screws 4-40 UNC					
RS232 9-pin D-sub	Male with standard locking screws 4-40 UNC					
Environment						
Operating temperature	0 ° to +50 °C	0 ° to +50 °C	0 ° to +50 °C	0 ° to +50 °C	0 ° to +50 °C	0 ° to +50 °C
Storage temperature	-20 ° to +70 °C	-20 ° to +70 °C	-20 ° to +70 °C	-20 ° to +70 °C	-20 ° to +70 °C	-20 ° to +70 °C
Relative humidity	5 - 85 % non-condensed	5 - 85 % non-condensed	5 - 85 % non-condensed	5 - 85 % non-condensed	5 - 85 % non-condensed	5 - 85 % non-condensed
Dimensions						
Measurements W x H x D (mm)	155 x 114 x 52.4	155 x 155 x 52.4	202 x 187 x 63.6	275 x 168 x 63.3	285 x 177 x 62	382 x 252 x 64
Cut-out dimensions W x H x D (mm)	121 x 80	120 x 138	166 x 149	240 x 130	246 x 139	343 x 208
Mounting depth (mm)	46.4	46.4	57.6	57.3	56.0	58.0
Weight (kg)	0.45	0.55	0.95	1.2	1.4	2.5
Approval and enclosure classes						
EMC directive 2004/108/EC article 5	Noise tested according to EN61000-6-3 emission and EN61000-6-2 immunity				Noise tested according to EN61000-6-4 emission and EN61000-6-2 immunity	
UL, cUL	UL 1604 Class I, Div 2 / UL 508 / UL 50 4x indoor use only					
NEMA	4x indoor use only	4x indoor use only	4x indoor use only	4x indoor use only	4x indoor use only	4x indoor use only
Front/back cover protection	IP66/IP20	IP66/IP20	IP66/IP20	IP66/IP20	IP66/IP20	IP66/IP20
Certifications	DNV, IACS E10, RINA	DNV, IACS E10, RINA	DNV, Germanischer Lloyd, IACS E10, RINA	DNV, Germanischer Lloyd, IACS E10, RINA	DNV, Germanischer Lloyd, IACS E10, RINA	DNV, Germanischer Lloyd, IACS E10, RINA
Functionality specification						
	<ul style="list-style-type: none"> Alarm management (one group) Dual drivers with data exchange Dynamic objects Internal variables Macros Message libraries Multiple languages (10 languages in one project) 	<ul style="list-style-type: none"> No protocol mode Passthrough mode (dependent on the driver) Password security (up to 8 levels) Recipe management Reports Time channels Transparent mode (dependent on the driver) 	<ul style="list-style-type: none"> Access to controller system via Internet Alarm management (up to 16 groups) Data logger Data recipe Dual drivers with data exchange Dynamic objects E-mails (SMTP Auth. Client) Internal variables I/O Poll interval groups Macros Message libraries Multiple languages (10 languages in one project) No protocol mode 	<ul style="list-style-type: none"> Passthrough mode (dependent on the driver) Password security (up to 8 levels) Recipe management Remote operation via Internet Reports Set time and date Time channels Transfer of files (FTP server) Transparent mode (dependent on the driver) Trends (real-time and historic) Upload application Web server Operator panel network (BDTP network) 		
	—	Real-time trends				



	X2 pro 4	X2 pro 7
General description		
Part number	630000105	630000205
Certifications*		
General	CE, FCC, KCC	
Marine	BV, DNV, KR, GL, LR, ABS, CCS	
UL	UL 61010-2-201	
Mechanical		
Mechanical size	145 × 104 × 50 mm	204 × 143 × 50 mm
Touch type	Resistive	
Cut-out size	130 × 89 mm	189 × 128 mm
Weight	0.5 kg	0.8 kg
Housing material	Powder-coated aluminum, Gray	
Power		
Input voltage	24 VDC (18 to 32 VDC)	
Power consumption, max	12W	14.4W
Input fuse	Internal DC fuse	
System		
CPU	i.MX6Solo Single Cortex-A9 1.0GHz 512kBL2cache	
RAM	512 MB	
FLASH	2GB SSD(eMMC), 1.5GB free for application storage	
Display		
Size diagonal	4.3" diagonal	7" diagonal
Resolution	480 × 272 pixels	800 × 480 pixels
Backlight	LED Backlight	
Backlight life time	50 000 hours	20 000 hours
Backlight brightness	300 cd/m ²	350 cd/m ²
Backlight dimming	Industrial Dimming	
Display type	TFT-LCD with LED backlight	
Communication serial		
Number of serial ports	1 Port 9pin DSUB	
Serial port 1	RS 232 (RTS/CTS)	
Serial port 2	RS422/485	
Serial port 3	RS485 (only if COM 2 is RS485)	
Ethernet communication		
Number of ethernet ports	1	
Ethernet port 1	1 × 10/100 Base-T (shielded RJ45)	
Ethernet port 2	NA	
Expansion interface		
Expansion port	Yes, cIX expansion module	
SD card	SD and SDHC	
USB	1 × USB 2.0 500mA	
Environmental		
Operating temperature	-10°C to +60°C	
Storage temperature	-20°C to +70°C	
Shock	15g, half-sine, 11ms according to IEC60068-2-27	
Vibration	1g, according to IEC 60068-2-6, Test Fc	
Sealing front	IP66, NEMA 4X/12 and UL Type 4X/12	IP65, NEMA 4X/12 and UL Type 4X/12
Sealing back	IP20	
Humidity	5% – 85% non-condensed	

*Certifications pending. Please refer to www.beijerelectronics.com/x2 for detailed status.

X2 Pro -sarjan datalehti (2).

LIITE 2/2



X2 pro 10	X2 pro 12	X2 pro 15	X2 pro 21
630000305	640000205	640000305	640009505
CE, FCC, KCC			CE, FCC
BV, DNV, KR, GL, LR, ABS, CCS			NA
UL 61010-2-201			
292 × 194 × 52mm	340 × 242 × 57 mm	410 × 286 × 61mm	556 × 347 × 65mm
Resistive			
275 × 177mm	324 × 226mm	394 × 270mm	539 × 331mm
1.65 kg	2.6 kg	3.85 kg	7.38 kg
Powder-coated aluminum, Gray			
24 V DC (18 to 32 VDC)			
21.6W	28.8W	31.2W	45.6W
Internal DC fuse			
i.MX6DualLite, Dual Cortex-A9 1.0GHz 512kBL2cache			i.MX6Quad, Quad ARM Cortex-A9 1.0GHz 1MBL2cache
1 GB			2 GB
2GB SSD(eMMC), 1.5GB free for application storage			
10.1" diagonal	12.1" diagonal	15.4" diagonal	21.5" diagonal
1024 × 600 pixels	1280 × 800 pixels	1280 × 800 pixels	1920 × 1080 pixels
LED Backlight			
50 000 hours			
500 cd/m ²	400 cd/m ²	450 cd/m ²	250 cd/m ²
Industrial Dimming			
TFT-LCD with LED backlight			
1 Port 9pin DSUB			
RS 232 (RTS/CTS)			
RS422/485			
RS485 (only if COM 2 is RS485)			
2			
1 × 10/100 Base-T (shielded RJ45)			
1 × 10/100 Base-T (shielded RJ45)			
Yes, cIX expansion module			
SD and SDHC			
2 × USB 2.0 500mA			
-10°C to +60°C			0°C to +50°C
-20°C to +70°C			-20°C to +60°C
15g, half-sine, 11ms according to IEC60068-2-27			
1g, according to IEC 60068-2-6, Test Fc			
IP65, NEMA 4X/12 and UL Type 4X/12			
IP20			
5% – 85% non-condensed			

LIITTEIDEN LÄHTEET

1. E1000-series. UTU Automation Oy. Saatavissa: https://www.utu.eu/sites/default/files/attachment/bren502a_english_e1000_folder_sp_read.pdf. Hakupäivä 6.9.2018
2. X2-Pro. Beijer Electronics. Saatavissa: https://www.utu.eu/sites/default/files/attachment/beijer_x2_esite_utu_automation_0.pdf. Hakupäivä 12.9.2018